HOCHSCHULE BOCHUM
FACHBEREICH ARCHITEKTUR

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences

GEFÖRDERT DURCH DIE DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT

Integrierte Bestandsanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärme-rückgewinnung (IBWL)

ABSCHLUSSBERICHT, AZ: 319332-25

Nurcan Akca, B.A.
Björn Fries, M.Sc.
Heli Kasa, M.Sc.
Nadine Kretzschmar, M.Sc.
Mirco Neidek, B.-Ing.
Prof. Jörg Probst
Prof. Christian Schlüter

BOCHUM, SEPTEMBER 2017

PROJEKTPARTNER
WOHNUNGSWIRTSCHAFT

PROJEKTPARTNER
LÜFTUNGSINDUSTRIE

PROJEKTKENNBLATT

1. PROJEKTKENNBLATT DER DEUTSCHEN BUNDESSTIFTUNG UMWELT

06/02

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Az	31932-25	Referat	25	Fördersumme	335.426 €

Antragstitel **Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung – IBWL**

Stichworte

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
2,5 Jahre	**01.01.2015**		

Zwischenberichte

Bewilligungsempfänger
Hochschule Bochum
Fachbereich Architektur
Lennershofstr. 140

44801 Bochum

Tel +49 234 32 10-110
Fax +49 234 32 14-221

Projektleitung
Prof. Christian Schlüter
Prof. Jörg Probst

Bearbeiter
Nurcan Akca, B.A.
Björn Fries, M.Sc.
Heli Kasa, M.Sc.
Nadine Kretzschmar, M.Sc.
Mirco Neidek, B.Eng.

Kooperationspartner
Vivawest Wohnen GmbH, 45899 Gelsenkirchen
Bauverein Wesel AG, 46483 Wesel
Gewag Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid, 42853 Remscheid
Aereco GmbH, 65719 Hofheim-Wallau
Glen Dimplex Deutschland GmbH, 95326 Kulmbach
Maico Elektroapparate-Fabrik GmbH, 78056 Villingen-Schwenningen
Poloplast GmbH & Co KG, 4060 Leonding, Österreich
Siegenia-Aubi AG, 57234 Wilnsdorf
Viessmann Wärmepumpen GmbH, 35108 Allendorf (Eder)
Zehnder Group Deutschland GmbH, 77933 Lahr

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Vor dem Hintergrund der ambitionierten Ziele der Bundesregierung, den Energiebedarf auch bei Bestandsgebäuden bis zum Jahr 2050 um 80 % zu reduzieren, kommt dem Einbau hocheffizienter Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) eine besondere Bedeutung zu.
Dass die energiepolitischen Ziele nur mit einer deutlichen Erhöhung der Sanierungsquote des Gebäudebestandes erreicht werden kann, ist in der Fachwelt unumstritten. Aus Sicht der Verfasser sollte dabei aber der Bereich der Lüftungswärmeverluste, neben der weiterhin wichtigen Reduktion der Transmissionswärmeverluste durch Dämmmaßnahmen, eine deutlich größere Relevanz einnehmen. Die zu erzielende Gesamtreduktion an Energieverbrauch durch den Gebäudebestand könnte damit maßgeblich verbessert werden. Darüber hinaus ist zu vermuten, dass bei einer vorgenommenen Sanierung der Gebäudehülle hinsichtlich Wärmeverlusten durch Dämmmaßnahmen und der damit einhergehenden Verbesserung der Luftdichtheit der Gebäudehülle solche Lüftungsmaßnahmen zur Aufrechterhaltung - oder auch erst Schaffung - eines raumlufthygienischen Mindeststandards unumgänglich sind.
Insofern soll sich das Projekt IBWL mit Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen befassen, die trotz umfänglicher energetischer Sanierung der Gebäudehülle bisher auf den Einbau einer kontrollierten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verzichten. Der Einsatz einer Lüftungsanlage mit WRG als Kompensationsmaßnahme für die energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle ist nicht Projektgegenstand. Gleiches gilt auch für die vielfach geforderte Erhöhung der Sanierungsquote des Bestandes.

Eine Umfrage des Bundesverbands deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen zeigt, dass lediglich 50 % der Wohnungsunternehmen überhaupt Erfahrungen mit Lüftungsanlagen haben. Erfahrungen mit Zu- und Abluftanlagen mit WRG haben nur etwas mehr als 10 % der Unternehmen. In diesem Zu-

sammenhang sei darauf hingewiesen, dass die Zahlen sich nur auf den Anteil der Unternehmen, nicht jedoch auf den Anteil der Wohnungen beziehen. Die Umfrage lässt darüber hinaus den Rückschluss zu, dass der überwiegende Teil der Wohnungsunternehmen, die Erfahrungen mit Lüftungsanlagen haben, diese im Einsatz von reinen Abluftanlagen gemacht hat.

Die bereits erwähnte Erhebung kommt, bezogen auf die Verbreitung von Lüftungsanlagen zu dem Ergebnis, dass lediglich 1,5 % des deutschen Wohnungsbestands mit mechanischen Lüftungsanlagen ausgestattet ist, wovon ungefähr die Hälfte über Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung verfügen. Im Bereich des Neubaus werden mittlerweile ca. 10 % der Wohnungen mit Lüftungsanlagen ausgestattet. Im Bereich des Altbaus sind lediglich 0,4 % der Gebäude mit mechanischen Lüftungsanlagen ausgestattet. Wie hoch der Anteil im Zuge von Bestandssanierungen heutzutage ist, lässt sich aus der Studie nicht ermitteln. Der Wert dürfte nach Auffassung der Verfasser aber höchstens im Bereich des Neubaus, eher niedriger, also unter 10 % liegen.

Es gibt demnach im deutschen Wohnungsbestand noch einen erheblichen Nachholbedarf bezüglich dem Thema Wohnungslüftung. Das Projekt „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ (IBWL) setzt hier an und zielt darauf ab, die aufgezeigten ökonomischen und umsetzungsorientierten Hemmnisse, sowie technischen Vorbehalte gegenüber hocheffizienten Lüftungsanlagen abzubauen.
Zielgruppe sind Eigentümer, Bewohner und vor allem Planer von mehrgeschossigen Mietwohngebäuden, die umfassend energetisch modernisiert werden.
Besonders der ökonomische Aspekt nimmt in diesem Zusammenhang eine Schlüsselrolle ein. Durch den Wunsch, die vorhandenen Mieten möglichst nur geringfügig zu erhöhen auf Mieterseite, und die durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen auf die Mieter umlegen zu können auf Eigentümerseite, entsteht ein enges Gerüst (Stichwort: Warmmietenneutralität).
Umfassende energetische Modernisierungen, die den Einbau einer hocheffizienten Lüftungsanlage beinhalten, lassen sich aus diesen Gründen nur dann erfolgreich realisieren, wenn bestimmte Grundvoraussetzungen erfüllt sind.
Diese Grundvoraussetzungen sind:
1. Deutliche Kostensenkung der Maßnahme aufgrund von Kostendegression
2. Vorhandensein standardisierter, in der Praxis erprobter Musterlösungen für verschiedene Gebäudetypen
3. Zurückgreifen auf Best-Practice-Projekte von bereits erfolgreich realisierten Objekten

Das Projekt IBWL greift diese Grundvoraussetzungen auf, indem innerhalb des Projekts Standardlösungen zum Einbau von Lüftungsanlagen für verschiedene Gebäudetypen erarbeitet werden sollen, die auf einen vorhandenen Gebäudebestand anwendbar sind, und somit kostengünstig umzusetzen sind.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

- regelmäßige Workshops mit Teilnehmern der Wohnungswirtschaft, der Lüftungsindustrie und der projektbeteiligten Experten über den Projektverlauf hinweg zum Austausch von Wissen und zur gemeinsamen Erarbeitung von Lösungsansätzen
- Ausarbeitung von 13 Fachexpertisen zu den einzelnen Teilaspekten (Arbeitspakete) z.T. durch externe Fachleute, z.T. durch Projektbearbeiter
- Auswahl von repräsentativen Pilotprojekten in Abstimmung mit der Wohnungswirtschaft und den beteiligten Vertretern der Lüftungsindustrie
- Erarbeitung von lüftungstypologischen Unterschieden, Vor- und Nachteilen
- Erarbeitung von projektspezifischen Lüftungslösungen unter Beteiligung der einzelnen Hersteller
- Begleitung der Entscheidung, welche Konzepte in den jeweiligen Pilotprojekten zur Umsetzung kommen sollen
- Begleitung der Pilotprojekte in der Ausführungsplanung
- Einbau von Lüftungsanlagen in x Musterwohnungen an x Standorten
- Begleitung und Dokumentation der Umsetzungsphase der Pilotprojekte mit besonderem Augenmerk auf auftretende Probleme und Hindernisse
- Sozialwissenschaftliche Begleitung der Mieter vor, während und nach der Einbauphase und Befragungen zur Nutzerakzeptanz und zum Nutzerverhalten
- Sozialwissenschaftliche Erhebung unter Akteuren der Wohnungswirtschaft
- Auswertung der Erfahrungen aus den Pilotprojekten und den einzelnen Fachexpertisen
- Reflexion der Ergebnisse und Rückkopplung zu den beteiligten Akteuren
- Zusammenfassung der Projektergebnisse

Ergebnisse und Diskussion

AP01 Recht
Die Notwendigkeit zum Einbau einer Wohnungslüftung bei energetischer Sanierung ist aus den gesetzlichen Rahmenbedingungen nicht zwingend abzuleiten. Es ist lediglich ein Lüftungskonzept zu erstellen, welches jedoch ggf. auch ohne mechanische Lüftung, in jedem Fall jedoch ohne Wärmerückgewinnung auskommen kann.
Im Rahmen der Sanierung nach einem Schadensfall sind die entstehenden Kosten nicht umlagefähig
Im Rahmen eines energetischen Sanierungskonzeptes sind die Kosten umlagefähig
Die rechtlichen Anforderungen an die erforderliche Mieterinformation sind sehr hoch. Nichtbeachtung kann den Einbau von Lüftungsanlagen in der Umsetzung erheblich torpedieren. Insofern ist eine juristische Prüfung hier dringend zu empfehlen.
Abrechnungsrisiken in Verbindung mit Wärmerückgewinnung sind aus juristischer Sicht eindeutig nicht zu erwarten.

AP02 Bauherren- und Investorenakzeptanz
Ergebnis der Befragungen zur Bauherren- und Nutzerakzeptanz haben deutlich gemacht, dass die Wohnungswirtschaft grundsätzlich ein Interesse am Thema der Lüftungsanlagen hat, wenn auch die Motivation nicht auf energetische Fragestellungen zurückzuführen ist, sondern vielmehr im Bereich der Bauschadensvermeidung (Schimmelproblematik) liegt.
Als Hauptgrund, warum sich oftmals gegen Lüftungsanlagen entschieden wird, werden die hohen Investitionskosten und der hohe organisatorische und finanzielle Wartungsaufwand genannt. Aus Sicht der Wohnungswirtschaft übersteigen die Investitionskosten bei flächendeckendem Einsatz die Kosten für Schimmelsanierungen im konkreten Schadensfall.

AP03 Nutzerakzeptanz
Es konnte aufgezeigt werden, dass die Akzeptanz der Nutzer hauptsächlich von der praktizierten Informationspolitik (Ankündigung, Einbeziehung, Mieterbeteiligung, Einweisung, etc.) abhängt. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass wenn Bedenken bestehen diese weniger als erwartet im Bereich von Behaglichkeit, Hygiene/Gesundheit, etc. liegen, sondern vielfach sich in der Art äußern, dass die Mieter Sorgen haben, dass sich Ihre Mietkosten durch Investitionsumlagen und/oder durch steigende Betriebskosten stark erhöhen. Empfindlichkeiten bestehen darüber hinaus, wenn durch die Anlagen größere Eingriffe in den Wohnraum (Platzverlust durch Aufstellflächen für Lüftungsgeräte oder reduzierte Deckenhöhen) erforderlich sind.

AP04 Nutzerverhalten
Vor dem Hintergrund des aus dem Projektverlauf resultierenden, verspäteten Einbaus der Lüftungsgeräte und der damit verbundenen, sehr kurzen Zeiträume zwischen den einzelnen Mieterbefragungen konnten nur sehr eingeschränkt aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden.
Es konnte jedoch gezeigt werden, dass über Aufklärung und Information sehr wohl Änderungen im Lüftungsverhalten der Nutzer erzielt werden können. So konnten beispielsweise überzeugte Nachtlüfter (Kippstellung) überzeugt werden, die Fenster geschlossen zu halten. Die Mieter, die hierzu bereit waren bestätigten durchweg, dass die wahrgenommene Luftqualität auch bei geschlossenen Fenstern gut wahr.
Es wurde festgestellt, dass insbesondere eine persönliche Einweisung der Mieter in die Funktionsweise der Lüftungsanlagen von zentraler Bedeutung ist.

AP05 thermische Behaglichkeit
Es wurde festgestellt, dass das Bewusstsein für Aspekte der thermischen Behaglichkeit bei sämtlichen Beteiligten wenig bis nicht vorhanden ist. Dennoch führt dieser Umstand in Bezug auf Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung im Kontext von energetischen Sanierungen aus den folgenden Gründen zu keinerlei Problemen:

- Das allgemeine Behaglichkeitsniveau bei energetisch sanierten Gebäuden steigt (geringere Temperaturdifferenzen zu Bauteiloberflächen). Somit werden die Gebäude generell unempfindlicher in Bezug auf das Thema Unbehaglichkeit.
- Die Zulufttemperaturen bei WRG liegen in Bereichen, die für die thermische Behaglichkeit im Zusammenspiel mit den anderen Faktoren keine Probleme erwarten lassen.
- Die üblichen Zu- und Abluftgeschwindigkeiten liegen in Bereichen, die für die thermische Behaglichkeit im Zusammenspiel mit den anderen Faktoren keine Probleme erwarten lassen.

In diesem Arbeitspaket konnten daher keine nennenswerten, tatsächlich bestehenden Hemmnisse festgestellt werden. Es handelt sich in der Regel um Befürchtungen von Nutzern, die sich allerdings in der Praxis nicht bewahrheiten und denen daher mit einer ausreichenden Nutzerinformation begegnet werden sollte (vgl. AP03).

AP06 Brandschutz
Die Belange des Brandschutzes führen mit dazu, dass gebäudezentrale Anlagen mit Wärmerückgewinnung in der Bestandssanierung in der Regel keine Anwendung finden. Allenfalls reine Abluftanlagen, die dann allerdings ohne Wärmerückgewinnung auskommen, stellen eine umsetzbare Lösung dar. Für dezentral wohnungsweise und dezentral raumweise Anlagen konnten im Bereich des Brandschutzes keine nennenswerten Hemmnisse festgestellt werden.

AP07 Schallschutz
Schalldruckpegel von 30 dB und mehr (bauordnungsrechtlich zulässig) von Lüftungsanlagen innerhalb von Wohnungen werden als wenig komfortabel und in der Regel als störend empfunden. Daher sollte bei der Herstellung von Geräten ein geringerer Schalldruckpegel angestrebt werden. Die Empfehlung liegt bei LAFmax,n ≤ 27 dB, noch besser ≤ 25 dB.
Diese Werte lassen sich grundsätzlich mit allen Lüftungstypologien erreichen, wobei die Einhaltung der Schallschutzwerte mit raumweisen Geräten am schwierigsten zu bewerkstelligen ist, da in jedem Raum Lüfter und damit potentielle Schallquellen angeordnet werden.
Problematisch ist, dass es keine einheitlichen Standards für Schalldaten der Hersteller gibt und oftmals die Prüfbedingungen nicht angegeben werden, sodass die Interpretation der Werte und eine Vergleichbarkeit nur schwer möglich sind.
Des Weiteren zeigt sich, dass die Fehlertoleranz der unterschiedlichen Systeme in Bezug auf den Schallschutz in der Regel nur sehr gering ist. Bereits kleine Montagefehler können zu deutlich gesteigerten Schallemissionen führen. Dies sollte seitens der Industrie adressiert werden.

AP08 Gebäude-/Wohnungstypologie
Das Ziel anhand von Gebäude- und Wohnungstypologien Musterlösungen zu entwickeln hat sich als nicht realisierbar herausgestellt, da festgestellt wurde, dass die Frage, welche Lüftungsanlagenkonzepte umsetzbar bzw. Vor- und Nachteile aufweisen, nicht von Aspekten der Typologie, sondern vielmehr von gebäude- und wohnungsindividuellen Merkmalen abhängt.

AP09 Hygiene
Die Regelung welche hygienischen Mindestanforderungen zu erfüllen sind ist unter den beteiligten Akteuren stark umstritten. Diese uneindeutige Situation stellt in sich ein großes Hemmnis dar, da zu befürchten ist, dass sich Vermieter im Zweifelsfall zur Risikominimierung gegen eine Umsetzung einer Lüftungsanlage entscheiden werden. Die Anforderungen der Hygiene führen bei strenger Bewertung zu sehr kurzen Sichtprüfungs- und Wartungsintervallen von 3-6 Monaten. Dies stellt ebenso ein erhebliches Hemmnis dar, da auch wenn es gemeinhin als vertretbar aufgefasst wird, diese Arbeiten dem Mieter zu übertragen, dies seitens der Wohnungswirtschaft als nicht praxistauglich bewertet wird. Die Organisation von Wartungsarbeiten mit dem dadurch erforderlichen Wohnungszutritt würde jedoch einen immensen organisatorischen und finanziellen Aufwand bedeuten, den viele Vermieter scheuen werden.

AP10 Lüftungsanlagenkonzepte
Technisch möglich sind folgende Lüftungstypologien: gebäudezentral, wohnungsweise zentral und raumweise. Alle drei Konzepte sind aus technischer Sicht durchaus leistungsfähig.
Im Rahmen dieses Arbeitspakets konnte allerdings aufgezeigt werden, dass wohnungsweise zentrale Lüftungsanlagen und vor allem raumweise Lüftungsgeräte in der Bestandssanierung im bewohnten Zustand große strukturelle Vorteile aufweisen.
Welche Konzepte im Einzelnen sinnvoll erscheinen ist allerdings in der Regel von sehr individuellen Faktoren der jeweiligen Wohnung, des Gebäudes und der Nutzer abhängig, sodass keine allgemeingültigen Ideallösungen für bestimmte Gebäudetypen abgeleitet werden konnten.
Für die unterschiedlichen Lüftungstypologien konnten daher lediglich Grundkonzept aufgezeigt werden, deren jeweilige Umsetzbarkeit jedoch im Einzelfall geprüft werden muss.

AP11 Wartung/Revision
Teilweise sehr kurze Wartungsintervalle von 1-4 mal jährlich stellen ein erhebliches Hemmnis bei der Verbreitung von dezentralen Lüftungsanlagen im Mietwohnungsbestand dar, da ein Filterwechsel theoretisch zwar dem Mieter auferlegt werden kann, dies seitens der Wohnungswirtschaft vielfach jedoch als nicht handhabbar bewertet wird. Die Durchführung von Filterwechseln durch Fachpersonal stellt in der genannten Häufigkeit jedoch sowohl ein organisatorisches, wie auch ökonomisches Problem dar, da die hierfür anfallenden Unterhaltskosten die Einsparungen durch geringeren Energieverbrauch deutlich übersteigen.

AP12 Gebäudeintegration
Der Aspekt der Gebäudeintegration trägt neben dem Brandschutz mit dazu bei, dass gebäudezentrale Anlagen (mit Einschränkung von reinen Abluftanlagen s.o.) in der Bestandssanierung keine nennenswerte Anwendung erfahren.

Auch dezentrale, wohnungsweise Konzepte weisen im Punkt der Gebäudeintegration die größten Hemmnisse auf, als dass die Beeinträchtigung des Nutzers während der Bauphase und der Platzbedarf der Anlagen sich teilweise unvertretbar stark auswirkt. Aus Sicht der Gebäudeintegration stellen dezentral-raumweise Anlagen das größte Realisierungspotential auf, auch wenn hier weiterhin ein großes Optimierungspotential aufgezeigt wurde.

AP13 Energetische Standards
Es konnte aufgezeigt werden, dass über die Installation einer Lüftungsanlage mit WRG Effizienzsteigerungen von zusätzlich 10 % möglich sind und somit diese im Einzelfall auch dazu beitragen kann, dass Gebäude beispielsweise im Rahmen von kfW-Förderprogrammen zu einer besseren Einstufung gelangen. Für die gerechneten Pilotprojekte hat sich allerdings in keinem Fall eine verbesserte Einstufung ergeben.
Unabhängig davon erscheint es angesichts der hohen Installations- und Betriebskosten ohnehin fragwürdig, dass eine bessere Einstufung dazu beitragen würde, dass sich Wohnungswirtschaftsunternehmen aus diesem Grund zu einer Installation entscheiden würden.

AP14 Energieeffizienz
Es wurde aufgezeigt, dass Lüftungsanlagen mit WRG für den Gebäudebestand der Bundesrepublik Deutschland ein großes Potential aufweisen und dass mithilfe des Einsatzes von Lüftungsanlagen in Bestandssanierungen ein deutlicher Beitrag zur Erreichung der klimapolitischen Ziele geleistet werden kann.

Auf Seiten der Wohnungswirtschaft werden jedoch in erster Linie funktionale, wartungsarme Lösungen gefordert, die den gesetzlichen Mindestanforderungen genügen, sowie einen Bauten-/Feuchteschutz der Immobilien gewährleisten. Die Effizienz der Lüftungsanlagen stellt für die Wohnungswirtschaft kein entscheidungsrelevantes Kriterium dar. Solange die im Forschungsprojekt erkannten und benannten Hemmnisse in den Gebieten der Wartung, Gebäudeintegration, Wirtschaftlichkeit und damit einhergehende Mieterakzeptanz nicht abgebaut werden, wird die Wohnungswirtschaft ungeachtet der Energieeinsparmöglichkeiten weiterhin auf den Einbau von Wohnungslüftungsanlagen verzichten.

AP15 Wirtschaftlichkeit
Aus einem Vergleich möglicher Methoden zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen und einem Experteninterview der Wohnungswirtschaft resultiert, dass in der Praxis der interne Zinsfuß als Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit weit verbreitet ist. Da die Methode in der Praxis der Wohnungswirtschaft häufig auch für andere Investitionen im Vergleich eingesetzt wird, gibt es keinen Bedarf das Verfahren zu vereinfachen.
Alle untersuchten Lüftungstypologien sind weder aus Sicht des Vermieters, noch aus der des Mieter wirtschaftlich.
Die niedrigsten Investitionskosten einschließlich der Folgegewerke ergeben sich beim Einbau von raumweisen Lüftungsanlagen, während die wohnungsweisen Lüftungsanlagen die höchsten Investitionskosten aufweisen.
Aus Sicht des Mieters reichen die durch die Wärmerückgewinnung der Anlagen erzielten Einsparungen der Beheizung aus, um die Betriebskosten für Stromverbrauch und Wartung zu decken. Die investitionsbedingten Mehrkosten können durch die Einsparungen jedoch nicht ausgeglichen werden. Aus Sicht des Vermieters ist die Umlage der Investitionskosten auf den Mieter zu niedrig, um die in der Wohnungswirtschaft übliche Zielgröße des internen Zinsfußes von 6 % zu erreichen. Ein wichtiger Grund ist, dass die gesetzlich mögliche Umlage von 11 % der Investitionskosten auf die Kaltmiete aufgrund starker Unterschiede der Mietspiegel nicht in jeder Stadt angesetzt werden kann. Entsprechend wird in dieser Untersuchung eine Umlage in Höhe von 8 % der Investitionskosten angenommen. Auch die in der Wohnungswirtschaft diskutierte Zielgröße der Investitionskosten inklusive des Einbaus von 1.000 EUR/Raum kann auf Grundlage der hier zugrunde gelegten Planwerte kaum erreicht werden. Nur die raumweisen Lüftungsanlagen haben Investitionskosten, die annähernd in diesem Bereich liegen.

AP16 Pilotprojekte
Ursprünglich geplant war es, 25 Wohnungen in 6 Gebäuden an 3 Standorten mit unteschiedlichen Lüftungsanlagentypologien auszustatten. Im Rahmen des Projekts kam es bei Projekten GEAG in Remscheid zu erheblichen Problemen in der Umsetzung. Der Einbau wurde in der Folge in 10 Wohnungen gestoppt. Es konnte noch erreicht, dass Anlagen teilweise in Ersatzprojekten des Bauvereins Wesel eingebaut werden konnten. In der Summe wurden letztendlich in 18 Wohnungen Lüftungsanlagen eingebaut.
Für die Gründe der Umsetzungsprobleme sei vor allem auf die AP03 und AP12 verwiesen.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Ergebnisse des Forschungsprojekts wurden der Vivawest im Rahmen einer Abschlussveranstaltung

ausführlich präsentiert. Teilnehmer waren sowohl Entscheider, als auch Mitarbeiter aus den verschiedenen Fachabteilungen.
Für zukünftige Präsentationen wurde eine umfangreiche Powerpoint Präsentation mit Folien zu den Einzelergebnissen und einer Zusammenfassung erstellt.
Des Weiteren wurde in Kooperation mit einer Grafikerin eine Vielzahl von Illustrationen erstellt, die die Inhalte des Forschungsprojekts pointiert und zugänglich vermitteln. Die Illustrationen sind sowohl in den Abschlussbericht, als auch die Präsentation eingeflossen.

Fazit

Einerseits wurde nachgewiesen, dass auch bei in der Wohnungswirtschaft üblicherweise auf KfW 100 - sprich Neubaustandard - sanierten Wohngebäuden durch den Einsatz von Lüftungsanlagen mit WRG der verbleibende Energiebedarf nochmals um ca. 30 % - entspricht ca. 25 kWh/m² und Jahr - gesenkt werden kann.
Somit kann der Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung einen deutlichen Beitrag zur Erreichung der klimapolitischen Ziele darstellen.
Mit den vorhandenen Technologien ist ein flächendeckender Einsatz von Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung bei der energetischen Sanierung des Wohnungsbestandes allerdings aufgrund der vielfältigen aufgezeigten Hemmnisse nur schwer vorstellbar. Vor dem Hintergrund der Klimaziele sollten die Anstrengungen zur Entwicklung neuer Gerätetechnologien unterstützt werden.

Aus Sicht des Forscherteams besteht bei entsprechender Entwicklung insbesondere von vereinfachten, raumweisen Lüftungsgeräte mit einfachem Filterwechsel und kompletter Einbaumöglichkeit von außen ein hohes Marktpotenzial.
Letztlich muss aufgezeigt werden, dass solche Geräte aus Sicht der Forschungsteilnehmer dann auch ein entsprechendes hohes Verbreitungspotenzial für den Neubau aufweisen, da auch hier die Integration anderer Lüftungstechnologien, seien es wohnungszentrale oder gebäudezentrale Lösungen, zu hohen baulichen Aufwendungen führen.
Beim Vergleich der für solche vorkonfigurierten Lüftungsgeräte notwendigen technischen Bauteile, unter Berücksichtigung entsprechender Skalierungseffekte, ist aus Sicht der Forschungsnehmer eine Preiskalkulation von ca. EUR 500,- pro Gerät möglich, womit bei drei bis vier notwendigen Geräten pro Wohnung und damit einer Gesamtinvestition von ca. EUR 1.500,- bis 2.000,- hier ein hohes Anreizpotenzial für die Wohnungswirtschaft zum Einbau solcher Geräte bestünde.
Ohne eine solche drastische Vereinfachung der Einbausituation und entsprechender deutlicher Senkung der Kosten ist eine größere Verbreitung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei der energetischen Sanierung von Wohngebäuden aus Sicht der Forschungsteilnehmer hingegen nicht zu erwarten.

INHALTSVERZEICHNIS

PROJEKTKENNBLATT

1. Projektkennblatt der deutschen Bundesstiftung Umwelt 2

ZUSAMMENFASSUNG

1. Zusammenfassung 25
   - 1.1 Grundlage 25
   - 1.2 Ergebnisse 25
   - 1.3 Empfehlungen 26

EINLEITUNG

1. Einleitung 27

AP01 RECHT

1. Aufgabenstellung 29
   - 1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL 29
     - 1.1.1 Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen 29
     - 1.1.2 Abrechnungsrisiken bei zentralen Lüftungsanlagen mit WRG 29
     - 1.1.3 Mietrechtliche Hemmnisse für die energetische Sanierung 29
     - 1.1.4 Wärmelieferungs-Contracting 29
   - 1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt 30
   - 1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen 30
2. Expertise – Fachbeitrag der Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg 31
3. Konsequenzen rechtlicher Aspekte 31
   - 3.1 Rechtliche Grundlagen für den Einbau einer kontrollierten Wohnungslüftung 31
   - 3.2 Erkenntnisse für das Mietverhältnis 32
     - 3.2.1 Einbau auf Verlangen des Mieters/Haftungsrisiken des Vermieters 32
     - 3.2.2 Einbau zur Instandsetzung im Schadensfall 32
     - 3.2.3 Einbau als Schadensprophylaxe oder in Zusammenhang mit einer energetischen Sanierung der Gebäudehülle 32
     - 3.2.4 Einbau in leerstehender Wohnung vor Mietvertragsunterzeichnung 33
     - 3.2.5 Umlagefähigkeit der Kosten 33
   - 3.3 Abrechnungsrisiken bei Wohnungslüftungsanlagen mit WRG 33
4. Rückkopplung zu den Akteuren 34
   - 4.1 Wohnungswirtschaft/Vermieter 34
   - 4.2 Hersteller 36
   - 4.3 Installateure 36
5. Praxiserfahrungen 37
   - 5.1 Formelle Ankündigung der geplanten Maßnahmen 37
   - 5.2 Erstellung eines Lüftungskonzeptes 38
6. Zusammenfassung und Empfehlungen bzw. offene Fragen 38
   - 6.1 Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse 38

6.2 Empfehlungen durch das IBWL-Team ... 39

AP02 BAUHERREN- UND INVESTORENAKZEPTANZ

1. Aufgabenstellung ... 42
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 42
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 43
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 43
2. Expertise des KATALYSE Instituts e. V., Köln ... 43
3. Integration in die Aufgabenstellung (zum Ziel der Umsetzbarkeit) ... 44
3.1 Ergebnisse der Auswertung der Befragung der Wohnungswirtschaft ... 44
3.2 Qualitative Bewertung ... 44
3.2.1 Quantitative Bewertung ... 46
4. Rückkopplung zu Akteuren ... 48
4.1 Wohnungswirtschaft ... 48
4.2 Lüftungsindustrie ... 48
4.3 Planer und ausführende Firmen ... 49
5. Praxiserfahrung ... 49
6. Zusammenfassung: gelöste Fragen/offene Fragen ... 50

AP03 NUTZERAKZEPTANZ

1. Aufgabenstellung ... 52
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 52
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 52
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 53
2. Expertise des KATALYSE Instituts e. V., Köln ... 53
3. Integration in die Aufgabenstellung (zum Ziel der Umsetzbarkeit) ... 53
3.1 Erfahrungen mit KWL ... 54
3.2 Erwartungen des Nutzers an die KWL ... 54
3.3 Erwartungen des Nutzers an die Planung der Baumaßnahmen ... 56
3.4 Erfüllungsgrad der Erwartungen des Nutzers an die KWL ... 56
3.4.1 Phase 2 - kurz nach dem Einbau der KWL ... 57
3.4.2 Phase 3 - nach mehrmonatiger Nutzung der KWL ... 57
3.4.3 Zwischenfazit Erwartung – Erfahrung ... 58
3.5 Beeinträchtigungen durch den Einbau der KWL ... 58
3.6 Information des Mieters über geplante Baumaßnahmen ... 59
3.7 Einweisung in die Bedienung der KWL ... 59
3.8 Erfahrungen im Betrieb der KWL ... 60
4. Rückkopplung zu Akteuren ... 60
4.1 Wohnungswirtschaft ... 60
4.2 Herstellerindustrie ... 61
5. Praxiserfahrung ... 62
6. Zusammenfassung: gelöste Fragen/offene Frage ... 63

AP 04 NUTZERVERHALTEN

1. Aufgabenstellung ... 64
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 64
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 64
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 64
2. Expertise des KATALYSE Instituts e.V., Köln ... 65
3. Integration in die Aufgabenstellung (zum Ziel der Umsetzbarkeit) ... 65
3.1 Lüftungsverhalten vor und nach dem Einbau der KWL ... 65
3.2 Nutzerinformation ... 67
3.3 Anlagenbetrieb ... 68
4. Rückkopplung zu Akteuren ... 69
4.1 Wohnungswirtschaft ... 69
4.2 Industrie ... 69
5. Praxiserfahrung ... 69
6. Zusammenfassung: gelöste Fragen/offene Fragen ... 70

AP05 THERMISCHE BEHAGLICHKEIT

1. Aufgabenstellung ... 71
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 71
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 71
1.3 Definition von Arbeitsschritten ... 71
1.4 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 72
2. Fachexpertise (eigener Beitrag) ... 73
3. Relevanz der thermischen Behaglichkeit bei Sanierungen von Mietwohnungen ... 73
4. Erfahrungen aus der Praxis ... 73
4.1 Berücksichtigung bei Planung und Auslegung durch Hersteller ... 74
4.2 Berücksichtigung bei Einbau und Installation durch ausführende Unternehmen ... 74
4.3 Einweisung des Mieters ... 74
4.4 Probleme mit der thermischen Behaglichkeit innerhalb der Pilotprojekte ... 74
5. Rückkopplung zu Akteuren ... 75
5.1 Wohnungswirtschaft ... 75
5.2 Lüftungsindustrie ... 76
5.3 Mieter ... 76
6. Zusammenfassung und Empfehlungen ... 77

AP06 BRANDSCHUTZ

1. Aufgabenstellung ... 78
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 78
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 78
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 78
2. Expertise der Corall Ingenieure GmbH, Meerbusch ... 79
3. Konsequenzen aus den Erkenntnissen für den Einbau kontrollierter Lüftungsanlagen in Bestandswohnungen ... 79
4. Rückkopplung auf die am Projekt Beteiligten ... 80
4.1 Wohnungswirtschaft ... 80
4.2 Industrie ... 81

5. Praxiserfahrung ... 81
5.1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen ... 81
5.2 Emil-Nohl-Str. 15, Remscheid, 2. OG rechts ... 83
6. Zusammenfassung und Empfehlungen ... 84
6.1 Zusammenfassung ... 84
6.2 Empfehlungen ... 84

AP07 SCHALLSCHUTZ

1. Aufgabenstellung ... 86
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 86
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 86
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 86
2. Expertise – Fachbeitrag ifas – Ingenieurbüro für akustische Schallanalyse, Aachen ... 86
3. Schalltechnische Anforderungen und Besonderheiten ... 87
3.1 Raumweise dezentrale Anlagen ... 87
3.2 Wohnungsweise dezentrale Anlagen ... 88
3.3 Gebäudezentrale Lüftungsanlagen mit WRG ... 89
3.4 Gebäudezentrale Abluftanlagen mit Außenwanddurchlässen ... 89
4. Rückkopplung auf die Beteiligten ... 90
4.1 Wohnungswirtschaft ... 90
4.2 Mieter ... 90
4.3 Hersteller ... 90
4.4 Ausführende Unternehmen ... 91
5. Überprüfung der definierten Problemstellungen in Bezug auf die realisierten Pilotprojekte ... 91
5.1 Planerische Überprüfung der schalltechnischen Aspekte ... 92
5.1.1 Lüftung raumweise dezentral ... 92
5.1.2 Lüftung raumweise / im Raumverbund, Abluft in WC und Küche ... 93
5.1.3 Lüftung gebäudeweise - zentrale Abluft und Außenwanddurchlässe ... 96
5.2 Messtechnische Überprüfung der Schallimmissionen ... 97
5.2.1 Raumweise dezentrales Lüftungsgerät LA-R 1 ... 98
5.2.2 Wohnungsweise dezentrale Lüftungsanlagen ... 99
5.2.3 Gebäudezentrale Abluftanlage mit Außenwanddurchlässen LA-GB 1 ... 101
5.3 Messergebnisse und berechnete Werte auf Grundlage von Herstellerdaten im Vergleich : ... 101
5.4 Schalltechnische Probleme ... 102
5.5 Erkenntnisse ... 103
5.5.1 4.5.1. Herstellerwerte ... 103
5.5.2 Schallschutz im Aufstellraum ... 104
5.5.3 Schallschutz zwischen Räumen ... 104
5.5.4 Schallschutz gegen Außenlärm - Prüfstandwerte ... 104
6. Zusammenfassung und Empfehlungen ... 105
6.1 Zusammenfassung ... 105
6.2 Empfehlungen ... 106

AP08 GEBÄUDE- UND WOHNUNGSTYPOLOGIE

1. Aufgabenstellung ... 107

1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 107
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 107
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 108
2. Expertise ... 108
3. Relevanz der Gebäude- und Wohnungstypologie auf die Umsetzbarkeit kontrollierter Wohnraumlüftung ... 108
3.1 Gebäudetypologien ... 108
3.1.1 Gebäudezentrales KWL-System ... 108
3.1.2 Wohnungszentrales KWL-System ... 109
3.1.3 Dezentral-raumweises KWL-System ... 109
3.2 Wohnungstypologien ... 110
3.2.1 Gebäudezentrales KWL-System ... 110
3.2.2 Wohnungszentrales KWL-System ... 110
3.2.3 Dezentral-raumweises KWL-System ... 110
3.3 Integration der Erkenntnisse in die Aufgabenstellung ... 110
4. Rückkopplung zu Akteuren ... 111
4.1 Wohnungswirtschaft ... 111
4.2 Lüftungsindustrie ... 111
5. Praxiserfahrung ... 112
6. Zusammenfassung ... 112

AP 09 HYGIENE

1. Aufgabenstellung ... 114
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 114
1.1.1 Feuchteschutz und Schimmelbildung ... 114
1.1.2 Raumluftqualität ... 114
1.1.3 Hygiene von Lüftungsanlagen ... 115
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 115
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 115
2. Expertise des Hygiene-Instituts des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen ... 116
3. Integration in die Aufgabenstellung (zum Ziel der Umsetzbarkeit) ... 117
3.1 Rechtliche Rahmenbedingungen der KWL ... 117
3.2 Feuchteschutz und Schimmelbildung ... 117
3.2.1 Mindestluftwechsel ... 117
3.2.2 Parameter zur Beurteilung der Raumluftqualität ... 119
3.3 Hygienische Aspekte bei der Ausführungsplanung raumlufttechnischer Anlagen und Geräte ... 119
3.4 Hygienische Aspekte beim Einbau raumlufttechnischer Anlagen und Geräte ... 120
3.5 Hygienische Beurteilung konkreter KWL-Bauteile ... 121
3.5.1 Luftkanäle ... 121
3.5.2 Wärme- und Feuchterückgewinnung ... 121
3.5.3 Luftfilter ... 121
3.5.4 Kondensatablauf ... 122
3.5.5 Hygienische Beurteilung verschiedener Lüftungsanlagen-Typen ... 123
3.5.6 Hygienische Aspekte der Wartung und Instandhaltung ... 124
3.5.7 Einbeziehung des Mieters in Wartungsarbeiten ... 125
3.5.8 Potenzieller Beitrag der KWL zum Bautenschutz ... 125

4. Rückkopplung zu Akteuren ... 126
4.1 Wohnungswirtschaft ... 126
4.2 Hersteller ... 126
4.3 Planer ... 127
5. Praxiserfahrung ... 127
5.1 Luftwechsel und Raumluftqualität ... 127
5.2 Materialauswahl ... 128
5.3 Wärme- und Feuchterückgewinnung ... 128
5.4 Luftfilter ... 129
5.5 Baustellenhygiene und Einbau ... 130
5.6 Wartung und Instandhaltung ... 131
6. Zusammenfassung: gelöste Fragen/offene Fragen ... 132
6.1 Offene Fragen ... 132
6.2 Gelöste Fragen ... 132
6.2.1 Erforderlicher Mindestluftwechsel und Raumluftqualität ... 132
6.2.2 Leistungsfähigkeit der Fensterlüftung ... 133
6.2.3 Fehlerquellen bei der KWL-Planung und -Ausführung ... 133
6.2.4 Hygienisches Design der KWL ... 133
6.2.5 Wartungsintervalle ... 134
6.2.6 Mieterinvolvierung bei Wartungsarbeiten ... 134
6.2.7 Beitrag der KWL zum Bautenschutz ... 134

AP10 LÜFTUNGSANLAGENKONZEPTE

1. Aufgabenstellung ... 135
2. Expertise: Lüftungsanlagensysteme im Überblick ... 135
3. Integration von Lüftungsanlagen bei der Bestandssanierung ... 135
3.1 Planungsprozesse und Umsetzungen der Pilotprojekte ... 136
3.1.1 Pilotobjekte der Wohnungsbaugesellschaft Vivawest in Leverkusen ... 136
3.1.1.1 Objektbeschreibung ... 136
3.1.1.2 Planungsprozess in der Heinrich-Heine-Str. 5 ... 136
3.1.1.3 Umsetzung in der Heinrich-Heine-Str. 5 ... 137
3.1.1.4 Planungsprozess in der Heinrich-Heine-Str. 4 ... 138
3.1.1.5 Umsetzung in der Heinrich-Heine-Str. 4 ... 140
3.1.2 Pilotobjekte der Wohnungsbaugesellschaft Vivawest in Marl ... 143
3.1.2.1 Objektbeschreibung ... 143
3.1.2.2 Planungsprozess ... 143
3.1.2.3 Umsetzung ... 145
3.1.3 Pilotobjekte der Wohnungsbaugesellschaft Gewag ... 145
3.1.3.1 Objektbeschreibung ... 145
3.1.3.2 Planungsprozess in der Emil-Nohl-Str. 13 ... 146
3.1.3.3 Umsetzung in der Emil-Nohl-Str. 13 ... 150
3.1.3.4 Planungsprozess in der Emil-Nohl-Str. 15 ... 153
3.1.3.5 Umsetzung in der Emil-Nohl-Str. 15 ... 154
3.1.4 Pilotobjekte der Wohnungsbaugesellschaft Bauverein Wesel AG ... 154
3.1.4.1 Objektbeschreibung ... 154

3.1.4.2 Planungsprozess gesamt ... 154
3.1.4.3 Planungsprozess in der Sandstr. 14 und Baustr. 37 ... 156
3.1.4.4 Umsetzung in der Sandstr. 14 und Baustr. 37 ... 157
3.1.4.5 Planungsprozess in der Friedrich-Geselschap-Str. 4 ... 157
3.1.4.6 Umsetzung in der Friedrich-Geselschap-Str. 4 ... 159
3.2 Systemvergleich ... 159
3.2.1 Vergleich der installierten Anlagensysteme ... 159
3.2.2 Vergleich der Pilotobjekte und Umsetzungen ... 160
4. Rückkopplung zu den Akteuren ... 160
5. Praxiserfahrungen ... 161
6. Zusammenfassung und Fazit ... 163

AP11 WARTUNG UND REVISION

1. Aufgabenstellung ... 164
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 164
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 164
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 164
2. Expertise ... 164
3. Anwendung im Rahmen des Forschungsprojektes ... 165
4. Rückkopplung zu den Akteuren ... 165
4.1 Wohnungswirtschaft ... 165
4.2 Industrie ... 166
4.3 Recht ... 166
5. Praxiserfahrungen ... 167
5.1 Wartung als einer der größten Hemmnisfaktoren für Lüftungstechnik in der Wohnungswirtschaft ... 167
6. Zusammenfassung ... 167

AP12 GEBÄUDEINTEGRATION

1. Aufgabenstellung ... 169
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 169
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 169
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 170
2. Fachexpertise ... 170
3. Anwendung im Rahmen des Forschungsprojektes ... 170
4. Rückkopplung Projektbeteiligte ... 171
4.1 Wohnungswirtschaft ... 171
4.2 Industrie ... 172
4.3 Mieter ... 173
5. Praxiserfahrung ... 173
5.1 Pilotprojekte: Dezentrale raumweise Lüftungsgeräte ... 173
5.1.1 Josefstraße, Marl ... 174
5.1.2 Emil-Nohl-Str. 15, Remscheid ... 174
5.2 Pilotprojekte: Dezentrale wohnungsweise Lüftungsanlagen ... 176
5.2.1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen ... 177
5.2.2 Emil-Nohl-Str. 13 - 15, Remscheid ... 182

5.2.3 Planungsphase und Vorbereitungsphase ... 183
5.2.3.1 Emil-Nohl-Str. 13, 2. OG links + 1. OG links ... 183
5.2.3.2 Emil-Nohl-Str. 13, EG links ... 184
5.2.3.3 Emil-Nohl-Str. 15, 2. OG rechts ... 185
5.2.3.4 Emil-Nohl-Str. 15, 1. OG rechts + EG rechts ... 185
5.2.3.5 Emil-Nohl-Str. 15, 2. OG links ... 186
5.2.3.6 Emil-Nohl-Str. 15, 1. OG links + EG links ... 187
5.2.4 Sandstr. 14, Wesel ... 190
5.3 Pilotprojekt: Zentrale Abluftanlage mit ALDs ... 192
5.3.1 Heinrich-Heine-Str. 5, Leverkusen ... 192
6. Zusammenfassung und Empfehlungen ... 194
6.1 Zusammenfassung ... 194
6.2 Empfehlungen ... 195

AP13 ENERGETISCHE STANDARDS

1. Aufgabenstellung ... 197
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 197
1.1.1 Planungsaufwand, Montagefreundlichkeit und Fehlertoleranz ... 197
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 197
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 198
2. Expertise – Fachbeitrag IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH, Köln ... 198
3. Bezug zum Forschungsprojekt ... 198
3.1 EnEV 2014 / EnEV 2016 ... 199
3.2 Förderfähige Maßnahmen der KfW ... 200
4. Rückkopplung Projektbeteiligte ... 201
4.1 Wohnungswirtschaft ... 201
4.2 Lüftungsindustrie ... 202
4.3 Mieter ... 202
5. Praxiserfahrung ... 203
5.1 Ergebnisse und Auswertung zur Heinrich-Heine-Str., Leverkusen ... 203
5.1.1 Energiebedarf gem. Bilanzierung nach DIN V 18599 ... 204
5.1.2 Energiebedarf gem. Simulation ... 206
5.1.3 KfW-Förderung „Lüftungspaket“ ... 207
5.1.4 Auswertung ... 208
5.2 Ergebnisse und Auswertung zur Emil-Nohl-Str., Remscheid ... 209
5.2.1 Energiebedarf gem. Bilanzierung nach DIN V 18599 ... 210
5.2.2 Energiebedarf gem. Simulation ... 211
5.2.3 KfW-Förderung „Lüftungspaket“ ... 212
5.2.4 Auswertung ... 213
6. Zusammenfassung und Empfehlungen bzw. offene Fragen ... 214
6.1 Zusammenfassung ... 214
6.2 Empfehlungen ... 215

AP14 ENERGIEEFFIZIENZ

1. Aufgabenstellung ... 216

1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 216
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 216
2. Expertise – Fachbeitrag IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH, Köln ... 216
3. Integration der Erkenntnisse aus der Expertise in die Aufgabenstellung ... 216
4. Rückkopplung zu den Akteuren ... 219
4.1 Wohnungswirtschaft ... 219
4.2 Industrie ... 220
5. Praxiserfahrung ... 220
6. Zusammenfassung und Empfehlungen bzw. offene Fragen ... 221

AP15 WIRTSCHAFTLICHKEIT

1. Zusammenfassung der Aufgabenstellung ... 223
2. Expertise ... 223
3. Integration in die Aufgabenstellung ... 223
3.1 Datengrundlagen der Berechnungen ... 223
3.2 Berechnungen und Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung ... 225
3.2.1 Kostenvergleich ... 225
3.2.2 Interne Zinsfußmethode ... 228
3.2.3 Ergebnisvergleich ... 229
3.3 Erweiterung der Bewertung ... 229
3.3.1 Kostendegression ... 230
3.3.2 Steigerung des Immobilienwertes und Leerstandsminderung ... 230
3.3.3 Vermeidung von Bauschadenskosten ... 230
3.3.4 Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen ... 231
3.3.5 Wohnkomfort ... 232
4. Rückkopplung zu Akteuren ... 233
5. Praxiserfahrung ... 235
6. Zusammenfassung ... 235

AP16 PILOTPROJEKTE

1. Aufgabenstellung ... 237
1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL ... 237
1.2 Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt ... 237
1.3 Reflexion des Prozesses und Sicht auf neue Fragen ... 237
2. Vorstellung der Pilotobjekte ... 237
3. Baudokumentation ... 238
3.1 Vivawest Wohnen GmbH ... 238
3.1.1 Wohnungszentrales Lüftungssystem-Leverkusen ... 238
3.1.2 Gebäudezentrales Lüftungssystem-Leverkusen ... 242
3.1.3 Raumweises Lüftungssystem-Marl ... 245
3.2 GEWAG Wohnungsaktiengesellschaft Remscheid ... 246
3.3 Bauverein Wesel AG ... 253
3.3.1 Baustr. 37 ... 253
3.3.2 Sandstr. 14 ... 253
3.3.3 Friedrich-Geselschap-Str.4 ... 255

4. Rückkopplung zu Akteuren ... 255
4.1 Wohnungswirtschaft ... 255
4.2 Lüftungsindustrie ... 256
5. Praxiserfahrung ... 256
6. Zusammenfassung ... 257

FAZIT

1. Fazit ... 258

QUELLENVERZEICHNIS

EXPERTISEN & ANHÄNGE

1. Anhang: Expertise – Fachbeitrag der Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg ... 270
2. Anhang: Expertise des KATALYSE Instituts e. V., Köln ... 305
3. Anhang: Mieterinfo 01 ... 391
4. Anhang: Mieterinfo 02 ... 395
5. Anhang: expertise zum AP05 – Thermische Behaglichkeit ... 401
6. Anhang: Expertise zum AP06 – Brandschutz ... 423
7. Anhang: Expertise zum AP07 – Schallschutz ... 449
8. Anhang: Expertise zum AP08 – Gebäude- und Wohnungstypologie ... 512
9. Anhang: Expertise zum AP09 des Hygiene-Instituts des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen ... 522
10. Anhang: Expertise zum AP10 – Lüftungsanlagenkonzepte ... 562
11. Anhang: Expertise zum AP11 – Wartung und Revision ... 570
12. Anhang: Expertise zum AP12 – Gebäudeintegration ... 575
13. Anhang: Expertise zum AP13 – Energetische Standards ... 586
14. Anhang: Expertise zum AP14 – Energieeffizienz ... 626
15. Anhang: Expertise zum AP15 – Wirtschaftlichkeit ... 697
16. Anhang: Expertise zum AP16 – Pilotprojekte ... 705

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Argumente, die gegen den Einsatz von Lüftungsanlagen sprechen, Umfrage bei 103 Wohnungsunternehmen [Vogler, 2006] ... 42

Abbildung 2: Hemmnisse für den Einsatz der kontrollierten Wohnraumlüftung aus Sicht der Wohnungswirtschaft ... 45

Abbildung 3: Erfahrungswerte aus dem Einsatz der KWL im Miet-Wohnungsbau ... 46

Abbildung 4: Befragung ... 54

Abbildung 5: Erwartungen des Nutzers an die KWL ... 54

Abbildung 6: Bewertung der Erwartungen des Nutzers an die KWL und deren Einbauphase ... 55

Abbildung 7: Erfüllungsgrad der Erwartungen an die KWL – kurz nach Einbau und nach mehrmonatiger Nutzungszeit ... 57

Abbildung 8: Häufigkeit der Fensterlüftung ... 66

Abbildung 9: Durchschnittliche Dauer der Fensterlüftung ... 66

Abbildung 10: Art der üblichen Fensterlüftung ... 67

Abbildung 11: Systematische Darstellung von Behaglichkeitsfaktoren, Quelle: Energie Atlas – Nachhaltige Architektur ... 72

Abbildung 12: Darstellung eines Grundrisses mit zentraler Abluftanlage und Außenluftdurchlässen ... 75

Abbildung 13: Detail Außenluftdurchlass ALD in Fensterleibung [Quelle: Produktdatenblatt AERECO KWHRVA 02 WDVS PLUS] ... 82

Abbildung 14: Grundriss zentrale Abluftanlage und ALD ... 82

Abbildung 15: Verlegeplanung des Herstellers ... 83

Abbildung 16: Abstrahlungsfaktoren n zur Umrechnung von Schallleistungspegeln in Schalldruckpegel: n = 1 bei Anordnung der Schallquelle frei im Raum; n = 2 bei Anordnung der Schallquelle i n/vor einer Bauteilfläche; n = 4 bei Anordnung der Schallquelle in/vor einer Raumkante; n = 8 bei Anordnung der Schallquelle in/vor einer Raumecke ... 87

Abbildung 17: Schallleistungspegel der realisierten, raumweise dezentralen Lüftungsanlagen in unterschiedlichen Betriebsstufen ... 92

Abbildung 18: Schallleistungspegel der realisierten, raumweise dezentralen Lüftungsanlagen in unterschiedlichen Betriebsstufen ... 94

Abbildung 19: Schallleistungspegel der realisierten, wohnungsweise dezentralen Lüftungsanlage in unterschiedlichen Betriebsstufen ... 96

Abbildung 20: Messwerte des realisierten, raumweisen dezentralen Lüftungsgerätes LA-R 1 in unterschiedlichen Betriebsstufen ... 98

Abbildung 21: Messwerte der realisierten, wohnungsweisen dezentralen Lüftungsanlage LA-W 2 in unterschiedlichen Betriebsstufen ... 99

Abbildung 22: Messwerte der realisierten, wohnungsweisen dezentralen Lüftungsanlage LA-W 3 in unterschiedlichen Betriebsstufen ... 99

Abbildung 23: Messwerte der realisierten, wohnungsweisen dezentralen Lüftungsanlage LA-W 1 in unterschiedlichen Betriebsstufen ... 100

Abbildung 24: Messwerte der realisierten, wohnungsweisen dezentralen Lüftungsanlage LA-W 8 in unterschiedlichen Betriebsstufen ... 100

Abbildung 25: Messwerte der realisierten, gebäudezentralen Abluftanlage mit Außenwanddurchlässen LA-GB 1 in unterschiedlichen Montagearten, gemessen im Abluftraum (Küche) ... 101

Abbildung 26: Aussagen zur Vergleichbarkeit der berechneten Pegelwerte der jeweiligen Geräte/Anlagen mit den Messwerten ... 102

Abbildung 27: Übersicht der relevanten Kriterien bei der Planung verschiedener KWL-Typen ... 113
Abbildung 28: Mindestluftwechsel unter alleiniger Berücksichtigung zwangsläufiger Lasten und gemäß DIN 1946-6 (Hartmann, 2015) ... 118
Abbildung 29: Z-Form-Filter mit Rahmen ... 122
Abbildung 30: Hygienerelevante Vor- und Nachteile der Bauart und Funktionsweise verschiedener KWL-Typen ... 123
Abbildung 31: Umfang, Vor- und Nachteile der Instandhaltung verschiedener KWL-Typen ... 125
Abbildung 32: Filterklassen gemäß DIN EN 779 ... 129
Abbildung 33: Lagerung der KWL-Komponenten auf der Baustelle ... 130
Abbildung 34: Geradliniger Luftkanalverlauf mit großen Biegeradien ... 131
Abbildung 35: Übersicht der Pilotobjekte ... 136
Abbildung 36: Exemplarischer Grundriss der Wohnungen in der Heinrich-Heine-Str. 5 (Quelle: Vivawest; Bearbeitet durch IBWL) ... 137
Abbildung 37: Funktionsweise der zentralen Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung in den Wohnungen der Heinrich-Heine-Str. 5 (Quelle: Vivawest; Bearbeitet durch IBWL) ... 138
Abbildung 38: Lüftungskonzept des Herstellers Maico für die Heinrich-Heine-Str. 4 (Quelle: Maico) ... 139
Abbildung 39: Detaildarstellung des Lüftungskonzepts des Herstellers Maico für die Heinrich-Heine-Str. 4 (Quelle: Maico, Bearbeitet durch IBWL) ... 140
Abbildung 40: Lüftungskonzept des Herstellers Zehnder für die Heinrich-Heine-Str. 4 (Quelle: Zehnder Group Deutschland GmbH) ... 141
Abbildung 41: Geändertes Lüftungskonzept des Herstellers Maico für die Heinrich-Heine-Str. 4 (Quelle: Maico GmbH) ... 141
Abbildung 42: Leitungsführungsbereiche von Elektroleitungen gemäß DIN 18015-3 (Quelle IBWL) ... 142
Abbildung 43: Grundriss des Wohnungstyps 1 des Pilotobjekts der Vivawest in Marl (Quelle Vivawest) ... 143
Abbildung 44: Grundriss des Wohnungstyps 2 des Pilotobjekts der Vivawest in Marl (Quelle Vivawest) ... 143
Abbildung 45: Lüftungskonzept des Pilotobjekts der Vivawest in Marl mit wandhängenden raumweisen Lüftungsgeräten (Quelle Vivawest; Bearbeitet durch IBWL) ... 144
Abbildung 46: Darstellung des raumweisen Lüftungsgerätes (Quelle: Siegenia, geändert (Aufputzvariante) durch IBWL) ... 144
Abbildung 47: Grundriss des linken Gebäudeteils des Pilotobjekts der Gewag in Remscheid (Quelle Gewag; Bearbeitet durch IBWL) ... 146
Abbildung 48: Grundriss des rechten Gebäudeteils des Pilotobjekts der Gewag in Remscheid (Quelle Gewag; Bearbeitet durch IBWL) ... 146
Abbildung 49: Lüftungskonzept der linken Wohnung der Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid (Quelle: Viessmann) ... 148
Abbildung 50: Lüftungskonzept der rechten Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid (Quelle: Viessmann) ... 149
Abbildung 51: Alternatives Lüftungskonzept der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid (Quelle Pluggit GmbH) ... 150
Abbildung 52: Umgesetztes Lüftungskonzept der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid (Quelle: Dimplex) ... 151
Abbildung 53: Detaildarstellungen des Lüftungskonzepts der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid Nr. 1 und 2 (Quelle: Dimplex) ... 151
Abbildung 54: Detaildarstellung des Lüftungskonzept der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid Nr. 3 (Quelle: Dimplex) ... 152
Abbildung 55: Detaildarstellung des Lüftungskonzept der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid Nr. 4 (Quelle: Dimplex) ... 152
Abbildung 56: Lüftungskonzept der Emil-Nohl-Str. 15 in Remscheid (Quelle: Aereco GmbH,

	Ergänzt durch IBWL)	153
Abbildung 57:	Grundriss der Baustr. 1.OG links (Quelle: Bauverein Wesel AG)	155
Abbildung 58:	Grundriss Baustr. EG rechts (Quelle: Bauverein Wesel AG)	155
Abbildung 59:	Grundriss der Sandstraße 14 (Quelle: Bauverein Wesel AG)	155
Abbildung 60:	Lüftungskonzept für die Sandstr.14 von Zehnder (Quelle: Zehnder Group Deutschland GmbH)	157
Abbildung 61:	Grundriss der Friedrich-Geselschap-Str. 4 (Quelle: Bauverein Wesel AG)	158
Abbildung 62:	Lüftungskonzept für die Friedrich-Geselschap-Str. 4 von Aereco (Quelle: Aereco, geändert durch IBWL)	159
Abbildung 63:	Übersicht installierter Anlagensysteme	160
Abbildung 64:	Nach Zielsetzungen gegliederte Anforderungen an die Umsetzungen	161
Abbildung 65:	Vor- und Nachteile von zentraler, wohnungsweiser und raumweiser Lüftung zur Erfüllung der Anforderungen	161
Abbildung 66:	exemplarische Benennung von Abmessungen dezentral-raumweiser Anlagen sowie erforderlicher Kernbohrungen	173
Abbildung 67:	Prinzipskizze zur Anordnung der Kernbohrungen	175
Abbildung 68:	Verlegeplan des Herstellers	176
Abbildung 69:	Exemplarische Benennung von Abmessungen dezentral-wohnungsweiser Anlagen sowie daraus resultierende Mittelwerte	177
Abbildung 70:	Verlegeplan des Herstellers	179
Abbildung 71:	Verlegeplan des Herstellers	180
Abbildung 72:	Verlegeplan des Herstellers	181
Abbildung 73:	Verlegeplan des Herstellers	182
Abbildung 74:	Verlegeplan des Herstellers für die Wohneinheit im 1. OG	183
Abbildung 75:	Verlegeplan des Herstellers für die Wohneinheit im 2. OG	184
Abbildung 76:	Verlegeplan des Herstellers	185
Abbildung 77:	Verlegeplan des Herstellers	186
Abbildung 78:	Verlegeplan des Herstellers nach Berücksichtigung der Abweichungen zwischen Plan- und Istzustand des Grundrisses	187
Abbildung 79:	Verlegeplan des Herstellers nach der Vorabstimmung	188
Abbildung 80:	Veränderter Verlegeplan des Herstellers als Grundlage zur Ausführung	188
Abbildung 81:	Verlegeplan des Herstellers	191
Abbildung 82:	Verlegeplan des Herstellers	192
Abbildung 83:	Verlegeplan des Herstellers	193
Abbildung 84:	Anforderungen an den U-Wert einzelner Bauteile bei Sanierung und Neubau gem. EnEV 2016	199
Abbildung 85:	Liste förderfähiger Maßnahmen des KfW-Lüftungspakets, Quelle: www.kfw.de	201
Abbildung 86:	spezifischer Endenergiebedarf nach DIN V 18599, Heinrich-Heine-Straße LEV	204
Abbildung 87:	spezifischer Primärenergiebedarf nach DIN V 18599, Heinrich-Heine-Straße LEV	205
Abbildung 88:	spezifischer Endenergiebedarf gem. Simulation, Heinrich-Heine-Straße LEV	206
Abbildung 89:	spezifischer Primärenergiebedarf gem. Simulation, Heinrich-Heine-Straße LEV	207
Abbildung 90:	U-Werte der Bauteile Heinrich-Heine-Str. vor und nach Sanierung der Gebäudehülle	208
Abbildung 91:	Förderfähigkeit der im Pilotprojekt eingebauten Lüftungsanlagen nach den Kriterien der KfW	208
Abbildung 92:	spezifischer Endenergiebedarf gem. DIN V 18599, Emil-Nohl-Straße LEV	210
Abbildung 93:	spezifischer Primärenergiebedarf gem. DIN V 18599, Emil-Nohl-Straße LEV	210

Abbildung 94: spezifischer Endenergiebedarf gem. Simulation, Emil-Nohl-Straße LEV ... 211
Abbildung 95: spezifischer Primärenergiebedarf gem. Simulation, Emil-Nohl-Straße LEV ... 212
Abbildung 96: U-Werte der Bauteile Heinrich-Heine-Str. vor und nach Sanierung der Gebäudehülle ... 213
Abbildung 97: Förderfähigkeit der im Pilotprojekt eingebauten Lüftungsanlagen nach den Kriterien der KfW ... 213
Abbildung 98: DIN V 18599 – Ergebniszusammenfassung ... 217
Abbildung 99: ErP – Ergebniszusammenfassung ... 218
Abbildung 100: Thermische Anlagensimulation – Ergebniszusammenfassung ... 218
Abbildung 101: DIN V 4108-6/4701-10 – Ergebniszusammenfassung ... 218
Abbildung 102: Kostenstruktur der Investitionen im Mittel der drei Anlagentypen ... 225
Abbildung 103: Investitionsumlage durch Kaltmietenerhöhung ... 226
Abbildung 104: Realwerte von Folgegewerken im Vergleich mit durchschnittlichen Planwerten ... 227
Abbildung 105: Gesamtkosten aus Mietersicht bei 8 % Umlage ... 228
Abbildung 106: CO_2-Emission der Energieerzeugung in Abhängigkeit des Energieträgers (Quelle: [Prima Klima, 2015]) ... 231
Abbildung 107: Vermeidungskosten unterschiedlicher Effizienzmaßnahmen im Vergleich (eigene Darstellung auf Grundlage von [McKinsey, 2007]) ... 232
Abbildung 108: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 1 ... 238
Abbildung 109: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 2 ... 238
Abbildung 110: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 3 ... 239
Abbildung 111: Wohnungszentrales Lüftungssystem-Leverkusen, HLSK 1 ... 239
Abbildung 112: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, HLSK 2 ... 239
Abbildung 113: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, ELT, TB, Maler 1 ... 240
Abbildung 114: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, ELT, TB, Maler 2 ... 240
Abbildung 115: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, ELT, TB, Maler 3 ... 240
Abbildung 116: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Bauzeit 1 ... 241
Abbildung 117: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Bauzeit 2 ... 241
Abbildung 118: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 1 ... 242
Abbildung 119: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 2 + 3 ... 242
Abbildung 120: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 4 ... 242
Abbildung 121: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, HLSK 1 ... 243
Abbildung 122: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, HLSK 2 + HLSK 3 ... 243
Abbildung 123: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, Bauzeit 1 ... 244
Abbildung 124: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, HLSK, ELT außerhalb der Wohnungen ... 244
Abbildung 125: Raumweises Lüftungssystem Marl, Rohbau, HLSK, ELT 1 ... 245
Abbildung 126: Gebäudezentrales Lüftungssystem Marl, HLSK 2 ... 245
Abbildung 127: Gebäudezentrales Lüftungssystem Marl, HLSK 3 ... 246
Abbildung 128: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 1 ... 246
Abbildung 129: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 2 ... 246
Abbildung 130: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 3 ... 247
Abbildung 131: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, HLSK 1 ... 247
Abbildung 132: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, HLSK 2, Luftverteiler unter der Decke ... 247
Abbildung 133: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, HLSK 2, Lüftungsgerät ... 248
Abbildung 134: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, ELT, TB, Maler 1 ... 248
Abbildung 135: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, ELT, TB, Maler 2, Trockenbaukasten und Zuluftventil-Anbindungsmuffe ... 248

Abbildung 136: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, ELT, TB, Maler 3, Zuluftventil 249
Abbildung 137: Wohnungszentrales Lüftungssystem- Remscheid, ELT, TB, Maler 4, Trockenbaukasten mit integrierten Lampen 249
Abbildung 138: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, Bauzeit 1 250
Abbildung 139: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 1, Kernbohrung mit ELT-Kabel 251
Abbildung 140: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 2, Kernbohrung mit Insstallationskonstruktion 251
Abbildung 141: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, HLSK 1, Lüftungsgerät mit Keramikwärmetauscher 252
Abbildung 142: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, HLSK 2, Installation Lüftungsgerät 252
Abbildung 143: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, HLSK 2, Lüftungsgerät mit Innenblende und Steuerkabel im Wandschlitz 252
Abbildung 144: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, HLSK 3, Lüftungsgerät mit Innenblende 253
Abbildung 145: Wohnungsweises Lüftungssystem Wesel, HLSK 1, Lüftungskanäle an der Küchendecke 254
Abbildung 146: Wohnungsweises Lüftungssystem Wesel, HLSK 2; Schalldämpfer und Kanalverteiler in der Abstellkammer 254
Abbildung 147: Wohnungsweises Lüftungssystem Wesel, HLSK 3, Lüftungsgerät wandhängend in der Abstellkammer installiert und gegen Staub geschützt 255
Abbildung 148: Gleichungen zur Berechnung des PMV, Quelle: DIN EN ISO 7730 403
Abbildung 149: Parameter der thermischen Behaglichkeit 405
Abbildung 150: Drei Kategorien des Umgebungsklimas, Quelle [DIN EN ISO 7730:2006-05] 406
Abbildung 151: Die zulässigen Bereiche um die optimale operative Temperatur als Funktion der Bekleidung und der Aktivität, Quelle [DIN EN ISO 7730:2006-05], mit X = Bekleidungsisolation in Bekleidungseinheiten (clo); X' = Bekleidungsisolation in Bekleidungseinheiten (m K/W); Y = Energieumsatz in metabolischen Einheiten (met); Y' = Energieumsatz in metabolischen Einheiten (W/m). 408
Abbildung 152: Höchstzulässige mittlere Luftgeschwindigkeit als Funktion der Lufttemperatur und des Turbulenzgrades vor Ort , Quelle [DIN EN ISO 7730:2006-05] 408
Abbildung 153: Werte lokaler Unbehaglichkeit, Quelle: eigene Darstellung von Werten aus [DIN EN ISO 7730:2006-05] 409
Abbildung 154: Behaglichkeitsbereich in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur und Luftgeschwindigkeit, Quelle: Handbuch der Gebäudetechnik – Band 2: Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen; Wolfram Pistohl, Birgit Scheuerer, 5. Auflage, Bundesanzeiger Verlag 2013 410
Abbildung 155: Anhaltswerte für Luftgeschwindigkeiten im Raum, eigene Darstellung der Werte aus DIN 13779 (2005) 411
Abbildung 156: maximale Temperaturdifferenzen zwischen der Raumluft und der Zulufttemperatur, eigene Darstellung der Werte aus dem Handbuch der Gebäudetechnik – Band 2: Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen; Wolfram Pistohl, Birgit Scheuerer, 5. Auflage, Bundesanzeiger Verlag 2013 „Handbuch der Gebäudetechnik – Band 2: Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen; Wolfram Pistohl, Birgit Scheuerer, 5. Auflage, Bundesanzeiger Verlag 2013 411
Abbildung 157: relative Feuchte der Raumluft im Schlafzimmer, Neubau mit regelmäßiger Fensterlüftung [Schulze Darup, 2002] 417
Abbildung 158: relative Feuchte der Raumluft im Schlafzimmer, Neubau ohne Lüftung [Schulze Darup, 2002] 418
Abbildung 159: relative Feuchte der Raumluft im Schlafzimmer, Neubau ohne Lüftung [Schulze Darup, 2002] 418
Abbildung 160: relative Feuchte der Raumluft im Niedrigenergiehaus, Neubau mit

Lüftung [Schulze Darup, 2002] 419
Abbildung 161: relative Feuchte der Außenluft, Raumluft im Wohnzimmer und Schlafzimmer, Passivhaus mit Lüftung [Schulze Darup, 2002] 419
Abbildung 162: exemplarische Darstellung der Simulationsergebnisse am Raummodell innerhalb der dena-Studie [dena Leitfaden: thermische Behaglichkeit im Niedrigenergiehaus] 420
Abbildung 163: Gebäudetypen gemäß TABULA-Studie [Loga et al., 2011] 512
Abbildung 164: 2-Spänner Typ 1 515
Abbildung 165: 2-Spänner Typ 2 516
Abbildung 166: 2-Spänner Typ 3 517
Abbildung 167: 2-Spänner Typ 4 517
Abbildung 168: 2-Spänner Typ 5 518
Abbildung 169: 2-Spänner Typ 6 519
Abbildung 170: 3-Spänner Typ 1 520
Abbildung 171: 3-Spänner Typ 2 520
Abbildung 172: 3-Spänner Typ 3 521
Abbildung 173: Abbildung 1: Übersicht der Systematik der Wohnungslüftung nach DIN 1946-6 (Quelle: [DIN 1946-6:2009-05]) 562
Abbildung 174: Vor- und Nachteile der zentralen Lüftung 564
Abbildung 175: Vor- und Nachteile der wohnungsweisen zentralen Lüftung 565
Abbildung 176: Vor- und Nachteile von raumweisen Zu- und Abluftgeräten 566
Abbildung 177: Vor- und Nachteile von raumweisen Zu- oder Abluftgeräten 567
Abbildung 178: Vergleich der Pilotobjekte und Rahmenbedingungen der Umsetzungen 568
Abbildung 179: Wartungszugang über das Treppenhaus; Quelle: Planungsvorschlag Maico – beschriftet durch IBWL 571
Abbildung 180: Schnittansicht 571
Abbildung 181: Wartungszugang über das Treppenhaus 572
Abbildung 182: Wohnungslüftungsgeräte je Wohnung außerhalb der Nutzereinheit [Paul et al., 2014] 573
Abbildung 183: Kollisionen bei der Positionierung eines dezentralen raumweisen Lüftungsgerätes an Außenwänden 577
Abbildung 184: Integration von dezentralen wohnungsweisen Lüftungsgeräten in die Küchenzeile 579
Abbildung 185: Übersicht der statischen und dynamischen Verfahren der Investitionsrechnung 698
Abbildung 186: Übersicht der Kriterien für passivhaustaugliche Lüftungsanlagen im Geschosswohnungsbau (Quelle: eigene Darstellung nach [Blume, 2001]) 699
Abbildung 187: Datenblatt Objekte in Leverkusen 706
Abbildung 188: Datenblatt Objekte in Marl 707
Abbildung 189: Datenblatt Objekte in Remscheid 709
Abbildung 190: Datenblatt Objekte in Wesel, Baustr. 711
Abbildung 191: Datenblatt Objekte in Wesel, Sandstr. 712
Abbildung 192: Datenblatt Objekte in Wesel, Friedrich-Geselschap-Str. 713

ZUSAMMENFASSUNG

1. ZUSAMMENFASSUNG

1.1 GRUNDLAGE

Vor dem Hintergrund der ambitionierten Ziele der Bundesregierung, den Energiebedarf auch bei Bestandsgebäuden bis zum Jahr 2050 um 80 % zu reduzieren, kommt dem Einbau hocheffizienter Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eine besondere Bedeutung zu.

Das Projekt „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ (IBWL) zielt darauf ab, ökonomische und umsetzungsorientierte Hemmnisse, sowie technische Vorbehalte gegenüber hocheffizienten Lüftungsanlagen abzubauen.

Zielgruppe sind Eigentümer, Bewohner und vor allem Planer von mehrgeschossigen Mietwohngebäuden, die umfassend energetisch modernisiert werden. Besonders der ökonomische Aspekt nimmt in diesem Zusammenhang eine Schlüsselrolle ein.

Neben den wirtschaftlichen und energetischen Fragestellungen wurden durch den gewählten Ansatz der Ausführung von Pilotprojekten auch baupraktische Fragestellungen untersucht. Ergänzt wurde die Bearbeitung durch Einschaltung unterschiedlicher Expertisen aus den Bereichen Recht, Hygiene, Akustik sowie durch sozialwissenschaftliche Untersuchungen.

1.2 ERGEBNISSE

Die avisierten Energieeinsparungen lassen sich auch in der Praxis als Energiebedarfssenkung nachweisen. Damit sind erhebliche Reduktionen von CO_2 Ausstoß möglich.

Im Rahmen von energetischen Sanierungen sind auch die Kosten von Lüftungsanlagen voll umlagefähig, so dass die Wirtschaftlichkeit für Vermieter grundsätzlich gegeben ist, wenn er die höheren Mieten am Markt durchsetzen kann.

Eine für den Mieter angestrebte Warmmietenneutralität lässt sich aktuell nicht erreichen. Ausschlaggebend hierfür sind vor allem die hohen Kosten für die aus hygienischer Sicht eng getakteten Wartungsintervalle.

Die Ableitung von standardisierten Lösungen ist trotz Typisierung von Wohnungsgrundrissen schwierig, da auch die ganz persönliche Wohn- und Möblierungssituation innerhalb der Wohnungen großen Einfluss haben kann.

Der Einbau ist somit stark Konfliktanfällig und muss jeweils individuell und durch persönliche Ansprache durch den Vermieter begleitet werden.

Da trotz Umlagefähigkeit für den Vermieter neben den Schwierigkeiten des Einbaus auch für den Betrieb zusätzliche Probleme aus den Bereiche Akustik, Hygiene und Wartung verbleiben ist seine Motivation zum Einbau kontrollierter Lüftungsanlagen sehr begrenzt. Die Vermietbarkeit wird eher erschwert, da die Nebenkosten steigen, ohne dass der Mieter die potentiellen Vorteile einer Lüftungsanlage erkennt. Vermieter sehen daher einen Einbau nur im Hinblick auf die Vermeidung bzw. Reduktion möglicher Schimmelbildung positiv.

1.3 EMPFEHLUNGEN

Zur weiteren Verbreitung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung müssen die Anlagen so gestaltet werden das sie – vor allem durch entsprechende Verkleinerungen – schnell und einfach eingebaut werden können, sehr leise und einfachst direkt durch den Mieter zu warten sind. Hierfür Bedarf es neuer technischer Lösungen als auch Anpassungen und vor allem Klarstellungen der hygienischen Anforderungen.

Die Vorteile einer kontrollierten Lüftung vor allem im Hinblick auf eine deutliche Verbesserung der Luftqualität müssen für Mieter verdeutlicht werden, so dass diese eine entsprechende Anspruchshaltung hinsichtlich des Vorhandenseins einer solchen Anlage formulieren.

Auch eine weitere Verschärfung der energetischen Anforderungen an den Gebäudebestand wird zu einem Anpassungsdruck führen, da die mittels Wärmerückgewinnung erzielbaren Energieeinsparungen auf anderem Wege in der Bestandssanierung kaum realisierbar erscheinen.

Die Projektdurchführung wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördert, AZ: 319332–25

GEFÖRDERT DURCH DIE DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT

ABSCHLUSSBERICHT, AZ: 319332-25

PROJEKTPARTNER WOHNUNGSWIRTSCHAFT

PROJEKTPARTNER LÜFTUNGSINDUSTRIE

EINLEITUNG

1. EINLEITUNG

Vor dem Hintergrund der ambitionierten Ziele der Bundesregierung, den Energiebedarf auch bei Bestandsgebäuden bis zum Jahr 2050 um 80 % zu reduzieren [Bundesregierung, 2010], kommt dem Einbau hocheffizienter Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) eine besondere Bedeutung zu.

Dass die energiepolitischen Ziele nur mit einer deutlichen Erhöhung der Sanierungsquote des Gebäudebestandes erreicht werden kann, ist in der Fachwelt unumstritten. Aus Sicht der Verfasser sollte dabei aber der Bereich der Lüftungswärmeverluste, neben der weiterhin wichtigen Reduktion der Transmissionswärmeverluste durch Dämmmaßnahmen, eine deutlich größere Relevanz einnehmen. Die zu erzielende Gesamtreduktion an Energieverbrauch durch den Gebäudebestand könnte damit maßgeblich verbessert werden. Darüber hinaus ist zu vermuten, dass bei einer vorgenommenen Sanierung der Gebäudehülle hinsichtlich Wärmeverlusten durch Dämmmaßnahmen und der damit einhergehenden Verbesserung der Luftdichtheit der Gebäudehülle solche Lüftungsmaßnahmen zur Aufrechterhaltung - oder auch erst Schaffung - eines raumlufthygienischen Mindeststandards unumgänglich sind.

Insofern soll sich das Projekt IBWL mit Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen befassen, die trotz umfänglicher energetischer Sanierung der Gebäudehülle bisher auf den Einbau einer kontrollierten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung verzichten. Der Einsatz einer Lüftungsanlage mit WRG als Kompensationsmaßnahme für die energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle ist nicht Projektgegenstand. Gleiches gilt auch für die vielfach geforderte Erhöhung der Sanierungsquote des Bestandes.

Ziel des Projektes ist es die aufgezeigten ökonomischen und umsetzungsorientierten Hemmnisse, sowie technischen Vorbehalte gegenüber hocheffizienten Lüftungsanlagen abzubauen.

Zielgruppe sind Eigentümer, Bewohner und vor allem Planer von mehrgeschossigen Mietwohngebäuden, die umfassend energetisch modernisiert werden.

Besonders der ökonomische Aspekt nimmt in diesem Zusammenhang eine Schlüsselrolle ein. Durch den Wunsch, die vorhandenen Mieten möglichst nur geringfügig zu erhöhen auf Mieterseite, und die durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen auf die Mieter umlegen zu können auf Eigentümerseite, entsteht ein enges Gerüst (Stichwort: Warmmietenneutralität).

Umfassende energetische Modernisierungen, die den Einbau einer hocheffizienten Lüftungsanlage beinhalten, lassen sich aus diesen Gründen nur dann erfolgreich realisieren, wenn bestimmte Grundvoraussetzungen erfüllt sind.

Diese Grundvoraussetzungen sind:

- Deutliche Kostensenkung der Maßnahme aufgrund von Kostendegression
- Vorhandensein standardisierter, in der Praxis erprobter Musterlösungen für verschiedene Gebäudetypen
- Zurückgreifen auf Best-Practice-Projekte von bereits erfolgreich realisierten Objekten

Das Projekt IBWL greift diese Grundvoraussetzungen auf, indem innerhalb des Projekts Standardlösungen zum Einbau von Lüftungsanlagen für verschiedene Gebäudetypen erarbeitet werden sollen, die auf einen vorhandenen Gebäudebestand anwendbar sind, und somit kostengünstig umzusetzen sind.

Dem sozialwissenschaftlichen Ansatz des Projekts wird dadurch gerecht, dass bereits während der Erarbeitung der Standardlösungen eine Integration der BewohnerInnen erfolgt, und in der Umsetzungsphase

durch Berücksichtigung dieser Erkenntnisse und spätere Evaluation der Erfahrungen eine Zusammenfassung der Ergebnisse erfolgt.

Zur Umsetzung dieses Ziels sollen innerhalb des Projekts folgende Werkzeuge erarbeitet und Projekte umgesetzt werden:

- Beratungsbausteine zur Planung und Realisierung von Modernisierungskonzepten für Bauherren und Bewohner
- Erarbeitung von Musterlösungen für typische Anwendungsfälle
- Realisierung unterschiedlicher Pilotprojekte innerhalb der Projektlaufzeit (ggf. über die Projektlaufzeit hinaus)

Des Weiteren umfasst die Fragestellung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei der Bestandssanierung von Wohngebäuden ein großes Themenfeld, das es von unterschiedlichsten Fachaspekten aus zu beleuchten gilt. Im Verlauf der Erstellung des Antrags wurde eine gewisse Polarisierung erkannt von Befürwortern von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die hierfür insbesondere energetische, aber auch raumhygienische Aspekte (insbesondere auch Vermeidung von Schimmelbildung) ins Feld führen. Andererseits wurden große Vorbehalte, insbesondere im Bereich der professionellen Wohnungswirtschaft ausgemacht, die sowohl die energetische Effizienz infrage stellen, als auch eine kostenneutrale Warmmietumsetzung als nicht machbar aufzeigen.

Vor diesem Hintergrund war es das zu folgenden Themen Einschätzungen im Sinne von Expertisen zu erarbeiten:

- Energieeffizienz
- Hygiene
- Wirtschaftlichkeit
- Brandschutz
- Gebäudeintegration
- Bau- und Mietrecht
- Bauherren- und Investorenakzeptanz
- Nutzerakzeptanz
- Nutzer- und Lüftungsverhalten
- thermische Behaglichkeit
- Schallschutz
- Gebäude- und Wohnungstypologie
- Lüftungsanlagenkonzepte
- Revisionier- und Wartbarkeit

Im Rahmen der einzelnen Expertisen wurde jeweils die Relevanz in Bezug auf das Thema der Wohnungslüftung beschrieben, sowie der aktuelle Stand der (teilweise kontroversen) Fachdiskussion zusammengefasst und abschließend durch die Forschungsnehmer kritisch gewürdigt.

Ohne eine solch drastische Vereinfachung der Einbausituation und deutlicher Senkung der Kosten ist eine größere Verbreitung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei der energetischen Sanierung von Wohngebäuden aus Sicht der Forschungsteilnehmer nicht zu erwarten.

Ob dieses Potenzial zur CO_2-Reduktion anderweitig und vor allem kostengünstiger aktiviert werden kann wird bezweifelt.

AP01 RECHT

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

1.1.1 HAFTUNGSRISIKEN BEI WOHNUNGEN OHNE LÜFTUNGSANLAGEN

Mit den im Bericht 1 aufgeführten Inhalten zu diesem Abschnitt wird dieser Themenkomplex überwiegend als beantwortet angesehen. Gegebenenfalls wäre eine juristische Einschätzung zu der Frage interessant, welche Auswirkungen es auf die Argumentation des Rechtsgutachtens haben könnte, dass sich zwar in der Fachliteratur zunehmend die Erkenntnis durchsetzt, dass die Erstellung von Lüftungskonzepten und die Planung von lüftungstechnischen Maßnahmen sinnvoll und erforderlich ist, dies jedoch weiterhin nur sehr schleppenden Einzug in der Baupraxis erhält. Dem Umstand, dass das Rechtsgutachten [Lampe, 2008] bereits sieben Jahre alt ist, in denen sich im Bereich der Diskussion um Wohnungslüftung durchaus etwas getan hat, wird seitens des Gutachters ebenfalls dadurch Rechnung getragen, dass das Gutachten derzeit überarbeitet und ergänzt wird. Eine Veröffentlichung ist nach Aussage des Gutachters für Ende 2013 / Anfang 2014 geplant.

1.1.2 ABRECHNUNGSRISIKEN BEI ZENTRALEN LÜFTUNGSANLAGEN MIT WRG

Die Fragestellung zu möglichen Abrechnungsrisiken sollte nach Auffassung der Verfasser im Rahmen des IBWL aus juristischer Sicht bewertet werden, da rechtliche Unsicherheit in diesem Bereich zu einer Verunsicherung bei Entscheidungsträgern der Wohnungswirtschaft führen kann und somit ein potenzielles Hemmnis in der Umsetzung von zentralen Lüftungsanlagen mit WRG darstellt.

1.1.3 MIETRECHTLICHE HEMMNISSE FÜR DIE ENERGETISCHE SANIERUNG

In Bericht 1 wurde auf den Hinweis von [Ekhardt et al., 2009, S.4] verwiesen, dass Mieterhöhungen sich ab einer bestimmten Höhe nicht am Markt durchsetzen lassen. Nach Ansicht der Verfasser trifft das insbesondere auf ländliche Gebiete sowie (stark) schrumpfende Kommunen zu. Lediglich in großen und weiterhin stark wachsenden Ballungsgebieten kann man nach Einschätzung der Verfasser mit großer Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass eine Aufwertung von Immobilien und damit verbundene Mietpreissteigerungen sich am Markt in der Breite durchsetzen lassen. Für die oben angesprochenen „schwierigeren“ Märkte ist dies schlecht einzuschätzen und hängt von einer Vielzahl von anderen Faktoren ab.

1.1.4 WÄRMELIEFERUNGS-CONTRACTING

Bisher ist das Wärme-Contracting hauptsächlich in Bezug auf Heizungs- und Warmwasseranlagen zur Anwendung gekommen. Da es jedoch, wie oben bereits erwähnt, einen Ansatz zur Auflösung des Nutzer-Investor-Dilemmas darstellt, erscheint es den Verfassern sinnvoll, weitergehend zu untersuchen, inwieweit es bereits Konzepte zu einer ganzheitlichen Betrachtung von Anlagen zur Bereitstellung von Heizwärme, Warmwasser und Lüftung unter Nutzung von Wärmerückgewinnungsmaßnahmen gibt bzw. hierfür Modelle entwickelt werden können. Da hier jedoch nahezu ausschließlich juristische Fragestellungen zu beantworten sind, kann dies im Rahmen dieses Projektes nicht geleistet werden.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Im Rahmen des Forschungsprojekts soll ein Rechtsgutachten zu folgenden, im Förderantrag im Kapitel 4.1 Bau- / Mietrecht erläuterten, offenen Fragestellungen erstellt werden:

- Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen
- Abrechnungsrisiken bei zentralen Lüftungsanlagen mit WRG

Bezüglich der unter dem Abschnitt „mietrechtliche Hemmnisse für die energetische Sanierung“ formulierten Frage nach der ökonomischen Durchsetzbarkeit von Mietpreissteigerungen insbesondere in angespannten Märkten, soll zur Beantwortung unter den beteiligten Wohnungsbauunternehmen eine entsprechende Erhebung zur Markteinschätzung durchgeführt werden.

Das im letzten Abschnitt diskutierte und ggf. auf Lüftungsanlagen übertragbare Konzept des Wärmelieferungs-Contracting wird im Rahmen des Forschungsprojekts nicht weiter verfolgt, da dies zum einen bereits im Bereich der derzeitigen Konzepte sehr kontrovers diskutiert wird, zum anderen aber auch, weil dies vom Umfang her ein zu großes Feld aufmachen würde, als dass dies im Rahmen des Forschungsprojekts zufriedenstellend bearbeitet werden könnte.

DEFINITION VON ARBEITSSCHRITTEN

- Rechtsgutachten: Teil 1 - Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen
- Rechtsgutachten: Teil 2 - Abrechnungsrisiken bei zentralen Lüftungsanlagen mit WRG
- Erhebung zur ökonomischen Durchsetzbarkeit von Mietpreissteigerungen in angespannten Wohnungsmärkten
- MS 1.1: Fertigstellung Rechtsgutachten
- MS 1.2: Auswertung Erhebung zur Durchsetzbarkeit von Mietpreissteigerungen

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Nach Durchsicht des im Rahmen des Forschungsprojektes IBWL erstellten Rechtsgutachtens resultierten aus den Erläuterungen des Rechtsanwalts Kues von der Rechtsanwaltskanzlei Kues aus Hamburg weitere Fragen seitens der Projektmitglieder, so dass das Rechtsgutachten um folgenden Punkt ergänzt wurde:

- „Ergänzungsgutachten – Grundzüge des Rechts der Modernisierung von Wohnungsbauten“

Darin sollen die rechtlichen Vorgaben detaillierter dargestellt werden, wie in mietrechtlicher Hinsicht eine Modernisierung seitens des Vermieters angekündigt werden muss, welche Kosten in welcher Höhe auf den Mieter umgelegt werden können und unter welcher Bedingung die Mieterbelange über seinem Modernisierungsinteresse stehen.

Weiterhin erschien im Laufe der weiteren Bearbeitungszeit des Forschungsprojektes das in Kapitel 4.1 des Förderantrages insbesondere unter dem Punkt „Haftungsrisiken bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen“ häufig zitierte Rechtsgutachten von RA Dietmar Lampe, wie bereits unter Punkt 0.1.1. angekündigt, in einer überarbeiteten Auflage. Bereits im Impressum des Gutachtens wird darauf hingewiesen, dass die zwischenzeitlich geänderten technischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen in dieser aktualisierten Auflage berücksichtigt wurden. Das Ergebnis der Überarbeitung lautet demnach:

> „Nach erfolgter Prüfung wird die Auffassung vertreten, dass die bereits 2006 gefundenen Ergebnisse unverändert Anwendung finden. Die in diesem Dokument vorgelegte Zusammenfassung ist darum in dieser Hinsicht unverändert.“ [„Rechtsgutachten: Erfordern die allgemein anerkannten Regeln der Technik in Wohnungen lüftungstechnische Maßnahmen?“, RA Dietmar Lampe, VfW – Bundesverband für Wohnungslüftung e. V., 2. Auflage, 2014]

Demnach behalten die in Bericht 1 dargelegten Erkenntnisse aus dem Rechtsgutachten von RA Dietmar Lampe weiterhin ihre Gültigkeit.

2. EXPERTISE – FACHBEITRAG DER RECHTSANWALTSKANZLEI KUES, HAMBURG

Siehe „1. Anhang: Expertise – Fachbeitrag der Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg“ auf Seite 270

3. KONSEQUENZEN RECHTLICHER ASPEKTE AUF DEN EINBAU KONTROLLIERTER LÜFTUNGSANLAGEN IN BESTANDSWOHNUNGEN

Mithilfe der Erkenntnisse des durch die Rechtsanwaltskanzlei Kues aus Hamburg erstellten Rechtsgutachtens konnten die noch offenen Fragestellungen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsberichtes weitestgehend geklärt werden. In weiteren Workshops und persönlichen Gesprächen mit dem Rechtsanwalt, Herrn Holger Kues, konnte das Wissen vertieft, mit den Projektbeteiligten diskutiert und aufbereitet werden.

3.1 RECHTLICHE GRUNDLAGEN FÜR DEN EINBAU EINER KONTROLLIERTEN WOHNUNGSLÜFTUNG

Während des Projektes trat mieterseitig häufig die für sie zentrale Frage auf, worin der Einbau einer kontrollierten Wohnungslüftung seine rechtliche Grundlage findet. Die Frage resultiert aus der Erkenntnis, dass sich in keinem Gesetzestext die unmissverständliche Forderung zum Einbau einer Wohnungslüftung finden lässt. Weiterhin wird in vielen aktuellen Sanierungsprojekten noch auf kontrollierte Wohnungslüftungsanlagen verzichtet – ein Nachweis des erforderlichen Mindestluftwechsels wird dabei entweder gar nicht oder durch Alternativen wie z. B. Falzlüftungen sichergestellt. Insbesondere innerhalb von Siedlungen desselben Wohnungsbauunternehmens findet ein reger Austausch unter den Mietern zu Maßnahmen an den jeweiligen Gebäuden statt und es wird auf eben diese Möglichkeiten verwiesen, die bei bisherigen Sanierungen augenscheinlich rechtlich ausgereicht haben.

Zunächst einmal sind Gebäudehüllen gem. § 6 Energieeinsparverordnung (EnEV; aktuelle Fassung 2016) dauerhaft luftundurchlässig herzustellen. In Kapitel B, Abschnitt tz 11 seines Rechtsgutachtens erläutert der projektbeauftragte Rechtsanwalt Holger Kues die Übertragbarkeit der technischen Anforderungen auf umfangreich zu sanierende Objekte im Bestand. Somit gilt die mit dieser Anforderung verknüpfte Bedingung der Sicherstellung des erforderlichen Mindestluftwechsels ebenfalls im zu sanierenden Wohnbau. Besonders explizit wird auf die Bedeutung dieses Aspekts in [DIN 1946-6:2009-05] „3.1 Rechtliche Grundlagen für den Einbau einer kontrollierten Wohnungslüftung“ auf Seite 31 eingegangen, wo zu lesen ist, dass bei zu modernisierenden Gebäuden mit lüftungstechnisch relevanten Änderungen ein Lüftungskonzept zu erstellen ist. Da die Sanierung zur dauerhaft luftundurchlässigen Gebäudehülle und die damit stark verringerte bis unterbundene Infiltration durch Bauteilfugen maßgeblich zu Veränderungen des Raumklimas beiträgt, muss diese als „lüftungstechnisch relevante Änderung“ angesehen werden.

Dass in diesen Fällen als Maßnahme kontrollierte Wohnungslüftungsanlagen eingebaut werden müssen, ist hingegen nirgends explizit vorgeschrieben. Hier wird dem Eigentümer die Freiheit gelassen, eine von mehreren technisch möglichen und geeigneten Maßnahmen eigenverantwortlich zu wählen. Die Entscheidung ist durch den Mieter gem. Bürgerlichem Gesetzbuch BGB § 555b zu dulden, solange seinerseits keine fristgerechten Härteeinwände vorgebracht werden.

3.2 ERKENNTNISSE FÜR DAS MIETVERHÄLTNIS

Das Mietverhältnis ist rein zivilrechtlicher Natur und lediglich im Bürgerlichen Gesetzbuch BGB geregelt. Maßgaben technischer Regelwerke und der Stand der Technik wirken sich nicht auf bestehende Mietverhältnisse aus. Die Aspekte des Bürgerlichen Gesetzbuches, die sich auf den Einbau von kontrollierten Lüftungsanlagen beziehen, sollen je nach Zusammenhang der Maßnahme im Folgenden dargelegt werden. Auch die mögliche Umlegbarkeit der Installations-, Wartungs- und Betriebskosten wird näher betrachtet.

3.2.1 EINBAU AUF VERLANGEN DES MIETERS / HAFTUNGSRISIKEN DES VERMIETERS

Hinsichtlich der Fragestellung, ob dem Vermieter Haftungsrisiken drohen, wenn er seine Wohnung nicht mit einer kontrollierten Lüftungsanlage ausstattet, lässt sich feststellen, dass es keine unmittelbare rechtliche Verpflichtung diesbezüglich gibt. Demnach begründen eventuelle CO_2- und Schadstoffgehalte im Wohnraum nicht die mieterseitige Forderung nach dem Einbau einer Lüftungsanlage als aktuellen Stand der Technik, solange die Belastungen nicht durch Mängel an der altersüblich zu erwartenden Beschaffenheit des Bauwerks hervorgerufen werden und keine andere Maßnahme den Mangel beheben kann. Der Maßstab für die seitens des Vermieters zu erhaltende Wohnungsausstattung ist der zum Errichtungszeitpunkt des Bauwerks übliche bzw. bei der Mietvertragsunterzeichnung bereits in der Wohnung vorhandene technische Standard.

3.2.2 EINBAU ZUR INSTANDSETZUNG IM SCHADENSFALL

Vermieterseitig besteht somit lediglich die Pflicht zur Instandsetzung bzw. das Recht zur Erhaltung seines Objektes (§555a BGB). So kann der Einbau einer kontrollierten Lüftungsanlage auf Wunsch des Vermieters erfolgen, wenn ein entsprechender Schaden an der Substanz seines Eigentums aufgetreten ist oder aufzutreten droht. Dies betrifft im Mietbestand im Wesentlichen die Schimmelpilzbildung an Bauteiloberflächen durch einen erhöhten Feuchtegehalt in der Raumluft, der häufig durch ein unsachgemäßes Heiz- und Lüftungsverhalten des Mieters entstanden ist. Der Mieter hat in diesem Zusammenhang lediglich das Recht auf rechtzeitige Information. Der Einbau ist seinerseits zu dulden, allerdings dürfen ihm dadurch keine Nachteile entstehen. Hierzu zählen auch zusätzliche Kosten durch den Betrieb oder die Wartung der Lüftungsanlage. Der Vermieter muss also die entstehenden Kosten tragen und kann sie nicht auf den Mieter umlegen. Aus dem Gutachten ergibt sich die Empfehlung für Vermieter, die Umsetzung lüftungstechnischer Maßnahmen möglichst nicht erst zur Behebung konkreter Schadensfälle, sondern vorsorglich im Sinne des folgenden Abschnitts durchzuführen bzw. zu planen.

3.2.3 EINBAU ALS SCHADENSPROPHYLAXE ODER IN ZUSAMMENHANG MIT EINER ENERGETISCHEN SANIERUNG DER GEBÄUDEHÜLLE

Jede nachträgliche und in §555b BGB definierte bauliche Veränderung, zu der auch jener prophylaktische Einbau oder auch der Einbau einer Lüftungsanlage in Zusammenhang mit einer energetischen Sanierung der Gebäudehülle gehören, gilt als Modernisierungsmaßnahme und erfordert genau einzuhaltende Vorgehensweisen und Formalismen. Die Durchsetzbarkeit und der termingerechte Beginn der vorgesehenen Maßnahme ist von der Einhaltung dieser Vorgaben abhängig. Wie auch bei der Instandsetzung ist die Maßnahme vorab anzukündigen – in diesem Fall jedoch unbedingt schriftlich und spätestens drei Monate vor ihrem Beginn. Die Inhalte der Ankündigung sind in §555b BGB benannt und sollen sowohl die Art und den Umfang der geplanten Maßnahme, als auch ihre Dauer und zu erwartende Kostensteigerungen für den Mieter umfassen. Anders als bei der Instandsetzung hat der Mieter ein fristgebundenes Recht zum Hervorbringen begründeter Einwände gegen die Maßnahme. Der Vermieter ist verpflichtet, ihn auf dieses Recht des sog. Härteeinwandes gem. §555d BGB hinzuweisen und diese Einwände zu prüfen bzw. juristisch prüfen zu lassen. Bleibt der Einwand aus oder hält er einer Überprüfung bzw. Abwägung nicht stand, muss der Mieter die Maßnahme dulden. Durch den Hinweis, dass bei dieser Abwägung sowohl die berechtigten Interessen beider Seiten, als auch die des Klimaschutzes und der Energieeinsparung berücksichtigt werden müssen, soll gewährleistet werden, dass nur wenige, tatsächlich besonders begründete Einwände eine derartige Maßnahme behindern. Somit ist die Wahrscheinlichkeit für die Zulässigkeit des Einbaus einer kontrollierten Wohnungslüftung unter Berücksichtigung der im Bürgerlichen Gesetzbuch

definierten Vorgehensweisen sehr hoch. Doch selbst wenn die gesetzlichen Vorgaben zunächst augenscheinlich in diesem Punkt Modernisierungsmaßnahmen erleichtern, bleibt der Begriff „Härte“ in diesem Fall ein nicht näher definierter Begriff, der in Abhängigkeit zum Einzelfall und zur bewertenden Person unterschiedlich ausgelegt werden kann. Sollte hierbei eine gerichtliche Entscheidung angestrebt werden, kann der Prozess bis zum endgültigen Urteil bis zu 18 Monate dauern. Entsprechend verspätet sich der Maßnahmenbeginn. Sollte die Nutzung der Wohnung durch die Maßnahme eingeschränkt werden, entfällt die Duldungspflicht des Mieters. So kann ein durch die Montage eines Lüftungsgerätes nur eingeschränkt nutzbarer Abstellraum bereits eine nachteilige Änderung der Wohnungsnutzung darstellen. Hierbei ist auf die Verhältnismäßigkeit zu achten. So schränkt beispielsweise ein Flächenentfall von 0,5 m² in einer 1,2 m² großen Abstellkammer dessen Nutzung wesentlich mehr ein, als in einem 5,0 m² großen Abstellraum. Weiterhin ist auch interessant, ob die Fläche unter einem wandhängenden Gerät noch nutzbar ist oder ob die Lüftungsanlage die gesamte Wand beansprucht. In den ungünstigen Fällen kann dem Mieter eine Alternativfläche im Haus als Ersatz angeboten werden, um die Durchführbarkeit der Maßnahme nicht zu gefährden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die rechtlichen Anforderungen an die beschriebene formelle Ankündigung sehr hoch sind und Vermietern daher dringend zu empfehlen ist, diese rechtlich auf Vollständigkeit und Rechtssicherheit durch einen Experten prüfen zu lassen. Auch wenn die Rechtslage die grundlegende Duldungspflicht durch den Mieter definiert, können mieterseitig im Bezug zu dem unspezifischen und individuell zu prüfenden Begriff des „Härteeinwandes“ starke Verzögerungen im geplanten Planungs- und Einbauprozess verursacht werden. Allein diese potenzielle Gefahr führt auf Seiten der Wohnungswirtschaft zu großen Hemmnissen in der Umsetzung (s. „5. Praxiserfahrungen“ auf Seite 37).

3.2.4 EINBAU IN LEERSTEHENDER WOHNUNG VOR MIETVERTRAGSUNTERZEICHNUNG

Der unkomplizierteste Fall für alle beteiligten Parteien ist jener, bei der die kontrollierte Wohnungslüftung im Leerstand eingebaut wird und die Wohnung zum Zeitpunkt der Mietvertragsunterzeichnung bereits mit ihr ausgestattet ist. Dabei müssen jegliche Rechte und Pflichten des Vermieters und Mieters, die mit der Lüftungsanlage in Zusammenhang stehen, im Mietvertrag definiert, zugewiesen und vereinbart werden. Dies kann den ordnungsgemäßen Umgang oder die Verpflichtung zum dauerhaften Betrieb der Lüftungsanlage umfassen, aber auch Themen wie die Zuständigkeit für Wartungs- und Reinigungstätigkeiten regeln (s. AP11 – Wartung und Revision).

3.2.5 UMLAGEFÄHIGKEIT DER KOSTEN

Wie bereits in den vorangehenden Abschnitten dargelegt, ist die Umlagefähigkeit der Kosten auf die Neben- und Betriebskosten der jeweiligen Wohnung zum einen abhängig von dem Einbaugrund und zum anderen insbesondere von der nachzuweisenden Wirtschaftlichkeit. Da es sich bei Instandsetzungen um den Erhalt des Wohnstandards handelt, zu dem der Vermieter ohnehin verpflichtet ist, sind die Investitionskosten nicht umlagefähig. Gleiches gilt für die Betriebskosten der kontrollierten Wohnungslüftungsanlage, sofern diese sich z. B. durch eine Wärmerückgewinnung nicht als wirtschaftlich darstellen.

Das Prinzip der Wirtschaftlichkeit muss auch bei Modernisierungen berücksichtigt werden. Ist sie nicht nachweisbar, ist das zwar kein möglicher „Härteeinwand“, der die Umsetzung der gesamten Maßnahme gefährdet, kann aber dazu führen, dass das anschließende Mieterhöhungsverlangen des Vermieters durch den Mieter nicht akzeptiert und getragen werden muss. Dem Mieter wird grundsätzlich das Recht gegeben, sich gegen die Mieterhöhung zu positionieren, wenn die anschließenden Mietmehrkosten mehr als 10 % der zuvor in der Maßnahmenankündigung prognostizierten Miete betragen. Ansonsten ist davon auszugehen, dass pro Jahr insgesamt 11 % der Investitionskosten auf die Mieter umgelegt werden können.

3.3 ABRECHNUNGSRISIKEN BEI WOHNUNGSLÜFTUNGSANLAGEN MIT WRG

Bereits im Abschlussbericht 1 des Forschungsprojektes wurde festgestellt, dass die Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung in zentralen Lüftungsanlagen von Wohngebäuden in der Nebenkostenabrechnung nicht je Wohneinheit aufgeschlüsselt werden muss. Im Zuge der tiefer gehenden Bearbeitung bleibt diese Erkenntnis unverändert.

Der im Rahmen des Forschungsprojektes beauftragte Rechtsanwalt Holger Kues vertritt innerhalb seines Rechtsgutachtens zusätzlich die Auffassung, dass die Heizkostenverordnung mit dem Zweck entwickelt wurde, die Abrechnung von Wärme aus fossilen Energieträgern zu regeln und nutzerseitige Verhaltensanpassungen für wirtschaftlichere Verbräuche anzuregen. Sie ist nicht für die Abrechnung von Wärme aus Wärmerückgewinnungssystemen ausgelegt und hat auch nicht das Ziel größtmögliche Gerechtigkeit zu gewährleisten.

Bei raumweisen und wohnungszentralen Lüftungssystemen ist weiterhin keine Abrechnungserschwernis zu erwarten, da ohnehin die Wärmerückgewinnung innerhalb der jeweiligen Wohneinheit stattfindet und nicht gemeinschaftlich genutzt wird.

Somit bleibt das Fazit dieser Betrachtung, dass es bei Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung unabhängig vom gewählten Lüftungssystem zu keinen Abrechnungsrisiken kommt und in diesem Aspekt kein Hemmnis für den Einbau von Lüftungsanlagen zu sehen ist.

4. RÜCKKOPPLUNG ZU DEN AKTEUREN

Während also das Mietverhältnis ausschließlich durch das Bürgerliche Gesetzbuch geregelt ist, wirken sich technische Regelwerke nicht unmittelbar darauf aus. Ihre Adressaten sind die am Bau Beteiligten, von denen sie während jeder einzelnen Planungs- und Ausführungsphase Berücksichtigung finden müssen.

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT/VERMIETER

Das Thema des erforderlichen Mindestluftwechsels gerät gem. der in „1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL“ auf Seite 29 beschriebenen Zusammenhänge also im Falle einer energetischen Modernisierung unweigerlich in das Blick- und Handlungsfeld des Vermieters. Wie ebenfalls bereits dargelegt, ist gem. DIN 1946–6 bei Maßnahmen, die die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle beeinflussen, in jedem Fall die Erstellung eines Lüftungskonzeptes als Nachweis des gewährleisteten Mindestwechsels erforderlich. Während die Sanierung der Gebäudehülle als häufig wiederkehrende und objektübergreifend mögliche Maßnahme ohne vorab erforderliche Planungs- und Genehmigungsleistungen durch betriebsbekannte Handwerkerbetriebe ausgeführt werden kann, fehlt Vermietern oftmals der kompetente Ansprechpartner für die Erstellung des benannten Nachweises. Hersteller versehen ihre Planungs- und Lüftungskonzepte in der Regel aufgrund der vorhandenen Haftungsrisiken mit dem Vermerk, dass es sich dabei nicht um verbindliche Lüftungskonzepte handelt. Als Begründung dient die ebenfalls in DIN 1946–6 vorhandene Definition, dass ein Lüftungskonzept

„von jedem Fachmann erstellt werden [kann], der in der Planung, der Ausführung oder der Instandhaltung von lüftungstechnischen Maßnahmen oder in der Planung und Modernisierung von Gebäuden tätig ist“.

Hersteller sehen sich hierbei nicht als zum Kreis der Planer oder ausführenden Unternehmen zugehörig. Mit Blick auf die ausführenden Unternehmen als mögliche und gem. DIN 1946–6 richtige Ansprechpartner, bewahrheitet sich die durch Lampe in seinem Rechtsgutachten von 2008 und auch in der Neuauflage von 2014 geäußerte Hinweis, dass die Erfordernis der Erstellung eines Lüftungskonzeptes in der Baupraxis nach wie vor keinen Einzug in deren Tätigkeitsbereich erhalten hat. Begründung findet das insbesondere darin, dass die allgemeine Anerkennung der DIN 1946–6 als Regel der Technik (vgl. Rechtsgutachten Kues, Kapitel B Abschnitt tz 9ff.) noch immer hinterfragt und bezweifelt wird.

Es lässt sich also festhalten, dass der Vermieter hier entweder lediglich für die Erstellung des Lüftungskonzeptes einen Planer beauftragen oder aber den betriebsbekannten und bei großen Wohnbaugesellschaften häufig mit Rahmenverträgen und speziellen Konditionen gebundenen Installateur wechseln und sich einen kompetenteren Partner suchen muss. Beides wird, wie erläutert, durch erforderliche Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen flankiert und erschwert.

Ist schließlich gem. Lüftungskonzept eine lüftungstechnische Maßnahme erforderlich und entscheidet sich der Vermieter schließlich für den Einbau einer kontrollierten Wohnungslüftung, wählt er eine Variante, die den Stand und die allgemein anerkannten Regeln der Technik widerspiegelt. Unweigerlich wird er allerdings mit folgenden Mehraufwendungen und Erschwernissen konfrontiert, die ihm bei alternativen Systemen erspart werden:

- Die Mieterinformation gem. §555c BGB ist in jedem Fall durch den Vermieter frühzeitig und unter Wahrung der dort benannten Fristen zu erstellen. Im Falle von kontrollierten Wohnungslüftungsanlagen, insbesondere in Bestandsgebäuden, besteht allerdings die Schwierigkeit, dass die erforderlichen Inhalte nicht hinreichend genau benannt werden können.
- Während Art und der Umfang der geplanten Maßnahme genau definiert sind, können je nach vorhandener Gebäudesubstanz – insbesondere in bestehenden Gebäuden – stellenweise im Voraus nicht kalkulierbare Arbeiten zusätzlich oder alternativ erforderlich werden.
- Die Dauer der Maßnahme kann je nach Hersteller und System sowie den benannten Problemen mit der unbekannten Gebäudesubstanz zwischen 3 Tagen und 3 Wochen variieren.
- In diesem Zusammenhang werden Maßnahmen mit einer Dauer von mehr als einer Woche als besonders kritisch bewertet, da die Nutzung der Mietsache sowie der Alltag des Mieters, der sich ggf. zwecks Anwesenheit während des Einbaus beurlauben lassen muss, in erheblichem Maße eingeschränkt werden.
- Die Kostenerhöhung für den Mieter ist nicht hinreichend genau zu beziffern, da die Gesamtkosten je nach Hersteller, System und Objekt variieren können. In Bezug auf die Betriebskosten und den Wartungsaufwand ist stellenweise sogar eine Abhängigkeit vom vorab unbekannten Nutzerverhalten vorhanden. Da bei der Ankündigung der Kostenerhöhung eine gewisse Kalkulationstoleranz nicht überschritten werden darf (10 %), können auch ungefähre Angaben nicht immer zielführend sein. Pauschalwerte, auf die in §555c BGB verwiesen wird, sind aus den bereits genannten Gründen der Kalkulationserschwernisse zum aktuellen Zeitpunkt nicht vorhanden.

Zur Vorbereitung, Erarbeitung und Erstellung der Mieterinformation ist demnach ein erhöhter Zeitaufwand einzukalkulieren, ohne letztlich die gewünschte Genauigkeit der Angaben erreichen zu können. Weiterhin ist die persönliche Erreichbarkeit bzw. Präsenz zum Zeitpunkt der Mieterinformation empfehlenswert, was wiederum in die Personalkalkulation einfließen muss. Während Maßnahmen wie z. B. Falzlüftungen quasi unmerklich mit dem Einbau der Fenster durchgeführt werden, erwarten den Mieter bei kontrollierten Wohnungslüftungsanlagen Kernbohrungen, unter Umständen Raumflächen- und/oder Raumhöhenverluste und erhöhte Lärm- und Schmutzbelastungen, deren Ankündigung bereits seinerseits zu Unwillen und gar Überforderung führen kann.

Es ist zu befürchten, dass viele Mieter ihr Recht auf die Äußerung eines Härteeinwandes nutzen und sich entsprechend im Vorfeld juristische Beratung und Unterstützung holen werden. Vermieterseitig ist auch diesbezüglich ein Bearbeitungsaufwand einzukalkulieren. Auf mögliche Auswirkungen von gerichtlichen Verfahren in Bezug auf den Zeitpunkt des Maßnahmenbeginns wurde bereits in „1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL“ auf Seite 29 verwiesen. Weiterhin wird der mieterseitige Verdruss im Falle der Zurückweisung seines Einwands, obwohl dieser unter subjektiven Gesichtspunkten sehr wohl begründet und untragbar erscheint, zunehmen. Dieser kann das Mietverhältnis zukünftig negativ beeinflussen, sodass ihm durch verstärkte persönliche Betreuungsaufwendungen entgegengewirkt werden muss („AP03 Nutzerakzeptanz“ auf Seite 52). Auch der Verlust langjähriger und zuverlässiger Mieter ist nicht auszuschließen.

Problematisch ist zudem die Umlage der Kosten auf die Mieter. Wie in AP15 - Wirtschaftlichkeit dargelegt, geht ein Vertreter der Immobilienwirtschaft abweichend von den rechtlich möglichen 11 % der Investitionskosten von einem reduzierten Anteil i. H. v. 5 % aus, wenn der stadtspezifische Mietspiegel eingehalten und Wohnungsleerstand vermieden werden soll.

Weiterhin sind die mit raumlufttechnischen Anlagen verbundenen Anforderungen aus DIN 1946–6 und VDI 6022 bei der Planung, dem Einbau und der Nutzung von Wohnungslüftungsanlagen verbindlich einzuhalten. Dass diese zeitweise aufwendiger sind, als der Zweck es erfordert, wird in „3.3 Abrechnungsrisiken bei Wohnungslüftungsanlagen mit WRG“ auf Seite 33dargelegt. Fakt ist, dass die damit einhergehenden

Mehrkosten ein Entscheidungskriterium des Vermieters sind und in sich in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung entscheidungshemmend auswirken können.

Insgesamt steht der Vermieter also bereits vor Beginn der Maßnahme im Konfliktfeld zwischen seinem Wunsch, seine Immobilie möglichst effizient vor Schäden in Zusammenhang mit unzureichender Be- und Entlüftung zu schützen und zu erhalten, der Verpflichtung zur Wahrung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme sowie der zusätzlich erforderlichen Aufwendungen zur Betreuung und Erfüllung der diversen Erwartungen und Bedürfnisse seiner Mieter.

4.2 HERSTELLER

Hersteller von kontrollierten Wohnungslüftungsanlagen stehen in der Verantwortung, bei der Konzeption und Produktion ihrer Anlagen die hohen Anforderungen aus unterschiedlichen technischen Regelwerken und DIN-Normen aufeinander abzustimmen, umzusetzen und dabei möglichst wirtschaftlich zu bleiben, was während diverser Workshops im Rahmen des Forschungsprojektes einstimmig als sehr schwierig bezeichnet wurde. Bestimmte technische Regelwerke wie beispielsweise die VDI 6022 wurden nicht für verhältnismäßig kleine raumlufttechnische Anlagen konzipiert, woraus nach Auffassung der Hersteller überhöhte Anforderungen resultieren, die allerdings rechtlich betrachtet durch den Status als allgemein anerkannte Regel der Technik Berücksichtigung finden müssen. Auf diesen Umstand sind die erforderlichen, kurzen Wartungsintervalle zurückzuführen, die von den meisten Herstellern in den Produkt- und Wartungshinweisen aufgeführt werden. Hierin besteht eine große Diskrepanz zwischen rechtlich erforderlichen und praktisch umsetzbaren Möglichkeiten. Insbesondere im vermieteten Wohnungsbereich sind derart kurze Wartungsintervalle nicht denkbar, da jeder Wartungsgang für den Vermieter einen erhöhten Aufwand zur Terminabsprache bedeutet.

Anstatt deswegen die Bemühungen zur Optimierung der Systeme jedoch zu reduzieren oder aus dem Fokus zu verlieren, sollte herstellerseitig angestrebt werden, ganzheitliche Komplettlösungen zu entwickeln, die eine für individuelle Lösungen ausgerichtete Flexibilität aufweisen und für die Konzeptentwicklung, Auslegung, Nachweisführung und Montage bzw. Ausführungsüberwachung beinhalten und zudem die für den Abruf in großer Stückzahl unabdingbare Wirtschaftlichkeit aufzeigen.

Aktuell befindet sich die VDI 6022 in Überarbeitung. Es wird erwartet, dass die Neufassung mit den Belangen der DIN 1946-6 abgestimmt und speziell auch auf kleinere raumlufttechnische Anlagen wie z. B. kontrollierte Wohnungslüftungsanlagen näher eingehen wird.

4.3 INSTALLATEURE

Wie bereits in „3.2 Erkenntnisse für das Mietverhältnis“ auf Seite 32 beschrieben, ist es gem. DIN 1946-6 erforderlich, dass Installationsbetriebe Kenntnisse zur Erstellung von Lüftungskonzepten aufweisen und die baupraktische Umsetzung dieses Erfordernisses unterstützen müssen. Weiterhin besteht das Erfordernis gem. VDI 6022, dass Lüftungsanlagen-Installateure eine Unterweisung in der VDI 6022 nachweisen können müssen. Es lässt sich feststellen, dass beide Punkte noch keinen ausreichenden Einzug in die Berufspraxis erhalten haben.

Hierbei sehen sich übliche HLS-Betriebe mit Auftragsschwerpunkt in der Wohnungswirtschaft zu selten mit dem Einbau von raumlufttechnischen Anlagen konfrontiert, als dass sich der entsprechende Schulungsaufwand rentieren würde. Spezielle Lüftungsanlagen-Installateure hingegen werden meist im Rahmen von Großaufträgen für umfangreiche Lüftungsanlagen insbesondere für Nichtwohnnutzungen beauftragt, die eindeutig in den Geltungsbereich der VDI 6022 fallen. Die Prognose einer steigenden Nachfrage und Umsetzung auch verhältnismäßig kleiner Lüftungsanlagen, wie jene zur kontrollierten Wohnungslüftung, macht die entsprechenden Weiterbildungen und Zertifizierungen langfristig jedoch unumgänglich. Unter der Voraussetzung, dass seitens der Industrie die in „4.2 Hersteller“ auf Seite 36 geforderten, kostengünstigen und ganzheitlichen Systeme entwickelt werden, kann sogar ein Markt für Unternehmen entstehen, die sich als Full-Service-Partner der Lüftungsindustrie etablieren und den Einbau der Komplettsysteme inklusive jeglicher Folgeleistungen anbieten.

5. PRAXISERFAHRUNGEN

5.1 FORMELLE ANKÜNDIGUNG DER GEPLANTEN MASSNAHMEN

Das Rechtsgutachten des Rechtsanwalts, Herrn Holger Kues, entstand während der Auswahl der Hersteller, die im Rahmen des Forschungsprojektes die Pilotobjekte mit Lüftungsanlagen ausstatten sollten. Entsprechend hat es bereits zu dem Zeitpunkt vorgelegen, als das konkret konzeptionierte Vorhaben den Mietern angekündigt wurde und stand der Wohnungswirtschaft zur Verfügung. Inwiefern die darin enthaltenen Hinweise zur Maßnahmenankündigung berücksichtigt wurden, bleibt intransparent. In den folgenden Punkten wird der unterschiedliche Umgang der jeweiligen Unternehmen mit dem Thema der Mieterinformation dargelegt.

VERMIETER 1

Obwohl Vermieter 1 über eine eigene Rechtsabteilung verfügt, ist die Bedeutung der richtigen Fristen und Inhalte der formellen Ankündigung einer Modernisierungsmaßnahme nicht ausreichend bekannt. Die durch den Rechtsanwalt Holger Kues zusammengestellten Informationen werden an die entsprechenden Abteilungen im Hause zur weiteren Berücksichtigung und Umsetzung weitergeleitet. Inwiefern die Informationen tatsächlich in das Schreiben des Vermieters eingearbeitet werden, lässt sich nicht beurteilen, da aus firmeninternen Gründen keine Einsicht in die anschließend fristgerecht verschickten Ankündigungen gewährt werden kann.

Insgesamt ist Vermieter 1 sehr bemüht um das Einverständnis seiner Mieter und möchte diese noch kurz vor Ausführungsbeginn in einem persönlichen Gespräch über die anstehenden Termine und Schritte sowie Vor- und Nachteile des Systems aufklären. Hierfür werden in Zusammenarbeit mit dem Projektteam des Forschungsprojektes und einer Grafikerin ein übersichtlich und mietergerecht gestaltetes Informationsblatt zur Aufklärung über die vorgesehene Maßnahme angefertigt („AP03 Nutzerakzeptanz“ auf Seite 52). Dieses wird den Mietern im Rahmen des Gesprächs überreicht, die Inhalte werden kurz vorgestellt. Trotz der Bemühungen von Vermieter 1 bleibt bei den Mietern eine gewisse unterschwellige Skepsis erhalten. Auch nach Ablauf der Frist zur schriftlichen Benennung eines Härteeinwandes wird den Mietern im Gespräch die Möglichkeit zur Verweigerung der Maßnahme gegeben. Allein diese Möglichkeit beruhigt die Gemüter, so dass letztlich niemand den Einbau der Lüftungsanlagen ablehnt.

VERMIETER 2

Auch im Hause von Vermieter 2 befasst man sich intensiv mit den rechtlichen Voraussetzungen für die Durchsetzbarkeit von Maßnahmen, allerdings wird hier im Ankündigungsschreiben der energetischen Maßnahme vergessen, den Einbau der Lüftungsanlage und die damit in Zusammenhang stehenden Punkte zu benennen. Nach Verweis auf die Inhalte der Rechtsexpertise des RA Herrn Holger Kues seitens des Forschungsteams wird zeitlich versetzt ein zusätzliches Anschreiben inkl. Hinweis auf die einzubauenden Anlagen und die Kooperation mit dem IBWL-Forschungsteam versendet, welches aufgrund der nun terminlichen Enge in Bezug auf den Einbaustart keinen Hinweis auf den möglichen Härteeinwand seitens der Mieter enthält. Diese Vorgehensweise führt zu Verärgerung bei den Mietern, da sie sich zum einen nur bruchstückhaft informiert und gleichzeitig als Nutzer der Wohnungen übergangen fühlen. Während sich vereinzelt mit der Aussage „Wir sind doch keine Versuchskaninchen“ über die Teilnahme an einem Forschungsprojekt beschwert wird, erreichen den Vermieter auch Anrufe von Mietern, die die Maßnahme nicht befürworten und einen Einspruch vorbringen wollen. Da ihnen dieser verwehrt bleibt, wird angekündigt, dass den Handwerkern nicht die Tür geöffnet wird. Da die Situation letztlich zu eskalieren droht, wird die Bestückung der Wohneinheiten mit wohnungszentralen Lüftungsanlagen seitens des Vermieters abgebrochen.

VERMIETER 3

Vermieter 3 wird ebenfalls auf die rechtlich relevanten Schritte vor der Durchführung einer Modernisierungsmaßnahme hingewiesen und erhält die Rechtsexpertise des RA Herrn Holger Kues, verweist jedoch

augenblicklich darauf, dass dort seit jeher schriftliche Vereinbarungen mit den Mietern getroffen werden, durch welche die in §555 BGB definierten Fristen und Mieterrechte ausgesetzt werden und die kurzfristige Umsetzung solcher Maßnahmen mit möglichst geringem Formalismus ermöglicht wird. Die als vermieterseitig als unkompliziert betitelte Resonanz der Mieter auf diese Vereinbarungen konnte durch das Forschungsteam nicht überprüft werden, da im Rahmen des Forschungsprojektes bei diesem Vermieter die wohnungszentralen Lüftungsanlagen durchweg in leerstehende Wohnungen eingebaut wurden.

5.2 ERSTELLUNG EINES LÜFTUNGSKONZEPTES

Alle beteiligten Wohnungsunternehmen haben die Lüftungsanlagen auf Grundlage der durch die Hersteller vorgelegten Lüftungskonzepte einbauen lassen, die jeweils mit dem Vermerk versehen sind, dass sie unverbindlich aufgestellt wurden. Dabei wurde die rechtliche Verpflichtung zur Erstellung eines Lüftungsnachweises zur Gewährleistung des Mindestluftwechsels gegen den Aufwand für die Beauftragung eines entsprechenden Planers und den daraus erwirkten Nutzen abgewogen. Vermieterseitig wird davon ausgegangen, dass die Hersteller über ein ausreichendes Fachwissen verfügen, um ein Konzept zuverlässig aufzustellen und zu berechnen. Die Wahrscheinlichkeit, dass in der Praxis die Umsetzung der Konzepte zur Aufrechterhaltung des geforderten Mindestluftwechsels und für den Erfolg der Maßnahme ausreichend sind, wird als hoch erachtet.

6. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN BZW. OFFENE FRAGEN

6.1 ZUSAMMENFASSUNG DER WESENTLICHEN ERKENNTNISSE

- Es besteht beim Fehlen einer Lüftungsanlage im Bestand kein Haftungsrisiko für den Vermieter, da der Mieter nur das Recht auf Instandhaltung und -setzung seiner Wohnung hat.
- Das Interesse des Vermieters zur Erhaltung der Bausubstanz seines Eigentums und der Einbau einer Lüftungsanlage allein zur Schimmelprophylaxe (ohne den Zusammenhang der energetischen Sanierung der Gebäudehülle) stellt sich für ihn als nachteilig dar, da der Einbau in diesem Falle nicht umlagefähig ist – der Vermieter trägt jegliche Kosten.
- Eine Lüftungsanlage ist am besten nur in Zusammenhang mit einer energetischen Sanierung zu planen, da ihre Duldung dann gesetzlich begründet und die Umlagefähigkeit der Investitions- und Betriebskosten gesichert ist.
- Obwohl insbesondere die Belange zum Klima- und Umweltschutz zum aktuellen Zeitpunkt unter Berücksichtigung der nationalen Energieeffizienzpläne und -strategien sowie den globalen Vereinbarungen zum Klimaschutz und zur Reduktion der globalen Erwärmung eine hohe Wertigkeit in der Interessenabwägung erhalten, bleibt der Begriff der Härte in diesem Fall rechtlich nicht eindeutig definiert. Die benannte gerichtliche Verfahrensdauer und der damit zusammenhängende Einbaustopp von bis zu 18 Monaten im Falle eines hartnäckigen Einspruchs seitens der Mieterschaft stellt ein hohes Risiko für Vermieter dar, da derartige Modernisierungen oftmals enge finanzielle und terminliche Abhängigkeiten haben. Da kontrollierte Wohnungslüftungsanlagen in Zusammenhang mit energetischen Modernisierungen der Gebäudehülle zwecks Komprimierung der Zeitspanne mit Lärm und Schmutz im Haus gleich im gesamten Gebäude eingebaut werden, verschiebt sich unter Umständen sogar die gesamte Maßnahme, weil eine einzelne Mietpartei ihren noch juristisch zu prüfenden Härteeinwand vorbringt.
- Rechtliche Bedeutung der Ankündigung einer Modernisierungsmaßnahme:
  - Die Bedeutung der Erstellung einer streng formellen Maßnahmenankündigung mit festgelegten Inhalten und Einspruchsfristen gem. §555c BGB als Grundlage der Duldungspflicht wird in der Praxis durch Wohnungsgesellschaften unterschätzt.

  - Die genaue Benennung von Kostenaspekten (Einsparungen und/oder Erhöhung von Neben- und/oder Betriebskosten, Mietpreissteigerungen) bildet eine rechtliche Voraussetzung zur Duldung der Maßnahme seitens des Mieters, ist aber nicht immer nachweisbar. Selbst der finanzielle Nachteil des Mieters kann nicht generell ausgeschlossen werden. Wohnqualitätssteigernde Aspekte, wie die Erhöhung der hygienischen Luftqualität, des Wohnwertes und des Komforts, bleiben bei den monetären Betrachtungen unberücksichtigt.
  - Der zeitliche Umfang der Baumaßnahme ist im Vorfeld zwar als Voraussetzung zur Duldung seitens des Mieters anzukündigen, bleibt momentan allerdings schwer exakt kalkulierbar, da die individuellen Erschwernisse im Bestand aktuell von vielen Beteiligten unterschätzt werden und auch der Montageaufwand je nach Hersteller und System bzw. je nach Erfahrung des ausführenden Installationsbetriebes variieren.
  - Der Entfall von Miet- bzw. Abstellfläche wird als Benachteiligung des Mieters und Änderung der Inhalte des bestehenden Mietvertrages gewertet, so dass dem Mieter eine Kompensation anzubieten ist. Ansonsten muss der Mieter die Maßnahme nicht dulden.
- Bei umfassenden Maßnahmen, die die Luftdichtigkeit des Gebäudes beeinflussen, wie das Aufbringen einer Fassadendämmung und/oder Erneuerung der Fenster, ist gem. DIN 1946–6 die Erstellung eines Lüftungskonzeptes unumgänglich. Dieser Zusammenhang ist in der Praxis noch nicht angekommen. In der Regel werden die benannten Maßnahmen durchgeführt, ohne dass den sich dadurch verändernden Luft- und Lüftungsverhältnissen im Gebäude Rechnung getragen wird.
- Die VDI 6022 ist bei der Herstellung und Planung von Lüftungsanlagen zu berücksichtigen, obwohl sie nicht für Anlagen der Größenordnung von Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung ausgelegt ist. Das führt zu überhöhten Anforderungen und in der Konsequenz zu mehr Kosten, deren Umlage sich nachteilig auf die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen des Vermieters und die Attraktivität seines Objektes auswirken kann.

6.2 EMPFEHLUNGEN DURCH DAS IBWL-TEAM

Die Erfahrungen während des Forschungsprojektes bestätigen, dass aus rechtlicher Sicht eine kontrollierte Wohnungslüftungsanlage in Zusammenhang mit einer energetischen Sanierung unter Beachtung genau definierter Formalien theoretisch problemlos im Mietwohnungsbestand umgesetzt werden könnte. Die Erfüllung dieser Formalien ist jedoch zum aktuellen Zeitpunkt kaum möglich, da es an fundierten Daten mangelt. Es wird empfohlen, ein detailliertes und auf empirischen Erfassungen basierendes Leistungsprofil für den Einbau und die Kosten einer kontrollierten Wohnungslüftungsanlage zu erstellen, aus der Vermieter mit einer hinreichenden Genauigkeit die für die Maßnahmenankündigung erforderlichen Angaben entnehmen können. Es ist anzunehmen, dass dieses Leistungsprofil nach Lüftungssystemen und gängigen Wohnungsgrößen unterschieden werden muss. Umzusetzen wäre dies z.B. durch den Versand von entsprechenden Fragebögen an Vermieter und Wohnungsbaugesellschaften, die bereits Erfahrungen mit dem Einbau und Betrieb von Wohnungslüftungsanlagen im Bestand sammeln konnten. Aufgrund der geringen Anzahl realisierter Maßnahmen wird hierfür eine bundesweite Erfassung erforderlich werden, um ausreichend Datenmaterial zu erhalten, um repräsentative Aussagen treffen zu können. Allerdings ist nicht auszuschließen, dass die beschriebenen objektabhängigen Eigenschaften von Bestandgebäuden keine Verallgemeinerung zulassen, was sich in einer großen Streuung der Kosten- und Aufwandsangaben zeigen würde. In diesem Fall wäre allerdings die argumentative Basis für eine Anpassung bzw. mögliche Abweichung von den Anforderungen der Maßnahmenankündigung nach §555b BGB gegeben.

Weiteres Hemmnis bei der Planung des Einbaus von Wohnungslüftungsanlagen im vermieteten Bestand ist das Recht des Mieters auf das Vorbringen seiner Bedenken, dass die Maßnahme

> «[...] eine Härte bedeuten würde, die auch unter Würdigung der berechtigten Interessen sowohl des Vermieters als auch anderer Mieter in dem Gebäude sowie von Belangen der Energieeinsparung und des Klimaschutzes nicht zu rechtfertigen ist.»

Trotz der zuvor definierten, möglichen Konsequenzen, die aus dem Härteeinspruch des Mieters resultieren, muss das Mitspracherecht des Mieters als Nutzer der Wohnung selbstverständlich erhalten bleiben.

Eine genauere rechtliche Definition des Härtebegriffs könnte in diesem Zusammenhang sowohl zu weniger unbegründeten Einsprüchen und in der Konsequenz finanziellen Belastungen durch eventuelle Prozesskostenübernahmen für den Mieter bedeuten, als auch dem Vermieter eine höhere Planungssicherheit bieten. Weiterhin empfehlen sich Vorgehensweisen, die den Dialog mit dem Mieter suchen und auf Transparenz setzen, um seine Bedenken und damit den Grund für seinen Einspruch zu reduzieren und ihm weiterhin das Gefühl zu geben, Teil des Teams zu sein.

Ein weiterer Kompromiss ist erforderlich, wenn es darum geht, die Hemmnisse zum Einbau von wohnungszentral angeordneten Lüftungsanlagen zu senken: Zwangsläufig erfordern insbesondere die energetisch effizienten Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung einen Aufhänge- oder Aufstellort, so dass oftmals nicht auszuschließen ist, dass dem Mieter ein kleiner Anteil seiner mietvertraglich zugesicherten und überlassenen Wohnfläche entfällt. Die Bedeutung von Abstellräumen und -flächen ist jedoch erfahrungsgemäß in einer Wohnung mit geringer Wohn- und Stellfläche nahezu unersetzlich groß. Daher würde die strenge Definition einer mieterseitig zu duldenden Obergrenze des erforderlichen Mietflächenentfalls für energieeffiziente technische Geräte oder Anlagen, die zur Reduktion von Nebenkosten führen, zwar die Rechte des Mieters geringfügig einschränken, dafür aber einen Anreiz für die Industrie darstellen, ihre Produktkomponenten diesbezüglich zu optimieren (Untersuchung der erforderlichen Flächen und Abmessungen s. AP12 - Gebäudeintegration). Der geringe Mietflächenentfall muss in diesem Fall bei der Kaltmiete berücksichtigt werden, sodass dem Mieter auch dann kein wirtschaftlicher Nachteil entsteht, wenn die angestrebte Nebenkosteneinsparung unberücksichtigt bleibt.

An dieser Stelle soll noch zusätzlich auf erfolgreiche Strategien von Wohnungsunternehmen verwiesen werden, die ihren Mietern für die Dauer der Maßnahme einen Hotelaufenthalt, teilweise sogar im Ausland, anbieten. Dieser Vorschlag erscheint für viele Vermieter zunächst abschreckend: während kleine Wohnbauunternehmen und Privatpersonen die Kosten nicht tragen können, scheuen große Wohnbaugesellschaften diesen Schritt aufgrund der hohen Anzahl der zu sanierenden Wohneinheiten. Eventuell lohnt sich jedoch der Blick auf eingesparte Personalkosten zur Bearbeitung von Mieterbelangen, der erforderlichen zusätzlichen Anwesenheitspflicht einer maßnahmenbegleitenden Person und den zeitlichen Puffer, den man sich gegebenenfalls dadurch schafft. Gleichzeitig kann auf diese Weise der mieterseitige Verdruss wesentlich reduziert werden.

Mit Verweis auf die baupraktisch nicht realisierte oder berücksichtigte Verpflichtung der Erstellung eines Lüftungskonzeptes in Zusammenhang mit lüftungstechnisch relevanten Veränderungen müssen die entsprechenden Personenkreise verstärkt auf ihre Pflichten zu dessen Einholung bzw. Erstellung hingewiesen werden. Zusätzlich wird empfohlen, entgegen DIN 1946−6 nicht nur Personen mit beruflichem Kontakt zu lüftungstechnischen Maßnahmen die Erstellung von Lüftungskonzepten zuzuweisen, sondern auch Fenster- und Fassadenbauer zum Kreis der verantwortlichen Personen mit einzubeziehen. Dieser kann mithilfe eines Lüftungskonzeptes die Auswirkungen des Fenstertausches bzw. der Fassadensanierung aufzeigen und seinen Auftraggeber auf die Erfordernis von lüftungstechnischen Maßnahmen nach seiner Leistung hinweisen. Alternativ ist zu überlegen, ob energetische Fassadensanierungen oder Optimierungen der Gebäudehülle nicht einer behördlichen Anzeigepflicht mit Benennung vorzulegender Nachweise obliegen sollten. Schließlich soll mit dem Lüftungskonzept neben der Wahrung der Bausubstanz auch die hygienische Raumluft erhalten werden, was vergleichbar ist mit Belüftungs- und Belichtungszielen bauordnungsrechtlich geforderter Abstandsflächen. Allerdings erscheint der Verwaltungsaufwand zur Schaffung der entsprechenden Kapazitäten derzeit noch zu unverhältnismäßig.

AP02 BAUHERREN- UND INVESTORENAKZEPTANZ

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

Im Rahmen einer Umfrage des Bundesverbandes deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GdW) [Vogler, 2006, S. 93] wurden 103 Wohnungsunternehmen zu den Gründen befragt, die aus ihrer Sicht gegen den Einsatz der KWL sprechen. Genannt wurden folgende Gründe: Investitionskosten (39 %), Betriebskosten (27 %), fehlende Akzeptanz (21 %), Technik (13 %).

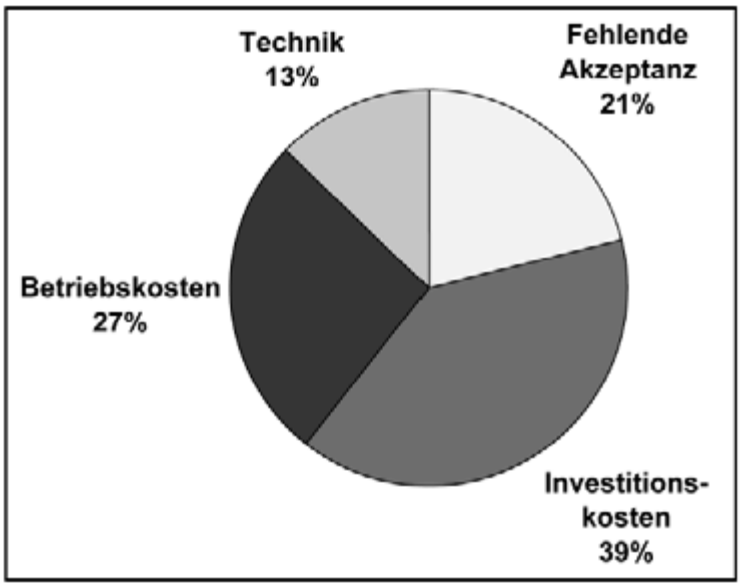


ABBILDUNG 1: Argumente, die gegen den Einsatz von Lüftungsanlagen sprechen, Umfrage bei 103 Wohnungsunternehmen [Vogler, 2006]

Die Wohnungswirtschaft benennt die Investitionskosten als Haupthemmnis (39 %) für den Einsatz der KWL. Es soll geklärt werden, wie hoch der Mehraufwand für die KLW tatsächlich ist, z. B. bei einer Sanierung von Außenwänden und Fenstern. In diesem Zusammenhang soll ebenfalls versucht werden, die Sanierungskosten zu ermitteln, die der Wohnungswirtschaft jährlich durch Schimmelschäden entstehen und potenzielle durch den Einbau einer KWL vermieden werden können. Eine genauere Betrachtung dieser Fragestellungen erfolgt in AP 15 Wirtschaftlichkeit.

Betriebskosten werden mit 27 % als zweitgrößtes Hemmnis für den Einsatz der KWL genannt. Das Ergebnis überrascht insofern, als dass die Betriebskosten aus Sicht des Vermieters ein durchlaufender Posten sind, der in der Regel an den Mieter weitergereicht wird. Inwiefern spielt hier die Mieterbindung o. ä. eine Rolle?

Nach Auffassung der Verfasser sollte es hinsichtlich eines Großteils der seitens der Wohnungswirtschaft benannten Hemmnisse, die in weiten Teilen informationspolitischer Natur zu sein scheinen, durchaus

möglich sein, diese zu reduzieren. Es stellt sich hier die Frage, wie mit entsprechenden Informations- und Beratungsangeboten dafür Sorge getragen werden kann, dass Wohnungsunternehmen den Mehrwert von Wohnungslüftungsanlagen erkennen und gleichzeitig ihre Bedenken abbauen.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Im Rahmen des Forschungsprojekts werden zur weiteren Untersuchung des Bereichs Bauherren- und Investorenakzeptanz Fragebögen erarbeitet. Die Fragebögen sollen sowohl bei den projektbeteiligten Unternehmen für eine persönliche Befragung genutzt werden, als auch im Rahmen einer bundesweiten Online-Umfrage.

Die Erarbeitung der Fragebögen sowie die Durchführung, Dokumentation und Auswertung der Umfragen erfolgt unter der Federführung eines sozialwissenschaftlichen Instituts.

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Die Anforderungen an die Integration der KWL im Bestand unterscheiden sich grundlegend von denen im Neubau. Im Projektverlauf wurde deutlich, dass die Wohnungswirtschaft zur Wahrung der Interessen ihrer Mieter bestimmte Mindestanforderungen an die KWL stellen muss. So darf z. B. durch den Einbau der KWL nicht die Wohnfläche der WE verringert werden. Abhangdecken für deckenmontierte Anlagen oder Verteilsysteme müssen die Mindesthöhe von 2,35 m lichtem Raummaß einhalten.

Die Wohnungswirtschaft hob wiederholt hervor, dass eine nutzerfreundliche Bedienung der KWL grundlegend für eine breite Nutzerakzeptanz erforderlich ist. Der Vermieter hat z. B. bei der Neuvermietung einer Wohneinheit Sorge zu tragen, dass dem neuen Mieter die Funktionsweise und Bedienung der KWL anschaulich erklärt wird. Hierfür sind entsprechende, leicht verständliche Kurzanleitungen erforderlich, durch die der Mieter – auch nach der persönlichen Einweisung durch den Vermieter – die Vorgehensweise für das Vornehmen einer bestimmten Einstellung selbst nachvollziehen kann.

Eine übersichtliche Lösung für die Notabschaltung der verschiedenen KWL-Systeme im Notfall (z.B. Störfall mit Schadstoffbelastung der Außenluft und behördlicher Aufforderung Fenster und Türen geschlossen zu halten) ist für Anlagen der KWL im vermieteten Wohnraum nicht immer optimal gelöst. Hierbei ist zu beachten, dass je nach KWL-System unterschiedliche Lösungen angeboten werden müssen. Die Gebäudezentrale KWL muss über eine zentrale Notabschaltung verfügen, die ggf. automatisch auslöst, wohnungszentrale Anlagen können über einen Notaus-Knopf in der WE verfügen, den der Mieter im Notfall manuell auslöst, raumweise KWL-Systeme können ebenfalls direkt vom Nutzer notabgeschaltet werden, hier besteht jedoch die Schwierigkeit, dass mehrere Geräte in der WE vorhanden sind und der Nutzer somit an allen Geräten auslösen müsste. Ob dies im Notfall, wenn sich der Mieter ggf. in einer Stresssituation befindet und schnell handeln muss, praktikabel ist, muss kritisch hinterfragt werden. Die Notabschaltung sollte zudem nicht dazu genutzt werden können, die Anlage eigenmächtig außer Betrieb zu nehmen.

2. EXPERTISE DES KATALYSE INSTITUTS E. V., KÖLN

Siehe „2. Anhang: Expertise des KATALYSE Instituts e. V., Köln“ auf Seite 305

3. INTEGRATION IN DIE AUFGABENSTELLUNG (ZUM ZIEL DER UMSETZBARKEIT)

Die Befragung der Wohnungswirtschaft erfolgte anhand eines Fragebogens, der in Zusammenarbeit mit dem Katalyse-Institut in Köln – vertreten durch Herrn Dipl.-Biol. Svend Ulmer – entwickelt wurde. Der Fragebogen wurde zum einen für eine persönliche Befragung der Vertreter der projektbeteiligten Unternehmen der Wohnungswirtschaft genutzt, zum anderen wurde er in eine Online-Umfrage eingebettet und diente somit der Befragung von Vertretern vieler anderer Unternehmen. Die Teilnehmer der Befragung waren jeweils Personen, die in Fachbereichen tätig sind, die den Einsatz der KWL aus kaufmännischer, architektonisch-technischer, strategischer Sicht oder hinsichtlich des Betreuungsaufwandes der Mieter verantworten bzw. beurteilen können.

Die ursprüngliche bundesweit geplante Online-Erhebung konnte letztendlich aus Datenschutzgründen nur regional organisiert werden. Hierzu wurden die verantwortlichen Vertreter aller deutschen Landesverbände der Wohnungswirtschaft kontaktiert und deren Bereitschaft zur Unterstützung bei der Datenerhebung abgefragt. Fünf Verbände sagten ihre Unterstützung zu, 44 Experten nahmen an der Umfrage insgesamt teil. Neben der Online-Befragung wurden zudem insgesamt 11 Experten aus den projektbeteiligten Wohnbaugesellschaften in persönlichen Interviews befragt.

- Die Online-Umfrage gliedert sich in die folgenden Teilbereiche:
- Organisationsbereich der teilnehmenden Person
- Expertise der teilnehmenden Person
- Kapazitäten zur Bearbeitung des Themas KWL im Unternehmen
- Einschätzungen zu und ggf. Erfahrungen mit der KWL
- allgemeine Bewertung der KWL
- Einschätzung zur Marktsituation

3.1 ERGEBNISSE DER AUSWERTUNG DER BEFRAGUNG DER WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die Ergebnisauswertung der Umfragen erfolgt zusammengefasst für die Online-Befragung und für die Interview-Befragung.

Nach Auswertung der Umfrageergebnisse kann festgehalten werden, dass in rund 40 % der befragten Unternehmen die kontrollierte Wohnraumlüftung (KWL) nicht standardmäßig bei einer energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden zum Einsatz kommt.

3.2 QUALITATIVE BEWERTUNG

In einer offenen Frage wurde nach den Gründen gefragt, warum der Einbau der KWL nicht grundsätzlich bei Sanierungsmaßnahmen ins Auge gefasst wird. Vorrangig wurden hohe Betriebskosten (71 %) genannt, welche die energetisch bedingten Einsparungen übertreffen und vom Mieter zu tragen sind. Als weitere Gründe werden die hohen Investitionskosten (48 %) sowie eine fehlende Nutzerakzeptanz (38 %) genannt. Als weitere Gründe werden der bauliche Aufwand und später auch der für Wartungszwecke erforderliche koordinative Aufwand genannt (19 %), ebenso wie ein unausgewogenes Kosten-Nutzen-Verhältnis (14 %), fehlende Fördergelder (5 %), Komforteinbußen (Trockene Luft, Geräuschentwicklung) durch den Einsatz der KWL (5 %) sowie der Platzbedarf als nicht ausgeglichen angesehen (14 %).

ABBILDUNG 2: Hemmnisse für den Einsatz der kontrollierten Wohnraumlüftung aus Sicht der Wohnungswirtschaft

Auch wenn die Gewichtung der in der Einleitung zitierten meistgenannten Hemmnisse für die breite Anwendung der KWL anders ausfällt, decken sich die genannten Aspekte mit den Ergebnissen der Umfrage des GdW aus dem Jahre 2006 [Vogler, 2006] (siehe Abbildung 1 auf Seite 42). Interessant ist, dass mittlerweile die vom Mieter zu tragenden Betriebskosten einen höheren Stellenwert bei der Beurteilung der breiten Umsetzbarkeit der KWL im Gebäudebestand einnehmen, als dies noch vor 10 Jahren der Fall war. Hier wird deutlich, dass die Wohnungswirtschaft ganz klar die Interessen des Mieters im Blick hat und die Betriebskosten nicht nur als durchlaufenden Posten ansieht.

Sofern die befragte Person bereits Erfahrungen mit der kontrollierten Wohnraumlüftung sammeln konnte, wurde sie aufgefordert, diese Erfahrungen kurz stichwortartig zu schildern. Als Erfahrungswert wurden am häufigsten zu hohe Kosten für die Anlage selbst und deren Betrieb angegeben (56 %). Die Nutzer sind häufig mit der Anlage unzufrieden oder verursachen durch deren Fehlbedienung Störungen und Ausfälle. Auch ein unangepasstes Lüftungsverhalten (z.B. Lüften per Dauerkipp trotz KWL-Betrieb) seitens der Nutzer wird häufig erwähnt (52 %). Gleichzeitig geben 28 % der Befragten an, seitens der Mieter positive Rückmeldungen zur KWL erhalten zu haben (28 %). Ebenso häufig wurde ein hoher Aufwand für die Planung und Ausführung der KWL sowie ein hoher Wartungsauswand der Anlage als Erfahrungswert angegeben (28 %). 12 Prozent der Befragten gaben an, mit der KWL die Schimmelbildung in Wohnungen nachhaltig vermeiden zu können.

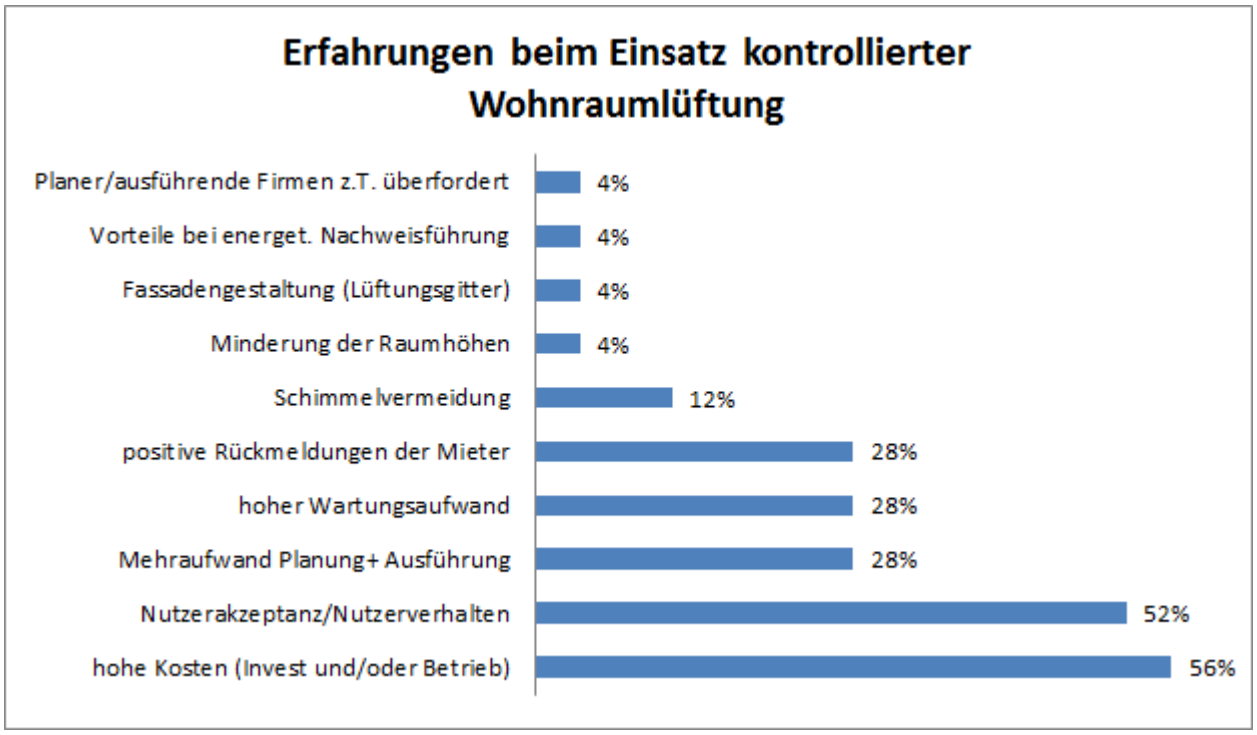


ABBILDUNG 3: Erfahrungswerte aus dem Einsatz der KWL im Miet-Wohnungsbau

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass hohe Betriebs- und Investitionskosten das Haupthemmnis bei der Umsetzung der KWL sind. Wird die KWL dennoch umgesetzt, sind diese Kosten weiterhin ein Aspekt, der am häufigsten seitens der Wohnungswirtschaft benannt wird. Das häufig genannte Hemmnis der fehlenden nutzerseitigen Akzeptanz oder eines unangepassten Nutzerverhaltens wird nach dem Einbau der KWL deutlich häufiger als Erfahrungswert angegeben. Das Nutzerverhalten und die Nutzerakzeptanz sind also nach der Umsetzung viel häufiger ein relevanter Aspekt als sie vorab eingeschätzt werden.

Der erhöhte Aufwand für Planung und Ausführung, aber auch die Schwierigkeit, die Anlagenkomponenten in einem Bestandsgebäude unterzubringen, werden als Erfahrungswert ebenfalls häufig genannt.

3.2.1 QUANTITATIVE BEWERTUNG

Neben der freien Beschreibung der Experteneinschätzungen und -erfahrungen wurden konkrete Aspekte der KWL abgefragt und um deren Bewertung gebeten. Die Bewertung erfolgte anhand einer Skala, die ein Spektrum von 1 bis 10 abdeckt, wobei 1 für „trifft überhaupt nicht zu“ und 10 für „trifft voll zu“ steht.

Die Aussage „Der Einbau der KWL in Bestandswohnungen ist baulich/technisch leicht möglich“ sehen 83 % der Befragten als „weniger zutreffend“ (Bewertung „5“) bis „überhaupt nicht zutreffend“ (Bewertung „1“) an. Dass die Energieeinsparung durch den Einsatz der KWL für den Mieter potenziell hoch ist, bewerten 71 % der Befragten ebenfalls als weniger bis überhaupt nicht zutreffend (Bewertung 1 bis 5). Die warmmieten-neutrale Umsetzung der KWL im Bestand sehen nahezu alle Experten (97 %) als weniger bis überhaupt nicht zutreffend an (Bewertung 1 bis 5).

Vorteile für den Mieter werden sowohl in der Verbesserung des Raumklimas als auch im besseren Schallschutz gegen Außenlärm (z.B. an viel befahrenen Straßen) gesehen, jeweils 53 % der Befragten gaben die Bewertung „trifft eher zu“ bis „trifft voll zu“ (Bewertung 8 bis 10) ab.

Die Einschätzung, ob das Nutzerverhalten entscheidend für den Erfolg der KWL ist, erfolgte mehrheitlich (76 %) mit eher zutreffend bis voll zutreffend (Bewertung 7 bis 10). 79 % der Experten sehen die enge Betreuung der Mieter vor, während und nach dem KWL-Einbau als erfolgsentscheidend an (Bewertung 7 bis 10), die Einweisung des Nutzers in die Bedienung der KWL wird von 88 % der Experten als erfolgsentscheidend angesehen (Bewertung 7 bis 10).

Dass die Wohnungsunternehmen durch die KWL in Bestandswohnungen von einer höheren Attraktivität profitieren, sehen viele Experten (67 %) als weniger zutreffend (5) bis überhaupt nicht zutreffend (1). Genauso wenig schätzen die Experten eine bessere Vermietbarkeit der Bestandswohnungen mit KWL als zutreffend ein. 84 % Prozent geben an, dass dies weniger bis überhaupt nicht zutrifft (Bewertung 1 bis 5).

Einen deutlichen Gewinn der Wohnungswirtschaft sehen die Experten in der Sicherstellung des Bauwerkschutzes durch die Sicherstellung eines permanenten Abführens nutzungsbedingter Feuchte. Hier geben 78 % der Befragten die Einschätzung ab, dass dies eher zutrifft bzw. voll zutrifft (Bewertung 7 bis 10).

In Bezug auf den Betrieb der Lüftungsanlage wurde ebenfalls die Bewertung verschiedener Aspekte abgefragt. Auch hier lag eine Bewertungsskala von 1 bis 10 zugrunde, allerdings wurde die textliche Einschätzung in „sehr gering“ bis „sehr stark“ abgewandelt. „Sehr gering“ entspricht der Bewertung 1, „sehr stark“ der Bewertung 10. Den Aufwand für die Kommunikation im Zusammenhang mit dem Nutzerverhalten wird von der Mehrheit der Befragten (38 %) als „stark“ zutreffend eingeschätzt. Ähnlich hoch (37 %) fällt der Aufwand für das Beschwerdemanagement durch nutzerseitige Fehlbedienung der KWL aus. Auch der Betreuungsaufwand der Mieter in der Bauphase schätzen die Experten mehrheitlich (31 %) als „stark“ zutreffend ein.

Zur Beurteilung der allgemeinen Marktsituation der KWL, speziell im Bereich des Mietwohnungsbaus, wurden die Experten der Wohnungswirtschaft gebeten, ihre bisherigen Wahrnehmungen hinsichtlich Beratungs- und Informationsangebot der Hersteller, Tauglichkeit der Systeme für die Integration in Bestandsgebäuden sowie den grundsätzlichen Marktwert der Wohnungswirtschaft für die Lüftungsindustrie einzuschätzen.

Mehr als die Hälfte der Befragten (52 %) schätzt die aktuell am Markt verfügbaren Systeme der KWL als „eher weniger“ bis „überhaupt nicht“ für den Bestand ausreichend und anwendbar ein (Bewertung 1 bis 5). Als Grund hierfür werden vor allem die Abmessungen der Komponenten und zu komplexe Systeme genannt. Es wird bemängelt, dass die Hersteller zu wenig die bekannten Probleme im Bestand aufgreifen. 36 % der Befragten sehen die erforderliche Variabilität in den angebotenen Lösungen dennoch gegeben (Bewertung 6 bis 10), 41 % tendieren zur gegenteiligen Einschätzung (Bewertung 1 bis 5). Die Wohnungswirtschaft erwartet dabei seitens der Herstellerfirmen und Planer eine ausführliche Beratung. Die Tendenz in der Wahrnehmung der Befragten geht jedoch dahin, dass sich die Wohnungsunternehmen von den Herstellern eher nicht ausreichend beraten und informiert fühlen. 45 % bewerten diese Frage mit „weniger zutreffend“ bis „überhaupt nicht zutreffend“ (Bewertung 1 bis 5), 30 % bewerten sie mit „etwas zutreffend“ bis „voll zutreffend“ (Bewertung 6 bis 10).

Mit 21 % schätzt es die Mehrheit der Befragten als „voll zutreffend“ ein (Bewertung 10), dass die Wohnungsunternehmen lukrative Kunden für die Lüftungsindustrie sind. Bei der Frage, ob die Hersteller die Wohnungsunternehmen mit ihrem Gebäudebestand als Kunden mit Potenzial sehen, gab die Mehrheit der Befragten die Einschätzung ab, dass dies „eher zutreffend“ sei (Bewertung 8). Hier wird die Wahrnehmung deutlich, dass die Lüftungsindustrie nach Einschätzung der Wohnungswirtschaft ihre Möglichkeiten im Bereich Beratung und Information noch nicht voll ausgeschöpft hat.

ZUSAMMENFASSEND KÖNNEN FOLGENDE SEITENS DER WOHNUNGSWIRTSCHAFT POSITIV BEWERTETEN ASPEKTE FESTGEHALTEN WERDEN:

Eine Lüftungsanlage dient dem Bautenschutz und verhilft dazu, Sanierungskosten im Bereich der Schimmelsanierung zu vermeiden. Mieter profitieren von einer besseren Raumluftqualität und ggf. von einem verbesserten Schallschutz gegen Schallimmissionen von außen (mit einer KWL können die Fenster eher geschlossen bleiben, die Wohnung wird dennoch mit ausreichend Frischluft versorgt).

NEGATIV ODER KRITISCH WERDEN DAGEGEN DIE FOLGENDEN ASPEKTE EINGESCHÄTZT:

Der Aufwand und die Kosten für den Einbau der KWL sind zu hoch. Die energetischen Einsparungen für den Mieter sind zu gering um eine warmmieten-neutrale Umsetzung zu ermöglichen. Die Wartungskosten übersteigen die Kostensenkung der Heizenergie, dem Mieter entstehen durch die KWL somit laufend Zusatzkosten. Dies und der aufwendige Einbau der KWL – unter dem der Mieter ebenfalls leidet – führen

zu einer sehr niedrigen Nutzerakzeptanz. Die Nutzerakzeptanz wird jedoch als entscheidender Aspekt für eine erfolgreiche KWL-Integration im Mietwohnungsbau angesehen.

Der Aufwand für die Kommunikation im Zusammenhang mit dem Nutzerverhalten sowie für die Betreuung der Mieter während der Bauphase wird als sehr hoch eingeschätzt. Auch der Aufwand für das Beschwerdemanagement nach Inbetriebnahme der KWL ist hoch. Gleichzeitig wird die ausführliche Nutzerbetreuung und -information im Planungs- und Bauprozess sowie eine sorgfältige Einweisung des Mieters in die Bedienung der Anlage bei Inbetriebnahme als Voraussetzung und Chance angesehen, die nutzerseitige Akzeptanz gegenüber der KWL zu fördern und ein angepasstes Nutzerverhalten zu erreichen.

Die Lüftungsindustrie scheint nicht im erforderlichen Maß Systeme zu forcieren, die den bekannten Anforderungen aus dem bewohnten Bestand entsprechen. Mehrheitlich kommt die Wohnungswirtschaft zu der Einschätzung, dass die am Markt verfügbaren Systeme nicht die erforderliche Variabilität aufweisen, um problemlos in der Bestandssanierung zum Einsatz zu kommen. Im Bereich der Bauherrenberatung sieht die Wohnungswirtschaft ebenfalls Potenzial, das bisher verfügbare Angebot zu verbessern.

4. RÜCKKOPPLUNG ZU AKTEUREN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Zum Teil herrscht bei der Wohnungswirtschaft Unsicherheit darüber, wie hoch der tatsächliche Nutzen einer Lüftungsanlage ist. Einerseits sind die Anschaffung, der Einbau und der Betrieb mit teilweise sehr hohen Kosten verbunden, andererseits liegt die Erzielung energetischer Einsparungen und des Bautenschutzes (Schimmelvermeidung) vollständig in der Hand des Nutzers.

Der Aufwand, den Nutzer bei der Planung und Ausführung von energetischen Sanierungsmaßnahmen und dem damit im Zusammenhang stehenden Einbau einer kontrollierten Wohnraumlüftung einzubeziehen, ist sehr hoch. Allerdings liegt genau darin der Großteil einer hohen Nutzerakzeptanz begründet. Der Wohnungswirtschaft kann nur empfohlen werden, frühzeitig den Mieter einzubeziehen, ihm ausreichend Möglichkeit zu geben, Rückfragen zur KWL zu stellen und ihn vor allem gut in die Bedienung der Anlage einzuweisen. Zusammenhänge zwischen einer manuellen Lüftung und der möglichen Heizenergieeinsparungen sowie dem Risiko die nutzungsbedingte Feuchte in ausreichendem Maße abzuführen, müssen verständlich veranschaulicht werden um ein entsprechendes Nutzerverhalten anzustoßen und gleichzeitig die Akzeptanz gegenüber der Technik zu fördern.

Die Wohnungswirtschaft sieht die Frage, wer in welchem Maße im Zusammenhang mit der ausreichenden Belüftung einer Wohneinheit was schuldet, rechtlich nicht klar genug beantwortet. Hierzu wurden im Rahmen des Forschungsprojekts ausführliche Informationen aufbereitet und stehen im AP 01 Recht zur Verfügung.

4.2 LÜFTUNGSINDUSTRIE

Herstellerseitig gilt es zu prüfen, inwiefern die Anlagenkomponenten für den Einbau im Bestand optimiert werden können (Aufbauhöhen, Volumina u. ä.). Dabei sollte insbesondere dem Umstand Rechnung getragen werden, dass die Wohnungen vielfach im bewohnten Zustand mit einer Lüftungsanlage ausgestattet werden. Ein schneller Einbau der Anlage und somit eine entsprechende Konzipierung der Komponenten ist unbedingt anzustreben.

Lösungen für die Notabschaltung der KWL sind zu optimieren und vor allem für die Nutzung im vermieteten Wohnraum anzupassen. Eine dauerhafte Außerbetriebnahme der KWL über den Notaus-Schalter sollte nicht möglich sein.

Viele Mieter klagen über zu lange und schwer verständliche Betriebsanleitungen für die in ihrer Wohnung verbauten Lüftungsanlagen. Hier erscheint ein neues Konzept erforderlich, das auf die Anwendung im Mietwohnraum optimiert ist. Betreiber und Nutzer sind nicht die gleich Person, folglich können viele Angaben in einer üblichen Bedienungsanleitung, die allein für den Betreiber relevant sind (z.B. Aspekte der Anlagenwartung), für die Mieter-Bedienungsanleitung entfallen. Das Dokument könnte so übersichtlicher und kürzer verfasst werden. Des Weiteren gilt es hierbei zu beachten, dass der Nutzer ggf. nicht technikaffin ist und unter Umständen auch Sprachbarrieren vorhanden sein können. Die Gestaltung der Bedienungsanleitung mit Piktogrammen könnte hier ggf. den Abbau von Hemmnissen fördern.

Seitens der Wohnungswirtschaft werden Informationen zu relevanten technischen Aspekten (Erfordernis Kondensatablauf, Elektroanschluss, Kernbohrungen, Wartungszyklen, Fernausleseoptionen, ...) und verschiedenen Systemlösungen gewünscht. Auch die Kostentransparenz für Planung, Einbau und Betrieb der KWL sind Teilbereiche, die herstellerseitig noch transparenter dargestellt werden sollten.

4.3 PLANER UND AUSFÜHRENDE FIRMEN

Die Wohnungswirtschaft nimmt bei Planern und ausführenden Firmen teilweise eine mangelnde Erfahrung mit der Integration der kontrollierten Wohnraumlüftung im Bestand wahr. Bauabläufe können sich dadurch verzögern und erhöhte Kosten für den Bauherrn entstehen.

Die fehlende Erfahrung der ausführenden Firmen wurde zum einen an der extrem hohen Bepreisung der Ausschreibungen deutlich, zum anderen an dem teilweise hohen Abstimmungsbedarf mit den Herstellern in der Ausführungsphase. Auch die nicht immer optimal gelöste Montage der Geräte und Komponenten lässt darauf schließen, dass wenig Erfahrung bei den Ausführenden vorhanden ist.

Seitens der Planer wurden kaum zusätzliche Vorgaben zu den von den Herstellerfirmen erarbeiteten Ausführungsvorschlägen gemacht. Während der Bauausführung wurden auftretende Probleme im laufenden Baustellenbeitrieb behoben.

Sowohl Planern als auch den Gewerken Elektro, Heizung/Lüftung, Trockenbau und Rohbau wird empfohlen, im Zusammenhang mit der kontrollierten Wohnraumlüftung entsprechende Schulungen in Anspruch zu nehmen. Neben dem rein lüftungsspezifischen Input sollten auch die Themen Hygiene, Schall- und Brandschutz abgedeckt werden.

5. PRAXISERFAHRUNG

Die baulich-technischen Abteilungen der Wohnbaugesellschaften sind in der Regel sehr versiert und gehen neue Fragestellungen strukturiert an. Die Vermutung, dass die ablehnende Haltung der Wohnungswirtschaft gegenüber der KWL in Informationsdefiziten begründet sei, konnte nicht bestätig werden. Vielmehr wurde deutlich, dass der Nutzen der KWL für die Wohnungswirtschaft nicht eindeutig abschätzbar ist. Das Risiko eines möglichen Schimmelschadens in einer Wohneinheit einer Investition von mehreren Tausend Euro gegenüberzustellen, führt bei einer rein wirtschaftlichen Betrachtung zu keinem Ergebnis, das für den Einbau einer KWL spricht.

Kostenaspekte der KWL werden herstellerseitig nicht transparent dargestellt. Kosten der Wartung und Instandsetzung werden bei der Betrachtung meist außen vor gelassen, spielen für die Wohnungswirtschaft jedoch eine entscheidende Rolle, da diese vom Mieter zu tragen sind und die Wohnungswirtschaft in der Regel bestrebt ist, ihre Mieter nicht übermäßig zu belasten.

Im Projektverlauf – insbesondere in der Planungsphase – wurde deutlich, dass die Integration der KWL in Bestandswohnungen nicht immer zufriedenstellend umzusetzen ist. So müssen geringe Raumhöhen (meist in der Diele) toleriert werden, der Platzbedarf der Anlagen ist teilweise so hoch, dass die

Wohnflächenberechnung einzelner Wohneinheiten angepasst werden musste, weil beispielsweise ein Abstellraum nach dem Einbau der KWL nicht mehr zur Verfügung stand.

KWL-Komponenten wurden von den ausführenden Firmen z. T. so montiert, dass zur Verfügung stehende Flächen und Höhen nicht optimal genutzt werden konnten. Auch nachgelagerten Gewerken, wie dem Trockenbau, musste vermittelt werden, dass die Montage der Abhangdecke unbedingt mit dem Ziel der Erreichung einer maximalen lichten Raumhöhe zu erfolgen hat. Typisches Beispiel in diesem Zusammenhang sind Wanddurchbrüche in Deckennähe zur Durchführung der Lüftungskanäle in die einzelnen Nutzräume. Die unebenen Randbereiche der Wanddurchbrüche können durch das Herabsetzten der vorgesehenen Deckenhöhe verdeckt werden oder aber sie werden sauber verspachtelt und es wird dadurch ermöglicht, die Abhangdecke um mehrere Zentimeter anzuheben. Planer, Bauleitung und ausführende Firmen sind diesbezüglich nicht ausreichend sensibilisiert, was teilweise zu Rückbauarbeiten und Verzögerungen im Bauablauf führte.

Die sehr hohe Bepreisung des Einbaus der KWL in der Angebotsphase lässt darauf schließen, dass die ausführenden Firmen hohe Risikoaufschläge einkalkulieren, da sie nicht auf Erfahrungen bezüglich des tatsächlichen Aufwands einer KWL-Installation zurückgreifen können.

Gekürzte und leicht verständliche Kurzanleitungen für den Betrieb der Anlagen, die für die Nutzung durch den Mieter bestimmt sind (und in der viele betreiberrelvante Inhalte entfallen können), hatte keiner der beteiligten Hersteller vorrätig. Nach einem entsprechenden Appell an die Herstellerfirmen, erarbeitete ein Hersteller einen Entwurf für eine Kurz-Betriebsanleitung, die aktuell von einem der beteiligten Wohnbauunternehmen angepasst wird. Ein entsprechendes, leicht verständliches Dokument wird seitens der Verfasser als wichtiger Baustein in der Erhöhung der Nutzerakzeptanz gesehen.

6. ZUSAMMENFASSUNG: GELÖSTE FRAGEN / OFFENE FRAGEN

Hohe Investitionskosten werden zusammen mit den Betriebskosten als eines der Haupthemmnisse bei der KWL-Integration in der energetischen Sanierung bestätigt. Die Betriebskosten fallen langfristig an und werden über die Nebenkostenabrechnung an den Mieter weitergegeben, jedoch bietet nicht jede Marktlage den Spielraum dafür, diese Kosten auch tatsächlich an den Mieter weitergeben zu können. Auch eine Attraktivitätssteigerung der Wohnung durch die KWL und somit deren bessere Vermietbarkeit, wird seitens der Wohnungswirtschaft mehrheitlich nicht gesehen. Vorteile werden jedoch eindeutig im Bautenschutz, also der Minderung von rein nutzungsbedingten Schimmelschäden (ohne Bauwerksundichtigkeiten o. ä.), gesehen.

Die Kosten, die im Zusammenhang mit der KWL stehen, spielen auch in Bezug auf die Nutzerakzeptanz eine wichtige Rolle. Diese wird seitens der Wohnungswirtschaft als entsprechend gering eingeschätzt. Ohne das Mitwirken des Nutzers kann die KWL jedoch nicht korrekt betrieben werden. Schalten Mieter die Anlage aus Angst vor hohen Stromkosten oder Behaglichkeitseinbußen oder aufgrund hygienischer Bedenken aus, war die Investition des Bauherrn umsonst und weder Bauherr noch Mieter schöpfen die Vorteile der KWL aus.

Die Vermutung, dass die zurückhaltende Haltung der Wohnungswirtschaft gegenüber der KWL-Integration bei der energetischen Sanierung im Mietwohnungsbestand aus fehlender Kenntnis und einem Informationsdefizit herrührt, hat sich nicht bestätigt. Die Bedenken auf Bauherrenseite sind berechtigt: die Wohnungswirtschaft muss sämtliche Investitionen tätigen, der Einbau der KWL ist technisch und baulich aufwendig, der Betrieb der Anlage rein vom Nutzer abhängig. Belastbare Einschätzungen über den tatsächlichen Nutzen der Investition können kaum vorgenommen werden.

Die Kosten, die ggf. jährlich aus der Sanierung von Feuchteschäden herrühren, sind im Vergleich zu den Kosten für die KWL-Integration zu niedrig, um wirtschaftliche Synergien und relevante Einsparungen kalkulieren zu können.

Die Anforderungen aus dem Bestand finden aus Sicht der Wohnungswirtschaft nicht ausreichend Berücksichtigung in den am Markt angebotenen Systemlösungen. Die Komponenten sind sehr groß und nur schwer in einer bewohnten Wohnung unterzubringen, ohne die Raumhöhe im Flurbereich deutlich zu verringern oder gar die Wohnfläche der Wohneinheit zu mindern. Je nach Modell kann die KWL einen bestehenden Abstellraum füllen und diesen somit als solchen unbrauchbar machen. Die angebotenen Systeme erscheinen stellenweise nicht flexibel genug, um auf Gegebenheiten im Bestand zu reagieren. In einem Fall wurde ein Lüftungssystem sogar ausgeschlossen, da die Aufbauhöhe von Lüftungsgerät und Luftkanälen so groß war, dass die Raumhöhe auf ein nicht mehr zumutbares Maß hätte gemindert werden müssen. Eine ausreichende Variabilität der Systeme, um weitestgehend gut in Bestandsgebäuden integriert werden zu können, wird von der Wohnungswirtschaft nur teilweise gesehen.

Der Wartungsaufwand für die Lüftungsanlagen ist zu hoch. Eine Sichtprüfung und ggf. ein Filterwechsel muss bis zu viermal im Jahr durchgeführt werden. Die Wartung erfordert – je nach Lüftungssystem – den Zutritt zur Wohnung. Dies löst einen Koordinationsaufwand beim Vermieter aus, der indirekt auch als „Betriebskosten“ verbucht werden muss. Der Mieter muss für die Wartung zu Hause sein und die Wartungskosten müssen in Form von Nebenkosten vom Mieter getragen werden. All diese Faktoren belasten die Akzeptanz sowohl auf der Nutzer- als auch auf der Investorenseite.

Eine hohe Bedienerfreundlichkeit der Anlage baut auf Seiten der Nutzer Berührungsängste ab und wird von den Verfassern als akzeptanzfördernd eingeschätzt. Die Anlagen verfügen meist über eine drei- bis fünfstufige Schaltung, die selbsterklärend zu bedienen ist. Wann die Anlage in welcher Stufe betrieben werden muss, erfährt der Nutzer im Rahmen der Einweisung. Sofern die Einweisung gründlich und verständlich erfolgt, sehen die Verfasser hier kein Verbesserungspotenzial. Bezüglich der gerätespezifischen Betriebsanleitung in Papierform, sind anwendbare Formate jedoch kaum vorhanden. Die Betriebsanleitung umfasst häufig mehrere Dutzend Seiten, in denen sich der ungeübte Laie nur schwer zurechtfindet. Die Anleitung muss kurz und übersichtlich sein und nur die wichtigsten, für den Mieter relevanten, Angaben beinhalten. So können beispielsweise alle Angaben, die vom Betreiber der Anlage (Vermieter) durchzuführen sind, aus der Mieter-Anleitung gestrichen werden.

Schulungsbedarf im Bereich der Wohnraumlüftung wird sowohl bei den Planern als auch bei den ausführenden Firmen gesehen. Ein entsprechendes Schulungsangebot sollte forciert werden und entsprechende Anreize für die betroffenen Gewerke (Rohbau, Elektro, Lüftung, Trockenbau), diese Schulungsangebote zu nutzen, geboten werden. Es gilt zu prüfen, welche Stelle hierfür am besten geeignet wäre, um neben dem technischen Wissen auch die Themen Hygiene, Schall- und Brandschutz abzudecken.

AP03 NUTZERAKZEPTANZ

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

Seitens der Kritiker der kontrollierten Wohnraumlüftung werden immer wieder zwei Punkte vorgetragen, die auf den Nutzer abzielen. Zum einen wird behauptet, dass Lüftungsanlagen von Nutzern kritisch bis negativ bewertet werden (Stichworte: Behaglichkeit, Zugluftерscheinungen, Bevormundung, etc.) und somit ein großes Akzeptanzproblem haben. Zum anderen wird behauptet, dass die Energieeinsparpotentiale durch ein unangepasstes Lüftungsverhalten der Nutzer (z.B. durch erhebliche Fensterlüftung im Winter) zunichte gemacht werden und sich eine Investition aus diesem Grunde nicht lohnt (vgl. z. B. [Vogler, 2006, S. 91–92]).

Der ersten Frage soll in diesem Kapitel nachgegangen werden. Die zweite Frage wird im „AP 04 Nutzerverhalten“ auf Seite 64 behandelt. Des Weiteren sei an dieser Stelle auch auf die Arbeitspakete verwiesen, die andere in Bezug auf die Nutzerakzeptanz relevante Themen behandeln: „AP 09 Hygiene“ auf Seite 114, „AP05 Thermische Behaglichkeit“ auf Seite 71 sowie „AP07 Schallschutz“ auf Seite 86.

Die im Rahmen einer Fachliteraturrecherche gesammelten Studien [Flade et al., 2003], [Greml et al., 2004, S.102], [Heinz, 2011, S. 269–270], [Hacke et al., 2006, S. 94–95], [Hübner et al., 2003], [Feist et al., 1997], [Ebel et al., 2003] beschränken sich auf Befragungen von Nutzern, die Erfahrungen mit Lüftungsanlagen haben und geben daher keinen Aufschluss darüber, wie Personen ohne eigene Erfahrungen diese bewerten. Sie [Flade et al., 2003, Kapitel 9] weisen lediglich nach, dass die Akzeptanz der Nutzer mit der Dauer der Nutzung steigt. Es tritt also eine Gewöhnung an die Technik ein. Auch die Anforderung, Fenster im Winter im Sinne einer Energieeinsparung nach Möglichkeit geschlossen zu halten, empfinden mit der Zeit immer weniger der befragten Nutzer als eine Einschränkung. Es bleibt jedoch festzustellen, dass eine mangelnde Nutzerakzeptanz indirekt ein Hemmnis bei der Umsetzung von Lüftungsanlagen ist. Daher kommt der Beantwortung der im Folgenden formulierten Fragen eine zentrale Bedeutung hinsichtlich der Beseitigung dieser Hemmnisse zu:

- Wie hoch ist Akzeptanz/Ablehnung bei Mietern gegenüber der KWL, die bisher keine KWL in ihrer Wohnung eingebaut hatten?
- Was sind die größten Sorgen/Ängste der Mieter, bei denen ein Einbau einer KWL ansteht?
- Wie kann diesen Sorgen begegnet, wie können diese Ängste ausgeräumt werden?
- Wie kann dafür gesorgt werden, dass Mieter den Mehrwert (Komfort, Raumluftqualität, ...) einer KWL erkennen?
- Welche Fragen haben Mieter bzgl. der Bedienung einer KWL?
- Wie kann sichergestellt werden, dass Mieter den richtigen Umgang mit einer KWL optimal erlernen?

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Ein repräsentativer Anteil der Bewohner der geplanten Referenzprojekte soll im Rahmen einer sozialwissenschaftlichen Untersuchung befragt werden. Vorzugsweise soll die Befragung Personen berücksichtigen, die bereits vor der Modernisierung in den Referenzobjekten lebten. Die Befragung erfolgt jeweils vor und nach Durchführung der Modernisierungsmaßnahme.

- Erarbeitung von Erhebungsbögen in Zusammenarbeit mit einem Sozialwissenschaftler
- Durchführung, Dokumentation und Auswertung der Erhebung zur Nutzerakzeptanz

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Während der Bauphase zeichnete sich ab, dass den Mietern nicht klar war, welches Ausmaß der bauliche Eingriff für die Modernisierung ihrer Wohnungen insgesamt annehmen würde. Die KWL-Installation erfolgte teilweise zusammen mit einer Badsanierung, einem Fensteraustausch, einer Fassadendämmung und einer Balkonbelagserneuerung. Insofern kann bezogen auf die Eindrücke der Mieter nicht immer direkt allein auf die Einbringung der KWL geschlossen werden. Dennoch wurde deutlich, dass viele Mieter die anstehenden Baumaßnahmen völlig falsch eingeschätzt haben. Es ist also sinnvoll und im Hinblick auf die Akzeptanz gegenüber der KWL auch erforderlich, dem Mieter gegenüber den Bauablauf im Vorfeld genauer zu schildern. Worauf hierbei besonders zu achten ist, gilt es ebenfalls herauszuarbeiten.

Konkret auf die KWL bezogen, wurde bei den wohnungszentral betriebenen Geräten mieterseitig häufig die Anlagengröße beanstandet und zwar immer dann, wenn es sich um ein wandhängendes Gerät handelte. Nach dem Einbau des Gerätes war die weitere Nutzung des Abstellraumes sehr eingeschränkt möglich. Auch die für die Kanalführung z. T. erforderlichen Abkofferungen in den einzelnen Räumen trafen nicht immer auf die Zustimmung der Mieter. Es stellt sich auch hier die Frage, inwiefern hier eine bessere Aufklärung des Mieters im Vorfeld der Maßnahmenumsetzung erfolgen kann, um so die Nutzerakzeptanz gegenüber der KWL zu fördern.

2. EXPERTISE DES KATALYSE INSTITUTS E. V., KÖLN

Siehe „2. Anhang: Expertise des KATALYSE Instituts e. V., Köln“ auf Seite 305

3. INTEGRATION IN DIE AUFGABENSTELLUNG (ZUM ZIEL DER UMSETZBARKEIT)

Die Mieter wurden jeweils vor dem Einbau der Anlagen (Phase 1 = P1), kurz nach deren Einbau (Phase 2 = P2) und nach der ersten Heizperiode einige Monate nach dem Einbau (Phase 3 = P3) befragt. Die Frageinhalte unterschieden sich in P1 (mit dem Focus auf die Erwartungen) gegenüber P2 (mit dem Focus auf die Erfahrungen).

Die Anzahl der Befragten in den Phasen P1 bis P3 unterscheidet sich je nach der jeweiligen Beteiligungsmöglichkeit der einzelnen Mietparteien. In Phase 1 wurden auch Befragungen mit Mietparteien durchgeführt, die in der Folge keine KWL erhielten.

Befragungsphase	Anzahl der Befragten
P1 - vor Einbau	22 Mietparteien
P2 - kurz nach Einbau	6 Mietparteien

Befragungsphase	Anzahl der Befragten
P3 - nach mehrmonatiger Nutzungszeit	12 Mietparteien

ABBILDUNG 4: Befragung

Die Befragung ist aufgrund der Anzahl der Interviewpartner nicht repräsentativ und kann somit nicht für das Ableiten allgemeingültiger Aussagen herangezogen werden. Doch war aufgrund der kleinen Nutzergruppe ein relativ enger Kontakt zu den Beteiligten im Bauverlauf möglich, der teilweise eine weitere Schärfung der Mietersicht ermöglichte.

Die niedrige Anzahl der Befragten in Phase 2 liegt darin begründet, dass aufgrund von Mieterwechseln Anlagen teilweise in unbewohntem Zustand eingebaut wurden oder ein Mieterwechsel zwischen der ersten und zweiten Befragung dazu führte, dass die neuen Mieter den Bauablauf nicht miterlebt haben. Krankheitsbedingt kam es ebenfalls zu zwei Ausfällen in der zweiten Interviewphase.

3.1 ERFAHRUNGEN MIT KWL

Zu Beginn der Umfrage wurden die Mieter gefragt, ob sie selbst oder jemand aus ihrem Bekannten- oder Freundeskreis bereits Erfahrungen mit kontrollierter Wohnraumlüftung (KWL) haben. Bis auf eine Person hatte bisher niemand in einer Wohnung mit eingebauter KWL gewohnt. Vier Befragte hatten jemanden im Freundeskreis, der eine KWL nutzt.

Die Erfahrungen im Freundesreis waren vorwiegend positiv hinsichtlich der Raumluftqualität, die auch trotz Abwesenheit und geschlossenen Fenstern als sehr gut empfunden wurde. In einem Fall konnte ein bestehender Schimmelschaden im Badezimmer trotz Lüftungsanlage nicht gemindert werden. Die persönliche Erfahrung einer der Mieter war negativ, bei der Abluftanlage kam es zu Beeinträchtigungen des thermischen Komforts aufgrund von Zugerscheinungen.

Erwartungsgemäß waren jedoch bei der Mehrheit der Befragten keine Erfahrungswerte mit der kontrollierten Wohnraumlüftung vorhanden.

3.2 ERWARTUNGEN DES NUTZERS AN DIE KWL

Die Erwartungen der Mieter an die KWL, die in einer offenen Frage abgefragt wurden (Welches Bild haben Sie, was eine KWL in Ihrer Wohnung bewirken kann?), waren in den Grundzügen eher positiv. In dem meisten Fällen wurde das Abführen von Feuchtigkeit und eine bessere Luftqualität in der Wohnung benannt.

positive Erwartungen	negative Erwartungen
■ Abführen von Feuchtigkeit ■ schnelleres Abführen von Gerüchen ■ „automatisches“ Lüften der Wohnung ■ keine Insekten in der Wohnung, da Fenster geschlossen bleiben können ■ Energieeinsparung ■ angenehmes Raumklima ■ bessere Luftqualität für Allergiker ■ erholsamer Schlaf ■ Schimmel wird beseitigt	■ Lärmbelästigung durch die KWL ■ räumliche Beeinträchtigung durch die KWL

ABBILDUNG 5: Erwartungen des Nutzers an die KWL

Aus den Rückmeldungen der Mieter kann geschlossen werden, dass in Grundzügen die Vorteile der kontrollierten Wohnraumlüftung (Filterung der Luft, Abführen von Gerüchen und Feuchte) bekannt sind und auch als solche angesehen werden. Interessant ist an dieser Stelle, dass im Zuge der Erwartungsabfrage kaum Rückmeldungen zu möglichen Energiekosteneinsparungen durch die KWL genannt wurden (1 Nennung bei 22 Befragten). Ebenso wenig wird an dieser Stelle das Thema Strombedarf der KWL thematisiert (die Kosten hierfür hat der Mieter zu tragen).

Hinsichtlich der Modernisierungsmaßnahmen an sich und den damit zusammenhängenden Bauarbeiten, wurden als befürchtete Beeinträchtigungen für den Mieter besonders folgende Aspekte benannt:

- Staub in der Einbauphase
- in der Einbauphase wird man sich in der eigenen Wohnung fremd fühlen
- Schäden am Mietereigentum

Der Fragebogen beinhaltete neben den frei vom Mieter zu benennenden Erwartungen an die KWL und die Baumaßnahme auch eine Liste mit jeweils sieben positiven und sieben negativen Auswirkungen. Diese sollten vom Mieter bewertet werden. Die Bewertungsskala reichte von 1 „so gut wie gar nicht“ bis 10 „sehr stark“. In der nachfolgenden Tabelle wird die Einschätzung der Mieter über das Ausmaß der verschiedenen Aspekte, geordnet nach deren Bewertung (nach Größe absteigend), dargestellt.

Befragung P1 - vor Einbau	Anzahl der Nennungen	Mittelwert Bewertung*
Staub beim Einbau	18	8,4
frischere Luft in der Wohnung	18	8,3
schnelleres Abführen Gerüche	17	8,2
schnelleres Abführen Luftfeuchtigkeit	17	8,1
weniger Zugluft	15	7,9
geringere Pollen- und Staubbelastung	17	7,8
Lärm beim Einbau	16	7,6
niedrigere Heizkosten	16	7,4
geringere jährliche Nebenkosten	16	6,2
Geräuschemissionen der KWL	16	5,4
höhere jährliche Nebenkosten	11	4,8
schlechtere Luft in der Wohnung	15	1,8
mehr Zugluft	10	1,8
unangenehmes Raumklima in der Wohnung	11	1,6
*** Bewertung „erwartetes Eintreten eines Effekts“: 1 = so gut wie gar nicht, 10 = sehr stark**		

ABBILDUNG 6: Bewertung der Erwartungen des Nutzers an die KWL und deren Einbauphase

Die Mieter rechnen vor allem mit besonders viel Staub beim Einbau der KWL. Durch den Betrieb der KWL erwarten sie vor allem frischere Luft in der Wohnung sowie ein schnelles Abführen von Luftfeuchtigkeit und Gerüchen (Mittelwert Bewertung > 8). Dagegen wird so gut wie gar nicht erwartet, dass durch die KWL die Luft in der Wohnung schlechter wird, es mehr Zugluft oder ein grundsätzlich unangenehmes Raumklima in der Wohnung geben wird (Mittelwert Bewertung < 2).

Die Einsparungen bei der Heizenergie durch die KWL werden tendenziell höher bewertet (Mittelwert Bewertung 7,4), die Entwicklung der Nebenkosten, unter die auch die Betriebskosten der KWL fallen, wird teilweise als steigend (Mittelwert Bewertung 4,8), teilweise als fallend (Mittelwert Bewertung 6,2) bewertet. Hier ist anzumerken, dass die Nebenkosten häufig im Bereich 8–10 und 2–3 bewertet wurden, die Mieter also sehr differenzierte Erwartungen an die Entwicklung der Nebenkosten haben.

3.3 ERWARTUNGEN DES NUTZERS AN DIE PLANUNG DER BAUMASSNAHMEN

Neben den Fragen zur KWL an sich wurden auch Fragen zur gewünschten Information im Vorfeld des KWL-Einbaus gestellt. Hier wurde deutlich, dass der Mieter sehr detaillierte Informationen zu den durch die Anlage verursachten Betriebskosten wünscht. Des Weiteren wünscht der Mieter Aufklärung darüber, wo und wie die KWL und ihre Komponenten in seiner Wohnung eingebaut werden. Auch die Größe und das Aussehen der Anlage sind Aspekte über die der Mieter gern im Vorfeld Informationen erhalten möchte.

Als besonders wichtig wird die Bauzeitenplanung und die Betreuung der Mieter in der Bauphase durch einen Vermieter-Vertreter gesehen. Die zum Teil berufstätigen Mieter müssen für die Zeit der Baumaßnahmen ggf. Urlaub nehmen und müssen sich auf die Terminplanung der Baumaßnahmen verlassen können. Für alle im Bauablauf auftretenden Fragen sollte zudem regelmäßig ein Ansprechpartner vor Ort verfügbar sein, an den sich die Mieter wenden können.

3.4 ERFÜLLUNGSGRAD DER ERWARTUNGEN DES NUTZERS AN DIE KWL

Die Erwartungen des Nutzers an die KWL wurden kurz nach Einbau der Anlage (P2) und nach einer mehrmonatigen Nutzungszeit – je nach Pilotprojekt ca. September 2016 bis März 2017 (P3) - hinsichtlich des Erfüllungsgrades erneut abgefragt. Auch hier wurde die Bewertungsskala von 1 (= so gut wie gar nicht) bis 10 (= sehr stark) zugrunde gelegt.

Befragung P2 (kurz nach Einbau)			Umfrage P3 (nach mehrmonatiger Nutzungszeit)	
Effekt	Anzahl der Nennungen	Mittelwert Bewertung	Anzahl der Nennungen	Mittelwert Bewertung
Staub beim Einbau	4	7,3	5	6,8
weniger Zugluft	3	6	7	4,6
frischere Luft in der Wohnung	6	5,5	11	6,7
Raumtemperaturen als positiv verändert wahrgenommen	3	5	7	5,9
schnelleres Abführen Luftfeuchtigkeit	4	4,5	9	6,1
Geräuschemissionen der KWL	6	4,5	10	3,8
schnelleres Abführen Gerüche	4	4	9	5,6
geringere Pollen- und Staubbelastung	4	3,3	7	4,6
höhere jährliche Nebenkosten	1	3	2	8
mehr Zugluft	5	2,6	9	3

*** Bewertung „Erfüllungsgrad eines Effekts“: 1 = so gut wie gar nicht, 10 = sehr stark**

Befragung P2 (kurz nach Einbau)			Umfrage P3 (nach mehrmonatiger Nutzungszeit)	
Effekt	**Anzahl der Nennungen**	**Mittelwert Bewertung**	**Anzahl der Nennungen**	**Mittelwert Bewertung**
schlechtere Luft in der Wohnung	5	2	7	1,7
Raumtemperatur als negativ verändert wahrgenommen	4	1,5	6	1,8
unangenehmes Raumklima in der Wohnung	5	1,2	7	1,4
niedrigere Heizkosten	1	1		
geringere jährliche Nebenkosten	1	1	0	-
*** Bewertung „Erfüllungsgrad eines Effekts“: 1 = so gut wie gar nicht, 10 = sehr stark**				

ABBILDUNG 7: Erfüllungsgrad der Erwartungen an die KWL – kurz nach Einbau und nach mehrmonatiger Nutzungszeit

3.4.1 PHASE 2 - KURZ NACH DEM EINBAU DER KWL

Nach dem Einbau der KWL bestätigte sich die Erwartung der Mieter, dass die Bauarbeiten mit einem hohen Staubaufkommen einhergehen. Allerdings fällt die Beeinträchtigung durch Staub nicht so gravierend aus wie erwartet. Die Effekte frischere Luft in der Wohnung und schnelleres Abführen von Luftfeuchtigkeit und Gerüchen treffen in deutlich geringerem Maße ein, als es die Mieter vor den Einbau erwartet haben. Auch ein vermindertes Pollen- und Staubaufkommen in der Wohnung stellt sich aus Nutzersicht nicht ein. Grundsätzlich fallen alle Bewertungen des Erfüllungsgrades nicht so hoch aus, wie die Erwartungen an die verschiedenen Aspekte vor dem Einbau.

Den Erfüllungsgrad der Aspekte „weniger Zugluft“ und „Geräuschemissionen der KWL“ ist geringer als die Erwartungshaltung gegenüber diesen Teilaspekten, der Unterschied der Einschätzung vor und nach dem Einbau fällt jedoch moderat aus.

Die Erwartungen, dass durch die KWL Heizenergie und Nebenkosten eingespart werden können, werden als überhaupt nicht zutreffend bewertet, allerdings gab es zu dieser Frage nur eine Rückmeldung aus dem Kreis der Befragten. Eine weitere Einzel-Rückmeldung sieht dagegen „höhere jährliche Nebenkosten“ durch den Betrieb der KWL als eher nicht zutreffend an. In der ersten Umfrage wurden niedrigere Heiz- und Nebenkosten tendenziell „stark“ erwartet (7,4), höhere jährliche Nebenkosten „eher schwach“ (4,8).

Dagegen hat sich die Erwartung, dass sich durch die KWL die Luft oder das Raumklima in der Wohnung nicht verschlechtern werden, erfüllt.

Hinsichtlich der Zugluft ist der Erfüllungsgrad nach dem Einbau nicht so hoch wie die Erwartungshaltung. Hier fällt unter anderem ein Fall stark ins Gewicht, der über starke Zugerscheinungen klagte und dementsprechend den Aspekt „mehr Zugluft“ mit einem „stark“ bis „sehr stark“ bewertete (9).

3.4.2 PHASE 3 - NACH MEHRMONATIGER NUTZUNG DER KWL

Nach einer mehrmonatigen Nutzungszeit der KWL verschiebt sich die Relevanz einzelner Erwartungen deutlich. Für einige Mieter ist nun klar, dass die jährlichen Nebenkosten, bedingt durch die KWL, steigen werden. Diese Erwartung wird in zwei von zwei Nennungen als „stark“ bewertet (8). Bei der Einschätzung der Einsparungen von Heizenergiekosten und jährlichen Nebenkosten enthielten sich die Befragten in der dritten Phase meist, da die Jahreskostenabrechnung noch nicht vorlag.

Weiterhin werden die Erwartungen der Mieter, dass die Bauarbeiten mit einem hohen Staubaufkommen einhergehen und die KWL für frischere Luft in der Wohnung und ein schnelleres Abführen von Luftfeuchtigkeit und Gerüchen sorgt, als erfüllt bewertet. Allerdings fällt der Erfüllungsgrad geringer aus als die ursprüngliche Erwartung (Mittelwert Bewertung: minus 1,6 bis 2,0 Punkte). Auch das Pollen- und Staubvorkommen in der Wohnung sowie weniger Zugluftерscheinungen werden nicht in dem Maße gemindert wie erwartet (Mittelwert Bewertung: jeweils minus 3,2 Punkte). Die Erwartung, dass durch die KWL mehr Zugluft in der Wohnung auftreten wird, wird nach Einschätzung der Nutzer nicht in dem erwarteten Maß erfüllt (Mittelwert Bewertung: plus 1,2 Bewertungspunkte).

Die Erfahrungen hinsichtlich eines schnelleren Abführens von Feuchtigkeit und Gerüchen blieb im Durchschnitt hinter den Erwartungen zurück, ebenso die Erfüllung der Erwartung, dass die Luft in der Wohnung mit der KWL frischer sein wird. Die Rückmeldungen in der Befragung nach einer mehrmonatigen Nutzungszeit ergaben im Durchschnitt eine um 1,6 (Gerüche und frischere Luft) bis 2,0 Punkte (Feuchte) niedrigere Bewertung als in der Befragung vor dem Einbau.

Die Erwartung, dass sich durch die KWL die Luft oder das Raumklima in der Wohnung nicht verschlechtern werden, hat sich aus Sicht der Mieter erfüllt.

3.4.3 ZWISCHENFAZIT ERWARTUNG – ERFAHRUNG

Aus den Befragungsergebnissen wird deutlich, dass die Wahrnehmung für das Maß der Belastung durch Staub und Schmutz in der Einbauphase mit fortschreitender Zeit abnimmt. Je weiter also die Baumaßnahme in die Vergangenheit rückt, desto weniger belastend werden die damaligen Beeinträchtigungen eingeschätzt. Auch die erwarteten Geräuschemissionen durch das Lüftungsgerät werden nach der mehrmonatigen Nutzungszeit durchschnittlich deutlich geringer bewertet, als von den meisten Bewohnern zunächst eingeschätzt.

Mit fortschreitender Nutzungszeit der Anlage wird jedoch die Sorge größer, dass die anlagenbedingten Strom- und Nebenkosten zu deutlich höheren finanziellen Belastungen für den Mieter führen. Ob und in welchem Maß dies eintrifft, konnte während der Projektlaufzeit nicht geklärt werden, da keine Nebenkostenabrechnung für ein ganzes Nutzungsjahr ausgewertet werden konnte. Der Strombedarf je Anlage konnte jedoch für die wohnungszentralen Lüftungssysteme und die gebäudezentrale Anlage abgelesen werden. Der durchschnittliche monatliche Stromverbrauch beträgt demnach rund 10 kWh je Wohneinheit und Monat – sowohl für ein wohnungszentrales als auch für das gebäudezentrale Gerät.

Die Rückmeldungen zum Aspekt geringeres Staub- und Pollenaufkommen sowie weniger Zugluft in der Wohnung fiel in der dritten Befragung ebenfalls deutlich geringer aus als bei der Erwartungsabfrage. Die Befragten bewerten ihre Erfahrungen mit 3,2 Punkten unter den ursprünglichen Erwartungen. Hier ist auf einen Zusammenhang zum Lüftungsverhalten (siehe hierzu auch AP 04) der Befragen hinzuweisen. Die Befragten, die auch nach dem Einbau der KWL mehrmals täglich, nachts oder tendenziell per Dauerkippstellung lüften, bewerteten die Erfahrungen zu den Aspekten „Pollen- und Staubaufkommen“ sowie „weniger Zugluft“ deutlich schlechter, als Nutzer, die wenig „manuell“ lüften. Mit fallender Fensterlüftungsdauer werden die Erfahrungen zum „verminderten Pollen- und Staubaufkommen“ sowie „weniger Zugluft“ in der Wohnung besser bewertet.

3.5 BEEINTRÄCHTIGUNGEN DURCH DEN EINBAU DER KWL

In den Interviews nach dem Umbau wurde nach den Beeinträchtigungen durch die Baumaßnahme und deren Dauer gefragt. Die Beeinträchtigungen durch die Bauarbeiten allein im Hinblick auf die KWL zu bewerten, ist in vielen Pilotobjekten leider nicht möglich, da zeitgleich auch die Bäder saniert wurden und es somit nicht immer möglich ist nachzuhalten, welche Beeinträchtigungen tatsächlich dem Einbau der KWL zuzuschreiben sind. Die Befragten, bei denen raumweise KWL-Systeme verbaut wurden, haben „keine Beeinträchtigungen“ im Bauprozess angegeben. Hier ist anzumerken, dass die Baumaßnahme je Wohneinheit zwei bis drei Stunden dauerte und die Kernbohrungen von einem darauf spezialisierten Unternehmen im Trockenverfahren durchgeführt wurden.

Mieterseits wurde häufig eine schlechte Baustellenkoordination als Beeinträchtigung benannt. Teilweise wurde die Dauer der Bauarbeiten und der damit einhergehenden typischen Beeinträchtigungen mit „mehrere Wochen“, „gute zwei Wochen“ „3,5 Wochen“ angegeben. Dies sind Zeiträume, die für den Mieter bei Bautätigkeiten in einer bewohnten Wohnung sehr belastend sind.

Die für den Einbau der KWL erforderlichen Wanddurchbrüche und das damit verbundene Lärm- und Staubaufkommen wurde von vielen Mietern als große Beeinträchtigung benannt. Aufgrund der Lage der Lüftungsauslässe wurden bei der Herstellung der Wanddurchbrüche und Kernbohrungen häufig Elektroleitungen gekappt. Nicht immer war direkt ein Elektriker vor Ort und die Mieter waren stundenlag, in einem Fall sogar über einen Tag lang, ohne Stromversorgung.

Als sehr störend benannten die Mieter auch das häufige Klingeln der Handwerker, um Zutritt zum Haus zu bekommen.

Beschädigungen an Tapeten und Bodenbelägen im Bauverlauf – die häufig vom Mieter selbst eingebracht wurden – wurden ebenfalls als sehr störende Beeinträchtigungen benannt.

3.6 INFORMATION DES MIETERS ÜBER GEPLANTE BAUMASSNAHMEN

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden diverse Informationsblätter zur KWL entwickelt und dem Mieter vor dem Einbau der Anlage bei einem persönlichen Informationsgespräch ausgehändigt. Je Lüftungssystem (raumweise, wohnungsweise, gebäudezentral) wurde ein Informationsblatt erarbeitet, das den Zweck der KWL erläutert, das jeweilige System kurz erklärt sowie Fragen und Antworten rund um den Einbau und die KWL-bedingten Kosten beinhaltet. Für einen weiteren Erklärungsbedarf werden Kontaktdaten und ein persönlicher Ansprechpartner des Vermieters ausgewiesen. Beispiele der erarbeiteten Informationsblätter siehe „3. Anhang: Mieterinfo 01“ auf Seite 391.

Fast alle der zwölf in P3 befragten Mieter hatten die ausgehändigten Informationsblätter zur KWL noch. Drei der Befragten hatten die Information seit Inbetriebnahme eingesehen, weil sich Fragen zum Gerät ergeben hatten.

Im Gegensatz zur technischen Information zur Lüftungsanlage empfanden viele Mieter die Aufklärung über die geplanten Baumaßnahmen als unzureichend. So hätten sie sich im Nachhinein eine genauere Aufklärung darüber gewünscht, was genau wo in der Wohnung baulich umgesetzt werden soll, wie lange die Arbeiten dauern werden und was sie ggf. selbst tun können, um Ihre Einrichtungsgegenstände sowie Wand- und Bodenbeläge während der Bauzeit zu schützen. Vor allem Beschädigungen am Mietereigentum (vorwiegend an Wand- und Bodenbelägen) führten zu viel Verdruss bei den Mietern.

3.7 EINWEISUNG IN DIE BEDIENUNG DER KWL

Nach dem Einbau der KWL erhielten die Mieter ein weiteres Informationsblatt zu der in ihrer Wohneinheit verbauten Anlage. Das Infoblatt erläutert die Funktionsweise der Anlage und gibt allgemeine Hinweise zu Betrieb und Regelung der Anlage sowie dazu, was zu tun ist, wenn eine Wartung und ggf. Reparatur erfolgen muss. Für weitere Fragen oder weiteren Erklärungsbedarf werden Kontaktdaten und ein persönlicher Ansprechpartner des Vermieters ausgewiesen. Beispiele der erarbeiteten Informationsblätter siehe „4. Anhang: Mieterinfo 02“ auf Seite 395.

Die Rückmeldungen der Mieter zur technischen Einweisung in die Bedienung der KWL fallen unterschiedlich aus. In der zweiten Befragung (P2), kurz nach Einbau der KWL, war in einem Fall die technische Einweisung noch nicht erfolgt, obwohl der Einbau schon vor mehreren Wochen erfolgt war. In einem Fall wurde bemängelt, dass keine Bedienungsanleitung für das Lüftungsgerät ausgehändigt wurde.

Tendenziell ließ sich jedoch feststellen, dass aus Sicht der meisten Nutzer die technische Einweisung in die Bedienung des Lüftungsgeräts verständlich und ausreichend genau war. Von 12 Befragten in P3 empfanden sieben die Einweisung als klar und verständlich, zwei Befragte waren gegenteiliger Meinung, allerdings gaben diese an, keine Bedienungsanleitung zur Anlage erhalten zu haben oder zumindest keine in einem

bewältigbaren Umfang, die auch für einen Laien verständlich sei. Teilweise waren die Interviewpartner der dritten Befragung nicht die Bewohner der Wohneinheit, die auch der Einweisung beigewohnt haben.

3.8 ERFAHRUNGEN IM BETRIEB DER KWL

Der Mieter sollte nach einer mehrmonatigen Nutzungszeit beurteilen, ob die vor und nach dem Einbau ausgehändigte Information zum Lüftungsgerät im Nachhinein betrachtet ausreichend war oder ob er weitere Informationen als nützlich empfunden hätte. Die im Rahmen dieses Projektes ausgehändigte Information zur KWL wurde mieterseits weitestgehend als ausreichend beurteilt.

Die Hälfte der Nutzer hat in der dritten Befragung (P3) angegeben, seit Inbetriebnahme der KWL Einstellungen am Gerät vorgenommen zu haben. Meist erfolgte die Einstellungsänderung aufgrund längerer Abwesenheit oder vorübergehend erhöhten Lasten. Die Einstellungen konnten in der Regel ohne Schwierigkeiten vom Mieter selbst vorgenommen werden.

Fragen zum Gerät oder dessen Betrieb haben sich in einigen Fällen ergeben. So leuchtete bei einer Anlage ein rotes Lämpchen (Filterwechsel), das nicht gedeutet werden konnte und in einem anderen Fall ergaben sich Fragen zur Smartphone-App, die vom Hersteller für die Gerätesteuerung angeboten wird. In einem Fall wurde der Wunsch nach einem zweiten Einweisungstermin geäußert, um die in der ersten Nutzungszeit anfallenden Fragen besser klären zu können.

Die Frage, ob die Anlagen zufriedenstellend laufen, wurde in den meisten Fällen bejaht. Nur in einem Fall wurde über Zugerscheinungen geklagt und in zwei anderen Fällen wurden Geräuschemissionen durch die KWL bemängelt. Beide Male wurde das Maß der Beeinträchtigung als „stark“ bzw. „sehr stark“ bewertet. Die Geräuschentwicklung war in beiden Fällen ausführungsbedingt und konnte durch einfache Maßnahmen behoben werden. Waren die Nutzer zufrieden mit der Anlage, gaben sie als Grund „frische Luft“, „geringe Feuchte“ und „weniger Feuchte und Gerüche“ an und bewerteten das Maß der Zufriedenheitsindikatoren im Mittelwert mit 8,8.

Die Rückmeldung auf die Frage, ob durch die KWL nun weniger Schallimmissionen von außen wahrgenommen werden, weil die Fenster eher geschlossen sind, war ausgewogen. Die Hälfte der Befragten, die auf diese Frage antworteten, bestätigte dies, die Hälfte verneinte dies. Die Nutzer, die eine Verminderung der Schallimmissionen von außen bestätigten, empfanden den Effekt als „stark“ bis „sehr stark“. Der Mittelwert der Bewertung lag bei 8,4.

4. RÜCKKOPPLUNG ZU AKTEUREN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Eine enge Mieterbetreuung in der Vorbereitungs- und Durchführungsphase von Baumaßnahmen zeigte sich in den Pilotprojekten als grundlegend und wichtig für die Förderung einer hohen Nutzerakzeptanz gegenüber den erforderlichen Bautätigkeiten und somit indirekt gegenüber der KWL. Das persönliche Gespräch mit dem Mieter stellt sich dabei als am besten geeignet heraus, um den Mietern ihre individuellen Fragen zur Maßnahme zu beantworten. Je genauer der Mieter über Einzelheiten der Planung und Durchführung informiert ist, desto besser kann er sich auf die Ausführungsphase vorbereiten. Entsprechendes Informationsmaterial ist hierbei hilfreich und stellt eine gute Gesprächsgrundlage für alle Belange rund um die Maßnahme dar.

Hierbei ist es besonders wichtig, dem Mieter zu verdeutlichen,

- welche möblierungsrelevanten Änderungen in seiner Wohnung ggf. erforderlich werden,
- an welchen Stellen seiner Wohnung Arbeiten durchgeführt werden müssen,

- welche Arbeiten dies genau sind,
- wie lange diese Arbeiten andauern werden und
- was er ggf. dafür tun soll/kann, um seine Einrichtungsgegenstände sowie Wand- und Bodenbeläge während der Bauphase zu schützen (idealerweise werden dem Mieter Hilfsmittel zum Schutz seiner Einrichtung vom Vermieter zur Verfügung gestellt)

Die Bauleitung oder ein anderer Bauherrenvertreter muss während der Bauphase täglich vor Ort sein, um die Fragen der Mieter zu beantworten, ggf. ihre Beschwerden entgegenzunehmen und – wenn erforderlich – schnell Maßnahmen in die Wege leiten zu können.

Fragen zu möglichen nebenkostenrelevanten Aspekten muss der Vermieter im Vorfeld zur Maßnahmenplanung klären, um entsprechende Informationen an den Mieter weitergeben zu können. Liegen keine Erfahrungswerte vor, wird empfohlen mit den ersten umgesetzten Projekten Daten entsprechend aufzunehmen und für künftige Bauvorhaben zu verwerten.

Die Mieter sind nach den mehrtägigen und in Einzelfällen mehrwöchigen Bauarbeiten in ihren Wohnungen an der Belastungsgrenze. Nacharbeiten zur Mängelbeseitigung müssen kurzfristig in die Wege geleitet und schnell vollumfänglich behoben werden.

Hinsichtlich der technischen Einweisung zur Bedienung der KWL wird der Wohnungswirtschaft empfohlen, nach einer mehrwöchigen ersten Nutzungszeit den Mietern einen zweiten Einweisungstermin anzubieten. In einigen Fällen wurde beobachtet, dass mit den ersten Einstellungen an der Anlage mieterseits Fragen aufgekommen sind, die in einem weiteren Gespräch schnell und zufriedenstellend geklärt werden könnten.

4.2 HERSTELLERINDUSTRIE

Der KWL-Nutzer „Mieter“ unterscheidet sich in seiner Einstellung gegenüber der KWL teilweise grundlegend von einem Nutzer, der auch selbst Bauherr und Eigentümer ist. Entsprechend muss die Ansprache und Informationsweitergabe für diese beiden Zielgruppen differenziert erfolgen. Nicht immer ist der Mieter gegenüber dem geplanten Einbau einer Lüftungsanlage in seine Wohneinheit positiv eingestellt. Er hat viele Fragen zu den damit einhergehenden optischen Änderungen in seiner Wohnung, zu den Kosten, die eine Lüftungsanlage verursacht oder zum Nutzerverhalten, das er ggf. nach dem Einbau einer KWL ändern muss.

Anlagenspezifisches Informationsmaterial für den Mieter, das über die grundlegenden Zusammenhänge des Lüftungsgerätes in einer für den Laien leicht verständlichen Form aufklärt, steht aktuell kaum zur Verfügung. Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes erstellte technische Information zur Wirkungsweise der verschiedenen Lüftungssysteme, war in den Informationsgesprächen vor und nach dem Einbau der KWL hilfreich, doch konnte sie nur eine generelle Information zu den am Markt üblichen Systemen geben. Hätte jeder Hersteller eine auf sein Anlagenmodell angepasste übersichtliche Information zu den technischen Daten der KWL (Abmessungen, Energieverbrauch u. ä.), der Bedienung und erforderlichen Wartung oder auch einer Einschätzung der Energiekosteneinsparung durch die Wärmerückgewinnung (z.B. anhand einer Beispielrechnung), könnten viele Fragen der Mieter beantwortet und die Akzeptanz gegenüber dieser Technik verbessert werden.

Die Abmessungen der Lüftungsgeräte sind in einigen Fällen für den Einbau in einer bewohnten Wohnung zu groß. Flächen, wie beispielsweise ein Abstellraum, die bisher als ein solcher natürlich vom Mieter genutzt wurden, standen in einigen Fällen (vorwiegend bei wandhängenden wohnungszentral betriebenen Geräten) nach dem Einbau nur sehr eingeschränkt oder überhaupt nicht mehr zur Verfügung. Auch dies ist ein Aspekt, der perspektivisch herstellerseitig bedacht werden sollte, um den Einbau der KWL im Bestand – und vor allem im bewohnten Bestand – künftig zu erleichtern oder überhaupt erst zu ermöglichen.

5. PRAXISERFAHRUNG

Bauliche Maßnahmen größeren Umfangs stellen für den Mieter eine hohe Belastung dar. Die tage- bis wochenlange tägliche Präsenz von Handwerkern in der eigenen Wohnung ist ein massiver Eingriff in die Privatsphäre. Teilweise beschwerten sich Mieter darüber, dass der Handwerkerverkehr zeitweise dermaßen hoch sei, dass der Mieter kaum mehr Rückzugsmöglichkeiten in seiner Wohnung hatte. Klar wurde hierbei, dass die Mieterinformation zur geplanten Maßnahme im Vorfeld sehr genau und ausführlich erfolgen muss. Auch eine tägliche Baubegleitung – und sei es nur um die Beschwerden der Mieter über Lärm, Staub und andere baubedingte Faktoren entgegenzunehmen – erscheinen für die Nutzerakzeptanz relevant.

Schutzmaßnahmen gegen Staub und Schmutz kamen stets zum Einsatz, konnten aufgrund der Frequentierung jedoch nicht immer ihren Zweck erfüllen. Staubwände mussten häufig geöffnet werden und wurden teilweise aus Bequemlichkeit nicht wieder ordnungsgemäß verschlossen und konnten somit ihren Zweck nicht erfüllen. In Einzelfällen hielt die Staubschutzwand der hohen Frequentierung – wahrscheinlich aufgrund mangelhafter Befestigung – nicht stand und fiel in sich zusammen. In einer bewohnten Wohnung, in der in der Bauphase weiterhin geschlafen wird, führen solche Vorfälle schnell dazu, dass die Toleranzgrenze der Mieter rapide sinkt. Das Maß der Beeinträchtigungen für den Mieter in der Einbauphase hat indirekt auch Auswirkung auf dessen Akzeptanz gegenüber der KWL.

Änderungen an der Inneneinrichtung aufgrund der KWL führen häufig zu einer starken Ablehnungshaltung bei den Mietern. In einem Fall sollten zwei von einem Mieter auf eigene Kosten eingebrachte Einbauschränke Luftauslässen weichen – so wurde dem Mieter bei einem ersten Ortstermin in der Phase der Ausführungsplanung mitgeteilt. Durch diese Ankündigung der ausführenden Firma fühlten sich die betroffenen Mieter sehr stark unter Druck gesetzt. Erst in weiteren Planungsgesprächen vor Ort konnte eine Lösung gefunden werden, bei der die Möbel unverändert bleiben konnten und die KWL dennoch vorschriftsmäßig installiert werden konnte. Situationen wie diese mindern die Nutzerakzeptanz gegen über der KWL erheblich und sollten mit einer entsprechend sorgfältigen Planung und einer diesbezüglich sensibilisierten Kommunikationsweise vermieden werden.

Normgerecht verlegte Elektroleitungen verlaufen rund 30 cm unter der Decke in den Außen- und Innenwänden. Dies entspricht auch ungefähr der Arbeitshöhe für die erforderlichen Durchbrüche und Kernbohrungen zur Anbringung von Luftauslässen oder -ansaugöffnungen. Erwartungsgemäß kommt es entsprechend häufig vor, dass Elektrokabel durchtrennt werden. Nicht immer war die Baustellenbelegung darauf vorbereitet und kein Elektriker vor Ort. Die hieraus entstehenden Unannehmlichkeiten für den Mieter durch die Nutzungsunterbrechung seiner elektrischen Geräte und die Verzögerung im Bauablauf, sind Aspekte dafür, wie hoch oder niedrig die Akzeptanz gegenüber der KWL mieterseits ausfällt. Ein reibungsloser Bauablauf mit möglichst kurzen (ungeplanten) Unterbrechungen ist anzustreben. Verzögerungen im Bauzeitenplan kamen häufig vor. Der Vorteil einer Maßnahmenumsetzung in einem Gebäude mit mehreren Wohneinheiten ist, dass Handwerker im Fall einer Arbeitsunterbrechung in einer Wohnung – aus welchen Gründen auch immer – in einer anderen Wohneinheit weiterarbeiten können. Dennoch ist dies für die einzelne Wohneinheit gesehen eine unerfreuliche Verlängerung der unangenehmen Umstände einer Baustelle.

Die Bauleitung muss möglichst permanent, zumindest jedoch regelmäßig (täglich oder im zweitägigen Rhythmus) vor Ort sein. Im Vorfeld der Arbeiten sollte die Bauleitung koordinieren, wann welche Handwerker vor Ort sein müssen (z.B. Elektriker bei der Durchführung der Kernbohrungen), wie sich die Handwerker Zutritt zum Haus verschaffen – ohne ständig bei Mietern anklingeln zu müssen – und wie der Bauzeitenplan grundsätzlich möglichst straff gehalten werden kann. Auch erforderliche Nacharbeiten zur Mängelbeseitigung sollten zügig festgestellt und durchgeführt werden. Idealerweise erfolgt die Mängelbeseitigung gebündelt je Wohneinheit, um vor allem berufstätige Mieter nicht mit zahlreichen kurzen Handwerkerterminen zu belasten. Der Zeitfaktor spielt für eine hohe Nutzerakzeptanz gegenüber der KWL eine relevante Rolle. Je langwieriger die Baumaßnahmen oder die Mängelbeseitigung sind, desto stärker werden diese – und damit der Auslöser KWL – vom Mieter als störend empfunden.

Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes an den Mieter ausgehändigten Informationsblätter zur KWL wurden in der Regel als verständlich und informativ beurteilt. Einige Mieter gaben zu verstehen, dass sie diese Information gern vor dem persönlichen Gespräch mit dem Vermieter erhalten hätten, um dann gezielter Fragen zur Anlage oder deren Wirkweise stellen zu können. Zum Teil wurden die Informationsblätter dazu verwendet entsprechend den dortigen Vorgaben Einstellungen an der KWL vorzunehmen. In der Regel verwahrten die Mieter das Informationsblatt und hatten dies auch bei der dritten Befragung, nach einer mehrmonatigen Nutzungszeit der KWL, griffbereit.

Nutzerseitig scheint das Thema Hygiene kaum eine Rolle zu spielen. Fragen oder Bedenken zu den hygienischen Aspekten des Anlagenbetriebs kamen mieterseits nicht auf. Wenn Nachfragen zum Thema Raumluftqualität aufkamen, dann nur im Zusammenhang mit der möglichen Minimierung des Polleneintrags.

6. ZUSAMMENFASSUNG: GELÖSTE FRAGEN/OFFENE FRAGE

Die Projektumsetzung zeigte, dass die mieterseitige Akzeptanz bzw. die Ablehnung der KWL gegenüber stark von der Kommunikations- und Informationsmethode des Vermieters abhängt. In einem der Pilotobjekte führte eine ungenügende Informationspolitik des Vermieters zum totalen Boykott der Baumaßnahme durch die Mieter und letztendlich zum Abbruch der geplanten Umsetzung. In anderen Objekten, in denen die Informationspolitik des Vermieters vom ersten Ankündigungsschreiben bis hin zur Mängelbeseitigung nach der Maßnahmenumsetzung transparent und fortlaufend war, waren die Mieter kooperativ (wenn auch teilweise skeptisch) und in Einzelfällen auch interessiert an der Technik. Der vermeintliche Mehrwert, den der Mieter durch eine KWL erhält, steht in der Wahrnehmung des Mieters stets in Konkurrenz zur Kostenfrage und der Befürchtung eine Geräuschentwicklung beim Betrieb der KWL in Kauf nehmen zu müssen.

Deutlich wurde ebenso, dass nicht vordergründig Behaglichkeitsaspekte oder das Gefühl der Bevormundung, weil Fenster im Winter möglichst geschlossen gehalten werden sollen, zu einer Abwehrhaltung bei den Mietern führen. Sorgen und Ängste bestehen mieterseits vor allem hinsichtlich der durch die KWL verursachten Kosten (direkt durch den Stromverbrauch und indirekt durch die Nebenkostenabrechnung), des Platzbedarfs der Anlage (vor allem bei den wandhängenden Geräten) und der optischen Änderung der Wohnräume durch die Einbringung von KWL-Elementen an den Innen- oder Außenwänden. Die Erfordernis, Einrichtungsgegenstände aufgrund der KWL zu entfernen oder deren Position zu verändern, löst in vielen Fällen großen Unmut aus. Die Sorge, dass eine durch die KWL verursachte dauerhafte Geräuschbelästigung hinzunehmen sei, ist ebenfalls vorhanden.

Um diesen Sorgen und Ängsten der Mieter zu begegnen, ist eine detaillierte Mieterinformation erforderlich. Sowohl im Vorfeld zur Maßnahmenumsetzung, als auch in der Ausführungsphase sowie im Nachgang zur Maßnahmenumsetzung muss für die Mieter ein Ansprechpartner erreichbar sein, der ihre Fragen und Beschwerden entgegennimmt und ggf. erforderliche Maßnahmen auch direkt in die Wege leitet.

Eine gute, für den Laien verständliche Aufklärung darüber, was die KWL in einer Wohnung bewirkt, welche Eingriffsmöglichkeiten er im Rahmen der Gerätebedienung hat und welche Effekte die entsprechenden Einstellungen auf das Raumklima haben, sind grundlegend dafür, dass der Mieter den Mehrwert einer KWL erkennt. Natürlich ist hierfür auch ein störungsfreier Betrieb der Anlage Voraussetzung, was wiederum von einem fachmännischen Einbau und der korrekten Einregulierung der Anlage abhängt.

Die Fragen zur Bedienung der KWL können im Rahmen einer persönlichen Einweisung weitestgehend beantwortet werden. Als sinnvoll wird erachtet, nach einer mehrwöchigen Eingewöhnungsphase, den Mietern einen Zweittermin anzubieten, um neu entstandene Fragen zur Anlage oder deren Bedienung zu klären.

AP 04 NUTZERVERHALTEN

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

In der Regel mindern sowohl Nutzer von Wohnungen mit, als auch Nutzer von Wohnungen ohne kontrollierte Wohnraumlüftung (KWL) ihr Lüftungsverhalten mit fallenden Außentemperaturen. Abweichend davon gibt es aber auch „Nachtlüfter“, die selbst bei winterlicher Witterung nicht auf das Lüften ihrer Schlafräume verzichten wollen. Welche Konzepte können entwickelt werden, um nach einem KWL-Einbau unangepasste „Nachtlüfter“ zu einem Energiesparverhalten anzuregen?

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Der Information der Nutzer und der notwendigen Anpassung des Nutzerverhaltens – auch wenn diese in der Regel deutlich besser erfolgt, als gemeinhin angenommen – kommt eine zentrale Bedeutung hinsichtlich der tatsächlichen Umsetzung der theoretischen Energieeinsparpotentiale zu. Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen daher unter Einbeziehung eines Sozialwissenschaftlers Interviewfragebögen erarbeitet und Interviews mit den Bewohnern der Referenzobjekte durchgeführt werden. Um die Nutzer, die voraussichtlich kaum oder keine Erfahrungen mit einer KWL haben, über den Zweck und die Funktionsweise einer Lüftungsanlage aufzuklären, sollen passende Informationsmaterialien entwickelt werden. Es gilt zudem zu eruieren, auf welche Weise diese Informationsformate an den Nutzer übergeben werden sollten, um einen möglichst hohen Informationstransfer zu erzielen.

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Nutzer über die Funktionsweise und Wirkung der KWL im Zuge einer energetischen Sanierung zu informieren, ist eine aufwändige Aktivität, die entsprechend geplant und innerhalb eines konkreten Zeitraums durchgeführt werden muss. Nach der Maßnahmenumsetzung müssen die hierfür erforderlichen Informationen abrufbar bleiben, um bei künftigen Mieterwechseln die neuen Nutzer entsprechend über die Technik aufklären und relevante Unterlagen übergeben zu können. Hier stellt sich der Wohnungswirtschaft die Frage, wie diese Informationen im bestehenden Verwaltungssystem abgelegt werden können, damit diese bei allen künftigen Mieterwechseln immer wieder vollständig an den neuen Wohnungsnutzer übergeben werden können. Zudem ist zu klären, wie sichergestellt werden kann, dass die Qualität der Einweisung neuer Mieter auch nach langjährigem Betrieb der KWL auf einem hohen Niveau bleibt, denn auch die betreuenden Personen, die zum Zeitpunkt des KWL-Einbaus vor Ort waren und von deren Engagement die erfolgreiche Umsetzung einer KWL-Integration vorwiegend abhängt, werden nicht allzeit zur Verfügung stehen.

Um eine möglichst positive Haltung des Nutzers der Technik gegenüber zu fördern, ist es wichtig, offene Fragen des Mieters zur Bedienung und Funktionsweise der KWL möglichst ausführlich zu versorgen. In diesem Zusammenhang spielt unter anderem die technische Einweisung bei Inbetriebnahme der Anlage eine wichtige Rolle. Hinsichtlich dieses Aspektes soll die Befragung der Mieter weitere Aufschlüsse geben.

Beim Erfahrungsaustausch der projektbeteiligten Akteure wurde im Projektverlauf deutlich, dass Lüftungsanlagen nicht selten vom Mieter eigenhändig außer Betrieb genommen werden. Um auch diesen Aspekt

zu untersuchen, wurde der Fragebogen für die Nutzerinterviews in Phase 3 (nach mehrmonatigem Betrieb der KWL) entsprechend erweitert.

2. EXPERTISE DES KATALYSE INSTITUTS E. V., KÖLN

Siehe „2. Anhang: Expertise des KATALYSE Instituts e. V., Köln“ auf Seite 305

3. INTEGRATION IN DIE AUFGABENSTELLUNG (ZUM ZIEL DER UMSETZBARKEIT)

Das Lüftungsverhalten der Nutzer wurde über drei Nutzerinterviews abgefragt. Die Interviews erfolgten jeweils vor dem Einbau der KWL (Phase 1 - P1), kurz nach dem Einbau der KWL (Phase 2 - P2) sowie nach einer mehrmonatigen Nutzungszeit der KWL (Phase 3 - P3). Befragung P1 erfolgte in den Monaten Juli bis September 2016 (je nach Umsetzungsplanung der Baumaßnahme in den verschiedenen Pilotobjekten), P2 erfolgte von September bis Dezember 2016 und P3 erfolgte im März 2017. Die Nutzerbefragung und Ergebnisauswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Katalyse-Institut in Köln, vertreten durch Herrn Dipl. Biol. Svend Ulmer. Für die Untersuchung des Nutzerverhaltens und möglicher Änderungen im Lüftungsverhalten nach dem Einbau der KWL wurde abgefragt, wann die Mieter lüften, wie oft und wie lange sie täglich lüften sowie auf welche Art (Stoßlüften oder Dauerkipp) sie jeweils bevorzugt lüften.

3.1 LÜFTUNGSVERHALTEN VOR UND NACH DEM EINBAU DER KWL

Aus den Antworten auf die Frage zu welcher Tageszeit die Nutzer lüften, konnten nach Auswertung der Befragung aus Phase 1 und 3 keine Veränderungen im Nutzerverhalten festgestellt werden. Vorwiegend wird von den Mietern morgens und abends gelüftet.

Leichte Änderungen ergaben sich bei der Auswertung der Antworten auf die Frage, wie oft am Tag gelüftet wird. Hier geht eine leichte Tendenz vom mehrmaligen Lüften am Tag (P1) hin zum einmaligen Lüften pro Tag (P3).

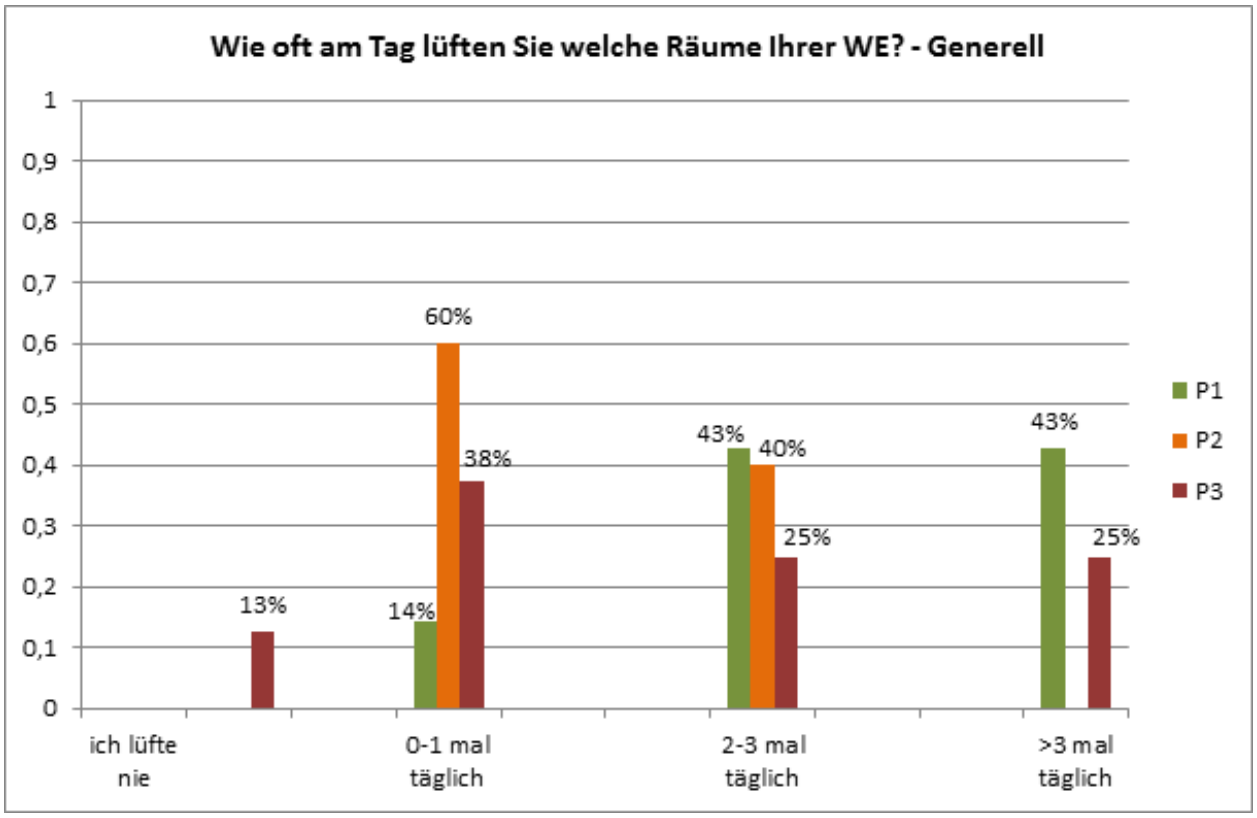


ABBILDUNG 8: Häufigkeit der Fensterlüftung

Sehr deutlich ging die Lüftungsdauer zurück. Sie ist durchschnittlich von 3,79 Stunden (P1 - vor dem Einbau) auf 1,41 Stunden (P3 - nach mehrmonatiger Nutzung) gesunken. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass im Winter aufgrund der niedrigen Außentemperaturen allgemein weniger gelüftet wird.

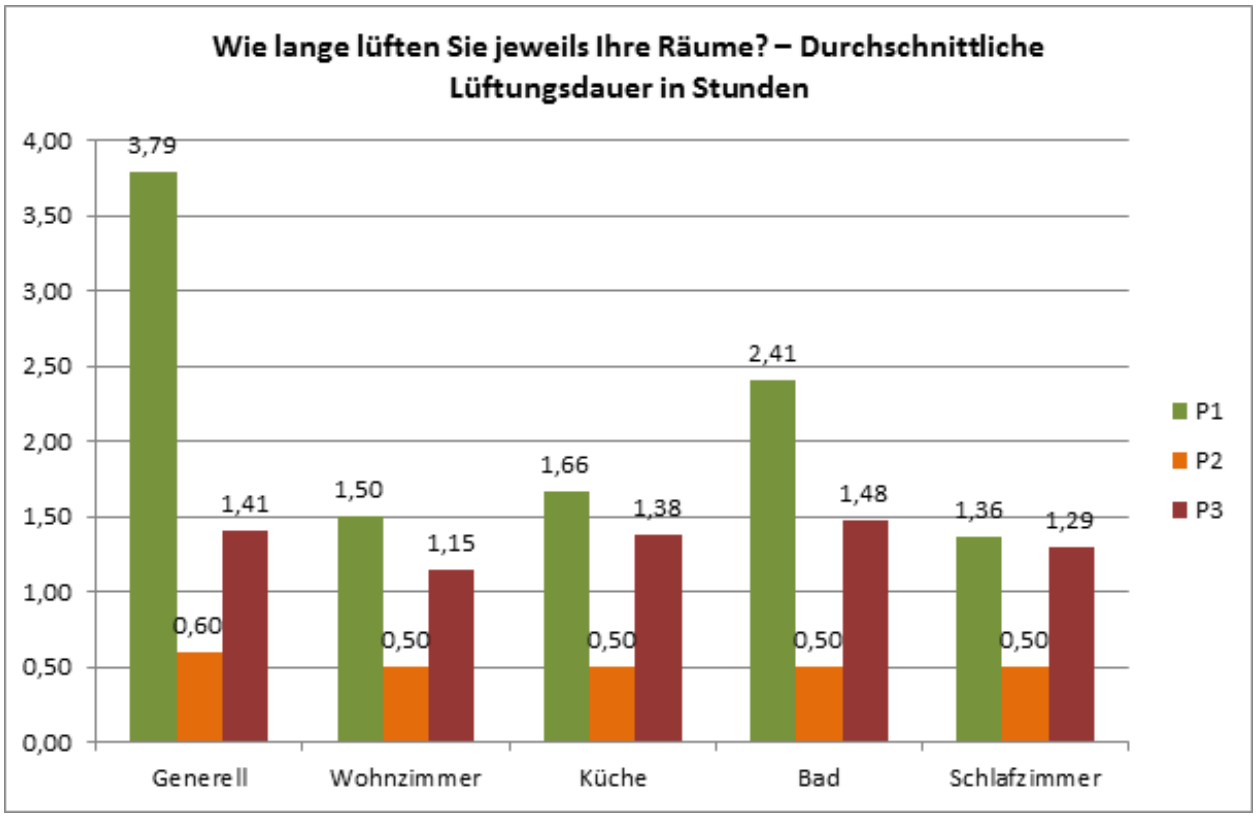


ABBILDUNG 9: Durchschnittliche Dauer der Fensterlüftung

Die Frage nach der Art der Lüftung liefert Hinweise auf den Effekt der KWL-Anlagen auf das Lüftungsverhalten der Nutzer. Die Zunahme der Anteile des Stoßlüftens lassen sich als Zeichen dafür interpretieren, dass die dauerhafte Frischluftversorgung über ein gekipptes Fenster im Durchschnitt der betrachteten Haushalte nach dem Einbau der KWL sinkt. Der Sozialwissenschaftler geht in diesem Fall davon aus, dass das Stoßlüften als „...ein aus Gewohnheit beibehaltenes Versorgen mit subjektiv „frischer Luft von außen“.“ betrachtet werden kann. Auch hier kann nicht abschließend geklärt werden, in welchem Maß der Verzicht auf das Dauerlüften per gekipptes Fenster den Witterungsverhältnissen im Winterhalbjahr geschuldet ist.

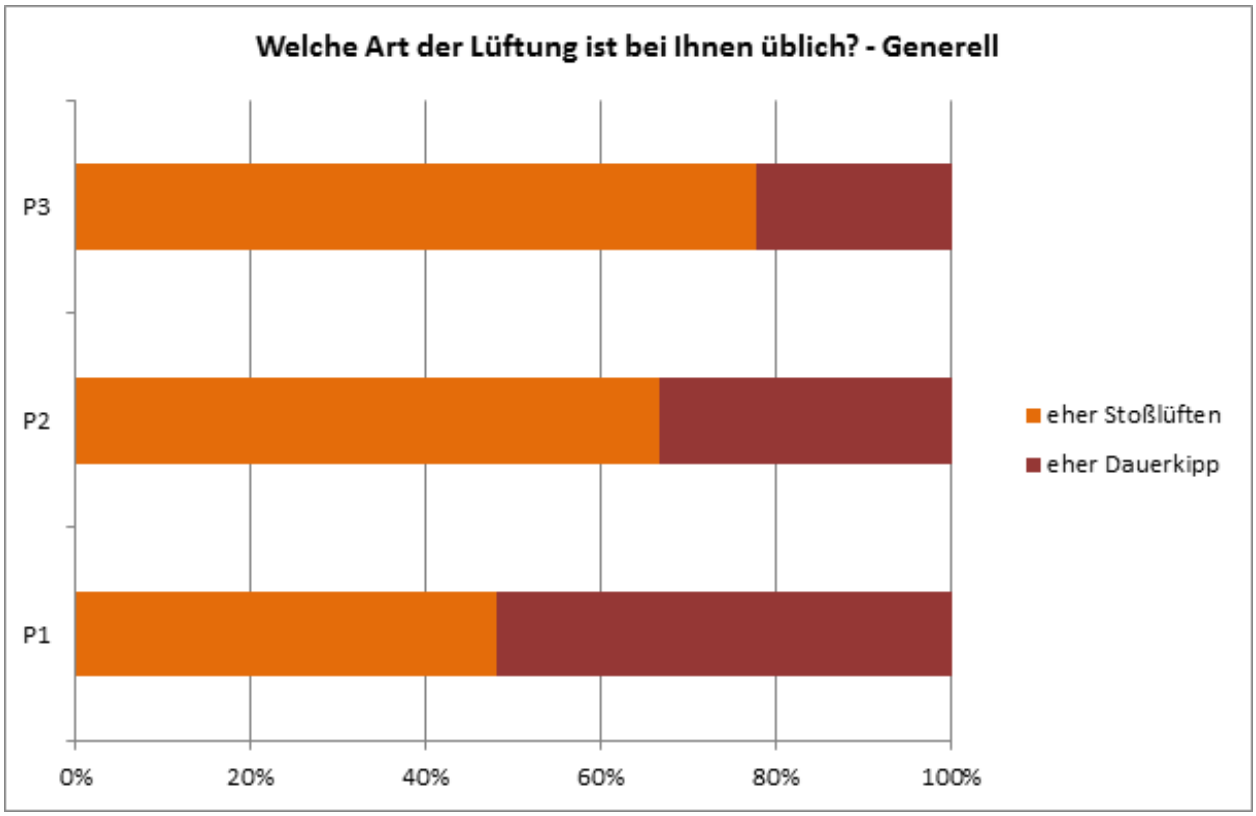


ABBILDUNG 10: Art der üblichen Fensterlüftung

3.2 NUTZERINFORMATION

Für die Darstellung der wichtigsten Fakten zur KWL und den sich daraus ergebenden Aspekten bezüglich des Nutzerverhaltens, wurde ein Informationsblatt zusammengestellt. Je KWL-System (raumweise betrieben, wohnungsweise betrieben, gebäudezentral betrieben) wurde ein individuelles Informationsblatt erarbeitet. Ziel war es, alle Informationen möglichst prägnant und leicht verständlich auf einem zweiseitig bedruckten DIN A4 Format darzustellen. Das Datenblatt sollte dafür geeignet sein, als laminiertes Exemplar am Lüftungsgerät angebracht zu werden, um für den Mieter stets direkt greifbar zu sein. Beispiele der Mieterinformation sind dem Anhang dieses Berichtes angefügt („4. Anhang: Mieterinfo 02“ auf Seite 395).

Im Projektverlauf wurde die folierte Variante schließlich als zusätzliche (Zweit-)Maßnahme vorgesehen. Die Informationsblätter wurden vorrangig in die zentral abgelegte Wohnungsakte aufgenommen. Auf diese Weise können sie bei einem Mieterwechsel stets abgerufen und bei der Wohnungsübergabe zusammen mit allen anderen relevanten Unterlagen zur Wohnung dem Mieter im Papierformat ausgehändigt werden. Zudem ist es bei Verlust der Unterlagen möglich, kurzfristig Ersatzunterlagen zur Verfügung zu stellen.

Zur Vermittlung der relevanten Aspekte der KWL wurden mit den Bewohnern jeder Nutzungseinheit persönliche Gespräche geführt. Je Gespräch wurden 60 Minuten angesetzt. Da innerhalb dieses Zeitraums auch das Mieterinterview stattfand, war diese Zeitspanne nicht immer ausreichend. Davon ausgehend, dass das Gespräch allein der Mieterinformation und -aufklärung dient, sollten 45 bis 60 Minuten angesetzt

werden, um mit dem Mieter alle Fragen zu besprechen. Bei Wohnbaugesellschaften, die auf ein persönliches Informationsgespräch mit dem Mieter verzichtet haben, zeichneten sich im weiteren Verlauf der Maßnahme zum Teil schwerwiegende Probleme auf, die in Einzelfällen bis zum Boykott der Maßnahmenumsetzung durch die Mieter führten.

Der Gesprächsverlauf kann in folgenden Teilschritten beschrieben werden:

- das Gespräch beginnt mit allgemeinen Informationen zu allen geplanten Maßnahmen (zum Teil wurde nicht nur die KWL eingebaut, sondern es erfolgte ebenso eine energetische Komplettsanierung der Außenwände und Fenster, eine Erneuerung der Heizungsversorgung und/oder eine Modernisierung des Badezimmers)
- es wird der Beginn und die Dauer der Baumaßnahme erörtert
- der Mieter stellt Rückfragen zu Teilaspekten der Baumaßnahe, die ihm noch unklar sind
- der Mieter wird über den Zweck und die Funktionsweise der KWL informiert
- der Mieter wird über den Einfluss des Nutzerverhaltens auf die Wirkungsweise der KWL aufgeklärt
- der Mieter stellt Rückfragen zu Teilaspekten des KWL-Einbaus/der KWL-Nutzung, die ihm noch unklar sind
- weitere noch offene Fragen des Mieters werden besprochen.

Die im Rahmen dieses Forschungsprojektes an den Mieter ausgehändigten Informationsblätter zur KWL wurden in der Regel als verständlich und informativ beurteilt. Einige Mieter gaben zu verstehen, dass sie diese Information gern vor dem persönlichen Gespräch mit dem Vermieter erhalten hätten, um dann gezielter Fragen zur Anlage oder deren Wirkweise stellen zu können. Zum Teil wurden die Informationsblätter dazu verwendet, entsprechend den dortigen Vorgaben Einstellungen an der KWL vorzunehmen. In der Regel verwahrten die Mieter das Informationsblatt und hatten dies auch bei der dritten Befragung, nach einer mehrmonatigen Nutzungszeit der KWL, griffbereit.

3.3 ANLAGENBETRIEB

Im dritten Nutzerinterview wurde abgefragt, ob die KWL überhaupt permanent in Betreib gewesen ist und in welcher Stufe sie üblicher Weise betrieben wurde. Sollte ein Mieter die KWL ausgeschaltet haben, muss geklärt werden, aus welchem Grund er dies getan hat. Ebenso soll geklärt werden, ob der Nutzer Einstellungen an der Anlage vornimmt und aus welchem Grund er die Einstellungen ggf. vornimmt.

In drei Fällen wurde eine zu starke Lärmentwicklung der Anlage als Grund für das Ausschalten angegeben (Anmerkung der Verfasser: die Strömungsgeräusche konnten im Rahmen der Mängelbeseitigung behoben werden). In einem Fall war die Anlage ausgefallen und in einem Fall wurde die Anlage aus Angst vor zu hohen Stromkosten nur von November bis Januar („Heizperiode“) betrieben.

Die Anlagen, die über keine Sensoriksteuerung verfügen, wurden in den meisten Fällen in der Stufe „Nennlüftung“ betrieben. Die Stufe „reduzierte Lüftung“ wurde in der Regel nur bei längerer Abwesenheit eingestellt. In einigen wenigen Fällen wurde die Anlage aus Angst zu hohe Stromkosten zu verursachen, dauerhaft mit der Stufe „reduzierte Lüftung“ betrieben.

Einstellungen an der Anlage wurden mieterseitg selten vorgenommen, wenn dann um die Anlage in den verschiedenen Modi zu testen sowie um aufgrund von längerer Abwesenheit oder der Anwesenheit vieler Personen die Lüftungsstufe anzupassen.

Vereinzelt wurde der Wunsch nach einem zweiten Einweisungstermin geäußert, an dem der Mieter gezielt die Fragen stellen kann, die sich im Laufe der ersten Betriebswochen und -monate ergeben haben.

4. RÜCKKOPPLUNG ZU AKTEUREN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die ausführliche Mieterinformation zum Einbau, zur Wirkung und zum Betrieb der KWL ist grundlegende Voraussicht für eine hohe mieterseitge Akzeptanz gegenüber der KWL und ein angepasstes Nutzerverhalten nach deren Einbau. Bereits im Vorfeld der Maßnahmenumsetzung muss damit begonnen werden, den Mieter darüber aufzuklären welche Verhaltensanpassungen den effizienten Betrieb der KWL überhaupt erst ermöglichen.

Die Inbetriebnahme der Anlage und damit die Einweisung des Nutzers in die Bedienung der KWL ist ein Vorgang, der in zwei Schritten erfolgen sollte. Eine erste Einweisung des Mieters sollte zur Inbetriebnahme der Anlage erfolgen. Bei der dritten Befragung (P3), nach einer mehrmonatigen Nutzungszeit, wurde deutlich, dass bei dem Mieter in den ersten Nutzungswochen und -monaten zum Teil Fragen aufkommen, die in einem weiteren Einweisungsgespräch ohne weiteres geklärt werden könnten. So wird mieterseits beispielsweise die Frage nach dem Energieverbrauch der Anlage mit dem Beginn der Nutzungszeit sehr konkret und die Auswertung des Zwischenzählerstandes im Rahmen dieses Zweitgesprächs ermöglicht die Verbrauchsdaten gemeinsam auszuwerten und beispielsweise auf einen Monats- oder Jahresverbrauch und den entsprechenden Kosten hochzurechnen. Über die alljährliche Nebenkostenabrechnung können Heizenergieeinsparungen abgeleitet werden, die dann eine Gegenüberstellung der Mehr- und Minderbelastungen durch den KWL-Betrieb ermöglichen. Eine Transparenz in den Kostenstrukturen verhilft Zusammenhänge zum angepassten Lüftungsverhalten besser nachzuvollziehen.

Mitarbeiter, die die Mieterbetreuung verantworten, müssen entsprechend fachlich geschult werden. Vor allem bei einem Mitarbeiterwechsel ist darauf zu achten, dass eine gute Einweisung von Neumietern in die Anlagenbedienung weiterhin sichergestellt ist. Eine entsprechende interne Organisation ist hierfür vorzusehen.

4.2 INDUSTRIE

Die Nachfrage nach Informationsmaterial zur Lüftungsanlage war bei den Mietern hoch. Das im Rahmen dieses Forschungsprojektes erstellte Informationsblatt war allgemein gehalten und konnte nicht auf die herstellerspezifischen Einzelheiten jedes Gerätes eingehen. Die Betriebsanleitungen der Hersteller in der üblichen Form sind sehr umfangreich und decken teilweise vorhandene Fragen der Mieter nicht ab. Energetische Kennwerte und ggf. eine Beispielberechnung des Stromverbrauchs einer Anlage in unterschiedlich großen Wohnungen würde dem Mieter helfen, die zu erwartenden monetären Mehraufwendungen einerseits und die Einsparungen andererseits abzuschätzen. Abschätzen zu können, in welcher Größenordnung sich beispielsweise die monatlichen Stromkosten für den Betrieb der KWL bewegen, ist Grundvoraussetzung dafür, dass Anlagen nicht aus Sorge vor hohen finanziellen Belastungen vom Mieter vorsorglich außer Betrieb genommen werden.

5. PRAXISERFAHRUNG

Die Erfahrung zeigt, dass Nutzer, die nachts auf eine dauerhafte Belüftung der Räume über gekippte Fenster bestehen, in der Regel auch nach dem Einbau der KWL an ihrer Gewohnheit festhalten. Doch fanden sich in den Pilotobjekten zwei Mieter, die dem Hinweis, mit der KWL nun auf das Nachtlüften verzichten zu können, aus Neugier gefolgt sind und im Selbstversuch feststellen konnten, dass die Luft im Schlafzimmer auch bei geschlossenem Fenster am nächsten Morgen von guter Qualität ist.

Bei den Wohnbaugesellschaften, die im Vorfeld zur Maßnahme ausgiebige Nutzergespräche geführt haben, war die Akzeptanz der Mieter gegenüber der KWL deutlich höher als bei Mietern, die nicht umfänglich

eingebunden wurden. Die Nutzer, die ihr Lüftungsverhalten grundlegend geändert haben (z.B. Verzicht auf Nachtlüftung per Dauerkipp im Schlafzimmer) waren allesamt in der Gruppe, die umfangreich über die Baumaßnahme und die Anlage selbst informiert wurden.

Die meisten Mieter gaben an, ihr Lüftungsverhalten nach dem Einbau der KWL nicht geändert zu haben. Die Zahlen zur Lüftungsdauer und -häufigkeit sowie die Angaben zur Lüftungsart (Stoßlüften oder Dauerkipp) zeigen jedoch, dass es durchaus Änderungen im Lüftungsverhalten gegeben hat. So sank die Anzahl der Personen, die per Kippstellung der Fenster lüften und die Zahl derjenigen, die stoßlüften nahm zu. Auch die tägliche Lüftungsdauer nahm deutlich ab. Diese Entwicklung abschließend zu bewerten ist jedoch schwierig, denn die Befragung vor dem KWL-Einbau fand im Sommerhalbjahr statt und die Befragung nach einer mehrmonatigen Nutzungsdauer erfolgte im Frühling – also noch in der Heizperiode. Insofern spielen in die Angaben zur Entwicklung des Lüftungsverhaltens ganz sicher auch die Witterungsverhältnisse zum Zeitpunkt der Befragung eine Rolle.

6. ZUSAMMENFASSUNG: GELÖSTE FRAGEN / OFFENE FRAGEN

Aufgrund der beschränkten Projektlaufzeit war es nicht möglich, die Mieter nach Ablauf eines ganzen Nutzungsjahres zu ihrem Nutzerverhalten zu befragen. Dies hat zur Folge, dass die Rückmeldungen zum Lüftungsverhalten vor und nach dem Einbau der KWL nicht zweifelsfrei interpretiert werden können. Obwohl sich deutliche Änderungstendenzen im Nutzerverhalten ablesen lassen, gaben viele Mieter mit Beginn der dritten Befragung – wenn auch als subjektives Empfinden – direkt zu verstehen, nach dem Einbau der KWL „nichts an ihrem Lüftungsverhalten geändert“ zu haben. Dieser vermeintliche Widerspruch in der Nutzeraussage und der Datenauswertung kann jedoch zutreffend sein, wenn man davon ausgeht, dass der Nutzer auch schon vor dem Einbau der KWL im Winterhalbjahr eher kurze Lüftungsphasen und das Stoßlüften angewendet hat.

Die Erfahrungen in den Pilotprojekten zeigen, dass eine ausführliche Aufklärung der Nutzer über die Zusammenhänge des Nutzerverhaltens und des effizienten Betriebs der KWL Veränderungen in den Lüftungsgewohnheiten erzielen kann. Verbunden mit der Ermunterung im Selbstversuch über mehrere Tage hinweg auf das nächtliche Lüften zu verzichten und die Raumluftqualität im Schlafzimmer nach dem Aufwachen zu beurteilen, können selbst überzeugte „Nachtlüfter“ zu Verhaltensänderungen animieren. Alle Nutzer wird man damit nicht erreichen können, doch zeigen die oben beschriebenen Fälle, dass man zumindest mit Teilerfolgen rechnen kann.

Schriftliche Informationen zur geplanten Maßnahme und zur eingesetzten Lüftungstechnik wurden positiv aufgenommen und sollten dem Nutzer stets ergänzend zur Verfügung gestellt werden. Wichtig ist eine ausführliche persönliche Einweisung des Nutzers in die Bedienung der Anlage, idealer Weise in zwei Stufen. Das erste Einweisungsgespräch erfolgt bei der Inbetriebnahme der KWL, das zweite nach einer mehrwöchigen Nutzungszeit. Im Rahmen des Zweitgesprächs können gemeinsam mit dem Mieter erste Verbrauchsauswertungen durchgeführt werden, da die Sorge des Mieters vor zu hohen Stromkosten mit Inbetriebnahme der Anlage sehr konkret wird.

Die Dokumentation zur KWL sollte zentral in der Wohnungsakte erfolgen. So wird sichergestellt, dass alle relevanten Informationen und Unterlagen stets vorliegen und bei einem Mieterwechsel an den neuen Mieter ausgehändigt werden. Die Einweisung des Neumieters hat mit gleicher Sorgfalt zu erfolgen, wie die Einweisung direkt nach der Einbauphase. Auf ein entsprechendes Knowhow seitens der mieterbetreuenden Mitarbeiter ist zu achten.

AP05 THERMISCHE BEHAGLICHKEIT

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

Im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts sollen die Ursachen für das negative Image von Lüftungsanlagen näher untersucht werden.

Ferner soll untersucht werden, ob die negative Bewertung von Lüftungsanlagen allein durch Planungs- und Ausführungsfehler herrührt, sowie in welcher Art und Weise und in welchem Umfang die relevanten Parameter, die zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit herangezogen werden, durch den Betrieb einer Lüftungsanlage negativ beeinflusst werden können.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Im Hinblick auf die Beurteilung der thermischen Behaglichkeit bleiben folgende Fragen offen:

- Ursachen für das negative Image von Lüftungsanlagen
- Ursachen für die negative Bewertung von Lüftungsanlagen
- Umfang der Einflüsse durch den Betrieb von Lüftungsanlagen auf die thermische Behaglichkeit

Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen die Ursachen für das bisher immer noch negativ behaftete Image von Lüftungsanlagen näher untersucht werden. Außerdem sollen die Gründe für diese Bewertung näher untersucht und hinsichtlich ihrer qualitativen und quantitativen Aussagen zudem bewertet werden. Weiterhin sollen die Parameter, die für die Bewertung der thermischen Behaglichkeit ausschlaggebend sind, hinsichtlich ihres tatsächlichen Einflusses auf das Behaglichkeitsempfinden hin untersucht und bewertet werden.

1.3 DEFINITION VON ARBEITSSCHRITTEN

Untersuchung der Ursachen für die Negativ-Bewertung von Lüftungsanlagen und Analyse und Bewertung der bisher vorliegenden Aussagen zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit

- Darstellung der Vorgehensweise bisher vorliegender Erhebungen und deren Bewertung
- Analyse und Darstellung der Randbedingungen bisher erfolgter Erhebungen
- Bewertung bisheriger Erhebungen und Ableitung von Aussagen hinsichtlich der vorliegenden Ergebnisse
- Qualitative und quantitative Beurteilung der bisher vorliegenden Erhebungen
- Beschreibung der Gründe für oder gegen den Betrieb von Lüftungsanlagen anhand der vorliegenden Erhebungen
- Detaillierte Beschreibung und Bewertung der relevanten Parameter, die Einfluss auf die thermische Behaglichkeit haben
- Untersuchung und Bewertung des Einflusses von Lüftungsanlagen und deren Komponenten auf diese Parameter

- Darstellung und Bewertung des Einflusses auf die Parameter, der durch den Betrieb von Lüftungsanlagen ausgelöst wird

1.4 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Die Behaglichkeit des Menschen kann allgemeinverständlich als das Wohlbefinden in einer bestimmten Umgebung beschrieben werden. Dieses Wohlbefinden ist allerdings von zahlreichen Einflussfaktoren abhängig, die der menschliche Körper über seine Sinnesorgane erfasst und für seine Funktion auf Grundlage seines biologischen Aufbaus sowie seiner bisherigen Erfahrungen bewertet. Dies geschieht für den Menschen unbewusst, sozusagen automatisch im Hintergrund, während er selber sich voll und ganz seiner aktuellen Tätigkeit widmen kann. Erst, wenn die Umgebungsbedingungen für die Körperfunktionen unkomfortabel werden, wird das Bewusstsein auf die entsprechende Unstimmigkeit aufmerksam gemacht, um entsprechende Abhilfe zu forcieren. Die besagten Faktoren, die die Behaglichkeit beeinflussen, werden in folgender Abbildung kategorisiert und anschaulich dargestellt.

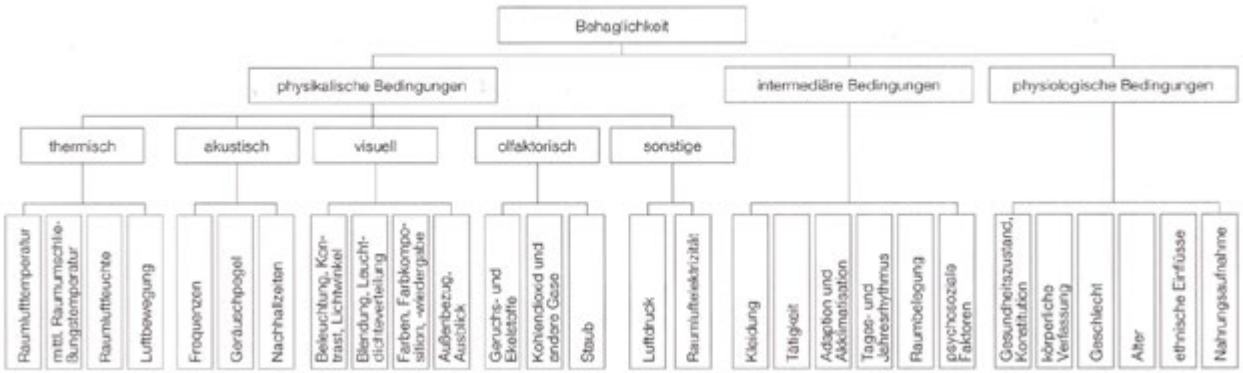


ABBILDUNG 11: Systematische Darstellung von Behaglichkeitsfaktoren, Quelle: Energie Atlas – Nachhaltige Architektur

Allein die Tatsache, dass physiologische Bedingungen wie Alter, Geschlecht, ethnische Einflüsse, Nahrungsaufnahme u. dgl. sich auf die Behaglichkeit auswirken und darüber hinaus auch Einfluss auf weitere Behaglichkeitsfaktoren wie die akustische, visuelle oder olfaktorische Wahrnehmung nehmen, lässt das Ausmaß der Komplexität und der Subjektivität des Begriffs erahnen. Daher stehen Planerinnen und Planer von Gebäuden und Räumen als baulicher Umgebung des Menschen vor dem Problem, dass es kein allgemeingültiges Schema oder Nachschlagewerk gibt, in dem starre Werte für die Schaffung eines behaglichen Raumes definiert sind. Die einzigen Kriterien, die planerisch gezielt beeinflusst und variiert werden können, sind diejenigen des physikalischen Bereiches. In Zusammenhang mit kontrollierter Wohnungslüftung spielen dabei insbesondere die thermischen, akustischen und olfaktorischen Parameter eine Rolle, da diese durch den Betrieb der Lüftungsgeräte bzw. -anlagen direkt positiv sowie negativ beeinflusst werden können.

In vorliegendem Arbeitspaket wird zusätzlich zu den in Abschnitt 1.3 definierten Arbeitsaufträgen der normative Begriff der physikalischen thermischen Behaglichkeit detailliert dargestellt und untersucht. Hierzu gibt es ein genormtes Analyse- und Interpretationsverfahren, welches in DIN EN ISO 7730 - Ergonomie der thermischen Umgebung behandelt wird. In Rahmen der bisherigen Gespräche mit der Lüftungsindustrie war auffällig, dass diese DIN in Zusammenhang mit kontrollierter Wohnungslüftung nicht konkret benannt wurde. Das ist insofern überraschend, als dass in der Allgemeinheit die Meinung kursiert, dass Lüftungsanlagen oftmals einen negativen Einfluss auf die thermische Behaglichkeit haben. Daher sollen innerhalb dieses Arbeitspaketes die Kriterien der thermischen Behaglichkeit gem. [DIN EN ISO 7730:2006−3] benannt und geprüft werden, ob die dazugehörigen Erkenntnisse in den gängigen technischen Regelwerken zur kontrollierter Wohnungslüftung oder bei der Planung und Ausführung von Lüftungsanlagen Berücksichtigung finden.

Die weiteren, zuvor benannten Aspekte der Behaglichkeit werden im Rahmen dieses Forschungsberichtes separat untersucht: So findet eine detaillierte Betrachtung der akustischen Parameter der Behaglichkeit im AP07 Schallschutz statt, das Thema der olfaktorischen Behaglichkeit wird im AP09 Hygiene ausgearbeitet.

2. FACHEXPERTISE (EIGENER BEITRAG)

Siehe „5. Anhang: expertise zum AP05 – Thermische Behaglichkeit“ auf Seite 401

3. RELEVANZ DER THERMISCHEN BEHAGLICHKEIT BEI SANIERUNGEN VON MIETWOHNUNGEN

Bei der Vorabrecherche zu dem vorliegenden Forschungsprojekt war auffällig, dass nutzerseitig mit Lüftungsanlagen oftmals die Erwartung einer tendenziell negativen Beeinflussung der thermischen Behaglichkeit einherging. Auch die Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Befragungen (s. AP02 bis AP04) machen deutlich, dass die Beeinflussung der Behaglichkeit auch ein Thema bei der Diskussion um Lüftungsanlagen darstellt. Die in Abschnitt 1.2 detailliert dargestellten Zusammenhänge und beleuchteten Inhalte der vorliegenden Studien machen jedoch deutlich, dass es sich hierbei um ein häufig hervorgebrachtes Vorurteil handelt. Dennoch müssen bei der Produktentwicklung Parameter wie beispielsweise Luftgeschwindigkeit, Zulufttemperatur, Temperaturdifferenzen, relative Raumluftfeuchte bei der Entwicklung, Planung und Konzeptionierung berücksichtigt werden. Durch ein bereits frühzeitig im Entwicklungsprozess involviertes Bewusstsein gegenüber Aspekten der thermischen Behaglichkeit kann verstärkt dazu beitragen werden, dass bereits durch eine ordnungsgemäße Auslegung der Anlage oder des Gerätes thermische Unbehaglichkeiten vermieden werden. Das hartnäckige Vorurteil des negativen Einflusses von Lüftungsanlagen, insbesondere jenen mit Wärmerückgewinnung, kann nur durch zunehmende, positive Erfahrungen behoben werden. Da diese zum aktuellen Zeitpunkt im Bereich von Mietwohnungen und deren Bewohnern noch nicht vorhanden ist, erschweren derartige Befürchtungen den im Idealfall im Einvernehmen mit dem Mieter vorzunehmenden Einbau der Lüftungsanlage.

Weiterhin führt diese Unkenntnis zu Unsicherheiten bei Wohnbaugesellschaften, die darin ebenfalls eine nicht abwägbare Nebenwirkung sehen. Es ist die Befürchtung vorhanden, dass die nach Einbau einer Lüftungsanlage im schlimmsten Fall zum Negativen veränderte Behaglichkeit zu Streitigkeiten mit der Mieterschaft führt. Die nicht kalkulierbaren Aspekte von Investitionen stellen ein großes Hemmnis dar, wenn für einen großen Wohnungsbestand die möglichst optimale Lösung zur Sicherstellung des erforderlichen Luftwechsels gefunden werden soll.

4. ERFAHRUNGEN AUS DER PRAXIS

Die einzubauenden Lüftungsanlagen sind der vorherigen Ausarbeitung zufolge nicht vordergründig für die thermische Behaglichkeit auszulegen, müssen diesem Aspekt jedoch stets entsprechen. Aufgrund der technischen Entwicklung und Leistung der Geräte und Komponenten sind für die Gewährleistung der

thermischen Behaglichkeit jedoch im Zuge des Einbaus einige wesentliche Punkte zu beachten. Diese sind im Abschnitt 1.2.1 bei der Beschreibung der qualitativen und quantitativen Analyse innerhalb der Studie von Greml, Blümel et al ausgewiesen. Die Einhaltung dieser Punkte sowie das Vorhandensein eines generellen Bewusstseins für die thermische Behaglichkeit wird im Folgenden auf Grundlage der Erfahrungen in vorliegendem Forschungsprojekt untersucht werden.

4.1 BERÜCKSICHTIGUNG BEI PLANUNG UND AUSLEGUNG DURCH HERSTELLER

Bei der Planung und Auslegung durch die Hersteller ist nur in wenigen Einzelfällen eine Berücksichtigung der thermischen Behaglichkeit deutlich geworden. Dabei wurde insbesondere das Zugluftrisiko bedacht, während die Anordnung der Zuluftventile im Rahmen der Vor-Ort-Begehungen unter Berücksichtigung der mieterseitigen Möblierung festgelegt wurde. Dabei wurde bedacht, dass der Mieter eventuell durch die Anordnung seines Sofas in einiger Entfernung und in Flucht des geplanten Zuluftventils Zugluftempfindungen durch die herabsinkende, frische Zuluft erfahren könnte. In diesen Fällen wurde das Zuluftventil etwas versetzt, um das Risiko zu mindern. Erstaunlich ist in diesem Zusammenhang, dass es sich dabei um die Planungen der Lüftungsanlagen mit WRG handelte, da eigentlich zu erwarten ist, dass durch die erwärmte Zuluft das Zugluftrisiko bereits minimiert wird.

4.2 BERÜCKSICHTIGUNG BEI EINBAU UND INSTALLATION DURCH AUSFÜHRENDE UNTERNEHMEN

Beim Einbau und der Installation wurde seitens der ausführenden Unternehmen kein besonderes Bewusstsein hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit erkannt. Die Anlagen wurden auf Grundlage der Herstellerangaben eingebaut und durch den Herstellervertreter in Betrieb genommen, so dass kein Einfluss der ausführenden Firmen auf die Parameter der thermischen Behaglichkeit möglich war.

4.3 EINWEISUNG DES MIETERS

Bei der Einweisung des Mieters wird kein Bezug auf mögliche, thermische Unbehaglichkeiten genommen. Die Einweisung beinhaltet im Wesentlichen die Handhabung des Geräts und die Einstellung der unterschiedlichen Lüftungsstufen.

4.4 PROBLEME MIT DER THERMISCHEN BEHAGLICHKEIT INNERHALB DER PILOTPROJEKTE

Bei den realisierten unterschiedlichen Lüftungssystemen innerhalb der Pilotprojekte ist im Rahmen der Mieterinterviews nach einer mindestens dreimonatigen Betriebsdauer lediglich durch zwei Mieter ein Problem hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit erwähnt worden. Beide Mieter bewohnen das Gebäude, in welchem die zentrale Abluftanlage mit Außenluftdurchlässen kombiniert wurde und die folglich keine Wärmerückgewinnung aufweist (s. Abbildung 08). Bei den übrigen Pilotobjekte mit Lüftungsgeräten bzw. -anlagen mit Wärmerückgewinnung wurden seitens der Mieter keine Beschwerden hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit geäußert.

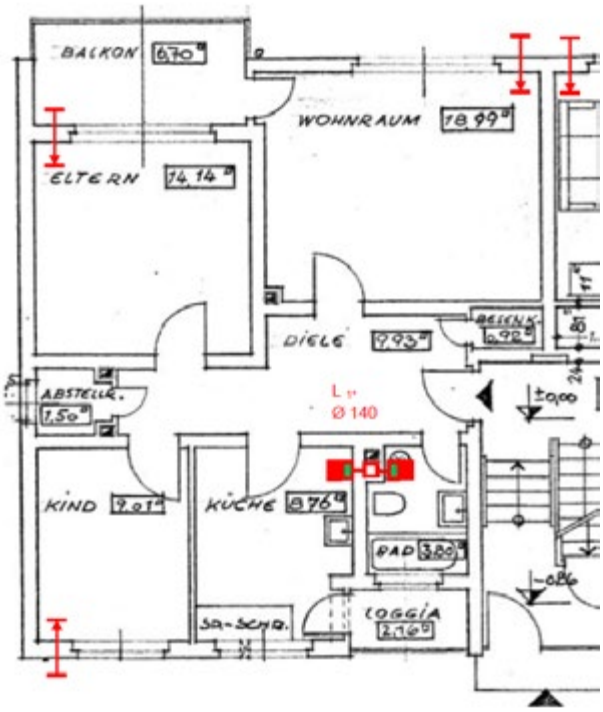


ABBILDUNG 12: Darstellung eines Grundrisses mit zentraler Abluftanlage und Außenluftdurchlässen

Die Unbehaglichkeiten bezogen sich auf Zugluftерscheinungen, die wie folgt beschrieben wurden:

Eine Mieterin beschrieb, dass ihr Besuch sich über Zugluftерscheinungen im Schlafraum beschwerte, da sich der Außenluftdurchlass direkt in der Nähe des Kopfbereiches des Bettes befindet. Sie musste teilweise mit einer Mütze schlafen, um die Unbehaglichkeit zu unterbinden. Selber bewertete die Mieterin die Unbehaglichkeit als nicht merklich. Ohne den Hinweis ihrer Gäste wären ihr selber die Zugluftерscheinungen nicht aufgefallen.

Eine weitere Mieterin beschrieb, dass sie in der Nähe der Außenluftdurchlässe häufig ein Zugempfinden verspürt. Sie beurteilte die thermische Unbehaglichkeit als störend, jedoch nicht permanent vorhanden.

Eine Behebung der Ursache konnte nicht angeboten werden, da bei Außenluftdurchlässen keine Wärmerückgewinnung vorhanden ist und die Zuluft nicht vorerwärmt werden kann. Wie bereits in den vorigen Abschnitten erläutert, wird das Risiko von thermischen Unbehaglichkeitserscheinungen bei dieser Art der Wohnungslüftung als erhöht bewertet. Daher wird empfohlen, Außenluftdurchlässe, die in Kombination mit einer zentralen Abluftanlage eingebaut werden, idealerweise in der Nähe von Heizkörpern anzuordnen. In vorliegendem Fall kann dem Mieter nur geraten werden, die Möblierung entsprechend umzustellen, um sich nicht dauernd im Zugluftbereich aufhalten zu müssen.

5. RÜCKKOPPLUNG ZU AKTEUREN

5.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die Wohnungswirtschaft ist zunächst einmal insgesamt daran interessiert, dass sich die Mieterschaft in ihrem jeweiligen Zuhause wohl und behaglich fühlt. Während dies in der Regel durch die mietereigene Wohnungsausstattung hergestellt wird und die Wohnungswirtschaft keinen Einfluss darauf ausüben kann, verändert sie bei Maßnahmen an und in der Wohnung die mieterseitig gewohnte Situation. Der Einbau einer Lüftungsanlage verändert zwar im Idealfall nicht die Einrichtung oder die Gestaltung der

Räumlichkeiten, kann jedoch im Falle von Systemen ohne Wärmerückgewinnung die thermische Behaglichkeit beeinflussen. In Bezug auf diese Maßnahme dominiert auf Vermieterseite erfahrungsgemäß das Interesse, die Gebäudesubstanz durch eine Reduktion der Raumluftfeuchte zu schützen, was im weiteren Schritt die Schimmelpilzgefahr reduziert und auch ein gesünderes Wohnklima für den Bewohner erzeugt. Im Zusammenhang mit einer energetischen Fassadensanierung werden neben den verringerten Transmissionsverlusten auch noch Lüftungswärmeverluste reduziert und der Heizwärmebedarf durch die Wärmerückgewinnung gesenkt. Augenscheinlich eine Win-Win-Situation.

Eine eventuelle Verschlechterung der globalen oder thermischen Behaglichkeit in der zuvor beschriebenen Art wird im Allgemeinen nicht befürchtet, insbesondere nicht im Zusammenhang mit Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, da in diesem Fall die Zuluft erwärmt in den Raum geführt wird. Die Unternehmen der Wohnungswirtschaft können auch aufgrund der vorhandenen Berührungspunkte und Erfahrungen in etwa die geringen Luftmengen und das daraus resultierende, reduzierte Maß der Luftbewegungen und -turbulenzen abschätzen, sodass auch das Zugluftrisiko im Raum als gering bewertet wird.

5.2 LÜFTUNGSINDUSTRIE

Obwohl in Abschnitt 1.2 bereits festgestellt wurde, dass die thermische Behaglichkeit in allen, bei der Planung, Auslegung und dem Betrieb von Lüftungsanlagen zugrunde zu legenden Normen und technischen Regelwerken thematisiert wird, ist auffällig, dass im Rahmen des hier bearbeiteten Forschungsprojektes seitens der Industrie nur selten Aussagen dazu gemacht wurden. Das betrifft sowohl die Planungs- und Konzeptionierungsphase, als auch die Einbauzeit. Zum Einen kann das zurückgeführt werden auf die mangelnde Informationsnachfrage, da diesbezügliche Bedenken weder durch die Mieter noch durch die Unternehmen der Wohnungswirtschaft geäußert wurden. Allerdings erweckten auch nicht alle Herstellervertreter den Eindruck, auf entsprechende Fragen informativ antworten zu können. Es ist anzunehmen, dass grundlegende Aspekte wie Zulufttemperatur, Luftgeschwindigkeit etc. zwar bekannt sind, die exakten Herleitungen und normativen Anforderungen jedoch nicht wiedergegeben werden können. Augenscheinlich führt das jedoch nicht zu Problemen im Betrieb.

5.3 MIETER

Der Mieter als Person, für den die thermische Behaglichkeit erreicht werden soll, hat am wenigsten Einfluss auf die entsprechende Planung und Auslegung der Parameter. Allerdings sind die aktuell auf dem Markt befindlichen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung auch so konzipiert, dass sie ein breites Spektrum der einzelnen Behaglichkeitsparameter unterschiedlicher Nutzergruppen abdecken. Die Schwierigkeit bei der Bewertung der Behaglichkeit liegt darin, dass sie als solche nicht wahrgenommen wird, da sie einen ausgewogenen Zustand beschreibt. Erst die Unausgewogenheit der thermischen Situation führt zu einem bewussten Wahrnehmen. Daher ist auch nicht verwunderlich, dass im Rahmen der Mieterbefragung durch die Nutzer lediglich tendenzielle Angaben getätigt werden konnten (s. AP02_Nutzerakzeptanz). So lagen die Bewertungen für das schnelle Abführen von Feuchtigkeit, das Empfinden von weniger Zugluft und dem Wahrnehmen einer positiven Veränderung des Raumklimas auf der Skala von 1 (so gut wie gar nicht) bis 10 (sehr stark) im quasi neutralen, mittleren Bereich um 5. Ein wesentlich schlechteres Raumklima oder eine deutliche Verschlechterung der Raumtemperatur konnte aber eindeutig als nicht vorhanden definiert werden. Auffällig ist weiterhin, dass entgegen der bisherigen Studien und Erhebungen im Rahmen vorheriger Forschungsprojekte, die sich thematisch mit maschineller Lüftung in Gebäuden befassten, keine negative Beurteilung der Behaglichkeit ergab. Die Verschlechterung der Situation wurde gem. Ergebnissen der Nutzerbefragung nicht erwartet, es zeigte sich mit einer Bewertung um ca. 8 herum eher das Bild, dass erhöhte Erwartungen hinsichtlich des positiven Einflusses von Lüftungsanlagen auf die Raumtemperatur und die Reduktion von Zuglufterscheinungen geäußert werden. Dass die Erwartungen vor dem Einbau zu hoch waren ist auch daran zu erkennen, dass die Beurteilung der gleichen Aspekte nach dem Einbau der Lüftungsanlagen etwas abgeschwächt ausfiel, die ursprüngliche Tendenz jedoch behielt.

6. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

ZUSAMMENFASSUNG

Die Problematik der thermischen Behaglichkeit begründet sich darin, dass es sich bei ihr um ein subjektives Empfinden handelt, was eine klare Definition mit Bezug zu Grenzwerten oder eindeutigen Planungsparametern ausschließt. Es können lediglich Spektren aufgezeigt werden, in denen sich der Mensch thermisch behaglich fühlt und das ihn umgebende Klima als zufriedenstellend bewertet. Diese Spektren können nur durch umfangreiche Erhebungen aufgezeigt werden, wie sie durch FANGER durchgeführt wurden. Die Anwendbarkeit und Zuverlässigkeit der Voraussagen auf Grundlage der Werte, die durch FANGER aufgestellt wurden, ist jedoch nicht immer gegeben. Geringe Änderungen der damals zugrunde gelegten Randbedingungen können die subjektive Bewertung der Testpersonen maßgeblich beeinflussen. Die in der DIN EN ISO 7730 festgeschriebenen Erkenntnisse aus der Studie von FANGER werden in den lüftungsrelevanten DIN-Normen und Regelwerken vorausgesetzt, sind jedoch unter den am Bau Beteiligten kaum bekannt. Auffällig ist, dass die Herstellung und Konzipierung von Lüftungsanlagen unter Berücksichtigung der Vorgaben der [DIN EN ISO 7730:2006−05] zu nur wenigen Fällen führt, bei denen die thermische Behaglichkeit bemängelt wird. Insbesondere vor dem Zusammenhang, dass die ermittelten PMV- und PPD-Werte in den zuvor benannten Studien sich als nicht aussagekräftig herausstellten.

Allerdings muss an dieser Stelle betont werden, dass bei richtig bemessenen und eingeregelten Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in der Regel keine thermische Unbehaglichkeit zu erwarten ist. Durch die geringen, transportierten und vorerwärmten Luftmengen ist das Risiko von Zuglufterscheinungen quasi nicht vorhanden. Die Thematik der thermischen Behaglichkeit muss allerdings in jedem Fall berücksichtigt werden, wenn Lüftungsanlagen mit Außenluftdurchlässen ohne Wärmerückgewinnung geplant werden. Hier sind die Außenluftdurchlässe derart anzuordnen, dass die Zuluft sich bei der Zirkulation erwärmt, bevor sie in die Behaglichkeitszone gelangt. Unter Umständen ist auch auf die Möblierung des Bewohners zu achten, damit thermische Unbehaglichkeit verhindert werden kann. Hier kommt jedoch erschwerend hinzu, dass die Möblierung sich bei einem Mieterwechsel ändert. Daher ist vordergründig eine sensible Planung der Anordnung von Außenluftdurchlässen unabhängig von den Einflüssen des Nutzers vorzunehmen.

Physikalisch ist unter Zugrundelegung der geringen Luftgeschwindigkeiten, der üblichen Bekleidung der Bewohner, dem zu erwartenden, wohnnutzungsüblichen Aktivitätsgrad sowie der über die energetische Sanierung insgesamt reduzierten Temperaturdifferenzen die Wahrscheinlichkeit für thermisches Unbehagen sehr gering. Das allgemeingültige, thermische Unbehagen, welches generell mit Lüftungsanlagen assoziiert wird, bestätigt sich also nicht. Das Vorurteil wird in der Praxis jedoch immer wieder angetroffen. Die Ursache liegt nach Ansicht der Verfasser in einer eventuellen Voreingenommenheit des Bewohners begründet. Begegnet er dem Einbau der Lüftungsanlage bereits im Vorfeld mit negativen Erwartungen, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass nach dem Einbau auch nicht belegbare Empfindungen auftauchen oder negative Empfindungen direkt in Zusammenhang mit der Lüftungsanlage gebracht werden. Selbst das Wissen über eine „Fremdsteuerung“ der sich sonst „von alleine“ regulierenden Lüftung kann unter den Bewohnern zu einer Negativ-Bewertung der Lüftungsanlage führen. Im Rahmen der Pilotobjekte dieses Forschungsprojektes, in denen Lüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung eingebaut wurden, wurden trotz des Risikos einer eventuell vorhandenen Voreingenommenheit der Bewohner allerdings keine Probleme hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit festgestellt.

EMPFEHLUNGEN

Auf Grundlage der Analyse und der Rückkopplung zu den Beteiligten empfiehlt sich zur Vermeidung thermischer Unbehaglichkeiten vorrangig der Einbau von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Außenluftdurchlässe ohne Vorerwärmung der Zuluft sind herstellerseitig so zu optimieren, dass die Lenkung der Zuluft ihre ausreichende Erwärmung vor dem Einströmen in den Behaglichkeitsbereich gewährleistet. Bei zentralen Abluftanlagen mit Außenluftdurchlässen ohne Wärmerückgewinnung ist verstärkt auf eine Planung und Anordnung zu achten, die thermische Unbehaglichkeiten, insbesondere Zuglufterscheinungen verhindert.

AP06 BRANDSCHUTZ

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

Im Rahmen des weiteren Forschungsprojekts wäre es sinnvoll, die derzeit laufenden Entwicklungen auf der Seite von Normung und Verordnung zu verfolgen und transparent zu machen. Des Weiteren bieten die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten der Lüftungsindustrie (wie am Beispiel der FAHO GmbH gesehen) einen interessanten Ansatzpunkt. Weitere Aktivitäten unterschiedlicher Hersteller gilt es in diesem Zusammenhang zu recherchieren und ggf. zu bündeln.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Da der Brandschutzes sich zum einen auf zentrale Anlagen beschränkt und zum anderen dort kein technisches Problem im eigentlichen Sinne, sondern vor allem ein kostentreibender Faktor ist, soll im Rahmen des umsetzungsorientierten Teils des Forschungsprojekts auch ein Objekt mit einer zentralen Lüftungsanlage realisiert werden. Hierbei gilt es im Sinne einer Hemmnis-Minimierung eine technisch möglichst einfache und wartungsarme und somit in Herstellung und Betrieb kostengünstige Anlage zu planen und umzusetzen. Hierzu sollen vor allem die Lösungsansätze mit wartungsfreien Doppelwandschotts, Federrücklaufmotoren, etc. erprobt werden.

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Zentrale Wohnungslüftungsanlagen sind wirtschaftlich erst ab einer höheren Anzahl von zu versorgenden Wohnungen tragbar. Mit zunehmender Gebäudehöhe steigen jedoch auch die aktuellen gesetzlichen und technischen Auflagen an zentrale Wohnungslüftungsanlagen hinsichtlich des erforderlichen Brandschutzes. Im Umkehrschluss wirkt sich das weiter kostentreibend aus und verkompliziert die Planung und Ausführung. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse und basierend auf der Tatsache, dass die zur Verfügung gestellten Pilotprojekte in Gebäuden geringer Höhe untergebracht sind, konnte sich die gebäudezentrale Lüftungsanlage im Rahmen des Forschungsprojektes nicht durchsetzen. Wenn man diese Erfahrung auf den allgemeinen Bedarf überträgt, wird es zunehmend schwieriger für zentrale Wohnungslüftungsanlagen, sich unter den benannten Rahmenbedingungen in dem Marktsegment durchzusetzen. Innerhalb des Forschungsprojektes wurde alternativ eine bedarfsgeführte, zentrale Abluftanlage ausgeführt, die zwar systembedingt keine Wärmerückgewinnung im eigentlichen Sinne aufweist, aber eine indirekte Energieeinsparung über einen zeitweise geringeren Luftaustausch ermöglicht.

Zusätzlich zu den bereits definierten Fragestellungen soll also weiterhin untersucht werden, ob sich diese These bereits aktuell auf dem Markt abzeichnet und in welcher Form die Hersteller versuchen dem entgegenzuwirken. Die Marktanalyse zu innovativen Lösungen für gebäudezentrale Wohnungslüftungsanlagen bekommt somit eine zusätzliche Bedeutung im Rahmen des Arbeitspaketes.

2. EXPERTISE DER CORALL INGENIEURE GMBH, MEERBUSCH

Siehe „6. Anhang: Expertise zum AP06 – Brandschutz“ auf Seite 423

3. KONSEQUENZEN AUS DEN ERKENNTNISSEN FÜR DEN EINBAU KONTROLLIERTER LÜFTUNGSANLAGEN IN BESTANDSWOHNUNGEN

Es lässt sich feststellen, dass die hinsichtlich des Brandschutzes zu berücksichtigenden, gesetzlichen Vorgaben in erster Linie aus den einzelnen Landesbauordnungen und eventuell zusätzlichen Vorgaben der jeweiligen zugehörigen Verwaltungsvorschriften bzw. Durchführungsverordnungen sowie aus der (Muster-) Lüftungsverordnung resultieren. Demnach sind in Gebäuden der Gebäudeklassen 1 + 2 (in NRW Gebäuden geringer Höhe) und Gebäuden mit insgesamt nicht mehr als 2 Nutzungseinheiten bis jeweils max. 400 m² keine besonderen Anforderungen zu erfüllen. Gleiches gilt für Lüftungsanlagen innerhalb von Wohnungen, wie sie Gegenstand des vorliegenden Forschungsprojektes sind. In Einzelfällen können jedoch auch in diesen Fällen brandschutztechnische Aspekte bei der Planung zu berücksichtigen sein, die dann jedoch nicht aus der Lüftungsanlage im Speziellen, sondern aus der erforderlichen Bauteilqualität resultieren. Das betrifft insbesondere Leitungsdurchführungen in Bauteilen mit besonders hohen Anforderungen (z.B. Leitungsdurchführungen durch eine Brandwand). Für diese Anwendungsfälle können keine Pauschallösungen formuliert werden, sodass das Thema des Brandschutzes in jedem Fall individuell pro Vorhaben beachtet werden muss, selbst wenn augenscheinlich der Einbau der Lüftungsanlage zunächst unproblematisch erscheint.

Ziemlich konkrete Forderungen und Planungshinweise sind in der (Muster-) Lüftungsanlagenrichtlinie hingegen für gebäudezentrale Lüftungsanlagen mit WRG enthalten, um den Brandüberschlag und die Rauchverteilung zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten zu verhindern. Ein nicht zu unterschätzender Anteil der Wohngebäude im Bestand ist der Gebäudeklasse 3 bzw. den Gebäuden mit min. mittlerer Höhe zuzuordnen, so dass im Falle einer gebäudezentralen Lüftungsanlage die brandschutztechnischen Anforderungen in jedem Fall zu erfüllen sind. Unter Zugrundelegung realistischer Bedingungen vor Ort sind gebäudezentrale Anlagen bei den benannten Gebäudeklassen im bewohnten Zustand nicht zu realisieren. Die geschossübergreifenden Kernbohrungen etc. würden zu viele Unannehmlichkeiten für den Bewohner erzeugen. Höchstens bei Kernsanierungen oder energetischen Sanierungen in unbewohntem Zustand kann in der Praxis über dieses Lüftungssystem nachgedacht werden. Während eine gebäudezentrale Anlage in Bezug auf die Investitionskosten für Wohnbaugesellschaften augenscheinlich wirtschaftlicher ist, bedingen die gebäudeintegrativen Maßnahmen jedoch einen nicht zu unterschätzenden Mehrkostenbetrag. Die regelmäßig stattzufindende Wartung führt zudem auch im laufenden Betrieb noch zu erhöhten Betriebskosten, welche durch den Mieter beglichen werden müssen.

Eine im Zuge des Forschungsprojektes angedachte Lösung zur Reduktion der vermieterseitigen Verwaltungsmehraufwendungen für die Koordinierung von Wartungsterminen mit den Mietern ist die Nutzung eventuell vorhandener, leitungsführender Schächte oder Abstellräume, die vom Treppenraum aus zugänglich sind. In den Schächten könnten beispielsweise die zentralen, vertikalen Stränge inklusive der erforderlichen Brandschutzkomponenten von gebäudezentralen Anlagen für Abluft bzw. Zu- und Abluft angeordnet werden. Gleiches gilt für wohnungszentrale Lüftungsanlagen, bei denen das regelmäßig zu wartende Lüftungsgerät in einem Abstellraum mit Zugang vom Treppenraum angeordnet werden kann. Durch den außerhalb der Wohneinheiten liegenden Zugang zu den Anlagenkomponenten wäre eine

Wartung ohne Anwesenheitspflicht der Mieter möglich, die andernfalls den Technikern für die regelmäßig anfallenden Wartungsarbeiten den Zugang zur eigenen Wohnung gewähren und sich entsprechend zu diesem Zeitpunkt in der Wohnung aufhalten müssen. Den eingesparten Koordinationsleistungen durch die Wohnbaugesellschaft sind jedoch auch in diesem Fall baukonstruktive Zusatzleistungen wie Revisionsklappen mit Brandschutzanforderungen in den Treppenhauswänden gegenüberzustellen, die wiederum Mehrkosten verursachen und die Wirtschaftlichkeit verringern.

Letztlich ist zu überlegen, ob die Planung einer gebäudezentralen Abluft nach DIN 18017−3 („Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster − Lüftung mit Ventilatoren“) in Kombination mit Zuluft-Nachströmung über ALD, selbst wenn eine WRG nicht möglich ist, für die Wohnungslüftung nicht eine wesentlich wirtschaftlichere, zentrale Lösung darstellt, sofern der dadurch erzielte Luftvolumenstrom ausreichend ist, um den Mindestluftwechsel zu gewährleisten und die Abluft weiterhin aus Bädern und Küchen fortgeführt wird. Hierbei sind jedoch Anforderungen an die maximalen Querschnitte der Lüftungsleitungen zu beachten, da sonst die Regelungen in der DIN 18017−3 nicht mehr ausreichen.

4. RÜCKKOPPLUNG AUF DIE AM PROJEKT BETEILIGTEN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die Wohnungswirtschaft bestätigt, dass die bisher erforderlichen Aufwendungen zur Installation einer gebäudezentralen Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung für bewohnte Bestandsgebäude zu umfangreich und für die Mieterschaft nicht tragbar sind. Das System bietet zwar Vorteile, wie die Montage des Lüftungsgerätes außerhalb der Wohneinheiten, was somit keine Mietflächenreduktion bedingt und den erforderlichen Strombedarf zum Betrieb der Anlage, der sich ebenfalls auf das zentrale Gerät beschränkt, bringt jedoch auch Mehrkosten für die Installation mit sich und verringert den Aufwand für die regelmäßige Wartung nur geringfügig.

Weiterhin bergen sowohl zentrale als auch dezentrale Lüftungsanlagen den vermieterseitigen Interessenkonflikt, dass einerseits angestrebt wird, den ununterbrochenen Betrieb für den Mindestluftwechsel nutzerunabhängig zu gewährleisten, andererseits aber auch die Möglichkeit vorhanden sein muss, im Brand- oder Gefahrenfall von außen (z.B. Chemieunfall und das Erfordernis, die Fenster geschlossen zu halten) die Anlage manuell auszuschalten. Wie mit diesem Problem umgegangen werden soll, ist zum aktuellen Zeitpunkt selbst aus Sachverständigensicht noch nicht vollständig gelöst. Im Rahmen der Pilotprojekte des Forschungsprojektes wurde daher auf die Nutzerunabhängigkeit verzichtet, um der Sicherheit der Bewohner den Vorrang zu geben. So ist die Ausschaltung der Anlagen durch den Nutzer jederzeit möglich, selbst wenn in Mieter-Informationsgesprächen darauf hingewiesen wurde, dass dies nur im Notfall vorzunehmen ist. Bei zentralen Anlagen kann ein eventuell vor Ort ansässiger Hausmeister die Abschaltung des Lüftungsgerätes veranlassen. Bei dem Pilotprojekt mit zentralem Abluftgerät wurde der Schalter zum Ausschalten in den Bereich der Haustür gelegt. Insgesamt ist es jedoch in beiden Fällen den Bewohnern überlassen, ob die Abschaltung im Gefahrenfall vorgenommen wird oder nicht.

Zudem wird seitens der Wohnungswirtschaft angestrebt, dass Lüftungsanlagen und -geräte mit so wenig Planungsaufwand wie möglich zu installieren sind. Selbst wenn die Technik der Geräte für sich diesbezüglich vollständig durchdacht und perfektioniert wäre, muss spätestens an der Schnittstelle „Einbau in das Gebäude“ überprüft werden, ob brandschutztechnische Belange durch die erforderlichen Anpassungen an der Gebäudesubstanz berührt werden. Ein Einbau ohne fachplanerische Bewertung erscheint in diesem Zusammenhang fahrlässig.

Insgesamt birgt das Thema des Brandschutzes in Bezug auf dezentrale wohnungs- und raumweise Lösungen nur wenige Probleme, die für die Wohnungswirtschaft als Hemmnis wirken können. Für zentrale

Lüftungsanlagen gilt eher, dass die hohen Anforderungen aus dem Brandschutz und die aufwändigen Eingriffe in die Bausubstanz einen Einsatz in der bewohnten Bestandssanierung kaum möglich machen. Insgesamt gilt, dass aufgrund der vordergründigen Sicherheit der Bewohner brandschutzrelevante Probleme stets mit erhöhter Sensibilität angegangen werden müssen.

4.2 INDUSTRIE

Für die Industrie erscheint die Brandschutzthematik vollumfänglich gelöst, da ein Großteil der Lüftungsanlagen und -geräte in Neubauten integriert wird, bei denen von vornherein auf die brandschutztechnischen Belange Rücksicht genommen wird. Dies mag zutreffen, wenn es um bauliche Punkte geht, wie die Erstellung von großen Kernbohrungen in Geschossdecken oder die Ausbildung von Schächten mit einer bestimmten Feuerwiderstandsdauer. Der Wunsch der Wohnungswirtschaft, das möglichst nutzerunabhängige Funktionieren der Anlage zu gewährleisten, um manuelle Veränderungen zu unterbinden, erscheint für die Industrie jedoch befremdlich, da das Klientel im Neubausektor sich stark mit der eingesetzten Technologie befasst. Hier sind Verbesserungspotenziale vorhanden, die eine Unterscheidung in Abhängigkeit zum Klientel erforderlichen machen. Zudem befinden sich auch für den Neubausektor wie zuvor erläutert keine Lösungen für den „Gefahrenfall von außen“. Auch hier muss eine einheitliche und nachvollziehbare Lösung herstellerseitig forciert werden, um die Sicherheit der Nutzer zu gewährleisten.

5. PRAXISERFAHRUNG

Aufgrund des innerhalb von Bestandsgebäuden im bewohnten Zustand nur mit erhöhten Aufwendungen und unter für Mieter nicht tragbaren Umständen zu realisierenden Einbaus der gebäudezentralen Lüftungsanlagen (s. auch AP12 - Gebäudeintegration) konnte im Rahmen der Pilotprojekte keine gebäudezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung realisiert werden, so dass die Betreuung und Begleitung der Baumaßnahmen sowie die Dokumentation der Einbauphase nicht erfolgen konnte. Die Wohnungswirtschaft zeigte hierbei zwar ein starkes Interesse an der Kooperation zwecks Gewinn von Erfahrungen und Unterstützung der Findung von Optimierungspotenzialen, konnte der Mieterschaft allerdings die seitens der Hersteller vorgestellten baulichen Erfordernisse zum Einbau der zentralen Lüftungsanlagen unmöglich zumuten. Als Kompromiss zählt daher die zentrale Abluftanlage in Kombination mit Außenluftdurchlässen, die innerhalb eines Pilotobjekts umgesetzt werden konnte.

Weiterhin ergab sich aus der Anordnung der außenliegenden Lüftungsmündungen einer dezentralen, wohnungsweisen Lüftungsanlage ein brandschutztechnisches Problem, welches nicht aus gebäudeintegrativen Erfordernissen, sondern aus der Erfüllungspflicht bauordnungsrechtlicher Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes resultierte. Beide Erfahrungen werden im Folgenden ausgeführt und näher erläutert.

5.1 HEINRICH-HEINE-STR. 4, LEVERKUSEN

Bei der Realisierung dieser Lüftungssystem-Variante ist aus brandschutztechnischer Sicht die vertikal durch jegliche Geschosse führende Abluft von Interesse. Die Außenluftdurchlässe haben geringe Abmessungen und können in die Fensterleibung integriert werden (s. Abb. 34). Da die Fensteröffnungen aus brandschutztechnischer Sicht ohnehin eine Schwachstelle in der Außenwandkonstruktion darstellen und ihre Lage – insbesondere im Übergangsbereich zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten und Brandabschnitten – mit bestimmten, bauordnungsrechtlichen Anforderungen verknüpft ist, kann davon ausgegangen werden, dass die außenseitige Mündung eines Außenluftdurchlasses im Leibungsbereich von Fenstern angeordnet werden kann ohne weitere brandschutztechnische Erfordernisse auszulösen. Die Außenluftleitung wird dann innerhalb der Dämmschicht des WDVS verzogen und zu der zugehörigen Kernbohrung geführt, die aus statischen Gründen in der Regel nicht im direkten Leibungs- und Sturzbereich

angeordnet werden kann. Dort versorgt sie den Innenraum über ein feuchtegeführtes Zuluftelement mit Frischluft.

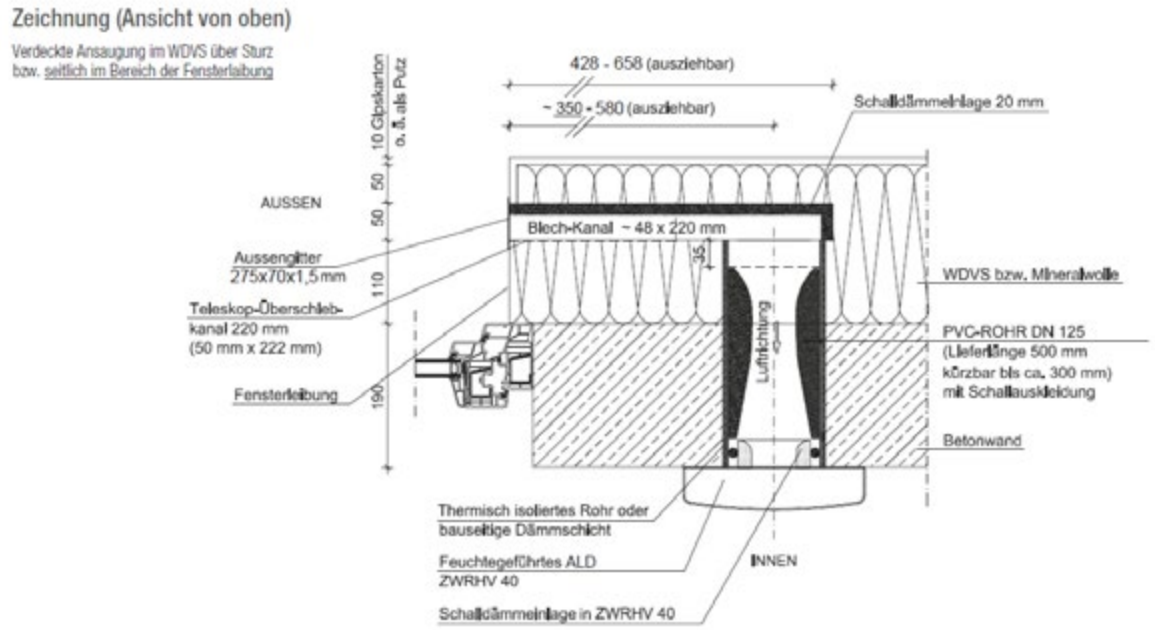


ABBILDUNG 13: Detail Außenluftdurchlass ALD in Fensterleibung [Quelle: Produktdatenblatt AERECO KWHRVA 02 WDVS PLUS]

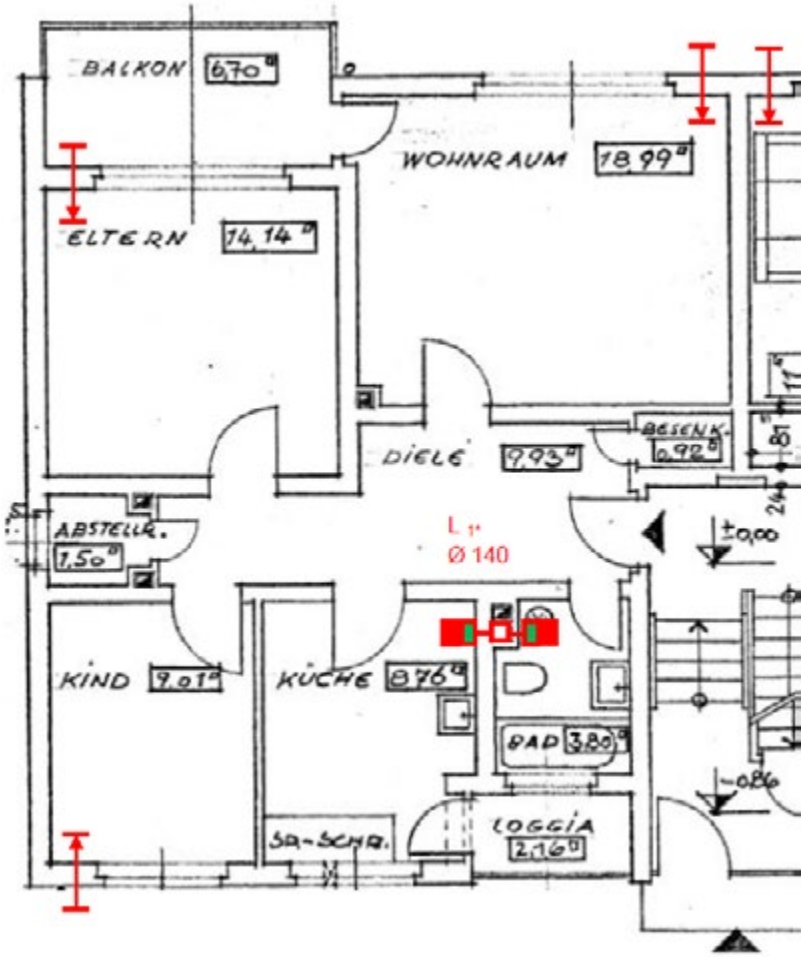


ABBILDUNG 14: Grundriss zentrale Abluftanlage und ALD

Für die Abluft wurden innerhalb des bestehenden, zweizügigen Schornsteins, welcher sich an der Wand zwischen Badezimmer und Küche befindet, zwei vertikale Lüftungsstränge verlegt, die die verbrauchte Luft jeweils einer Wohneinheit abziehen und somit durch einen unmerklichen Unterdruck das kontinuierliche Nachströmen der Frischluft über die Außenwanddurchlässe in die Aufenthaltsräume gewährleisten (s. Abb. 35). Der zentrale Flur dient dabei als Überströmbereich. Als Nutzungseinheit-übergreifendes Element war es erforderlich, die Öffnungen zu den Wohneinheiten jeweils mit einem Brandschutzelement gem. DIN 18017 auszustatten. Dieses wurde an jedem Abluftventil in den Küchen und Badezimmern vorgesehen. Die Planung wurde vorgelegt und als realisierbare Möglichkeit freigegeben. Im Zuge der Ausführung traten jedoch Probleme auf, die zwar mit etwas zusätzlichem Aufwand zu beheben waren, allerdings durch eine aufmerksame Vor-Ort-Begehung und Absprache der Gewerke untereinander hätten vermieden werden können. So wurden die Brandschutzelemente als Aufsatzmodule geplant, die durch die Gipskartonwand und die Fliesen der neuen Badezimmergestaltung hindurchführen und an die Abluftleitung angebunden werden. Die Festlegung fand nach den Abbrucharbeiten in Küche und Badezimmer statt, bevor der Trockenbauer und Fliesenleger mit ihren Leistungen begonnen hatten. Zum Einbautermin wurde festgestellt, dass vor dem Schornstein eine raumhohe Vorsatzschale angeordnet worden war, sodass die Anbindeleitung des Abluftelements nicht ausreichte, den Abstand zwischen Außenkante Schornstein und Außenkante Fliesenbelag zu überbrücken. Über entsprechende Leitungsstücke mit passenden Durchmessern wurde eine funktionierende Lösung entwickelt, bei der unbedingt zu beachten war, dass die bauaufsichtliche Zulassung unter den geänderten Einbaubedingungen noch ihre Geltung behält.

5.2 EMIL-NOHL-STR. 15, REMSCHEID, 2. OG RECHTS

Aufgrund des innenliegenden Abstellraumes, der als Aufstellort für das dezentrale, wohnungsweise Lüftungsgerät dienen sollte, wurde es erforderlich, die Außen- und Fortluftführung über einen horizontalen Leitungsstrang zu ermöglichen, der den zwischen dem Abstellraum und der Außenwand liegenden Aufenthaltsraum quert (Verlegeplanung des Herstellers siehe „Abbildung 15: Verlegeplanung des Herstellers“ auf Seite 83. Da die Gebäude in der Siedlung in der Höhe gestaffelt aneinandergereiht sind und sich die Wohnung im obersten Geschoss des höher liegenden Gebäudes befindet, wurde seitens des Mieters gefragt, ob es nicht möglich sei, die Leitungsführung zu vereinfachen: Durch die Höhenstaffelung wird die Gebäudetrennwand im Bereich des Gebäudeversatzes zu einer Außenwand, sodass der obere Bereich des Abstellraumes gegen Außenluft grenzt. Daher können die Leitungen prinzipiell auch ohne Durchqueren des Aufenthaltsraumes auf kurzem Wege direkt nach Außen geführt werden.

ABBILDUNG 15: Verlegeplanung des Herstellers

Sowohl an Gebäudetrennwände als auch an aufgehende Bauteile, die an Dachflächen grenzen, sind spezielle Anforderungen in der BauO NRW formuliert. Insbesondere in Bezug auf Öffnungen befinden sich dort klare Forderungen. So gilt nach §35 der BauO NRW für „Dächer von Anbauten, die an Wände mit Öffnungen oder an Wände, die nicht mindestens in der Feuerwiderstandsklasse F 90 erstellt sind, anschließen“, dass dort ein „mindestens 5 m breite[r] Streifen vor diesen Wänden in mindestens der gleichen Feuerwiderstandsklasse herzustellen [ist] wie die Decken des höheren Gebäudes“. Zudem müssen „In diesem Bereich sind [...] Dachhaut und Dämmschichten aus brennbaren Baustoffen gegen Entflammen zu schützen“. Wie nun ‚Öffnungen‘ in diesem Zusammenhang definiert sind und ob geringfügige Kernbohrungen für Lüftungsleitungen unter diese Definition fallen, bleibt allerdings unklar. Wenn dem so wäre, müsste unterhalb des Lüftungsgitters in einem Radius von 5,0 m eine Kiesschicht mit einer Dicke von min. 5 cm oder ein Betonstein-Belag hergestellt werden. Dies führt wiederum zu der Erfordernis, die Statik der darunter befindlichen, tragenden Bauteile unter Berücksichtigung der zusätzlich aufgebrachten Last zu überprüfen und eventuell zu ertüchtigen.

Eine weitere Möglichkeit zum Umgang mit der beschriebenen Problematik ist in der Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR unter Abschnitt 5.1.2 beschrieben. Darin wird die Forderung geäußert, dass Mündungen von Lüftungsanlagen min. 1,5 m von brennbaren Baustoffen entfernt sein. Können diese 1,50 m nicht eingehalten werden, müssen im Radius von 1,5 m um die Mündungsöffnung herum eine min. 5 cm dicke Bekiesung oder min. 3 cm dicke, fugendicht verlegte Betonplatten vorgesehen werden. Es ist deutlich, dass diese Forderung sich wesentlich eindeutiger auf Mündungen von Lüftungsanlagen bezieht und die Erfüllung der Forderungen zur Einhaltung des Brandschutzes eindeutig praktikabler ist.

Da die Konstruktionen im Bereich des Deckenversatzes nicht eindeutig zu definieren waren und da selbst eine Auflast von 0.05 m x 1,50 m x 3,00 m Betonplatten oder die erforderliche Bekiesung mit einer Stärke von 0,03 m einer statischen Abklärung bedurft hätte, wurde von diesen Möglichkeiten abgesehen.

6. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

6.1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Brandschutz kontrollierter Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ist für die unterschiedlichen Lüftungssysteme getrennt zu betrachten. Während die dezentrale raumweise sowie dezentrale wohnungsweise Lüftung sich vergleichsweise unkompliziert darstellt, ist die Gebäudeintegration von gebäudezentralen Wohnungslüftungsanlagen unter Beachtung der erforderlichen Brandschutzbestimmungen sehr aufwendig und für den bewohnten Bestand für die Mieterschaft nicht zumutbar.

Alle Systeme betreffend ist eine Lösung für die Gefahr von außen, z. B. im Fall von Chemieunfällen oder gefährlichen Dämpfen, bei denen die Anwohner aufgefordert werden, ihre Fenster zu verschließen, zu entwickeln und die Sicherheit der Mieter auch für diesen Fall zu gewährleisten.

Zudem muss darauf hingewiesen werden, dass auch Veränderungen an baulichen Situationen zum Zweck des Einbaus einer Lüftungsanlage den Brandschutz der Gebäudesubstanz beeinflussen können. Es ist fraglich, ob die an der Vorabplanung beteiligten Herstellervertreter und dem Einbau involvierten Gewerke diese Punkte identifizieren und lösen können. Ein Hinzuziehen von entsprechenden Fachplanern ist daher in jedem Fall zu empfehlen, auch wenn dies die Kosten zunächst steigert.

6.2 EMPFEHLUNGEN

Derzeit finden sich keine tatsächlich wartungsfreien Systeme auf dem Markt. Es kann zwar von „wartungsarmen“ Systemen die Rede sein, deren Wartungsabstände z. B. größer sind, aber der regelmäßige Wartungsgang bleibt weiterhin erforderlich. Dies führt sowohl bei gebäudezentralen als auch bei dezentralen wohnungsweisen Lüftungsanlagen zu Mehraufwendungen seitens Vermietern und Nutzern. Das Problem

wurde seitens der Industrie erkannt, allerdings bleibt es fraglich, inwiefern die daraufhin entwickelten „wartungsarmen“ Systeme mit den Rahmenbedingungen und den Anforderungen der allgemein anerkannten Regeln der Technik umgehen. In jedem Fall müssen für diese Systeme Konformitätsnachweise und Zulassungen eingefordert werden.

Die Zweckmäßigkeit und Sinnhaftigkeit von bauordnungsrechtlichen Anforderungen an Leitungsdurchführungen und Revisionsöffnungen in Treppenhauswänden ist aus Sicht der Verfasser zu hinterfragen. Es erscheint nicht nachvollziehbar, dass Türen zu notwendigen Treppenräumen keine Feuerwiderstandsklasse aufweisen müssen, eventuell direkt darüber im Sturzbereich angeordnete, fest verschließbare Revisionsklappen zu Wartungszwecken jedoch eine Feuerwiderstandsdauer von bis zu 90min. im Brandfall aufzuweisen haben.

Weiterhin bestehen derzeit noch nicht eindeutig gelöste bzw. geregelte Themen, wie mit Giftgasalarm von außen oder einer Abschaltung von Lüftungsanlagen im Brandfall umgegangen werden muss. Diese Punkte erscheinen bei der Planung von Anlagen als äußerst diskussionswürdig und sollten daher unbedingt adressiert werden. Hier besteht ein Zielkonflikt zwischen den Forderungen der Wohnungswirtschaft, dem Mieter im Idealfall keine Möglichkeit zu gewähren, die Voreinstellungen zur Erfüllung des erforderlichen Mindestluftwechsels zu verändern oder die Anlage vollständig auszuschalten, und den Sicherheitsanforderungen der Bewohner. Vorliegende Expertenmeinungen sind stellenweise widersprüchlich. Es fehlt eine rechtsgültige Aussage auf Basis fundierter Erkenntnisse.

AP07 SCHALLSCHUTZ

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

Aus Sicht der Verfasser gibt es für Wohnungslüftungsanlagen in Bezug auf den Schallschutz keine offenen technischen Fragen, die im weiteren Verlauf des Projekts zu klären wären. Wie die Empfehlungen von [Laidig et al., 2004] jedoch zeigen, sind die Mindestanforderungen aus der [DIN 4109:1989−11] (wie in Bezug auf andere Aspekte des Schallschutzes auch) nicht mehr zeitgemäß. Daher kann es ggf. sinnvoll sein, unterschiedliche Schallschutzstandards monetär zu bewerten und hinsichtlich Ihrer Akzeptanz durch den Nutzer zu validieren, so dass diesbezüglich wirtschaftlich tragfähige und sozial akzeptierte Handlungsempfehlungen gemacht werden können.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Im Zusammenhang mit der Wohnungslüftung kommt dem Schallschutz eine große Bedeutung (insbesondere hinsichtlich der Nutzerzufriedenheit) zu. Gleichzeitig gibt es mit der [DIN 4109:1989−11] ein nur bedingt praxistaugliches technisches Regelwerk, dass mühelos eingehalten werden kann, ohne dass ein für den Nutzer akzeptabler Zustand gewährleistet wird. Andererseits löst auch eine Maximierung des Schallschutzes durch die Kombination technisch gegebener Schall-Emissionseigenschaften des jeweiligen Lüftungsgerätes mit konstruktiven Ertüchtigungen das Problem nicht, da die Investitionskosten dadurch stark steigen. Insofern sehen sich Bauherrn und Planer immer wieder vor der Situation einer Kosten-Nutzung-Abwägung, die ein potentielles Hemmnis darstellen, wenn das Problem durch schlichtes Weglassen einer Lüftungsanlage „gelöst“ wird (Motto: keine Lüftungsanlage = kein zu lösendes Schallschutzthema). Insofern sollen im Rahmen des Forschungsprojekts unter Hinzuziehung bauphysikalischen Sachverstands für die zu realisierenden Referenzobjekte ein sinnvoller Schallschutz-Mindeststandard definiert werden mit ggf. weiteren, höherwertigen Abstufungen, die dann nach erfolgtem Einbau auf Ihre tatsächlich vorhandenen Schalldämmeigenschaften gemessen werden sollen.

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Wie im AP08 Gebäude-Wohnungstypologie erläutert werden die Arbeitsschritte nicht anhand von Musterlösungen getätigt, die Bearbeitung erfolgt anhand der Konzepte für die Pilotprojekte.

2. EXPERTISE – FACHBEITRAG IFAS – INGENIEURBÜRO FÜR AKUSTISCHE SCHALLANALYSE, AACHEN

Siehe „7. Anhang: Expertise zum AP07 – Schallschutz“ auf Seite 449

3. SCHALLTECHNISCHE ANFORDERUNGEN UND BESONDERHEITEN

Die Expertise des Herrn Prof. Dipl.-Ing. Pohlenz vom ifas – Ingenieurbüro für akustische Signalanalyse und Frau M. Sc. Nadine Kretzschmar, staatlich anerkannte Sachverständige für Schall- und Wärmeschutz und Mitarbeiterin der Hochschule Bochum im Rahmen des Forschungsprojektes, zeigten die schalltechnischen Probleme von Wohnungslüftungsanlagen unterschiedlicher Systeme auf. Anders als bisher werden durch die im Juli 2016 veröffentlichte Neufassung der DIN 4109–1 - Schallschutz im Hochbau, die in nächster Zeit bauaufsichtlich eingeführt wird, nun eine Anforderung an Lüftungsanlagen gestellt, die innerhalb einer Wohnung fest installiert werden. Die Anforderung lautet LAF,max,n ≤ 30 dB für Wohn- und Schlafräume und erlaubt bei Dauergeräuschen ohne auffällige Einzeltöne, also auch bei Lüftungsanlagen, Überschreitungen um 5dB. Liegt der Aufstellort der Lüftungsanlage außerhalb der eigenen Wohnung, ist der Anforderungswert identisch, darf jedoch nicht weiter um 5 dB überschritten werden.

Bemerkenswert ist dabei, dass die Empfehlungen für Aufenthaltsräume in Wohnungen gem. VDI 4100 - Schallschutz im Hochbau und in der DEGA-Empfehlung 103 - Schallschutz im Wohnungsbau in etwa diese Werte als Mindestwerte bei geringen Anforderungen definieren. Für einen normalen Wohnkomfort und insbesondere in Schlafräumen sollten demnach LAF,max,n,T ≤ 24 dB erfüllt werden. In diesem Punkt spiegelt also auch die überarbeitete Fassung der DIN 4109–1 nicht den aktuellen Erkenntnisstand wieder. Bauordnungsrechtlich bleibt LAF,max,n ≤ 30+5 dB als einzuhaltende Anforderung bestehen. Ob bei einzelnen juristischen Verfahren dieser Wert zivilrechtlich – im Sinne einer vom Vermieter zu gewährleistenden Qualität gegenüber dem Mieter – bestätigt wird, bleibt fraglich. Daher sollten die Schallemissionen von Lüftungsgeräten und -anlagen für Wohngebäude bei der Auswahl des Herstellers eine besondere Beachtung erhalten.

3.1 RAUMWEISE DEZENTRALE ANLAGEN

Da die Lüftungsgeräte bei raumweise dezentralen Anlagen innerhalb des Raumes montiert werden, den sie mit frischer Außenluft versorgen, und die Luftführung durch weitere Bereiche der Wohnung nicht erforderlich ist, sind bei diesem System lediglich der Schallschutz gegen Außenlärm, die Übertragung über umgebende Bauteile und die Schallemissionen der Aggregate relevant, die sich aus deren Schallleistung und aus Strömungsgeräuschen zusammensetzen. Solange das Lüftungsgerät nicht im Raumverbund arbeitet, sind keine schalltechnischen Probleme zwischen Räumen zu erwarten, so dass dieser Aspekt nicht näher betrachtet werden muss.

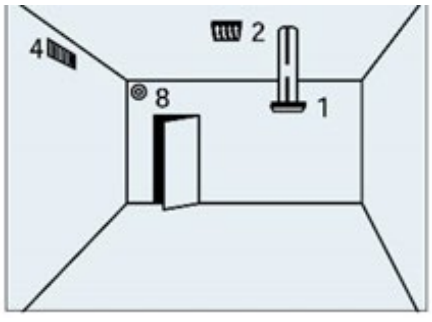


ABBILDUNG 16: Abstrahlungsfaktoren n zur Umrechnung von Schallleistungspegeln in Schalldruckpegel: n = 1 bei Anordnung der Schallquelle frei im Raum; n = 2 bei Anordnung der Schallquelle i n/vor einer Bauteilfläche; n = 4 bei Anordnung der Schallquelle in/vor einer Raumkante; n = 8 bei Anordnung der Schallquelle in/vor einer Raumecke

Der Schalldruckpegel im Raum ergibt sich aus dem Schallleistungspegel des Aggregats und ist von den Raumeigenschaften und dem Montageort im Raum abhängig. Durch Schallreflexionen an Wand- und Deckenflächen wird der Schalldruckpegel erhöht, so dass sich ein optimaler Montageort mittig und nahezu freischwebend im Raum befände, da sich der Schall dann ungehindert kugelförmig ausbreiten kann und

weniger durch Reflexionen verstärkt wird. Die Montage auf bzw. in einer ebenen Fläche, wie sie für raumweise dezentrale Anlagen üblich ist, führt zu einer halbkugelförmigen Ausbreitung und einem höheren Schalldruckpegel. Damit es nicht zu noch weiteren Erhöhungen kommt, wäre es schallschutztechnisch vorteilhaft, die Lüftungsgeräte mit einem Mindestabstand von 1,0 m zu Raumkanten und Raumecken zu montieren, was oftmals aufgrund der beengten Gliederung einer Außenwand mit Fenster im Wohnungsbau aber nicht möglich ist (vgl. AP 12 - Gebäudeintegration).

Beim Außenlärm wird von standortabhängigen Lärmpegelbereichen LPB ausgegangen, die gewisse Qualitäten der Außenwände und Fenster erforderlich machen, um den Bewohner vor den Lärmbelastungen des Außenraumes zu schützen. Ein Außenluftdurchlass, wie er für raumweise dezentrale Anlagen erforderlich ist, stellt eine Schwächung des Bauteilgefüges dar und muss ebenfalls schalldämmende Eigenschaften aufweisen. In der Expertise von Herrn Dipl. Ing. Rainer Pohlenz und Frau M. Sc. Nadine Kretzschmar wird nachvollziehbar an einem Beispiel aufgezeigt, dass ab LPB III Außenluftdurchlässe mit ihren spezifischen Norm-Schallpegeldifferenzen Dn,e,w im Bereich von 30 dB bis 50 dB und vereinzelt sogar bis zu 66 dB nur noch in Kombination mit guten bis sehr guten Schalldämmeigenschaften der Außenwände und Fenster die erforderlichen Anforderungen erfüllen können. In dem exemplarisch aufgezeigten Beispielraum können die Anforderungen in LPB VI nicht mehr erfüllt werden, was allerdings nicht auf die Außenluftdurchlässe zurückzuführen ist, sondern darauf, dass die Schalldämmwerte der Außenwände und Fenster allein bereits nicht ausreichen. Positiv zu vermerken ist allerdings, dass insbesondere an schallbelasteten Punkten die Fenster zu Lüftungszwecken geschlossen bleiben können, was auch eine Reduktion der Lärmbelastung im Innenraum mit sich bringt.

3.2 WOHNUNGSWEISE DEZENTRALE ANLAGEN

Bei wohnungsweise dezentralen Anlagen gibt es keine bauordnungsrechtlichen Anforderungen an den Schallschutz zwischen Räumen der selben Wohnung. In DIN 4109 werden jedoch Empfehlungen für Wände (ohne Türen) zwischen lauten und leisen Räumen unterschiedlicher Nutzung ausformuliert, die wie folgt lauten:

- erf. R'w = 40 dB für den normalen Schallschutz,
- erf. R'w ≥ 47 dB für den erhöhten Schallschutz.

Die Aggregate werden innerhalb der Wohneinheit, vorzugsweise in einem Abstellraum, wand- oder deckenhängend montiert. Wesentlich für die Schallübertragung in die umliegenden Räume ist die Körperschallübertragung über das Bauteil, an welches das Lüftungsgerät montiert wurde. Je schwerer und massiver dieses Bauteil ist – im Idealfall ≥ 450 kg/m² - desto besser wird der Schall gedämpft. Bedenklich ist daher die Montage an leichten Trennwänden wie Gipskartonständerwänden, insbesondere wenn die Montagefläche an einer Trennwand zu einem Aufenthaltsraum liegt. In diesen Fällen kann eine Entkopplung der Aggregateaufhängung erforderlich werden. Auch eine konstruktive Entkopplung der Trennwand von den angrenzenden Wand-, Boden- und Deckenbauteilen ist dabei eine mögliche Lösung, die jedoch in Bestandsgebäuden oftmals nicht verändert werden kann. Im reinen Massivbau wirken sich einbindende Bauteile hingegen schallmindernd aus. In diesem Fall gilt: je mehr Bauteil-Stoßstellen der Schall auf seinem Weg zum Aufenthaltsraum überwindet, desto mehr wird er gedämpft.

Zusätzlich werden die Luftschallemissionen des Aggregats von den raumbegrenzenden Bauteilen absorbiert oder aber weitergeleitet. Auch hierbei ist die Qualität der Schalldämmung von der Masse der Bauteile abhängig. In diesem Zusammenhang entwickelt sich die in der Regel im Wohnungsbau verwendete leichte Tür zur größten Schwachstelle, die unter Umständen aufstellraumseitig mit schallabsorbierenden Materialien bekleidet werden muss. Gleiches gilt für die umschließenden Wände des Aggregateraumes, wenn die benannte Mindestanforderung an die Bauteilmasse nicht erfüllt wird.

Eine weitere Form der auftretenden Schallemissionen findet über die Leitungsstränge sowie Zu- und Abluftventile in Form von Strömungsgeräuschen statt. Die Höhe ist dabei abhängig von der Luftgeschwindigkeit, dem Kanaldurchmesser, dem daraus resultierenden Turbulenzgrad, sowie den Wandungsmaterialien der Lüftungsleitungen. Luftgeschwindigkeit und Kanaldurchmesser müssen sehr gut aufeinander abgestimmt werden, da zu hohe Luftgeschwindigkeiten in zu gering dimensionierten Kanälen zu mehr Geräuschentwicklung führen, aber auch zu hoch ausgelegte Kanaldurchmesser bei geringen Luftgeschwindigkeiten kein

zufriedenstellendes Ergebnis liefern. Für die Kanalwandungen sind aus hygienischen Gesichtspunkten (s. AP Hygiene) glatte Materialien zu bevorzugen, während raue Innenoberflächen hingegen zu einer stärkeren Schallabsorption führen können. Die Strömungsgeräusche aus den Zu- und Abluftventilen und aus den Leitungssträngen sollten min. 10 dB unter dem Schalldruckpegel liegen, damit dieser nicht erhöht wird.

Letztlich müssen je nach Grundriss bei wohnungsweise dezentralen Anlagen noch die Schwächungen der Trennwände zwischen zwei Aufenthaltsräumen durch die erforderlichen Kernbohrungen zur Leitungsführung sowie durch mehrere Räume führende Lüftungsleitungen kritisch betrachtet werden. Um Schallübertragungen zwischen den Räumen zu verringern wird empfohlen, die Leitungsdurchführungen vom Bauteil zu entkoppeln und Telefonieschalldämpfer vorzusehen.

Befindet sich in der benannten Trennwand allerdings eine Verbindungstür, die lüftungstechnisch auch noch mit einem Unterschnitt zu versehen ist, kann diese schon die in DIN 4109 für den normalen Wohnungsstandard empfohlenen Schallschutz nicht mehr erreichen – ungeachtet der noch hinzuzurechnenden Schallübertragung über die Flanken. Gleiches gilt für Lüftungsgeräte, die paarweise im Raumverbund arbeiten (Push-Pull-Geräte). Dies weisen Herr Prof. Pohlenz und Frau M. Sc. Kretzschmar in ihrer beiliegenden Expertise anhand einer Beispielrechnung mit wohnungstypischen Annahmen nach. In diesen Fällen stellt eine Verbindungstür bereits mit einem Unterschnitt von 8 mm die eigentliche Schwachstelle im Bauteilgefüge dar. Es sollten daher schalldämpfende Türschwellendichtungen oder schalldämpfende Überströmöffnungen vorgesehen werden. Im Optimalfall können die Lüftungsleitungen zwar im zentral in der Wohnung angeordneten Flur verteilt werden, so dass keine unmittelbare Geräuschübertragung von Aufenthaltsraum zu Aufenthaltsraum vorkommt, im Wohnungsbestand sind jedoch sogenannte Durchgangsräume nicht unüblich (z.B. Zugang zum Kinder- / Schlafzimmer durch das Wohnzimmer).

3.3 GEBÄUDEZENTRALE LÜFTUNGSANLAGEN MIT WRG

Hier gelten hinsichtlich der Luft- und Körperschallübertragung die gleichen Grundsätze wie in Abschnitt 1.2. beschrieben. Auf Grundlage dessen ist die zentrale Aufstellung/Montage des Lüftungsgerätes im einem Dachraum mit leichten Trennbauteilen, wie z. B. Holzbalkendecken zum darunter liegenden Geschoss, oder leichten Trennwänden wesentlich ungeeigneter als im Kellergeschoss, wo in der Regel massive Bauteile zur Weiterleitung der ankommenden Lasten in die Gründung vorzufinden sind. Ist die Aufstellung in einem Dachraum mit leichter Trenndecke (flächenbezogenes Gewicht ≤ 450 kg/m²) zum darunter liegenden Wohnraum jedoch nicht zu vermeiden, muss die Aufstellfläche entkoppelt werden. Hierzu ist beispielsweise ein sauber verlegter schwimmender Estrich bereits ausreichend.

Bei der Aufstellung im Dachraum oder gar auf dem Dach sind weiterhin die dadurch bedingten Schallimmissionen in der Nachbarschaft zu berücksichtigen. Insbesondere in den Nachtstunden können ansonsten kaum hörbare Betriebsgeräusche von Lüftungsanlagen stören und zu Klagen und Beschwerden führen. Im Einzelfall ist eine Abschirmung des Lüftungsgerätes vorzusehen.

Bei der vertikalen Leitungsverteilung durch die entsprechenden Schächte muss in diesem Fall noch zwingend beachtet werden, dass der Schallschutz zwischen den Wohnungen nicht beeinträchtigt wird. Die Schallübertragung zwischen Wohnungssträngen kann vertikal, aber auch horizontal vorkommen. Die Bauteildurchdringungen müssen entsprechend dicht ausgeführt und die Leitungswandungen mit schalldämpfendem Material umhüllt werden.

3.4 GEBÄUDEZENTRALE ABLUFTANLAGEN MIT AUSSENWANDDURCHLÄSSEN

Die Hinweise in Abschnitt 3.3. gelten in gleicher Weise für die gebäudezentral geplante Abluftanlage.

Für die Außenwanddurchlässe wird auf Abschnitt 3.1. und die dortigen Ausführungen zu Lärmpegelbereichen verwiesen.

4. RÜCKKOPPLUNG AUF DIE BETEILIGTEN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die Wohnbaugesellschaften legten von Vornherein großen Wert auf die zu minimierenden Schallemissionen der Geräte. Es ist ihnen wichtig, dass der Komfort der einzelnen Wohnungen nicht durch akustische Störereignisse beeinträchtigt wird, insbesondere in den empfindlichen Nachtstunden. Die durch Herrn Prof. Pohlenz vorgelegte Expertise und die darin empfohlenen und zum Teil im Vergleich mit den bauordnungsrechtlich erforderlichen Schallpegeln wesentlich strenger gefassten Werten fanden bei der Auswahl der für die Pilotobjekte in Frage kommenden Geräte eine besondere Beachtung. Die schalltechnischen Messungen, die in„5.2 Messtechnische Überprüfung der Schallimmissionen“ auf Seite 97 sowie in „7. Anhang: Expertise zum AP07 – Schallschutz“ auf Seite 449 detailliert beschrieben sind, wurden ihrerseits veranlasst und beauftragt, da dieser Aspekt auch bei der zukünftigen Auswahl der Lüftungsgeräte eine wichtige Rolle spielen wird.

4.2 MIETER

In den Gesprächen mit den Mietern (s. auch AP 03 - Nutzerakzeptanz) gehörte das Thema der Schallemissionen nahezu durchweg zu den mieterseitig vorbereiteten Fragen. Oftmals wurde es als Argument gegen den Einbau der Lüftungsanlagen verwendet. Dabei gab es neben allgemeinen Aussagen wie „Diese Anlage wird doch sicherlich auch Geräusche machen, das hört man doch bestimmt“ auch konkrete Besorgnis bzgl. der möglichen Beeinträchtigungen. So erklärte eine Mieterin, dass sie zuvor in einem anderen Objekt wohnte, in welchem im Rahmen eines Forschungsprojektes eine zentrale Holzpellet-Heizungsanlage installiert wurde. Da sich ihre Wohnung über der Heizzentrale befand, litt sie fortan unter den rund um die Uhr vorhandenen Geräuschen der Heizungs- und Förderanlage zur Pelletbeschickung. Für sie entwickelte sich diese Lärmbelastung zu einer psychischen Schikane, weswegen sie letztlich die Wohnung verließ. Nun äußert sie eine generalisierte Angst gegenüber Schallemissionen aus gebäudetechnischen Anlagen. Jeglichen Beruhigungsversuchen gegenüber blieb die Mieterin resistent. Da die Lüftungsanlage in ihrer Wohneinheit nicht realisiert wurde, kann leider nicht nachvollzogen werden, ob und in welchem Maße sich ihre Befürchtungen bestätigt haben.

Für den Zeitpunkt nach dem Einbau und einer anfänglichen Laufzeit von ca. 6 Monaten ist allerdings auffällig, dass die nach dem Einbau der Lüftungsanlagen kaum hörbaren Betriebsgeräusche bei den Mietern die Annahme auslösen, dass die Anlage nicht laufe und entsprechend auch keine Verbesserungen der Luftqualität in der Wohnung hervorrufen könne, wie im Rahmen der Mietergespräche herausgefunden wurde. Bei den durchgeführten Interviews wurde ebenfalls festgestellt, dass bei 3 von 18 realisierten Anlagen in den Pilotprojekten über Geräuschbelastungen aufgrund der Lüftungsanlagen geklagt wurde. Diesen Beschwerden wurde nachgegangen, woraus die in „5.5 Erkenntnisse“ auf Seite 103 beschriebenen Erkenntnisse resultieren. Bei zwei der drei Fälle lag die Ursache in Ausführungsfehlern und konnte kurzfristig behoben werden. Bei einer der Anlagen dauert die Ursachenklärung noch an.

4.3 HERSTELLER

Die Empfehlungen des Schallschutz-Sachverständigen Herrn Prof. Pohlenz sorgten bei den beteiligten Herstellern für unterschiedliche Reaktionen, die in direkter Abhängigkeit zu den Leistungen ihrer Geräte standen. Die Anlagenhersteller, deren Produkt bereits gem. Datenblatt die empfohlenen Schallpegel unterschritten, reagierten erfreut bis gleichgültig, während die Anlagenhersteller lauterer Geräte betonten, dass eine weitergehende Reduktion der Schallemissionen technisch nicht möglich sei.

Weiterhin ist aufgefallen, dass sich die seitens eines Herstellers in seinem Datenblatt benannten Schallpegel bei den schalltechnischen Messungen vor Ort nicht bestätigten, sondern merklich höher ausfielen. Die Ursachensuche ergab, dass die seitens des Herstellers angesetzten Absorptionsflächen zu hoch ausfielen. Es wurde mit einer Raumdämpfung von -8 dB gerechnet, was einer Absorptionsfläche von A = 25 m^2 entspricht. Dieser Wert ist für Wohnräume jedoch ungewöhnlich hoch und realitätsfern. Bei einer

Bezugsabsorptionsfläche von A = 10 m² gemäß DIN 4109 ergibt sich eine Raumabsorption von -4 dB, was einer realistischen Nachhhallzeit von 0,50 - 0,60 s entspricht. Das begründet auch, weswegen die Werte des Herstellers in diesem Zusammenhang niedriger ausfielen als in den Berechnungen des Schallschutzsachverständigen Herrn Prof. Pohlenz, die sich durch die vor Ort durchgeführten Messungen nahezu bestätigten. Andere Gründe für die benannte Differenz der Angaben, wie z. B. mögliche Montage- bzw. Ausführungsfehler können größtenteils ausgeschlossen werden, da es sich um eine einfache Montage ohne nennenswertes Fehlerpotential handelt. Zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung konnte die Ursache für die unterschiedlichen Emissionsprogosen und -messungen jedoch nicht abschließend und einvernehmlich geklärt werden.

Weiterhin ist anzumerken, dass ein Großteil der Herstellervertreter, die die einzelnen Maßnahmen begleiteten, zwar system- und anlagenabhängiges Wissen bzgl. der Schallschutzthematik vorweisen, auf spezifische Fragen jedoch ad hoc keine zuverlässige Auskunft geben konnten. Sie waren allerdings bemüht, diesbezügliche Fragen betriebsintern weiterzuleiten und – selbst wenn oftmals eine gewisse Hartnäckigkeit seitens des Forschungsteams erforderlich war – zu beantworten. Die an die Technik- und Laborabteilungen der Hersteller gewandten Fragen hingegen, die sich auf die Ermittlungsverfahren der in den Datenblättern einzelner Lüftungsgeräte befindlichen Schallpegel-Angaben bezogen, waren im Allgemeinen nicht zufriedenstellend, insbesondere wenn unterschiedliche Messverfahren miteinander verglichen werden mussten, um auf einer anlagenübergreifend einheitlichen Basis zu arbeiten.

4.4 AUSFÜHRENDE UNTERNEHMEN

Wie sich in Abschnitt 5.6 zeigt, resultieren schalltechnische Störungen durch Lüftungsanlagen oftmals aus mangel- oder fehlerhafter Montage. Es ist festzustellen, dass ausführende und installierende Unternehmen zwar mit den Grundlagen der Lüftungstechnik und dem erforderlichen, handwerklichen Wissen ausgestattet sind, in Fällen erforderlicher Abweichungen von der Standardlösung allerdings die schalltechnischen Konsequenzen ihrer Sonderlösungen nicht einschätzen können. Sicherlich ist das zu begründen mit den komplizierten Zusammenhängen der akustischen Physik. Diese sollte jedoch vorausgesetzt werden, wenn man mit Anlagenkomponenten arbeitet, die Betriebsgeräusche erzeugen. Eventuell liegt ein weiterer Grund darin, dass es sich bei den ausführenden Unternehmen um Firmen handelte, die mit der Montage von Lüftungsanlagen nicht vertraut sind, woraus eine höhere Fehlerträchtigkeit resultiert. Daher müssen Betriebe, die mit dem Einbau von Lüftungsanlagen beauftragt werden, ihre Mitarbeiter diesbezüglich speziell schulen lassen. Bei wiederholten Aufträgen, wie sie in der Wohnungswirtschaft zu erwarten sind, und unter Beschränkung auf einen Hersteller ist es denkbar, dass unter Anleitung der Hersteller und deren Technikabteilungen akustische Problemstellen kurzfristig erfasst und zukünftig vermieden oder sogar eigenständig gelöst werden können. Hier ist eine enge Zusammenarbeit zwischen ausführenden Unternehmen und Herstellern sowie eine erhöhte Sensibilität hinsichtlich schalltechnischer Aspekte erstrebenswert.

5. ÜBERPRÜFUNG DER DEFINIERTEN PROBLEMSTELLUNGEN IN BEZUG AUF DIE REALISIERTEN PILOTPROJEKTE

Dieses Kapitel wurde durch Herrn Prof. Dipl.-Ing. Pohlenz vom ifas – Ingenieurbüro für akustische Signalanalyse und Frau M. Sc. Nadine Kretzschmar, staatlich anerkannte Sachverständige für Schall- und Wärmeschutz und Mitarbeiterin der Hochschule Bochum im Rahmen des Forschungsprojektes, ausführlich innerhalb einer Expertise ausgearbeitet. Nachfolgend sind die wesentlichen Inhalte zusammengefasst, für zusätzliche Informationen kann die Expertise im „7. Anhang: Expertise zum AP07 – Schallschutz“ auf Seite 449 eingesehen werden.

5.1 PLANERISCHE ÜBERPRÜFUNG DER SCHALLTECHNISCHEN ASPEKTE

In diesem Abschnitt wird untersucht und zusammengefasst, ob und in welcher Form die in Abschnitt 2 beschriebenen Planungsaspekte bei der Realisierung im Rahmen der Pilotprojekte berücksichtigt wurden. Da keine gebäudezentrale Lüftungsanlage mit WRG verwirklicht wurde, bleibt dieses System hier unberücksichtigt.

5.1.1 LÜFTUNG RAUMWEISE DEZENTRAL

PILOTOBJEKTE MIT LA-R 1

Im Rahmen der Pilotprojekte wurden drei Wohnungen mit raumweise dezentralen Lüftungsgeräten eines Herstellers ausgestattet. Dabei wurden sie im Wesentlichen in Schlaf- und Wohnräumen montiert und regulierten dort in Abhängigkeit zum Feuchtegehalt der Raumluft das Zu- und Abluftvolumen. Im nachfolgend betrachteten Beispiel wird ein im Schlafzimmer montiertes Lüftungsgerät betrachtet. Laut Aussagen des Herstellers erfolgt die bedarfsgemäße Anpassung der Luftmenge durch eine gleitende Stufenschaltung, sodass keine akustischen Störungen in Form von Schaltgeräuschen für den Nutzer zu erwarten sind.

Die schalltechnische Belastung im Raum wird im Wesentlichen durch den Schallleistungspegel des Lüftungsgerätes definiert, der nachfolgend in Abbildung 17 übersichtlich und in Abhängigkeit zur Betriebsstufe zusammengestellt ist. Unter Berücksichtigung der Anordnung der Schallquelle im Raum, der äquivalenten Schallabsorptionsfläche bzw. dem Raumvolumen und der Nachhallzeit des Raumes resultiert daraus der Schalldruckpegel LpA im Raum. Dieser wurde messtechnisch erfasst und bestätigt in etwa die aufgeführten Werte (vgl. Abschnitt 5.2.1).

Die herstellerseitig benannten und mit einer etwas höheren Raumdämpfung ermittelten Pegelwerte der Lüftungsgeräte mussten zwecks Vergleichbarkeit mit den Schallschutzempfehlungen und -anforderungen aus Abschnitt 2 und mit den weiteren, im Rahmen der Pilotprojekte verbauten Lüftungsanlagen auf eine kleinere Absorptionsfläche A umgerechnet werden, woraus folgende Werte resultieren:

Betriebs-stufe	Volumen-strom	bbezogen auf A = 25 m	bezogen auf A = 10 m	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max,n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB
1	25	LpA = 19–21 dB	LpA = 23–25 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt – nicht erfüllt
2	30	LpA = 21–24 dB	LpA = 25–29 dB	→ erfüllt	→ erfüllt -/ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt
3	42	LpA = 26–28 dB	LpA = 30–32 dB	→ erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt
4	55	LpA = 30–32 dB	LpA = 34–36 dB	→ erfüllt – nicht erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt
5	60	LpA = 31–33 dB	LpA = 35–37 dB	→ erfüllt – nicht erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt

ABBILDUNG 17: Schallleistungspegel der realisierten, raumweise dezentralen Lüftungsanlagen in unterschiedlichen Betriebsstufen

Üblicherweise wird durch den Betrieb des Gerätes auf Stufe 1 eine reduzierte Lüftung, auf Stufe 3 eine Nennlüftung und auf Stufe 5 eine Intensivlüftung erreicht. Es ist also davon auszugehen, dass das Lüftungsgerät durchgängig auf Stufe 3 betrieben werden sollte. Wie aus der Tabelle ersichtlich wird, erfüllt das Lüftungsgerät in dieser Stufe zwar die bauordnungsrechtlichen Anforderungen, erreicht jedoch nicht die

empfohlenen Qualitäten. Es ist also erfahrungsgemäß davon auszugehen, dass der Nutzer insbesondere in den Nachtstunden die Geräusche des Lüftungsgerätes als störend wahrnehmen wird.

Weiterhin wurden die bewerteten Schalldämm-Maße der relevanten Bauteile wie der Außenwand und ihrer Flanken unter Zugrundelegung der objektbezogenen Bauteileigenschaften – sofern bekannt – berechnet. Für unbekannte Parameter wurden typische Werte angenommen.

So wurde zum Nachweis des Schallschutzes gegen Außenlärm aufgrund einer mangelnden Datenlage eine für Wohnstraßen übliche Verkehrsbelastung angenommen und ausgehend von einem LPB III und unter Zugrundelegung der bauteilspezifischen Eigenschaften der Außenbauteile und ihrer Flanken die raumbezogene Anforderung erf. R'w,res = 33,9 dB angesetzt. Die Außenwand inkl. Fenster und Schwächung durch das Lüftungsgerät erfüllt diese Anforderung mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von R'w,res =35,7 dB bereits ohne Verwendung des zusätzlich erwerbbaren Schalldämmrohres. Bei Verwendung des Schalldämmrohres verbessert sich das bewertete Schalldämm-Maß nur unwesentlich, da die Querschnittsfläche des Lüftungselements innerhalb der Außenwand relativ gering ist und das Schalldämm-Maß in diesem Gesamtzusammenhang eher durch das Fenster und seine Qualität bestimmt wird. Bei den weiteren Pilotobjekten weichen die Anforderungswerte und vorhandenen Schalldämm-Maße nicht bzw. nur unwesentlich von dem aufgeführten Beispiel ab, der rechnerische Nachweis gegen Außenlärm wird stets erbracht. Es ist demnach in dem Pilotobjekt kein Schallproblem zur Außenlärmbelastung zu erwarten, welches sich nach dem Einbau und der damit zusammenhängenden Schwächung der Außenwand durch ein Lüftungsrohr bemerkbar machen könnte.

Bei den hier zum Einsatz kommenden Einzelraum-Lüftungsgeräten ist kein Raumverbund und somit kein Türunterschnitt für die Luftführung zwischen einzelnen Räumen erforderlich. Somit wird der Schallschutz zwischen den Räumen nicht beeinträchtigt.

Die an den Außenwänden zu positionierenden Lüftungsgeräte wurden jeweils dort montiert, wo unter Beachtung der statischen Erfordernisse in Fensternähe und unter Beachtung der individuellen Möblierung der Bewohner noch ausreichend Platz vorhanden war, was auch beim Einbau von KWL im vermieteten Bestand sicherlich den Standardfall widerspiegelt. Hierbei konnte der in Abschnitt 2.2 empfohlene Mindestabstand zu angrenzenden Raumkanten und Raumecken von 1,0 m nicht immer eingehalten werden.

5.1.2 LÜFTUNG RAUMWEISE / IM RAUMVERBUND, ABLUFT IN WC UND KÜCHE

PILOTOBJEKTE MIT LA-R 3

Die in einem weiteren Pilotobjekt in jedem Aufenthaltsraum einer Wohnung eingesetzten Push-Pull-Geräte arbeiten paarweise miteinander. Ein Gerät befördert die frische Außenluft nach innen, das andere Geräte befördert die verbrauchte Luft nach außen. Alle 70 Sekunden ändert sich die Förderrichtung der Lüftungsgeräte, so entsteht eine Querlüftung zwischen den Lüftungsgerätepaaren, deren Steuerung ein zentral in der Wohneinheit angeordnetes Steuergerät übernimmt. In den Ablufträumen (Bad und Küche) befindet sich ein dezentrales Abluftgerät, welches nur zeitweise über eine Präsenzerfassung aktiviert wird.

Wie zuvor werden zunächst die herstellerseitigen Angaben zum Schallleistungspegel ermittelt, die jedoch keine Umrechnung zur Vergleichbarkeit erfordern.

Betriebsstufe	Volumenstrom	bezogen auf A = 10 m	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max,n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB
1	10	LAFmax,n = 20 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt
2	20	LAFmax,n = 24 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt
3	30	LAFmax,n = 39 dB	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt

Betriebs-stufe	Volumen-strom	bezogen auf A = 10 m	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max,n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB
4	40	LAFmax,n = 43 dB	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt

ABBILDUNG 18: Schallleistungspegel der realisierten, raumweise dezentralen Lüftungsanlagen in unterschiedlichen Betriebsstufen

In diesem Fall wurden die benannten Pegelwerte nicht messtechnisch überprüft. Durch die tabellarische Darstellung wird deutlich, dass sowohl die Anforderungen als auch die Empfehlungen an den Schallschutz in den ersten zwei Betriebsstufen erfüllt werden, in den höheren Stufen jedoch noch nicht einmal die bauordnungsrechtliche Erfordernis eingehalten werden kann.

Da die Lüftungsgeräte paarweise im Raumverbund arbeiten, sind für eine gleichmäßige Durchströmung der gesamten Wohneinheit Nachström-Öffnungen erforderlich. Diese wurden in Form von Türunterschnitten, 15 mm hoch, ausgeführt. Allerdings ist allen Aufenthaltsräumen der Flur vorgeschaltet sodass es keine direkte Verbindung zwischen zwei Aufenthaltsräumen gibt. Wie bereits zuvor erläutert, ist eine Minderung des Schallschutzes zwischen den Räumen zu erwarten, wird aber aufgrund der ohnehin geringen Schalldämmung der Türen klein ausfallen.

Der Schallschutz gegen (einen angenommenen) Außenlärm im LPB III fällt ähnlich unproblematisch aus wie bei dem zuvor beschriebenen Objekt mit raumweiser dezentraler Lüftung und wird hier nicht näher beschrieben. Es wird auf die detaillierten Ausführungen in „7. Anhang: Expertise zum AP07 – Schallschutz“ auf Seite 449 verwiesen.

4.1.3 Lüftung wohnungsweise dezentral

Auf dieses Lüftungssystem soll im Folgenden anhand eines einzelnen Pilotobjektes näher eingegangen werden, in welchem vier der zur Verfügung gestellten Lüftungsanlagen von drei Herstellerfirmen in identischen, zueinander spiegelsymmetrisch angeordneten Wohneinheiten eingebaut wurden. Das hat den Vorteil, dass die Ergebnisse der Untersuchungen sehr gut miteinander vergleichbar sind. Detailliertere Angaben sowie Beschreibungen zu weiteren Pilotobjekten befinden sich im „7. Anhang: Expertise zum AP07 – Schallschutz“ auf Seite 449 .

Allen Wohnungen ist gemein, dass sie über jeweils zwei Abstellräume verfügen, von denen der kleinere eher eine Art Besenkammer darstellt, während der größere als ca. 1,3 m² großer Raum an der Außenwand liegt. In allen Wohnungen ist die Lüftungsanlage in letztgenanntem Abstellraum wand- oder deckenhängend montiert worden. Die Zu- und Abluftleitungen führen in den Flur und dort wiederum deckenunterseitig als getrennte Leitungen zu den Wandauslässen und -ventilen des jeweiligen Raumes. Je ein Wohnzimmer, ein Schlafzimmer und ein zusätzliches (Kinder-)Zimmer sind als Zulufträume definiert, während die Abluft aus dem Bad und der Küche fortgeführt wird. Die Luftzirkulation zwischen den Räumen wird durch Türunterschnitte gewährleistet, wobei der Flur als Überströmbereich dient.

Die Frischluft- und Abluftführung erfolgt über ein Kombigitter in der Außenfassade, so dass die beiden Leitungen auf kurzem Wege direkt innerhalb des Abstellraumes zur Außenwand geführt werden können.

Eine durch den Grundriss der Wohnungen vorgegebene und schalltechnisch ungünstige Ausgangssituation ist, dass der Abstellraum mit den für die Montage geeigneten Wänden an den Schlafraum oder den als Kinderzimmer deklarierten Zusatzraum angrenzt. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass keine gravierenden Schallbelastungen resultieren, da sowohl die Trennwand bzw. die Decke als auch die flankierenden Bauteile massiv und schwer ausgebildet wurden.

Zum Schallschutz zwischen den Räumen ist festzustellen, dass Schalldämpfer i. d.R. bereits im Lüftungsgerät integriert oder direkt an diesen angebunden sind. Zur Vermeidung von Telefonieschall werden vom zentralen Gerät aus jeweils separate Lüftungsleitungen in die Räume geführt.

Zusätzlich zu diesen allgemeinen Informationen sind nachfolgend noch anlagenspezifische Informationen aufgeführt.

PILOTOBJEKT MIT LA-W 2

Das Lüftungsgerät wird an der Trennwand zwischen Abstellraum und Kinderzimmer montiert. Der Hersteller hat keine Standardlösung zur entkoppelten Aufhängung und verweist in diesem Zusammenhang auf die bauseitige Montage. Allerdings kann sein Vorschlag umgesetzt werden, zur schalltechnischen Entkopplung eine Dämmplatte zwischen Gerät und Wand vorzusehen. Für die Installation wurde herstellerseitig empfohlen, die Leitungsdurchführungen zu entkoppeln, wofür bereits ein Dämmstreifen ausreichend ist, und die verbleibende Querschnittsfläche der Kernbohrung zu verputzen.

Das Gerät ist mit Dämmmaterial eingepackt, was gem. Datenblatt zu Schallleistungspegeln zwischen LWA = 27 (bei Q = 28 m^3/h) und LWA = 46 dB (bei Q = 196 m^3/h) direkt am Stutzen führt. Zum Raumzuluft- oder Raumabluftventil findet eine Pegelminderung in der Rohrleitung statt, zu der jedoch keine weiteren Angaben vorliegen. Daher ist eine Berechnung der zu erwartenden Schallpegel nicht möglich. Der tatsächliche, nach Einbau vorhandene Schallpegel im Raum wurde jedoch messtechnisch erfasst (s. Abschnitt 2.2.2). Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird die Anforderung der DIN 4109−1 erfüllt. Bei Betrieb der Lüfterstufe 1 (reduzierte Lüftung) wird die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt (VDI SSt III). Bei Nennlüftung wird die Empfehlung der VDI SSt II eingehalten, weswegen es bei einer Nutzung im Schlafraum je nach Empfinden des Bewohners dazu führen kann, dass die Anlage nachts nur in Lüfterstufe 1 betrieben werden kann. Diese gewährleistet jedoch lediglich eine reduzierte Lüftung.

PILOTOBJEKT MIT LA-W 3

Da das Gerät vom gleichen Hersteller ist, wie das im vorigen Abschnitt beschriebene, gelten die dortigen Angaben auch in Zusammenhang mit diesem Lüftungsgerät. Da es allerdings ein anderes Modell ist, weicht der Schallleistungspegel am Stutzen ab und wird ebenfalls in Abhängigkeit zum Volumenstrom als zwischen LWA = 57 (bei Q = 100 m^3/h) und LWA = 63,5 dB (bei Q = 200 m^3/h) liegend beziffert. Die rechnerische Vorabbestimmung des zu erwartenden Schalldruckpegels in den jeweiligen Räumen ist jedoch auch hier nicht möglich. Die Ergebnisse der Schallmessungen vor Ort sind Abschnitt 4.2.2 zu entnehmen. Bei Betrieb der Lüfterstufen 1 bis 3 (reduzierte Lüftung bis Nennlüftung) wird die Anforderung der DIN 4109 und die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt (VDI 4100 SSt III). Bei Betrieb der Lüfterstufe 7 wird die Anforderung der DIN 4109−1 nicht erfüllt. Der Dauerbetrieb ist aus schalltechnischer Sicht nicht geeignet, jedoch als stoßweise Intensivlüftung auch nicht für den durchgängigen Betrieb ausgelegt.

PILOTOBJEKT MIT LA-W 8

Die Montage erfolgt an der Trennwand zwischen Abstellraum und Kinderzimmer, wobei die Körperschallübertragung mittels Befestigungsschellen mit Gummieinlage reduziert wird.

Auf Grundlage der umfangreichen Herstellerinformationen kann die Geräte-Schallabstrahlung an den Stutzen in Abhängigkeit zum Volumenstrom ermittelt werden. Sie liegt demnach zwischen 36 und 41 db(A). Die zu erwartenden Schallleistungspegel der Ventile in den jeweiligen Räumen bei den erforderlichen Volumenströmen müssen zwecks besserer Vergleichbarkeit mit den Empfehlungen bzw. Anforderungen umgerechnet werden. Es resultieren folgende rechnerische Schallleistungen an den Auslässen bzw. Ventilen:

Raumname	Volumen-strom	bezogen auf A = 25 m	bezogen auf A = 10 m	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max,n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB
Wohn- / Schlaf-zimmer (Zuluft)	40 / 41	LW,A < 2 25 dB = 28 dB	LpA < 21 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt
(Kinder-) Zimmer (Zuluft)	17	LW,A < 25 dB	LpA < 21 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt
Abstellraum (Abluft)	25	LW,A < 25 dB	LpA < 21 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt
Bad/Küche (Abluft)	45	LW,A < 25 dB	LpA < 21 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt

ABBILDUNG 19: Schallleistungspegel der realisierten, wohnungsweise dezentralen Lüftungsanlage in unterschiedlichen Betriebsstufen

Demnach ist die Anforderung an den Mindestschallschutz gemäß DIN 4109 eingehalten. Die ermittelten Pegelwerte wurden messtechnisch überprüft und sind in Abschnitt 4.2.2 aufgeführt. Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird die Anforderung der DIN 4109–1 erfüllt. Bei Betrieb der Lüfterstufen 1 und 2 wird die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt (VDI 4100 SSt III). Die als „Nennlüftung“ bezeichnete Lüfterstufe 3 ist für einen Dauerbetrieb in Wohn- und Schlafräumen aus schalltechnischer Sicht nur eingeschränkt geeignet.

PILOTOBJEKT MIT LA-W 1

Das Lüftungsgerät wurde an der Decke des Abstellraumes montiert. Gemäß dem Datenblatt des Herstellers ist ein Schallleistungspegel am Gerätestutzen von 39 dB(A) bei einem Volumenstrom von 84 m^3/h und einem Druckverlust von 50 Pa zu erwarten. Auf Grundlage eines Diagramms zu Messungen im Werk kann der zu erwartende Schalldruckpegel an den Zu- und Abluftventilen abgelesen werden. Die Werte wurden ohne Rohrschalldämpfer ermittelt und liegen meist unter 30dB. Da bei dem ausgeführten Beispiel allerdings ein Rohrschalldämpfer eingebaut wurde, sind die Werte nicht repräsentativ, implizieren jedoch, dass die im Projekt zu erwartenden Schallpegel in den Räumen noch geringer ausfallen müssen. Die Ergebnisse der tatsächlichen Schallmessungen können Abschnitt 4.2.2 entnommen werden. Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird die Anforderung der DIN 4109–1 erfüllt. Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird auch die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt (VDI 4100 SSt III).

5.1.3 LÜFTUNG GEBÄUDEWEISE - ZENTRALE ABLUFT UND AUSSENWANDDURCHLÄSSE

PILOTOBJEKT MIT LA-GB 1

Das Lüftungssystem wurde in einem Gebäude realisiert, welches baugleich mit demjenigen ist, worin die wohnungsweise dezentralen Anlagen eingebaut wurden. An die zentrale Abluft sind also die Küchen und Bäder von vier Wohneinheiten angeschlossen, während die Zuluft durch den so entstehenden, leichten Unterdruck über Außenluftdurchlässe in den Wohn- und Schlafräumen nachgesaugt wird. Da Zu- und Abluft über verschiedene Wege geführt werden, ist anders als in den anderen Beispielen keine Wärmerückgewinnung möglich. Um die Durchströmung der Luft durch die Wohnung zu gewährleisten, sind an den Türen zum zentral angeordneten Flur Unterschnitte von ca. 7 mm herzustellen.

Aufgrund des zwischengeschalteten Flures ist keine nennenswerte Minderung des Schallschutzes zwischen den Räumen zu erwarten. Auch hier wird dieser im Wesentlichen durch die leichten Zimmertüren bestimmt. Weitere schalltechnische Belastungen sind in diesem Fall durch das bedarfsgeführte Abluftelement möglich. Gemäß Herstellerangaben weist die Abluftanlage einen Schalldruckpegel von 25–28 dB(A) bei einer Luftmenge von 12–80 m^2/h und einem Druck von 100 Pa auf. Der tatsächlich vorhandene Schallpegel in einem Abluftraum wurde messtechnisch überprüft und entspricht den Angaben (s. Abschnitt 4.2.3).

Zur Berechnung des Schallschutzes gegen Außenlärm lag ein Schallschutznachweis zum Pilotobjekt vor, welcher den vorliegenden Lärmpegelbereich als LPB IV definiert. Daraus resultiert ein Grundwert der Anforderung an das gesamte Außenbauteil von erf. R'w,res = 40 dB, der raumbezogen und unter Berücksichtigung der geometrischen Werte der untersuchten Räume noch korrigiert werden muss. Das Außenbauteil ist zusammengesetzt aus den Elementen Außenwand, Fenster und Außenwanddurchlass und muss entsprechend der jeweiligen Flächenanteile und einzelnen Schalldämm-Maße gewichtet werden:

Die Außenwand besteht aus einer 30 cm breiten Kalksandstein-Mauerwerkswand, Rohdichte 1200 kg/m^3. Es wird im Zuge einer Fassadensanierung ein Wärmedämmverbundsystem mit 140 mm EPS-Dämmung aufgebracht. Die Wand ist innen und außen verputzt. Bei der Berechnung der Schalldämm-Maße von WDV-Systemen sind die Art der Befestigung (in diesem Fall Dübelung) und die Resonanzfrequenz des Systems durch Korrekturen zu berücksichtigen. Da die Außenlärmbelastung im Wesentlichen durch Verkehrslärm bestimmt wird und dessen Maximalpegel mit der Resonanzfrequenz des Wandsystems zusammenfallen und den Innenpegel anheben kann, wird auf der sicheren Seite liegend der ungünstigste Korrekturwert von -6 dB angesetzt. Es errechnet sich ein Schalldämm-Maß der Außenwand von 45 dB.

Die Fenster werden bei der Fassadensanierung ebenfalls ausgetauscht. Im vorliegenden Schallschutznachweis ist die Anforderung an den Schallschutz des Fensters mit Rw,R = 38 dB definiert.

Die Norm-Schallpegeldifferenz des Außenluftdurchlasses ist mit Dn,e,w = 57 dB angegeben. Bei einer offenen Querschnittsfläche von 0,08 m^2 ergibt sich ein Schalldämm-Maß des Außenwanddurchlasses von Rw,ADL = 38 dB.

DIE BERECHNUNG FÜHRT ZU FOLGENDEN ERGEBNISSEN:

Anforderung: erf. R'w,res ≤ vorh. R'w,res

- Schlafzimmer: 42,4 dB ≤ 43,9 dB → erfüllt
- Wohnzimmer: 39,4 dB ≤ 42,8 dB → erfüllt
- Kinderzimmer: 43,4 dB ≤ 44,7 dB → erfüllt

Die detaillierten Berechnungen können in „7. Anhang: Expertise zum AP07 – Schallschutz“ auf Seite 449 nachvollzogen werden.

5.2 MESSTECHNISCHE ÜBERPRÜFUNG DER SCHALLIMMISSIONEN

Einzelne realisierte Lüftungsanlagen sind exemplarisch nach Benennung durch die Wohnungsbaugesellschaft schalltechnisch untersucht worden. Ermittelt und beurteilt wurden die Störpegel, die in Aufenthaltsräumen durch die jeweils eingebauten Lüftungsanlagen verursacht wurden. Wegen der geringen Anzahl der untersuchten Anlagen sind die Ergebnisse nicht repräsentativ. Sie liefern jedoch Anhaltswerte zur schalltechnischen Bewertung der Anlagentypen. Untersucht wurden folgende Anlagentypen:

- Raumweise dezentrale Lüftungsgeräte
- Wohnungsweise dezentrale Lüftungsanlagen
- Gebäudezentrale Abluftanlage mit Außenluftdurchlässen

Die Messungen wurden durch Herrn Prof. Rainer Pohlenz vom ifas – Institut für akustische Signale, Aachen, gemäß DIN EN ISO 10052 und DIN 4109–11 durchgeführt und sind in „7. Anhang: Expertise zum AP07 – Schallschutz“ auf Seite 449 detailliert beschrieben. Ermittelt wurde der fremdgeräuschkorrigierte,

maximale Norm-Schalldruckpegel LAF,max,n bezogen auf eine äquivalente Absorptionsfläche von A0 = 10 m².

5.2.1 RAUMWEISE DEZENTRALES LÜFTUNGSGERÄT LA-R 1

Betriebsstufe	Erreichte Lüftung/Volumenstrom	Produktinformation	Messwert	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max, n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB
1	reduzierte Lüftung / 25	LAFmax = 19–21 dB LAFmax = 19–21 dB	LAFmax,n = 22 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt
2	30	LAFmax = 21–24 dB	LAFmax,n = 27 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ nicht erfüllt
3	Nennlüftung / 42	LAFmax = 26–28 dB	LAFmax,n = 33 dB	→ erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt
4	55	LAFmax = 30–32 dB	LAFmax,n = 37 dB	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt
5	Intensivlüftung / 60	LAFmax = 31–33 dB	LAFmax,n = 39 dB	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt

ABBILDUNG 20: Messwerte des realisierten, raumweisen dezentralen Lüftungsgerätes LA-R 1 in unterschiedlichen Betriebsstufen

Bei Betrieb der Lüfterstufen 1, 2 und 3 wird die Anforderung der DIN 4109–1 erfüllt. Das Gerät erzeugte in den Stufen 3 bis 5 einen auffälligen Summton. Eine Tonhaltigkeit im Sinne von DIN 4109 und DIN 4109–1 lag jedoch nicht vor. Insofern unterschreitet auch der für die Lüfterstufe 3 ermittelte Wert den um 5 dB angehobenen zulässigen Maximalpegel. Demnach wird bei Betrieb der Lüfterstufen 1 und 2 die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen erfüllt. Bei Betrieb in Lüfterstufe 1 erfüllt das Lüftungsaggregat sogar die Empfehlungen für Schlafräume. Die dauerhaft zur Nennlüftung zu betreibende Stufe 3 erfüllt lediglich die rechtliche Anforderung, ist jedoch in Abhängigkeit zum Empfinden des Nutzers für einen Dauerbetrieb im Schlafraum nicht geeignet. Die Lüfterstufen 4 und 5 sind für einen Dauerbetrieb aus schalltechnischer Sicht in Wohn- und insbesondere in Schlafräumen nicht geeignet.

Insgesamt ist auffällig, dass die ermittelten Norm-Schalldruckpegel von den Produktinformationen abweichen. Ein wahrscheinlicher Grund ist, dass die herstellerseitig benannten Werte wie bereits erläutert mit einer etwas höheren Raumdämpfung ermittelten wurden.

5.2.2 WOHNUNGSWEISE DEZENTRALE LÜFTUNGSANLAGEN

LA-W 2

Betriebsstufe	erreichte Lüftung	Produktinformation	Messwert	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max,n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB	informativ: LAF,max,n im Abstellraum
1	reduzierte Lüftung	k. A.	LAFmax,n = 20 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt	LAFmax = 30 dB
2	Nennlüftung	k. A.	LAFmax,n = 25 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ nicht erfüllt	LAFmax = 41 dB
3	Intensivlüftung	k. A.	LAFmax,n = 29 dB	→ erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt	LAFmax = 47 dB

ABBILDUNG 21: Messwerte der realisierten, wohnungsweisen dezentralen Lüftungsanlage LA-W 2 in unterschiedlichen Betriebsstufen

Bei allen Betriebsstufen wird die Anforderung der DIN 4109–1 erfüllt. Beim Betrieb der Lüfterstufe 1 wird die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt.

LA-W 3

Betriebsstufe	erreichte Lüftung	Produktinformation	Messwert	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max,n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB	informativ: LAF,max,n im Abstellraum
1	reduzierte Lüftung	k. A.	LAFmax,n = 22 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt	LAFmax = 38 dB
3	Nennlüftung	k. A.	LAFmax,n = 23 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ nicht erfüllt	LAFmax = 45 dB
7	Intensivlüftung	k. A.	LAFmax,n = 37 dB	→ erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt	LAFmax = 60 dB

ABBILDUNG 22: Messwerte der realisierten, wohnungsweisen dezentralen Lüftungsanlage LA-W 3 in unterschiedlichen Betriebsstufen

Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird die Anforderung der DIN 4109–1 erfüllt.

Bei Betrieb der Lüfterstufen 1 bis 3 wird die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt. Bei Betrieb der

Lüfterstufe 7 wird die Anforderung der DIN 4109–1 nicht erfüllt. Der Dauerbetrieb ist aus schalltechnischer Sicht nicht geeignet, als stoßweise Intensivlüftung jedoch auch nicht für den durchgängigen Betrieb ausgelegt.

LA-W 1

Betriebsstufe	erreichte Lüftung	Produktinformation	Messwert	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max,n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB	informativ: LAF,max,n im Abstellraum
1	reduzierte Lüftung	k.A.	LAFmax,n = 19 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt	LAFmax = 28 dB
2	Nennlüftung	k.A.	LAFmax,n = 19 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt	LAFmax = 38 dB
3	Intensivlüftung	k.A.	LAFmax,n = 22 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt	LAFmax = 42 dB

ABBILDUNG 23: Messwerte der realisierten, wohnungsweisen dezentralen Lüftungsanlage LA-W 1 in unterschiedlichen Betriebsstufen

Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird die Anforderung der DIN 4109–1 erfüllt.

Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird auch die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt.

LA-W 8

Betriebsstufe	erreichte Lüftung	Produktinformation	Messwert	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max,n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB	informativ: LAF,max,n im Abstellraum
1	Feuchteschutzlüftung	k.A.	LAFmax,n = 18 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt	LAFmax = 31 dB
2	reduzierte Lüftung	k.A.	LAFmax,n = 21 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt	LAFmax = 42 dB
3	Nennlüftung	k.A.	LAFmax,n = 29 dB	→ erfüllt	→ nicht erfüllt	→ nicht erfüllt	LAFmax = 46 dB

ABBILDUNG 24: Messwerte der realisierten, wohnungsweisen dezentralen Lüftungsanlage LA-W 8 in unterschiedlichen Betriebsstufen

Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird die Anforderung der DIN 4109–1 erfüllt.

Bei Betrieb der Lüfterstufen 1 und 2 wird die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt. Die Nennlüftung in der Lüfterstufe 3 ist für einen Dauerbetrieb in Wohn- und Schlafräumen aus schalltechnischer Sicht nur eingeschränkt geeignet.

5.2.3 GEBÄUDEZENTRALE ABLUFTANLAGE MIT AUSSENWANDDURCHLÄSSEN LA-GB 1

Betriebsstufe	erreichte Lüftung	Produktinformation	Messwert	Anforderung LAF,max,n < 30+5 dB	Empfehlung (mittel) LAF,max,n < 27 dB	Empfehlung (hoch) LAF,max,n < 24 dB
1) Klappe zu, Blende falsch montiert	bedarfsgeführt, Lüftung minimal	k. A.	LAFmax,n = 29 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ erfüllt
1) Klappe zu, Blende entfernt	bedarfsgeführt, Lüftung minimal	k. A.	LAFmax,n = 25 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ nicht erfüllt
1) Klappe zu, Blende richtig montiert	bedarfsgeführt, Lüftung minimal	k. A.	LAFmax,n = 25 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ nicht erfüllt
2) Klappe zu, Blende richtig montiert	bedarfsgeführt, Lüftung maximal	k. A.	LAFmax,n = 26 dB	→ erfüllt	→ erfüllt	→ nicht erfüllt

ABBILDUNG 25: Messwerte der realisierten, gebäudezentralen Abluftanlage mit Außenwanddurchlässen LA-GB 1 in unterschiedlichen Montagearten, gemessen im Abluftraum (Küche)

Schalltechnische Anforderungen und Empfehlungen beziehen sich auf Störgeräusche, die durch die Lüftungsanlagen in Wohn-, Arbeits-, Kinder- und Schlafzimmern verursacht werden. Für Küchen gelten diese Vorgaben nur, wenn dort Aufenthaltsbereiche angeordnet sind. Dies war in der untersuchten Küche nicht der Fall. Die nachfolgende Bewertung gilt also für die Nutzung „Aufenthaltsraum“:

Bei Betrieb beider Lüfterstufen wurde die Anforderung der DIN 4109–1 erfüllt. Bei Betrieb beider Lüfterstufen wurde die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen und für einen mäßigen Standard in Schlafräumen erfüllt (VDI 4100 SSt II).

5.3 MESSERGEBNISSE UND BERECHNETE WERTE AUF GRUNDLAGE VON HERSTELLERDATEN IM VERGLEICH :

Lüftungsgerät / -anlage	Vergleich Herstellerangabe / Berechnung	Vergleich Berechnung / Messung
LA-R 1	merkliche Abweichungen von den Herstellerdaten	berechnete Pegelwerte stimmen mit den vor Ort gemessenen Werten nahezu überein

Lüftungsgerät / -anlage	Vergleich Herstellerangabe/Berechnung	Vergleich Berechnung/Messung
LA-W 2	nicht genug Angaben zur Verfügung gestellt, keine Berechnung möglich	nicht möglich
LA-W 3	nicht genug Angaben zur Verfügung gestellt, keine Berechnung möglich	nicht möglich
LA-W 1	nicht genug Angaben zur Verfügung gestellt, keine Berechnung möglich	nicht möglich
LA-W 8	nicht genug Angaben zur Verfügung gestellt, keine Berechnung möglich	berechnete Pegelwerte sind höher als die vor Ort gemessenen Werten
LA-GB 1	nicht genug Angaben zur Verfügung gestellt, keine Berechnung möglich	nicht möglich

ABBILDUNG 26: Aussagen zur Vergleichbarkeit der berechneten Pegelwerte der jeweiligen Geräte/Anlagen mit den Messwerten

Insgesamt zeigt sich, dass es sehr schwierig ist von den Herstellen ausreichende Informationen zu erhalten, um die tatsächlichen Schalldruckpegel berechnen zu können. Sofern diese vorlagen, zeigte sich eine gute Übereinstimmung zwischen den berechneten und den vor Ort gemessenen Pegeln.

Die Messergebnisse sind sehr positiv ausgefallen. Bei Betrieb fast aller Lüfterstufen sind die Anforderung der DIN 4109–1 erfüllt. Auch die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen wird meist erfüllt, nur bei der höchsten Lüfterstufe (Intensivlüftung) ist dies nicht immer der Fall.

5.4 SCHALLTECHNISCHE PROBLEME

Nach dem Einbau der Anlagen in die Pilotobjekte gingen seitens 3 der 18 mit Lüftungsanlagen ausgestatteten Wohneinheiten Beschwerden hinsichtlich hörbarer Betriebsgeräusche ein. Den Beschwerden wurde wie folgt nachgegangen:

LA-GB 1, WOHNUNG 1: ZENTRALE ABLUFT + ALD

Das in der Küche dieser Wohnung montierte Abluftelement konnte nicht gem. Montageanleitung eingebaut werden, weil die Küchenoberschränke dafür nicht ausreichend Platz gewährten. Dies änderte sich auch nach einem Herunterhängen der Oberschränke auf ein noch erträgliches Maß nicht. Somit wurde das Abluftelement nach Absprache des Installateurs und des Herstellers wie in **Abb. x.x** dargestellt montiert. Daraus resultierten Betriebsgeräusche, die deutlich wahrnehmbar waren und vermutlich aus dem direktem Kontakt zwischen Abluftelement und Küchenoberschrank resultierten. Eine erneute Verbesserung, wie in **Abb. x.x** dargestellt, führte letztlich dazu, dass die Geräuschbelastungen behoben waren und keine weiteren Beschwerden mehr seitens der Bewohner erfolgten.

LA-GB 2, WOHNUNG 2: ZENTRALE ABLUFT + ALD

Im Gegensatz zum vorigen Beispiel konnte das Abluftelement wie herstellerseits empfohlen montiert werden. Dennoch klagte die Bewohnerin über Geräusche, die im Rahmen der unter Kapitel 4.2 beschriebenen Termine zur schalltechnischen Messung deutlich wahrnehmbar waren. Da bei dem Termin zur schalltechnischen Messung auch der Hersteller anwesend war, wurde der Geräuschursache auf den Grund gegangen. Die Frontabdeckung des Abluftelements wurde demontiert, woraufhin bereits festgestellt werden konnte, dass die Geräuschursache durch einen Einbaufehler des Installateurs entstanden war: unter der Abdeckung ist eine Blende montiert, in die beim Einbau vor Ort eine auf die Position und den Durchmesser der Abluftleitung abgestimmte Öffnung hineinzuschneiden ist. Während die Abluftleitung

mittig im Element saß, wurde die Öffnung rechtsseitig in die Blende geschnitten, wodurch der Querschnitt der Abluftleitung teilweise verdeckt wurde. Durch diese Minderung des Querschnitts kam es zu einer Geräuschbelastung, die messtechnischermittelt werden konnte. In dem beschriebenen, mangelhaften Zustand wurde im Raum ein Schallpegel der Lüftungsanlage von LAF,max,n = 29dB ermittelt. Anschließend wurde die fehlerhaft zugeschnittene Öffnung in der Blende durch den Hersteller korrigiert. Eine daraufhin durchgeführte Messung führte zu einem Schallpegel der Anlage von LAF,max,n = 25dB, also einem um 4 dB geringeren Maß. Dabei sind 4 dB in Bezug auf das menschliche Gehör eine deutlich wahrnehmbare Geräuschveränderung, was vor Ort durch die Teilnehmenden der schalltechnischen Messung auch subjektiv bestätigt wurde.

LA-W 1: WOHNUNGSWEISE, DEZENTRALE ANLAGE

Obwohl bei der Anlage durch die schalltechnischen Messungen überdurchschnittlich leise Schallpegel erzeugt wurden, beschwerten sich die Bewohner kurze Zeit später über Strömungsgeräusche. Vor Ort wurde festgestellt, dass nach Durchführung der schalltechnischen Messungen im Abstellraum eine Trockenbaudecke unterhalb des deckenhängenden Lüftungsgerätes montiert wurde. Die Mieter äußerten, dass das strömende Geräusch im Flur, ähnlich einem Windrauschen, erst nach dem Einbau der Abhangdecke auffiel. Sie betonten, dass die Geräusche nur im Flur hörbar sind und die Geräuschdifferenz bei einem Raumwechsel über den Flur stets deutlich wahrnehmbar sind. Die Ursachenforschung für diese Geräuschentwicklung war zum Zeitpunkt der Berichtsverfassung noch nicht geklärt. Es sind allerdings zwei Möglichkeiten denkbar:

- zum einen ist möglich, dass beim Einbau der Trockenbaudecke versehentlich Leitungsanschlüsse getrennt wurden, weswegen sich nun Strömungsgeräusche entwickelten,
- zum anderen ist denkbar, dass die Abhangdecke für das zuvor leise Betriebsgeräusch als Resonanzkörper wirkt und es physikalisch verstärkt

Nach Ansicht der Verfasser ist eine unterseitige Bekleidung des im Abstellraum deckenhängend montierten Lüftungsgerätes nicht erforderlich. Zudem wurde die Abhangdecke durch das ausführende Unternehmen vollkommen verschlossen, wodurch zukünftige Wartungs- und Inspektionsgänge nicht mehr möglich sind. Eine Änderung der Abhangdecke ist daher ohnehin zwingend erforderlich. Es wird empfohlen, während dieser Maßnahme die jeweiligen Leitungsanschlüsse am Gerät zu überprüfen und gleichzeitig in Erwägung zu ziehen, ob die Abhangdecke dort nicht gänzlich entfallen kann, statt sie erneut und diesmal mit kostspieliger, großformatiger Revisionsklappe anzubringen. Anschließend ist zu prüfen, ob das Geräusch weiterhin existiert und, wie mieterseits angezeigt, lediglich durch die Abhangdecke ausgelöst wird, oder ob andere ursächliche Probleme bestehen.

5.5 ERKENNTNISSE

5.5.1 4.5.1. HERSTELLERWERTE

Die von unterschiedlichen Herstellern vorgelegten oder genannten Schallwerte sind in der Regel in Bezug auf die Aussagefähigkeit nicht zufriedenstellend. So war die Beschaffung der entsprechenden Berichte und Angaben zu den in den Datenblättern aufgeführten Werten recht mühsam. Das Problem resultierte in erster Linie daraus, dass die Vergleichbarkeit der genannten Werte vorausgesetzt werden muss. Zum aktuellen Zeitpunkt ist dies allerdings nicht der Fall. Um den absorptionsflächenbezogenen Schalldruckpegel zu ermittelten, war es notwendig von den Herstellern mindestens folgende Informationen zu erhalten:

- Schallleistungspegel am Raumzuluft- bzw. Abluftventil
- Anordnung der Schallquelle im Raum während der Labormessungen
- Angabe zur Absorptionsfläche, welche den Herstellerdaten zu Grunde liegt

Die von den Herstellern oft angegebenen Schallleistungspegel LWA beziehen sich auf die Stutzen direkt am Gerät. Zum Raumzuluft- oder Raumabluftventil findet eine Pegelminderung in der Rohrleitung statt. Der dort entstehende, dann viel geringere LWA setzt sich zusammen aus der Summe aus Schallleistungspegel sowie Rohrleitungsdämpfungen und Strömungsgeräuschen am Raumventil. Von den Herstellern konnten keine Angaben zu den Pegelminderungen durch z. B. Schalldämpfer oder Schalldämm-Maße der

Rohrwandungen bzw. alternativ Schallleistungspegel von Rohrleitungen übermittelt werden, so dass die vorhandenen Raumpegel oft nicht vorab berechnet und demnach nicht mit den Anforderungen verglichen werden konnten. Weiterhin ergeben sich je nach Anordnung der Schallquelle im Raum unterschiedliche Abstrahlungsfaktoren, die zur Berechnung des Schalldruckpegels berücksichtigt werden müssen. Von den Herstellern konnten meist keine Angaben hierzu übermittelt werden, oder aber es wurde in den Prüfberichten mit falschen Abstrahlungsfaktoren gerechnet.

Zudem beziehen die Hersteller ihre Angaben häufig auf eine Raumdämpfung von -8 dB, was einer Absorptionsfläche von A = 25 m^2 entspricht. Dies ist für Wohnräume ungewöhnlich hoch und in der Realität nicht vorzufinden. Bei einer Bezugsabsorptionsfläche von A = 10 m^2 gemäß DIN 4109 ergibt sich eine Raumabsorption von 10*lg (4/A) = -4 dB. Dies entspricht einer Nachhallzeit von 0,50−0,60 s. Diese Raumdämpfung von 4 dB wird allen bauakustischen Messungen zugrunde gelegt, für die bauakustische Praxis würde es einen großen Fortschritt bedeuten, wenn dieser Wert bei der Ermittlung der Schallpegel auch von den Herstellern verwendet würde. Zum aktuellen Zeitpunkt erweisen sich die meisten Herstellerdaten als zu unkonkret oder zu fehlerhaft. Tendenziell werden die Schalldruckpegel zu niedrig angegeben. Im Rahmen der realisierten Forschungsprojekte und insbesondere bei der genauen Betrachtung von wohnungsweisen, dezentralen Anlagen führten die fehlerhaften Angaben allerdings nicht zu akustischen Problemen. In den Fällen des benannten Lüftungssystems konnten messtechnisch erfreulich niedrige Schallwerte erfasst werden.

5.5.2 SCHALLSCHUTZ IM AUFSTELLRAUM

Die Thematik erweist sich insbesondere bei den raumweisen Lüftungsgeräten als wesentliches, schalltechnisches Hindernis, da gerade bei diesen kompakten Geräten mit einer Aufstellung innerhalb des Aufenthalts- oder sogar Schlafraumes aufgrund der verhältnismäßig geringen Leistung keine bis geringere akustische Belastungen erwartet werden. Leider muss unter Bezugnahme zu den schalltechnisch gemessenen Werten vor Ort festgestellt werden, dass hier noch Verbesserungsbedarf besteht. Allerdings muss in diesem Zusammenhang auch darauf hingewiesen werden, dass es sich bei dieser Messung lediglich um eine exemplarische Messung handelte, die nicht als stellvertretend für alle raumweise dezentralen Geräte angesehen werden kann. Weitere Messungen in Räumen mit entsprechenden Einzelraum-Lüftungsgeräten wären wünschenswert, um hier eine bessere Einschätzung vornehmen zu können.

5.5.3 SCHALLSCHUTZ ZWISCHEN RÄUMEN

Eine theoretische Untersuchung hat ergeben, dass trotz einer massiven Außenwand mit einem „guten“ Schalldämm-Maß schon mit einem Türunterschnitt von gerade mal 8 mm und ohne die Beachtung der Flankenübertragung die Empfehlungen des Schallschutzes für den normalen Schallschutz bei dem Einsatz einer leichten Zimmertür nicht eingehalten werden können. Eine Überströmöffnung in der Wand muss in Abhängigkeit zum Schalldämm-Maß der Tür min. ein Schalldämm-Maß ≥ 24 dB aufweisen, um die Empfehlungen des Schallschutzes für den normalen Schallschutz zu erfüllen „7. Anhang: Expertise zum AP07 − Schallschutz“ auf Seite 449.

5.5.4 SCHALLSCHUTZ GEGEN AUSSENLÄRM - PRÜFSTANDWERTE

Für einen „typischen“ Raum und der Variation von Außenwandqualitäten und Fensterqualitäten (bezogen auf die Schalldämmung) wurde eine theoretische Untersuchung durchgeführt, um die erforderlichen Prüfstandswerte von Außenwanddurchlässen zu ermitteln. Die Ergebnisse wurden mit den Herstellerdaten der Außenwanddurchlässe, die sich zurzeit auf dem Markt befinden, abgeglichen. Der maximal erforderliche Prüfstandswert liegt, bei den hier zugrunde gelegten Wand- und Fensterqualitäten und der in Abschnitt 4.1.1.0 beschriebenen Raumkubatur, bei 58,34 dB. Die Recherche zeigt, dass solche hohen Prüfstandswerte auf dem Markt durchaus verfügbar sind. Als Fazit dieser Untersuchung lässt sich sagen, dass grundsätzlich nicht der Außenwanddurchlass mit seiner Schalldämmleistung eine Herausforderung zur Erfüllung der Anforderungen des Schallschutzes gegen Außenlärm darstellt, sondern die Wand- und Fensterqualitäten, die auch aufgrund ihrer hohen Flächenanteile das resultierende Schalldämm-Maß des Außenbauteilgefüges bestimmen.

6. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

6.1 ZUSAMMENFASSUNG

Schalldruckpegel von 30 dB und mehr (bauordnungsrechtlich zulässig) von Lüftungsanlagen innerhalb von Wohnungen werden als wenig komfortabel und in der Regel als störend empfunden. Daher sollte bei der Herstellung von Geräten ein geringerer Schalldruckpegel angestrebt werden. Die Empfehlung liegt bei LAFmax,n ≤ 27 dB, noch besser ≤ 25 dB.

Bei Aufstellung von Lüftungsanlagen außerhalb der gedämmten Gebäudehülle, auch im ungedämmten Dachraum, können akustische Störungen in der Nachbarschaft entstehen, sofern die Anlage nicht abgeschirmt oder eingehaust bzw. die umgebenden Bauteile gedämmt werden. Insbesondere in den empfindlichen Nachtstunden können die im Tagesverlauf gleichbleibenden Emissionen der Anlagen zu Ruhestörungen führen (öffentlich-rechtliche Anforderung in Wohngebieten bis zu IWRnachts ≤ 35dB).

Die empfohlenen Schallschutzmaßnahmen für den Schallschutz innerhalb von Wohnungen (Schalldämpfer im Kanalsystem, schalldämpfende Überströmöffnungen, schalldämpfende Türschwellendichtungen) werden bei der Planung/Ausführung selten vorgesehen. Das ist unproblematisch, wenn zwischen unterschiedlichen Räumen ein Flur angeordnet ist. Vor allem bei Wänden, in denen eine übliche leichte Zimmertür angeordnet ist, stellt diese die eigentliche akustische Schwachstelle dar. Auch in einem solchen Fall mindert ein zwischengeschalteter Flur die direkte Schallübertragung vom Raum zu Raum.

Die herstellerseitig benannten Schallleistungspegel sind insofern nicht nachvollziehbar, als dass die Prüfbedingungen nicht benannt sind. Das macht einen direkten Vergleich unterschiedlicher Geräte nicht bzw. nur schwer möglich. Aus Planersicht ist das jedoch ein wesentliches Kriterium bei der Auswahl des favorisierten Lüftungsgerätes. Da selbst Planer aufgrund der mangelnden Datenlage Schwierigkeiten haben, den Schallschutz zu berechnen und die Immissionen zu prognostizieren, muss davon ausgegangen werden, dass im Zuge des Einbaus im Bestand, bei dem Planer in der Regel nicht hinzugezogen werden, die schallschutztechnischen Aspekte nicht ausreichend durch ausführende Unternehmen vorhergesagt und beeinflusst werden können. Dies ist ein nicht hinnehmenbarer Aspekt.

Selbst gute schalltechnische Eigenschaften des Lüftungsgerätes/der Lüftungsanlage sowie eine detaillierte Planung können durch mangelhafte Montage vor Ort zu Schallbelastungen im eingebauten Zustand führen.

Bei gebäudezentralen Abluftanlagen mit ALD ist grundsätzlich nicht der Außenwanddurchlass die problematische Schwachstelle zur Erfüllung der Anforderungen des Schallschutzes gegen Außenlärm. Hauptsächlich bestimmen die Wand- und Fensterqualitäten der Außenwand das resultierende Schalldämmmaß. Die auf dem Markt befindlichen Schalldämm-Maße von Außenluftdurchlässen sind in vielen Fällen für die vorliegenden Schallimmissionen aus Außenlärm ausreichend. Insbesondere in hohen Lärmpegelbereichen erfüllen bereits die Wände und Fenster nicht die erforderlichen Anforderungen, so dass der ALD hier zum Schallschutz nicht weiter beitragen kann und diesen vor allem nicht verbessert.

Die Messergebnisse der Schalldruckpegel im Raum bei den eingebauten wohnungsweisen Lüftungsanlagen sind stets besser als die in den Datenblättern angegebenen Rechenwerte der Hersteller. Auch die stufenabhängigen Schalldruckpegel aus der Messung beim raumweisen Lüftungsgerät in einem der Pilotprojekte stimmen mit den im Rahmen der Expertise ermittelten Berechnungsergebnissen weitestgehend überein, bestätigen aber nicht die herstellerseits benannten Pegel und erfüllen in den höheren Betriebsstufen auch nicht die bauordnungsrechtlichen Anforderungen. Hier ist eine weitere Ursachenforschung für die ermittelten Differenzen erforderlich, ansonsten ist der Unterschied in einem unrealistischen Rechenansatz begründet. Darauf aufbauend ist keine allgemeingültige und repräsentative Aussage hinsichtlich der Schallemissionen von raumweisen Lüftungsgeräten möglich, weitere Messungen realisierter Beispiele sind erforderlich.

Die potenziellen Lärmbelastungen aus Lüftungsanlagen werden mieterseits häufig im Vorfeld überschätzt. Oftmals wird die Funktionsweise der kontrollierten Lüftung mit Klimageräten in Hotels verglichen bzw.

verwechselt, so dass die kaum wahrnehmbaren Betriebsgeräuche nach Einbau positiv überraschen. Andererseits gibt es aber immer Mieter, die die Geräuscharmut der Anlage damit gleichsetzen, dass die Anlage „nichts tut“ (Mieterzitat).

6.2 EMPFEHLUNGEN

Die wichtigste Erkenntnis im Rahmen des vorliegenden Arbeitspakets ist, dass die bauordnungsrechtlichen Anforderungen trotz Novellierung der DIN 4109 und Beachtung von Geräuschen aus technischen Anlagen innerhalb der eigenen Wohneinheit bei Zugrundelegung des menschlichen Gehörs und der Psychoakustik noch zu niedrig sind. Anstelle der geforderten LAF,max,n ≤ 30+5 dB sollte min. LAF,max,n ≤ 25 dB angestrebt werden. Insbesondere vor dem Hintergrund, dass Lüftungsanlagen über 24h konstant und ununterbrochen betrieben werden sollen und der Mensch bei nächtlicher Stille wesentlich empfindlicher auf Geräuschbelastungen reagiert, ergibt der strengere Wert einen begründeten Sinn.

Auch bei den seitens der Hersteller in den Datenblättern angegebenen Schallpegelwerten ist Verbesserungspotenzial vorhanden, da diese Angaben die Grundlage für jede akustische Beurteilung bilden. Es lässt sich feststellen, dass es keine allgemeingültige Vorgabe für den in den technischen Datenblättern zu benennenden Schallpegelwert gibt. Die jeweiligen Werte sind nur bedingt oder erst nach Rücksprache mit der zuständigen Abteilung des Herstellers miteinander vergleichbar und können bei Produkt- und Herstellervergleichen irreführend sein. Hier ist die verbindliche Vorgabe eines eindeutigen Wertes erforderlich, der auf ein definiertes Verfahren und mit einheitlichen Rahmenbedingungen basiert. Hierzu gehört auch die realistische Annahme von Raumdämpfungen bei der Betrachtung verhältnismäßig kleiner Räume wie bereits in Kapitel 3.3 beschrieben. Das erhöht die Vergleichbarkeit der jeweiligen Anlagen und die Transparenz der getätigten Angaben.

Aufgrund der Bestandssituation können Empfehlungen zur planerischen Anordnung von Räumen mit schallemittierenden Anlagenteilen zu Aufenthaltsräumen nicht beeinflusst werden. I. d.R. sind Schwachstellen des Grundrisses daher durch zusätzliche, mit den Anlagen einzubringende Maßnahmen zur Körperschallentkopplung zu kompensieren, die jedoch herstellerseitig oftmals als „bauseits“ deklariert werden. Vor dem Hintergrund des in diesem Zusammenhang defizitären Kenntnisstandes ausführender Unternehmen resultiert die Forderung, dass Hersteller Montagesätze anbieten sollten, um die Anlagen und Anlagenkomponenten schalltechnisch entkoppelt montieren zu können. Hierbei ist die Benennung von Einbaubedingungen wie beispielsweise „zur Montage an Mauerwerk mit einer Rohdichte von **min. xxx kg/m³** sowie einem mittleren Flächengewicht der Flanken von min. 300 kg/m³“ erforderlich, da das Spektrum der Einbausituationen im Bestand nicht umfänglich erfasst werden kann. Somit wäre aber ein Großteil der zu erwartenden Standardfälle bereits erfasst.

Hinsichtlich der Reduzierung der Luftschallausbreitung eignen sich möglichst große Kanalquerschnitte, die aufgrund des verminderten Platzangebotes nicht realisierbar sind. Entsprechend sind alternative Maßnahmen wie platzreduzierte Schalldämpfer und schalltechnisch optimierte Luftauslässe erforderlich, die sich bereits teilweise auf dem Markt befinden. Allerdings fehlt diesbezüglich die Bereitschaft der Hersteller, über Ihren Handlungsraum hinaus zu blicken und besondere Lösungen aus anderen Industrie- und Produktionszweigen zu adaptieren. Hinsichtlich der im Produktportfolio bereits enthaltenen Komponenten ist oftmals eine mangelnde herstellerseitige Beratung festzustellen.

Da auch bei schalltechnisch optimierten Lüftungsanlagen eine schlechte Montage zu Schallproblemen führen kann, ist eine bessere Schulung und Sensibilisierung der Installateure hinsichtlich möglicher Ausführungsfehler und deren schallschutztechnischer Konsequenzen erforderlich. In diesem Zusammenhang ist seitens der Hersteller weiterhin eine größere Fehlertoleranz bei der Planung und Entwicklung von Lüftungssystemen einzuplanen.

AP08 GEBÄUDE- UND WOHNUNGSTYPOLOGIE

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

Aufgrund der bundesweiten Ausrichtung des Forschungsprojekts IBWL soll die TABULA-Studie des IWU im weiteren Verlauf der Projektbearbeitung als Grundlage für die Ableitung von Mehrfamilienhaustypen dienen, die im Rahmen des Forschungsprojekts genauer betrachtet werden sollen.

Die vom IWU in der TABULA-Studie vorgenommene Gebäudetypisierung lässt, bezogen auf das IBWL-Projekt, keine Fragen offen. Im Rahmen des Forschungsprojekts soll jedoch eine verfeinerte Typisierung der bisher definierten MFH-Typen erfolgen und im weiteren Verlauf als Grundlage für die Definition von Muster-Lüftungsanlagen in Mehrfamilienhäusern dienen.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

ABLEITUNG RELEVANTER GEBÄUDETYPEN AUS DER TABULA-STUDIE

Um eine möglichst breite Anwendung der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten, sollen diejenigen Gebäudetypen der TABULA-Studie näher untersucht werden, die am häufigsten im bundesdeutschen Wohnungsbaubestand vorkommen.

Die Auswahl der Gebäudetypen soll sowohl bezogen auf die Anzahl der bundesweit vorhandenen Wohneinheiten, als auch bezogen auf die Gesamtsumme der bundesweit vorhandenen beheizten Wohnfläche erfolgen.

UNTERSUCHUNG DER BAULICHEN, TECHNISCHEN UND ENERGETISCHEN EIGENSCHAFTEN DER TABULA-GEBÄUDETYPEN

Die ausgewählten TABULA-Gebäudetypen sollen jeweils hinsichtlich der energetischen Eigenschaften der Gebäudehülle beschrieben werden. Die Datengrundlage für die energetische Bewertung in AP 13 Energetische Standards der ausgewählten Gebäudetypen sollen dabei die Parameter aus der TABULA-Studie bilden.

Für die Darstellung der Adaptierbarkeit der erarbeiteten Musterlösungen der KWL soll die typische bauliche Ausgestaltung der relevanten TABULA-Gebäudetypen untersucht werden. Ziel ist es, hierbei zu prüfen, ob für einzelne Grundrisstypen bestimmte Vorteile oder Hindernisse für die Integration einer KWL beschrieben werden können.

Die Analyse der typischen Grundrissgestaltung in den ausgewählten TABULA-Gebäudetypen erfolgt anhand einer Literaturrecherche auf Basis der Baualtersklassen.

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Mit fortschreitendem Projektverlauf wurde nach und nach deutlich, dass die These, es könne eine ideale KWL-Musterlösung für bestimmte Wohnungsgrundrisse und Gebäudetypen erarbeitet werden, um damit den Planungsprozess zu verschlanken, nicht grundsätzlich zutrifft. Alle Konzepte mussten in der Planungsphase wohnungsweise per Ortstermin einzeln überprüft werden. Dies traf auch für scheinbar baugleiche Wohnungen zu. Es wurde deutlich, dass der Einfluss der individuellen Nutzung auf die letztendliche Ausführung der KWL in einer bewohnten Bestandswohnung enorm hoch ist. Die Gebäude- und Wohnungstypologie und damit die Musterlösung verloren an Relevanz.

2. EXPERTISE

Siehe „8. Anhang: Expertise zum AP08 – Gebäude- und Wohnungstypologie“ auf Seite 512

3. RELEVANZ DER GEBÄUDE- UND WOHNUNGSTYPOLOGIE AUF DIE UMSETZBARKEIT KONTROLLIERTER WOHNRAUMLÜFTUNG

Während der Phase der Zuordnung verschiedener Lüftungssysteme auf die zur Verfügung stehenden Pilotobjekte wurde deutlich, dass Teilbereiche der Gebäude- bzw. Wohnungsstruktur besonders relevant für die Integration einer KWL sind, während der Grundriss- oder Gebäudetyp an sich, der zunächst als eines der wichtigsten Merkmale für die Erarbeitung einer musterhaften KWL-Lösung gehalten wurde, eine untergeordnete Rolle spielt. Bereits kleinste Abweichungen im Standard-Grundriss, wie beispielsweise ein Schacht in einer Raumecke, der nicht in allen Geschossen vorhanden ist, führen direkt zu grundlegenden Auswirkungen auf die Musterplanung.

Dagegen sind die Geschosshöhe, bzw. lichte Raumhöhe, oder die Installation der Anlage in unmittelbarer Nähe zu einer Abwasserleitung, viel wichtigere Kriterien, die bei der Planung einer KWL im Bestandswohnungsbau Beachtung finden müssen. Auch die Anzahl, der für den Einbau einer KWL erforderlichen Kernbohrungen in einer Wohneinheit, ist weitaus relevanter bei der Suche nach einem geeigneten KWL-Systems als der Wohnungsgrundriss an sich.

3.1 GEBÄUDETYPOLOGIEN

Unabhängig von der Baualtersklasse oder der Typologie sind folgende Aspekte der Gebäudestruktur für die Auswahl eines geeigneten KWL-Systems von Bedeutung:

3.1.1 GEBÄUDEZENTRALES KWL-SYSTEM

Verfügbare Gemeinschaftsfläche in allen Geschossen: Um eine Verringerung der Wohnfläche einzelner Wohneinheiten durch Brandschutzabkofferungen für die erforderliche vertikale Leitungsführung zu vermeiden, muss verfügbare Gemeinschaftsfläche außerhalb der Wohneinheit vorhanden sein, in der die Luftkanäle durch alle Geschosse hinweg installiert werden können. Ein vorhandener ehemaliger

Kaminschacht eignet sich hierfür besonders gut. Sofern die Abmessungen des Treppenhauses es zulassen, können auch dort Flächen abgetrennt und für die vertikale Leitungsführung genutzt werden.

Organisation der Geschosse: Die Split-Level-Organisation eines Gebäudes ist für die Führung der Luftkanäle ungünstig. Die Anbindung der Wohneinheiten an das zentrale Lüftungsgerät erfolgt üblicherweise über einen zentralen Vertikalstrang (s.o.) und eine horizontale Anbindung je Geschoss an zwei oder mehrere Wohneinheiten. Bei einer Split-Level-Organisation der Geschosse kann die horizontale Anbindung der Wohneinheiten nicht unter einer abgehängten Decke im Treppenhaus erfolgen. Ein zweiter vertikaler Strang mit dem entsprechenden Installationsaufwand würde erforderlich werden.

Dachform: Als Aufstellort für das zentrale Lüftungsgerät eignet sich aufgrund der Abluftführung das oberste Stockwerk eines Gebäudes. Je nach vorhandener Dachform sind unterschiedliche Lösungsansätze möglich:

Bei einem Flachdach muss die KWL meist als sichtbare Auf-Dach-Lösung ausgeführt werden, die ggf. eine (partielle) statische Ertüchtigung der Dachfläche erfordert. Außenliegende Luftleitungen müssen isoliert werden, um die Kondensatbildung in den Luftleitungen zu verhindern und diese vor Vereisungen zu schützen sowie um Wärmeverluste an dieser Stelle zu vermeiden. Idealerweise werden Zu- und Abluftleitungen bei Außenaufstellung direkt am Gerät in das Gebäude eingeführt.

Bei einem Satteldach ist im Dachgeschoss meist ein Trockenboden vorhanden. Dieser ist in der Regel eine Gemeinschaftsfläche und kann partiell für die Aufstellung der KWL genutzt werden.

Geschosshöhe/lichtes Raummaß: um die horizontale Anbindung der Luftleitungen zu den Wohneinheiten (meist im Treppenhaus), aber auch innerhalb der Wohneinheiten zu den einzelnen Räumen (meist im Flurbereich) herstellen zu können, muss auf ein ausreichendes lichtes Raummaß der Wohngeschosse geachtet werden. Inklusive der abgehängten Decke sollte nach der Installation ein lichtes Raummaß von mindestens 2,35 m, idealerweise deutlich mehr, vorhanden sein.

Abwasseranschluss in unmittelbarer Nähe zum Lüftungsgerät: Der Aufstellort des KWL-Gerätes muss so gewählt werden, dass die Anbindung an eine vorhandene Abwasserleitung möglich ist, um das im Wärmetauscher anfallende Kondensat abführen zu können.

3.1.2 WOHNUNGSZENTRALES KWL-SYSTEM

Geschosshöhe/lichtes Raummaß: Als Montageort für die KWL eignen sich Flur, Bad oder ggf. ein Abstellraum. Die Befestigung kann decken- oder wandhängend erfolgen. Die Leitungsführung zu den einzelnen Zu- und Ablufträumen erfolgt meist über den Flurbereich und somit ist auch für das wohnungszentrale KWL-System auf das vorhandene lichte Raummaß zu achten. Inklusive der abgehängten Decke sollte nach der Installation ein lichtes Raummaß von mindestens 2,35 m, idealerweise deutlich mehr, vorhanden sein.

Möglichkeit des Abwasseranschlusses in unmittelbarer Nähe zum Lüftungsgerät: Die Anbringung des wohnungszentralen Lüftungsgeräts in unmittelbarer Nähe zu Küche oder Bad wird empfohlen. Auf diese Weise kann eine Anbindung des Kondensatablaufs mit möglichst geringem baulichen Aufwand erfolgen.

3.1.3 DEZENTRAL-RAUMWEISES KWL-SYSTEM

Statik Außenwand: Bei der Planung des Montagepunkts eines dezentralen Lüftungsgeräts ist darauf zu achten, dass das Gerät – und somit die erforderliche Kernbohrung – nicht im Auflagerbereich des Fenstersturzes vorgesehen wird. Die Durchmesser der Bohrungen betragen je nach Hersteller und Anlagenmodell bis zu DN 360 und schwächen die Tragfähigkeit der Außenwand an dieser Stelle entsprechend. Wird eine Anbringung des Lüftungsgeräts im Bereich des Fensters vorgesehen, ist außerdem darauf zu achten, dass die Auslässe des Gerätes nicht von Gardinen überdeckt werden können.

Eine detaillierte Darstellung der verschiedenen Aspekte der Gebäudeintegration einer KWL erfolgt in AP 12 - Gebäudeintegration.

3.2 WOHNUNGSTYPOLOGIEN

Wie bereits erörtert, spielt auch der Wohnungsgrundrisstyp bei der Auswahl und Planung eines KWL-Systems eine untergeordnete Rolle. In Bezug auf die Wohnung als Nutzungseinheit sind jedoch ein paar Aspekte zu beachten, die für alle Grundrisse gelten, unabhängig von einer bestimmten Baualtersklasse.

3.2.1 GEBÄUDEZENTRALES KWL-SYSTEM

Für die Möblierung vorgesehene Stellflächen respektieren: Die ggf. erforderlichen Kernbohrungen für die Außenluftansaugung sind in jedem Raum in der Außenwand vorzusehen, idealerweise im oberen Wandbereich. Bei der Planung des Montagepunkts des Auslasses ist darauf zu achten, dass die für das Mobiliar vorgesehene Stellfläche nicht zu stark beeinträchtigt wird. Andernfalls besteht die Gefahr, dass der Luftauslass von Möbelstücken verdeckt wird und somit die korrekte Funktion des Lüftungsgeräts beeinträchtigt wird.

Für Vorhänge und Gardinen vorgesehene Wandflächen respektieren: Wird eine Außenluftansaugung im Bereich eines Fensters vorgesehen, ist darauf zu achten, dass der Luftauslass in ausreichendem Abstand zur Fensterlaibung geplant wird. Andernfalls besteht die Gefahr, dass der Auslass vom Gardinen- oder Vorhangstoff verdeckt und somit die korrekte Funktion des Lüftungsgeräts beeinträchtigt wird.

3.2.2 WOHNUNGSZENTRALES KWL-SYSTEM

keine relevanten Kriterien vorhanden

3.2.3 DEZENTRAL-RAUMWEISES KWL-SYSTEM

Für die Möblierung vorgesehene Stellflächen: Das Lüftungsgerät, das je nach Hersteller und Modell Abmessungen von bis zu 70 × 60 × 20 cm (B/H/T) aufweisen kann, muss stets an die Außenwand montiert werden, idealerweise im oberen Wandbereich. Bei der Planung des Montagepunkts muss darauf geachtet werden, dass die für das Mobiliar vorgesehene Stellfläche der Räume nicht zu stark beeinträchtigt wird. Andernfalls droht, dass die Zu- und Abluftauslässe des Geräts von Möbelstücken verdeckt werden und die korrekte Funktion der Geräte beeinträchtigt wird.

Für Vorhänge und Gardinen vorgesehene Wandflächen respektieren: Bei der Planung des Montagepunktes in der Außenwand ist darauf zu achten, dass der Luftauslass in ausreichendem Abstand zur Fensterlaibung geplant wird. Andernfalls besteht die Gefahr, dass der Auslass vom Gardinen- oder Vorhangstoff verdeckt und somit die korrekte Funktion des Lüftungsgeräts beeinträchtigt wird.

3.3 INTEGRATION DER ERKENNTNISSE IN DIE AUFGABENSTELLUNG

Die geschilderten Erkenntnisse führten im Projektverlauf dazu, dass die Erarbeitung von KWL-Musterlösungen in ihrer Relevanz neu bewertet werden musste. Die Erarbeitung von Musterlösungen für bestimmte Grundriss- oder Gebäudetypen wurde als nicht zielführend verworfen. Stattdessen wurden allgemeingültige Planungskriterien formuliert, die für die individuelle Anlagenplanung, unabhängig von der Gebäude- und Grundrisstypologie, relevant sind.

Für die energetische Bewertung wurde entsprechend verfahren. Es wurden keine Berechnungen auf Basis der Energiekennwerte aus der TABULA-Studie vorgenommen. Stattdessen wurde die energetische Qualität der Pilotobjekte aufgenommen und diente als Grundlage für alle Berechnungen im AP 13 Energetische Standards.

4. RÜCKKOPPLUNG ZU AKTEUREN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die Planung einer Sanierungsmaßnahme und somit der KWL-Integration erfolgt bei der Wohnungswirtschaft stets individuell für jedes konkrete Bauvorhaben. Die Typisierung von Bestandsgebäuden in Verbindung mit einer idealen KWL-Musterlösung wäre aus Sicht der Wohnungswirtschaft sehr wünschenswert. Der Planungsaufwand könnte dadurch verringert und Abstimmungsprozesse im Bauablauf vereinfacht werden. Doch die Planung einer Lüftungsanlage in einem Bestandsgebäude, welches häufig nur in Form der Bauantragspläne dokumentiert ist, ist so individuell, dass eine grundsätzliche Typisierung der Gebäude- oder Wohnungsgrundrisse und die Entwicklung von KWL-Musterlösungen erst einmal nicht zielführend sind.

Aus Sicht der Wohnungswirtschaft wäre jedoch die Typisierung des Gebäudebestands innerhalb einer Siedlung sinnvoll. Häufig setzt sich die Bebauung einer Wohnsiedlung aus verschiedenen Gebäudetypen zusammen, die innerhalb der Siedlung jedoch mehrfach vorkommen. Eine Musterplanung für jeden vorhandenen Gebäudetyp würde den Planungsaufwand für die gesamte Siedlung mindern und hätte durchaus auch positive ökonomische Effekte auf die Ausführungsphase.

Eine Herausforderung auf Seiten der Wohnungswirtschaft bleibt im bewohnten Bestand jedoch weiterhin – auch nach erfolgter Musterplanung – die Bestimmung des endgültigen Montagepunktes der KWL innerhalb einer Wohneinheit unter Berücksichtigung vorhandener Einrichtungsgegenstände der Mieter. Der Grad der Individualisierung ist hier enorm.

Grundsätzlich ist es das Ziel der Wohnungswirtschaft, bei der Planung der KWL die Nutzfläche einer Wohneinheit durch das Lüftungsgerät nicht zu vermindern (z.B. bei Installation einer KWL in einem Abstellraum), die Anzahl der erforderlichen Kernbohrungen minimal zu halten und das lichte Raummaß innerhalb der Wohneinheit möglichst nicht zu mindern. Diese Aspekte sind die wichtigsten Auswahlkriterien der Wohnungswirtschaft für die Definition des zur Anwendung kommenden Anlagentyps.

4.2 LÜFTUNGSINDUSTRIE

Das Vorgehen der Hersteller bei der Erstellung eines Planungsvorschlags erfolgt stets individuell auf das jeweilige Objekt angepasst. Eine grundsätzliche Typisierung von Gebäuden oder Grundrissen und eine Adaptierung von Musterlösungen erscheinen aus den o. g. Gründen auch herstellerseitig nicht als relevant.

Jedoch erscheint es sinnvoll, wenn herstellerseitig der Anwendungstyp „KWL im (bewohnten) Bestand“ definiert werden würde, mit dem Ziel, entsprechend anwendbare KWL-Geräte bzw. -Komponenten zu entwickeln. Die Bedürfnisse an die KWL in einem Bestandsgebäude unterscheiden sich grundlegend von denen in einem Neubau. Im Bestand kann das Gebäude an kaum einem Punkt auf die Anlage reagieren, vielmehr muss die KWL so konzipiert sein, dass sie auf die Gegebenheiten im Gebäude reagieren kann.

Im Planungsverlauf wurde z. B. deutlich, dass herstellerseitig der Problematik der erforderlichen Installationshöhen für deckenmontierte Anlagen und Luftkanäle und der daraus resultierenden Raumhöhenminderung von z.T. mehr als 20 cm bisher kaum Beachtung geschenkt wurde. Abmessungen von Anlagenkomponenten waren z.T. per se schon nahe an diesem Höhenmaß, inkl. der erforderlichen Montagehöhe der Abhangdecke wären Abhanghöhen von rund 30 cm erreicht worden. In einigen Fällen führte dies dazu, dass einzelne Anlagenmodelle durch die Wohnungseigentümer von der Pilotphase ausgeschlossen wurden.

In den umgesetzten Pilotobjekten wurden meist vorhandene Abstellräume für die wand- oder deckenhängend montierten KWL genutzt. Zum Teil führte dies jedoch aufgrund der standardmäßigen Abmessungen bei wandhängenden Geräten dazu, dass Abstellräume nicht mehr als solche genutzt werden konnten, weil die Anlagen nahezu vollständig das gesamte Volumen des Abstellraums ausfüllte. KWL-Geräte mit solchen Dimensionen sind für den Einsatz im Bestand im Allgemeinen und dem bewohntem Bestand

im Besonderen nicht geeignet, da sie die Wohnfläche einer Wohneinheit mindern. Auch hier bietet das Portfolio vieler Hersteller kaum praktikable Lösungen.

5. PRAXISERFAHRUNG

Die Umsetzung in den Pilotobjekten zeigte, dass eine KWL-Musterlösung selbst in baugleichen Wohnungen einer detaillierten Einzelfallprüfung bedarf. Auch bei augenscheinlich baugleichen Grundrissen kam es vor, dass in Einzelfällen Abkofferungen oder Schächte nicht in den Bestandsplänen abgebildet waren und die Musterplanung entsprechend angepasst werden musste.

Auch wenn die Planunterlagen identische Gegebenheiten darstellen, können im Bestand kleine aber für die Planung durchaus relevante Abweichungen vorherrschen. Die Planung der KWL im bewohnten Bestand ist sehr individuell und führt letztendlich dazu, dass in der Phase der Ausführungsplanung jede Wohneinheit begangen und fotografisch dokumentiert werden muss und im Anschluss die Planung anhand der aufgenommenen Daten angepasst werden muss.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die Gebäude- oder Wohnungstypologien und damit die Erarbeitung einzelner KWL-Musterlösungen für bestimmte Grundrisstypen sind nicht zielführend. Der Individualisierungsgrad der Planungsaufgabe im Bestand ist so hoch, dass musterhafte Lösungen nicht in der Breite Anwendung finden können.

Grundsätzlich können die folgenden typischen Parameter der Gebäude- bzw. Wohnungsbeschaffenheit benannt werden, die je nach gewähltem KWL-System, relevant für die Anlagenplanung sind:

	Gebäudezentrale KWL	Wohnungszentrale KWL	Dezentral raumweise KWL
Verfügbare Gemeinschaftsflächen	X		
Organisation der Geschosse	X		
Geschosshöhe/lichtes Raummaß	X	X	
Dachform	X		
Anzahl Kernbohrungen	X	X	X
Ableitung Kondensat	X	X	
Statik Außenwand	X*		X
Stellfläche Möblierung	X*	X	X
Wandfläche Vorhang/Gardine	X*		X

	Gebäudezentrale KWL	Wohnungszentrale KWL	Dezentral raumweise KWL
*bei rein abluftgeführten Lüftungsanlagen			

ABBILDUNG 27: Übersicht der relevanten Kriterien bei der Planung verschiedener KWL-Typen

Die Eignung einiger angebotener KWL-Systeme für die Integration in bestehende und zudem bewohnte Nutzungseinheiten weist noch Optimierungspotenzial auf. Augenscheinlich sind Mietwohnungs-Bestandsbauten noch nicht von der gesamten Lüftungsindustrie als Markt mit Potenzial erkannt worden.

Die Anforderungen an die Integration einer KWL im bewohnten Bestand unterscheiden sich deutlich von denen im Neubau und erfordern individuell anpassbare Lösungen. Nicht immer konnte mit den vorhandenen Systemkomponenten auf die gegebenen Erfordernisse zufriedenstellend reagiert werden. In Einzelfällen (meist aufgrund der Abmessungen der Anlage oder der Luftkanäle) kamen Systeme nicht zum Einsatz, da die Beeinträchtigung der Mieter mit dem Einbau der KWL zu hoch gewesen wäre.

AP 09 HYGIENE

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

1.1.1 FEUCHTESCHUTZ UND SCHIMMELBILDUNG

Unter dem Aspekt des Feuchteschutzes dient jegliche Form der Lüftung – sei es durch Fensterlüftung, passive oder aktive lüftungstechnische Maßnahmen – der Reduzierung der Raumluftfeuchte und somit der Vermeidung bzw. mindestens der Reduzierung der Gefahr von Schimmelpilzbildung. Wie groß der hierzu erforderliche Mindestluftwechsel sein muss, wird in der Fachliteratur z. T. sehr kontrovers diskutiert.

Bezogen auf die Sensibilität der Öffentlichkeit hinsichtlich Schimmelpilzgefahren, lässt sich in jedem Fall feststellen, dass es in den letzten Jahrzehnten zu einer großen Steigerung in der Perzeption gekommen ist. Dies drückt sich zum einem in der vermehrten Entstehung verschiedener Leitfäden für den Umgang mit Schimmel aus, die in den letzten Jahren von unterschiedlichen Bundes- und Landesbehörden und Ausschüssen herausgegeben wurden. Die merklich gestiegene öffentliche Sensibilität und Verunsicherung wird in den Einleitungen der Schriften deutlich beschrieben und mündet nach Auskunft der Autoren in einer deutlich gestiegenen Anzahl von Beratungsanfragen.

Die beschriebene Situation wird nach Einschätzung der Verfasser ein Grund (von vielen) sein, warum sich die Wohnungswirtschaft künftig–insbesondere im Kontext der Bestandssanierung -auch mit dem Thema Hygiene auseinandersetzen wird. Vor dem Hintergrund der bisher in Deutschland noch relativ geringen Erfahrung mit KWL stellen sich den Verfassern daher in Bezug auf die Schimmelproblematik vor allem folgende Fragen:

Welcher Mindestluftwechsel ist unter Berücksichtigung des Aspektes Feuchteschutz erforderlich?

Führen Lüftungsanlagen in der Praxis tatsächlich dazu, dass die Raumluftfeuchte innerhalb des aus hygienischer Sicht empfohlenen Bereichs bleibt?

Was ist zur Vermeidung von Fehlern in Planung und Bauausführung ggf. zu beachten?

1.1.2 RAUMLUFTQUALITÄT

Das Thema Raumluftqualität in Wohnräumen gewinnt nach Auffassung der Verfasser zunehmend an Relevanz. An dieser Stelle soll die Frage behandelt werden, was Lüftungsanlagen zur Verbesserung der Raumluftqualität beitragen können.

Nachdem es unter dem Aspekt des Feuchteschutzes vornehmlich um den Abtransport von überschüssiger Feuchte in der Raumluft ging, steht bei der Betrachtung der hygienischen Aspekte der Raumluftqualität die Reduzierung von Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft im Vordergrund. Im Wesentlichen sind hier folgende Schadstoffe relevant:

- Kohlendioxid (CO_2)
- Formaldehyd HCHO
- flüchtige, organische Komponenten (VOC)

- Radon
- mikrobielle Luftverunreinigungen (Schimmelpilzsporen, Bakterien, etc.)
- Ergänzend (z.T. besonders für Allergiker relevant) spielen auch folgende Stoffe eine Rolle:
- Hausstaubmilben
- Pollen
- Feinstaub

Bezüglich der Raumluftqualität stellen die Verfasser fest, dass es zu folgenden Fragen in der Fachöffentlichkeit keine abschließende Eindeutigkeit gibt:

Welcher Mindestluftwechsel leitet sich in Ergänzung der oben diesbezüglich bereits gestellten Frage aus den Anforderungen an die Raumlufthygiene ab?

Wie leistungsfähig ist ein normales/übliches Maß an Fensterlüftung in Bezug auf die vom Umweltbundesamt für die Raumluftqualität vorgegebenen Richtwerte?

1.1.3 HYGIENE VON LÜFTUNGSANLAGEN

Normative hygienische Anforderungen, wie sie in der VDI 6022 Bl. 1 beschrieben und in der Fachwelt erprobt und akzeptiert sind, sind als Mindeststandard–auch für Lüftungsanlagen in Wohngebäuden–einzuhalten. Gleichzeitig ist festzustellen, dass die Anforderungen, auch wenn sie für den Wohnungsbau formal gültig sein mögen, zumindest nicht in diesem Hinblick entwickelt wurden. Den Verfassern erscheinen weitergehende Untersuchungen gerechtfertigt, mit dem Ziel auch unter wirtschaftlichen Aspekten angemessene Handlungsempfehlungen zur Durchführung von Reinigungen, Inspektionen und Wartungen von Lüftungsanlagen geben zu können.

In diesem Zusammenhang stellt sich ebenfalls die Frage, ob bei dezentralen Anlagen nicht auch die Mieter verpflichtet werden können, Wartungsarbeiten, wie beispielsweise den Filterwechsel, zu übernehmen. Hintergrund ist der ebenfalls oft seitens der Wohnungsunternehmen angemerkte Umstand, dass die Organisation der Zugänglichkeit zu den einzelnen Wohneinheiten im Zuge von Wartungsarbeiten sehr schwierig und aufwendig ist.

Hygiene-Vorgaben der VDI wurden nicht für KWL entwickelt, stellen aber aktuell auch für diese Anlagen den Mindeststandard dar. Welche angemessenen Handlungsempfehlungen können formuliert werden um wirtschaftlich tragbare Konzepte für die Reinigung, Inspektion und Wartung von KWL zu gewährleisten?

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Im Forschungsprojekt soll es, bezogen auf das Thema Hygiene, vor allem darum gehen, unterschiedliche Qualitätsstandards zu definieren mit der Maxime, dass die Raumluftqualität durch eine Lüftungsanlage nicht negativ beeinflusst werden darf. Ziel ist es, nach Möglichkeit vereinfachte, an den Wohnungsbau angepasste Handlungsempfehlungen für die Wartung und Reinigung von Wohnungslüftungsanlagen aufzustellen.

- Erarbeitung von sinnvollen hygienischen Qualitätsstandards
- Beratung der Ausführungsplanung der Musterlösungen
- Aufbereitung der Revisions- und Wartungsaspekte für die Dokumentation der Musterlösungen

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Die Bearbeitung der o. g. Fragen zur Beurteilung der hygienischen Qualität sollten ursprünglich anhand von KWL-Musterlösungen dargestellt werden. Da mit dem Fortschreiten des Forschungsprojekts deutlich wurde, dass die Betrachtung der verschiedenen Anlagensysteme zielführender ist, soll die hygienische Einschätzung anhand der KWL-Typen erfolgen:

- Dezentrale Push-Pull-Geräte

- Dezentral Zu-/Abluftgerät
- Wohnungszentrale Geräte
- Gebäudezentrale Geräte

Die Erkenntnisse aus den zu Beginn der Projektphase durchgeführten Experten-Workshops zeigen, dass die Verbindlichkeit der DIN 1946–6 (noch) infrage gestellt wird und die VDI 6022 nur teilweise Berücksichtigung bei der Planung von Lüftungsanlagen im Wohnungsbau findet. Besonders im Hinblick auf die VDI 6022 wird darauf hingewiesen, dass diese ihren Ursprung im Büro- und Verwaltungsbau hat und die hohen hygienischen Auflagen in der Wohnraumlüftung nicht wirtschaftlich umsetzbar sind.

Des Weiteren wird in den Fachkreisen darauf hingewiesen, dass sich die VDI 6022 und die DIN 1946–6 aktuell in einer Überarbeitung befinden. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes sollen–sofern möglich– die aktuellen Tendenzen in der deutschen Gesetzgebung und auch ggf. auf EU-weiter Ebene dargelegt und somit ein Ausblick auf mögliche Neuerungen gegeben werden.

Im Rahmen der Experten-Workshops wurde deutlich, dass die Empfehlungen für die einzusetzende Luftfilterklasse von Hersteller zu Hersteller stark variieren. Hierzu soll die Hygiene-Expertise die Vor- und Nachteile verschiedener Filterklassen betrachten.

Neben dem Filter wurden auch weitere Systemkomponenten vor dem Hintergrund ihrer hygienischen Bedenklichkeit diskutiert:

- Wärmetauscher, hier vor allem der Enthalpiewärmetauscher zur Feuchterückgewinnung,
- Kondensatablauf,
- Materialbeschaffenheit der Anlagenkomponenten.

Im Rahmen der Hygiene-Expertise soll eine hygienische Bewertung der verschiedenen KWL-Bauteile erfolgen.

Eine Frage, die immer wieder–vor allem im Zusammenhang mit der wirtschaftlichen Bewertung der KWL – auftauchte, ist der potenzielle Beitrag der KWL zum Bautenschutz, also der Vermeidung von Schimmelschäden an der Bausubstanz. Sowohl im Arbeitspaket Hygiene als auch im Arbeitspaket Wirtschaftlichkeit soll auf diese Frage eingegangen werden und anhand vorliegender Erfahrungen eine Abschätzung erfolgen.

Aus den Beiträgen der Experten bei den durchgeführten Workshops wurde deutlich, dass kein einheitliches Bild über den führenden Steuerungsparameter für die Raumluftqualität vorherrscht. Im Rahmen dieses Arbeitspakets soll auf diese Fragestellung näher eingegangen werden und ggf. eine Empfehlung aus hygienischer Sicht gegeben werden.

2. EXPERTISE DES HYGIENE-INSTITUTS DES RUHRGEBIETES, GELSENKIRCHEN

Siehe „9. Anhang: Expertise zum AP09 des Hygiene-Instituts des Ruhrgebietes, Gelsenkirchen“ auf Seite 522

3. INTEGRATION IN DIE AUFGABENSTELLUNG (ZUM ZIEL DER UMSETZBARKEIT)

Die Expertise zu den Hygieneaspekten beim Einsatz kontrollierter Wohnraumlüftung wurde von Frau Dipl.-Ing. Sandra Horn vom Hygiene-Institut des Ruhrgebietes–Institut für Umwelthygiene und Toxikologie erstellt.

3.1 RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN DER KWL

Hygienerelevante Regelungen für die Wohnraumlüftung finden sich aktuell in keiner bauordnungsrechtlich eingeführten Verordnung oder Norm. Regelwerke für die Wohnraumlüftung sind hierbei die VDI 6022 sowie die DIN 1946–6. Die DIN 1946–6 zielt eher auf die energetischen Parameter der Wohnraumlüftung ab, die VDI 6022 dagegen setzt den Schwerpunkt auf die hygienischen Anforderungen an Material, Konstruktion und Wartung der Anlage.

Die Sachverständige weist darauf hin, dass aufgrund der fehlenden bauordnungsrechtlichen Einführung die DIN 1946–6 und die VDI 6022 nur empfehlenden Charakter haben und vor allem die VDI 6022 in der Praxis häufig unberücksichtigt bleibt. Die hygienische Qualität der Lüftungsanlagen und deren Wartung bleiben somit unter ihren Möglichkeiten, da–so wird vermutet–die dort beschriebenen umfassenden Anforderungen höhere Kosten im Betrieb verursachen.

Ursprünglich ist die VDI 6022 für die Anwendung auf Lüftungsanlagen in Nichtwohngebäuden entstanden, sie gilt jedoch vollumfänglich auch für die Errichtung und den Betrieb einer Wohnraumlüftungsanlage.

Aktuell werden sowohl die VDI 6022, Beiblatt 1 als auch die DIN 1946–6 überarbeitet. Für die Überarbeitung der VDI ist erstmals eine eigene Arbeitsgruppe für Wohnraumlüftung gebildet worden. In der DIN soll das Thema Hygiene künftig noch stärker Berücksichtigung finden.

Auch auf europäischer Ebene gewinnen die hygienischen Anforderungen an die KWL immer mehr an Bedeutung, so müssen Hersteller bei der CE-Kennzeichnung ihrer Bauprodukte auch Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz prüfen.

3.2 FEUCHTESCHUTZ UND SCHIMMELBILDUNG

3.2.1 MINDESTLUFTWECHSEL

In den aktuellen Normen und Verordnungen wird nur in der DIN 1946–6 ein Mindestluftwechsel zum Feuchteschutz benannt. Alle anderen Normen und Verordnungen fordern lediglich, dass ein der Gesundheit zuträglicher Mindestluftwechsel sichergestellt werden muss, ohne Maß und Umfang des Mindestluftwechsels zu definieren.

In einem exemplarischen Ansatz stuft Prof. Dr.-Ing. Thomas Hartmann [Hartmann, 2015] die abzuführenden Lasten in einer Wohnung nach deren Zwangsläufigkeit bzw. Vermeidbarkeit ein und berechnet nur anhand der zwangsläufigen Lasten den Mindestluftwechsel.

Als „zwangsläufige Lasten „ gelten hierbei:

- direkte Feuchtelasten (durch Personen),
- indirekte Feuchtelasten (durch Nutzung, z. B. Duschen und Pflanzen) und
- anthropogene Schadstoffe/Gerüche (mit Kohlendioxid als Indikator)

„Vermeidbare Lasten“ (wie z. B. flüchtige organische Komponenten, Staub, Radon, Kochen, Rauchen) sind nicht für die Festlegung der Mindestlüftung heranzuziehen, da diese ggf. mittels anderer Maßnahmen und Vorrichtungen abgeführt werden können oder schlichtweg nicht grundsätzlich anfallen.

Mindestluftwechsel in Wohnungen, in h-1	Fläche der Wohnung in m²			
	50	100	150	200
Raumluftfeuchte φ < 60	0,03 bzw. 0,13	0,03 bzw. 0,12	0,03 bzw. 0,12	0,03 bzw. 0,12
	0,07 bzw. 0,30	0,07 bzw. 0,30	0,06 bzw. 0,29	0,06 bzw. 0,29
Luftfeuchte an Wärmebrücken φ_{WB} < 80 %	0,04 bzw. 0,17	0,04 bzw. 0,17	0,04 bzw. 0,16	0,04 bzw. 0,16
	0,05 bzw. 0,20	0,05 bzw. 0,20	0,05 bzw. 0,20	0,05 bzw. 0,20
CO_2-Konzentration kCO_2, i < 1.200 ppm	0,12 bzw. 0,45	0,12 bzw. 0,45	0,12 bzw. 0,45	0,12 bzw. 0,45
CO_2-Konzentration kCO_2, i < 1.000 ppm	0,18 bzw. 0,60	0,18 bzw. 0,60	0,18 bzw. 0,60	0,18 bzw. 0,60
Mindestluftwechsel	ca. 0,20 bzw. 0,60 h-1			
Mindestvolumenstrom pro Person	ca. 30 m² /(h*Pers.)			
Nennlüftung gemäß DIN 1946-6	0,50 bzw. 0,60	0,42 bzw. 0,50	0,38 bzw. 0,45	0,35 bzw. 0,42

ABBILDUNG 28: Mindestluftwechsel unter alleiniger Berücksichtigung zwangsläufiger Lasten und gemäß DIN 1946-6 [Hartmann, 2015]

Der erste Wert in der Tabelle stellt den Mindestluftwechsel bei geringer Lasten dar, der zweite Wert stellt jeweils den Luftwechsel bei hohen Lasten dar (Niedrige Lasten: Wohnfläche 50 m²/Person, Anwesenheit 12 h/d, 10 Pflanzen bei 50 m² (15 bei 100 m², 20 bei 150 m², 25 bei 200 m²) 1 Dusche 5 Minuten pro Person täglich, Raumhöhe 3,00 m; Hohe Lasten: Wohnfläche 20 m²/Person, Anwesenheit 24 h/d, 6 Pflanzen bei 50 m² (8 bei 100 m², 10 bei 150 m², 12 bei 200 m²), 1 Dusche 10 Minuten) pro Person täglich, Raumhöhe 2,50 m).

Die Berechnungen verdeutlichen, dass unter alleiniger Zugrundelegung der unvermeidbaren Lasten in einer Wohneinheit der erforderliche Mindestluftwechsel zur Erhaltung eines hygienisch verträglichen Raumklimas niedriger angesetzt werden könnte, als der, den die DIN 1946-6 als Nennlüftung vorgibt. Mit sinkender Belegungsdichte der Wohnung wird die Differenz zum Sollwert der Nennlüftung gemäß DIN immer größer.

Dieser Ansatz für die Herangehensweise bei der Bestimmung des erforderlichen Mindestluftwechsels erscheint sinnvoll und machbar. Für die Handhabung in der Wohnungswirtschaft ist dieser Ansatz jedoch nahezu nicht praktikabel. Der kontrollierte Luftwechsel in einer Mietwohnung muss alle Facetten eines üblichen Nutzerverhaltens abdecken können. Dies schließt beispielsweise auch die Haltung von Haustieren, das Rauchen oder das Kochen mit ein. Es kann z. B. nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass sich jeder Mieter eine Küche mit Dunstabzugshaube anschafft, um die durch Kochen freiwerdenden Gerüche und Feuchtelasten abzuführen. Dies führt im Umkehrschluss natürlich auch dazu, dass für einen anderen Mieter die von der KWL zur Verfügung gestellten Luftvolumenströme überdimensioniert sein können.

Die Frage nach dem erforderlichen Mindestluftwechsel stellt sich oft im Zusammenhang mit durch die KWL verursachten Kosten. Der Luftwechsel beeinflusst die Leistung der KWL, die Querschnitte der Luftkanäle, die Höhe des erforderlichen Antriebsstroms u. ä.. Vor allem der erforderliche Antriebsstrom könnte durch die Senkung der Luftmengen gesenkt werden und somit die mieterseitig zu tragenden Energiekosten mindern. Eine entsprechende Anpassung der zu transportierenden Luftmenge durch die Anlage an den tatsächlichen Bedarf, würde selbstverständlich in vielen Fällen Kosten sparen–die Anwendbarkeit auf eine

breite Nutzerschicht wäre dann jedoch nicht mehr gegeben und der Planungsaufwand wäre entsprechend höher oder würde einen bedarfsgeführte Anlage erfordern.

Die Bereinigung des erforderlichen Mindestluftwechsels erscheint für den Einsatz der KWL in Mietwohnungen zunächst keine gangbare Option zu sein, um Energie oder Kosten zu sparen.

3.2.2 PARAMETER ZUR BEURTEILUNG DER RAUMLUFTQUALITÄT

Für die Beurteilung der Raumluftqualität sind nach Einschätzung der Sachverständigen die Parameter Feuchte und CO_2 ausschlaggebend, wobei Feuchte die führende Regelungsgröße sein sollte, da Feuchte ggf. die Entstehung von Schimmelpilz fördert. In Schlafzimmern, in denen nutzungsbedingt (hohe Belegung je Raumvolumeneinheit über mehrere Stunden hinweg) hohe CO_2-Konzentrationen vorkommen können, fällt zeitgleich auch immer Feuchte an. Durch das Abführen der Raumluftfeuchte würde dann auch stets die CO_2-Konzentration im Raum begrenzt werden.

Andere Schadstoffe, wie Formaldehyd, flüchtige organische Komponenten (VOC), Radon oder auch Hausstaubmilben, Pollen und Feinstaub sollten im Zusammenhang mit der Wohnraumlüftung nicht als Führungsgrößen bei der Erhaltung der Raumluftqualität angesehen werden. Die Konzentration dieser Parameter kann je nach Ausstattung und Lage der Wohneinheit stark schwanken.

Die Sachverständige schätzt die Fensterlüftung als grundsätzlich geeignet ein, um die vom Umweltbundesamt erarbeiteten Richtwerte an die Raumluftqualität einzuhalten. Die Raumluftqualität hängt dann aber letztendlich allein davon ab, wie häufig der Nutzer lüftet. Sie gibt zu bedenken, dass im Umkehrschluss bei Fensterlüftung keine Verbesserung der zugeführten Außenluft durch Filterung (Feinstaub, Pollen, Insekten) erfolgt und auch die Wärme aus der Abluft nicht rückgewonnen werden kann.

3.3 HYGIENISCHE ASPEKTE BEI DER AUSFÜHRUNGSPLANUNG RAUMLUFTTECHNISCHER ANLAGEN UND GERÄTE

Unter Hygieneaspekten sollte bei der Planung einer KWL eine möglichst übersichtliche Luftkanalführung und eine gute Zugänglichkeit des Lüftungsgerätes für Wartungszwecke oberste Prämisse sein.

Um einen wirtschaftlichen und hygienisch unbedenklichen Betrieb der KWL sicherzustellen sind insbesondere die folgenden Planungsaspekte zu berücksichtigen:

- Auslegung der KWL auf den tatsächlichen Bedarf des Nutzers
- Außenluftansaugung und Fortluftauslass in ausreichendem Abstand planen um Ansaugung der Fortluft zu vermeiden
- auf unbelastete Außenluft im Bereich der geplanten Außenluftansaugung achten (z.B. keine Abgase, Küchengerüche, u. ä., ggf. auch Ausdünstungen aus Anstrichen)
- ggf. auf thermische Beeinträchtigungen in der direkten Umgebung der Außenluftansaugung achten (z.B. dunkle Anstriche)
- Außenluftansagung darf kein Niederschlagswasser eintreten lassen
- Für Außenluftansaugung Revisionsöffnung und Wasserablauf oder zumindest Gefälle nach außen vorsehen
- möglichst kurze Ansaugleitung vorsehen, da diese von ungefilterter Luft durchströmt wird
- Schalldämpfer idealerweise im Zentralgerät vorsehen
- Schalldämpfer und Filter nicht nach feuchteabgebenden Bauteilen vorsehen (z.B. Kühlregister mit Entfeuchtung) um Durchfeuchtung zu vermeiden
- auf gute Zugänglichkeit des Lüftungsgeräts achten, ggf. erforderliche Trittflächen im Bereich des Lüftungsgerätes vorsehen (s. VDI 2050, Blatt 4)
- Revisionsöffnungen für nicht zugängliche Geräteteile vorsehen (z.B. Rohrschalldämpfer) um Kontrolle und Reinigung zu ermöglichen

- Feuchtigkeitsablagerung im Lüftungsgerät verhindern, dreidimensionale Kondensatwannen mit freiem Ablauf am tiefsten Punkt des Gerätes vorsehen. Ablauf muss mit Siphon ausgeführt werden.
- Abhängig davon, welche Reinigungsmethode ggf. zur Anwendung kommen soll (Nass- oder Trockenreinigung), mit welchen Geräten die Reinigung durchgeführt werden soll (rotierende Bürsten, Reinigungsroboter, o. a.) und welche Reinigungs- oder ggf. Desinfektionsmittel verwendet werden, sind ausreichend Flächen und Zugangsmöglichkeiten am Gerät vorzusehen
- Festlegen, ob Anlagenkomponenten ab Werk verpackt geliefert werden sollen oder ob der Schutz der Komponenten auf der Baustelle erfolgen soll
- ggf. Zeitpuffer für Reinigung der Anlage vor Inbetriebnahme vorsehen
- alle luftführenden Komponenten sollten glatte, geschlossenporige Oberflächen aufweisen, korrosionsbeständig sein, nicht durch Mikroorganismen verstoffwechselt werden können und selbst keine gesundheitsgefährdenden Emissionen oder Gerüche abgeben
- auf ein „hygienisches Design“ der KWL achten (luftführende Komponenten sind frei von Unebenheiten, Fugen und Ecken) um Ablagerungen zu vermeiden und gute Zugänglichkeit bei Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten sicherzustellen
- Geklebte Verbindungen im luftführenden System vermeiden, da sich diese bei der Reinigung oder Desinfizierung lösen und somit zu ungewünschten Undichtigkeiten führen können
- Prüfung des Geräts auf mechanische Festigkeit, Luftdichtigkeit, Filterleckagen, thermische Eigenschaften, Schalldämmung, Brandschutz und mechanische Sicherheit
- bedarfsgerechte Auswahl des Wärmetauschers (s. „3.5 Hygienische Beurteilung konkreter KWL-Bauteile“ auf Seite 121)
- Filterklasse und Filterart bestimmen (s. 3.5 Hygienische Beurteilung konkreter KWL-Bauteile“ auf Seite <?>)
- Luftführende Leitungen in ausreichend großen Querschnitten vorsehen, um zu hohe Luftgeschwindigkeiten im System zu vermeiden
- Das Leitungssystem sollte mindestens die Dichtheitsklasse C erfüllen
- auf eine zugfreie Zuführung der Frischluft in die Räume achten
- Kurzschlüsse zwischen Zu- und Abluftöffnung in einem Raum vermeiden
- für Abluftansaugungen in Küche und Bad Filter vorsehen, um Luftleitungen vor unerwünschten Einträgen (z.B. Fett, Haarspray Stoffflusen) zu schützen.

3.4 HYGIENISCHE ASPEKTE BEIM EINBAU RAUMLUFTTECHNISCHER ANLAGEN UND GERÄTE

Die Anzahl der installierten Wohnungslüftungsanlagen hat vor allem im Neubau in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Ausführenden Firmen empfiehlt die Sachverständige ihre Mitarbeiter an einer Lufthygieneschulung gemäß VDI 6022, Blatt 4, Kategorie B teilnehmen zu lassen, da hier die Grundkenntnisse der Hygiene und der Mikrobiologie vermittelt werden. Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Sauberkeit auf der Baustelle, auf den Grundkenntnissen der Reinigung und Desinfektion der KWL sowie auf der Vermeidung von hygienischen Schwachstellen beim Einbringen der KWL-Komponenten. Die KWL-Bauteile müssen unversehrt und sauber installiert werden, ggf. muss der Ausführende die Komponenten vor dem Zusammensetzen reinigen.

Neben den Aspekten der Sauberkeit ist auch die Art und Weise der Verlegung der luftführenden Kanäle unter hygienischen Gesichtspunkten ausschlaggebend. Nur wenn alle luftführenden Bauteile nach der Inbetriebnahme auch zugänglich und reinigbar sind, kann auf Dauer ein hygienischer Betrieb der Anlage gewährleistet werden. Hilfreich hierbei ist, die Kanäle möglichst geradlinig, ohne enge Radien bei Richtungswechseln einzubringen.

3.5 HYGIENISCHE BEURTEILUNG KONKRETER KWL-BAUTEILE

3.5.1 LUFTKANÄLE

Das Material der Luftkanäle sollte die oben beschriebenen Materialeigenschaften aufweisen. Der Einsatz flexibler Aluminiumrohre sollte möglichst vermieden werden, da diese schlecht zu reinigen sind und leicht beschädigt werden können. Sofern nicht vermeidbar, sollte dieses Material nur für Rohrstrecken unter einem Meter Länge verwendet werden. Wird eine Verschmutzung festgestellt, sind diese Rohrabschnitte auszutauschen. Besser geeignet sind flexible Rohre aus Kunststoff mit Inlinern oder Wickelfalzrohre z. B. aus Metall.

Verbindungen müssen so ausgeführt werden, dass Fugen vermieden werden, in denen sich Schmutz ansammeln kann. Auf die Dichtigkeit der Verbindungen ist zu achten.

3.5.2 WÄRME- UND FEUCHTERÜCKGEWINNUNG

Unter hygienischen Aspekten sieht die Sachverständige den Kreuzstrom-Wärmeübertrager für die partikel- und geruchsfreie Wärmeübertragung von der Abluft an die Zuluft als am besten geeignet an. Aus hygienischer Sicht sind Metall- und Kunststoff-Wärmeübertrager unproblematisch, immer dann, wenn sie die oben genannten Materialeigenschaften aufweisen.

Aufgrund der Offenporigkeit kann bei Rotations-Wärmeübertragern oder Kreuz- oder Gegenstrom-Enthalpie-Wärmetauschern mit Feuchterückgewinnung die Übertragung von Geruchs- und Schadstoffen aus der Abluft in die Zuluft nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt auch für Rotationswärmetauscher ohne Feuchterückgewinnung, da bei diesen Bauteilen eine ungewünschte Übertragung bei Undichtigkeiten an den Wärmetauscher-Seitenrändern erfolgen kann. Diese Wärmetauscher-Bauarten sollten vermieden werden, wenn bereits bei der Planung feststeht, dass die Abluft mit Schad- oder Geruchstoffen belastet sein wird.

Enthalpie-Wärmetauscher sollten vorzugsweise in Form eines Kreuz- oder Gegenstrom-Wärmeübertragers ausgeführt werden. Diese sind üblicher Weise ausbaubar und somit leicht zu reinigen (ggf. auch vom Nutzer selbst). Bei diesen Wärmeübertragern ist es unbedingt erforderlich, dass der Hersteller sehr genau den Reinigungsvorgang und die zu verwendenden Reinigungsmittel definiert, um eine Beschädigung der feuchteübertragenden Membran zu vermeiden.

Wärmeübertrager, die abwechselnd von Zu- und Abluft durchströmt werden, wie dies bei Push-Pull-Geräten der Fall ist, schätzt die Sachverständige unter hygienischen Aspekten als kritisch ein. Hier kann permanent die Übertragung von Partikeln, Mikroorganismen oder auch Gerüchen erfolgen.

3.5.3 LUFTFILTER

Die Anforderungen an die Filterqualität in der DIN 1946–2 sind nach Einschätzung der Sachverständigen eher niedrig. Dies ist jedoch der Tatsache geschuldet, dass diese Norm den Zweck verfolgt, den Energiebedarf einer KWL möglichst gering zu halten und somit die Filterqualität vor dem Hintergrund möglichst geringer Druckverluste definiert wird.

Aus hygienischer Sicht empfiehlt die Sachverständige jedoch, möglichst hochwertige Filter (F7) einzusetzen, um die Lüftungskanäle und das Lüftungsgerät vor Einträgen (Schmutzpartikel, Mikroorganismen u. a.) zu schützen, somit den Wartungsbedarf der Anlage in längeren Zyklen zu halten und die Raumluftqualität durch die Zuluft nicht zu verschlechtern. Zudem weist die Sachverständige darauf hin, dass die Erfahrung zeigt, dass bei vielen Geräten die Filterrahmen und die Dichtung schlecht verarbeitet sind und somit ungefilterte Luft das Filtermodul passieren kann. Ideal ist, wenn der Filter als Taschen- oder Z-Form in einem Rahmen ausgebildet ist.

ABBILDUNG 29: Z-Form-Filter mit Rahmen

3.5.4 KONDENSATABLAUF

Das Abführen des Kondensats muss an der niedrigsten Stelle des Lüftungsgerätes über einen Ablauf in eine Kondensatwanne erfolgen. Der Kondensatablauf darf nicht direkt an das Abwassersystem angeschlossen werden, sondern muss als freier Ablauf ausgeführt werden. Die Kondensatanschlussleitung an das Abwasserrohr muss über einen Siphon verfügen.

3.5.5 HYGIENISCHE BEURTEILUNG VERSCHIEDENER LÜFTUNGSANLAGEN-TYPEN

Nachstehend werden die unter hygienischen Aspekten relevanten Vor- und Nachteile der am Markt erhältlichen Lüftungsanlagen-Typen aufgeführt:

KWL-Typ	Vorteil	Nachteil
Dezentral raumweise: Push-Pull	■ Einfacher Aufbau ■ Kein Luftleitungssystem ■ Geringer Wartungsaufwand für Einzelgeräte	■ Verschlechterung der Raumluft durch Übertragung von Gerüchen und Mikroorganismen möglich ■ Häufig Einsatz niedriger Filterqualitäten ■ Ggf. höhere Filter-Bypass-Leckagen, da kein Filterrahmen vorhanden ■ Häufig ungeeignete Dämm- und Dichtstoffe
Dezentral raumweise: Zu- und Abluft	■ Einfacher Aufbau ■ Kein Luftleitungssystem ■ Geringer Wartungsaufwand für Einzelgeräte	■ Häufig Ansaugung und Fortluftaustritt zu nahe nebeneinander angeordnet ■ Häufig Einsatz niedriger Filterqualitäten ■ Ggf. höhere Filterbypassleckagen, da kein Filterrahmen vorhanden ■ Häufig ungeeignete Dämm- und Dichtstoffe
Dezentral wohnungsweise	■ Einfacher Aufbau ■ Geringer Umfang Luftleitungssystem	■ Häufig Ansaugung und Fortluftaustritt zu nahe nebeneinander angeordnet ■ Ggf. höhere Filter-Bypass-Leckagen als bei zentralen Geräten ■ Häufig ungeeignete Dämm- und Dichtstoffe
Zentral gebäudeweise: mit WRG	■ Außenluftansaugung und Fortluftaustritt getrennt voneinander ■ Geringe Filter-Bypass-Leckage da Filterrahmen mit Filterdichtung versehen ■ Ausführung häufig nach VDI 6022 → Einsatz hochwertiger Materialien ■ Keine Involvierung der Mieter in Wartungsarbeiten	■ Umfängliches Luftleitungsnetz
Zentral gebäudeweise: reine Abluft	■ Geringer Umfang Abluftleitungssystem ■ Keine Zuluftgeräte mit Komponenten	■ Keine Luftfilterung möglich ■ Ggf. Gefahr bei Außenluftbelastung durch ständiges Eintreten der Außenluft in den Raum (Ausnahme: verschließbare Öffnungen)

ABBILDUNG 30: Hygienerelevante Vor- und Nachteile der Bauart und Funktionsweise verschiedener KWL-Typen

Unter hygienischen Gesichtspunkten vorteilhaft ist stets ein möglichst kurzes Luftleitungssystem. Dies mindert die Flächen, die regelmäßig geprüft und ggf. gereinigt werden müssen. Je kleiner und einfacher ein Lüftungsgerät konzipiert ist, desto einfacher ist auch dessen Instandhaltung und ggf. Reinigung.

Große, zentrale Geräte weisen dagegen oft eine bessere Verarbeitung des Luftleitungssystems und eine bessere Qualität der einzelnen Komponenten auf. Vorteilhaft ist dabei natürlich auch, dass zentrale Geräte nutzerunabhängig (ohne Zugang zur Wohneinheit) gewartet werden können. Nachteilig wirkt sich das lange Luftleitungsnetz aus, da dieses aufwendiger zu inspizieren und ggf. zu reinigen ist.

3.5.6 HYGIENISCHE ASPEKTE DER WARTUNG UND INSTANDHALTUNG

Die Wartung ist im Sinne der Hygiene eine vorbeugende Maßnahme, mit der die KWL in einem hygienisch unbedenklichen „Soll-Zustand“ gehalten werden soll. Die VDI 6022, Blatt 1 schreibt regelmäßige Sichtkontrollen der Anlage in 3-monatigen Abständen vor, da das Maß der Verschmutzung der relevanten Komponenten stark vom Aufstellort der Anlage abhängig ist und nicht pauschal vorgegeben werden kann.

Im Rückschluss heißt dies für den Bauherrn, dass er sich nach Inbetriebnahme der Anlage zunächst an dieses kurze Zeitintervall halten sollte und dieses–wenn die Sichtprüfung der relevanten Komponenten keine Auffälligkeiten ergibt–jedes Mal verlängert, bis ein passender Wartungsrhythmus für die Anlage abgeleitet werden kann. Die erfolgte Wartung sollte jedes Mal mit Datum und kurzer Information zu den durchgeführten Arbeiten an einem zentralen Ort dokumentiert werden.

Die DIN 1946–4 macht im Vergleich zur VDI 6022 recht eingeschränkte Vorgaben zur Wartung einer KWL. Hier wird nur ein 2-jähriges Wartungsintervall für Luftfilter und andere relevante Anlagenkomponenten gefordert, was nach Einschätzung der Sachverständigen für eine gesicherte Einhaltung der hygienischen Qualität nicht ausreichend ist.

Welche Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten je KWL-Typ vorzunehmen sind und welche Vor- und Nachteile einzelne KWL-Typen hinsichtlich der Wartung und Instandhaltung aufweisen, wird in der nachstehenden Abbildung dargestellt:

	Revision und Instandhaltung	Vorteile	Nachteile
Dezentral raumweise: Push-Pull	■ Regelmäßige optische Inspektion mind. alle 3 Monate ■ Regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf ■ Reinigung und ggf. Desinfektion des Gerätes nach Bedarf	■ Einfacher Aufbau der Geräte ■ Filterwechsel nach Einweisung durch Mieter durchführbar ■ Reinigung des Gerätes durch Mieter möglich	■ Stets mehrere Geräte je Wohneinheit
Dezentral raumweise: Zu- und Abluft	■ Regelmäßige optische Inspektion mind. alle 3 Monate ■ Regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf ■ Reinigung und ggf. Desinfektion des Gerätes nach Bedarf	■ Einfacher Aufbau der Geräte ■ Filterwechsel nach Einweisung durch Mieter durchführbar ■ Reinigung des Gerätes durch Mieter möglich	■ Stets mehrere Geräte je Wohneinheit
Dezentral wohnungsweise	■ Regelmäßige optische Inspektion mind. alle 3 Monate ■ Einmal jährlich optische Kontrolle des Lüftungssystems ■ Regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf (Überwachung durch Differenzdruckmessung empfohlen) ■ Reinigung und ggf. Desinfektion des Gerätes und der Luftleitung nach Bedarf	■ Inspektion der Anlage nach Einweisung durch Mieter denkbar ■ Filterwechsel nach Einweisung durch Mieter durchführbar ■ Nur ein Gerät je Wohneinheit	■ Reinigung des Zentralgeräts und der Luftleitungen aufwendig (à Fachpersonal)

	Revision und Instandhaltung	Vorteile	Nachteile
Zentral gebäudeweise: mit WRG	■ Regelmäßige optische Inspektion mind. alle 3 Monate, bei Einsatz von Befeuchtungsgeräten auch kürzere Intervalle möglich ■ Einmal jährlich optische Kontrolle des Lüftungssystems ■ Regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf (Überwachung durch Differenzdruckmessung notwendig) ■ Reinigung und ggf. Desinfektion des Gerätes und der Luftleitung nach Bedarf	■ Nur ein Gerät je Gebäude	■ Reinigung und ggf. Desinfektion des Geräts und der Luftleitungen nur durch Fachpersonal möglich
Zentral gebäudeweise: reine Abluft	■ Regelmäßige optische Inspektion (ggf. jährlich) ■ Regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf ■ Reinigung der Abluftleitungen nach Bedarf	■ Nur ein Gerät je Gebäude	■ Reinigung des zentr. Abluftgeräts nur durch Fachpersonal möglich

ABBILDUNG 31: Umfang, Vor- und Nachteile der Instandhaltung verschiedener KWL-Typen

3.5.7 EINBEZIEHUNG DES MIETERS IN WARTUNGSARBEITEN

In der voranstehenden Abbildung wird die Einbeziehung des Mieters in erforderliche Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten bereits erwähnt. Nach Einschätzung der Sachverständigen kann der Nutzer nach Einweisung hygienisch relevante Arbeiten an der KWL in seiner Wohneinheit selbst durchführen. Hierfür muss er nach Kategorie C, VDI 6022, Blatt 4 in hygienisch relevanten Arbeiten unterwiesen werden. Die Einweisung erfolgt in der Wohnung des Nutzers, direkt am Gerät. Die Einweisung muss dabei durch eine fachlich qualifizierte Person erfolgen, die eine erfolgreich abgeschlossene Schulung der Kategorie A nach VDI 6022, Blatt 4 vorweisen kann.

Dass die Wartung durch einen «Nicht-Fachmann» erfolgen kann, setzt jedoch auch voraus, dass die KWL und die relevanten Komponenten wie beispielsweise der Luftfilter gut zugänglich sind und so konzipiert sind, dass sichergestellt ist, dass der Filter dicht schließend eingesetzt werden kann oder beim Hantieren keinen Riss bekommt (bei entsprechendem Material). Ein Restrisiko, das beim Austausch durch einen Nicht-Fachmann hygienerelevante Fehler unterlaufen, bleibt jedoch auch bei einer fundierten Einweisung bestehen.

Beim Filterwechsel empfiehlt die Sachverständige auf den Schutz der ausführenden Person zu achten. Gegebenenfalls sollte diese Handschuhe und eine Atemschutzmaske tragen.

Aufgrund des Alters oder des Gesundheitszustandes des Mieters ist eine Übertragung der Inspektions- und Wartungsarbeiten auf ihn nicht immer möglich.

3.5.8 POTENZIELLER BEITRAG DER KWL ZUM BAUTENSCHUTZ

Seitens der Experten wird der Beitrag der KWL zum Bautenschutz bestätigt. Der regelmäßige Austausch der Raumluft beugt hohen internen Feuchtelasten vor und senkt somit das Schimmelbildungspotenzial.

Die Sanierungskosten für die Behebung von Schimmelschäden im Wohnbaubestand bilden in der jährlichen Wirtschaftsplanung der Wohnbaugesellschaften einen festen Posten–insofern kann hier die Wohnraumlüftung zur Senkung regelmäßiger Ausgaben beitragen und die rein monetäre Kosten-Nutzen-Betrachtung

der KWL von der alleinigen Betrachtung des eingesparten Heizwärmebedarfs im Vergleich zu deren Betriebskosten um eine weitere relevante Komponente erweitert werden.

Weitere Ausführungen hierzu erfolgen im Arbeitspaket 15 Wirtschaftlichkeit (siehe „AP15 Wirtschaftlichkeit“ auf Seite 223).

4. RÜCKKOPPLUNG ZU AKTEUREN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die Erfordernis einer regelmäßigen Inspektion der KWL in kurzen Zeitintervallen ist für die Wohnungswirtschaft ein nahezu unlösbares Problem. Die Kontaktaufnahme und Abstimmung mit dem Mieter für Wartungszwecke ist sehr aufwendig und zeitintensiv. Häufige Ortstermine führen zu Beschwerden auf Seiten der Mieter, da diese–sofern sie berufstätig sind–sich meist Urlaub nehmen müssen, um die Fachfirmen in die Wohnung zu lassen. Jeder Handwerkertermin spiegelt sich auch in der Nebenkostenabrechnung der Mietwohnung wider. Dies ist ein weiterer Grund dafür, dass Vermieter die Anzahl der Ortstermine pro Jahr möglichst gering halten möchten.

Denkbar wäre eine Kopplung der KWL-Wartung an andere regelmäßig zu vollziehenden Arbeiten innerhalb der Wohneinheiten. Doch die Tendenz der Wohnungswirtschaft, möglichst wenig Zutritt zu den Wohneinheiten abzufordern, ist hierbei kontraproduktiv.

Empfohlen werden kann, dass Wohnbaugesellschaften genau prüfen, inwiefern die Möglichkeit besteht, Mieter in die Wartungsarbeiten einzubeziehen. Hierbei gilt es die internen organisatorischen Abläufe auf Kompatibilität mit dieser Tätigkeit zu prüfen (der Mieter könnte technische Rückfragen stellen, die am Service-Telefon dann beantwortet werden müssen). Das KWL-System ist so zu wählen bzw. zu planen, dass eine Fehlbedienung beim Filterwechsel oder bei der Reinigung möglichst ausgeschlossen wird. ggf. ist dies klar im Planungsauftrag zu fordern.

4.2 HERSTELLER

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass der KWL-Nutzer „Mieter“ nicht mit dem „Eigenheimbesitzer“ vergleichbar ist. Der Mieter hat sich meist nicht selbst für den Einbau der Lüftungsanlage entschieden, sondern sie wurde ihm als erforderlicher Teilaspekt einer energetischen Sanierung in die von ihm genutzte Wohneinheit zwangsläufig eingebaut.

Herstellerseitig sind– zumindest was die wohnungszentral und raumweise betriebenen Geräte betrifft–die Anlagen in ihrer Bedienung und Wartung jedoch eher nicht auf die Zielgruppe Mieter ausgerichtet. Die Handhabung der Lüftungsanlagen ist für den Nutzer in vielen Fällen nicht selbsterklärend. Die schriftlichen Bedienungsanleitungen für das Lüftungsgerät sind sehr umfänglich und für den Laien oft eine unüberwindbare Hürde in der Annäherung an die Technik.

Häufig interessiert sich der Mieter nicht für die Wirkungsweise der Anlage oder welche Vor- und Nachteile der Betrieb des Gerätes für ihn haben könnte. Seine Sorge gilt oftmals vorrangig den durch den Betrieb der Anlage entstehenden Stromkosten und den evtl. KWL-bedingten erforderlichen Änderungen in der Einrichtung seiner Wohnräume. Entsprechend gering ist vielfach die Bereitschaft der Mieter die Anlage überhaupt in Betrieb zu halten bzw. Wartungsarbeiten am Gerät selbst durchzuführen oder durchführen zu lassen.

Um die Akzeptanz auch bei einem Nutzer, der sich nicht selbst aktiv für eine KWL entschieden hat, zu erhöhen, sollten die Herstellerfirmen ihre KWL-Systeme dahingehend optimieren, dass einfache Wartungsarbeiten wie die Sichtkontrolle oder ein Filterwechsel auch durch einen Nichtfachmann durchgeführt

werden können. Idealerweise sollten diese Arbeiten ohne den Einsatz von Werkzeugen erfolgen (siehe auch AP 01). Leicht verständliche Bedienungsanleitungen in Kurzform, vergleichbar mit der für den Wechsel eines Staubsaugerbeutels, sollten Teil der technischen Geräteinformationen sein. Klare Angaben zur Leistungsaufnahme des Geräts und zu Stromverbräuchen in den verschiedenen Lüftungsstufen würden Transparenz schaffen und dazu verhelfen, die nutzerseitige Akzeptanz–vor allem dann, wenn der Nutzer ein Mieter ist–zu erhöhen.

Die Ausführung der KWL-Systeme birgt unter hygienischen Aspekten bei vielen Herstellern noch Entwicklungspotenzial. Natürlich verfügen alle Anlagen über eine gültige Zulassung für den deutschen Markt, doch führen fehlende Prüfkriterien im Bereich Hygiene zwangsläufig dazu, dass vorhandene Optimierungspotenziale nicht genutzt werden.

4.3 PLANER

Aus den Erfahrungen in der Pilotprojekt-Phase kann abgeleitet werden, dass eine vollumfängliche Planungsleistung für die Wohnraumlüftung in Planerkreisen nicht immer als erforderlich angesehen wird. Die KWL wird vielmehr als Selbstläufer verstanden, der im regulären Bauablauf unterzubringen ist.

Die Systemauswahl der KWL in der Planungsphase erfolgt nicht unter Einbeziehung hygienischer Aspekte, sondern allein über Preis und Lieferzeiten. Selbstverständlich setzt man sich mit offenkundigen Problemstellungen wie Kurzschlussvermeidung zwischen Zu- und Abluft auseinander oder der Positionierung der Außenluftansaugung, Materialien oder Filterklassen der Anlagen werden jedoch kaum diskutiert.

Die Bauüberwachung in der Ausführungsphase war meist ebenfalls geprägt von unzureichenden Kenntnissen über hygienerelevante Belange der Wohnraumlüftung.

5. PRAXISERFAHRUNG

In den im Rahmen dieses Forschungsprojektes umgesetzten Pilotobjekten wurden in 18 Wohneinheiten insgesamt 27 Lüftungsgeräte verschiedener Bauformen und Hersteller verbaut:

- 4 Wohneinheiten mit 1 gebäudezentralem Abluftgerät ohne Wärmerückgewinnung.
- 7 Wohneinheiten mit jeweils 1 wohnungszentralem KWL mit Wärmerückgewinnung. Drei der Anlagen sind mit einer Feuchterückgewinnung aus der Abluft ausgestattet.
- 7 Wohneinheiten mit insgesamt 17 dezentral raumweise betriebenen Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung. Alle dezentralen Geräte sind mit regenerativen Wärmeübertragern für die natürliche Feuchterückgewinnung ausgestattet.

5.1 LUFTWECHSEL UND RAUMLUFTQUALITÄT

Im Rahmen der Pilotprojekte wurden alle Anlagen normkonform ausgelegt. Die Nutzer wurden bei der technischen Einweisung zum Gerät darauf hingewiesen, die Anlage grundsätzlich in der Stufe «Nennlüftung» zu betreiben und bei Bedarf (z. B. Aufenthalt vieler Personen oder längere Abwesenheit) diese Einstellung vorübergehend zu verändern.

Von den verbauten Anlagen verfügen alle 17 raumweise betriebenen Geräte über eine Steuerung der Zuluftmengen, basierend auf einem Raumluftqualitätsparameter. Von den sieben verbauten wohnungszentralen Geräten verfügt eines über diese Sensortechnik. Als führender Parameter wurde auf Wunsch des Bauherrn jeweils der Feuchtegehalt der Raumluft definiert.

Der Führungsparameter Raumluftfeuchte für den bedarfsgeführten Betrieb der Lüftungsanlagen wurde aus Gründen der Schimmelbildungsprävention gewählt. Hier wird deutlich, dass seitens der

Wohnungswirtschaft der Bautenschutz im Zusammenhang mit der Wohnraumlüftung einen hohen Stellenwert einnimmt.

Als kritisch wird in diesem Zusammenhang der CO_2-Gehalt in den Schlafräumen gesehen, der dann ggf. keine optimalen Konzentrationen erreicht. Allerdings steigt bei der Anwesenheit von Personen nicht nur der CO_2-Gehalt, sondern auch der Feuchtegehalt der Raumluft. Der CO_2-Gehalt der Luft wird auf diese Weise als «Nebeneffekt» der Entfeuchtung mit reguliert und steigt zumindest nicht auf kritische Konzentrationen an.

5.2 MATERIALAUSWAHL

Die Erfahrung aus den Pilotprojekten zeigt, dass herstellerseitig bevorzugt geschäumte Dämmmaterialien in den Lüftungsgeräten verwendet werden, die mit einer Schutzschicht überzogen sind. Diese Materialien weisen ein niedriges Gewicht auf, sind einfach zu verarbeiten und besitzen wärme- bzw. schallisolierende Eigenschaften. Die Schutzschicht der geschäumten Materialien kann ggf. bei der Reinigung oder Desinfizierung der Anlage beschädigt oder abgetragen werden. Folge ist dann, dass Mikroorganismen das Material besiedeln und somit die Raumluftqualität beeinträchtigen können.

Die Dichtheit des Lüftungssystems ist ein sehr wichtiger Aspekt unter Gesichtspunkten der Hygiene. Die Vermischung ungefilterter Luft mit der Zuluft sollte vermieden werden. Filter-Bypass-Leckagen, die den Eintrag ungefilterter Zuluft über Undichtigkeiten am Filterrahmen, bzw. an der Filterdichtung ermöglichen, sind ebenfalls zu vermeiden. Seitens der Planer sollten entsprechende Nachweise vom Hersteller eingeholt und auch durchaus untereinander verglichen werden.

Die in den Pilotprojekten zum Einsatz gebrachten Kunststoff-Luftkanäle waren in ihrer Struktur und Oberflächenbeschaffenheit sowie auch in ihrer Querschnittsform unter hygienischen Aspekten in Ordnung. Sie bestehend durchweg aus harten Kunststoffen, die innenseitig mit einem Inliner versehen sind. Oberflächen dieser Bauart lassen sich gut reinigen und ggf. desinfizieren. Hier ist lediglich anzuführen, dass sich Planer herstellerseitig einen Nachweis vorlegen lassen sollten, dass der für die Komponenten der Luftführung verwendete Kunststoff nicht von Bakterien verstoffwechselbar ist und das Material selbst keine Emissionen freisetzt. Aktuell verfügen die Hersteller standardmäßig meist nicht über einen solchen Nachweis, jedoch kann davon ausgegangen werden, dass sich über eine entsprechende Nachfrage am Markt diese Nachweisführung etablieren würde und somit ein weiterer Aspekt der Raumlufthygiene beim Einsatz einer KWL zweifelsfrei beantwortet und vergleichbar gemacht werden würde.

5.3 WÄRME- UND FEUCHTERÜCKGEWINNUNG

Die im Rahmen der Pilotprojekte verbauten Lüftungsanlagen waren mit einer Ausnahme alle mit einem Kreuzstrom-Wärmeübertrager ausgestattet. Ein wohnungszentrales Gerät verfügt über einen Rotationswärmetauscher. Die Wärmeübertrager der raumweise betriebenen Geräte sind alle aus Keramik gefertigt, die Enthalpie-Wärmeübertrager aus einer Kunststoff-Membran. Alle anderen Wärmeübertrager sind aus Metall.

Drei der sieben wohnungsweise betriebenen Geräte verfügen über eine Feuchterückgewinnung mittels eines Enthalpie-Wärmeübertragers. Alle Keramik-Wärmeübertrager der raumweise betriebenen Geräte sind so genannte regenerative Wärmeübertrager, die eine Rückgewinnung aus dem Kondensat der Abluft direkt am Wärmetauscher ermöglichen. Auch der Rotations-Wärmeübertrager ist in seiner Wirkungsweise regenerativ.

Aus hygienischer Sicht sind die hier verwendeten Bauformen der Wärmeübertrager zufriedenstellend. Lediglich die regenerativen Wärmetauscher, die die «natürliche Feuchterückgewinnung» aus dem Kondensat ermöglichen, sind unter hygienischen Aspekten nicht optimal. Die kondensierte Feuchtigkeit aus der Abluft kann unter Umständen nicht vollständig von der Zuluft aufgenommen werden, feine Schmutzpartikel aus der Zu- oder Abluft können sich am feuchten Wärmeübertrager absetzen und auf diese Weise als Nährboden für Keime dienen.

5.4 LUFTFILTER

Die in den Pilotprojekten verbauten Anlagen weisen Filter unterschiedlicher Qualitätsklassen auf. Grundsätzlich empfiehlt die Sachverständige immer dort, wo Luft ein Rohrleitungssystem durchspült, sehr hohe Anforderungen an die Filterung dieser Luft vor Eintritt ins Rohrsystem zu stellen (F7). Dort wo kleine Systeme mit kurzer Luftvolumenführung zum Einsatz kommen, sind Filter mittlerer Qualität (M5) ausreichend. Hintergrund ist, Luftleitungen vor Verschmutzung zu schützen, um auf diese Weise am effektivsten einer aufwendigen Reinigung des Rohrsystems vorzubeugen.

Grobstaubfilter–für Partikel > 10 µm		
Filterklasse	mittlerer Abscheidegrad	Anwendungsbeispiel
G1	50–65 %	Insektenschutz
G2	65–80 %	Insektenschutz
G3	80–90 %	Abluftfilter Küche, Verschmutzungsschutz Klimagerät
G4	> 90 %	Abluftfilter Küche, Vorfilter für M6–F8
Medium- und Feinstaubfilter–für Partikel 0,3 bis 10 µm		
Filterklasse	mittlerer Wirkungsgrad	Anwendungsbeispiel
M5	40–60 %	Außenluftfilter Garage
M6	60–80 %	---
F7	80–90 %	Endfilter Klimaanlage Büro, Vorfilter F9 und feiner
F8	90–95 %	---
F9	> 95 %	Endfilter Klimaanlage Krankenhaus

ABBILDUNG 32: Filterklassen gemäß DIN EN 779

Alle raumweise betriebenen Geräte verwenden Filter der Klasse M5, ein Gerät ist mit einem Filter der Klasse G3 ausgestattet. Die niedrige Qualitätsgüte der Filter in diesen Anlagentypen ist sicherlich auch dem Schallschutz geschuldet. Je dichter der Filter desto höher der Druckverlust, umso stärker muss der Ventilator gegen den Widerstand arbeiten. Dieser Umstand kann zu einer übermäßigen Schallentwicklung führen, die für ein Gerät, das direkt in einem Aufenthaltsraum angebracht ist, nicht tolerierbar wäre.

Die wohnungsweise betriebenen Anlagen arbeiten standardmäßig meist mit mittleren Filterklassen (G4 und M5), viele Hersteller bieten jedoch die Option an, den Außenluftfilter auch in der Feinfilterklasse F7 auszuwählen. Meist wird dies für Anlagen, die in Wohnungen von Allergikern zum Einsatz kommen sollen, empfohlen. Einige Hersteller statten ihre Geräte standardmäßig mit einem F7-Filter für die Außenluft- und einem M5-Filter für die Abluftfilterung aus.

Die Außenluftzuführung bei der gebäudezentralen Abluftanlage erfolgt ungefiltert. Wenn nutzerseitig keine besonderen Anforderungen an die Innenraumluft gestellt werden, ist eine solche Handhabung in Ordnung, da bei einer reinen Fensterlüftung die Räume ebenfalls mit der vorhandenen Außenluft gelüftet werden würden.

Die Filter der verbauten Lüftungsanlagen sind jeweils im Lüftungsgerät vor dem Wärmetauscher in Zu- und Abluft montiert. In der Regel sind die Leitungswege der Außenluftansaugung kurz gehalten. Die Abluftabsaugung in der Küche verfügt nur selten über eine zusätzliche Filterung am Ansauggitter um z. B. Fetteinträge ins Rohrnetz zu vermeiden. In den Bädern wird die Abluft bei keinem der Geräte an der Ansaugöffnung gefiltert.

5.5 BAUSTELLENHYGIENE UND EINBAU

Bei der Umsetzung der Pilotprojekte in bewohnten Wohnungen kann die Sauberkeit auf der Baustelle sicherlich als höher eingestuft werden, als bei Baustellen in leerstehenden Wohneinheiten. Dieser Umstand muss als positiv für die Vermeidung der Verschmutzung der KWL-Komponenten während der Baustellenlagerung gewertet werden, denn die ausführenden Firmen haben kaum Vorkehrungen getroffen, die KWL-Bauteile während der Lagerung vor Ort in besonderem Maße zu schützen. Auch die Bauleitung forderte keine Maßnahmen ein, die Komponenten auf der Baustelle zu schützen. Daraus lässt sich schließen, dass die Notwendigkeit, die Bauteile vor Verschmutzung zu schützen, sowohl unter den Ausführenden als auch unter den Planern nicht bekannt war.

ABBILDUNG 33: Lagerung der KWL-Komponenten auf der Baustelle

Der Einbau der Luftkanalnetze erfolgte unter hygienischen Aspekten weitestgehend zufriedenstellend. Die Luftkanäle der Anlagen wurden meist geradlinig und Richtungswechsel der Kanäle mit großen Radien ausgeführt. In einigen wenigen Fällen sah die Planung viele Kreuzpunkte und somit viele Höhenversprünge in der Luftkanalführung vor. Auch Richtungswechsel wurden in diesen Fällen teilweise in engen 90-Grad-Knicken vorgesehen.

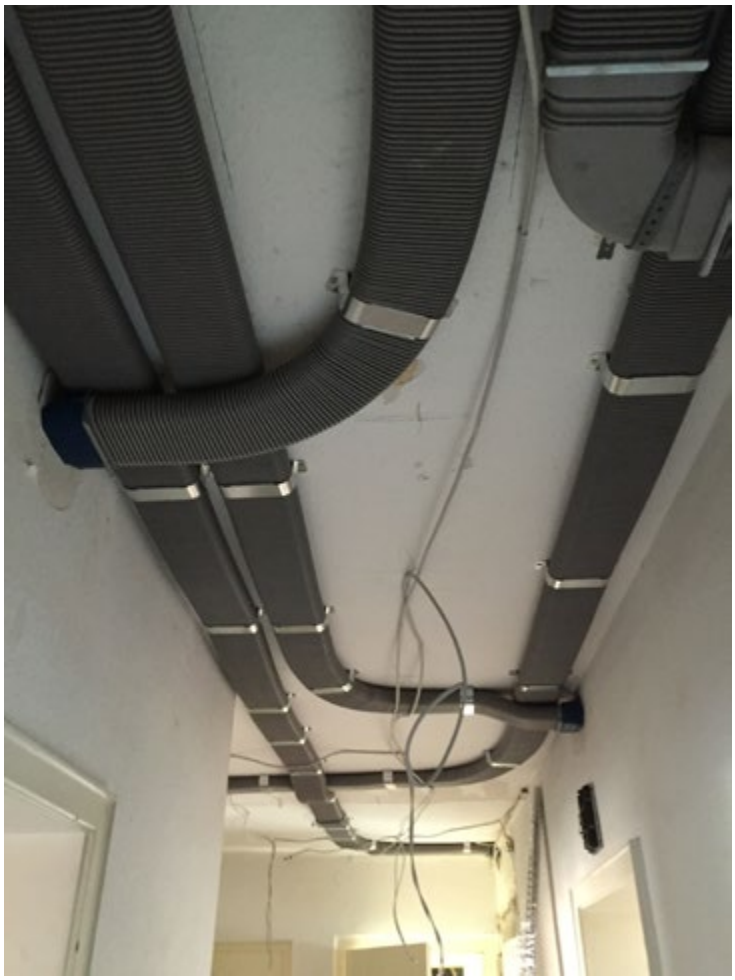


ABBILDUNG 34: Geradliniger Luftkanalverlauf mit großen Biegeradien

Der Einbau der Anlagen erfolgte z. T. nicht gemäß der Planer-Vorgabe (z. B. wurde in zwei Fällen keine Revisionsöffnung am Lüftungsgerät in der Trockenbau-Abhangdecke ausgeführt).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Bewusstsein für hygienerelevante Aspekte auf der Baustelle im Zusammenhang mit der KWL bei den wenigsten Akteuren vorhanden ist. Planer und Bauherren sollten auf geschultes Personal in der Ausführungsphase achten. Vorhandenes Hintergrundwissen im Bereich Hygiene bei der ausführenden Firma kann durchaus als Vergabekriterium Berücksichtigung finden.

5.6 WARTUNG UND INSTANDHALTUNG

Die Prüfung der Angaben zur Reinigung und ggf. Desinfizierung der Anlagenkomponenten in den Wartungshinweisen der Hersteller ergab ein mittelmäßiges bis sehr verbesserungsbedürftiges Ergebnis. Für die Wartung der Anlage ist es erforderlich, dass genaue Angaben dazu gemacht werden, wie, wann und womit welche Anlagenbauteile zu reinigen sind, bzw. ein Filter zu wechseln ist. Bei einem komplizierten Geräteaufbau ist auf eine ausreichende Bebilderung der Beschreibung zu achten.

Beschrieben werden sollte die Wartung der folgenden Bauteile:

- Filter
- Wärmeübertrager
- Ventilator
- Register

- Außenluftgitter

Zum Teil widersprechen sich die Angaben in den Wartungshinweisen, zum Teil wird darauf hingewiesen welche Reinigungsmittel nicht verwendet werden dürfen – es fehlt jedoch der Hinweis auf das Mittel, das genutzt werden sollte.

Die Wartungshinweise sind in dieser Form nicht ausreichend präzise, um die hygienische Qualität der Lüftungsanlage während der Betriebszeit zu gewährleisten.

6. ZUSAMMENFASSUNG: GELÖSTE FRAGEN / OFFENE FRAGEN

6.1 OFFENE FRAGEN

Die Verbindlichkeit der Erfüllung hygienischer Anforderungen an die KWL ist aufgrund der fehlenden baurechtlichen Einführung der einschlägigen Richtlinien und Normen noch nicht gegeben. Das Thema Hygiene ist als relevanter Teilaspekt der Wohnraumlüftungsplanung noch nicht etabliert. Am Markt finden Aspekte der Hygiene kaum Beachtung, beispielsweise bei der DIBt-Zulassung spielen hygienerelevante Prüfparameter kaum eine Rolle.

Aufgrund der gesundheitlichen Relevanz für den Nutzer erscheint den Verfassern die aktuelle Handhabung des Themas Hygiene als unzureichend. Auch vor dem Hintergrund des zu erwartenden wachsenden Einsatzes der KWL im Neubau und der Gebäudesanierung erscheinen klare, verbindlich einzuhaltende Anforderungen als unabdingbar. Prüfmechanismen wie beispielsweise die Designrichtlinie oder die DIBt-Prüfung sollten um Hygieneaspekte erweitert werden, Arbeitsgruppen der Kontrollierten Wohnraumlüftung in den Normenausschüssen (wie beispielsweise bei der RLT für Nicht-Wohngebäude) können zur Sicherung hoher Hygienestandards entsprechend beitragen.

Tendenziell wird eine leicht wachsende Relevanz der Hygiene auf nationaler und auch auf europäischer Ebene wahrgenommen. Die Hygiene gewinnt an Bedeutung, so müssen Hersteller beispielsweise bei der CE-Kennzeichnung ihrer Bauprodukte auch Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz prüfen. Die DIN 1946 und die VDI 6022 befinden sich aktuell in der Überarbeitung. Die kontrollierte Wohnraumlüftung soll dabei stärker Berücksichtigung finden.

6.2 GELÖSTE FRAGEN

6.2.1 ERFORDERLICHER MINDESTLUFTWECHSEL UND RAUMLUFTQUALITÄT

Um in der Breite Anwendung finden zu können, muss der Mindestluftwechsel einer kontrollierten Wohnraumlüftung allgemeingültige nutzerunabhängige Anforderungen an die Raumluftqualität erfüllen. Zur Erfüllung dieser Allgemeingültigkeit muss in Kauf genommen werden, dass dadurch für ein bestimmtes Nutzerverhalten, welches die Raumluft mit wenigen Schadstoffen und Feuchte belastet, ggf. der Luftwechsel einer Anlage zu hoch angesetzt wird.

Eine eindeutige Definition ganz konkreter Rahmenbedingungen für die Berechnung des erforderlichen Mindestluftwechsels würde zu einer optimalen Anpassung der Luftwechselrate an den Bedarf führen – aber eben nur für den in der Definition angenommenen Zustand. Zwangsläufig würde dies dann aber dazu führen, dass bei nutzungsbedingten Abweichungen dieser Rahmenbedingungen ein weiterer Lüftungsbedarf berücksichtigt werden müsste und die Auslegung des erforderlichen Luftwechsels letztendlich sehr detailliert und individuell für jede Anlage erfolgen müsste.

Eine Reduzierung des Luftwechsels bei gleichbleibender Raumluftqualität kann folglich nur durch die bedarfsgeführte Lüftung erreicht werden. Auf Basis wirtschaftlicher und hygienischer Aspekte wird die Feuchte als relevanter Steuerungsparameter angesehen, da das Schimmelbildungspotenzial maßgeblich von der vorhandenen Raumluftfeuchte abhängt.

Der Parameter CO_2 ist ebenfalls relevant, tritt jedoch stets zeitgleich mit Feuchte auf und wird bei einer Bedarfsführung nach Feuchte zwangsläufig mitreguliert. VOC-Belastungen können einerseits durch eine entsprechende Auswahl der Materialien im Innenraum vermieden werden, andererseits ist ihr Vorkommen und somit ihre Konzentration in der Raumluft extrem nutzerabhängig. Staub- und Pollenkonzentrationen schwanken je nach örtlichen Gegebenheiten stark und stellen auch nur für Allergiker ein Problem dar. Radonkonzentrationen sind standortabhängig und können mittels anderer baulicher Maßnahmen eingedämmt werden.

6.2.2 LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER FENSTERLÜFTUNG

Die Fensterlüftung allein wird als leistungsfähig eingeschätzt, um die vom Umweltbundesamt empfohlenen Richtwerte für die Raumluftqualität einzuhalten.

6.2.3 FEHLERQUELLEN BEI DER KWL-PLANUNG UND -AUSFÜHRUNG

Für das Erkennen und für die Vermeidung hygienerelevanter Fehler bei der Planung und Ausführung der KWL ist ein entsprechendes Fachwissen erforderlich. Die Hygiene scheint in vielen Fällen–sowohl im Bereich der Planung als auch im Bereich der Ausführung–noch nicht den Stellenwert erreicht zu haben, der wünschenswert wäre. Vor allem die Ausführungsphase erfordert sowohl vom Planer als auch vom ausführenden Handwerker eine höhere Sensibilisierung für die hygienischen Belange beim Einbau einer KWL.

Hier sehen die Verfasser einen entsprechenden Schulungsbedarf bei den am Bau Beteiligten. Auch kann eine gesetzliche Verpflichtung des Planers der KWL und der ausführenden Fachfirmen einen Nachweis über den entsprechenden Hygiene-Sachverstand führen zu müssen, eine Maßnahme sein, die hygienischen Anforderungen an die KWL künftig zufriedenstellend zu erfüllen. Eine Regelung, ähnlich der für den Ersteller eines Energieausweises, könnte beispielsweise hierfür Anwendung finden.

6.2.4 HYGIENISCHES DESIGN DER KWL

Luftkanalnetz: die Material- und Querschnittsbeschaffenheit der Luftkanal-Komponenten kann weitestgehend als hygienisch zufriedenstellend eingeschätzt werden. Verbessert werden könnte die Nachweisführung für das Emissionsverhalten und für die Verstoffwechselbarkeit des verwendeten Materials durch Mikroorganismen. Hierzu können nicht alle Hersteller eine eindeutige Aussage treffen, da die entsprechenden Materialprüfungen nicht durchgeführt wurden.

Lüftungsgerät: nicht alle am Markt verfügbare Lüftungsgeräte werden ohne beschichtete geschäumte Oberflächen mit Zuluftkontakt angeboten. Geklebte Verbindungen sind ebenfalls zu vermeiden, da diese bei der Reinigung oder Desinfektion beschädigt werden können und somit zu Undichtigkeiten bzw. zu offenporigen Oberflächen führen, an denen Schmutzpartikel haften bleiben können, die Mikroorganismen als Nährboden dienen.

Filter: in Lüftungsanlagen mit einem Luftkanalnetz sollten in der Außenluftfilterung möglichst hohe Filterklassen zum Einsatz kommen (F7). Luftfilter sind möglichst nahe an der Außenluftansaugung anzubringen, um der Verschmutzung des Kanalsystems und des Lüftungsgeräts vorzubeugen. Eine hohe Filterqualität verringert den Schmutzeintrag in die Luftleitungen und dadurch deren Reinigungserfordernis bzw. den Reinigungsaufwand. Auch die Abluftansaugung in den Innenräumen sollte stets mit Filtern versehen werden, um auch hier Schmutzeinträge ins Kanalnetz und ggf. Brandlasten oder auch Querschnittsverringerungen und somit eine Beeinträchtigung der Raumluftqualität, zu vermeiden.

Dichtheit der Anlage: Die Anlagenkomponenten sollten über eine möglichst hohe Dichtheit verfügen, um das unkontrollierte Ansaugen von Fremdluft ins Zuluftsystem zu vermeiden. Auch die Filterfassung muss

über einen hohen Dichtheitsgrad verfügen, um Filter-Bypass-Leckagen zu vermeiden und den Eintrag von ungefilterter Luft in die Innenräume und eine Verschmutzung des Luftkanalnetzes zu vermeiden.

6.2.5 WARTUNGSINTERVALLE

Der Einsatz hochwertiger Filterklassen ist vorzuziehen, auch wenn diese kürze Wechselintervalle aufweisen als gröbere Luftfilter. Je feiner der eingesetzte Luftfilter desto besser der Schutz des Luftkanalsystems und des Lüftungsgeräts vor Verunreinigung und folglich desto länger das Reinigungsintervall der KWL.

Eine Sichtprüfung der Filter sollte zunächst drei Monate nach Einbau erfolgen. Je nach Zustand des Filters kann das nächste Zeitintervall für die Sichtprüfung auf vier oder fünf Monate verlängert werden. Im Laufe des ersten Betriebsjahres können auf diese Weise die Wartungsintervalle ggf. stetig verlängert werden, bis das standortbedingte Intervall für Filtertausch und Reinigung festgestellt wird.

6.2.6 MIETERINVOLVIERUNG BEI WARTUNGSARBEITEN

Nach genauer Einweisung durch eine dafür geschulte Person erscheint es grundsätzlich als zumutbar und sinnvoll, den Mieter in die Wartung der KWL mit einzubeziehen.

Das Maß der Mieterinvolvierung in die Inspektion und Wartung einer Wohnraumlüftung könnte gefestigt und ausgebaut werden, wenn dieses Ansinnen künftig mehr Berücksichtigung im Produktdesign der Anlagen findet. Beispielsweise der Filterwechsel der KWL muss so einfach durchzuführen sein, wie der Wechsel eines Staubsaugerbeutels. Die Erfordernis, zuerst seitenweise Bedienungsanleitungen lesen zu müssen, ist für die Mieterinvolvierung hinderlich.

Bisher kann die grundsätzliche Einbeziehung des Mieters in die Wartung der Wohnraumlüftung meist nicht empfohlen werden. Zu groß sind die Vorbehalte der Mieter und in vielen Fällen ist der Anlagenaufbau zu komplex, um von einem Laien korrekt bedient werden zu können.

6.2.7 BEITRAG DER KWL ZUM BAUTENSCHUTZ

Die KWL trägt zum Bautenschutz und somit zur Senkung der Schimmelsanierungskosten bei.

AP10 LÜFTUNGSANLAGENKONZEPTE

1. AUFGABENSTELLUNG

Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen im Zuge der Erarbeitung der Musterlösungen für Wohnungslüftungsanlagen auf bisher bekannte Systembeschreibungen, z. B. gem. DIN 1946–6, zurückgegriffen werden, um einerseits eine eindeutige Zuordnung der Systeme gewährleisten zu können und andererseits in der Praxis die Umsetzung der Norm zu erleichtern. Vor diesem Hintergrund ist ein Ziel des Arbeitspaketes die Beschreibung der Planungs- und Umsetzungsprozesse in den Pilotobjekten auf Grundlage dieser vorhandenen Systematiken. Um die praktischen Erfahrungen der Umsetzung auszuwerten, erfolgt zudem eine Auswertung der Anforderungen der Wohnungsbaugesellschaft an Lüftungsanlagen und eine Gegenüberstellung mit den Rahmenbedingungen der Umsetzungen.

2. EXPERTISE: LÜFTUNGSANLAGENSYSTEME IM ÜBERBLICK

Siehe „10. Anhang: Expertise zum AP10 – Lüftungsanlagenkonzepte“ auf Seite 562

3. INTEGRATION VON LÜFTUNGSANLAGEN BEI DER BESTANDSSANIERUNG

Diese theoretischen Systematiken von Lüftungsanlagen bilden die Grundlage zur Einordnung der Lüftungsanlagenkonzepte, die in den Pilotobjekten umgesetzt werden. Im Folgenden werden die Pilotobjekte, ihre Planungsprozesse und Umsetzungen vorgestellt und anschließend in die beschriebenen Systematiken eingeordnet. Eine Übersicht über die im Folgenden beschriebenen Pilotobjekte gibt die nachfolgende Tabelle.

Wohnbau-gesellschaft	Ort	Adresse	Baujahr	Anzahl der Wohnungen	Grundfläche pro Wohnung in m²
Vivawest	Leverkusen	Heinrich-Heine-Str. 4	1959	4	67
		Heinrich-Heine-Str. 5	1959	4	67
	Marl	Quartier Marl-Alt-Hüls-Grüne Mitte	1943, 1951	5	51, 82
Gewag	Remscheid	Emil-Nohl-Str. 13	1965	6	69, 86
	Remscheid	Emil-Nohl-Str. 15	1965	6	69, 86
Bauverein Wesel AG	Wesel	Baustr. 37	1957	7	
	Wesel	Friedrich-Geselschap-Str. 4	1964	6	91
	Wesel	Sandstr. 14	1950	6	46

ABBILDUNG 35: Übersicht der Pilotobjekte

3.1 PLANUNGSPROZESSE UND UMSETZUNGEN DER PILOTPROJEKTE

3.1.1 PILOTOBJEKTE DER WOHNUNGSBAUGESELLSCHAFT VIVAWEST IN LEVERKUSEN

3.1.1.1 OBJEKTBESCHREIBUNG

Bei den Objekten der Vivawest in Leverkusen (Heinrich-Heine-Str. 4 und 5) handelt es sich um zwei baugleiche Mehrfamilienhäuser aus den 1950er Jahren mit jeweils 4 Wohnungen. Die Fläche je Nutzeeinheit beträgt 67 m². Im Zuge der Sanierung im bewohnten Zustand wurde die Wärmeerzeugung von dezentralen Gasthermen zu einem zentralen Gaskessel umgebaut. Die Bäder wurden vollsaniert, die Fenster ausgetauscht und die Fassade mit einem WDVS ausgestattet.

3.1.1.2 PLANUNGSPROZESS IN DER HEINRICH-HEINE-STR. 5

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde ein Einbau einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung seitens der projektbeteiligten Firmen Swegon und Aereco in Zusammenarbeit mit dem IBWL-Team geplant und mit den jeweiligen Bauherren besprochen.

Das Lüftungskonzept des Unternehmens Swegon beruht auf einer klassischen zentralen Lüftungsanlage mit Gegenstromwärmetauscher; die auf oder unter dem Dach zu installieren ist und welche die Nutzeeinheiten mittels vertikal verlaufender Zu- und Abluftkanäle im Gebäude lufttechnisch mit frischer Luft versorgt.

Das System des Herstellers Aereco funktioniert nach dem Prinzip einer zentralen Abluftanlage und Außenluftnachströmung über die Fassade. Durch spezielle Zu- und Abluftelemente geschieht die Luftmengenregulierung dabei feuchtegeführt. Eine Wärmerückgewinnung ist in diesem Fall über einen im Abluftstrom installierten Luft/Wasser-Wärmeübertrager möglich.

Die Vivawest hat sich aus folgenden Gründen gegen den Einsatz einer zentralen Zu- und Abluft-Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in ihren Objekten entschieden:

Ein nachträglicher Einbau von vertikal verlaufenden Haupt-Lüftungskanälen innerhalb der Gebäude wurde vor dem Hintergrund des bewohnten Zustands während der Sanierung insbesondere aufgrund der notwendigen Kernbohrdimensionen und Trockenbauarbeiten als zu aufwendig und mieterbeeinflussend eingeschätzt.

Dem langfristigen Ziel eines flächendeckenden Einsatzes von Lüftungsgeräten möglichst ohne vorherige Planungsleistungen, standen die bei zentralen Lüftungsanlagen auftretenden brandschutztechnischen Fragen entgegen.

Die Vivawest verfolgte die Zentraltechnik insofern weiter, als dass sie sich für den Einsatz des Abluftsystems des Herstellers Aereco entschied. Diese wurde aber aufgrund der fehlenden Rahmenbedingungen der neuen Heizungsanlage, eine Niedertemperaturquelle technisch und wirtschaftlich nutzbar zu machen, nicht mit der Abwärmenutzung mittels Luft/Wasser-Wärmeübertrager ausgestattet. Somit kam hier ein zentrales Abluftsystem ohne Wärmerückgewinnung zum Einsatz.

3.1.1.3 UMSETZUNG IN DER HEINRICH-HEINE-STR. 5

Abbildung 36 zeigt einen exemplarischen Grundriss der baugleichen Wohnungen inklusive einer Unterteilung der Flächen in Zu-, Überström- und Ablufträume gemäß des Lüftungskonzeptes nach DIN 1946–6. Die Funktionsweise der zentralen Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung mit feuchtegeführten Zu- und Abluftelementen wird in Abbildung 37 auf Seite 138 erläutert.

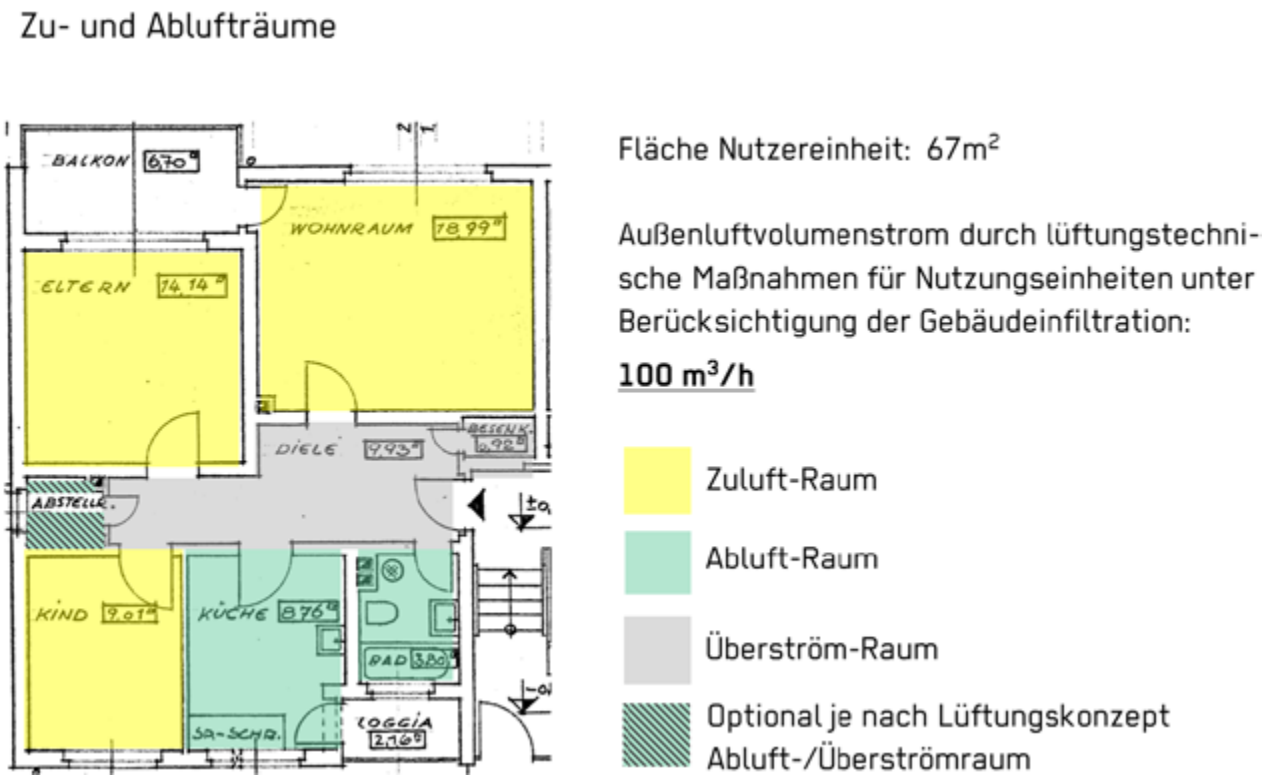
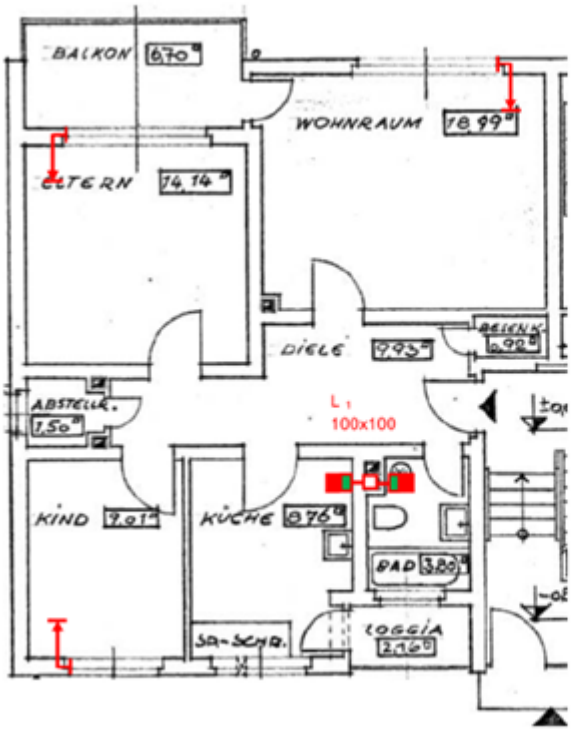


ABBILDUNG 36: Exemplarischer Grundriss der Wohnungen in der Heinrich-Heine-Str. 5 (Quelle: Vivawest; Bearbeitet durch IBWL)



Ausführung:

- Zentrales Lüftungsgerät auf dem Dachboden platziert
- Abluftventile in Küche und Bad je Gebäudeseite zentral über Bestandskamine angebunden
- Zuluftnachströmung über Außenluftdurchlässe in der Wand mit Außengitter in der Fensterlaibung
- Stromanschluss über Anbindung an Zentralunterverteilung mit NOT-Aus-Funktion

Quelle: Aereco GmbH

ABBILDUNG 37: Funktionsweise der zentralen Abluftanlage ohne Wärmerückgewinnung in den Wohnungen der Heinrich-Heine-Str. 5 (Quelle: Vivawest; Bearbeitet durch IBWL)

Die aufgrund des Wärmeerzeugeraustausches stillgelegten Kamine boten eine bautechnisch einfache Variante zur Realisierung von zentralen Schächten in dem Gebäude. Es wurde je Gebäudeseite einer der Schächte als Abluftkanal durch den Einbau von Abluftelementen in Küche und Bad umfunktioniert. Diese wurden im Dachgeschoss mittels Lüftungskanälen am Zentralventilator zusammengeführt. Da es sich um reine Abluftschächte im Unterdruck handelt, ist die Nutzung jener aus hygienischer Sicht unbedenklich.

Einen Unterschied zum klassischen Abluftsystem findet man in den Ab- und Zuluftelementen. Diese regeln ihren Öffnungsquerschnitt und damit ihre Luftdurchlässigkeit anhand der am Einbauort befindlichen relativen Feuchte durch einen im Element eingesetzten Feuchtesensor. Dieser funktioniert ohne elektrische Energie. Somit wird sowohl der notwendige Volumenstrom in den Ablufträumen als auch die Nachströmung durch die jeweiligen Zulufträume bedarfsgerecht geregelt. Durch den Einsatz eines konstantdruckgeregelten Abluftventilators lassen sich im Gegensatz zu einem ungeregelten System mittels bedarfsabhängiger Volumenströme sowohl der elektrische Stromeinsatz als auch die Lüftungswärmeverluste reduzieren.

Aufgrund des geforderten hohen Schalldämmmaßes der Außenluftdurchlässe und der architektonischen Vorzüge, kamen spezielle Nachströmelemente zum Einsatz, die die Außenluft mittels eines in der Außendämmung integrierbaren Flachkanals über Gitter in der Fensterlaibung beziehen.

Für den Fall, dass es im Gebiet des Pilotobjektes zu einem Umweltalarm kommt, wurde ein zentraler Not-Aus-Schalter im Flur installiert, durch dessen Betätigung die Mieter über die Abschaltung des Ventilators die kontinuierliche Außenlufteinströmung in die Wohnungen unterbinden können.

3.1.1.4 PLANUNGSPROZESS IN DER HEINRICH-HEINE-STR. 4

Die Anforderung seitens der Vivawest an die Lüftungskonzepte in der Heinrich-Heine-Str. 4 war es, folgende bautechnische Hauptkriterien zu erfüllen:

- Installationen innerhalb der jeweiligen NE, um brandschutztechnische Anforderungen zu vermeiden
- Möglichst wenige Trockenbauarbeiten

- Reduzierung der Raumhöhe um maximal 20 cm
- Einsatz von möglichst wenig Mietraum
- Keine oder einfach zu realisierende Kondensatabführungen
- Keine störenden Schallemissionen
- Größtmögliche Wartungsintervalle
- Bestenfalls kein Wohnungszutritt für Wartung

Vor dem Hintergrund des letztgenannten Bauherrenwunsches eines Wartungszugangs zum Lüftungsgerät ohne notwendigen Wohnungszutritt bei gleichzeitiger Installation innerhalb der Wohnung zur Vermeidung eines Einsatzes von Brandschutzklappen, wurde seitens des Herstellers Maico folgender Lösungsansatz präsentiert:

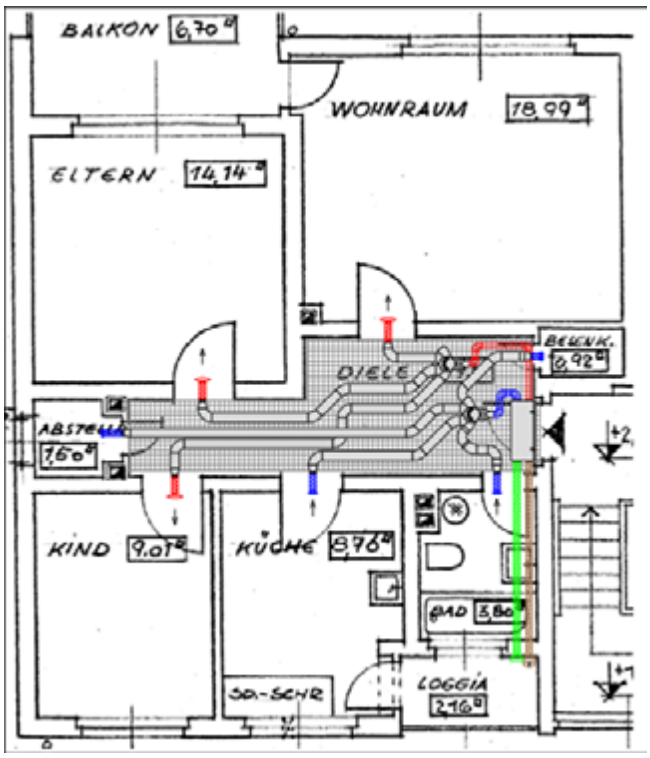


ABBILDUNG 38: Lüftungskonzept des Herstellers Maico für die Heinrich-Heine-Str. 4 (Quelle: Maico)

Es umfasst den Einsatz eines deckenhängenden Lüftungsgerätes, welches eine seitlich platzierte Revisionsöffnung aufweist. So wäre mithilfe einer neu zu errichtenden Revisionstür oberhalb der Wohnungseingangstür ein Zugang zum Gerät vom öffentlich zugänglichen Treppenhaus möglich.

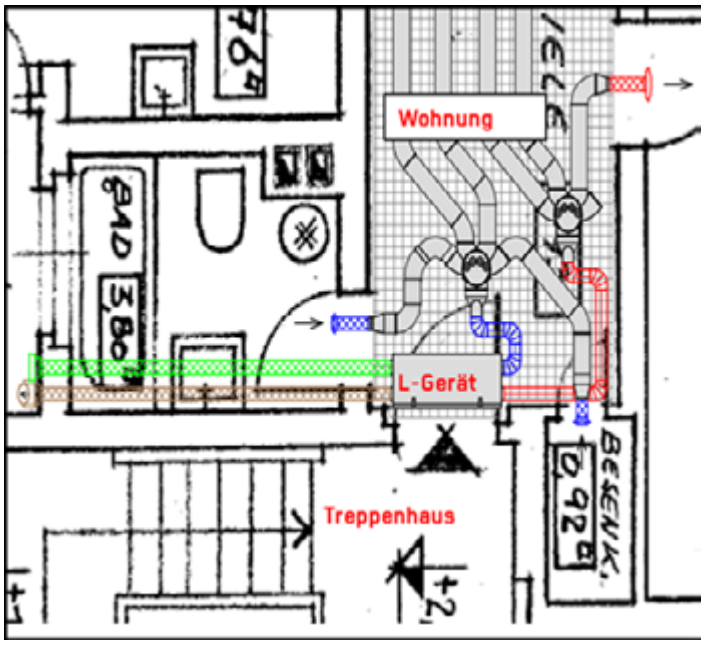


ABBILDUNG 39: Detaildarstellung des Lüftungskonzepts des Herstellers Maico für die Heinrich-Heine-Str. 4 (Quelle: Maico, Bearbeitet durch IBWL)

Da diese Variante jedoch konstruktiv sehr aufwändig und kostenintensiv ist, wurde seitens des Bauherren keine Möglichkeit eines flächendeckenden Einsatzes gesehen. Gründe sind:

- Ein nachträglicher Einbau einer Revisionsöffnung oberhalb der Tür muss im Einzelfall statisch überprüft werden.
- Die Revisionsöffnung muss gemäß Landesbauordnung brandschutztechnische Anforderungen erfüllen.
- Der Einbruchsschutz sowie die Privatsphäre des Mieters müssen sichergestellt sein.
- Die Kondensatableitung ist im Flurbereich schwierig.
- Es ist ein tiefer Abhangbereich durch Geräteaufbau (ca. 30–50 cm) im Eingangsbereich nötig.
- Es sind wenige Lüftungsgeräte mit seitlicher Wartungsklappe erhältlich.
- Es sind lange Leitungswege für Außen- und Fortluft durch die NE erforderlich.

3.1.1.5 UMSETZUNG IN DER HEINRICH-HEINE-STR. 4

Unter den genannten Gesichtspunkten kristallisierten sich seitens der Hersteller folgende, hier in Abbildung 40 und Abbildung 41 exemplarisch dargestellte, Lösungsansätze heraus:

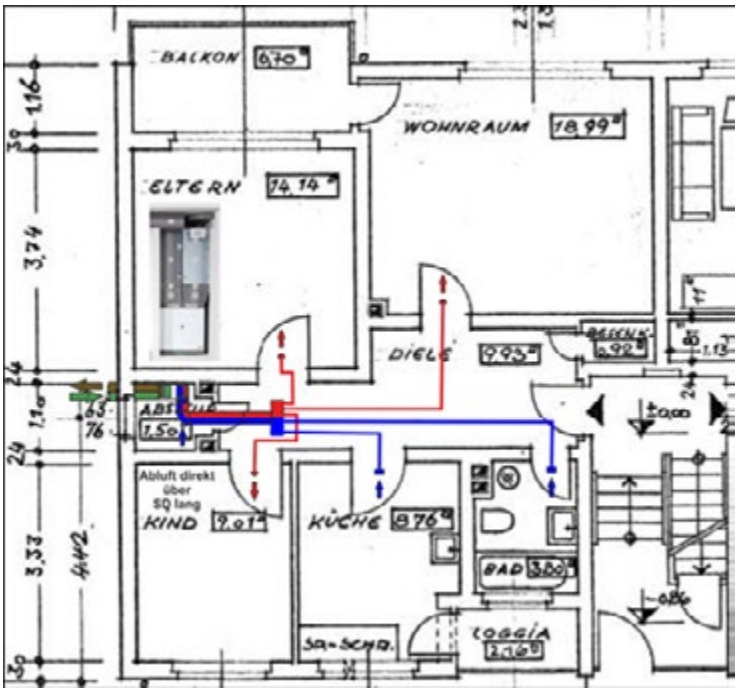


ABBILDUNG 40: Lüftungskonzept des Herstellers Zehnder für die Heinrich-Heine-Str. 4 (Quelle: Zehnder Group Deutschland GmbH)

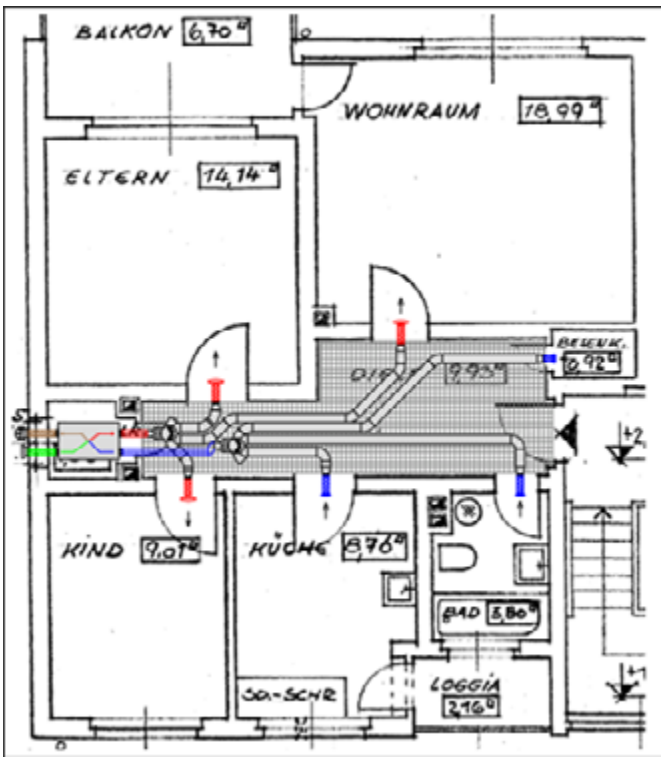


ABBILDUNG 41: Geändertes Lüftungskonzept des Herstellers Maico für die Heinrich-Heine-Str. 4 (Quelle: Maico GmbH)

Die Lösungsansätze umfassen folgendes Konzept:

- Wohnungsweises zentrales Lüftungsgerät wand- oder deckenhängend in Abstellkammer installiert
- Zu- und Abluftkanäle sowie Verteiler in der neu errichteten Zwischendecke im Flur installiert
- Zu- und Abluftventile jeweils oberhalb der Tür positioniert
- Zuluftventile in Bauform Weitwurfdüse (Eine Durchströmung der Räume mit Zuluft bis in den hinteren Außenfassadenbereich soll durch den Einsatz sogenannter Weitwurfdüsen gewährleistet werden, die in

Deckennähe platziert durch hohe Luftgeschwindigkeiten die Luft an der Decke entlang strömen lässt, bis sich diese mit geringer Geschwindigkeit im hinteren Teil des Raumes in einem großen Bereich verteilt (sogenannter Coanda-Effekt))

- Außen- und Fortluftgitter an der Außenwand der Abstellkammer installiert
- Stromanschluss über Anbindung an Unterverteiler mittels Verkabelung in Zwischendecke
- Je nach Lüftungsgerät: Errichtung eines Kondensatanschlusses
- Die notwendigen Durchdringungen für Lüftungskanäle und Ventile durch Außen- und Innenwände mittels Kernbohrungen

Im nächsten Schritt wurden die Konzepte mittels Ortsbegehungen jeder einzelner Wohnung seitens des Bauherren, der Herstellervertreter und des IBWL-Teams auf ihre Durchführbarkeit hin überprüft. Dabei zeigte sich auf der einen Seite, dass die vorhandenen Pläne eine gute Qualität bezüglich ihres Detailgrads aufwiesen und damit eine gute Planungsgrundlage lieferten. Auf der anderen Seite wurde deutlich, welchen direkten Einfluss die Installation von Lüftungsgeräten auf den verbleibenden Stauraum in der Abstellkammer hat. Hier kam der Umstand zugute, dass die Wohnungen zwei Abstellkammern aufweisen, sodass ein gewisses Kompensationspotential bzgl. des Stauraumes vorhanden war. Da die Grundrisse aller vier Wohnungen nahezu identisch waren, wurde die Aufteilung der Hersteller- bzw. Gerätetypen auf die Wohnungen in erster Linie von notwendigen Kondensatanschlussmöglichkeiten abhängig gemacht.

Während der Kernbohrarbeiten im Flurbereich für die Luftkanalführung und Ventilpositionierung oberhalb der Türen wurden vermehrt Elektroleitungen durchtrennt. Da das Konzept zum einen bei der Positionierung der Zuluftventile aufgrund des zu nutzenden Coanda-Effekts davon abhängt einen Abstand zur Decke zu haben und zum anderen die auf der Flurseite neu zu errichtende Abhangdecken möglichst geringe Abhangtiefen aufweisen sollen, gibt es kaum Spielräume die im Bestand aufzufindenden Elektroleitungen zu umgehen. Dessen Leitungsführungsbereiche gemäß DIN 18015-3 (Quelle einfügen) sind in folgender Abbildung dargestellt.

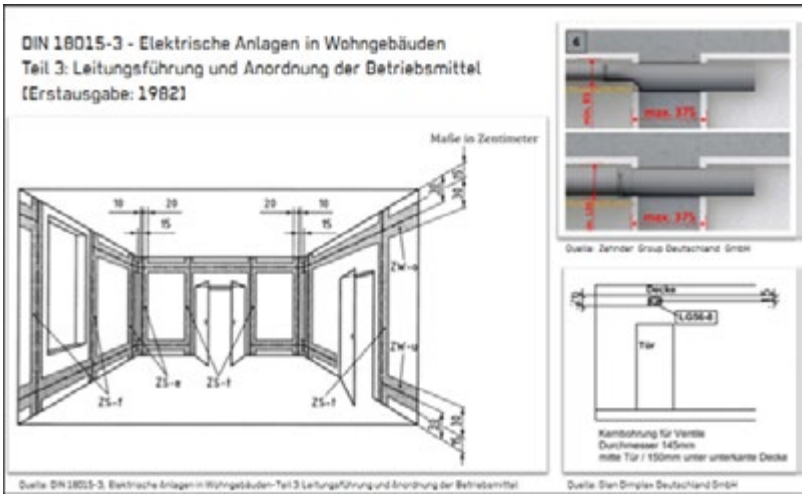


ABBILDUNG 42: Leitungsführungsbereiche von Elektroleitungen gemäß DIN 18015-3 (Quelle IBWL)

Aufgrund der notwendig gewordenen Elektroarbeiten wurde der Bauablauf mehrere Male unterbrochen. Die Installation der Lüftungsgeräte sowie die Kanalverteilung erfolgte ohne Komplikationen. Die Unterbrechungen hatten zur Konsequenz, dass die zum Ziel gesetzten Bauzeiten von 6 Arbeitstagen je Wohneinheit nicht eingehalten werden konnten und größere Präsenzzeiträume nötig waren.

Auch beim Trockenbau musste bei der Installation der Trägerschienen für die Abhangdecke Rücksicht auf die im Flur verlaufenden Elektroleitungen genommen werden, sodass die durch Planung, Materialwahl und Ausführung mühsam erzielte, notwendige Abhangtiefe für die Lüftungskanäle von nur 10–15 cm keine Rolle für die tatsächlich installierte Abhangtiefe von 20–25 cm spielte.

3.1.2 PILOTOBJEKTE DER WOHNUNGSBAUGESELLSCHAFT VIVAWEST IN MARL

3.1.2.1 OBJEKTBESCHREIBUNG

Bei den Pilotobjekten der Vivawest in Marl handelt es sich um zweigeschossige Bestandsgebäude aus den 1940er und 1950er Jahren. Während des Forschungsprojekts kamen in insgesamt fünf Wohnungen neun raumweise Lüftungsgeräte in unterschiedlichen Objekten in der Siedlung zum Einsatz.

Bei den baugleichen Häusern kann zwischen zwei Wohnungsgrundrisstypen unterschieden werden: Typ 1 Große Wohnung (Einspänner) und Typ 2 Kleine Wohnung. Die Grundrisse der Wohnungen werden in den folgenden Abbildungen dargestellt.

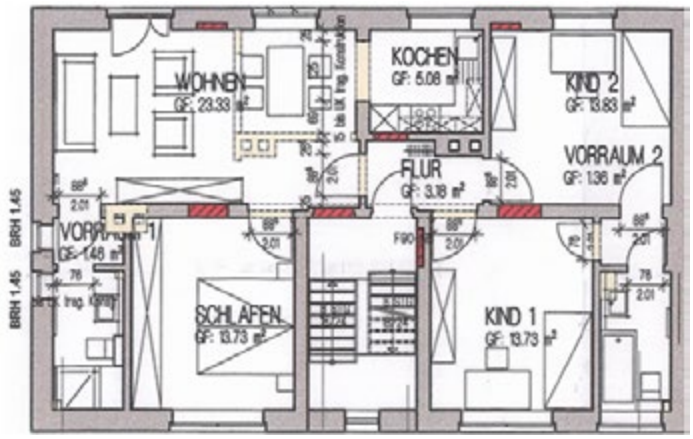


ABBILDUNG 43: Grundriss des Wohnungstyps 1 des Pilotobjekts der Vivawest in Marl (Quelle Vivawest)

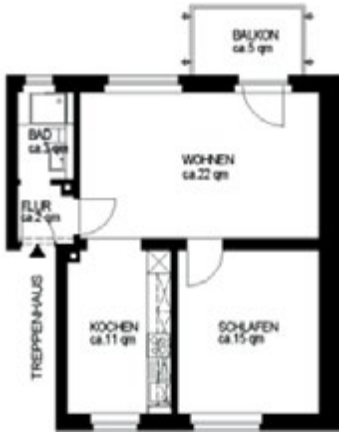


ABBILDUNG 44: Grundriss des Wohnungstyps 2 des Pilotobjekts der Vivawest in Marl (Quelle Vivawest)

3.1.2.2 PLANUNGSPROZESS

Die Anforderung seitens der Vivawest an die Lüftungskonzepte war es, folgende bautechnische Hauptkriterien zu erfüllen:

- Kernbohrungen nicht größer als 100 mm
- Anbindung von Elektroverkabelungen ohne großen Aufwand (wie z. B. Schlitz- und Durchbrucharbeiten) an das Bestandsnetz
- Trockenbauarbeiten bzw. Malerarbeiten in so wenigen Räumen wie möglich
- Einsatz von möglichst wenig Mietfläche bzw. Stauraum
- Keine störenden Schallimmissionen in die Räume

Eine weitere Besonderheit gegenüber allen anderen Konzepten war, dass die Verwendung der raumweisen Lüftungsgeräte nicht im Zuge einer Sanierungsmaßnahme mit Anspruch auf Umsetzung eines Lüftungskonzepts gemäß [DIN 1946-6:2009-05] für eine komplette Wohneinheit erfolgte. Stattdessen lag der Fokus auf dem präventiven Einsatz der Geräte in feuchtebelasteten Räumen bzw. Nutzereinheiten.

Aufgrund der Anforderung seitens des zulässigen Kernbohrdurchmessers fielen raumweise Lüftungsgeräte, die innerhalb der Außenwand zu platzieren sind, aus der Betrachtung heraus.

Somit kristallisierte sich folgender Lösungsansatz seitens des Herstellers Siegenia heraus:

- Raumweises Lüftungsgerät in feuchtebelasteten Räumen an einer Außenwand installiert
- Außen- und Fortluftkanäle mittels Kernbohrungen durch die Wand ins Freie geführt
- ELT-Anbindung im Kabelkanal mittels Haushaltsstecker und Steckdose erstellt

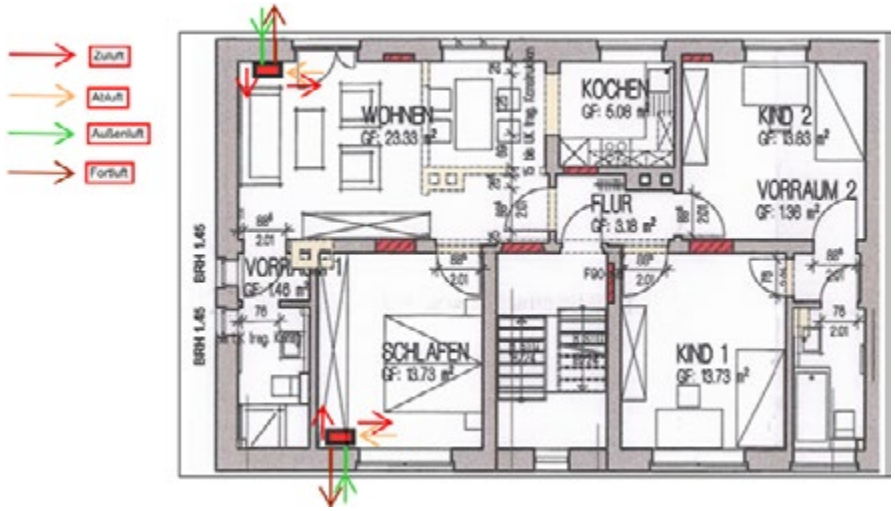


ABBILDUNG 45: Lüftungskonzept des Pilotobjekts der Vivawest in Marl mit wandhängenden raumweisen Lüftungsgeräten (Quelle Vivawest; Bearbeitet durch IBWL)

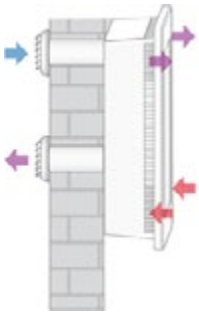


ABBILDUNG 46: Darstellung des raumweisen Lüftungsgerätes (Quelle: Siegenia, geändert (Aufputzvariante) durch IBWL)

Das Lüftungsgerät arbeitet im Gleichdruckprinzip, indem es Abluft aus dem Raum saugt und diesen gleichzeitig über Zuluftöffnungen mit Frischluft versorgt. Die Wärmerückgewinnung erfolgt über zwei regenerative Wärmeübertrager, die mittels Luftumlenkungen innerhalb des Gerätes jeweils abwechselnd die in der Abluft enthaltenden Wärme speichern, beziehungsweise die bereits gespeicherte Wärme der Zuluft abgeben. Das Prinzip beruht also auf einer alternierenden Betriebsweise, welche im Gegensatz zu den meisten marktüblichen Konzepten nicht zwischen einzelnen Räumen, sondern innerhalb des Gerätes stattfindet.

Die Geräte sind in der Lage den Volumenstrom bedarfsabhängig, also abhängig zu der in der Abluft gemessenen CO_2-Konzentration oder Raumluftfeuchte zu regeln.

Im nächsten Schritt wurde mittels Ortsbegehungen in jeder einzelnen Wohnung seitens des Bauherren, der Herstellervertreter und des IBWL-Teams überprüft, an welcher Stelle eine Installation der wandhängenden

Geräte vor dem Hintergrund der Möblierung ohne großen Aufwand zu realisieren war. Hier spielte insbesondere der Platzbedarf für das höhenverstellbare Hilfsgestell zur Erstellung der Kernbohrungen eine entscheidende Rolle.

Außerdem wurde deutlich, dass der Platzbedarf des Lüftungsgerätes inklusive der für die Lüftungsfunktion notwendigen Wandabstände von ca. 1 m² an einer Außenwand in bewohnten Wohnungen nur schwer ohne Kompromisse seitens der Mietereinrichtung zu finden ist. Im Vorfeld der Umsetzung wurden dann je Wohnung individuelle, mit den Mietern abgestimmte Installationstermine festgelegt.

3.1.2.3 UMSETZUNG

Der notwendige Installationsfreiraum betrug inklusive des Kernbohrstativ ca. 1,5 m was in einigen Fällen die De- und Remontage von Möbeln notwendig machte.

Die Kernbohrungen mit im Verhältnis kleinen Durchmessern von ca. 80 mm erlaubten eine Bohrung im trockenen Verfahren mit Staubabsaugung ohne die Notwendigkeit von statischen Berechnungen.

Die Besonderheit im Ausführungsprozess war, dass die Geräte- und Elektroinstallation durch ein auf Kernbohrungen und Schallschutz spezialisiertes Fachunternehmen ausgeführt werden konnte. Durch das Ausbleiben notwendiger Gewerkekoordination konnte die Installationszeit und somit die Mieterbeeinflussung auf ca. einen halben Tag reduziert werden.

Die Elektroanbindung erfolgte über einen Gerätestecker über Bestandssteckdosen. Da es sich bei den Lüftungsgeräten zum Zeitpunkt des Einbaus um Prototypen handelte, wurden sie im Laufe des Forschungszeitraums nach einigen Monaten durch serienreife Geräte ausgetauscht. In diesem Prozess zeigte sich nach Aussage der Wohnungsbaugesellschaft erneut, dass individuell zu planende Termine für Wohnungszutritte einen enormen logistischen und zeitlichen Aufwand bedeuten.

3.1.3 PILOTOBJEKTE DER WOHNUNGSBAUGESELLSCHAFT GEWAG

3.1.3.1 OBJEKTBESCHREIBUNG

Bei den Gebäuden der Gewag in Remscheid handelt es sich um zwei baugleiche Mehrfamilienhäuser (Reihenhäuser) aus den 1960er Jahren mit jeweils 6 Wohnungen. Es sind Zweispänner mit jeweils zwei Gebäudeteilen, in denen die übereinanderliegenden Wohnungen den gleichen Grundriss aufweisen. Im Zuge der Sanierung im bewohnten Zustand wurden die Fenster ausgetauscht und die Außenhülle inklusive Dach mit einem Wärmedämmverbundsystem ausgestattet. Nach dem Planungsprozess sollten drei der vier Gebäudeteile mit wohnungsweisen und ein Gebäudeteil mit raumweisen Lüftungsgeräten ausgestattet werden.

Abbildung 47 zeigt einen exemplarischen Grundriss des linken Gebäudeteils. Dieser beinhaltet mit 86 m² die größere der beiden Wohnungstypen. Der in „Abbildung 49: Lüftungskonzept der linken Wohnung der Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid (Quelle: Viessmann)“ auf Seite 148 zu erkennende Gebäudeteil weist Wohnungen auf, die einen Aufenthaltsraum weniger innehaben.

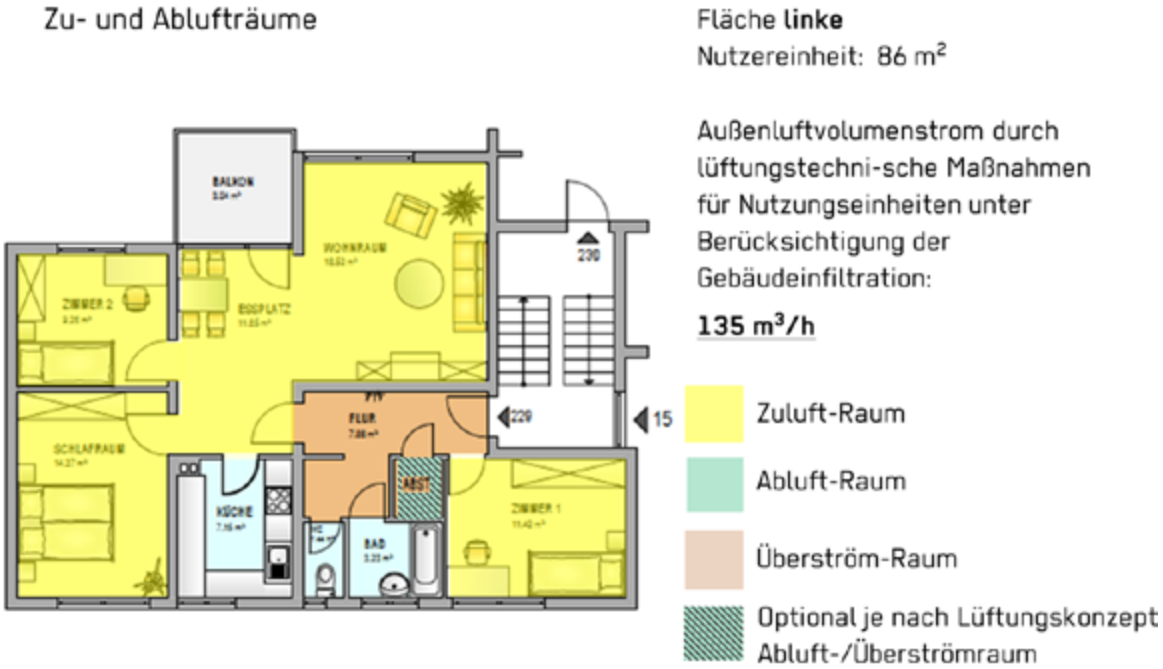


ABBILDUNG 47: Grundriss des linken Gebäudeteils des Pilotobjekts der Gewag in Remscheid (Quelle Gewag; Bearbeitet durch IBWL)

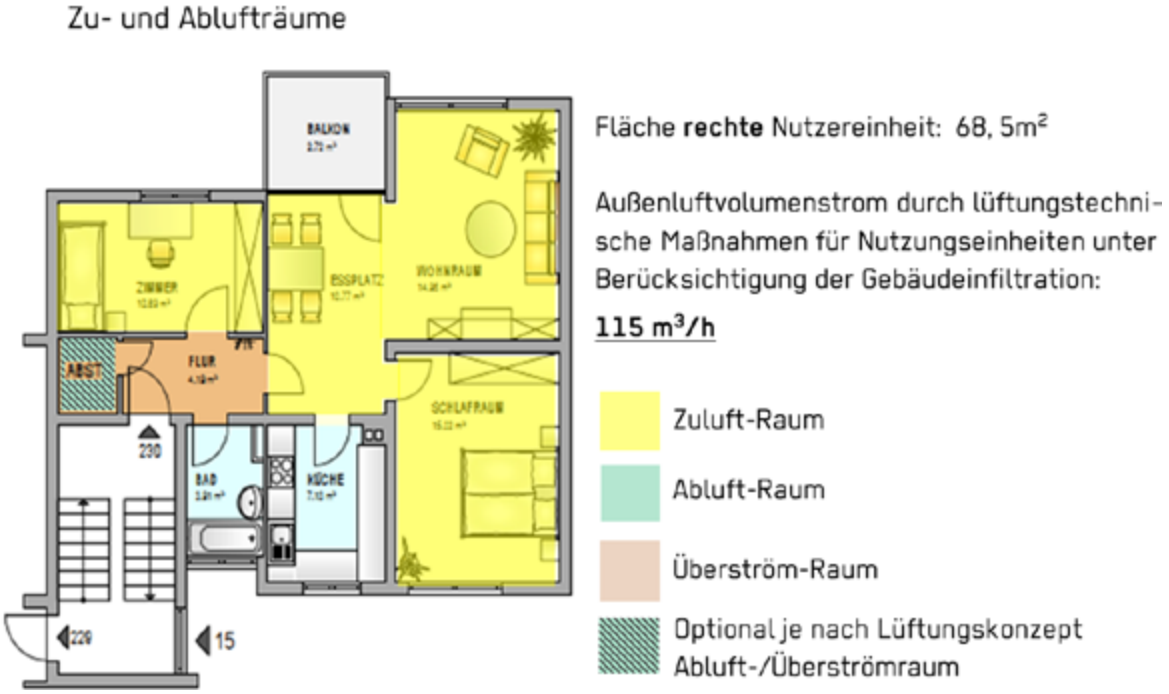


ABBILDUNG 48: Grundriss des rechten Gebäudeteils des Pilotobjekts der Gewag in Remscheid (Quelle Gewag; Bearbeitet durch IBWL)

3.1.3.2 PLANUNGSPROZESS IN DER EMIL-NOHL-STR. 13

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde ein Einbau einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sowohl für das Pilotobjekt der Vivawest in der Heinrich-Heine Str. 5, Leverkusen als auch für das der Gewag in der Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid seitens der projektbeteiligten Firmen Swegon und Aereco

in Zusammenarbeit mit dem IBWL-Team geplant und mit den jeweiligen Bauherren besprochen (vgl. „3.1.1 Pilotobjekte der Wohnungsbaugesellschaft Vivawest in Leverkusen“ auf Seite 136).

Aus folgenden Gründen hat sich die Gewag gegen den Einsatz einer zentralen Zu- und Abluft-Anlage mit Wärmerückgewinnung in ihren Objekten entschieden:

Ein nachträglicher Einbau von vertikal verlaufenden Haupt-Lüftungskanälen innerhalb der Gebäude wurde vor dem Hintergrund des bewohnten Zustands während der Sanierung insbesondere aufgrund der notwendigen Kernbohrdimensionen und Trockenbauarbeiten als zu aufwendig und mieterbeeinflussend eingeschätzt.

Die Gebäudetypologie des Objektes hätte eine Außenaufstellung des Lüftungsgerätes sowie Kanäle notwendig gemacht. Durch den vorhandenen Höhenunterschied der Gebäudeteile wären außerdem weitere Hauptschächte notwendig geworden. Diese Umstände weckten seitens des Bauherren die Befürchtung vor zusätzlichen Investitionskosten, die einen flächendeckenden Einsatz dieses Systems aus wirtschaftlichen Gründen unwahrscheinlich erschienen ließen.

Dem langfristigen Ziel des Bauherren, bei einem flächendeckenden Einsatz von Lüftungsgeräten auf Planungsleistungen zu verzichten, stehen die bei zentralen Lüftungsanlagen auftretenden brandschutztechnischen Fragen entgegen.

Aus diesen Gründen entschied sich die Gewag für ihre Objekte nur wohnungs- und raumweise Lüftungsgeräte zu betrachten. Die Anforderung seitens der Gewag an die Lüftungskonzepte umfassten folgende bautechnische Hauptkriterien:

- Installationen innerhalb der jeweiligen NE, um brandschutztechnische Anforderungen zu vermeiden
- Trockenbauarbeiten in so wenigen Räumen wie möglich
- Maximale Verringerung der Raumhöhe um 25 cm
- Einsatz von möglichst wenig Mietfläche bzw. Stauraum
- Keine bzw. einfach zu realisierende Kondesatabführungen
- Keine störenden Schallemissionen

Auf dieser Grundlage wurden von den Herstellern zwei Lösungsansätze entwickelt. Unter den genannten Gesichtspunkten kristallisierten sich seitens der Hersteller folgende Lösungsansätze heraus (vgl. Abbildung 49 auf Seite 148 und Abbildung 50 auf Seite 149):

- Die Installation eines wohnungsweisen zentralen Lüftungsgerätes decken- oder wandhängend in der Abstellkammer
- Außen- und Fortluftkanäle (im Trockenbaukoffer) zur Fassade geführt
- Kanalverteiler und Schalldämpfer decken- und/oder wandhängend innerhalb der Abstellkammer installiert
- Zu- und Abluftkanäle innerhalb einer neu zu errichtenden Abhangdecke deckenhängend im Flur und im vorderen Essbereich sowie mittels Trockenbaukoffern zu den jeweiligen Räumen geführt
- Zuluft aus dem (teilweise durch Abhangdecke und Koffer erweiterten) Flurbereich in die Zulufträume verteilt; Durchströmung der Räume mit Zuluft bis in den hinteren Außenfassadenbereich durch den Einsatz von Weitwurfdüsen (Coanda-Effekt)
- Abluft mittels Abluftventilen oberhalb der Türen aus Küche und Bad gefördert
- Die notwendigen Durchdringungen für Lüftungskanäle und Ventile durch Außen- und Innenwände mittels Kernbohrungen

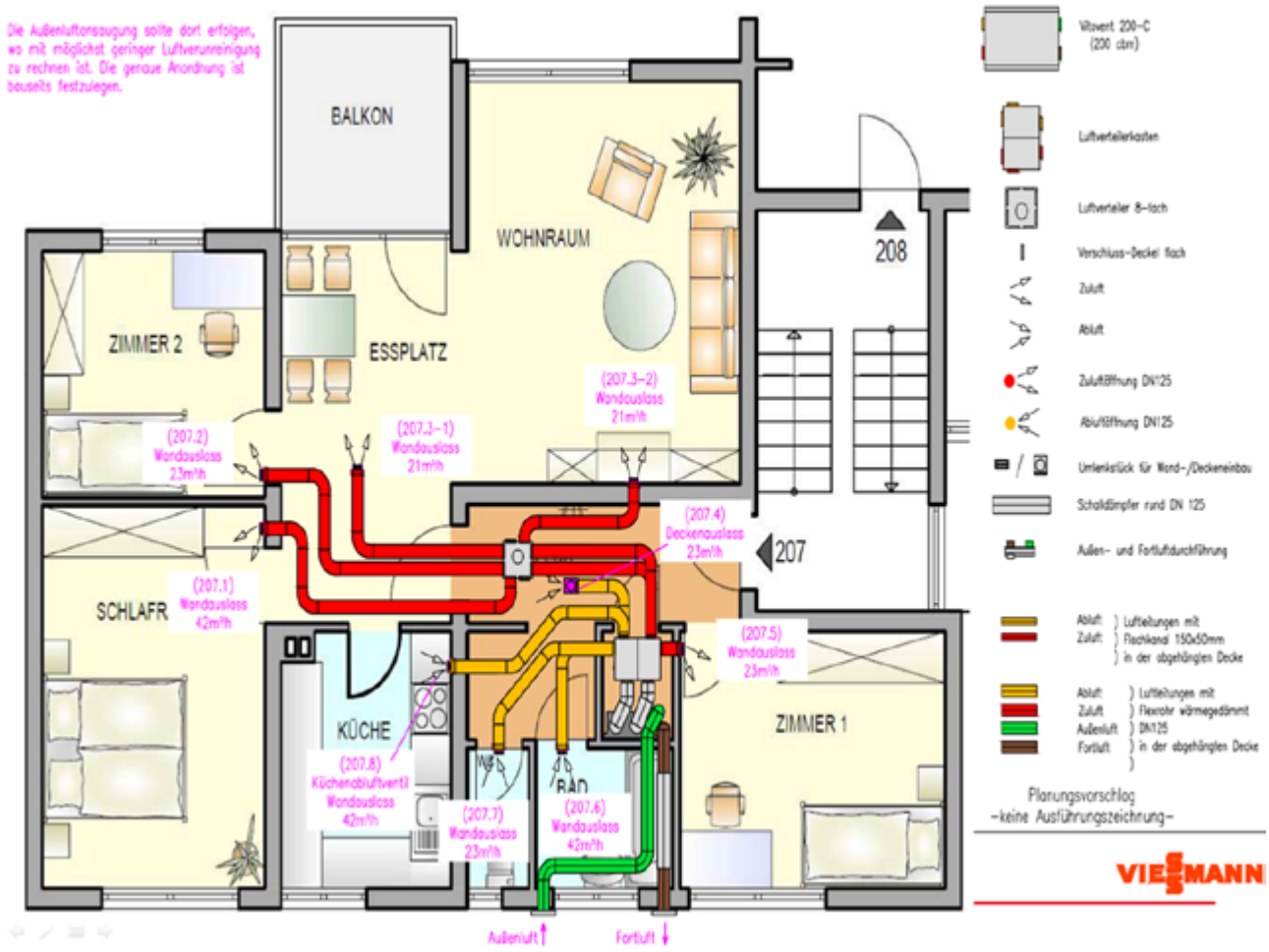


ABBILDUNG 49: Lüftungskonzept der linken Wohnung der Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid (Quelle: Viessmann)

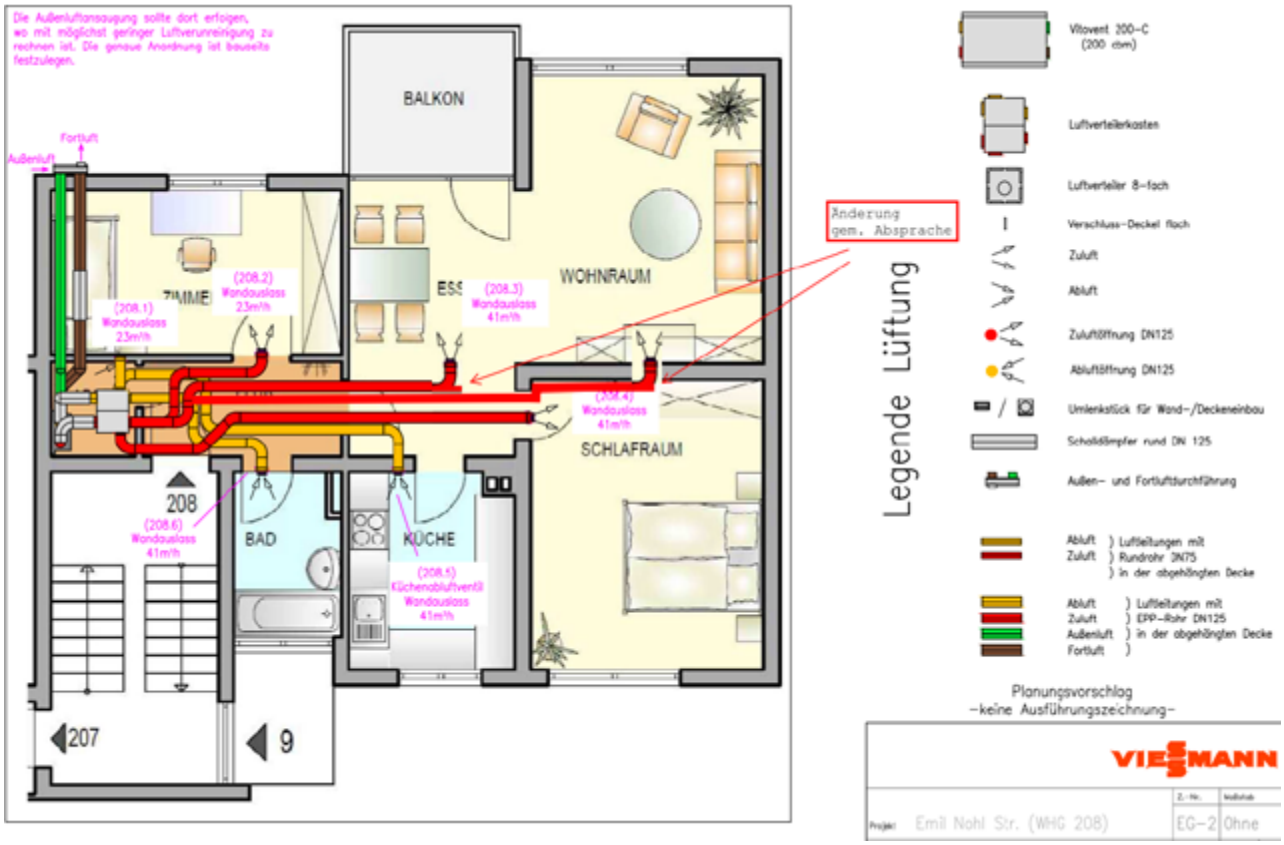


ABBILDUNG 50: Lüftungskonzept der rechten Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid (Quelle: Viessmann)

Der projektbeteiligte Hersteller Pluggit stellte ein alternatives Lüftungskonzept vor, in dem ein Lüftungsgerät in spezieller Bauform oberhalb der Küchenschränke zu installieren ist (siehe Abbildung 51 auf Seite 150). Die Luftverteilung erfolgt mittels im Ring verlegten Zu- und Abluftkanälen. Dadurch kann auf Kanalverteiler und Einzelleitungen verzichtet werden. Auch in diesem Konzept erfolgt die Kanalverlegung größtenteils im (durch Abhangdecke erweiterten) Flur unter der Decke.

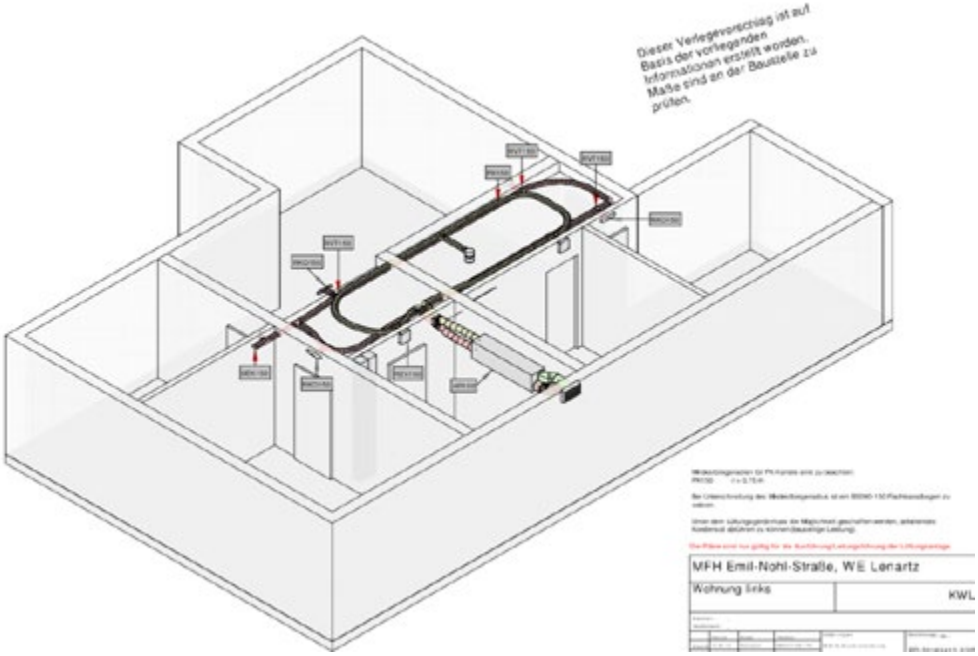


ABBILDUNG 51: Alternatives Lüftungskonzept der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid (Quelle Pluggit GmbH)

Im nächsten Schritt wurden die Konzepte mittels Ortsbegehungen jeder einzelner Wohnung seitens des Bauherren, der Herstellervertreter und des IBWL-Teams auf ihre Durchführbarkeit hin überprüft. Dabei zeigte sich auf der einen Seite, dass in den vorhandenen Plänen einige Details wie Kamin/Abluftschächte nicht dargestellt waren. Auf der anderen Seite wurde deutlich, welchen Einfluss die individuelle Möblierung der Mieter auf die Umsetzbarkeit der Konzepte hatte. Hier machten zum Beispiel hohe Einbauschränke eine Installation von Lüftungsventilen oder Abkofferungen unmöglich. Auch die Höhe der verbauten Küchenschränke hatte zur Folge, dass die von Pluggit avisierte Lösung in einer Wohnung nicht durchsetzbar war und ein alternativer Installationsort für eine Lüftungsanlage gefunden werden musste. Des Öfteren trat außerdem der Fall ein, dass die gemäß Konzept ideal platzierten Außen- und Fortluftgitter aufgrund der Raumhöhe und Örtlichkeit der Fenster eine mittels Kernbohrung erzeugte Durchdringung von statisch relevanten Fensterstürzen zur Folge gehabt hätte.

Durch diese individuelle Detaillierung jedes einzelnen Konzepts aller objektbeteiligten Hersteller entstand ein langer und zeitintensiver Prozess von mehrmaligen Planungsänderungen in dessen Zuge versucht wurde, die herstellerspezifischen Konzepte und die wohnungsspezifischen Rahmenbedingungen zusammen zu bringen.

Hierbei spielten insbesondere Details wie die Größe der Lüftungsgeräte, notwendiger Platzbedarf im Kanal- und Ventilaufbau und Kondensatanschlussmöglichkeiten eine wichtige Rolle.

Der Wunsch des Bauherren, für alle Konzepte gleiche Außen- und Fortluftgitter eines Herstellers zu verwenden und diese optisch in einer Flucht an der Außenfassade zu platzieren, konnte seitens der Hersteller aufgrund fehlender Kompatibilität zwischen den Produkten und wegen der individuellen Planung nicht erfüllt werden.

Nachdem die Aufteilung der Herstellerkonzepte auf die jeweiligen Wohnungen vollzogen war, fand eine weitere Ortsbegehung statt. Bei dieser waren sowohl Bauherrenvertreter, IBWL-Team, Herstellervertreter als auch das beauftragte Rohbauunternehmen zugegen, um die notwendigen Kernbohrungen in Ort und Dimension zu besprechen und zu markieren.

3.1.3.3 UMSETZUNG IN DER EMIL-NOHL-STR. 13

Die Ausführung wurde in der linken Wohnung im EG Haus Nr. 13 mit dem in den folgenden Abbildungen aufgeführten Konzept begonnen.

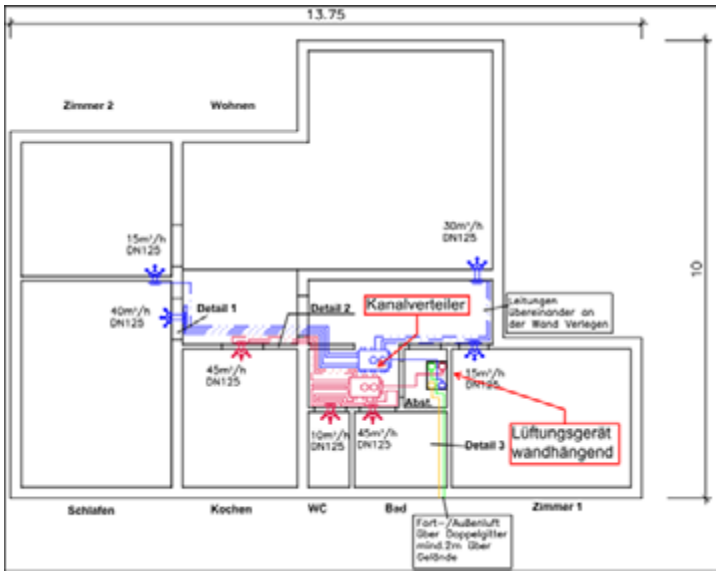


ABBILDUNG 52: Umgesetztes Lüftungskonzept der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid (Quelle: Dimplex)

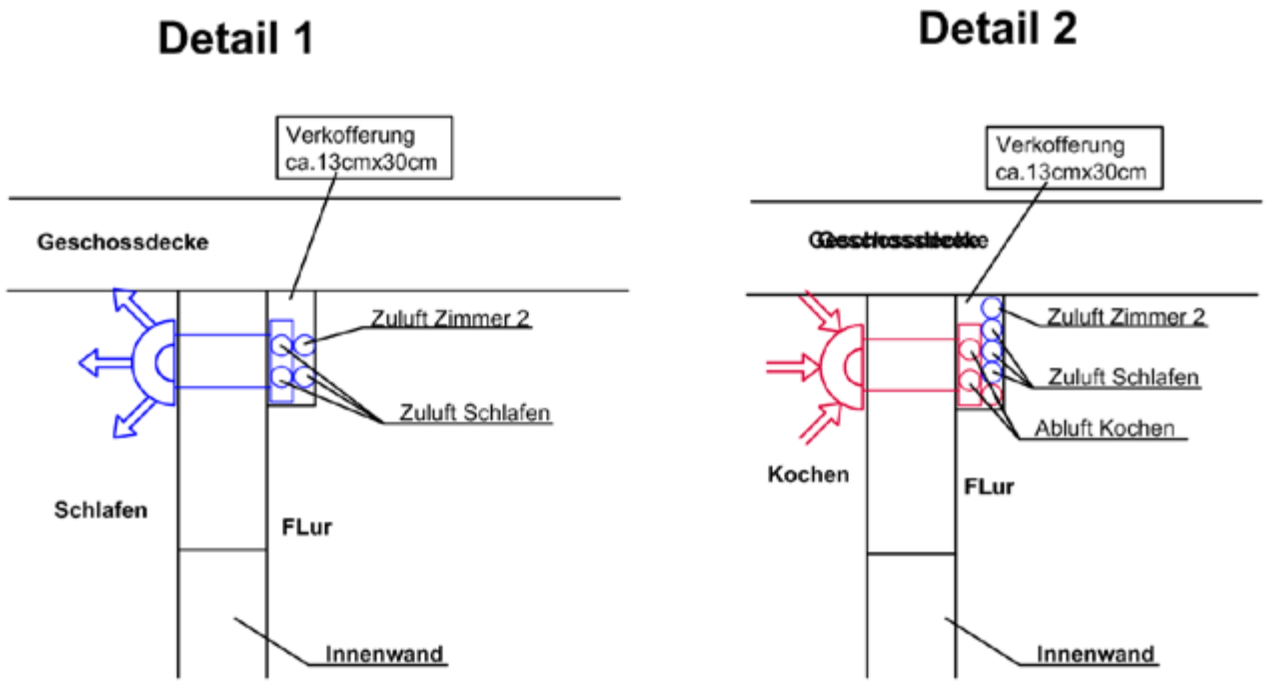


ABBILDUNG 53: Detaildarstellungen des Lüftungskonzepts der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid Nr. 1 und 2 (Quelle: Dimplex)

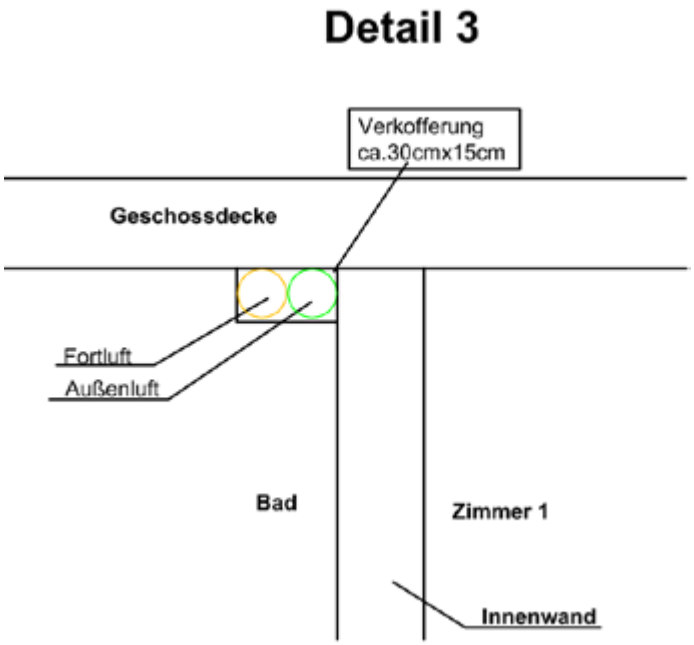


ABBILDUNG 54: Detaildarstellung des Lüftungskonzept der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid Nr. 3 (Quelle: Dimplex)

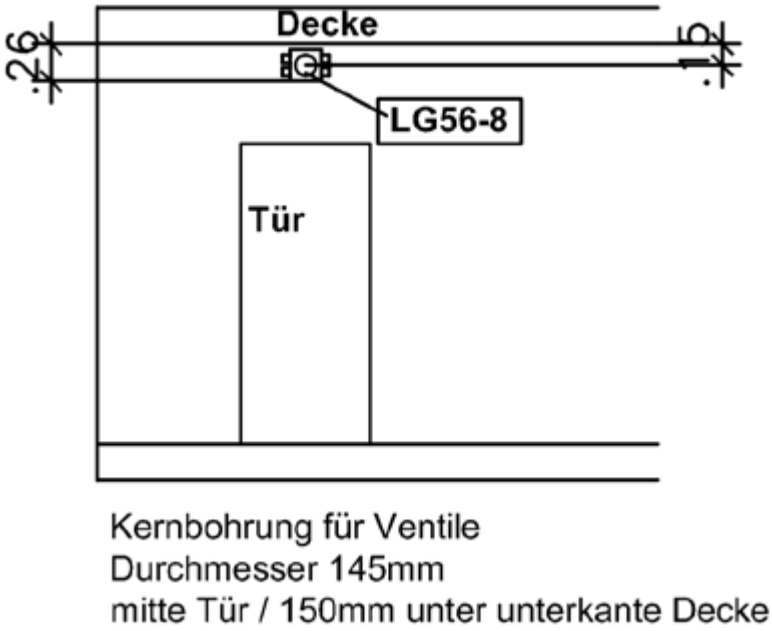


ABBILDUNG 55: Detaildarstellung des Lüftungskonzept der linken Wohnung Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid Nr. 4 (Quelle: Dimplex)

Während der Umsetzungsphase kam es durch mehrere Faktoren, wie vermehrte Kabeldurchtrennungen in der Rohbauausführung, Schwierigkeiten bei der Montage des Lüftungsgerätes aufgrund mangelnder Revisionsfreiheit und das Fehlen einer kontinuierlichen Bauleitung zur Gewerkekoordination, zu einer deutlichen Überschreitung der avisierten Bauzeit (näheres siehe Arbeitspaket Baudokumentation). In der Planung und anschließenden Mieterinformation wurde von einer Bauzeit von maximal sieben Tagen für alle involvierten Gewerke ausgegangen. Für die erste Umsetzung wurden jedoch aufgrund vieler Stillstandszeiten ca. 3 Wochen bis zur Inbetriebnahme des Gerätes benötigt.

Resultierend aus diesen Erfahrungen sowie vor dem Hintergrund, dass viele Mieter die Umsetzung in ihrer Wohnung verhindern wollten und überlegten rechtliche Schritte einzugehen (näheres siehe Kapitel Sozialwissenschaftliche Studien), entschloss sich die Geschäftsleitung der Gewag gegen eine weitere Umsetzung und beendete die Pilotumsetzung im Rahmen des Forschungsprojekts in ihren Objekten.

3.1.3.4 PLANUNGSPROZESS IN DER EMIL-NOHL-STR. 15

Der Einsatz von raumweisen Geräten war für die rechte Haushälfte der Hausnummer 15 angedacht, da dieser Gebäudeteil der exponierteste und damit mit seinem hohen Außenwandanteil für ein raumweises Konzept prädestiniert ist.

Die Anforderung seitens der Gewag an die Lüftungskonzepte war es, folgende bautechnische Hauptkriterien zu erfüllen:

- Kernbohrungen mit möglichst kleinen Durchmessern
- Anbindung von Elektroverkabelungen ohne großen Aufwand (wie z. B. Schlitz- und Durchbruchsarbeiten) an das Bestandsnetz
- Trockenbauarbeiten bzw. Malerarbeiten in so wenigen Räumen wie möglich
- Einsatz von wenig Mietfläche bzw. Stauraum
- Keine störenden Schallimmissionen in die Räume

Vor dem Hintergrund der genannten Anforderungen wurde seitens der Gewag schnell der Entschluss getroffen, dass ein Einsatz von raumweisen Geräten im Gleichdruckprinzip, die in der Außenwand zu platzieren sind, aufgrund der benötigten Kernbohrungen von über 350 mm nicht in Frage kommt. Hier wurde eine notwendige statische Prüfung jeder einzelnen Bohrung für einen flächendeckenden Einsatz als zu großes Hemmnis empfunden.

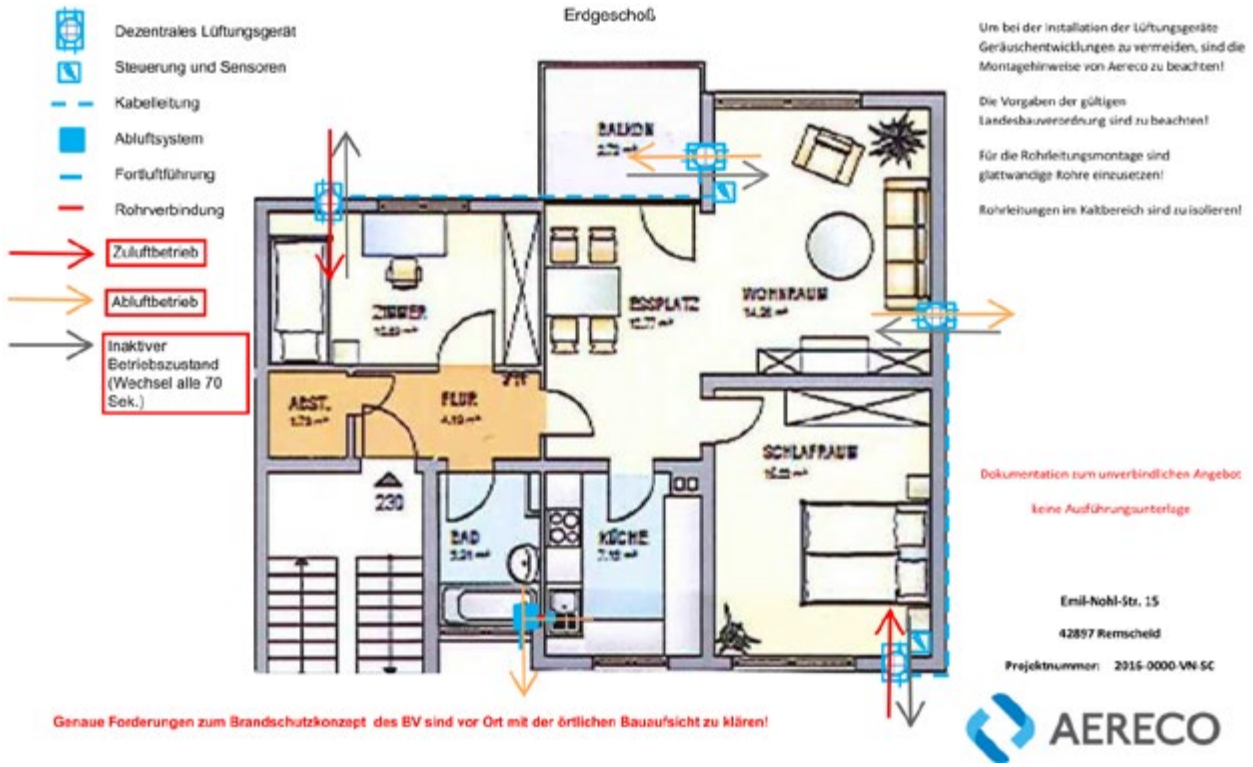


ABBILDUNG 56: Lüftungskonzept der Emil-Nohl-Str. 15 in Remscheid (Quelle: Aereco GmbH, Ergänzt durch IBWL)

- Raumweise Lüftungsgeräte (zwei Gerätepaare) in der Außenwand von Zulufträumen installiert
- Abluftventilator deckenhängend im WC mit zusätzlicher Absaugung für die Küche installiert
- Elektro- und Steuerkabel unterhalb der neuen Außenwanddämmung für die Anbindung der Geräte verlegt

- Die notwendigen Durchdringungen durch Außenwände mittels Kernbohrungen erstellt

Die Gerätekonstruktion benötigt für die Installation in der Außenwand kleinere Kernbohrungen (von ca. 200 mm) als die marktüblichen Gleichdruck-Geräte. Um einen abgestimmten Wechselbetrieb der Lüfter gewährleisten zu können, sind neben der Elektroanbindung auch eine Steuereinheit und Steuerkabel zwischen den Lüftern zu installieren. Diese konnten aufgrund der Fassadensanierung unterhalb der neu zu errichteten Dämmung verlegt werden, um nachträgliche Verkabelungen in den Wohnungen so gering wie möglich zu halten.

In den Ablufträumen Küche und Bad wird ein ständiger Abluftvolumenstrom mittels Ventilator gemäß der Anforderungen der [DIN 1946-6:2009-05] sichergestellt. Das bedeutet, dass für diesen Volumenstrom keine Wärmerückgewinnung möglich ist.

3.1.3.5 UMSETZUNG IN DER EMIL-NOHL-STR. 15

Wie bereits beschrieben, entschied sich die Gewag aufgrund der gemachten Erfahrungen bei der Installation eines wohnungsweisen Gerätes für den vorzeitigen Ausstieg aus dem Forschungsprojekt. Da diese Entscheidung vor dem Hintergrund der Mieterbeeinflussung bei einer Sanierung im bewohnten Zustand getroffen wurde, kam das raumweise Lüftungskonzept nur in einer unbewohnten Wohnung im rechten Gebäudeteil zum Einsatz.

Da ein Einbau im unbewohnten Zustand nicht im Fokus der Forschungsbetrachtung steht und aufgrund des Forschungsausstiegs keine lückenlose Dokumentation der Installation verfolgt wurde, kann an dieser Stelle zum Umsetzungsprozess festgehalten werden:

Bei den vorbereitenden Ortsbegehungen wurde der Einfluss der Möblierung auf einen möglichen Installationsstandort der Geräte deutlich. Insbesondere in Räumen mit geringem Außenwandanteil kann diese Tatsache eine hohe Herausforderung darstellen.

Eine optisch passable Elektroanbindung ohne die Verwendung von Kabelkanälen oder Wandschlitzen ist in bewohnten Wohnungen ohne die Möglichkeit einer Verlegung über die Außenfassade kaum möglich.

3.1.4 PILOTOBJEKTE DER WOHNUNGSBAUGESELLSCHAFT BAUVEREIN WESEL AG

3.1.4.1 OBJEKTBESCHREIBUNG

Nach dem Ausscheiden der Gewag aus dem Forschungsprojekt konnte kurzfristig der Bauverein Wesel AG für das Projekt gewonnen werden. Die Wohnungsbaugesellschaft stellte vier Wohnungen in drei unterschiedlichen Gebäuden (Baustr. 37, Sandstr. 14, Friedrich-Geselschap-Str. 4) zur Verfügung, die sich im Leerstand befanden und renoviert werden sollten.

3.1.4.2 PLANUNGSPROZESS GESAMT

Es wurde ein Konzept entwickelt, durch das die Lüftungsgeräte und Komponenten, die für den Einbau bei der Gewag eingeplant und zum Teil schon angeliefert waren, ohne große Materialänderungen und Mehraufwand für die oben genannten Wohnungen des Bauverein Wesels sinnvoll zum Einsatz kommen konnten. Da es sich bei den Nutzereinheiten um leerstehende Wohnungen handelte, stand die Mieterbeeinflussung bei der Konzepterstellung nicht im direkten Fokus.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Grundrisse der Wohnungen.

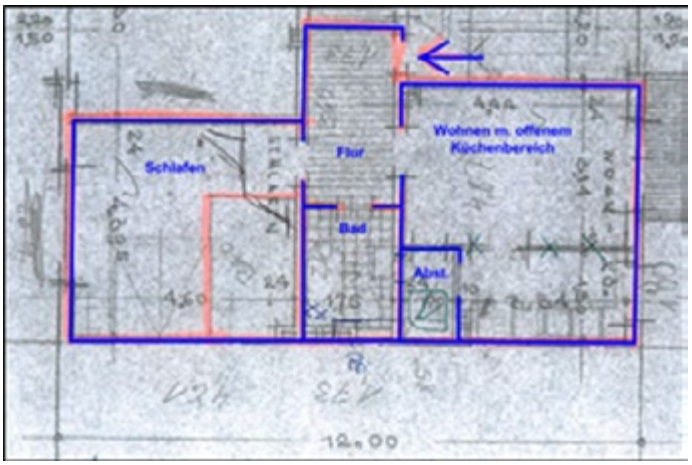


ABBILDUNG 57: Grundriss der Baustr. 1.OG links (Quelle: Bauverein Wesel AG)

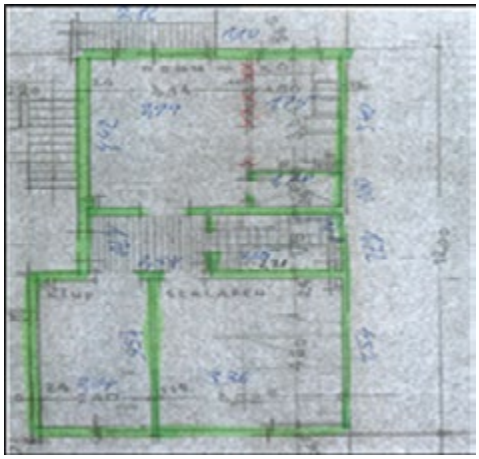


ABBILDUNG 58: Grundriss Baustr. EG rechts (Quelle: Bauverein Wesel AG)

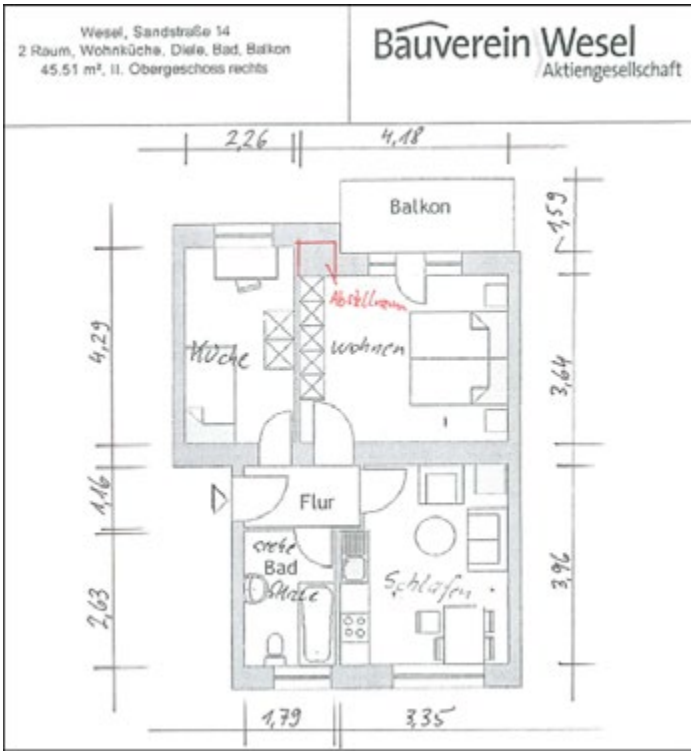


ABBILDUNG 59: Grundriss der Sandstraße 14 (Quelle: Bauverein Wesel AG)

Der fortgeschrittene Zeitpunkt beim Eintritt des Bauvereins Wesel AG in das Projekt innerhalb des Forschungszeitraums setzte für eine mögliche Betrachtung unter den im Forschungsprojekt festgelegten Aspekten schnelles und pragmatisches Handeln aller Akteure voraus. Dies hatte sowohl in der Planungs- als auch in der Umsetzungsphase unter anderem die Konsequenz, dass viele Absprachen und Entscheidungen direkt zwischen den Herstellern und der Wohnungsbaugesellschaft getroffen wurden, ohne das IBWL-Team zu involvieren. Obwohl dieser Umstand seitens des IBWL-Teams rechtzeitig erkannt, die jeweiligen Akteure mehrfach um Änderung des Kommunikationsweges gebeten wurden und versucht wurde aktiv die verloren gegangenen Informationen nachzufordern, konnte seitens des IBWL-Teams keine Situation geschaffen werden, in der eine hinreichende Dokumentation möglich war. Aus diesem Grund ist die nachfolgende Dokumentation unvollständig und beruht teilweise auf unverifizierten Aussagen einzelner Akteure.

3.1.4.3 PLANUNGSPROZESS IN DER SANDSTR. 14 UND BAUSTR. 37

Der Planungsvorschlag des Herstellers zu der Wohnung der Sandstr. 14 umfasst folgendes Lüftungskonzept:

- Wohnungsweises zentrales Lüftungsgerät und Verteiler wandhängend in Abstellkammer installiert
- Zu- und Abluftkanäle in neu errichteten Koffern in der Küche und Zwischendecke im Flur installiert
- Zu- und Abluftventile am Koffer für Küche und Wohnzimmer und oberhalb der Tür für Bad und Schlafzimmer positioniert
- Zuluftventile in Bauform Weitwurfdüse (Nutzung des Coanda-Effekts zur Erzeugung hoher Einbringtiefe in den Raum)
- Außen- und Fortluftgitter an der Außenwand der Abstellkammer installiert
- Stromanschluss über Anbindung an Unterverteiler mittel ELT-Verkabelung in Zwischendecke hergestellt
- Errichtung eines Kondensatanschlusses in der Abstellkammer an eine Schmutzwasserleitung im Bestand
- Die notwendigen Durchdringungen für Lüftungskanäle und Ventile durch Außen- und Innenwände mittels Kernbohrungen erstellt

Zu den Objekten in der Baustraße ist kein Planungsvorschlag seitens des Herstellers bekannt.

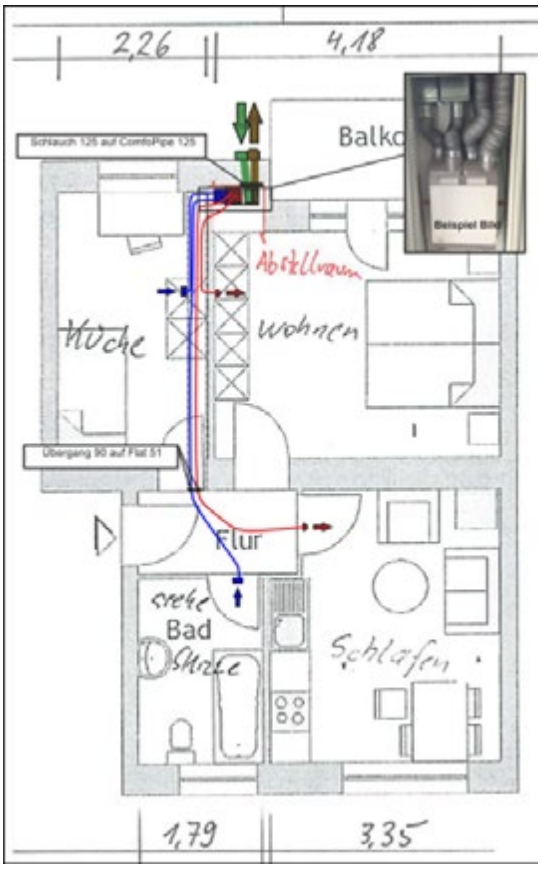


ABBILDUNG 60: Lüftungskonzept für die Sandstr.14 von Zehnder (Quelle: Zehnder Group Deutschland GmbH)

3.1.4.4 UMSETZUNG IN DER SANDSTR. 14 UND BAUSTR. 37

OBJEKT SANDSTR. 14:

Aufgrund des unmöblierten Zustands der Wohnung konnte der Planungsvorschlag des Herstellers nahezu ohne Änderungen umgesetzt werden. Um auf der einen Seite eine bessere Revisionierbarkeit des Gerätes in der Abstellkammer zu gewährleisten und auf der anderen Seite ein besseres Schalldämmmaß gegenüber des Wohnzimmers zu erreichen, wurde die Tür der Abstellkammer erneuert. Bei den Rohbaumaßnahmen kamen keine Kollisionen mit dem Gewerk ELT Zustande. Die Verlegung der Kanäle und Formstücke erfolgte ohne Probleme. Der Platzbedarf der Luftkanäle in der Küche betrug in etwa 50 cm Breite und 11 cm Tiefe. Die ELT Anbindung erfolgte zum Teil über den Koffer bzw. Abhangbereich und neu errichtete Wandschlitze. Bei der Inbetriebnahme wurde ein falsch ausgelegter Regler der Lüftungsanlage repariert und die Ausführung des Kondensatanschlusses bemängelt. Über den genauen Zeitablauf der Maßnahme sind keine Angaben bekannt.

OBJEKTE BAUSTR. 37:

Seitens der Wohnungsbaugesellschaft wurde dem IBWL-Team im Nachgang berichtet, dass eine der zwei Lüftungsanlagen installiert worden sei. Über den Hergang und Zeitablauf ist nichts bekannt.

3.1.4.5 PLANUNGSPROZESS IN DER FRIEDRICH-GESELSCHAP-STR. 4

Das raumweise Konzept wurde für das Objekt Friedrich-Geselschap-Str. 4 vorgesehen. Die folgende Abbildung zeigt den Grundriss der Wohnung.

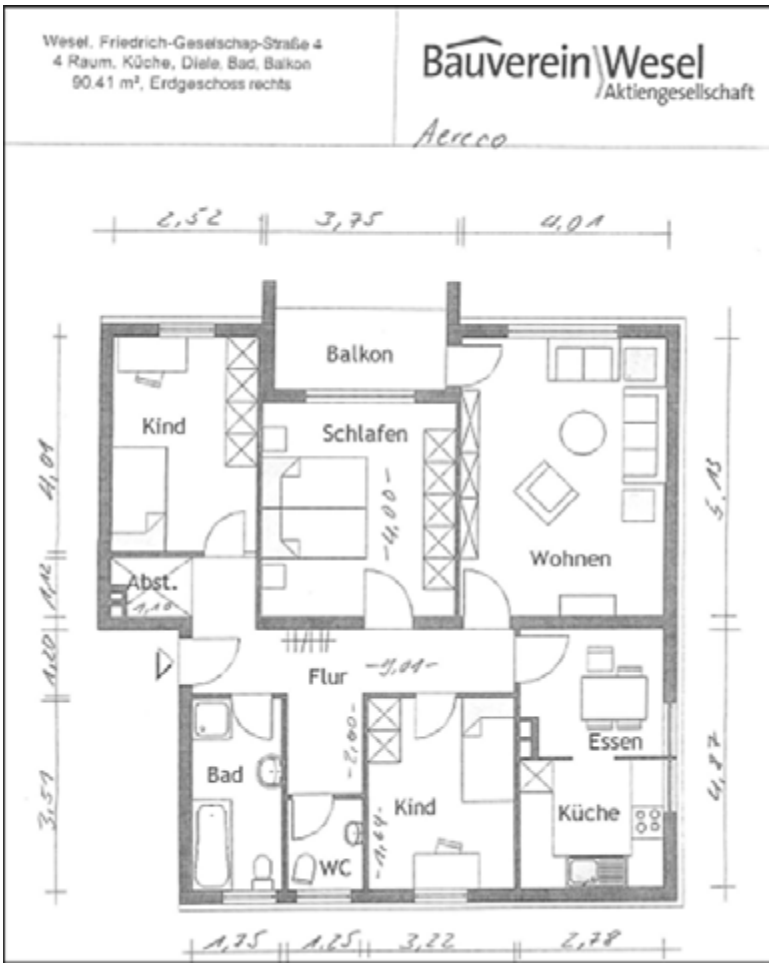


ABBILDUNG 61: Grundriss der Friedrich-Geselschap-Str. 4 (Quelle: Bauverein Wesel AG)

Für das o. g. Objekt wurde seitens des Herstellers folgender Planungsvorschlag erarbeitet (vgl. nachfolgende Abbildung), welcher im Nachgang durch das IBWL Team kommentiert wurde:

- Raumweise Lüftungsgeräte (zwei Gerätepaare) in der Außenwand von Zulufträumen installiert
- Abluftventilator deckenhängend im Bad mit zusätzlicher Absaugung für das WC installiert
- Abluftventilator deckenhängend in der Küche installiert
- Elektro- und Steuerkabel in neu zu errichteten Wandschlitzen vorgesehen
- Die notwendigen Durchdringungen durch Außenwände mittels Kernbohrungen erstellt

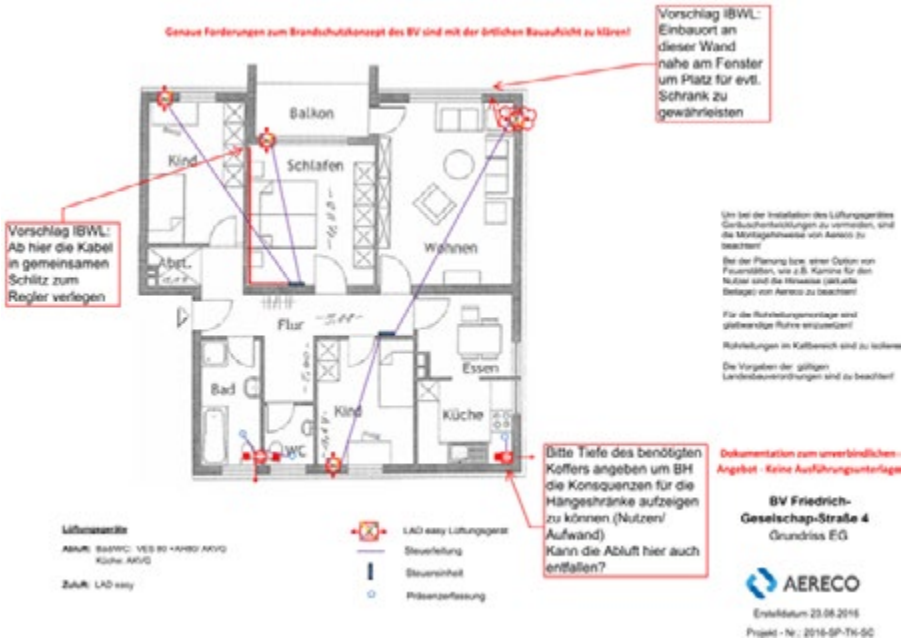


ABBILDUNG 62: Lüftungskonzept für die Friedrich-Geselschap-Str. 4 von Aereco (Quelle: Aereco, geändert durch IBWL)

Die Funktion beruht auf einer alternierenden Betriebsweise von jeweils zwei Geräten, die durch eine Differenzdruckerzeugung zwischen zwei Räumen einen kontinuierlichen Luftaustausch gewährleisten. Die Gerätekonstruktion benötigt für die Installation in der Außenwand kleinere Kernbohrungen (von ca. 200 mm) als die marktüblichen Gleichdruck-Geräte. Um einen abgestimmten Wechselbetrieb der Lüfter gewährleisten zu können, sind neben der Elektroanbindung auch eine Steuereinheit und Steuerkabel zwischen den Lüftern zu installieren. In den Ablufträumen Küche und Bad wird ein ständiger Abluftvolumenstrom mittels Ventilator gemäß den Anforderungen der [DIN 1946−6:2009−05] sichergestellt. Das bedeutet, dass für diesen Volumenstrom keine Wärmerückgewinnung möglich ist.

3.1.4.6 UMSETZUNG IN DER FRIEDRICH-GESELSCHAP-STR. 4

Seitens der Wohnungsbaugesellschaft wurde dem IBWL-Team im Nachgang berichtet, dass das Konzept so ausgeführt worden sei. Über den Hergang und Zeitablauf ist nichts bekannt.

3.2 SYSTEMVERGLEICH

3.2.1 VERGLEICH DER INSTALLIERTEN ANLAGENSYSTEME

Auf Grundlage der in „10. Anhang: Expertise zum AP10 − Lüftungsanlagenkonzepte“ auf Seite 562 beschriebenen Systematik unterschiedlicher Anlagensysteme kann eine Einordnung der in den Pilotobjekten installierten Anlagen erfolgen. Die nachfolgende Tabelle gibt hierzu einen Überblick.

	Abluftsystem	Zuluftsystem	Zu-/Abluftsystem
Zentrale Lüftung	Vivawest, Heinrich-Heine-Str. 5	---	---
Wohnungsweise zentrale Lüftung	---	---	Vivawest, Heinrich-Heine-Str. 4
			Gewag, Emil-Nohl-Str. 13
			Bauverein Wesel AG, Sandstr. 14
			Bauverein Wesel AG, Baustr. 37

	Abluftsystem	Zuluftsystem	Zu-/Abluftsystem
Raumweise Lüftung	---	---	Vivawest, Marl
			Gewag, Emil-Nohl-Str. 15
			Bauverein Wesel AG, Friedrich-Gesel-schap-Str. 4

ABBILDUNG 63: Übersicht installierter Anlagensysteme

Bis auf ein System umfassen alle installierten Anlagen Zu- und Abluftsysteme unter Einsatz von Wärmerückgewinnung. Nur im Objekt Heinrich-Heine-Str. 5 von Vivawest wurde ein Abluftsystem installiert. In vier Pilotobjekten wurden wohnungsweise zentrale Lüftungen installiert, während in drei Objekten raumweise Lüftungen eingesetzt wurden. Ein Objekt von Vivawest umfasst eine zentrale Lüftung.

3.2.2 VERGLEICH DER PILOTOBJEKTE UND UMSETZUNGEN

Ein ausführlicher Vergleich der Pilotobjekte und Rahmenbedingungen der Umsetzungen ist in der Tabelle im Anhang dieses Arbeitspakets beigefügt (vgl. „Abbildung 178: Vergleich der Pilotobjekte und Rahmenbedingungen der Umsetzungen“ auf Seite 568. Der Vergleich umfasst Objektdaten, Planungsgrundlagen und –bedingungen und Informationen zur Umsetzung.

4. RÜCKKOPPLUNG ZU DEN AKTEUREN

Aus den im vorigen Kapitel beschriebenen Umsetzungsprozessen lassen sich die Anforderungen der Wohnungswirtschaft zusammenführen, die als Entscheidungsgrundlage die Auswahl der installierten Lüftungssysteme bestimmten. Durch eine Auswertung dieser Anforderungen können vier zugrunde liegende Zielsetzungen der Wohnungsbaugesellschaften ermittelt werden. Sie umfassen die Vermeidung nicht notwendiger Kosten und die Vermeidung einer Beeinträchtigung der Mieter bei der Installation und im Betrieb der Anlagen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Zielsetzungen und die daraus resultierenden Anforderungen:

Zielsetzungen	Anforderungen an die Umsetzung
Vermeidung von Kosten der Installation	■ Kernbohrungen mit möglichst kleinen Durchmessern ■ Möglichst wenige Trockenbauarbeiten ■ Anbindung von Elektroverkabelungen ohne großen Aufwand (wie z. B. Schlitz- und Durchbrucharbeiten) an das Bestandsnetz ■ Vermeidung von Planungsleistungen bei einem flächendeckenden Einsatz von Lüftungsgeräten
Vermeidung von Kosten im Betrieb/Vermeidung von Wartungsaufwand	■ Installationen innerhalb der jeweiligen NE, um brandschutztechnische Anforderungen zu vermeiden ■ Keine oder einfach zu realisierende Kondensatabführungen ■ Größtmögliche Wartungsintervalle ■ Bestenfalls kein Wohnungszutritt für Wartung erforderlich

Zielsetzungen	Anforderungen an die Umsetzung
Geringe Beeinträchtigung der Mieter bei der Installation	■ Trockenbauarbeiten bzw. Malerarbeiten in so wenigen Räumen wie möglich
Geringe Beeinträchtigung der Mieter im Betrieb	■ Möglichst geringe Reduzierung der Raumhöhe ■ Nutzung von möglichst wenig Mietfläche bzw. Stauraum ■ Keine störenden Schallimmissionen in die Räume

ABBILDUNG 64: Nach Zielsetzungen gegliederte Anforderungen an die Umsetzungen

Im Zuge der Umsetzung in den Pilotobjekten wurde festgestellt, dass vor dem Hintergrund einer Erfüllung eines Lüftungskonzepts gemäß [DIN 1946-6:2009-05] keines der erstellten Herstellerkonzepte allen Anforderungen gerecht werden kann. Zentrale bzw. wohnungsweise und raumweise Anlagen weisen folgende Vor- und Nachteile im Hinblick auf die genannten Anforderungen auf:

Zentrale Lüftung		Wohnungsweise und raumweise Lüftung	
Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile
Kein Wohnungszutritt zur Wartung der Anlage erforderlich	Brandschutz-technische Anforderungen zu erfüllen	Keine Brandschutz-technischen Anforderungen zu erfüllen	Wohnungszutritt zur Anlagenwartung erforderlich
Störende Schallimmissionen in die Wohnräume einfach vermeidbar	Viele Kernbohrungen und Trockenbauarbeiten erforderlich	Vergleichsweise wenige Kernbohrungen und Trockenbauarbeiten	Schallimmissionen in die Wohnräume mit verhältnismäßig hohem Aufwand vermeidbar
Geringe Nutzung von Mietfläche/Stauraum			Nutzung von Mietfläche für die Anlage

ABBILDUNG 65: Vor- und Nachteile von zentraler, wohnungsweiser und raumweiser Lüftung zur Erfüllung der Anforderungen

Eine nähere Analyse der Gründe der Auswahl der jeweiligen Lüftungssysteme und Zusammenfassung weiterer Erfolgsfaktoren und Hemmnisse der Umsetzung erfolgt im nachfolgenden Kapitel.

5. PRAXISERFAHRUNGEN

In den durchgeführten Projekten besteht eine eindeutige Tendenz zur Verwendung von Zu- und Abluftsystemen. Der Grund des Einsatzes liegt in der Erzielung eines wirtschaftlichen Feuchteschutzes. Um die Vermietbarkeit der Immobilie nicht zu beeinträchtigen, sollte dabei auch eine kostenneutrale Lösung aus Mietersicht erreicht werden. Vor diesem Hintergrund bieten sich vor allem Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung zur Umsetzung an. Die Wärmerückgewinnung bietet die Möglichkeit, die entstehenden Kosten des Betriebs und der Wartung der Lüftungsanlage durch Heizkostenminderungen auszugleichen.

In den Pilotobjekten wurden sowohl zentrale als auch wohnungsweise und raumweise Lüftungsanlagen eingesetzt. Da die zentralen Lüftungsanlagen mit aufwendigen Kernbohrungen und Trockenbauarbeiten verbunden sind, die hohe Kosten verursachen und die Mieter stark beeinträchtigen können, wurde dieses System nur in einem Pilotobjekt umgesetzt.

Raumweise Lüftungsanlagen wurden insbesondere in Gebäuden gewählt, die einen hohen Anteil von Außenwänden umfassen und daher viele Optionen zur Installation der Anlagen bieten. Vorrangig wurden Push/Pull Systeme verwendet, da bei Einsatz raumweiser Zu- und Abluftanlagen die statische Machbarkeit für jede Bohrung individuell zu prüfen ist.

Unabhängig vom eingesetzten Lüftungssystem resultiert aus den Praxiserfahrungen, dass entgegen der Anforderungen der Wohnungswirtschaft, die Anlagen nicht ohne individuelle Planungsleistungen installiert werden können. Ein Grund ist, dass individuelle Möblierungen der Wohnungen die Umsetzbarkeit pauschaler Konzepte erschweren.

Zudem zeigt sich, dass die Rohbauarbeiten einen entscheidenden Einfluss sowohl auf den planungsgemäßen Bauablauf als auch auf das Maß der Beeinträchtigung der Mieter haben. Dabei sind vor allem die Anzahl, die Durchmesser und die Platzierungen der notwendigen Kernbohrungen entscheidende Einflussfaktoren. Im Projekt genannte Grenzwerte einer wirtschaftlichen Umsetzung von Lüftungssystemen sind ca. 900 €/Raum (vgl. Arbeitspaket Wirtschaftlichkeit).Vor diesem Hintergrund wird durch die Praxiserfahrungen die Notwendigkeit einer professionellen Gewerkekoordination zwischen Rohbau und Elektrotechnik im Vorfeld und während der Arbeiten zur Sicherstellung eines planungsgemäßen Ablaufs deutlich. Perspektivisch werden zudem in folgenden Bereichen Möglichkeiten gesehen, um die Kosten der Installation und des Betriebs von Lüftungsanlagen zu verringern:

- Die von der Lüftungsindustrie angebotenen Konzepte haben überwiegend ihren Ursprung im Neubausektor von Einfamilienhäusern. Daher besteht insbesondere im Hinblick auf den Platzbedarf der Geräte und/oder der Lüftungskanäle und die Rohbauanforderungen erhöhter Planungsbedarf zur Installation in bewohnten Mehrfamilienhäusern. Eine Optimierung der Komponenten der Kanalverlegungen und des Geräteaufbaus bieten daher Verbesserungspotential, um den Planungsprozess zur Installation in bewohnten Mehrfamilienhäusern zu erleichtern.
- Eine Möglichkeit zur Reduzierung des Wartungsaufwands von wohnungs- und raumweisen Anlagen bietet die teilweise schon bei wohnungsweisen Geräten standardmäßig integrierte Ferndiagnose. Sie umfasst durch einen Abruf von Gerätedaten (z.B. differenzdruckbasierte Filterüberwachung) mittels Internetverbindung das Potenzial, die Wartungszyklen und damit die notwendigen Wohnungszutritte zu reduzieren.
- Bei Sanierungen mehrerer Objekte mit ähnlicher Architektur bietet sich die Planung und Umsetzung einer Musterwohnung innerhalb einer Siedlung an. Anhand einer Erstellung eines Grundkonzeptes kann der Planungsaufwand für weitere Nutzereinheiten reduziert werden. Außerdem können etwaige Hemmnisse der Mieter gegenüber Lüftungsanlagen anhand einer Besichtigung der Musterwohnung abgebaut werden.

Der Ausstieg der Wohnungsbaugesellschaft Gewag aus dem Projekt zeigt, dass die Installation von Lüftungssystemen in bewohnten Mehrfamilienhäusern mit hohen Belastungen und Beeinträchtigungen der Mieter verbunden ist, die im Fall von Verzögerungen dazu führen können, dass der weitere Einbau von Lüftungsanlagen nicht akzeptiert wird. In diesem Zusammenhang wird die Bedeutung von professionellen Kommunikationsstrukturen ersichtlich, da die von Mietern empfundene mangelnde Information und Kommunikation zu einer ablehnenden Haltung gegenüber der Pilotumsetzung führte. Innerhalb des Forschungsprojekt wiesen einige, größere Wohnungsbaugesellschaften professionelle Strukturen in der Planungs- und Umsetzungsphase von Baumaßnahmen auf, die sich zum Beispiel in der guten Mieterkommunikation der tätigen Bauleiter widerspiegeln und einen definierten und standardisierten Weg im Bereich der Mieterinformation umfassen (siehe Arbeitspaket Sozialwissenschaftliche Studien).

6. ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Umsetzungen in den Pilotobjekten verdeutlichen, welche Herausforderungen und Hemmnisse bei der Installation von Lüftungsanlagen im Mietwohnbestand bestehen. Maßgebliche Einflussfaktoren auf die Entscheidung über die Konzeption und Ausführung der Lüftungssysteme sind die Anlagen-, Installations- und Betriebskosten. Da Wirtschaftlichkeit der Umsetzung kaum erreicht werden kann, hängt die Entscheidung der Installation einer Lüftungsanlage maßgeblich von den verursachten Kosten ab. Um die Kosten zu minimieren und die Beeinträchtigung der Mieter möglichst gering zu halten, bestehen vielfältige Anforderungen der Wohnungsbaugesellschaften an die Umsetzung. Neben den in „10. Anhang: Expertise zum AP10 – Lüftungsanlagenkonzepte“ auf Seite 562 beschriebenen grundsätzlichen Vor- und Nachteilen unterschiedlicher Lüftungssysteme bilden diese in Kapitel 4 zusammengestellten Anforderungen die zentrale Entscheidungsgrundlage für die Wahl des eingesetzten Lüftungssystems.

Die in Kapitel 3 beschriebenen Praxiserfahrungen zeigen, dass es nicht möglich ist, alle Anforderungen der Wohnungsbaugesellschaften an Lüftungssysteme zu erfüllen. Ein überwiegender Teil der in den Pilotobjekten eingesetzten Lüftungssysteme sind wohnungsweise bzw. raumweise Zu-/Abluftsysteme mit Wärmerückgewinnung. Abluft-, Zuluftsysteme und zentrale Lüftung werden demgegenüber kaum bzw. gar nicht eingesetzt. Gründe sind, dass zentrale gebäudeweise Systeme hohe Kosten durch vergleichsweise viele Kernbohrungen und Trockenbauarbeiten verursachen. Der entscheidende Vorteil von Zu-/Abluftsystemen gegenüber ausschließlichen Abluft- bzw. Zuluftsystemen ist, dass durch die nutzbare Wärmerückgewinnung Warmkostenneutralität der Lüftungsanlage für die Mieter erreicht werden kann.

Um möglichst optimale Umsetzungen zu erreichen, wurden für die Pilotobjekte individuelle Einzelfalllösungen entwickelt. Aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen (z.B. individuelle Möblierung der Wohnungen, statische Prüfung der Machbarkeit von Kernbohrungen) erscheint es kaum möglich, Lüftungskonzepte für den Mietwohnbestand auf Grundlage eines Grundkonzepts ohne individuelle wohnungsweise Planungsvorleistungen zu installieren.

- Durch die Auswertung der Praxiserfahrungen können folgende Erfolgsfaktoren für die Installation von Lüftungsanlagen im bewohnten Mietwohnbestand festgestellt werden:
- Individuelle Einzelfalllösungen ggf. auf Grundlage eines Grundkonzeptes
- Präzise Abstimmung der Gewerke durch einen Koordinator, um einen planungsgemäßen Bauablauf der Rohbauarbeiten sicherzustellen
- Professionelle Kommunikationsstrukturen der Wohnungsbaugesellschaft gegenüber den Mietern

Zudem kann aufgrund der Praxiserfahrungen abgeleitet werden, dass für eine Verbreitung der Umsetzung von Lüftungskonzepten als wirtschaftlicher Feuchteschutz im Mietwohnbestand Verminderungen der Investitions-, Installations- und Betriebskosten erforderlich sind. Perspektivische Möglichkeiten, die Kosten zu vermindern, werden in Kapitel 4 aufgeführt.

AP11 WARTUNG UND REVISION

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

Aus Vermietersicht spricht vor dem Hintergrund von Wartungs- und Inspektionsarbeiten zunächst einmal vieles für zentrale Anlagen, da bei diesen in der Regel keine Zugänglichkeit zu den einzelnen Wohnungen erforderlich ist. Dezentrale Anlagen sind diesbezüglich klassischerweise im Nachteil, da die Lüftungsgeräte in der Regel in den Wohnungen (z.B. in Fluren oder Bädern) ohne eine Zugangsmöglichkeit von außen eingebaut werden. Da zentrale Anlagen jedoch nicht immer möglich sind und auch auf anderen Feldern Nachteile mit sich bringen, wäre es im Rahmen des Forschungsprojekts interessant, Lösungsansätze zu entwickeln, die auch für dezentrale Anlagen eine Revisions- und Wartbarkeit ohne Zugang zur Wohneinheit ermöglichen. Denkbar wäre es zum Beispiel Anlagen an Hausflur- und Treppenhauswänden anzuordnen und über eine entsprechende Revisionsöffnung mit Brandschutzanforderung zugänglich zu machen. Solche und ähnliche Lösungen wären exemplarisch an typischen Hausgrundrissen zu entwickeln und auf ihre (Gesamt-) Wirtschaftlichkeit hin zu untersuchen, da entsprechende Revisionsöffnungen natürlich zunächst einmal die Kosten einer Lüftungsanlage erhöhen.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

- Erarbeitung mindestens einer Musterlösung für eine dezentrale Anlage, die möglichst ohne Zugang zur NE revisioniert und gewartet werden kann.
- Erarbeitung mindestens einer Musterlösung mit notwendigem Zugang zur NE, der aber sowohl zeitlich als auch hinsichtlich der Zugänglichkeit bzw. der Einschränkungen für die Bewohner optimiert sind.
- Bearbeitung der aus der Lösung erwartungsgemäß resultierenden brandschutztechnischen Fragestellungen.
- Realisierung einer Musterlösung für eine dezentrale Anlage, die ohne Zugang zur NE revisioniert und gewartet werden kann.
- Aufbereitung der Revisions- und Wartungsaspekte für die Dokumentation der Musterlösungen.

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

-Problematik der Rechtssicherheit für die Wohnungswirtschaft aufgrund unterschiedlichster Anforderungen der Lüftungsindustrie bezüglich der Wartungs-/ Reinigungszyklen. Ziel: Einheitliche Intervalle durch Hersteller oder durch Vorschriften/Normen

2. EXPERTISE

Siehe „11. Anhang: Expertise zum AP11 – Wartung und Revision“ auf Seite 570

3. ANWENDUNG IM RAHMEN DES FORSCHUNGSPROJEKTES

Sowohl raumweise als auch wohnungsweise Lüftungskonzepte setzten in der Regel einen Zutritt zur Nutzereinheit für die Wartung der Geräte voraus. Die in „11. Anhang: Expertise zum AP11 – Wartung und Revision“ auf Seite 570 dargestellten Möglichkeiten bei wohnungsweisen Lüftungsanlagen einen Wartungszugang außerhalb der Wohnungen zu schaffen, bedingt individuelle Planung und teilweise großen baulichen Aufwand. Brandschutztechnische Anforderungen und eine Reduzierung von Mietfläche tragen dazu bei, dass diese Varianten gegenüber einem regelmäßigen Zutritt zur Nutzereinheit in den meisten Fällen keine wirtschaftliche Alternative bieten.

Insbesondere bei Sanierungen im bewohnten Zustand hat eine deutliche Mietflächenreduzierung das Potenzial bei den Mietern negative Emotionen gegenüber der gesamten Sanierungsmaßnahme zu verstärken.

Aufgrund dieser Hemmnis-Faktoren wurde, mit entsprechender Empfehlung der Industrie, seitens der Wohnungsbaugesellschaften gegen eine Umsetzung von den im Anhang gezeigten Varianten innerhalb des Forschungsprojekts entschieden.

Im Rahmen der Vorplanung für die Umsetzung in den Pilotobjekten konnte beobachtet werden, dass bereits heute viele Lüftungshersteller eine bedarfsgeführte Regelung ihrer Anlagen standardmäßig anbieten. Auch die Möglichkeit einer Ferndiagnostik findet sich bei wohnungsweisen Lüftungsanlagen immer verbreiteter. Allerdings haben jene Komponenten zum einen höhere Gerätepreise zur Folge und zum anderen stellen sich bei dem Thema der Ferndiagnostik rechtliche Fragen bezüglich des Datenschutzes bei der Übermittlung und Auswertung der gewonnenen Daten.

Einige Hersteller setzten für eine detaillierte Regelung ihrer Lüftungsanlagen bereits die Nutzung von herstellerspezifischen Applikationen („Apps“) voraus, was insbesondere bei einer vielfältigen und ständig wechselnden Mieterstruktur für die Bedienung eines Gerätes einen organisatorisch viel zu komplizierten Weg für die Wohnungswirtschaft darstellt.

Im Bereich des allgemeinen Dienstleistungssektors für Wartung und Inspektionen in der Wohnungswirtschaft spielt das Thema Lüftungstechnik bis dato eine untergeordnete Rolle.

Serviceverträge werden seitens der Wohnungswirtschaft heute im Allgemeinen mit den ausführenden Firmen oder mit den Herstellern direkt in Anspruch genommen. Die Beauftragung von gewerkeübergreifendem Fachpersonal, welches die unterschiedlichsten Wartungs- und Inspektionsaufgaben sachgerecht ausführen kann, ist derzeit mangels Marktangeboten nicht möglich.

4. RÜCKKOPPLUNG ZU DEN AKTEUREN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die Wartung und Inspektion von Lüftungsanlagen wird bei derzeitiger Sachlage seitens der Wohnungswirtschaft als eines der größten Probleme im Bereich der Einbettung in ihre vorhandenen Organisationsstrukturen und damit einhergehender Betriebskosten empfunden. Es werden sowohl rechtsverbindliche Rahmenbedingungen für Mindestanforderungen an Wartungszyklen („4.3 Recht“ auf Seite 166), als auch fehlende einheitliche Aussagen der Hersteller bemängelt.

Die Wohnungswirtschaft formuliert klare Anforderungen, die aus ihrer Sicht für einen flächendeckenden Einsatz von Lüftungsgeräten innerhalb eines Sanierungsvorhabens erfüllt sein müssen.

Dazu gehört unter anderem, dass maximal zwei Zugänge zu Nutzereinheiten pro Jahr aus organisatorischer Sicht möglich seien, sowohl für die Mieter als auch für die Wohnungswirtschaft.

Außerdem müsse sichergestellt sein, dass die Betriebskosten für die Mieter mindestens durch die Heizkosteneinsparung durch die in den Lüftungsanlagen befindliche Wärmerückgewinnung wirtschaftlich getragen werden können.

4.2 INDUSTRIE

Die Lüftungsindustrie sieht sich im Spannungsfeld zwischen den hohen Anforderungen aus der rechtlich verbindlich einzuhaltenden VDI 6022 auf der einen Seite und dem Kundenwunsch einer wartungs- und betriebskostenarmen Technik.

Unter den Bedingungen des Marktsegmentes im Segment der Eigenheime sieht sie sich aufgrund der Eigenverantwortlichkeiten jener Besitzer aufgrund der Betreiberpflicht gut aufgestellt und bietet den Kunden eine Infrastruktur mit Wartungskomponenten sowie Wartungsservice an.

Für eine erfolgreiche Adaption auf die Wohnungswirtschaft bemängelt sie in erster Linie eine fehlende Investitionsbereitschaft der Wohnungswirtschaft.

Bei einigen Akteuren erkennt man eine Entwicklung hin zu einem einfacheren Geräteaufbau mit dem Ziel, den Filterwechsel so einfach zu gestalten, dass auch in dem breit gefächerten Klientel einer Mieterstruktur, der Endkunde in der Lage sein soll, den Filterwechsel selbst durchzuführen.

Technische Lösungen, bei denen ein Zutritt zur Nutzereinheit für die Wartung von wohnungs-oder raumweisen Geräten nicht mehr nötig wird, lassen sich zurzeit nicht erkennen.

4.3 RECHT

In der [DIN 1946−6:2009−05] und insbesondere in der VDI 6022 - Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte [VDI 6002 Blatt 1. ff] finden sich verbindliche Mindestanforderungen für die Wartung und Inspektion von Lüftungsanlagen.

Nach Einschätzung aus der Rechtsexpertise von Herrn Rechtsanwalt Holger Kues (siehe AP01 - Recht) sind beide Regelwerke rechtlich betrachtet durch den Status als allgemein anerkannte Regel der Technik rechtsverbindlich anzuwenden.

Diese Einschätzung wird bis heute von vielen Akteuren der Industrie nicht geteilt. Der Grund dafür ist vor allem in den hohen Anforderungen an Komponenten und Wartungszyklen der VDI 6022 zu finden. Jene Richtlinie wurde in erster Linie für größere Lüftungsanlagen konzipiert, welche in den meisten Fällen in Nichtwohngebäuden zu finden sind. Für Wohnungslüftungsanlagen werden diese Anforderungen seitens der Lüftungsindustrie und der Wohnungswirtschaft als unverhältnismäßig empfunden.

Aktuell befindet sich die [VDI 6022 Blatt 1. ff] in der Überarbeitung. Es wird erwartet, dass die Neufassung mit den Belangen der [DIN 1946−6:2009−05] abgestimmt und speziell auch auf kleinere raumlufttechnische Anlagen wie z. B. kontrollierte Wohnungslüftungsanlagen näher eingehen wird.

5. PRAXISERFAHRUNGEN

5.1 WARTUNG ALS EINER DER GRÖSSTEN HEMMNISFAKTOREN FÜR LÜFTUNGSTECHNIK IN DER WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde die Erfahrung gemacht, dass es bei den Herstellern der Lüftungstechnik unterschiedliche Mindestanforderungen an Wartungszyklen für Garantiebedingungen gibt. Außerdem wurde in Planungsgesprächen des Öfteren eine Diskrepanz zwischen den Aussagen der Herstellervertreter und der in den jeweiligen Portfolios der Hersteller schriftlich festgehaltenen Anforderungen hinsichtlich des notwendigen Filterwechsels deutlich. Laut Aussage der Industrievertreter lässt sich ein Missverhältnis zwischen der theoretischen und realen Nachfrage im Marktsegment der Filter erkennen, was den Schluss zulässt, dass den Endkunden die Wichtigkeit der Wartung nicht ausreichend vermittelt wird. Es konnte in Planungsgesprächen mit einigen Herstellern der Eindruck gewonnen werden, dass der Zustand des Desinteresses an Filtern insofern wohlwollend interpretiert wird, als spiele das Thema Wartung im Bereich der Lüftungstechnik in der Praxis eine untergeordnete Rolle.

Dieser Eindruck wurde in der Einschätzung seitens der Hygiene-Expertise insofern bestätigt, als dass des Öfteren die Einhaltung der VDI 6022 der Hersteller im Bereich der eingesetzten Komponenten und formulierten Anforderungen an Wartungszyklen bemängelt wurde.

Dieser Umstand hatte eine Verunsicherung der Wohnungswirtschaft bei der Einschätzung der Anforderungen für die Wartung von Lüftungsanlagen zur Folge.

Hier wurde erkannt, dass die von einigen Herstellern mündlich zugesicherten maximal notwenigen Wartungszyklen vor einer rechtlichen Prüfung im Schadensfall keinen Bestand gehabt hätten.

Diese Einschätzung wurde seitens der Rechtsexpertise (siehe AP01 - Recht) bestätigt.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Für die Wohnungswirtschaft stellt der regelmäßige Wartungszyklus von 2–6 Monaten in Verbindung mit einem notwendigen Zutritt zu den Wohnungen einen organisatorisch und wirtschaftlich nicht zu tragenden Aufwand dar. Dieser Umstand hat zur Konsequenz, dass die Wartung zu einem der größten Hemmnis-Faktoren für einen flächendeckenden Einsatz von Lüftungstechnik in der Wohnungswirtschaft empfunden wird.

Die Lüftungsindustrie findet sich in einem Spagat zwischen den hohen Anforderungen aus der rechtlich verbindlich einzuhaltenden VDI 6022 auf der einen Seite und den Kundenwunsch einer wartungs- und betriebskostenarmen Technik wieder.

Dessen ungeachtet lässt sich der Eindruck gewinnen, dass der Innovationsdruck für die Lüftungsindustrie, Konzepte und technische Lösungen für die Wohnungswirtschaft zu entwickeln, zurzeit eher gering ausfällt. Die Ursachen sind auf der einen Seite in einem begrenzten Investitionsspielraum der Wohnungswirtschaft im betrachteten Marksegment und auf der anderen Seite in der durch den derzeitigen Bauboom resultierenden hohen Nachfrage im Bereich der Eigenheime zu vermuten.

Die in diesem Kapitel aufgezeigten Verbesserungspotenziale bzw. Lösungsansätze für einen Wartungszugriff außerhalb der Nutzereinheit sind mit einem hohen individuellen Planungs- und damit Kostenaufwand verbunden und dienen so aus Sicht der Wohnungswirtschaft nicht für einen flächendeckenden Einsatz.

Eine Chance, die Betriebskosten für die Wartung zu senken, bestünde in der technischen Vereinfachung des Filterwechsels und der damit verbundenen Möglichkeit, die Mieter mittels Mietvertrag bei Neueinzug

in die Pflicht zu nehmen. Nach Einschätzung der Rechtsexpertise wäre jener Weg bei einer einfachen Handhabung rechtlich tragbar.

Solange die offenen Fragen der durch Material und Wartungspersonal verursachten hohen Kosten nicht insofern gelöst werden, als das die durch die Wärmerückgewinnung eingesparten Heizkosten die Betriebskosten decken, wird der organisatorische und betriebswirtschaftliche Aufwand der Wartung noch eine längere Zeit ein großes Hemmnis für die Wohnungswirtschaft darstellen, im Zuge einer Sanierung die Lüftungstechnik flächendeckend einzusetzen.

AP12 GEBÄUDEINTEGRATION

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

PLANUNGSAUFWAND, MONTAGEFREUNDLICHKEIT UND FEHLERTOLERANZ

Wie fehlerträchtig bzw. fehlertolerant die Montage einzelner Systeme ist und wie dies bereits in der Planung berücksichtigt werden kann, erscheint den Verfassern, vor dem Hintergrund allgemein eher abnehmender und oft schwierig zu überwachender Ausführungsqualität, die entscheidende Frage hinsichtlich der Wirkungseffektivität von Lüftungsanlagen zu sein. Im Rahmen des Projektes sollte dies für die unterschiedlichen Konzepte strukturiert untersucht und transparent gemacht werden, sodass die Erkenntnisse zukünftig als wichtige Faktoren bei der Entscheidungsfindung bzw. Systemwahl fundiert mit einfließen können.

GEWERKESCHNITTSTELLEN

Nach Auffassung der Verfasser ist es angesichts der von [Greml et al., 2004] bemängelten Ausbildungsdefizite im Rahmen des Forschungsprojekts sinnvoll ggf. gemeinsam mit Lüftungsanlagenherstellern und Handwerksverbänden zu untersuchen, wie eine sinnvolle und wirtschaftliche Arbeitsteilung aussehen kann.

MONTAGE BEI DURCHGEHENDER BEWOHNUNG

Den Verfassern erscheint es aufgrund der Vorteile hinsichtlich der Montage und auch der Tatsache, dass (nicht brennbare Leitungen vorausgesetzt) prinzipiell die Möglichkeit bestünde Brandschutzklappen an zentraler Stelle anzuordnen, lohnenswert, den Ansatz der Leitungsverlegung in der Fassade näher zu untersuchen und zu recherchieren, ob es bereits Entwicklungen in diese Richtung für zentrale Anlagen in Mehrfamilienhäusern gibt.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Im Rahmen des Forschungsprojekts soll gemeinsam mit den beteiligten Lüftungsunternehmen und unter Hinzuziehung von Akteuren aus dem Bereich des Handwerks in einem Workshop Verbesserungspotentiale bestehender Lüftungsanlagen hinsichtlich der Themen Platzbedarf, Planungsaufwand, Montagefreundlichkeit, Wartungsfreundlichkeit, Fehlertoleranz und Gewerkeschnittstellen aufgezeigt werden. Die Ergebnisse fließen in die Umsetzung der musterhaften Lösungen mit ein und können dort direkt validiert werden. Eine Übernahme in die weitere Produktentwicklung der Gerätehersteller sowie der Schulung des Handwerks ist ebenso möglich.

DEFINITION VON ARBEITSSCHRITTEN

- Erarbeitung von Lösungen zur Gebäudeintegration
- Ausarbeitung eines Workshopkonzepts
- Planung eines Workshops zu o. g. Themen
- Dokumentation und Aufbereitung der Workshopergebnisse

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Abweichend von der bisherigen Festlegung, das Arbeitspaket auf Basis eines Workshops zu erarbeiten, soll nun auf Grundlage der zahlreichen Erkenntnisse aus anderen durchgeführten Workshops, Gesprächen und Herstellerinformationen mit Bezug auf die realisierten Pilotprojekte eine Übersicht über die speziellen Themen geschaffen werden, mit denen man bei der Integration in den Wohnungsbestand konfrontiert wird.

2. FACHEXPERTISE

Siehe „12. Anhang: Expertise zum AP12 – Gebäudeintegration“ auf Seite 575

3. ANWENDUNG IM RAHMEN DES FORSCHUNGSPROJEKTES

Bereits im Jahr 2004 wurde das [PH-Institut Protokollband Nr. 30 - Lüftung bei Bestandssanierung: Lösungsvarianten] veröffentlicht, in dem die Aspekte der Gebäudeintegration durch Herrn Dr.-Ing. Rainer Pfluger detailliert beschrieben wurden. Auf die einzelnen Themenschwerpunkte seiner Ausarbeitung wurde bereits im Bericht 1 dieses Forschungsprojektes explizit eingegangen. Ergänzend dazu sind in Kapitel 1 dieses Themenpakets weitere Aspekte und Schwerpunkte hinsichtlich der Gebäudeintegration von kontrollierten Wohnungslüftungsanlagen im Bestand aufgeführt, die stellenweise aufzeigen, dass sich einige der bereits vor über zehn Jahren thematisierten Punkte nach wie vor bestätigen und unverändert in der Praxis vorgefunden werden können.

Das Forschungsprojekt richtet seinen Fokus auf den vorhandenen Wohnungsbestand, der aufgrund seiner flächenmäßig relativ kleinen Wohneinheiten nur geringe Eingriffe in die Grundriss- und Raumsituation erlaubt und einen sehr eingeschränkten Toleranzbereich für Differenzen zwischen Planung und Ausführung aufweist. Vor dem Hintergrund dieser Typologie, die im Bestand jedoch einen großen Anteil der Gebäude bildet, müssen die aufgeführten system- und ausführungsspezifischen Erschwernisse aufmerksamer betrachtet und strenger bewertet werden. Daher wurden im Rahmen des Forschungsprojektes mehrere Lüftungssysteme in bestehende Wohnungen mit verschiedenen Größen und Anforderungen eingebaut, wobei der Prozess in Zusammenarbeit mit verschiedenen Wohnbaugesellschaften realisiert, dokumentiert und ausgewertet wurde. Der Prozess umfasste dabei

- die Informationsgespräche, in denen die Lüftungssysteme seitens der Hersteller vorgestellt und hinsichtlich ihrer Eignung bewertet wurden,
- die Planungsphase inkl. Begehung der Objekte und dem Erfassen des teilweise sehr individuellen IST-Zustands,
- die Einbauphase mit den ausführungs- und gewerkespezifischen Erschwernissen
- und die Betriebsphase, in der sich zum Teil Planungs- und Ausführungsfehler für den Mieter bemerkbar machten.

Daher wird die Besonderheit der vorliegenden Forschungsarbeit darin gesehen, dass die zuvor definierten Probleme in Bezug auf die Gebäudeintegration innerhalb dieses Prozesses weitestgehend realitätsnah erfasst und spezifiziert werden konnten. Es wurde angestrebt, den bekannten Problemen im Rahmen der Realisierung von vornherein vorzubeugen, sie zu regulieren und möglichst rechtzeitig auf sie zu reagieren. Weiterhin wurden die gebäudeintegrativen Aspekte sowie deren vorhandenen oder auch

fehlenden Lösungen im Rahmen von Workshops und Diskussionsrunden aus den unterschiedlichen Blickwinkeln der beteiligten Firmen- und Personengruppen betrachtet, um gemeinsam mögliche Handlungsempfehlungen erarbeiten zu können. Die Erfahrungen, Erkenntnisse und Ergebnisse hieraus können den nachfolgenden Abschnitten entnommen werden.

4. RÜCKKOPPLUNG PROJEKTBETEILIGTE

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Eine weitgehend problemlose Gebäudeintegration ist für die Wohnungswirtschaft das wesentliche Entscheidungskriterium für die Durchsetzbarkeit von Lüftungsanlagen in den Bestandsgebäuden. Je schwieriger die Gebäudeintegration zu bewältigen ist, desto mehr personeller und finanzieller Aufwand muss seitens der Wohnungswirtschaft in Vorbereitung, Auswahl, Planung, Ausschreibung, Ausführung und Wartung der Lüftungsanlage investiert werden und desto größer ist die Belastung für den Mieter. Serielle Musterlösungen, die flächendeckend mit geringfügigen Abweichungen im Einzelfall und aus einer Hand umgesetzt werden, wären hier die Zielvorstellung, allerdings aufgrund der Unabwägbarkeiten im Bestand kaum zu realisieren. Die wichtigsten Punkte, die eine einzubauende Lüftungsanlage aufweisen muss, wurden durch unterschiedliche Wohnbaugesellschaften wie folgt benannt:

- die Kernbohrungen in den Außenwänden sollen einen Durchmesser von max. 200 mm nicht überschreiten, da ansonsten ein Statiker beauftragt werden muss,
- der Durchmesser der in Innenwänden herzustellenden Kernbohrungen sollte max. 100 mm betragen,
- der Verkabelungsaufwand für die Anbindung an das vorhandene Stromnetz der Wohnung soll möglichst gering ausfallen, damit keine Schlitzarbeiten durchgeführt werden müssen und die wenigen, erforderlichen Kabelkanäle für den Mieter keine Beeinträchtigung darstellen,
- Mietfläche und Stellfläche sollen durch das Lüftungsgerät möglichst wenig beeinflusst werden,
- der Einbau soll möglichst schnell und sauber ablaufen,
- die Lüftungsgeräte inkl. der erforderlichen Komponenten sollen in die flächenmäßig eingeschränkten Abstellräumen zu integrieren sein, hierbei ist freigestellt, ob die Anlage decken- oder wandhängend vorgesehen wird, favorisiert wird jedoch eine deckenhängende Montage, um die Stell- und Wandflächen noch vollständig nutzen zu können,
- der Flur steht nur für eine deckenhängende Montage als alternativer Montageort zur Verfügung, wenn die daraus resultierende Abhanghöhe der dann aus gestalterischen Gründen erforderlichen Gipskartondeckenplatte max. 15 cm beträgt, sodass bei einer üblichen lichten Raumhöhe im Bestand von 2,50 m eine Höhe von min. 2,35 m verbleibt,
- da die Mehrzahl der Wohnungen zum Zeitpunkt von Modernisierungen vermietet sind, sollen die Einschränkungen der Nutzung möglichst gering gehalten werden,
- um Aufwand und Kosten für Folgegewerke zu verringern wird durch die ausführenden Unternehmen eine beschädigungsarme Ausführung verlangt,
- die Wartung der Geräte soll max. zwei Mal im Jahr, besser nur einmal pro Jahr erforderlich werden,
- das Gerät soll möglichst effizient arbeiten, um die Stromkosten für den Betrieb zu minimieren.

Leider lässt sich feststellen, dass die auf dem Markt befindlichen Geräte diese Anforderungen in Gänze nie erfüllen und in Bezug auf Bestandsgebäude noch hohe Potenziale zur Optimierung von Anlagen und der Verbesserung der Ausführung vorhanden sind. Derzeit scheinbar unvermeidliche Beschädigungen an der Gebäudesubstanz oder gestalterisch nicht zufriedenstellende bauliche Aufwendungen zur Integration einer Wohnungslüftungsanlage werden durch den Mieter als Eingriff am persönlichen „Zuhause“ wahrgenommen. Somit ist vor, während und nach der Einbauphase ein erhöhter personeller Aufwand zur Betreuung der Mieter seitens der Wohnungswirtschaft erforderlich. Diese Kapazitäten sind also zusätzlich

zu den zeitlichen Aufwendungen zur Lösung bestandsspezifischer Einbauprobleme im bewohnten Zustand zu berücksichtigen und einzuplanen.

Weiterhin sollen nach Ansicht der Wohnungswirtschaft keine Leistungen von Fachplanern für den Einbau von Wohnungslüftungsanlagen erforderlich sein, da man der Meinung ist, dass die Konzeptionierung und das Erstellen von Verlegeplänen in ausreichender Form durch die jeweiligen Anlagenhersteller vorgelegt werden und die Bauleiter der Objekte ausreichend Erfahrung mit Maßnahmen im bewohnten Bestand aufweisen können, um den Einbau zu dirigieren. Allerdings erweist sich die Umsetzung trotzdem als problematisch, da i. d.R. unterschiedliche Bauleiter für verschiedene Siedlungen zuständig sind und alle in das Thema der kontrollierten Wohnungslüftung mit WRG eingeführt und intensiv geschult werden müssen, zumal erhöhte Aufwendungen in nahezu allen Räumen einer Wohnung anfallen, die eine besondere Sensibilität im Umgang mit dem Bestand und dem Mieter erfordern und zugleich voraussetzen, dass eine Vielzahl verschiedener Gewerke aufeinander abgestimmt werden müssen. Variiert dann noch von Objekt zu Objekt das Lüftungssystem und/oder der Anlagenhersteller, muss der Bauleiter ein versiertes Verständnis für die Thematik aufweisen. Daher kann nicht vorausgesetzt werden, dass jegliche Planerleistung durch den beauftragten Hersteller oder den Bauleiter aus eigenem Hause erfüllt werden kann, zumal herstellerseitig jegliche Haftung für eine Planung in der Regel ausgeschlossen wird.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass zum aktuellen Zeitpunkt der personelle und finanzielle Mehraufwand, der seitens der Wohnungswirtschaft zum problemlosen Einbringen einer Wohnungslüftungsanlage in den bewohnten Gebäudebestand aufgebracht werden muss, jegliche Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit überschreitet. Hier wartet die Wohnungswirtschaft noch auf passende und wirtschaftliche technische Möglichkeiten und eine Reduktion der zu erbringenden, vermieterseitigen Leistungen. Bis dahin bleibt tendenziell die Favorisierung des Einbaus von dezentralen raumweisen Lüftungsgeräten in einzelnen Räumen mit erhöhter Schimmelgefahr, da in diesem Zusammenhang die benannten Mehraufwendungen noch am geringsten anfallen und der bauliche Eingriff in die Substanz gering ausfällt.

4.2 INDUSTRIE

Im Rahmen des Forschungsprojekts hat sich die Einschätzung durchgesetzt, dass sowohl die bereits auf dem Markt befindlichen Produkte als auch die Forschungs- und Entwicklungsbemühungen der Industrie sich in vielen Punkten nicht mit den tatsächlichen Anforderungen der Wohnungswirtschaft insbesondere bei der Bestandssanierung decken. Nach Auffassung der Industrie liegt dies vor allem an den erhöhten Anforderungen, insbesondere in Bestandswohnungen mit geringer Flexibilität und reduziertem Flächenangebot. Während im Neubau von vornherein ausreichend technische Fläche eingeplant und Aufwendungen zum Integrieren der erforderlichen Komponenten einkalkuliert werden, müssen Lüftungsanlagen für die Wohnungswirtschaft möglichst klein, leise, effizient, hygienisch, flexibel im Einbau und für den normgerechten Betrieb geeignet sein. Da selbst funktionierende Technologien durch die mangelhafte Handhabung seitens der Installateure problembehaftet sein können, ist es nicht ausreichend, dass bestimmte, bestandsspezifische Probleme erkannt und gelöst werden, sondern es ist zusätzlich noch eine ausreichende Fehlertoleranz einzuplanen. Dies ist nach Meinung der Industrie nicht zu bewältigen, da gleichzeitig durch die Wohnungswirtschaft auch noch ein sehr kleiner Kostenrahmen vorgegeben wird.

Beim Einbau der Anlagen in die Pilotprojekte wurde deutlich, dass Einbauaspekte, wie etwa Geräteabmessungen, oder alternative Möglichkeiten zur Integration in bzw. oberhalb von Küchenzeilen, oder aber der Platzbedarf für die zugehörigen Komponenten, in der Produktentwicklung bereits thematisiert, jedoch nicht weiter optimiert wurden. Vor Ort führte das dazu, dass die Herstellervertreter, die mehrheitlich ihr Interesse an einem zufriedenstellenden Ergebnis betonten, einen erhöhten Aufwand hatten, um Montageprobleme zu lösen, die vermutlich in einer Vielzahl von Bestandsgebäuden auftauchen und eigentlich einer seriellen Lösung bedürfen.

Insgesamt besteht zum aktuellen Zeitpunkt der Konflikt, dass die Wohnungswirtschaft nach geeigneten Lösungen für den Bestand sucht, aber diese im Portfolio der Lüftungsindustrie nicht findet. Die Lüftungsindustrie benötigt jedoch die bestandsspezifischen Erfahrungen in puncto Planung und Einbau, um für die dadurch erkannten Problempunkte detaillierte Lösungen zu entwickeln und entsprechende Forschungsfelder zu erarbeiten. Bei fehlender Nachfrage jedoch rentiert sich die Auseinandersetzung mit

den speziellen Schwierigkeiten des Bestands nicht. Es entsteht ein Teufelskreis, der bei unveränderter Haltung der Beteiligten nicht unterbrochen werden kann.

4.3 MIETER

Allgemein dominiert die Meinung, dass die Mieterschaft in Zusammenhang mit den ungelösten Einbauthemen die leidtragende Gruppe darstellt. Sie hat in der Regel kein explizites Mitspracherecht bei der Entscheidung zum Einbau einer Wohnungslüftungsanlage, sofern keine begründete und nicht zu tragende Härte vorliegt, muss sich allerdings mit jeglichen Erschwernissen, die aus dem Einbau resultieren, auseinandersetzen. So reduziert sich unter Umständen die Fläche einer ohnehin kleinen Wohnung durch das einzubringende Lüftungsgerät und die persönlichen Räume werden mit Abkofferungen und Kabelkanälen versehen, was oftmals als erheblicher Eingriff in die Privatsphäre bewertet wird. Zudem erwartet den Mieter eine Einbauphase, während der seine Präsenz zuhause erforderlich wird und er Staub, Schmutz und Lärm sowie die Anwesenheit von fremden Handwerkern in allen Räumen seiner Wohnung dulden muss. Für ihn ist es schwer bis nicht möglich, den betriebenen Aufwand nachzuvollziehen, um eine Wohnung zu belüften, die er ohnehin durch regelmäßiges Fensteröffnen mit frischer Luft versorgt hat. Ähnliche Umstände werden beispielsweise in Zusammenhang mit einer Badezimmermodernisierung i. d. R. ohne Protest in Kauf genommen, da im Anschluss eine optische Aufwertung der Wohnung zu verzeichnen ist. In Bezug auf die Wohnungslüftungsanlage hingegen dominieren die baulichen Verschlechterungen das Meinungsbild. Der Vorteil, einer dadurch rund um die Uhr ohne eigenen Einsatz gewährleisteten hygienischen Raumluft und gesunde Wohnverhältnisse, wird oftmals nicht als ausreichende Kompensation bewertet.

5. PRAXISERFAHRUNG

5.1 PILOTPROJEKTE: DEZENTRALE RAUMWEISE LÜFTUNGSGERÄTE

Bei den im folgenden Abschnitt vorgestellten, realisierten Projekten handelt es sich um einzelne Räume, die mit Lüftungsgeräten mit Zu- und Abluft sowie WRG ausgestattet werden. Die Geräte sind von zwei unterschiedlichen Herstellern zur Verfügung gestellt worden. Während eines die Zu- und Abluft parallel über zwei separate Kanäle und einen Wärmetauscher führt, arbeitet das andere im Push-Pull-Betrieb und ist ebenfalls mit einem Wärmetauscher versehen. Die Abmessungen der Geräte und die erforderlichen Durchmesser für die Kernbohrungen sind in nachfolgender Tabelle vergleichend aufgeführt:

Abmessungen	LA-R 1	LA-R 3
Länge	690 mm	300 mm
Breite	618 mm	300 mm
Höhe bzw. Tiefe	185 mm	50 mm
Durchmesser Kernbohrung	80 mm	180 mm

ABBILDUNG 66: exemplarische Benennung von Abmessungen dezentral-raumweiser Anlagen sowie erforderlicher Kernbohrungen

5.1.1 JOSEFSTRASSE, MARL

Bei den Pilotprojekten an diesem Standort war der vorrangige Wunsch der Wohnbaugesellschaft der Einbau von Lüftungsgeräten zur Prävention einer Schimmelpilzbildung in erfahrungsgemäß hierfür anfälligen Räumen wie z. B. Schlafzimmern.

Die seitens der Wohnbaugesellschaft geäußerten Kriterien hinsichtlich der Gebäudeintegration zur Auswahl der geeigneten Lüftungsgeräte decken sich mit den Angaben in Abschnitt 3.1.

Insbesondere das Kriterium des geringen Kernbohrungsdurchmessers führte zu einer weitgehenden Reduktion der Anzahl möglicher Hersteller. Das infrage kommende Gerät des verbleibenden Herstellers wurde in insgesamt neun Räumen von fünf Wohnungen eingebaut. Alle Objekte wurden im Vorfeld seitens der Wohnbaugesellschaft und einem Mitarbeiter der Herstellerfirma gemeinsam begangen, um den optimalen Montageort für das wandhängende Gerät auszuwählen. Entscheidend dabei war, dass zusätzlich zu der erforderlichen, freien Wandfläche ein seitlicher lichter Abstand von 1,0 m zur Raumecke oder zu Möblierungen verbleiben musste. Weiterhin waren eine Steckdose in der Nähe des Montageortes und eine freie Fläche von 1,50 m x 1,50 m für die Aufstellung des Dreibein-Stativs zur Herstellung der Kernbohrungen erforderlich. Wäre die Ausführung im Zuge einer vollständigen energetischen Sanierung erfolgt, hätten die Kernbohrungen auch außenseitig vom Gerüst hergestellt werden können, was den Aufwand und den Schmutzeintrag verringert hätte.

HAUSNUMMER 81

Die erforderlichen Kernbohrungen DN 80 wurden durch eine Spezialfirma ohne nennenswerten Aufwand im Trockenverfahren hergestellt, wobei eine Absaugung den anfallenden Staub im Wesentlichen auffing. Wie bereits in Abschnitt 1.1.2 erläutert ist die Entstehung und Verteilung von Feinstaub im Raum nicht gänzlich zu vermeiden. Die Lärmbelastung fiel äußerst gering aus. Die Spezialfirma für Kernbohrungen übernahm im Anschluss auch die weiteren erforderlichen Arbeiten zur Montage des Lüftungsgerätes und den Anschluss an die nächstliegende Steckdose. Hierfür wurden herstellerseitig 2,5–5,0 m Elektrokabel mitgeliefert, deren überschüssiger Teil im Gerät verbleiben konnte. Das ELT-Kabel wurde in einem Aufputz-Kabelkanal verlegt. Insgesamt umfassten die Arbeiten ca. 1h 45min pro Gerät. Zum Schluss wurde das Gerät durch den anwesenden Herstellervertreter in Betrieb genommen und es erfolgte die Einweisung der Mieter in die Funktionsweise und Bedienung.

HAUSNUMMER 83

In dem Schlafraum dieser Wohnung musste das Gerät an einer Wand montiert werden, die nicht ausreichend dimensioniert ist, um nach der Montage des Gerätes den erforderlichen lichten Abstand von 1,0 m zur Raumecke aufzuweisen. Hier verblieben lediglich 20 cm, was für die Durchströmung des Raumes durch alle Beteiligten als ungünstig angesehen, jedoch als nicht anders lösbar bewertet wurde. Zum Aufstellen des Dreibein-Stativs und Herstellen der Kernbohrungen musste eine Schrankwand abgebaut werden, da ansonsten der erforderliche Arbeitsraum von 1,50 m x 1,50 m nicht zur Verfügung stand. Die zuvor beschriebenen Montageschritte ohne Berücksichtigung des Schrankabbaus umfassten ca. 1h, da die Spezialfirma nun bereits erfahrener mit den technischen Erfordernissen und Arbeitsschritten war.

Bei den montierten Geräten handelte es sich zunächst um ein Vorgängermodell des eigentlich vorgesehenen Prototypen, dessen werksseitige Fertigstellung sich verzögerte. Es wurde vereinbart, dass die Geräte ausgetauscht werden, sobald der Prototyp funktionsfähig und verfügbar ist. Hieraus resultierte bei letztgenanntem Objekt, dass der Mieter zwischenzeitlich die Kabelkanäle tapeziert hatte, da er mit deren Erscheinungsbild unzufrieden war, und der ansonsten unproblematische Austausch durch die erschwerte Zugänglichkeit der Elektrokabel behindert wurde.

5.1.2 EMIL-NOHL-STR. 15, REMSCHEID

Im benannten Pilotprojekt wurde ursprünglich davon ausgegangen, dass drei übereinander liegende Wohneinheiten mit dem gleichen System ausgestattet werden. Hiervon waren zwei Wohnungen bewohnt und eine Wohnung leerstehend. Die Vorab-Planung des Herstellers sah vor, dass im dem Wohn- und

Esszimmer je zwei und in den jeweils zwei Schlafzimmern der Wohnungen je ein Gerät vorzusehen sind. Eine Abluftanlage sollte im Badezimmer deckenunterseitig montiert werden und die verbrauchte Luft von dort und aus der Küche abführen.

Um die Aufwendungen zur Leitungsverlegung, die für die Kopplung von jeweils zwei Lüftungsgeräten einer Wohneinheit mit einem Steuerungsmodul erforderlich sind, möglichst gering und für die Bewohner weitestgehend staubfrei zu halten, wurde vorgesehen, im Rahmen der zeitgleich durchgeführten Fassadensanierung die Leitungen auf die Außenseite der Wand zu verziehen und unterhalb der anschließend neu aufzubringenden Fassadendämmung zu verlegen. Hierfür wurden neben der üblicherweise erforderlichen Kernbohrung pro Gerät zusätzlich noch eine Bohrung mit kleinem Durchmesser erforderlich, durch welche das entsprechende Kabel nach außen gefädelt wurde (s. herstellerseitige Skizze, nachfolgende Abbildung). Weiterhin wurde ein in Gerätenähe befindlicher Stromanschluss benötigt.

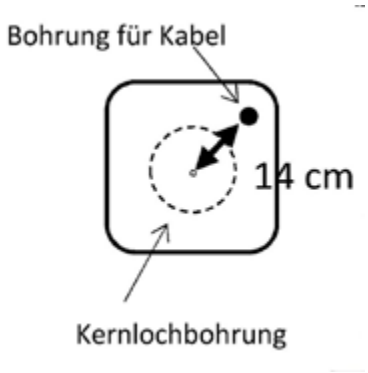


ABBILDUNG 67: Prinzipskizze zur Anordnung der Kernbohrungen

Auch hier wurden alle Wohnungen vorab durch die Wohnbaugesellschaft und den Herstellervertreter besichtigt. Auch in diesem Fall richtete sich der Fokus bei der Begehung wie zuvor auf mögliche Montageorte an freien Wandflächen, welche ausreichend Platz für die recht kompakten Geräteabmessungen von 0,3 m x 0,3 m und den erforderlichen Mindestabstand zu den Raumecken von 0,6–1,0 m, gemessen ab der mittig erforderlichen Kernbohrung DN 180, sowie zur Decke von 0,4 m aufweisen mussten. Weiterhin war es zusätzlich wichtig, dem Wunsch der Wohnbaugesellschaft nachzukommen, die außenseitig sichtbaren Lüftungsgitter der übereinander liegenden Wohnungen aus gestalterischen Gründen möglichst vertikal fluchtend anzubringen. Hierfür war insbesondere die Erfassung der unterschiedlichen Möblierung in den einzelnen Wohnungen erforderlich, die bei der Anordnung der Geräte, abgebildet in der Vorplanung des Herstellers (Abbildung 68 auf Seite 176), zugrunde gelegt wurde. Nachdem die Wohnbaugesellschaft die Anzahl der mit Lüftungsgeräten auszustattenden Wohnungen drastisch reduzierte, verblieb lediglich die leerstehende Wohnung zur Ausstattung mit dem vorgesehenen System. Die Positionen der Lüftungsgeräte wurden wie geplant belassen, die Bestimmung der Montageorte hätte jedoch bei frühzeitiger Entscheidungsfindung zur Reduktion auf die leerstehende Wohnung einen geringeren Planungsaufwand bedeutet und hätte vermutlich sogar ohne örtliche Besichtigung durchgeführt werden können.

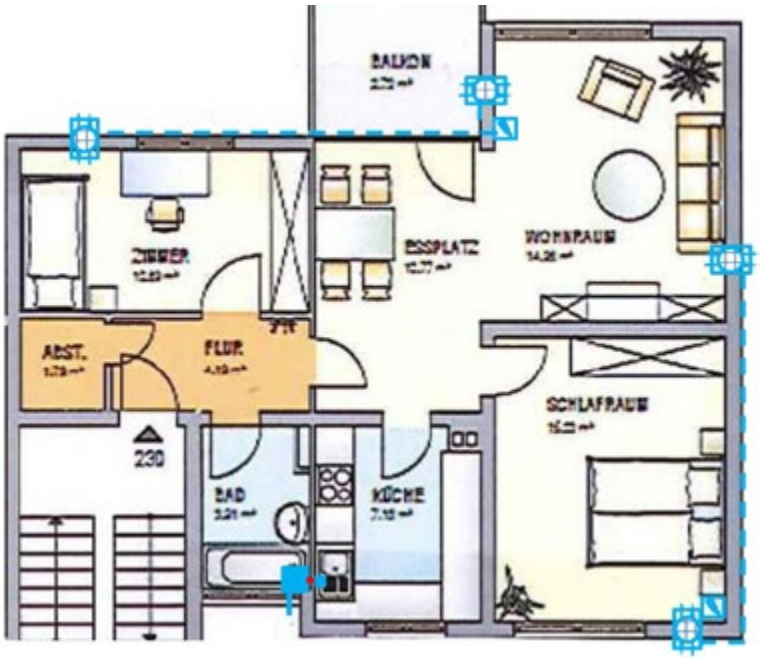


ABBILDUNG 68: Verlegeplan des Herstellers

Aufgrund des Leerstands der Wohnung ergaben sich bei der Ausführung nur wenige technische Probleme. Nach den erfolgten Demontagearbeiten der Fassade wurden außenseitig die erforderlichen Verkabelungen vorgenommen und die neue Fassadendämmung aufgebracht. Auch die Kernbohrungen wurden anschließend innerhalb kurzer Zeit erstellt. Lediglich im Schlafzimmer wurde dabei eines der außenseitig verlegten Kabel versehentlich durchtrennt, welches sich vermutlich bei den außenseitigen Dämmarbeiten in den Bereich der Kernbohrung verschoben hatte. Da zum elektrischen Anschluss der Geräte jedoch ohnehin noch ein Elektroinstallateur anfahren musste, konnte der Schaden kurzfristig und unkompliziert behoben werden. Bei der Ausführung der raumseitig und Unterputz verlegten Stromkabel zwischen Lüftungsgerät, Steuerelement und Elektroverteilung seitens des im Rahmen der Gesamtmaßnahme beauftragten Rohbauers wurde nicht die hierfür erforderliche Kabelart verwendet, was nach Aussage des Elektroinstallateurs zwar technisch nicht zu Problemen führt, dem Fachmann jedoch Schwierigkeiten bei der Identifikation und Zuordnung bereitet.

Die Montage jedes einzelnen Gerätes in die vorbereiteten Kernbohrungen nahm ca. 15–20 min/Gerät in Anspruch, sodass die Aufenthaltsräume innerhalb kurzer Zeit vollständig ausgestattet waren. Zusätzliche Arbeitszeit war für die Montage der Abluft im Badezimmer erforderlich, so dass für die Wohneinheit eine Gesamt-Montagedauer von ca. einem Tag anzusetzen war.

Weiterhin bestanden Koordinationsprobleme seitens der Bauleitung, da die anfahrenden Auftragnehmer stellenweise nicht ausreichend über den erforderlichen Arbeitsumfang und die terminlichen Abhängigkeiten informiert waren. Die Flexibilität und der Kooperationswillen der Unternehmen verhinderten in diesem Fall eine Ausführungsverzögerung bzw. -verlängerung, die zwar im Kontext des Wohnungsleerstands unproblematisch wäre, im bewohnten Zustand jedoch zu vermeidbaren Beeinträchtigungen bei den Mietern geführt hätte.

5.2 PILOTPROJEKTE: DEZENTRALE WOHNUNGSWEISE LÜFTUNGSANLAGEN

Hinsichtlich der Abmessungen der Lüftungsgeräte lässt sich feststellen, dass diese mittlerweile schon recht kompakt sind, zusammen mit weiteren Komponenten jedoch einen ganzen Wandabschnitt belegen können oder nicht mehr an die Wand der flächenmäßig eingeschränkten Räume passen. Defizite bei den Geometrien sind insbesondere bei deckenhängenden Geräten zu erkennen. Während die Gerätetiefe mit durchschnittlich 29,4 cm für die Wandmontage gut geeignet ist, stellt das gleiche Maß bei einer Deckenmontage, die gem. Herstellerangabe oftmals ebenfalls möglich ist, ein Ausschlusskriterium für Bestandsgebäude

dar. Unter Miteinbeziehung der zusätzlich erforderlichen Konstruktionsmaße der abgehängten Decke resultieren Raumhöhenverluste von ungefähr 35 cm und mehr. Für Wohnungen, bei denen im Bestand in der Regel eine vorhandene Raumhöhe von 2,50 m vorliegt, sind derartige Geräte in deckenhängender Art nicht geeignet.

Die Abmessungen der in den Pilotobjekten installierten, wohnungszentralen Lüftungsgeräte sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen und sollen hierbei einen ungefähren, mittleren Platzbedarf beziffern. Aufgrund des Variantenreichtums auf dem Markt sind die jeweiligen zusätzlich erforderlichen Komponenten hierbei nicht berücksichtigt, es handelt sich lediglich um die Maße der Lüftungsgeräte. Der tatsächliche Platzbedarf für die gesamte Anlage ist unter Berücksichtigung der zusätzlich erforderlichen Komponenten objektspezifisch zu ermitteln.

	Montageart: wandhängend + deckenhängend		
	Länge [mm]	Breite [mm]	Höhe | Tiefe [mm]
LA-W 1	1000	600	205
LA-W 2	680	580	280
LA-W 3	999	594	250
LA-W 4	600	594	422
LA-W 8	790	550	310
Mittelwert	814	584	294

ABBILDUNG 69: Exemplarische Benennung von Abmessungen dezentral-wohnungsweiser Anlagen sowie daraus resultierende Mittelwerte

5.2.1 HEINRICH-HEINE-STR. 4, LEVERKUSEN

Seitens der Wohnbaugesellschaft wurde beschlossen, die in diesem Objekt vorhandenen vier identischen Wohneinheiten mit dezentral-wohnungsweisen Lüftungsanlagen auszustatten. Zeitgleich zum Einbau der Lüftungsanlage sollten die Badezimmer modernisiert und – wie bei dem in Abschnitt 4.1.2 beschriebenen Objekt – eine energetische Fassadensanierung durchgeführt werden. Die Wohnungen verteilen sich auf zwei Geschosse und sind jeweils spiegelsymmetrisch zueinander angeordnet. Von den in jeder Wohnung vorhandenen zwei Abstellräumen wurde der kleinere, an der Treppenhaus- und Wohnungstrennwand befindliche, belassen und der an einer Außenwand angeordnete Abstellraum mit Fenster als Montageort für die Lüftungsgeräte vorgesehen. Auch in diesem Fall wurde seitens der Wohnbaugesellschaft der Wunsch geäußert, die außenseitig an der Fassade zu montierenden Abdeckungen der Außen- und Fortluft jeweils übereinander und in gleichem oder zumindest ähnlichem Erscheinungsbild vorzusehen. Weitere Kriterien, welche mit diversen Herstellern besprochen und deren Einhaltung die Grundlage für die Auswahl der für die Ausführung in Frage kommenden Lüftungsanlagen bildeten, entsprechen der Auflistung in Abschnitt 3.1.

Eine Großzahl der Hersteller konnte bereits die Anforderung an die geforderten, maximalen Abhanghöhen im Flurbereich nicht erfüllen, ein weiteres entscheidendes Kriterium zum Ausschluss waren letztlich auch hier die Größen der erforderlichen Kernbohrungen, insbesondere was jene in den Außenwänden betrifft. Die nach den Vorgesprächen ausgewählten Hersteller fertigten ihre Planungen zunächst auf Grundlage der Grundrisspläne an und glichen diese anschließend im Rahmen einzelner Begehungstermine mit den Gegebenheiten vor Ort ab. Es ist kritisch anzumerken, dass die anschließend dem Fachplanungsbüro der Wohnbaugesellschaft zur Prüfung vorgelegten Verlegeplanungen und Lüftungskonzepte bereits vor der Ausschreibung, für die sie als Grundlage dienten, seitens diesem Büro kaum kontrolliert wurden und folglich fehlerhafte Angaben in den Ausschreibungsunterlagen getätigt wurden. Hinweise des Forschungsteams

hierzu wurden nicht berücksichtigt, da davon ausgegangen wurde, dass jegliche Probleme sich vor Ort zeigen und dort gelöst werden können.

Vor Beginn der Ausführung konnte im Rahmen einer Begehung festgestellt werden, dass die Kernbohrungen in den Außenwänden für die Außen- und Fortluft nicht erforderlich waren, da der über den Fenstern im Abstellraum vorhandene Rollladenkasten demontiert und für den künftigen Zustand auch nicht wieder hergestellt werden musste. Stattdessen konnten die Außen- und Fortluftleitungen an dieser Stelle hindurchgeführt und die Wand inkl. Fassadenaufbau beigearbeitet werden. Ein weiteres, durchgängig vorhandenes und vorher nicht bedachtes Problem war, dass bei den Vor-Ort-Begehungen nicht auf die Aufschlagsrichtung der Fenster im Abstellraum geachtet wurde. Da diese jedoch bereits bestellt waren, mussten einige Hersteller ihre zuvor davon unabhängig aufgestellten Planungen entsprechend anpassen und Änderungen der Bestellungen für die Komponenten veranlassen. Dennoch war ein in Teilen ungeordneter Ablauf bei den angelieferten Lüftungskomponenten nicht mehr zu vermeiden, so dass im Zuge der Ausführung erneut Nachlieferungen erfolgen mussten (s. nachfolgende detaillierte Beschreibung zu den einzelnen Wohnungen).

Während der anschließenden Ausführung stand trotz Hinweis der Wohnbaugesellschaft und des Forschungsprojekt-Teams bei den Kernbohrarbeiten kein ELT-Installateur bereit, um eventuell durchtrennte Kabel schnellstmöglich zu flicken. Dies war nahezu in allen Wohnungen der Fall. Interessant in diesem Zusammenhang ist die Feststellung, dass die Kabel in den identischen Grundrissen der übereinander liegenden Wohneinheiten völlig unterschiedlich und unter keinerlei Bezug zur Norm verlegt wurden, so dass es als völlig unvorhersehbar bewertet werden kann, ob bei den Kernbohrarbeiten Leitungen getroffen werden oder nicht. Vorteilhaft bei diesem Objekt war, dass die Maßnahme in je zwei übereinander angeordneten Wohneinheiten parallel ausgeführt wurde. Daher konnte die Kernbohrfirma auf die zweite Wohnung ausweichen, während der Elektriker die beschädigten Kabel in der ersten Wohnung flickte. Nur hierdurch konnten Verlängerungen der Ausführungszeit vermieden werden, wären jedoch die entsprechende Konsequenz bei einer Einzelmaßnahme ohne Ausweichmöglichkeit gewesen. Ansonsten verlief die Ausführung, bestehend aus der Erstellung der Kernbohrungen innerhalb der Wohneinheiten, dem Montieren der Lüftungsgeräte und der Verlegung der Leitungen problemlos, wobei auffällig war, dass die mit der Geräte- und Leitungsmontage beauftragte HLS-Firma dabei auf die Anwesenheit eines Technikers der jeweiligen Hersteller angewiesen war − hier fehlte vollständig die Erfahrung mit dem Einbau von Lüftungssystemen, besserte sich jedoch mit der Zahl der montierten Anlagen. Die ausführende Firma äußerte, dass die Montage der Lüftungsanlagen keineswegs als selbsterklärend zu bezeichnen ist, auch wenn die Hersteller im Vorfeld damit werben. Des weiteren konnte festgestellt werden, dass trotz Hinweis seitens des Forschungsteams keinerlei akustische Entkopplung der Lüftungskomponenten und -leitungen vom Bauwerk erfolgte, was jedoch unter Zugrundelegung der im „AP07 Schallschutz“ auf Seite 86 ermittelten Messergebnisse glücklicherweise nicht zu Problemen im Schallschutz führte.

Betrachtet man die Bauzeit für die Lüftungsanlagen separat von den teilweise erforderlichen Nacharbeiten und den parallel stattfinden Maßnahmen im Objekt, kann von einer Maßnahmendauer von 1 Woche je ausgestatteter Wohnung ausgegangen werden, was so auch seitens der Bauleitung eingeplant war.

Wohnung EG rechts

Während in der Vorab-Planung eine deckenhängende Montage vorgesehen war, musste bei dem Vor-Ort-Termin festgestellt werden, dass der Platz nicht ausreichte, um die Planung inkl. aller erforderlicher Komponenten so umzusetzen. Es wurde festgelegt, dass die Planung in eine wandhängende Montage geändert wird, dennoch war der Hersteller unsicher, ob alle erforderlichen Komponenten in dem kleinen, zur Verfügung stehenden Raum umgesetzt werden können. Letztlich konnte die wandhängende Montage umgesetzt werden (nachfolgende Abbildung).

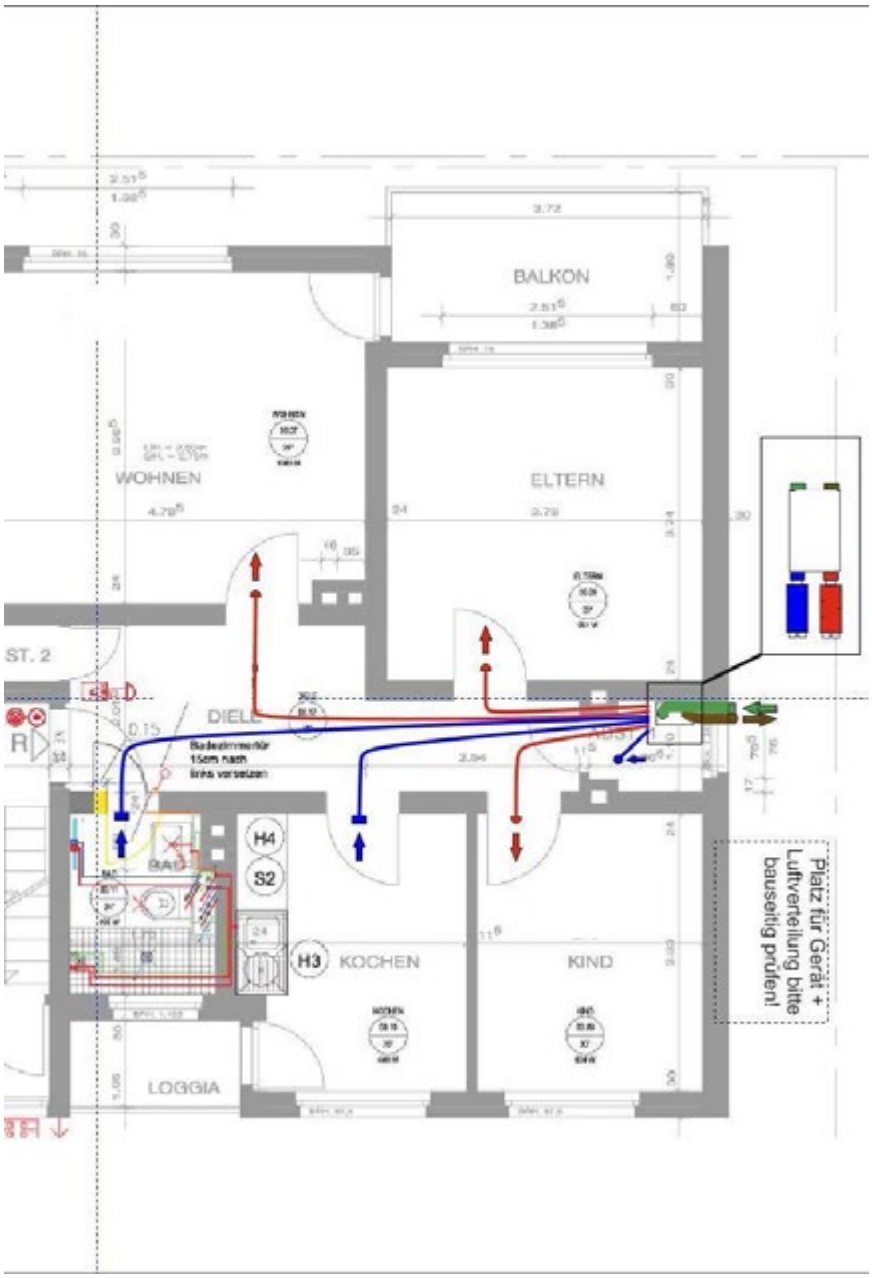


ABBILDUNG 70: Verlegeplan des Herstellers

Bei den Interviews für das „AP03 Nutzerakzeptanz“ auf Seite 52, welche nach dem Einbau und ca. dreimonatigem Betrieb stattfanden, musste festgestellt werden, dass noch immer keine Abhangdecke im Abstellraum zum Verbergen der oberhalb des wandhängenden Lüftungsgerätes deckenhängend angebrachten Komponenten vorhanden war. Auch die Außen- und Fortluftleitungen durch den ehemals vorhandenen Rollladenkasten waren zwar außenseitig durch die Fassadenarbeiten vollständig verschlossen, mussten jedoch innenseitig nach wie vor beigearbeitet werden. Der Mieterin war nicht bekannt, dass dort noch Arbeiten auszuführen sind, obwohl sie mit dem aktuellen baulichen Zustand ebenfalls nicht zufrieden war. Weiterhin beklagte Sie sich über die nun fehlenden Abstellmöglichkeiten in ihrer Wohnung.

WOHNUNG EG LINKS

Die Lüftungsanlage wie in nachfolgender Abbildung wurde im Leerstand der Wohnung eingebaut, sodass sich keine Probleme hinsichtlich der vorhandenen Möblierung oder Einschränkungen für den Mieter ergaben. Ausführungstechnisch wurden jedoch einige Fehler festgestellt, die hätten vermieden werden können. So wurde z. B. seitens der ausführenden Firma die Leitungsverlegung, die durch den Hersteller im Konzept dargelegt war, nicht exakt beachtet, woraus Leitungskreuzungen resultierten, was eine Abhangkonstruktion der Decke mit der auf 10–15 cm begrenzten Höhe nicht ermöglicht hätte. Weiterhin wurden

als Konsequenz der zuvor erzeugten Planänderungen in Abhängigkeit zur Fenster-Aufschlagrichtung die Leitungen für die Zu- und Abluft am Verteiler vertauscht, da hier der Wechsel der Wandseite zur Aufhängung des Gerätes nicht berücksichtigt wurde. Auch wenn diese Fehler zwar mit verhältnismäßig geringen Aufwand wieder korrigiert werden konnten, bedingen sie einen erhöhten Bauleitungs- und Kontrollaufwand.

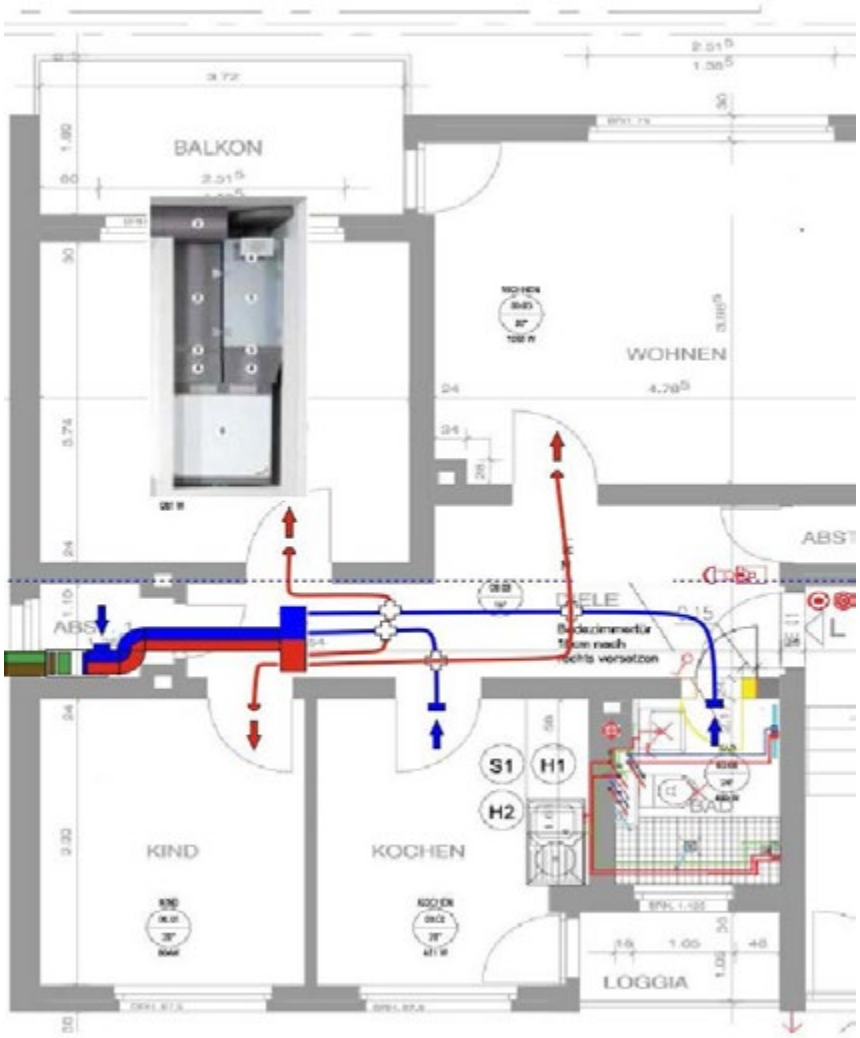


ABBILDUNG 71: Verlegeplan des Herstellers

Des Weiteren musste festgestellt werden, dass die ausführende HLS-Firma trotz ausführlicher Erläuterung das Prinzip des, für eine normgerechte Ausführung erforderlichen, doppelten Siphons für den Kondensatablauf (s. „AP10 Lüftungsanlagenkonzepte“ auf Seite 135) nicht berücksichtigt hatte. Es wurde nur ein Siphon ausgeführt, der im Anschluss nachgerüstet werden musste. Ein weiterer, unerwarteter Fehler war ein Defekt des Dreistufenschalters zur Steuerung der Anlage. Auch dieser Umstand konnte zwar kurzfristig beseitigt werden, führte jedoch zu einer kurzweiligen Konfliktsituation, da die Inbetriebnahme augenblicklich erfolgen musste, weil der Experte für Schallschutz an diesem Tag die beauftragten Schallmessungen in unterschiedlichen Betriebsstufen durchführen musste (s. „AP07 Schallschutz“ auf Seite 86) und nur einen eingeschränkten Zeitrahmen dazu zur Verfügung hatte. Die Einstellung der Betriebsstufen erfolgte dann manuell seitens eines Technikers aus dem Hause des Herstellers, der Austausch des Dreistufenschalters erfolgte kurz darauf.

WOHNUNG 1. OG RECHTS

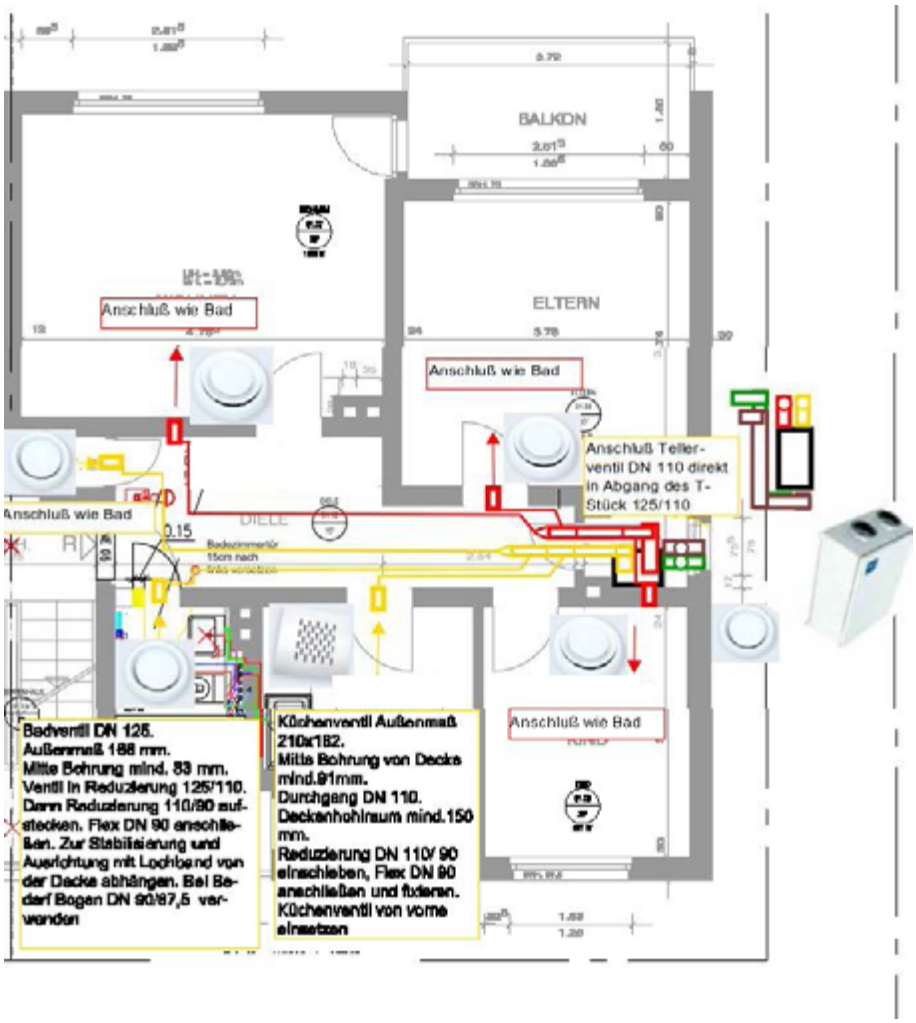


ABBILDUNG 72: Verlegeplan des Herstellers

Der Einbau der Lüftungsanlage funktionierte ohne weitere Probleme und wie geplant.

WOHNUNG 1. OG LINKS

Der Herstellervertreter wurde im Rahmen der Vorab-Begehung der Wohneinheit mit Bezug auf die vorgelegte Planung gefragt, ob es – anders als in den Plänen dargestellt (s. Abbildung 73 auf Seite 182) - nicht erforderlich sei, einen Schalldämpfer für die Wohnungslüftungsanlage vorzusehen. Die Frage wurde spontan verneint, gleichzeitig wurde jedoch zugesagt, dass dieser Punkt nochmal mit der Technikabteilung besprochen werde. Kurz vor Ausführung erfolgte die Information, dass tatsächlich die Anordnung eines Schalldämpfers erforderlich sei. Diese Angabe führte zu einem Platzproblem, da die Decke des Abstellraumes vollständig von dem Lüftungsgerät belegt und eine Anordnung des Schalldämpfers nur noch an der Decke des Flures möglich war. Da der Schalldämpfer allerdings eine größere Bauteilhöhe aufweist, als die angebundenen Lüftungsleitungen, musste die Abhängung der Decke von den als Maximum definierten 10–15 cm auf ca. 20–24 cm erhöht werden. Es wurde festgelegt, dass nur der kleinere Teilbereich des Flures in Abstellraumnähe derart tief abgehangen wird und im Eingangsbereich durch einen Versatz in der Deckenkonstruktion eine möglichst große Raumhöhe beibehalten wird, um ein erdrückendes Raumgefühl beim Betreten der Wohnung zu verhindern. Durch mangelhafte Absprache zwischen den Beteiligten hängte das Trockenbauunternehmen letztlich trotzdem die gesamte Flurdecke mit dem erhöhten Maß ab. Die Mieter konnten nur dadurch beruhigt werden, dass in der nun tief hängenden Decke gleichzeitig auch die Beleuchtung durch Downlights integriert wurde, was den Raumeindruck wieder verbesserte und eine einigermaßen akzeptable gestalterischen Lösung darstellte.

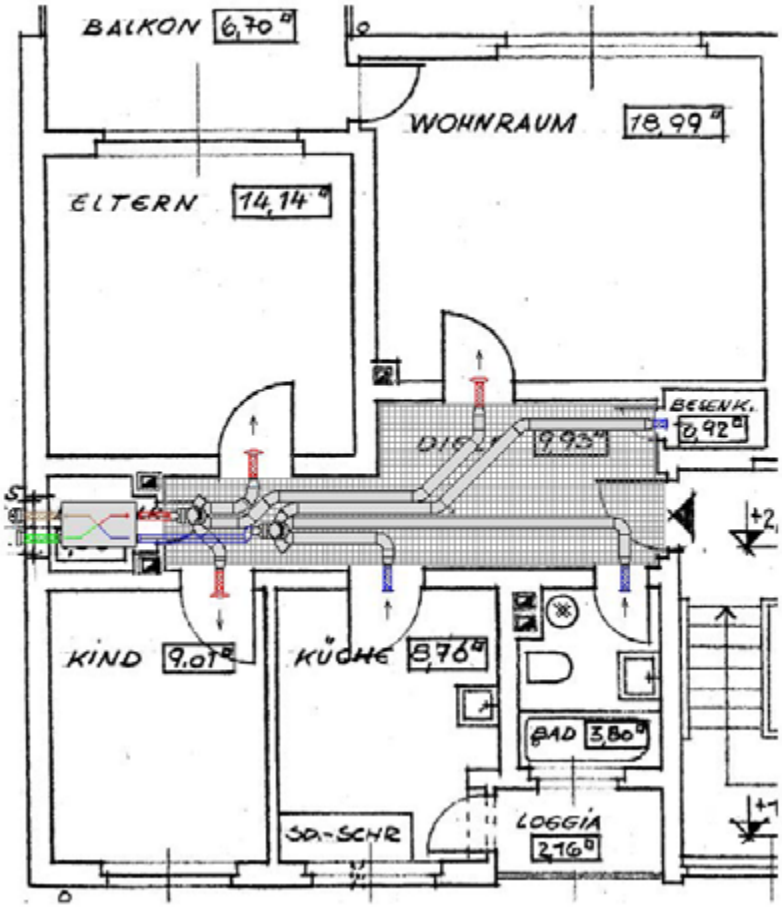


ABBILDUNG 73: Verlegeplan des Herstellers

Eine weitere Konsequenz der mangelhaften Abstimmung zwischen Bauleitung und ausführenden Unternehmen war die Anbringung einer nicht erforderlichen Abhangdecke unterhalb des deckenhängenden Geräts im Abstellraum. Die eingezogene Gipskartondecke führte zu mehreren Problemen:

- Eine Wartung und Revision wurde behindert, da die erforderliche Zugänglichkeit nicht mehr gegeben war. Die Abhangdecke macht die Anordnung einer Revisionsklappe erforderlich, die min. die Abmessungen des Lüftungsgerätes aufweist und somit nahezu die gesamte Decke einnimmt. Aus diesem Grunde wurde in der ursprünglichen Planung von der Abhängung der Decke im Abstellraum abgesehen.
- Laut Aussagen des Mieters trat nach der Montage der Abhangdecke im Abstellraum ein Rauschen im Flur auf. Insbesondere beim Wechsel aus ruhigen Schlafräumen in den Flur war das Lüftungsanlagengeräusch deutlich hörbar. Die akustischen Messungen im Rahmen des „AP07 Schallschutz“ auf Seite 86 wurden zu einem Zeitpunkt durchgeführt, als im Flur zwar die abgehangene Decke inkl. Downlights schon vorhanden war, das Gerät im Abstellraum jedoch keine Bekleidung erhalten hatte. Es ist anzunehmen, dass die Abhängung in diesem Bereich wie ein Resonanzkörper für die Lüftungsgeräusche wirkt, welche verstärkt und durch die nicht beigearbeiteten Kernbohrungen in der Wand zum Flur dorthin übertragen werden.
- Bei der Ausführung der Gipskartonplatten-Decke wurde das Steuergerät des Lüftungsgerätes nicht sauber an der Wand in Türnähe montiert, sondern hing frei am eigenen Kabel im Bereich des Fensters herab.

5.2.2 EMIL-NOHL-STR. 13 - 15, REMSCHEID

Die Grundrisse der Wohnungen in diesem Objekt wiesen die Schwierigkeit auf, dass die Abstellräume nicht an einer Außenwand lagen, sondern innenliegend angeordnet waren. Daraus resultierte die Erfordernis, die Außen- und Fortluftleitungen von der Außenwand zum Abstellraum durch einen weiteren Raum zu führen waren. Je nach Anordnung der Wohneinheiten mit nicht identischen Grundrissen in höhenversetzt

liegenden Geschossen musste dafür entweder ein Badezimmer oder ein Kinderzimmer durchquert werden. Aufgrund der eingeschränkten Platzverhältnisse boten die Grundrisse keine Möglichkeit eines anderen Montageortes außerhalb des Abstellraumes. Daraus resultierten in vorangestellten Abstimmungsgesprächen mit der Wohnbaugesellschaft bestimmte Kriterien zur Auswahl geeigneter Lüftungshersteller, die in Einzelterminen mit den Herstellervertretern besprochen und deren Systeme hinsichtlich der entsprechenden Eignung überprüft wurden. Auch hier decken sich die geäußerten Kriterien mit den in Abschnitt 3.1 benannten.

Die Lüftungskonzepte und Verlegepläne wurden durch die jeweiligen Hersteller vorab auf Grundlage der Grundrisse erstellt sowie vorgelegt und anschließend im Rahmen von Vor-Ort-Begehungen in Anwesenheit der Wohnbaugesellschaft, der Herstellervertreter sowie der ausführenden Unternehmen mit den Gegebenheiten vor Ort verglichen. Entsprechende Änderungen wurden erforderlich. Die Planungen und Unstimmigkeiten, die zu Änderungen führten, werden nachfolgend dargelegt.

5.2.3 PLANUNGSPHASE UND VORBEREITUNGSPHASE

5.2.3.1 EMIL-NOHL-STR. 13, 2. OG LINKS + 1. OG LINKS

In der Küche der Wohneinheit (Abbildung 74 auf Seite 183) wurde festgestellt, dass wie im 1. OG beim Eintreten linksseitig der Tür, abweichend von den Planunterlagen ein Schacht angeordnet ist. Dieser hat die Abmessungen b/t=20/52 cm. Des Weiteren handelt es sich um Hängeschränke, die nahezu bis zur Decke reichen. Der Einbau des Lüftungsgeräts über den Küchenschränken wie vorgesehen ist demnach nicht möglich. Als alternative Möglichkeit zur Montage der Geräte wurde vorgesehen, das Lüftungsgerät wandhängend im Abstellraum zu montieren und die Außen- und Fortluftleitungen deckenhängend durch den vorgelagerten Vorraum und das Gäste-WC hindurch zur Außenwand zu führen. Die erforderlichen Bohrungen für Außen- und Fortluft sollen mittig über dem WC-Fenster angeordnet werden. Die Nähe zum Badezimmer ermöglicht auch eine Anbindung des erforderlichen Kondensatablaufs an die dort vorhandenen Abwasserleitungen.

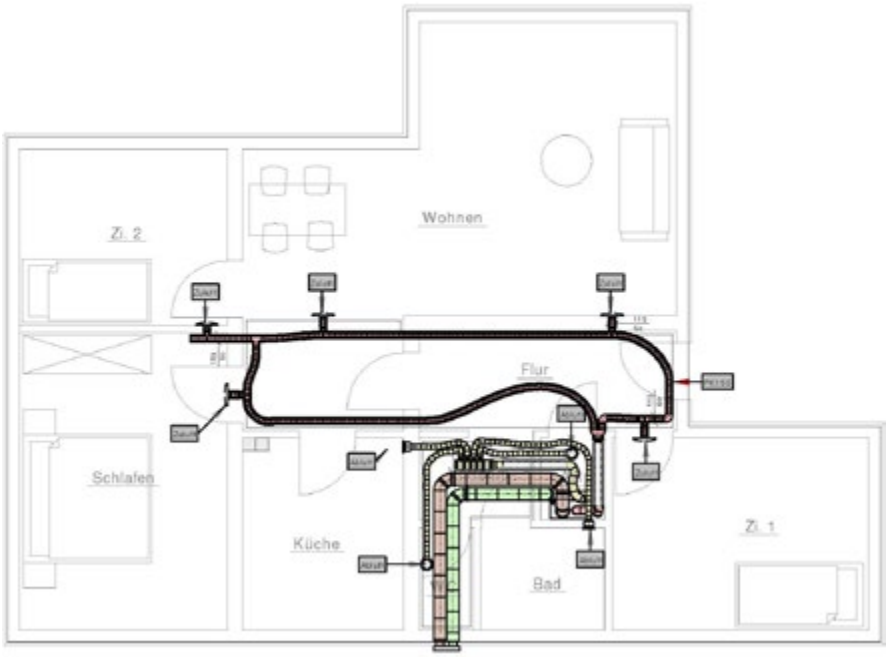


ABBILDUNG 74: Verlegeplan des Herstellers für die Wohneinheit im 1. OG

In der Wohnung im 2. OG (Abbildung 75 auf Seite 184) weisen die Küchenschränke zwar einen Abstand zur Decke auf, allerdings ist dieser für die dortige Anordnung des Lüftungsgerätes nicht ausreichend. In Absprache mit dem Mieter wurde festgelegt, dass der Schrank durch die Wohnbaugesellschaft etwas tiefer gehangen wird (ca. um 5 cm), damit die Variante des Lüftungsgerätes über den Küchenoberschränken im Rahmen des Forschungsprojektes als alternative Montagemöglichkeit untersucht werden kann. Zusätzlich

muss aufgrund des auch hier vorhandenen Schachtes mit den Abmessungen b/t=18/35,5 cm neben der Tür das Lüftungsgerät inkl. der zugehörigen Außen- und Fortluftkanäle so weit in Richtung Raummitte verschoben werden, dass die Wanddurchführungen zum Esszimmer nicht mit dem Schacht kollidieren. Dadurch verläuft die Vorderkante der erforderlichen Abkofferung in diesem Bereich parallel zur Küchenwand und weist einen Abstand von 80 cm zu dieser auf. Hieraus entsteht wiederum das Problem, das herstellerseitig die Montage des Gerätes direkt an der Wand mit Wandschienen erfolgen soll. Die Montage mit einem Abstand zur tragenden Wand ist nicht vorgesehen. Daher muss das ausführende HLS-Unternehmen bauseitig hierzu eine Abhang-Konstruktion von der Decke vorsehen. Der erforderliche Kondensatablauf des Lüftungsgerätes kann als Rohr mit einem Durchmesser von 15 mm bis zu der Abwasserleitung der Küchenspüle geführt werden. Da der Mieter ohnehin die Neutapezierung seiner Küche vorsieht, kann diese Leitung innerhalb eines zu erstellenden Wandschlitzes verlegt werden, die eine anschließende, optische Beeinträchtigung für den Mieter ausschließt.

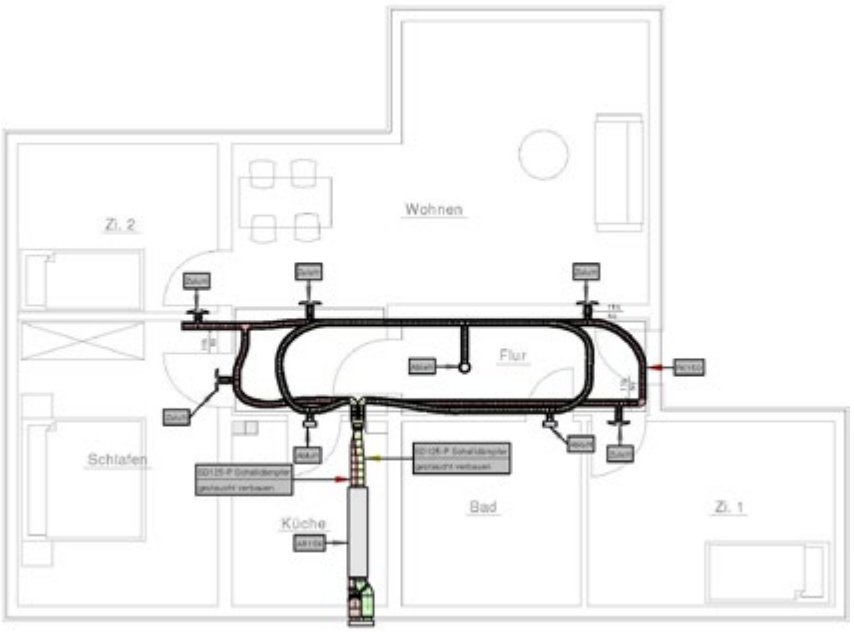


ABBILDUNG 75: Verlegeplan des Herstellers für die Wohneinheit im 2. OG

Der Wunsch seitens der Wohnbaugesellschaft, das äußere Erscheinungsbild nicht durch unterschiedliche Außenwandgitter zu beeinträchtigen, sondern die Komponente eines geeigneten Herstellers für alle Lüftungsanlagen vorzusehen, wurde bisher seitens des Herstellers dieser Anlage nicht berücksichtigt. Der Hersteller bewertet ein systemfremdes Außenluftgitter als kritisch und möchte nicht vom eigenen System abweichen, zumal in der Konsequenz keine uneingeschränkte Gewährleistung mehr übernommen werden kann. Unter dieser Bedingung bleibt der Wohnbaugesellschaft keine andere Wahl, als ein abweichendes Außengitter für die Anlagen dieses Herstellers aus dessen Sortiment zuzulassen. Das Außenwandgitter dieses Herstellers erfordert nebeneinander liegende Kernbohrungen in der Außenwand mit einem Durchmesser von 200 mm. Da der Hersteller mit Flachkanälen arbeitet, können die Wanddurchführungen zu den einzelnen Räumen über einzelne Kernbohrungen DN 120 oder als 2 x DN 60 vorgesehen werden. Leider weist die Weitwurfdüse im System des Herstellers keine seitlichen Überstände oder Blenden zur Abdeckung von Beschädigungen im Rahmen der Kernbohrarbeiten auf, sodass die Wandflächen um die Bohrungen in jedem Fall nachgearbeitet werden müssen, was bei Räumen, die nicht neu tapeziert werden sollen, problematisch ist – die kleinflächige Ausbesserung ohne einen wahrnehmbaren Unterschied zu der restlichen Wandfläche zu erzeugen ist nicht möglich.

5.2.3.2 EMIL-NOHL-STR. 13, EG LINKS

s. Emil-Nohl-Str. 15, 1. OG links + EG links

5.2.3.3 EMIL-NOHL-STR. 15, 2. OG RECHTS

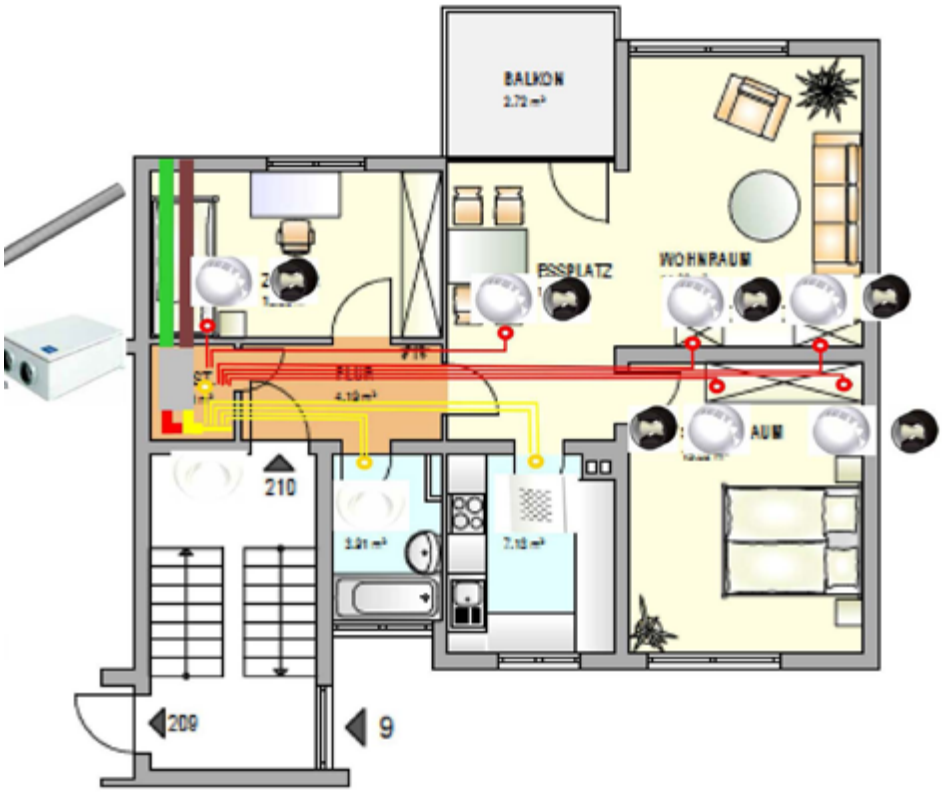


ABBILDUNG 76: Verlegeplan des Herstellers

Bei der Begehung der Wohnung (Abbildung 76 auf Seite 185) wurden keine baulichen Abweichungen von vorliegendem Grundrissplan festgestellt, die Möblierung der Mieter kollidiert an keiner Stelle mit den vorgesehenen Leitungsverlegungen und Montagepunkten der Zu- und Abluftventile. Es wird festgestellt, dass die Ausführung auf Grundlage der Planung erfolgen kann, diese also nicht weiter angepasst werden muss.

5.2.3.4 EMIL-NOHL-STR. 15, 1. OG RECHTS + EG RECHTS

Der Herstellervertreter weist darauf hin, dass das vorliegende Einbaukonzept (Abbildung 77 auf Seite 186) bereits überarbeitet wurde und erläutert die aktuelle Planung verbal. Im neuen Verlegeplan befindet sich das Zuluftventil zum Kinderzimmers direkt im Bereich des Abstellraumes, sodass der Kanal nicht erst über den Flur geführt werden muss, das Zuluftventil sitzt demnach nicht über der Zimmertür, sondern tiefer im Raum, sodass auch die Durchströmung des Raumes verbessert wird. Die restlichen, als Flachkanäle geplanten Lüftungsleitungen werden vertikal verlegt und können bei paralleler Führung kompakt nebeneinander entlang der küchenseitigen Flurwand unter der Decke geführt werden. Dadurch kann auf eine komplette Abhängung der Flurdecke und eines Teilbereichs des Esszimmers verzichtet werden, weil eine Abkofferung ausreichend ist. Zusätzlich zum Zuluftventil im Essbereich soll noch ein Zuluftventil im Wohnbereich vorgesehen werden. Um die Anzahl und Länge der erforderlichen Abkofferungen zu verringern, kann ein kurzer Strang über der Tür des Schlafraums lotrecht auf die Wohnzimmerwand zuführen, wo er endet und diesen über einen Wanddurchbruch und ein Zuluftventil mit Frischluft versorgt. Es soll kurzfristig herstellerseitig geklärt werden, ob statt der Zuluftventile DN 125 der Einbau von Weitwurfdüsen vorgesehen werden kann. Ansonsten sind die geplanten Maßnahmen in der Wohnung baulich uneingeschränkt möglich. Es gibt keine Kollisionen mit der vorhandenen Möblierung. Lediglich der Abstellraum muss für den Einbau freigeräumt werden.

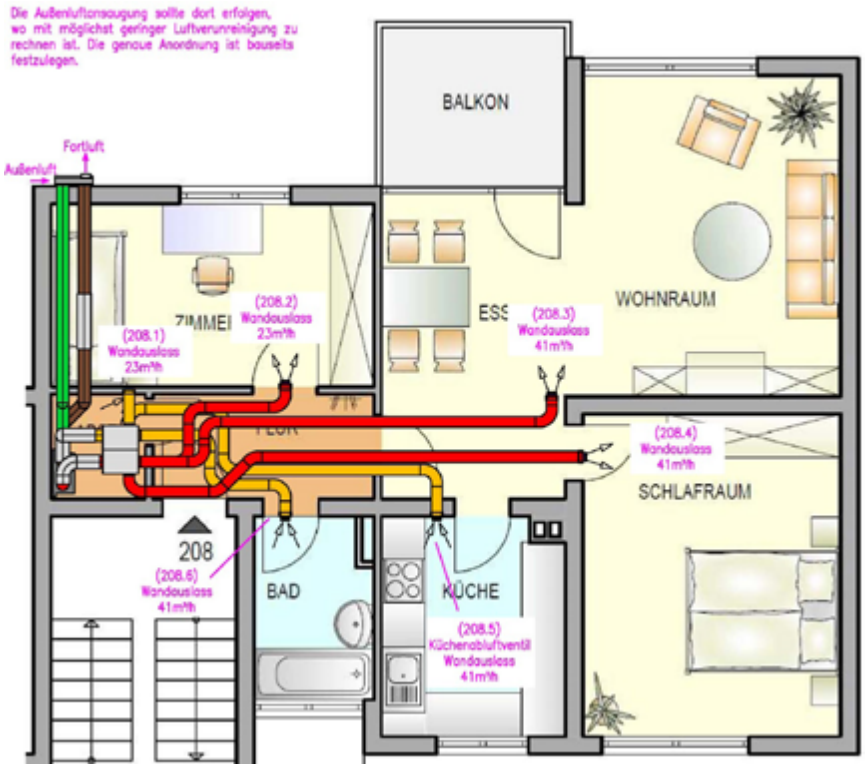


ABBILDUNG 77: Verlegeplan des Herstellers

Vorab wurde bereits festgelegt, dass das vorgesehene Lüftungsgerät in unterschiedlichen Varianten in den jeweiligen Wohneinheiten vorgesehen werden soll: das Gerät im EG benötigt einen Kondensatablauf, der über eine kleine Bohrung im Fußboden in das Kellergeschoss geführt und dort an das Abwassersystem des Gebäudes angebunden werden soll; das Gerät im 1. OG verfügt hingegen über einen Enthalpie-Wärmetauscher, der keinen Kondensatablauf erfordert.

Seitens des Forschungsteams wird der Herstellervertreter darauf hingewiesen, dass die Montage des Lüftungsgeräts aus schallschutztechnischen Gründen nach Möglichkeit nicht an der Wand zum Kinderzimmer erfolgen soll. Alternativ stehen in dem Abstellraum die Wohnungstrennwand und die Treppenhauswand zur Verfügung, wobei die letztere schallschutztechnisch die optimale Lösung zur Wandmontage darstellt.

Es wird abgestimmt, dass die Angaben zu den erforderlichen Kernbohrungen durch den Hersteller planerisch fixiert und dem Forschungsteam sowie dem HLS-Installateur zur Verfügung gestellt werden, welcher das Anzeichnen vor Ort ausführen wird. Die Kernbohrungen werden durch eine Betonbau- und Sägetechnikfirma ausgeführt.

5.2.3.5 EMIL-NOHL-STR. 15, 2. OG LINKS

Der für dieses Lüftungsgerät erforderliche Kondensatablauf soll an den im Abstellraum befindlichen Ablauf der vorhandenen Waschmaschine angeschlossen werden. Das Gerät muss im Bereich der lichten Türöffnung an der Wand gegenüber der Tür angeordnet werden, damit die Frontklappe zu Revisionszwecken geöffnet werden kann und die Zugänglichkeit zum Geräteinneren gewährleistet ist (Abbildung 78 auf Seite 187). Durch die vorhandene Waschmaschine wird zwar die Herstellung eines Kondensatablaufs erleichtert, allerdings auch die Stellfläche bzw. Montagefläche an der Wand entsprechend reduziert. Dies war zum Zeitpunkt der Vorabplanung auf Grundlage der Grundrisse nicht bekannt, so dass seitens des Herstellervertreters erneut und sehr genau geprüft werden muss, ob jegliche Komponenten der Lüftungsanlage wie vorgesehen im Abstellraum unterzukriegen sind oder ob auf andere Komponenten ausgewichen werden muss. Dies ist nur im Büro unter Zugrundelegung der millimetergenauen Abmessungen der jeweiligen Anlagenteile möglich und wird nachgereicht. Zudem befindet sich abweichend von den Planunterlagen, die Tür zum Abstellraum nicht an der Wand zur Diele, sondern öffnet in den kleinen Flur,

der den Nebenräumen der Wohnung vorgelagert ist. An der Position, an der in den Planunterlagen die Tür dargestellt ist, befindet sich die ELT-Unterverteilung der Wohnung, so dass von Kernbohrungen in diesem Bereich – wie in der Planung zunächst vorgesehen – abzusehen ist.

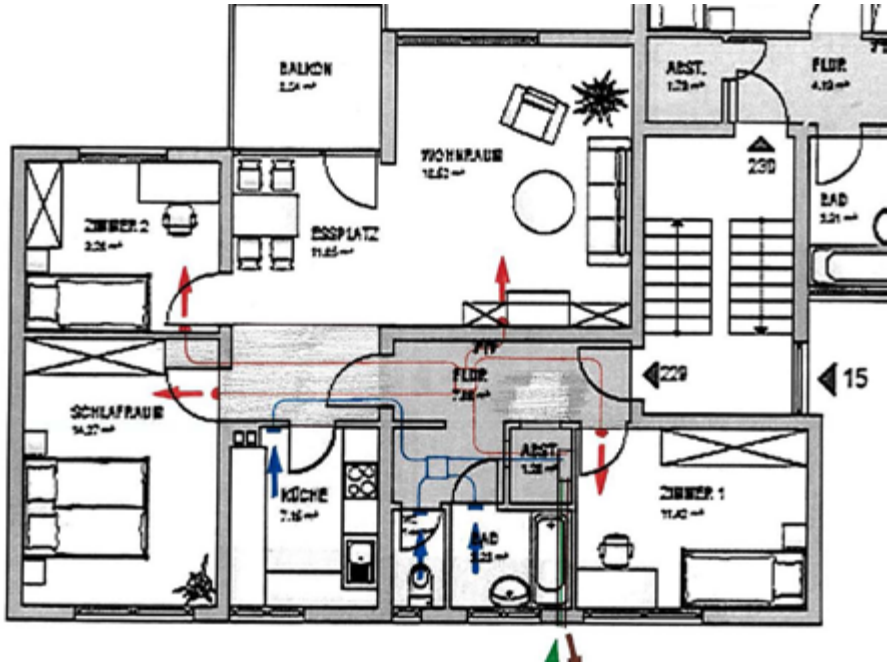


ABBILDUNG 78: Verlegeplan des Herstellers nach Berücksichtigung der Abweichungen zwischen Plan- und Istzustand des Grundrisses

Der Herstellervertreter weist darauf hin, dass die hochinduktiven Ventile direkt unter der Decke anzuordnen sind, da bereits ein Abstand von der Decke i. H.v. 4–5 cm zu Verwirbelungen und einer Ablenkung des Strömungseffektes führt. Die für die Ventile erforderlichen Durchmesser der Kernbohrungen betragen 100 mm, die zugehörigen Leitungsdurchmesser betragen DN 90. Die Verteilung findet über Flachkanäle mit den Abmessungen 50/115 mm statt. Die in der Außenwand erforderlichen Kernbohrungen haben einen Durchmesser von ca. 160 mm und benötigen einen dazwischen liegenden Steg von 50 mm, damit im Anschluss der Außenaufsatz montiert werden kann.

Ansonsten kollidiert die Planung nicht mit der vorhandenen Möblierung der Mieter. Lediglich der Abstellraum ist für den Einbau freizuräumen.

5.2.3.6 EMIL-NOHL-STR. 15, 1. OG LINKS + EG LINKS

Der Verlegeplan (Abbildung 79 auf Seite 188) sowie das Lüftungskonzept wurden vorab auf Grundlage des vorliegenden Grundrisses durch den vorgesehenen Hersteller erstellt und im Rahmen einer Vor-Ort-Begehung gemeinsam mit der Wohnbaugesellschaft und der ausführenden Firma an die Gegebenheiten vor Ort angepasst. Allerdings stellte sich heraus, dass es zwischen der Vorabplanung und dem Termin vor Ort einen Personalwechsel gegeben hat und der neue, für das Forschungsprojekt zuständige Herstellervertreter die Zusagen des Vorgängers nicht bestätigen konnte. So wurde die zuvor vorgesehene Verlegung mit höhenreduzierenden Lüftungsrohren DN 56 zwar bestätigt, allerdings darauf hingewiesen, dass herstellerseitig Zu- und Abluftventile mit DN 100 bis DN 125 erforderlich und die entsprechenden Leitungen an diesen Punkten aufzuweiten sind. Weitwurfdüsen, wie seitens des Vorgängers zugesagt, sind im eigenen Sortiment nicht enthalten. Die Wohnbaugesellschaft bat um Prüfung, ob eine Kombination mit systemfremden Weitwurfdüsen nicht möglich ist, woraufhin der Hersteller dies verneinte und den Ausstieg aus dem Forschungsprojekt ankündigte, sofern hier auf Mischungen unterschiedlicher Herstellerkomponenten bestanden werde.

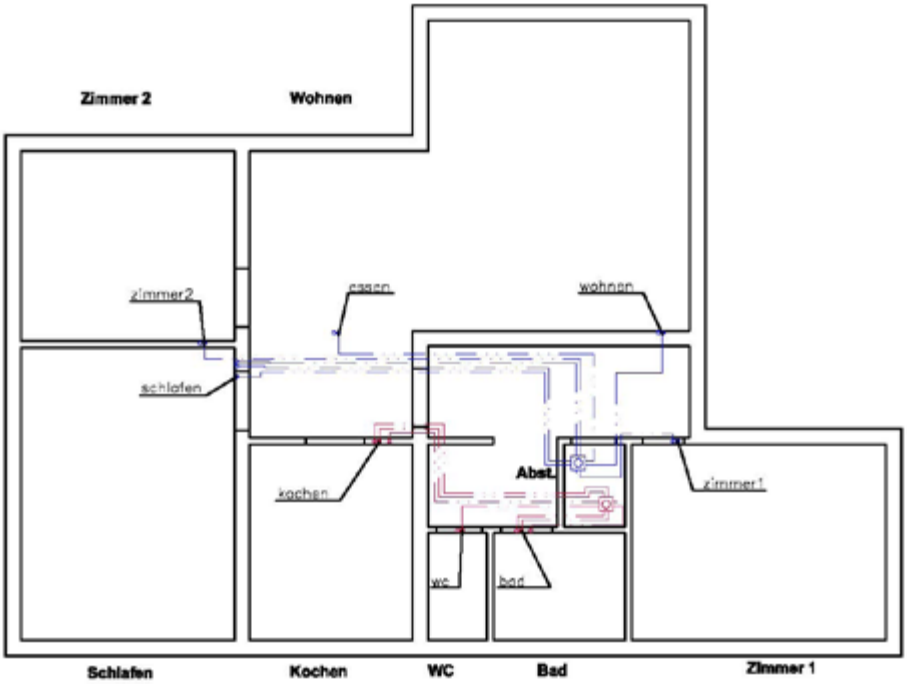


ABBILDUNG 79: Verlegeplan des Herstellers nach der Vorabstimmung

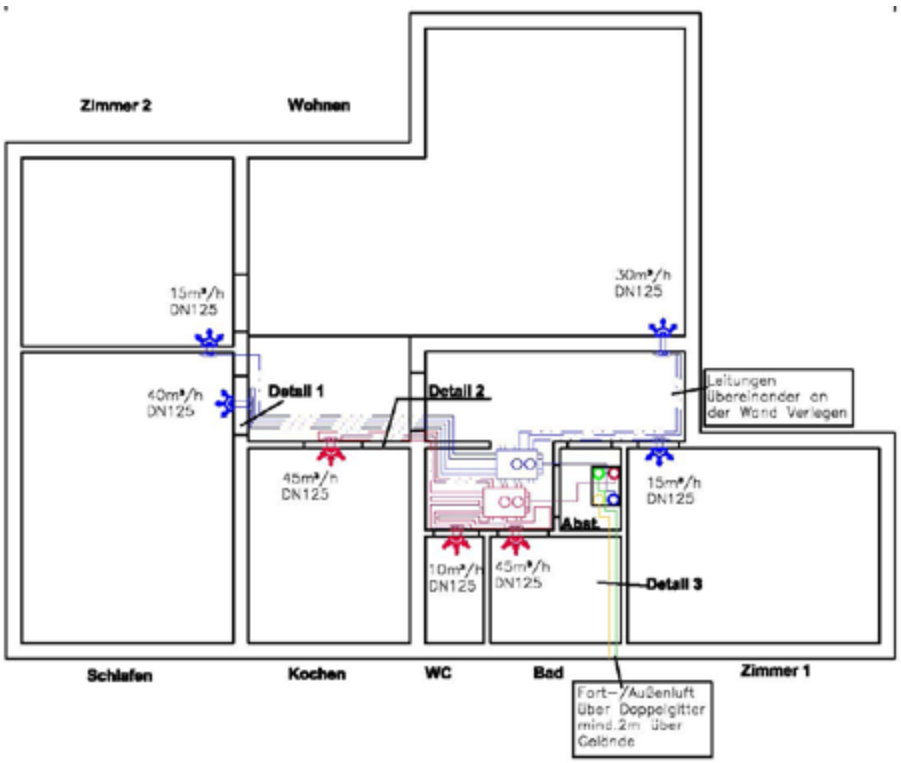


ABBILDUNG 80: Veränderter Verlegeplan des Herstellers als Grundlage zur Ausführung

Die im Anschluss an die Vor-Ort-Begehung vorgelegte Planung unterschied sich auch wesentlich von den zuvor abgestimmten Angaben und der vorab erhaltenen Planung (Abbildung 80 auf Seite 188). Der Hersteller wurde in Anwesenheit der ausführenden Firma auf die zuvor mit der Wohnbaugesellschaft und den Mietern abgestimmten Anforderungen hingewiesen, konnte deren Einhaltung jedoch weder bestätigen, noch definitive Abweichungen aufzeigen. Es ist allerdings anders als in der Vorplanung ersichtlich, dass durch die Aufteilung in mehrere kleine Lüftungsrohre mit geringem Durchmesser eine große Anzahl an Leitungen erforderlich wird, die von platzaufwendigen Verteilerelementen abgehen und ebenfalls Fläche zum Verziehen benötigen. Die Außen- und Fortluft wird in der Außenwand des Badezimmers angeordnet. Die Kernbohrungen sind nebeneinander anzuordnen und verfügen – anders als in den vorherigen

Gesprächen- über einen Durchmesser von jeweils 180 mm. Die bis dahin kalkulierten Kernbohrungen mit Durchmessern von DN 125 berücksichtigen nur das Lüftungsrohr, welches allerdings noch mit 25 mm Dämmung ringsherum isoliert werden muss. Daher wird die statische Prüfung im Sturzbereich erforderlich, da nach Erstellung der Kernbohrung nur noch 12 cm von UK Kernbohrung bis UK Sturz als tragendem Bauteil verbleiben, die Höhe des Sturzes unbekannt ist und sich die Bohrungen nahe dem Auflager des Sturzes befinden. Ansonsten betragen die einzelnen Kernbohrungen zu den Räumen 100 mm bis 125 mm. Weitere Erschwernisse durch die Gegebenheiten vor Ort und Kollisionen mit der Möblierung innerhalb der Wohnung sind nicht ersichtlich.

Da es sich bei den Mietern dieser Wohneinheit um Personen handelt, die sehr viel Wert auf die Gestaltung und Erscheinung ihrer Wohnung legen, soll bei der Ausführung möglichst vorsichtig und sensibel vorgegangen und vor unerwartet erforderlichen Eingriffen Rücksprache gehalten werden, um raumverändernde Maßnahmen gering zu halten.

HINWEIS AUSFÜHRUNGSPHASE UND -UMFANG:

> Die Arbeiten in den hier beschriebenen Objekten Emil-Nohl-Str. 13–15 sollten aufeinanderfolgend in den unterschiedlichen Wohneinheiten gestartet werden. Allerdings verlief der Einbau der Anlage in der Hausnummer 15 im EG links derart problematisch, dass die Wohnbaugesellschaft sich entschied, die verbleibenden Wohnungen nicht mehr mit einer kontrollierten Wohnungslüftungsanlage auszustatten. Die in dieser ersten Wohnung aufgetretenen Schwierigkeiten und Fehler werden nun detailliert dargestellt.

Der Abstellraum als Montageort musste für den Einbau der Wohnungslüftungsanlage leergeräumt werden. Aufgrund der schmalen Zugangstür wurde erforderlich, die darin aufgestellte Waschmaschine zu demontieren, damit sie in Einzelteilen durch die Tür passte. Nach Auskunft der Mieter wurde gleiches bereits bei der Aufstellung der Waschmaschine in den Abstellraum vorgenommen. Dem Wunsch der Mieter, das Lüftungsgerät seitlich im Abstellraum an der Wand zum Badezimmer zu montieren und möglichst hoch zu hängen, damit der darunter befindliche Platz für die Aufstellung der Waschmaschine genutzt werden kann, wurde bei der Vor-Ort-Begehung seitens Herstellervertreter und ausführendem Unternehmen zugestimmt, in der Ausführung allerdings nicht entsprochen. Abweichend von dieser Absprache musste das Lüftungsgerät an der dem Zugang gegenüberliegenden Wand in einer Höhe montiert werden, die das Öffnen der Frontklappe in die lichte Türöffnung ermöglichte, da eine Wartung nur auf diese Weise uneingeschränkt möglich ist. Somit wurde das Lüftungsgerät also zum Einen an der Wand zum schallempfindlicheren Kinderzimmer, zum Anderen in einer Weise montiert, die die Nutzung des ohnehin kleinen Abstellraumes weitgehend einschränkte. Um zumindest einen unbeschwerten Zugang zum seitlichen Bereich der Abstellkammer zu ermöglichen, der zuvor für die Aufhängung des Lüftungsgerätes vorgesehen war, musste die Tür verbreitert werden, was zusätzliche Abbrucharbeiten bedingte, die vorab nicht einkalkuliert wurden.

Bei der Erstellung der Kernbohrungen in den Außen- und Innenwänden der Wohnung wurde weder der Hinweis hinsichtlich des Risikos einer ELT-Leitungsdurchtrennung, noch in Bezug auf die abweichend von den Grundrissplänen positionierte Haupt-Unterverteilung der Wohnung genommen. Das Ergebnis war ein vollständiger Stromausfall innerhalb der Wohneinheit. Die Bauleitung der Wohnbaugesellschaft war nicht erreichbar, so dass auch kurzfristig kein Elektroinstallateur mit der Behebung des Schadens beauftragt werden konnte. Durch die erforderliche Unterbrechung der Arbeit und anderweitige, terminliche Verpflichtungen des Fachunternehmens konnte die Erstellung der Kernbohrungen, diesmal in Anwesenheit des ELT-Installateurs, erst zeitlich verzögert nach mehreren Tagen Stillstand fortgesetzt werden. Anders als zuvor abgestimmt wurden auf Grundlage falscher Angaben, deren Herkunft im Nachhinein nicht eindeutig zu klären war, die Leitungen DN 56 innerhalb der Wohnung nicht durch einzelne Kernbohrungen mit entsprechend geringen Durchmessern durch die Wände geführt, sondern durch jeweils eine große Kernbohrung gefädelt, die zur Herstellung auch noch von der Decke abgerückt werden musste, sodass UK Kernbohrung sich ca. 25–30 cm unterhalb der Decke befand.

Da herstellerseitig die Kombination des Lüftungsgerätes und deren Komponenten mit einer systemfremden Weitwurfdüse untersagt wurde, mussten die höhenreduzierten Lüftungsleitungen im Bereich der Übergänge in die Zu- und Ablufträume auf den Durchmesser der Zu- und Abluftventile aufgeweitet

werden. Das System des Herstellers sah hierfür ein ca. 6 cm hohes, jedoch flach an die Wand montiertes Übergangselement mit den Abmessungen 25 cm x 25xm vor. Dies hätte eine Abhanghöhe und damit einhergehend Reduktion der Raumhöhe von ca. 30–35 cm bedingt, was bereits im Vorfeld durch das Forschungsteam und die Wohnbaugesellschaft explizit ausgeschlossen wurde. Die einzige, machbare Möglichkeit war das Herstellen von Abkofferungen mit entsprechend großen Abmessungen in den Raumecken, was den Raumeindruck im schmalen Flur maßgeblich negativ beeinflusste. Ebenfalls abweichend von der Planung und den Absprachen bei den Begehungen vor Ort, führten die ohnehin gestalterisch nicht zufriedenstellenden Abkofferungen vom Flur in den Essbereich und dort L-förmig zum Kinderzimmer. Um die Maßnahmen im Wohn- und Essbereich möglichst gering zu halten war hier ursprünglich vorgesehen, die Leitung schlafzimmerseitig im Bereich über der Tür zum Kinderzimmer zu verziehen.

Insgesamt dauerte die Ausführung ca. 2–3 Wochen, was selbst für die dort anzutreffenden, überdurchschnittlich geduldigen Mieter eine unzumutbare Zeitspanne darstellte, zumal im Zuge nahezu aller Leistungen übermäßig viel Schmutz und Staub anfiel. Dass dieser sich in die Wohn- und Aufenthaltsbereiche ausbreitete, konnte trotz Abdeckung durch Planen und kontinuierlichem Verschließen jeglicher Türen zum Flur nicht verhindert werden.

Die hier aufgetretenen Probleme stellen eine Extremsituation dar, die aus der Unzuverlässigkeit des Herstellers und der von den Absprachen abweichenden Ausführung resultieren. Die nur vereinzelt anwesende Bauleitung führte dazu, dass die Ausführungsfehler nicht zeitig auffielen und somit nicht zeitnah korrigiert werden konnten, und die Mieter für die Dauer des Einbaus unzumutbare Bedingungen ertragen mussten. Als Problem in Bezug auf die Gebäudeintegration sind hier nur zwei wesentliche Punkte zu benennen:

- das Durchtrennen von Leitungen durch die erforderlichen Kernbohrungen, die bei Anwesenheit eines ELT-Installateurs schnell behoben werden könnten,
- das geringe Platzangebot im Abstellraum, welches bei einer akkuraten Vorplanung jedoch bereits im Vorfeld Beachtung gefunden hätte, so dass im Einvernehmen aller Beteiligten eine mögliche Lösung gefunden worden wäre.

5.2.4 SANDSTR. 14, WESEL

Für die leerstehende und im Kernsanierungszustand befindliche Wohneinheit wurden zwei mögliche Installationsvorschläge ausgearbeitet und diskutiert. Diese und die dabei zu beachtenden, geringfügigen Einschränkungen hinsichtlich der Gebäudeintegration sind im Folgenden beschrieben. Die Ausführung und der Zustand nach der Installation konnten durch das Forschungsteam aufgrund von Abstimmungsschwierigkeiten mit der Wohnbaugesellschaft nicht dokumentiert und bewertet werden, so dass damit in Zusammenhang stehende, gebäudeintegrative Aspekte nicht reflektiert werden können.

1) WANDHÄNGENDE MONTAGE DES LÜFTUNGSGERÄTES IM ABSTELLRAUM

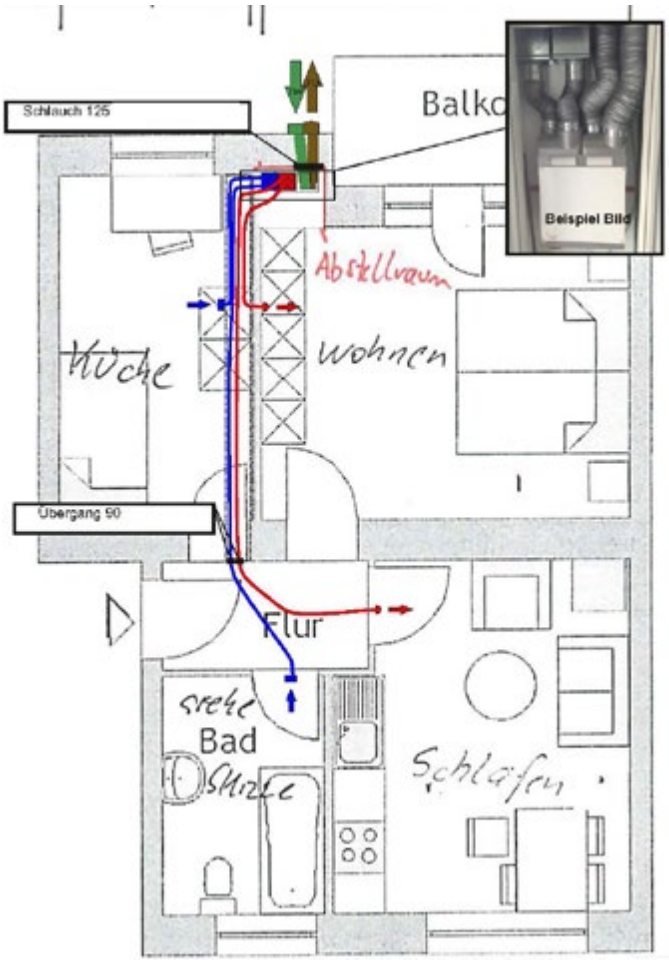


ABBILDUNG 81: Verlegeplan des Herstellers

Das Lüftungsgerät wird im Abstellraum aufgestellt (Abbildung 81 auf Seite 191), von wo aus die Leitungen in die Küche geführt werden. Die Leitungsführung ist oberhalb der Stellfläche für eine Einbauküchenzeile möglich, da der künftige Mieter seine Küche an die Gegebenheiten anpassen kann und keine vorhandenen Küchenoberschränke den Platz einschränken. Dadurch kann eine Anbindung an den kleinen Flur geschaffen werden, in welchem die Verteilung zu den Zu- und Abluftträumen deckenhängend stattfinden kann. Der erforderliche Kondensatablauf kann an die Abwasserleitung der Küchenspüle oder die im Abstellraum befindliche Abwasserleitung angebunden werden.

2) WANDHÄNGENDE MONTAGE IM BEREICH DER KÜCHENOBERSCHRÄNKE

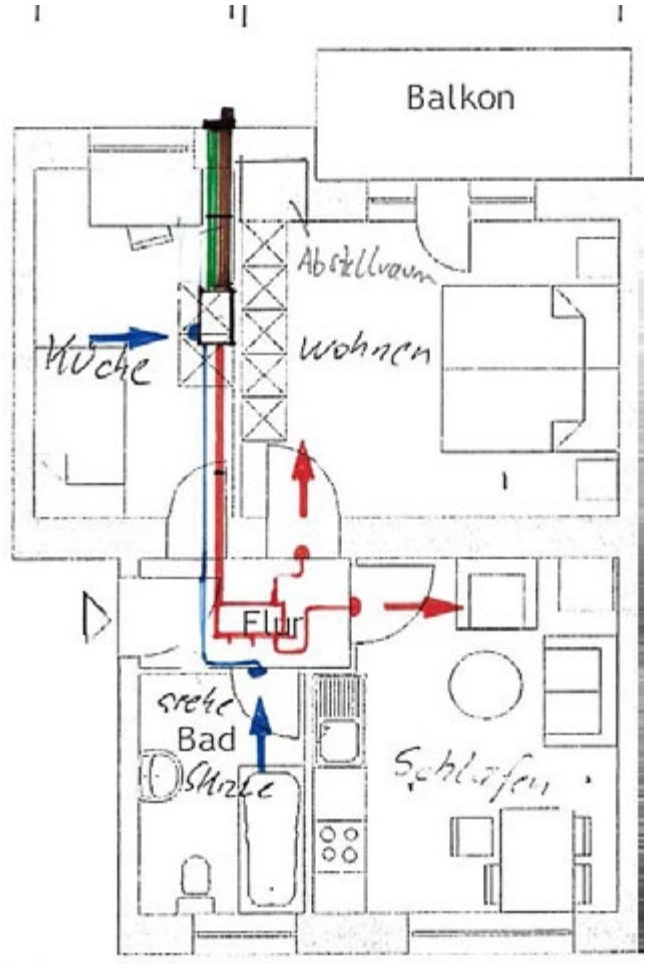


ABBILDUNG 82: Verlegeplan des Herstellers

In Bezug auf die Leitungsführung und die Herstellung des Kondensatablaufs sind beide Konzepte ähnlich. Abweichend von 1) wird nun die Integration des Lüftungsgerätes in die Oberschränke einer Küchenzeile vorgesehen (Abbildung 82 auf Seite 192). Der Abstellraum bleibt frei und kann durch den Mieter als solcher vollständig genutzt werden. Bauseits kann eine Bekleidung in der Art und Farbe der künftigen Küchenschränke angeboten werden, sofern vom Mieter gewünscht. Die Kernbohrungen werden im Bereich der Raumecke oberhalb des Fenstersturzes an der Außenwand der Küche erstellt.

Da in beiden Konzepten für die Erstellung der Kernbohrungen von Außen aufgrund der Lage im 2. Obergeschoss ein außenseitiges Gerüst erforderlich ist, wird die Herstellung der Kernbohrungen aus dem Innenraum heraus favorisiert, was allerdings bedingt, dass der darunterliegende Bereich im Hinterhof in ausreichendem Maße abgesperrt wird, um zu verhindern, dass dort befindliche Personen von herabfallendem Material getroffen und verletzt werden.

Auf Wunsch des Vermieters ist die Konzeptvariante 1) zur Ausführung gekommen.

5.3 PILOTPROJEKT: ZENTRALE ABLUFTANLAGE MIT ALDS

5.3.1 HEINRICH-HEINE-STR. 5, LEVERKUSEN

Das mit dem Objekt Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen, identische Objekt wurde mit einer zentralen Abluftanlage mit ALDs ausgestattet. Das zentrale Abluftgerät wurde im Dachgeschoss oberhalb der Zugangstür zu dem als Trockenraum genutzten Dachboden aufgestellt. Von dort aus entlüftet es über zwei vertikale Stränge die Küchen und Bäder der insgesamt vier Wohneinheiten der darunter liegenden zwei

Geschosse. Feuchtegesteuerte Außenwanddurchlässe seitlich der Fenster sorgen für das Nachströmen von frischer Außenluft.

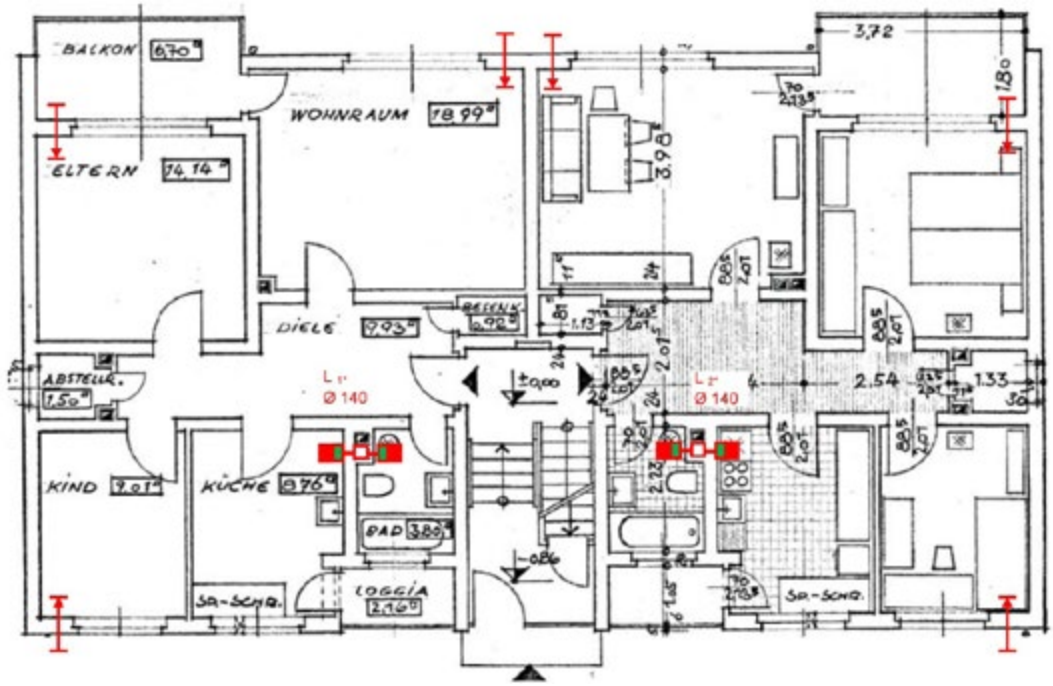


ABBILDUNG 83: Verlegeplan des Herstellers

Die Planung wurde seitens des Herstellers auf Grundlage der Grundrisse erstellt und anschließend mit den Gegebenheiten vor Ort abgeglichen (Abbildung 83 auf Seite 193). Änderungen waren nicht erforderlich, da es sich bei den Außenluftdurchlässen um schmale Elemente handelt, für die in Fensternähe i. d. R. ausreichend Installationsfläche gefunden wird. Die Abluftleitungen werden in die vorhandenen und im Bereich der Bäder und Küchen liegenden, nicht mehr genutzten Schornsteine eingezogen. Hierfür wurde der vorhandene Querschnitt der Schächte ermittelt, um sicherzugehen, dass die Leitungen ausreichen Platz darin finden. Die Abluftventile werden in den Küchen und im Rahmen der parallel stattfinden Modernisierung in den Badezimmern montiert.

Die Anordnung der Kernbohrungen DN 130 in den Außenwänden führte zu Unstimmigkeiten im Hinblick auf Angaben der Bauleitung und des Herstellers sowie den Annahmen des ausführenden Unternehmens. Während die Bauleitung auf statisch bedingt einzuhaltende Mindestmaße in Bezug auf die Fensterleibungen und -stürze verwies, äußerte der Herstellervertreter Angaben zu Mindestabständen zu angrenzenden Wänden und zur Decke. Die Mindestabstände wurden seitens des ausführenden Unternehmens als Soll-Maße angenommen und vor Ort umgesetzt. Der nun vor Ort abweichende Abstand zur Fensterleibung, in deren Bereich sich die Außenluftgitter befinden, musste durch zusätzliche Formstücke überbrückt werden. In einer Wohneinheit im Erdgeschoss wurde die Kernbohrung rechtsseitig des Fensters hergestellt, bevor festgestellt wurde, dass die Möblierung des Mieters im Obergeschoss die linksseitige Anordnung erforderlich machte, wenn eine außenseitig einheitliche Anordnung der Außenluftdurchlässe gewährleistet sein sollte. Auch hier wurden das Verschließen der falschen und das Herstellen einer neuen Kernbohrung erforderlich.

Der Einbau der Außenluftdurchlass-Elemente in die hergestellten Kernbohrungen war von den Fassaden- und Dacharbeiten abhängig, die sich im Verzug befanden, sodass die provisorisch hergestellten Kernbohrungen länger als geplant in diesem Zustand verbleiben mussten. Als der Fassadenbau schließlich mit seiner Leistung begann, wurde die Fassade zunächst mit einem Hochdruckreiniger abgespritzt, was dazu führte, dass die provisorischen Füllungen aus den Kernbohrungen in die Wohnungen gedrückt wurden und Wasser in die Räume eindrang. Die Kernbohrungen für die Abluftelemente in den Schachtwänden des Schornsteins wurden problemlos hergestellt. Da jedoch erst im Anschluss der Schornsteinkopf abgebrochen wurde, verteilte sich herabfallender Staub und Schutt durch die Kernbohrungen in die Wohnungen.

Diese Umstände hätten jeweils durch eine bessere Gewerkekoordinierung durch die Bauleitung und aufmerksameres, ausführendes Personal vermieden werden können.

Bei der Planung der Abluftelemente an den Schachtwänden fand zwischen den beiden, im Badezimmer arbeitenden Gewerken keine Abstimmung hinsichtlich der Ausführung statt. Daraus resultierte, dass die Brandschutz-Elemente der Abluft als direkt auf anzubringenden Fliesen kalkuliert wurden, während die Ausführung eine Vorsatzschale aus Gipskartonplatten und einer Metallunterkonstruktion vorsah. Der entstehende Abstand von Vorderkante Schornsteinwand bis Vorderkante Verfliesung auf Vorsatzschale und Gipskartonplatte i. H.v. ca. 10 cm musste durch entsprechende Verlängerungen und Formstücke überbrückt werden. In einer Wohnung konnte das Brandschutzelement nicht wie vorgesehen eingebaut werden, da der Küchenoberschrank der dortigen Mieterin keinen ausreichenden Abstand bis zur Decke aufwies. In Form einer Sonderkonstruktion wurde das Brandschutzelement an dieser Stelle weiter Richtung Küchenfront verzogen, da die leichte Neigung des Oberschrankes dort zu einer ausreichenden Höhe für den Einbau führte.

Als sich die Mieterin kurz darauf über Betriebsgeräusche des Lüftungsgerätes auf dem Dachboden beschwerte, welche in ihre Wohnung drangen, wurde festgestellt, dass der Einbau der vorgesehenen Schalldämpfer nicht erfolgt war. Diese wurden zeitnah nachgerüstet, führten jedoch nicht zur Behebung des Geräuschproblems in der Wohnung der besagten Mieterin. Die Fehlersuche ergab, dass die Geräusche aus der Sonderkonstruktion oberhalb ihres Küchenoberschrankes resultierten, welche erneut angepasst wurde und die Geräuschbildung schließlich beendete.

6. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN

6.1 ZUSAMMENFASSUNG

Die unterschiedlichen Lüftungssysteme bringen im Wohngebäudebestand mit steigendem zu versorgendem Volumen pro Gerät auch zunehmende bauliche und integrative Erschwernisse mit sich, die durch alle Beteiligten frühzeitig einkalkuliert werden müssen. Zur Lösung einiger dieser Probleme können den jeweilig verantwortlichen Beteiligten Handlungsempfehlungen aufgezeigt werden, nicht lösbare Probleme hingegen müssen erkannt und bei der Planung und Ausführung berücksichtigt werden.

So muss beispielsweise aufgezeigt werden, dass es schwer fällt nachzuvollziehen, weswegen einzelne, die Gebäudeintegration maßgeblich beeinflussende Eigenschaften von dezentralen raumweisen Geräten sich nicht wesentlich von denen dezentraler wohnungsweiser Lüftungsgeräte unterscheiden, obwohl das zu fördernde Luftvolumen im ersten Fall wesentlich geringer ist als im zweiten Fall. Die Frage kann in dem Zusammenhang übertragen werden auf geringere erforderliche Ventilatorleistung, die wiederum die Höhe der Schallemissionen definieren. Insgesamt erscheinen die Geräte zur dezentralen raumweisen Lüftung in dieser Hinsicht noch sehr optimierungsbedürftig, insbesondere da sie lediglich an der Außenwand positioniert werden können, wo aufgrund der Geräteabmessungen die jeweiligen Mindestabstände und Einbaubedingungen kaum zu erfüllen sind, und ihren Einsatz oftmals in Schlafräumen finden, wo hohe Schallpegel insbesondere in den Nachtstunden nicht erwünscht sind. Wenn zudem die Größe der üblicherweise erforderlichen Kernbohrungen mit Durchmessern von bis zu 400 mm drastisch reduziert werden könnte, würde dieses Lüftungssystem bei den aufgezeigten geringen Einbauaufwendungen zufriedenstellende Ergebnisse hinsichtlich der Eignung für die Räume kleiner Wohneinheiten im Bestand bieten.

Bei dezentralen wohnungsweisen Anlagen erscheint fragwürdig, weswegen es hier nicht bereits eine große technische Entwicklung gegeben hat. Trotz der Zeitspanne seit dem Jahr 2004, in dem das PH-Institut Protokollband Nr. 30 - Lüftung bei Bestandssanierung: Lösungsvarianten – erschien und wesentliche Defizite im Hinblick auf das Einbringen von Wohnungslüftungsanlagen in Bestandswohnungen aufzeigte, haben sich die Probleme bei der Integration der technischen Komponenten nicht wesentlich verbessert. Die durch Herrn Dr.-Ing. Pfluger in Bezug auf die erforderliche Reduktion der Abhangdecken geforderten

Flachkanäle, insbesondere bei dezentralen wohnungsweisen Lüftungsanlagen, sind mittlerweile zwar stark verbreitet und im Standardprogramm vieler Hersteller enthalten, allerdings mangelt es in diesem Zusammenhang an der Übertragung des Ziels einer Reduktion des Höhenbedarfs auf Leitungs- und Lüftungssysteme im Ganzen. Vergleichbare Ansätze, wie z. B. die Integration der Lüftungsgeräte in oder über Küchenoberschränken oder die weitgehende Reduktion ihrer Abmessungen, weisen darauf hin, dass die schwierig zu bewältigenden Einbausituationen im Bestand zwar erkannt und reflektiert wurden, in der Praxis mangelt es jedoch an konsequent entwickelten Komplettlösungen. Hier ist der Handlungsappell an die Industrie zu richten, den Bestand insbesondere vor dem Hintergrund der steigenden energetischen Anforderungen an zu sanierende Gebäude als Marktsegment mit viel Potenzial anzuerkennen und bereits zum aktuellen Zeitpunkt in funktionierende Lösungen für eine in Zukunft steigende Nachfrage zu investieren.

Für gebäudezentrale Lüftungsanlagen kann kein System aufgezeigt werden, welches sich uneingeschränkt für den Einbau im bewohnten Zustand eignet. Auch hier sind denkbare Ansätze bereits marktgängig, wie z. B. die Verlegung von Lüftungsleitungen innerhalb der Fassade, mit deren Erneuerung eine Maßnahme zur Sicherstellung des Mindestluftwechsels erforderlich wird. Doch auch hier wird die integrale Problemlösung vermisst: so führen die Querschnittsschwächungen der Dämmungen im Bereich der verlegten Leitungen zu linienförmigen Wärmebrücken in den Fassaden, die sich mit zunehmender Energieeffizienz des Gebäudes auf die Gesamtbilanz des Gebäudes auswirken. Ohnehin ist eine gebäudezentrale Lösung für Bestandsgebäude nur denkbar, wenn Lösungen entwickelt werden, die keinerlei Nutzungseinheiten durchdringen (nicht geschossübergreifend, nicht wohnungsübergreifend).

Für alle Systeme mit Ausnahme der dezentralen raumweisen Lösung ist der Einsatz einer Vielzahl von Gewerken erforderlich. Eine steigende Anzahl an beteiligten Firmen erhöht jedoch die Anfälligkeit für Ausführungsfehler, insbesondere im Hinblick auf Gewerkeschnittstellen, sowie die Gefahr für terminliche Verzögerungen. Die zu erbringende Leistung und der Einsatz der verschiedenen Firmen muss eng aufeinander abgestimmt werden, was wiederum auf Seite der Wohnbaugesellschaften zu hohen personellen und finanziellen Belastungen führt, die sich wirtschaftlich kaum darstellen lassen. Erschwert wird dieser Aspekt durch die Unerfahrenheit der Firmen, die mit dem Einbau der Wohnungslüftungsanlagen in bewohnte Bestandswohnungen beauftragt werden. Daher ist die Motivation der Wohnungswirtschaft äußerst gering, ihre Objekte mit kontrollierten Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung auszustatten, zumal diese erfahrungsgemäß von der Mehrheit der Mieter nicht gewünscht oder ihnen zumindest mit Ablehnung begegnet wird. Das Risiko, dass nach den ohnehin erhöhten Aufwendungen die Lüftungsanlage durch den Mieter ausgeschaltet und nicht betrieben wird, ist zu hoch.

6.2 EMPFEHLUNGEN

Im „AP08 Gebäude- und Wohnungstypologie“ auf Seite 107 wurde erläutert, dass es nicht möglich ist, Typologie-orientierte, flächendeckend anwendbare Musterlösungen zu entwickeln. Gerade dieser Ansatz stellt jedoch für die Wohnungswirtschaft ein bedeutendes Hemmnis dar, da aufgrund dessen die Aufwendungen zur objektabhängigen Integration der Lüftungsanlagen erhöht wird. Dennoch kann angestrebt werden, dass die Wohnungswirtschaft gemeinsam mit der Lüftungsindustrie Musterlösungen für Siedlungen entwickeln und für die üblicherweise zu erwartenden spezifischen Abweichungen innerhalb einzelner Wohneinheiten einen Anpassungskatalog entwickeln. Dadurch wäre es möglich, dass die ausführenden Unternehmen die Siedlungslösungen vor Ort auf Grundlage dieser Herstelleranweisung an Abweichungen anpassen und dennoch die Verlässlichkeit des Gesamtsystems nicht gefährden. Hierfür ist es allerdings auch notwendig, dass die Fehlertoleranz erhöht wird, so dass Abweichungen vom Standard vor Ort aufgefangen werden können. Die Abhängigkeit der ausführenden Unternehmen von der Anwesenheit der Hersteller, sowie die hohe Anzahl der an diese gerichteten Rückfragen kann sich dadurch wesentlich verringern, zumal es außerhalb des Forschungsprojektkontextes unrealistisch sein dürfte, dass Hersteller sich derart intensiv in die Umsetzung einbringen. Die für Anpassungen erforderlichen Komponenten sind dann stets als Standardsatz im Fahrzeug des ausführenden Unternehmens vorzuhalten, um Verzögerungen durch erforderliche Bestellungen und Nachlieferungen auf Einzelfälle zu reduzieren. Weiterhin ist ein erhöhter Schulungsbedarf der an Planung und Ausführung Beteiligten erforderlich, um die selbstständige Ausführung der Arbeiten mit einem über das übliche Handlungsfeld hinausgehenden Bewusstsein zu

ermöglichen. Insbesondere bei Maßnahmen im bewohnten Bestand ist neben dem auf bauliche Besonderheiten fokussierten Verständnis auch der verantwortungsbewusste Umgang mit Bewohnern und der ausgestatteten Wohnung zu sensibilisieren.

Um die Flexibilität der Systeme zu erhöhen muss der Lüftungsindustrie nahegelegt werden, von Synergieeffekten in der technischen Entwicklung zu profitieren, indem die einzelnen Hersteller ihre Komponenten derart aufeinander abstimmen, dass produktlinien- und herstellerübergreifend auf bestimmte Lösungsansätze untereinander zurückgegriffen werden kann. Im Forschungsprojekt zeigte sich die Erfordernis dieses Punktes besonders bei der Kombination von Leitungen mit Zu-/Abluftventilen bzw. Weitwurfdüsen sowie von einheitlichen Außenwandaufsätzen für Anlagen unterschiedlicher Hersteller innerhalb eines Objektes. Zudem muss bei der technischen Entwicklung über den Rand der spartenspezifischen Lösungen geblickt werden, um von Innovationen aus anderen Produktentwicklungsbereichen zu profitieren. Aktuell muss allerdings festgestellt werden, dass ein solches Vorgehen augenscheinlich nicht im Interesse der einzelnen Hersteller zu liegen scheint.

Jegliche zuvor benannten Probleme können auf ein Minimum reduziert werden, wenn sich ein Unternehmenszweig entwickelt und etabliert, der den Einbau von Lüftungsanlagen in Bestandsgebäude als Komplettpaket anbietet, welches die Planung, Objektbegehung, Konzeptionierung, Beschaffung, Montage, Inbetriebnahme und auch die Mieterbetreuung während der Maßnahme aus einer Hand anbietet. Dadurch würde der Wohnungswirtschaft ermöglicht, die Leistung, die ansonsten mit erhöhtem personellen und finanziellen Aufwand verbunden ist, vollständig an einen definierten Ansprechpartner abzugeben, und die Hemmnisse zur flächendeckenden Ausstattung von Bestandsgebäuden mit Wohnungslüftungsanlagen zu minimieren.

Letztlich ist jedoch eine gesellschaftliche Sensibilisierung im Hinblick auf das Thema Wohnungslüftung erforderlich, um die negative Vorbelastung der Maßnahmen durch die Erkenntnis zu ersetzen, dass durch sie gesunde und hygienische Wohnverhältnisse geschaffen werden. Zum aktuellen Zeitpunkt tritt das Thema Wohnungslüftung vorrangig in Zusammenhang mit Schimmelpilzproblemen auf und ist als Heizungs- und Lüftungsproblem ein Anklagepunkt des Vermieters an den Mieter. Entsprechend abwehrend begegnen Mieter der Maßnahmenankündigung und den während der Installation zu duldenden Belastungen. Tritt jedoch die gewährleistete Raumlufthygiene durch die nutzerunabhängige, kontinuierliche Lüftung der Wohnung in den Vordergrund, können Hindernisse durch entsprechendes Mieterverhalten aus dem Weg geräumt werden.

AP13 ENERGETISCHE STANDARDS

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

1.1.1 PLANUNGSAUFWAND, MONTAGEFREUNDLICHKEIT UND FEHLERTOLERANZ

Nach derzeitigem Kenntnisstand wird von den Wohnungsbaugesellschaften überwiegend auf EnEV-Standard modernisiert.Ein höherer Standard wurde bisher von den Wohnungsbaugesellschaften nur vereinzelt, z. B. im Zuge der Teilnahme am dena-Modellvorhaben „Niedrigenergiehaus im Bestand“ realisiert.

Da sich der Einbau einer Lüftungsanlage maßgeblich auf den Energiebedarf des Gebäudes, und somit auch auf den energetischen Standard auswirkt, soll im weiteren Verlauf des Projekts überprüft werden, inwieweit der Einbau von Lüftungsanlagen zur Verbesserung des Standards beiträgt. Außerdem soll überprüft werden, welche Rolle die verschiedenen Standards derzeit in spielen und inwieweit sich diese auf die Vermarktung, bzw. Vermietbarkeit auswirken. Das Thema energetische Standards steht somit in engem Zusammenhang mit den Themen Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Es existiert eine Vielzahl energetischer Standards, die bereits im ersten Bericht des Forschungsprojektes beschrieben wurden, und die es innerhalb des Projekts hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Wohnungswirtschaft und die Mieter zu überprüfen gilt. Die verschiedenen Standards sollen recherchiert sowie anschließend genau definiert und ihre Relevanz für Eigentümer und Mieter durch Recherche und Erhebungen dargestellt werden.

Das Thema Standards steht in engem Zusammenhang mit der Bewertung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagen. Aufgrund der Komplexität dieser Thematik sollen über die gesamte Projektlaufzeit kontinuierlich Berechnungen zur Energieeffizienz der Anlagen, bzw. zur Bewertung einzelner Anlagenkomponenten durch externe Experten durchgeführt werden. Die Berechnungen sollen sowohl für die zu definierenden Musteranlagen je Gebäudetyp vorgenommen werden, als auch für die Pilotobjekte, in denen verschiedene Lüftungsanlagen eingebaut werden. Die Ergebnisse sollen eine Aussage darüber liefern, welchen Einfluss die Energieeffizienz auf den energetischen Standard, bzw. die End- und Primärenergiebedarfe hat und welche Besonderheiten es bei der Beurteilung der Energieeffizienz zu berücksichtigen gibt.

Ferner soll erarbeitet werden, inwieweit sich energetische Standards auf die Vermietbarkeit auswirken, und somit auch aus wirtschaftlicher Sicht relevant sind.

DEFINITION VON ARBEITSSCHRITTEN

- Untersuchung der Bedeutung und Auswirkung von energetischen Standards
- Durchführung von Berechnungen zur Bewertung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagen (Expertise)
- Prüfung der Auswirkung der Energieeffizienz auf den energetischen Standard (Expertise)
- Darstellung der energetischen Auswirkungen von verschiedenen Lüftungsanlagen (End- und Primärenergie)
- Detaillierte Beschreibung derzeitiger Standards (Recherche)

- Untersuchung der Bedeutung der Standards für den Wohnungsmarkt, d. h. für Eigentümer und Mieter (Recherche, Erhebung)
- Untersuchung der Auswirkungen von Lüftungsanlagen auf den jeweiligen Standard (Expertise)
- Definition der Auswirkungen von Lüftungsanlagen auf den energetischen Standard und Bewertung der Bedeutung des Standards für Eigentümer und Mieter
- Untersuchung der Auswirkungen von Energieeffizienz und energetischen Standards auf die Vermietbarkeit (Recherche, Erhebung)
- Definition der wirtschaftlichen Folgen energetischer Standards

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

In Zusammenhang der während der Bearbeitung des Forschungsprojektes gesammelten Informationen hinsichtlich Effizienz und Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen mit WRG im Bestand stellt sich die Frage, ob andere Maßnahmen innerhalb des Kostenrahmens nicht zu wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Einsparungen führen könnten. Auch diese Fragestellung soll in folgender Ausarbeitung Berücksichtigung finden.

2. EXPERTISE – FACHBEITRAG IPJ INGENIEURBÜRO P. JUNG GMBH, KÖLN

Siehe „13. Anhang: Expertise zum AP13 – Energetische Standards“ auf Seite 586

3. BEZUG ZUM FORSCHUNGSPROJEKT

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden die möglichen energetischen Auswirkungen von Wohnungslüftungsanlagen hinsichtlich der Energieeffizienz von Bestandswohngebäuden untersucht. Ziel war unter anderem die Gewinnung von Erkenntnis, ob durch den Einbau von Wohnungslüftungsanlagen derartige Effizienzsteigerungen erreicht werden, dass diese seitens der Bundesrepublik Deutschland als förderfähige Maßnahmen gewertet werden können. Weiterhin wurde untersucht, ob diese staatlichen Förderungen ausreichen, um für die Unternehmen der Wohnungswirtschaft als zusätzliche Motivation zum Einbau von Wohnungslüftungsanlagen in ihre Bestandsgebäude zu wirken. Zusätzlich kann das Erreichen eines bestimmten energetischen Standards die Attraktivität der Wohnungen auf dem Wohnungsmarkt erhöhen. Hierzu wurden die relevanten energetischen Standards recherchiert und auf Grundlage der Ergebnisse der Expertise unter Abschnitt 1 sowie der Umfrageergebnisse aus „AP02 Bauherren- und Investorenakzeptanz“ auf Seite 42 bewertet.

RELEVANTE EFFIZIENZSTANDARDS AUF DEM WOHNUNGSMARKT

Von den zuvor in Bericht 1 aufgeführten energetischen Standardssind im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen am aktuellen Wohnungsbestand aufgrund der gesetzlichen Verbindlichkeit lediglich der EnEV-Standard sowie, aufgrund der damit verbundenen wirtschaftlichen Vorteile und staatlichen Förderungen, die KfW-Effizienzhäuser und -klassen relevant. Während das dena-Gütesiegel Effizienzhaus in der breiten Bevölkerung noch nicht allzu bekannt ist,rufen die zuvor benannten, energetischenStandards bei potenziellen Mietern Assoziationen zu modernem Wohnen mit geringen Betriebs- und Nebenkosten und geringen Energiebedarfen hervor. Auch derEnergieausweis von Mietobjekten unddie anschauliche

Balkendarstellung der Gebäudeeffizienz ist vielen Mietern ein Begriff – entsprechend verlockend sind Objekte, deren Energieeffizienz im „grünen Bereich“ liegt. Darüber hinausreichende Effizienzklassen wie Nullenergie- oder Passivhäuser müssen hingegen mit einem Imageproblem kämpfen. Auf Investoren- bzw. Eigentümerseite ist man sich bewusst, dass im Gebäudebestand umfangreiche, kostenintensive Sanierungsmaßnahmen erforderlich werden, um dieses Qualitätsniveau zu erreichen. Mit einer hohen Wahrscheinlichkeit können die Kosten auf dem Mietwohnungsmarkt entweder nicht in vollem Umfang auf bestehende Mietverhältnisseübertragen werden oder zu hohen Mietpreisen bei Neuvermietungen führen, die nur bedingt konkurrenzfähig sind. Erschwerend kommt hinzu, dass noch häufigauf Bewohner- bzw. Mieterseite mit den benannten energetischen Standards neben den unbestreitbaren Vorteilen auch einschränkende Wohnverhältnisse assoziiert werden, z. B. das Gefühl des Eingesperrtseins ohnedie Möglichkeit zur manuellen Fensterlüftung bei Bedarfoder übertriebene Dämmstärken, die zu „nicht atmenden“ Bauteilen führen, was die Nachfrage nach entsprechenden Objekten reduziert. Daher soll im nachfolgenden Arbeitspaket der Fokus lediglich auf den aktuell gültigen EnEV-Standard und die energetisch noch darüber hinaus gehenden Kfw-Effizienzhäuser und -klassen gerichtet werden.

3.1 ENEV 2014 / ENEV 2016

Zum Zeitpunkt der Einreichung des ersten Projektberichtes war die aktuelle EnEV 2016 noch nicht gültig. Allerdingsweichtsie bezüglich der Anforderungen bei Maßnahmen an Bestandsgebäuden nicht von der EnEV 2014 ab. Die erhöhten Forderungen der EnEV 2016 beziehen sich ausschließlich auf Neubauten.

Bei wesentlichen, großen Maßnahmenpaketen im Bestand, die für die Wohnungswirtschaft relevant sind, müssen zwangsweise die Vorgaben der jeweils gültigen EnEV eingehalten werden. Eine dieser Maßnahmen ist die energetische Sanierung der Gebäudehülle, die sowohlAußenwandflächen als auch Fensterflächen umfasst. In Tabelle 1 der Anlage 3 EnEV 2016 sind die jeweiligen energetischen Anforderungen an die einzelnen, erstmalig vorgesehenen oder zu erneuerndenBauteile im Wohnungsbau aufgeführt. Informativ sind in der nachfolgenden Tabelle die Wertefür die im Rahmen von Bestandssanierungen häufig vorkommenden Bauteile, sowie dieAnforderungen an jene entsprechend bei Neubauten (Werte des EnEV-Referenzgebäudes) vergleichend nebeneinander aufgeführt.

Bauteil	Bestand: U_{max}	Neubau: U_{max} (Referenzgebäude)
Außenwände	0,24	0,28
Fenster, Fenstertüren	1,30	1,30
Dachflächenfenster	1,40	1,40
Dachflächen einschl. Dachgauben, Wände gegen unbeheizten Dachraum (einschl. Abseitenwänden), oberste Geschossdecken	0,24	0,20
Dachflächen mit Abdichtung	0,20	0,20
Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume sowie gegen Decken nach unten gegen Erdreich oder unbeheizte Räume	0,30	0,35

ABBILDUNG 84: Anforderungen an den U-Wert einzelner Bauteile bei Sanierung und Neubau gem. EnEV 2016

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Anforderungen an einzelne Bauteile bei Sanierungen im Bestand im Vergleich zu Anforderungen an Neubauten eine unterschiedlich zu bewertende Strenge aufweisen. Da die energetische Qualität von zu erneuernden Fenstern und Türen beispielsweise unabhängig von der Bausubstanz definiert werden kann, wird nicht zwischen Maßnahmen im Bestand und Neubau unterschieden. Bei Außenwänden und Wänden bzw. Decken gegen Erdreich oder unbeheizte Räume sind die

Anforderungswerte im Bestand hingegen höher. Für den Sanierungsfall wird davon ausgegangen, dass diese Bauteile in Bezug auf technische und konstruktive Machbarkeit die höchsten Potenziale zur energetischen Aufbesserung bieten.

Der Austausch bzw. die Erneuerung von Außenwand- und Fensterflächen wiederum löst die Erfordernis nach EnEV §6 Absatz 2 aus, den zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindestluftwechsel sicherzustellen. Dieser Paragraph bezieht sich zwar textlich nur auf neu zu errichtende Wohngebäude, ist allerdings rechtlich auch auf umfangreiche Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle zu übertragen (vgl. „AP01 Recht“ auf Seite 29). Eine mögliche Maßnahme zur Sicherstellung des erforderlichen Luftwechsels ist dabeigem. allgemein anerkannten Regeln der Technikdie kontrollierte Wohnungslüftung, die durch die Option einer integrierten Wärmerückgewinnung zusätzliche Potenziale zur Senkung des Heizenergiebedarfs mitbringt.Gleichzeitig ermöglicht sie die Deckung der Anforderungen des EEWärmeG,welche zum aktuellen Zeitpunkt ausschließlich auf neu zu errichtende Gebäude und zu sanierende Objekte der öffentlichen Hand anzuwenden ist, deren flächendeckende Anwendung jedoch diskutiert wird. Demnach kann die durch raumlufttechnische Anlagen mit Wärmerückgewinnung genutzte Abwärme als Ersatzmaßnahme gelten, wenn der Wärmerückgewinnungsgrad der Anlage min. 70% beträgt und das Verhältnis von rückgewonnener Wärme zu eingesetztem Strom min. 10:1 beträgt.

3.2 FÖRDERFÄHIGE MASSNAHMEN DER KFW

Im Rahmen des „CO_2-Gebäudesanierungsprogramms“ und dem „Anreizprogramm Energieeffizienz“ werden die Maßnahmen, die zur Erreichung bestimmter, energetischer Standards ergriffen werden, von Seiten der Bundesrepublik Deutschland finanziell gefördert. Über die KfW-Bank werden zinsgünstige und langfristige Kreditfinanzierungen angeboten, deren Zinssatz in den ersten 10 Jahren der Kreditlaufzeit aus Bundesmitteln verbilligt und deren Tilgung anteilig bezuschusst wird. Das Förderprogramm richtet sich u. a. an Träger von Investitionsmaßnahmen an selbst genutzten oder vermieteten Wohngebäuden, zu denen die Unternehmen der Wohnungswirtschaft zweifelsohne zählen.

Zur Definition von Förderzielen werden die in Abschnitt 2.1.2 definierten EnEV-Anforderungen an zu errichtende Gebäude für die Bemessung der KfW-Effizienzhaus-Anforderungen zugrunde gelegt. Zum aktuellen Zeitpunkt existieren im Förderprogramm der KfW die Effizienzhäuser 55, 70, 85, 100 und 115. Die Zahlenwerte sagen aus, dass das Gebäude nach der Sanierung 55%, 70%, 85%, 100% oder 115% des Jahres-Primärenergiebedarfs aufweist, der aus der Bilanzierung des entsprechenden EnEV-Referenzgebäudes resultiert. Die Erreichung dieser Zielwerte erfordert i. d.R. mehrere energetische Optimierungsmaßnahmen zum gleichen Zeitpunkt, welchein erster Liniedie Sanierung der Gebäudehülle und weiterhin die Erneuerung der technischen Gebäudeausstattung umfassen. In der Wohnungswirtschaftsteigt die Anzahl der zu sanierenden Bestandsgebäude zunehmend. Im Zusammenhang damit wird insbesondere angestrebt, dass zumindest die Heizungsanlage in Kombination mit der Fassadensanierungerneuert wird. Ob die Zielwerte dadurch bereits erreicht werden können ist objektspezifisch zu überprüfen. Sollte durch die Sanierungsmaßnahmen keine Erreichung einesEffizienzhaus-Niveaus erreichbar sein, können auch Einzelmaßnahmen mit gleichem Ziel in ähnlicher Art gefördert werden.

Im Zusammenhang mit Wohnungslüftungsanlagen bietet die KfW-Bank im sogenannten „Lüftungspaket“ Förderungen für die Erneuerung oder dem erstmaligem Einbau einer förderfähigen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in Verbindung mit mindestens einer förderfähigen Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäudehülle an. Hierbei kann es sich um die Wärmedämmung der Wände, Dachflächen oder obersten Geschossdecken sowie eine Erneuerung der Fenster handeln. Förderfähig sind dabei diejenigen Maßnahmen, welche die seitens der KfW-Bank definierten technischen Mindestanforderungen erfüllen.

Für die Unternehmen der Wohnungswirtschaft rentiert sich der Einbau einer Wohnungslüftungsanlage also insbesondere im Rahmen einer energetischen Sanierung, die bei zahlreichen Bestandsgebäuden vermutlich in naher Zukunft unvermeidlich anstehen wird. Allerdings ist es empfehlenswert, vorab objektspezifisch zu vergleichen, wie sich die Summe der zusätzlichen Fördermittel und Vergünstigungen im Vergleich zu den Mehrkosten und den zu erbringenden Mehraufwendungen verhält.

ART UND HÖHE MÖGLICHER FÖRDERUNGEN

Die Kreditsumme mit vergünstigten Konditionen kann bis zu 100% der förderfähigen Kosten einschließlich Nebenkosten betragen. Dabei bezieht sich die Förderung auf die Anzahl der nach Sanierung vorhandenen Wohneinheiten, für die jeweils bis zu50.000 EUR gewährt werden, wennEinzelmaßnahmen einschließlich der Heizungs- und Lüftungspakete vorgesehen sind. Der Kreditbetrag erhöht sich auf 100.000 EUR pro Wohneinheit,wenneine Sanierung zum Effizienzhaus geplant ist. Essind unterschiedliche Kreditlaufzeitenmitverschiedenen Tilgungsfreijahren möglich.Für die ersten 10 Jahre wird der Zinssatz festgeschrieben, zum aktuellen Zeitpunkt (Juni 2017) liegt dieser für alle Kreditlaufzeitvarianten bei max. 0,75% (Sollzins- sowie Effektivzinssatz). Nach erfolgreich nachgewiesener Maßnahmendurchführung wird dem Kreditnehmer zusätzlich ein Tilgungszuschuss gewährt. Dieser liegt zum aktuellen Zeitpunkt für Einzelmaßnahmen bei 7,5% der Darlehenssumme bis max 3.750EUR/Wohneinheit und für das Lüftungspaket bei 12,5% der Darlehenssumme bis zu 6.250EUR/Wohneinheit.

Als Förderfähige Leistung wird dabei nicht nur die Investition in das Lüftungsgerät mit seinen Komponenten gewertet, sondern auch Nebenleistungen können bei der Ermittlung der Fördersumme berücksichtigt werden. Eine vollständige Liste der im Lüftungspaket förderfähigen Maßnahmen ist nachfolgender Abbildung aufgeführt.

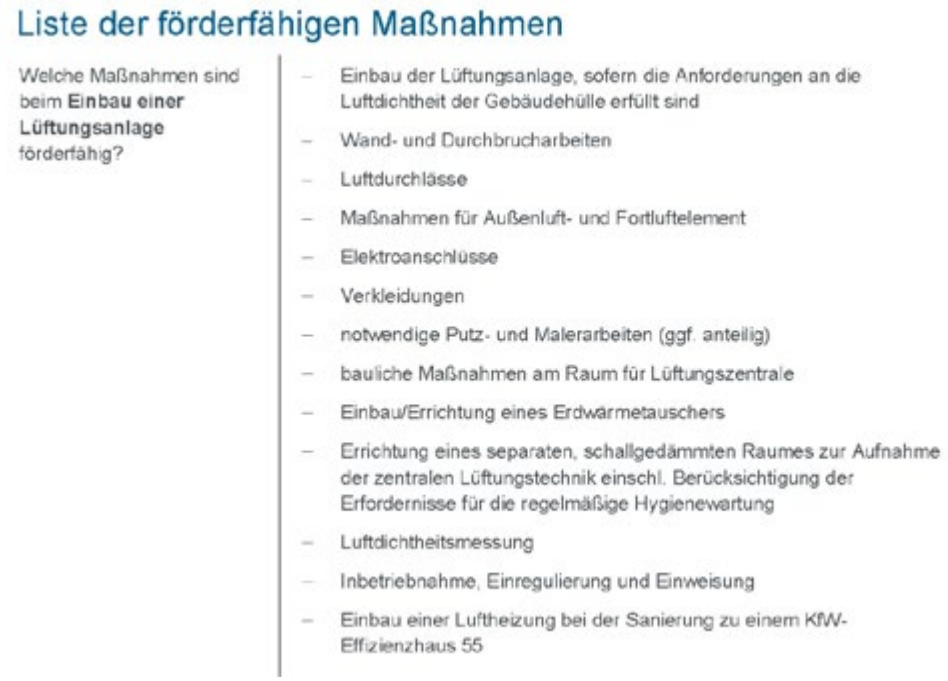


ABBILDUNG 85: Liste förderfähiger Maßnahmen des KfW-Lüftungspakets, Quelle: www.kfw.de

4. RÜCKKOPPLUNG PROJEKTBETEILIGTE

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Die Erfahrungen in den Forschungsprojekten weisen auf, dass die Erreichung eines bestimmten energetischen Standardsbei Sanierungsmaßnahmen am Gebäude nur eine Nebenrolle spielt.Vordergründig wirddie zweckmäßige Sanierungmit dem Ziel desBautenschutzes angestrebt. Die nächsthohe Relevanz hat die Vermeidung von Beeinträchtigungen des Mieters. Insbesondere durch den letzten Punkt und die im AP12Gebäudeintegration aufgeführten Schwierigkeiten beim Einbau führen i. d.R. dazu, dass

Gebäude- und Wohnungslüftungsanlagen nicht zur Ausführung kommen. Sollten Förderungen gewünscht sein, werden diese über Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle oder durch die Optimierung der Heizungsanlage angestrebt. Ein weiteres Hemmnis auf Vermieterseite ist die Unkalkulierbarkeit der Mieter, wenn es um das Thema der Wohnungslüftungsanlagen geht. So können die Maßnahmen im Vorfeld geplant und angekündigt werden, können aber hinsichtlich der Ausführung zeitlich durch mieterseitig vorgebrachte Einsprüche und der erforderlichen juristischen Prüfung verschoben werden. Da die Förderungen allerdings mit zeitlichenBedingungen verknüpft sind, ist die Wohnungswirtschaft nicht bestrebt, die energetischen Steigerungspotenziale durch Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung auszuschöpfen.

Als Praxisbeispiel aus den Pilotprojekten kann angeführt werden, dassangestrebt war, dieHäuser der GEWAG zu Effizienzhäusern 100 oder 70 zu sanieren und entsprechende Förderungen zu erhalten. Da der mieterseitige Protest allerdings hohe Wogen schlug und mit den benannten Verzögerungen aufgrund rechtlicher Prozesse zu rechnen war, wurde hiervon abgesehen.

4.2 LÜFTUNGSINDUSTRIE

Betrachtet man die schwerpunktmäßige Ausrichtung der Industrie auf Neubauten und die hoch angesetzten Investitionskosten für eine Wohnungslüftungsanlage, wird der Eindruck erweckt, dass sich die Industrie nicht über die möglichen Expansionspotenziale im Bestand bewusst ist. Die Vision der Bundesrepublik Deutschland, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand anzustreben, wird weitgehende Maßnahmen in vorhandenen Bauten unumgänglich machen. Durch Wohnungslüftungsanlagen können die durch die Sanierung der thermischen Hülle erreichten Effizienzsteigerungen noch weiter optimiert werden. Zum aktuellen Zeitpunkt rentiert sich die Investition in die entsprechende Technik für die Wohnungswirtschaft jedoch nicht, da die Lüftungsanlagen sich aufgrund der Investitions-, Einbau- und Wartungskosten nicht amortisieren (s. „AP15 Wirtschaftlichkeit“ auf Seite 223). Mit Blick auf die Zukunft jedoch werden insbesondere in verdichteten Siedlungen und städtischen Kernbereichen Technologien erforderlich sein, die ohne erhöhten Platzbedarf im Außenraum und ohne Abhängigkeit zur Gebäudeform oder Ausrichtung zu energetischen Verbesserungen führt.Wohnungslüftungsanlagen können hier zu entscheidenden Einsparungen beitragen, müssen jedoch auf die Besonderheiten des Marktes im Bestand angepasst werden. Zum aktuellen Zeitpunkt sind hierbei noch weitergehende Entwicklungen und Optimierungen der Lüftungstechnik erforderlich.

4.3 MIETER

Mieter auf Wohnungssuche achten zunehmend auf die Angaben im Energieausweis, wo grafisch auf einfache Weise der durchschnittliche Verbrauch des Gebäudesangegeben und bewertet wird. Dieverbesserte Energieeffizienz wird dabei mieterseitig lediglich in Zusammenhang mit einer thermischen Isolierung der Gebäudehülle und dem Austausch der Heizungsanlage in Verbindung gebracht. Die wärmerückgewinnende Funktion von Wohnungslüftungsanlagen ist unbekannt oder wird stark unterschätzt. Selbst wenn die Potenziale zur Reduktion des Heizenergiebedarfs erkannt werden, herrscht die Meinung, dass die Einsparungen durch die Mehrkosten für den Strombedarf und die erforderlichen Wartungen wieder aufgehoben werden. Zum aktuellen Zeitpunkt ist es nicht möglich, der Mieterschaft gegenteiliges zu beweisen, da insbesondere die Wartungskosten jegliche Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zugunsten von Wohnungslüftungsanlagen unmöglich machen – von den Investitionskosten ganz abgesehen.Selbst eine Miete, die durch die energetischen Einsparungen durch Dämmmaßnahmen und Wärmerückgewinnung gesenkt, durch mögliche Betriebs- und Wartungskosten sowie Umlagen jedoch letztlich unverändert bleibt, senkt die Attraktivität der vorgesehenen Sanierung, obwohl der Wohnkomfort und die raumlufthygienischen Verhältnisse sich deutlich verbessern. Zurzeit fehltdie Sensibilität hinsichtlich dieses Themas, so dass energetische Maßnahmen nur dann als sinnvoll erachtet werden, wenn diese zu finanziellen Vorteilen führen.

5. PRAXISERFAHRUNG

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde seitens des unter Abschnitt 1 benannten Ingenieurbüros P. Jung, Köln, die in „13. Anhang: Expertise zum AP13 – Energetische Standards“ auf Seite 586 befindliche Expertise erstellt, mit der für unterschiedliche Sanierungsvarianten zweier exemplarisch gewählter Pilotprojektedie MöglichkeitenzurVerbesserung der Energieeffizienz untersucht wurden. Dabei lag ein Schwerpunkt in der Ermittlung des Einflusses von Lüftungsanlagen auf die Gesamteffizienz des Gebäudes. Detaillierte Informationen zu den Berechnungen und Eingabeparametern können der Expertise im benannten Anhang entnommen werden. Im Folgenden sollen die wesentlichen Ergebnisse und Erkenntnisse kurz zusammengefasst werden.

5.1 ERGEBNISSE UND AUSWERTUNG ZUR HEINRICH-HEINE-STR., LEVERKUSEN

Bei der Untersuchung der Energieeffizienz des Pilotprojektes wurde zunächst das Bestandsgebäude in seiner aktuellen Form und mit seinen tatsächlichen Bauteilaufbauten als Simulationsmodell im Computer nachgebildet. Für Bauteile oder weitere Parameter, zu denen keine Informationen vorlagen, wurden realistische Annahmen getroffen. Im nächsten Schritt wurden die Sanierungsmaßnahmen, die zeitgleich mit dem Einbau der Lüftungsanlagen an der Gebäudehülle stattfanden, mit ihren bauphysikalischen Werten am Modell ergänzt. Schließlich wurden die modellierten Wohneinheiten mit Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Aufgrund der Vielzahl der Wohnungen und Hersteller wurde die Auswahl der am Pilotprojekt eingebauten vier Lüftungsanlagen auf zwei reduziert. In dem Computermodell zum vorliegenden Pilotprojekt wurden in die jeweils zwei Wohnungen des Erd- und Obergeschosses die Lüftungsanlagen LA-W 2 und LA-W 3 eingesetzt, deren technische Daten gem. der zugehörigen Datenblätter in das Programm eingepflegt wurden.

Bei der Auswertung der Ergebnisse soll die dargestellte Variante „unsaniert, mit RLT“ nicht weiter betrachtet werden, da sie seitens der Verfasser unter Anbetracht der hohen Undichtigkeiten in der Hülle von unsanierten Bestandsgebäuden und den damit zusammenhängenden, hohen Wärmeverlusten durch Infiltration als unzweckmäßig erachtet wird. Abgebildet werden die Einsparungen durch eine Sanierung der Gebäudehülle, die aufgrund der hohen Optimierungspotenziale im Bestand den größten Teil abbilden, und des Weiteren die zusätzlichen Einsparungen durch den Einbau einer Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

5.1.1 ENERGIEBEDARF GEM. BILANZIERUNG NACH DIN V 18599

ENDENERGIEBEDARF

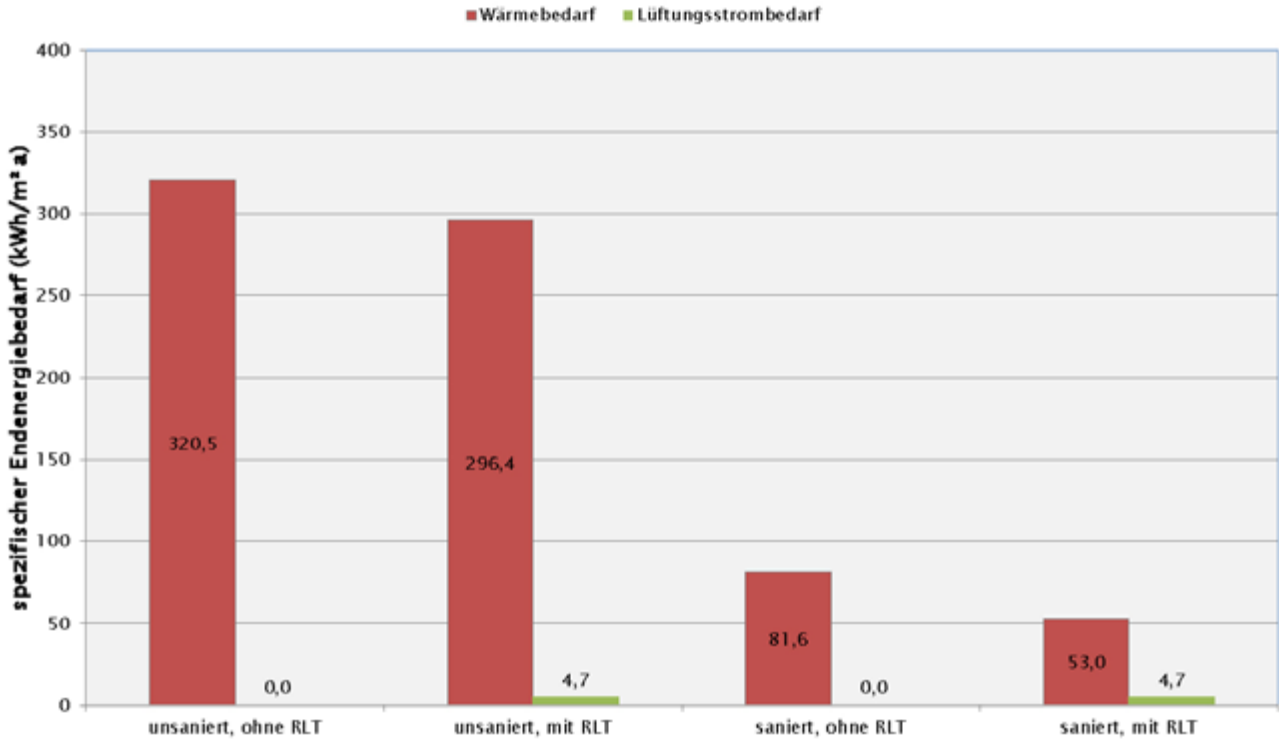


ABBILDUNG 86: spezifischer Endenergiebedarf nach DIN V 18599, Heinrich-Heine-Straße LEV

Durch die Sanierung der Gebäudehülle wird der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 75% gesenkt. Weitere 9% Einsparung sind dann durch den Einbau der Wohnungslüftungsanlage möglich.Der durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle erreichte Bedarfswert wird durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung um 35% verringert. Dafür benötigen die Lüftungsanlagen Strom i. H.v. ca. 4,7 kWh/(m²a), was die Gesamt-Endenergieeinsparung um ein geringes Maß reduziert.

PRIMÄRENERGIEBEDARF

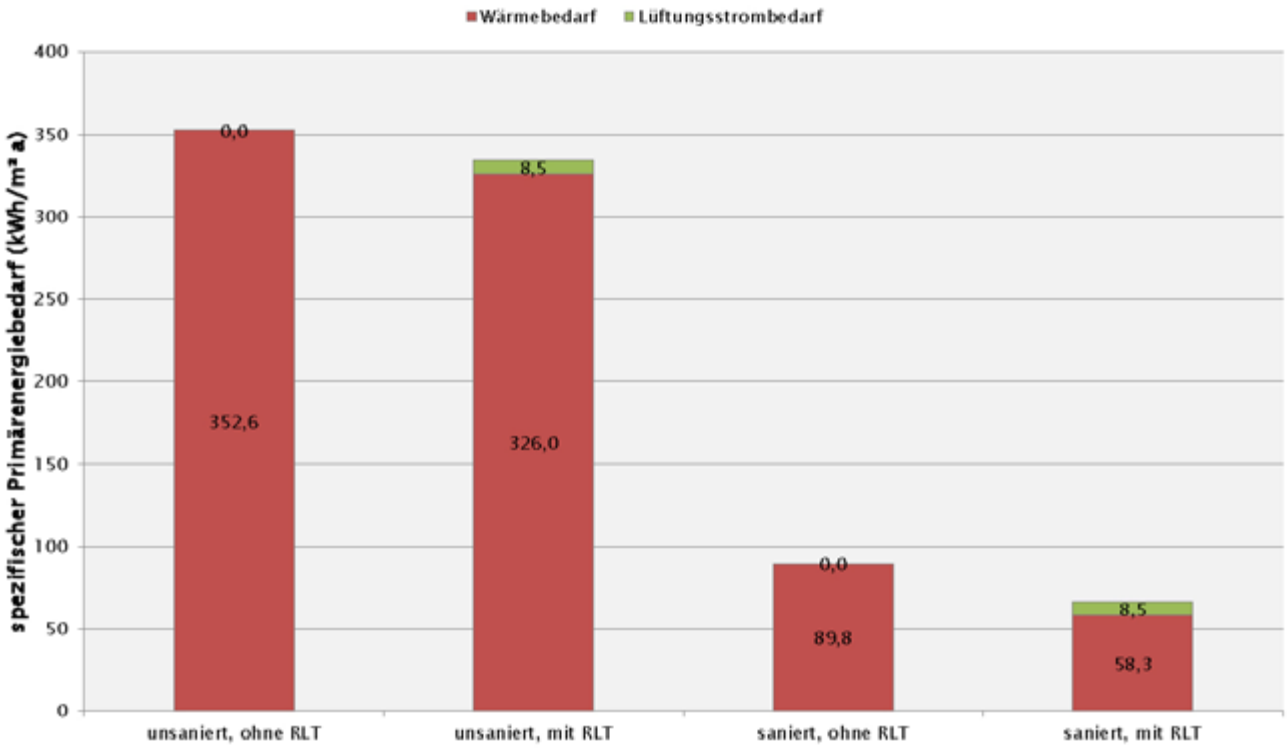


ABBILDUNG 87: spezifischer Primärenergiebedarf nach DIN V 18599, Heinrich-Heine-Straße LEV

Durch die Sanierung der Gebäudehülle wird der Primärenergiebedarf des Gebäudes um ca. 75% gesenkt. Weitere 9% Einsparung sind dann durch den Einbau der Wohnungslüftungsanlage möglich.Der durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle erreichte Bedarfswert wird durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung um 35% verringert. Dafür benötigen die Lüftungsanlagen Strom i. H.v. ca. 8,5 kWh/(m^2a), was die Gesamt-Primärenergieeinsparung um ein geringes Maß reduziert.

5.1.2 ENERGIEBEDARF GEM. SIMULATION

ENDENERGIEBEDARF

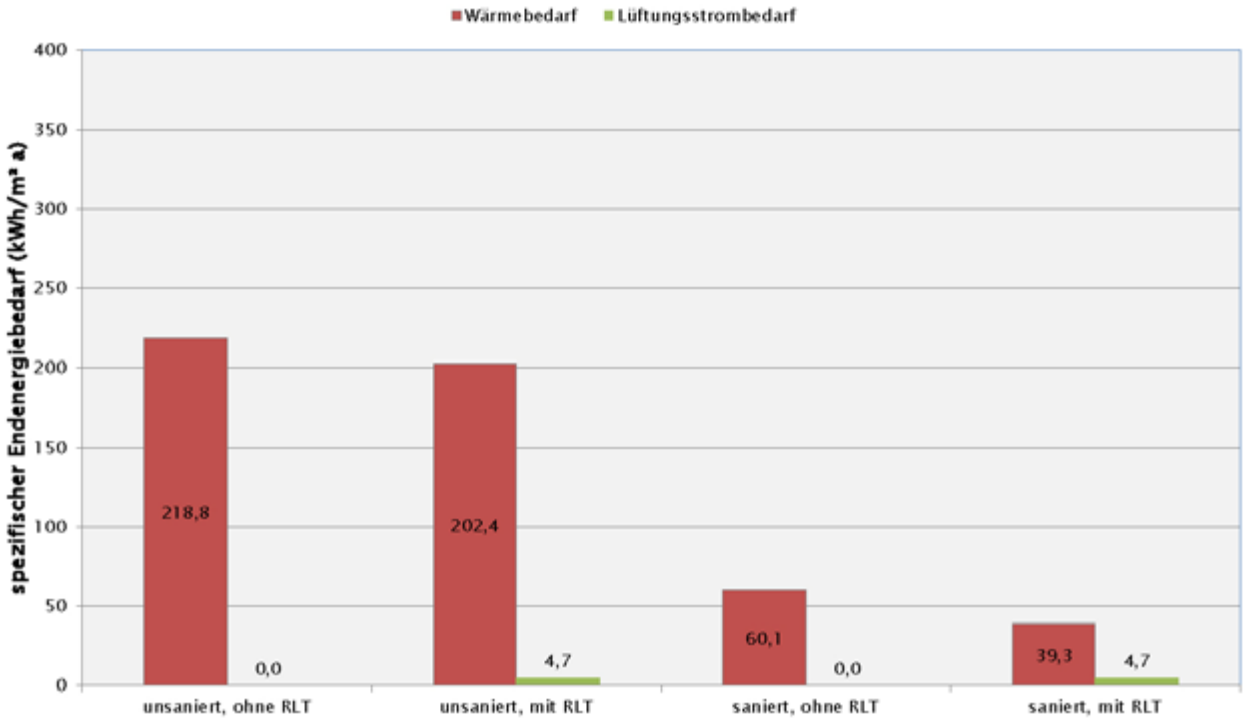


ABBILDUNG 88: spezifischer Endenergiebedarf gem. Simulation, Heinrich-Heine-Straße LEV

Durch die Sanierung der Gebäudehülle wird der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 73% gesenkt. Erneut sind weitere 9% Einsparung durch den Einbau der Wohnungslüftungsanlage möglich.Der durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle erreichte Bedarfswert verringert sich auch in diesem Fall um 35% durch den Einsatz einer Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Dafür benötigen die Lüftungsanlagen Strom i. H.v. ca. 4,7 kWh/(m²a), was die Gesamt-Endenergieeinsparung um ein geringes Maß reduziert.

PRIMÄRENERGIE

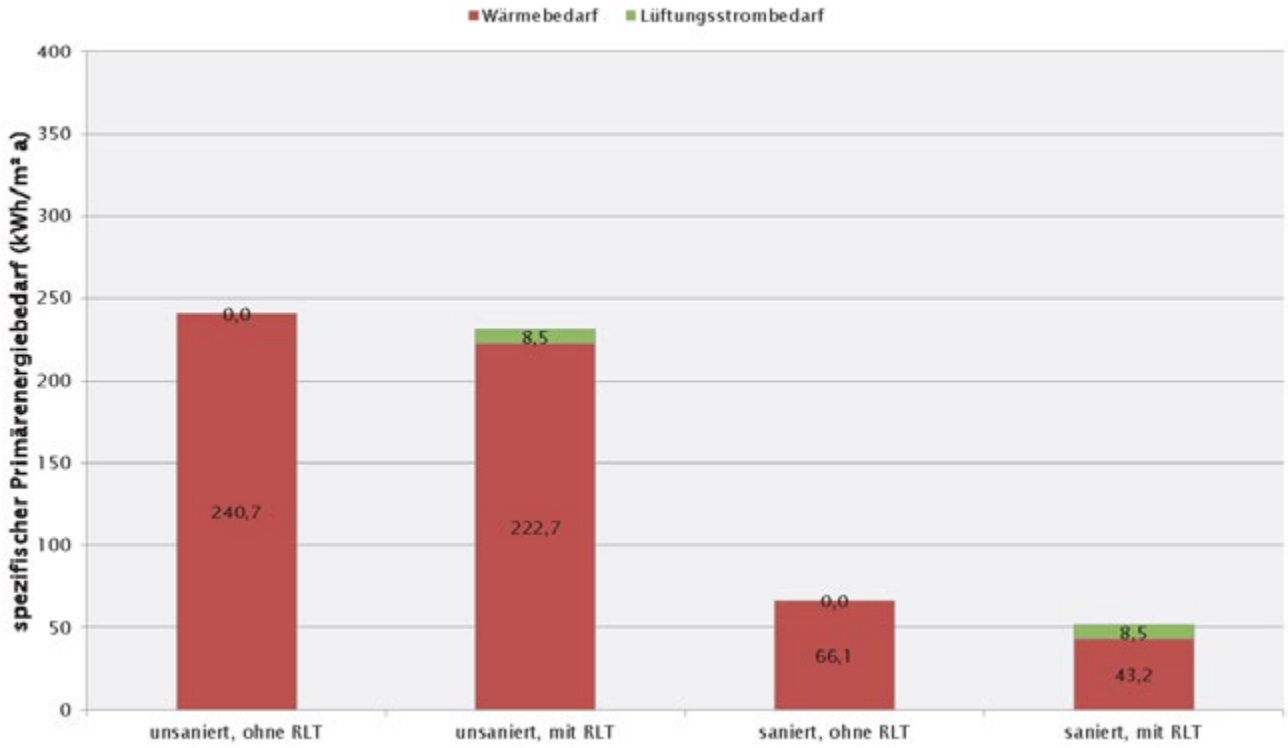


ABBILDUNG 89: spezifischer Primärenergiebedarf gem. Simulation, Heinrich-Heine-Straße LEV

Durch die Sanierung der Gebäudehülle wird der Primärenergiebedarf des Gebäudes um ca. 73% gesenkt. Auch hier sind weitere 9% Einsparung durch den Einbau der Wohnungslüftungsanlage möglich.Der durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle erreichte Bedarfswert verringert sich auch in diesem Fall um 35% durch den Einsatz einer Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Dafür benötigen die Lüftungsanlagen Strom i. H.v. ca. 8,5 kWh/(m²a), was die Gesamt-Endenergieeinsparung um ein geringes Maß reduziert.

5.1.3 KFW-FÖRDERUNG „LÜFTUNGSPAKET“

A) MASSNAHMEN AN DER GEBÄUDEHÜLLE

Das Objekt wurde zeitgleich mit dem Einbau der Lüftungsanlagen im Rahmen des Forschungsprojektes durch die Wohnbaugesellschaft energetisch saniert. Durch die Sanierungvon Teilen derGebäudehülle veränderten sich die zugehörigen thermischen Werte derKonstruktion wie in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Bauteil	U-Wert vor Sanierung	U-Wert nach Sanierung	EnEV		KfW-Einzelmaßnahme	
			Anforderung erfüllt		Anforderung erfüllt	
Außenwände	1,17 W/(m K)	0,19 W/(m K)	0,24 W/(m K)	ja	0,20 W/(m K)	ja
Dachflächen einschl. Dachgauben, Wände gegen unbeheizten Dachraum (einschl. Abseitenwänden), oberste Geschossdecken	3,39 W/(m K)	0,14 W/(m K)	0,24 W/(m K)	ja	0,14 W/(m K)	ja

Bauteil	U-Wert vor Sanierung	U-Wert nach Sanierung	EnEV		KfW-Einzelmaßnahme	
			Anforderung erfüllt		Anforderung erfüllt	
Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume sowie Decken nach unten gegen Erdreich oder unbeheizte Räume	0,56 W/(m K)	0,26 W/(m K)	0,30 W/(m K)	ja	0,25 W/(m K)	nein

ABBILDUNG 90: U-Werte der Bauteile Heinrich-Heine-Str. vor und nach Sanierung der Gebäudehülle

Demnach erfüllen sowohl die Dämmung der Außenwand als auch die Dämmung der obersten Geschossdecke als Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle die KfW-Anforderungen und bilden somit die erforderliche Ergänzung zur Inanspruchnahme eines Kredits mit Vergünstigungen. Die Ertüchtigung der Kellerdecke erreicht den Anforderungswert der KfW gerade eben nicht.

B) LÜFTUNGSANLAGE (ZU- UND ABLUFTANLAGE) MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG

Bei der Bewertung der Förderfähigkeit der einzelnen Lüftungsanlagen werden wieder alle in dem Objekt eingebauten Lüftungsanlagen berücksichtigt, um abschätzen zu können, wie groß der Anteil der derzeit auf dem Markt befindlichen Anlagen sind, die die Förderungskriterien erfüllen. Wie sich die geplanten Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung in Bezug auf die Technischen Mindestanforderungen gem. KfW verhalten und ob sie entweder Kriterium 1 oder Kriterium 2 erfüllen, ist in Tabelle 03 aufgeführt.

Bauteil	Anlagenwerte	Kriterium1) WBG > 80 % Pel,vent <0,45 W/(m /h)	Kriterium2) WBG > 75 % Pel,vent <0,35 W/(m /h)
LA-W 2	WBG = 84 % Pel,vent =0,30 W/(m /h)	erfüllt	erfüllt
LA-W 3	WBG = 82 % Pel,vent =0,25 W/(m /h)	erfüllt	erfüllt
LA-W 1	WBG = 115 % Pel,vent =0,28 W/(m /h)	erfüllt	erfüllt
LA-W 8	WBG = 87 % *) Pel,vent =0,50 W/(m /h) *)	nicht erfüllt	nicht erfüllt
***) Anders als bei den anderen Angaben basieren die Werte hier auf Datenblättern, der ErP-Nachweis des Produkts ist nicht vorliegend.**			

ABBILDUNG 91: Förderfähigkeit der im Pilotprojekt eingebauten Lüftungsanlagen nach den Kriterien der KfW

Drei der vier vorgesehenen Anlagen erfüllen die Kriterien der KfW für eine Förderung. Eine eindeutige Aussage ist jedoch aufgrund des fehlenden ErP-Nachweises des vierten Herstellers nicht möglich.

5.1.4 AUSWERTUNG

Beim Vergleich der ermittelten Energiebedarfe ist auffällig, dass die Werte auf Grundlage einer Berechnung nach DIN V 18599 deutlich über den Ergebnissen der thermischen Simulation liegen. Die Differenz beim spezifischen Endenergiebedarf liegt bei ca. 100 kWh/(m²a), beim spezifischen Primärenergiebedarf bei ca. 110 kWh/(m²a). Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die thermische Simulation die genauere

Berechnungsvariante darstellt, da in dem Verfahren nach DIN V 18599 die Dynamik der Parameter nur bedingt mit einbezogen werden kann. Demnach resultieren aus der Berechnung zukünftiger Einsparungen höhere Potenziale als sie durch die thermische Simulation realitätsnah prognostiziert werden. Betrachtet man die relativen Werte, weichen diese nicht stark voneinander ab. In Bezug auf den Ausgangswert verändern sich die Bedarfe prozentual nahezu identisch, in reelen Zahlen und insbesondere in der monetären Einsparung machen sich die Differenzen jedoch deutlich bemerkbar.

Eindeutig ist, dass die Wohnungslüftungsanlage einen gewissen Teil zur Energieeffizienz beiträgt. Im Vergleich mit den Einsparungen aus der energetischen Sanierung fällt der Einfluss jedoch verhältnismäßig gering aus. Bei der Bewertung muss allerdings berücksichtigt werden, welche Möglichkeiten diese zusätzliche geringe Einsparung bietet. So kann sie dazu beitragen, dass bei der Sanierung zum Effizienzhaus eine höhere Qualitätsstufe erreicht wird, wodurch die Förderungen durch die KfW höher ausfallen. Bei den betrachteten Pilotprojekten war das allerdings nicht der Fall.

Die Betrachtung der Maßnahmen zur energetischen Sanierung der Gebäudehüllemit Ausnahme der Ertüchtigung der Kellergeschossdecke weisen auf, dass sie für die KfW als förderungsfähig gelten und somit auch den ersten Anforderungsteil des Lüftungs-Förderpakets darstellen. Der zweite Anforderungsteil ist durch die technischen Werte der Lüftungsanlagen erfüllt. Wenn die Lüftungsanlage LA-W8 aufgrund ihrer eingeschränkten Vergleichbarkeit außer Acht gelassen wird, erscheint es bemerkenswert, dass alle vorgesehenen Lüftungsanlagen, die in ihrer Qualität die gängigen Modelle auf dem Markt repräsentieren, nach KfW-Kriterien förderfähig sind.

5.2 ERGEBNISSE UND AUSWERTUNG ZUR EMIL-NOHL-STR., REMSCHEID

Bei der Untersuchung der Energieeffizienz des Pilotprojektes wurde zunächst das Bestandsgebäude in seiner aktuellen Form und mit seinen tatsächlichen Bauteilaufbauten als Simulationsmodell im Computer nachgebildet. Für Bauteile oder weitere Parameter, zu denen keine Informationen vorlagen, wurden realistische Annahmen getroffen. Im nächsten Schritt wurden die Sanierungsmaßnahmen, die zeitgleich mit dem Einbau der Lüftungsanlagen an der Gebäudehülle stattfinden sollten, mit ihren reellen bauphysikalischen Werten am Modell ergänzt. Schließlich wurden die Wohneinheiten im Modell mit Wohnungslüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Aufgrund der Vielzahl der Wohnungen und Hersteller wurde die Auswahl der für dieses Pilotprojekt vorgesehenen sechs Lüftungsanlagen auf zwei reduziert. In dem Computermodell zum vorliegendem Pilotprojekt wurden in den linksseitig übereinander liegenden drei Wohnungen die Lüftungsanlage LA-W 2 und in den rechtsseitig übereinander liegenden drei Wohnungen die Lüftungsanlage LA-W 8 eingesetzt, deren technische Daten gem. der zugehörigen Datenblätter in das Programm eingepflegt wurden.

Bei der Auswertung der Ergebnisse soll die dargestellte Variante «unsaniert, mit RLT» nicht weiter betrachtet werden, da sie seitens der Verfasser unter Anbetracht der hohen Undichtigkeiten in der Hülle von unsanierten Bestandsgebäuden und den damit zusammenhängenden, hohen Wärmeverlusten durch Infiltration als unzweckmäßig erachtet wird. Abgebildet werden die Einsparungen durch eine Sanierung der Gebäudehülle, die aufgrund der hohen Optimierungspotenziale im Bestand den größten Teil abbilden, und des Weiteren die zusätzlichen Einsparungen durch den Einbau einer Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

5.2.1 ENERGIEBEDARF GEM. BILANZIERUNG NACH DIN V 18599

ENDENERGIEBEDARF

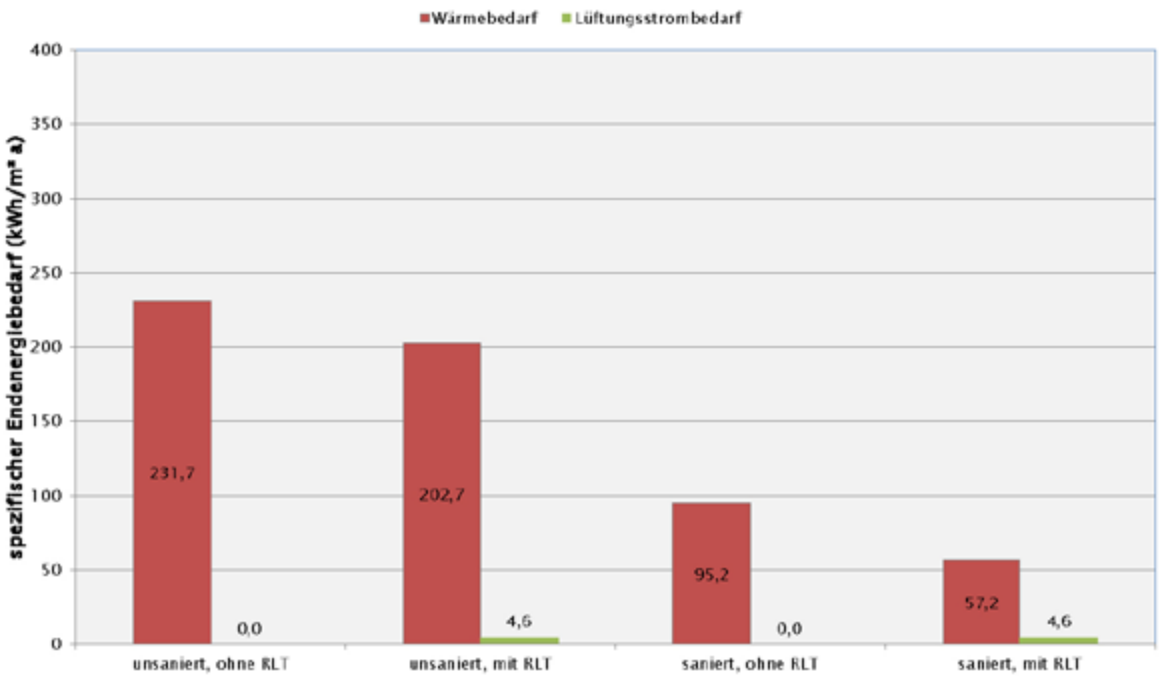


ABBILDUNG 92: spezifischer Endenergiebedarf gem. DIN V 18599, Emil-Nohl-Straße LEV

Durch die Sanierung der Gebäudehülle wird der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 59% gesenkt. Weitere 16% Einsparung sind dann durch den Einbau der Wohnungslüftungsanlage möglich.Der durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle erreichte Bedarfswert wird durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung um 40% verringert. Dafür benötigen die Lüftungsanlagen Strom i. H.v. ca. 4,6 kWh/(m²a), was die Gesamt-Endenergieeinsparung um ein geringes Maß reduziert.

PRIMÄRENERGIEBEDARF

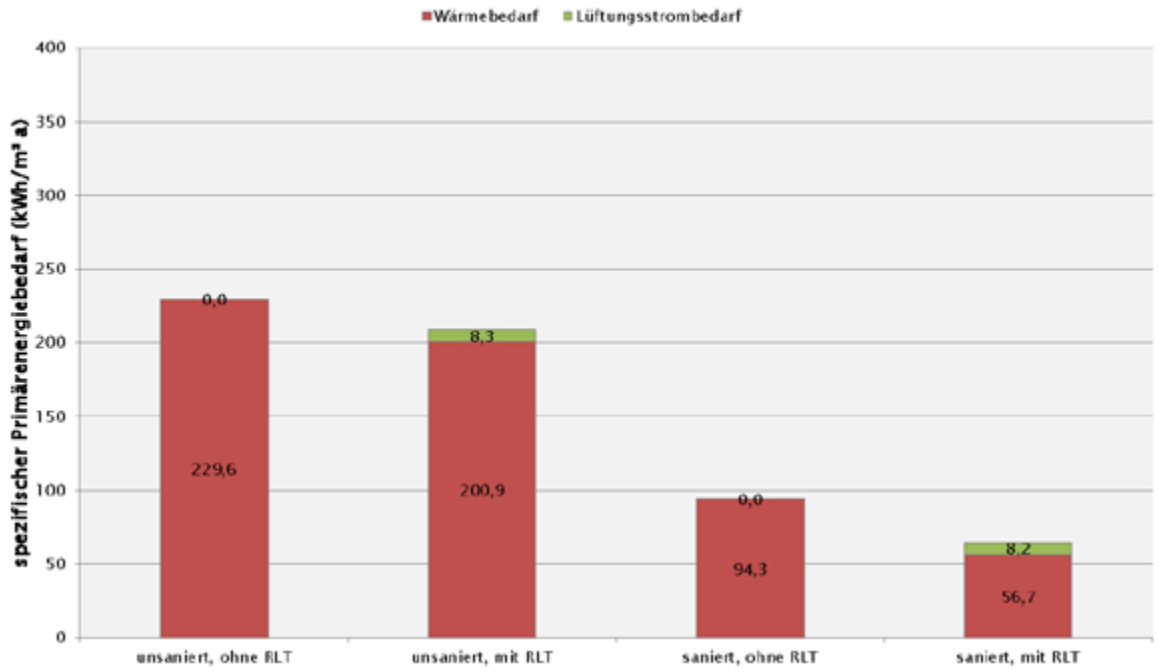


ABBILDUNG 93: spezifischer Primärenergiebedarf gem. DIN V 18599, Emil-Nohl-Straße LEV

Durch die Sanierung der Gebäudehülle wird der Primärenergiebedarf des Gebäudes um ca. 59% gesenkt. Hier sind weitere 16% Einsparung durch den Einbau der Wohnungslüftungsanlage möglich.Der durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle erreichte Bedarfswert verringert sich auch in diesem Fall um 40% durch den Einsatz einer Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Dafür benötigen die Lüftungsanlagen Strom i. H.v. ca. 8,2kWh/(m²a), was die Gesamt-Endenergieeinsparung um ein geringes Maß reduziert.

5.2.2 ENERGIEBEDARF GEM. SIMULATION

ENDENERGIEBEDARF

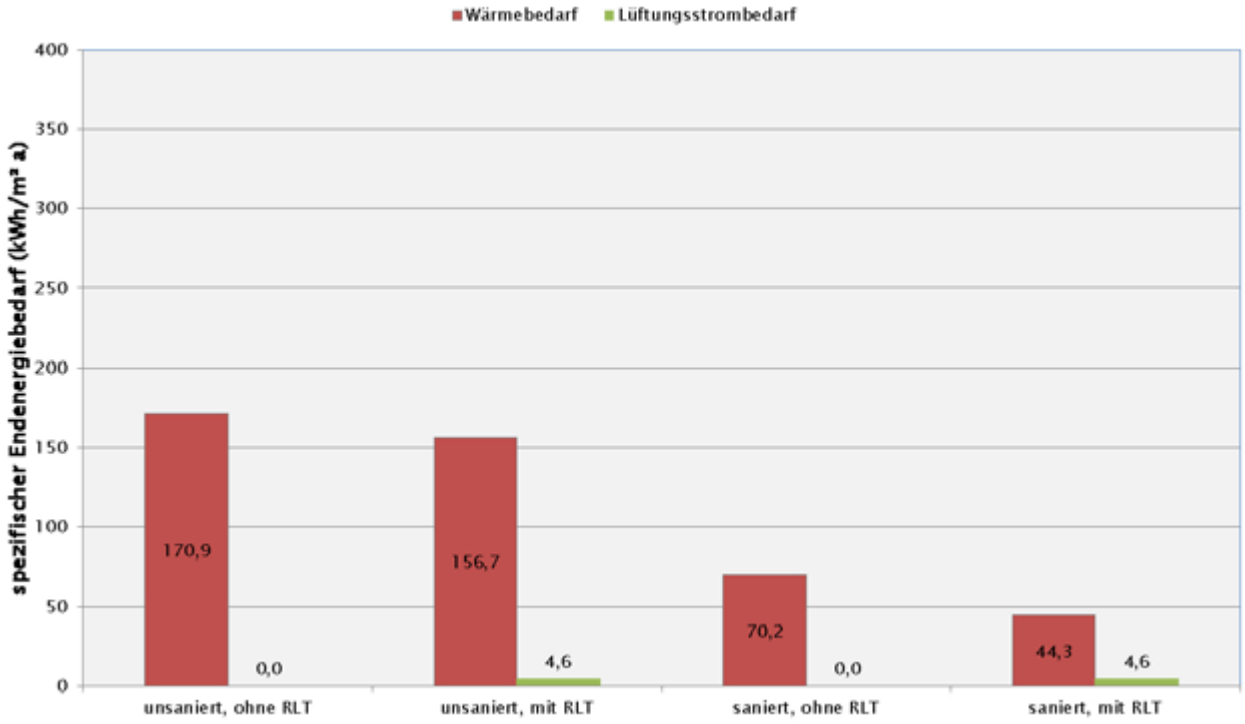


ABBILDUNG 94: spezifischer Endenergiebedarf gem. Simulation, Emil-Nohl-Straße LEV

Durch die Sanierung der Gebäudehülle wird der Endenergiebedarf des Gebäudes um ca. 59% gesenkt. Weitere 15% Einsparung ist dann durch den Einbau der Wohnungslüftungsanlage möglich.Der durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle erreichte Bedarfswert wird durch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung um 37% verringert. Dafür benötigen die Lüftungsanlagen Strom i. H.v. ca. 4,6 kWh/(m²a), was die Gesamt-Endenergieeinsparung um ein geringes Maß reduziert.

PRIMÄRENERGIEBEDARF

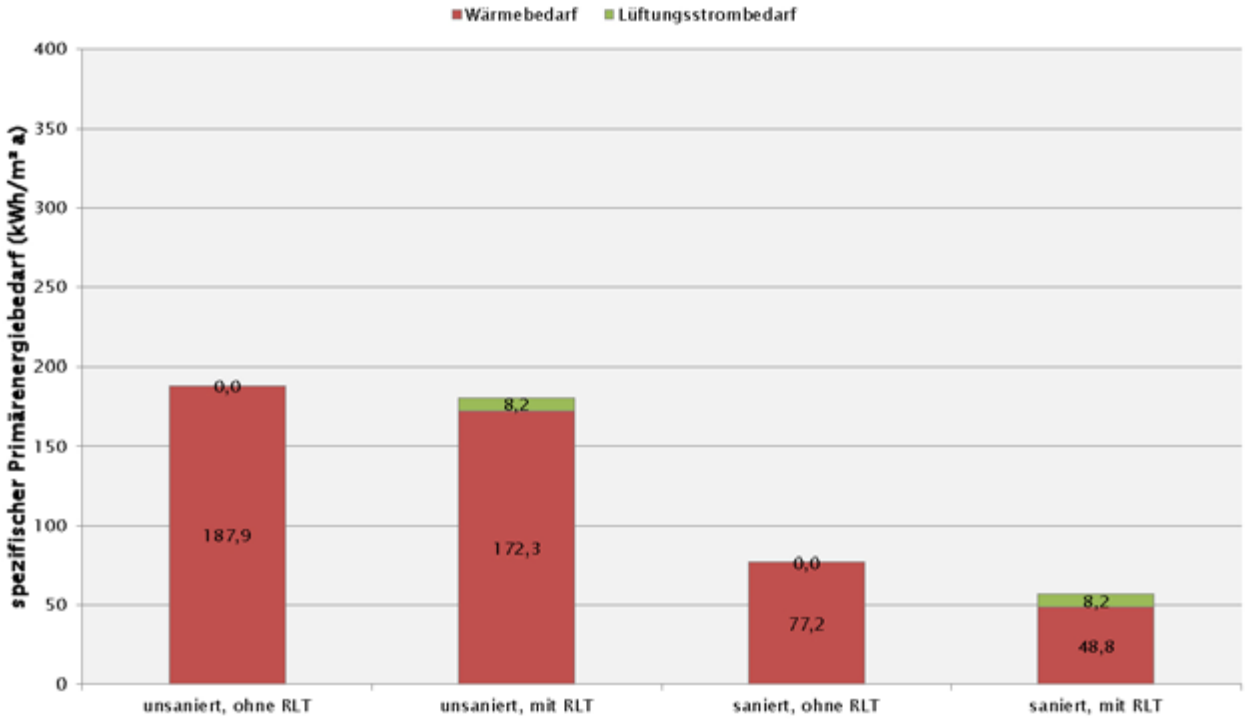


ABBILDUNG 95: spezifischer Primärenergiebedarf gem. Simulation, Emil-Nohl-Straße LEV

Durch die Sanierung der Gebäudehülle wird der Primärenergiebedarf des Gebäudes um ca. 59% gesenkt. Hier sind weitere 15% Einsparung durch den Einbau der Wohnungslüftungsanlage möglich.Der durch die energetische Sanierung der Gebäudehülle erreichte Bedarfswert verringert sich auch in diesem Fall um 37 % durch den Einsatz einer Wohnungslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Dafür benötigen die Lüftungsanlagen Strom i. H.v. ca. 8,2kWh/(m²a), was die Gesamt-Endenergieeinsparung um ein geringes Maß reduziert.

5.2.3 KFW-FÖRDERUNG „LÜFTUNGSPAKET“

A) MASSNAHMEN AN DER GEBÄUDEHÜLLE

Das Objekt wurde zeitgleich mit dem Einbau der Lüftungsanlagen im Rahmen des Forschungsprojektes durch die Wohnbaugesellschaft energetisch saniert. Durch die Sanierungvon Teilen derGebäudehülle veränderten sich die zugehörigen thermischen Werte derKonstruktion wie in nachstehender Tabelle dargestellt.

Bauteil	U-Wert vor Sanierung	U-Wert nach Sanierung	EnEV		KfW-Einzelmaßnahme	
			Anforderung erfüllt		Anforderung erfüllt	
Außenwände	0,79 W/(m K)	0,17 W/(m K)	0,24 W/(m K)	ja	0,20 W/(m K)	ja
Dachflächen einschl. Dachgauben, Wände gegen unbeheizten Dachraum (einschl. Abseitenwänden), oberste Geschossdecken	0,45 W/(m K)	0,13 W/(m K)	0,24 W/(m K)	ja	0,14 W/(m K)	ja

Bauteil	U-Wert vor Sanierung	U-Wert nach Sanierung	EnEV		KfW-Einzelmaßnahme	
			Anforderung erfüllt		Anforderung erfüllt	
Wände gegen Erdreich oder unbeheizte Räume sowie Decken nach unten gegen Erdreich oder unbeheizte Räume	0,56 W/(m K)	0,26 W/(m K)	0,35 W/(m K)	ja	0,25 W/(m K)	nein

ABBILDUNG 96: U-Werte der Bauteile Heinrich-Heine-Str. vor und nach Sanierung der Gebäudehülle

Demnach erfüllen sowohl die Dämmung der Außenwand als auch die Dämmung der obersten Geschossdecke als Einzelmaßnahmen an der Gebäudehülle die KfW-Anforderungen und bilden somit die erforderliche Ergänzung zur Inanspruchnahme eines Kredits mit Vergünstigungen. Die Ertüchtigung der Kellerdecke erreicht den Anforderungswert der KfW gerade eben nicht.

B) LÜFTUNGSANLAGE (ZU- UND ABLUFTANLAGE) MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG

Bei der Bewertung der Förderfähigkeit der einzelnen Lüftungsanlagen werden wieder alle in dem Objekt eingebauten Lüftungsanlagen berücksichtigt, um abschätzen zu können, wie groß der Anteil der derzeit auf dem Markt befindlichen Anlagen sind, die die Förderungskriterien erfüllen. Wie sich die geplanten Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung sich in Bezug auf die Technischen Mindestanforderungen gem. KfW verhalten und ob sie entweder Kriterium 1 oder Kriterium 2 erfüllen, ist in Tabelle 05 aufgeführt.

Bauteil	Anlagenwerte	Kriterium1) η_{WBG} > 80 % $P_{el,vent}$ <0,45 W/(m /h)	Kriterium2) η_{WBG} > 75 % $P_{el,vent}$ <0,35 W/(m /h)
LA-W 6	η_{WBG} = 85 % $P_{el,vent}$ =0,26 W/(m /h)	erfüllt	erfüllt
LA-W 2	η_{WBG} = 82 % $P_{el,vent}$ =0,25 W/(m /h)	erfüllt	erfüllt
LA-W 5	η_{WBG} = 85 % $P_{el,vent}$ =0,39 W/(m /h)	erfüllt	nicht erfüllt
LA-W 8	η_{WBG} = 87 % *) $P_{el,vent}$ =0,50 W/(m /h) *)	nicht erfüllt	nicht erfüllt
*) Anders als bei den anderen Angaben basieren die Werte hier auf Datenblättern, der ErP-Nachweis des Produkts ist nicht vorliegend.			

ABBILDUNG 97: Förderfähigkeit der im Pilotprojekt eingebauten Lüftungsanlagen nach den Kriterien der KfW

Drei der vier vorgesehenen Anlagen erfüllen die Kriterien der KfW für eine Förderung. Eine eindeutige Aussage ist jedoch aufgrund des fehlenden ErP-Nachweises des vierten Herstellers nicht möglich.

5.2.4 AUSWERTUNG

Beim Vergleich der ermittelten Energiebedarfe ist auch in diesem Fall auffällig, dass die Werte auf Grundlage einer Berechnung nach DIN V 18599 über den Ergebnissen der thermischen Simulation liegen. Die Differenz beim spezifischen Endenergiebedarf liegt bei ca. 60 kWh/(m²a), beim spezifischen Primärenergiebedarf bei ca. 40 kWh/(m²a). Wie bereits erläutert ist davon auszugehen, dass die thermische Simulation

die genauere Berechnungsvariante darstellt. Demnach resultieren aus der Berechnung zukünftiger Einsparungen höhere Potenziale als sie durch die thermische Simulation realitätsnah prognostiziert werden. Betrachtet man die relativen Werte, weichen diese kaum voneinander ab. In Bezug auf den Ausgangswert verändern sich die Bedarfe prozentual nahezu identisch, in reellen Zahlen und insbesondere in der monetären Einsparung machen sich die Differenzen jedoch auch hier deutlich bemerkbar.

Eindeutig ist, dass die Wohnungslüftungsanlage einen gewissen Teil zur Energieeffizienz beiträgt. Im Vergleich mit den Einsparungen aus der energetischen Sanierung fällt der Einfluss jedoch verhältnismäßig gering aus. Bei der Bewertung muss allerdings berücksichtigt werden, welche Möglichkeiten diese zusätzliche geringe Einsparung bietet. So kann sie dazu beitragen, dass bei der Sanierung zum Effizienzhaus eine höhere Qualitätsstufe erreicht wird, wodurch die Förderungen durch die KfW höher ausfallen. Bei dem betrachteten Pilotprojekten war das allerdings auch diesmal nicht der Fall.

Die Betrachtung der Maßnahmen zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle mit Ausnahme der Ertüchtigung der Kellergeschossdecke weisen auf, dass sie für die KfW als förderungsfähig gelten und somit auch den ersten Anforderungsteil des Lüftungs-Förderpakets darstellen. Der zweite Anforderungsteil ist durch die technischen Werte der Lüftungsanlagen erfüllt. Wenn die Lüftungsanlage LA-W 8 aufgrund ihrer eingeschränkten Vergleichbarkeit außer Acht gelassen wird, erscheint es bemerkenswert, dass alle vorgesehenen Lüftungsanlagen, die in ihrer Qualität die gängigen Modelle auf dem Markt repräsentieren, nach KfW-Kriterien förderfähig sind.

6. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN BZW. OFFENE FRAGEN

6.1 ZUSAMMENFASSUNG

Die für die Unternehmen der Wohnungswirtschaft maßgeblichen energetischen Standards sind zum Einen, aufgrund der gesetzlichen Verpflichtung, die Erfüllung der EnEV und zum Anderen darüber hinausgehende Optimierungen zu KfW-Effizienzhäusern. Selbst wenn durch geplante energetische Aufbesserungen die Anforderungen der KfW an den spezifischen Transmissionswärmeverlust und den Primärenergiebedarf zur Erreichung der definierten Effizienzklassen nicht erfüllt werden, ist es möglich, diese einzelnen Maßnahmen fördern zu lassen. Bei Erfüllung der vorgegebenen technischen Anforderungen sind hierbei zinsgünstige Kredite und bei Nachweis der Durchführung Tilgungszuschüsse möglich. Der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist in Kombination mit einer energetischen Maßnahme an der Gebäudehülle ebenfalls eine förderfähige Maßnahme. Dabei werden die Investitionen sowie der Einbau und die Nebenleistungen in der Fördersumme berücksichtigt.

Im Bestand resultiert die wesentliche Effizienzsteigerung aus der energetischen Sanierung der Gebäudehülle, die KWL kann zusätzlich zur energetischen Optimierung beitragen. Diese recht geringfügige Steigerung kann allerdings bei der Erreichung bestimmter,energetischer Standards über die Förderfähigkeit entscheiden. Zudem ist zu beachten, dass mit zunehmender Effizienz eine weitere Steigerung erschwert wird. Daher sind die ca. 10 % an zusätzlicher Effizienzsteigerung nicht zu unterschätzen.

Fragwürdig erscheint die Gebäudeoptimierung durch eine Lüftungsanlage erst dann, wenn die Investitionssummen berücksichtigt werden. Wie in „AP15 Wirtschaftlichkeit“ auf Seite 223 beschrieben wird, sind die monetären Einsparungen durch den reduzierten Endenergiebedarf im Vergleich zu den Mehrkosten aus Investition und Wartung sowie Betriebskosten kaum nachweisbar. Des Weiteren kann bei den hohen Investitions- und Einbaukosten über alternative Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz nachgedacht werden. Eine Ökobilanz-Betrachtung kann dabei helfen, die Umweltverträglichkeit und CO_2-Belastungen unterschiedlicher technischer Möglichkeiten zu vergleichen.

Der wirtschaftliche Vergleich wird zusätzlich durch hohe Differenzen zwischen Berechnungsverfahren und realitätsnah simulierten Gebäudemodellen erschwert . Die per Berechnung ermittelten Einsparungen erweisen sich im Vergleich zu den simulierten Bedarfen als zu hoch. Fraglich bleibt, wie der tatsächliche und durch das Nutzerverhalten zusätzlich beeinflusste Energiebedarf während der Nutzung ausfällt. Zumindest auf Seite der Investitionen können Fördermittel und Zuschüsse aus staatlicher Hand die Belastungen reduzieren. Wie sich durch die Betrachtung der Pilotprojekte und der darin geplanten Lüftungsanlagen zeigte, sind die derzeit auf dem Markt befindlichen Lüftungsgeräte für derartige Förderungen geeignet.

6.2 EMPFEHLUNGEN

Um eine weitläufige Verbreitung der Wohnungslüftungsanlagen zu unterstützen und die Belastungen aufgrund der Investitionssummen für Wohnungslüftungsanlagen zu reduzieren, müssen staatliche Fördermittel bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen berücksichtigt werden. Dennoch ist davon auszugehen, dass die hohen Kosten für Betrieb und Wartung weiterhin ein Hemmnis für die Unternehmen der Wohnungswirtschaft darstellen, so dass auch innerhalb dieses Arbeitspaketes auf den Handlungsbedarf in diesem Bereich hingewiesen wird.

Weiterhin müssen außerhalb der energetischen Betrachtung auf Basis von förderfähigen Anforderungswerten Untersuchungen hinsichtlich des CO_2-Ausstoßes durchgeführt werden. Es gilt: Je effizienter das Gebäude funktioniert und je weniger CO_2-Emissionenaus demBetrieb und den vorgelagerten Prozessketten resultieren, desto umweltfreundlicher und klimagerechter kann es in gesamtenergetischer Sicht beurteilt werden und umso eher rechtfertigen sich Investitionskosten.

Weiterhin sind die Berechnungsverfahren im Hinblick auf den Nachweis des Energiebedarfs zu optimieren. Die Unterschiede zwischen realitätsnah simulierten Gebäudemodellen und Berechnungen der DIN V 18599 sind zu hoch, um als aussagekräftig gewertet zu werden.

AP14 ENERGIEEFFIZIENZ

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

Die Vielzahl der bisher angewendeten Berechnungsverfahren erlaubt keine eindeutige Aussage darüber, welches Verfahren zur eindeutigen Bestimmung der Energieeffizienz angewendet werden kann. Aufgrund der Komplexität des Themas Energieeffizienz sollen über die gesamte Projektlaufzeit kontinuierlich Berechnungen zur Energieeffizienz der Anlagen bzw. zur Bewertung einzelner Anlagenkomponenten durch externe Partner durchgeführt werden. Die Berechnungen sollten sowohl für die zu definierenden Musteranlagen vorgenommen werden, als auch für die Pilotobjekte, in denen verschiedene Lüftungsanlagen eingebaut werden. Die Berechnungsmethoden sollten hierbei, je nach Schwerpunkt der Untersuchung, individuell festgelegt werden.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

Die Energieeffizienz verschiedener Anlagensysteme soll untersucht und bewertet werden. Dabei sollen verschiedene Berechnungsmethoden dargestellt und auf die Einflüsse unterschiedlicher Randbedingungen auf die Berechnungsmethoden eingegangen werden.

In einem weiteren Schritt sollen die Ergebnisse der Berechnungen auf den Gebäudebestand Deutschlands übertragen und die möglichen Energie- und CO_2-Einsparungen berechnet werden.

2. EXPERTISE – FACHBEITRAG IPJ INGENIEURBÜRO P. JUNG GMBH, KÖLN

Siehe „14. Anhang: Expertise zum AP14 – Energieeffizienz“ auf Seite 626

3. INTEGRATION DER ERKENNTNISSE AUS DER EXPERTISE IN DIE AUFGABENSTELLUNG

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde der Blick auf verschiedene Berechnungsmethoden zur Beurteilung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagensystemen gerichtet.

Ein Vergleich der Berechnungsverfahren anhand von unterschiedlichen Rahmenbedingungen sollte den Einfluss jener auf die erzielten Ergebnisse aufzeigen. Ziel der Untersuchung war eine Empfehlung eines Rechenverfahrens zur energetischen Bewertung von Lüftungsanlagen.

Als Berechnungsgrundlage für die Ermittlung der Lüftungsanlagen-Parameter dienten Lüftungsanlagen, die in dem Forschungsprojekt im Rahmen der Pilotobjekte eingesetzt und von projektbeteiligten Herstellern zur Verfügung gestellt wurden.

Angelehnt an der Pilotumsetzung wurde bei den Gerätetypen bzw. Lüftungskonzepten zwischen

- gebäudezentralen Lüftungsanlagen (Abluft ohne WRG)
- wohnungsweise zentralen Lüftungsanlagen
- raumweisen Lüftungsanlagen

unterschieden.

Eine produktspezifische Bewertung der in den jeweiligen Kategorie befindlichen Anlagen der einzelnen Hersteller wurde bewusst vermieden, da vor allem Erkenntnisse in Bezug auf typologiebedingte Unterschiede im Fokus standen.

Neben den Anlagenparametern ist gemäß den Anforderungen einiger der betrachteten Berechnungsverfahren eine Erfassung der Gebäudekubatur sowie der bauphysikalischen Randbedingungen zu berücksichtigen, welche anhand einer Referenzwohnung festgelegt und beschrieben wurden.

Berechnungsverfahren nach folgenden Regelwerken beziehungsweise Methoden wurden untersucht:

- 1. Thermische Anlagensimulation
- 2. DIN V 18599
- 3. DIN V 4108−6 / DIN V 4701−10
- 4. Ökodesignrichtlinie- ErP (EU-Verordnung 1253/2014)

ERGEBNISSE:

Die höchsten Energieeinsparungen wurden anhand der Berechnungen nach DIN V 18599 sowie nach der Ökodesignrichtlinie ermittelt.

Die Thermische Anlagensimulation sowie die Berechnung nach DIN V 4108−6/4701−10 ergaben geringere Einsparpotentiale.

Die nachfolgenden Tabellen fassen die berechneten Werte zusammen.

	raumweise Lüftungsanlage		wohnungsweise Lüftungsanlage	
	minimal	maximal	minimal	maximal
Endenergie – Wärme in kWh/m² a	-28,5	-30,7	-31,2	-33,5
Endenergie – Strom in kWh/m² a	1,0	1,5	1,9	3,9
Primärenergie in kWh/m² a	-25,4	-27,7	-24,3	-28,1
CO_2-Emission in kg CO_2/m² a	-6,2	-6,7	-5,5	-6,8

ABBILDUNG 98: DIN V 18599 – Ergebniszusammenfassung

	raumweise Lüftungsanlage		wohnungsweise Lüftungsanlage	
	minimal	maximal	minimal	maximal
Endenergie – Wärme in kWh/m² a	-28,5	-28,5	-28,8	-31,0
Endenergie – Strom in kWh/m² a	0,6	1,5	1,5	3,0
Primärenergie in kWh/m² a	-25,5	-27,2	-23,9	-27,0
CO_2-Emission in kg CO_2/m² a	-6,2	-6,8	-5,6	-6,6

ABBILDUNG 99: ErP – Ergebniszusammenfassung

	raumweise Lüftungsanlage		wohnungsweise Lüftungsanlage	
	minimal	maximal	minimal	maximal
Endenergie – Wärme in kWh/m² a	-20,5	-22,5	-23,2	-25,9
Endenergie – Strom in kWh/m² a	1,0	1,5	1,9	4,1
Primärenergie in kWh/m² a	-17,6	-20,2	-17,6	-21,4
CO_2-Emission in kg CO_2/m² a	-4,2	-5,0	-4,0	-5,1

ABBILDUNG 100: Thermische Anlagensimulation – Ergebniszusammenfassung

	raumweise Lüftungsanlage		wohnungsweise Lüftungsanlage	
	minimal	maximal	minimal	maximal
Endenergie – Wärme in kWh/m² a	-17,2	-18,9	-17,6	-20,1
Endenergie – Strom in kWh/m² a	0,8	1,6	1,5	4,3
Primärenergie in kWh/m² a	-14,2	-17,3	-11,8	-16,8
CO_2-Emission in kg CO_2/m² a	-3,3	-4,2	-2,3	-4,0

ABBILDUNG 101: DIN V 4108-6/4701-10 – Ergebniszusammenfassung

Zusammenfassend belaufen sich die errechneten Primärenergieeinsparungen bei raumweisen Lüftungsanlagen auf ca. 14–28 kWh/m²a (im Mittel ca. 22 kWh/m² a) und bei wohnungsweisen Lüftungsanlagen auf ca. 12–28 kWh/m² a (im Mittel ca. 21 kWh/m² a).

Zu erkennen ist, dass trotz der durchschnittlich höhere Heizenergieeinsparung von wohnungsweisen Lüftungsgeräten ca. 18–34 kWh/m² a (im Mittel ca. 26 kWh/m² a) aufgrund des höheren spezifischen Strombedarfs von 1,5 – 4,3 kWh/m² a (im Mittel ca. 2,7 kWh/m² a) die raumweisen Lüftungsanlagen im Schnitt primärenergetisch geringfügig höhere Einsparungen erwarten lassen.

Nach Einschätzung der Expertise liegt ein Grund für die großen Unterschiede in den Ergebnissen zwischen den einzelnen Berechnungsverfahren in der Ermittlung des Endenergiebedarfs für die Wärme.

Tatsächlich hängt die Ermittlung dieses Wertes nicht alleine von der Bewertung der Lüftungsanlage ab, sondern insbesondere auch von der zu berücksichtigenden Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung und -verteilung. Hier zeigen die Berechnungsverfahren nach DIN V 18599 und nach DIN V 4108–6 / 4701–10 große Unterschiede.[Jung, 2017, S.66]

Ein weiterer Gegensatz im Vergleich der Regelwerke findet sich darin, dass die Ökodesignrichtlinie das einzige Berechnungsverfahren ist, welches eine Erfassung der Gebäudekubatur sowie bauphysikalische Randbedingungen unberücksichtigt lässt. Dies erlaubt eine schnelle und einfache Abschätzung von Einsparpotentialen.

Des Weiteren konnte die Untersuchung aufzeigen, dass eine Abschaltung der Lüftungsanlagen außerhalb der Heizperiode, der spezifische Strombedarf der Ventilatoren sowie der Wärmebereitstellungsgrad der Wärmeüberträger die Einflussgrößen mit dem größten Potential für eine Verbesserung der Ergebnisse sind. Hingegen seien Dysbalancen > 5 % zwischen Zu- und Abluftvolumenströmen aufgrund des negativen Einflusses auf die Energieeinsparung möglichst du vermeiden.

Neben der energetischen Betrachtung wurde die relative Raumluftfeuchte während der Heizperiode mittels thermischer Anlagensimulation bewertet. Es wurde der Einfluss von Feuchte-Wärmeübertragern anhand von sogenannten Enthalpie-Wärmeübertragern nach dem Funktionsprinzip von feuchteübertragender Membran auf den Feuchtehaushalt einer Wohnung bei üblicher Nutzung untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass die mittlere Raumluftfeuchte während der Heizperiode deutlich (um 13–18 %) angehoben werden kann. Ohne einen zusätzlichen Außenluftwechsel wird die mittlere Raumluftfeuchte von 44 % im Mittel auf 57 % (Feuchterückgewinnungsgrad 58 %) bzw. 63 % (Feuchterückgewinnungsgrad 69 %) erreicht.

Dieser Effekt wird unter der Voraussetzung keiner zusätzlichen Fensterlüftung und einer dichten Gebäudehülle erzielt. Die Verwendung von Enthalpie-Wärmetauschern in unsanierten Gebäuden wird zu keiner merklichen Verbesserung der Komfortbedingungen währen der Heizperiode führen. [Jung, 2017, S.42]

4. RÜCKKOPPLUNG ZU DEN AKTEUREN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Das Interesse der Wohnungswirtschaft an energieeffizienten Lüftungsanlagen spielt nach Erfahrungen aus dem Forschungsprojekt eher eine untergeordnete Rolle.

Der Fokus steht bei der Bestandssanierung in erster Linie auf den Bauten-(und damit auch Feuchte-) Schutz sowie auf Maßnahmen, die bei den Mietern als eine Aufwertung der Wohnung – wie zum Beispiel der Renovierung des Badezimmers – wahrgenommen werden.

Vor dem Hintergrund eines flächendeckenden Einsatzes von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung und der Bestrebung der Wohnungswirtschaft, das Mietniveau durch eine energetische Sanierung nicht zu stark ansteigen zu lassen, wurde im Rahmen des Forschungsprojektes das Potential von energieeffizienten

Lüftungsanlagen und damit einhergehenden Heizkosteneinsparungen für die Mieterakzeptanz von Lüftungsanlagen seitens der Wohnungswirtschaft erkannt.

Die Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprojekts zeigen jedoch, dass aufgrund hoher Betriebskosten die Heizkosteneinsparungen sich wirtschaftlich nicht positiv für den Mieter auswirken. Somit kann dieser Aspektunter heutigen Rahmenbedingungen nicht für eine Verbesserung der Mieterakzeptanz dienen. Jener wird von der Wohnungswirtschaft als ein wichtiger Baustein für die Voraussetzung für einen flächendeckenden Einsatz von Lüftungsanlagen bewertet.

4.2 INDUSTRIE

Im Bereich der Wohnungslüftung setzt die Industrie vor allem auf das Marktsegment der Neubauten. Dies spiegelt sich u. a. in den – aus Sicht der Wohnungswirtschaft – hohen Investitionskosten für die Anlagentechnik wider.

Aufgrund der großen Nachfrage im Neubaubereich (z.B. bei Passivhäusern) nach sehr energieeffizienten Lüftungsanlagen hat sich der Markt entsprechend in diese Richtung entwickelt. Durch diesen Prozess wurde der mittlere Anlagenstandard bei den Herstellern immer anspruchsvoller.

Auf der anderen Seite war bis zum Jahr 2016 ein Vergleich unterschiedlicher Lüftungsgeräte nur unter großem Rechercheaufwand mithilfe von Fachwissen möglich, da es keine verpflichtenden Produktdatenangaben nach einem einheitlichen Standard gab. So blieb trotz der Tendenz hin zu effizienteren Anlagen eine große Bandbreite in den Effizienzklassen am Markt erkennbar.

Das änderte sich nach Einführung der EU-Verordnung 1253/2014 der Ökodesignrichtlinie, welche die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Lüftungsgeräten regelt.

Ein Label (wie man es auch von Kühlschränken und TV kennt) ist seitdem eine verpflichtende Angabe bei der Vermarktung dieser Produkte.

Durch dieses Instrument wird der Vergleich von Lüftungsanlagen oder einzelnen Energiekenndaten vereinfacht.

Diese Situation verschärft für die Hersteller jedoch den Konflikt zwischen der angebotenen Anlageneffizienz/-ausstattung und der Preisgestaltung.

Auf der einen Seite wird das Marktsegment der Bestandssanierung immer wichtiger, dessen Akteure jedoch deutlich geringe Investitionskosten für einen flächendeckenden Einsatz fordern. Auf der anderen Seite wird der Druck auf die Hersteller, immer effizientere Geräte zu entwickeln, immer größer.

5. PRAXISERFAHRUNG

Die Berechnungen anhand der unterschiedlichen Bewertungsmethoden verdeutlichen wie komplex die Bewertung der Energieeinsparpotentiale von Lüftungsanlagen ist.

Je nach gewählten Systemgrenzen, einfließenden Parametern und angenommenen Rahmen/bzw. Nutzungsbedingungen fallen die Ergebnisse unterschiedlich aus.

Dazu kommt noch der Umstand, dass bekannter Weise auf Referenzwerte beruhende Berechnungsverfahren nicht selten, abhängig vom jeweiligen Nutzerverhalten stark von Verbrauchswerten in der Realität abweichen können. Das sich Nutzerverhalten nach energetischen Sanierungen teilweise stark ändern, wird schon länger beobachtet und wird in der Fachwelt Rebound-Effekt genannt. Bei geringeren Energiekosten – durch die energetische Sanierung erzielt – leisten sich viele Nutzer gern einen höheren Komfort (z.B.

höhere Raumtemperaturen, längere Duschzeiten). Aus diesem Grund werden prognostizierte Energieeinsparungen in der Praxis häufig nicht erreicht.

Da eine Verbrauchserfassung nicht Bestandteil dieses Forschungsprojekts ist, lässt sich der oben genannte Einfluss leider nicht beziffern.

Es bleibt festzuhalten, dass es in der Fachwelt unumstritten ist, dass Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung unter Voraussetzung eines bestimmungsgemäßen Betriebs auch in der Praxis deutliche Energieeinsparungen ermöglichen.

Berechnungen, insbesondere vereinfachte Verfahren mit einheitlich festgelegten Parametern wie die Ökodesignrichtlinie bleiben ein wichtiges Werkzeug, um mögliche Potentiale von Lüftungssystemen hinsichtlich Ihrer Energieeinsparungen und damit Ihren Beitrag zur Treibhausgasreduzierung aufzuzeigen.

6. ZUSAMMENFASSUNG UND EMPFEHLUNGEN BZW. OFFENE FRAGEN

Es konnte durch die umfangreichen energetischen Analysen sowohl anhand der normierten Berechnungsverfahren, als auch anhand deutlich detaillierterer Simulationsberechnungen der Einfluss der Geräteeffizienz auf die zu erwartende Energie- und damit CO_2-Einsparung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung aufgezeigt werden.

Mit der Einführung der EU-Verordnung 1253/2014 und der damit verbundenen Label-Pflicht für Wohnungslüftungsanlagen steht ein Berechnungsverfahren zu Verfügung, mit dessen Hilfe eine hinreichende Einschätzung der zu erwartenden Energieeinsparung durch das jeweilige Lüftungsgerät möglich wird, ohne dass eine aufwendige Erfassung einer Gebäudekubatur sowie bauphysikalische Randbedingungen zu berücksichtigen sind.

Des Weiteren bietet jene Verordnung ein wichtiges Werkzeug für einen direkten Vergleich von Produkten mithilfe genauerer Berechnungsverfahren anhand der verpflichtenden Gerätedatenangaben in einem einheitlichen Standard.

Die Übertragung der Ergebnisse der Expertise auf den Gebäudebestand der Bundesrepublik Deutschland zeigt ein großes Potential, mithilfe des Einsatzes von Lüftungsanlagen in Bestandssanierungen einen deutlichen Beitrag zur Erreichung der klimapolitischen Ziele leisten zu können.

Auf Seiten der Wohnungswirtschaft werden jedoch in erster Linie bei Bestandssanierungen funktionale, wartungsarme und wirtschaftliche Lösungen gefordert, die den Anforderungen aus den Regelwerken genügen, sowie einen Bauten-/Feuchteschutz der Immobilien gewährleisten. Solange die im Forschungsprojekt erkannten und benannten Hemmnisse für den Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in den Gebieten der Wartung, Gebäudeintegration, Wirtschaftlichkeit und damit einhergehende Mieterakzeptanz nicht abgebaut werden, wird die Energieeinsparung von Lüftungsanlagen für die Wohnungswirtschaft weiterhin keine entscheidende Rolle für Ihre Entscheidungsprozesse spielen.

Die Forschungsergebnisse zeigen, dass auch der Mieter unter den heutigen Randbedingungen von den durch die Lüftungsanlagen erzielten Heizkosteneinsparungen nicht profitiert, da sowohl die Investitionskostenumlage der Lüftungsanlagen, aber vor allem auch die zurzeit hohen Wartungskosten die wirtschaftlichen Vorteile mindestens aufwiegen.(Siehe AP 15- Wirtschaftlichkeit)

Für die Lüftungsindustrie ist die Geräteeffizienz von Lüftungsanlagen, verschärft durch das Labeling der Ökodesignrichtlinie und damit einhergehender Vergleichsmöglichkeit für den Endkunden ein bedeutender Faktor für die Konkurrenzfähigkeit Ihrer Produkte.

Die Ergebnisse der Expertise zeigten, dass die Ventilatoreffizenz, der Wärmerückgewinnungsgrad sowie die Regelung einen großen Einfluss auf die erzielbare Energieeinsparung von Lüftungsgeräten haben. Eine entschiedene Frage wird es zukünftig sein, bis zu welchem Grad es sich lohnt, diese Potentiale nutzbar zu machen. Insbesondere vor dem Hintergrund der formulierten (hohen) Anforderungen im Bereich der Bestandssanierungen.

Abschließend ist festzuhalten, dass Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung einen deutlichen Beitrag zur Energieeinsparung im Wohnungssektor liefern können.

Eine entschiedene Rolle im Entscheidungsprozess der beteiligten Akteure, ob jene im Zuge von Bestandssanierungen eingebaut werden oder nicht, kann die Energieeffizienz erst einnehmen, wenn andere Hemmnisse abgebaut und sich die Energieeinsparung wirtschaftlich positiv widerspiegelt.

AP15 WIRTSCHAFTLICHKEIT

1. ZUSAMMENFASSUNG DER AUFGABENSTELLUNG

Die in Teil 1 des Forschungsvorhabens untersuchten Berechnungsmethoden und Ansätze zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen weisen eine hohe Komplexität auf. Entsprechend ist das Ziel dieses Arbeitspakets, ein vereinfachtes Verfahren zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit zu entwickeln, das von den Eigentümern der Gebäude selbst angewendet werden kann.

Zudem soll untersucht werden, inwieweit unterschiedliche Kriterien der Wirtschaftlichkeitsbewertung in die Berechnungen aufgenommen werden können, um eine möglichst genaue Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen zu ermöglichen.

Grundlage hierfür ist eine Darstellung verschiedener Berechnungsverfahren, ihrer Methoden und berücksichtigten Parameter. Aufgrund dieser Auswertung erfolgt eine Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Pilotprojekte und Musteranlagen des Forschungsvorhabens. Als Ergebnis kann die Wirtschaftlichkeit der Lüftungsanlagen in den Pilotprojekten dargestellt werden.

2. EXPERTISE

Siehe „15. Anhang: Expertise zum AP15 – Wirtschaftlichkeit“ auf Seite 697

3. INTEGRATION IN DIE AUFGABENSTELLUNG

3.1 DATENGRUNDLAGEN DER BERECHNUNGEN

Die Berechnungen erfolgen auf Grundlage von 22 Umsetzungsmaßnahmen des Einbaus von Lüftungsanlagen in Bestandsgebäude. Die Lüftungsanlagen umfassen sowohl Anlagen unterschiedlicher Hersteller als auch unterschiedlicher Lüftungsarten. Entsprechend umfasst die Datengrundlage eine große Bandbreite von Lüftungssystemen. Um diese Unterschiede differenzierter zu bewerten, wird bei der Auswertung der Wirtschaftlichkeit der Lüftungsanlagen zwischen wohnungsweiser und raumweiser Lüftung sowie Gebäudeabluftanlagen unterschieden. Das in 2 Umsetzungen vorhandene Push-Pull-System wird in diese differenzierten Darstellungen nicht mit aufgenommen. Aufgrund seiner Zwischenstellung entspricht es anlagentechnisch im Aufwand den wohnungsweisen Systemen, während es bei den Gewerken im Aufwand den raumweisen Systemen entspricht.

Der rechnerische Mittelwert der Wohnungsgröße der betrachteten Maßnahmen liegt bei 75 m². Die Auswertung umfasst eine Unterteilung in kleine und große Wohnungen. Dabei haben kleine Wohnungen eine Größe von 68 m², während die großen Wohnungen 86 m² aufweisen.

Die Investitionsaufwände sind mit Planwerten im Projekt kalkuliert worden. Abweichungen davon in der tatsächlichen Realisierung sind aus den Angaben der Wohnungsunternehmen nur sehr begrenzt verfügbar. Daher werden die im Folgenden durchgeführten Berechnungen auf Grundlage der Planwerte erstellt. Dabei umfasst der Aufwand zur Installation einer Wohnungslüftung die folgenden Positionen:

- Planung
- Koordination der Gewerke
- Lüftungsanlage mit Installation
  - Lüfter
  - Filter
  - Wärmerückgewinnung
  - Kanäle
- Folgegewerke bzw. Nebengewerke
  - Rohbau: Kernbohrungen Außenwand und ggfs. Innenwand
  - Elektro: Stromanschluss und Regelung
  - Heizung, Sanitär: ggfs. Kondensatablauf
  - Fliesenleger: ggfs. Schäden Rohbau und Elektro nacharbeiten
  - Schreiner: Türunterschnitt, Einbaumöbel anpassen
  - Trockenbau: Decke abhängen, Wandverkleidung, Revisionsöffnung
  - Maler: Tapezieren und Anstreichen
  - Reinigung

Die Aufwände für Planung und Koordination sind hier als rechnerische Größe aus dem geschätzten Stundenaufwand für den Koordinationsbedarf und als 15%iger Nachlass auf den Listenpreis der Anlage in Ansatz gebracht.

Soweit bei einer Mehrzahl von durchgeführten Maßnahmen ausreichende Informationen über die Kostenbandbreite vorliegen, ist die Schwankungsbreite (±Standardabweichung bezogen auf das arithmetische Mittel) mit angegeben.

Nach Fertigstellung der Anlage fallen dann regelmäßig Aufwände an für:

- Wartung, vorrangig Filterwechsel
- Stromverbrauch für den Anlagenbetrieb

Die Wartung umfasst nach Planung je Wohnung und Jahr

- 2 x Sichtkontrolle
- 2 x Filterwechsel mit Materialkosten Filter
- ggfs. 1 x Reinigung Wärmetauscher
- ggfs. 0,1 x Reinigung Kanäle, d. h. alle 10 Jahre

Aus Mietersicht könnte ggfs. auch ein Mehrverbrauch Heizenergie aufgrund höherer Luftwechselrate als Nachteil und Kostenaufwand in die Beurteilung des KWL einbezogen werden. Diese mögliche Verbrauchserhöhung von Heizenergie wird hier nicht in die Betrachtung mit einbezogen, da in allen Vergleichsbetrachtungen definitorisch der gleiche Nennluftwechsel von 0,6 zugrunde gelegt wird.

Um den gesamten Aufwand in EUR/a bzw. in EUR/(m² Mon.) unter Einschluss der Kaltmietenerhöhung abbilden zu können, ist die Umlage der Investitionen auf die Jahreskosten mit einem Umlagefaktor erforderlich. Dieser Faktor wird mit 8 % in Ansatz gebracht.

Als Nutzungsdauer wird nach [Enseling et al., 2006, S. 17−18] ein Zeitraum von 20 Jahren angenommen.

3.2 BERECHNUNGEN UND ERGEBNISSE DER WIRTSCHAFTLICHKEITSUNTERSUCHUNG

3.2.1 KOSTENVERGLEICH

SICHTWEISE DES VERMIETERS

Aus den im vorigen Abschnitt beschriebenen Datengrundlagen und Annahmen ergibt sich die in nachfolgender Abbildung dargestellte Kostenstruktur der Investition im Mittel der wohnungsweisen und raumweisen Lüftungsanlagen sowie der Gebäudeabluftanlage auf Grundlage der Planwerte.

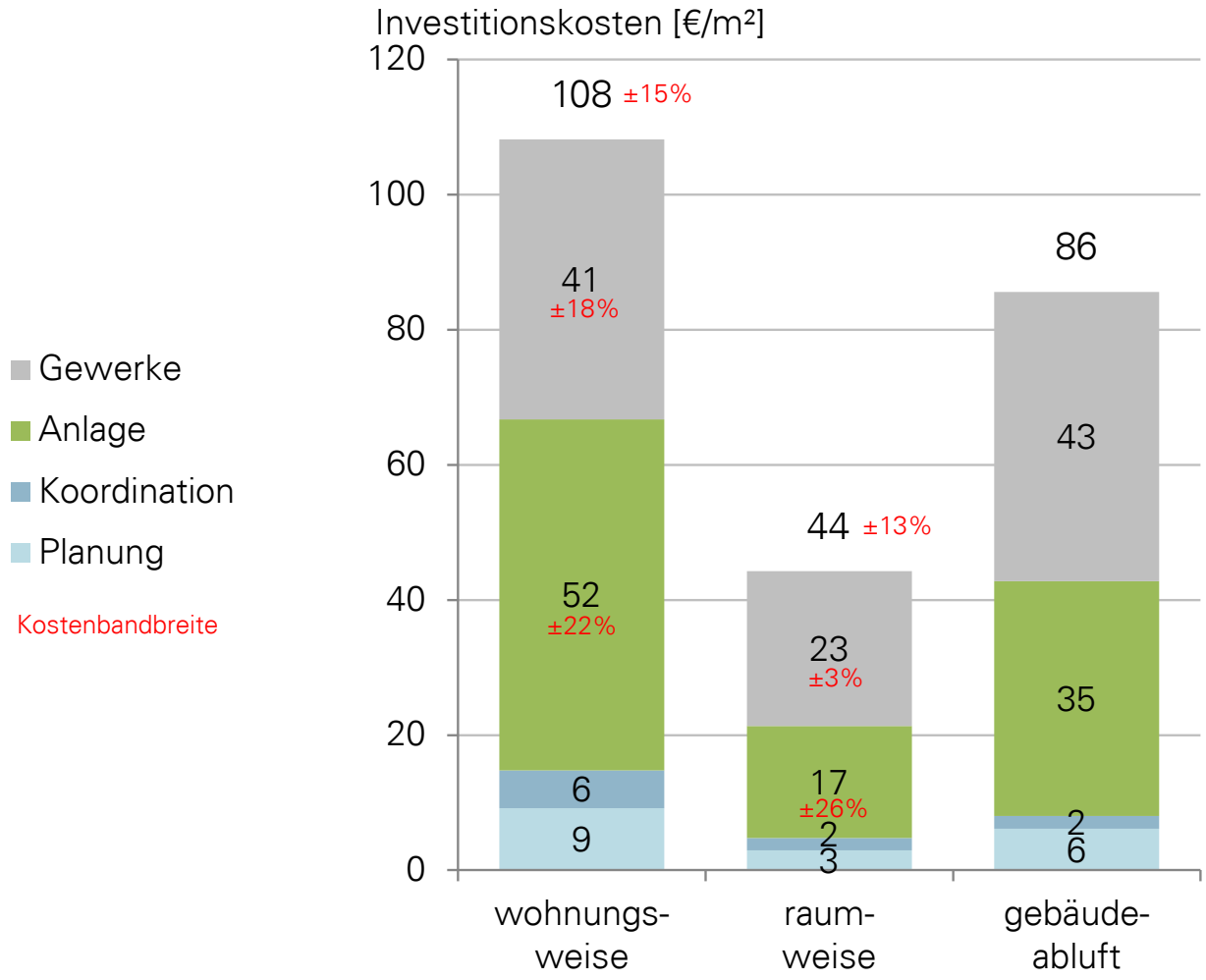


ABBILDUNG 102: Kostenstruktur der Investitionen im Mittel der drei Anlagentypen

Die Kosten liegen zwischen 44 EUR/m² und 108 EUR/m², wobei die raumweisen Lüftungsanlagen die geringsten Kosten verursachen, während die wohnungsweisen Lüftungsanlagen mit Abstand die höchsten Kosten aufweisen. Kleine Wohnungen liegen in den Gesamtkosten ca. 5 EUR/m² höher, während die großen Wohnungen in der Summe um 9 EUR/m² günstiger auszustatten sind. Soweit bei einer Mehrzahl von durchgeführten Maßnahmen ausreichende Informationen über die Kostenbandbreite vorliegen, ist die Schwankungsbreite (±Standardabweichung bezogen auf das arithmetische Mittel) mit angegeben.

Auf dieser Grundlage lässt sich die Investitionsumlage durch Kaltmietenerhöhung ermitteln. Die Umlagen ergeben monatliche Mehrbelastungen der Mieter zwischen 0,30 EUR/(m² Mon.) und 0,72 EUR/(m² Mon.) (vgl. nachfolgende Abbildung).

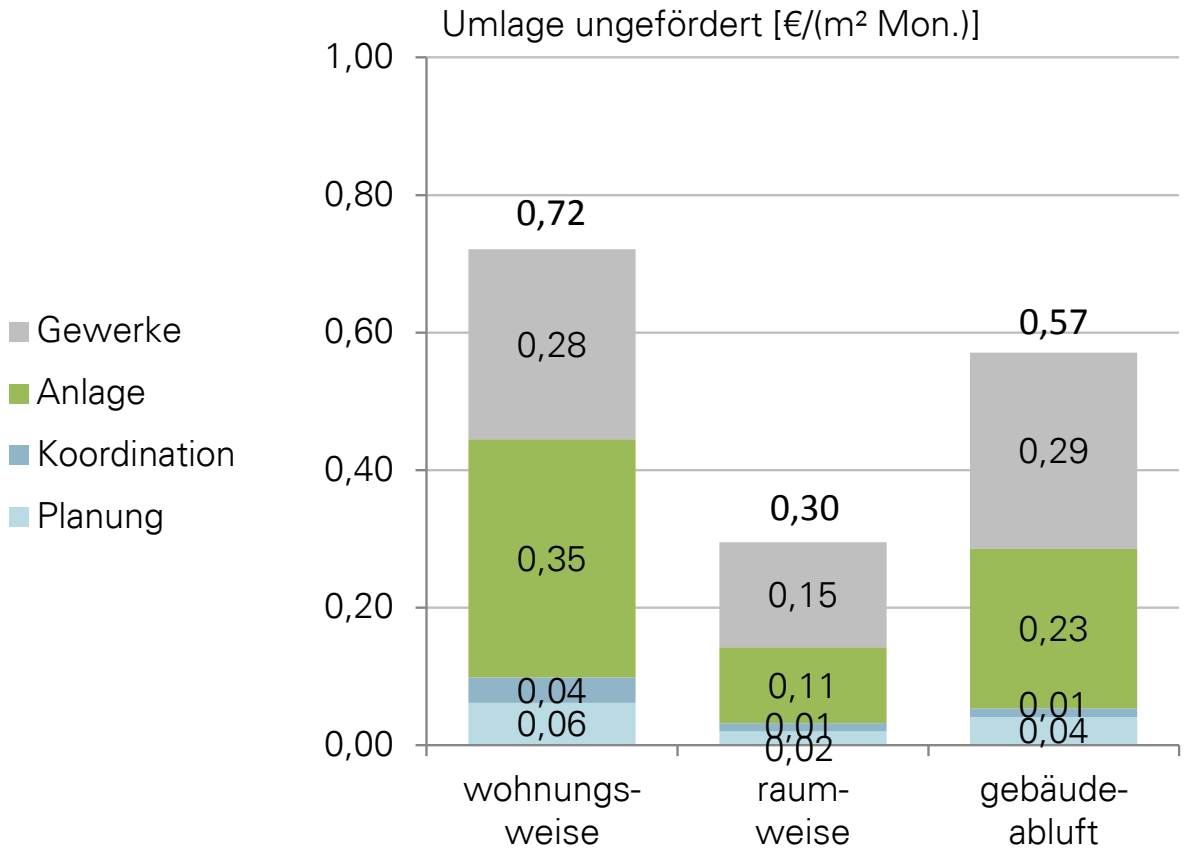


ABBILDUNG 103: Investitionsumlage durch Kaltmietenerhöhung

Diese Ergebnisse bestätigen die Einschätzung der Wohnungswirtschaft im Hinblick auf die reale Machbarkeit der Umlage der Investitionskosten auf die Miete. Als Beispiel sei der Mietspiegel von Remscheid genannt, dessen Netto-Kaltmieten in Abhängigkeit des Baualters und der Wohnfläche einer Wohnung in 2016 zwischen 4,36 EUR/(m² Mon.) und 7,52 EUR/(m² Mon.) liegen. [Stadt Remscheid, 2016] Bei einer Netto-Kaltmiete von 5,00 EUR/(m² Mon.) würde eine Mieterhöhung um 0,50 EUR/(m² Mon.) bereits eine anteilige Erhöhung der Miete um 10 % bedeuten. Eine entsprechende Mehrbelastung kann zu verstärkten Auszügen und Leerstand führen.

Zu den Folgegewerken von drei Anlagen (jeweils einer Anlage der wohnungsweisen, raumweisen und Gebäudeabluftanlagen) sind neben den geschätzen Planwerten auch Realwerte verfügbar. Somit ist ein Vergleich der entsprechenden Mittelwerte der drei Anlagentypen mit realen Kosten möglich. Da nur jeweils ein Fallbeispiel zu jedem Anlagentyp vorliegt, kann jedoch nicht sichergestellt werden, dass diese Anlage für den entsprechenden Anlagentyp repräsentativ ist. Die Repräsentativität muss insbesondere hinterfragt werden, da nach Angaben der im Projekt tätigen Immobilienwirtschaft im Rahmen des Forschungsvorhabens Zeitdruck bei der Einholung von Angeboten und Auswahl der Anlagen bestand. Aus diesem Grund wurde eine geringere Anzahl von Angeboten eingeholt als üblich, mit möglicherweise entsprechend höheren Kosten. Die Realwerte umfassen nur die Folgegewerke der jeweiligen Anlage. Zu den Anlagenkosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten können an dieser Stelle keine Aussagen getroffen werden. Ebenso sind die Kosten der Planungen der Anlagen nicht in den Werten enthalten.

Da die Angaben zu der wohnungsweisen Lüftungsanlage den Deckeneinzug nicht umfassen, wird, um Vergleichbarkeit der Werte mit den Planwerten zu erhalten, dieser mit einem Wert von 2.000 EUR geschätzt. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der sich ergebenden Kosten und einen Vergleich mit den Planwerten.

		Folgegewerke		
		wohnungsweise	raumweise	Gebäudeabluft
Kosten der Gewerke	€	35.374	794	13.859
Anzahl Wohnungen	WE	4	1	4
Kosten pro Wohnung	€/WE	8.844	794	3.465
Wohnfläche pro Wohnung	m /WE	68	86	68
Realwert (flächenspezifisch)	¤/m²	130	9	51
Planwert (flächenspezifisch)	¤/m²	41	23	43
Verhältnis Realwert/Planwert	%	314 %	40 %	119 %

ABBILDUNG 104: Realwerte von Folgegewerken im Vergleich mit durchschnittlichen Planwerten

Der Vergleich der flächenspezifischen Realwerte mit den Planwerten zeigt deutliche Unterschiede. So umfasst der Realwert der wohnungsweisen Lüftungsanlage einen Wert, der 314 % des Planwerts entspricht. Wesentlich geringere Abweichungen hat die Gebäudeabluftanlage mit einem Realwert von 119 % des Planwerts. Im Gegensatz zu den geringer geschätzten Werten der Wohnungs- und Gebäudeabluftanlagen, ist der Planwert im Vergleich zum Realwert der raumweisen Abluftanlage höher eingeschätzt. Der Realwert entspricht hier 40 % des Planwertes.

Sichtweise des Mieters

Neben der Investitionsumlage trägt der Mieter wie bereits erläutert die Kosten des Stromverbrauchs und der Wartung der Lüftungsanlage.

Der Stromverbrauch der Lüfter für die Wohnungssysteme liegt bei einfacher Berechnung über Luftwechsel, Volumen und Effizienz der Lüfter (SFP) bei 2,6kWh/(m² a). Die exaktere Simulation nach DIN V 18599 erhöht diesen Wert auf 4,7kWh/(m² a). Das Gebäudeabluftsystem benötigt nur 50 % davon und die raumweisen System ca. 25 %. Der Strompreis geht mit 24ct/kWh in die Rechnung ein.

Auf dieser Grundlage ergeben sich für den Mieter die in „Abbildung 105: Gesamtkosten aus Mietersicht bei 8 % Umlage“ auf Seite 228 aufgeführten Kosten. Der Mieter hat eine monatliche Mehrbelastung von 1 EUR/m² zu tragen, wenn eine wohnungsbezogene Anlage zum Einsatz kommt. Bei den anderen Systemen liegen die Kosten bei 48ct/(m² Mon.) bzw. 74ct/(m²Mon.).

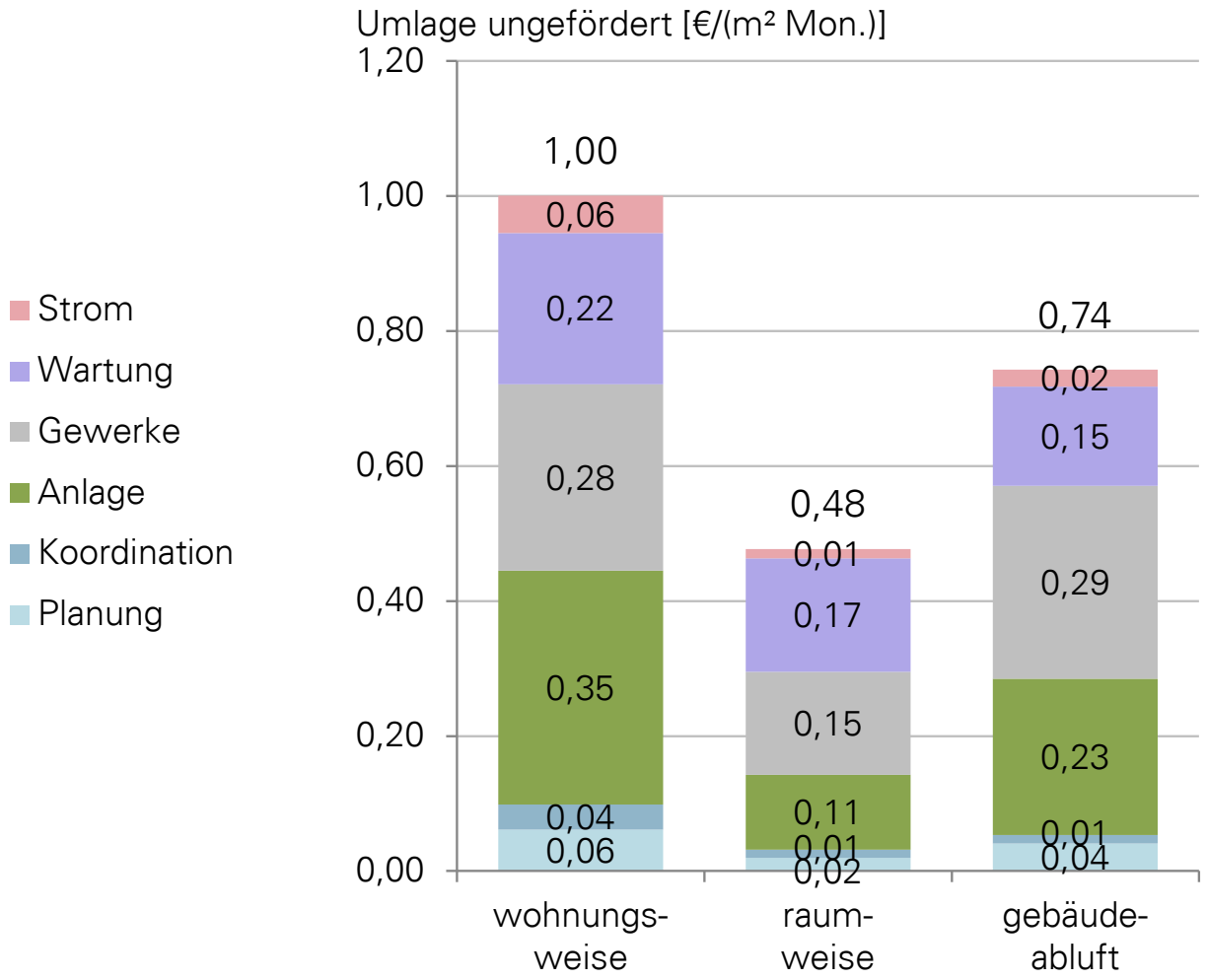


ABBILDUNG 105: Gesamtkosten aus Mietersicht bei 8 % Umlage

Eine Einsparung von Energie ist nur über die KWL-Systeme mit WRG möglich. Bis auf das Gebäudeabluftsystem verfügen alle Anlagen über eine Wärmerückgewinnung.

Die Einsparung gemäß thermischer Anlagensimulation liegt für die Wohnungssysteme bei 25kWh/(m² a). Für die raumweisen Systeme liegt die Einsparung etwas geringer bei 22kWh/(m² a). Bewertet man die Einsparung mit 9ct/kWh, spart der Mieter über die Lüftungsanlage mit WRG monatlich 19 bzw. 16ct/(m²Mon.). Dies deckt in etwa die Betriebskosten für Wartung und Strom, leistet aber keinen Beitrag zur Deckung der übrigen investitionsbedingten Kosten.

3.2.2 INTERNE ZINSFUSSMETHODE

Durch den Kostenvergleich im vorigen Abschnitt ergibt sich aus Sicht des Mieters ein klares Ergebnis. Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit aus Sicht des Vermieters ist im Vergleich komplexer und erfordert eine genauere Untersuchung. Wie in Abschnitt „15.1.2 Bewertung von Investitionen in der Wohnungswirtschaft“ auf Seite 698 beschrieben, erfolgt in der Wohnungswirtschaft der Einsatz der internen Zinsfußmethode.

Als grobe Einschätzung des internen Zinsfußes der Investitionen auf Basis der Planwerte werden die Anlagenkosten und Folgegewerke als Investitionskosten angesetzt und eine Umlage von 8 % über eine Nutzungsdauer von 20 Jahren angenommen. Es ergibt sich auf dieser Grundlage ein interner Zinsfuß von 5 %, der unterhalb des Zielwertes der Wohnungswirtschaft von 6 % liegt. Unter den gegebenen Annahmen wird die Investition in eine Lüftungsanlage somit nicht durchgeführt.

Diese Berechnung muss als grobe Einschätzung verstanden werden, da nicht alle in der Praxis der Wohnungswirtschaft in Wirtschaftlichkeitsbewertungen integrierten Parameter in dieser Berechnung

berücksichtigt werden. Eine Übersicht der Berechnungsweise der Wohnungswirtschaft gibt „4. Rückkopplung zu Akteuren“ auf Seite 233.

3.2.3 ERGEBNISVERGLEICH

Die Berechnungen der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zeigen, dass unter den angenommenen Rahmenbedingungen sowohl aus Sichtweise des Vermieters als auch aus Sichtweise des Mieters keine Wirtschaftlichkeit der Investition in eine Lüftungsanlage gegeben ist.

Die Realwerte der Folgegewerke zeigen starke Abweichungen zu den Planwerten und sind sowohl bei der wohnungsweisen Lüftung als auch der Gebäudeabluftanlage deutlich höher als die Planwerte. Eine Wirtschaftlichkeit der Lüftung ist auch auf dieser Grundlage nicht gegeben.

Die raumweisen Lüftungsanlagen weisen im Vergleich der Planwerte die geringsten Kosten auf. Im Vergleich der Real- zu den Planwerten sind die Folgegewerke dieser Anlagen in der praktischen Umsetzung deutlich günstiger als aufgrund der Planwerte angenommen.

Die Zielwerte der Wohnungswirtschaft, die einen internen Zinsfuß von 6 % umfassen, lassen sich auf Grundlage der angenommenen Rahmenbedingungen derzeit bei der wohnungsweisen Lüftung und Gebäudeabluftanlage nicht erreichen. Ebenso ist die im Rahmen des Projektes ermittelte Zielgröße der Investitionskosten inklusive Folgegewerke von 1.000 EUR/Raum nicht erreichbar. Nur die raumluftweisen Anlagen weisen mit 2.100 EUR/WE bis 3.500 EUR/WE Investitionskosten auf, die diesen Zielwerten nahe kommen.

Eine Auswertungen der Studie „Handlungsmotive, -hemmnisse und Zielgruppen für eine energetische Gebäudesanierung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung aus dem Jahre 2010 belegt, dass wesentliche Hemmnisse der Eigentümer gegenüber energetischen Sanierungen ökonomische Gründe, wie die Ablehnung einer Aufnahme eines neuen Kredits für die Finanzierung, die Unklarheit, ob sich die Investition wirklich lohnt, fehlende finanzielle Möglichkeiten oder ein bereits ausgeschöpftes Kreditvolumen darstellen. [Stieß et al., 2010, S. 45−48]

Begünstigt werden diese Hemmnisse durch folgende Merkmale von Energieeffizienz-Maßnahmen: hohe Investitionskosten, lange Amortisationszeiten und geringe Rückflüsse. [Bade et al., 2013, S. 12] Darauf zurückgeführt werden können zum einen die bisher geringe und teilweise rückläufige Quote von energetischen Sanierungen von 0,9 % [Stiftung Neue Verantwortung, 2017] und zum anderen das geringe Aufkommen von Lüftungsanlagen im Wohnungsbaubestand − nur 1,5 % der Bestandsbauten in Deutschland besitzen eine Lüftungsanlage. [Diefenbach et al., 2010, S. 99]

In der Literatur werden unterschiedliche Möglichkeiten zur Verringerung der Kosten von Lüftungsanlagen diskutiert. So schlägt [Gottschalk, 2016] vor, bauphysikalische Gegebenheiten und standortspezifische Rahmenbedingungen detaillierter zu berücksichtigen und gegebenenfalls Lüftungsanlagen mit Fensterlüftung zu kombinieren. [Sibille, 2015] nennt als Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten von Lüftungsanlagen den Einsatz von Kaskadenlüftung und die Festlegung eines fixen Volumenstroms.

Neben diesen technischen Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten kann auch eine Erweiterung der Betrachtung entsprechend Abschnitt „15.1.3 Weitere Kriterien der Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen“ auf Seite 698 eine wirtschaftliche Umsetzung der Maßnahmen ermöglichen. Im folgenden Abschnitt werden Auswirkungen der Investition beschrieben, die nicht in die durchgeführten Berechnungen eingeflossen sind. Eine erweiterte Wirtschaftlichkeitsuntersuchung könnte diese Einflüsse integrieren und zu einer anderen Einschätzung der Maßnahmen führen.

3.3 ERWEITERUNG DER BEWERTUNG

In die bisher durchgeführte Wirtschaftlichkeitsuntersuchung sind Faktoren eingeflossen, die direkten Einfluss auf die Kosten und Erlöse der Investition haben. Aus dieser Berechnung resultiert, dass die Investition in eine Lüftungsanlage sowohl aus Sicht des Vermieters als auch aus Sicht des Mieters nicht wirtschaftlich ist. Die Investition hat jedoch weitere Auswirkungen, die nicht in die ökonomische Bewertung

einfließen, da sie nur indirekt mit der Investition im Zusammenhang stehen oder einer subjektiven Bewertung unterliegen und damit kaum monetär quantifizierbar sind. Im Folgenden werden Auswirkungen genannt und beschrieben, die in eine erweiterte Wirtschaftlichkeitsbewertung in die Berechnung integriert werden könnten.

3.3.1 KOSTENDEGRESSION

Ein wichtiger Einflussfaktor auf die Wirtschaftlichkeit der Investition sind die Anschaffungskosten. Ihre Spanne ist sehr weit, da sie von der jeweiligen Anlage und ihrer Auslegung abhängt. Sie beginnt bei den angenommenen Planwerten bei 1.050 EUR pro Gerät für raumweise Lüftungsanlagen und endet bei 6.400 EUR pro Wohneinheit für eine teure Variante einer wohnungsweisen Lüftungsanlage.

Eine Degression der Investitionskosten kann einen wichtigen Beitrag zur Erzielung von Wirtschaftlichkeit leisten. Laut einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung des Instituts Wohnen und Umwelt kann ein 4-Liter-Haus, welches durch einen Heizwärmeverbrauch von 40kWh/(m^2 a) definiert ist, durch eine Degression der Investitionskosten um 50 % als ökonomisch vorteilhaft bewertet werden. [Enseling et al., 2006, S. 19]

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird als Zielgröße für die Installation von Lüftungsanlagen ein Wert von 1.000 EUR/Raum diskutiert, der neben den Investitionskosten auch die Kosten der Folgegewerke beinhaltet. Bei einer Degression der Kosten auf diesen Wert erscheint den teilnehmenden Unternehmen der Immobilienwirtschaft die Investition in Lüftungsanlagen für die Immobilienwirtschaft umsetzbar.

3.3.2 STEIGERUNG DES IMMOBILIENWERTES UND LEERSTANDSMINDERUNG

In die bisherigen Wirtschaftlichkeitsbewertungen ist die Steigerung des Immobilienwertes durch den Einbau von Lüftungsanlagen nicht eingeflossen, obwohl sie aus Sicht des Vermieters einen Nutzen darstellt.

Für die Wertsteigerung einer Immobilie durch eine Modernisierungsmaßnahme ist der Verkehrswert (auch Ertrags- oder Marktwert genannt) relevant. Er gilt als traditioneller und gängiger Maßstab für alle Arten von Transaktionen und wird basierend auf dem Baugesetzbuch (BauGB) und der Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertV) ermittelt. [Murfeld, 2014, S. 812]

Laut Gesetzgeber ist dieser Wert wie folgt definiert:

> „Der Verkehrswert (Marktwert) wird durch den Preis bestimmt, der in dem Zeitpunkt, auf den sich die Ermittlung bezieht, im gewöhnlichen Geschäftsverkehr nach den rechtlichen Gegebenheiten und tatsächlichen Eigenschaften, der sonstigen Beschaffenheit und der Lage des Grundstücks oder des sonstigen Gegenstands der Wertermittlung ohne Rücksicht auf ungewöhnliche oder persönliche Verhältnisse zu erzielen wäre.“ [Murfeld, 2014, S. 1204]

Neben der Steigerung des Immobilienwertes können auch geringere Leerstände indirekte Auswirkungen der Investition in eine Lüftungsanlage sein. Um eine möglichst vollständige Bewertung der Investition durchzuführen, ist auch diese Auswirkung in einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zu berücksichtigen.

3.3.3 VERMEIDUNG VON BAUSCHADENSKOSTEN

Innerhalb der letzten 14 Jahre haben Bauschäden in Deutschland stark zugenommen und damit die Kosten der Beseitigung ebenfalls. Laut einer Studie des Instituts für Bauforschung lag die Anzahl der Bauschäden im Jahr 2013 bei 975, nachdem sie seit 2002 von 177 stetig zugenommen hat. Die damit verbundenen durchschnittlichen Bauschadenskosten haben sich von ca. 33.000 EUR im Jahr 2002 auf ca. 67.000 EUR in 2013 verdoppelt. Zweithäufigstes Bauschadensbild, nach „diversen Mängeln“, ist mit 12,27 % die „Feuchtigkeit“. [Böhmer et al., 2015, S. 17]

Im Rahmen eines Experteninterviews mit einem Unternehmen der am Projekt beteiligten Immobilienwirtschaft wird der aus Vermietersicht entstehende Aufwand der Schimmelbeseitigung genannt. Er umfasst ein Gespräch mit Vor-Ort-Besichtigung, die Messung des Lüftungsverhaltens und Bestimmung des Schimmels, Erstellung eines Schimmelprotokolls, Beseitigung der Schäden durch ein Malerunternehmen und

die Definition eines möglichen Bauschadens. Als Kosten der Beseitigung von Schimmel durch einn Maler werden 300 EUR pro Einsatz angegeben, wobei ggf. ein mehrmaliger Einsatz notwendig ist.

Der Einbau von Lüftungsanlagen in Bestandsgebäude wird häufig als Maßnahme zur Vermeidung von Schimmel eingesetzt. In eine erweiterte Bewertung der Wirtschaftlichkeit könnten somit die vermiedenen Kosten der Schimmelbeseitigung als indirekter Nutzen integriert werden.

3.3.4 VERMEIDUNG VON TREIBHAUSGAS-EMISSIONEN

Treibhausgas-Emissionen sind externe Effekte der Energieversorgung und werden somit in der Wohnungswirtschaft nicht als Kosten bilanziert. Entsprechend werden auch Emissionsvermeidungen nicht in Investitionsentscheidungen einbezogen. Um diese externen Effekte in die Untersuchung der Wirtschaftlichkeit zu integrieren, ist die Monetarisierung der vermiedenen Emissionen erforderlich.

Eine Methode zur Monetarisierung vermiedener Treibhausgasemissionen sind die CO_2-Vermeidungskosten. Sie werden als Kosten der Emissionsvermeidung definiert. Abzuleiten sind sie von der jeweils durch Energieeinsparung erzielten CO_2-Einsparungen, die durch die Energieerzeugung über den jeweiligen Energieträger entstehen sowie den jährlichen Kapital- und Betriebskosten der Einsparmaßnahme. Sie sind somit die Mehrkosten, die beim Einsatz einer emissionsärmeren Technologie gegenüber dem Ausgangsfall anfallen, um CO_2 einzusparen. [Beer, 2005]

Für die Berechnung der CO_2-Vermeidungskosten muss zunächst die vermiedene Menge an CO_2 errechnet werden. Durch die Multiplikation der eingesparten Heizwärme [kWh] und dem entsprechenden Treibhausgaskoeffizienten des jeweiligen Energieträgers nachfolgende Tabelle) kann die Menge des eingesparten CO_2 ermittelt werden.

Energieträger	CO_2-Emission [kg CO_2 pro Einheit]
Heizöl [l]	2,6
Erdgas [kWh]	0,25
Steinkohle [kg]	2,7
Braunkohle [kg]	2,2
Fernwärme [kWh]	0,26
Strom [kWh]	0,6

ABBILDUNG 106: CO_2-Emission der Energieerzeugung in Abhängigkeit des Energieträgers (Quelle: [Prima Klima, 2015])

In den Kosten der CO_2-Vermeidung werden sowohl die Kapital- als auch die Betriebskosten der eingesetzten Technologie berücksichtigt und spezifisch pro kg vermiedener Emission ermittelt.

Eine Studie von McKinsey & Company Inc. aus dem Jahr 2007 [McKinsey, 2007] bewertet die Vermeidungskosten CO_2-äquivalenter Emissionen unterschiedlicher Effizienzmaßnahmen im Gebäudesektor. In einem Basisszenario werden Potenziale der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen bis zum Jahr 2020 ermittelt und im Hinblick auf ihre Vermeidungskosten verglichen. Der Einbau von Lüftungsanlagen in Wohngebäude hat demnach Vermeidungskosten von 210 EUR/t. Im Vergleich zu anderen Maßnahmen in diesem Sektor sind diese Vermeidungskosten vergleichsweise hoch. So lässt sich fast 90 % des Einsparpotenzials dieses Sektors auf Basis negativer Vermeidungskosten erreichen. Beispiele sind der Einsatz energieeffizienter weißer Ware sowie der Einsatz effizienter Leuchtmittel, wie LED, mit jeweils -140 EUR/t sowie die Sanierung von Ein- bis Zweifamilienhäusern und von Mehrfamilienhäusern zu 7-Liter-Häusern mit negativen Vermeidungskosten von durchschnittlich -70 EUR/t. Die energetische Sanierung eines unsanierten Gebäudes zu einem 2-Liter-Gebäude umfasst demgegenüber Vermeidungskosten von ca.

200 EUR/t. Der Einsatz von Raumklimageräten mit einer Leistung von weniger als 12kW Kühlleistung verursacht mit 120 EUR/t ebenfalls verhältnismäßig hohe Kosten (vgl. nachfolgende Abbildung).

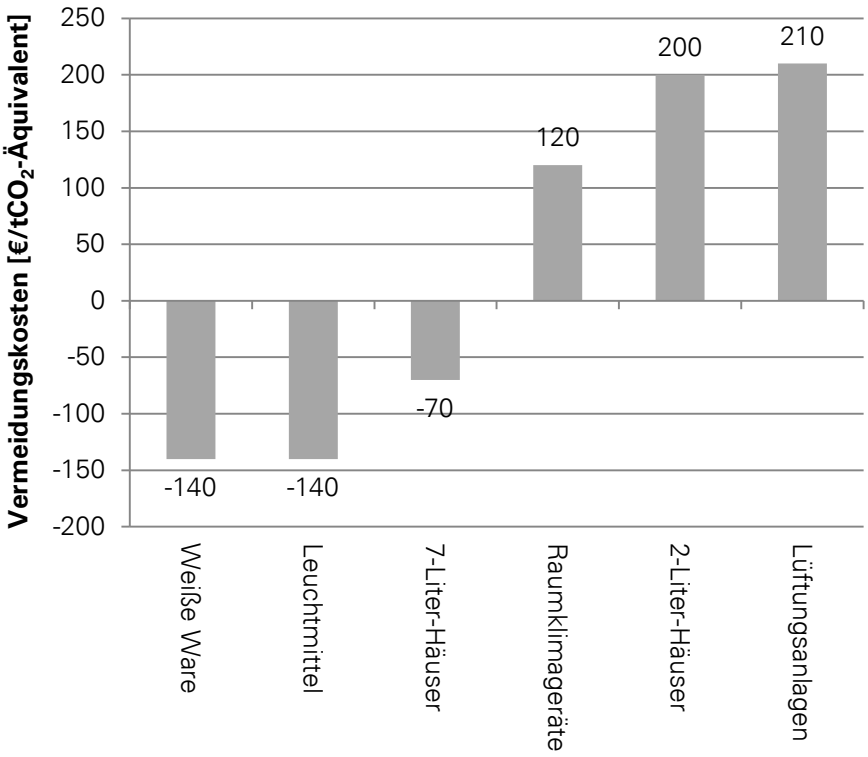


ABBILDUNG 107: Vermeidungskosten unterschiedlicher Effizienzmaßnahmen im Vergleich (eigene Darstellung auf Grundlage von [McKinsey, 2007])

Dieser Vergleich zeigt, dass Möglichkeiten bestehen durch Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich die Treibhausgasemissionen und gleichzeitig Kosten zu reduzieren. Die Investition von Lüftungsanlagen verursacht demgegenüber verhältnismäßig hohe Vermeidungskosten von 210 EUR/t. Aus dieser Maßnahme resultieren somit ähnliche Vermeidungskosten wie aus der energetischen Sanierung eines unsanierten Gebäudes zu einem 2-Liter-Haus.

Zum Vergleich der Kosten mit dem ökonomischen Wert der CO_2-Vermeidung kann eine Wertbeurteilung der vermiedenen Menge CO_2 über den gehandelten Börsenwert erfolgen. Die CO_2-Vermeidungskosten werden dabei mit dem aktuellen europäischen Börsenpreis für ausgestoßene Emissionen in der EU (5,93 EUR/t, Stand 17.05.16) verglichen. Prognosen zufolge wird dieser Wert bis 2040 auf 65 EUR/t steigen. [Schlesinger et al., 2014, S. 70] Auch dieser prognistizierte Wert liegt noch weit unter den durch [McKinsey, 2007] ermittelten Vermeidungskosten der Nutzung einer Lüftungsanlage.

3.3.5 WOHNKOMFORT

Neben den bereits aufgeführten Nutzen des Einbaus der Lüftungsanlage für den Vermieter ist ein weiterer Nutzen aus Sicht des Mieters die Steigerung der Wohnqualität und des Wohnkomforts. Obwohl dieser Zusatznutzen oftmals als investitionsentscheidend gilt, wird er bisher nicht in Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen aufgeführt. Dass dieser Nutzen nicht in Investitionsentscheidungen berücksichtigt wird, liegt daran, dass der Zusatznutzen einer subjektiven Bewertung unterliegt, weshalb sein Wert kaum objektiv monetär quantifizierbar ist.

Dieser Aufgabe, der „Identifizierung von Zusatznutzen, [ihrer] Quantifizierung und ökonomischen Bewertung“ [Ott et al., 2006, S. 3] von Energieeffizienzinvestitionen, hat sich im Jahr 2005 die Arbeitsgemeinschaft Ecoconcept/CEPE angenommen. Ihre Untersuchung bezieht sich auf die Zusatznutzen, die aus dem Austausch von Fenstern, Maßnahmen der Wärmedämmung und dem Einbau einer Lüftungsanlage resultieren.

Aus den durch Vorarbeiten zusammengestellten 12 Zusatznutzen, konzentriert sich die Studie auf die folgenden drei:

- „Höherer Wohnkomfort (höhere Behaglichkeit durch ausgeglichene Temperaturen und höhere Oberflächentemperaturen, angenehmes Raumklima, keine Feuchtigkeitsschäden)
- Bessere Raumluftqualität, Reduktion von Allergenen in der Frischluft
- Reduktion der Außenlärmimmissionen“ [Ott et al., 2006, S. 5]

Ihre ökonomische Bewertung bzw. Monetisierung lässt sich direkt von der Zahlungsbereitschaft der Mieter bzw. Bewohner ableiten. Im Rahmen der Studie wurden drei Analysemethoden angewandt, um die jeweilige Zahlungsbereitschaft zu ermitteln. Die Direct Choice Analyse und der Contingent Valuation-Ansatz geben sie durch direkte Befragung nach Präferenzen der Mieter von Mehrfamilienhäusern und Eigentümer von Einfamilienhäusern wieder, während das Hedonic Pricing dies über Marktdaten ermittelt.

Die Resultate der Direct Choice Analyse beruhen auf der Auswertung von persönlichen Präferenzen in Bezug auf die sich im Preis und relevanten bzw. entscheidenden Merkmalen unterscheidenden Wohnsituationen. Mit Hilfe von ökonometrischen Methoden wird die Zahlungsbereitschaft aus den jeweiligen Präferenzentscheidungen hergeleitet. Über den Contingent Valuation-Ansatz wird die Zahlungsbereitschaft für die jeweiligen Energieeffizienzmaßnahmen direkt erfragt. Die Hedonic Pricing Analyse erfasst die Zahlungsbereitschaft, indem über statistische Methoden die auf dem Markt vorherrschenden Miet- und Kaufpreisunterschiede auf unterschiedliche Ausstattungsmerkmale und den differenzierten Nutzen von Energieeffizienzmaßnahmen zurückgeführt werden. Als Grundlage dafür dienen Marktdaten, die die Kauf- bzw. Mietentscheidung von Eigentümern bzw. Mietern abbilden.

Die Ergebnisse dieser Analysen der Informationen von insgesamt 501 Befragten (132 Käufer/innen von Einfamilienhausneubauten, 120 Käufer/innen von bestehenden Einfamilienhäusern, 136 Bewohner) ergeben ein insgesamt stimmiges und einheitliches Ergebnisbild.

Für die Gruppe der Mieter von Wohnungen in bestehenden Mehrfamilienhäusern wurde für den durch den Einbau einer Lüftungsanlage hervorgerufene Zusatznutzen ein Wert von 3–10 % bzw. 4–11 % der monatlichen Miete ermittelt. Für die Investition in eine Wärmedämmung der Fassade entspricht er 3–10 % und für die Maßnahme des Fensteraustauschs 8–17 %.

Ergänzend zu der Wertermittlung wurde folgender Zusammenhang innerhalb der Untersuchung abgeleitet: Die Zahlungsbereitschaft steigt sowohl mit zunehmendem Ausbildungs- und Einkommensniveau, als auch mit dem Grad der Betroffenheit und der individuellen Einstufung des Wohnklimas. [Ott et al., 2006, S. 2–13]

4. RÜCKKOPPLUNG ZU AKTEUREN

Bei Investitionen in Modernisierungsmaßnahmen durch die Immobilienwirtschaft werden i. d. R. keine Einzelmaßnahmen bewertet, sondern mehrere Komponenten und Maßnahmen, da sich der finanzielle und materielle Aufwand, durch z. B. seltener anfallenden Anfahrtskosten, wenn mehrere Aufgaben von einer Firma zu einem Anlass erledigt werden können, reduzieren lässt. So werden häufig Sowieso-Maßnahmen, also Instandsetzungsmaßnahmen innerhalb einer Modernisierung durchgeführt und fließen somit in die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ein.

Die maßgebliche Zielgröße und das wesentliche Entscheidungskriterium in der wohnungswirtschaftstypischen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist die Eigenkapital-Rendite vor und nach Steuern, die durch den Internen Zinsfuß abgebildet wird. Weist sie einen Wert von mindestens 6 % auf, liegt eine ausreichende Wirtschaftlichkeit für die Wohnungswirtschaft vor und führt zu einer Durchführung.

Grundlage für die Entwicklung des Internen Zinsfußes bzw. der Rendite sind die Fair Values bzw. die Ertragswerte der Immobilie vor und nach der Investition. Davon ausgehend werden die jeweiligen Zahlungsströme aufgezinst und abhängig davon, ob sie ein Zu- oder Abfluss verkörpern, von dem Fair Value subtrahiert oder zu ihm addiert. Die berücksichtigten Zahlungsströme werden im Folgenden vorgestellt. Viele der Werte sind bereits festgelegt und werden nicht für jeden Fall oder jede Investition neu bestimmt. Sie sind von Erfahrungswerten der Wohnungsgesellschaft, der Größe ihres Immobilienbesitzes sowie jeweiligen markt- und zeitabhängigen Faktoren abhängig. Der Betrachtungszeitraum der Zu- und Abflüsse wird i. d.R. auf 25 Jahre angesetzt.

- Die Berechnung des internen Zinsfußes der Wohnungswirtschaft berücksichtigt die im Folgenden aufgeführten Zahlungen [Murfeld, 2014, S.626ff]:
- Die Investitionskosten setzen sich aus dem Fair Value der Immobilie vor der Investition und den Investitionskosten der Modernisierung zusammen. Für die Kalkulation der Fair Values wird in der Wohnungswirtschaft ein Multiplikator, der sogenannte Maklerfaktor oder Rohertragsvervielfältiger verwendet. Dieser gilt als „überschlägige Einschätzung einer Immobilie“ [Grabener, 2016], da über diesen Weg die Erstellung eines Ertragswertverfahrens entfällt. Dieser Faktor ist in Grundstücksmarktberichten der jeweiligen Stadt angegeben. Grundsätzlich ergibt er sich aus dem Quotienten des Kaufpreises und den Jahresnettomieteinnahmen.
- Des Weiteren fließen die jährlichen Mieteinnahmen in die Berechnung ein. Diese basieren auf der durch die Modernisierung nach [BGB § 559, 2013] gerechtfertigte und durchsetzbare Mieterhöhungsumlage und der bisherigen Miete. Jährlich wird darüber hinaus eine Mietpreissteigerung von 1,5 % miteinberechnet.
- Um den Fall des Leerstands einer Wohnung in die Bewertung zu integrieren, erfolgt die Berücksichtigung von nicht umlegbaren Kosten eines Mietausfallwagnisses. Diese setzen sich für die Wohnungsgesellschaft aus 1 % für den potentiellen Leerstand und aus 1 % für die im Eintrittsfalle zu tragenden Betriebskosten zusammen, bezogen auf die jeweiligen jährlichen Mieteinnahmen. Generell abhängig sind diese Sätze von der Lage der Immobilie und Erfahrungswerten der Wohnungsgesellschaft.
- Die Zahlungen für Instandhaltungskosten basieren ebenfalls auf Erfahrungswerten der Wohnungsgesellschaft. Hier wird nach Instandhaltungskosten für Modernisierungen, Ankäufe und Neubauten unterschieden. Der jeweilige zutreffende Wert wird auf die entsprechende Wohnfläche bezogen. In den jährlich anfallenden Kosten für das Mietausfallwagnis und die Instandhaltung wird ein Inflationssatz von 1,5 % einbezogen.
- Zur Berücksichtigung der Finanzierung des Gebäudes und der Investitionskosten der Modernisierung erfolgt die Ermittlung des Fremdkapitals sowie der jährlichen Zins- und Tilgungsraten. Generell wird in der Wohnungswirtschaft versucht den Eigenkapitalanteil so klein wie möglich zu halten, um durch den sogenannten Leverage-Effekt, die Eigenkapitalrendite zu steigern. Je nach Finanzierungskonditionen wird dieser mindestens auf 25 % beziffert.
- Die statische Abschreibung des reinen Gebäudewerts nach der Investition kann dem Ertragswertverfahren entnommen werden. Er ergibt sich durch die Subtraktion, des Bodenwertes von dem Fair Value der Immobilie. Für Modernisierungen beläuft sich der entsprechende Abschreibungssatz in der Wohnungswirtschaft auf 2 %.
- Des Weiteren wird der Buchwert ermittelt, der sich aus dem kalkulierten Fair Value im letzten Jahr der Investition abzüglich der gesamten Abschreibungsbeträge ergibt. Aus dieser Berechnung resultiert die Größe „Earning before tax“ (EBT). Innerhalb dieser schreibt sich die Wohnungswirtschaft die Reinvestitionsrücklage gemäß [EStG § 6b, 2015] zu Gute. Dieser Paragraf erlaubt Unternehmen eine steuerneutrale Übertragung der stillen Reserven resultierend aus Investitionen in das Immobilienobjekt in eine Rücklage durchzuführen.
- Der letzte Zahlungsstrom umfasst die zu zahlenden Steuerbeträge für die Einkommens- und Ertragssteuer, die sich auf die zuletzt errechnete Größe EBT beziehen. Insgesamt ist von der Wohnungswirtschaft ein Steuersatz von 15 % zu leisten.

5. PRAXISERFAHRUNG

Die diesem Arbeitspaket zugrunde liegenden Praxiserfahrungen umfassen den bereits in Abschnitt 3.2.1 beschriebenen Vergleich der Planwerte und Realwerte der Kosten der Folgegewerke. Da ausschließlich Daten zu den Folgegewerken vorliegen, können zu den Realwerten der Anlagenkosten, Planungs-, Wartungs- und Instandhaltungskosten keine Aussagen getroffen werden.

Der Vergleich der realen und Plankosten zeigt deutliche Unterschiede. So umfasst der Realwert der wohnungsweisen Lüftungsanlage einen Wert, der 314 % des Planwerts entspricht. Die Gebäudeabluftanlage hat einen Realwert in Höhe von 119 % des Planwerts. Im Gegensatz zu den geringer geschätzten Werten der Wohnungs- und Gebäudeabluftanlagen, ist der Planwert im Vergleich zum Realwert der raumweisen Abluftanlage höher eingeschätzt. Der Realwert entspricht hier 40 % des Planwertes.

Da nur jeweils ein Fallbeispiel zu jedem Anlagentyp vorliegt, kann nicht sichergestellt werden, dass diese Anlage für den entsprechenden Anlagentyp repräsentativ ist. Dies muss insbesondere hinterfragt werden, da nach Angaben der im Projekt tätigen Immobilienwirtschaft im Rahmen des Forschungsvorhabens Zeitdruck bei der Einholung von Angeboten und Auswahl der Anlagen bestand und entsprechend eine geringere Anzahl von Angeboten eingeholt wurde als üblich.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Aus einem Vergleich möglicher Methoden zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen und einem Experteninterview der Wohnungswirtschaft resultiert, dass in der Praxis der interne Zinsfuß als Methode zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit weit verbreitet ist. Da die Methode in der Praxis der Wohnungswirtschaft häufig auch für andere Investitionen im Vergleich eingesetzt wird, gibt es keinen Bedarf das Verfahren zu vereinfachen.

Auf dieser Grundlage werden reale Umsetzungen von Investitionen in raumweise und wohnungsweise Lüftungsanlagen und Gebäudeabluftanlagen im Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit untersucht. Die Untersuchung ergibt aufgrund von Planwerten, dass unter den getroffenen Annahmen keine der drei Alternativen wirtschaftlich ist. Dies schließt sowohl die Sichtweise des Vermieters als auch die Sichtweise des Mieters ein, die aufgrund des Investor-Nutzer-Dilemmas getrennt voneinander betrachtet werden.

Die niedrigsten Investitionskosten einschließlich der Folgegewerke ergeben sich beim Einbau von raumweisen Lüftungsanlagen, während die wohnungsweisen Lüftungsanlagen die höchsten Investitionskosten aufweisen. Aus Sicht des Mieters reichen die durch die Wärmerückgewinnung der Anlagen erzielten Einsparungen der Beheizung aus, um die Betriebskosten für Stromverbrauch und Wartung zu decken. Die investitionsbedingten Mehrkosten können durch die Einsparungen jedoch nicht ausgeglichen werden. Aus Sicht des Vermieters ist die Umlage der Investitionskosten auf den Mieter zu niedrig, um die in der Wohnungswirtschaft übliche Zielgröße des internen Zinsfußes von 6 % zu erreichen. Ein wichtiger Grund ist, dass die gesetzlich mögliche Umlage von 11 % der Investitionskosten auf die Kaltmiete aufgrund starker Unterschiede der Mietspiegel nicht in jeder Stadt angesetzt werden kann. Entsprechend wird in dieser Untersuchung eine Umlage in Höhe von 8 % der Investitionskosten angenommen. Auch die in der Wohnungswirtschaft diskutierte Zielgröße der Investitionskosten inklusive des Einbaus von 1.000 EUR/Raum kann auf Grundlage der hier zugrunde gelegten Planwerte kaum erreicht werden. Nur die raumweisen Lüftungsanlagen haben Investitionskosten, die annähernd in diesem Bereich liegen.

Zu beachten ist, dass in die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung nur Zahlungen einfließen, die direkt monetär bewertbar sind. Der Einsatz einer Lüftungsanlage hat jedoch zusätzliche Nutzen, die in den durchgeführten und in der Wohnungswirtschaft eingesetzten Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen nicht berücksichtigt werden. Zu nennen sind hier aus Sicht des Vermieters die Verminderung möglichen Leerstands des Gebäudes, die Vermeidung von Bauschadenskosten durch mögliche Schimmelbildung sowie die

Verringerung der Emission von Treibhausgasen durch Verminderung des Wärmebedarfs. Aus Perspektive des Mieters ergibt sich durch den Einbau der Lüftungsanlage eine Steigerung des Wohnkomforts. Die Schwierigkeit der Integration der genannten zusätzlichen Nutzen in die Wirtschaftlichkeitsbewertung ist ihre Monetarisierung, da sie subjektiven Einschätzungen unterliegen.

AP16 PILOTPROJEKTE

1. AUFGABENSTELLUNG

1.1 OFFENE FRAGEN AUS DEM ABSCHLUSSBERICHT 1 DES FORSCHUNGSPROJEKTS IBWL

Die geplante Umsetzung der Pilotprojekte wurde in „AP10 Lüftungsanlagenkonzepte“ auf Seite 135 beschrieben.

Der Ansatz des Forschungsprojekts IBWL liegt in der Integration sämtlicher am Bau beteiligten Personen und definiert das Arbeitspaket „Umsetzung an Pilotprojekten“ daher als Schnittstellenprojekt.

Die zur Umsetzung der Pilotprojekte notwendigen Arbeitsschritte werden an dieser Stellen konkretisiert, obgleich verschiedene andere Arbeitspakete bereits ebenfalls Bezug hierauf nehmen.

1.2 ARBEITSAUFTRÄGE AN DAS GEGENWÄRTIGE FORSCHUNGSPROJEKT

- Definition von Pilotprojekten
- Erstellung eines Anlagenkonzepts
- Erstellung von Detailplanungen
- Erarbeitung eines Umsetzungskonzepts
- Erarbeitung eines Begleitkonzepts
- Erarbeitung eines Evaluierungskonzepts

1.3 REFLEXION DES PROZESSES UND SICHT AUF NEUE FRAGEN

Die oben gezeigten Arbeitsaufträge an das gegenwärtige Forschungsprojekt, welche aus den offenen Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL resultieren, sind zum einen während des Bearbeitungsprozesses des Forschungsprojekts thematisch in das Arbeitspaket 10 Lüftungskonzepte eingegliedert worden und zum anderen hinsichtlich der formulierten Zielsetzung dahingehend korrigiert worden, als das die Aufgabenstellung einer Erstellung von Anlagenkonzepten bzw. Detailplanungen den beauftragten Fachplanern oblag und jene seitens des IBWL Teams lediglich begleitet und in Kooperation mit den jeweiligen Wohnbaugesellschaften bewertet wurden. Infolgedessen ist das vorliegende Arbeitspaket eher als Evaluierung der Umsetzungsprozesse in Form einer Baudokumentation zu verstehen.

2. VORSTELLUNG DER PILOTOBJEKTE

„16. Anhang: Expertise zum AP16 – Pilotprojekte“ auf Seite 705

3. BAUDOKUMENTATION

Die Nachfolgende Baudokumentation zeigt den Bauablauf der an den Pilotobjekten beteiligten Gewerke. Die Vorstellung der einzelnen Konzepte und Maßnahmen, sowie weitere Hintergrundinformation zu Projektbeteiligungen der Wohnungswirtschaft und deren Anforderungen an die Lüftungskonzepte sind aus dem Kapitel „AP10 Lüftungsanlagenkonzepte“ auf Seite 135 zu entnehmen.

3.1 VIVAWEST WOHNEN GMBH

3.1.1 WOHNUNGSZENTRALES LÜFTUNGSSYSTEM-LEVERKUSEN

Ablauf/Baudokumentation

Gewerk:	Rohbau
Tätigkeit	Erstellung der Kernbohrung/Durchbrüche für die Lüftungskanäle bzw. Außen-/ Fortluftanbindung
Theoretische Arbeitszeit je NE	6 Personenstunden = 1 Arbeitstag
Reale Baustellenpräsenz je NE	2-3 Arbeitstage

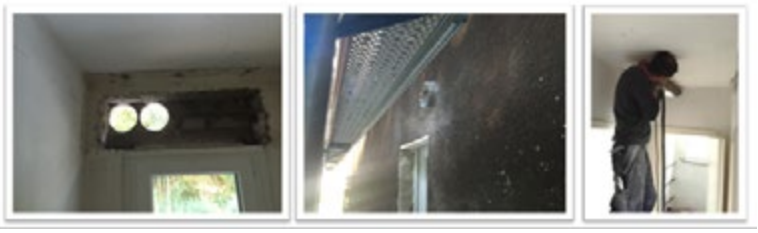


ABBILDUNG 108: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 1

Ablauf/Baudokumentation

Gewerk:	Rohbau
Erfahrung:	Hauptproblematik für schnellen und reibungslosen Arbeitsablauf: Gewerkekollision Rohbau + ELT. Im Bereich der Kernbohrungen im Flur verliefen in 2 von 4 Wohnungen Elektroleitungen, die an mehreren Stellen durchtrennt wurden. Da eine ELT-Fachfirma nicht in jeder Situation sofort zur Verfügung stand und es speziell für diesen Fall keine explizite Arbeitsanweisung an die Rohbaufirma seitens der Bauleitung gab, wurde die Arbeit mehrfach unterbrochen oder eingestellt.

ABBILDUNG 109: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 2

Während der Kernbohrarbeiten im Flurbereich für die Luftkanalführung und Ventilpositionierung oberhalb der Türen wurden vermehrt Elektroleitungen durchtrennt. Somit wurde die Erfahrung gemacht, dass das gewählte Lüftungskonzept ein großes Kollisionspotential mit dem Gewerk Elektrotechnik aufweist.

Da das Konzept zum einen bei der Positionierung der Zuluftventile aufgrund des zu nutzenden Coanda-Effekts davon abhängt einen gewissen Abstand zur Decke zu haben und zum anderen die auf der Flurseite neu zu errichtenden Abhangdecken möglichst geringe Abhangtiefen aufweisen sollen, gibt es kaum Spielräume die im Bestand aufzufindenden Elektroleitungen zu umgehen.

Dessen Leitungsführungsbereiche gemäß DIN 18015–3 sind im nachfolgenden Bild zu sehen. Somit kann man festhalten, dass das Problem der Gewerke-Kollision je nach Lüftungssystem und Normkonformität in der Elektroleitungsverlegung hausgemacht ist.

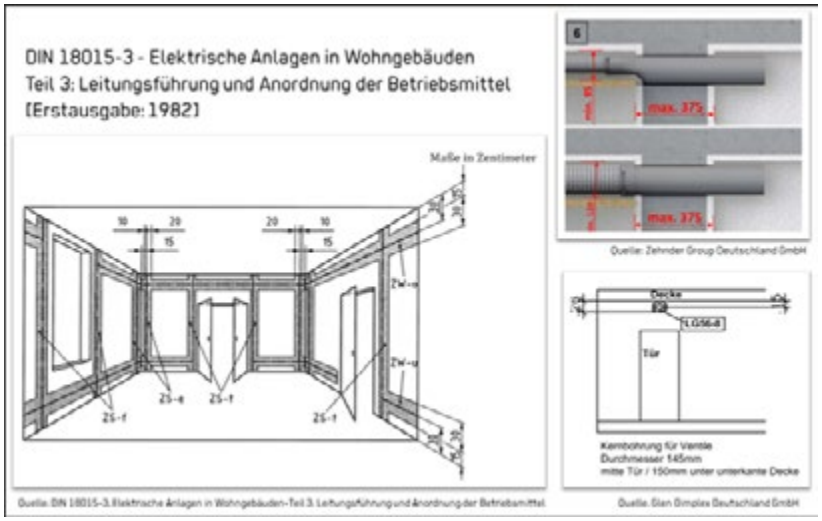


ABBILDUNG 110: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 3

ABBILDUNG 111: Wohnungszentrales Lüftungssystem-Leverkusen, HLSK 1

ABBILDUNG 112: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, HLSK 2

Ablauf/Baudokumentation	
Gewerk:	ELT, Trockenbau (TB), Maler
Tätigkeit	ELT: Strom/Regelungsverkabelung TB : Decken/Koffererstellung Maler: Tapezieren und Streichen
Theoretische Arbeitszeit je NE	jeweils 24 Personenstunden = 1 Arbeitstage
Reale Baustellenpräsenz je NE	ELT und TB = 2 AT / Maler = 1 AT

ABBILDUNG 113: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, ELT, TB, Maler 1

Ablauf/Baudokumentation	
Gewerk:	ELT, Trockenbau (TB), Maler
Erfahrung:	ELT: Wie oben geschrieben verlangt schon die erste Rohbaumaßnahme die Anwesenheit eines ELT-Fachmannes um durch Kernbohrungen erzeugte Kabeltrennung zu reparieren. Ein weiterer AT wird dann zum späteren Zeitpunkt für die Anbindung der Lüftungsanlagen und Regelungskomponenten sowie ggf. weiterer Reparaturarbeiten benötigt. TB: Auch der Trockenbau muss für die Installation der Zwischendecke Rücksicht auf vorhandene ELT-Trassen im Flurbereich nehmen. Dies hatte zur Folge, dass die durch Planung, Materialwahl und Ausführung mühsam erzielte, notwendige Abhangtiefe für die Lüftungskanäle von nur 10- 15 cm keine Rolle für die tatsächlich Installierte Abhangtiefe von 20-25 cm spielte.

ABBILDUNG 114: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, ELT, TB, Maler 2

ABBILDUNG 115: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, ELT, TB, Maler 3

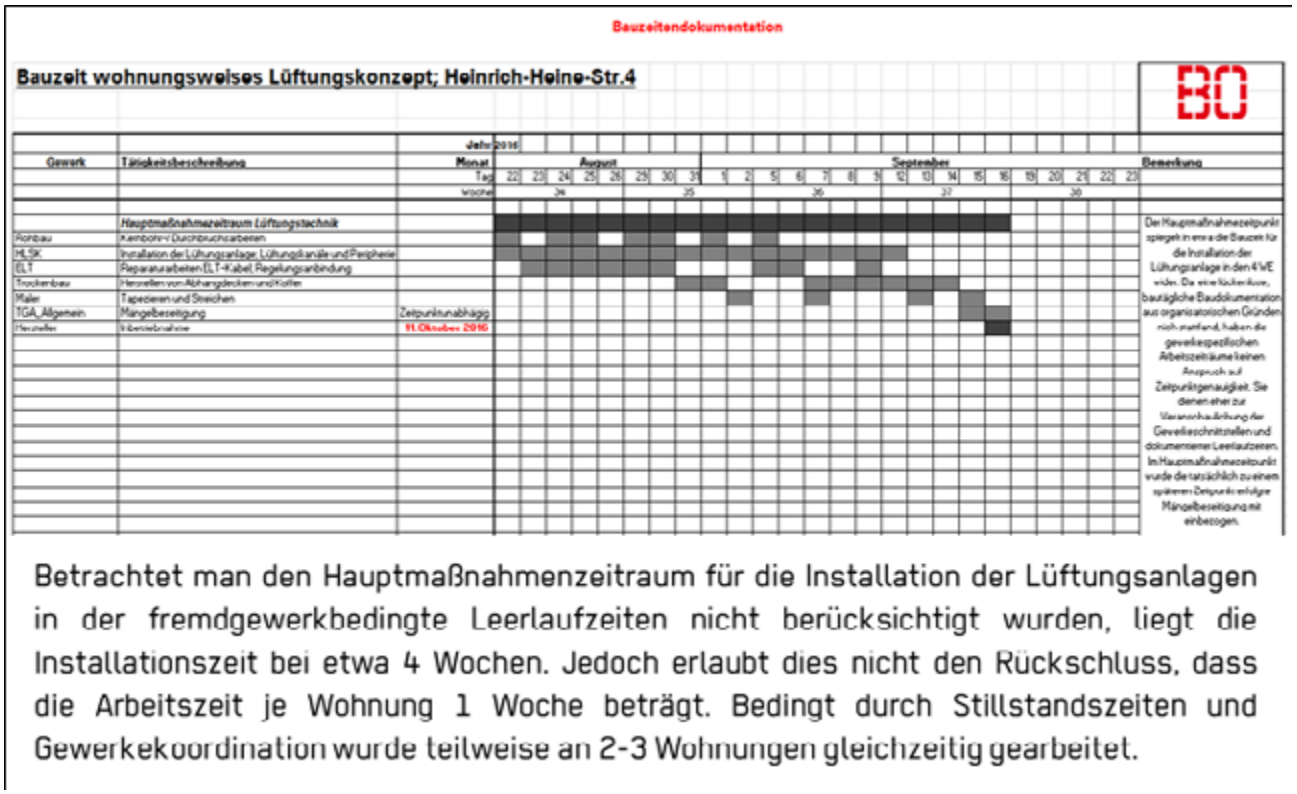


ABBILDUNG 116: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Bauzeit 1

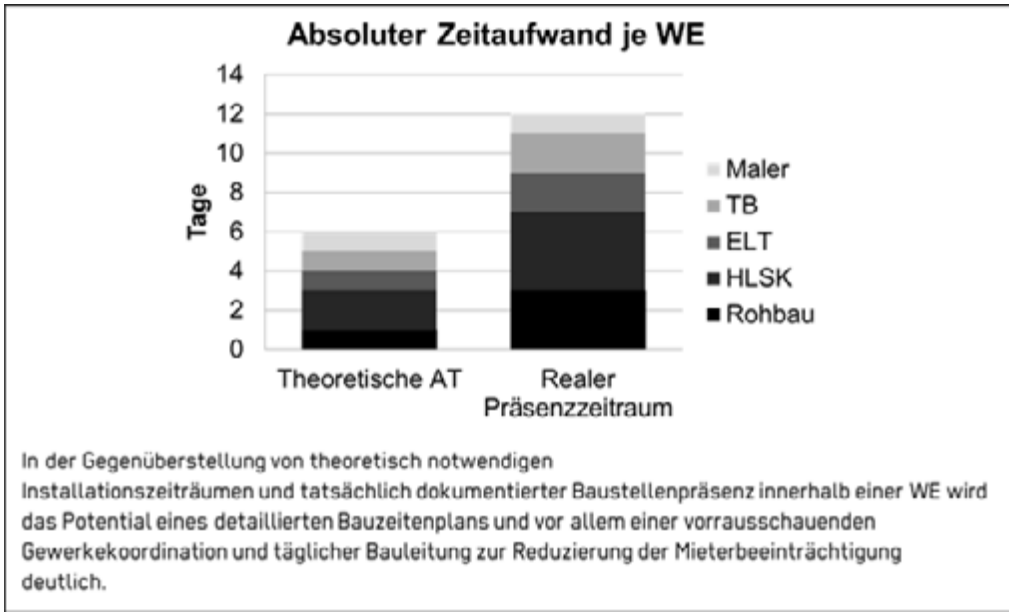


ABBILDUNG 117: Wohnungszentrales Lüftungssystem Leverkusen, Bauzeit 2

3.1.2 GEBÄUDEZENTRALES LÜFTUNGSSYSTEM-LEVERKUSEN

Ablauf/Baudokumentation	
Gewerk:	Rohbau
Tätigkeit	Erstellung der Kernbohrung in Kamin und Außenwände
Theoretische Arbeitszeit je NE	6 Personenstunden = 1 Arbeitstag
Reale Baustellenpräsenz je NE	1-2 Arbeitstage

ABBILDUNG 118: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 1

Die Kernbohrungen konnten ohne Kollisionen mit anderen Gewerken relativ unproblematisch in der Außenwand erstellt werden.

Aus ungeklärter Ursache wurden jene jedoch für eine Installation der Fensterlaibungselemente zu hoch ausgeführt. Wie in nachfolgenden Bilder zu erkennen, konnten mittels Kanalarbeiten die Elemente so angepasst werden, dass sowohl die Kernbohrung als auch die Position der Nachströmung in der Fensterlaibung gemäß den Produktanforderungen ausgeführt werden konnten.

ABBILDUNG 119: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 2 + 3

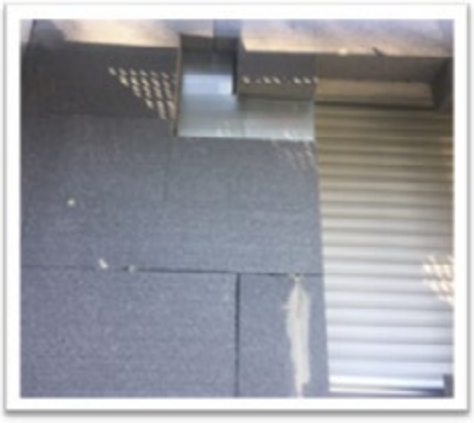


ABBILDUNG 120: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, Rohbau 4

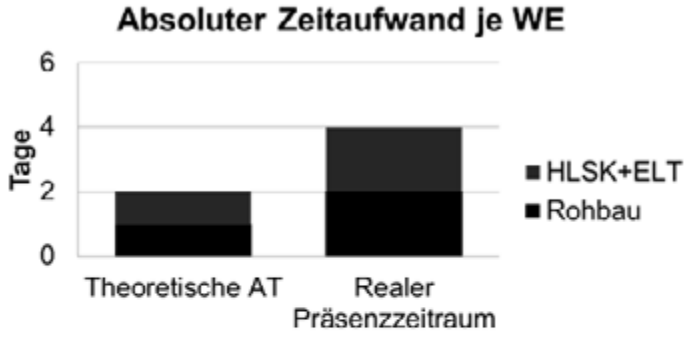
Gewerk:	HLSK
Tätigkeit	Installation Zu-und Abluftelemente
Theoretische Arbeitszeit je NE	1 Arbeitstage
Reale Baustellenpräsenz je NE	1-2 Arbeitstage

ABBILDUNG 121: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, HLSK 1

Die Installation der Brandschutz-Abluftelemente an den Bestandskaminen erfolgte größtenteils problemlos. Da in den WC-Räumen raumhohe Vorwände installiert wurden, in denen die Abluftventile zu installieren waren, musste die Verbindung zwischen Brandschutzelement und Abluftventil mittels eines kurzen Kanalstücks überbrückt werden.

In einer Wohnung wurde die Installation des Brandschutzelements durch hohe Küchen-Hängeschränke erschwert (siehe nachfolgende Bilder). Durch eine individuelle Anpassung des Elementes konnte eine Installation ohne Änderung der Möblierung gewährleistet werden. Diese Anpassung erfolgte zunächst mangelhaft. Die Verbindung zwischen Brandschutzelement und Abluftventil wurde nicht fachgerecht ausgeführt, sodass es aufgrund einer Reduzierung des Öffnungsquerschnitts in der Inbetriebnahme zu lauten Strömungsgeräuschen kam. Nach Behebung des Mangels konnte ein einwandfreier Betrieb gewährleistet werden.

ABBILDUNG 122: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, HLSK 2 + HLSK 3



Das Lüftungskonzept zeigt gegenüber des wohnungsweisen Systems deutlich reduziertere Präsenzzeiträume innerhalb der Mietwohnungen.

In der Gegenüberstellung von theoretisch notwendigen Installationszeiträumen und tatsächlich dokumentierter Baustellenpräsenz innerhalb einer WE bleibt das Potential eines detaillierten Bauzeitenplans und vor allem einer vorrausschauenden Gewerkekoordination und täglicher Bauleitung zur Reduzierung der Mieterbeeinträchtigung deutlich.

ABBILDUNG 123: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, Bauzeit 1

Gewerk:	HLSK+ ELT außerhalb der Wohnungen
Tätigkeit	Installation des Zentralventilators
Theoretische Arbeitszeit	24 Personenstunden = 2 Arbeitstage
Reale Baustellenpräsenz	5 Arbeitstage

ABBILDUNG 124: Gebäudezentrales Lüftungssystem Leverkusen, HLSK, ELT außerhalb der Wohnungen

3.1.3 RAUMWEISES LÜFTUNGSSYSTEM-MARL

Gewerk:	Rohbau, HLSK, ELT
Tätigkeit	Erstellung von Kernbohrungen und Installation des Lüftungsgerätes
Arbeitszeit je Gerät	8 Personenstunden = 1/2 Arbeitstage

ABBILDUNG 125: Raumweises Lüftungssystem Marl, Rohbau, HLSK, ELT 1

Der notwendige Installationsfreiraum für die Ausführung der Kernbohrungen betrug inklusive des Kernbohrstativ ca. 1,5 m, was in einigen Fällen die De- und Remontage von Möbel notwendig machte.

Die Kernbohrungen mit Durchmessern von ca. 80 mm erlaubten eine Bohrung im trockenen Verfahren mit Staubabsaugung ohne die Notwendigkeit statische Berechnungen.

Die Besonderheit im Ausführungsprozess war, dass die Geräte- und Elektroinstallation durch eine auf Kernbohrungen und Schallschutz spezialisierte Fachfirma ausgeführt werden konnte. Durch das Ausbleiben einer notwendigen Gewerkekoordination konnte die Installationszeit und somit die Mieterbeeinträchtigung auf ca. einen halben Tag reduziert werden.

Die Elektroanbindung erfolgte über einen Gerätestecker über Bestandssteckdosen.

ABBILDUNG 126: Gebäudezentrales Lüftungssystem Marl, HLSK 2

ABBILDUNG 127: Gebäudezentrales Lüftungssystem Marl, HLSK 3

3.2 GEWAG WOHNUNGSAKTIENGESELLSCHAFT REMSCHEID

Ablauf/Baudokumentation	
Gewerk:	Rohbau
Tätigkeit	Erstellung der Kernbohrung/Durchbrüche für die Lüftungskanäle bzw. Außen-/ Fortluftanbindung
Theoretische Arbeitszeit je NE	6 Personenstunden = 1 Arbeitstag
Reale Baustellenpräsenz je NE	2-3 Arbeitstage

ABBILDUNG 128: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 1

Bezüglich der Problematik, dass im Flurbereich Elektroleitungen bei den Kernbohrungen aufgrund einer normgerechten Trassenführung getroffen werden, wurden auch in diesem Bauvorhaben bestätigt. Näheres siehe hierzu „3.1.1 Wohnungszentrales Lüftungssystem-Leverkusen“ auf Seite 238.

ABBILDUNG 129: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 2

ABBILDUNG 130: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 3

Ablauf/Baudokumentation	
Gewerk:	HLSK
Tätigkeit	Installation der Lüftungsanlage; Lüftungskanäle und Peripherie
Theoretische Arbeitszeit je NE	24 Personenstunden = 2 Arbeitstage
Reale Baustellenpräsenz je NE	4 Arbeitstage

ABBILDUNG 131: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, HLSK 1

Das Lüftungsgerät wurde während der Installationsphase innerhalb der Abstellkammer zweimal um- bzw. auf- und abgehangen. Beim ersten Mal war der resultierende Wartungsfreiraum innerhalb der Abstellkammer für das Lüftungsgerätes nicht gewährleistet. Aus diesem Grund wurde das Gerät an eine andere Wand der Kammer installiert. Um die Kammer auch weiterhin als Abstellraum nutzen zu können, wurde die Türöffnung vergrößert. Um das Gerät zu schützen musste das Gerät für die hierfür notwendigen Abbrucharbeiten ab- und nach Herstellung der größeren Türöffnung wieder eingebaut werden.

ABBILDUNG 132: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, HLSK 2, Luftverteiler unter der Decke

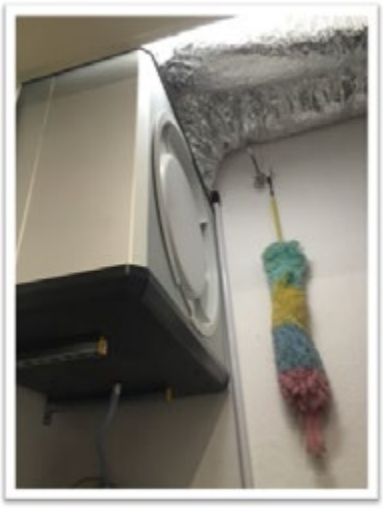


ABBILDUNG 133: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, HLSK 2, Lüftungsgerät

Ablauf/Baudokumentation	
Gewerk:	ELT, Trockenbau (TB), Maler
Tätigkeit	ELT: Strom/Regelungsverkabelung TB : Decken/Koffererstellung Maler: Tapezieren und Streichen
Theoretische Arbeitszeit je NE	jeweils 24 Personenstunden = 1 Arbeitstage
Reale Baustellenpräsenz je NE	ELT und TB = 2-3 AT / Maler = 2 AT

ABBILDUNG 134: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, ELT, TB, Maler 1

ABBILDUNG 135: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, ELT, TB, Maler 2, Trockenbaukasten und Zuluftventil-Anbindungsmuffe

ABBILDUNG 136: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, ELT, TB, Maler 3, Zuluftventil

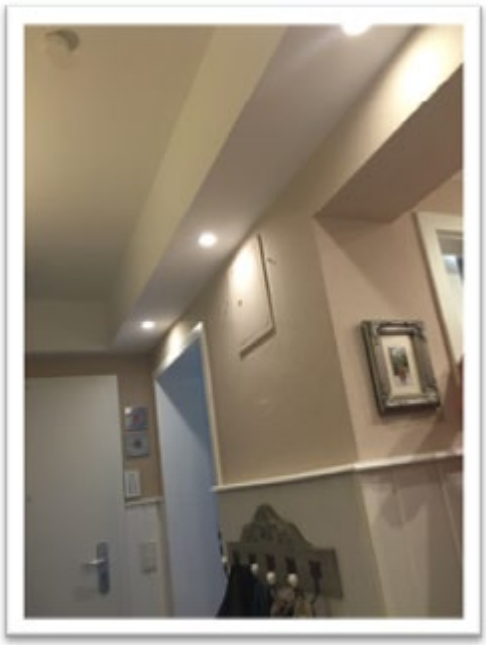


ABBILDUNG 137: Wohnungszentrales Lüftungssystem- Remscheid, ELT, TB, Maler 4, Trockenbaukasten mit integrierten Lampen

In der Gegenüberstellung von theoretisch notwendigen Installationszeiträumen und tatsächlich dokumentierter Baustellenpräsenz innerhalb einer WE wird das Potential eines detaillierten Bauzeitenplans und vor allem einer vorrausschauenden Gewerkekoordination und täglicher Bauleitung zur Reduzierung der Mieterbeeinträchtigung deutlich. Bei diesem BV wurde der Präsenzzeitraum aufgrund von Stillstandszeiten auf einen Gesamtzeitraum von ca. 3 Wochen aufgeteilt.

ABBILDUNG 138: Wohnungszentrales Lüftungssystem Remscheid, Bauzeit 1

Während der Umsetzungsphase kam es durch mehrere Faktoren wie vermehrte Kabeldurchtrennungen in der Rohbauausführung, Schwierigkeiten bei der Montage des Lüftungsgerätes aufgrund mangelnder Revisionsfreiheit und das Fehlen einer professionellen Bauleitung zur Gewerkekoordination zu einer deutlichen Überschreitung der avisierten Bauzeit. In der Planung und anschließender Mieterinformation wurde von einer Bauzeit von maximal sieben Tagen für alle involvierten Gewerke ausgegangen. Für die erste Umsetzung wurden jedoch aufgrund vieler Stillstandszeiten ca. 3 Wochen bis zur Inbetriebnahme des Gerätes benötigt.

Resultierend aus diesen Erfahrungen sowie vor dem Hintergrund, dass viele Mieter die Umsetzung in Ihrer Wohnung verhindern wollten und überlegten, rechtliche Schritte einzuleiten, entschloss sich die Geschäftsleitung der GEWAG gegen die Umsetzung der Einbaumaßnahmen in weiteren Wohneinheiten und beendete die Pilotumsetzung im Rahmen des Forschungsprojekts in Ihren Objekten.

Nach dem Ausstieg aus dem Forschungsprojekt wurde in einer Leerwohnung ein raumweises Lüftungskonzept umgesetzt. Bei jenem handelt es sich um Geräte, die paarweise alternierend in den Zu- oder Abluftbetrieb wechseln. Während des Abluftbetriebs wird die Abwärme in einem Keramik-Wärmetauscher gespeichert, welche im nachfolgenden Zuluftbetrieb der Außenluft wieder zugeführt wird. Näheres zum Konzept findet sich im Kapitel Lüftungskonzepte. Da zur Einbauzeit bereits der Ausstieg der Wohnungswirtschaft feststand und parallel in anderen Pilotobjekten Baudokumentationen stattfanden, wurde vor dem Hintergrund, dass sich die Wohnung im Gegensatz zur der im Fokus stehenden Sanierungen im bewohnten Zustand im Leerstand befand, nur eine lückenhafte Fotodokumentation realisiert, die keine gesicherte Aussage zur erwartenden Einbauzeiten oder Präsenzzeiträumen in der Wohnung zulässt.

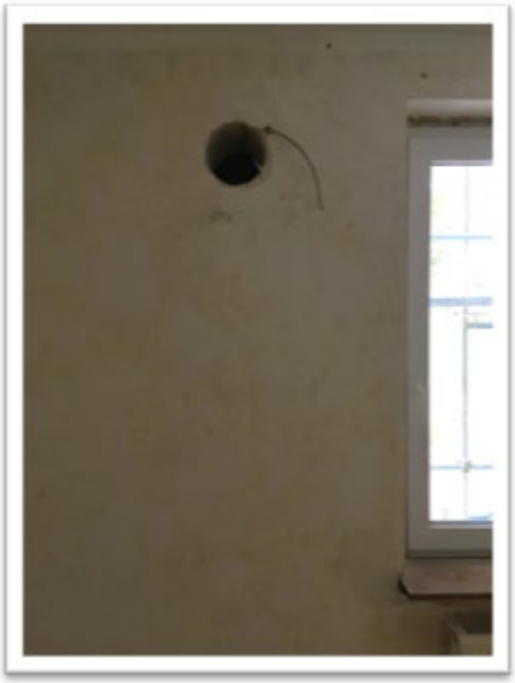


ABBILDUNG 139: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 1, Kernbohrung mit ELT-Kabel

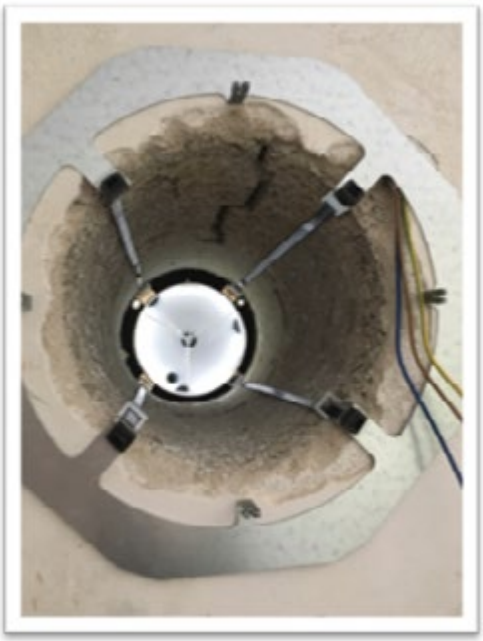


ABBILDUNG 140: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, Rohbau 2, Kernbohrung mit Insstallationskonstruktion

ABBILDUNG 141: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, HLSK 1, Lüftungsgerät mit Keramikwärmetauscher

ABBILDUNG 142: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, HLSK 2, Installation Lüftungsgerät

ABBILDUNG 143: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, HLSK 2, Lüftungsgerät mit Innenblende und Steuerkabel im Wandschlitz

ABBILDUNG 144: Raumweises Lüftungssystem Remscheid, HLSK 3, Lüftungsgerät mit Innenblende

3.3 BAUVEREIN WESEL AG

Der zum Zeitpunkt des Einstiegs der Bauverein Wesel AG fortgeschrittene Projektstatus setzte für eine mögliche Betrachtung, unter den im Forschungsprojekt festgelegten Aspekten, schnelles und pragmatisches Handeln aller Akteure voraus. Dies hatte sowohl in der Planungs- als auch in der Umsetzungsphase unter anderem die Konsequenz, dass viele Absprachen und Entscheidungen direkt zwischen den Herstellern und der Wohnungsbaugesellschaft getroffen wurden, ohne das IBWL-Team zu involvieren. Obwohl dieser Umstand seitens des IBWL-Teams rechtzeitig erkannt, die jeweiligen Akteure mehrfach um Änderung des Kommunikationsweges gebeten wurden und versucht wurde, aktiv die verloren gegangenen Informationen nachzufordern, konnte seitens des IBWL-Teams keine Situation geschaffen werden, in der eine hinreichende Dokumentation des Bauablaufs möglich war.

Aus diesem Grund sind gewerkespezifische Installationszeiträume nicht mehr rekonstruierbar, sodass die nachfolgende Dokumentation nur eine unvollständige Sammlung bzw. Beschreibung einzelner Bauabläufe anhand von Fotodokumentationen ist, sowie teilweise auf nicht verifizierten Aussagen einzelner Akteure beruht.

Eine detaillierte Beschreibung der jeweiligen Systeme sowie Planungen sind im AP 10 Lüftungskonzepte zu finden.

3.3.1 BAUSTR. 37

Seitens der Wohnbaugesellschaft wurde dem IBWL-Team im Nachgang berichtet, dass eine der geplanten zwei Lüftungsanlagen installiert worden sei. Über den Hergang und Zeitablauf ist nichts bekannt.

3.3.2 SANDSTR. 14

Aufgrund des unmöblierten Zustands der Wohnung konnte der Planungsvorschlag des Herstellers nahezu ohne Änderungen umgesetzt werden.

Um auf der einen Seite eine bessere Revisionierbarkeit des Gerätes in der Abstellkammer zu gewährleisten und auf der anderen Seite ein besseres Schalldämmmaß gegenüber dem Wohnzimmer zu erreichen, wurde die Tür der Abstellkammer erneuert. Bei den Rohbaumaßnahmen kamen keine Kollisionen mit dem Gewerk Elektro zustande. Die Verlegung der Kanäle und Formstücke erfolgte ohne Probleme. Der Platzbedarf der Luftkanäle in der Küche betrug in etwa 50 cm Breite und 11 cm Tiefe. Die Elektro-Anbindung erfolgte zum Teil über die Abkofferung bzw. den Abhangbereich und neu errichtete Wandschlitze. Bei der Inbetriebnahme wurde ein falsch angelegter Regler der Lüftungsanlage repariert und die Ausführung

des Kondensat-Anschlusses bemängelt. Über den genauen Zeitablauf der Maßnahme sind keine Angaben bekannt.

ABBILDUNG 145: Wohnungsweises Lüftungssystem Wesel, HLSK 1, Lüftungskanäle an der Küchendecke

ABBILDUNG 146: Wohnungsweises Lüftungssystem Wesel, HLSK 2; Schalldämpfer und Kanalverteiler in der Abstellkammer

ABBILDUNG 147: Wohnungsweises Lüftungssystem Wesel, HLSK 3, Lüftungsgerät wandhängend in der Abstellkammer installiert und gegen Staub geschützt

3.3.3 FRIEDRICH-GESELSCHAP-STR.4

Seitens der Wohnungsbaugesellschaft wurde dem IBWL-Team im Nachgang berichtet, dass das Konzept gemäß Planung des Herstellers ausgeführt worden sei. Über den Hergang und Zeitablauf ist dem IBWL-Team nichts bekannt.

4. RÜCKKOPPLUNG ZU AKTEUREN

4.1 WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Anhand der Forschungsbegleitung der Umsetzungsprozesse bei den jeweiligen Pilotobjekten wurde deutlich, dass die einzelnen Akteure der Wohnungswirtschaft große Unterschiede in Ihren organisatorischen und strukturellen Prozessen im Bereich der Bestandssanierung im bewohnten Zustand aufweisen. So spiegelte sich zum Beispiel bei einem Akteur die jahrelange Erfahrung bei Bestandssanierungen ganzer Siedlungen in der Gewichtung und Sensibilität im Umgang mit Mieterbelangen und deren Betreuung mittels professioneller Bauleitung wider, welche bei anderen Akteuren der Wohnungswirtschaft nicht so deutlich zu erkennen war.

Das Ziel der Wohnungswirtschaft ist es, das Gewerk Lüftungstechnik – ähnlich wie andere Gewerke – pragmatisch im Projektablauf zu integrieren und ohne größere Planungsleistung die Umsetzung allein auf Seiten der ausführenden Firmen in Begleitung von einer professionellen Bauleitung durchführen zu lassen.

Unabhängig von bereits bestehenden organisatorischen Infrastrukturen zeigte sich im Allgemeinen, dass die Wohnungswirtschaft und deren Auftragsnehmer noch keine weitreichende Erfahrung im Bereich des Planungs- und Umsetzungsprozesses von Lüftungskonzepten hat.

Dieser Umstand zeigte sich unter anderem daran, dass die seitens eines Planungsbüros veröffentlichte Ausschreibung beschriebener Maßnahmen in der Lüftungstechnik anhand von Planungsvorschlägen der Hersteller und einer Materialzusammenstellungen, dennoch viele Fragen bei der Umsetzung seitens der ausführenden Firmen zurück ließen. Ohne eine – teilweise intensive – Betreuung der ausführenden

Firmen durch Herstellervertreter der einzelnen Lüftungsfirmen wäre der Aufwand und Präsenszeitraum einer Fachbauleitung deutlich erhöht ausgefallen.

4.2 LÜFTUNGSINDUSTRIE

Die im AP 10 Lüftungskonzepte beschriebene Diskrepanz in der Qualität der Planungs- und Konzeptvorschlägen einzelner Hersteller setzte sich in der Betreuung und Zuarbeit während der Umsetzungsphase für die ausführenden Firmen fort. Einige Hersteller verstanden Ihre Aufgabe in der reinen Vermarktung von Lüftungssystemen und sahen sich nicht in der Verantwortung in Koordination mit den am Bau beteiligten Gewerken konstruktionstechnische Aussagen zu treffen, wobei andere Vertreter durch häufige Präsenz auf der Baustelle und Zuarbeit in Form von Detailplanungen positiv auffielen. Ob letztgenannter positiver Einsatz auch bei Baumaßnahmen außerhalb eines Forschungsprojektes in dieser Form standardmäßig stattfindet, kann natürlich nicht beurteilt werden.

5. PRAXISERFAHRUNG

Die Baudokumentation zeigte deutlich, dass Sanierungen im bewohnten Zustand eine hohe Präzision in allen Leistungsphasen der HOAI für einen zufriedenstellenden Bauablauf voraussetzt. Schon kleine Ungenauigkeiten oder Versäumnisse in der Planung oder Ausschreibung führen unter diesen Bedingungen zu einer Störung des anvisierten Bauablaufs und damit unmittelbar zu einer zusätzlichen Mieterbeeinträchtigung. Da die Ausführungsphase das größte Potential für Unvorhergesehenes und Fehler aufweist, haben vor allem die ausführenden Firmen und deren Koordination durch eine professionelle Bauleitung den größten Einfluss auf das Gelingen einer guten Umsetzung.

Es zeigte sich, dass insbesondere wohnungsweise Lüftungskonzepte durch die Notwendigkeit vieler unterschiedlicher Gewerke großes Potential für Bauverzögerungen bergen.

Vor allem wurde deutlich, wie sensibel die Betreuung des Gewerks Rohbau zu handhaben ist. Neben dem technischen Aspekt, dass es durch vermehrte Kabeldurchtrennungen bei den Kernbohrarbeiten zu deutlichen Bauablaufstörungen kam, beinhaltet jenes Gewerk durch die hohe Mieterbeeinflussung (bedingt durch auftretenden Lärm und Staub) auch enormes Konfliktpotential in der Akzeptanz der Mieter gegenüber dem Vorhaben.

Jener Umstand hatte bei den Pilotobjekten der GEWAG großen Anteil daran, dass sich die Mieter gegen die Umsetzung wehrten und es schließlich zum Ausstieg der Wohnbaugesellschaft aus dem Forschungsprojekt kam.

Der Ausführungsprozess des raumweisen Lüftungskonzepts der Wohnbaugesellschaft Vivawest Wohnen GmbH in den Pilotobjekten in Marl zeichnete sich dadurch aus, dass nur eine – auf Kernbohrungen im trockenverfahren spezialisierte – Firma für die gesamte Installation zuständig war. Trotz der Tatsache, dass es sich bei dem Einsatz der Geräte nicht um die Ausführung eines gesamten Lüftungskonzepts für eine Wohnung handelte und die planungstechnischen Einbauorte aufgrund des Geräteaufbaus und individueller Möblierung teilweise stark eingeschränkt waren, blieb innerhalb der Realisierung der zu beobachtende Vorteil dieses Konzeptes, dass die in der Planung veranschlagten Präsenzzeiträume der ausführenden Firma in den Wohnungen eingehalten wurden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Im Zuge der Baubegleitung bestätigte sich schnell, dass bei Sanierungen im bewohnten Zustand ein sensibler und umsichtiger Umgang mit den Mietern durch alle am Bau beteiligten Akteure Grundvoraussetzung für ein gutes Gelingen der Umsetzung ist. Neben einer frühzeitigen und transparenten Kommunikation und Informationspolitik entscheidet vor allem die Ausführung des Rohbaus – also die Erstellung von Durchbrüchen und Kernbohrungen – über die Resonanz und Akzeptanz der betroffenen Mieter. Die Umsetzung der Rohbauarbeiten setzt eine detaillierte Montageplanung und eine Strategie im Falle einer Elektrokabeldurchtrennung voraus. Resultierend daraus ist eine tägliche Koordination der Gewerke durch eine Bauleitung unerlässlich. Die ständige Präsenz ist außerdem wichtig, um den Mietern einen Ansprechpartner für individuelle Fragen und Nöte zur Verfügung zu stellen.

Hinsichtlich des Ausführungsprozesses lässt sich festhalten, dass es aus den oben genannten Gründen, wie zum Beispiel Kabeldurchtrennungen und mangelnde Gewerkekoordination, bei allen dokumentierten Maßnahmen mit wohnungsweisen Lüftungsanlagen die kalkulierten Präsenzzeiträume der Handwerksfirmen in den Wohnungen teilweise deutlich überschritten wurden.

Das Konzept der raumweisen Geräte bei den Pilotobjekten der Vivawest Wohnen GmbH in Marl zeigt aus Sicht des IBWL-Teams ein großes Potential hinsichtlich seiner Vereinfachung des Umsetzungsprozesses. Hauptgrund dafür ist aus Sicht des Forscherteams im Ausbleiben einer Gewerkekoordination zu finden.

Die Anforderungen an alle am Bau beteiligten Akteure sind sehr hoch. Wie im AP10 Lüftungskonzepte beschrieben, erschweren zudem individuell notwendige Planungen und Mieterbelange die Erstellung von aussagekräftigen Musterplanungen. Dieser Aspekt reduziert das Potential Bauabläufe weiter zu standardisieren und damit deutlich effizienter zu machen.

Auf der anderen Seite ist zu erwarten, dass durch einen vermehrten Einsatz von Lüftungsanlagen im Bestand der Erfahrungsgewinn bei ausführenden Firmen eine Verbesserung der Ausführungsqualität und Installationszeiträume erwirkt.

Dieser Aspekt ist wichtig vor dem Hintergrund, dass die Wohnbaugesellschaften für einen flächendeckenden Einsatz von Lüftungsgeräten eine Umsetzung anstreben, die ohne eine Involvierung von Planungsbüros im Bauprozess auskommt.

Eine Vereinfachung des Installationsprozesses sollte seitens der Industrie im Hinblick auf die Anforderungen der Bestandssanierung optimiert werden. Hier sind neben guten Montagebeschreibungen und –hilfen vor allem modulare und aufeinander abgestimmte Komponenten zu nennen, die – ähnlich wie im Rohrleitungsbau – herstellerunabhängig kompatibel und damit ohne zeitaufwendige Nachbestellungen kurzfristig auf der Baustelle zur Verfügung stehen.

FAZIT

1. FAZIT

Zielsetzung des Forschungsprojektes IBWL, integrierte Bestandssanierung von Wohnungen mit Lüftungsanlagen, war es, vermutete Hemmnisse, die gegen den Einbau von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung im Rahmen einer energetischen Sanierung des Gebäudebestandes bestehen, aufzuzeigen und mögliche Wege zur Reduktion der Hemmnisse aufzuzeigen.

Die Vermutung über die vorhandenen Hemmnisse resultiert aus der geringen Verbreitung des Einbaus von solchen kontrollierten Wohnraumlüftungen im Rahmen vollständiger energetischen Gebäudesanierungen.

Allgemein konnte festgestellt werden, dass bei allen Akteuren ein unzureichender Kenntnisstand über die jeweiligen Vor- und Nachteile oder auch die notwendigen Anforderungen an solche Lüftungsanlagen vorliegen. Die Wohnungswirtschaft kann die energetischen Vorteile nicht einschätzen und verfügt nur über unzureichende Kenntnis unterschiedlicher Technologien und deren jeweiligen Vor- und Nachteile.

Die Lüftungsindustrie ist mit den organisatorischen Abläufen der Wohnungsindustrie und der Verteilung von Verantwortlichkeiten zwischen Mieter und Vermieter nur unzureichend unterrichtet.

Die Mieter als letztliche Nutzer solcher Lüftungsanlagen sind über mögliche energetische oder auch hygienische Vorteile solcher Anlagen nicht im Bilde.

Die Einstellung gegenüber der Technologie ist selten positiv, sondern meist neutral oder gar negativ, da sie mit alten Vollklimatisierungsanlagen aus Gebäuden der 70er und 80er Jahre und dem in diesem Zusammenhang oft diskutierten „Sick-Building-Syndrom“ in Verbindung gebracht werden.

Die Motivation der Forschungsnehmer bestand in der durch den Einbau von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung unterstellten zusätzlichen Energieeinsparung und damit vor allem einer avisierten Reduktion vonCO_2- Ausstößen.

Durch die umfangreichen energetischen Analysen sowohl anhand der normierten Berechnungsverfahren, als auch anhand deutlich detaillierterer Simulationsberechnungen können diese Energieeinsparungen überwiegend verifiziert werden. Auch bei den in der Wohnungswirtschaft üblicherweise auf KfW 100 - sprich Neubaustandard – sanierten Wohngebäuden kann durch den Einsatz von Lüftungsanlagen der verbleibende Energiebedarf nochmals um ca. 30 % - entspricht ca. 25 kWh/m² und Jahr – gesenkt werden.

Somit kann der Einsatz von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung einen deutlichen Beitrag zur Erreichung der klimapolitischen Ziele darstellen. Das gesteckte Ziel zur Reduktion vorhandener Hemmnisse, die gegen den Einbau solcher Anlagen sprechen,bleibt weiterhin von großer Bedeutung.

Die nachgewiesenen Energieeinsparungen sind aber weder für den Vermieter, sprich die Wohnungswirtschaft, noch für den Mieter ein ausschlaggebendes Argument zum Einbau respektive zur entsprechenden Forderung solcher Lüftungsanlagen. Der Vermieter profitiert allenfalls indirekt über die mögliche Ausweisung eines energieeffizienten Gebäudes und damit erhoffter Vermietungsvorteile durch die zusätzlichen Energieeinsparungen.

Der Mieter kann von den reduzierten Energieverbräuchen monetär nicht profitieren, da sowohl die Investitionskostenumlage dieser Lüftungsanlagen, aber vor allem auch diezurzeit noch recht hohen Wartungskosten (induziert durch vielfältige Filterwechsel) die wirtschaftlichen Vorteile mindestens aufwiegen oder gar übersteigen.

Im Rahmen des Forschungsprojektes kann festgestellt werden, dass die Motivation der Wohnungswirtschaft zum Einbau solcher Lüftungsanlagen in erster Linie aus einer erhofften Reduktion möglicher Wohnungsschäden aufgrund zu hoher Luftfeuchtigkeit und damit einhergehendem Kondensat und Schimmelpilzbildung hervorgerufen wurde.

Auf Mieterseite konnte im Rahmen des Forschungsprojektes kein ausgeprägter Wunsch nach dem Einbau einer Wohnungslüftungsanlage festgestellt werden. Im Gegenteil wurde der Einbau von manchen Mietern sogar vehement beklagt, so dass z. T. für den Einbau vorgesehene Wohnungen nicht mit einer solchen Wohnungslüftungsanlage ausgestattet wurden. Die den Mietern avisierte und auch im Nachgang zum Einbau festgestellte deutlich verbesserte Luftqualität reichte nicht immer für eine positive Haltung gegenüber der Technik aus.

Für den Vermieter entstehen durch den Einbau einer Lüftungsanlage in aller Regel keine direkten Vorteile. Die Motivation zum Einbau erfolgt aufgrund des erwarteten verbesserten Feuchteschutzes und Vermeidung von Schimmelproblemen innerhalb der Wohnung.

Der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung kann jedoch im Rahmen einer energetischen Sanierung als ein integraler Sanierungsbaustein betrachtet werden, der somit auch in voller Höhe hinsichtlich seiner Investitionskosten für die Miete umlagefähig ist.

Insofern kann eine Refinanzierung durch angepasste Mieten für den Vermieter erfolgen, jedoch ist die Wohnungswirtschaft in aller Regel bestrebt, das Mietniveau durch eine energetische Sanierung nicht zu stark ansteigen zulassen.

Als größtes Hindernis für die weitere Verbreitung von Lüftungsanlagen haben sich die hohen und z. T. auch noch nicht eindeutig geklärten Anforderungen an Wartung und Inspektion, insbesondere Filterwechsel, für die Lüftungsanlagen herausgestellt. Ein entsprechender zwei- bis viermal pro Jahr notwendiger Filterwechsel ist zwar aus rechtlicher Sicht dem Mieter abzuverlangen, wenn er denn werkzeuglos mit einfachsten Mitteln am Gerät durchgeführt werden kann (adäquat zum Wechsel eines Staubsaugerbeutels), jedoch sind die Geräte hierauf überwiegend noch nicht vorbereitet. Ein 2 bis 4-maliger Zugang zur Wohnung durch den Vermieter bzw. von ihm beauftragte Serviceunternehmen ist aber nach Auffassung der Wohnungsindustrie nicht tragbar.

Die gebäudezentralen Lüftungsanlagen, die aufgrund des Standortes des Zentralgerätes einen Filterwechsel außerhalb der Wohnung problemlos durch Wartungspersonal ermöglichen, sind im Gebäudebestand aufgrund der aufwendigen Leitungsführung und vor allem den notwendigen aufwändigen Brandschutzmaßnahmen und ebenso jährlich zu wartenden erforderlichen Brandschutzklappen auch aus wirtschaftlicher Sicht in den meisten Fällen keine anzustrebende Lösung.

Bei den innerhalb von Wohnungen eingesetzten Lüftungsanlagen, seien es raumweise Lüftungsgeräte oder wohnungszentrale Lüftungsanlagen, spielt Brandschutz keine Rolle. Jedoch sind für diese Anlagen wiederum die Zugänglichkeiten für Wartung und Filterwechsel, sofern er nicht durch den Mieter selbst erledigt werden kann, ein großes Hemmnis hinsichtlich der abzustimmenden Zugänglichkeit mit dem Mieter.

Für die innerhalb der Wohnung verbauten Geräte hat sich im Rahmen des Forschungsprojektes herausgestellt, dass auch die Schallschutzanforderungen der Geräte hinsichtlich Schallemissionen in den Raum oftmals problematisch sind. Die von der Industrie zur Verfügung gestellten Kennwerte sind oft unzureichend. Die mit dem Einbau befassten Personen sind in diesem Bereich wenig sensibilisiert, so dass es hier zu deutlichen störenden Schallemissionen kommen kann. Bei guter Geräteauswahl und entsprechend kontrollierter guter Planung und ordnungsgemäßer Ausführung kann aber diesbezüglich ein problemloser Betrieb gewährleistet werden.

Es bleibt aber festzustellen, dass der Einbau innerhalb der Wohnung jeweils doch zu deutlichen Beeinträchtigungen führt. Dies sowohl für die eigentliche Einbauzeit, die – zumindest für die wohnungszentralen Lösungen – kaum unter zwei Wochen zu lösen ist, aber auch dauerhaft durch entsprechende Platzverluste, insbesondere bei den wohnungszentralen Geräten, die entweder die vorhandenen Abstellräume in der Nutzbarkeit deutlich verkleinern oder zu fast unzumutbaren Höhen bei Deckenmontage in Fluren führen.

Besonders aufwändig stellen sich bei dieser Technik die notwendigen Kondensatabläufe dar. Die raumweisen Lösungen, die in die Außenwände eingebracht werden, schränken z. T. sehr deutlich die mögliche Möblierbarkeit der Räume ein, so dass es hier zu großen Problemen beim Einbau in bewohnten Wohnungen kommt. Dies resultiert sowohl aus den raumseitigen Abmessungen der Geräte selber, als auch aus entsprechenden strömungstechnischen Anforderungen zur Platzierung und den einzuhaltenden Randabständen zu Wänden und Decken.

Aus Sicht des Forschungsteams ist daher mit den vorhandenen Technologien ein flächendeckender Einsatz von Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung bei der energetischen Sanierung des Wohnungsbestandes nur schwer vorstellbar. Da jedoch durch den Einsatz dieser Technologie die Klimaziele erheblich unterstützt werden können, sollten die Anstrengungen zur Entwicklung neuer Gerätetechnologien unterstützt werden.

Das größte Entwicklungspotenzial wird dabei den raumweisen Geräten zugeschrieben. Hier sollten hoch effiziente Geräte entwickelt werden, die platzsparend vollständig innerhalb einer Kernbohrung mit einer Größe von bis zu ca. 150 mm in die bestehende Außenwandkonstruktion eingebracht werden können.

Die mit einer Verkleinerung der Geräte befürchteten höheren Schallemissionen könnten durch intelligente Lüftertechnologie oder ggf. andere Denkansätze, wie etwa Gegenschallmaßnahmen innerhalb der Geräte – bekannt als entsprechende Geräuschunterdrückung bei Kopfhörersystemen – angegangen werden. Der Einbau sollte sowohl hinsichtlich der Kernbohrung als auch hinsichtlich des Einbaus des Gerätes inkl. Verdrahtung von außen im Zuge der energetischen Fassadensanierung erfolgen. Es ist notwendig, dass die Einschränkungen hinsichtlich der Platzierung solcher Geräte innerhalb der Außenwand möglichst reduziert werden, so dass nur geringe Mindestabstände zu Wänden, Decken oder übrigen Möbeln einzuhalten sind. Hierzu sind aller Voraussicht nach neue Technologien für die Luftauslässe und damit induzierten Luftströmungen erforderlich. Auch die notwendige technische Wartung solcher Geräte könnte dann von außen erfolgen.

Der Filterwechsel sollte werkzeuglos von innen direkt durch den Mieter erfolgen können.

Die Einschränkungen durch den Einbau für den Mieter wären hierbei auf ein einmaliges kurzes Betreten der Wohnung für die Montage innerer Abdeckgitter beschränkt. Die Einschränkungen für die Nutzung können bei möglichst freier Anordnung solcher Lüftungsgeräte auf der Außenwand ggf. individuell pro Raum platziert werden. Ähnlich große Reduktionen hinsichtlich der Einschränkung für den Mieter, sowohl während der Bauphase als auch für die Nutzung, sind bei wohnungsweisen zentralen Geräten nicht erkennbar, da der Platzbedarf aufgrund der Gerätegröße wegen erhöhter Luftmengen unwesentlich reduzierbar erscheint und die Notwendigkeit eines Kondensatablaufes mit entsprechenden baulichen Aufwendungen prinzipbedingt notwendig bleibt. Der Einsatz von Lüftungsgeräten mit Feuchterückgewinnung (Enthalpie-Wärmetauscher), und damit der Verzicht auf einen Kondensatablauf, widerspricht der Motivation der Wohnungswirtschaft, insbesondere durch die Lüftungsanlage für eine Feuchteabfuhr zu sorgen.

Aus Sicht des Forscherteams besteht bei entsprechender Entwicklung der oben aufgezeigten vereinfachten, raumweisen Lüftungsgeräte mit einfachem Filterwechsel und kompletter Einbaumöglichkeit von außen ein hohes Marktpotenzial. Bei entsprechend vollständig vorkonfigurierten Geräten könnten diese direkt durch die Gewerke der energetischen Sanierung z. B. Fensterbauer mit montiert werden. Letztlich muss aufgezeigt werden, dass solche Geräte aus Sicht der Forschungsteilnehmer dann auch ein entsprechend hohes Verbreitungspotenzial für den Neubau aufweisen, da auch in diesem Bereich die Integration anderer Lüftungstechnologien – seien es wohnungszentrale oder gebäudezentrale Lösungen – einen hohen baulichen Aufwand mit sich bringen.

Dass solche vereinfachten Technologien auch für den Neubau eine hohe Relevanz haben, zeigen die aktuellen Baukostendiskussionen. Beim Vergleich der für solche vorkonfigurierten Lüftungsgeräte notwendigen technischen Bauteile, unter Berücksichtigung entsprechender Skalierungseffekte, ist aus Sicht der Forschungsnehmer eine Preiskalkulation von ca. EUR 500,- pro Gerät möglich, womit bei drei bis vier notwendigen Geräten pro Wohnung und damit einer Gesamtinvestition von ca. EUR 1.500,- bis 2.000,- hier ein hohes Anreizpotenzial für die Wohnungswirtschaft zum Einbau solcher Geräte bestünde. Ohne eine solch drastische Vereinfachung der Einbausituation und deutlicher Senkung der Kosten ist eine größere Verbreitung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bei der energetischen Sanierung von Wohngebäuden aus Sicht der Forschungsteilnehmer nicht zu erwarten. Ob dieses Potenzial zur CO_2-Reduktion anderweitig und vor allem kostengünstiger aktiviert werden kann, wird bezweifelt.

QUELLENVERZEICHNIS

[BGB §536, 2013] BGB § 536 2013 – Mieterhöhung nach Modernisierungsmaßnahmen. Stand: 11.03.2013, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn, 18.03.2013

http://dejure.org/gesetze/BGB/536.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §555a, 2013] BGB § 555a 2013 – Erhaltungsmaßnahmen. Stand: 11.03.2013

in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn 18.03.2013, http://dejure.org/gesetze/BGB/555a.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §555b, 2013] BGB § 555b 2013 – Modernisierungsmaßnahmen. Stand: 11.03.2013, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn, 18.03.2013

http://dejure.org/gesetze/BGB/555b.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §555c, 2013] BGB § 555c 2013 – Ankündigung von Modernisierungsmaßnahmen. Stand: 11.03.2013, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn, 18.03.2013

http://dejure.org/gesetze/BGB/555c.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §555d, 2013] BGB § 555d 2013 – Duldung von Modernisierungsmaßnahmen, Ausschlussfrist. Stand: 11.03.2013, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn, 18.03.2013

http://dejure.org/gesetze/BGB/555d.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §555e, 2013] BGB § 555e 2013 – Sonderkündigungsrecht des Mieters bei Modernisierungsmaßnahmen. Stand: 11.03.2013

in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn, 18.03.2013 http://dejure.org/gesetze/BGB/555e.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §555f, 2013] BGB § 555f 2013 – Vereinbarungen über Erhaltungs- oder Modernisierungsmaßnahmen. Stand: 11.03.2013, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn, 18.03.2013

http://dejure.org/gesetze/BGB/555f.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §556, 2006] BGB § 556 2006 – Vereinbarungen über Betriebskosten. Stand: 05.09.2006, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006 Teil I, Nr. 42, Bonn, 11.09.2006

http://dejure.org/gesetze/BGB/556.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §556a, 2001] BGB § 556a 2001 – Abrechnungsmaßstab für Betriebskosten. Stand: 19.06.2001, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I, Nr. 28, Bonn,25.06.2001

http://dejure.org/gesetze/BGB/556a.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §556c, 2013] BGB § 556c 2013 – Kosten der Wärmelieferung als Betriebskosten, Verordnungsermächtigung. Stand: 11.03.2013, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn, 18.03.2013

http://dejure.org/gesetze/BGB/559.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §558, 2013] BGB § 558 2013 – Mieterhöhung bis zur ortsüblichen Vergleichsmiete. Stand: 11.03.2013, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn, 18.03.2013

http://dejure.org/gesetze/BGB/558.html (abgerufen am 13.08.13)

[BGB §559, 2013] BGB § 559 2013 – Mieterhöhung nach Modernisierungsmaßnahmen. Stand: 11.03.2013, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I, Nr. 13, Bonn, 18.03.2013

http://dejure.org/gesetze/BGB/559.html (abgerufen am 13.08.13)

[Blume et al., 2001] Blume, D, Ludwig, S., Otte, J.: Das kostengünstige mehrgeschossige Passivhaus in verdichteter Bauweise. Teil 3: Anforderungen an kostengünstige, passivhausgeeignete MFH-Lüftungsanlagen und Überprüfung am Pilotprojekt. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2001

[dena, 2013] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): dena bekräftigt: Energetische Gebäudesanierung lohnt sich. Berichterstattung über Finanzierung von Energieeffizienz führt in die Irre. 03.04.2013

http://www.zukunft-haus.info/presse/einzelansicht/back/28149/article/dena-bekraeftigt-energetische-gebaeudesanierung-lohnt-sich.html (abgerufen am 29.07.13)

[dena, Gütesiegel, 2013] dena – Deutsche Energie-Agentur: dena-Gütesiegel Effizienzhaus.

http://www.dena.de/projekte/gebaeude/dena-guetesiegel-effizienzhaus.html (20.08.2013)

[dena, Homepage, 2013] Dena – Deutsche Energie-Agentur: Homepage Effizienzhaus

https://effizienzhaus.zukunft-haus.info/ (20.08.2013)

[DIBt, 2012] Deutsches Institut für Bautechnik DIBt, Abteilung III: Informationen aus dem Zulassungsbereich „Absperrvorrichtungen gegen Feuer und Rauch in Lüftungsleitungen“. Stand: 19.01.12

http://www.dibt.de/en/Divisions/data/Aktuelles_Ref_III2_3.pdf (abgerufen am 29.07.13)

[DIBt, 2013-II] Deutsches Institut für Bautechnik DIBt: Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, 2013

[DIBt, 2013] Deutsches Institut für Bautechnik DIBt, Abteilung III: Mechanische Wohnungslüftungsanlagen – Antworten auf zehn häufige Fragen. http://www.dibt.de/en/Divisions/data/Aktuelles_III_FAQ_Mechanische_Wohnungslueftanlagen.pdf (abgerufen am 29.07.13)

[Diefenbach et al., 2010] Diefenbach, N., Cischinsky, H., Rodenfels, H., Clausnitzer, K.-D.: Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2010

[DIN 18017:2009-09] DIN 18017:2009-09, Lüftung von Bädern und Toilettenräumen ohne Außenfenster – Teil 3: Lüftung mit Ventilatoren. Beuth Verlag, Berlin, 2009

[DIN 1946-6:2009-05] DIN 1946-6:2009-05, Raumlufttechnik – Teil 6 Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung. Beuth Verlag, Berlin, 2009

[DIN 4102-4:1994-03] DIN 4102-7:1994-03, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen- Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile. Beuth Verlag, Berlin, 1994

[DIN 4108-2:2013-02] DIN 4108-2:2013-02, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

Beuth Verlag, Berlin, 2013

[DIN 4108-3:2001-07] DIN 4108-3:2001-07, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung. Beuth Verlag, Berlin, 2001

[DIN 4108-7:2011-01] DIN 4108-7:2011-01, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele. Beuth Verlag, Berlin, 2011

[DIN 4109:1989-11] DIN 4109:1989-11, Schallschutz im Hochbau - Anforderungen und Nachweise. Beuth Verlag, Berlin, 1989

[DIN 4719:2009-07] DIN 4719:2008-07, Lüftung von Wohnungen – Anforderungen, Leistungsprüfungen und Kennzeichnung von Lüftungsgeräten. Beuth Verlag, Berlin, 2009

[DIN EN 13779:2007-09] DIN EN 13779:2007-09, Lüftung von Nichtwohngebäuden – Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlagen und Raumkühlsysteme. Beuth Verlag, Berlin, 2007

[DIN EN 15239:2007-08] DIN EN 15239:2007-08, Lüftung von Gebäuden – Gesamteffizienz von Gebäuden – Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen. Beuth Verlag, Berlin, 2007

[DIN EN 15251:2012-12] DIN EN 15251:2012-12, Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik. Beuth Verlag, Berlin, 2012

[DIN EN 15650:2010-09] DIN EN 15650:2010-09, Lüftung von Gebäuden – Brandschutzklappen. Beuth Verlag, Berlin, 2010

[DIN EN ISO 7730:2006-05] DIN EN ISO 7730:2006-05, Ergonomie der thermischen Umgebung. DIN Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2006

[DIN Fachbericht 4108-8:2010-09] DIN Fachbericht 4108-8:2010-09, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 8: Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden. Beuth Verlag, Berlin, 2010

[DIN V 18599:2011-12] DIN V 18599:2011-12, Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung –

Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau. Beuth Verlag, Berlin, 2011

[DIN-Fachbericht CEN/TR 14788:2006-10] DIN-Fachbericht CEN/TR 14788:2006-10, Lüftung von Gebäuden – Ausführung und Bemessung der Lüftungssysteme von Wohnungen. Beuth Verlag, Berlin, 2006

[Ebel et al., 2003] Ebel, W., Großklos, M., Knissel, J., Loga, T., Müller, K.: Wohnen in Passiv- und Niedrigenergiehäusern. Eine vergleichende Analyse der Nutzerfaktoren am Beispiel der ‚Gartenhofsiedlung Lummerlund' in Wiesbaden-Dotzheim. Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, 2003

[EEWärmeG, 2011] EEWärmeG 2011 – Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich, Stand: 12.04.2011. in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2011 Teil I Nr. 17, ausgegeben zu Bonn am 15. April 2011

http://dejure.org/gesetze/EEWaermeG (abgerufen am 13.08.13)

[Ekhardt et al., 2009] Ekhardt, F., Heitmannn, C.: Energetische Sanierung im Altbestand und das EEWärmeG: Kann das Investor-Nutzer-Dilemma ökologisch-sozial gelöst werden?. http://www.felix-ekardt.eu/files/texts/Investor-Nutzer-Dilemma.pdf (abgerufen: 13.08.2013)

[EnEV, 2009] EnEV 2009 – Energieeinsparverordnung für Gebäude. Stand: 29.04.2009, in: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2009 Teil I, Nr. 23, Bonn, 30.04.2009

http://www.enev-online.org/enev_2009_volltext/enev_2009_0_090430_bundesgesetzblatt_amtliche_fassung_leseversion.pdf (abgerufen am 29.07.13)

[EU-Bauproduktenverordnung, 2011] EU-Bauproduktenverordnung, 9. März 2011, vollständig in Kraft getreten am 1. Juli 2013: Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates. in: Amtsblatt der Europäischen Union, L88, 4.4.11, Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, Luxemburg, 2011

[EU-RL 2010/31/EU] EU-Richtlinie 2010/31/EU, 2010,

[FAHO, 2013-I] FAHO GmbH: Spezialabsperrvorrichtung Doppelwandschott, Typ: FDS. http://faho-kassel.de/wp-content/uploads/2013/03/FDS-Doppelschott.pdf (abgerufen: 22.08.2013)

[Feist et al., 1997] Feist, W.: Messergebnisse zur Nutzerstreuung des Energieverbrauchs bei ausgewerteten Bauprojekten. Protokollband Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Nr. 9: Nutzerverhalten. Passivhaus Institut, Darmstadt, 1997

[Flade et al., 2003] Flade, A., Hallmann, S., Lohmann, G., Mack, B.: Wohnen in Passiv- und Niedrigenergiehäusern aus sozialwissenschaftlicher Sicht – Abschlussbericht. Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2003

[Greml et al., 2004] Greml, A., Blümel, E., Kapferer, R., Leitzinger, W.: Technischer Status von Wohnraumlüftungen Evaluierung bestehender Wohnraumlüftungsanlagen bezüglich ihrer technischen Qualität und Praxistauglichkeit. (österreichisches) Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2004

[Hacke et al., 2006] Hacke, U., Lohmann, G.: Akzeptanz energetischer Maßnahmen im Rahmen der nachhaltigen Modernisierung des Wohnungsbestandes. Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2006

[Hartmann, 2015] Hartmann, T.: Wieviel Luft muss es sein? Mindestanforderungen an die Lüftung von Wohnungen. Teil 2: Gesetze, Verordnungen und Regelwerke. IKZ-Fachplaner Nr. 2-2015, Strobel Verlag GmbH & Co. KG, Arnsberg, 2015

[Heesen, 2016] Heesen, B.: Investitionsrechnung für Praktiker – Fallorientierte Darstellung der Verfahren. 3. Auflage, 2016

[Heinz, 2011] Heinz, E.: Wohnungslüftung – frei und ventilatorgestützt,

Anforderungen, Grundlagen, Maßnahmen, Normenanwendung. 2. Auflage, Beuth Verlag, Berlin, 2011

[Hübner et al., 2003] Hübner, H., Hermelink, A., Neumann, U., Alheid, R.: Nutzungsorientierte Gestaltung von Passivhäusern auf der Grundlage psychologisch-physikalischer Untersuchungen. Untersuchungen an den Passivhäusern in Kassel-Marbachshöhe. Universität Kassel – Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung, Kassel, 2003

[Laidig et al., 2004] Laidig, M., Werner, J.: Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für ein Mehrfamilienhaus – Schwerpunkte Brandschutz, Schallschutz und Regelung. in: Protokollband Nr. 30, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser Phase III, Lüftung bei Bestandssanierung: Lösungsvarianten, Passivhaus Institut, Darmstadt, 2004

[Lampe, 2008] Lampe, D.: Haftungsrisiken bei Wohnräumen ohne Lüftungsanlagen. in: VBD info 2/2008, Verband der Bausachverständigen Deutschlands e. V., Hannover, 2008

[Loga et al., 2011] Loga, T., Diefenbach, N., Born, R.: Deutsche Gebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Darmstadt, 2011

[Paul et al., 2014] Paul, E., Heinz, E., Hartmann, T.: Lüftung in Wohngebäuden – Planung und Umsetzung nach DIN 1946-6. PlanungsPraxis, Forum Verlag Herkert GmbH, 2014

[Schulze Darup, 2002] Schulze Darup, B. (Hrsg.): Passivhaus-Projektbericht: Energie und Raumluftqualität, Messtechnische Evaluierung und Verifizierung der energetischen Einsparpotentiale und Raumluftqualität an Passivhäusern in Nürnberg. AnBUS e. V., Fürth, 2002

[VDI 2067:2010-09] VDI 2067:2010-09: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen Grundlagen und Kostenberechnung. Beuth Verlag, Berlin, 2010

[VDI 6022 Blatt 1.1:2012-08] VDI 6022 Blatt 1.1:2012-08: Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte – Prüfung von Raumlufttechnischen Anlagen (VDI-Lüftungsregeln). Beuth Verlag, Berlin, 2012

[VDI 6022 Blatt 1.2:2013-08] VDI 6022 Blatt 1.2:2013-08: Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte – Hinweise zu erdverlegten Luftleitungen (VDI-Lüftungsregeln). Beuth Verlag, Berlin, 2013

[VDI 6022 Blatt 1:2011-07] VDI 6022 Blatt 1:2011-07: Raumlufttechnik, Raumluftqualität – Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte (VDI-Lüftungsregeln). Beuth Verlag, Berlin, 2011

[VDI 6022 Blatt 3:2011-07] VDI 6022 Blatt 3:2011-07: Raumlufttechnik – Raumluftqualität – Beurteilung der Raumluftqualität. Beuth Verlag, Berlin, 2011

[VDI 6025:2012-11] VDI 6025:2012-11: Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen. Beuth Verlag, Berlin, 2012

[VDMA 24773:1997-03] VDMA 24773:1997-03: Bedarfsgeregelte Lüftung - Begriffe, Anforderungen, Regelstrategien. Beuth Verlag, Berlin, 1997

[Vogler, 2006] Vogler, I.: Ein wirtschaftlicher Wohnungsbau erfordert den selbstverantwortlichen Nutzer – Lüftung im Wohnungsneubau. Aachener Bausachverständigentage 2006, Außenwände: Moderne Bauweisen – Neue Bewertungsprobleme, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2006

[wiki: Nutzer-Investor-Dilemma] Seite „Nutzer-Investor-Dilemma“. in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Bearbeitungsstand: 6. August 2013, 07:26 UTC,

URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Nutzer-Investor-Dilemma&oldid=121252530 (abgerufen: 14. August 2013, 08:35 UTC)

[wiki: Wärme-Contracting] Seite „Wärme-Contracting“. in: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, Bearbeitungsstand: 5. Juni 2013, 09:42 UTC, URL: http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=W%C3%A4rme-Contracting&oldid=119232900 (abgerufen: 14. August 2013, 08:32 UTC)

[Zehnder, 2013] Zehnder GmbH: Comfosystems Komfortable Raumlüftungssysteme für die Renovierung/Sanierung. http://www.zehnder-systems.de/comfosystems/Z_DE_V0813_CSY_OBR_Renovierung_de_screen.pdf,v43_de_DE_file_d98_18.pdf,fileport.html (abgerufen: 23.08.2013)

EXPERTISEN & ANHÄNGE

1. ANHANG: EXPERTISE – FACHBEITRAG DER RECHTSANWALTSKANZLEI KUES, HAMBURG

Fachexpertise Recht

zu Einzelfragen der Bestandssanierung von Wohnungsbauten
– Projekt IBWL – Hochschule Bochum

von

Rechtsanwalt Holger Kues
unter Mitwirkung von
Rechtsreferendarin Leila Maxhuni

Rechtsanwaltskanzlei Kues
Michaelisstraße 22, 20459 Hamburg

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Auftrag:

Im Rahmen des Projektes

> **Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung – IBWL – der Hochschule Bochum**

sind wir beauftragt worden, eine rechtliche Fachexpertise zu den Themen

- Haftung bei Wohnungen ohne Lüftungsanlagen für Planer und ausführende Unternehmen
- Abrechnungsfragen bei zentralen Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

zu erstellen.

Im Laufe des Projekts sind wir darüber hinaus gebeten worden, zu folgenden Fragen Stellung zu nehmen:

- Hat ein Mieter Anspruch auf die Einhaltung der VDI 6022?
- Muss die DIN 1946-6 zwingend eingehalten werden?

In Hinblick auf die erweiterte Fragestellung haben wir unsere Fachexpertise wie folgt gegliedert:

A. Die rechtliche Bedeutung von technischen Regelwerken (DIN, VDE, VDI, VOB/C) für das Mietverhältnis (tz. 1 – 16)

B. Die rechtliche Bedeutung von technischen Regelungen bei der Erstellung von Wohnungsbauten oder der Sanierung von Altbauten und die Verantwortlichkeit von Architekt und Bauunternehmer (tz. 1 – 30)

C. Die rechtliche Bedeutung von technischen Regelwerken für die Wohnungseigentümergemeinschaft (tz. 1 – 13)

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

D. Wärmerückgewinnung und Heizkostenverordnung (tz. 1 – 8)

E. Ergebnisse

F. Ergänzungsgutachten (Auftrag vom 04.11.2015) (tz. 1 – 26)

A. Die rechtliche Bedeutung von technischen Regelwerken (DIN, VDE, VDI, VOB/C etc.) für das Mietverhältnis

Bestehende Mietverhältnisse

tz. 1 Das Rechtsverhältnis zwischen Vermieter und Mieter ist zivilrechtlich durch den Mietvertrag geregelt.

tz. 2 Danach hat der Mieter Anspruch darauf, dass ihm während der Mietzeit der Gebrauch der Mietsache gewährleistet wird. Der Vermieter hat die Mietsache dem Mieter in einem zum vertragsgemäßen Gebrauch geeigneten Zustand zu überlassen und sie während der Mietzeit in diesem Zustand zu erhalten (§ 535 BGB).

tz. 3 Für ein Wohnraummietverhältnis ist also auf den vertragsgemäßen Gebrauch abzustellen. In der Regel finden sich bei Wohnraummietverhältnissen keine gesonderten vertraglichen Beschaffenheitsmerkmale (Beschaffenheitsvereinbarungen) für den Gebrauch, allenfalls Nutzungsqualifikationsmerkmale wie „behindertengerecht" und Ähnliches.

tz. 4 Es gilt deshalb die „übliche" Gebrauchsgewährleistung für Wohnraum, d.h. es muss das störungsfreie Wohnen ermöglicht sein / werden. Hinsichtlich der „Ausstattung" der Wohnung ist ebenfalls auf die Üblichkeit abzustellen. So gehörte / gehört es regional durchaus dazu, dass der Mieter seinen eigenen Ofen einbrachte,

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

während in anderen Regionen die Ausstattung mit Öfen oder Zentralheizung Standard und damit „üblich" war. Gleiches galt / gilt für Gemeinschaftseinrichtungen, z.B. Waschküche und / oder Trockenböden.

tz. 5 Das Mietrecht stellt somit auf eine etwa bestehende Beschaffenheitsvereinbarung und bei deren Fehlen auf den üblichen Wohnungsstandard ab

tz. 6 Technische Normen wie DIN, VDI, VDE, VOB/C, DVGW etc. wirken nicht unmittelbar auf das Mietverhältnis ein, da Adressat dieser Normen nicht der Vermieter und schon gar nicht der Mieter ist, sondern die am Bau Beteiligten.

So hat der Bundesgerichtshof bereits im Jahre 2004 – VIII ZR 355/03 vom 06.10.2004 – entschieden, dass für die Frage, ob eine Wohnung Mängel aufweist, in erster Linie die vereinbarte Beschaffenheit der Wohnung, nicht aber die Einhaltung bestimmter technischer Normen maßgeblich ist. Ist keine ausdrückliche Beschaffenheitsvereinbarung vorhanden – was der Regelfall sein dürfte –, sind die technischen Standards geschuldet, die bei der Errichtung des Gebäudes der Verkehrsanschauung entsprachen.

tz. 7 In der geschilderten Entscheidung des Bundesgerichtshofs wurde über dem bisherigen Wohngeschoss des Mieters eine weitere Wohnung errichtet. Dafür hat der BGH entschieden, dass der Mieter dann Anspruch auf angemessene Lärmschutzmaßnahmen hat; er hat dafür die bei der Errichtung des zusätzlichen Stockwerkes geltende DIN-Norm (4109) für den Trittschallschutz herangezogen, die Anwendung des Beiblattes 2 zur DIN 4109 (erhöhter Trittschallschutz) jedoch abgelehnt, da der Mieter die Geräuschbelästigung durch eine vertragsgemäße Nutzung einer weiteren Wohnung hinnehmen muss.

tz. 8 Der BGH hat diese Rechtsprechung auch später – Urteil vom 07.07.2010 – VIII ZR 85/09 – bestätigt – und klargestellt, dass

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

DIN-Normen keine Rechtsnormen (mit Allgemeingültigkeitscharakter) sind, sondern nur „private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter". Der Mieter kann nur das verlangen, was als Wohnungsstandard vergleichbarer Wohnungen üblich ist.

tz. 9 Vorstehende Rechtsprechung zu den DIN-Normen ist auch auf technische Regelungen durch den Verband Deutscher Ingenieure (VDI) zu übertragen. Auch hier handelt es sich um private technische Regelungen. Dies gilt auch für die vom Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung (TGA) im Jahr 2011 erarbeitete Richtlinie 6022 „Raumlufttechnik, Raumluftqualität" (vgl. auch für die Schweiz SWKI VA 104-1). Diese Regelung findet somit auf vor 2011 erstellte Wohnungen keine Anwendung. Für nach Erscheinen der VDI 6022 gebaute Wohnungen siehe unten.

tz. 10 Aus § 535 Abs. 1 Satz 1 letzter Teilsatz BGB folgt weiter, dass der Vermieter die Mietsache (hier: Wohnung) während des Mietverhältnisses in dem zum vertragsgemäßen Gebrauch geeigneten Zustand zu erhalten hat.

Das bedeutet, dass bei Auftreten etwaiger Mängel der Vermieter zur Instandsetzung und Instandhaltung verpflichtet ist. Er ist jedoch grundsätzlich nicht zur Modernisierung verpflichtet (vgl. BGH, Urteil vom 06.10.2004 – VIII ZR 355/03).

tz. 11 Lediglich im Einzelfall kann der Vermieter zu Verbesserungsmaßnahmen verpflichtet sein, z.B. zur Verstärkung elektrischer Leitungen als Mindeststandard, um den Einsatz üblicher elektrischer Haushaltsgeräte zu gewährleisten (vgl. BGH, NJW 2004, 3174; NJW-RR 10, 737).

tz. 12 Auch unter dem mietrechtlichen Aspekt der Wirtschaftlichkeit (betrifft die Betriebskosten für die Wohnung) besteht eine solche Modernisierungsverpflichtung in der Regel nicht. So hat das Oberlandesgericht Düsseldorf durch Beschluss vom 08.07.2010 – 24 U 222/09 – entschieden, dass auch eine völlig unwirtschaftliche Heizungsanlage keinen Mangel der Mietsache darstellt

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

(und damit keine Modernisierungspflicht auslöst), solange die Anlage dem Stand der Technik zur Zeit ihres Einbaus entspricht und weiterhin funktionsfähig ist. Es besteht keine Verpflichtung des Vermieters, die Anlage auf dem neuesten technischen Stand zu halten (abweichend ggf. öffentlich-rechtliche Verpflichtungen an den Gebäudeeigentümer).

tz. 13 In diesen Zusammenhang gehören auch Entscheidungen der Gerichte zur Frage des Schallschutzes nach Maßgabe der DIN 4109. So hat der BGH – wie oben dargelegt – deutlich gemacht, dass bei Bestandsbauten der Mieter keinen Anspruch auf erhöhten Schallschutz nach dem Beiblatt 2 zur DIN 4109 hat, sondern nur auf den Zustand, der bei der Erstellung des Gebäudes und vergleichbarer Wohnungen üblich war (BGH, Urteil vom 07.07.2010 – VIII ZR 85/09). Sofern technische Anforderungen an den Wohnungsstandard existieren, sind sie auf Basis des bei Errichtung des Gebäudes geltenden Maßstab zu erfüllen (BGH vom 06.10.2004, VIII ZR 355/03).

tz. 14 DIN-Normen sind – wie oben dargestellt – nach zutreffender Auffassung des Bundesgerichtshofes keine Rechtsnormen, sondern lediglich private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter; Adressat ist der Bauherr, nicht der Mieter oder Vermieter. Die für das Baurecht geltende Regelung, dass ein Verstoß gegen DIN-Normen die Vermutung eines (Bau-)Mangels begründet, ist nicht auf das Mietrecht übertragbar.

tz. 15 In ähnlicher Weise hat das Amtsgericht Köln – 214 C 239/13 – bestätigt durch das Landgericht Köln mit Beschluss vom 03.06.2014 – 10 S 48/14 – klargestellt, dass kein Mangel der Mietsache vorliegt, wenn der Vermieter entgegen § 10 Abs. 3 EnEV 2009 die oberste Geschossdecke nicht gedämmt hat und dem Mieter dadurch höhere Heizkosten entstanden sind. Die Gerichte haben zutreffend darauf abgestellt, dass es sich bei der EnEV um eine öffentlich-rechtliche Regelung handelt, die nicht die Allgemeinheit anspricht, sondern – für die energetische Gebäudeausrichtung – den Gebäudeeigentümer. Konkret heißt das

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

auch hier: Der Mieter hat keinen Anspruch darauf, dass der Gebäudeeigentümer „modernisiert", um Energie einzusparen.

tz. 16 Es ist also festzuhalten:

1. Mieter haben grundsätzlich keinen Anspruch darauf, dass der Vermieter die vermietete Wohnung unter geänderten technischen / energetischen Gesichtspunkten „fortentwickelt".

2. Es gilt vielmehr – von Ausnahmen abgesehen –, dass die Mietsache / Wohnung keinen Mangel aufweist, solange bei Errichtung der Wohnung übliche Standards aufrechterhalten bleiben.

3. Neuere technische Entwicklungen der technischen Gebäudeausstattung sind für unverändert bestehende Mietverhältnisse nicht relevant.

B. Die rechtliche Bedeutung von technischen Regelwerken bei der Erstellung von Wohnungsbauten oder der Sanierung von Altbauten

tz. 1 An der Erstellung eines Bauwerks sind auf der einen Seite der Bauherr als Auftraggeber / Besteller, auf der anderen Seite häufig eine Vielzahl von Personen in unterschiedlichen Funktionen und / oder Zusammensetzungen beteiligt (vgl. Anhang und siehe Kues, in: Glöckner / von Berg, Fachanwaltskommentar Bau- und Architektenrecht, vor § 705 ff., Rn. 3 ff.).

Im Rahmen dieser Expertise soll lediglich auf den Planer (Architekt; Fachingenieur) und den Unternehmer / Auftragnehmer abgestellt werden.

tz 2 Der Vertrag zwischen dem Planer und dem Bauherrn ist in der Regel ein Werkvertrag im Sinne der §§ 631 ff. BGB. Gleiches gilt für den Unternehmer / Auftragnehmer, sofern nicht zwischen

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Bauherr und Auftraggeber die VOB/B als spezielle Form des Werkvertrages (Bauvertrag) vereinbart wird. Der Architektenvertrag hingegen bleibt stets Werkvertrag im Sinne des BGB, da die VOB/B nicht für Architektenleistungen gilt (vgl. BGH, Urteil vom 17.09.1987 – VII ZR 166/86).

Mit der Entscheidung vom 22.10.1981 – VII ZR 310/79 – hat der Bundesgerichtshof die Hauptpflicht des (lediglich bauleitenden) Architekten wie folgt beschrieben:

> *„Er (der Architekt) hat durch zahlreiche Einzelleistungen dafür zu sorgen, dass das Bauwerk plangerecht, d.h. entsprechend den genehmigten Bauvorlagen und frei von Mängeln entsteht. Selbstverständlich wird von ihm damit nicht erwartet, dass er selbst das Bauwerk errichtet, wohl aber, dass er die Arbeiten der Bauunternehmer und den übrigen am Bau Beteiligten so leitet, koordiniert und überwacht, dass das Bauwerk plangerecht und mängelfrei zur Vollendung kommt. Auch der nur bauleitende Architekt hat insoweit neben dem planenden Architekten den Bauunternehmern und etwa eingesetzten Sonderfachleuten einen Beitrag zur Verwirklichung des Bauwerkes zu leisten. Dieser Beitrag schlägt sich im Bauwerk nicht weniger nieder als der des bauplanenden Architekten. Plangerechtigkeit und Mängelfreiheit sollen der Erfolg sein, den der bauausführende Architekt schuldet."*

Diese Erwägungen gelten erst recht für den umfassend beauftragten Architekten, da auch die Planungsleistungen zum Aufgabenbereich des Architekten gehören (argumentum ex § 634a Abs. 1 Nr. 2 BGB).

tz. 3 Welche Leistungen der Architekt zu erbringen hat, ergibt sich aus der vertraglichen Vereinbarung mit dem Bauherrn, die allerdings auch formfrei erfolgen kann.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Als Hauptpflicht ist die Erstellung eines plangerechten Bauwerks anzusehen, das frei von Mängeln ist. Sofern die Leistung im Vertrag nicht ausdrücklich beschrieben wurde, ist auf die erkennbaren und berechtigten Interessen des Bauherrn / Auftraggebers abzustellen. Der HOAI mit der dort ausdifferenzierten Darstellung von Architektenaufgaben kommt allenfalls die Funktion zu, als Auslegungshilfe für die vertraglichen Leistungsbestimmungen zu dienen.

tz. 4 Mit dem Bauvertrag als Unterfall des Werkvertrages verpflichtet sich der Unternehmer / Auftragnehmer zur rechtzeitigen mangelfreien Herstellung des (Bau-)Werkes einschließlich seiner Ablieferung (vgl. § 633 Abs. 1 und 2 BGB). Auch hier ist zuvorderst auf die vereinbarte Beschaffenheit sowie auf die Funktionstauglichkeit und Verwendungseignung als Inhalt der baurechtlichen Verpflichtung des Unternehmers abzustellen.

tz. 5 Für beide (Architekt und Unternehmer) gilt: Sofern nicht ein anderer Standard oder eine besondere Beschaffenheit vereinbart ist, muss das zu erstellende Bauwerk den anerkannten Regeln des Baufachs (gleich anerkannten Regeln der Technik) entsprechen (vgl. so für den VOB/B-Vertrag ausdrücklich § 4 Abs. 2 Nr. 1 Satz 2 VOB/B, § 13 Abs. 7 Nr. 2b VOB/B).

tz. 6 Abzugrenzen ist der unbestimmte Rechtsbegriff der „anerkannten Regeln der Technik" von dem Begriff „Stand der Technik", wie er unter § 5 des Energieeinsparungsgesetzes verwendet wird. So hat der Bundesgerichtshof die ‚anerkannten Regeln der Technik' dahingehend definiert, dass das (Bau-)Werk zum Zeitpunkt der Fertigstellung und Abnahme diejenigen Qualitäts- und Komfortstandards aufweisen muss, die auch andere zeitlich fertiggestellte und abgenommene Bauwerke erfüllen (BGH, Urteil vom 14.05.1998 – VII ZR 184/97, dort Rn. 14).

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

tz. 7 Für den Bereich der Sanierung wird gefordert, dass diese im Rahmen einer ordnungsgemäßen Verwaltung, z.B. im Wohnungseigentum, dem allgemein anerkannten Stand der Technik sowie den Regeln der Baukunst entspricht.

tz. 8 Die Differenzierung zwischen den Begriffen „Stand der Technik" und „allgemein anerkannten Regeln der Technik" liegt im Bereich der allgemeinen Anerkennung. Der „Stand der Technik" hingegen muss noch nicht langfristig erprobt und allgemein anerkannt sein. „Stand der Technik" ist somit an den technischen Fortschritt geknüpft.

Das Bundesverfassungsgericht unterscheidet darüber hinaus noch den jeweiligen „Stand von Wissenschaft und Technik" als „fortschrittlichste" Variante der Verknüpfung von Recht und Technik (vgl. Bundesverfassungsgericht, Entscheidungen Band 49, Seite 89 ff., Seite 135 f. – sog. Kalkar I-Entscheidung).

tz. 9 Für die hier interessierende Fragestellung, ob die Raumlufttechnik (hier: Lüftung von Wohnungen nach DIN 1946 – Teil 6) für den Bau und ggf. die energetische Sanierung maßgeblich ist, ist daher zunächst darauf abzustellen, ob diese DIN anerkannte Regel der Technik ist.

tz. 10 Dies wird man für Neubauten bejahen müssen, weil die Normen des DIN in der Regel der überwiegenden Ansicht der technischen Fachingenieure entsprechen, d.h. eine Normung erfolgt in der Regel erst, wenn sich in den beteiligten Fachkreisen die Überzeugung gebildet hat, dass die dargestellten Maßnahmen für die ordnungsgemäße Erstellung eines Baus (hier: von Wohnungen) erforderlich ist. Dabei hat die angesprochene Fachwelt vor allem im Auge, dass energetisch gestaltete Neubauten dauerhaft luftundurchlässig zu errichten sind (vgl. § 6 Abs. 1 EnEV). Vor diesem Hintergrund ist für derartige Gebäude gemäß § 6 Abs. 2 EnEV der erforderliche Mindestluftwechsel sicherzustellen.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

tz. 11 Die Maßstäbe für Neubauten gelten auch, soweit Altbauten grundlegend saniert werden, insbesondere die Außenhülle energetisch angepasst wird.

tz. 12 Für die Arbeit von Architekten und Bauunternehmern bedeutet dies Folgendes:

Besteht zwischen der Beschaffenheitsvereinbarung und den anerkannten Regeln der Technik eine Divergenz, ist diese zunächst in Hinblick auf den Vorrang der Beschaffenheitsvereinbarung zu lösen.

Allerdings ist zu beachten, dass auch eine vertraglich vereinbarte Ausführung mangelhaft im Sinne des § 633 BGB ist, wenn sie gegen die anerkannten Regeln der Technik verstößt. Der Auftragnehmer kann sich seiner Haftung für Mängel in derartigen Fällen nur dadurch entziehen, dass er – z.B. gemäß § 4 Nr. 3 VOB/B – entsprechende Bedenken anmeldet und so seiner Hinweispflicht nachkommt.

tz. 13 Weitergehend ist die Beschaffenheitsvereinbarung nicht umsetzbar, wenn sie gegen zwingendes (öffentliches) Recht verstößt; dazu gehören insbesondere die in den Landesbauverordnungen vorgesehenen Bauvorschriften.

Öffentlich-rechtliche Bauvorschriften stehen nicht zur Disposition der Parteien, des Architekten- oder Bauvertrages. Deshalb befreit auch ein Bedenkenhinweis des Auftraggebers den Planer oder den Auftragnehmer nicht von der Haftung für dadurch bestehende Mängel im Sinne des § 633 BGB.

tz. 14 Vor dem geschilderten Hintergrund ist zu fragen, ob und ggf. wie die Regelungen der DIN 1946-6 (Lüftung von Wohnungen) und der VDI 6022 (Raumlufttechnik / Raumqualität) in einem Bauvertrag / Architektenvertrag zur Disposition der Vertragsparteien stehen.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

tz. 15 Wie bereits oben geschildert, sind Normen des DIN und des VDI keine Rechtsnormen, sondern private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter. Sie stehen daher prinzipiell zur Disposition der privatrechtlichen Verträge zwischen Bauherrn und Architekt bzw. Auftragnehmer (Unternehmer).

Allerdings haben technische Regelungen in zunehmendem Maße eine Transformation in das öffentliche Recht erhalten. Dabei ist gesetzestechnisch in neueren öffentlich-rechtlichen Verordnungen von einer direkten Bezugnahme auf diese technischen Regelungen – offenbar unter dem Gesichtspunkt des Urheberrechts (vgl. BGH, Urteil vom 30.06.1983 – I ZR 129/81 für die VOB/C) abgesehen worden; Einfallstor für die technischen Regelungen ist vielmehr der Verweis (in auf gesetzlicher Grundlage erlassenen Verordnungen) auf die „allgemein anerkannten Regelungen der Technik" („Baukunst" etc.) oder den „Stand der Technik".

Sofern die technischen privaten Regelungen als allgemein anerkannte Regelungen der Technik zu qualifizieren sind, erhalten sie auf diese Art und Weise quasi öffentlich-rechtliche Durchsetzungskraft.

tz. 16 Dies ist verfassungsrechtlich in Hinblick auf Art. 80 Abs. 1 Satz 2 Grundgesetz nicht unbedenklich, da Rechtsverordnungen (wie die Landesbauordnungen oder die Energieeinsparverordnung) durch Gesetz nach Inhalt, Zweck und Ausmaß bestimmt sein müssen. Durch unbestimmte Rechtsbegriffe wie „allgemein anerkannte Regeln der Technik" wird die geforderte „Bestimmtheit" in den außeröffentlichen, letztlich privaten Raum verlagert.

Dies kann allenfalls unter dem Gesichtspunkt der Praktikabilität und der erforderlichen Anpassung an den technischen Wandel gerechtfertigt werden.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

tz. 17 Das Thema Raumlufttechnik / Lüftung von Wohnungen hat bauphysikalische Bedeutung, insbesondere durch die Anforderungen des Gesetzgebers an die Energieeffizienz von Gebäuden, gewonnen. Nach § 6 EnEV 2014 sollen Gebäudeumfassungsflächen dauerhaft luftdicht ausgeführt werden, um unnötige Wärmeverluste durch Ex- und Infiltration über Fugen oder sonstige Leckagen der Gebäudehülle zu vermeiden. Maßgebende Standards für eine solche Ausführung sind die anerkannten Regeln der Technik.

tz. 18 Eine luftdichte Gebäudehülle aber birgt nicht unerhebliche Gefahren sowohl für den Baukörper als auch bei Wohnungsbauten für dort wohnende Menschen, da Feuchtigkeit und Schadstoffe nicht mehr abgeführt werden können. Das Schadensrisiko einer unzureichenden Luftzufuhr manifestiert sich insbesondere in einer Schimmelbildung wegen zu hoher Luftfeuchtigkeit bei geringem baulichen Wärmeschutz (vgl. zu den bauphysikalischen Grundlagen: Lucenti, Westfeld, Belüftungsanforderungen von Wohngebäuden im Wandel und Haftungsfolgen für Neu- und Altbauvorhaben in NZBau 2009, 291, dort insbesondere Abschnitt II. und III.).

Vgl. zum Umfang von Schäden durch Feuchtigkeit Höchs, Lüftungsanlagen für Wohnungen, Konzepte und Praxisbeispiele nach DIN 1946-6, Beuth-Verlag 2013. Der Autor nimmt dort Bezug auf eine Untersuchung der Universität Jena und des IEMB Berlin, wonach etwa 20 % aller Wohnungen in Deutschland Feuchtigkeitsschäden aufweisen. Davon sei die Hälfte auf mangelhafte Lüftung zurückzuführen.

tz. 19 § 6 Abs. 2 EnEV will dem entgegenwirken, indem er festschreibt, dass zu errichtende Gebäude so auszuführen sind, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt wird.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Auffallend ist zunächst, dass anders als in § 6 Abs. 1 EnEV – dort für die Dichtigkeit des Gebäudes – für den erforderlichen Mindestluftwechsel nicht auf anerkannte Regeln der Technik verwiesen wird. Dies würde prima facie zunächst bedeuten, dass bestimmte Verfahren zur Erreichung des Mindestluftwechsels noch keine allgemeine Anerkennung gefunden haben, die DIN 1946-6 somit Stand der Technik, aber (noch) nicht anerkannte Regel der Technik ist.

tz. 20 Dem gegenüber ist darauf hinzuweisen, dass die Norm seit nunmehr sechs Jahren in Kraft ist. Man wird deshalb wohl davon ausgehen, dass die DIN 1946-6 als „allgemein anerkannte Regel der Technik" gilt und dementsprechend sowohl für den Planer als auch für den ausführenden Bauunternehmer soweit verbindlicher Maßstab ist, als nicht durch Beschaffenheitsvereinbarung etwas Gegenteiliges ausdrücklich vereinbart wurde Ist keine Beschaffenheitsvereinbarung vorhanden, ist der Architekt / Bauausführende in jedem Fall verpflichtet, den Bauherrn darauf hinzuweisen, dass die Planung / Ausführung nach der genannten DIN 1946-6 ein Lüftungskonzept zum Inhalt haben muss, da die Nichteinhaltung der Norm für das fertige Gebäude einen Sachmangel darstellen kann.

tz. 21 Auch bei der Modernisierung von Altbauten ist die DIN 1946-6 anzuwenden, soweit lüftungstechnische Änderungen erfolgen. Dies ist einmal bei der Durchführung von Wärmedämmmaßnahmen an der Außenhülle des Gebäudes der Fall und zum anderen als weiterer Hauptanwendungsfall beim Einbau neuer Fenster. Werden ein Drittel der Fenster ausgetauscht, ist nach der DIN ein Lüftungskonzept zu erstellen, das bauphysikalische, lüftungs- und gebäudetechnische sowie hygienische Gesichtspunkte zu beachten hat.

tz. 22 Allerdings ist der Gebäudeeigentümer in der Wahl des Lüftungskonzeptes frei, d.h. er kann sich auf Mindeststandards der kontrollierten Lüftung beschränken (wie z.B. Außenluftdurchlässe).

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Sicherzustellen ist allein ein Luftaustausch, der Schimmelbildung bei vertragsgemäßer Nutzung der Wohnung verhindert.

tz. 23 Derartige Außenluftdurchlässe werden häufig in die Fenster selbst integriert (Fensterlüfter). Daneben sieht die DIN 1946-6 Lüftungsanlagen (zentral und dezentral) ohne Wärmerückgewinnung und solche mit Wärmerückgewinnung vor. Werden derartige Lüftungskonzepte bei Neubau oder Modernisierung von Wohnungen realisiert, ist deren Unterhaltung in funktionsfähigem Zustand bei Mietwohnungen schon nach dem Wortlaut des § 535 BGB Verpflichtung des Vermieters, d.h. dass bei Lüftungsanlagen etwa vorhandene Filter, ggf. Rohrleitungen etc. regelmäßig gewartet und ggf. ausgetauscht werden müssen. Insoweit ist sowohl für den Einbau als auch für die Unterhaltung (Instandhaltung) die Richtlinie VDI 6022, Blatt 1 zu beachten.

tz. 24 Die Unterhaltung der vorgenannten Lüftungskonzepte ist teilweise wegen der erforderlichen intensiven Wartung, insbesondere aus Hygienegründen und bei Lüftungsanlagen mittels Ventilator und dem zusätzlichen Stromverbrauch, mit nicht unerheblichen Kosten verbunden. Dies gilt auch – und sogar in verstärktem Ausmaß – für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung. Auch diese werden nicht nur unter hygienischen, sondern auch unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten kritisch bewertet (vgl. dazu ausführlich Halama, Rechtsprobleme der Energieeffizienz am Beispiel der Gebäudesanierung, 2014, Seite 289 bis 300; vgl. zu erhöhten technischen Anforderungen § 15 EnEV 2014).

tz. 25 Die zentrale Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung ist derzeit noch als Nische auf dem Lüftungssektor zu bezeichnen. Allerdings sind die Steigerungsraten beachtlich. Während 2010 lediglich 29.000 zentrale Wohnraumlüftungsgeräte installiert wurden, sind es im Jahre 2014 bereits 49.000 (Zitat nach Angaben des Fachverbandes Gebäudeklima e.V. (FGK) – Heizungsjournal 9/2015).

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

tz. 26 Dennoch sind die Anforderungen an moderne – der DIN 1946-6 entsprechende – Lüftungskonzepte noch nicht Allgemeingut aller am Bau beteiligten Kreise. Es wird daher weiterhin Bauherren geben, die von Lüftungskonzepten nach der genannten DIN nichts wissen wollen. Werden derartige Bauten gleichwohl geplant und ausgeführt, bedeutet das für die planenden und baubegleitend tätigen Architekten sowie für den Bauunternehmer ein erhebliches Risiko, da letztlich der Bau nicht den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht. Ein Bauwerk für Wohnungen, das ohne ausreichende Lüftung konzipiert und gebaut wird, ist mangelhaft im Sinne des § 633 BGB / § 13 Abs. 1 VOB/B.

tz. 27 Es bleibt den Architekten und den Bauunternehmen daher nur der Weg, die Tätigkeit für diesen Bauherrn abzulehnen oder zu versuchen, sich von der Haftung freizuzeichnen.

tz. 28 An eine solche Haftungsfreizeichnung sind allerdings hohe Anforderungen zu stellen:

1. Der Architekt / Bauunternehmer muss den Bauherrn umfassend darüber aufklären, was nach den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik erforderlich wäre, und zwar unter Nennung der einschlägigen technischen Normen. Er muss mögliche Planungsvarianten aufzeigen; dabei hat der Architekt zu beachten, dass auch für sonst fachkundige Bauherren die Bedeutung des Verstoßes gegen die allgemeinen Regeln der Technik deutlich wird. Ist der Bauherr nicht fachkundig, muss die Erläuterung so erfolgen, dass auch ein Laie deren Bedeutung erfassen kann.

2. Der Architekt muss den Bauherrn umfassend über die möglichen Folgen der Abweichung von den allgemein anerkannten Regelungen der Technik informieren, insbesondere etwa Schadensfolgen für das Bauwerk und /

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

oder dessen Nutzung für die vorgesehenen Zwecke darlegen. In Hinblick auf die DIN 1946-6 wäre dies insbesondere der Hinweis auf die Gefahren der Schimmelbildung in den Wohnungen und daraus resultierende weitergehende Ansprüche der Nutzer auf Minderung und Schadensersatz, unter anderem auch in Hinblick auf Gesundheitsschäden.

3. Eine solche Haftungsfreizeichnung sollte einschließlich der zuvor genannten Hinweise stets schriftlich mit Gegenzeichnung durch den Vertragspartner erfolgen. Nicht ausreichend wäre der Hinweis: „Ich habe Sie darüber aufgeklärt, dass die Abweichung von der DIN 1946-6 zu Schäden an Gebäuden und hinsichtlich der Nutzbarkeit (Schadenspilzbildung) führen kann. Die Erläuterungen müssen vielmehr ausführlicher erfolgen.

tz. 29 In Anlehnung an die von der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen herausgegebene Empfehlung wäre zu formulieren:

Schreiben an den Bauherrn:

„Sehr geehrte Damen und Herren,
in unserer gestrigen Planungs-/Baustellenbesprechung habe ich Sie auf die Probleme der von Ihnen gewünschten Planung / Ausführung (genaue Schilderung des Sachverhalts) *hingewiesen.*
Diese von Ihnen erwartete Ausführung verstößt gegen die allgemein anerkannten Regeln der Technik, wie sie in der DIN 1946-6 ausgeführt werden. Nach dieser Norm ist insbesondere Folgendes zu beachten: .... (nähere Ausführungen)
Die von Ihnen gewünschte Ausführung wird zur Folge haben, dass ..... (Konsequenzen; Konsequenzen möglichst genau schildern, insbesondere die Schäden, die zu erwarten sind; falls möglich, auch Angaben zur Schadenshöhe).
Die Haftung für die mit dieser Planung / Ausführung verbundenen Risiken kann ich nicht übernehmen. Ich bitte Sie um Bestätigung, dass Sie trotz der oben geschilderten Ausführungen an Ihrem

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Wunsch festhalten und die Planung / Ausführung in der von Ihnen beabsichtigten Weise durchgeführt werden soll. Auch bitte ich um Bestätigung, dass Sie mich für Schäden, die für die gegen die anerkannten Regeln der Technik beabsichtigte Ausführung entstehen, freistellen bzw. freihalten werden.

(vgl. Praxishinweis der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen zu „Regeln der Technik", Stand Oktober 2011)."

tz. 30 Zu beachten ist ferner, dass eine solche Haftungsfreistellung nicht standardmäßig in den Architektenvertrag aufgenommen werden kann / darf, da bereits die zweimalige Verwendung des gleichen Textes als Allgemeine Geschäftsbedingung gewertet werden kann, mit der Folge, dass die Regelung nach den §§ 307, 309 Nr. 8 BGB unwirksam wäre. Es ist also jeweils auf die tatsächliche konkrete Situation Bezug zu nehmen und sowohl die Anforderungen als auch Abweichung hiervon sowie die drohenden Schäden konkret zu bezeichnen.

C. Die rechtliche Bedeutung von technischen Regelwerken für die Wohnungseigentümergemeinschaft

tz. 1 Der Wohnungseigentümergemeinschaft obliegt eine der Beschaffenheit des Gemeinschaftseigentums entsprechende ordnungsgemäße Verwaltung.

tz. 2 Jeder Wohnungseigentümer hat gegen die Wohnungseigentümergemeinschaft einen Anspruch auf eine Verwaltung, die den Vereinbarungen und Beschlüssen und dem Interesse der Gesamtheit der Wohnungseigentümer nach billigem Ermessen entspricht. Der Begriff der ordnungsgemäßen Verwaltung ist ein unbestimmter Rechtsbegriff, in dessen Rahmen technische Regelwerke als pflichtenkonkretisierende Maßstäbe fungieren. Sie beanspruchen insbesondere Geltung bei der von der ordnungsgemäßen Verwaltung erfassten Instandsetzung und Instandhaltung

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

des Gemeinschaftseigentums. Bei der Wahrnehmung ihrer Verwaltungskompetenz steht der Wohnungseigentümergemeinschaft ein Ermessensspielraum zu, der hinsichtlich der Instandsetzungspflicht von den anerkannten Regeln der Technik sowie dem Gebot der Wirtschaftlichkeit eingegrenzt ist.

tz. 3 Begrifflich bedeutet Instandhaltung die Erhaltung des bestehenden Zustands (KG Berlin, Beschluss v. 14.06.1993 – 24 W 5328/92) während Instandsetzung die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands durch Reparatur oder Ersatzbeschaffung meint. Instandsetzung kann auch erstmalige Herstellung eines planmäßigen Zustands sein, wenn anfänglich bereits Baumängel bestanden (BayObIG, Beschluss vom 27.07.1989, BReg 2 Z 68/89). Maßgeblich für die Beschaffenheit des planmäßigen Zustands im Falle der erstmaligen Herstellung sind Teilungserklärung, Aufteilungsplan sowie Baubeschreibung (OLG Hamm, Beschluss vom 26.03.2007 – 15 W 131/06).

tz. 4 Eine Instandsetzung genügt nur dann ordnungsgemäßer Verwaltung, wenn die erforderlichen Maßnahmen nach den anerkannten Regeln der Technik vorgenommen werden. Da DIN-Normen eine Vermutung dafür begründen, dass sie die anerkannten Regeln der Technik wiedergeben (Bärmann-*Merle*, § 21 WEG Rn. 105a), ist die Instandsetzung des Gemeinschaftseigentums grundsätzlich DIN-gerecht auszuführen. Dabei ist die zum Zeitpunkt der Errichtung des Gebäudes bzw. Begründung des Wohnungseigentums geltende technische Norm zugrunde zu legen. Das folgt daraus, dass die ordnungsgemäße Verwaltung vorbehaltlich vorrangiger Vereinbarungen gemäß § 21 Abs. 3 WEG der Beschaffenheit des Gemeinschaftseigentums zu entsprechen hat und es sich bei Instandhaltung/-setzung um Erhaltungsmaßnahmen handelt.

tz. 5 Diese unterscheiden sich von Modernisierungsmaßnahmen dahingehend, dass im Falle der Instandsetzung die Wiederherstellung des vorherigen Zustands im Mittelpunkt steht, auch wenn dies nur über eine Erneuerung zu erreichen ist (Sauren, § 21

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Abs. 5 Nr. 2 WEG, Rn. 3a). Die Instandsetzungspflicht gibt den Wohnungseigentümern regelmäßig keinen Anspruch auf nachträgliche Verbesserung des ursprünglichen Zustands (LG München I, Beschluss vom 06.06.2011 – 36 S 18712/10). Ebenso wenig besteht ein Anspruch darauf, ein tatsächlich erreichtes Schutzniveau zu erhalten, solange die Mindestanforderungen der einschlägigen DIN nicht unterschritten werden. Das bedeutet, dass eine Instandsetzung einer ordnungsgemäßen Verwaltung grundsätzlich genügt, wenn diejenigen technischen Normen eingehalten werden, die zum Zeitpunkt der Errichtung des Gebäudes bzw. der Begründung von Wohnungseigentum den Standard gebildet haben (vgl. OLG Hamburg, Beschluss vom 20.01.1998 – 2 Wx 61/95; BGH, Urteil vom 01.06.2012 – V ZR 195/11 hinsichtlich der Schallschutzwerte, die ein Sondereigentümer einzuhalten hat).

tz. 6 Einschränkend zu diesem Grundsatz wirkt das Gebot der Wirtschaftlichkeit, dass ausnahmsweise zu über die bloße Wiederherstellung hinausgehende Maßnahmen mit modernisierendem Charakter zwingen kann. Das ist dann der Fall, wenn sich die Wiederherstellung bzw. Erhaltung des ursprünglichen Zustands unter dem Gesichtspunkt der Amortisation als nicht wirtschaftlich erweist, weil das instandzusetzende Bauteil in absehbarer Zeit als erneut abgenutzt und reparaturbedürftig gesehen wird und die Kosten der wiederkehrenden Instandsetzung im Vergleich zu einer modernisierenden Maßnahme höher sind (Niedenführ/Kümmel/Vandenhouten - *Vandenhouten*, § 21 WEG Rn. 84). Dabei müssen sich die Maßnahmen stets im Bereich erprobter und bewährter Technik halten (OLG Saarbrücken, Beschluss vom 04.10.1996 – 5 W 286/95).

tz. 7 Maßnahmen, die vorhandene Einrichtungen wegen notwendiger Reparaturen technisch auf einen aktuellen Stand und durch eine wirtschaftlich sinnvollere Lösung ersetzen, werden unter dem Begriff der modernisierenden Instandsetzung gefasst (LG Hamburg, Urteil vom 17.12.2008 – 318 S 91/08). In Abgrenzung zum Begriff der Modernisierung bzw. der Anpassung an den Stand

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

der Technik erfolgt die modernisierende Instandsetzung anlässlich der *Notwendigkeit* einer Instandsetzung und bewegt sich unterhalb der Schwelle einer baulichen Änderung. Werden beispielsweise im Rahmen einer Fassadensanierung gemauerte Balkonbrüstungen durch Balkongeländer ersetzt, um Schäden an den Stahlträgern der Balkonplatten zu vermeiden, liegt darin eine ordnungsgemäße Instandsetzung, auch wenn dies keine reine Wiederherstellung der alten Balkonbrüstungen darstellt (OLG Hamburg, Beschluss vom 04.08.2003 – 2 Wx 30/03).

tz. 8 Die Instandsetzung des Gemeinschaftseigentums umfasst daher nicht nur die Erhaltung bereits vorhandener Bauteile, sondern ebenso die Ersatzbeschaffung durch technische Neuentwicklungen unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Gesichtspunkte (AG Pinneberg, Urteil vom 26.04.2013 – 60 C 40/10). Die Instandsetzungspflicht der WEG ist damit – entgegen der rein begrifflich geschuldeten Erhaltung – nicht nur Reproduktionspflicht, sondern kann im Rahmen ordnungsgemäßer Verwaltung zu technisch besseren und wirtschaftlich sinnvolleren Maßnahmen verpflichten (OLG Düsseldorf, Beschluss vom 26.04.2000 – 3 Wx 81/00).

tz. 9 Ein Anspruch auf modernisierende Instandsetzung besteht nicht, wenn der bauliche Zustand der Wohnanlage zwar nicht dem gegenwärtigen Baustandard, aber dem zum Zeitpunkt der Errichtung geltenden Standard entspricht und den Wohnungseigentümern keine Nachteile durch die Erhaltung des ursprünglichen Zustands erwachsen oder wirtschaftliche Gründe gegen eine modernisierende Instandsetzung sprechen (OLG Hamburg, Beschluss vom 20.01.1998 – 2 Wx 61/95).

tz. 10 Da zu einer ordnungsgemäßen Verwaltung auch die Einhaltung öffentlich-rechtlicher Vorschriften wie der EnergieeinsparVO, HeizkostenVO sowie WärmeschutzVO gehört (Jennißen/*Heinemann*, § 21 Rn. 68), erübrigt sich eine Prüfung und Auswahl instandzusetzender Maßnahmen anhand einer Kosten-Nutzen-

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Analyse, soweit öffentlich-rechtliche Vorschriften eine Modernisierung gebieten (OLG Hamm, I-15 Wx 139/08; Niedenführ/Kümmel/Vandenhouten - *Vandenhouten*, § 21 WEG Rn. 84). Für die Ausübung eines Ermessens verbleibt in diesen Fällen kein Raum. Öffentlich-rechtliche Vorschriften können auch bestimmen, dass in Bagatellfällen die durch sie vorgesehenen technischen Anpassungen nicht ausgeführt werden müssen. So bestimmt § 9 Abs. 1 EnEV für die Änderung, Erweiterung und den Ausbau von Gebäuden, dass diese entsprechend der für die Wärmedurchgangskoeffizienten bestimmten Höchstwerte der Anlage 3 auszuführen sind. Nach § 9 Abs. 3 EnEV sind die neuen Höchstwerte nicht zu beachten, wenn sich die Änderung nur auf 10 % der Außenbaufläche bezieht.

tz. 11 In der Konsequenz löst die rechtliche Einbettung der Instandsetzungspflicht in den Begriff der ordnungsgemäßen Verwaltung zwei verschiedene Normeinhaltungspflichten für die Wohnungseigentumsgemeinschaft aus:

tz. 12 Im Grundsatz schuldet die Wohnungseigentumsgemeinschaft an Instandsetzung nur das, was zur Erhaltung notwendig ist mit der Folge, dass die Einhaltung derjenigen technischen Regeln geschuldet ist, die zum Zeitpunkt der Errichtung anerkannte Regeln der Technik waren.

tz. 13 Davon abweichend kann sich die bloße Reproduktionspflicht zu einer Modernisierungspflicht verdichten, wenn

a) öffentlich-rechtliche Vorschriften hinsichtlich bestimmter Bauteile dazu verpflichten und

b) wirtschaftliche Gesichtspunkte langfristig eine technische Neuerung sinnvoll erscheinen lassen

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

D. Wärmerückgewinnung und Heizkostenverordnung (HKVO)

tz. 1 Die Wärmerückgewinnung in zentralen Lüftungsanlagen für Wohngebäude bleibt bei der Verteilung der Heizkosten nach Maßgabe der Heizkostenverordnung (70 bis 50 % Anteil verbrauchsabhängig – 30 bis 50 % nach festem Maßstab – vgl. § 7 Abs. 1 HKVO) in der Regel unberücksichtigt.

tz. 2 Dies gilt sowohl für eine Anlagenkonzeption, bei der die durch Wärmerückgewinnung erzielten Wärmemengen in denselben Heizkreislauf wieder eingespeist werden, als auch für eine Anlagenkonzeption, bei der gewonnene Wärmemenge dazu dient, einen weiteren Heizkreis mit Wärme zu versorgen.

tz. 3 Der Verzicht auf eine verbrauchsabhängige Abrechnung für Wärme aus Wärmerückgewinnung rechtfertigt sich sowohl unter Kostengesichtspunkten als auch nach dem Zweck und den Zielen der HKVO.

tz. 4 Die individuelle Erfassung der rückgewonnenen Wärme bei den einzelnen Nutzern und eine hieraus resultierende „Gutschrift" auf die Heizkosten scheitert schon an den dafür aufzuwendenden Kosten, da für jeden Nutzer zumindest ein (weiterer) Wärmezähler eingesetzt werden müsste. Derartige Kosten sind unverhältnismäßig; für unverhältnismäßige Kosten aber sieht § 11 Abs. 1 Nr. 1b HKVO vor, dass ein Verzicht auf eine Verbrauchserfassung möglich ist.

tz. 5 Werden durch Wärmerückgewinnungssysteme erfasste Wärmemengen zur Beheizung weiterer Räume / Gebäude eingesetzt und überwiegt der Anteil aus Wärmerückgewinnung, so entfällt eine verbrauchsabhängige Abrechnung aufgrund des energiewirtschaftlichen Privilegs nach § 11 Abs. 1 Nr. 3a HKVO. Bei der letztgenannten Regelung ist durch die letzte Novelle der Heizkostenverordnung die frühere Genehmigungspflicht durch Lan-

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

desbehörden für eine Freistellung von der verbrauchsabhängigen Heizkostenabrechnung unter Berücksichtigung der Nutzerinteressen weggefallen.

tz. 6 Beide Regelungen sind letztlich auf den Sinngehalt der Heizkostenverordnung zurückzuführen:

Entgegen einer weit verbreiteten, aber falschen Ansicht zielt die HKVO nicht darauf ab, größtmögliche Gerechtigkeit unter den Nutzern eines Gebäudes hinsichtlich der Verteilung der Heizkosten herzustellen. Vielmehr hat die Heizkostenverordnung einen gesamtwirtschaftlichen Effekt in Hinblick auf Energieeinsparung im Blick (vgl. Schumacher in Danner / Theobald, Heizkostenverordnung, Einführung Rn. 11); die energieeinsparende Wirkung der verbrauchsabhängigen Heizkostenverteilung wird nicht durch die Anbringung von Erfassungsgeräten (keine Messgeräte!), sondern über eine Änderung des Nutzerverhaltens erzielt.

tz. 7 Mithilfe der Heizkostenverordnung soll vor allem Energie gespart werden, die durch fossile Brennstoffe erzeugt wird. Hintergrund war nicht nur das Bewusstsein der Abhängigkeit von Ölimporten und damit von der Förder- und Preispolitik des internationalen Ölkartells, sondern auch die Erkenntnis, dass diese Brennstoffe (Kohle, Öl, Gas) nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen und angesichts anderer Verwendungsmöglichkeiten zum Verbrennen zu schade sind (vgl. Lammel, Heizkostenverordnung, Kommentar, § 11 Rn. 52). Da im Rahmen der Wärmerückgewinnung fossile Brennstoffe nicht verwendet werden, sieht der Gesetzgeber hier keine Notwendigkeit, diese Wärmemengen verbrauchsabhängig aufzuteilen.

tz. 8 Als Folge dieser Freistellung von der Verpflichtung zur verbrauchsabhängigen Abrechnung sind die Vertragspartner der Wärmelieferung frei, wie sie die Verteilung der Heizkosten gestalten. Entscheidend sind deshalb die vertraglichen Regelungen eines Nutzungs- oder Mietvertrages, die jedoch der Billigkeit entsprechen müssen (vgl. § 315 BGB). So wird eine Verteilung nach

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Maßgabe der genutzten Flächen oder des umbauten Raumes meist angemessen sein.

E. Ergebnisse

Die gestellten Fragen lassen sich daher wie folgt beantworten:

1. Bei Bestandsbauten hat der Mieter keinen Anspruch darauf, dass neuere technische Regelungen, u.a. die DIN 1946-6 und die VDI 6022, eingehalten werden.

2. Dies ist bei Neubauten oder bei der Sanierung von Altbauten anders zu sehen. Hier haben zunächst Architekt und bauausführende Unternehmen neuere technische Regeln zu beachten, soweit diese anerkannte Regeln der Technik darstellen. Dies gilt auch für die DIN 1946-6.

   Werden die Gebäude nach diesen Regeln erstellt bzw. saniert, haben Mieter von Wohnungsbauten Anspruch darauf, dass die so erfolgte Beschaffenheit dauerhaft erhalten bleibt, insbesondere, dass bestehende Lüftungsanlagen ordnungsgemäß gewartet und funktionsfähig bleiben.

3. Werden technisch anerkannte Regeln bei Neubau und Sanierung von Altbauten auf Wunsch des Bauherrn nicht eingehalten, stellt dies einen Sachmangel dar, für den Architekt und bauausführender Unternehmer (als Gesamtschuldner) haften.

   Eine Haftungsfreistellungsvereinbarung von dieser Haftung erfordert eine sorgfältige, umfangreiche Darstellung des „Plan-/Bau-Solls" und die Aufzeichnung der hieraus resultierenden denkbaren Schäden.

4. Eine Abrechnung der Wärme aus Wärmerückgewinnungsanlagen nach Maßgabe der Heizkostenverordnung ist – angesichts von Freistellungsregelungen innerhalb der Heizkostenverordnung – nicht angezeigt.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

F. Ergänzungsgutachten

Auftrag:

In der Besprechung vom 04.11.2015 sind wir darüber hinaus gebeten worden, ergänzend darzustellen, welche Überlegungen Wohnungsunternehmen bei anstehenden Sanierungen / Modernisierungen in Hinblick auf die Interessen von Mietern in bestehenden Mietverhältnissen anzustellen haben.

Dabei soll insbesondere die Frage untersucht werden, wie die Qualität der Innenraumbelüftung in gut gedämmten Bauten, z.B. nach Sanierungen / Modernisierungen, mit weitgehender Dämmung der Gebäudeaußenhülle gesichert umgesetzt werden kann und inwieweit Mieter bei bestehenden Mietverhältnissen hierzu erforderliche bauliche Lüftungsmaßnahmen zu dulden haben und in welchem Umfang wirtschaftliche Aspekte hierbei zu berücksichtigen sind.

Grundzüge des Rechts der Modernisierung von Wohnungsbauten

tz. 1 Dazu ist es erforderlich, die Grundzüge der für Modernisierungen / Sanierungen geltenden Regelungen aufzuzeigen:

tz. 2 Das „Recht der Modernisierung" ist durch das Mietrechtsänderungsgesetz 2013 (Bundesgesetzblatt I 2013, 434) weitgehend neu gestaltet worden. Die Neugestaltung stellt einen Kompromiss zwischen dem Wunsch des Gesetzgebers nach einer möglichst flächendeckenden energetischen Sanierung des Wohngebäudebestandes und der daraus oft folgenden (nicht unerheblichen) Belastung von Mietern durch höhere Mieten dar.

tz. 3 Die wichtigsten Änderungen betreffen

- die Erweiterung des Katalogs der jetzt ausdrücklich als Modernisierung bezeichneten baulichen Maßnahmen und

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

- die Änderung bei der Duldungspflicht des Mieters für derartige Maßnahmen, insbesondere die Neugestaltung des sogenannten „Härteeinwandes".

Modernisierung durch bauliche Veränderung

tz. 4 In § 555b BGB findet sich nunmehr – in Abgrenzung zu § 555a BGB (Erhaltungsmaßnahmen) – eine umfangreiche enumerative Darstellung der baulichen Veränderungen, die als Modernisierungsmaßnahmen gewertet werden. Für die hier zu untersuchenden Fragestellungen sind die Nummern 1, 2, 4, 5 und 6 von Bedeutung. Modernisierungen sind danach bauliche Veränderungen,

1. durch die in Bezug auf die Mietsache Endenergie nachhaltig eingespart wird (energetische Modernisierung),
2. durch die nicht erneuerbare Primärenergie nachhaltig eingespart oder das Klima nachhaltig geschützt wird, sofern nicht bereits eine energetische Modernisierung nach Nummer 1 vorliegt,
4. durch die der Gebrauchswert der Mietsache nachhaltig erhöht wird,
5. durch die die allgemeinen Wohnverhältnisse auf Dauer verbessert werden,
6. die auf Grund von Umständen durchgeführt werden, die der Vermieter nicht zu vertreten hat, und die keine Erhaltungsmaßnahmen nach § 555a BGB sind.

Modernisierungsankündigung

tz. 5 Jede Modernisierung muss in einem streng formalisierten Verfahren dem Mieter angekündigt werden; anders als bei Erhaltungsmaßnahmen nach § 555a BGB. Letztere müssen zwar ebenfalls rechtzeitig angekündigt werden, allerdings sind weder

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Fristen noch Form der Ankündigung (mündliche Ankündigung reicht) vorgeschrieben.

tz. 6 Erfahrungsgemäß werden gerade bei derartigen Ankündigungsschreiben relativ häufig schwerwiegende Fehler gemacht. Bei unzulänglichen Ankündigungen muss der Mieter die bauliche Maßnahme nicht dulden; will der Vermieter an den Maßnahmen festhalten, muss er sie erneut unter Einhaltung von Form und Frist ankündigen. Darüber hinaus können fehlerhafte Ankündigungen zu Schadensersatz oder Einschränkungen des Rechtes auf Mieterhöhung führen. Im Einzelnen:

tz. 7 Gegenüber dem Mieter sind Modernisierungsmaßnahmen durch den Vermieter spätestens drei Monate vorab in Textform (vgl. dazu § 126b BGB) anzukündigen (§ 555c BGB). Dabei sind Art und Umfang, voraussichtlicher Beginn und Dauer der Maßnahmen sowie eine beabsichtigte Mieterhöhung und/oder zu erwartende Betriebskosten anzugeben. Des Weiteren hat die Modernisierungsankündigung einen Hinweis auf das Recht des Mieters zu enthalten, dass ihm ein Härteeinwand nach § 555d BGB zusteht, der innerhalb eines Monats nach Zugang der Modernisierungserklärung in Textform zu erfolgen hat.

tz. 8 Allerdings enthält § 555c Abs. 3 BGB für den Vermieter auch eine wesentliche Erleichterung für den Fall energetischer Modernisierungen nach § 555a Nr. 1 und 2 BGB:

Hier kann der Vermieter hinsichtlich der energetischen Qualität von Bauteilen auf allgemein anerkannte Pauschalwerte Bezug nehmen. Denkbar sind hier DIN- oder VDI-Regelwerke, technische Werte der Energieeinsparverordnung (EnEV) oder – so die Gesetzesbegründung – die „Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand" des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung vom 30.07.2009 (vgl. dort Tabelle 2 über Wärmedurchgangskoeffizienten).

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Duldung und Härteeinwand

tz. 9 Grundsätzlich hat der Mieter – sofern die Ankündigung fehlerfrei ist – nunmehr die Modernisierungsmaßnahme zu dulden (§ 555d Abs. 1 BGB).

tz. 10 Ihm steht allerdings die Möglichkeit offen, den baulichen Maßnahmen zu widersprechen, wenn die Modernisierung für ihn (oder seine Familie einschließlich sonstiger Angehöriger seines Haushalts) eine unzumutbare Härte darstellt; im Rahmen der Prüfung, ob die Maßnahmen zumutbar sind, ist eine ausdifferenzierte Abwägung der Interessen des Mieters (wie z.B. Beeinträchtigungen durch die Baumaßnahme, deren Folgen für die Wohnbedürfnisse des Mieters, vorausgegangene Aufwendungen des Mieters etc.) gegenüber den berechtigten Interessen des Vermieters, anderer Mieter sowie unter dem Gesichtspunkt Energieeinsparung und Klimaschutz vorzunehmen (§ 555d Abs. 2 Satz 1 BGB).

Dabei aber bleibt – im Gegensatz zur bisherigen Regelung – die zu erwartende Mieterhöhung einschließlich künftiger Betriebskosten zunächst außer Betracht; diese finanziellen Überlegungen sind dann „lediglich" im Rahmen einer Mieterhöhung nach § 559 BGB zu berücksichtigen.

Mit dieser relativ weitgehenden Änderung der Rechtslage soll dem Vermieter bei der Vorbereitung energiesparender Modernisierungsmaßnahmen die erforderliche Planungssicherheit garantiert werden (vgl. Begründung zum Mietrechtsänderungsgesetz, 2012, Bundestagsdrucksache 17/10485, 21). Mit der Neuregelung wird ausgeschlossen, dass – wie bisher möglich – über den Härteeinwand des Mieters wegen seiner finanziellen Überforderung eine Modernisierungsmaßnahme generell verhindert wird.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

tz. 11 Der Schutz des Mieters z.B. vor Luxusmodernisierungen und möglicher Verdrängung aus angestammten Wohngebieten (Gentrifizierung) findet im Rahmen des ggf. der Modernisierung nachfolgenden Mieterhöhungsverlangens statt. Dort (in § 559 BGB) findet erneut eine Prüfung statt, ob die modernisierungsbedingte Mieterhöhung (11 % der Kosten der Maßnahmen; vgl. § 559 Abs. 1 BGB) auch „unter Berücksichtigung der voraussichtlichen künftigen Betriebskosten für den Mieter eine Härte bedeuten würde, die auch unter Würdigung der berechtigten Interessen des Vermieters nicht zu rechtfertigen ist" (§ 559 Abs. 4 Satz 1 BGB). Eine solche Abwägung kommt nur dann nicht in Betracht, wenn die Modernisierung lediglich einen sonst üblichen Standard herstellt oder wenn der Vermieter die Modernisierung auf Grund rechtlicher Verpflichtungen durchführt. Als solche Verpflichtungen kommen insbesondere Nachrüstpflichten (z.B. nach der EnEV) in Betracht.

Berücksichtigt wird eine Härte allerdings nur dann, wenn der Mieter diese – wie oben dargelegt – bereits einen Monat nach Zugang der Modernisierungsankündigung formgerecht mitgeteilt hat, es sei denn, die Mieterhöhung fällt um mehr als 10 % höher aus als angekündigt.

tz. 12 Von den geschilderten Regelungen kann nicht zum Nachteil des Mieters abgewichen werden.

Lüftungsmaßnahmen als Modernisierung

tz. 13 Vor diesem Hintergrund ist der Einbau von Lüftungsanlagen im Zuge einer Modernisierung mit weitgehender Dämmung der Gebäudeaußenhülle einzuordnen.

Wie bereits ausgeführt, sieht die EnEV 2014 in § 9 Abs. 2 lediglich vor, dass für einen ausreichenden Lüftungsaustausch gesorgt werden muss.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Wie dieser erreicht wird, steht grundsätzlich im Ermessen des Vermieters als Bauherr. So ist es sicherlich zulässig, dass der Vermieter sich für Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung entscheidet. Dies dürfte als Modernisierungsmaßnahme im Sinne des § 555b BGB in jedem Falle anzusehen sein, da unzweifelhaft End- und/oder Primärenergie eingespart wird.

tz. 14 Einschränkungen dieser Entscheidungsfreiheit ergeben sich allerdings nach Maßgabe des bereits oben genannten Härteeinwandes des Mieters nach § 555d Abs. 2 BGB. Wird durch den Einbau der Vorrichtungen für eine kontrollierte Wohnraumlüftung die Nutzbarkeit eines zur Mietwohnung gehörenden Raumes eingeschränkt, kann dies für den Mieter eine nicht zu rechtfertigende Härte darstellen, mit der Folge, dass die Duldungspflicht des Mieters entfällt, die bauliche Maßnahme also nicht durchgeführt werden kann.

tz. 15 So ist unter anderem nach der früheren – insoweit allerdings unveränderten – Rechtslage entschieden worden, dass bei einer Beeinträchtigung des Zuschnitts von Räumen und dadurch eingetretener Einbuße von Stellfläche nach dem Einbau von Elektrospeicheröfen der Mieter dies nicht zu dulden hat (Landgericht Hamburg, WuM 1989, Seite 184 f.). In ähnlicher Weise hat das Landgericht Frankfurt den Härteeinwand bei Einbau eines Bades zu Lasten des Kinderzimmers (Verkleinerung um 5 m²) akzeptiert (Landgericht Frankfurt, WuM 1986, Seite 138 f.). Auch die Durchführung von Fallrohren im Wohnzimmer nach Dachgeschossausbau muss der Mieter nicht hinnehmen (Amtsgericht Berlin-Wedding, Mietrechtliche Mitteilungen 1991, 167).

tz. 16 Dies dürfte beim Einbau einer wandhängenden Apparatur in einem Abstellraum jedoch anders zu sehen sein, wenn eine Restnutzung des Raumes verbleibt oder – bei völligem Entfall der Nutzungsmöglichkeit – Ersatzmöglichkeiten für das Abstellen von Haushaltsgeräten (Staubsauger u.Ä.) geschaffen werden. So hat das Landgericht Berlin (GE 1990, 255) entschieden, dass

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

eine Grundrissänderung auch bei Versetzen einer Trennwand zwischen Speisekammer und Küche zumutbar ist, wenn die sachgerechte Nutzung des verbliebenen Raumes möglich ist.

tz. 17 Unterlässt der Vermieter bei der Ankündigung umfassender Sanierungsarbeiten an der Außenhülle des Gebäudes nach Maßgabe der EnEV (Dämmung der Außenwände, des Daches, der Kellerdecke und des Austausches der Fenster) den Hinweis auf den – aus seiner Sicht erforderlichen – Einbau einer Apparatur zur kontrollierten Wohnraumlüftung, muss der Mieter dies nicht dulden, da der „voraussichtliche Umfang der Modernisierungsmaßnahme" (vgl. § 555c Abs. 2 Nr. 1 BGB) nicht hinreichend beschrieben ist, insbesondere nicht der – nicht unerhebliche – Eingriff in seine (des Mieters) Wohnsituation.

tz. 18 Will der Vermieter den Einbau der Apparatur zur kontrollierten Wohnraumlüftung gleichwohl umsetzen, muss er dies gemäß § 555c BGB erneut ankündigen, mit den oben geschilderten Rechtsfolgen. Dabei empfiehlt es sich, den Zusammenhang zwischen der energetischen Gebäudesanierung und der Notwendigkeit der Sicherstellung von Mindestluftwechsel zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung (§ 6 Abs. 2 EnEV) ausführlich darzustellen.

tz. 19 Alternativ zur nachträglichen Korrektur der fehlerhaften Ankündigung durch eine erneute Modernisierungsankündigung (die erfahrungsgemäß auf erhöhten Widerstand bei Mietern stößt: „Die wollen uns scheibchenweise vorführen und uns jetzt auch noch den Abstellraum wegnehmen") sollte versucht werden, mit dem Großteil der Mieter – einzelne werden immer dagegen sein – eine Modernisierungsvereinbarung nach § 555f BGB abzuschließen.

Diese Neuregelung eröffnet neben oder anstelle des formellen Verfahrens nach §§ 555b ff. BGB die Möglichkeit einer verhandelbaren einvernehmlichen Lösung des sonst – wie gezeigt –

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

rechtlich, finanziell und auf Vermieterseite häufig riskanten Modernisierungsvorhabens (vgl. Ziaja in: EnEG, EnEV, Kommentar, § 9 EnEV Rn. 139 ff.). Nach dem Gesetzeswortlaut kann eine solche Vereinbarung Regelungen über

1. zeitliche und technische Durchführung der Maßnahmen,
2. Gewährleistungsrechte und Aufwendungsersatzansprüche des Mieters,
3. künftige Höhe der Miete

enthalten.

tz. 20 Von Vermieterseite ist dabei insbesondere von Vorteil, dass auf die sonst nach § 555c Abs. 1 Satz 1 BGB vorgesehene Dreimonatsfrist ausdrücklich verzichtet werden kann (vgl. Ziaja, a.a.O., Rn. 146). Zu beachten ist dabei allerdings, dass derartige Vereinbarungen nicht formularmäßig vorab, sondern lediglich in konkretem Zusammenhang mit einer anstehenden Modernisierung getroffen werden können (vgl. Eisenschmid in: Schmidt-Futterer, Mietrecht, 11. Auflage, § 555f Rn. 4 ff.).

Mieterhöhung und Härteeinwand

tz. 21 Sowohl im Rahmen von Modernisierungsankündigungen nach § 555c BGB als auch bei Vereinbarungen nach § 555f BGB hat der Vermieter Angaben über die künftige Mieterhöhung als auch über zu erwartende Betriebskosten zu machen. Diese sind – wie bereits ausgeführt – nicht nur Voraussetzung für eine Duldung von Modernisierungsmaßnahmen, sie eröffnen dem Mieter allerdings unter bestimmten Voraussetzungen den Einwand einer nicht zu rechtfertigenden Härte gegenüber der Mieterhöhung (§ 559 Abs. 4 BGB). Dazu muss der Mieter rechtzeitig, d.h. bereits nach Ankündigung der Maßnahme (§ 555d Abs. 3 bis 5 BGB) informiert werden.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

tz. 22 Im Rahmen der auch hier erneut durchzuführenden Interessenabwägung sind zwei Umstände nicht zu berücksichtigen; dies sind gemäß § 559 Abs. 4 BGB

1. Maßnahmen, die die Mietsache (Wohnung) in einen allgemein üblichen Zustand versetzen; das sind nach der Rechtsprechung des BGH vom 19.02.1992 (BGHZ, 117, 217 ff.) zwei Drittel des vergleichbaren Wohnbestandes, oder

2. Modernisierungsmaßnahmen, die der Vermieter nicht zu vertreten hat. Dies sind in erster Linie sogenannte Nachrüstverpflichtungen nach Maßgabe der EnEV oder anderen gesetzlichen Regelungen.

tz. 23 In Betracht kommen hier die in § 10 EnEV 2014 genannten heizungstechnischen Maßnahmen und die Dämmung der obersten Geschossdecke.

tz. 24 Der Einbau lüftungstechnischer Maßnahmen ist somit ggf. dem Härteeinwand gegenüber der Mieterhöhung ausgesetzt. Dies dürfte insbesondere bei kostspieligen lüftungstechnischen Maßnahmen mit Wärmerückgewinnung der Fall sein. Bei der vorzunehmenden Interessenabwägung wäre entsprechend § 5 EnEG darauf abzustellen, ob die Maßnahme wirtschaftlich vertretbar ist. Hierzu wäre die Vorschrift des § 10 Abs. 5 EnEV 2014 (vgl. auch EnEV 2009, dort § 10 Abs. 6) als Auslegungsmaßstab heranzuziehen. Dabei wäre als Auslegungsmaßstab nicht allein auf die Nutzungsdauer des Gebäudes (so die herrschende Meinung bei Dämmmaßnahmen), sondern auch auf die Lebensdauer der lüftungstechnischen Anlage und die dort erforderlichen Kosten der unter hygienischen Gesichtspunkten durchzuführenden Wartung abzustellen.

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

Ergebnis

tz. 25 Im Ergebnis sind daher lüftungstechnische Maßnahmen, sofern die Nutzung der Wohnung nicht beeinträchtigt wird, in Verbindung mit Dämmmaßnahmen der Außenhülle zur Gewährleistung der Gesundheit und Beheizung (§ 6 Abs. 2 EnEV) als Modernisierungsmaßnahme vom Mieter zu dulden.

tz. 26 Die Überwälzung der Kosten dieser Maßnahmen über eine Mieterhöhung nach § 559 BGB ist jedoch von der Wirtschaftlichkeit der Maßnahme abhängig, d.h. in der Regel werden nur lüftungstechnische Maßnahmen einfacher Art (z.B. Zwangsbelüftung) „umlagefähig" im Sinne des § 559 BGB sein.

Hamburg, 29. Januar 2016

Kues
Rechtsanwalt

© Rechtsanwaltskanzlei Kues, Hamburg, Stand 29.01.2016

2. ANHANG: EXPERTISE DES KATALYSE INSTITUTS E.V., KÖLN

IBWL Sozialwissenschaftlicher Teil - Ergebnisse – Mieter P1-P3 –Experten Wohnungswirtschaft - Umfrage

IBWL Sozialwissenschaftlicher Teil: Ergebnisse der Mieter- und Experten-Umfrage

Projektname	IBWL „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung – IBWL“
Auftraggeber	HS Bochum u.w.
Auftragnehmer	KATALYSE-Institut e.V.
Leitung	S. Ulmer
Laufzeit	2016 - 2017

KATALYSE Institut
Volksgartenstr. 34
D - 50677 Köln

tel 0221 94 40 48-0
info@katalyse.de
www.katalyse.de

Vorstand
Regine Rehaag
Frank Waskow

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung 7
1.1 Problemlage gemäß Forschungsantrag 7
2 Ziele der Erhebung für das Vorhaben IBWL 8
3 Methoden und Untersuchungs-Design 10
3.1 Untersuchungsgegenstand 10
3.2 Aufbau der Untersuchung 11
3.3 Mieterinterviews 11
3.4 Experten-Interviews und -Online-Umfrage 11
4 Stichprobenbeschreibung 12
5 Ergebnisse der Untersuchung 13
5.1 Quantitative und qualitative Ergebnisse – Mieter-Interviews 13
5.1.1 Einleitung 13
5.2 Wissen und Erwartungen vor dem Einbau 14
5.2.1 Vorstellungen zur Wirkung der KWL 14
5.2.2 Erfahrungen von Bekannten/Verwandten und eigene Erfahrungen mit KWL 16
5.2.3 Erwarteter Nutzen der KWL 18
5.2.4 Qualitativ - Quantitative Interviewergebnisse zu allgemeiner Erwartung an Modernisierung 19
5.3 Erfahrungen kurz nach dem Einbau und nach der ersten Heizperiode 19
5.3.1 Erfüllung von Vorstellungen zur Wirkung der KWL 19
5.4 Selbstskalierte Bewertungen von positiven und negativen Aspekten der KWL 23
5.4.1 Positive Aspekte 24
5.4.2 Negative Aspekte 31
5.5 Einschätzungen zur Beeinträchtigung durch den Einbau 33
5.5.1 Quantitative Interviewergebnisse 33
5.5.2 Qualitative Interviewergebnisse 36
5.6 Information und Kommunikation zu Betrieb 37
5.7 Lüftungsverhalten 46
5.8 Fazit: Mieterbefragungen Erwartungen / Erfahrungen (P1-P2/3) 50
5.8.1 Nutzerakzeptanz 50
5.8.2 Nutzerverhalten 51
5.9 Quantitative und qualitative Ergebnisse – Experten-Interviews 53
5.9.1 Einleitung 53
5.9.2 Organisationsbereich der teilnehmenden Unternehmen 54
5.9.3 Expertisen der Teilnehmer 55
5.9.4 Einschätzungen, Bewertungen und Erfahrungen zu/mit KWL 62
5.9.5 Ausmaß von KWL-Wirkungen 69
5.9.6 Grundsätzlicher Einsatz von KWL im Unternehmen 80
5.9.7 Fazit Expertenbefragungen 85

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundgesamtheit der Wohnungsunternehmen nach Verbandszugehörigkeit 12
Tabelle 2: Wissen zu Begrifflichkeit und Art der Anlage 14
Tabelle 3: Bekannte mit Erfahrungen KWL 16
Tabelle 4: Eigene Erfahrungen mit KWL 17
Tabelle 5: Stärke des erwarteten Nutzens – qualitative Angaben 18
Tabelle 6: Stärke der allgemeinen Erwartung – qualitative Angaben 19
Tabelle 7: Erfüllung der Vorstellungen zur KWL-Wirkung P2/P3 20
Tabelle 8: Erfüllung der Vorstellungen zur KWL-Wirkung P2/P3 21
Tabelle 9: Erfahrungen mit KWL P2/P3 21
Tabelle 10: Bewertungsergebnisse Frischere Luft in der Wohnung 25
Tabelle 11: Bewertungsergebnisse Weniger Zugluft 26
Tabelle 12: Bessere Raumtemperatur 27
Tabelle 13: Weniger Gerüche 28
Tabelle 14: Weniger Luftfeuchtigkeit 29
Tabelle 15: Geringere Pollen- und Staubbelastung 30
Tabelle 16: Geräusche beim Betrieb 32
Tabelle 17: Beeinträchtigungen während des Umbaus 33
Tabelle 18: Staub beim Einbau 34
Tabelle 19: Lärm beim Einbau 35
Tabelle 20: Stärke der Beeinträchtigungen 36
Tabelle 21: Anforderungen an Informationen vorab 37
Tabelle 22: Gründe für Ausschalten KWL 39
Tabelle 23: Verständlichkeit der Einweisung 40
Tabelle 24: Notwendigkeit KWL-Einstellungen 41
Tabelle 25: Eigenständige Einstellung der KWL 42
Tabelle 26: Zufriedenheit mit der Anlage 43
Tabelle 27: Gründe Zufriedenheit mit KWL-Betrieb 43
Tabelle 28: Gründe Nicht-Zufriedenheit mit KWL-Betrieb 44
Tabelle 29: Weniger Außenlärm 45
Tabelle 30: Lüftungszeitpunkt *(Mehrfachnennungen möglich)* 46
Tabelle 31: Häufigkeit der Wohnungslüftung 47
Tabelle 32: Durchschnittliche Dauer der Wohnungslüftung 48
Tabelle 33: Art der Wohnungslüftung 49
Tabelle 34: Anzahl der verwalteten WE 54
Tabelle 35: Themenschwerpunkt/ Hauptaufgabengebiet 55
Tabelle 36: Zuständigkeit für KWL 56
Tabelle 37: Zuständigkeit für welche Zielgruppe 57
Tabelle 38:Erfahrungen mit Lüftungsanlagen 59
Tabelle 39: Größe der Objekte, zu denen Erfahrungen existieren 60
Tabelle 40: Aspekte der Erfahrungen 61
Tabelle 41: Erläuterungen zu „Lüftungsindustrie liefert ausreichende und anwendbare Lösungen“ .. 76

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Tabelle 42: Erläuterungen zu Produkte variabel für individuelle Anpassung an Bestandsgebäude..... 77
Tabelle 43: Grundsätzlicher Einbau von KWL nein – Gründe gegen den Einbau..... 81
Tabelle 44: Grundsätzlicher Einbau von KWL ja – Gründe für den Einbau 83
Tabelle 45: Was würde Ihnen in Zukunft helfen, wenn es um den Einbau von KWL geht? 83
Tabelle 46: Schlüsselelemente für eine erfolgreiche KWL-Integration..... 84

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Teilnahme an der Expertenbefragung nach Sparten der Wohnungswirtschaft 13
Abbildung 2: Wissen zu Begrifflichkeit und Art der Anlage 14
Abbildung 3: Bekannte mit Erfahrungen KWL 16
Abbildung 4: Eigene Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen 17
Abbildung 5: Beispiel 1 zur Fragebogenskala 18
Abbildung 6: Erfüllung der Vorstellungen zur KWL-Wirkung P2/P3 20
Abbildung 7: Erwartungen zu „niedrigere Heizkosten durch KWL“ aus P1 23
Abbildung 8: Bewertungsergebnisse Frischere Luft in der Wohnung 24
Abbildung 9: Bewertungsergebnisse Weniger Zugluft 26
Abbildung 10: Bessere Raumtemperatur 27
Abbildung 11: Weniger Gerüche 28
Abbildung 12: Weniger Luftfeuchtigkeit 29
Abbildung 13: Geringere Pollen- und Staubbelastung 30
Abbildung 14: Geräusche beim Betrieb 31
Abbildung 15: Beeinträchtigung durch den Einbau 33
Abbildung 16: Staub beim Einbau 34
Abbildung 17: Lärm beim Einbau 35
Abbildung 18: Permanenz des Betriebs der KWL 38
Abbildung 19: : Verständlichkeit der Einweisung 40
Abbildung 20: Notwendigkeit KWL-Einstellungen 41
Abbildung 21: Eigenständige Einstellung der KWL 42
Abbildung 22: Zufriedenheit mit KWL-Anlage 43
Abbildung 23: Reduktion der Schallimmissionen von außen 44
Abbildung 24: Tageszeiten der Wohnungslüftung 46
Abbildung 25: Häufigkeit der Wohnungslüftung 47
Abbildung 26: Durchschnittliche Dauer der Wohnungslüftung 48
Abbildung 27: Art der Wohnungslüftung 49
Abbildung 28: Anzahl der von Ihrem Unternehmen verwalteten Wohneinheiten 54
Abbildung 29: Ihr Themenschwerpunkt/Haupt-Aufgabengebiet 55
Abbildung 30: Zuständigkeit für KWL im Fachbereich 56
Abbildung 31: Ihre Zielgruppe in Fragen KWL 57
Abbildung 32: Kommunikation Neuerungen energetische Sanierung 58
Abbildung 33: Güte der Kommunikation Neuerungen energetische Sanierung 58
Abbildung 34: Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen 59
Abbildung 35 :Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen – Anzahl WE 60
Abbildung 36: Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen – Aspekte der Erfahrungen 61
Abbildung 37: Beispiel 10er-Bewertungsskala Online 62
Abbildung 38: Einbau von KWL in Bestandswohnungen ist baulich - technisch leicht möglich 63
Abbildung 39: Energetische Gewinn für die Mieter ist potenziell hoch 63
Abbildung 40: Mieter profitieren mit der KWL in Bestandswohnungen von einem besseren Raumklima 64

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 41: Die Mieter profitieren mit der KWL in Bestandswohnungen von einem besseren Schallschutz 64
Abbildung 42: Entscheidend für den Erfolg der KWL ist das Nutzerverhalten 64
Abbildung 43: Wohnungsunternehmen profitieren mit der KWL in Bestandswohnungen durch eine allgemein höhere Attraktivität ihrer WE 65
Abbildung 44: KWL in Bestandswohnungen führen zu einer leichteren Vermietbarkeit 66
Abbildung 45: Wohnungsunternehmen profitieren mit der KWL in (sanierten) Bestandswohnungen durch eine Sicherstellung des Bauwerksschutzes. (Feuchte, Schimmel) 66
Abbildung 46: Entscheidend für den Erfolg des KWL-Einsatzes ist die enge Betreuung der Mieter ... 67
Abbildung 47: Entscheidend für den Erfolg des KWL-Einsatzes ist eine gute Einweisung der Mieter . 67
Abbildung 48: Einbau von KWL in Bestandswohnungen ist "warmmieten-neutral" möglich (d.h. die Bilanz von Wartungskosten und Energieeinsparung ist ausgeglichen). 68
Abbildung 49: KWL bewirkt weniger Bauschäden in Wohnung (Feuchte-Schimmel) 69
Abbildung 50. KWL-Einbau bewirkt höhere Attraktivität des Wohnungsunternehmens 70
Abbildung 51: Bessere Kundenzufriedenheit und -bindung durch Kommunikation zu richtigem Nutzerverhalten mit KWL 70
Abbildung 52: KWL-Wirkung - Lärm durch Einbau 71
Abbildung 53: KWL-Wirkung -Staub durch Einbau 71
Abbildung 54: KWL-Wirkung -Geräusche durch den Betrieb 72
Abbildung 55: KWL-Wirkung - höhere Nebenkosten wegen Wartung 72
Abbildung 56: KWL-Einbau -Erhöhter Aufwand für die Abstimmung der am Bau Beteiligten 73
Abbildung 57: KWL-Einbau -Erhöhter Aufwand für die Betreuung der Mieter während der Bauphase 73
Abbildung 58: Erhöhter Aufwand an Kommunikation zu richtigem Nutzerverhalten mit KWL 74
Abbildung 59: Fehlende Akzeptanz auf der Nutzerseite 74
Abbildung 60: Erhöhter Aufwand im Beschwerdemanagement durch nutzerseitige Fehlbedienung der KWL 75
Abbildung 61: Lüftungsindustrie liefert ausreichende und anwendbare Lösungen für die Integration einer kontrollierten Wohnraumlüftung in (bewohnten) Bestandsgebäuden 75
Abbildung 62: Produkte sind so variabel ausgelegt, dass der Einbau in individuell unterschiedlichen Bestandsgebäuden möglich ist 77
Abbildung 63: Wir als Wohnungsunternehmen fühlen uns durch die Lüftungsindustrie gut beraten und informiert 78
Abbildung 64: Wohnungsunternehmen sind mit ihren Gebäudebeständen für Hersteller von Lüftungsanlagen lukrative Kunden 78
Abbildung 65: Hersteller von Lüftungsanlagen sehen Wohnungsunternehmen mit ihrem Wohnbaubestand als Kunden mit Potenzial an 78
Abbildung 66: Grundsätzliche Haltung zur KWL im Unternehmen 80
Abbildung 67: Grundsätzlicher Einbau von KWL ja – im Rahmen welcher Sanierungsmaßnahmen? .. 82

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

1 Einführung

Der hier vorgestellte sozialwissenschaftliche Teil des Forschungsvorhabens „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung – IBWL“ befasst sich mit der praxisbegleitenden Erhebung der Erwartungen und Erfahrungen von Mietern. Es wurde die Nutzerakzeptanz und/oder -ablehnung gegenüber Lüftungsanlagen in Wohngebäuden unter Mietern erhoben die bislang keine Lüftungsanlage in Ihrer Wohnung eingebaut hatten. Darüber hinaus wurden Daten zu ihrem Nutzerverhalten und dessen mögliche Rückwirkungen auf den Betrieb von Anlagen der kontrollierten Wohnungslüftung erfragt und untersucht.

In einem zweiten Untersuchungsschritt wurde zudem bei Bauherren- und Investoren aus der Wohnungswirtschaft die Akzeptanz gegenüber Lüftungsanlagen im Bestand erhoben.

Die Erhebungen erfolgten im Kontext des Forschungsprojektes IBWL, welches einen potenziellen Beitrag der kontrollierten Wohnungslüftung zu den ambitionierten Zielen der Bundesregierung, den Energiebedarf auch bei Bestandsgebäuden bis zum Jahr 2050 um 80 % zu reduzieren [Bundesregierung, 2010], erkunden möchte. Innerhalb dieses offiziellen Zielregimes kommt dem Einbau hocheffizienter Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG) aus Sicht der Forschungskoordinatoren eine besondere Bedeutung zu, da die energiepolitischen Ziele nur mit einer deutlichen Erhöhung der Sanierungsquote und unter Zuhilfenahme von Beiträgen auch aus WRG-Anlagen zu erreichen sind.

Die zu erzielende Gesamtreduktion des Energieverbrauchs durch den Gebäudebestand könnte damit maßgeblich verbessert werden und gleichzeitig, angesichts der fortschreitenden Verbesserungen der Luftdichtheit der Gebäudehüllen, die Aufrechterhaltung - oder auch erst Schaffung - eines raumlufthygienischen Mindeststandards sicherstellen helfen. Das Projekt IBWL befasst sich auf Grundlage dieser Überlegungen und Annahmen mit Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen in Bestandsgebäuden (im Folgenden IBWL-Modellvorhaben).

Problemlage gemäß Forschungsantrag

Die für den sozialwissenschaftlichen Teilbereich des Forschungsprojekts herzuleitenden Fragestellungen ergeben sich aus den folgenden Zitaten des Forschungsantrags:

> *„...Besonders der ökonomische Aspekt des Einbaus von Lüftungsanlagen nimmt eine Schlüsselrolle ein. Durch den Wunsch der Mieter, dass sich die vorhandenen Mieten möglichst nur geringfügig erhöhen, und auf dem Bedarf der Eigentümerseite die durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen auf die Mieter vollständig umlegen zu können , entsteht ein enges Gerüst (…an Handlungsmöglichkeiten; Anmerkung des Autors) (Stichwort: Warmmietenneutralität).*
>
> *Umfassende energetische Modernisierungen, die den Einbau einer hocheffizienten Lüftungsanlage beinhalten, lassen sich aus diesen Gründen nur dann erfolgreich realisieren, wenn bestimmte Grundvoraussetzungen erfüllt sind.“...*
>
> *...“Es bleibt jedoch festzustellen, dass eine mangelnde Nutzerakzeptanz indirekt ein enormes Hemmnis bei der Umsetzung von Lüftungsanlagen ist bzw. sein kann.“...*
>
> *...“Dass auch teilweise Wohnungsunternehmen Ihre anfängliche Skepsis überwinden und nach ersten Erfahrungen Lüftungsanlagen positiv bewerten, zeigen folgende Äußerungen von Köhler in [Feist et al., 2004, S.24]: "Der größte Teil der Mieter ist zufrieden. Die Mieterhöhungen wurden*

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

von den Mietern akzeptiert. Energieeinsparungen werden erreicht, können aber noch durch die Mieter durch entsprechendes Lüftungsverhalten verbessert werden. Die Technik wird akzeptiert.""...

„kommt es trotz der Tatsache, dass die seit Mai 2009 gültige [DIN 1946-6:2009-05] in der Regel für Neubauten und Sanierungen die Erstellung eines Lüftungskonzepts fordert (...), nur sehr vereinzelt zum Einsatz von lüftungstechnischen Maßnahmen generell und insbesondere von kontrollierten Zu- und Abluftsystemen mit WRG. Insofern kann man sicherlich auf eine nur sehr bedingt vorhandene Bauherren- und Investorenakzeptanz schließen. Hierzu trägt mit Sicherheit das unter 4.1 Bau- / Mietrecht diskutierte Nutzer-Investor-Dilemma bei auch wenn der Einfluss wie bereits erläutert schwierig zu quantifizieren ist. Im Rahmen einer Umfrage des Bundesverbands deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen (GdW) wurden 103 Wohnungsunternehmen zu den Gründen befragt, die aus Ihrer Sicht gegen den Einsatz von Wohnungslüftungsanlagen sprechen. Genannt wurden folgende Gründe: Investitionskosten (39%), Betriebskosten (27%), fehlende Akzeptanz (21%), Technik (13%).“

Aus den zitierten Erkenntnisständen des Forschungsantrags zeigen sich die Querbezüge zwischen der Nutzerakzeptanz (Erwartungen, Ängste, Attraktivität) und der Bauherren- bzw. Investorenakzeptanz (Erwartungen, Bewertungsaspekte der Technik, Informationsstand, Attraktivität, Befürchtungen usw.), welche in dem hier beschriebenen Untersuchungsteil des Vorhabens IBWL erhoben werden sollen.

Die Arbeitsinhalte der Befragung der beteiligten Mieter, und Unternehmen sowie der Online-Umfrage in der deutschen Wohnungswirtschaft (ausgewählte Unternehmen) werden im Kapitel 0 skizziert.

Ziele der Erhebung für das Vorhaben IBWL

Das Projekt „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ (IBWL) zielt darauf ab, die ökonomischen und umsetzungsorientierten Hemmnisse, sowie technische Vorbehalte gegenüber hocheffizienten Lüftungsanlagen zu untersuchen und Beiträge zu ihrem Abbau zu liefern.

Für die Zielgruppen der Bewohner sowie Eigentümer von bestehenden mehrgeschossigen Mietwohngebäuden, welche als Modellvorhaben umfassend im Projektverlauf energetisch modernisiert werden wurden Leitfragen formuliert, welche in den Erhebungen bearbeitet werden sollen:

a. Zielgruppe Mieter/Bewohner

Leitfragen Nutzerakzeptanz

1. Wie hoch ist Akzeptanz/Ablehnung bei Mietern gegenüber der KWL, die bisher keine KWL in ihrer Wohnung eingebaut hatten?
2. Was sind die größten Sorgen/Ängste der Mieter. Bei denen ein Einbau einer KWL ansteht?
3. Wie kann diesen Sorgen begegnet, wie können diese Ängste ausgeräumt werden?
4. Wie kann dafür gesorgt werden, dass Mieter den Mehrwert (Komfort, Raumluftqualität, …) einer KWL erkennen?
5. Welche Fragen haben Mieter bezüglich der Bedienung einer KWL?
6. Wie kann sichergestellt werden, dass Mieter den richtigen Umgang mit einer KWL optimal erlernen?

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Leitfragen Nutzerverhalten

1. Welche Fragen sind mieterseitig nach dem Einbau offengeblieben, die ggf. Auswirkung auf das Nutzerverhalten haben?
   --> war Aufklärung und Einweisung ausreichend und konnten die Nutzer alles nachvollziehen?
2. Welche Sorgen/Ängste bestehen noch, sind ggf. dazu gekommen, die das Nutzerverhalten beeinflussen? Welche konnten abgebaut werden?
3. Wie wird KWL betrieben (ist sie überhaupt an? Immer? Welche Stufe? Nimmt Mieter Einstellungen vor?
4. Hat sich Nutzerverhalten vorher/nachher geändert? Wenn ja – was genau?
5. Welche Konzepte können entwickelt werden, um unangepasste „Nachtlüfter“ hin zum Energiesparverhalten zu beeinflussen?

b. Zielgruppe Experten aus der Wohnungswirtschaft

Teilnehmer aus den direkt am Projekt beteiligten Wohnungsunternehmen und unter Akteuren der deutschen Wohnungswirtschaft: Entscheider, Planer, technische, kaufmännische und weitere Fachleute in den Mitgliedsunternehmen der großen wohnungswirtschaftlichen Verbände.

Leitfragen Wohnungswirtschaft

1. Welche Kapazitäten und Expertisen zu KWL-Anlagen (KWL=kontrollierte Wohnraumlüftung ggf. mit WRG) sind in den Unternehmen vorhanden?
2. Welche Erfahrungen mit KWL liegen vor?
3. Welche Einschätzungen und Bewertungen von KWL in technischer, ökonomischer, gesundheitlicher und nutzerbezogener Art liegen vor?

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Methoden und Untersuchungs-Design

Untersuchungsgegenstand

Die vorliegende Untersuchung befasst sich im Rahmen des von der Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsvorhabens „Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung – IBWL“ mit den Fragen, welche Erwartungen und Erfahrungen mit dem Einbau von Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung (KWL) in Bestandsgebäuden verbunden sind und welche Anforderungen in diesem Zusammenhang an die Kommunikations- und Informationsprozesse zwischen Mietern, Wohnungsunternehmen und Anlagenhersteller bestehen. Die Untersuchung behandelt anhand von mehreren Pilotprojekten begleitend einerseits die Praxis des Einbaus und den Betrieb der Anlagen wie aber auch die Erwartungen und Einstellungen auf Seiten der Eigentümer und Nutzer.

Befragt wurden zu diesem Zweck zwei Zielgruppen:

- Mieter aus 25 Bestandswohnungen der GEWAG Remscheid (9 Wohnungen/Wohneinheiten (WE)), des Bauvereins Wesel (3 WE) und der Vivawest AG (13 WE in Mietobjekten an den Standorten Marl und Leverkusen) in denen Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung (KWL) eingebaut werden sollten bzw. wurden.

- Experten aus verschiedenen Fachrichtungen (Kaufmännisch, technisch, architektonisch-planerisch, mieterbetreuend usw.) aus den projektbeteiligten Wohnungsunternehmen und aus der bundesdeutschen Wohnungswirtschaft

Die Erhebungen wurden als nicht-repräsentative Befragungen angelegt.

Nach der Festlegung des Untersuchungsgegenstands wurde zunächst die Grundgesamtheit in einem zweistufigen Prozess festgelegt.

In einem ersten Schritt wurden

- Die zu befragenden Mieter benannt, in deren Wohnungen der Einbau der KWL-Anlagen erfolgen sollte.
- der Begriff der (zu befragenden) „Wohnungsunternehmen“ konkretisiert und operationalisiert (s. Stichprobenbeschreibung, Kapitel 0) sowie zuständige Organisationen (Verbände) der Wohnungswirtschaft auf der Landesebene benannt.

In einem zweiten Schritt wurde der Kontakt mit den Mietern und großen wohnungswirtschaftlichen Verbänden hergestellt:

- Die Mieter wurden nach Ihrer Bereitschaft zur Teilnahme an den Interviews gefragt. Die Teilnahme von 22 Mietparteien wurde erreicht.
- Die teilnehmenden Verbände unterstützten die Studie aktiv durch eine schriftliche Empfehlung an ihre Mitglieder, an der Umfrage teilzunehmen. Die auf diese Weise ermittelten Wohnungsunternehmen bzw. ihre Experten[1] fungieren als Analyseeinheit, zusammen bilden sie die ‚Wohnungsunternehmen in Deutschland‘, bzw. die Grundgesamtheit der wohnungswirtschaftlichen Studie und der Online-Befragung. Mit den gleichen Fragen wurden außerdem 11 Fachleute aus den mit Modellwohnungen des KWL-Einbaus teilnehmenden Wohnungsunternehmen befragt. Ergebnisse dieser Interviews fließen ebenfalls in die Auswertung der wohnungswirtschaftlichen Erhebung ein.

[1] „Experten“ meint: Sie können zu bestimmten Aspekten der Thematik des IBWL-Projektes an der Umfrage teilnehmen. Gleich ob Sie hinsichtlich strategischer, energetischer, kaufmännischer, technischer, ökologischer Beurteilung oder der Mieterkommunikation mit dem Thema befasst sind oder künftig sein werden.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Aufbau der Untersuchung

Zur Bearbeitung der Leitfragen wurde eine zweistufige Vorgehensweise gewählt, um Daten und Erkenntnisse hinsichtlich der Fragestellung zu erheben. Bei der durchgeführten Untersuchung handelt es sich um ein Querschnittsdesign.

1. Anhand projektbegleitender **Face-to-face-Interviews** (Phase 1 und teilweise Phase 3: vor dem Einbau der KWL und nach der ersten Heizperiode) und Telefoninterviews (Phase 2 und teilweise 3: kurz nach dem Einbau der KWL und nach der ersten Heizperiode) mit den Mietern der mit einer KWL ausgestatteten Wohnungen wurden Fragen zu Erwartungen, Erfahrungen und Lüftungsverhalten sondiert.
2. Anhand projektbegleitender **Face-to-face-Interviews** mit Experten aus den am IBWL-Projekt teilnehmenden Unternehmen wurden Fragen zur betrieblichen Umsetzung sowie zu praktischen Erfahrungen und Rahmenbedingungen für den KWL-Einbau exploriert bzw. vertieft.
3. Mit Hilfe einer **Online-Umfrage** wurden Unternehmen der deutschen Wohnungswirtschaft zur betrieblichen Umsetzungen, sowie zu praktischen Erfahrungen und Rahmenbedingungen für den KWL-Einbau befragt.

Mieterinterviews

Im Rahmen einer begleitenden qualitativen und quantitativen Erhebung wurden die Mieter der Wohnungen in denen eine KWL eingebaut wurde mit Hilfe von fragebogen- und leitfadengestützten Interviews befragt. Die Interviews thematisierten die Erwartungen und Erfahrungen an und mit KWL-Anlagen, die Einschätzungen zum Einbauprozess und zur Kommunikation zwischen Wohnungsunternehmen und Mietern sowie das Lüftungsverhalten der Bewohner. Die Befragungen wurden zu drei definierten Zeiträumen geführt:

- Interviews P1: vor dem Einbau der KWL,
- Interviews P2: kurz nach dem Einbau der KWL,
- Interviews P3: einige Monate nach dem Einbau der KWL, bzw. nach der ersten Heizperiode.

Die Fragebögen wurden den Interviewzeitpunkten angepasst (s. Anhänge 1 bis 3). Alle Befragungen in P1 wurden als Face-to-face-Interview durchgeführt, die Gespräche in P2 und P3 als Telefon- oder Face-to-face-Interviews. Die Gespräche hatten eine Dauer von einer bis zweieinhalb Stunden. Es handelte sich um hochstandardisierte, teilstandardisierte sowie einige offene Fragen (narrativer Interviewteil).

Experten-Interviews und -Online-Umfrage

Die Befragung der Experten deutscher Wohnungsunternehmen war von Beginn an als Online-Erhebung konzipiert, die mit den Ergebnissen aus den Experteninterviews mit gleichlautenden Fragestellungen ergänzt werden sollte. Dies erforderte zum einen die Erstellung eines EDV-gestützten Online-Fragebogens, die Erstellung einer eigens hierfür angelegten Internetseite (s. Anhang 4) sowie die Beschaffung von E-Mail-Adressen der potentiellen Teilnehmer.

Der entwickelte Fragebogen wurde im Rahmen eines Pretests mit drei Experten/Teilnehmern aus Wohnungsunternehmen in NRW auf Plausibilität und Praxistauglichkeit hin überprüft. Im Ergebnis führten Pretest und Überprüfung noch zu leichten Modifikationen einzelner Items, grundsätzlich wurde der Fragebogen in der vorgelegten Form bestätigt.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Das teilstandardisierte Erhebungsinstrument „Online-Fragebogen“ gliedert sich in folgende Fragebereiche:

A. Fragen zum Organisationsbereich der teilnehmenden Person

B. Fragen zu den Expertisen der Teilnehmer

C. Fragen zu Kapazitäten zur Bearbeitung des Themas KWL im Unternehmen

D. Fragen zu Einschätzungen und Erfahrungen zu/mit KWL

E. Fragen zur Bewertung von KWL

F. Fragen zu Lüftungsanlagen-Herstellern

G: Feedback zum Fragebogen

Im Rahmen der schriftlichen Online-Erhebung wurden alle Teilnehmer anhand größtenteils hochstandardisierter sowie einiger offener Fragen aufgefordert, aus der Sicht ihrer Organisationen und mit Bezug auf ihre Arbeitsaufgaben die Relevanz und Anwendung von KWL zu bewerten bzw. zu formulieren (s. Online- und Experten-Fragebogen in Anhang 4 und 5). Bei Bedarf konnten die teilnehmenden Personen weitere Kollegen aus der Organisation zur Beantwortung von Fachfragen hinzuziehen.

Stichprobenbeschreibung

Aufgrund der Informationen der kooperierenden Verbände der genossenschaftlich-öffentlich-kommunalen sowie der privatwirtschaftlich verfassten Wohnungsunternehmen wurden 1.373 Unternehmen und - unter der Annahme, dass jede Organisation mit einem Experten teilnimmt - damit 1.373 Experten als potenzielle Teilnehmer der Studie identifiziert. Nach Berücksichtigung der Experten aus den am Projekt IBWL teilnehmenden Wohnungsunternehmen umfasste die Grundgesamtheit 1.384 Organisationen. Die Antwortquote, nach einmaliger Erinnerung zur Teilnahme, betrug 4,0 Prozent (n= 55).

Verband	Anzahl Wohnungsunternehmen	Experten (Annahme 1 Experte pro Unternehmen)
VdW Rheinland Westfalen	474	474
BFW NRW	200	200
BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e.V.	360	360
VdW Sachsen	126	126
Verband Sächsischer Wohnungsgenossenschaften e.V.	213	213
Am IBWL beteiligte wohnungswirtschaftliche Experten	2	11
Summe	1.375	1.384

Tabelle 1: Grundgesamtheit der Wohnungsunternehmen nach Verbandszugehörigkeit

In einem ersten Schritt informierten die Kooperationspartner ihre Mitgliedsunternehmen mittels ihrer die Verbandspublikation über die Studie und die Online-Umfrage und motivierten diese zur Teilnahme an der Befragung. Interessierte konnten sich innerhalb einer bestimmten Frist für die

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Teilnahme registrieren. Nach Ablauf der Registrierungsfrist wurden dann an die 1.373 Wohnungsunternehmen mit Hilfe eines automatischen Versandsystems der Befragungs-Software eine Aufforderung zur Teilnahme an der Online-Umfrage, Informationen zu Projekthintergrund und Datenschutz sowie automatisch zufallsgenerierten spezifischen Eingangsdaten für jedes registrierte Unternehmen versandt. In der Folge wurden den Wohnungsunternehmen mit dem Versandsystem der Befragungs-Software in einer Erinnerungs-Mail mit leicht veränderten Anschreiben die Informationen und Einwahldaten nochmals zur Verfügung gestellt. Die nachstehende Abbildung illustriert ihre Verteilung nach Organisationstypen.

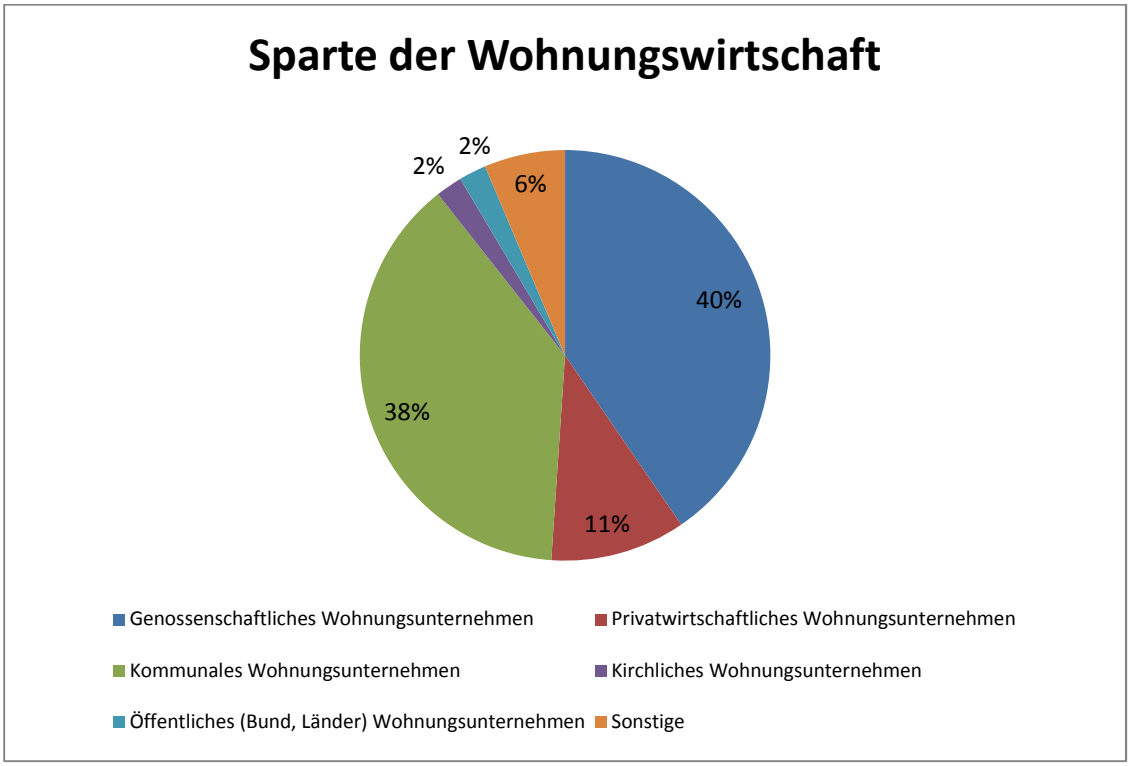


Abbildung 1: Teilnahme an der Expertenbefragung nach Sparten der Wohnungswirtschaft

Ergebnisse der Untersuchung

Quantitative und qualitative Ergebnisse – Mieter-Interviews

Einleitung

Die quantitative standardisierte Untersuchung wurde in den Interviews und Befragungen der Mieter jeweils durch offene nicht standardisierte Fragen ergänzt, mit deren Hilfe die Befragten ergänzende und/oder eigenständige Aspekte ihrer Erfahrungen mit der KWL in Einbau und Nutzung ausführen konnten. Die Darstellung der quantitativen Ergebnisse der Erhebung wird im Folgenden jeweils den zugehörigen qualitativen Ergebnisdarstellungen vorangestellt. Die Dokumentation der qualitativen Ergebnisse erfolgt als Zusammenfassung der wesentlichen Inhalte der Angaben, Einzelangaben sind den nachgestellten Tabellen oder der Dokumentation im Materialienband zu entnehmen. Die Äußerungen der Befragten wurden zudem nach Themengebieten (zu)geordnet. Pointierte Einzelaussagen dienen in Einzelfällen der Illustrierung bestimmter Aspekte und stellen keine repräsentativen Aussagen für die befragte Mieterschaft dar. Die Mieter wurden jeweils vor dem Einbau der Anlagen (Phase 1 = P1), kurz nach dem Einbau (Phase 2 = P2) und nach der ersten Heizperiode einige Monate nach dem Einbau (Phase 3 = P3) befragt. Die Frageinhalten unterschieden sich in P1 (im Focus Erwartungen) gegenüber P2 (mit dem Focus Erfahrungen). Bei identischen oder

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

vergleichbaren Fragestellungen sind die Ergebnisse aller drei Befragungsphasen in den folgenden Abbildungen und Tabellen zusammengefasst dargestellt. Die Anzahl der Nennungen in den Phasen P1 bis P3 unterscheidet sich je nach den jeweiligen Beteiligungsbereitschaften und –möglichkeiten der Mietparteien. In Phase 1 wurden auch Befragungen mit Mietparteien durchgeführt, die in der Folge keine KWL erhielten.

Wissen und Erwartungen vor dem Einbau

Vorstellungen zur Wirkung der KWL

Quantitative Interviewergebnisse

In der ersten Befragung (Phase 1 = P1) vor dem Einbau der Lüftungsanlagen wurden die Mieter nach Ihrem Wissen und gegebenenfalls bereits vorhandenen Erfahrungen zu Anlagen zur kontrollierten Wohnungslüftung (KWL) gefragt. Die Frage „Wissen Sie was eine KWL ist?“ wurden von dem Großteil der Befragten nicht (45 %) bzw. mit nein (41 %) beantwortet. Nur 14 % der befragten Mietparteien gaben an, zu wissen was diesen Anlagentyp ausmacht und kennzeichnet.

Abbildung 2: Wissen zu Begrifflichkeit und Art der Anlage

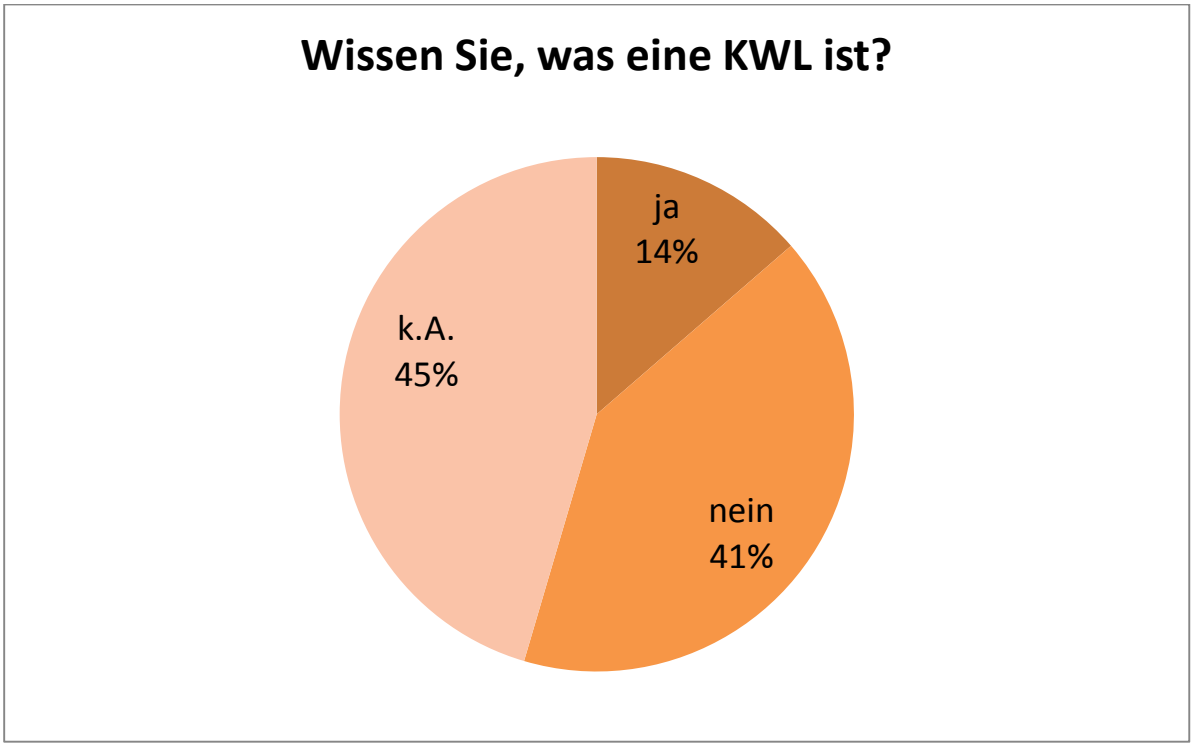


Tabelle 2: Wissen zu Begrifflichkeit und Art der Anlage

Wissen Sie, was eine KWL ist?	P1
Ja	3
Nein	9
Keine Angabe	10
Nennungen	22

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Qualitative Interviewergebnisse

In der Folge wurde das Funktionsprinzip der einzubauenden KWL erklärt und mit offener Antwortmöglichkeit nach den Vorstellungen gefragt, was eine solche Anlage in den Wohnung bewirken könnte (die Fragestellung wurde zweimal vorgelegt, um sich im Verlauf des Gespräches entwickelnde Vorstellungen erfassen zu können: Zu Beginn der Befragung nach der ersten Frage zu Wissen um KWL-Anlagen: „Welches Bild haben Sie, was eine KWL in Ihrer Wohnung bewirken kann?“ und nach den Fragen zu den Erfahrungen von Bekannten oder den Befragten selbst: „Was denken Sie, wird eine Lüftungsanlage in Ihrer Wohnung bewirken?“)

Befragte:	22
Nennungen:	8

Überwiegend wurden von den 8 Mietparteien, die sich dazu äußerten positive Erwartungen und Vorstellungen formuliert. Die vollständige Liste der Zitate/Mitschriften findet sich im Materialienband.

Hervorgehoben wurden vor allem, dass die "ferngesteuerte" Lüftung bei geschlossenen Fenster eine bessere Lüftung ermöglicht, die gleiche oder sogar bessere Luftqualität liefert und die Luft „sauberer“ ist, indem beispielsweise Feuchtigkeit entfernt wird und Feuchteschäden vermieden werden (in einer Wohnung gab es in der Vergangenheit Probleme damit). Im Zusammenhang damit wurde auch die Hoffnung geäußert, dass der „Schimmel weggehen wird“

Erwähnt wurde auch die Erwartung der Energieeinsparung („Feuchtigkeit raus, Wärme rein“) und praktische Aspekte wie, dass (Anmerkung Autor: im Sommer) kein Ventilator mehr benötigt wird und keine Fluginsekten mehr in die Wohnung eindringen können.

Als Befürchtung wurde von einer Mietpartei geäußert, dass Geräusche in der Wohnung störend sein könnten und das die Einbauten zu räumlichen Beeinträchtigungen (Anmerkung: in den teilweise beengten Grundrissen der ausgewählten Gebäude) führen (wenngleich die bessere Luftqualität zugestanden wurde).

Weiterhin wurde von einer Mietpartei befürchtet, dass die Beeinträchtigung durch Staub in Einbauphase hoch sein würde und man sich danach mit der KWL-Anlage „fremd“ in der Wohnung fühlen würde (- „an die Anlage“(selbst, habe man…) „keine großen Erwartungen“).

Eine ähnliche Haltung wurde von einer Teilnehmer(in) in der Antwort auf die o.g. Frage so ausgedrückt: „Nichts weiter, da seit 50 Jahren auch ohne Lüftung kein Schimmel…“

Anzumerken ist außerdem, dass vor dem Aushändigen des Infoblattes zur Anlage „kein Bild“ (Anmerkung Autor: Wissen und Vorstellung von Anlage KWL und Funktion) vorhanden war.

Zwischenfazit:

Die Schwerpunkte der Erwartungen lagen bei einer besseren („frischeren“) Luftqualität bzw. einem angenehmen Raumklima und bei der Abwendung oder Bekämpfung von Feuchteschäden und Schimmelproblemen. (Diese Themen sind aber als auch gebäudeabhängig zu relativieren und daher nur eingeschränkt verallgemeinerbar.) Der Energieeinspareffekt der KWL trat dagegen in den Hintergrund.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Erfahrungen von Bekannten/Verwandten und eigene Erfahrungen mit KWL

Quantitative Interviewergebnisse – Bekannte mit Erfahrungen

Weiterhin wurde danach gefragt, ob die Mieter selbst oder Bekannte von Ihnen bereits Erfahrungen mit KWL-Anlagen (in vorherigen Wohnungen) hatten bzw. haben, um den Wissenshintergrund der Befragten zu beleuchten. Von 22 Befragten hatten nur vier (18 %) Bekannte mit Erfahrungen mit KWL-Anlagen und nur eine Mietpartei (4 %) hatte selbst Erfahrungen damit gemacht. Ohne Berücksichtigung der Mietpartei die keine Angabe macht, ergeben sich 91 % der Befragten ohne eigene Erfahrungen mit KWL und 77 % der Befragten ohne Bekannte mit Erfahrungen mit KWL-Anlagen. Ein Ergebnis, welches den derzeit noch geringen Verbreitungsgrad dieser Anlagen im Wohnungsbestandsbau illustriert.

Abbildung 3: Bekannte mit Erfahrungen KWL

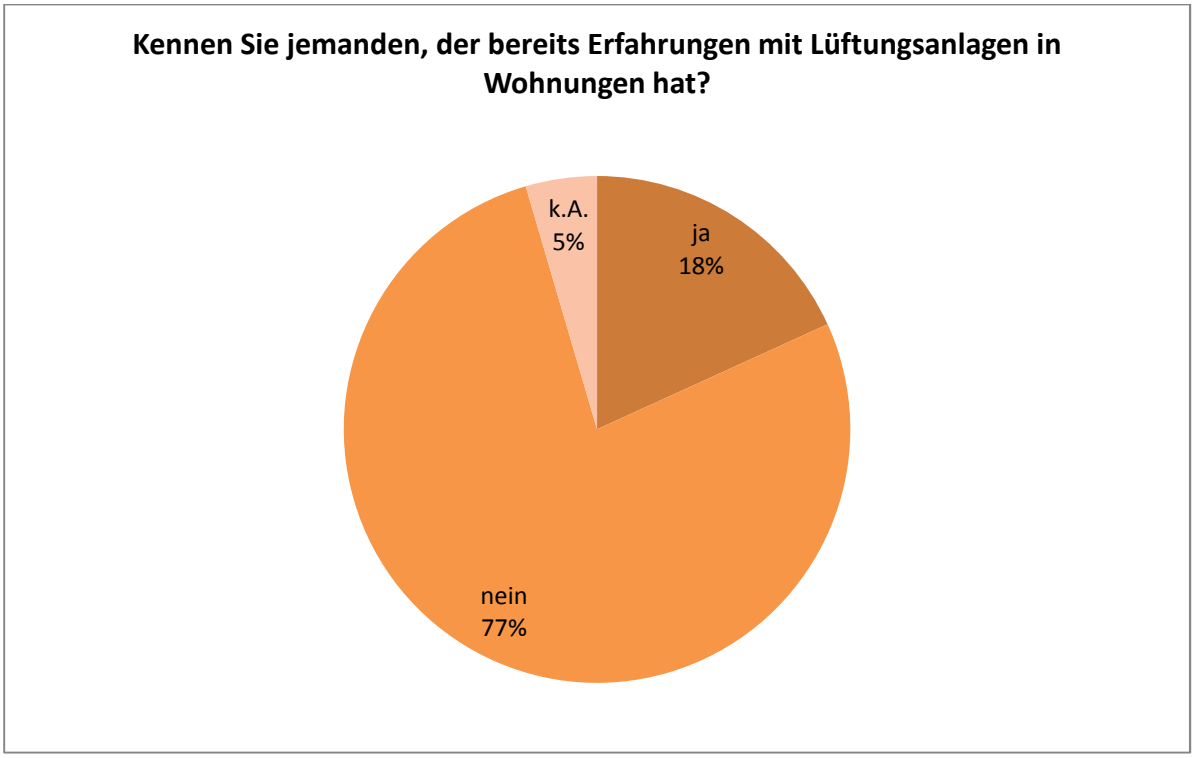


Tabelle 3: Bekannte mit Erfahrungen KWL

Kennen Sie jemanden, der bereits Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen hat?	P1
Ja	4
Nein	17
Keine Angabe	1
Nennungen	22

Die vier Teilnehmer (18 %), die Bekannte mit Erfahrungen mit KWL-Anlagen angaben, wurden nach diesen Erfahrungen gefragt („Wenn ja, was sind, kurz ausgedrückt, die Erfahrungen des/der Bekannten/Verwandten?“). Neben einer befragten Mietpartei, die keine Angaben machen konnte, konstatierten zwei Teilnehmer(innen) positive Erfahrungen im Neubau (Einfamilienhaus, Eigentum) und im Neubau eines Mehrfamilienhauses und in einem Bestandsgebäude. Diese stellten ebenso wie die dritte Mietpartei eine gute bzw. frische Luftqualität fest. Bei der dritten befragten Mietpartei

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

wurde aber festgestellt, dass trotz verbesserter Luftqualität ein bestehendes Schimmelproblem im Badezimmer trotz Abluft nicht gelöst werden konnte.

Quantitative Interviewergebnisse – eigene Erfahrungen

Über eigene Erfahrungen mit KWL-Anlagen verfügte nur eine der befragten 22 Mietparteien. Die im Interview beschriebenen Erfahrungen damit sind im folgenden Abschnitt zu den qualitativen Teilergebnissen beschrieben.

Abbildung 4: Eigene Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen

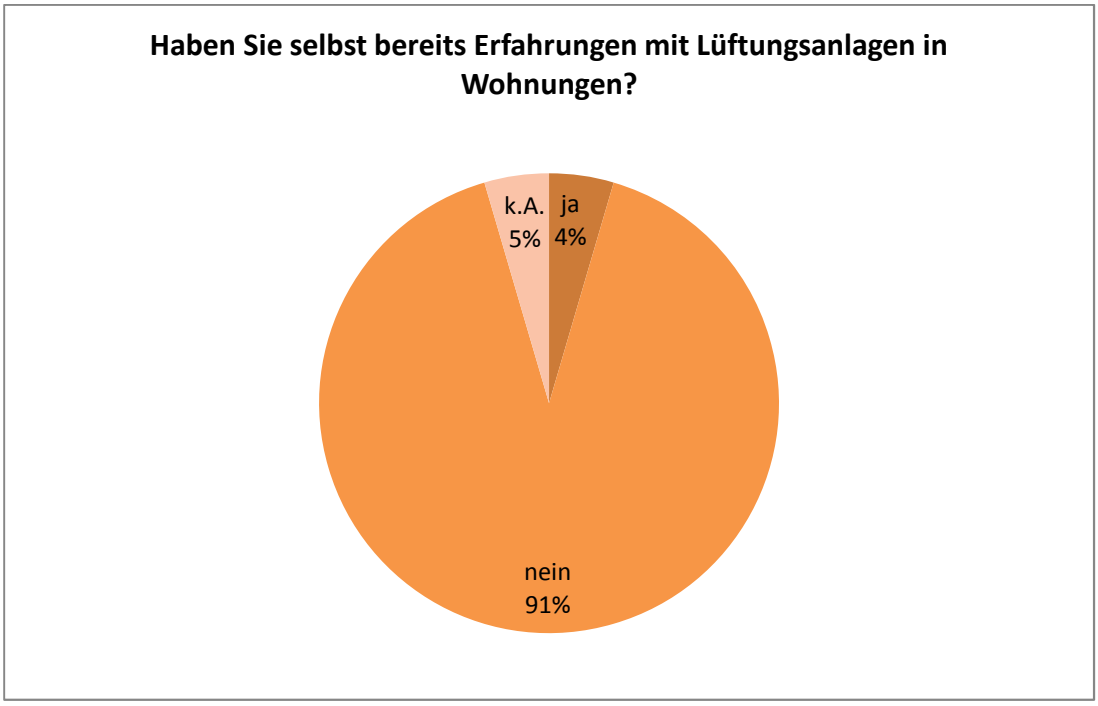


Tabelle 4: Eigene Erfahrungen mit KWL

Haben Sie selbst bereits Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen?	P1
Ja	1
Nein	20
Keine Angabe	1
Nennungen	22

Wenn ja, was sind kurz ausgedrückt die Erfahrungen?

Die eine Mietpartei (4 %) die selbst Erfahrungen mit KWL-Anlagen gemacht hatte, berichtete von einer „nicht maschinellen“ Lüftungsanlage, die mit Lüftungsklappen in allen Zimmertrennwänden und unter den Fenstern beschrieben wurde (Anmerkung: eventuell wurde eine raumweise-dezentrale Lüftungsanlage gemeint, weitergehende Informationen waren aber nicht zu erhalten) und die entstehende Zugluft wurde als negativer Aspekt dieser Anlage beschreiben.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Zwischenfazit:

Die Erfahrungen von Bekannten/Verwandten der befragten Mietparteien waren überwiegend positiv und hoben auf die verbesserte Luftqualität ab, welche auf den Betrieb der Anlagen zurückgeführt wurde.

Erwarteter Nutzen der KWL

In der Folge wurde in einer offenen Frage ausdrücklich nach dem erwarteten Nutzen der KWL-Anlage gefragt und die Teilnehmer(innen) daraufhin gebeten die erwartete Stärke des Nutzens anzugeben.

Im qualitativen Teil („Was denken Sie, welchen Nutzen Sie davon haben?“) wurden als erwartete Vorteile unter anderem das schnellere Abführen von Gerüchen und Luftfeuchte, auch die Lüftung bei Abwesenheit, eine bessere Luftqualität (frischere, bessere Luft, Plus auch für andere Räume und für Allergiker, Energiesparen, Schimmelbekämpfung und automatisches Umsetzen des wegen der neuen Fenster erhöhten Lüftungsbedarfs genannt.

Befragte:	22
Nennungen:	8

Qualitativ - Quantitative Interviewergebnisse zur Nutzeneinschätzung

Die Stärke des erwarteten Nutzens konnten die Befragten mit Hilfe einer Skala von 1 (so gut wie gar nicht) bis 10 (Sehr stark) angeben:

Abbildung 5: Beispiel 1 zur Fragebogenskala

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
so gut wie gar nicht		schwach		eher schwach	eher stark		stark		Sehr stark	keine Angabe (u.a. wegen Enthaltung, weiß nicht u.ä.)

Die weitaus häufigsten Nennungen waren dem Thema Luftqualität gewidmet und drückten mit einem Wert zwischen eher stark und stark auf der angebotenen Bewertungsskala (Mittelwert 7,1) die Erwartung einer deutlichen Verbesserung der Luftqualität aus. Die weiteren jeweils einfachen Nennung widmen sich diversen bereist weiter oben erwähnten Themen (Feuchte, Schimmel, Wärme, Energiesparen und weitere) und bewerten diese erwarteten Nutzen als stark bis sehr stark.

Tabelle 5: Stärke des erwarteten Nutzens – qualitative Angaben

Wie stark wird sich Nutzen X Ihrer Ansicht nach auswirken? - Themenkreise	P1	
	Anzahl	Mittelwert
Luftqualität / frischere Luft / angenehmes Raumklima	7	7,1
geringere Feuchtigkeit	1	8
geringere Schimmelgefahr	1	9
geringere Einbrechergefahr	1	9
Wärme	1	8
erholsamerer Schlaf	1	10
Energiesparen	1	8

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Qualitativ - Quantitative Interviewergebnisse zu allgemeiner Erwartung an Modernisierung

In einer weiteren Frage wurde zusätzlich neutraler nach den allgemeinen Erwartungen der Mieter vor der Modernisierung gefragt, um auch die Möglichkeit zu geben eventuelle negative Aspekte und Befürchtungen angeben zu können. Auf die Frage „Haben Sie eine Vorstellung, wie die geplante Modernisierung das Wohnraumklima in Ihrer Wohnung beeinflussen wird?“ wurden allerdings nur von 2 der 22 befragten Mietparteien Angaben gemacht. Neben der bereits angeführten Erwartung an die bessere Luftqualität wurde von einer Mietpartei die (starke – Wert 8 auf der o.g. Bewertungsskala) Befürchtung geäußert, dass Schäden an der Wohnung durch die Einbauarbeiten entstehen.

Tabelle 6: Stärke der allgemeinen Erwartung – qualitative Angaben

Sie haben von Ihrer Erwartung X gesprochen - Wenn Sie diese Erwartung einschätzen müssten: Welches Ausmaß würde X Ihrer Ansicht nach annahmen?	P1	
	Anzahl	Skalenwert
Luftqualität / frischere Luft / angenehmes Raumklima	1	7
Schäden an der Wohnung	1	8

Erfahrungen kurz nach dem Einbau und nach der ersten Heizperiode

Nach den ersten Interviews vor dem Einbau entschieden sich die meisten der befragten Mietparteien für den Einbau von KWL-Anlagen. Diese wurden daraufhin kurz nach dem Einbau (Phase 2 – P2 von September bis Dezember 2016) und einige Monate später nach Ablauf der ersten Heizperiode (Phase 3 – P3 von März bis April 2017) nochmals nach ihren Erfahrungen mit dem Einbau, dem Betrieb und den Informationen zu den KWL-Anlagen befragt. Die Ergebnisse dieser Phasen P2 und P3 werden im Folgenden dargestellt und mit denen der Befragung vor dem Einbau der KWL in Bezug gesetzt. Die Anzahl der Befragten unterscheidet sich zwischen P1, P2 und P3. Dies ist bedingt durch gesundheitliche Umstände in der Mieterschaft, Auszug- und Neueinzug, ein erbetenes Aussetzen von Teilnehmern in P2 und die erwähnte Nicht-Teilnahme einiger in P1 befragter Mietparteien an dem KWL-Einbauprogramm.

Erfüllung von Vorstellungen zur Wirkung der KWL

Quantitative Interviewergebnisse

Befragte nach der Erfüllung ihrer (in P1 geäußerten) Vorstellungen zur Wirkung der KWL gaben in P2 (kurz nach dem Einbau) 17 % und in P3 (nach der Heizperiode) 50 % der Befragten an, ihre Vorstellungen hätten sich erfüllt. Die zwischen P2 und P3 auffallende Differenz der Angaben (17 vs. 50 %) ist auf mehrere Effekte zurückzuführen. In P2 nahmen aufgrund der oben beschriebenen Veränderungen in der Mieterschaft weniger Mietparteien teil, die bereits Erfahrungen zu ihren Erwartungen angeben konnten. Die neu eingezogenen Mieter befasste sich erst zu diesem Zeitpunkt mit Erwartungen und machten daher zu dieser Frage in P2 keine Angaben (67 %) sondern erst in der dritten Befragungsrunde P3 – hier fällt der Anteil der Befragte die keine Angaben machen dementsprechend auf 17 % und der Anteil der positiven Erwartungserfüllung steigt auf 50 %.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 6: Erfüllung der Vorstellungen zur KWL-Wirkung P2/P3

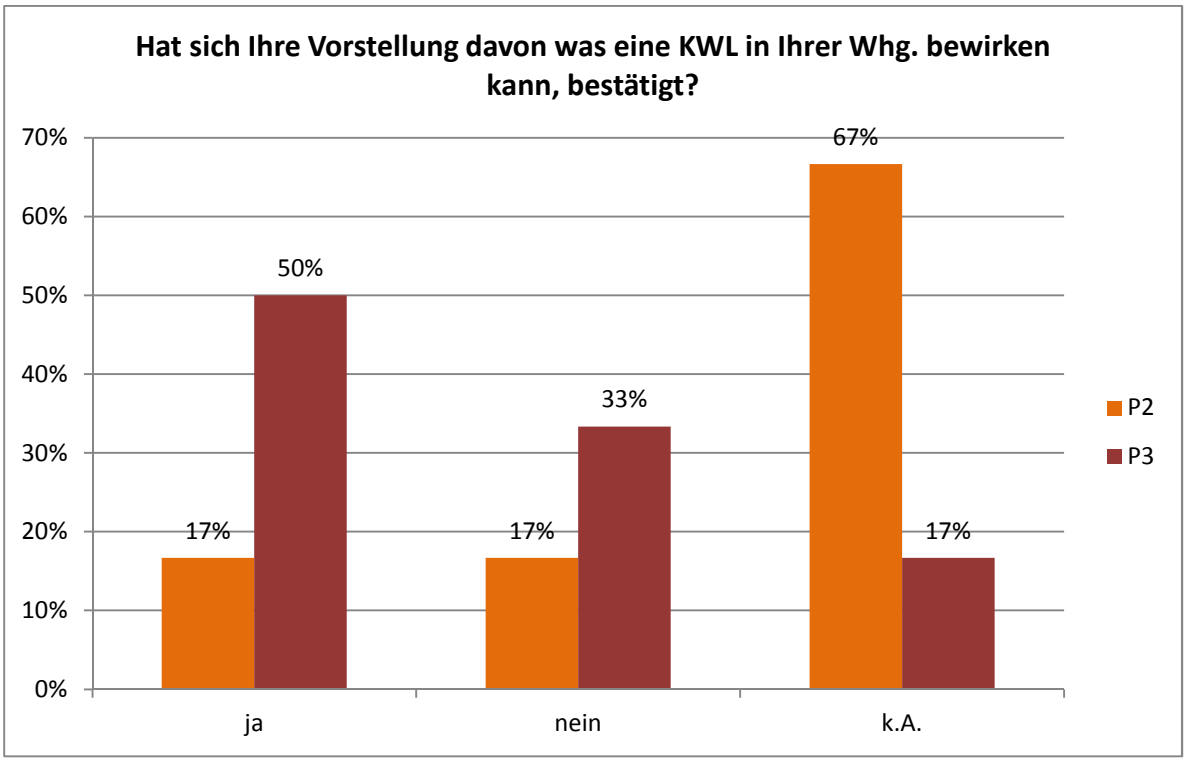


Tabelle 7: Erfüllung der Vorstellungen zur KWL-Wirkung P2/P3

Hat sich Ihre Vorstellung davon was eine KWL in Ihrer Wohnung bewirken kann, bestätigt?	P2	P3
Ja	17%	50%
Nein	17%	33%
Keine Angabe	67%	17%
Nennungen	6	12

Qualitativ-quantitative Interviewergebnisse

Deutlich wird aber auch, dass 33 % der Befragten ihre Vorstellung als nicht erfüllt ansehen. Die Angaben aus den Interviews in P2/3, die von den Befragten selbst skaliert wurden, lassen Rückschlüsse darauf zu warum das so ist (Gefragt wurde „Wie stark (oder schwach) sind Ihre Erwartungen erfüllt worden?“, siehe Anhänge 2 und 3 sowie Materialienband 1)

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

So wurden folgende Aspekte von einzelnen Mietparteien als so gut wie gar nicht (Wert 1) bis eher schwach (Wert 3) bewertet:

Tabelle 8: Erfüllung der Vorstellungen zur KWL-Wirkung P2/P3

Wie stark (oder schwach) sind Ihre Erwartungen erfüllt worden?	P2		P3	
	Anzahl	Wert	Anzahl	(Mittel-) Wert aus mehreren Antworten
Luftqualität / frischere Luft / angenehmes Raumklima	2	2	2	3,5
Abführung (Koch)Gerüche			1	1

In einem Fall wurde zudem die Befürchtung aufgenommen, dass die Stromkostend der KWL-Anlage ungünstig hoch ausfallen würden. Dieser Aspekt wurde daher vom Befragten mit dem Wert 8 (stark) für hohe Stromkosten bewertet. Allerdings war den Befragten über die voraussichtlichen Einspareffekt der KWL-Anlage nichts bekannt. In diesem Zusammenhang sei auf die Erhebungsergebnisse zur Kommunikation und Information rund um den KWL-Einbau verwiesen.

Die Befragten hatten aber auch die Möglichkeit anzugeben inwiefern ihre Vorstellungen zur KWL in P2/P3 erfüllt oder nicht erfüllt wurden. Die folgende Tabelle 9 fasst die Angaben zusammen, die größtenteils positiv hinsichtlich der Lüftung und Luftqualität ausfallen.

Tabelle 9: Erfahrungen mit KWL P2/P3

Wie würden Sie Ihre Erfahrungen mit der KWL beschreiben?	
	P2 - Anzahl
bessere Lüftung	1
keine Veränderung; gleich angenehm	1
frische Luft bei geschlossenen Fenstern	1
hilft, Lüften wie vorher (gleich angenehme Lüftungssituation)	1
keine Ahnung, dass man spürt dass der Luftaustausch da ist; Betriebsgeräusche: man muss höchste Stufe einstellen, um was zu hören (!) - Betriebsgeräusch okay; keine bessere Luft da; Gefühl nicht da - Gefühl keiner Verbesserung	1
	P3 - Anzahl
Merkt nichts auch wenn KWL läuft, frischere Luft erwartet	1
frischere Luft in Wohnung | höhere Stromkosten?	1
immer frische Luft in der Wohnung	1
gute Luft, in alter Wohnung 26 Jahre: stickige Luft	1
noch nie gehört von KWL --> keine Erwartungen; Gerüche bei Kochen schneller weg	1
angenehmes Schlafklima	1
bessere Luft	1
nein, Vorstellung anderes Wohnklima --> subjektiv; meine Frau meinte schon, gerade bei den Jungs ist nicht mehr so oft lüften nötig…	1

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

frische Luft	1
hatte keine Informationen zum Einbau vor Einzug!: Vorratsraum war weg, da hier die KWL eingebaut	1
lüfte nur noch selten wie man mir gesagt hat, unsere Anlage läuft auf Stufe 2	1
Wir lüften weiter wie bisher Die m² im Abstellraum fehlen nun, kann Vorräte nicht mehr in Wohnung lagern	1
KWL war 3 Monate durchgehend an (Nov-Jan), wir lüften weiter wie vor KWL | Geräusche im Flur von KWL: nach Einbau der Abhangdecke haben sich Geräusche deutlich verstärkt	1
positiv, merklicher Unterschied zu vorheriger Wohnung	1
kein Unterschied zu vorher, mein Mann (lungenkrank) empfindet Luft jetzt als besser, Gerüche gehen nicht schneller weg gelüftet (Kochgerüche), im Bad sind Kochgerüche aus der Wohnung unten (EG), bemerkbar und zwar auch bei geschlossenen Fenstern	1
nach Umzug, sechs Monate ohne Lüftung jetzt wieder gut	1
Gut	1
Wir haben keine Veränderung bemerkt, aber der Schimmel der beim Einzug noch sichtbar war, ist nun weg	1
läuft, denkt nicht dran nur im Partymodus hörbar im WZ, --> Aspekt: neue Fenster aber immer noch beschlagene Fenster	1
Geräusche stören manchmal, Infos zur Einstellung sollten gegeben werden.	1
es wird Staub umgewälzt, bspw. Küchenplatte dunkelblau ist immer staubbedeckt…	1
Feuchtigkeit an den Fenstern weg, Hundegeruch weniger, paarmal ausgefallen - sofort gemeldet.	1

Die Tabelle 9 zeigt aber auch wo die Probleme bei der optimalen Umsetzung von KWL-Einbau und Betrieb in Bestandsgebäuden liegen. Die berichteten negativen Aspekte lassen sich anhand der Stichworte/Themenkreise: Geräusche im Betrieb, Platzbedarf bei kleinen Wohnungs-Grundrissen und frühzeitige klar verständliche Information beschreiben.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Selbstskalierte Bewertungen von positiven und negativen Aspekten der KWL

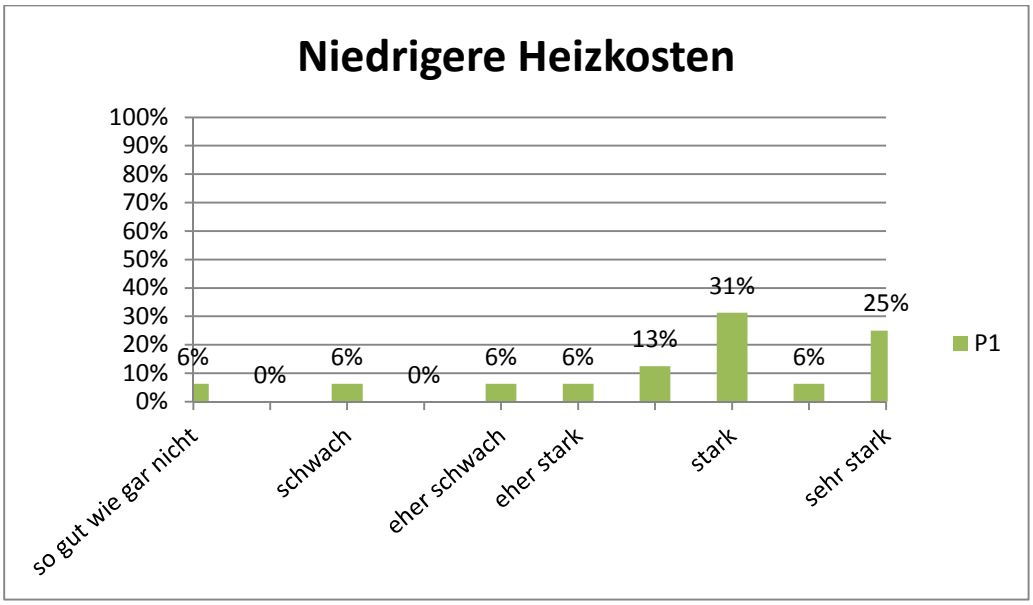
In allen Befragungsphasen (P1, P2, P3) wurden den Teilnehmer(innen) eine Anzahl von vor dem Einbau erwarteten bzw. nach dem Einbau und Betrieb der KWL gegebenenfalls erfahrenen positiven und negativen Aspekten vorgelegt und darum gebeten diese anhand der schon bekannten Bewertungsskala (Abbildung 5) einzuordnen. Gefragt wurde zu jedem der folgend dargestellten Themen „Wie stark (oder schwach) sind Ihre Erwartungen erfüllt worden – auf einer Skala von 1 für sehr schwach bis 10 für sehr stark erfüllt?“[2]. Es werden alle Ergebnisse dargestellt zu denen eine ausreichende Zahl an vergleichenden Befragungsergebnissen aus P1, P2, P3 (Auswahlkriterium minimal 3 Nennungen je Frageinhalt) vorliegt.

Es sei hier darauf hingewiesen, dass die Prozentangaben zum Teil dennoch auf wenige Nennungen (Anzahl von Teilnehmern) stützen und sich daraus insbesondere zwischen P2 und P3 starke Werteunterschiede ergeben können, die sich nicht als „Trendaussage“ interpretieren lassen. Die Abbildungen sind aus diesem Grund immer mit den jeweils beigefügten Auswertungstabellen und der dort angegebenen Zahl der Nennungen zu interpretieren. Alle weiteren Ergebnisse sind im Materialienband dokumentiert.

Die in der Befragung angebotene Bewertung der Aspekte „niedrigere Heizkosten durch KWL“ wurde für die Phase P 3 nicht ausgewertet, da die Heizkosten-/Nebenkostenabrechnung zum Zeitpunkt der Umfrage P3 noch keinem Mieter vorlag und daher keine verwertbare Anzahl an Ergebnisse vorliegt.

Die Erwartungen an die Senkung der Heizkosten durch den KWL-Betrieb waren aber durchaus vorhanden wie sich aus der folgenden Abbildung 7 ergibt. Die Teilnehmer äußerten vor dem Einbau zu rund 81 Prozent die Erwartung, dass die KWL-Anlage eher stark bis sehr stark für niedrigere Heizkosten führen wird.

Abbildung 7: Erwartungen zu „niedrigere Heizkosten durch KWL“ aus P1

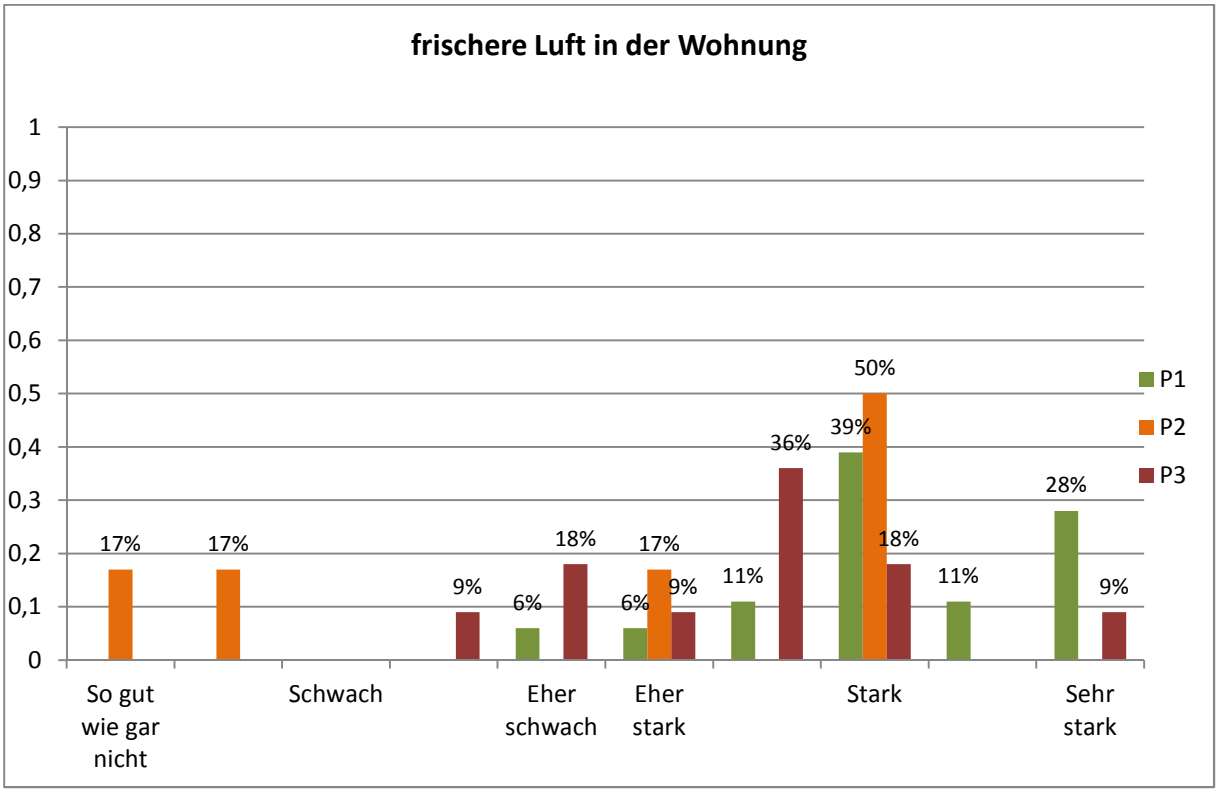


[2] Hinweis: In den Fragebögen der Phase 1 wurde bei der Frage „Wenn Sie die folgenden Punkte einschätzen müssten: Welches Ausmaß würden diese Ihrer Ansicht nach voraussichtlich annehmen?“ die Skalierung von1 für „trifft überhaupt nicht zu“ bis 10 für „trifft voll zu“ verwendet. Da die Abstufungshierarchie und Bedeutungszuweisung mit der in P2 und P3 verwendeten Skalierung übereinstimmt, wird in den vergleichenden Abbildungen zu diesen Fragen nur eine Skalierungsbezeichnung verwendet (Skala von 1 für sehr schwach bis 10 für sehr stark erfüllt).

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Positive Aspekte

Abbildung 8: Bewertungsergebnisse Frischere Luft in der Wohnung



Wie bereits in den oben dargestellten Ergebnissen zum erwarteten Nutzen (s. Kap 0

Wissen und Erwartungen vor dem Einbau) spielt auch in den Ergebnissen zu den vorgegebenen skalierten Antwortmöglichkeiten das Thema frischere Luft/Luftqualität eine wichtige Rolle.

Berücksichtigt man die unterschiedlichen Teilnehmerzahlen der Erhebungsphasen, lässt sich hier auf das tendenzielle Einlösen der Erwartung besserer Luftqualität schließen. Betrachtet man beispielsweise die Entwicklung der Summe der Werte 6 („eher stark“) bis 10 („sehr stark“) von P1 bis P3 zeigt sich, dass von der Erwartung in P1 (Summe 94 %) ein Großteil umgesetzt werden konnte (P2: 67 % kurz nach Einbau; P3: 73 % nach erster Heizperiode).

Zu den Gründen für die schlechteren Bewertungen dieses Aspektes in P2/3 siehe die Kapitel mit der Auswertung zu den Beeinträchtigungen und Information/Kommunikation sowie das Fazit (Kap. 0)

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Tabelle 10: Bewertungsergebnisse Frischere Luft in der Wohnung

frischere Luft in der Wohnung	P1	P2	P3
So gut wie gar nicht	0%	17%	0%
	0%	17%	0%
Schwach	0%	0%	0%
	0%	0%	9%
Eher schwach	6%	0%	18%
Eher stark	6%	17%	9%
	11%	0%	36%
Stark	39%	50%	18%
	11%	0%	0%
Sehr stark	28%	0%	9%
Nennungen	22	6	12
Basis: Nennungen abzüglich „Keine Angabe“	18	6	11

In P1 beteiligten sich die meisten Interviewten an der Beantwortung dieser Frage, in P2 am wenigsten. Die Prozentangaben beruhen also in P2 auf wenige Nennungen (Anzahl von Teilnehmern) und so können wenige starke Effekte auf die Prozentangaben haben, die einen Vergleich mit P3 schwierig gestalten. Die sich zwischen P2 und P3/P1 ergebenden Werteunterschiede, sind also nur eingeschränkt vergleichbar.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Ein differenzierteres Bild zeichnen die Ergebnisse zum Thema Zugluft bzw. weniger Zugluft nach Einbau der KWL. Auch hier konnten offensichtlich in Summe der Werte 6 („eher stark“) bis 10 („sehr stark“) von P1 bis P2 Erwartungen in der Wahrnehmung der Mieter umgesetzt werden. P1: 84 %, P2: 67 %) Nach Ablauf der Heizperiode sind in P3 aber nur noch 43 % der Teilnehmer von einem deutlich merkbaren Effekt überzeugt. Eine mögliche Erklärung sind die Gewöhnungseffekte die mit dem Dauerbetrieb der KWL-anlagen einsetzen. Nach der ersten Heizperiode wurde die Reduzierung der Zugluft unter Umständen nicht mehr als Besonderheit wahrgenommen.

Abbildung 9: Bewertungsergebnisse Weniger Zugluft

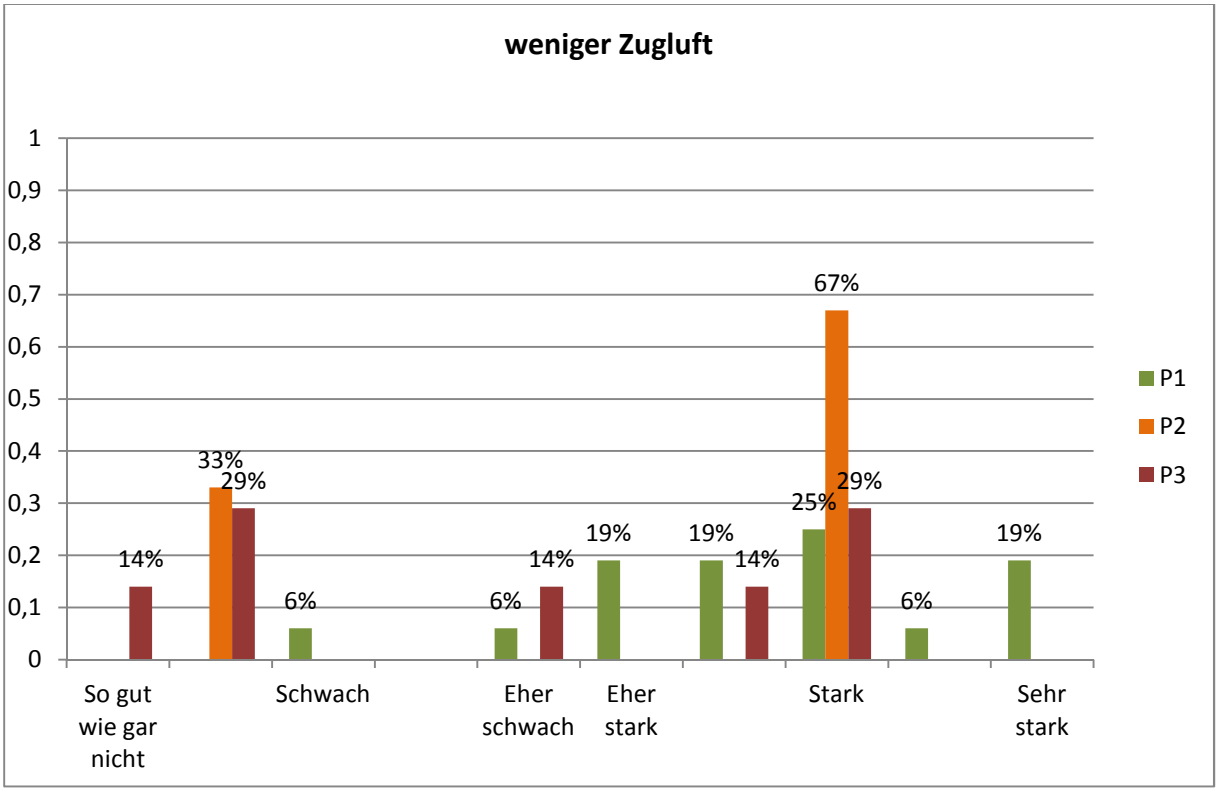


Tabelle 11: Bewertungsergebnisse Weniger Zugluft

weniger Zugluft	P1	P2	P3
So gut wie gar nicht	0%	0%	14%
	0%	33%	29%
Schwach	6%	0%	0%
	0%	0%	0%
Eher schwach	6%	0%	14%
Eher stark	19%	0%	0%
	19%	0%	14%
Stark	25%	67%	29%
	6%	0%	0%
Sehr stark	19%	0%	0%
Nennungen	22	6	12
Nennungen abzüglich „Keine Angabe“	16	3	7

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Die Raumtemperaturen werden von den befragten Nutzern nach Einbau und Betrieb der KWL knapp als positiver wahrgenommen (Abbildung 10). In P2 nehmen etwa 67 % der Befragten diese als positiv verändert wahr, nach der Heizperiode P3 sind es 71 %. Der Effekt ist aber nicht deutlich verallgemeinerbar, da in P2 nur 3 Teilnehmer zu diesem Aspekt antworteten. Gegenüber den Erwartung aus P1 (s. Frage zu „unangenehmeres Raumklima“ Durchschnittswert von 0,82 bei 22 Nennungen – siehe Materialienband) stellt dies aber ein eindeutige Umsetzung der Erwartung dar. Zudem ist, wie bereits bei dem Thema Zugluft ausgeführt mit Gewöhnungseffekte bei der Bewohnerschaft zu rechnen.

Abbildung 10: Bessere Raumtemperatur

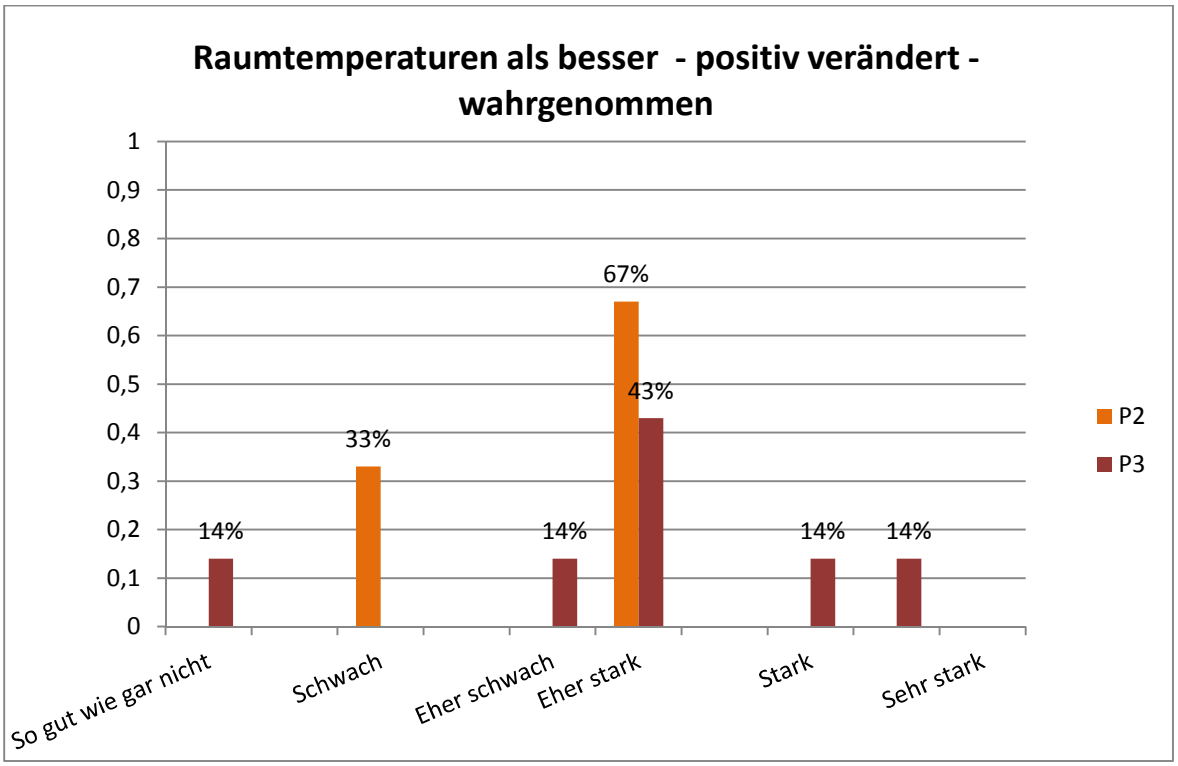


Tabelle 12: Bessere Raumtemperatur

Raumtemperaturen als besser - positiv verändert - wahrgenommen	P2	P3
So gut wie gar nicht	0%	14%
	0%	0%
Schwach	33%	0%
	0%	0%
Eher schwach	0%	14%
Eher stark	67%	43%
	0%	0%
Stark	0%	14%
	0%	14%
Sehr stark	0%	0%
Nennungen	6	12
Nennungen abzüglich „Keine Angabe“	3	7

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Befragt nach den KWL-Effekten auf die Abführung von Gerüchen zeigt sich für diesen Aspekt der KWL-Wirkungen bei den tatsächlichen Erfahrungen ein im Vergleich zu den bisher genannten eine etwas geringerer Effekt gegenüber den Erwartungen mit summierten 44 % in P3 für „eher stark“ bis „sehr stark“ gegen über 88 % aus P1.

Abbildung 11: Weniger Gerüche

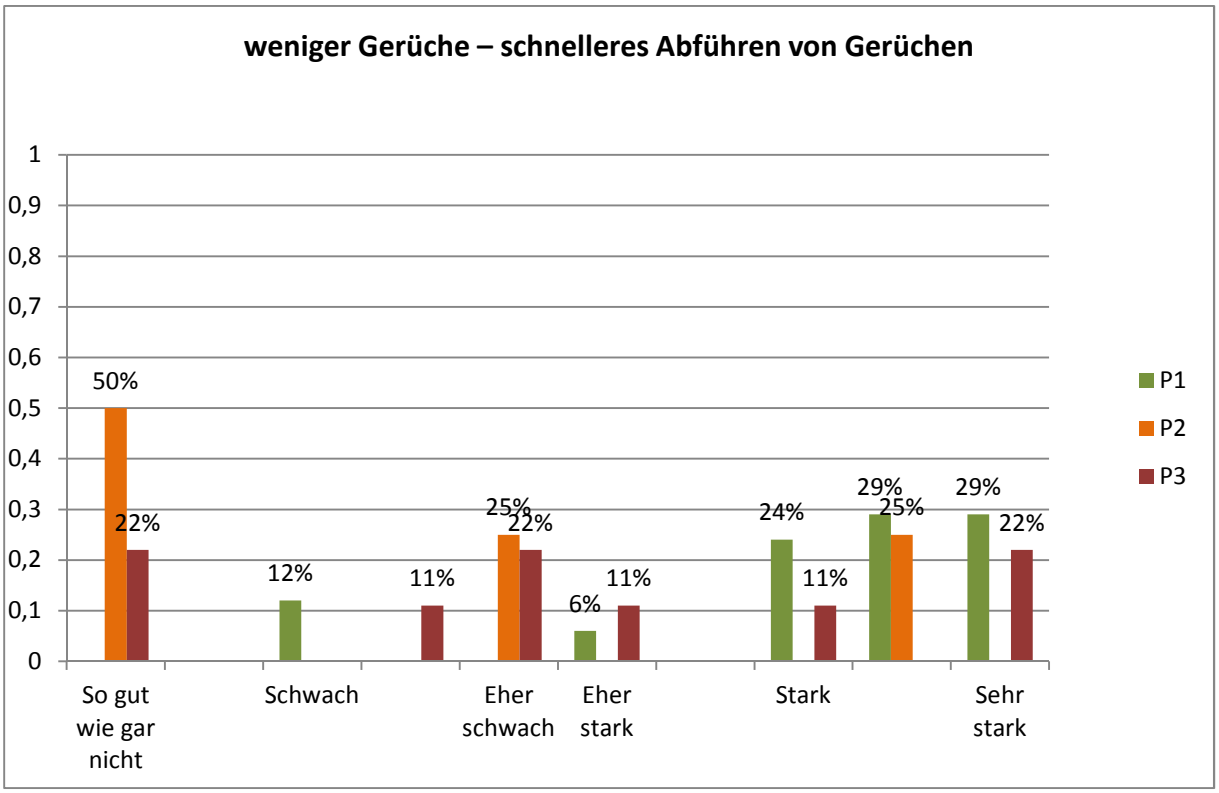


Tabelle 13: Weniger Gerüche

weniger Gerüche – schnelleres Abführen von Gerüche aus der Wohnung z.B. nach dem Kochen	P1	P2	P3
So gut wie gar nicht	0%	50%	22%
	0%	0%	0%
Schwach	12%	0%	0%
	0%	0%	11%
Eher schwach	0%	25%	22%
Eher stark	6%	0%	11%
	0%	0%	0%
Stark	24%	0%	11%
	29%	25%	0%
Sehr stark	29%	0%	22%
Nennungen	22	6	12
Nennungen abzüglich „Keine Angabe“	17	4	9

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Wie schon bei den KWL-Effekten auf die Abführung von Gerüchen zeigt sich für den Aspekt weniger Luftfeuchtigkeit/Abführen der Luftfeuchte bei den tatsächlichen Erfahrungen ein im Vergleich zu den bisher genannten ebenfalls ein kleinerer Effekt gegenüber den Erwartungen („so gut wie gar nicht“ bis „eher schwach“ mit summierten 33,3 % und „eher stark“ bis „sehr stark“ mit 66,6 % in P3 gegen über 12 % respektive 88 % aus P1).

Abbildung 12: Weniger Luftfeuchtigkeit

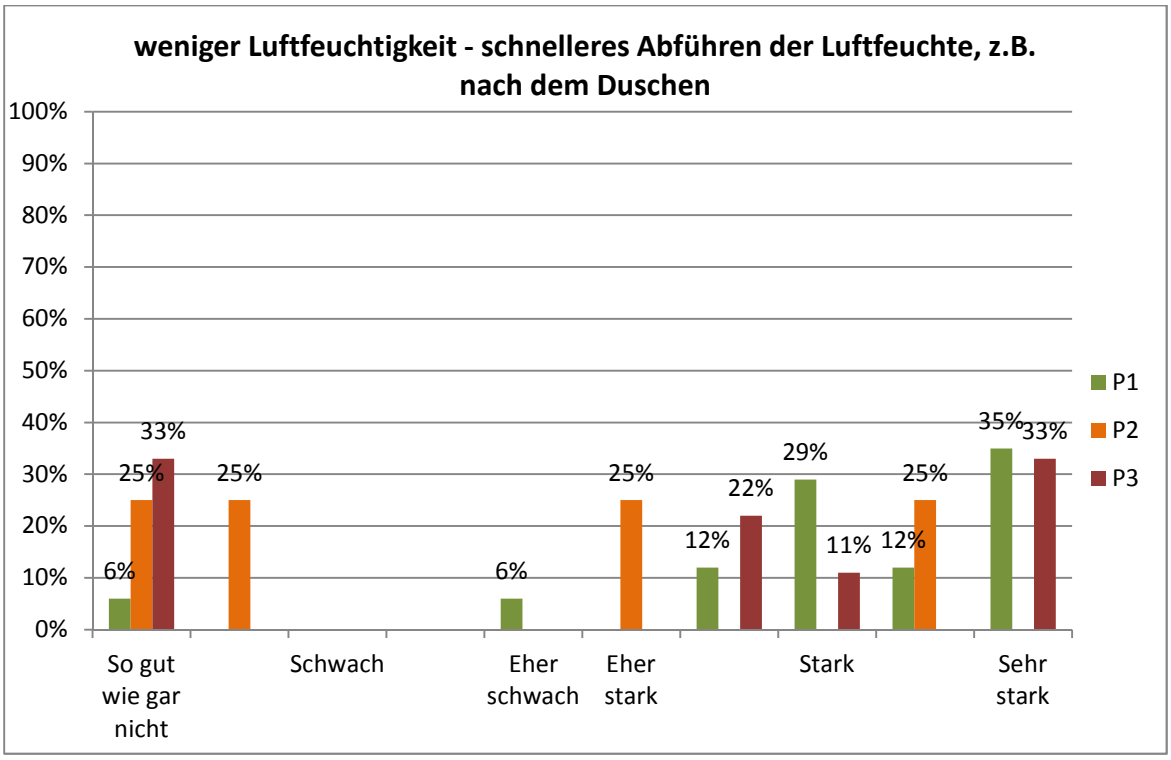


Tabelle 14: Weniger Luftfeuchtigkeit

weniger Luftfeuchtigkeit - schnellere Abführen der Luftfeuchte, z.B. nach dem Duschen	P1	P2	P3
So gut wie gar nicht	6%	25%	33%
	0%	25%	0%
Schwach	0%	0%	0%
	0%	0%	0%
Eher schwach	6%	0%	0%
Eher stark	0%	25%	0%
	12%	0%	22%
Stark	29%	0%	11%
	12%	25%	0%
Sehr stark	35%	0%	33%
Nennungen	22	6	12
Nennungen abzüglich „Keine Angabe“	17	4	9

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Die Nachfrage nach den Erwartungen und Erfahrungen zur Wirkung der KWL auf eine verminderte Pollen- und Staubbelastung in der Wohnung wies mit Werten für „eher stark“ bis „sehr stark“ mit 43 % in P3 gegen über 76 % aus P1 keinen in der Wahrnehmung der Gesamtheit der Mietparteien eindeutigen Effekt nach.

Abbildung 13: Geringere Pollen- und Staubbelastung

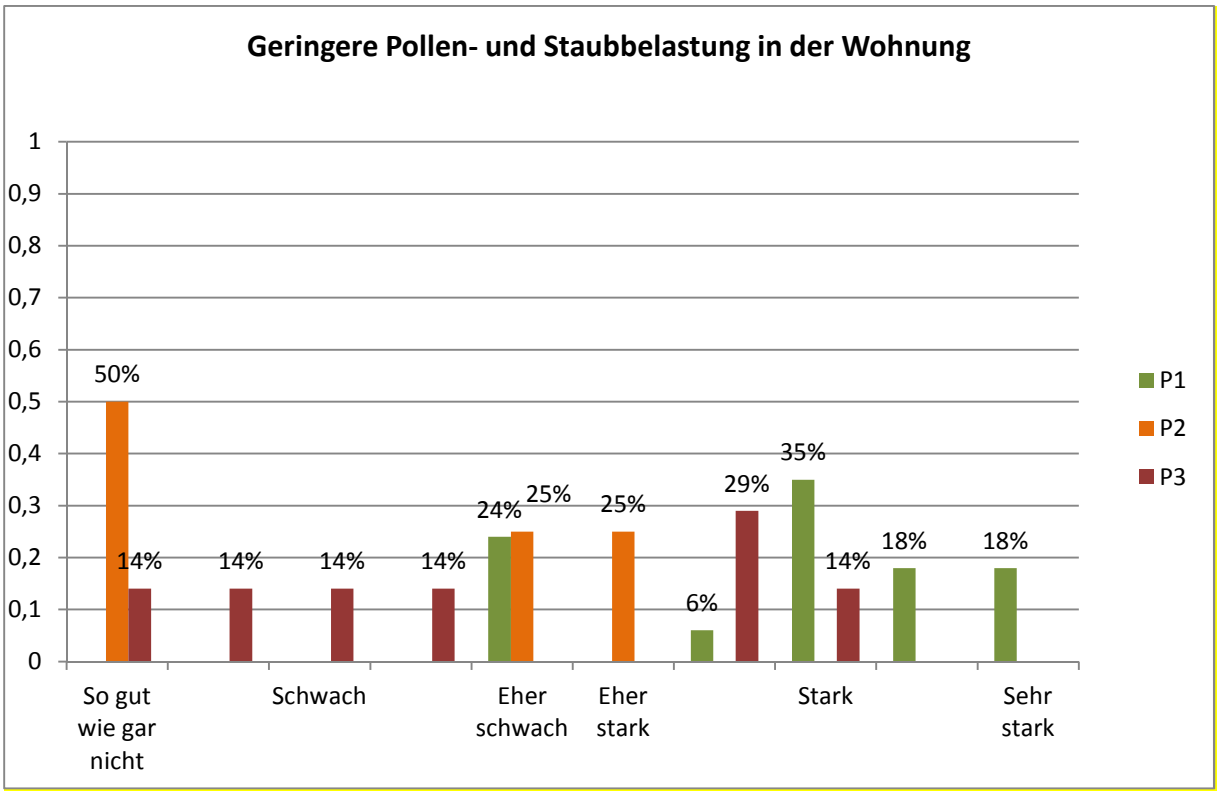


Tabelle 15: Geringere Pollen- und Staubbelastung

Geringere Pollen- und Staubbelastung in der Wohnung	P1	P2	P3
So gut wie gar nicht	0%	50%	14%
	0%	0%	14%
Schwach	0%	0%	14%
	0%	0%	14%
Eher schwach	24%	25%	0%
Eher stark	0%	25%	0%
	6%	0%	29%
Stark	35%	0%	14%
	18%	0%	0%
Sehr stark	18%	0%	0%
Nennungen	22	6	12
Nennungen abzüglich „Keine Angabe“	17	4	7

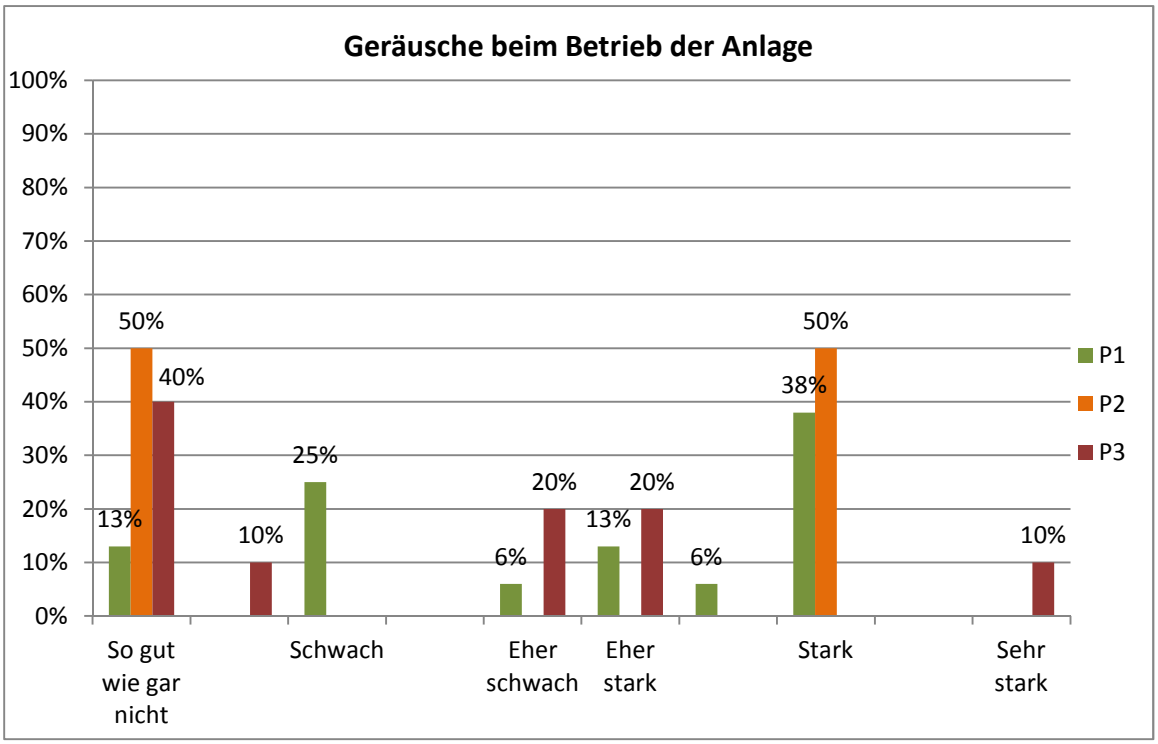
Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Negative Aspekte

In der Umfrage wurden in P2 und P3 auch immer Gegensatz-Paare zu den oben dargestellten Aspekten und Effekten der KWL abgefragt (beispielsweise „mehr Zugluft“ als Gegenprüfung zu „weniger Zugluft“). Die Ergebnisse entsprachen bis auf Einzelfälle denen der bereits in diesem Kapitel dargestellten und werden aus diesem Grund im Materialienband dokumentiert.

Einzig das Thema der Geräusche der KWL-Anlagen im Betrieb war eine relevante Größe in den Befragungsergebnissen. So empfanden nach der Heizperiode und der damit einhergehende „Eingewöhnungsphase“ immer noch 30 % der Befragten das Betriebsgeräusch als „eher stark“ bis „stark“ – es „so gut wie gar nicht“ zu hören gaben nur 40 % an. In den qualitativen Fragen wurde aber auch klar, dass die Geräuschempfindung in einigen Fällen abhängig von der eingestellten Leistungsstufe und der technischen Umsetzung der Einbauten (Rohrgeräusche, Anhangdecke als Geräuschquelle u.ä.) der Geräte ist.

Abbildung 14: Geräusche beim Betrieb



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Tabelle 16: Geräusche beim Betrieb

Geräusche beim Betrieb der Anlage	P1	P2	P3
So gut wie gar nicht	13%	50%	40%
	0%	0%	10%
Schwach	25%	0%	0%
	0%	0%	0%
Eher schwach	6%	0%	20%
Eher stark	13%	0%	20%
	6%	0%	0%
Stark	38%	50%	0%
	0%	0%	0%
Sehr stark	0%	0%	10%
Nennungen	22	6	12
Nennungen abzüglich „Keine Angabe“	16	6	10

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Einschätzungen zur Beeinträchtigung durch den Einbau

Ein weiterer Teil des Fragebogens beschäftigte sich mit den Beeinträchtigungen für die Mietparteien durch den Einbau der KWL-Anlagen. Zu diesem Thema wurde wie bisher wiederum quantifizierbare skalierbare Fragen gestellt wie auch um offen formulierte (qualitative Beschreibungen) Einschätzungen der Befragten gebeten.

Quantitative Interviewergebnisse

Die Hälfte der in P2 und P3 Befragten gab an, dass es zu Beeinträchtigungen während der Bauarbeiten gekommen sei.

Abbildung 15: Beeinträchtigung durch den Einbau

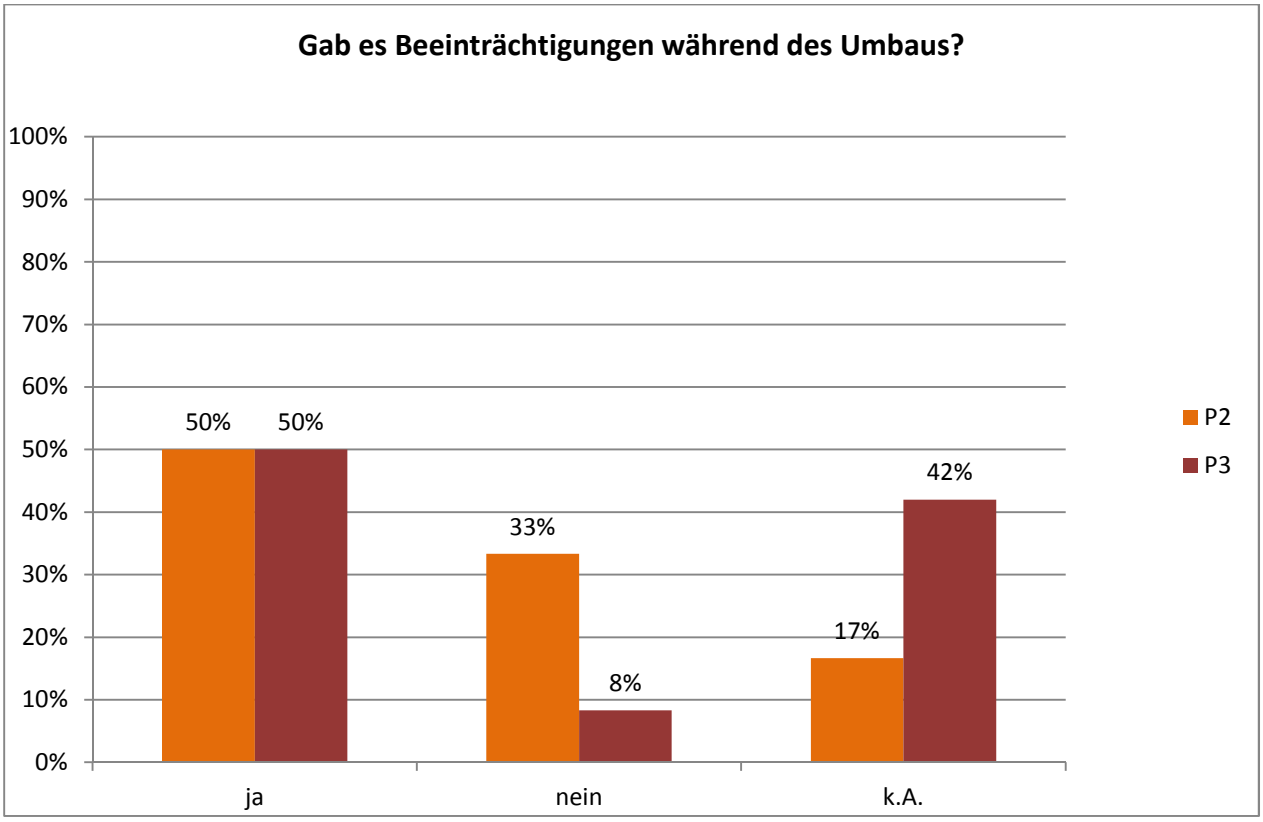


Tabelle 17: Beeinträchtigungen während des Umbaus

Gab es Beeinträchtigungen während des Umbaus?	P2	P3
Ja	50%	50%
Nein	33%	8%
Keine Angabe	17%	42%
Nennungen	6	12

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Wie bereits in P1 erwartet, erwiesen sich sowohl die Staub- wie auch die Lärmentwicklung während des Einbaus der KWL als Hauptbeeinträchtigungen.

Abbildung 16: Staub beim Einbau

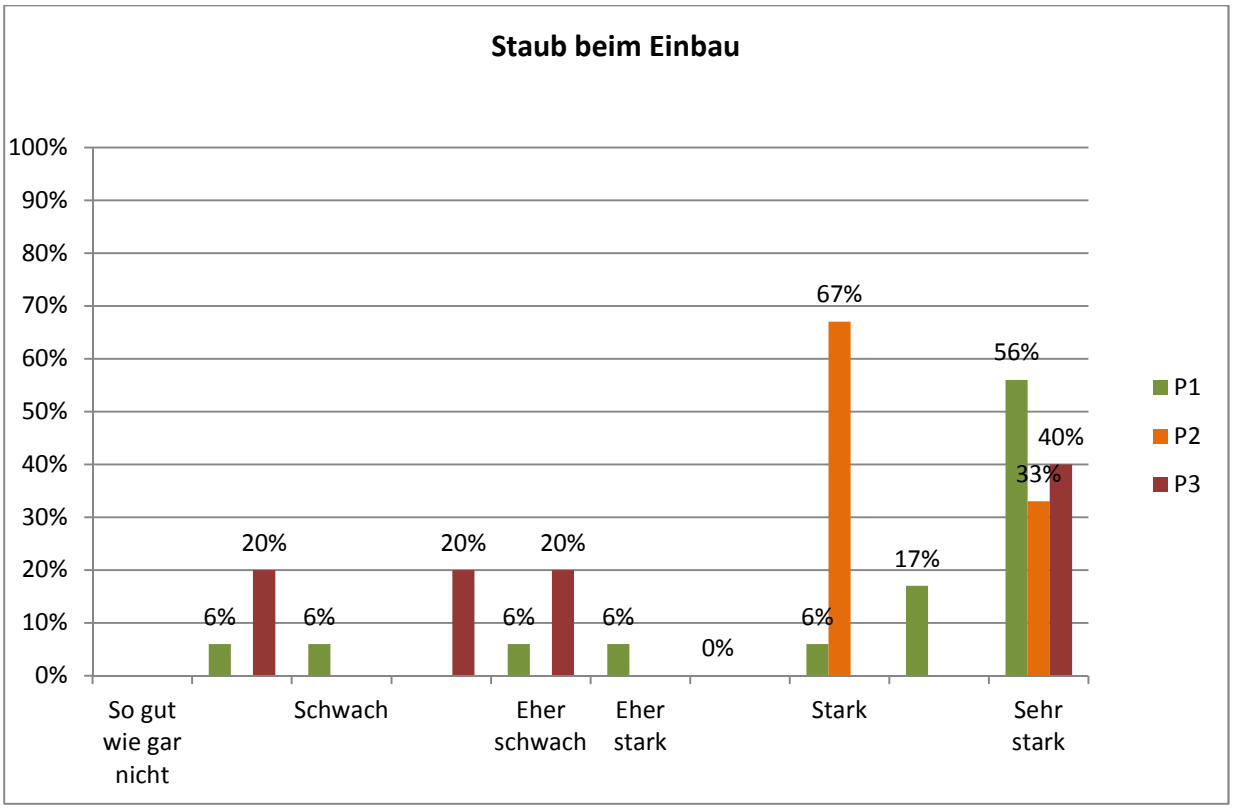


Tabelle 18: Staub beim Einbau

Staub beim Einbau	P1	P2	P3
So gut wie gar nicht	0%	0%	0%
	6%	0%	20%
Schwach	6%	0%	0%
	0%	0%	20%
Eher schwach	6%	0%	20%
Eher stark	6%	0%	0%
	0%	0%	0%
Stark	6%	67%	0%
	17%	0%	0%
Sehr stark	56%	33%	40%
Nennungen	22	6	12
Nennungen abzüglich „Keine Angabe“	18	3	5

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 17: Lärm beim Einbau

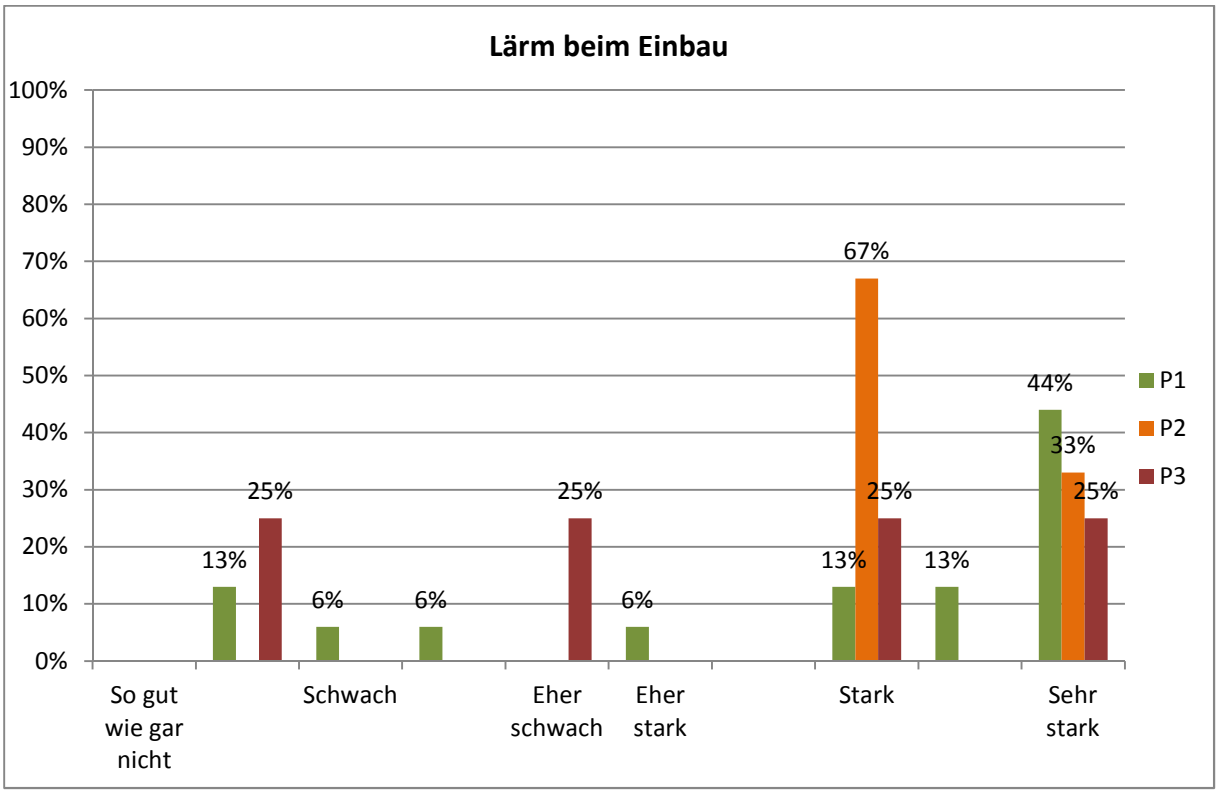


Tabelle 19: Lärm beim Einbau

Lärm beim Einbau	P1	P2	P3
So gut wie gar nicht	0%	0%	0%
	13%	0%	25%
Schwach	6%	0%	0%
	6%	0%	0%
Eher schwach	0%	0%	25%
Eher stark	6%	0%	0%
	0%	0%	0%
Stark	13%	67%	25%
	13%	0%	0%
Sehr stark	44%	33%	25%
Nennungen	22	6	12
Nennungen abzüglich „Keine Angabe“	16	3	4

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Qualitative Interviewergebnisse

Bestätigt und erweitert wird dies durch die Angaben aus den qualitativen Erläuterungen der befragten Mietparteien. Neben der als stark empfundenen Belästigung durch Lärm werden noch die folgenden weiteren Beeinträchtigungen genannt. Die Beschreibungen geben Hinweise für die Optimierung von Baustellenabläufen.

Tabelle 20: Stärke der Beeinträchtigungen

Stärke der Beeinträchtigungen 1-n: Als wie stark (oder schwach) würden Sie die Beeinträchtigungen beschreiben?	P3	
	Anzahl	Mittelwert
Störung durch Handwerker	2	6,5
Beschädigung des Fußbodens	1	7
Beschädigung der Leitungen (Strom, Internet)	2	6,5
Wassereintritt nach Hochdruckreinigung der Fassade	1	10
Diskussionen über Installationsort KWL war sehr langwierig und schwierig	1	6
durch Einbau-Fehler entstehende Geräusche der KWL ärgerlich	2	10
Fehlerbehebung zeitaufwändig	1	10

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Information und Kommunikation zu Betrieb

In einem separaten Abschnitt der Erhebung wurden die Erwartung und Erfahrungen der Mietparteien mit den Informationen und der Kommunikation rund um die KWL-Anlagen und Ihren Einbau thematisiert. In P1 vor dem Einbau der Anlagen wurden die Erwartungen an Informationen in einer offen zu beantwortenden Frage erhoben. Gefragt wurde „Welche Informationen zur KWL oder zum geplanten Einbau der Anlage möchten Sie vorab erhalten?“. Die von den Mietparteien dazu (in Einzelnennungen) getätigten Angaben kreisen um die Themen der voraussichtlichen Betriebskosten (Stromkosten), die Funktionen der Anlage, ihren Platzbedarf und des Weiteren um die Verständlichkeit der gedruckten und mündlichen Informationen (Vermeidung von Fachjargon). Als drittes Thema war offensichtlich die Transparenz und Information zu den Einbauarbeiten wichtig (in einigen Wohnung liefen zum Zeitpunkt der Interviews zu P1 bereits Modernisierungsmaßnahmen im Gebäude (Fassade, Fenster, KWL, …). Hier wurde vor allem die Notwendigkeit zur frühzeitigen und nachvollziehbaren Absprache, die Klarheit darüber welche Arbeiten und Anlagen eingebaut werden und die Benennung von Ansprechpartnern sowie die Verfügbarmachung von Bauzeitplänen hervorgehoben.

Tabelle 21: Anforderungen an Informationen vorab

Welche Informationen zur KWL oder zum geplanten Einbau der Anlage möchten Sie vorab erhalten?	P1
	Anzahl
Betriebskosten und Abbildungen zum Gitterelement der KWL, welches im Wohnraum zu sehen sein wird	1
Konsequenz für Kosten, Broschüre[3] einlesen	1
Keine, im Infoblatt ausreichend erläutert	1
Platzbedarf der KWL im Abstellraum, Geräuschpegel, Kostenneutralität	1
Informationen zum Einbau / zum Funktionsprinzip --> Mieterinfo	1
Alles ok, nur Gruppe zur technischen Begehung war zu groß	1
Schon vor dem ersten Besuch (durch Whg-Unternehmen) Informationen zum Gerät zusenden	1
Treffen beim vor-Ort-Termin mit zu vielen Teilnehmern vom Fach, dadurch unverständliche Gespräche in Fachsprache. Unbedingt mehr Transparenz bei Organisation und Beteiligten, auch ist eine Absprache zu Zeiten nicht erfolgt (bezüglich Einbau, Koordination); Flyer und technische Daten zum Gerät kamen spät und bei Entscheidungsänderungen (Technik, Gerät, Baustelle) bitte Mitteilungen vorab machen! D.h. Mieter als Gesprächspartner ernst nehmen… Vorabinformation mit Informationsblatt mit Kontaktdaten wäre schön!, wir haben keine schriftlichen Informationen vorab erhalten über die Maße wurde falsch informiert (10-15 cm) , Einbezug in Umbauplanung gewünscht.	1
vorab: 1. Schritt: Modernisierungsmaßnahme wurde ohne Lüftung besprochen (die KWL-Anlage wurde nicht erwähnt!); Information zu KWL kam viel zu spät; Besuch von Experten: überrumpelt	1

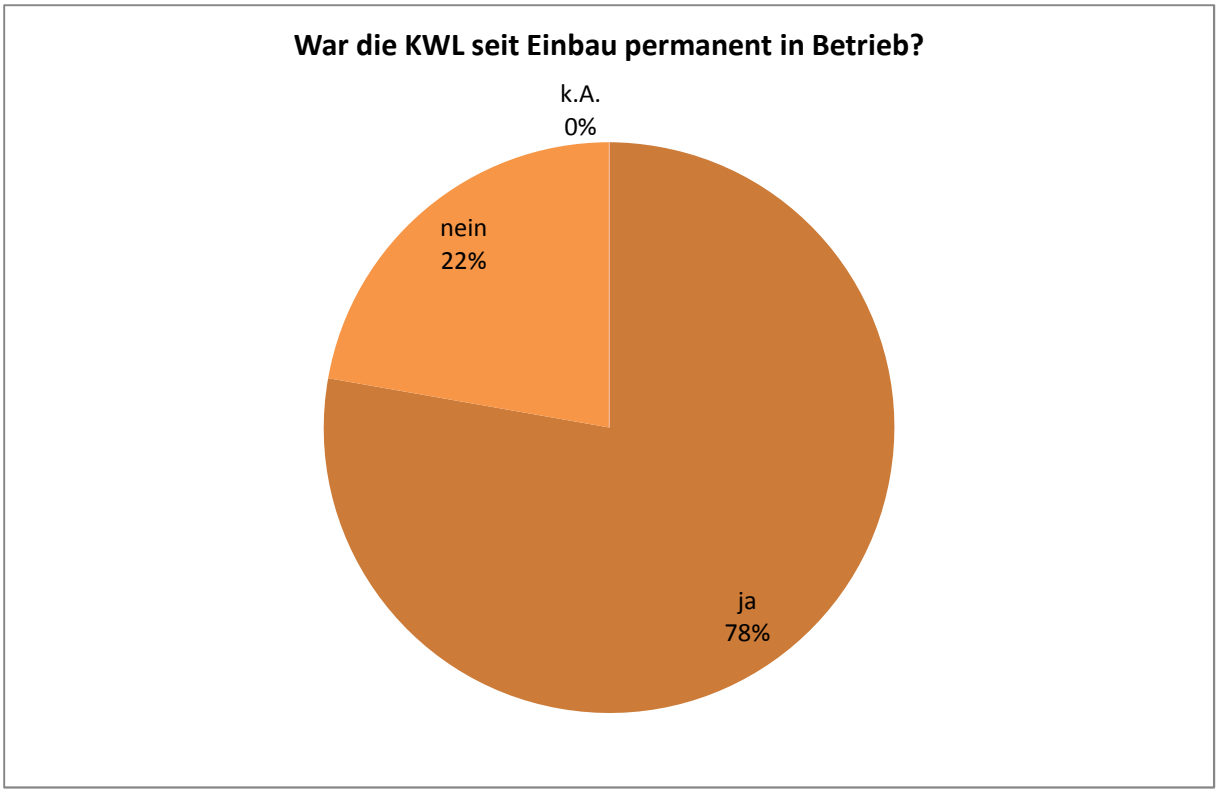
[3] Eine Print-Information zur KWL (von den Mietern Broschüre, Infoblatt, Mieterinfo oder Flyer genannt) wurde den Mietern im Rahmen des Erstinterviews ausgehändigt.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

zu viel Abstand zwischen Anwendung der Maßnahme und erneutem Kontakt => Mieter fühlt sich mit seinen Fragen im Stich gelassen, Vermieter lässt die Mieter im Stich, Wunsch nach Musterwohnung mit KWL; erster Kontakt: dezenter --> erforderlicher Zugang zu Flur + Abstellraum zwecks "Modernisierung" angekündigt (keine Lüftungsanlage erwähnt), Ankündigung im April --> Baumaßnahme beginnt im Juni --> Urlaub zu koordinieren wird schwierig	
Größe, Abstandsvorgaben f. Möbel, Hinterlüftungsabstand	1
Das Infoblatt war ausreichend; die Größe der KWL-Anlage sollt gut bzw. besser beschrieben werden, damit bspw. die Frage geklärt werden kann, ob bestimmte Möbelstücke eingebaut bzw. eingerichtet werden können	1
schon einiges erhalten, umständlich, Infogehalt war ok. Durch Vermieter kein Infoblatt erhalten, Gerüchteküche im Hause ist störend; Umstände sind nicht gut (erforderliche Löcher (Wanddurchbrüche) etc.)	1
keine definitiven weiteren Schritte; Nachfrage zu Reinigung / Wartung	1
konkrete Informationen nicht, aber Organisation hätte anders laufen können, welche Firma macht welche Wohnung	1
Funktionsbeschreibung; 3 Bücher da; Montageanleitung; Einführung durch Fachfirma o.k.	1

Nach dem Einbau der KWL-Anlagen wurden die Interview-Teilnehmer nach ihren Erfahrungen mit den Informationen zu den KWL-Anlagen sowie mit ihrem Betrieb befragt. Ein grundlegender Aspekt war die Zuverlässigkeit der KWL. Eine der ersten Fragen befasste sich daher mit der Kontinuität des Betriebs. Dazu sagten rund 78 % der Mietparteien aus, dass die KWL-Anlage seit dem Einbau permanent in Betrieb sei. Nur 22 % der Teilnehmer gaben eine Unterbrechung des Betriebs an.

Abbildung 18: Permanenz des Betriebs der KWL



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Die Gründe für das Ausschalten der KWL waren sehr einzelfall-spezifisch wie sich aus der folgenden Tabelle 22 mit Originalzitaten ablesen lässt. Für die Optimierung von ähnlichen Modernisierungsvorhaben mit KWL sind insbesondere in Aspekte der störenden Schallentwicklung („zu laut“ usw. – technischen Umsetzung vor Ort ist zu prüfen) sowie die Befürchtung zu hoher Stromkosten (Gründe, warum Informationen vorab nicht verstanden worden sind).

Tabelle 22: Gründe für Ausschalten KWL

Was war der Anlass dafür, dass Sie die KWL ausgeschaltet haben?	P3
	Anzahl
Angst vor hohen Stromkosten, nur in Heizperiode gelüftet	1
Anlaufschwierigkeiten nach Restart - selbst repariert (Lüfterhalterung hatte sich gelöst) Keramikplatte - Stellpositionen <-> jede Minute an - aus nach Restart o.k.	1
Bad: manchmal ausgeschaltet weil zu laut	1
extrem laut - im Schlafzimmer ausgeschaltet - nachts – (tags laufen lassen) -wenn Wetter gut - Fenster auf, Anlage aus…	1
Geräusch hat Hund gestört Rohr nach draußen neben der Küche "röhrt"	1
nicht ausgeschaltet: Ausfälle!	1

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Kurz nach dem Einbau und nach der ersten Heizperiode wurden die Teilnehmer auch nach der Einweisung und den ihnen zur Verfügung gestellten Bedienungsinformationen zur jeweiligen KWL-Anlage befragt. In Punkto Verständlichkeit zeigt sich eine Verbesserung der Zufriedenheit mit der Einweisung von P2 nach P3 von 50 % auf 58 %. Dies ist in der in Phase 3 höheren Anzahl der Befragungs-Teilnehmer begründet deren Mehrheit sich gut eingewiesen fühlte. Die Gründe für die gegenteilige Meinung liegen aus Sicht des Verfassers in den in Tabelle 21 gennannten Defiziten in der Kommunikation.

Abbildung 19: : Verständlichkeit der Einweisung

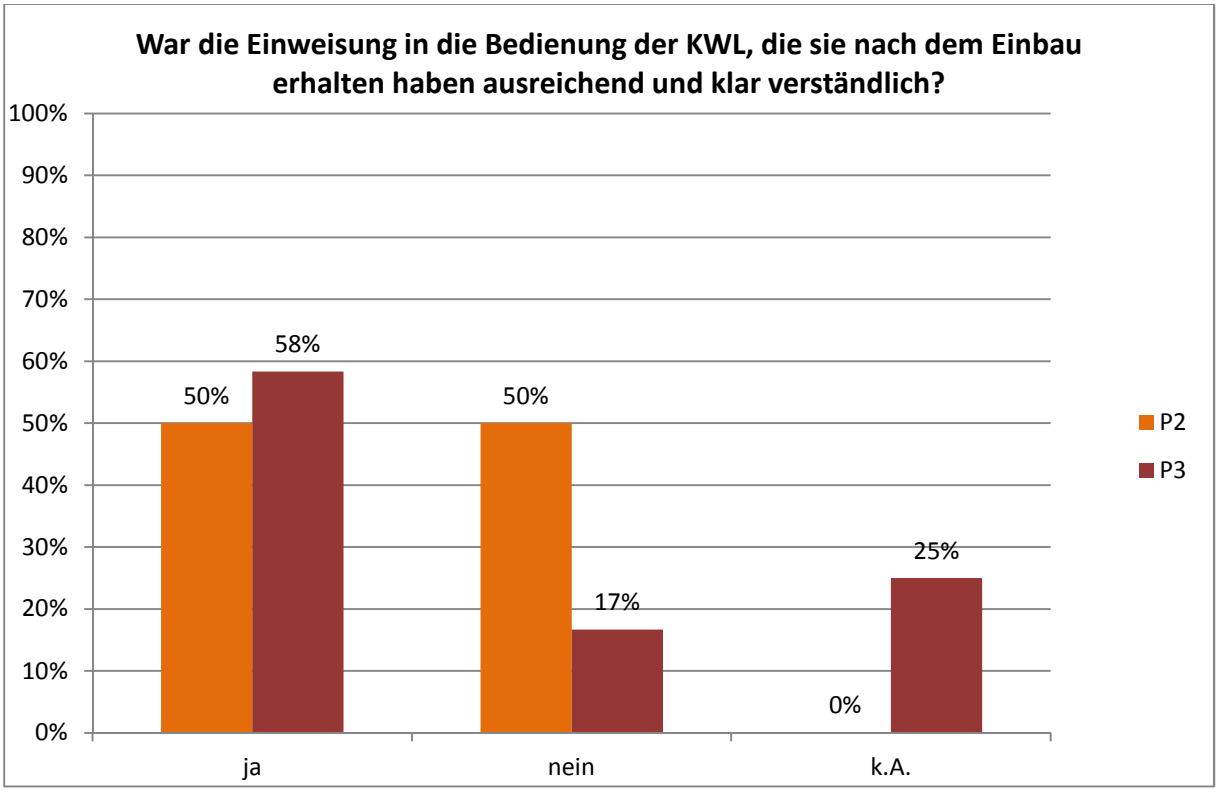


Tabelle 23: Verständlichkeit der Einweisung

War die Einweisung in die Bedienung der KWL, die sie nach dem Einbau erhalten haben ausreichend und klar verständlich?	P2	P3
Ja	50%	58%
Nein	50%	17%
Keine Angabe	0%	25%
Nennungen	6	12

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Nur die Hälfte der Befragten musste in der bisherigen Betriebszeit der KWL an den Anlagen Einstellungen vornehmen und 33 % von ihnen konnten das problemlos selbst anhand der vorhandene Unterlagen (s. Abbildung 21, Tabelle 25). Die Gründe für die Einstellung reichen von Einüben in die Handhabung über Veränderung der Lüftungsstufen während Abwesenheit oder Nacht bis zu Störungsbehebungen)

Abbildung 20: Notwendigkeit KWL-Einstellungen

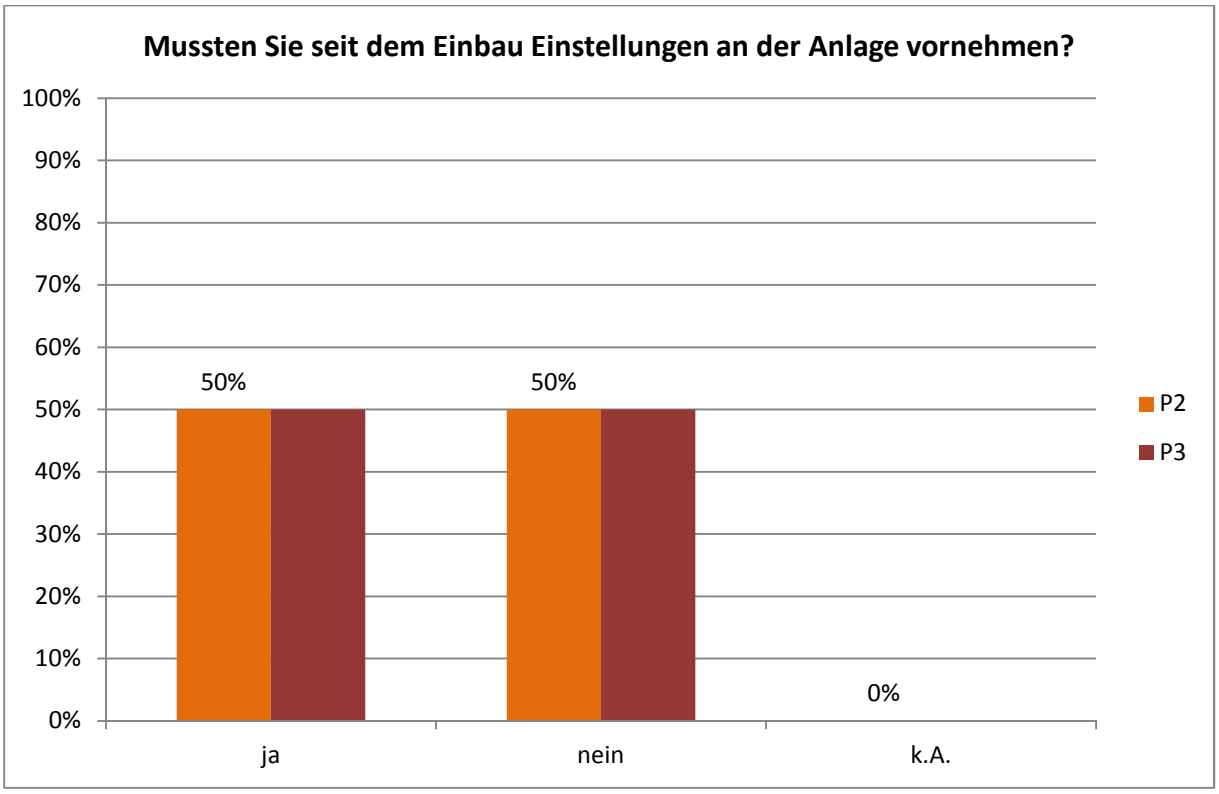


Tabelle 24: Notwendigkeit KWL-Einstellungen

Mussten Sie seit dem Einbau Einstellungen an der Anlage vornehmen?	P2	P3
Ja	50%	50%
Nein	50%	50%
Keine Angabe	0%	0%
Nennungen	6	12

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

IBWL Sozialwissenschaftlicher Teil - Ergebnisse – Mieter P1-P3 –Experten Wohnungswirtschaft - Umfrage

Abbildung 21: Eigenständige Einstellung der KWL

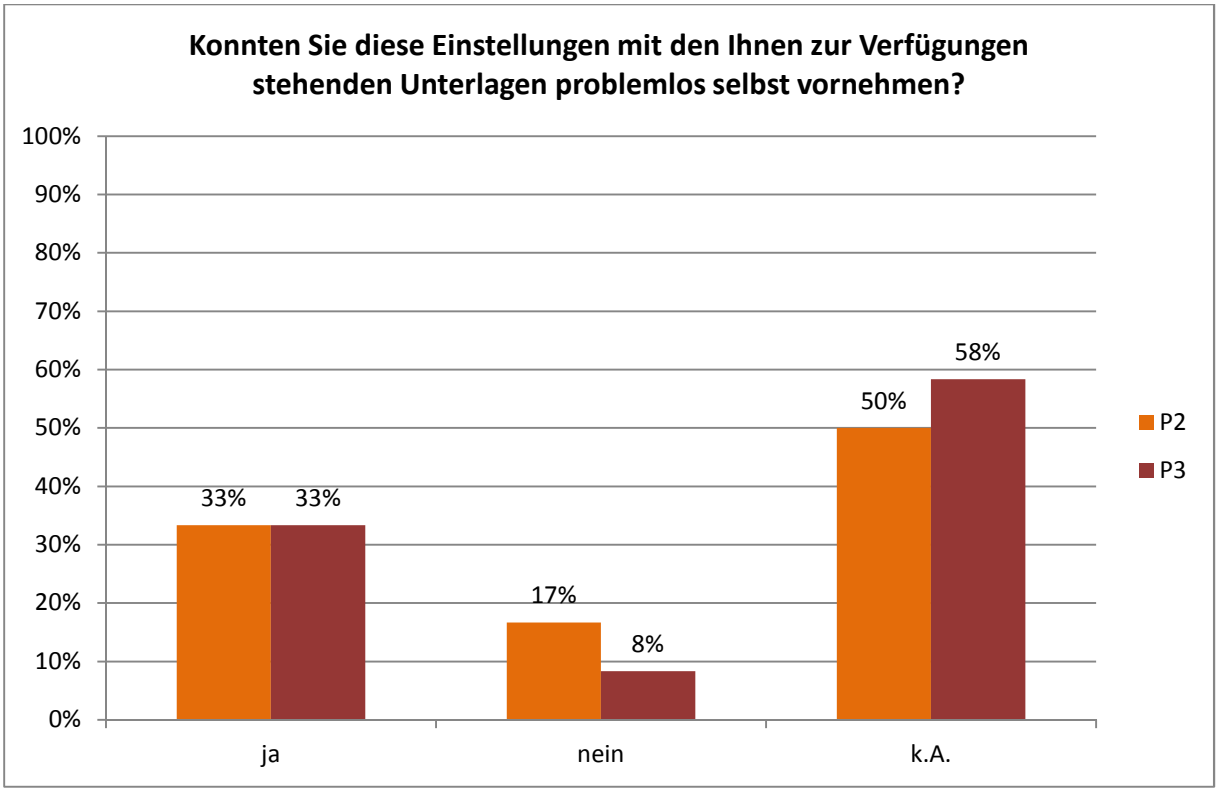


Tabelle 25: Eigenständige Einstellung der KWL

Konnten Sie diese Einstellungen mit den Ihnen zur Verfügungen stehenden Unterlagen problemlos selbst vornehmen?	P2	P3
Ja	33%	33%
Nein	17%	8%
Keine Angabe	50%	58%
Nennungen	6	12

Auffallend sind die relativ hohen Werte für Teilnehmer, die in P2 und P3 keine Angaben machten. Dies hat vor allem zwei Gründe: Zum einen waren bei dem zweiten und dritten Interviewtermin teilweise andere Personen Teilnehmer der Umfrage, welche selbst keine Einstellungen an der KWL vornahmen aber aufgrund der Tatsache, dass ein anderen Bewohner für die Einstellungen als „zuständig“ erachtet wurde auch nicht „nein“ angeben wollte. Zweitens war die Bereitschaft zu aktiven Teilnahme an den Interviews gegenüber P1 merkbar vermindert.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Zur allgemeinen Zufriedenheit der eingebauten KWL-Anlage wurden die Mietparteien kurz nach dem Einbau und nach der ersten Heizperiode befragt. Die erhobenen Angaben deuten auf eine Erhöhung der Zufriedenheit nach längerem Betrieb der Anlagen hin. Einen zufriedenstellenden Betrieb geben in P3 rund 67 % der Befragten (in P2 noch 50 %) an.

Abbildung 22: Zufriedenheit mit KWL-Anlage

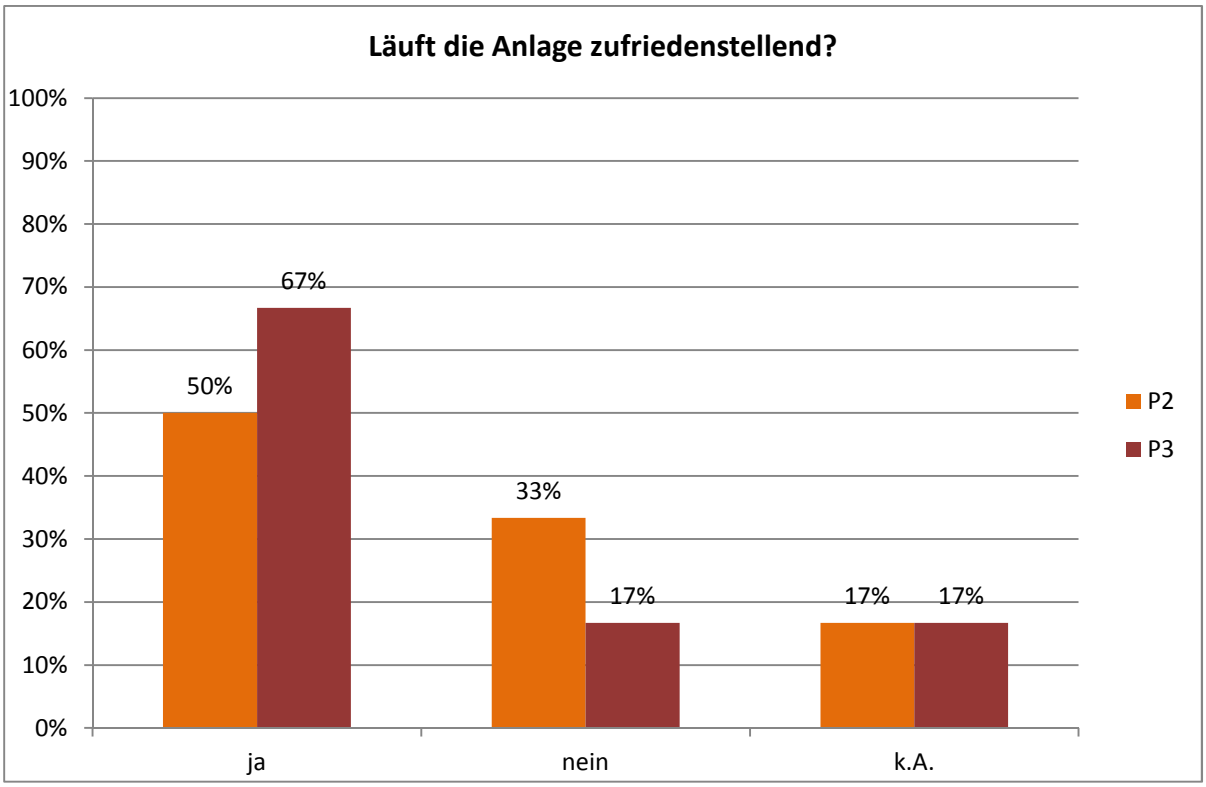


Tabelle 26: Zufriedenheit mit der Anlage

Läuft die Anlage zufriedenstellend?	P2	P3
Ja	50%	67%
Nein	33%	17%
Keine Angabe	17%	17%
Nennungen	6	12

Die Gründe für die Zufriedenheit sind in folgender Tabelle 27 zusammengestellt. Sie lassen sich unter den Stichworten bessere Luftqualität und besserer Schallschutz summieren.

Tabelle 27: Gründe Zufriedenheit mit KWL-Betrieb

Wenn ja, was sind die Gründe?	P3	
	Anzahl	Mittelwert
Luftqualität / frischere Luft / angenehmes Raumklima	3	8,3
geringere Feuchtigkeit	2	10
Abführung Gerüche	2	10
Dämpfung Geräusche von außen	1	8

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Nicht zufrieden mit dem Betrieb ihrer KWL-Anlagen waren die befragten Mietparteien wegen unvollständiger Umsetzungen des Lüftungskonzeptes (bspw. zweite Zeile P2 in Tabelle 28: Tabelle 28: Gründe Nicht-Zufriedenheit mit KWL-BetriebKWL-Einbau ohne Möglichkeit zum ausreichenden Luftaustausch zwischen den Räumen) oder dem bereits erwähnte Aspekte der Betriebsgeräusche.

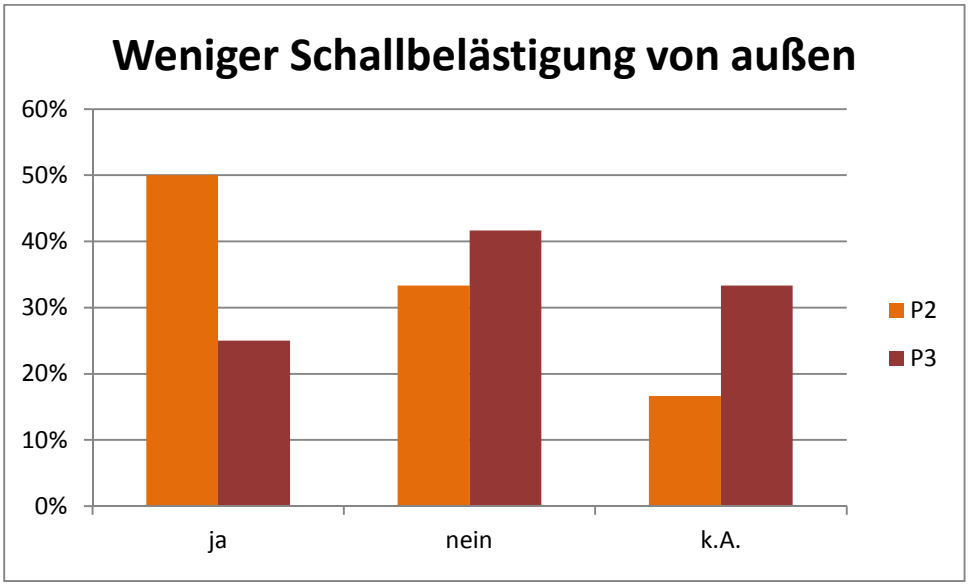
Tabelle 28: Gründe Nicht-Zufriedenheit mit KWL-Betrieb

Wenn nein, was sind die Gründe?	P2	
	Anzahl	Wert
Zugluft	1	7
Türen müssten verkleinert/gekürzt werden, um überhaupt Luftaustausch/Durchzug zu ermöglichen…	1	9
	P3	
keine frischere Luft	1	7
Geräusche im Flur	1	8
Gerüche von außen	1	10

Die Werte der möglichen Antworten waren: 1: so gut wie gar nicht; 2; **3:** schwach; 4; 5:eher schwach; **6:** eher stark; 7; 8: stark; **9;** 10:sehr stark

Gefragt wurde die Bewohner nach dem Einbau der KWL auch nach einer Verminderung des Außenlärms, da durch den Betrieb der KWL ein Öffnen der Fenster nicht mehr bzw. kaum noch notwendig sein sollte. Die Angaben dazu waren nicht eindeutig: In P2, kurz nach dem Einbau der KWL, gaben noch 50 Prozent der Befragten an, dass weniger Außenlärm zu hören sei, einige Monate später, in P3, gaben dies nur noch 25 % an. Auch hier ist ein gewisser Gewöhnungseffekt zu vermuten, einschränkend muss aber auch auf die Bedeutung der geringen Teilnehmerzahlen in P2 hingewiesen werden (s.a. Anmerkungen auf Seite 23).

Abbildung 23: Reduktion der Schallimmissionen von außen



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Tabelle 29: Weniger Außenlärm

Bemerken Sie weniger Schallbelästigung von außen, weil die Fenster eher zugelassen werden können?	P2	P3
Ja	50%	25%
Nein	33%	42%
Keine Angabe	17%	33%
Nennungen	6	12

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Lüftungsverhalten

Als Hintergrundinformationen wurden bei den Teilnehmern nach ihrem Lüftungsverhalten gefragt. Hinsichtlich der Lüftungszeitpunkte (Tageszeiten) lässt sich kein eindeutiger Veränderungstrend von der Abfrage vor dem Einbau (P1) bis zu der nach der ersten Heizperiode (P3) feststellen.

Abbildung 24: Tageszeiten der Wohnungslüftung

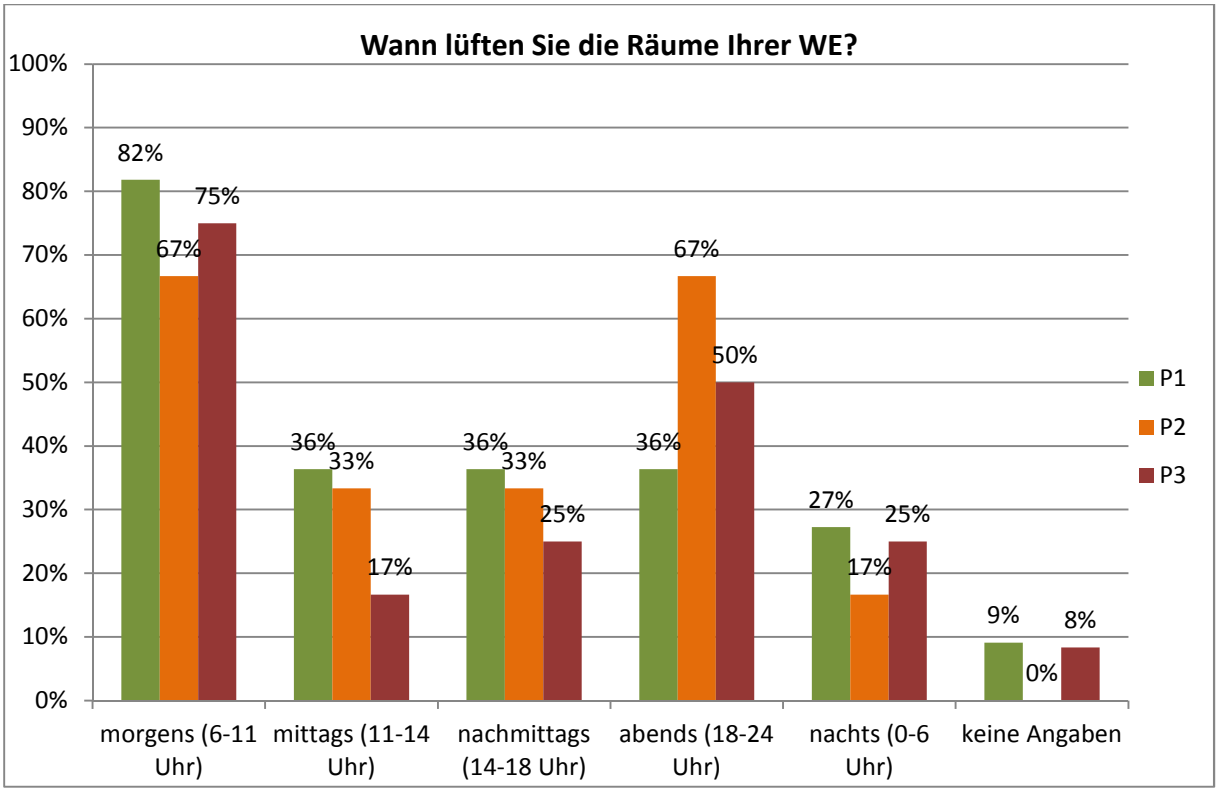


Tabelle 30: Lüftungszeitpunkt *(Mehrfachnennungen möglich)*

Wann lüften Sie die Räume Ihrer WE?	P1	P2	P3
morgens (6-11 Uhr)	82%	67%	75%
mittags (11-14 Uhr)	36%	33%	17%
nachmittags (14-18 Uhr)	36%	33%	25%
abends (18-24 Uhr)	36%	67%	50%
nachts (0-6 Uhr)	27%	17%	25%
Keine Angabe	9%	0%	8%
Nennungen	22	6	12

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Eine Tendenz lässt sich allenfalls aus einem leichten Anstieg der Lüftungshäufigkeiten von P 1 nach P3 (0-1 mal täglich, Ausnahme P2-Wert) ablesen. Deutlicher wird der Effekte der KWL-Anlagen aber erst wenn man die durchschnittlichen Lüftungsdauern betrachtet – siehe hierzu Abbildung 26 und Tabelle 32 auf der folgenden Seite. Hier sinkt die durchschnittliche Lüftungsdauer (für die gesamte Wohnung – allgemeine Angabe für alle Räume) nach dem Einbau der KWL von 3,79 Stunden vor dem Einbau auf 1,41 Stunden nach der ersten Heizperiode (wobei aber auch in Rechnung zu stellen ist, dass im Winter allgemein weniger gelüftet wird). Diese Veränderung wird vor allem sichtbar beim Vergleich der Werte für P1 und P3 – die Bedeutung der geringen Teilnehmerzahlen in P2 wird hier anschaulich (geringe Vergleichbarkeit - s.a. Anmerkungen auf Seite 23).

Abbildung 25: Häufigkeit der Wohnungslüftung

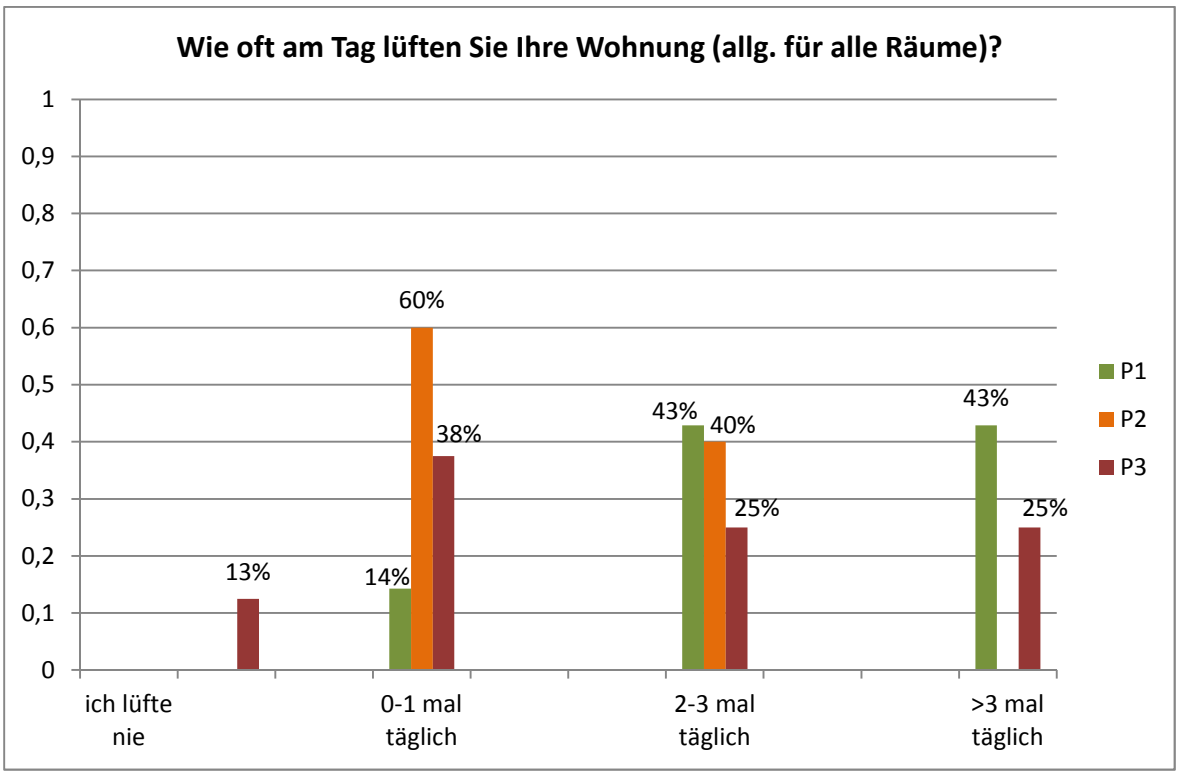


Tabelle 31: Häufigkeit der Wohnungslüftung

Wie oft am Tag lüften Sie welche Räume Ihrer WE? (allg. für alle Räume)?	P1	P2	P3
ich lüfte nie	0%	0%	0%
	0%	0%	13%
	0%	0%	0%
0-1 mal täglich	14%	60%	38%
	0%	0%	0%
	0%	0%	0%
2-3 mal täglich	43%	40%	25%
	0%	0%	0%
	0%	0%	0%
>3 mal täglich	43%	0%	25%
Nennungen	22	6	12
Nennungen abzüglich "keine Angabe"	7	5	8

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 26: Durchschnittliche Dauer der Wohnungslüftung

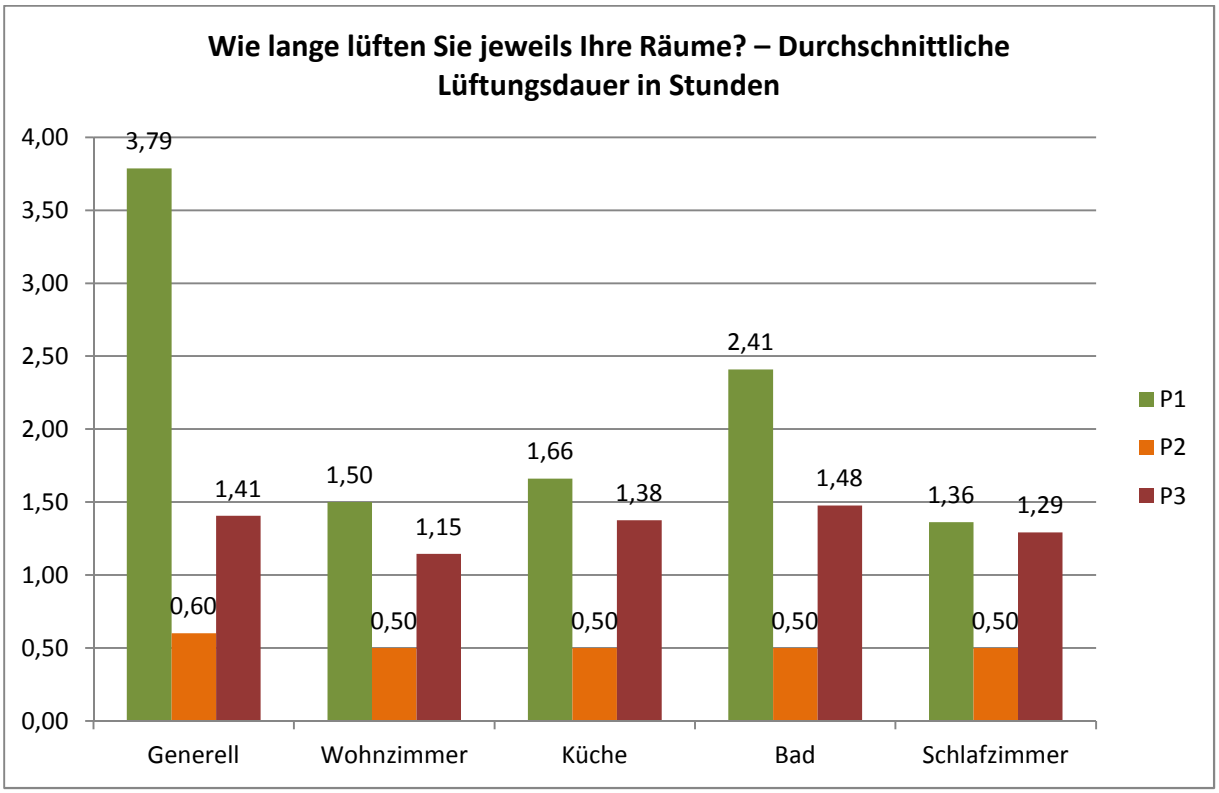


Tabelle 32: Durchschnittliche Dauer der Wohnungslüftung

Wie lange lüften Sie jeweils Ihre Räume? – Durchschnittliche Lüftungsdauer in Stunden	P1	P2	P3
Generell - Wohnung (allg. für alle Räume)?	3,79	0,60	1,41
Wohnzimmer	1,50	0,50	1,15
Küche	1,66	0,50	1,38
Bad	2,41	0,50	1,48
Schlafzimmer	1,36	0,50	1,29

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Die Frage nach der Art der Lüftung liefert ebenfalls Hinweise auf den Effekt der KWL-Anlagen auf das Lüftungsverhalten. Die Zunahme der Anteile des Stoßlüftens lassen sich als Zeichen dafür interpretieren, dass die dauerhafte Frischluftversorgung durch Kipp-Lüften (trotz einzelfallbedingter Effekte wie bspw. Raucherhaushalte, die häufiger lüften) im Durchschnitt der betrachteten Haushalte nach dem Einbau der KWL sinkt. Stoßlüften wäre in diesem Verständnis noch ein aus Gewohnheit beibehaltenes Versorgen mit subjektiv „frischer Luft von außen“.

Abbildung 27: Art der Wohnungslüftung

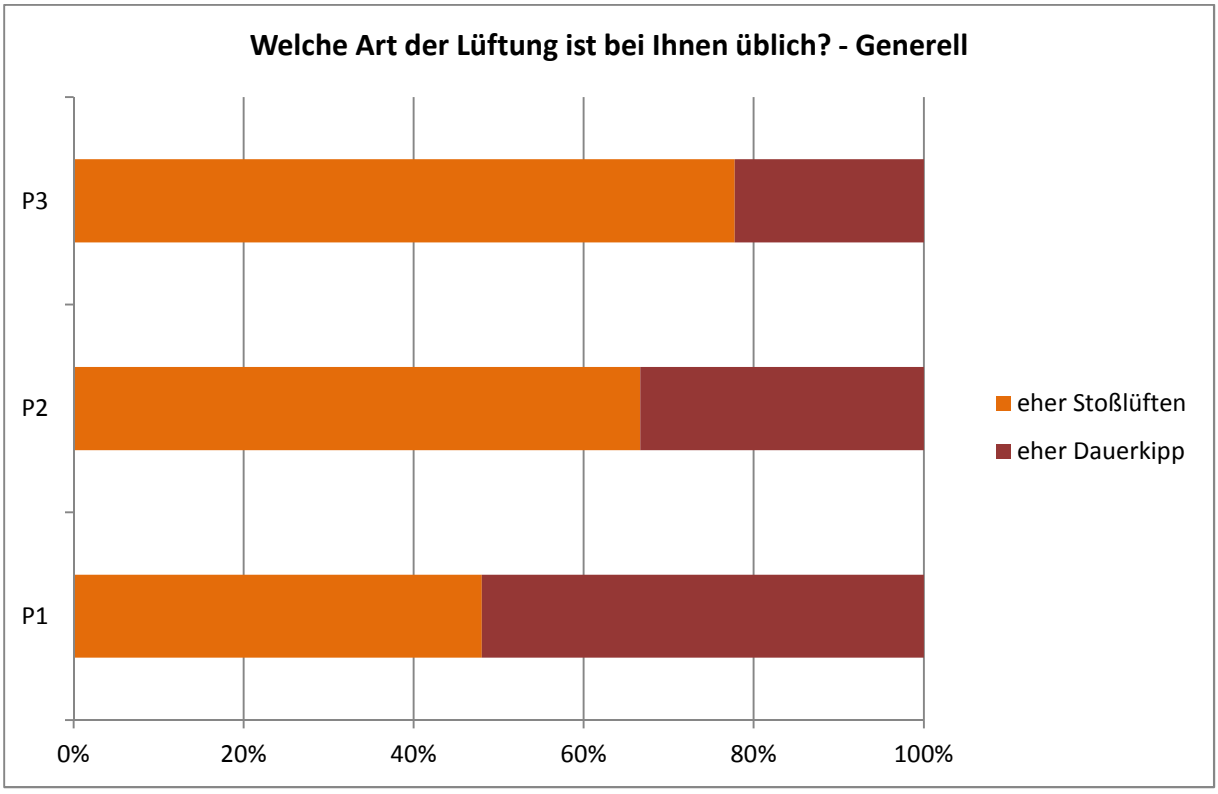


Tabelle 33: Art der Wohnungslüftung

Welche Art der Lüftung ist bei Ihnen üblich? - Generell	P1	P2	P3
eher Stoßlüften	48%	67%	78%
eher Dauerkipp	52%	33%	22%
Nennungen	22	6	12
Nennungen abzüglich "keine Angabe"	18	6	10

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Fazit: Mieterbefragungen Erwartungen / Erfahrungen (P1-P2/3)

Nutzerakzeptanz

Betrachtet man die Ergebnisse der Umfragen aus der Perspektive der eingangs dargestellten Leitfragen zu Nutzerakzeptanz und Nutzerverhalten (s. Kap.0 ff.) ist hinsichtlich der Nutzerakzeptanz festzustellen, dass die Erwartungen gegenüber dem Einbau insgesamt positiv waren (Abbildung 6).

Vorherrschende Erwartung vor dem Einbau der KWL-Anlagen war eine Verbesserung der Luftqualität, gefolgt von der Hoffnung auf die Reduzierung bzw. Verhinderung von Feuchte und Schimmel, dem Abführen von Gerüchen und künftig niedrigere Heizkosten (Abbildung 11; Abbildung 12).

Die Erwartung zur besseren Luftqualität konnte auch in der Folge bei der Mehrheit der Befragten eingelöst werden. Die etwas reduzierten Bewertungen dieses Aspektes nach dem Einbau (in P2/3 der Interviews) kamen wahrscheinlich durch technische Beeinträchtigungen der Anlagen zustande, über die in Einzelfällen berichtet wurden, sowie durch das Lüftungsverhalten der Bewohner (in einigen Fällen unverändertes Lüftungsverhalten bei ungünstiger Lage an Verkehrswegen) und den Lebensstil der Bewohner (Raucherhaushalte) zustande.

Die Erwartungen an die Reduzierung bzw. Verhinderung von Feuchte und Schimmel konnte in der kurzen Frist nach dem Einbau der KWL in der Mehrheit der Modellwohnungen nicht eingeschätzt werden (eine Mietpartei gab allerdings an, dass „der Schimmel nicht wiedergekehrt sei“). Das verbesserte Abführen von Gerüchen wurde eingeschränkt (44 % der Befragten) und von Feuchtigkeit deutlicher bestätigt (66 % der Befragten).

Als größte Sorge wurde, neben der Befürchtung der Lärm- und Staub-Beeinträchtigungen durch den Einbau in der Wohnung, eventuell erhöhte Strom- und Nebenkosten durch Betrieb und Wartung der KWL formuliert.

Hier bietet sich offensichtlich ein Ansatzpunkt für eine verbesserte und strukturierte Informationsarbeit zwischen Herstellern und Bauleitungen/Wohnungsunternehmen mir den Mietern, da in dem Modellvorhaben häufig nicht durchgedrungen zu sein scheint, dass die Vorteile der KWL bei optimalem Nutzerverhalten die Betriebskosten (für Strom, Filterwechsel, regelmäßige Sichtkontrolle) rechtfertigen. Nicht vorteilhaft ist es zudem, dass in einigen Gesprächen mit den Mietern von einer eventuell zu erwartenden „schwarzen Null“ in der Gesamtbilanz von Einsparung und Kosten durch die KWL die Rede war. Dies wird voraussichtlich keine günstigen Auswirkungen auf die Akzeptanz der Anlagen haben.

Deutlich wird die Notwendigkeit einer besseren Kommunikation auch an dem Befund, dass ein Großteil der Befragten vor dem Einbau, zumeist aber nach Erhalt der Informationsblätter, nicht wusste was eine KWL ist bzw. bewirkt und auch über keine Erfahrungen mit KWL zurückgreifen konnte (Abbildung 2: Wissen zu Begrifflichkeit und Art der Anlage). Die Frage der Kostenbilanz scheint aber auch auf Seiten der Wohnungsunternehmen ein neuralgischer Punkt für den Erfolg von KWL-Einbauten zu sein, da auch die Befragung der Experten keine eindeutige Meinungsmehrheit in Punkto „erhöhte Betriebskosten durch KWL“ ergab (Abbildung 39, Abbildung 55).

Eine gewisse Bedeutung hatte auch die Frage, welche gegebenenfalls störenden Geräusche durch den Betrieb der Anlage entstehen (Abbildung 14). Eine Sorge die sich für rund die Hälfte der befragten Mietparteien bewahrheitete wenngleich die Geräusche nicht durchgehend als stark bzw. nur in der höchsten Leistungsstufe wahrgenommen wurden.

Zu dieser Thematik sind allerdings viele einzelne Umstände, Störungen und Beeinträchtigungen aus der Zeit des Einbaus und/oder während des Betriebs aufgetretene Probleme zu beachten, die sich nur summarisch in den quantitativen und beispielshaft in den qualitativen Aussagen aus P2 und P3 widerspiegeln.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Hinsichtlich der erhobenen Befürchtungen zum KWL-Einbau lassen sich zwei Bereiche identifizieren, in denen mit der bereits vorgeschlagenen strukturierten Informations- bzw. Kommunikationsarbeit deutliche Verbesserungen zu erzielen sein sollten:

- Erstens der Bereich der Wirkungen und Kosten, die durch den KWL-Betrieb entstehen. Die im Modellvorhaben durchgeführten Kommunikationsmaßnahmen Infoschreiben und Informationsgespräch waren nach den Ergebnissen der Umfrage gut und ausreichend für die Orientierung der Nutzer. Es ist aber empfehlenswert, die versendeten Infoschreiben sehr kurz nach Versand oder mit der Übergabe des Schreibens mit einem erläuternden Gespräch (in kleiner Gruppengröße und verständlicher Sprache ohne Fachjargon) zu versehen. Dieses Erstgespräch sollte ausschließlich der ausführlichen Einführung in die Wirkungen und voraussichtlichen Betriebskostenbilanz der KWL-Anlagen dienen und in verständlicher Sprache gehalten werden (einige Rückmeldungen der Befragten wiesen auf die Unverständlichkeit der Gespräche und zu viele Teilnehmer hin). Zudem wird ein weiteres „Nachsorgegespräch“ zur Klärung von entstandenen Fragen und zur optimalen Mieterbetreuung empfohlen. Dieses Gespräch soll nicht zuletzt auch ermöglichen, dass Nutzerverhalten noch einmal abzufragen und die optimale Nutzung der Anlagen für die Mieter sicherzustellen.
- Nur so kann sichergestellt werden, dass die KWL-Anlagen tatsächlich verstanden, der beabsichtigte Mehrwert (Komfort, Raumluftqualität usw.) erkannt und das Lüftungsverhalten angepasst werden. Um diesen gewünschten Erfolg sicherzustellen, sind außerdem mindesten zwei Folge-Infotermine mit den Mietern vorzusehen, um das Wissen zu verfestigen und offen Fragen zu klären.
- Zweitens weisen die Ergebnisse auf Handlungsbedarf beim Thema praktischer Einbau der KWL hin, d.h. die Themen Planung, Platzbedarf der Anlagen, Baustellenvorbereitung, Durchführungstermin, Kommunikation Handwerker-Mieter-Bauleitung. Hier lassen sich aus den Einzelaussagen Schlussfolgerungen zum optimalen Verhalten der Gewerke, für die Kommunikation zwischen Wohnungsunternehmen, Bauleiter, Gewerke und Mietern vorab, während und nach dem Einbau ziehen. Insbesondere die Verdeutlichung des tatsächlichen Platzbedarfs der KWL, die Möglichkeiten zur Mitgestaltung durch den Mieter, die Terminplanung und die Kommunikation mit Handwerkern und Bauleitung muss vorab gemeinsam festgelegt werden, um Klagen über mangelhafte Transparenz und Kommunikation nicht entstehen zu lassen.

Klar erscheint, dass der erfolgreiche KWL-Einbau und –betrieb einen besonderen Aufwand vorab erfordert, um das erhoffte (Lüftungs-)Verhalten der Mieter zu erreichen. Für beide Handlungsfelder wird die Entwicklung eines strukturierten Kommunikationsplans („Blaupause Mieterkommunikation KWL“) mit Termin-Abfolgen, Inhalte der Termine, Baustellenplanung und Kontaktadressen der Gewerke, Bauleitung in den Wohnungsunternehmen vorgeschlagen.

Nutzerverhalten

Auch im Bereich Nutzerverhalten können aus den Mieterbefragungen einige zentrale Schlüsse für künftige Baumaßnahmen gezogen werden. In den Themenfeldern Wissen zu und Umgang mit KWL, Lüftungsverhalten und Information-Kommunikation zwischen Mieter, Bauleitung und Hersteller können folgende Handlungsfelder für Optimierungen beschreiben werden:

Trotz der Tatsache, dass eingangs der Umfragen in Phase 1 ein Großteil der Befragten kein Wissen und keine Erfahrungen zu KWL-Anlagen angaben, zeigte sich nach dem Einbau ein hoher Wert bei der Frage nach dem zufriedenstellenden Betrieb der eingebauten Anlagen (Abbildung 22, S. 43). Bis auf Einzelfälle (Ausschalten wegen Urlaub, Betriebsgeräusch, Störung) werden die KWL-Anlagen permanent betrieben (Abbildung 18, S.38) und die Einstellungsmöglichkeiten kaum in Anspruch

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

genommen (Normalbetrieb). Die, oft mündliche Einweisung wird als von der Mehrheit der Teilnehmer als verständlich angegeben (Abbildung 19, S. 40) – allerdings wurde in Einzelfällen darauf hingewiesen, dass nach dem Einbau keine Einweisung erfolgt sei, kein Infomaterial zur KWL zugesendet wurde oder vor Einzug keine Information über den Einbau der KWL überhaupt erfolgt sei.

Hinsichtlich des Lüftungsverhaltens der befragten Mieter zeigte sich nach dem KWL-Einbau, trotz der in Teilen verbesserungsbedürftigen Informationsarbeit, ein verändertes Verhalten bei der Mehrheit der Teilnehmer. So sinkt die durchschnittliche Lüftungsdauer (für die gesamte Wohnung – allgemeine Angabe für alle Räume) nach dem Einbau der KWL von 3,79 Stunden vor dem Einbau auf 1,41 Stunden nach der ersten Heizperiode (wobei aber auch in Rechnung zu stellen ist, dass im Winter allgemein weniger gelüftet wird) und der Anteil an Dauerkipplüften nimmt deutlich ab (Abbildung 26, S. 48; Abbildung 27, S. 49) – auch dies ein Hinweis auf die verbesserte Luftqualität, die das Bedürfnis nach einer Dauerzufuhr von „frischer Luft“ in den ehemals schlechter belüfteten Bestandsgebäuden mindert. Dies gilt übrigens ebenfalls für die sogenannten „Nachtlüfter“, deren Anteil sich nach Einbau der KWL vermindert hat (Auswertung im Materialienband, S. XX). Um die hier beschriebene positiven Effekte der KWL auf das Nutzerverhalten auf eine größere Zahl an Mietern zu erweitern und für künftige Vorhaben zu nutzen, ist im Rahmen der oben bereits beschriebenen „Blaupause Mieterkommunikation KWL“ auch eine längere und mit Wiederholungsterminen versehene Kommunikationseinheit zum Zusammenhang des individuellen/eigenen Lüftungsverhaltens und der Luftqualität und Energieeinsparung zu integrieren. Die Kommunikation zum Lüftungsverhalten sollte mit den Nutzern von KWL zudem auch eine gewisse Monitoringphase beinhalten, während der kurze Info- und Feedbacktermine (persönliche Kontakte) zum Lüftungsverhalten berücksichtigt sind

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Quantitative und qualitative Ergebnisse – Experten-Interviews

Einleitung

Die quantitative standardisierte Untersuchung wurde in den Interviews und der Online-Umfrage unter den Experten der Wohnungswirtschaft jeweils durch offene nicht standardisierte Fragen ergänzt, mit deren Hilfe die Befragten ergänzende und/oder eigenständige Aspekte ihrer Erfahrungen mit der KWL in Einbau und Nutzung ausführen konnten.

Die Darstellung der quantitativen Ergebnisse der Erhebung wird im Folgenden jeweils für ausgewählte den Themenbereich besonders signifikant darstellende Ergebnisse vorgenommen. Alle weiteren Ergebnisse (inklusive der zugehörigen qualitativen) werden in den Materialienband 1 dokumentiert.

Leitfragen Wohnungswirtschaft

- Welche Kapazitäten und Expertisen zu KWL-Anlagen (KWL=kontrollierte Wohnraumlüftung ggf. mit WRG) sind in den Unternehmen vorhanden?
- Welche Erfahrungen mit KWL liegen vor?
- Welche Einschätzungen und Bewertungen von KWL in technischer, ökonomischer, gesundheitlicher und nutzerbezogener Art liegen vor?

Fragebereiche Experten

A. Fragen zum Organisationsbereich der teilnehmenden Unternehmen
B. Fragen zu den Expertisen der Teilnehmer
C. Fragen zu Kapazitäten zur Bearbeitung des Themas KWL im Unternehmen
D. Fragen zu Einschätzungen und Erfahrungen zu/mit KWL
E. Fragen zur Bewertung von KWL
F. Fragen zu Lüftungsanlagen-Herstellern
F. Feedback zum Fragebogen

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Organisationsbereich der teilnehmenden Unternehmen

Ergänzend zu den Kennzeichen der Unternehmen in der Stichprobenbeschreibung wurden die Teilnehmer der Größe der von Ihrem Unternehmen verwalteten Wohneinheiten und den eigenen Fach- bzw. Aufgabengebiet im Unternehmen gefragt. Rund 80 Prozent der teilnehmenden Experten arbeiten in kleinen bis mittelgroßen Wohnungsunternehmen (bis 5.000 WE).

Abbildung 28: Anzahl der von Ihrem Unternehmen verwalteten Wohneinheiten

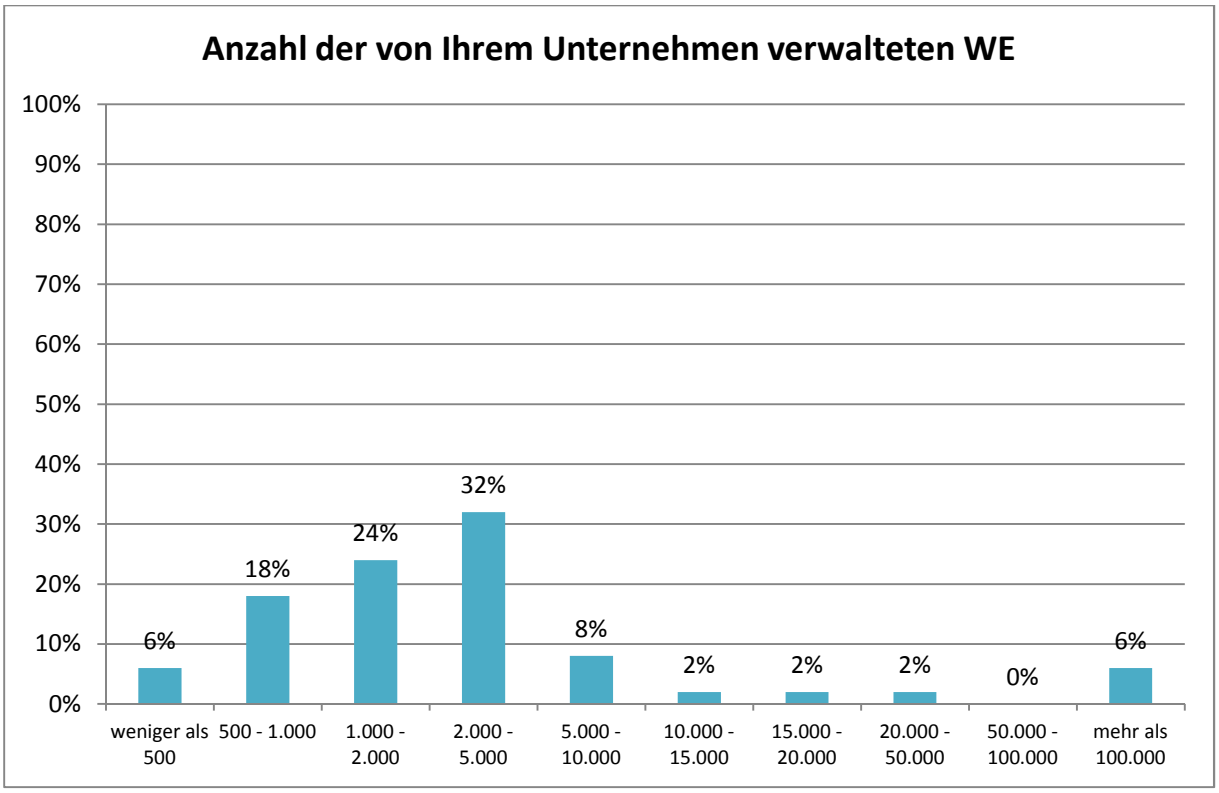


Tabelle 34: Anzahl der verwalteten WE

Anzahl der von Ihrem Unternehmen verwalteten WE	
weniger als 500	6%
500 - 1.000	18%
1.000 - 2.000	24%
2.000 - 5.000	31%
5.000 - 10.000	8%
10.000 - 15.000	2%
15.000 - 20.000	2%
20.000 - 50.000	2%
50.000 - 100.000	0%
mehr als 100.000	6%
Nennungen insgesamt	53
Nennungen abzüglich "Keine Angabe"	49

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Expertisen der Teilnehmer

Hinsichtlich der fachlichen Expertisen wiesen die Teilnehmer an der Umfrage eine relativ gleichmäßige Verteilung vor, so dass die Ergebnisse nicht von einer Disziplin dominiert sind sondern ein ausgewogenes Meinungsbild der Fachrichtung in der Wohnungswirtschaft wiedergeben. Zudem war die Mehrheit der Teilnehmer(innen) in ihrem Fachbereich auch für das Thema KWL direkt zuständig und arbeiteten ihren Kollegen oder/und den Mietern des Unternehmens zu (s. die folgenden beiden Seiten Abbildung 30 und Abbildung 31).

Abbildung 29: Ihr Themenschwerpunkt/Haupt-Aufgabengebiet

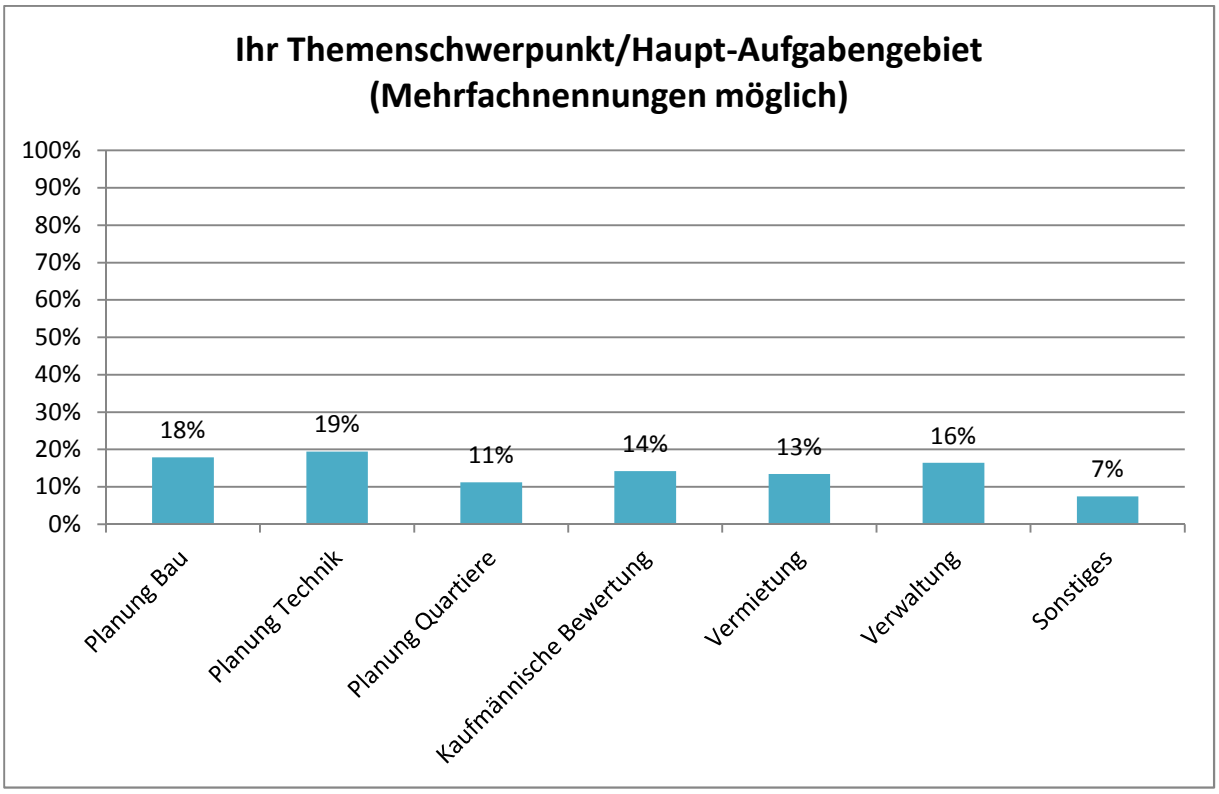


Tabelle 35: Themenschwerpunkt/ Hauptaufgabengebiet

Ihr Themenschwerpunkt/Haupt-Aufgabengebiet (Mehrfachnennungen möglich)	
Planung Bau	18%
Planung Technik	19%
Planung Quartiere	11%
Kaufmännische Bewertung	14%
Vermietung	13%
Verwaltung	16%
Sonstiges	7%
Keine Angabe	4
Nennungen abzüglich "Keine Angabe"	134

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

IBWL Sozialwissenschaftlicher Teil - Ergebnisse – Mieter P1-P3 –Experten Wohnungswirtschaft - Umfrage

Abbildung 30: Zuständigkeit für KWL im Fachbereich

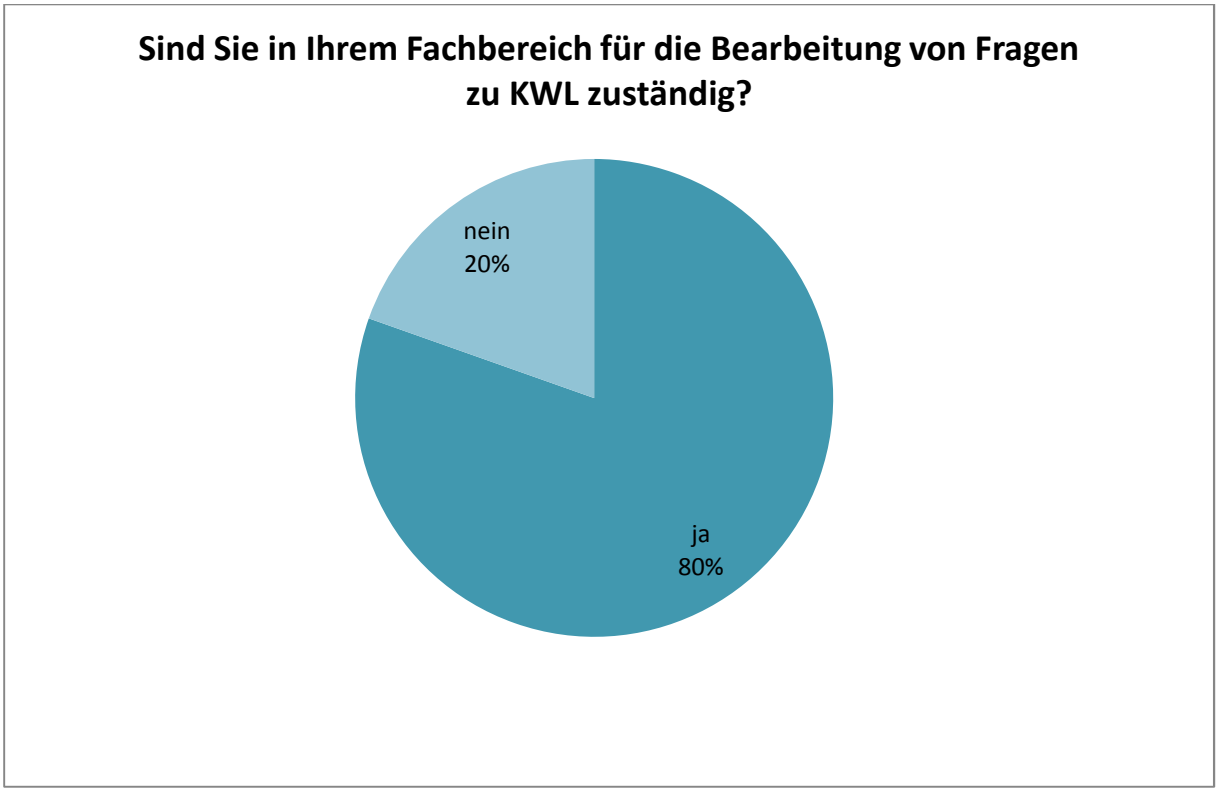


Tabelle 36: Zuständigkeit für KWL

Sind Sie in Ihrem Fachbereich für die Bearbeitung von Fragen zu KWL zuständig?	
Ja	80%
Nein	20%
Nennungen insgesamt	53
Nennungen abzüglich "Keine Angabe"	50

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 31: Ihre Zielgruppe in Fragen KWL

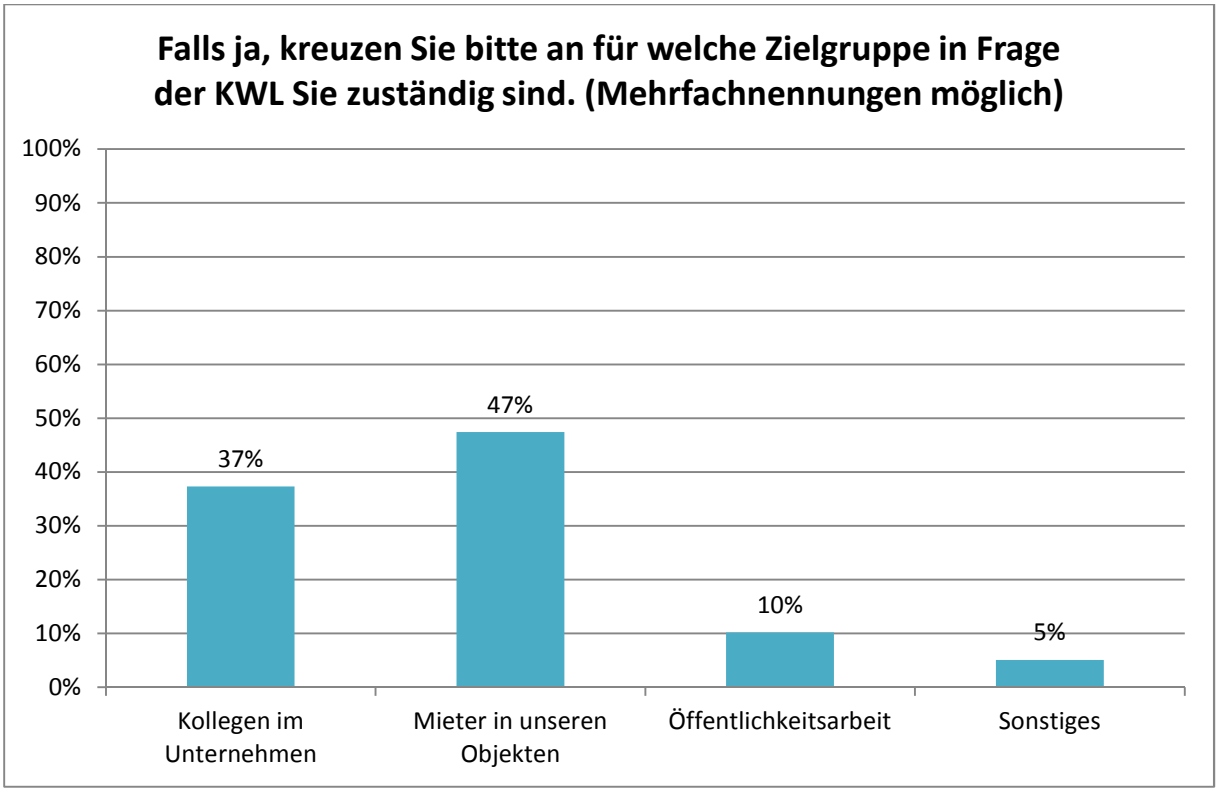


Tabelle 37: Zuständigkeit für welche Zielgruppe

Falls ja, kreuzen Sie bitte an für welche Zielgruppe in Frage der KWL Sie zuständig sind. (Mehrfachnennungen möglich)	
Kollegen im Unternehmen	37%
Mieter in unseren Objekten	47%
Öffentlichkeitsarbeit	10%
Sonstiges	5%
Keine Angabe	14
Nennungen abzüglich "Keine Angabe"	59

Die Teilnehmer wurden auch nach der eigenen Kapazität zur Bearbeitung von KWL-Themen befragt. Die Ergebnisse werden aus Platzgründen als Abbildungen und Tabellen im Materialienband dokumentiert. Die meisten Unternehmen lassen energetische, technische, raumklimatische und ökonomische Aspekte von KWL durch externe Fachpartner bearbeiten (zwischen 67 und 84 % der teilnehmenden Unternehmen, s. Materialienband 2 – Abb. D7 bis D10).

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Die überwiegende Zahl der Experten(86 %) fühlt sich im Unternehmen regelmäßig und gut (78%) über Neuerung zur energetischen Gebäudesanierung informiert.

Abbildung 32: Kommunikation Neuerungen energetische Sanierung

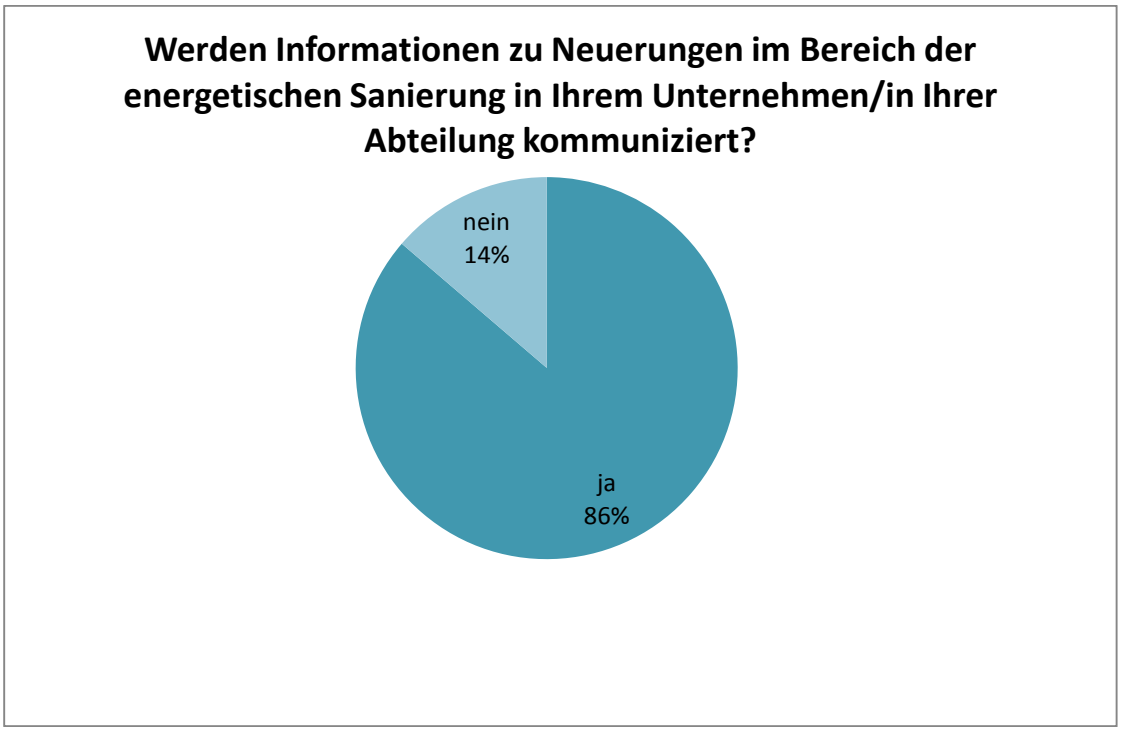
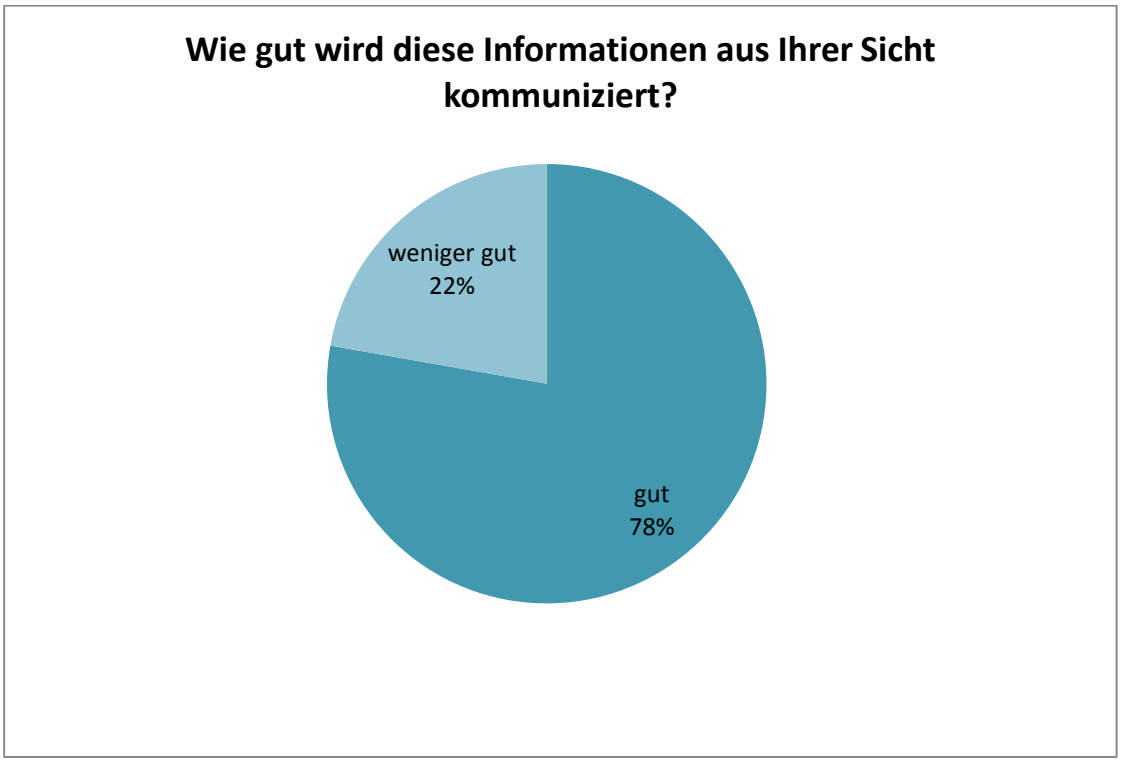


Abbildung 33: Güte der Kommunikation Neuerungen energetische Sanierung



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Die Fundierung der Ergebnisse wird außerdem durch die bei den Umfrage-Teilnehmern weitgehende vorhandene Erfahrung mit KWL-Anlagen in Wohngebäuden untermauert. 63 % der befragten Experten haben diese Erfahrung bereits mit mehr als 25 Wohneinheiten sammeln können (Summenwert 25 bis mehr als 200 WE in Abbildung 35 auf der folgenden Seite) und diese Erfahrung beziehen sich auf alle Handlungsbereiche rund um die Planung und die Ausführung und Betreuung von KWL-Einbauten (s. Abbildung 36, S. 61).

Abbildung 34: Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen

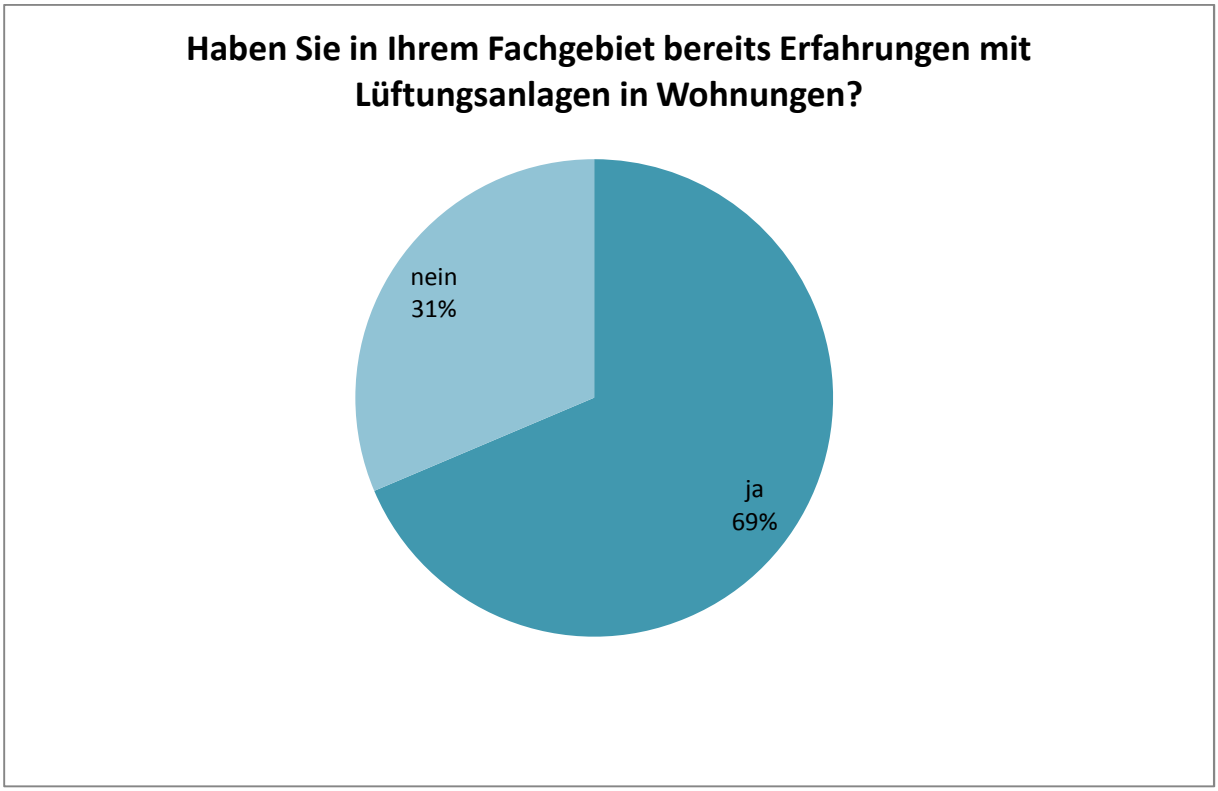


Tabelle 38:Erfahrungen mit Lüftungsanlagen

Haben Sie in Ihrem Fachgebiet bereits Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen?	
ja	69%
nein	31%
keine Angabe	4
Nennungen abzüglich "Keine Angabe"	51

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 35 :Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen – Anzahl WE

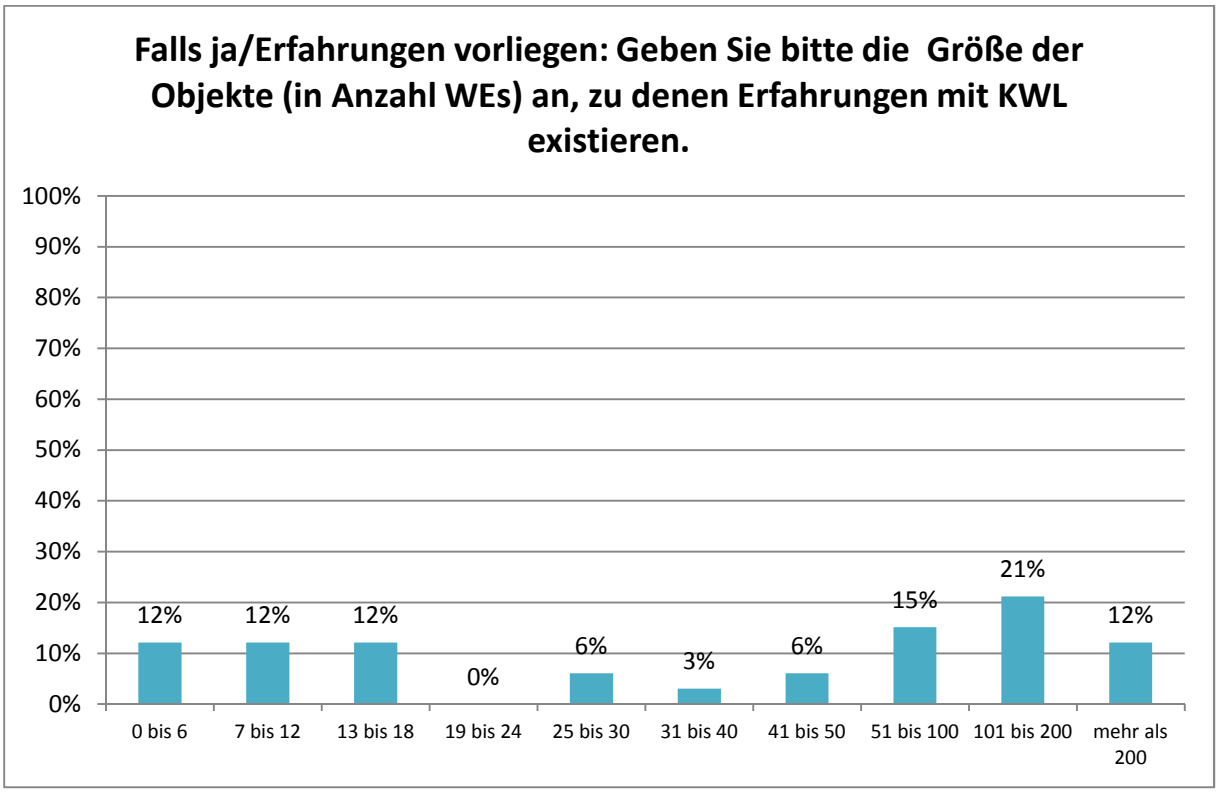


Tabelle 39: Größe der Objekte, zu denen Erfahrungen existieren

Falls ja/Erfahrungen vorliegen: Geben Sie bitte die Größe der Objekte (in Anzahl WEs) an, zu denen Erfahrungen mit KWL existieren.	
0 bis 6	12%
7 bis 12	12%
13 bis 18	12%
19 bis 24	0%
25 bis 30	6%
31 bis 40	3%
41 bis 50	6%
51 bis 100	15%
101 bis 200	21%
mehr als 200	12%
Keine Angabe	22
Nennungen abzüglich "Keine Angabe"	33

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 36: Erfahrungen mit Lüftungsanlagen in Wohnungen – Aspekte der Erfahrungen

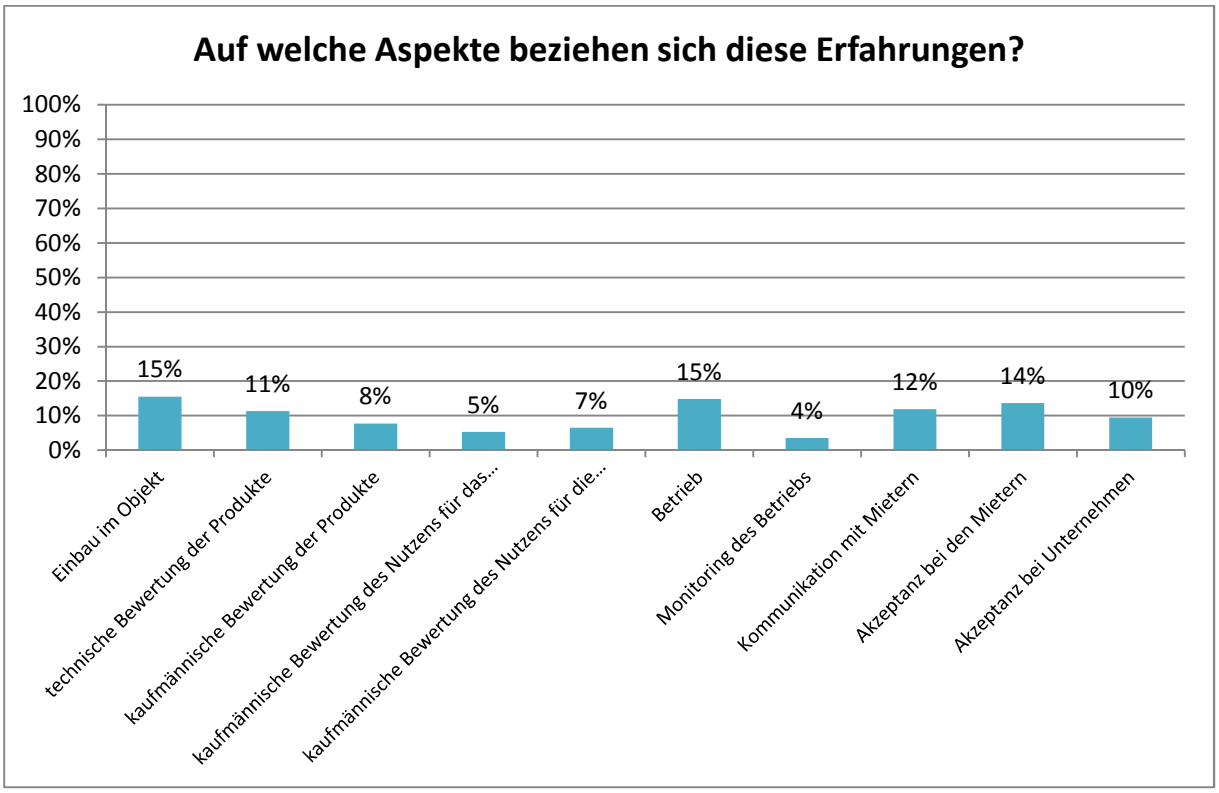


Tabelle 40: Aspekte der Erfahrungen

Wenn ja, auf welche Aspekte beziehen sich diese Erfahrungen? (Mehrfachnennungen möglich)	
Einbau im Objekt	15%
technische Bewertung der Produkte	11%
kaufmännische Bewertung der Produkte	8%
kaufmännische Bewertung des Nutzens für das Unternehmen	5%
kaufmännische Bewertung des Nutzens für die Mieter	7%
Betrieb	15%
Monitoring des Betriebs	4%
Kommunikation mit Mietern	12%
Akzeptanz bei den Mietern	14%
Akzeptanz bei Unternehmen	10%
Keine Angabe	23
Nennungen insgesamt	191
Nennungen abzüglich "Keine Angabe"	168

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Einschätzungen, Bewertungen und Erfahrungen zu/mit KWL

In einem zentralen Teil des Fragebogens wurden die Teilnehmer mit Hilfe von Bewertungsskalen nach ihren Einschätzungen zu verschiedenen Aspekten von KWL-Anlagen gefragt. Es wurden behauptenden Aussagen oder fachliche Stichwörter (bspw. Lärm durch Einbau) vorgegeben und die Teilnehmer hatten die Möglichkeit diese mit Werte von 1 bis 10 zu bewerten: „Ob Sie Erfahrungen mit KWL haben oder nicht - Wie schätzen Sie die folgenden allgemeinen Aussagen zu KWL im Bestands-Wohnungsbau (d.h. ohne ihr konkretes Vorhaben) ein?“ und „Fachliche Erwartungen an den Umbau/die KWL - Wir würden von Ihnen gerne wissen welche Vor- und welche Nachteile Sie von der KWL erwarten. Sagen Sie uns bitte welche Vorteile bzw. Nachteile aus Ihrer Sicht entstehen werden. Wenn Sie die folgenden Punkte einschätzen müssten: Welches Ausmaß würden diese Ihrer Ansicht nach voraussichtlich annehmen? (1 = trifft überhaupt nicht zu bis 10 = trifft voll zu; 0 = keine Angabe)"

Abbildung 37: Beispiel 10er-Bewertungsskala Online

Die folgenden auf diese Weise bewerteten Aussagen sind aus Sicht des Autors signifikant – weitere Bewertungen finden sich im Materialienband 1:

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 38: Einbau von KWL in Bestandswohnungen ist baulich - technisch leicht möglich

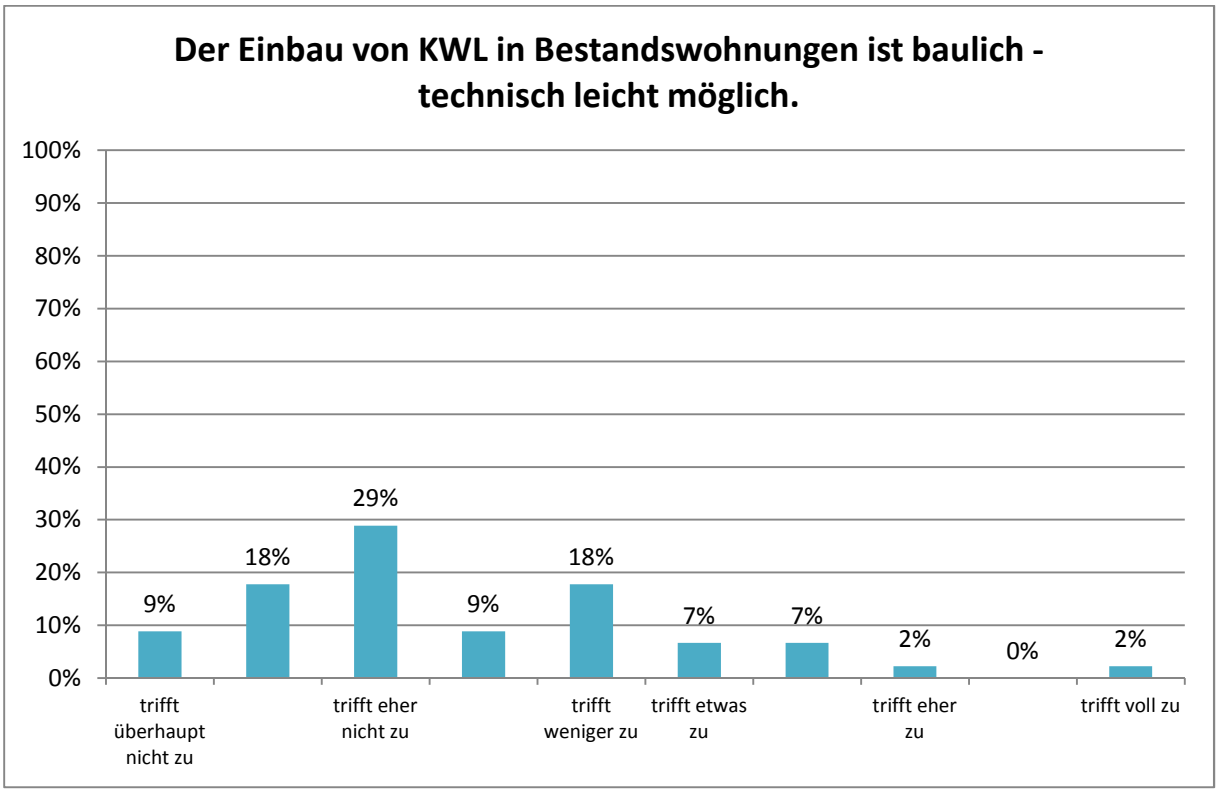
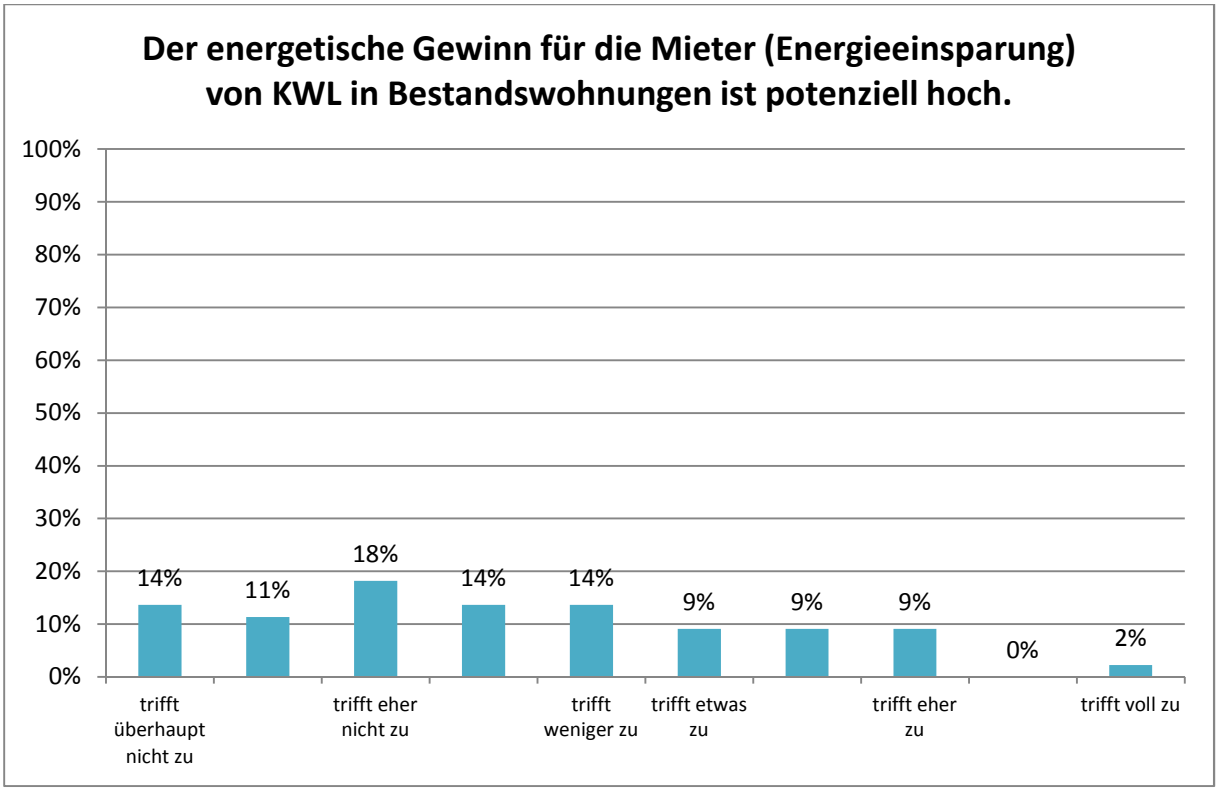


Abbildung 39: Energetische Gewinn für die Mieter ist potenziell hoch



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

IBWL Sozialwissenschaftlicher Teil - Ergebnisse – Mieter P1-P3 –Experten Wohnungswirtschaft - Umfrage

Abbildung 40: Mieter profitieren mit der KWL in Bestandswohnungen von einem besseren Raumklima

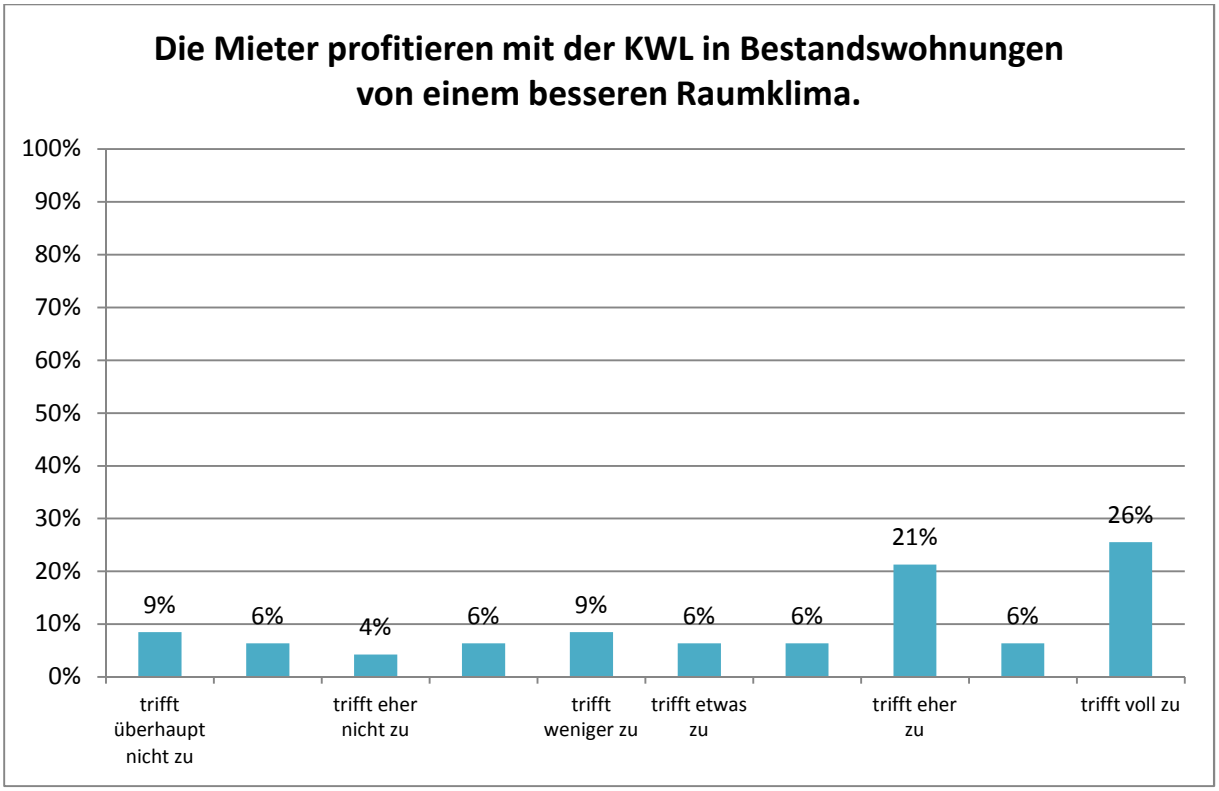


Abbildung 41: Die Mieter profitieren mit der KWL in Bestandswohnungen von einem besseren Schallschutz

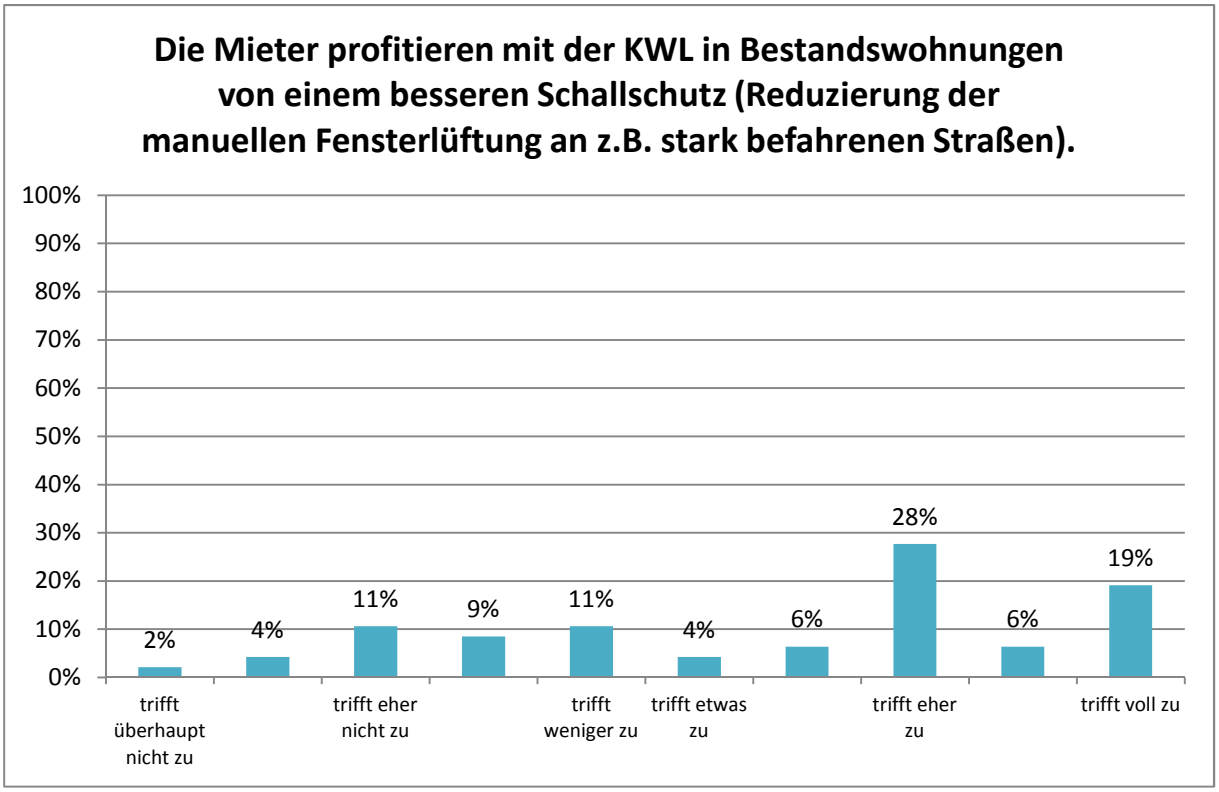


Abbildung 42: Entscheidend für den Erfolg der KWL ist das Nutzerverhalten

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

IBWL Sozialwissenschaftlicher Teil - Ergebnisse – Mieter P1-P3 –Experten Wohnungswirtschaft - Umfrage

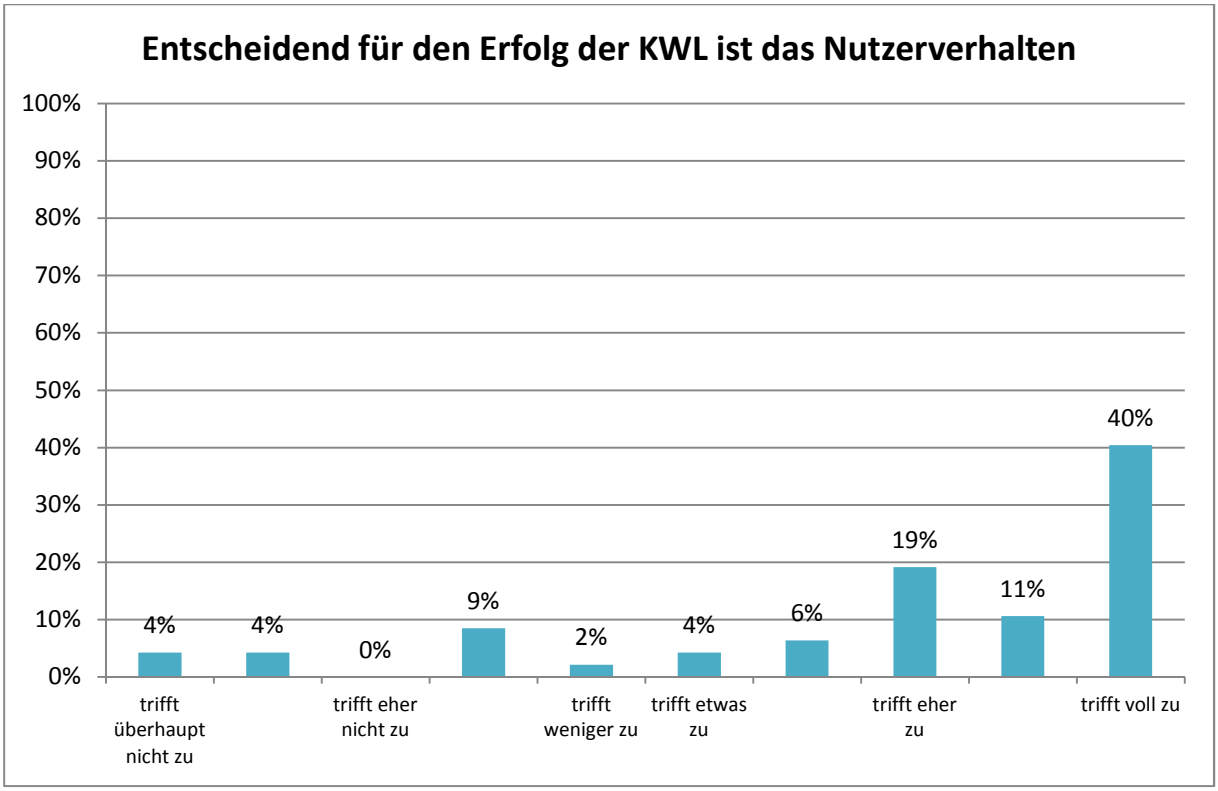
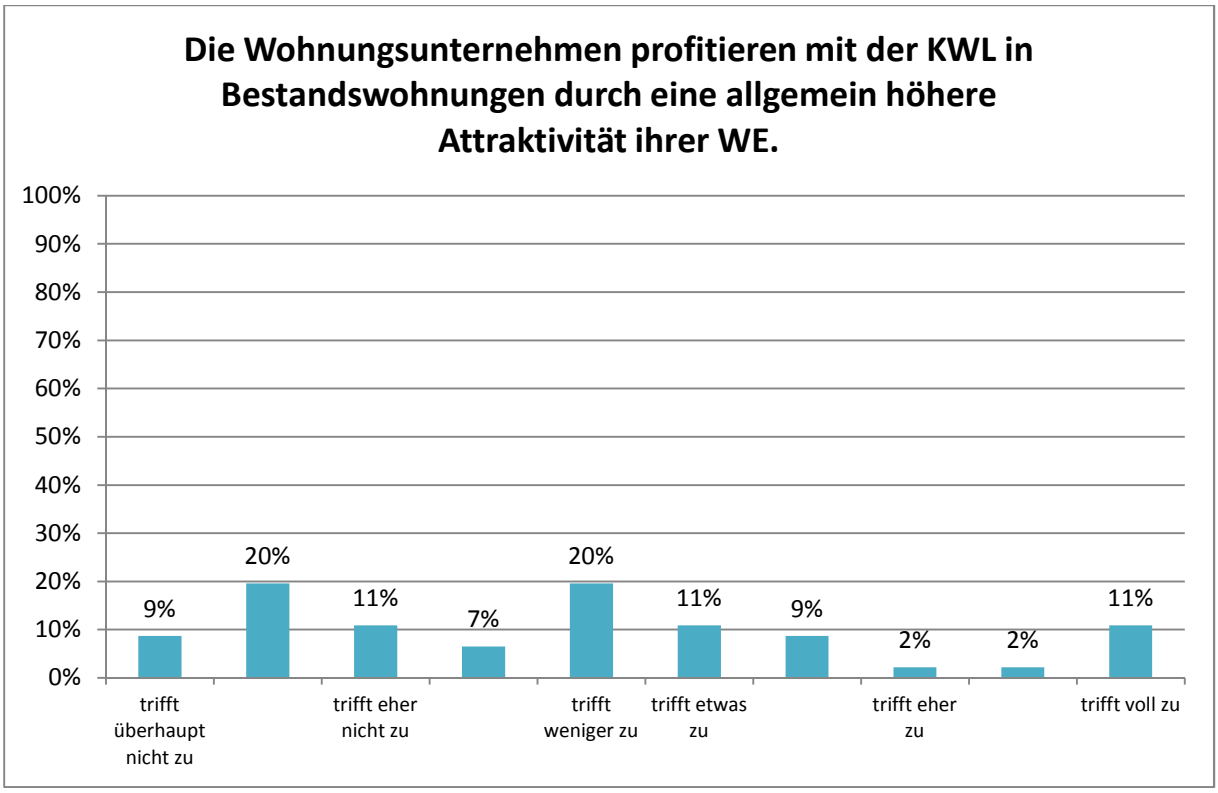


Abbildung 43: Wohnungsunternehmen profitieren mit der KWL in Bestandswohnungen durch eine allgemein höhere Attraktivität ihrer WE



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 44: KWL in Bestandswohnungen führen zu einer leichteren Vermietbarkeit

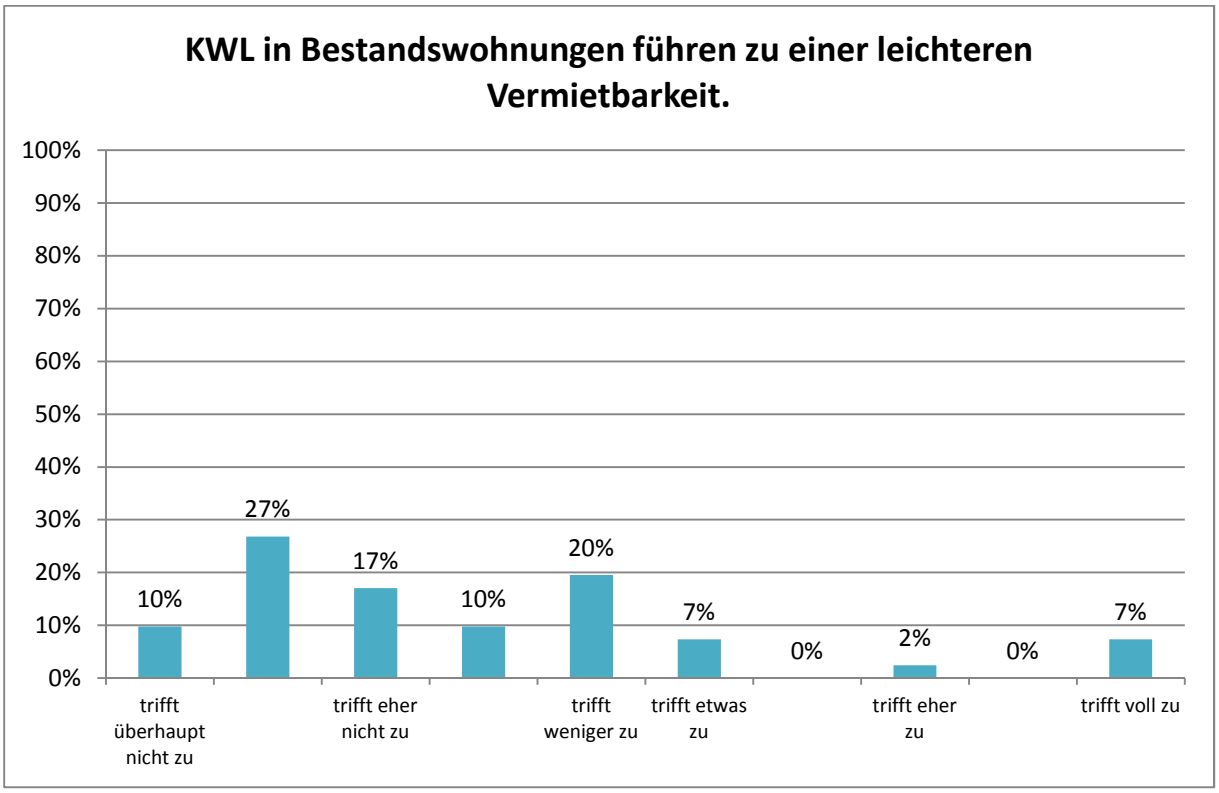
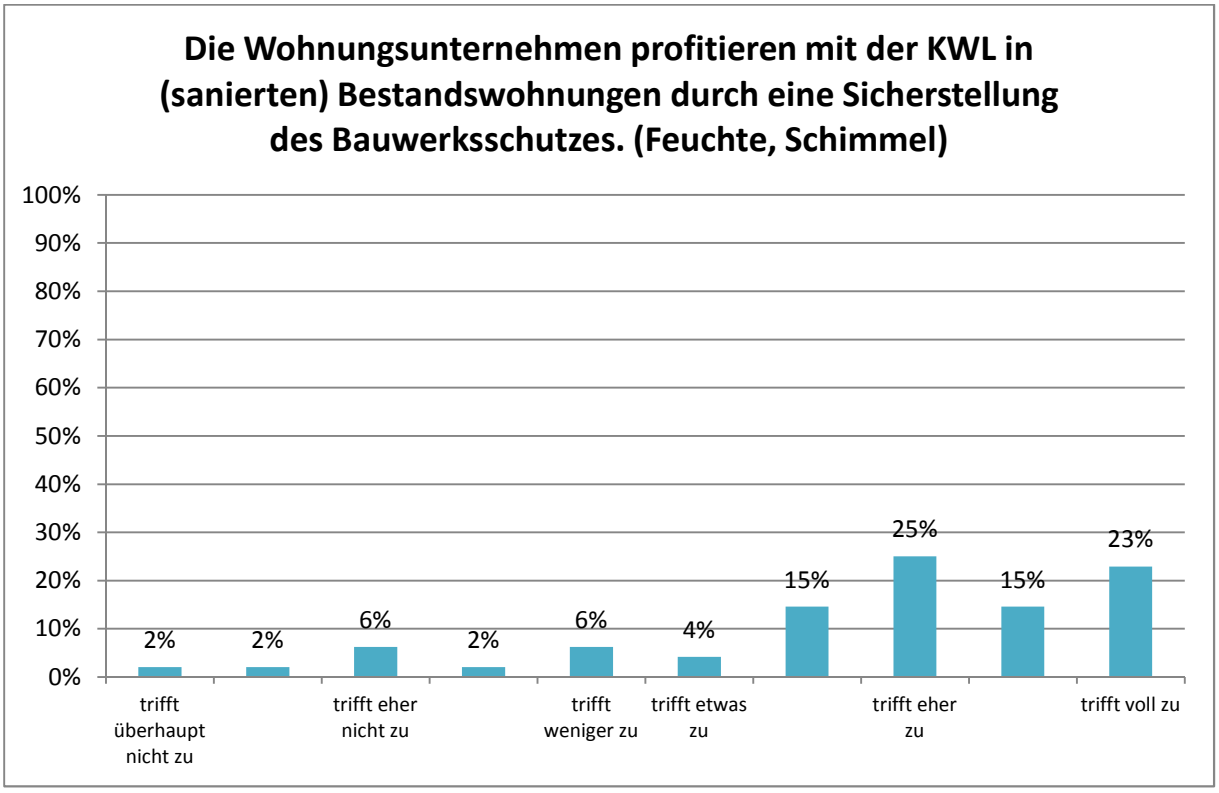


Abbildung 45: Wohnungsunternehmen profitieren mit der KWL in (sanierten) Bestandswohnungen durch eine Sicherstellung des Bauwerksschutzes. (Feuchte, Schimmel)



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 46: Entscheidend für den Erfolg des KWL-Einsatzes ist die enge Betreuung der Mieter

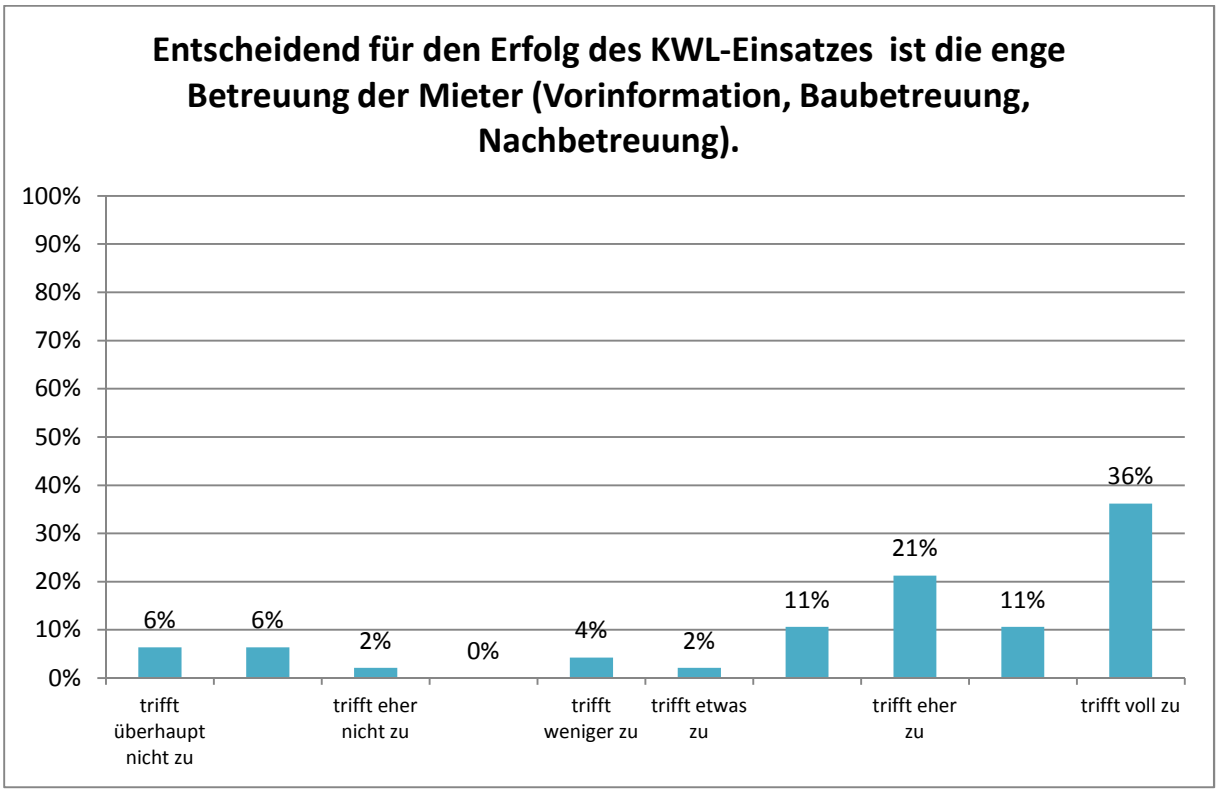
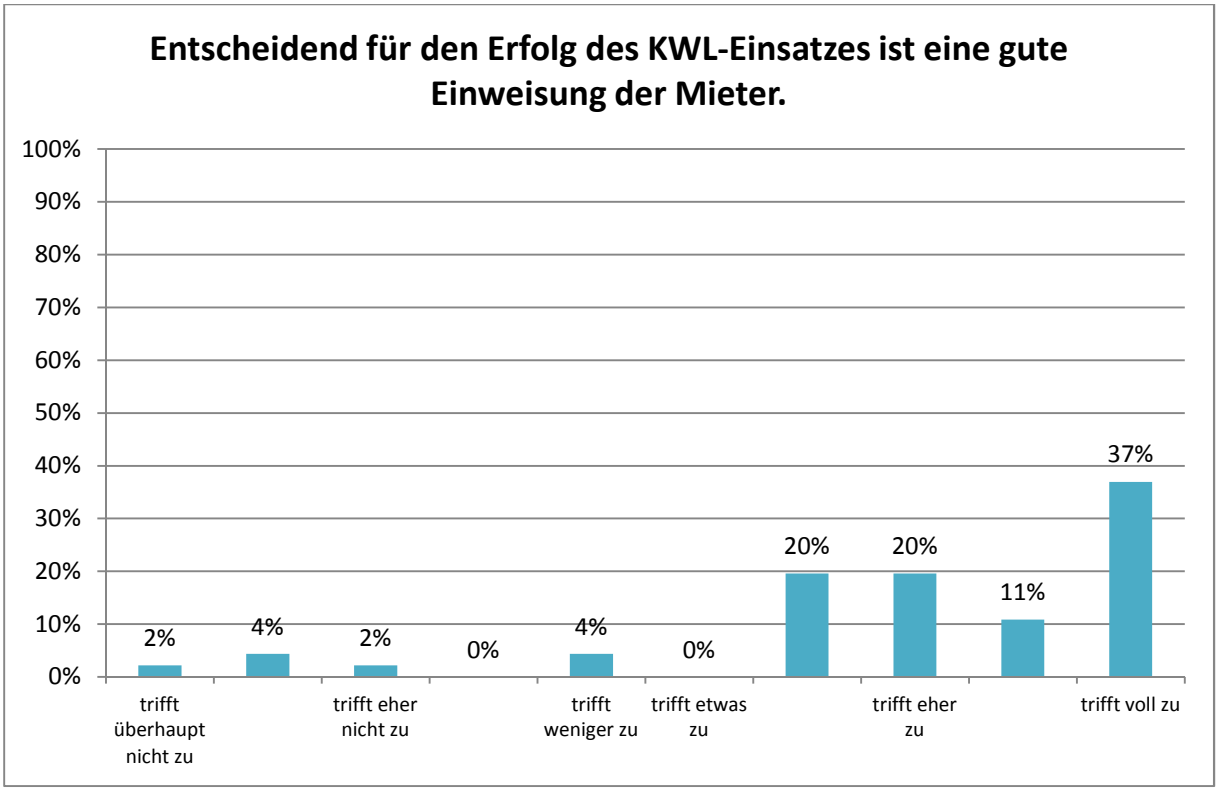


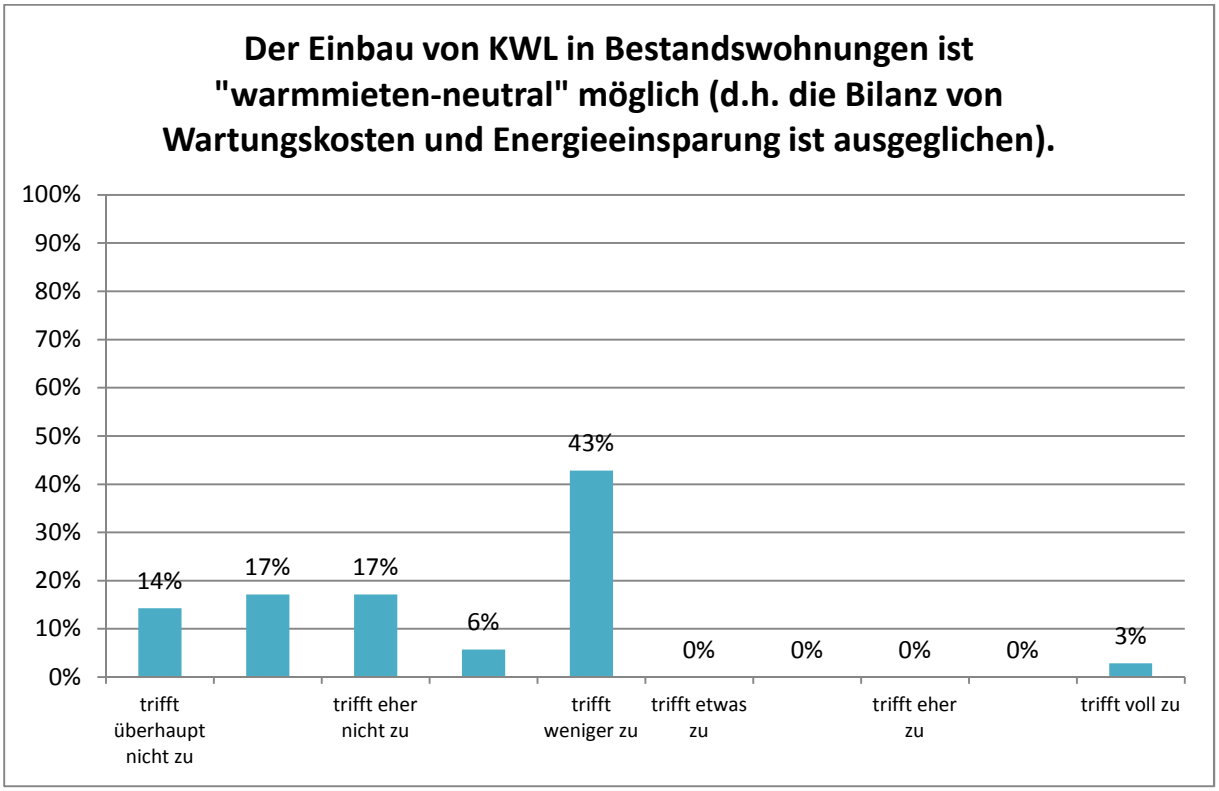
Abbildung 47: Entscheidend für den Erfolg des KWL-Einsatzes ist eine gute Einweisung der Mieter



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

IBWL Sozialwissenschaftlicher Teil - Ergebnisse – Mieter P1-P3 –Experten Wohnungswirtschaft - Umfrage

Abbildung 48: Einbau von KWL in Bestandswohnungen ist "warmmieten-neutral" möglich (d.h. die Bilanz von Wartungskosten und Energieeinsparung ist ausgeglichen).

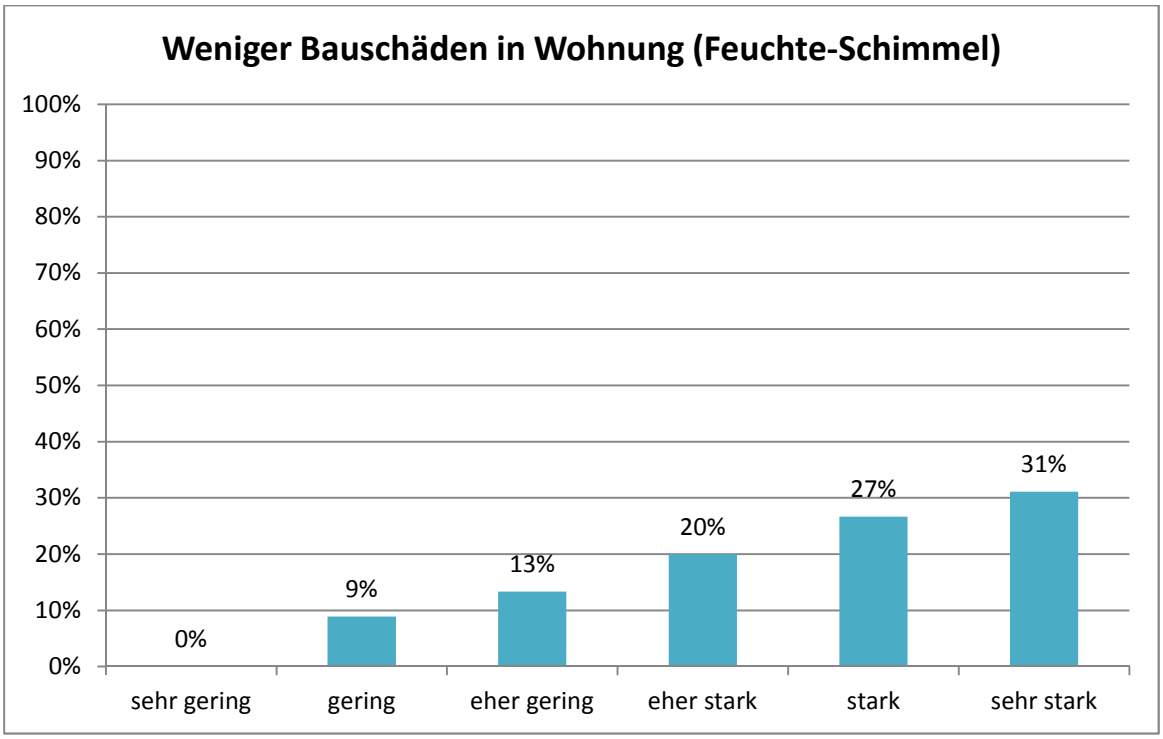


Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Ausmaß von KWL-Wirkungen

In der Folge wurden die Teilnehmer gebeten, einige Wirkungen von KWL-Anlagen nach ihrem Ausmaß zu beurteilen („Wenn Sie die folgenden Punkte einschätzen müssten: Welches Ausmaß würden diese Ihrer Ansicht nach voraussichtlich annehmen?"). Die Frageformulierung nach dem Ausmaß einer Wirkung machte es notwendig, die Beschriftung der 10-er-Skala zu ändern: von 1 = „sehr gering“ (vulgo sehr geringes Ausmaß)bis 10 = „sehr stark“ (vulgo sehr starkes Ausmaß). Daher sind in den folgenden Abbildungen veränderte Achsenbeschriftungen, bei gleicher Abstufungshierarchie und Bedeutungszuweisung, zu sehen.

Abbildung 49: KWL bewirkt weniger Bauschäden in Wohnung (Feuchte-Schimmel)



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 50. KWL-Einbau bewirkt höhere Attraktivität des Wohnungsunternehmens

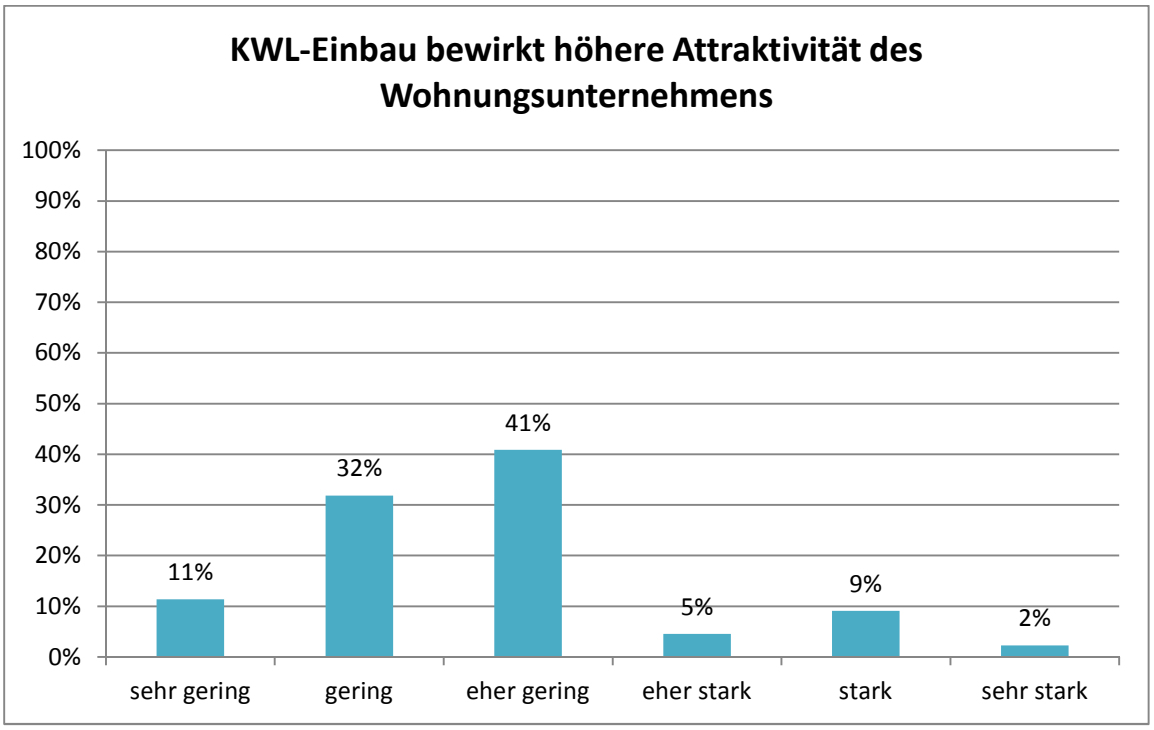


Abbildung 51: Bessere Kundenzufriedenheit und -bindung durch Kommunikation zu richtigem Nutzerverhalten mit KWL

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 52: KWL-Wirkung - Lärm durch Einbau

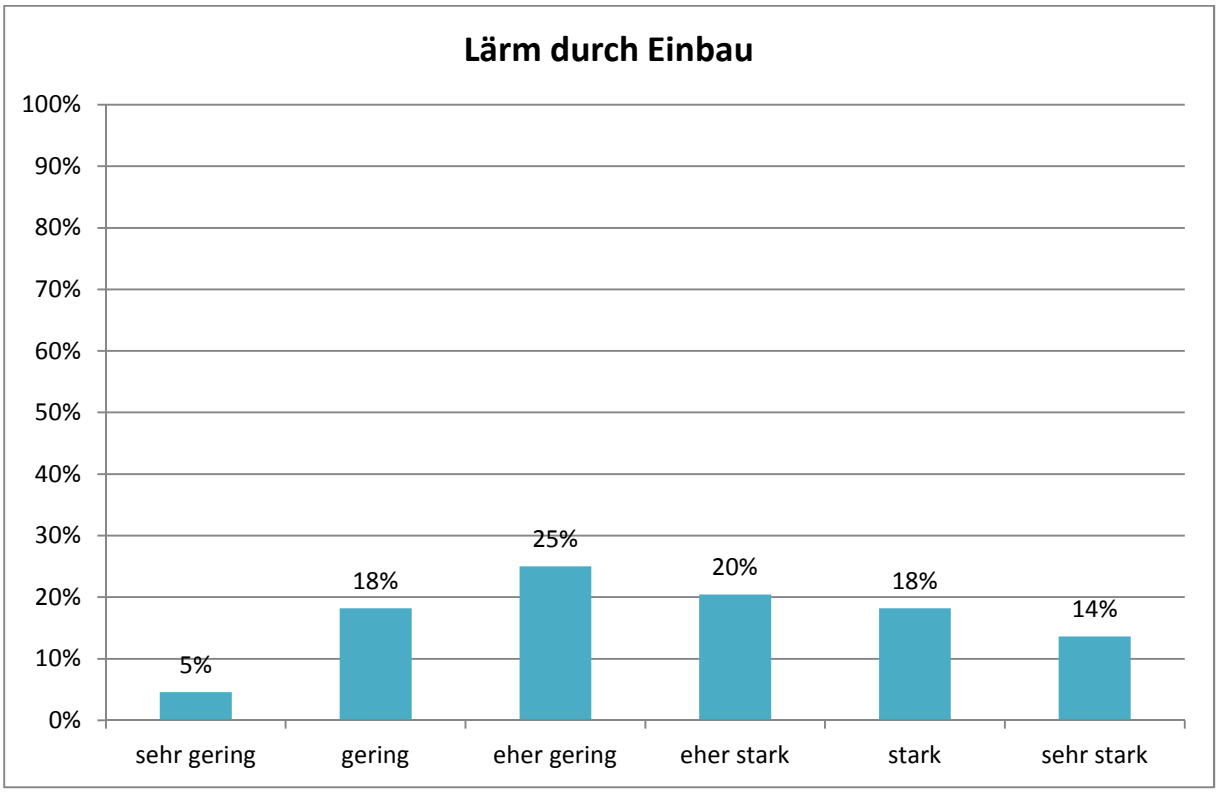
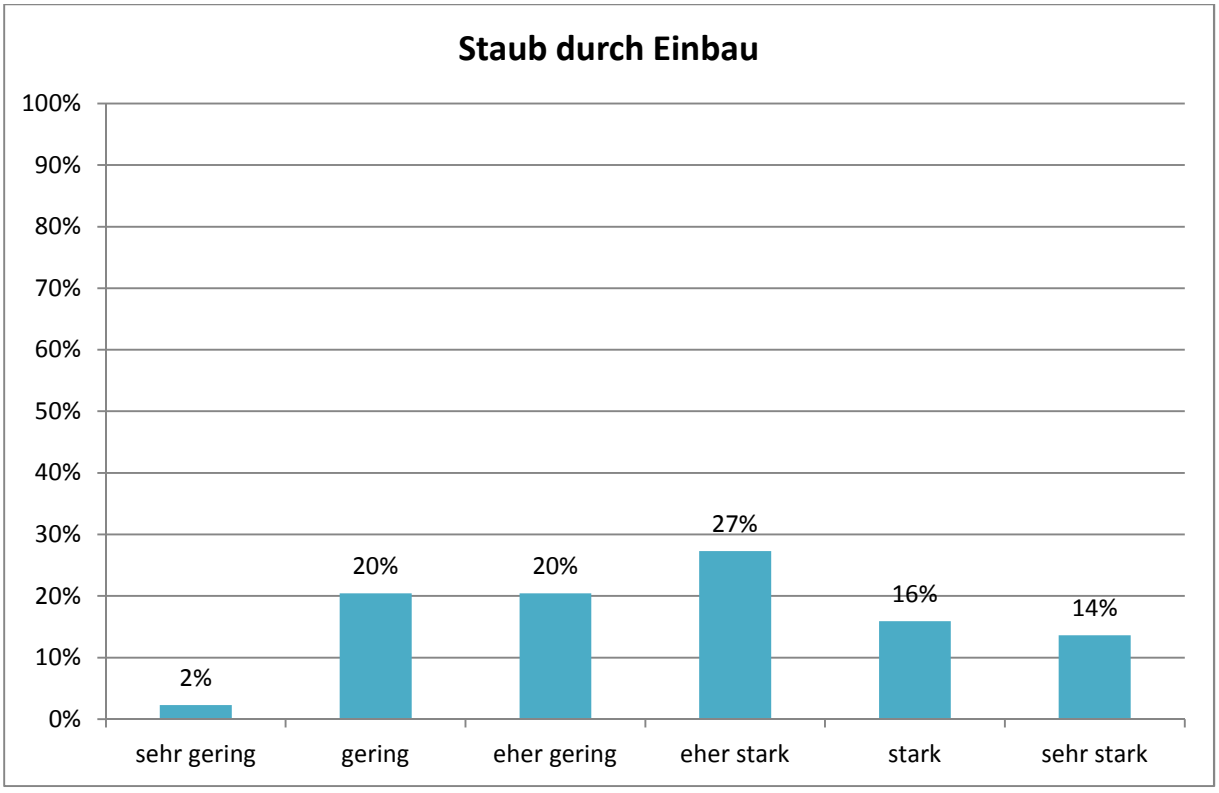


Abbildung 53: KWL-Wirkung -Staub durch Einbau



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 54: KWL-Wirkung -Geräusche durch den Betrieb

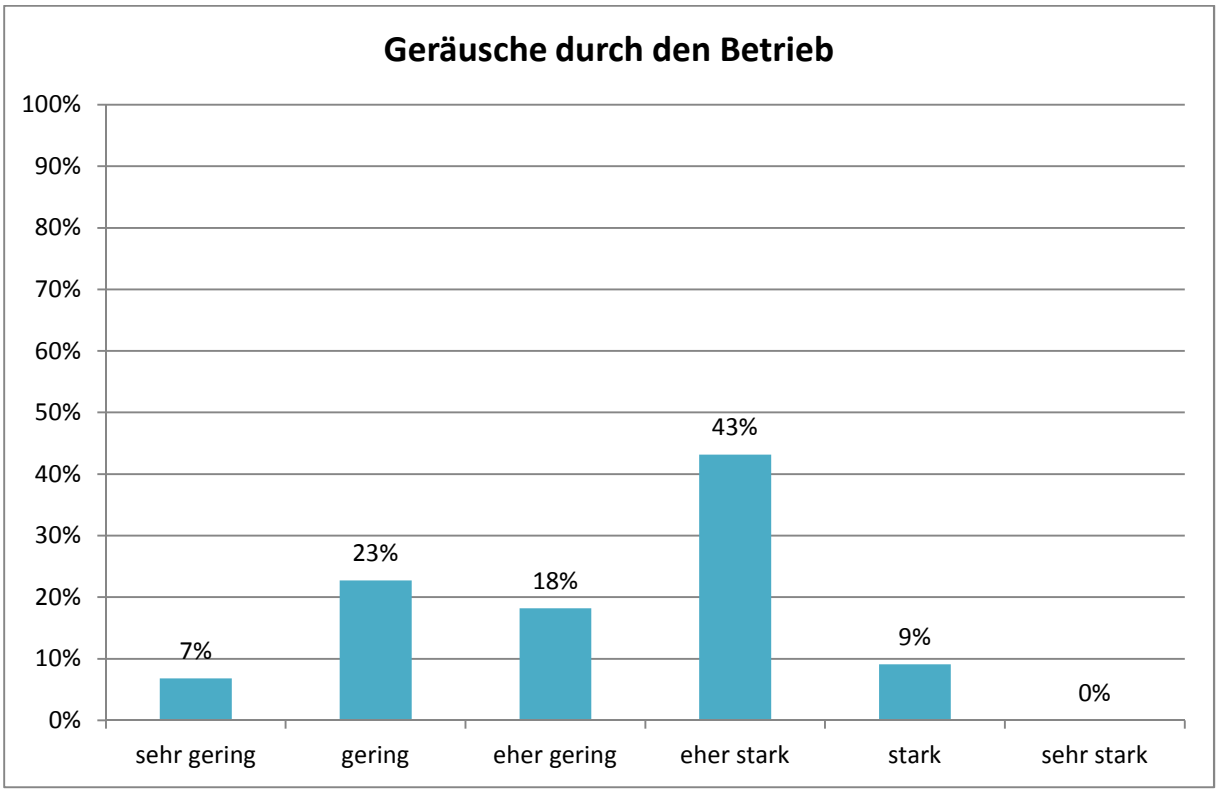
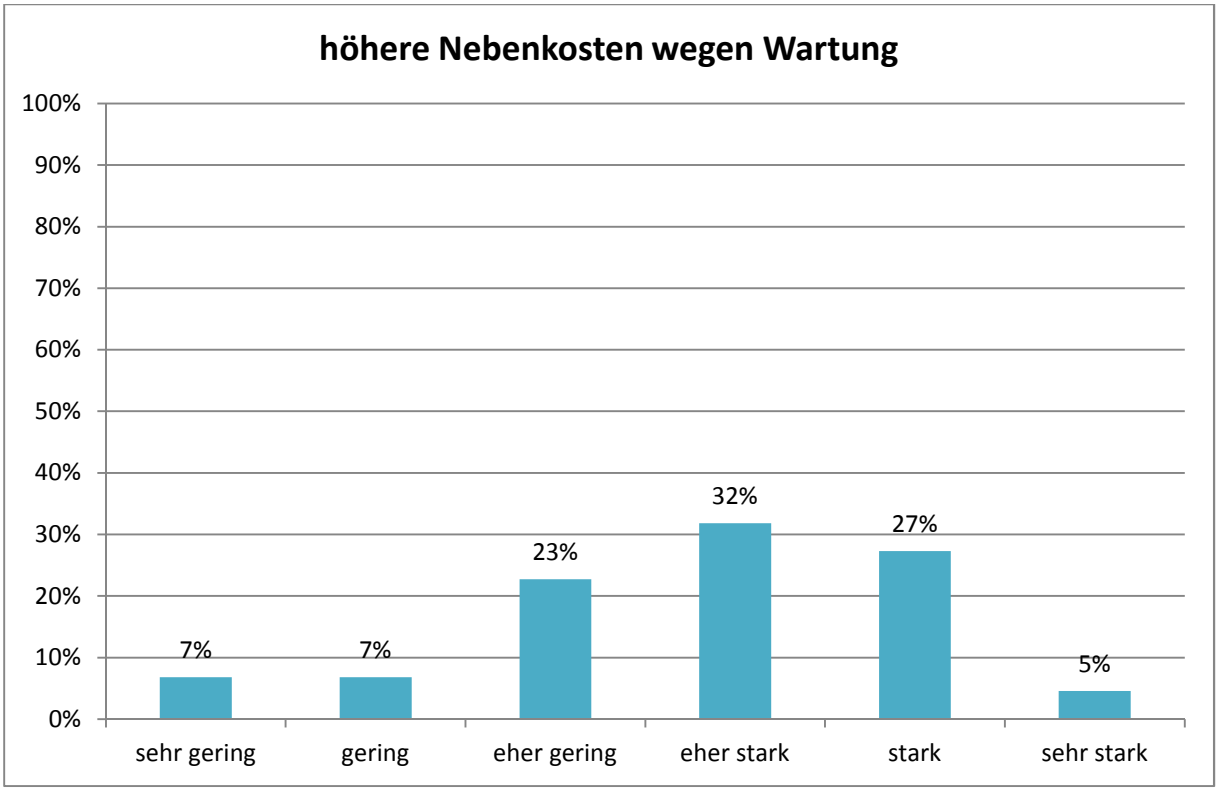


Abbildung 55: KWL-Wirkung - höhere Nebenkosten wegen Wartung



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 56: KWL-Einbau -Erhöhter Aufwand für die Abstimmung der am Bau Beteiligten

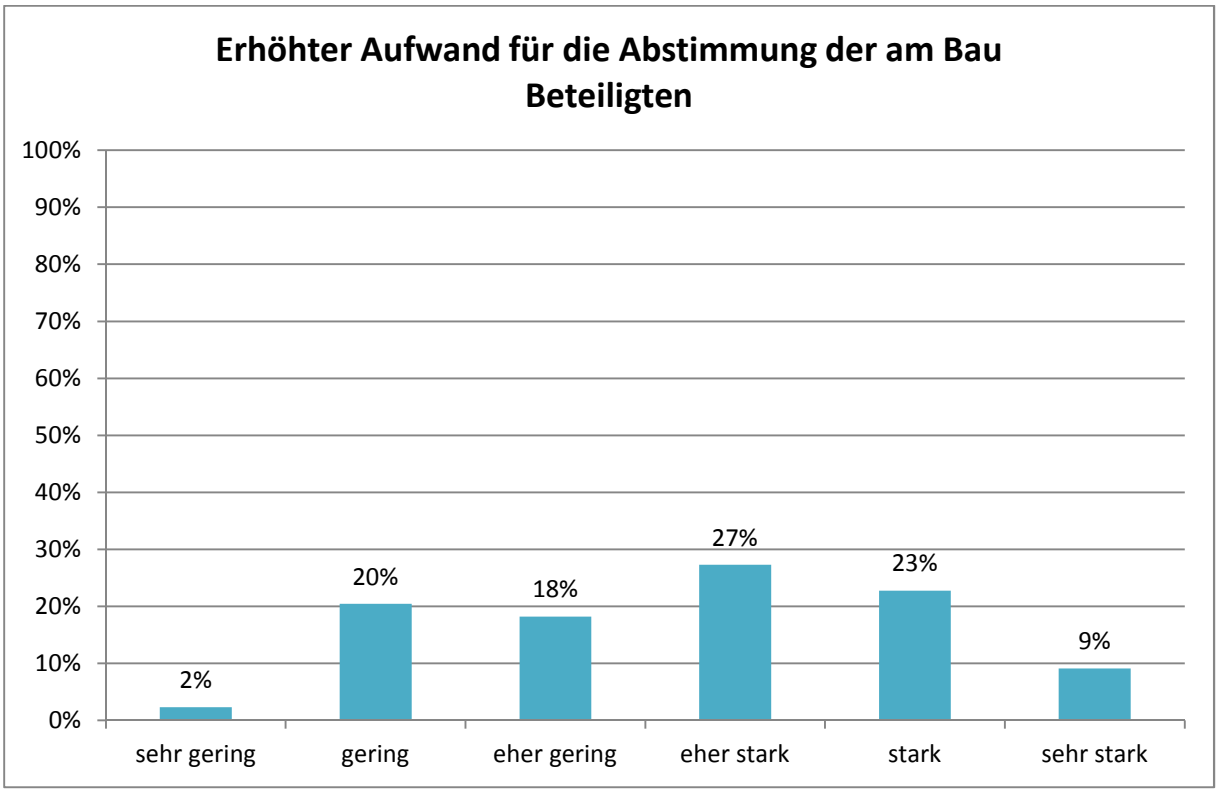
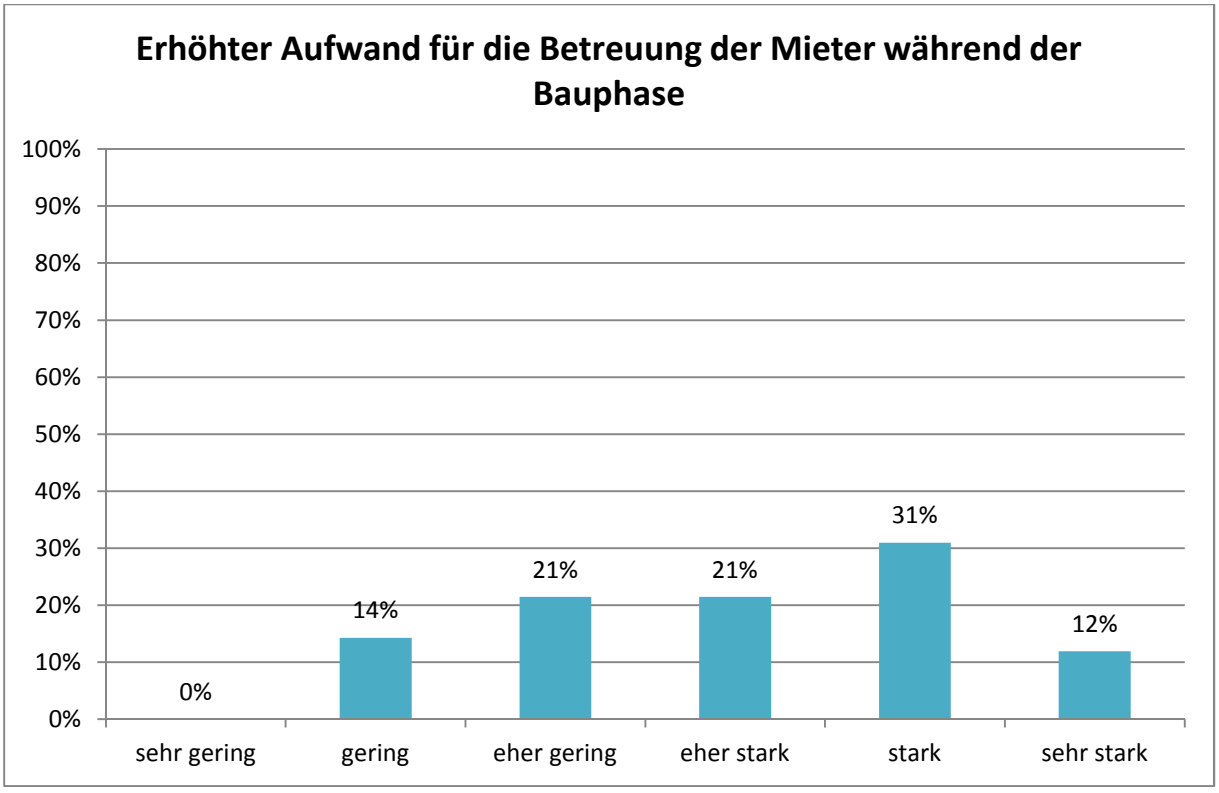


Abbildung 57: KWL-Einbau -Erhöhter Aufwand für die Betreuung der Mieter während der Bauphase



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 58: Erhöhter Aufwand an Kommunikation zu richtigem Nutzerverhalten mit KWL

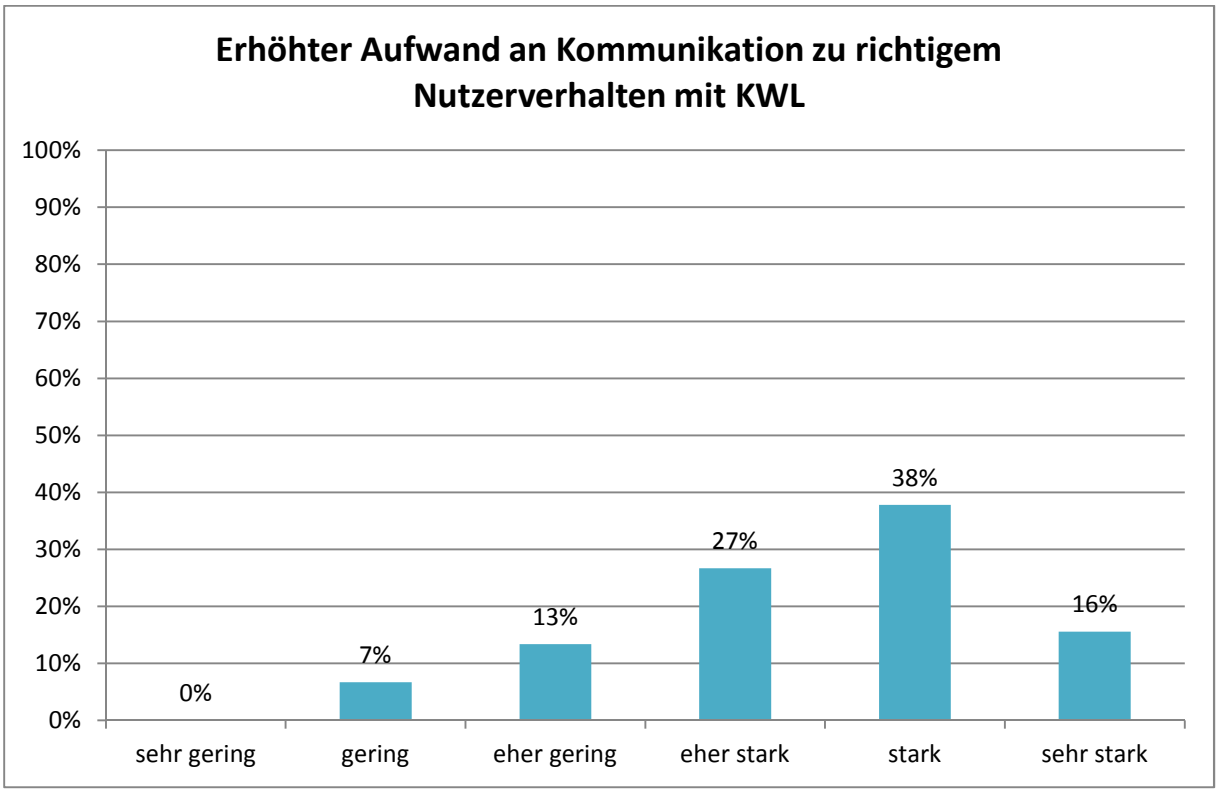
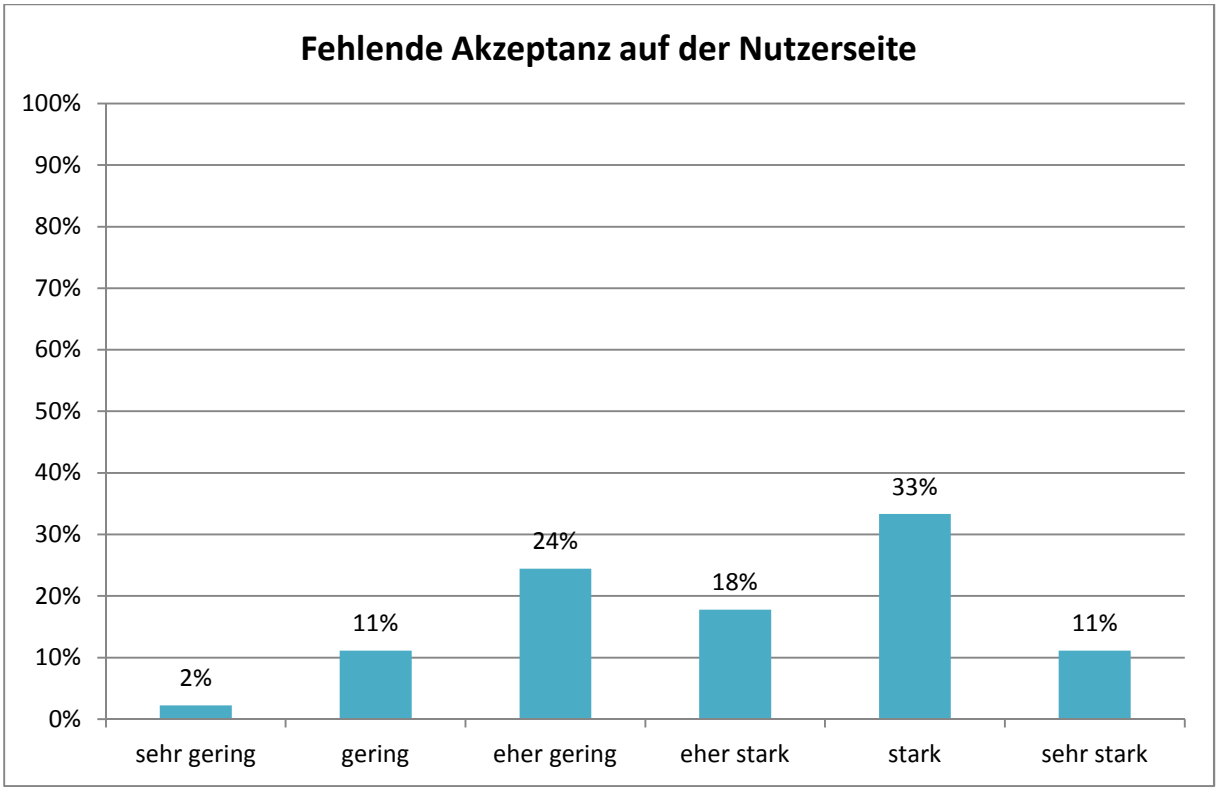


Abbildung 59: Fehlende Akzeptanz auf der Nutzerseite



Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 60: Erhöhter Aufwand im Beschwerdemanagement durch nutzerseitige Fehlbedienung der KWL

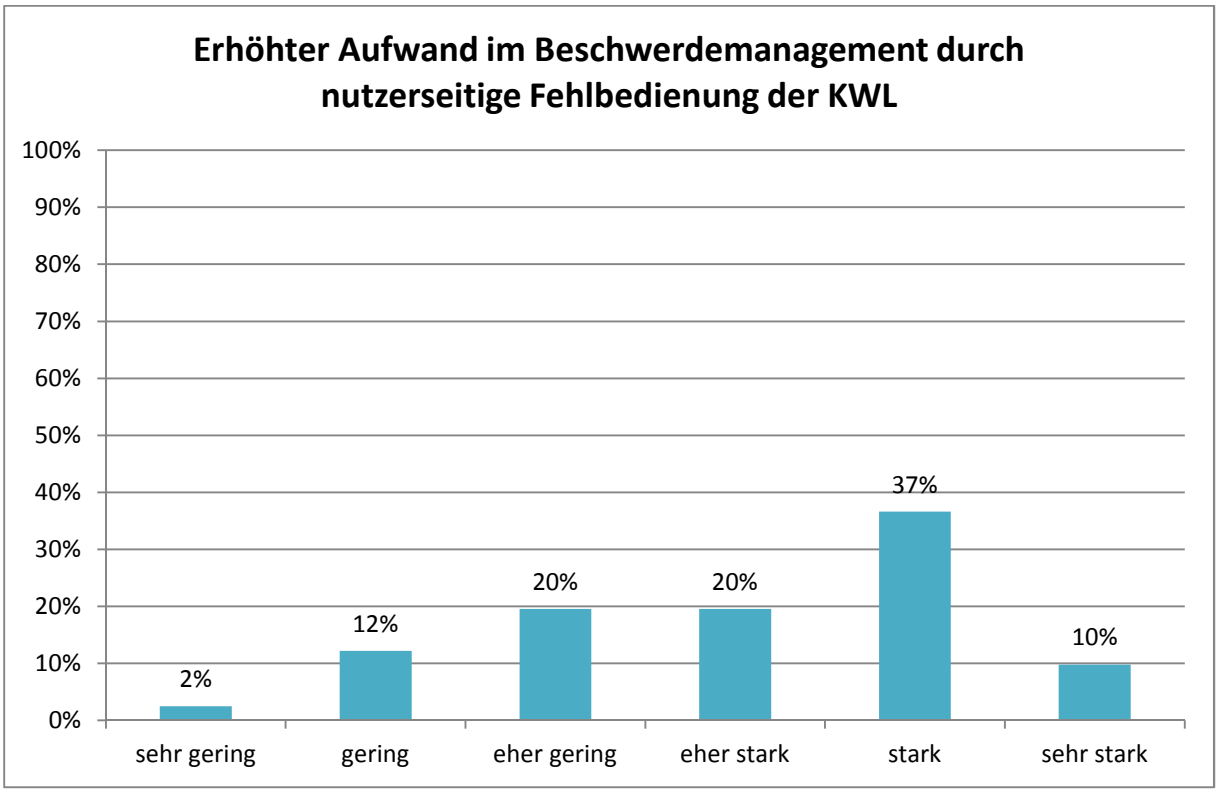
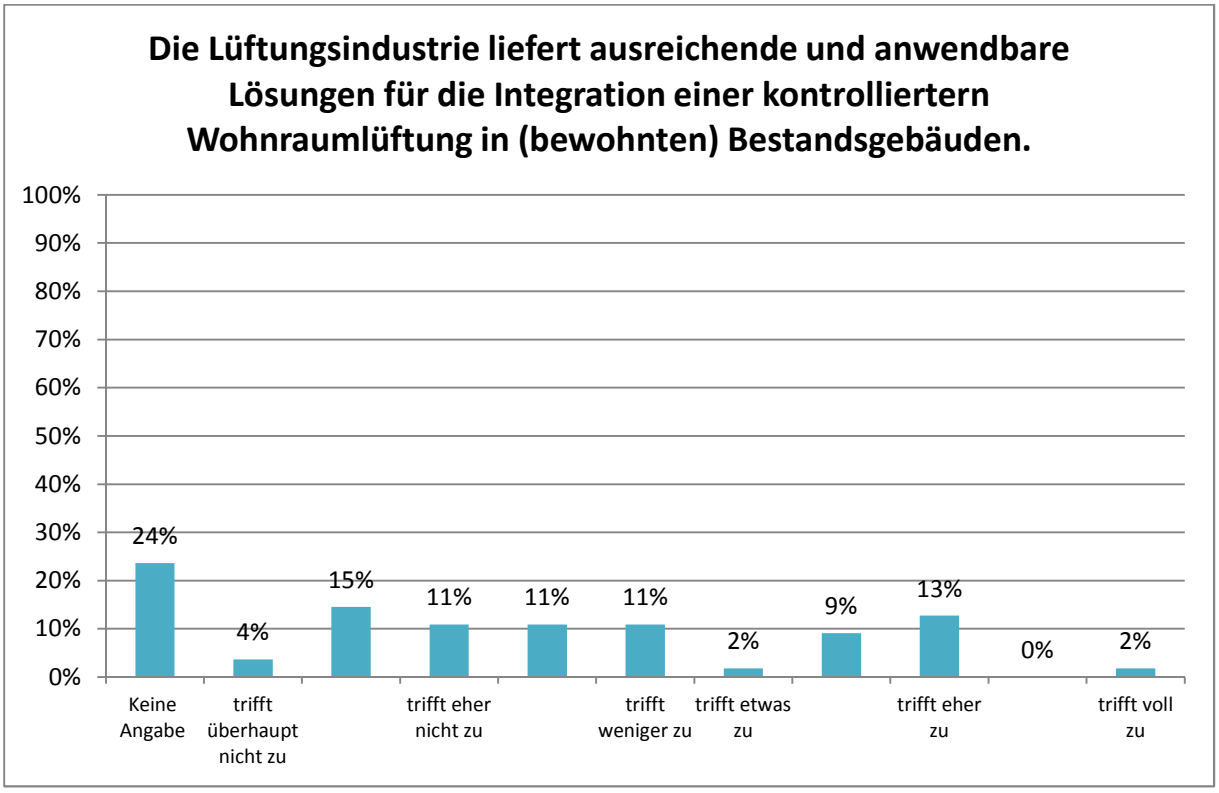


Abbildung 61: Lüftungsindustrie liefert ausreichende und anwendbare Lösungen für die Integration einer kontrollierten Wohnraumlüftung in (bewohnten) Bestandsgebäuden



Zu dieser Frage wurden die Teilnehmer auch um eine kurze schriftlich Erläuterung gebeten. Das Echo war geteilt. Es wurde sowohl positiv vermerkt, dass die Lösungsangebote der Herstelleranwendbar in

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

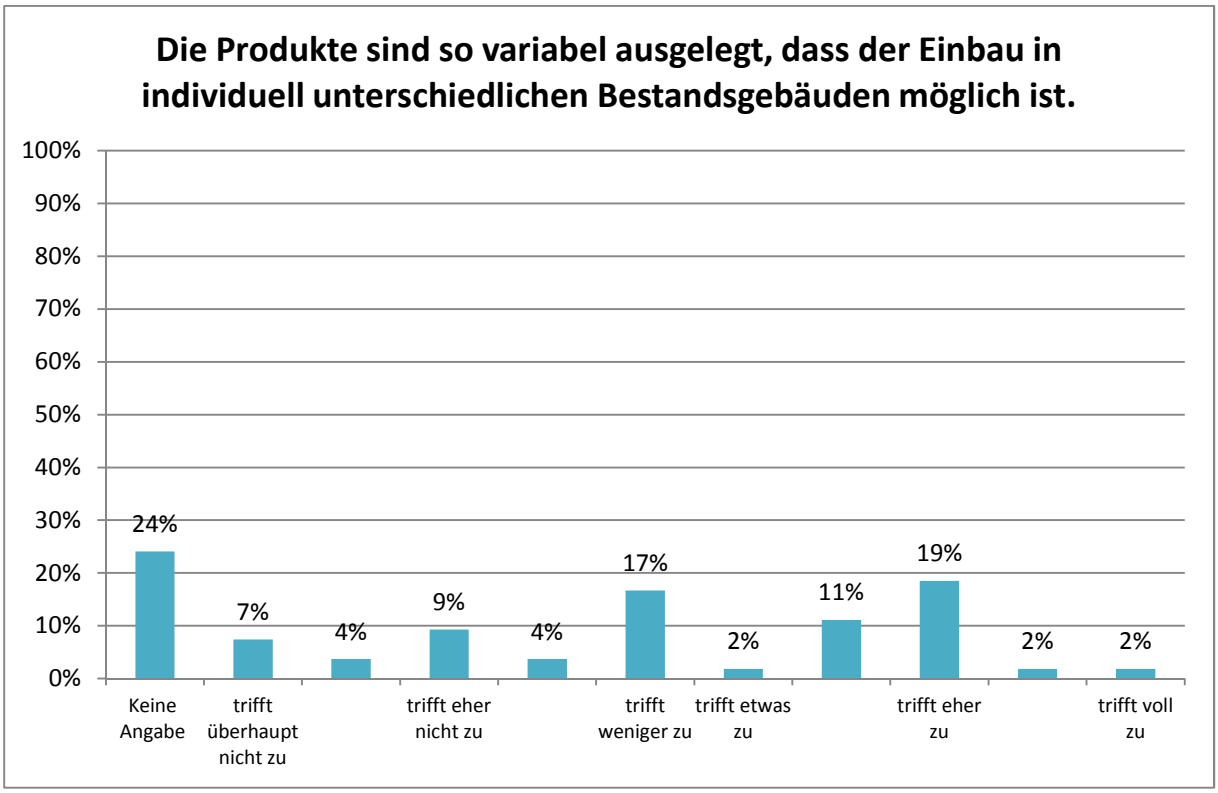
viele Einbausituationen sind wie aber auch einige Teilnehmer bemängeln, dass die Interessen der Wohnungsunternehmen und ihrer Mieter noch wenig berücksichtigt wird – sowohl von der Größe wie auch der Adaptierbarkeit der System her wie auch von der Service- und Kostenseite. Gleichzeitig geben sie aber zum Teil wertvolle Hinweise auf den Entwicklungsbedarf aus Sicht der Wohnungsunternehmen.

Tabelle 41: Erläuterungen zu „Lüftungsindustrie liefert ausreichende und anwendbare Lösungen“

Können Sie diese Einschätzung kurz stichwortartig erläutern? Wenn ja, dann tun Sie das bitte hier.	Anzahl
Positiv	
Es gibt viele ausgereifte Möglichkeiten, die aber noch nicht gesetzlich bei den Wohnungsunternehmen von den Mietern verlangt werden können.	1
1: Platz, Staub, Druck, Schmutz, Lärm Anlieferung / Service: gut 2: nicht zu beurteilen im Projekt… Anlage selbst abgeholt Betreuung: Viessmann saumäßig / Zehnder: gut	1
Es werden platzsparende, optisch gefällige, ökonomische und ökologische Systeme angeboten.	1
-durch die Vielzahl der Varianten dürfte immer ein passendes System gefunden werden.	1
verschiedene Systeme von Einzelgeräten pro Raum bis hin zu einem Gerät pro Wohnung	1
Nur wenige auf Bestandsbauten abgestimmte Systemangebote, wie z.B. Plug and Plan von Pluggit	1
Es gibt eine hohe Herstellervielfalt mit den verschiedensten Varianten.	1
Negativ	
die Geräte sind in der Regel zu groß	1
Unserer Einschätzung nach springt die Industrie nur auf den Zug der geänderten DIN auf, insbesondere die Probleme im Bestand werden nur unzureichend aufgegriffen.	1
Die Lüftungsindustrie ist an einer möglichst hohen Durchsetzung der Technik interessiert und an sonst nichts	1
Es gibt viele ähnliche Anbieter, aber kaum Forschungsergebnisse und konkrete Empfehlungen, zumindest kenne ich die nicht	1
Nachdem sich selbst Fachingenieure sich mit der Planung schwer getan haben bekomme ich nicht mit, dass Verbesserungen entwickelt werden.	1
im Bestand zu hohe "Aufbauten" bzw. => geringe Kopfhöhe; zu großer Platzbedarf	1
ggf. entstehen hygienische Probleme bei Kanalsystemen (Erfahrung konkret: in einer Messi-Wohnung)	1
Informationen und Lobbyarbeit gibt es natürlich genug, das ändert aber nichts an den hohen Installations-, Betriebs- und Instandhaltungskosten und der teilweise nicht vorhanden Akzeptanz der Nutzer	1
Verbesserung der Betriebskostensituation notwendig, bessere Schulung der Firmen vor Ort, günstigere Filter, kleinere und kompaktere Geräte die leiser sind!	1
Kosten sind undurchsichtig, Förderungswege sind unbekannt	1
kann ich nicht einschätzen, habe bisher nur für Neubau geplant	1
Förderung: geringeres Betriebsgeräusch, flachere Bauweise, eigener Stromzähler und besseres Monitoring um weiteren Mietern Erfahrungen aufzuzeigen	1
es werden sehr viele Einzelsysteme abgedeckt, jedoch ist der Faktor Mensch beim Lüftungsverhalten selten berücksichtiget. Deshalb je einfacher desto besser.	1
ein ganzer Industriezweig ist mit der Herstellung und dem Verkauf von mehr oder weniger sinnvollen Anlagen beschäftigt.	1

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 62: Produkte sind so variabel ausgelegt, dass der Einbau in individuell unterschiedlichen Bestandsgebäuden möglich ist



Die Einschätzung, dass die Produkte der KWL-Hersteller variabel für viele Anwendungsfälle im Bestand seien stößt auf ein etwas geteiltes Echo. Dies wird auch anhand der erläuternd frei formulierten Stichworte deutlich. Neben vier positiven Einschätzungen sind auch drei Teilnehmer der Meinung, dass die angebotenen Produkte noch nicht wirklich für den Wohnbaubestand geeignet sind – entweder wegen der Abmessungen oder wegen der erlebten Unterstützungsangebote (Service).

Tabelle 42: Erläuterungen zu Produkte variabel für individuelle Anpassung an Bestandsgebäude

Können Sie diese Einschätzung kurz stichwortartig erläutern? Wenn ja, dann tun Sie das bitte hier.	Anzahl
Auf fast jeden Bestand sind Anlagen konzipiert, die sich einsetzen lassen	1
Es gibt für jeden Typ Modelle (zentral / dezentral) über Dach oder horizontal verteilt	1
Die Vielfalt an Herstellern und Produkten ist groß, bisher konnte für jede Einbausituation ein Produkt gefunden werden	1
Passendes Angebot ist durch die Vielfalt der Systeme gegeben.	1
Es muss leider eher flexibel reagiert werden, durch Wohnflächen/Raumeinsparungen	1
Abmessungen der Anlagen für Bestandswohnungen nicht wirklich geeignet!	1
Wir erwarten als Betreiber im Hinblick auf die Errichtung einer KWL, ausführliche Beratung über die Planungsbüros und Herstellerfirmen. Die auf die Gebäude zugeschnitten KWL-Konzepte, werden immer mehr auf die Mindestanforderungen begrenzt.	1

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Abbildung 63: Wir als Wohnungsunternehmen fühlen uns durch die Lüftungsindustrie gut beraten und informiert

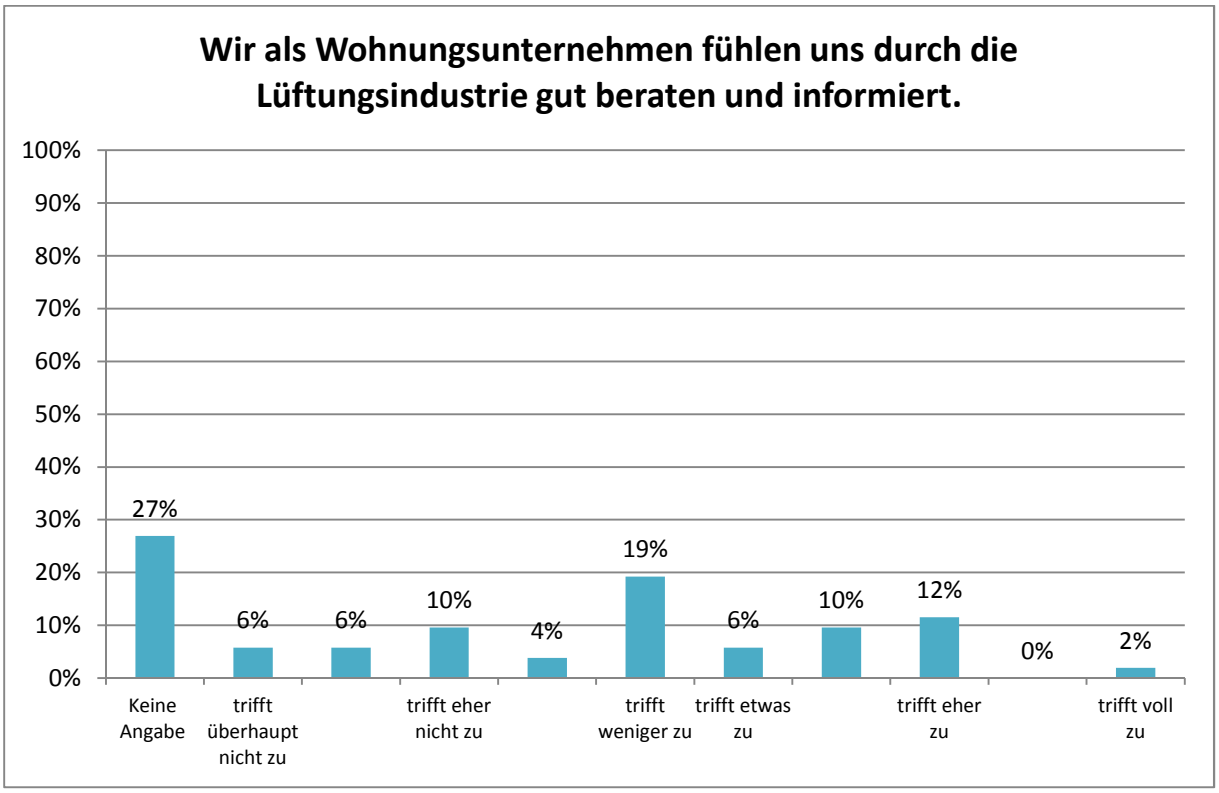


Abbildung 64: Wohnungsunternehmen sind mit ihren Gebäudebeständen für Hersteller von Lüftungsanlagen lukrative Kunden

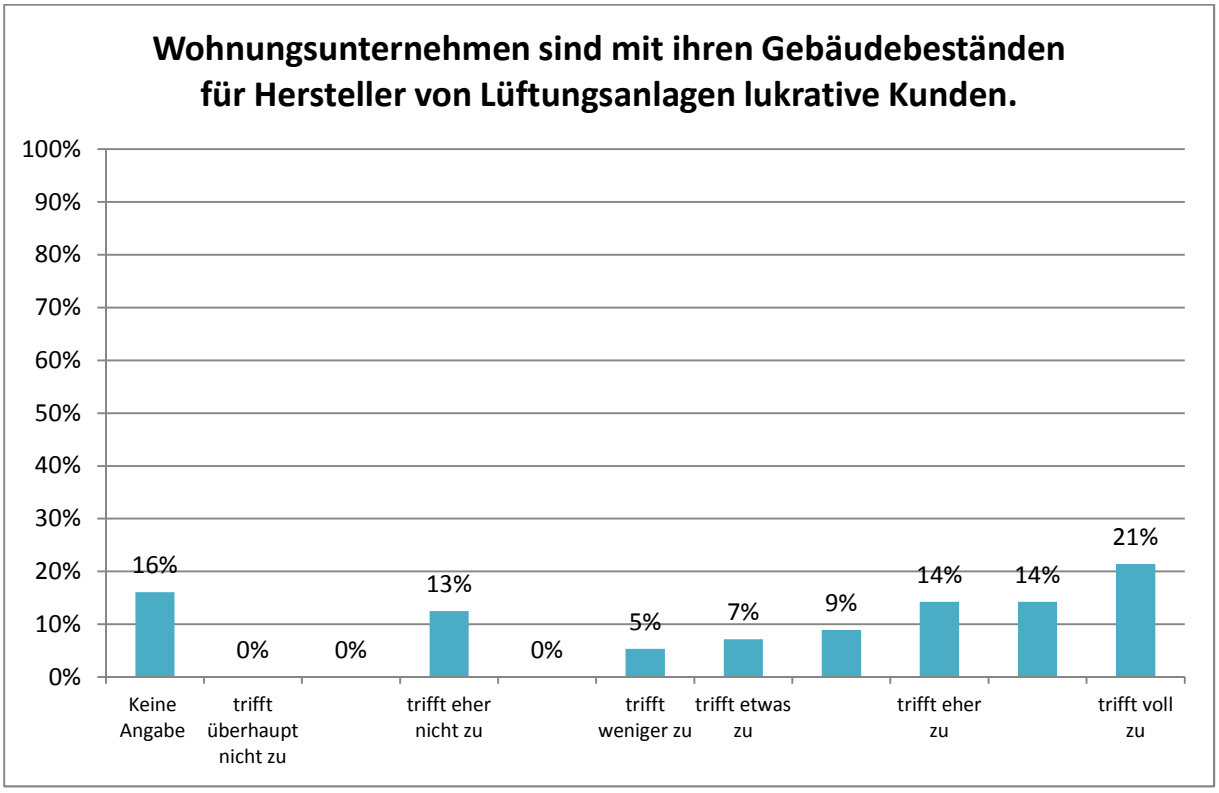
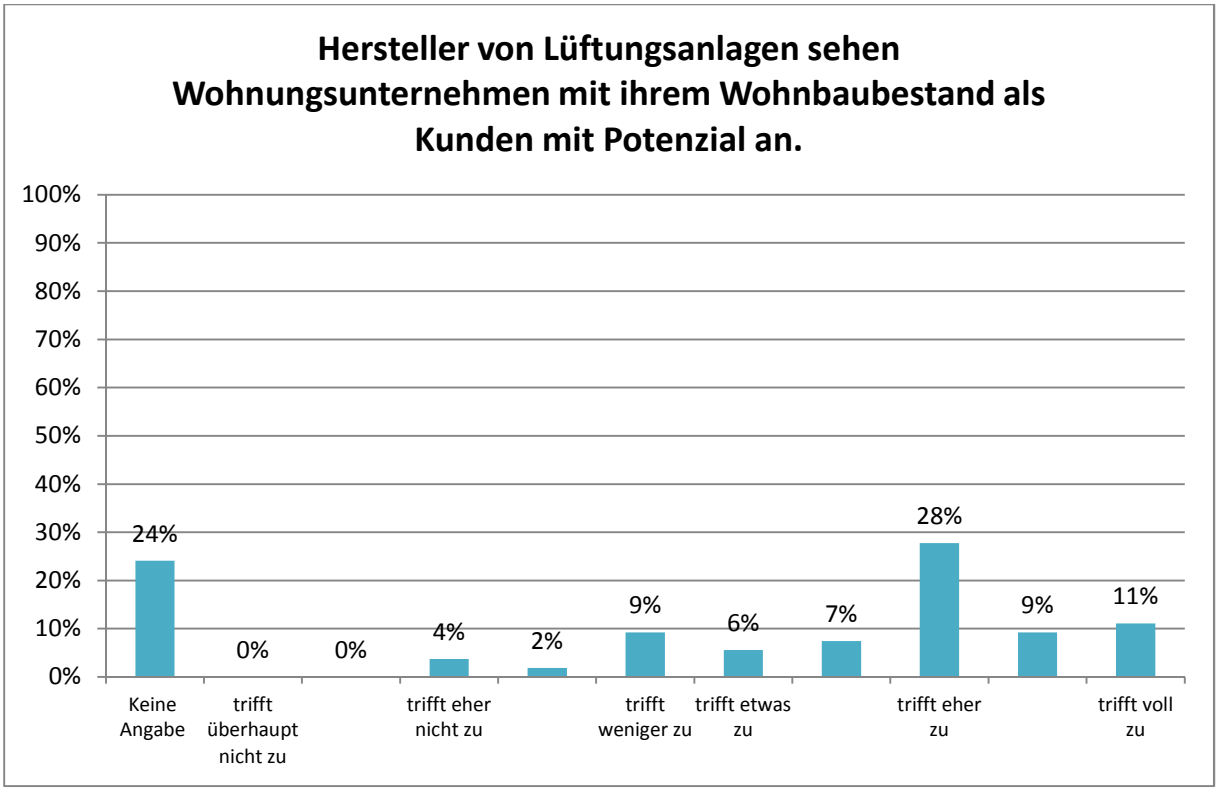


Abbildung 65: Hersteller von Lüftungsanlagen sehen Wohnungsunternehmen mit ihrem Wohnbaubestand als Kunden mit Potenzial an

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

IBWL Sozialwissenschaftlicher Teil - Ergebnisse – Mieter P1-P3 –Experten Wohnungswirtschaft - Umfrage



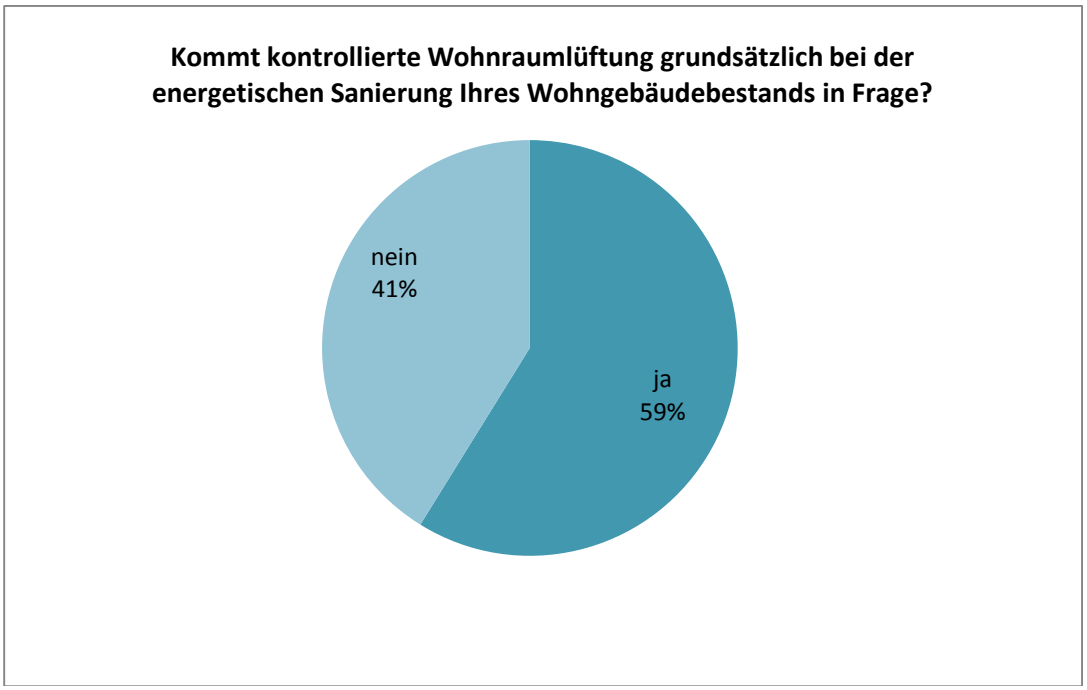
Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Grundsätzlicher Einsatz von KWL im Unternehmen

Nach den spezifischen Fragen zu den Erfahrungen und Wirkungseinschätzungen mit beziehungsweise zu KWL-Anlagen wurde nach der grundsätzlichen Haltung zu KWL-Einbauten in den Unternehmen der teilnehmenden Experten und den Gründen für diese Haltung gefragt.

Einen Einbau von KWL-Anlagen befürworten 59 % der Befragten, 41 % schließen dagegen einen Einbau im Bestand aus.

Abbildung 66: Grundsätzliche Haltung zur KWL im Unternehmen



Als Gründe für die grundsätzliche Ablehnung eines KWL-Einbaus in Bestandsgebäude („Falls nein: Nennen Sie bitte kurz stichwortartig die Gründe für diese Einschätzung?“, s. a. die folgende Tabelle 43) gaben die Mehrzahl der Befragten die Kosten der Anschaffung und der Unterhaltung und Betreuung an (9 Nennungen). Zudem wurde mitgeteilt, dass die Mieter die KWL-Anlagen (nach den gemachten Erfahrungen) nicht akzeptierten (8 Nennungen). Die Art der Anlagen und die Umständen aufgrund derer diese Einschätzungen zustande kamen wurde leider nicht angegeben. Auf der Kostenseite als negativ wurden außerdem die zusätzlichen Betriebskosten für die Mieter (6 Nennungen) sowie der Aufwand für die Instandhaltung der Anlagen bewertet (6 Nennungen). Der aufwändige Einbau (5 Nennungen) war schließlich auf der baupraktischen Seite ein häufiger genannter Ausschlussgrund. Weitere vereinzelt genannte Gründe sind in der folgenden Tabelle dokumentiert.

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

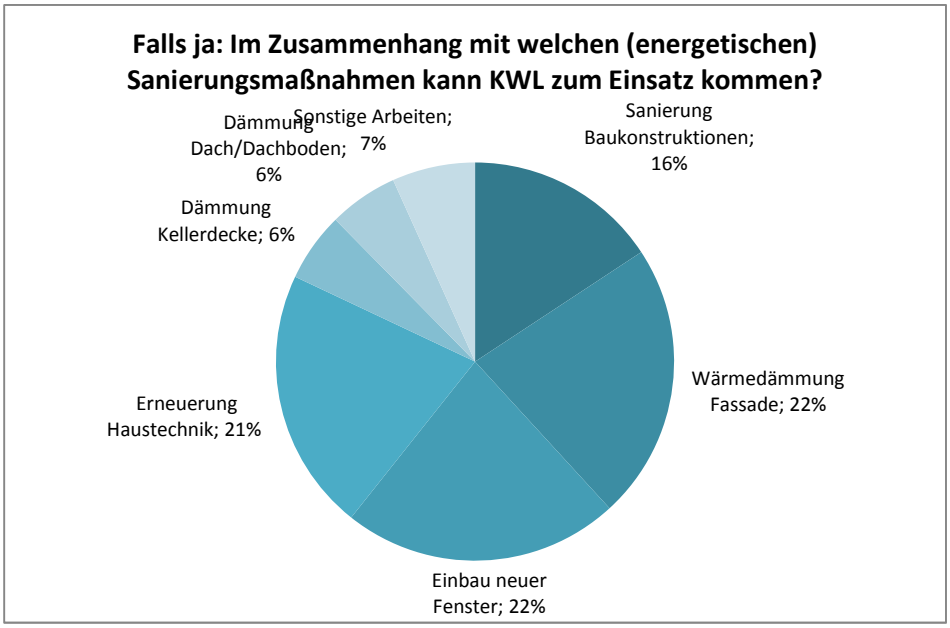
Tabelle 43: Grundsätzlicher Einbau von KWL nein – Gründe gegen den Einbau

Gründe für „grundsätzlich kein Einbau von KWL“	
	Anzahl
Kosten **Anschaffung und Betreuung** teuer und aufwendig in Anschaffung und Betreuung, Unterhaltskosten	9
Von Mietern vielfach nicht akzeptiert („Bewohnerwiderstand“)	8
zusätzliche Betriebskosten für den Nutzer (Betriebsstrom, Wartung, Filterwechsel)	6
- sehr teuer in der **Instandhaltung** / Wartung, Erneuerung nach Ablauf der technischen Nutzungsdauer	6
bautechnische Aspekte, Einbau zu aufwändig	5
Geräuschentwicklung	2
Zugluft	1
Verschmutzung der Tapete rund um die Ansaugstutzen	1
Ansaugen von Gerüchen (Bsp.) Grillgeruch und Verteilen im ganzen Haus	1
- sehr trockene Raumluft im Winter, Folgeschäden (Bsp. Rissbildung in Parkettböden)	1
Platzbedarf zu groß	1
Einsatz der Mittel für andere Gewerke z.B. Elektro / Sicherheit/ Brandschutz, Verbesserung Wärmedämmung	1
Lüftungsbedürfnissen der Mieter (manuelle Fensterlüftung)	1
Unsicherheit über Fördermöglichkeiten	1
Störungsanfälligkeit	1
Schlechte Erfahrungen	1
Praktikable Lösung für Wartung und Reinigung noch nicht hinreichend geklärt	1
Dichtigkeit des Gebäudes durch umfassende energetische Sanierung verhindert den natürlichen oder bisherigen Luftwechsel in den Wohnungen, es kann vermehrt zu Feuchtigkeitsaufkommen in den Wohnungen kommen.	1

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Die befragten Unternehmen gaben auch an im Rahmen welcher Arbeiten KWL-Anlagen eingebaut würden (s. Abbildung 67). Etwa gleich häufig genannt (22 bzw. 21 %) wurden die Wärmedämmung der Fassade, der Einbau neuer Fenster und die Erneuerung der Haustechnik.

Abbildung 67: Grundsätzlicher Einbau von KWL ja – im Rahmen welcher Sanierungsmaßnahmen?



Gefragt wurde zusätzlich natürlich auch nach den Argumenten für den Einbau einer KWL-Anlage („Was sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten Argumente bzw. Einsatzgründe für den Einsatz von KWL in den Bestandsbauten Ihres Unternehmens?“, s. folgende Tabelle 44).

Die Befragten nutzen die offene Antwortmöglichkeit und gaben vier Pro-Argumente an, die angesichts der hohen Zahl an Nennungen besonders bedeutsam erscheinen. Das meist genannte Argument ist das der Vermeidung von Schimmelschäden (19 Nennungen) – was auch im Zusammenhang mit dem ebenfalls häufig genannten des baulichen Feuchteschutzes zu interpretieren ist (10 Nennungen). Insgesamt entfallen also 29 Nennungen auf diesen Themenkreis. Ebenfalls von einer Vielzahl der Befragten als wichtig angesehen werden die Effekte der KWL-Anlage auf die Raumluftqualität und das Raumklima (12 Nennungen) und für die potenziellen Energieeinsparungen(11 Nennungen).

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Tabelle 44: Grundsätzlicher Einbau von KWL ja – Gründe für den Einbau

Argumente für den Einbau von KWL“	
	Anzahl
Vermeidung von Schimmelbildung/Schadstoffe	19
Innenraumluftqualität/Raumklima	12
Energieeinsparung/Reduzierung der Lüftungswärmeverluste	11
baulicher Feuchteschutz/Bestandserhaltung	10
nutzerunabhängiges Lüften der Wohnung möglich	4
Nachweis Mindestluftwechsel	3
Reaktion auf Lüftungsverhalten von Mietern	2
Einbau unabhängig von anderen Modernisierungsmaßnahmen möglich	1
Umsetzung von EnEV-Anforderungen	2
geräuscharme Lüftung von Räumen an stark lärmbelasteten Straßen	1
Attraktivität des Bestands	1
Vorteile für Allergiker	1
Zukunftsfähigkeit der Technik im Bestand	1
Synergie mit anderen Komponenten	1

Abschließend wurde in diesem Themenbereich danach gefragt, was im Verantwortungsbereich der Teilnehmer helfen würde den Einbau von KWL zu erörtern. Zu dieser offen formulierten Frage erfolgte seitens der Befragten eine Reihe wichtiger Anregungen für die Kommunikation von KWL-Themen. Sowohl auf der bereits bekannten Kostenebene (Investitions-, Betriebskosten für die Nutzer) wurde aber auch mehr Zusammenarbeit mit der Wohnungswirtschaft eingefordert wie auch pragmatische Planungstools („Planungs- und Berechnungswerk mit Kostenansatz“) und eine leichtere nutzerfreundlichere Steuerbarkeit der Geräte.

Tabelle 45: Was würde Ihnen in Zukunft helfen, wenn es um den Einbau von KWL geht?

Abschließend die Frage: Was würde Ihnen in Ihrer Organisation/Ihrem Verantwortungsbereich in Zukunft helfen, wenn es um den Einbau von KWL in Bestandsobjekte geht?	Anzahl
Wichtig ist die Einordnung der Wertigkeit der KWL an der Reihenfolge der Instandsetzung von Bestandsgebäuden. Beispiel: Elektroleitungen aus Aluminium ohne FI-Schutzschalter haben ein weitaus höheres Gefahrenpotential und stehen in der Wertigkeit bei einer begrenzten Investitionssumme wesentlich weiter vorn.	1
konkrete Kosten- / Einsparprognosen	1
meine Überzeugung	1
mehr Information und Akzeptanz beim Endnutzer schaffen - hier wird der Nutzen nicht unbedingt erkannt und KWL akzeptiert. Kosten beim Betrieb reduzieren! Technik weiter optimieren!	1
leichtere Steuerung und Kontrolle der Nutzung sowie Wartungsstabilität	1
Klare Rechtsgrundlage, Förderungen, Systemangebote speziell für Bestandsbauten	1
Zuschüsse und Fördermittel	1
- geringere Anschaffungskosten - geringere Wartungskosten - kleinere Geräte	1
- wenn der Wartungsaufwand geringer und kostengünstiger wäre (durch Mieter realisierbar) - wenn keine Nebenkosten durch den Einbau der KWL für den Mieter entstehen (dadurch würde die Akzeptanz der Mieter steigen)	1
Planungs- und Berechnungswerk mit Kostenansatz.	1
-mehr Transparenz bezüglich Wirtschaftlichkeit und Nutzen.	1

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

bessere und glaubwürdig, unabhängige Informationen zum Thema	1
Betreuung der Mieter zur KWL und Wartung der KWL innerhalb der marktüblichen Betriebskostensätze.	1
Einen Katalog mit Möglichkeiten, Pro und Contra Argumente, Muster-Berechnungen	1
Bezuschussung, Förderung, entsprechende Rahmenbedingungen	1
Kosten besser benennen, Förderungswege aufzeigen, Broschüre für Nutzer erstellen	1
Eine bessere Öffentlichkeitsarbeit der Industrie (die Dämmindustrie kann das auch), mehr Zusammenarbeit mit der Wohnungswirtschaft (jedenfalls ein Meinungsaustausch), damit dort auf die Bedürfnisse der Wohnungswirtschaft, vor allem im Bestand, besser eingegangen wird; günstigere Preise von KWL-Anlagen	1
Gesetzliche Vorgaben mit Verstand und Augenmaß. Absolut dichte Gebäudehüllen bauen zu müssen, die man dann mit teurer, wartungsintensiver Technik belüften muss, kann nicht zielführend sein.	1
bessere Beschreibungen für Mieter	1
Übersicht über die möglichen Produkte mit Nach- und Vorteilen	1
weitere Seminare	1
Eine detaillierte Auswertung der Kosten auf der einen sowie der möglichen tatsächlichen Energieeinsparung auf der anderen Seite. Ebenso die Auswirkungen auf das Raumklima.	1

Als Schlüsselelemente für eine Integration von KWL-Anlagen in die Bestände gaben die Experten schließlich erwartungsgemäß an erster Stelle die Frage der Kosten-Nutzen-Relation an, gefolgt von den Ansprüchen an kleinere Anlagen (Platzbedarf) und der Ansicht, dass wohl nur gesetzliche Vorgaben den KWL-Anlagen im Wohnungsbestand zum Erfolg verhelfen könnten. Nutzerverhalten und –akzeptanz spielten ebenso wie das Commitment im Unternehmen und die Verbesserung des Raumklimas bei dieser Frage weniger eine Rolle, eventuell auch deshalb weil diese Punkte vorab schon vielfach angesprochen wurden.

Tabelle 46: Schlüsselelemente für eine erfolgreiche KWL-Integration

Was ist das Schlüsselelement für eine erfolgreiche KWL-Integration aus Ihrer Sicht?	Anzahl
Kosten-Nutzen-Relation / Rentabilität (Beschaffung / Montage) (7 - 8 TSD / Anl.) genaue Analyse der Kosten - Nutzen /	7
Platzbedarf, kleinere, kompaktere Anlagen	2
Gesetzliche Vorgaben (Zwang (gesetzl.))	2
Nutzerverhalten (Ignoranz); „nicht in meiner Whg (Platz)“ --> lieber zentrale Anlagen; Beschaffungskosten	1
Mieterakzeptanz?	1
Unternehmens-Commitment	1
Verbesserung des Raumklimas / der Vermeidung von Schimmel	1

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Fazit Expertenbefragungen

Die Teilnehmer aus beteiligten Wohnungsunternehmen und der deutschen Wohnungswirtschaft allgemein Repräsentierten Vertreter aus allen Fachabteilungen der Unternehmen: Entscheider, Planer, technische, kaufmännische und weitere Fachleute in den Mitgliedsunternehmen der großen wohnungswirtschaftlichen Verbände (Abbildung 29, S. 55). Die teilnehmenden Experten waren mehrheitlich in ihren Fachbereich für das Thema KWL zuständig und stellen ihre Expertise Kollegen und Mietern des Wohnungsunternehmens zu Verfügung. Insofern wiesen die meisten der teilnehmenden Unternehmen Kapazitäten für die Bearbeitung von KWL-Themen auf (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**; S. **Fehler! Textmarke nicht definiert.**). Allerdings lassen die meisten Unternehmen energetische, technische, raumklimatischen und ökonomische Aspekte von KWL durch externe Fachpartner bearbeiten (zwischen 67 und 84 % der teilnehmenden Unternehmen, s. Materialienband 2a – Abb. D7 bis D10). Die Mehrheit der Teilnehmer erhält Weiterbildungen zum Thema KWL und verfügt zu knapp 70 % bereits über Erfahrungen mit KWL-Anlagen, die sich auf alle Fachgebiete beziehen (Abbildung 34, S. 59; Abbildung 36, S. 61).

Und: Grundsätzlich kommt für knappe 60 Prozent der Unternehmen der Teilnehmer eine kontrollierte Wohnraumlüftung bei der energetischen Sanierung des Wohngebäudebestands in Frage.

Bei den erbetenen Einschätzungen zu unterschiedlichen Umsetzungsaspekten von KWL wird aber Handlungsbedarf für Hersteller und Planer von Lüftungsanlagen deutlich bzw. Schlussfolgerungen für die Umsetzungschancen von KWL-Anlagen in (Bestands-)Wohnungen.

So sind rund 83 % der Teilnehmer nicht der Meinung, dass ein KWL-Einbau baulich-technisch leicht möglich sei (Abbildung 38, S. 63). Ebenso wird offensichtlich nicht das zentrale Argument für KWL-Einbauten, nämlich die Energieeinspareffekte für die Nutzer geteilt. Nur 20 Prozent der befragten Experten aus der Wohnungswirtschaft antworteten auf die Behauptung der energetische Gewinn für die Mieter sei potenziell hoch mit „trifft eher zu“ bis „trifft voll zu“ (Abbildung 39, S. 63) – dies entspricht auch den eher negativen Einschätzungen zu den Fragen der Energieeinsparung und geringerer Nebenkosten, welche im Materialienband 1 dokumentiert sind.

Die Mehrheit der befragten Experten ist dagegen davon überzeugt, dass die Raumluftqualität verbessert und Bauschäden durch Feuchte/Schimmel mit KWL-Anlagen vermieden werden können (Abbildung 40, S. 64; Abbildung 49, S.69). Als Vorteil wird auch gewertet, dass der Außenlärm durch die mit einer KWL geringere Notwendigkeit die Fenster zu öffnen, reduziert wird.

Die Einschätzungen der Experten aus den Wohnungsunternehmen decken sich in diesen drei Vorteilen tendenziell mit denen der Mieter, was im Übrigen auch für die Nachteile gilt: Ähnlich wie die Experten hegen auch die Mieter offensichtlich Zweifel am Argument der Energieeinsparung, vergleichbare Nachteile werden aber von den Experten auch in Bezug auf die Betriebsgeräusche (Abbildung 54, S. 72) und die Belästigung der Mieter durch die Bauphase gesehen (Abbildung 52, S. 71 ;Abbildung 53, S.71)

Hinsichtlich der Kommunikation von KWL-Inhalten in Richtung Wohnungsunternehmen sind also vergleichbare und identische Themen der Vor- und Nachteile von KWL zu bearbeiten. Verlangt werden aber zu diesen Themen fachlich ausgerichtete lösungsorientierte Inhalte für die kaufmännischen, technischen, planerischen und mieterbetreuenden Zuständigen in den Wohnungsunternehmen. Diese argumentativen und kalkulatorischen Instrumente müssen also die im Fazit zu den Mieterbefragungen vorgeschlagene „Blaupause Mieterkommunikation KWL“ (S. 51) um einen „Werkzeugkasten KWL-Umsetzung für Wohnungsunternehmen“ ergänzen.

Die scheint auch aus den Ergebnissen der weiteren Themenbereiche heraus sinnvoll: Ein überwiegender Teil der befragten Experten sieht bei KWL-Einbauten einen erhöhten Aufwand bei der Kommunikation mit den am Bau Beteiligten (Abbildung 56, S. 73), der Kommunikation zum richtigen Nutzerverhalten (Abbildung 58, S. 74) und vermutet Probleme bei der Akzeptanz der KWL auf der Nutzerseite (Abbildung 59, S. 74).

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

Die Erstellung derartiger Kommunikations- und Entscheidungshilfen wäre auch im Interesse der Hersteller bzw. der Lüftungsgeräteindustrie, da sich bei den Experten angesichts der bisherigen Informationssituation ein bestenfalls uneinheitliches Bild zeigt: Weder auf die Fragen nach „aktiver Information zu ihren Technologien / Neuerungen“ (Materialienband 2b, Tabellen 70 und 71), noch die zum Gefühl guter Beratung (ebenda, Tabelle 68) ergaben sich klare positive Stimmungsbilder. Und das obwohl die Einschätzung in den Wohnungsunternehmen vorherrscht, dass diese lukrative Kunden für die Hersteller seien (ebenda, Tabelle 69).

Copyright 2017 – S. Ulmer & KATALYSE Institut; Köln – Ergebnisverwertung nur in Abstimmung mit S. Ulmer, KATALYSE

3. ANHANG: MIETERINFO 01

Kontrollierte Wohnraumlüftung

Gleichbleibend hohe Luftqualität – rund um die Uhr

Liebe Mieter,
wir planen im Rahmen eines Forschungsprojektes* in Ihrer Wohnung eine kontrollierte Wohnraumlüftung zu installieren, um gleichbleibende Luft- und Wohnqualität zu sichern. Eine kontrollierte Wohnraumlüftung ist ein automatisches System zur dauerhaften Be- und Entlüftung von Wohnungen. Der Einbau der Anlage ist für Sie kostenfrei.

Die Anlage tauscht automatisch mit Feuchtigkeit und Gerüchen belastete Luft aus. Durch die permanente Frischluftzufuhr bekommen Sie einfach bessere Luft. Die Anlage lüftet für Sie witterungsunabhängig und zugluftfrei. Das steigert Ihr Wohlbefinden und Sie können erholsamer schlafen.

Kontrolliertes Lüften ist effizient, gesund und komfortabel

Ihre Vorteile auf einen Blick:

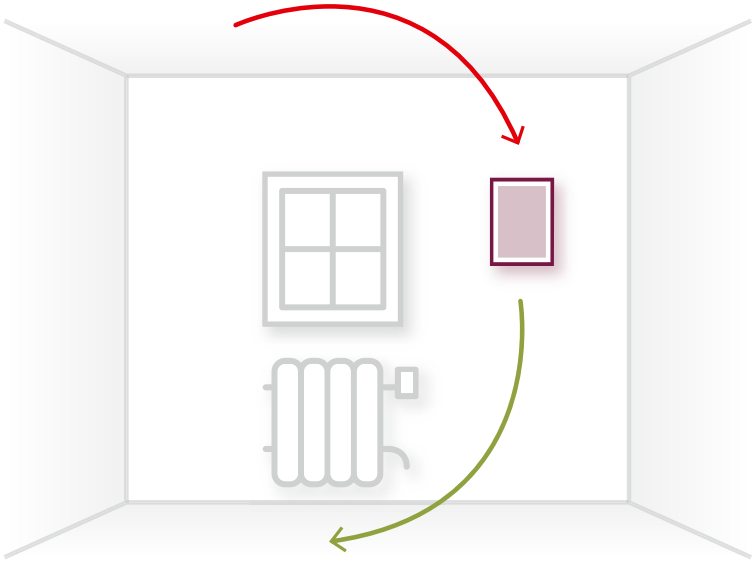
- › Verbesserung der Luftqualität = gesundes Raumklima.
- › Immer frische Luft ohne manuelles Lüften.
- › Weniger Lärm durch Lüftung bei geschlossenen Fenstern.
- › Abführung vorhandener Feuchte aus den Innenräumen vermindert die **„Schimmelgefahr“**.
- › Keine Chance für Einbrecher durch gekippte Fenster.
- › Linderung für Allergiker = deutlich weniger Pollen und Staub durch entsprechende Filter.
- › Die Anlage gewinnt bis zu 85 % der Wärme aus der verbrauchten Luft zurück. Dadurch wird Energie gespart.

** IBWL = integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.*
Unser Forschungspartner ist die Hochschule Bochum, das Projekt wird gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt.

Ihr Lüftungs-System auf einen Blick: Raumweise Lüftung

Ausgewählte Räume bekommen ein eigenes Lüftungsgerät. Das Gerät wird auf der Innenseite einer Außenwand installiert. Die Lüftungsanlage saugt frische Außenluft über eine Öffnung in der Außenwand an und befördert sie in den jeweiligen Raum. Gleichzeitig saugt die Anlage verbrauchte Luft aus dem Innenraum ab. Durch einen Wärmetauscher in der Anlage werden bis zu 85 % der Wärme der Abluft auf die Zuluft übertragen.

Zuluft
Abluft



Beispielhafte Raumdarstellung

Fragen und Antworten rund um den Einbau und Kosten der Anlage

› Fällt Schmutz beim Einbau an und muss ich meine Möbel abbauen?
Es fällt etwas Schmutz an und für den Einbau der Lüftungsanlage benötigen wir einen freien Platz von ca. 1 m x 1,5 m vor jedem einzubauenden Gerät.

› Wie lange dauert der Einbau?
Für den Einbau der Anlage und die Inbetriebnahme benötigen wir ca. einen halben Tag.

› Kostet mich der Einbau der Lüftungsanlage etwas?
Nein, sämtliche Installationskosten werden durch das Forschungsprojekt und VIVAWEST getragen.

› Fallen weitere Kosten an?
Die notwendigen Wartungskosten werden Ihre Nebenkosten leicht erhöhen. Gleichzeitig werden Ihre Energiekosten voraussichtlich sinken. D. h. Kosten und Einsparung halten sich erfahrungsgemäß die Waage.

› Wie groß ist das Gerät?
Die Abmessungen des Geräts betragen ca. 70 x 62 x 19 cm.

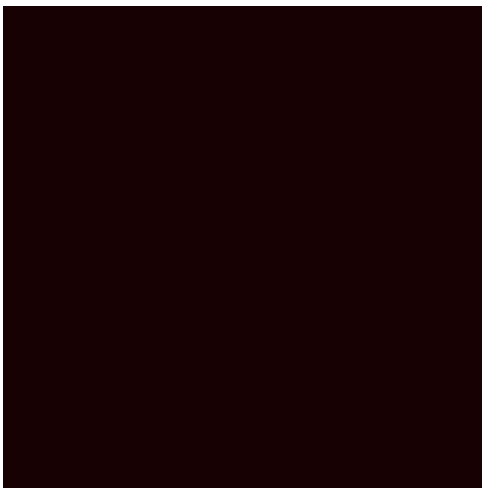
› Höre ich die Anlage, wenn sie in Betrieb ist?
Die Betriebsgeräusche betragen ca. 25dB, was als sehr leise zu beurteilen ist und eine Lautstärke darstellt, bei der man in der Regel gut schlafen kann.

Was muss ich zum Betrieb der Anlage noch wissen?

› Die Anlage läuft in der Grundeinstellung im Dauerbetrieb.

› Bei Bedarf können Sie die Luftwechselrate manuell und aktiv erhöhen.

› Ein Bedienschalter für das Abschalten der Anlage im Notfall (z. B. Rauchentwicklung im Außenraum) ist am Gerät vorhanden.



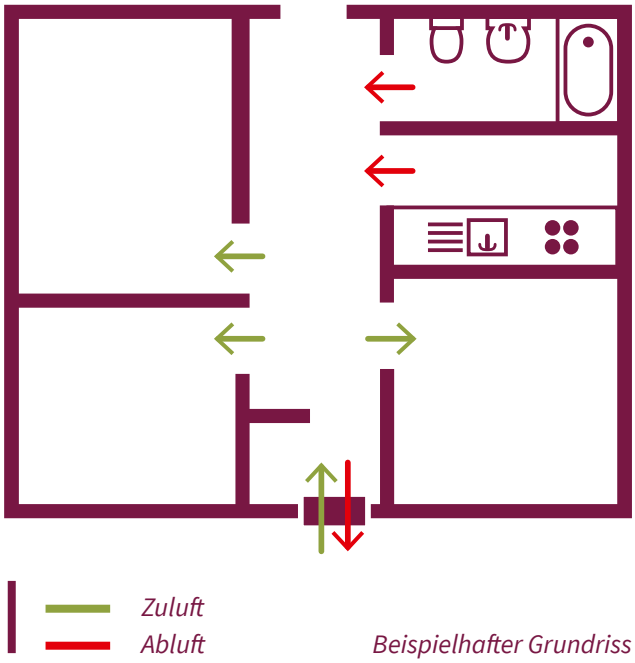
VIVAWEST
Wohnen, wo das Herz schlägt.

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences

gefördert durch
DBU
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

Ihr Lüftungs-System auf einen Blick: Wohnungszentrale Lüftung

Jede Wohnung bekommt eine eigene Lüftungsanlage. Sie wird an unauffälliger Stelle platzsparend in einen untergeordneten Bereich (z.B. Abstellkammer oder Nische) installiert. Die Anlage saugt frische Luft über ein Loch in der Außenwand an, die durch Lüftungskanäle zu Schlaf- und Wohnräumen geleitet wird. Gleichzeitig saugt die Anlage über weitere Kanäle verbrauchte Luft aus Küche und Bad ab. Durch einen Wärmetauscher in der Anlage werden bis zu 85 % der Wärme der Abluft auf die Zuluft übertragen. Die flachen Lüftungskanäle werden an der Decke im Flur befestigt und verschwinden unter der leicht abgehängten Decke.



Beispielhafter Grundriss

Fragen und Antworten rund um den Einbau und Kosten der Anlage

› Fällt Schmutz beim Einbau an und muss ich meine Möbel abbauen?
Es fällt etwas Schmutz bei der Erstellung von Kernbohrungen und Türunterschnitten an. Der Abstellraum, der Flur und die Bereiche vor den Türen sollten freigeräumt sein. Bei schwerem Mobiliar bitten wir um Rückmeldung.

› Wie lange dauert der Einbau?
Die Anlage wird im Rahmen der angekündigten Umbaumaßnahmen in dem Ihnen mitgeteilten Zeitraum eingebaut.

› Kostet mich der Einbau der Lüftungsanlage etwas?
Nein, sämtliche Installationskosten werden durch das Forschungsprojekt und VIVAWEST getragen.

› Fallen weitere Kosten an?
Die notwendigen Wartungskosten werden Ihre Nebenkosten leicht erhöhen. Gleichzeitig werden Ihre Energiekosten voraussichtlich sinken. D. h. Kosten und Einsparung halten sich erfahrungsgemäß die Waage.

› Höre ich die Anlage, wenn sie in Betrieb ist?
Die Betriebsgeräusche des Geräts bleiben im Abstellraum. Da die Kanäle mit Schalldämpfern ausgestattet sind, stellt sich in den restlichen Räumen ein kaum merkliches Rauschen ein (ähnlich: Heizungsgeräusche).

Was muss ich zum Betrieb der Anlage noch wissen?

› Die Anlage läuft in der Grundeinstellung im Dauerbetrieb.

› Die Anlage regelt die Luftwechselrate automatisch, so dass eine manuelle Bedienung nicht erforderlich ist.

› Eine Steuerung für das Abschalten der Anlage im Notfall (z. B. Rauchentwicklung im Außenraum) ist am Gerät vorhanden.

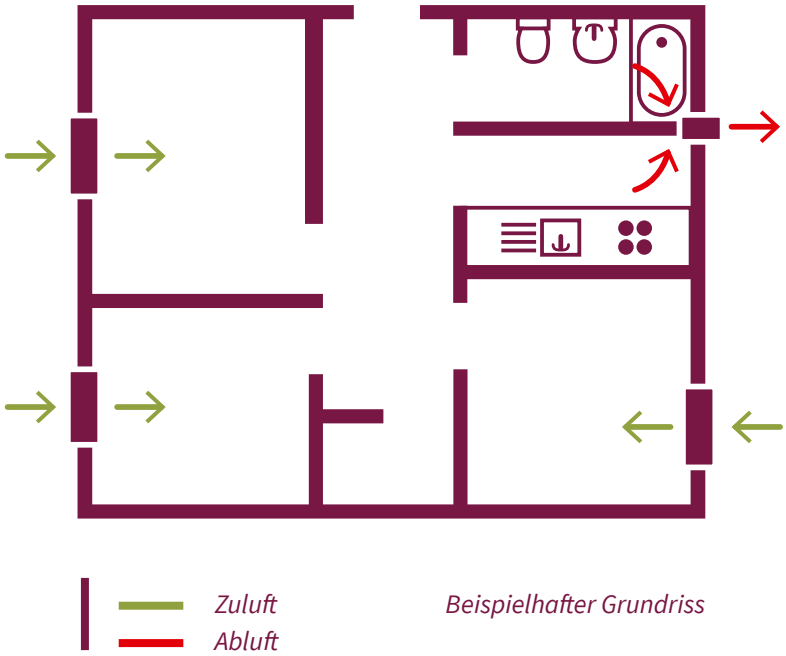
VIVAWEST
Wohnen, wo das Herz schlägt.

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences

gefördert durch
DBU
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

Ihr Lüftungs-System auf einen Blick: Bedarfsgeführte Lüftung

Ihn Ihrem Wohnhaus wird ein Abluftventilator unter dem Dach installiert. Über vertikal verlaufende Kanäle werden alle Wohnungen an diesen angeschlossen. Die Kanäle verlaufen im Bereich Küche und Bad und besitzen dort jeweils eine Öffnung. Der Ventilator saugt über diese Öffnung verbrauchte Luft an und führt sie nach draußen ab. In Ihren Wohn- und Schlafräumen werden Außendurchlässe installiert, durch die frische Luft nachströmt. Die Frischluft wird dann durch die vorhandenen Fugen in den Türen und Türunterschnitte unmerklich über den Flur in Bad und Küche geführt und nimmt dabei Gerüche bzw. Feuchtigkeit mit. Von dort wird sie wieder durch den Ventilator abgeführt.



Beispielhafter Grundriss

Fragen und Antworten rund um den Einbau und Kosten der Anlage

› Fällt Schmutz beim Einbau an und muss ich meine Möbel abbauen?
Es fällt etwas Schmutz bei der Erstellung von Kernbohrungen und Türunterschnitten an. Die Fensterbereiche und der Schornstein in Bad bzw. Küche müssen frei zugänglich sein.

› Wie lange dauert der Einbau?
Die Anlage wird im Rahmen der angekündigten Umbaumaßnahmen in dem Ihnen mitgeteilten Zeitraum eingebaut.

› Kostet mich der Einbau der Lüftungsanlage etwas?
Nein, sämtliche Installationskosten werden durch das Forschungsprojekt und VIVAWEST getragen.

› Fallen weitere Kosten an?
Die notwendigen Wartungskosten werden Ihre Nebenkosten leicht erhöhen. Gleichzeitig werden Ihre Energiekosten voraussichtlich sinken. D. h. Kosten und Einsparung halten sich erfahrungsgemäß die Waage.

› Höre ich die Anlage, wenn sie in Betrieb ist?
Die Komponenten sind mit Dämpfern ausgestattet, welche die anfallenden, geringen Lüftungsgeräusche stark reduzieren. Das Geräuschniveau wird nicht als störend empfunden.

Was muss ich zum Betrieb der Anlage noch wissen?

› Die Anlage läuft in der Grundeinstellung im Dauerbetrieb.

› Die Anlage regelt die Luftwechselrate automatisch in Abhängigkeit zur Raumluftfeuchte. Eine manuelle Bedienung ist somit nicht erforderlich.

› Ein Notausschalter für das Abschalten der Abluftanlage im Notfall (z. B. Rauchentwicklung im Außenraum) ist im Kellergeschoss vorhanden.

VIVAWEST
Wohnen, wo das Herz schlägt.

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences

gefördert durch
DBU
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

4. ANHANG: MIETERINFO 02

Kontrollierte Wohnraumlüftung

Gleichbleibend hohe Luftqualität – rund um die Uhr

Ihr Lüftungs-System: Raumweise Lüftung

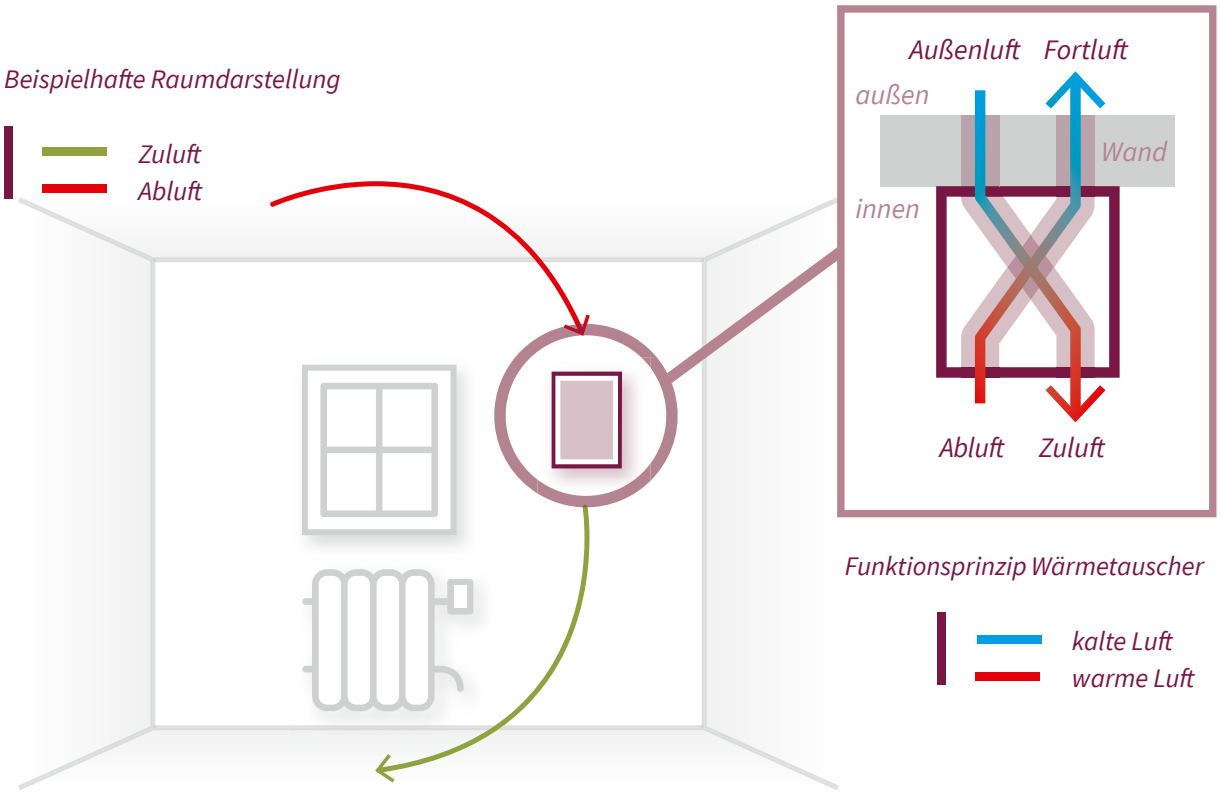
Die Lüftungsgeräte versorgen Sie automatisch rund um die Uhr mit frischer Luft. Jedes Gerät versorgt dabei ausschließlich einen Raum.

› Die Funktionsweise ist einfach:
Die Lüftungsgeräte saugen Außenluft an und leiten sie in den Raum. Gleichzeitig wird verbrauchte Luft aus dem Zimmer nach außen abgeführt. Innerhalb der Geräte werden frische und verbrauchte Luft in getrennten Kanälen aneinander vorbeigeführt. Dabei überträgt die Abluft bis zu 85 % ihrer Wärme an die kalte Zuluft. Für die Luftzirkulation sorgen dabei hocheffiziente Ventilatoren, die nur wenig Strom benötigen.

Damit in jedem Raum nur die tatsächlich benötigte Luftmenge an- und abgesaugt wird, regeln die Geräte den Luftwechsel automatisch. Dafür sorgen integrierte Sensoren, die den Feuchtegehalt der Luft messen und darauf reagieren. Die Luftfeuchte ist eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale guter Raumluft. Somit erhalten Sie immer ausreichend frische, vorgewärmte Luft und nutzen Ihre Heizenergie optimal.

Das Besondere an den Geräten ist, dass sie auch bei höheren Luftmengen sehr leise im Betrieb bleiben und daher auch in Schlafräumen eingesetzt werden können.

Beispielhafte Raumdarstellung



Funktionsprinzip Wärmetauscher

kalte Luft
warme Luft

Betrieb und Regelung

Die Lüftungsgeräte sorgen ganzjährig und rund um die Uhr für frische Luft in Ihren Räumen. Dazu laufen die Geräte wie zuvor beschrieben automatisch und passen die Luftmengen dem tatsächlichen Bedarf an. Im Normalfall ist also eine manuelle Regelung der Luftmenge nicht notwendig. Sollte Ihnen jedoch die Luftmenge aus verschiedensten Gründen nicht ausreichen (z.B. bei vielen Besuchern in der Wohnung), haben Sie die Möglichkeit, am Bedientaster der Geräte die Luftmenge manuell und aktiv zu erhöhen.

› Not-Abschaltung:
Im Notfall (z.B. Rauchentwicklung im Außenbereich; Feuerwehranweisung: „Fenster und Türen geschlossen halten“ usw.) haben Sie die Möglichkeit, das Lüftungssystem über die Bedientaster an den Geräten außer Betrieb zu stellen.

Beachten Sie:
Über eine Abschaltung im Notfall informieren Sie bitte umgehend Ihren Bestandstechniker. Dieser wird sich um die fachgerechte Wiederinbetriebnahme der Lüftungsgeräte kümmern. Eine Wiederinbetriebnahme durch den Mieter ist zu Ihrem eigenen Schutz nicht gestattet!

Hinweis:
Ein dauerhafter Betrieb sichert die gute Qualität Ihrer Raumluft und senkt das Risiko von Schimmelpilzbildung in Ihrer Wohnung.

Wartung und Reparatur

Damit die Lüftungsgeräte auch auf lange Sicht zuverlässig und sicher für gute Raumluft sorgen, werden sie in regelmäßigen Abständen durch unser Fachpersonal gewartet. Hierbei werden in den Geräten u.a. Filter und Wärmetauscher gereinigt. Sollten Ihnen außergewöhnlich laute Geräusche oder Fehlermeldungen an einem Gerät auffallen, bitten wir Sie, umgehend Ihren Bestandstechniker zu informieren.

Achtung:
Zu Ihrem eigenen Schutz sind Ihnen das Öffnen der Geräte und/oder eigenständige Wartungs- und Reparaturarbeiten an dem System nicht gestattet.

[redacted]

VIVAWEST
Wohnen, wo das Herz schlägt.

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences

gefördert durch
DBU
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

Kontrollierte Wohnraumlüftung

Gleichbleibend hohe Luftqualität – rund um die Uhr

Ihr Lüftungs-System: Wohnungszentrale Lüftung

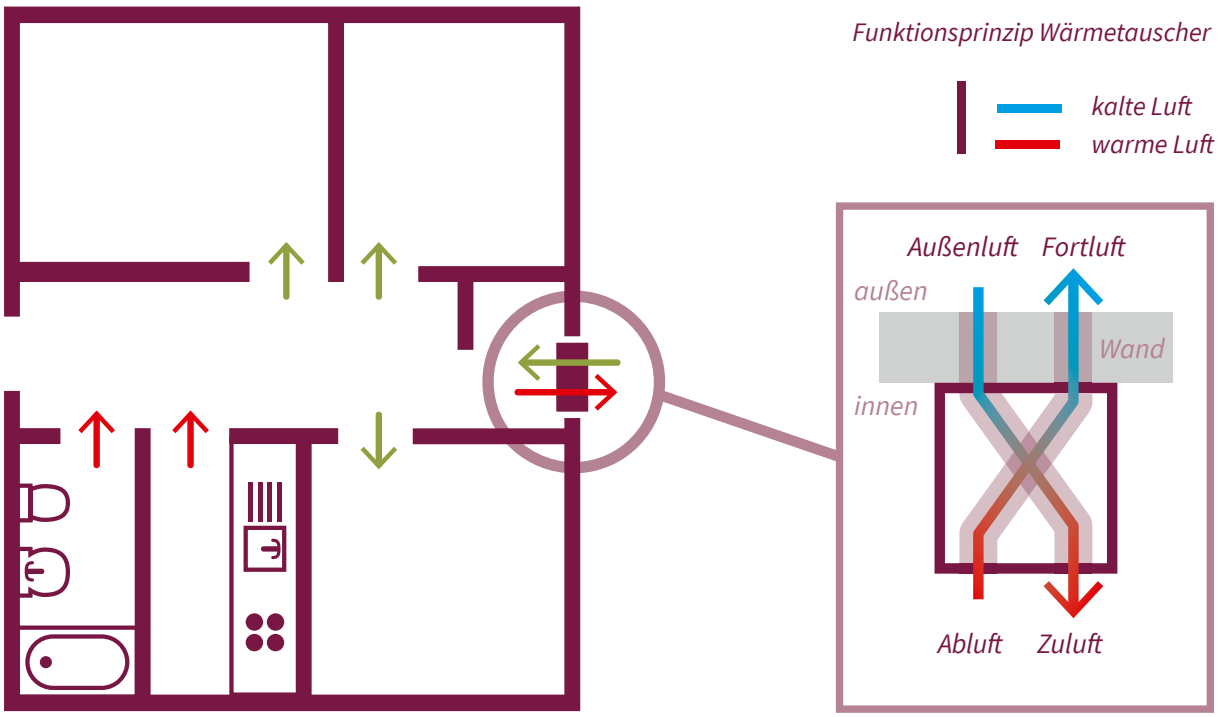
Das Lüftungssystem versorgt Ihre Wohnung automatisch rund um die Uhr mit frischer Luft. Es versorgt ausschließlich Ihre Wohnung.

› Die Funktionsweise ist einfach:
Die Lüftungsanlage saugt frische Außenluft über eine Öffnung in der Außenwand an und befördert sie über Luftkanäle zu Ihren Wohn- und Schlafräumen.

Die Luftkanäle sind an der Decke im Flur befestigt und so verkleidet, dass sie nicht mehr sichtbar sind. Über Zuluftöffnungen, die in der Regel über der Tür angeordnet sind, strömt kontinuierlich frische Luft in Ihre Wohn- und Schlafräume.

Durch geöffnete Türen bzw. durch Türunterschnitte strömt die Luft zugleich in den Flur-, Bad- und Küchenbereich. Dabei nimmt sie Gerüche und Feuchtigkeit auf und wird in Bad und Küche abgesaugt.

Im Lüftungsgerät wird die Energie der abgesaugten Luft an die angesaugte Außenluft durch einen Wärmetauscher übertragen. Für die Luftzirkulation sorgen dabei hocheffiziente Ventilatoren, die nur wenig Strom benötigen.



Beispielhafter Grundriss

Zuluft
Abluft

Betrieb und Regelung

Die Lüftungsanlage sorgt ganzjährig und rund um die Uhr für frische Luft in Ihrer Wohnung. Das bedeutet, dass im Normalfall eine manuelle Regelung der Luftmenge nicht notwendig ist. Sollte Ihnen jedoch die Luftmenge aus verschiedensten Gründen nicht ausreichen (z.B. bei vielen Besuchern in der Wohnung), haben Sie die Möglichkeit, am Bedientaster des Geräts die Luftmenge manuell und aktiv zu erhöhen.

› *Not-Abschaltung:*
Im Notfall (z.B. Rauchentwicklung im Außenbereich; Feuerwehranweisung: „Fenster und Türen geschlossen halten“ usw.) haben Sie die Möglichkeit, die Lüftungsanlage über den Bedientaster am Gerät außer Betrieb zu stellen.

Beachten Sie:
Über eine Abschaltung im Notfall informieren Sie bitte umgehend Ihren Modernisierungsbauleiter. Dieser wird sich um die fachgerechte Wiederinbetriebnahme der Lüftungsanlage kümmern. Eine Wiederinbetriebnahme durch den Mieter ist zu Ihrem eigenen Schutz nicht gestattet!

Hinweis:
Ein dauerhafter Betrieb sichert die gute Qualität Ihrer Raumluft und senkt das Risiko von Schimmelpilzbildung in Ihrer Wohnung.

Wartung und Reparatur

Damit die Lüftungsanlage auch auf lange Sicht zuverlässig und sicher für gute Raumluft sorgt, wird das Gerät in regelmäßigen Abständen durch unser Fachpersonal gewartet. Hierbei werden in der Anlage u.a. Filter und Wärmetauscher gereinigt. Sollten Ihnen außergewöhnlich laute Geräusche oder Fehlermeldungen an der Anlage auffallen, bitten wir Sie, umgehend Ihren Modernisierungsbauleiter zu informieren.

Achtung:
Zu Ihrem eigenen Schutz sind Ihnen das Öffnen des Gerätes und/oder eigenständige Wartungs- und Reparaturarbeiten an der Anlage nicht gestattet.

[redacted]

VIVAWEST
Wohnen, wo das Herz schlägt.

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences

gefördert durch
DBU
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

Kontrollierte Wohnraumlüftung

Gleichbleibend hohe Luftqualität – rund um die Uhr

Ihr Lüftungs-System: Bedarfsgeführte Lüftung

Im Zuge der Modernisierung sind in Ihrer Wohnung Außenluftdurchlässe sowie Abluftventile und ein Ventilator auf dem Dachboden installiert worden. Dieses System versorgt Ihre Wohnung rund um die Uhr mit frischer Luft. Die Luftmengen passen sich automatisch an den tatsächlichen Bedarf in Ihrer Wohnung an.

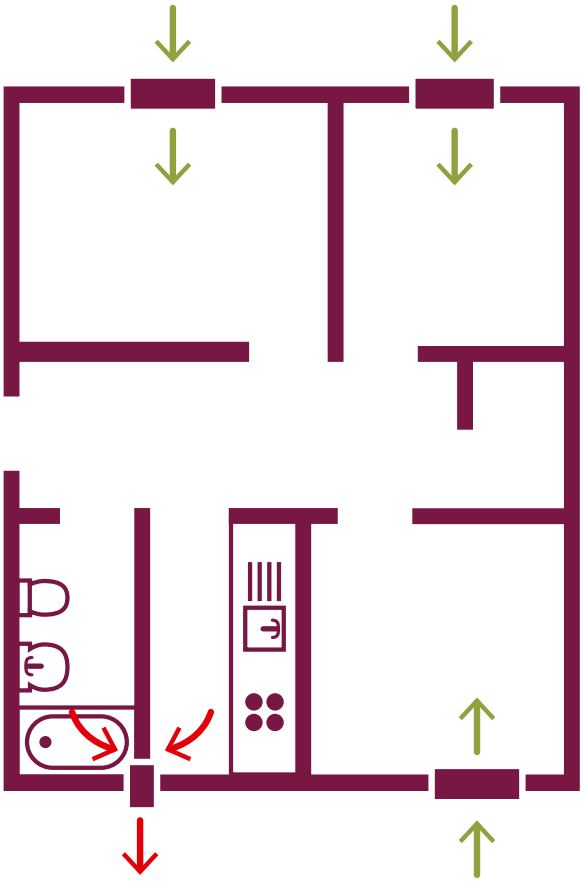
› Die Funktionsweise ist einfach:
Über vertikal verlaufende Kanäle in den Kaminen sind alle Wohnungen innerhalb des Gebäudes mit dem Ventilator auf dem Dachboden verbunden. Der Ventilator saugt verbrauchte Luft aus den Räumen ab und führt sie über eine Ablufthaube im Dach nach draußen. Dadurch wird ein leichter und für Sie nicht wahrnehmbarer Unterdruck in Ihrer Wohnung erzeugt, der dafür sorgt, dass frische Außenluft nachströmen kann. Dies geschieht in den Wohn- und Schlafbereichen.

In jedem Raum wird nur so viel Luft an- und abgesaugt, wie tatsächlich benötigt wird. Feuchtefühler regulieren die Luftmenge.

Eine Besonderheit des Badezimmers ist, dass unerwünschte Gerüche auch unabhängig von der Feuchte im Raum anfallen können. Daher kann das Abluftventil im Bad die Anwesenheit einer Person mithilfe eines Bewegungsmelders erkennen und die transportierten Luftmengen für eine gewisse Zeit erhöhen.

Ein Schutzmechanismus verschließt die Außenluftdurchlässe bei starkem Wind, wodurch unangenehme Zuglufterscheinungen vermieden werden.

Durch die oben beschriebene Regelung des Lüftungssystems wird ein unnötig hoher Luftaustausch vermieden und die Heizenergie optimal eingesetzt.



Beispielhafter Grundriss

Zuluft
Abluft

Betrieb und Regelung

Das Lüftungssystem sorgt ganzjährig und rund um die Uhr für frische Luft in Ihrer Wohnung. Hierfür läuft die Anlage wie zuvor beschrieben und passt sich automatisch an den tatsächlichen Bedarf in Ihrer Wohnung an. Eine manuelle Regelung ist nicht notwendig.

Sollte Ihnen jedoch die Luftmenge aus unterschiedlichsten Gründen nicht ausreichen (z.B. bei vielen Besuchern in der Wohnung), haben Sie die Möglichkeit, die Fenster zu öffnen.

› Not-Abschaltung:
Im Notfall (z.B. Rauchentwicklung im Außenbereich; Feuerwehranweisung: „Fenster und Türen geschlossen halten“ usw.) haben Sie die Möglichkeit, die zentrale Abluftanlage über eine Notabschaltung im Hauseingangsbereich (Treppenhaus) außer Betrieb zu setzen.

Beachten Sie:
Über eine Abschaltung im Notfall informieren Sie bitte umgehend Ihren Modernisierungsbauleiter. Dieser wird sich um die fachgerechte Wiederinbetriebnahme der Lüftungsanlage kümmern. Eine Wiederinbetriebnahme durch den Mieter ist zu Ihrem eigenen Schutz nicht gestattet!

Hinweis:
Bitte achten Sie darauf, dass die Außenluftdurchlässe nicht verdeckt oder verschlossen werden.

Ein dauerhafter Betrieb sichert die gute Qualität Ihrer Raumluft und senkt das Risiko von Schimmelpilzbildung in Ihrer Wohnung.

Wartung und Reparatur

Damit Ihr Lüftungssystem auch auf lange Sicht zuverlässig und sicher für gute Raumluft sorgt, werden die Zu- und Abluftventile in Ihrer Wohnung in regelmäßigen Abständen durch unser Fachpersonal gewartet und gereinigt.

Achtung:
Zu Ihrem eigenen Schutz sind eigenständige Wartungs- und Reparaturarbeiten an der Anlage nicht gestattet. Sollten Ihnen außergewöhnlich laute Geräusche oder eine fehlerhafte Funktion der Anlage auffallen, bitten wir Sie, umgehend Ihren Modernisierungsbauleiter bei VIVAWEST zu informieren.

[redacted]

VIVAWEST
Wohnen, wo das Herz schlägt.

Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences

gefördert durch
DBU
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de

5. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP05 – THERMISCHE BEHAGLICHKEIT

5.1 DER BEGRIFF DER THERMISCHEN BEHAGLICHKEIT

> „Thermische Behaglichkeit oder thermischer Komfort bezeichnen einen Zustand, in dem der Mensch die in seinem Körper produzierte Wärme ohne Mühe an die Umgebung abgeben kann."

So definieren die Autoren Eisele und Staniek die thermische Behaglichkeit in ihrem Buch [Bürobau Atlas] und beschreiben damit auf einfache Weise die Kernanforderung an die Umgebung des Menschen, damit dieser sich darin wohlfühlt. Planer und Planerinnen räumlicher bzw. baulicher Umwelt, insbesondere von Objekten mit Wohnnutzung, stehen vor der Aufgabe, die thermische Behaglichkeit für den Nutzer zu gewährleisten. Diese Forderung hat sogar Vorrang vor den aktuell dringend geforderten energetischen Einsparungen im Baubereich, was darin begründet liegt, dass eine schlechte Behaglichkeit nur durch den Einsatz von zusätzlicher Anlagentechnik ausgeglichen werden kann, die wiederum den zuvor mühsam reduzierten Energiebedarf erhöht.

Um die Anforderungen für die thermische Behaglichkeit und den beschriebenen Gleichgewichtszustand zwischen Mensch und Umgebung jedoch in ihrer jeweiligen Komplexität exakt zu erfassen und um zu erkennen, inwiefern und mit welchen Auswirkungen eine Lüftung dieses Wohlbefinden beeinflusst, ist es erforderlich, zum einen die menschliche Physiologie und zum anderen die thermischen Parameter seiner Umgebung näher zu betrachten.

Das subjektive Wohlbefinden des Einzelnen wird stark davon beeinflusst, dass die menschliche Körperkerntemperatur konstant bei ca. 37 °C liegt. Bei den biologischen Körper- und Stoffwechselfunktionen, die auch von der Tätigkeit des Menschen abhängig sind, entsteht Wärme, die kontinuierlich an die Umgebung abgegeben muss, um die Körperkerntemperatur nicht zu beeinflussen. Funktioniert die kontinuierliche Wärmeabgabe in Abhängigkeit zu den Parametern der umgebenden Luft sehr gut und für den Menschen kaum merklich, wird vom thermischen Gleichgewichtszustand gesprochen. Besteht allerdings ein Ungleichgewicht, wird das Wärme- bzw. Kälteempfinden des Menschen aktiviert. Dieser Zusammenhang kann vereinfacht in folgender Gleichung dargestellt werden. Durch Anpassung der Parameter in der Gleichung kann der thermische Gleichgewichtszustand dann aktiv wieder angestrebt werden.

> Energieumsatz des Körpers x Bekleidung = Lufttemperatur x mittl. Strahlungstemperatur x Luftgeschwindigkeit x Luftfeuchte

Wie auf der linken Seite der Gleichung abgebildet wird, muss hierfür eine Veränderung der Bekleidung und/oder des körperlichen Energieumsatzes durch Veränderung der Aktivität erfolgen. Zusätzlich oder alternativ können die Parameter rechtsseitig der Gleichung angepasst werden. Planer und Planerinnen bleibt der Einfluss auf die linke Seite der Gleichung verwehrt. Zur Erfüllung der Anforderungen an die thermische Behaglichkeit besteht somit nur die Möglichkeit, die Parameter der Raumluft sowie der raumumschließenden Bauteile möglichst unter Berücksichtigung der Einflüsse des Nutzers auszulegen. Hierfür findet sich in der DIN EN ISO 7730 ein Verfahren, durch welches das vorhandene oder zu erwartende Raumklima bewertet werden kann.

5.1.1 NORMATIVE DEFINITION DER THERMISCHEN BEHAGLICHKEIT UND DARSTELLUNG IHRER RELEVANTEN PARAMETER

> Anmerkung: Die in nachfolgend vorgestellten Abbildungen aus den benannten Quellen eingezeichneten Linien, Graphen und Felder wurden zur Vermeidung von Doppelungen seitens der Verfasser eingefügt und stellen die üblichen Werte bzw. Wertebereiche für die innerhalb des Forschungsprojekt thematisierten Lüftungsanlagen dar. Die Auswertung folgt im weiteren Textverlauf.

Wie bereits einleitend erläutert wurde, befasst sich die DIN EN ISO 7730 umfassend mit der „Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- (Predicted Mean Vote = vorausgesagtes mittleres Votum)und des PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied = vorausgesagter Prozentsatz an Unzufriedenen)-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit“. Diese internationale Norm benennt ein Verfahren, wie das menschliche Wärmeempfinden bzw. sein Grad der Unbehaglichkeit vorausgesagt werden kann. Sie ist für ein gemäßigtes Umgebungsklima und gesunde Männer und Frauen anwendbar.

Darin wird die thermische Behaglichkeit wie folgt definiert:

> „Thermische Behaglichkeit ist definiert als das Gefühl, das Zufriedenheit mit dem Umgebungsklima ausdrückt. Unzufriedenheit kann durch Unbehagen des Körpers als Ganzes auf Grund der Einwirkung von Wärme oder Kälte, ausgedrückt durch PMV und PPD, oder auch durch eine ungewollte Abkühlung (oder Erwärmung) eines bestimmten Körperteils verursacht werden.“

Aus dieser Definition geht der subjektive Charakter der thermischen Behaglichkeit besser hervor als aus dem vorherigen Zitat der Autoren Eisele und Staniek, da hier – ziemlich unüblich für eine DIN-Norm – die Begriffsdefinition mit Bezug auf ein „Gefühl“ erfolgt. Zur möglichst differenzierten Untersuchung solch subjektiver und nicht eindeutig klassifizierbarer Größen sind Versuche erforderlich, die es ermöglichen, einen möglichst genauen Bereich unterschiedlicher Randbedingungen zu bestimmen, den eine Mehrheit der Versuchsteilnehmer ähnlich positiv oder negativ bewertet. Auf Grundlage dieser Überlegung startete der dänische Ingenieur Ole P. FANGER ein Experiment mit einer Klimakammer und einer großen Zahl von Versuchspersonen. Die daraus resultierenden Erkenntnisse und statistischen Werte veröffentlichte er 1970 in seiner Dissertation „Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering“, welches noch heute zu den wichtigsten Werken über thermische Behaglichkeit in Innenräumen gehört. Die Inhalte der DIN EN ISO 7730 basieren im Wesentlichen auf dem Inhalt dieser bisher umfangreichsten und aussagekräftigsten Publikation.

Innerhalb der Behaglichkeitsdefinition der DIN EN ISO 7730 wird zwischen dem Behaglichkeitsgefühl des gesamten Körpers (globales Behaglichkeitsempfinden) und dem eines einzelnen Körperbereichs (lokales Behaglichkeitsempfinden) unterschieden.

5.1.1.1 GLOBALES BEHAGLICHKEITSEMPFINDEN

Das globale Behaglichkeitsempfinden beschreibt das thermische Gleich- bzw. Ungleichgewicht des ganzen menschlichen Körpers mit seinem Umgebungsklima, wie es einleitend in „1.1 Offene Fragen aus dem Abschlussbericht 1 des Forschungsprojekts IBWL“ auf Seite 71 beschrieben wurde. Ole P. FANGER entwickelte aus seinen Ergebnissen zwei Gleichungen, mit denen rechnerisch die statistisch zu erwartende Zufriedenheit bzw. Unzufriedenheit von Nutzern eines Raumes mit identischen klimatischen Bedingungen vorausgesagt werden kann. Dabei handelt es sich um die Gleichungen für den

PMV

welches das Wärmeempfinden des Körpers als Ganzes beschreibt, dabei ist PMV = 0 als thermisch neutrale Empfindung des gesamten Körpers definiert und beschreibt somit den thermischen Gleichgewichtszustand. Die Klimabeurteilungsskala reicht von -3 (kalt) bis +3 (heiß), in DIN EN ISO 7730 wird allerdings die Beschränkung auf den Bereich zwischen +2 (warm) und -2 (kühl) empfohlen.

PPD

welches voraussagt, wie groß der unvermeidliche, prozentuale Anteil der mit dem Umgebungsklima unzufriedenen Personen sein wird. Auch dieser Wert bezieht sich auf das Wärmeempfinden des gesamten Körpers.

Informativ und lediglich zur Verdeutlichung ihrer Komplexität sind die Gleichungen in untenstehender Abbildung aufgeführt.

$$PMV = [0{,}303 \cdot \exp(-0{,}036 \cdot M) + 0{,}028]$$

$$\left\{\begin{array}{l}(M-W) - 3{,}05 \times 10^{-3}[5733 - 6{,}99(M-W) - p_a] - 0{,}42[(M-W) - 58{,}15] \\ -1{,}7 \times 10^{-5} M(5867 - p_a) - 0{,}0014 M(34 - t_a) \\ -3{,}96 \times 10^{-8} f_{cl}\left[(t_{cl}+273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4\right] - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a)\end{array}\right\} \quad (1)$$

$$t_{cl} = 35{,}7 - 0{,}028(M-W) - I_{cl}\left\{3{,}96 \times 10^{-8} f_{cl}\left[(t_{cl}+273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4\right] + f_c \cdot h_c (t_{cl} - t_a)\right\} \quad (2)$$

$$h_c = \left\{\begin{array}{ll} 2{,}38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0{,}25} & \text{für} \quad 2{,}38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0{,}25} > 12{,}1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \\ 12{,}1 \cdot \sqrt{v_{ar}} & \text{für} \quad 2{,}38 \cdot |t_{cl} - t_a|^{0{,}25} < 12{,}1 \cdot \sqrt{v_{ar}} \end{array}\right. \quad (3)$$

$$f_{cl} = \left\{\begin{array}{ll} 1{,}00 + 1{,}290 I_{cl} & \text{für} \quad I_{cl} \le 0{,}078\,m^2 \cdot K/W \\ 1{,}05 + 0{,}645 I_{cl} & \text{für} \quad I_{cl} > 0{,}078\,m^2 \cdot K/W \end{array}\right. \quad (4)$$

ABBILDUNG 148: Gleichungen zur Berechnung des PMV, Quelle: DIN EN ISO 7730

Da diese Berechnungsmethode, insbesondere jene zur Berechnung des PMV, zu umfangreich ist, wird in DIN EN ISO 7730 empfohlen, den PMV und daraus resultierend den PPD eher mithilfe von Berechnungssoftware zu berechnen und/oder durch exakte Messungen mit speziellen Geräten zu ermitteln. Für einfachere Behaglichkeitsbetrachtungen wird auf die Tabellen in Anhang E verwiesen, die für verschiedene Kombinationen von Tätigkeit, Kleidung, Temperatur und Luftgeschwindigkeit bereits resultierende PMV-Werte benennen. Dennoch ist es sinnvoll, die Parameter, die FANGER innerhalb seiner Gleichungen verwendet und die somit sowohl innerhalb der Behaglichkeitsbewertung Berücksichtigung finden, als auch das Empfinden beeinflussen, zu kennen. Diese wurden in „Abbildung 149: Parameter der thermischen Behaglichkeit“ auf Seite 405 in drei Gruppen zusammengefasst:

Parameter: Raumnutzer		Parameter: Raumklima
Aktivität	**Kleidung**	
Energieumsatz M [W/m] Der Stoffwechsel des Körpers und weitere Reaktionen und Prozesse im Körper führen zu einer Wärmeproduktion und -abgabe an die Umgebung. Diese Wärmeenergie ist abhängig von der physiologischen Konstitution eines Menschen sowie der Tätigkeit, die er aktuell verrichtet. Im Durchschnitt beträgt der Energieumsatz bei einem entspannt sitzenden Menschen, der sich im thermischen Gleichgewicht mit seiner Umgebung befindet, ca. 58 W/m Körperoberfläche bzw. 1,0 met. Dieser und weitere exemplarische Werte sind informativ im Anhang B der DIN EN ISO 7730 enthalten, weitere und detailliertere Informationen können der ISO 8996 entnommen werden. Bedingung für die Ermittlung des PMV ist ein Energieumsatz von 46 – 232 W/m , welches den Bereich zwischen einem entspannten, angelehnten Sitzen und mittelschwerer körperlicher Arbeit abdeckt.	Bekleidungsisolation Icl [m K/W] Werte für typische Kombinationen sind im Anhang C der [DIN EN ISO 7730:2006-05] aufgeführt oder können aus Werten für einzelne Bekleidungsstücke individuell aufaddiert werden. Bedingung für die Ermittlung des PMV ist ein Bekleidungsisolationsfaktor von 0 m K/W - 0,31 m K/W, der einen nackten bis winterlichen Bekleidungszustand beschreibt.	Raumlufttemperatur ta [°C] Für die aussagefähige Ermittlung des PMV sollte diese zwischen 10 °C und 30 °C liegen.
abgegebene wirksame mechanische Leistung W [W/m] In der Regel kann hier ein Wert von W = 0 W/m angenommen werden.	Bekleidungsflächenfaktor fcl Verhältnis der Oberfläche des bekleideten Körpers zur Oberfläche des nackten Körpers, detaillierte Einzelheiten können DIN EN 13731 entnommen werden	mittlere Strahlungstemperatur tr [°C] Für die aussagefähige Ermittlung des PMV sollte diese zwischen 10 °C und 40 °C liegen.
	konvektiver Wärmeübergangskoeffizient hc [W/m K] Einfluss der Bekleidungsoberfläche auf den Wärmeübergang zwischen Mensch bzw. Bekleidung und Raumluft	relative Luftgeschwindigkeit var [m/s] Für die Behaglichkeit gibt es keine Mindest- oder bevorzugte Luftgeschwindigkeit. Sie kann dazu erhöht werden, um das Wärmeempfinden bei hohen Temperaturen zu regulieren. Für die aussagefähige Ermittlung des PMV sollte diese zwischen 0 m/s und 1 m/s liegen.

Parameter: Raumnutzer		Parameter: Raumklima
Aktivität	Kleidung	
	Oberflächentemperatur der Bekleidung tcl [°C]	Wasserdampfpartialdruck pa [Pa] Für die aussagefähige Ermittlung des PMV sollte diese zwischen 0 Pa und 2.700 Pa liegen.

ABBILDUNG 149: Parameter der thermischen Behaglichkeit

5.1.1.2 LOKALES BEHAGLICHKEITSEMPFINDEN

Im Gegensatz zum globalen Behaglichkeitsempfinden beschränken sich Betrachtungen zu lokalen Unbehaglichkeiten auf thermische Unzufriedenheiten einzelner Körperteile aufgrund von unbeabsichtigtem Abkühlen oder Erwärmen. Insbesondere Personen, die sitzend leichte Tätigkeiten ausführen, nehmen lokale Unbehaglichkeiten wahr, da das Wärmeempfinden bei Personen mit höherer Aktivität weniger ausgeprägt ist. Abgebildet werden sie durch den Prozentsatz der Unzufriedenen (PD), dessen Berechnungsformel ebenfalls in DIN EN ISO 7730 hinterlegt ist, hier jedoch nicht weiter ausgeführt wird. Lokale Unbehaglichkeiten resultieren aus

- Zugluft (DR = draught Rating)
  Aussagekräftig sind die Einschätzungen nur für Personen mit einem neutralen Wärmeempfinden und bei zu erwartenden Zugerscheinungen im Nackenbereich. Im Bereich der Arme und Beine, bei höherem Aktivitätsgrad und/oder bei einem Umgebungsklima, das als zu warm empfunden wird, spiegelt der Wert das tatsächliche Empfinden nicht mehr wieder und kann zu hoch ausfallen.

- Vertikale Temperaturunterschiede im Bereich zwischen Kopf und Fußgelenken
  In dieser Körperregion werden von unten nach oben sinkende Temperaturen wesentlich angenehmer bewertet als von unten nach oben steigende Temperaturen. In letzterem Fall führt eine Temperaturdifferenz von bis zu +1,5 °C noch nicht zur Unzufriedenheit der Raumnutzer, steigt jedoch bis zu einem vertikalen Temperaturunterschied von 3 °C nahezu linear auf PD = 5 %.

- Fußbodentemperaturen
  Ausgehend von Personen mit leichtem, für Innenräume geeignetem Schuhwerk sinkt der PD-Wert nicht unter 7 % bei 24 °C. Die Anzahl der Unzufriedenen steigt sowohl mit zunehmender als auch abnehmender Temperatur.

- Asymmetrie der Strahlungstemperatur
  Menschen nehmen insbesondere Strahlungstemperatur-Asymmetrien aufgrund von warmen Decken oder kalten Wänden als unangenehm wahr.

5.1.1.3 OPERATIVE TEMPERATUR

Die operative Temperatur entspricht dem Mittelwert der Lufttemperatur und der Strahlungstemperatur der umgebenden Bauteile und wird auch als „empfundene Temperatur“ bezeichnet. Die optimale operative Temperatur eines Raumes ergibt sich aus dem Aktivitätsgrad und der Bekleidung des Raumnutzers und entspricht einem PMV=0. Zudem gibt es einen zulässigen Temperaturbereich um die optimale operative Temperatur herum, welcher ein maximales Spektrum für räumliche und zeitliche Schwankungen definiert. In DIN 1946–2 wird das Maximum der operativen Temperatur als 27 °C bei einer Außentemperatur von 32 °C beziffert. Die Änderung der optimalen operativen Temperatur durch einen Kleidungswechsel kann direkt aus Tabelle C.2 im Anhang C der DIN EN ISO 7730 abgelesen werden.

Die zyklische Veränderung der Temperatur (z.B. im Tagesverlauf) ändert das Behaglichkeitsempfinden und die entsprechenden Empfehlungen, wenn die Schwankungen eine Differenz von 1,0K überschreiten. Nicht zyklische, gleichbleibende Änderungen der operativen Temperatur in einem Raum (Temperaturgefälle

und Temperaturdrift) beeinflussen die Behaglichkeit bis zu einer Differenz von 2,0 K/h. Größere Änderungen der operativen Temperatur werden sofort wahrgenommen. Die Auswirkung von Änderungen auf die Behaglichkeit durch diese Veränderung kann mit dem PMV und dem PPD gut vorausgesagt werden. Bei einer Temperaturabsenkung hingegen ist darauf hinzuweisen, dass das Behaglichkeitsempfinden in den ersten 30 min. wesentlich negativer ausfällt als rechnerisch vorausgesagt. Erst nach 30min gewöhnt sich der Körper an die kühleren Bedingungen und bewertet das Raumklima wie durch die PMV- und PPD-Werte angezeigt.

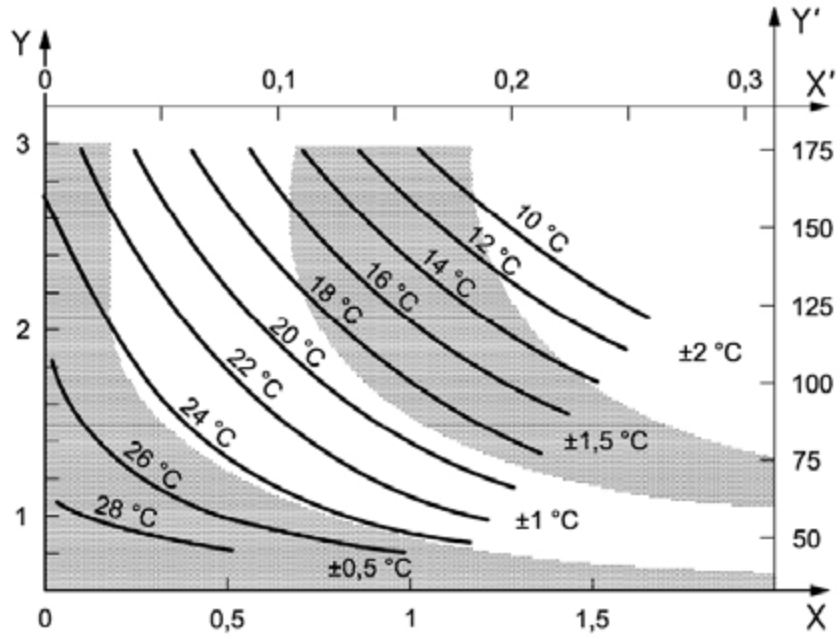
5.1.2 BEWERTUNG UND/ODER GESTALTUNG EINES ANNEHMBAREN UMGEBUNGSKLIMAS

Umgekehrt ermöglichen FANGERs Ergebnisse und die PMV- und PPD-Werte auch ein gezielt geplantes oder vorhandenes Umgebungsklima zu modellieren, welche mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer bestimmten Menge von zufriedenen bzw. unzufriedenen Nutzern führen. Hierfür sind im Anhang A der DIN EN ISO 7730 drei Kategorien des Umgebungsklimas definiert, deren Kriterien für jede Kategorie erfüllt werden sollten.

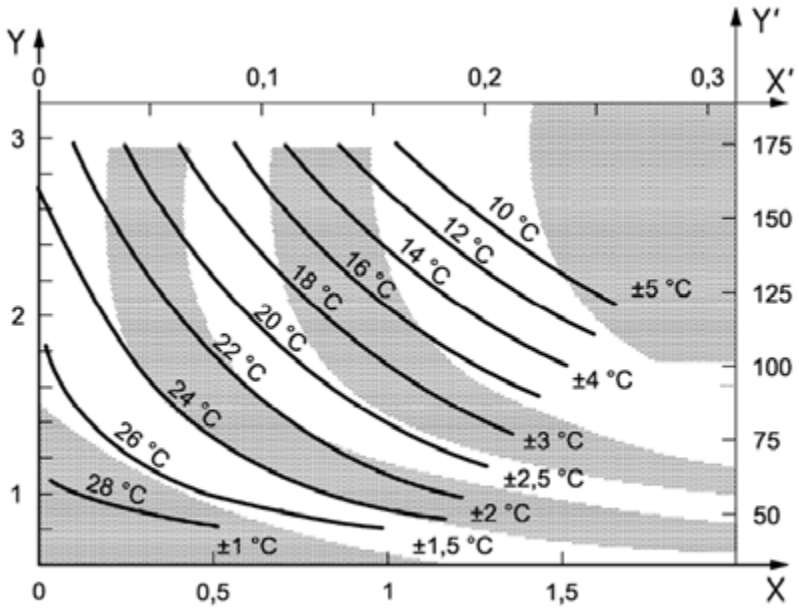
Kategorie	Thermischer Zustand des Körpers insgesamt		Lokale Unbehaglichkeit			
	PPD %	PMV	DR %	PD %		
				Vertikaler Lufttemperatur-unterschied	warmer oder kalter Fußboden	asymmetrische Strahlung
A	< 6	– 0,2 < PMV < + 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	– 0,5 < PMV < + 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	– 0,7 < PMV < + 0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

ABBILDUNG 150: Drei Kategorien des Umgebungsklimas, Quelle [DIN EN ISO 7730:2006-05]

Für die unterschiedlichen Kategorien kann nun auf Grundlage der Werte für PPD und PMV beispielsweise die optimale operative Temperatur sowie der zulässige Temperaturbereich ermittelt werden. Dafür sind im Anhang A der [DIN EN ISO 7730:2006–05] Abbildungen enthalten, die bei Annahme stationärer Bedingungen, einer Luftgeschwindigkeit von < 0,1 m/s und einer rel. Luftfeuchte von 50 % herangezogen werden können (nächste Abbildung). Veränderungen der Luftfeuchtigkeit beeinflussen dabei die Ergebnisse nur sehr geringfügig. Luftgeschwindigkeiten, die bei sitzenden und entspannten Personen bei der Bewegung des Körpers entstehen, werden dabei nicht berücksichtigt.



Kategorie A: PPD < 6 %



Kategorie B: PPD < 10 %

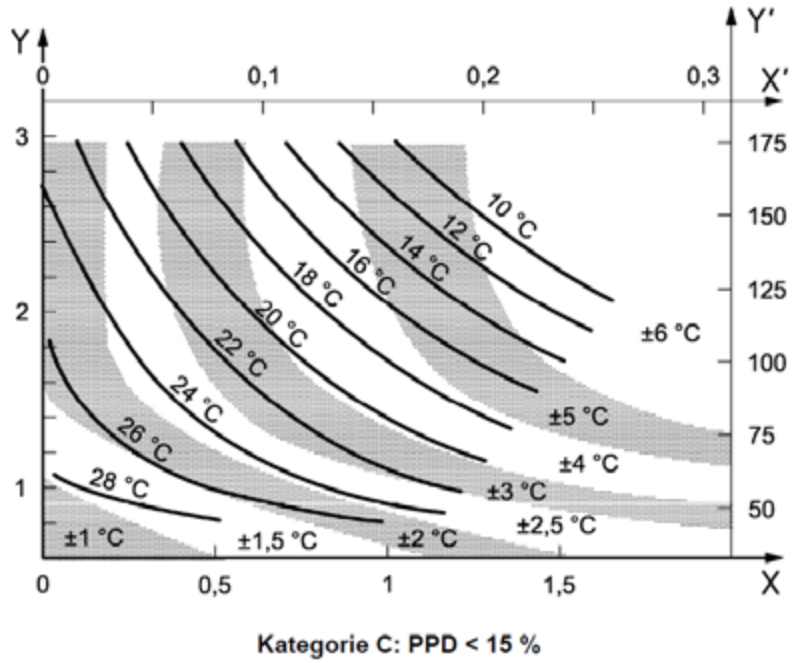


ABBILDUNG 151: Die zulässigen Bereiche um die optimale operative Temperatur als Funktion der Bekleidung und der Aktivität, Quelle [DIN EN ISO 7730:2006-05], mit X = Bekleidungsisolation in Bekleidungseinheiten (clo); X' = Bekleidungsisolation in Bekleidungseinheiten (m K/W); Y = Energieumsatz in metabolischen Einheiten (met); Y' = Energieumsatz in metabolischen Einheiten (W/m).

Weiterhin kann die maximal zulässige mittlere Geschwindigkeit und damit auch die Zugluftbewertung in einem Raum durch die Abbildungen zu den drei Behaglichkeitskategorien bestimmt werden. Bei Räumen mit Mischstrom-Lüftung darf diese zwischen 30–60 % schwanken, bei Verdrängungslüftung oder ohne maschinelle Lüftung darf der Turbulenzgrad geringer sein.

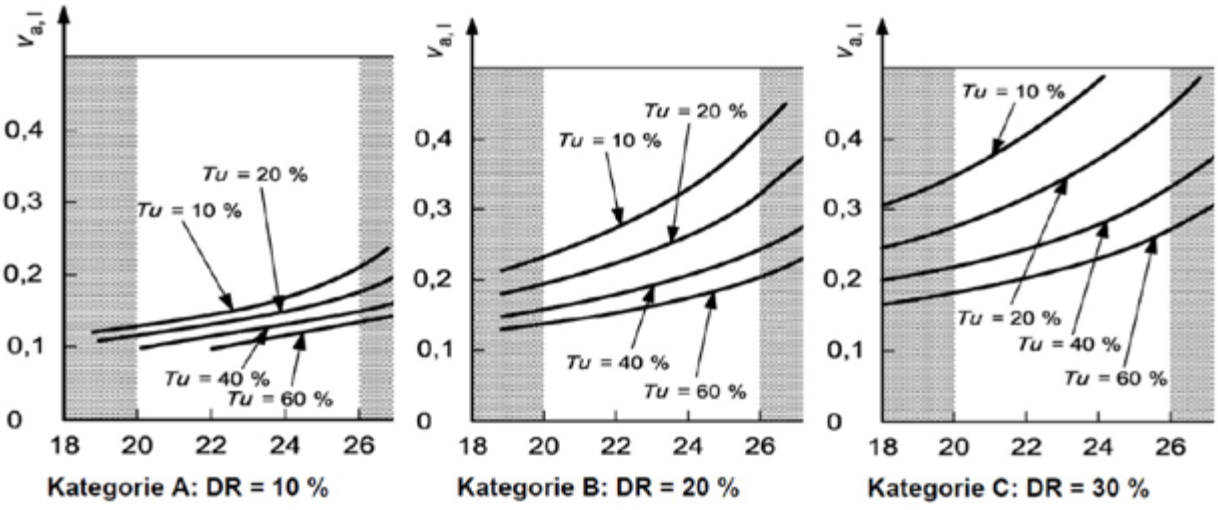


ABBILDUNG 152: Höchstzulässige mittlere Luftgeschwindigkeit als Funktion der Lufttemperatur und des Turbulenzgrades vor Ort , Quelle [DIN EN ISO 7730:2006-05]

Zudem werden in [DIN EN ISO 7730:2006-05] weitere Werte der Behaglichkeitskategorien für unterschiedliche Gründe lokaler Unbehaglichkeit aufgeführt.

	Kategorie		
	A	B	C
Vertikaler Lufttemperaturunterschied zwischen Kopf und Fußgelenken	< 2 °C	< 3 °C	< 4 °C
Fußbodentemperaturbereich	19 °C bis 29 °C	19 °C bis 29 °C	17 °C bis 31 °C
Asymmetrie der Strahlungstemperatur warme Decke kühle Decke warme Wand kühle Wand	< 5 °C < 14 °C < 23 °C < 10 °C	< 5 °C < 14 °C < 23 °C < 10 °C	< 7 °C < 18 °C < 3 °C < 10 °C

ABBILDUNG 153: Werte lokaler Unbehaglichkeit, Quelle: eigene Darstellung von Werten aus [DIN EN ISO 7730:2006-05]

Informativ sei erwähnt, dass [DIN EN ISO 7730:2006–05] für spezielle Nutzungen wie Büros, Klassenräume, Kindergärten und Kaufhäuser optimale operative Temperaturen, maximale Temperaturbereiche sowie maximale mittlere Luftgeschwindigkeiten als Gestaltungskriterien sowohl für den Sommer- als auch für den Winterfall tabellarisch angibt. Da jedoch keine Angaben für die in diesem Forschungsprojekt untersuchte Wohnnutzung getätigt werden, soll an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden.

Für ein thermisch behagliches Raumklima spielt vor allem ein hoher Dämmstandard des Gebäudes eine große Rolle, da in Verbindung mit einer wärmebrückenfreien und luftdichten Gebäudehülle die Differenz zwischen Oberflächentemperatur der Außenbauteile und Raumlufttemperatur nicht so hoch ausfällt. Aus Behaglichkeitsgründen sollte diese Temperaturdifferenz < 3K betragen.

5.1.3 MÖGLICHE AUSWIRKUNGEN VON LÜFTUNGSANLAGEN AUF PARAMETER DER THERMISCHEN BEHAGLICHKEIT

Die zuvor benannten Parameter der thermischen Behaglichkeit sind größtenteils dynamisch und lassen nur Bewertungen statischer Zustände zu. Allerdings führen nicht alle Veränderungen zu einem thermischen Unwohlsein, da sie sich entweder sehr geringfügig auswirken oder sich gegenseitig in ihrer Wirkung aufheben bzw. abschwächen. Um die Auswirkungen von Veränderungen einzelner Parameter auf die Behaglichkeitssituation zu bewerten, ist es erforderlich, Grenzen der Behaglichkeit aufzuzeigen. Hierzu wurden u. a. die Ergebnisse aus FANGERs Studie in diversen Quellen zu leicht verständlichen Diagrammen übertragen, die in Abhängigkeit von jeweils mehreren Parametern Felder für „behagliche“ sowie „unbehagliche“ Bedingungen aufspannen, wie exemplarisch für die Parameterbeziehung mittlere Luftgeschwindigkeit v [m/s] / Raumlufttemperatur T [°C] in folgender Abbildung dargestellt. Die farbigen Graphen werden in Abschnitt 1.1.3 erläutert und ausgewertet.

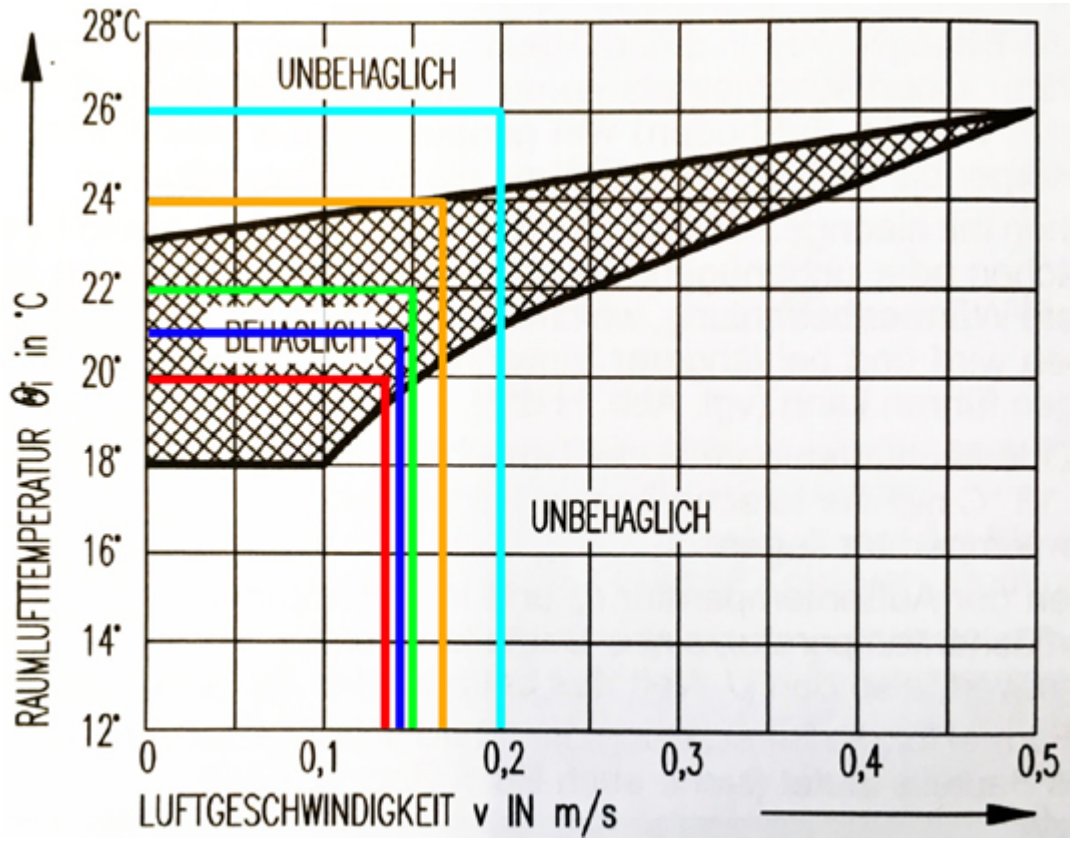


ABBILDUNG 154: Behaglichkeitsbereich in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur und Luftgeschwindigkeit, Quelle: Handbuch der Gebäudetechnik – Band 2: Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen; Wolfram Pistohl, Birgit Scheuerer, 5. Auflage, Bundesanzeiger Verlag 2013

Im Zusammenhang mit dem Einfluss von kontrollierten Wohnungslüftungsanlagen auf die thermische Behaglichkeit in einem Aufenthaltsraum lässt sich zunächst feststellen, dass in erster Linie die raumklimatischen Parameter aktiv verändert werden. Hierzu gehören natürlich aufgrund der Zulufttemperatur und geschwindigkeit in erster Linie die Raumlufttemperatur und die relative Luftgeschwindigkeit im Raum. Im Folgenden sollen die möglichen Auswirkungen üblicher Werte dargestellt werden. In dem Buch Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen; Wolfram Pistohl, Birgit Scheuerer, 5. Auflage, Bundesanzeiger Verlag 2013 wird für die Ermittlung von Anhaltwerten für Luftgeschwindigkeiten im Raum auf die Vorgängerversion der DIN EN 13779 aus dem Jahre 2005 verwiesen, da entsprechende Werte in der aktuellen Fassung nicht mehr explizit benannt sind. Die Anhaltswerte müssen demnach auf die Raumlufttemperatur bezogen werden, um Unbehaglichkeiten zu vermeiden. Lüftungsanlagen müssen so bemessen werden, dass diese Anhaltswerte in folgender Tabelle nicht überschritten werden.

Lufttemperatur	Luftgeschwindigkeit	
	üblicher Bereich	Standardwert
20 °C	0,10–0,16 m/s	< 0,13 m/s
21 °C	0,10–0,17 m/s	< 0,14 m/s
22 °C	0,11–0,18 m/s	< 0,15 m/s
24 °C	0,13–0,21 m/s	< 0,17 m/s

Lufttemperatur	Luftgeschwindigkeit	
	üblicher Bereich	Standardwert
26 °C	0,15–0,25 m/s	< 0,20 m/s

ABBILDUNG 155: Anhaltswerte für Luftgeschwindigkeiten im Raum, eigene Darstellung der Werte aus DIN 13779 (2005)

Die in dieser Tabelle aufgeführten Standardwerte sind in Abbildung 17 farblich dargestellt. Es ist zu erkennen, dass bei den aufgeführten Standardwerten mit zunehmender Raumlufttemperatur eine höhere Luftgeschwindigkeit zu Unbehaglichkeiten führen kann. Das widerspricht jedoch gängigen Annahmen, dass höhere Luftgeschwindigkeiten bei höheren Raumlufttemperaturen aufgrund des Kühleffekts auf der Haut als angenehmer empfunden werden. Hier gibt es also Widersprüche in den unterschiedlichen Quellen.

Die max. Temperaturdifferenzen zwischen Zulufttemperatur und Raumlufttemperatur zur Vermeidung von Zuglufterscheinungen sind für die eingeblasene Luft in Abhängigkeit von der Position des Zuluftelements im Raum in Tabelle 04 aufgeführt. Bei der Planung einer Lüftungsanlage sind die Zuluftventile so auszulegen und im Raum anzuordnen, dass die gelisteten maximalen Temperaturdifferenzen eingehalten werden. Bei Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung dürfte die Einhaltung dieser Werte gut gelingen, bei Lüftungsanlagen mit Außenluftdurchlässen schwankt die Zulufttemperatur jedoch witterungsabhängig, sodass durch die Anordnung der Außenluftdurchlässe eine ausreichende Erwärmung der Zuluft vor dem Einströmen in den Aufenthaltsbereich des Raumes eingeplant werden muss.

Position der Zuluft im Raum	max. K
direkt im Aufenthaltsbereich	2–4
nicht direkt im Aufenthaltsbereich, z. B. über Lochdecken mit 3–4 m Raumhöhe	4–7
oberhalb der Aufenthaltszone	7–10
bei Hochdruckanlagen mit starker Sekundärluftansaugung (Induktionswirkung)	>15

ABBILDUNG 156: maximale Temperaturdifferenzen zwischen der Raumluft und der Zulufttemperatur, eigene Darstellung der Werte aus dem Handbuch der Gebäudetechnik – Band 2: Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen; Wolfram Pistohl, Birgit Scheuerer, 5. Auflage, Bundesanzeiger Verlag 2013 „Handbuch der Gebäudetechnik – Band 2: Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen; Wolfram Pistohl, Birgit Scheuerer, 5. Auflage, Bundesanzeiger Verlag 2013

Die Veränderungen der Raumlufttemperatur und der Luftgeschwindigkeit im Raum wirken sich im Weiteren auch auf den Wasserdampfpartialdruck der Raumluft sowie die mittlere Strahlungstemperatur der umgebenden Flächen aus. Weiterhin verändern sich auch die Eigenschaften der intermediären Parameter wie z. B. die mit zunehmender Luftgeschwindigkeit abnehmende Isolationswirkung der Bekleidung. Auch der Stoffwechsel des Menschen verändert sich je nach physiologischer Beschaffenheit mehr oder weniger mit den variierenden raumklimatischen Bedingungen.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass keine eindeutigen Grenzwerte für die einzelnen Parameter der thermischen Behaglichkeit gibt, die bei der Planung eines behaglichen thermischen Raumklimas eingehalten werden müssen. Allerdings sind Orientierungs- und Grenzwerte vorhanden, die bei der Auslegung von Lüftungsanlagen hinzugezogen werden können. Weiterhin gibt es Planungsempfehlungen wie beispielsweise für die Anordnung der Zu- und Abluftventile, die in der Regel zu guten Ergebnissen führen. Bei richtiger Konzeptionierung und Planung kann davon ausgegangen werden, dass keine Beschwerden hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit zu erwarten sind.

5.1.4 DIE BERÜCKSICHTIGUNG DER RELEVANTEN PARAMETER DER THERMISCHEN BEHAGLICHKEIT IN TECHNISCHEN REGELWERKEN FÜR LÜFTUNGSANLAGEN

In diesem Abschnitt soll untersucht werden, ob die Anforderungen hinsichtlich der thermischen Behaglichkeit in den einschlägigen Regelwerken (DIN 1946, DIN 18599, VDI etc.) eine Berücksichtigung finden oder in anderer Weise in die technischen Grundlagen der Wohnungslüftungsanlagen mit/ohne Wärmerückgewinnung einfließen.

5.1.4.1 DIN 1946-2

Im Teil 2 der Normenreihe der DIN 1946 befindet sich eine Definition der Thermischen Behaglichkeit.

Thermische Behaglichkeit ist dann gegeben, wenn der Mensch Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung und Wärmestrahlung in seiner Umgebung als optimal empfindet und weder wärmere noch kältere, weder trockenere noch feuchtere Raumluft wünscht.

Die weiteren Bezüge sind dann im Teil 7 ausgeführt.

5.1.4.2 DIN 1946-6

Teil 6 der DIN 1946 legt die Planungs-, Ausführungs-, Inbetriebnahme-, Betriebs- und Instandhaltungsanforderungen für die innerhalb von Wohnungen bzw. Nutzungseinheiten zu Wohnzwecken genutzten, freien und ventilatorgestützten Lüftungsanlagen fest. Hierbei handelt es sich im Speziellen u.a. um bauphysikalische Aspekte, denen die Parameter der thermischen Behaglichkeit per Definition zugeordnet werden. Tatsächlich findet sich bereits in Kapitel 2 der normative Verweis zur DIN EN ISO 7730 als Regelwerk, welches zur Anwendung der DIN 1946-6 erforderlich ist.

Ergänzend wird in DIN 1946-6 der Begriff des „Aufenthaltsbereiches“ definiert und dessen räumliche Behaglichkeitsgrenzen maßlich festgelegt. So umfasst der Behaglichkeitsbereich eines Raumes die Punkte innerhalb einer Höhe von 0,1 m bis 1,8 m über dem Fußboden, eines Abstands von den Außen- und Innenwänden von 0,5 m und von Außenfenstern, Türen und Heizflächen von 1,0 m. Generell soll die Einhaltung der Nutzungsanforderungen innerhalb dieses klar abgesteckten Bereiches von Aufenthaltsräumen bereits bei der Auswahl eines Lüftungssystems angestrebt werden. Zu diesen Forderungen zählt gem. DIN 1946-6 Abschnitt 5.3.5 insbesondere die auch bei geschlossenen Fenstern sicherzustellende thermische Behaglichkeit, vorzugsweise nach Kategorie B gem. DIN EN ISO 7730. Die dafür relevante Auswahl und Anordnung der Luftdurchlässe ist in diesem Zusammenhang auch ein wichtiger Bestandteil und somit bereits bei der Erstellung eines Lüftungskonzeptes vorzunehmen.

Im Besonderen wird auf die Anforderung bezüglich des Zugluftrisikos (DR) verwiesen, welche sowohl bei freier Lüftung mit ALD als auch bei ventilatorgestützter Lüftung mit Zu-, Abluft- und Zu-/Abluftsystemen in den benannten Aufenthaltsbereichen 20 % nicht überschreiten soll. Dies entspricht dem Zugluftrisiko-Kriterium für Kategorie B gem. DIN EN ISO 7730. Weiterhin besteht für Zu-/Abluftsysteme mit Wärmetauschern die Anforderung, dass die Zulufttemperatur max. 50 °C nicht bzw. nicht dauerhaft überschreitet, was bei Wohnungslüftungsanlagen ohnehin nicht vorkommt.

Bemerkenswert ist, dass mit Fokus auf die thermische Behaglichkeit die erforderlichen Überström-Luftdurchlässe (ÜLD) in Badezimmern gem. Abschnitt 9.1.2.3 der DIN 1946-6 vorzugsweise im oberen Bereich von Türen und Trennwänden angeordnet werden sollen. Dieser Empfehlung wird mit Verweis auf die angestrebte, optimierte Luftzirkulation im entsprechenden Raum in der Praxis nicht entsprochen.

5.1.4.3 VDI 6022 - BLATT 1

Die Richtlinienreihe ist bei allen Räumen gültig, in denen sich Personen mehr als 30 Tage pro Jahr oder länger als 2 Stunden pro Tag aufhalten, die mit einer raumlufttechnischen (RLT) Anlage ausgestattet sind und insbesondere, wenn diese Anlagen die Zuluftqualität beeinflussen.

Innerhalb dieser Richtlinie wird in Abschnitt 3.4 mit Bezug auf die physikalischen Anforderungen direkt auf die DIN EN ISO 7730 verwiesen, welche die relevanten Anforderungen für operative Temperaturen, Raumluftfeuchten und Luftgeschwindigkeiten benennt.

5.1.4.4 DIN V 18599–6

Die DIN V 18599–6 enthält ein Verfahren zur Bilanzierung des Energiebedarfs von Lüftungsanlagen. Innerhalb der DIN 18599–6 wird auf Grundlage des thematischen Schwerpunkts kein direkter Bezug zur thermischen Behaglichkeit genommen und nicht normativ auf die DIN EN ISO 7730 verwiesen.

5.1.5 ZUSAMMENFASSUNG

Thermische Behaglichkeit ist eine subjektive Bewertung, ein Gefühl, was neben dem vorhandenen Raumklima auch von der betreffenden Person und ihren höchst individuellen, biologischen und psychologischen Parametern sowie der Aktivität und Bekleidung abhängt. Letztbenannte Individualität und Subjektivität erschwert die eindeutige Definition und Abgrenzung des behaglichen Raumklimas. Studien wie die von Ole P. Fanger ermöglichen die Einschätzung einer Tendenz, die für den Großteil der Raumnutzer erwartet werden kann. FANGERs Experiment ist in Bezug auf den Umfang der ausgewerteten Daten bisher einzigartig. Durch ähnlich aufwendige Forschungsprojekte und einem breiteren Spektrum an zu untersuchenden Parametern könnten die Behaglichkeitswerte und -grenzen genauer definiert und fixiert werden.

Die Ergebnisse von FANGERs Experiment wurden in die DIN EN ISO 7730 übernommen, welche ein wichtiges Regelwerk für Planer und Hersteller jeglicher raumlufttechnischer Anlagen darstellt. Auf sie wird in den grundlegenden, allgemein anerkannten Regeln der Technik zu Wohnungslüftungsanlagen verwiesen, sodass die thermische Behaglichkeit stets auch im Fokus behalten werden sollte. Im Rahmen der Planung am reellen Objekt geraten sie und ihre Parameter allerdings in den Hintergrund, da davon auszugehen ist, dass die regelkonforme Konzipierung der Anlage und ihrer Komponenten durch den Hersteller bereits gewährleistet wurde und dadurch die thermische Behaglichkeit des Nutzers nicht negativ beeinflusst wird.

Für den Bereich von aktuellen Neubauten und energetisch sanierten Gebäuden ist festzuhalten, dass das allgemeine, thermische Behaglichkeitsniveau steigt, da die Temperaturdifferenzen zwischen Raumlufttemperatur und Bauteiloberflächen gering ausfallen. Das Risiko der thermischen Unbehaglichkeit sinkt also tendenziell bereits durch die bessere, energetische Beschaffenheit des Gebäudes. Weiterhin liegen bei derzeit auf dem Markt befindlichen Lüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung WRG die Zulufttemperaturen und auch die üblichen Zu- und Abluftgeschwindigkeiten in Bereichen, die für die thermische Behaglichkeit im Zusammenspiel mit den weiteren, zuvor benannten Faktoren keine Probleme erwarten lassen.

5.2 URSACHEN FÜR DIE EMPIRISCHE NEGATIV-BEWERTUNG VON LÜFTUNGSANLAGEN AUF BASIS BISHER ERFOLGTER ERHEBUNGEN

5.2.1 UNTERSUCHUNG DER VORGEHENSWEISE UND DER RANDBEDINGUNGEN BEI BISHER VORLIEGENDEN ERHEBUNGEN

Die im ersten Bericht zu diesem Forschungsprojekt benannten Studien, die zum Thema der thermischen Behaglichkeitsempfindung bei Wohnungen mit Lüftungsanlagen durchgeführt wurden, liefern Aussagen zu Meinungen von Nutzern aus der Praxis. Um einen Überblick zu erhalten, wie die Bewertungen jeweils ausgefallen sind und zu beleuchten, wie die ihnen zugrunde liegenden Randbedingungen ausgesehen haben, sollen innerhalb dieses Abschnittes die wichtigsten Punkte der zur Zeit aussagekräftigsten Studien zum Thema zusammengefasst werden.

5.2.1.1 STUDIE GREML, BLÜMEL ET AL „TECHNISCHER STATUS VON WOHNRAUMLÜFTUNGEN – EVALIERUNG BESTEHENDER WOHNRAUMLÜFTUNGSANLAGEN BEZÜGLICH IHRER TECHNISCHEN QUALITÄT UND PRAXISTAUGLICHKEIT“

Das Ziel der Studie aus dem Jahr 2004 war die objektive Darstellung der Qualität der eingebauten Lüftungsanlagen in Östereich, das Aufzeigen von Fehlern und Mängeln und letztendlich die Verbesserung der Qualität durch konkrete Handlungsempfehlungen. Es wurden insgesamt 92 Wohnungslüftungsanlagen in ganz Österreich untersucht und bewertet. Dabei wurden hauptsächlich kombinierte Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung untersucht. Um die Anlagenqualität beurteilen zu können wurde aus den EQ-Qualitätskriterien von ENERGIE-TIROL und der Vornorm ÖNORNM H 6038 ein eigener Kriterienkatalog mit insgesamt 55 Qualitätsmerkmalen entwickelt. Auffällig ist hierbei, dass lediglich zwei Qualitätskriterien Parameter der thermische Behaglichkeit behandeln. Es handelt sich dabei um die Geschwindigkeit der Luftströmung sowie die Zulufttemperatur am Einströmventil. Die Ergebnisse zur Qualität der Anlagen stammen sowohl aus Nutzergesprächen und Nutzerbefragungen als auch aus Messungen und Begutachtungen von Einzelkomponenten.

Die Auswertung wurde in drei Bereiche unterteilt:

1) AUSWERTUNG DER SUBJEKTIVEN WAHRNEHMUNG DER ANLAGENTECHNIK DURCH DEN NUTZER:

Die Auswertung der auf der subjektiven Wahrnehmung basierenden Angaben zu den für die thermische Behaglichkeit relevanten Interviewfragen ergab, dass

- nur 7 % der Befragten über Zugerscheinungen klagten, die bei Überprüfung auf eine falsche Ventilwahl oder Ventilanordnung zurückgeführt werden konnte.
- 39 % der Befragten die Luftfeuchte im Haus als zu niedrig empfanden, insbesondere bei Unterschreitungen der Behaglichkeitsfeuchte von 30 % im Winter. Allerdings fiel den Nutzern die Einschätzung schwer.

2) QUANTITATIVE ANALYSE UND 3) QUALITATIVE ANALYSE:

Hier soll ebenfalls nur auf die in Bezug auf die thermische Behaglichkeit relevanten Qualitätskriterien und deren Analyse eingegangen werden. Diese umfassen folgende Qualitätskriterien:

- Nr. 5: geringe Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich, max. 0,1 m/s
  Auswertung: Dieser Punkt ist sowohl für Zulufträume als auch für Räume mit Überströmfunktion zu beachten, damit die Luftströmung der Anlage nicht wahrgenommen wird. Im Rahmen der Studie konnten zu hohe Luftgeschwindigkeiten nur bei wenigen Anlagen festgestellt werden, bei denen die Ursache zudem stets in der falschen Ventilwahl bzw. einer ungünstigen Ventilanordnung im Raum lag. Die Ursache für Behaglichkeitsprobleme war somit eindeutig auf Planungs- und Ausführungsfehler zurückzuführen.

- Nr. 6a: Temperatur beim Einströmventil auf Behaglichkeitsniveau, min. 17 °C
  Auswertung: Die benannte Mindest-Einblastemperatur verhindert Zugerscheinungen bzw. die Entstehung von Kaltluftseen. Da im Rahmen der Studie ein hoher Anteil an Anlagen mit Erdwärmetauschern EWT, hohem Wärmerückgewinnungsgrad und einer im beheizten Bereich verlegten Leitungsführung verbaut wurden, lag die Einströmtemperatur, welche jeweils exemplarisch am Zuluftventil des Wohnzimmers gemessen wurde, bei 76 % der Anlagen nahe der Raumtemperatur (Mittelwert aller untersuchten Anlagen: 21 °C). Es wird darauf hingewiesen, dass für Anlagen ohne EWT oder bei einfachen Lüftungsgeräten mit Kreuzstromwärmetauscher eine Nachheizung bzw. Vorwärmung erforderlich sein kann.

Das prägnanteste Ergebnis der Studie ist, dass 80 % der befragten Nutzer mit der Lüftungsanlage zufrieden waren (Bewertung „gut“ bis „sehr gut“). Die Hauptgründe für die Unzufriedenheit der verbleibenden 20 % der Nutzer waren nicht Behaglichkeitsdefizite, sondern Geräuschemissionen, die wiederum nicht auf anlagentechnische Defizite, sondern auf ungenügende Konzeptionen und unzureichende Komponenten zurückzuführen waren.

Diese für eine Unzufriedenheit ursächlichen Aspekte sind entsprechend der Benennung im Evaluierungsbericht nachfolgend aufgeführt:

PROBLEME BEI DER ANLAGENKONZEPTION:

- ungeprüfte Gebäudevoraussetzungen (Luftdichte)
- Lärmprobleme aufgrund ungenügender Dimensionierung der Rohr- bzw. Ventilquerschnitte bzw. fehlender oder ungenügender Schalldämpfer
- unzureichende Luftführung in den Wohnungen
- zu geringe Luftmengen (bzw. wurde diese aufgrund von Lärmbelästigungen reduziert) und mangelhafte Einregulierung
- Beeinflussung von Feuerstellen im Wohnraum durch die Lüftungsanlage
- Beeinflussung der Lüftungsanlage durch Dunstabzugshauben nach außen
- stiefmütterliche Behandlung von Überströmöffnungen

FEHLER BEI EINZELNEN ANLAGENTEILEN:

- mangelhafte Luftansaugung mit hohem Druckverlust
- fehlender Kondensatablauf beim Erdwärmetauscher bzw. Lüftungsgerät
- keine feuchtebeständige Dämmung der kalten Rohre (Frischluft und Fortluft) bzw. keine Dämmung der warmen Rohre (Zuluft und Abluft) im Keller
- zu geringe Filterqualität und schlechte Wartung der Filter
- fast nie ausbalancierte Anlagen ohne Konstantvolumenstromregelung
- keine Anzeige für Filterwechsel im Wohnraum
- fehlende bzw. ungenügende Schalldämpfer (Geräteschalldämpfer und Telefonieschalldämpfer)
- ungenügende Rohrquerschnitte (zu hohe Luftgeschwindigkeiten)
- ungeeignetes Verrohrungsmaterial (flexible Schläuche)
- falsche bzw. zu kleine Ventile (z. B. reine Abluftventile für die Zuluft)

Vor allem wird in dem Bericht betont, dass aufgrund der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung noch recht neuen Technik ein Defizit bei der Ausbildung und Erfahrung des planenden und ausführenden Gewerbes zu verzeichnen ist.

5.2.1.2 STUDIE R. T. HELLWIG „THERMISCHE BEHAGLICHKEIT – UNTERSCHIEDE ZWISCHEN FREI UND MECHANISCH BELÜFTETEN BÜROGEBÄUDEN AUS NUTZERSICHT“

Ziel der Studie ist es, herauszufinden, ob es Unterschiede bei der thermischen Behaglichkeit in frei belüfteten Räumen und in mechanisch belüfteten Räumen gibt und wenn ja, welche nicht-thermischen Größen die thermische Behaglichkeit zusätzlich beeinflussen. Zur Beurteilung wurden in 14 Bürogebäuden aus dem BMBF-geförderten ProKlimA-Projekt Messungen sowie Befragungen der Nutzer durchgeführt. Die Studie berücksichtigt z. B. aufgrund der thematischen Schwerpunktsetzung verstärkt unterschiedliche Parameter der thermischen Behaglichkeit, wie z.B. die Witterung zum Zeitpunkt der Untersuchung, den Metabolismus des Nutzers und den Dämmwert der Bekleidung. Die befragten Nutzer waren unterschiedlichen Geschlechts und wiesen einen breit gestreuten Altersbereich auf.

Bei der Studie wurde wie folgt vorgegangen: Die Nutzer wurden an zwei unterschiedlichen Terminen hinsichtlich ihres subjektiven thermischen Behaglichkeitsempfindens interviewt, wobei beim zweiten Termin die Behaglichkeitsgrößen zudem messtechnisch ermittelt wurden. Die wesentlichen Ergebnisse der Befragung zu den unterschiedlichen Zeitpunkten unterscheiden sich nicht wesentlich und können auch auf Wohnungen mit Lüftungsanlagen übertragen werden, allerdings ist die Anmerkung erforderlich, dass das Behaglichkeitsempfinden der Nutzer bei den untersuchten Bürogebäuden nicht durch reine Lüftungstechnik, sondern im Wesentlichen durch zusätzliche Teilklimatisierung bzw. Klimatisierung beeinflusst wurde. Im Folgenden werden nur die auf die vorliegende Forschungsthematik übertragbaren

Ergebnisse erläutert. So können z. B. Aussagen zum Temperaturempfinden der befragten Nutzer nicht auf Gebäude mit reinen Lüftungsanlagen übertragen werden. Ebenso verhält es sich mit Informationen zum Feuchtegehalt der Raumluft, da alle klimatisierten Bürogebäude über eine Luftbefeuchtung verfügten.

Aussagen zu der Frische der Luft können jedoch gut auf Wohnungslüftungsanlagen übertragen werden. Im Rahmen der hier beschriebenen Studie bewerteten 72 % der Nutzer in klimatisierten Gebäuden und 52 % der Nutzer in teilklimatisierten Räumen die Luft als eher schlecht oder sogar sehr verbraucht, während dieser Anteil bei reiner Fensterlüftung bei nur 26 % liegt. Aber auch Kriterien wie die Ausleuchtung, die Schalldämpfung oder die Geruchsbelastung wurden seitens der Nutzer in mechanisch belüfteten Gebäuden eher negativ bewertet als von Nutzern in Gebäuden mit freier Lüftung. Unabhängig von der Art der Belüftung äußerten ca. 85 % der Nutzer den Wunsch nach direkter Einflussnahme auf das Raumklima, die Bestätigung der tatsächlich gegebenen Möglichkeit zur Beeinflussung von Temperatur und Luftbewegung erfolgte größtenteils seitens der Nutzer frei belüfteter Räume. Die Luft der maschinell belüfteten Gebäude wurde zudem tendenziell als gesundheitsabträglich eingeschätzt. Entsprechend ist eine deutlich Differenz der mit den Raumklimaparametern zufriedenen Nutzeranteile zwischen freier und mechanischer Lüftung zu verzeichnen.

Weiterhin können auf Grundlage der Umfrageergebnisse, der Messungen und der Auswertung folgende Thesen aus der Studie entnommen werden:

- Personen in frei belüfteten Räumen sind bei vergleichbaren thermischen Bedingungen signifikant zufriedener mit ihrem thermischen Raumklima als Personen in klimatisierten Umgebungen.
- Der normierte Freiheitsgrad, das heißt die empfundene Einflussmöglichkeit auf das thermische Raumklima, erweist sich in der Zusammenhangsanalyse als ein starker Einflussfaktor für die Zufriedenheit mit der Raumtemperatur.
- Es wird vermutet, dass schlechte Lichtverhältnisse die Grundstimmung negativ beeinflusst und das Risiko erhöhen, sich kalt oder unbehaglich kalt zu fühlen – für diese Aussage konnten die statistischen Daten jedoch keine nachvollziehbare Erklärung liefern.
- In frei belüfteten Räumen erhöht eine schlechte olfaktorische Güte das Risiko, sich unbehaglich warm zu fühlen.
- Mit steigender Lufttemperatur und Luftfeuchte verringert sich die Akzeptanz der eingeatmeten Luft bei mechanisch belüfteten Räumen, für freie Lüftung ist diese Aussage nicht ausreichend belegt.
- Für die Kalt-Bewertung sind unabhängig von der Lüftungsart die gleichen Empfindungsparameter relevant. Die Behaglichkeitsparameter unterscheiden sich jedoch bei beiden Lüftungsarten sowohl für die Kalt-Bewertung als auch für die Warm-Bewertung.
- Bei vergleichbaren, operativen Temperaturbandbreiten sind die Nutzer in frei belüfteten Gebäuden zufriedener als in mechanisch belüfteten Gebäuden.

Zusätzlich wurde im Rahmen der Studie und auf Basis der Befragungsergebnisse die Zuverlässigkeit von vorhergesagtem mittlerem Votum (PMV) und vorhergesagtem Prozentsatz Unzufriedener (PPD) überprüft. Es wurde festgestellt, dass die Methode nach FANGER sowohl für frei als auch für mechanisch belüftete Gebäude keine guten Vorhersagen zu dem Anteil Unzufriedener liefert.

In den Schlussfolgerungen wird darauf hingewiesen, dass für zuverlässigere Aussagen weitere Forschungen erforderlich sind, die die Wirkung aus der Summe verschiedener Einflüsse auf die Behaglichkeit näher betrachten. Aufgrund der geringen Aussagekräftigkeit der Zufriedenheits-/Unzufriedenheitsvorhersagen auf Grundlage der Methoden nach FANGER wird die Entwicklung anderer Planungsmethoden gefordert.

5.2.1.3 STUDIE B. SCHULZE DARUP „ABSCHLUSSBERICHT ZUM FORSCHUNGSPROJEKT: MESSTECHNISCHE EVALUIERUNG UND VERIFIZIERUNG DER ENERGETISCHEN EINSPARPOTENZIALE UND RAUMLUFTQUALITÄT AN PASSIVHÄUSERN IN NÜRNBERG“

Die Studie wurde als baubegleitender Forschungsbericht durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert und thematisiert die im Rahmen der LOKALEN AGENDA 21 auf Initiative der Arbeitsgruppe Passivhaus verwirklichten vier Doppelhaushälften in Nürnberg.

Die in den Passivhäusern geplante Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung über Gegenstrom-Plattenwärmetauscher verfügt über drei Betriebsstufen: die Grundlüftungsstufe für die Nacht und die Abwesenheit der Bewohner mit einem geförderten Luftvolumen von 90 m^3/h, die Standardlüftungsstufe mit einem geförderten Luftvolumen von 120 m^3/h und die Stufe zur Simulation eines kurzfristigen Stoßlüftens mit 200–250 m^3/h. Die frische Außenluft wird auf der Südseite des Gebäudes und innerhalb der Einheit durch Wickelfalzrohre zu den Zulufträumen geführt, in welche Sie über Weitwurfdüsen eingebracht werden. Über die Türunterschnitte strömt die Luft anschließend in die Diele und von dort in die Nebenräume (Bad, WC und Küche), wo sie letztlich abgesaugt und fortgeführt wird.

RELATIVE LUFTFEUCHTE

Im Rahmen des Projektes wurden die Klimaparameter Lufttemperatur und rel. Luftfeuchte über einen Zeitraum von mehreren Tagen in Zeitintervallen von 60 sec. gemessen und mit den Daten von Räumen in konventionellen Neu- und Albauten ohne Lüftungsanlage oder mit kontrollierter Abluftanlage verglichen. Nachfolgend sind die Auswertungsdiagramme aus dem Bericht mit zusammengefassten Erläuterungen aufgeführt.

Beim Neubau mit regelmäßiger Fensterlüftung sind die Zeiten der Stoßlüftung deutlich durch eine rapide Senkung der Raumluftfeuchte zu erkennen. Im Anschluss an die Lüftung steigt die rel. Raumluftfeuchte jedoch schnell wieder an, obwohl es sich bei dem betrachteten Raum um einen Schlafraum ohne Feuchtequellen über den Tag handelt. Dies wird im Bericht auf die Pufferwirkung der umschließenden Bauteiloberflächen zurückgeführt. Im Wesentlichen beträgt die rel. Raumluftfeuchte 45–55 %:

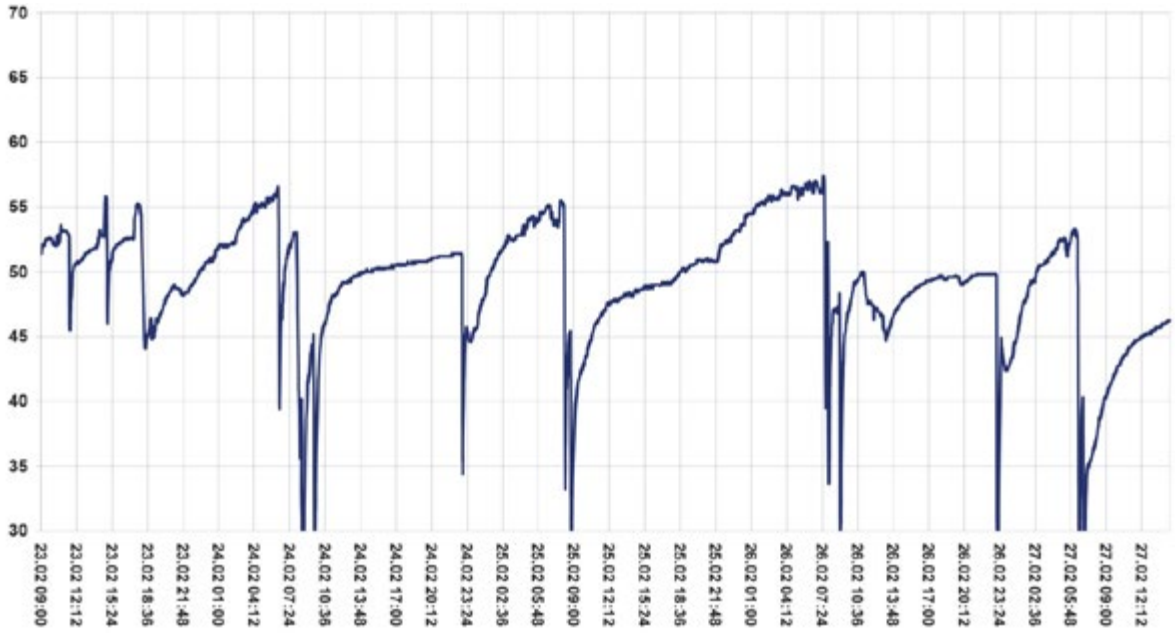


ABBILDUNG 157: relative Feuchte der Raumluft im Schlafzimmer, Neubau mit regelmäßiger Fensterlüftung [Schulze Darup, 2002]

Vergleicht man diesen Verlauf mit der Entwicklung der rel. Raumluftfeuchte eines Schlafzimmers im Neubau ohne Lüftung kann man feststellen, dass die rel. Luftfeuchte innerhalb von zwei Tagen kontinuierlich um 10 % ansteigt:

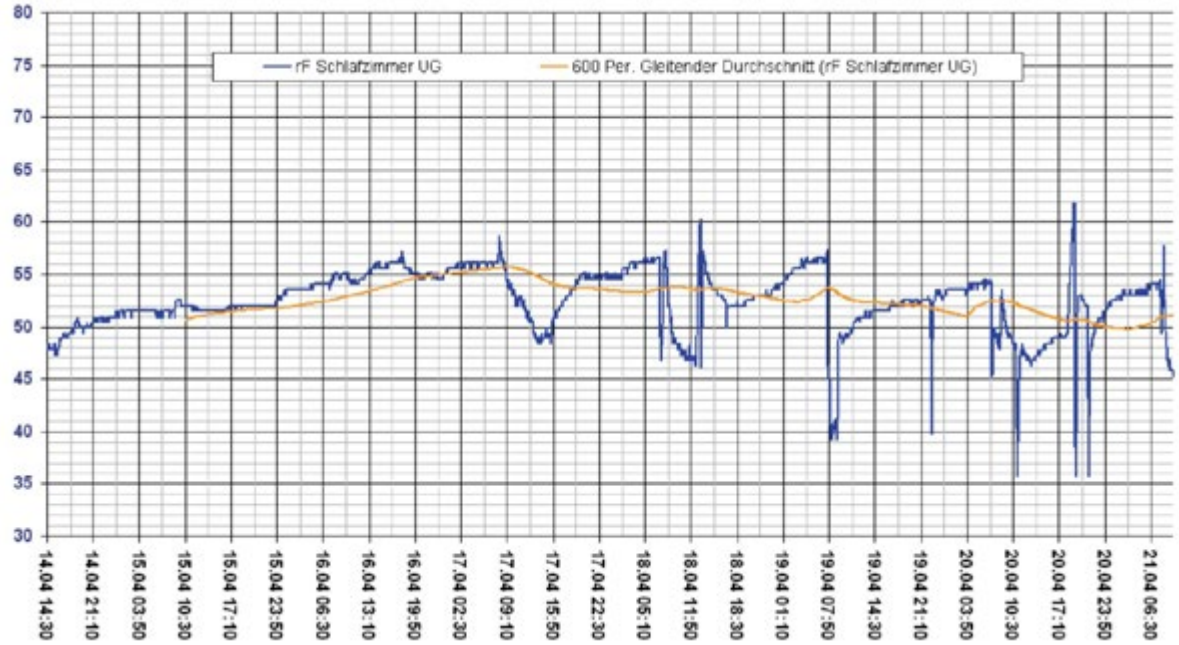


ABBILDUNG 158: relative Feuchte der Raumluft im Schlafzimmer, Neubau ohne Lüftung [Schulze Darup, 2002]

In einem Altbau ohne Wärmedämmung und mit Schimmelpilzbefall kann selbst durch regelmäßiges manuelles Lüften die rel. Raumluftfeuchte nur selten auf unter 75 % reduziert werden und steigt oftmals bis 85 % an. Nach den Lüftungsvorgängen steigt die kurzfristig auf bis zu 58 % reduzierte rel. Raumluftfeuchte sofort wieder auf den vorigen Zustand an:

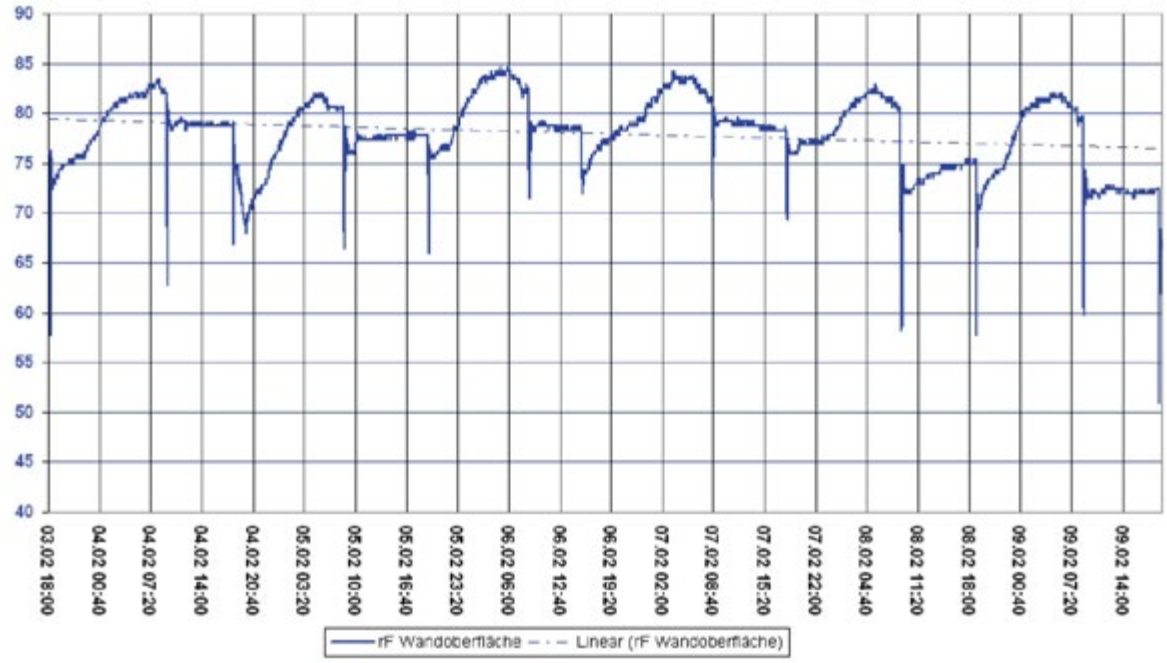


ABBILDUNG 159: relative Feuchte der Raumluft im Schlafzimmer, Neubau ohne Lüftung [Schulze Darup, 2002]

Der Raumluftfeuchte-Graph eines Niedrigenergiehauses mit kontrollierter Abluftanlage und zusätzlichem Lüften durch die Bewohner zeigt verhältnismäßig wenige Schwankungen und pendelt im Bereich zwischen ca. 45–60 %. In Augenblicken mit manueller Fensterlüftung sinkt die rel. Luftfeuchte bis auf unter 35 % ab:

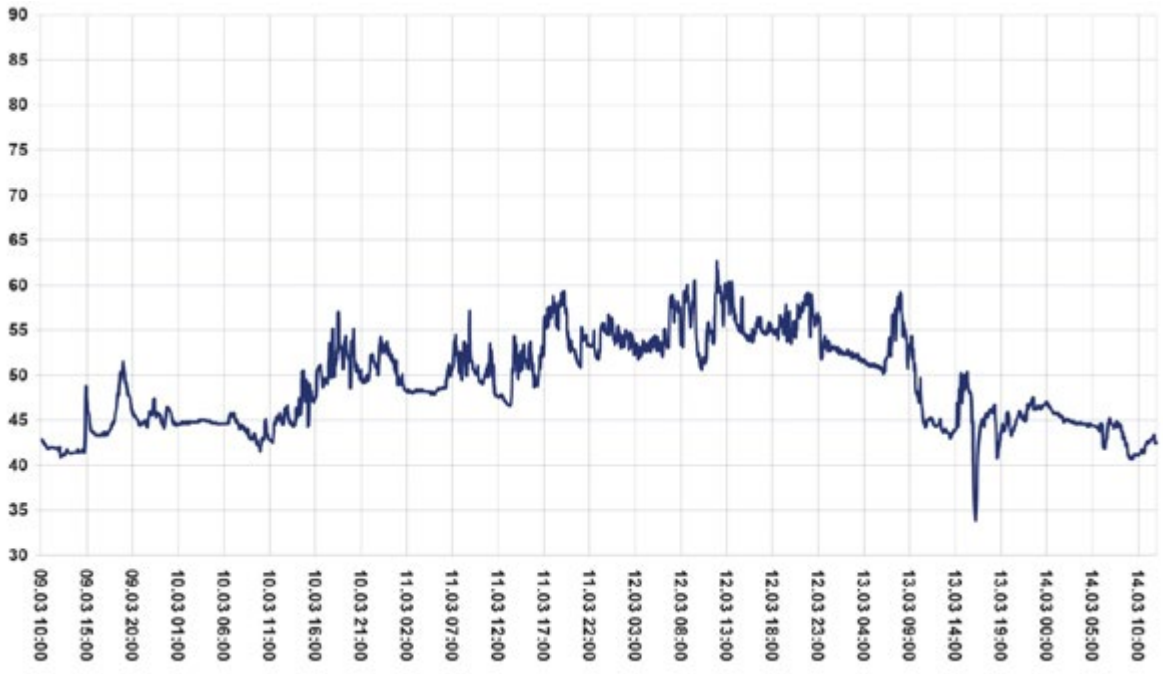


ABBILDUNG 160: relative Feuchte der Raumluft im Niedrigenergiehaus, Neubau mit Lüftung [Schulze Darup, 2002]

In einem Schlafraum im Passivhaus mit kontrollierter Lüftung reduzieren sich die Schwankungen der rel. Raumluftfeuchte erwartungsgemäß, da ein kontinuierlicher und gleichbleibender Luftwechsel gewährleistet ist. Während im Schlafraum eine rel. Raumluftfeuchte von ca. 38–47 % vorhanden ist, weist die Luft im Wohnraum Werte von 29–39 % auf. Die Luftfeuchteveränderungen der Außenluft wirken sich gar nicht mehr auf das Innenraumklima aus. Die Luftfeuchte wird von den Bewohnern als sehr angenehm empfunden:

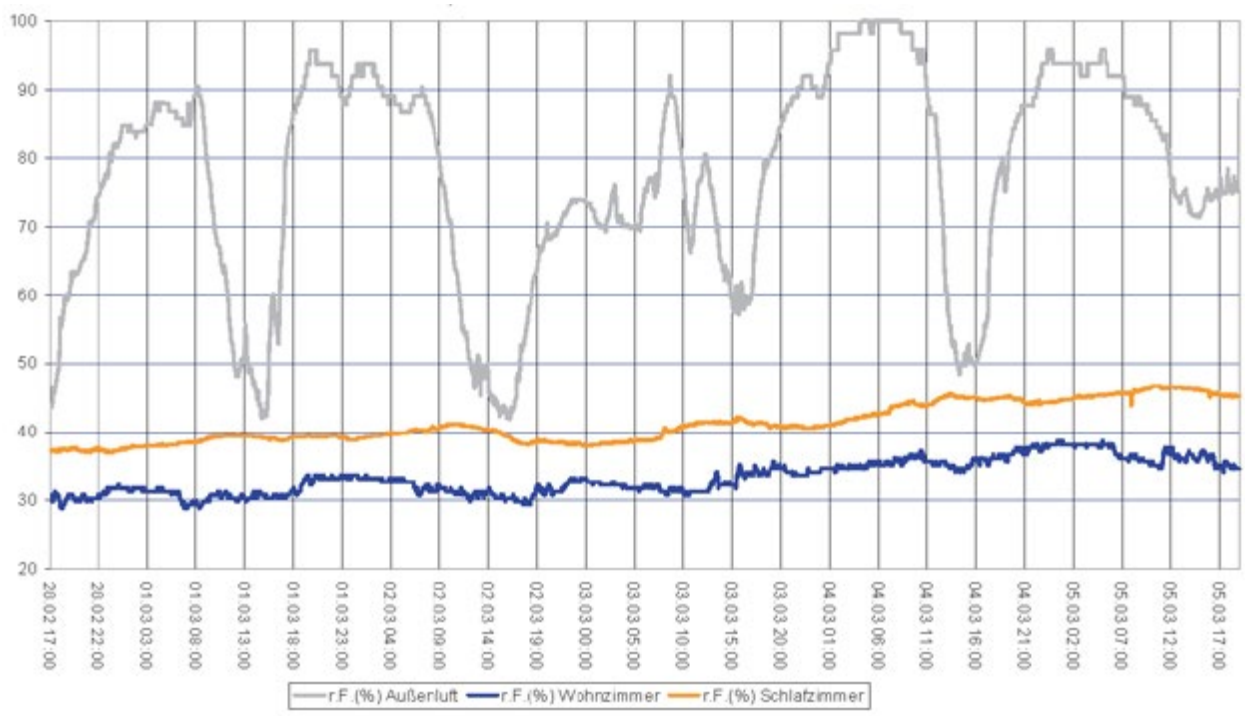


ABBILDUNG 161: relative Feuchte der Außenluft, Raumluft im Wohnzimmer und Schlafzimmer, Passivhaus mit Lüftung [Schulze Darup, 2002]

Insgesamt entsprechen die Feststellungen dem weiter im Text durch die Autoren Uwe Münzenberg, Jörg Thumulla und Burkhard Schulze Darup erläuterten optimalen Bereich der rel. Raumluftfeuchte zwischen 30–65 %, bei dem die Staubbelastung und die statische Aufladung der Luft als niedrig bewertet werden können. Gleichzeitig wird Schimmelpilzbildung vermieden. Diese Effekte sind nach Ansicht der Autoren auch im Bestand beim Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zu erwarten.

NUTZERVERHALTEN UND SUBJEKTIVE BEWERTUNG DES RAUMKLIMAS

Die Nutzer gaben fast übereinstimmend an, dass die Lüftungsanlage in der Regel auf der niedrigsten Stufe betrieben und nur zu Kernzeiten auf die Standardstufe erhöht wird. Nachts wurde von allen Nutzern auf die niedrige Stufe geschaltet.

Das Raumklima im Passivhaus wird als sehr angenehm empfunden und als positive Besonderheit darin gewertet. Die Luftfeuchte wird nicht wahrgenommen, was darauf schließen lässt, dass keine Schwüle oder besondere Feuchte, aber auch keine bemerkenswerte Trockenheit vorhanden ist. Zugerscheinungen treten mit einer Ausnahme nicht auf. Insbesondere wird gelobt, dass Interessenskonflikte bezüglich des Schlafklimas durch die Lüftungsanlage aufgehoben wurden (Schlafen bei offenem oder geschlossenem Fenster). Erfreulich ist zudem, dass das manuelle Lüften während der Heizperiode zwischen November und Februar nicht vorgenommen wurde, obwohl es den Bewohnern zugestanden wurde.

5.2.1.4 STUDIE DENA „THERMISCHE BEHAGLICHKEIT IM NIEDRIGENERGIEHAUS“

Die Deutsche Energie-Agentur dena hat in Zusammenarbeit mit dem Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. (BVF) und dem Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (BDH) einen zweiteiligen Leitfaden entwickelt, der Fachplanern, Architekten, Handwerkern und Bauherren darüber informieren soll, wie sich vorrangig die Anlagentechnik auf die thermische Behaglichkeit auswirkt. Der wissenschaftliche Kenntnisstand wird dargelegt und mit simulierten Raum- und Anlagensituationen visualisiert (s. Abbildung 07). In Bezug auf Lüftungsanlagen in Wohnräumen bzw. -gebäuden liegt der Fokus der Betrachtung auf den Einfluss des Luftwechsels und den Einfluss des gewählten Lüftungssystems.

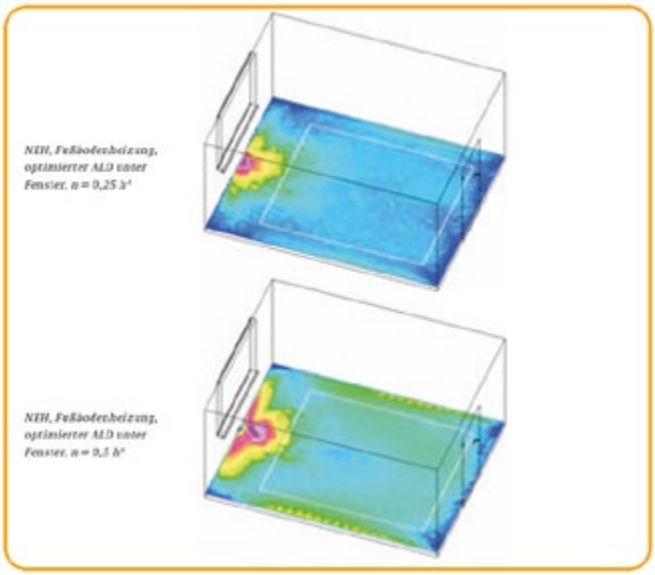


ABBILDUNG 162: exemplarische Darstellung der Simulationsergebnisse am Raummodell innerhalb der dena-Studie [dena Leitfaden: thermische Behaglichkeit im Niedrigenergiehaus]

EINFLUSS DES LUFTWECHSELS

Unter Berücksichtigung der bauphysikalischen und raumluftqualitativen Anforderungen erweist sich ein Luftwechsel in der Größenordnung von n = 0,25 h-1 als Mindestwert zur Vermeidung von Schimmelpilzbefall und von n = 0,5 h-1 für die Einhaltung einer guten Raumluftqualität als empfehlenswert.

Für Außenluftdurchlässe ohne Wärmerückgewinnung gilt, dass das Zugluftrisiko mit zunehmendem Luftwechsel ansteigt. Die Varianz des Luftwechsels und damit die Veränderung des Zugluftrisikos ist jedoch bei den für Wohngebäude üblichen Werten vergleichsweise gering. Das recht geringe Zugluftrisiko stellt sich auch bei kleinen Luftwechselwerten, wie denen durch Undichtigkeiten an Fenstern von älteren Gebäuden ein. Bei den zuvor benannten Werten besteht allerdings ein Zugluftrisiko im Bereich von 0,1 m über dem Fußboden, was jedoch durch eine gezielte Anordnung von Außenluftdurchlässen z. B. hinter Heizkörpern oder bei Fußbodenheizungen an der Kante zwischen Boden und aufgehender Außenwand verringert werden kann.

Bei der im Rahmen der Studie simulierten Raumsituation konnte festgestellt werden, dass bei einem Luftwechsel von n=0,25 h-1 und unterhalb von Fenstern im Bereich der Heizkörper montierten Außenwand-Luftdurchlässen, sowie bei der Kombination des gleichen ALDs mit einer Fußbodenheizung die Aufenthaltszone im Raum noch eine hohe, zu erwartende Behaglichkeit aufweist, da die einströmende Luft bereits außerhalb davon erwärmt wird. Zwischen der Aufenthaltszone und dem Fenster sinkt die Behaglichkeit mit zunehmender Nähe zum Fenster auf ein mittleres bis gemäßigtes Niveau.

Bei der Erhöhung auf den für die gute Raumluftqualität erforderlichen Luftwechsel von n=0,5 h-1 entstehen erhöhte Turbulenzen im Außenwandbereich, die durch den unterhalb des Fensters angeordneten Heizkörper bzw. die Fußbodenheizung nahezu vollständig kompensiert werden. Der fensterzugewandte Teil der Aufenthaltszone weist dann zwar stellenweise nur noch eine mittlere thermische Behaglichkeit auf, die jedoch weiterhin als komfortabel bewertet werden kann.

Zur Wahrung der Behaglichkeit sollte in allen Fällen auf die Verwendung optimierter Außenwand-Luftdurchlässe geachtet werden. Bei einem wandhängenden Heizkörper sollte dessen Länge mindestens der Breite des Fensters entsprechen. Bei Fußbodenheizungen kann durch die Ausbildung einer Randzone die thermische Behaglichkeit weiter verbessert werden.

EINFLUSS DES LÜFTUNGSSYSTEMS

Bei Abluftsystemen mit Außenwand-Luftdurchlässen ist in Bezug auf die thermische Behaglichkeit vordergründig das erhöhte Zugluftrisiko zu beachten, da die weiteren Behaglichkeitskriterien i. d. R. eingehalten werden. Dieses kann durch die bewusst gewählte Nähe des ALDs zum Heizkörper, eine gerichtete Luftführung und die mögliche Regulierung bei sehr kalten Außentemperaturen verbessert werden. Sind statt der ALDs Fensterspaltlüfter vorgesehen, die das Nachströmen der Außenluft über den Fensterfalz ermöglichen, wird der mögliche Luftwechsel auf n=0,1 h-1 reduziert und ist nicht mehr ausreichend, um die Schimmelpilzgefahr im Raum auszuschließen.

Untersucht man die thermische Behaglichkeit bei Zu- und Abluftsystemen mit Wärmerückgewinnung, reduziert sich das Zugluftrisiko merklich, das die Zuluft vorerwärmt in den Raum eingebracht wird, wodurch hohe Temperaturdifferenzen innerhalb der Raumluft vermieden werden. Wie stark das Risiko vermindert wird, ist von der Art der Heizung, der Anordnung und der Funktion der Luftzuführung, dem Wärmerückgewinnungsgrad und dem Luftwechsel abhängig.

5.2.2 ZUSAMMENFASSUNG UND BEWERTUNG DER BISHER VORLIEGENDEN ERHEBUNGEN UND DEREN ERGEBNISSEN SOWIE VERGLEICH MIT HEUTE

Die Studie Greml, Blümel et al behandelt im Wesentlichen die Qualität von Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung und konzentriert sich dabei in erster Linie auf die Zulufttemperatur am Einströmventil und die resultierenden Luftgeschwindigkeiten im Raum. Innerhalb dieser Kriterien ist auffällig, dass lediglich 7 % der befragten Teilnehmer sich über Zuglufterscheinungen beschwerten, die ihren Ursprung stets in einer falschen Anordnung des Zuluftventils bzw. einer fehlerhaften Ventilwahl fanden. Es werden zwei Qualitätskriterien herausgearbeitet, die besagen, dass die Zulufttemperatur am Einströmventil mindestens 17 °C und die Luftgeschwindigkeit im Aufenthaltsbereich bei ca. 0,1 m/s liegen sollen. Weiterhin wird die hohe Gesamtzufriedenheit der Bewohner i. H. v. 80 % herausgearbeitet und betont, dass die Unzufriedenheit der verbleibenden 20 % im Wesentlichen auf Geräuschimmissionen im Aufenthaltsbereich zurückzuführen ist. Diese Aussagen zur thermischen Behaglichkeit behalten im Zusammenhang mit Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung auch weiterhin ihre Gültigkeit, können

jedoch nicht bedenkenlos auf Lüftungsanlagen ohne Wärmerückgewinnung oder zentrale Abluftanlagen mit einer nachströmenden Luft durch Außenwanddurchlässe übertragen werden, da in diesen Fällen die benannte Mindest-Einströmtemperatur der Zuluft nicht immer eingehalten wird.

Die Ergebnisse der Studie von R.T. Hellwig sind sehr wissenschaftlich und detailliert erarbeitet worden. Allerdings ist die pauschale Übertragung der Erkenntnisse auf Wohngebäude mit kontrollierter Lüftungsanlage nicht möglich, da die untersuchten Gebäude teilweise klimatisiert bzw. teilklimatisiert waren und in diesen Fällen auch über eine Luftbefeuchtung verfügten. Diese Aspekte wirken sich direkt auf die thermische Behaglichkeit aus, sodass nicht zu beurteilen ist, wie sich die Aussagen der Nutzer bei ausschließlichem Betrieb einer Lüftungsanlage verändert hätten. Annähernd vergleichbar hingegen ist die positive Beurteilung der Frische der Luft seitens der Nutzer. Weiterhin werden innerhalb der Studie Erkenntnisse aufgeführt, die sich im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes bestätigt haben. Hierzu gehört die Abhängigkeit der Beurteilung der thermischen Behaglichkeit zum empfundenen Freiheitsgrad in Bezug auf die Einflussnahme durch den Nutzer. Je geringer dieses Empfinden ausfällt, desto negativer wird die eingesetzte Technik bewertet. Eine weitere, interessante Aussage ist, dass die Methode nach Fanger nicht zu ausreichend genauen PMV- und PPD-Angaben führt, insbesondere vor dem Hintergrund, dass die [DIN EN ISO 7730:2006−05] in großen Teilen auf den Ergebnissen seiner Studie basiert und in relevanten Regelwerken der Lüftungstechnik auf die [DIN EN ISO 7730:2006−05] verwiesen wird.

In der Studie von Schulze Darup ist insbesondere die mit der Steigerung der thermischen Gebäudeeigenschaften und der angewandten Lüftungstechnik zunehmende Wirkung der Lüftungsanlagen zur Senkung der relativen Luftfeuchte innerhalb von Räumen bemerkenswert. Insbesondere muss die Erkenntnis benannt werden, dass in Passivhäusern mit kontrollierten Lüftungsanlagen mit WRG die relative Feuchte auf ein unkritisches Maß von 30−65 % gesenkt wird. Weiterhin wichtig ist das herausgearbeitete Nutzerverhalten, welches eine Tendenz zum Betrieb auf niedriger Stufe und ein Hochschalten auf die Regelstufe innerhalb der Kernzeiten aufweist. Außerdem ist zu unterstreichen, dass manuelles Lüften während der Heizperiode zwar erlaubt war, seitens der Nutzer jedoch nicht wahrgenommen wurde. Die direkte Übertragung aller Ergebnisse auf die Mieterschaft von Wohngebäuden ist allerdings nicht uneingeschränkt möglich, da es sich bei Passivhäusern um ein abweichendes Klientel handelt. Während das Leben in einem Passivhaus eine Haltung der Nutzer wiederspiegelt, welche die Kenntnis über gesundes Raumklima und energetische Aspekte der technischen Anlagen umfasst, kann dieser Zusammenhang bei Mietern in Mehrfamilienhäusern nicht vorausgesetzt werden. Entsprechend ist die Voreingenommenheit und Kritikbereitschaft bei letztgenanntem Personenkreis stärker vorhanden.

Die dena-Studie basiert auf einem Simulationsmodell und bietet lediglich Orientierungshilfen bei der Planung und Konzeption von Lüftungsanlagen an. Wesentlich ist das Ergebnis, dass Lüftungsanlagen mit Außenluftdurchlässen ohne Wärmerückgewinnung das höchste Risiko für thermische Unbehaglichkeiten beherbergen und Fensterfalzlüftungen zu keinem ausreichenden Luftwechsel führen.

6. ANHANG: EXPERTISE ZUM APO6 – BRANDSCHUTZ

Corall Ingenieure

Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

Staatlich anerkannte Sachverständige
für die Prüfung des Brandschutzes

Brandschutznachweise / Brandschutzkonzepte

Brandschutzbedarfsplanung

Fachbauleitung Brandschutz

Brandsimulationen / Prüfrauchversuche /
Personenstromanalysen

Plausibilitätsprüfung im
Baugenehmigungsverfahren

Bestandsanalysen Brandschutz

Organisatorischer Brandschutz / Schulungen

Feuerwehr- / Flucht- und Rettungspläne

Sicherheitskonzepte für Großveranstaltungen

Fachexpertise

Fachbeitrag der Corall Ingenieure GmbH, Meerbusch

zum Forschungsprojekt IBWL

Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten
mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

der Hochschule Bochum
Bochum University of Applied Scienses

Stand 10 /2016

Bearbeiter:
Dipl.-Ing. Architekt Brandschutzingenieur Christoph Kruchen

Geschäftsführende Gesellschafter:
Tim Söhnchen, Frank Hatscher
Barbara Corall-Schmidt
HRB 13412 Gerichtsstand Neuss
Steuernummer: 122/5714/4166
Ust.-ID: DE 244 792 721

Hauptsitz Meerbusch:
Hochstraße 18
40670 Meerbusch
Fon +49(0)2159.69629 - 0
info@corall-ingenieure.de
www.corall-ingenieure.de

Niederlassung Dortmund:
Wenkerstr. 10
44141 Dortmund
Fon +49(0)2159.69629 - 0
info@corall-ingenieure.de
www.corall-ingenieure.de

Bankverbindung:

Commerzbank Meerbusch
IBAN: DE19320400240105559900
Swift-BIC: COBADEFFXXX

TÜVRheinland ZERTIFIZIERT
Management System ISO 9001:2015

Corall Ingenieure GmbH
Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

Inhaltsverzeichnis:

1.1 Vorwort 3
1.2 Gesetze /Richtlinien /Normen 4
1.2.1 Landesbauordnungen 4
1.2.2 Lüftungsanlagen-Richtlinien 4
1.2.3 M-LüAR 8
1.2.4 Ausführungskriterien /Anforderungen der LüAR NRW 12
1.2.5 DIN-Normen und deren Verbindlichkeit 14
1.3 Lüftungstypologie 15
1.3.1 Raumweise Lüftungsgeräte, dezentral, vorrangig im Bestand 15
1.3.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen, dezentral, Bestand und Neubau 16
1.3.2.1 Abluftanlagen ohne Wärmerückgewinnnung 16
1.3.2.2 Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnnung 17
1.3.3 Zentrale Lüftungsanlagen, Bestand und Neubau 19
1.3.3.1 Zentrale Abluftanlage mit Außenluftdurchlässen 19
1.3.3.2 Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung 20
1.3.4 Zugänglichkeit zur Wartung 21
1.3.5 Wartung von Brandschutzklappen 22
1.3.6 Absperrvorrichtungen nach DIN 18017 23
1.4 Ausblick 25
1.5 Fundstellennachweis 26

Corall Ingenieure GmbH
Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

1.1 Vorwort

Die immer anspruchsvoller werdenden Vorgaben im Wärmeschutz aufgrund der dringenden Energieeinsparungs-Erfordernisse zur Ressourcenschonung erfordern zunehmend erhebliche Dämmmaßnahmen und komplexe Heizungssysteme. Im Zusammenhang damit stehen steigende Ansprüche an die Dichtheit von Gebäudehüllen zur weiteren Minimierung von Wärmeverlusten.

Dadurch wird allerdings auch die permanente und kaum merkliche Infiltration der Gebäude weitestgehend unterbunden, was eine Anpassung des Lüftungsverhaltens von Nutzern /Bewohnern bedingt.

Es erweist sich hier als schwierig, das richtige Maß zu finden, mit dem alle, auch individuelle Bedürfnisse gedeckt werden.

Einerseits sollen durch ausreichendes Lüften eine möglichst hohe Wohnqualität gesichert und Gebäudeschäden durch Nutzer-Fehlverhalten wirksam verhindert werden.

Andererseits soll durch minimiertes Lüften möglichst effektiv Heizenergie eingespart werden.

Zunehmende Verbreitung finden daher mechanische Lüftungssysteme, die bei entsprechender Planung, Auslegung und Regelung im Zusammenspiel mit dem Nutzerverhalten ein Optimum an Luft- und Wärmequalität in Wohnbereichen schaffen können. Gleichzeitig können Gebäudeschäden durch Luft- /Kondensatfeuchte aufgrund der nachträglichen Abdichtung der Gebäudehüllen, insbesondere im Bestand, eingedämmt und verhindert werden (z.B. Schimmelbildung).

Im Folgenden werden ausschließlich brandschutztechnische Aspekte der Planung und Ausführung von Raumlufttechnischen Anlagen zur Wohnungslüftung betrachtet werden. Deren gerätetechnischen Detailausführungen sind nicht Gegenstand dieser Expertise.

Wenn nicht anders bezeichnet, beziehen sich brandschutztechnische Details auf die Landesbauordnung NRW - BauO NRW.

1.2 Gesetze /Richtlinien /Normen

1.2.1 Landesbauordnungen

Die Bauordnungen der einzelnen Bundesländer verweisen in ihren Paragraphen auf bauliche Anforderungen, die grundsätzlich, aber auch bei Verwendung von gebäudetechnischen Einrichtungen, eingehalten werden müssen.

Zentrales Anliegen der Bauordnungen sind die Schutzziele, die erreicht werden müssen:

- Vorbeugung der Entstehung eines Brandes,
- Vorbeugung der Ausbreitung von Feuer und Rauch,
- Ermöglichung der Rettung von Menschen und Tieren,
- Durchführbarkeit wirksamer Löscharbeiten.

Das Erreichen dieser Schutzziele ist oberstes brandschutztechnisches Anliegen aller Bau- und Sanierungsmaßnahmen, in und mit denen Menschen und Tiere geschützt und beherbergt werden sollen.

1.2.2 Lüftungsanlagen-Richtlinien

Ergänzend zu den Landesbauordnungen bestehen technische Regelwerke, die sich im Besonderen mit gebäudetechnischen Einrichtungen befassen und weitergehende Anforderungen formulieren.

Zentrale Regelwerke neben einschlägigen DIN-Normen für Raumlufttechnische Anlagen sind die Lüftungsanlagen-Richtlinien der einzelnen Bundesländer, die durch die Einführung in den jeweiligen Bundesländern als allgemein anerkannte Regeln der Technik gelten. Die allgemein anerkannten Regeln der Technik dienen der Wahrung der Belange von öffentlicher Sicherheit und Ordnung, deren Einhaltung wird baurechtlich gefordert (siehe z.B. § 3 Abs. 1 Satz 2 BauO NRW).

Auf der Grundlage der Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR [1], erarbeitet von der Bauministerkonferenz, erstellen die einzelnen Bundesländer ihre eigenen Regelwerke oder aber übernehmen die M-LüAR als landeseigene Vorgabe.

Das Bauen und auch die Baugesetzgebung liegen, begründet im Föderalismus der Bundesrepublik, in der Hoheit der Bundesländer. Die Folge ist, dass Ländergesetze voneinander abweichen und jeweils individuelle Sonderregelungen in Anspruch genommen werden.

[1] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR) Stand 29.09.2005, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom 11.12.2015, Amtliche Mitteilung Nr. 1 /10.02.2016 des Deutschen Institutes für Bautechnik DIBt, Berlin

Im Folgenden eine Auflistung der Bundesländer, ihrer abweichenden Lüftungsanlagen-Richtlinien sowie der Ausnahmen vom Geltungsbereich [2]:

Bundesland	Regelwerk	Ausnahmen
Baden-Württemberg	LüAR (§ 31 LBO, § 15 LBOAVO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Bayern	M-LüAR (§ 41 MBO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Berlin	M-LüAR (§ 41 MBO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Brandenburg	LüAR (§ 35 BbgBO)	nicht für Leitungen, Schächte +Kanäle technischer Gebäudeausrüstungen in Wohngebäuden ≤ 2 Wohnungen; nicht innerhalb von Wohnungen od. Nutzungseinheiten 400 m² ≤ 2 Geschossen
Bremen	M-LüAR (§ 41 MBO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Hamburg	LüAR (§ 40 HBauO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Hessen	M-LüAR (§ 41 MBO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend

[2] Feuertrutz Brandschutzatlas, DVD Brandschutzatlas Fassung 3 /2016 (29. Aktualisierung)

Bundesland	Regelwerk	Ausnahmen
Mecklenburg-Vorpommern	LüAR (§ 41 LBauO M-V)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Niedersachsen	LüAR (§ 39 Abs. 1, 2 +4 NBauO, § 23 DVO-NBauO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Nordrhein-Westfalen	LüAR NRW (§ 42 i.V. mit Ziff. 42.2 VV BauO NRW)	nicht für Wohngebäude ≤ 2 Wohnungen; nicht innerhalb 1 Wohnung od. Nutzungseinheit vergleichbarer Größe, nicht für Gebäude geringer Höhe
Rheinland-Pfalz	LüAR (§ 40 LBauO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 200 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Saarland	M-LüAR (§ 41 MBO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Sachsen	M-LüAR (§ 41 MBO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Sachsen-Anhalt	M-LüAR (§ 41 MBO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend
Schleswig-Holstein	M-LüAR (§ 41 MBO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend

Corall Ingenieure GmbH
Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

Bundesland	Regelwerk	Ausnahmen
Thüringen	M-LüAR (§ 41 MBO)	nicht für Gebäudeklasse 1 +2; nicht innerhalb von Wohnungen; nicht innerhalb von NE 400 m² ≤ 2 Geschossen; für raumlufttechnische Anlagen +Warmluftheizungen entsprechend

Durchgängig ist feststellbar, dass für Wohngebäude bis 7 m Höhe (Gebäudeklasse 1 + 2, OKF Boden höchster Aufenthaltsraum), sowohl freistehend als auch angebaut, mit insgesamt nicht mehr als 2 Nutzungseinheiten /Wohnungen bis 400 m² Grundfläche (Rheinland-Pfalz 200 m²) die jeweiligen Lüftungsanlagen-Richtlinien nicht gelten.

In Nordrhein-Westfalen sind darüber hinaus Wohngebäude geringer Höhe insgesamt ausgenommen.

Baurechtliche Anforderungen an Raumlufttechnischen Anlagen zur Wohnungslüftung werden erst bei Gebäuden der Gebäudeklasse 3 und höher bzw. bei Gebäuden ab mittlerer Höhe (NRW) gestellt.

1.2.3 M-LüAR

In die aktuelle Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie [1] sind zum ersten Mal Angaben für Lüftungsanlagen zur Wohnungslüftung mit eingeflossen (ausgenommen sind Gebäude der Gebäudeklassen 1 + 2, Anforderungen innerhalb von Wohnungen sowie Anforderungen innerhalb einer Nutzungseinheit mit max. 400 m² auf bis zu 2 Geschossen, für die somit keine Anforderungen aus der M-LüAR gestellt werden). Es bleibt abzuwarten, wann diese Angaben Einzug in die jeweiligen Landesbauordnungen finden.

Auszug M-LüAR, Anfang:

7. Lüftungsanlagen für besondere Nutzungen

7.1 Lüftungsanlagen zur Be- und Entlüftung von Wohnungen sowie abgeschlossenen Nutzungseinheiten max. 200 m²

Abweichend von den Abschnitten 3-6 dieser Richtlinie (*3 - Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen, 4 - Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit von Lüftungsleitungen und Absperrvorrichtungen von Lüftungsanlagen, 5 – Anforderungen an die Installation von Lüftungsleitungen, 6 – Einrichtungen zur Luftaufbereitung und Lüftungszentralen, Anmerkung des Verfassers*) sind in Lüftungsanlagen für Wohnungen sowie für Nutzungseinheiten mit nicht mehr als 200 m² Fläche anstelle von Brandschutzklappen auch Absperrvorrichtungen – ausgenommen Absperrvorrichtungen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für die Verwendung in Abluftleitungen nach DIN 18017-3 – zulässig, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Die Bestimmungen der Abschnitte 3-6 dieser Richtlinie sind zu beachten, soweit nicht nachfolgend abweichende Regelungen zu Absperrvorrichtungen, die anstelle von Brandschutzklappen eingesetzt werden dürfen, sowie zu den Maximalquerschnitten luftführender Hauptleitungen getroffen sind.
- Der Querschnitt der luftführenden Hauptleitung beträgt max. 2.000 cm² und eine vollständige Inspektion und Reinigung kann erfolgen.

Die Möglichkeit der vollständigen Inspektion und Reinigung ist gegeben, wenn

a) die luftführende Hauptleitung in einem Schacht geführt wird und die Absperrvorrichtung in den jeweiligen Anschlussleitungen installiert sind oder
b) geöffnete Absperrvorrichtungen den luftführenden Querschnitt der Hauptleitung nicht verringern.

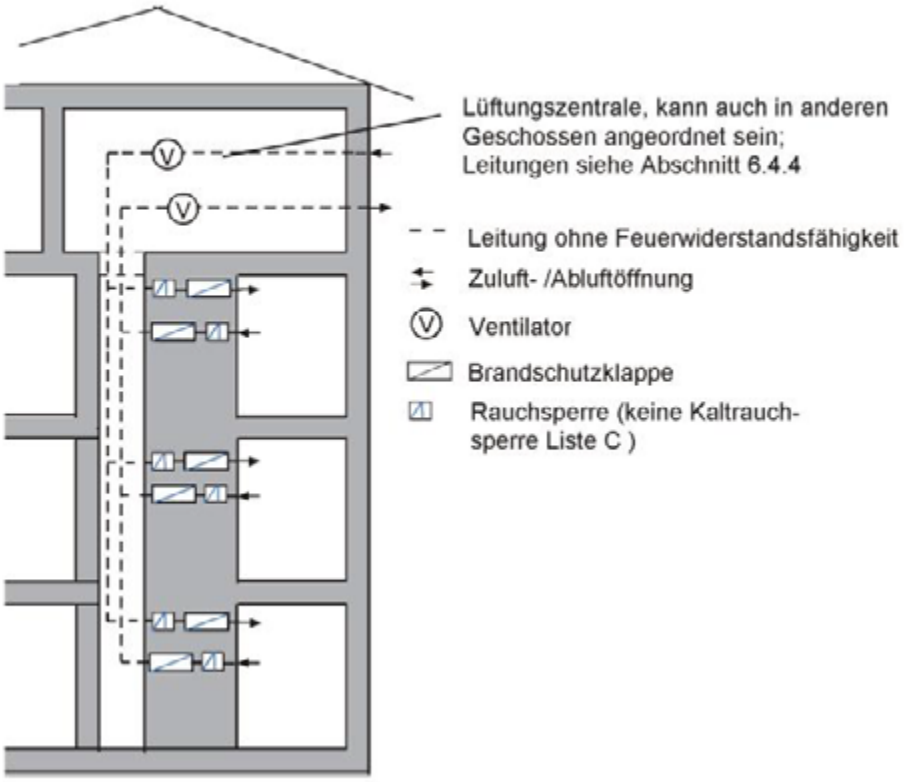
[1] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR) Stand 29.09.2005, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom 11.12.2015, Amtliche Mitteilung Nr. 1 /10.02.2016 des Deutschen Institutes für Bautechnik DIBt, Berlin

Corall Ingenieure GmbH
Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

Die Absperrvorrichtungen müssen mindestens die Klassifizierung EI 30 /60 /90 ($v_e h_o i \leftrightarrow o$) gemäß DIN EN 13501-3 aufweisen, zusammen mit den Absperrvorrichtungen müssen jeweils Sperren zur Verhinderung der Übertragung von Rauch aus einer Nutzungseinheit in andere Nutzungseinheiten installiert werden (siehe Bild 6.1), und die luftführende Hauptleitung muss in einem Schacht geführt werden.

…

Bild 6.1: Lüftungsanlagen zur Be- und Entlüftung von Wohnungen bzw. abgeschlossene Nutzungseinheiten max. 200 m²



…

Auszug Ende.

Mittelfristig wird eine gebäudezentrale Lüftungsanlage zur Wohnungslüftung

- nicht ohne mind. Absperrvorrichtungen gem. DIN EN 13501-3,
- nur als Schachtlösung gem. M-LüAR,
- mit max. 200 m² Grundfläche der Nutzungseinheit,
- mit max. 2.000 cm² Querschnitt der luftführenden Hauptleitung sowie
- bei vollständiger Inspektions- und Reinigungsmöglichkeit der Hauptleitung

geplant werden müssen.

Weiterer Auszug M-LüAR, Anfang:

7.2 Lüftungsanlagen mit Ventilatoren für die Lüftung von Bädern und Toilettenräumen (Bad- /WC-Lüftungsanlagen)

Bad- /WC-Lüftungsanlagen dürfen gemäß Abschnitt 7.1 ausgeführt werden.

Daneben werden die Anforderungen des Brandschutzes auch erfüllt, wenn bei Verwendung von Absperrvorrichtungen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für die Verwendung in Abluftleitungen von Entlüftungsanlagen nach DIN 18017-3: 2009-09 die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

Die Absperrvorrichtungen sind zur Verhinderung einer Brandübertragung innerhalb von Geschossen nicht zulässig (z.B. bei der Überbrückung von Flur- oder Trennwänden).

Der Querschnitt der Absperrvorrichtungen (Anschlussquerschnitt) darf max. 350 cm² betragen. Für die zugehörigen Lüftungsleitungen müssen die nachfolgenden Bedingungen erfüllt sein (siehe Bilder 6.2 und 6.3):

1. Vertikale feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen (Hauptleitungen) müssen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen und eine Feuerwiderstandsklasse haben, die der Feuerwiderstandsklasse der durchdrungenen Decken entspricht (L 30 /60 /90 oder F 30 /60/ 90 oder europäisch hierzu gleichwertige Klassifizierungen).

2. Schächte für Lüftungsleitungen müssen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen und eine Feuerwiderstandsklasse haben, die der Feuerwiderstandsklasse der durchdrungenen Decken entspricht (L 30 /60 /90 oder F 30 /60/ 90 oder europäisch hierzu gleichwertige Klassifizierungen).

3. Hauptleitungen im Innern von feuerwiderstandsfähigen Schächten sowie gegebenenfalls außerhalb der Schächte liegende Anschlussleitungen zwischen Absperrvorrichtung und luftführender Hauptleitung müssen aus Stahlblech bestehen. Die Anschlussleitungen zwischen Schachtwandung und außerhalb des Schachtes angeordneten Absperrvorrichtungen dürfen jeweils nicht länger als 6 m sein; die Anschlussleitungen dürfen keine Bauteile mit geforderter Feuerwiderstandsfähigkeit überbrücken. Anschlussleitungen innerhalb von Schächten müssen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen.

Corall Ingenieure GmbH
Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

Luftführende Hauptleitungen dürfen einen max. Querschnitt von 1.000 cm² nicht überschreiten. Sie dürfen

1. als feuerwiderstandsfähige Lüftungsleitungen oder als feuerwiderstandsfähiger Schacht ausgebildet werden; innerhalb dieser luftführenden Hauptleitung dürfen keine Installationen verlegt sein und die Absperrvorrichtungen müssen im Wesentlichen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen (siehe Bild 6.3.1),

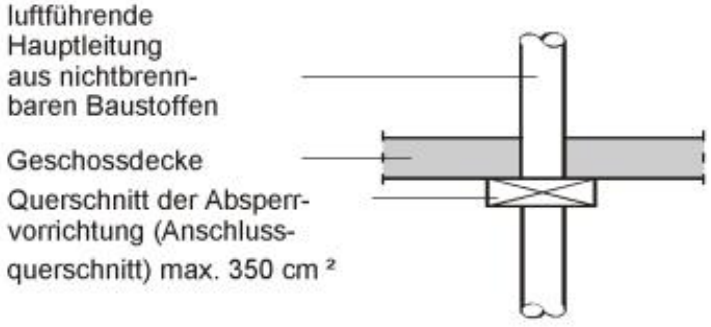
2. in einem feuerwiderstandsfähigen Schacht bis 1.000 cm² Querschnitt verlegt werden; die Absperrvorrichtung muss im Wesentlichen aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen; weitere Installationen im Schacht sind unzulässig (sieh Bild 6.3.2); oder

3. in einem feuerwiderstandsfähigen Schacht größer 1.000 cm² Querschnitt verlegt werden, wenn der Restquerschnitt zwischen Schacht und luftführender Hauptleitung mit einem mind. 100 mm dicken Mörtelverguss in der Ebene der jeweiligen Geschossdecke vollständig verschlossen ist; weitere Installationen sind nur aus nicht brennbaren Baustoffen für nicht brennbare Medien zulässig (siehe Bild 6.3.3); die Notwendigkeit brandschutztechnischer Maßnahmen für diese weiteren Installationen bleiben unberührt.

Auch in Zuluftleitungen dürfen die Absperrvorrichtungen für Entlüftungsanlagen nach DIN 18017-3: 2009-09 verwendet werden, wenn diese Leitungen nur der unmittelbaren Belüftung der entlüfteten Bäder und Toilettenräume dienen. Die Absperrvorrichtungen müssen hierfür geeignet sein.

…

Bild 6.2: Beispiel für Schottlösung für Lüftungsanlagen nach DIN 18017-3:2009-09 maximaler Anschlussquerschnitt der Absperrvorrichtungen: 350 cm²



…

6.3 **Schachtlösung für Lüftungsanlagen nach DIN 18017-3: 2009-09**

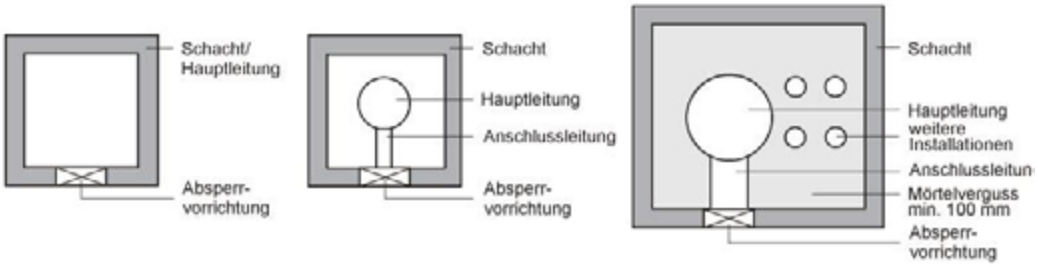


Bild 6.3.1 **Bild 6.3.2** **Bild 6.3.3**

Schacht:	• F30/F60/F90 oder L30/L60/L90 • Querschnitt maximal 1000 cm²	• F30/F60/F90 oder L30/L60/L90 • Querschnitt maximal 1000 cm²	• F30/F60/F90 oder L30/L60/L90 • Querschnitt beliebig, auch > 1000 cm² • Mörtelverguss des freien Schacht-querschnittes mindestens 100 mm dick
Hauptleitung:	Schacht = Hauptleitung	• Querschnitt ohne Begrenzung, unter Beachtung des zulässigen Schachtquerschnittes, • Stahlblech	• Querschnitt maximal 1000 cm², • Stahlblech
Absperrvorrichtung:	• Im Wesentlichen aus nicht-brennbaren Baustoffen, • Querschnitt maximal 350 cm²	• Im Wesentlichen aus nicht-brennbaren Baustoffen, • Querschnitt maximal 350 cm²	• brennbare Baustoffe auch für wesentliche Teile der Absperr-vorrichtung zulässig, • Querschnitt maximal 350 cm²
Anschlussleitung:	----	• aus nichtbrennbaren Baustoffen	• aus nichtbrennbaren Baustoffen
Weitere Installationen	• nicht zulässig	• nicht zulässig	• nur aus nichtbrennbaren Baustoffen und • nur für nichtbrennbare Medien

…

Auszug Ende.

1.2.4 Ausführungskriterien /Anforderungen der LüAR NRW

Auszüge LüAR NRW [3]:

Die LüAR NRW gilt für den Brandschutz von Lüftungsanlagen.

Sie gilt nicht für mit Luft arbeitende Transportanlagen (z.B. Späneabsaugung, Rohrpost-anlagen), nicht für Wohngebäude mit max. 2 Wohnungen und nicht innerhalb von Wohnungen oder Nutzungseinheiten vergleichbarer Größe, Ziff. 1.1 LüAR NRW, und nicht für Gebäude geringer Höhe, Ziff. 4.1 LüAR NRW.

Zu den Lüftungsanlagen zählen auch Klimaanlagen, raumlufttechnische Anlagen und Warmluftheizungen.

Lüftungsanlagen bestehen aus Lüftungsleitungen und allen zur Funktion der Lüftung oder Klimatisierung erforderlichen Bauteilen und Einrichtungen.

[3] Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Lüftungsanlagen-Richtlinie – LüAR NRW) in der Fassung der Bekanntmachung März 2000, zuletzt geändert am 28.02.2008

Corall Ingenieure GmbH
Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

Lüftungsleitungen bestehen aus allen von Luft durchströmten Bauteilen wie Lüftungsrohren, Lüftungsrohrformstücken, Lüftungsschächten und Lüftungskanälen, Schalldämpfern, Ventilatoren, Luftaufbereitungseinrichtungen, Brandschutz- und Rauchschutzklappen sowie aus ihren Verbindungen, Befestigungen, Dämmschichten, brandschutztechnischen Ummantelungen, dampfsperren, Folien, Beschichtungen und Bekleidungen, Ziff. 2 LüAR NRW.

Gebäudezentrale Lüftungsanlagen, ausgenommen Gebäude geringer Höhe, müssen so hergestellt werden, dass Feuer und Rauch nicht in andere Geschosse, Brandabschnitte, Treppenräume oder notwendige Flure übertragen werden können, Ziff. 4.1 LüAR NRW.

Brandrauch stellt den mit Abstand gefährlichsten Bestandteil eines Brandereignisses dar, was die unmittelbare Wirkung auf und Beeinträchtigung von Mensch und Tier betrifft.

Schon sehr wenige Atemzüge reichen in der Regel aufgrund der toxischen Zusammensetzung des Rauches aus, eine Bewusstlosigkeit zu verursachen und dann sehr schnell Vergiftungserscheinungen hervorzurufen, die tödlich sind.

Dem Schutzziel, Feuer und Rauch nicht unkontrolliert zu übertragen, sind u.a. folgende Maßnahmen geschuldet, Ziff. 5.1.2 LüAR NRW:

- Der Abstand von Ansaug- und Fortluftöffnungen muss mind. 2,50 m betragen.
- Leitungsmündungen müssen von Fassadenöffnungen sowie brennbaren Baustoffen der Fassaden mind. 2,50 m entfernt sein oder durch 1,50 m auskragende, feuerbeständige und geschlossene Platten aus nicht brennbaren Baustoffen geschützt sein.
- Mündungen über Dach müssen über Bauteilen aus brennbaren Baustoffen mind. 1,00 m hochgeführt werden oder einen seitlichen Abstand von mind. 1,50 m einhalten.
- Die Mündungen können alternativ durch Brand- oder Rauchschutzklappen geschützt werden.

Insbesondere die Übertragung von Rauch wird durch die Anordnung von Rauchschutzklappen wirksam verhindert. Die Klappen benötigen eine Rauchauslöseeinrichtung (Kanalrauchmelder in der Zu- und Abluft), um einen Raucheintrag durch äußere Schadensfälle und die Rauchweiterleitung in andere Bereiche zu unterbinden. Die Anordnung der Rauchauslöseeinrichtungen darf deren Wirksamkeit durch Verdünnungseffekte nicht beeinträchtigen. Bei Ansprechen der Rauchauslöseeinrichtungen müssen die Ventilatoren der jeweiligen Lüftungsanlage automatisch abgeschaltet werden, soweit der Weiterbetrieb nicht der Rauchausbreitung entgegenwirkt, z.B. reine Abluft-Funktion, Ziff. 5.1.3 LüAR NRW.

Bei der Wärmerückgewinnung ist darauf zu achten, dass die Übertragung von Feuer und Rauch durch installationstechnische Maßnahmen ausgeschlossen wird, z.B. getrennter Wärmetausch bei Zu- und Abluft, Schutz der Zuluftleitung durch Brandschutzklappen mit Rauchauslöseeinrichtung, durch Rauchschutzklappen etc., Ziff. 6.2.4 LüAR NRW.

Die genannten Anforderungen sind weiterhin auch Bestandteil der M-LüAR.

Grundsätzlich wird durch die Anordnung von Brandschutz- oder Rauchschutzklappen mit Rauchauslöseeinrichtung die Ausbreitung von Rauch im Gebäude wirksam unterbunden.

Die Rauchauslöseeinrichtung sorgt für das automatische Schließen der Klappen bei Rauchdetektion. Wenn im Zusammenhang damit die jeweilige Lüftungsanlage automatisch abschaltet, ist eine weitere Rauchausbreitung über das Kanalsystem der Lüftungsanlage nicht mehr möglich.

1.2.5 DIN-Normen und deren Verbindlichkeit

Sobald DIN-Normen und Normenentwürfe die Verkaufsfreigabe erhalten, entspricht das ihrem Erscheinen. Ihre Gültigkeit beginnt mit dem Erscheinen oder mit dem in der Norm angegebenen Beginn der Gültigkeit.

DIN-Normen berücksichtigen den zum Zeitpunkt des jeweiligen Erscheinens herrschenden Stand der Technik.

Eine DIN-Norm entspricht nicht automatisch den „allgemein anerkannten Regeln der Technik". Es kann jedoch bei den meisten Normen – aufgrund ihrer Entstehungsgeschichte – davon ausgegangen werden, dass sie die „allgemein anerkannten Regeln der Technik" beinhalten.

Aus juristischer Sicht besteht bei DIN-Normen „eine tatsächliche Vermutung dafür", dass sie allgemein anerkannte Regeln der Technik sind [4]. Ausnahme hiervon wären z.B. Normen oder Teile von Normen, die allgemein als überholt gelten.

In Abhängigkeit der Anwendungshäufigkeit von DIN-Normen, deren damit verbundene Verbreitung und deren Bekanntheitsgrad werden sie zu allgemein anerkannten Regeln der Technik.

[4] aus FeuerTrutz Brandschutzatlas, 03.2004

§ 3 Abs. 3 BauO NRW, Zitat:

„Als allgemein anerkannte Regeln der Technik gelten auch die von der obersten Bauaufsicht durch öffentliche Bekanntmachung als Technische Baubestimmung eigeführten technischen Regeln … Die Beachtung der technischen Regeln ist, soweit sie eingeführt sind, von den Bauaufsichtsbehörden gemäß § 72 Abs. 4 zu prüfen."

Zitat Ende.

1.3 Lüftungstypologie

Auf den Anwendungszweck und die jeweilige Bauaufgabe bezogen können im wesentlichen folgende Typen von Raumlufttechnischen Anlagen zur Wohnungslüftung unterschieden werden:

1.3.1 Raumweise Lüftungsgeräte, dezentral, vorrangig im Bestand

Mit raumweisen Lüftungsgeräten werden nach Bedarf jeweils einzelne Räume be- und entlüftet, z.B. sogen. Push-Pull-Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung oder Zu- und Abluftgeräte mit Wärmerückgewinnung.

Hier finden Einzelraumgeräte Anwendung, die an einer Außenwand montiert werden und auf die Raumkubatur und lüftungsspezifische Anforderungen bezogen dimensioniert und geregelt werden können.

Anforderungen an Außenwände bei Wohngebäuden mit max. 2 Wohnungen und an Gebäude geringer Höhe bestehen nicht.

An nichttragende Außenwände und nichttragende Teile von Außenwänden bei Gebäuden ab mittlerer Höhe sowie Hochhäusern und an tragende Außenwände bestehen baurechtliche Anforderungen (entweder nicht brennbar oder feuerhemmend, in der Regel nicht brennbar [5]). Es sind hier somit Anforderungen auf Wanddurchführungen bezogen zu berücksichtigen.

Bei Außenwanddurchführungen der Einzelraumgeräte handelt es sich nicht um Leitungsmündungen, sodass Abstandsregeln nach LüAR NRW nicht anzuwenden sind.

Außenwanddurchführungen müssen den Anforderungen an die Außenwände entsprechen und mind. nicht brennbar sein.

[5] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung (BauO NRW) – in der Fassung der Bekanntmachung vom 01.03.2000, zuletzt geändert am 20.05.2014; § 29 Abs. 1 Zeile 2 Spalte 4 BauO NRW

Weitere baurechtliche Vorgaben bleiben unberührt, z.B. bei Außenwanddurchführungen in Fassaden vor Dächern von Anbauten, Wanddurchführungen in Eckbereichen von Brandwänden, Wanddurchführungen hinsichtlich des 1 m Brandüberschlages bei Hochhäusern usw. Konkrete Planungen sind daher auf weitere baurechtliche Anforderungen hin zu überprüfen.

Einzelraumgeräte können Brandrauch von außen nach innen in die Räume einbringen. Aufgrund der Leistung der Geräte besteht kein größeres Risiko als bei einem Fenster, was möglicherweise vollständig geöffnet ist, sodass eine Rauchdetektion in der Zuluft nicht zwingend erscheint, insbesondere bei Installation von Rauchwarnmeldern in den betroffenen Räumen.

1.3.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen, dezentral, Bestand und Neubau

Wohnungsweise Lüftungsanlagen können in einer Wohnung bei entsprechender Planung, Auslegung und Regelung ein Optimum an Luft- und Wärmequalität schaffen.

1.3.2.1 Abluftanlagen ohne Wärmerückgewinnnung

Unter Berücksichtigung der Strömungsrichtung der Luft durch einzelne Räume (über Außenluftdurchlässe von Wohn- und Schlafräumen hinein in Küchen, Bäder und WC´s) wird Frischluft eingebracht und die verbrauchte und feuchte Luft ins Freie abgeführt. Dafür erforderliche Überströmöffnungen in der Wohneinheit können Wandventile, aber auch in Türen unsichtbar integrierte Kanäle, Türgitter oder Unterschnitte der Türblätter sein.

Innerhalb einer Wohnung bestehen keine Brandschutztechnischen Anforderungen.

Anforderungen an Außenwände bei Wohngebäuden mit max. 2 Wohnungen und an Gebäude geringer Höhe bestehen nicht.

An nichttragende Außenwände und nichttragende Teile von Außenwänden bei Gebäuden ab mittlerer Höhe sowie Hochhäusern und an tragende Außenwände bestehen baurechtliche Anforderungen (entweder nicht brennbar oder feuerhemmend, in der Regel nicht brennbar [5]). Es sind hier somit Anforderungen auf Außenluftdurchlässe bezogen zu berücksichtigen.

Außenluftdurchlässe sind keine Leitungsmündungen, sodass Abstandsregeln nach LüAR NRW nicht anzuwenden sind.

[5] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung (BauO NRW) – in der Fassung der Bekanntmachung vom 01.03.2000, zuletzt geändert am 20.05.2014; § 29 Abs. 1 Zeile 2 Spalte 4 BauO NRW

Außenluftdurchlässe müssen den Anforderungen an die Außenwände entsprechen und mind. nicht brennbar sein.

Weitere baurechtliche Vorgaben bleiben unberührt, z.B. bei Außenluftdurchlässen in Fassaden vor Dächern von Anbauten, Außenluftdurchlässen in Eckbereichen von Brandwänden, Außenluftdurchlässe hinsichtlich des 1 m Brandüberschlages bei Hochhäusern usw. Konkrete Planungen sind daher auf weitere baurechtliche Anforderungen hin zu überprüfen.

Abluftanlagen können Brandrauch von außen nach innen in die Räume einbringen. Aufgrund der Leistung der Anlagen besteht kein größeres Risiko als bei einem Fenster, was möglicherweise vollständig geöffnet ist, sodass eine Rauchdetektion in den Außenluftdurchlässe nicht zwingend erscheint, insbesondere bei Installation von Rauchwarnmeldern in den betroffenen Räumen.

Bei Abführung der Abluft in feuerbeständige Lüftungsschächte über Dach (Schachtlösung) handelt es sich um Lüftungsleitungen gem. LüAR NRW. Bei Gebäuden ab mittlerer Höhe sowie bei Hochhäusern werden hier feuerbeständige Absperrvorrichtungen für Entlüftungsanlagen nach DIN 18017 an den Durchtrittsstellen durch den Schacht hin erforderlich, die die Übertragung von Feuer in andere Nutzungseinheiten wirksam verhindern [6].

Die Leitungsmündung über Dach müssen Bauteile aus brennbaren Baustoffe mind. 1 m überragen oder mind. 1,5 m entfernt sein, waagerecht gemessen. Die Abstände sind nicht erforderlich bei Abdeckung der brennbaren Baustoffe mit mineralischen Materialien in mind. 5 cm Schichtdicke, z.B. Bekiesung.

1.3.2.2 Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung

Über ein Kanalnetz wird den Wohnräumen Frischluft über einen Wärmetauscher zugeführt, die verbrauchte und feuchte Luft wird über den Wärmetauscher ins Freie abgeführt.

Innerhalb einer Wohnung bestehen an Wanddurchführungen der Kanäle keine Brandschutztechnischen Anforderungen.

Anforderungen an Außenwände bei Wohngebäuden mit max. 2 Wohnungen und an Gebäude geringer Höhe bestehen nicht.

[6] Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Lüftungsanlagen-Richtlinie – LüAR NRW) – in der Fassung Mai 2003, zuletzt geändert am 28.02.2008; Ziff. 4.1 /Bild 1.2 LüAR NRW

An nichttragende Außenwände und nichttragende Teile von Außenwänden bei Gebäuden ab mittlerer Höhe sowie Hochhäusern und an tragende Außenwände bestehen baurechtliche Anforderungen (entweder nicht brennbar oder feuerhemmend, in der Regel nicht brennbar [5]). Es sind somit hier auch Anforderungen auf Wanddurchführungen bezogen zu berücksichtigen.

Zu- und Abluftkanäle in Außenwandöffnungen sind Leitungsmündungen, sodass Abstandsregeln nach LüAR NRW anzuwenden sind (Abstand der Mündungen untereinander mind. 2,50 m; Abstand zu Fenstern und brennbaren Baustoffen der Außenwände mind. 2,5 m; alt. 1,5 m auskragende feuerbeständige und nicht brennbare Platten zum Schutz der Öffnungen).

Außenwanddurchführungen müssen den Anforderungen an die Außenwände entsprechen und mind. nicht brennbar sein.

Weitere baurechtliche Vorgaben bleiben unberührt, z.B. bei Außenwanddurchführungen in Fassaden vor Dächern von Anbauten, Außenwanddurchführungen in Eckbereichen von Brandwänden, Außenwanddurchführungen hinsichtlich des 1 m Brandüberschlages bei Hochhäusern usw. Konkrete Planungen sind daher auf weitere baurechtliche Anforderungen hin zu überprüfen.

Zu- und Abluftanlagen können Brandrauch von außen nach innen in die Räume einbringen und über ihr Kanalnetz in der gesamten Nutzungseinheit verteilen. Eine Rauchdetektion im Zuluftkanal wird erforderlich, um die Anlagen dann automatisch abzuschalten.

Die individuelle Notabschaltung einer wohnungsweisen Zu- und Abluftanlage durch den /die Nutzer /in ist aus sachverständiger Sicht abzulehnen, da solche Abläufe in einer Notsituation, selbst wenn diese schnell erfasst werden können, nicht beherrschbar und die damit verbundenen Risiken zu hoch sind.

Eine automatisierte Funktion stellt das größte Sicherheitspotential dar unter der Voraussetzung, dass regelmäßige Wartung und Unterhaltung der Anlagen gesichert sind.

Bei Abführung der Abluft in feuerbeständige Lüftungsschächte über Dach (Schachtlösung) werden bei Gebäuden ab mittlerer Höhe sowie bei Hochhäusern feuerbeständige Brandschutzklappen an den Durchtrittsstellen durch den Schacht hin erforderlich, die die Übertragung von Feuer in andere Nutzungseinheiten wirksam verhindern [6].

[5] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung (BauO NRW) – in der Fassung der Bekanntmachung vom 01.03.2000, zuletzt geändert am 20.05.2014; § 29 Abs. 1 Zeile 2 Spalte 4 BauO NRW
[6] Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Lüftungsanlagen-Richtlinie – LüAR NRW) – in der Fassung Mai 2003, zuletzt geändert am 28.02.2008; Ziff. 4.1 /Bild 1.2 LüAR NRW

Die Leitungsmündung über Dach müssen Bauteile aus brennbaren Baustoffe mind. 1 m überragen oder mind. 1,5 m entfernt sein, waagerecht gemessen. Die Abstände sind nicht erforderlich bei Abdeckung der brennbaren Baustoffe mit mineralischen Materialien in mind. 5 cm Schichtdicke, z.B. Bekiesung.

1.3.3 Zentrale Lüftungsanlagen, Bestand und Neubau

Zentrale Lüftungsanlagen versorgen in einem Gebäude mehrere Wohneinheiten.

1.3.3.1 Zentrale Abluftanlage mit Außenluftdurchlässen

Unter Berücksichtigung der Strömungsrichtung der Luft durch einzelne Räume (über Außenluftdurchlässe von Wohn- und Schlafräumen hinein in Küchen, Bäder und WC´s) wird Frischluft eingebracht und die verbrauchte und feuchte Luft ins Freie abgeführt. Dafür erforderlichen Überströmöffnungen in der Wohneinheit können Wandventile, aber auch in Türen unsichtbar integrierte Kanäle, Türgitter oder Unterschnitte der Türblätter sein.

Innerhalb einer Wohnung bestehen keine Brandschutztechnischen Anforderungen.

Anforderungen an Außenwände bei Wohngebäuden mit max. 2 Wohnungen und an Gebäude geringer Höhe bestehen nicht.

An nichttragende Außenwände und nichttragende Teile von Außenwänden bei Gebäuden ab mittlerer Höhe sowie Hochhäusern und an tragende Außenwände bestehen baurechtliche Anforderungen (entweder nicht brennbar oder feuerhemmend, in der Regel nicht brennbar [5]). Es sind somit hier auch Anforderungen auf Außenluftdurchlässe bezogen zu berücksichtigen.

Außenluftdurchlässe sind keine Leitungsmündungen, sodass Abstandsregeln nach LüAR NRW nicht anzuwenden sind.

Außenluftdurchlässe müssen den Anforderungen an die Außenwände entsprechen und mind. nicht brennbar sein.

Weitere baurechtliche Vorgaben bleiben unberührt, z.B. bei Außenluftdurchlässen in Fassaden vor Dächern von Anbauten, Außenluftdurchlässen in Eckbereichen von Brandwänden, Außenluftdurchlässe hinsichtlich des 1 m Brandüberschlages bei Hochhäusern usw. Konkrete Planungen sind daher auf weitere baurechtliche Anforderungen hin zu überprüfen.

[5] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung (BauO NRW) – in der Fassung der Bekanntmachung vom 01.03.2000, zuletzt geändert am 20.05.2014; § 29 Abs. 1 Zeile 2 Spalte 4 BauO NRW

Abluftanlagen können Brandrauch von außen nach innen in die Räume einbringen. Aufgrund der Leistung der Anlagen besteht kein größeres Risiko als bei einem Fenster, was möglicherweise vollständig geöffnet ist, sodass eine Rauchdetektion in den Außenluftdurchlässe nicht zwingend erscheint, insbesondere bei Installation von Rauchwarnmeldern in den betroffenen Räumen.

Bei Abführung der Abluft in feuerbeständige Lüftungsschächte über Dach (Schachtlösung) handelt es sich um Lüftungsleitungen gem. LüAR NRW. Bei Gebäuden ab mittlerer Höhe sowie bei Hochhäusern werden hier feuerbeständige Absperrvorrichtungen für Entlüftungsanlagen nach DIN 18017 an den Durchtrittsstellen durch den Schacht hin erforderlich, die die Übertragung von Feuer in andere Nutzungseinheiten wirksam verhindern [6].

Die Leitungsmündung über Dach müssen Bauteile aus brennbaren Baustoffe mind. 1 m überragen oder mind. 1,5 m entfernt sein, waagerecht gemessen. Die Abstände sind nicht erforderlich bei Abdeckung der brennbaren Baustoffe mit mineralischen Materialien in mind. 5 cm Schichtdicke, z.B. Bekiesung.

Im Bestand fehlende Lüftungsschächte können z.B. durch nicht mehr erforderliche Kamine gestellt werden, in die ggf. Lüftungsleitungen eingezogen werden. Voraussetzung ist, dass die Kamine durchgängig ohne Fehlstellen feuerbeständig sind.

1.3.3.2 Zentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung

In einer vom Treppenraum und /oder notwendigen Flur zugänglichen Lüftungszentrale nach LüAR NRW (z.B. im Dachraum) wird das zentrale Lüftungsgerät aufgestellt. Von dort werden über Kanäle in feuerbeständigen Lüftungsschächten die einzelnen Nutzungseinheiten mit über Wärmetauscher vorgewärmte Frischluft versorgt, die verbrauchte und feuchte Luft über Wärmetauscher ins Freie abgeführt.

In Lüftungsschächten befinden sich nur nicht brennbare Baustoffe, an Aus- und Einführungen der Schächte werden feuerbeständige Brandschutzklappen vorgesehen, die die Übertragung von Feuer in andere Nutzungseinheiten wirksam verhindern [6].

Innerhalb einer Wohnung oder Nutzungseinheit bestehen an Wanddurchführungen der Lüftungskanäle keine Brandschutztechnischen Anforderungen.

[6] Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Lüftungsanlagen-Richtlinie – LüAR NRW) – in der Fassung Mai 2003, zuletzt geändert am 28.02.2008; Ziff. 4.1 /Bild 1.2 LüAR NRW

Zu- und Abluftanlagen können Brandrauch von außen nach innen in die Gebäude einbringen und über ihr Kanalnetz in der gesamten von ihr versorgten baulichen Anlage verteilen. Eine Rauchdetektion im Zuluftkanal wird erforderlich, um die Anlagen dann automatisch abzuschalten.

Die Leitungsmündungen über Dach müssen Bauteile aus brennbaren Baustoffe mind. 1 m überragen oder mind. 1,5 m entfernt sein, waagerecht gemessen. Die Abstände sind nicht erforderlich bei Abdeckung der brennbaren Baustoffe mit mineralischen Materialien in mind. 5 cm Schichtdicke, z.B. Bekiesung.

1.3.4 Zugänglichkeit zur Wartung

Absperrvorrichtungen nach DIN 18017 sind wartungsfrei.

Alle Geräte von Raumlufttechnischen Anlagen zur Wohnungslüftung müssen, um einen einwandfreien Betrieb zur Aufrechterhaltung der an sie gestellten Anforderungen sicherzustellen, regelmäßig nach Herstellerangaben gewartet und unterhalten werden (z.B. Filterwechsel, Reinigung etc.).

Durch die Anordnung solcher Geräte im privaten Bereich der Nutzer /innen besteht grundsätzlich die Problematik des nach Erfordernis uneingeschränkten Zuganges /Zugriffes.

Folgende Möglichkeiten sind denkbar /planerisch vorzusehen:

- Für raumweise Lüftungsgeräte bestünde die Möglichkeit, den Nutzer /innen die Wartung und Pflege der Geräte nach Herstellerangaben zu übertragen, was einen sehr einfachen Umgang mit den Geräten erfordern würde. Alternativ könnten über Hausmeistertätigkeiten oder Wartungsfirmen die Filterwechsel vorgenommen und z.B. eine jährliche Wartung durchgeführt werden, ähnlich dem Ablesen von Wärmeverbrauchern oder Stromzählern.

- Bei wohnungsweisen Zu- und Abluftanlagen wäre ein gangbarer Weg, die Lüftungsgeräte in den jeweiligen Wohnungsfluren anzuordnen, um vom Erschließungsflur /Geschossflur her erforderliche Wartungsarbeiten nach Herstellerangaben durchführen zu können. In gleichem Maße wäre die Wartung bei bis zu 4 Wohnungen /Nutzungseinheiten je Geschoss vom Treppenraum aus möglich, siehe § 37 Abs. 6 BauO NRW.

Corall Ingenieure GmbH
Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

Die baulichen Anforderungen bestünden in einer mind. feuerhemmenden Abschottung zum Erschließungsflur hin (da notwendiger Flur, § 38 Abs. 4 BauO NRW) sowie einer gesicherten feuerhemmenden Revisionsklappe in der Flurwand, um unbefugte Zugriffe zu verhindern. Zum Treppenraum hin wären feuerbeständige Abschottungen und feuerbeständige Revisionsklappen erforderlich (da Treppenraumwände in der Bauart Brandwand gem. §37 Abs. 7 BauO NRW).

- Zentrale Lüftungsgeräte wären, da eine Lüftungszentrale besteht, unabhängig von den Nutzern /Nutzerinnen über einen Zugang aus dem Treppenraum zu warten.

  Die Zugriffsmöglichkeit auf wartungspflichtige Brandschutzklappen in den privaten Nutzungseinheiten ist im Einzelfall zu prüfen und zu planen.

1.3.5 Wartung von Brandschutzklappen

[7]

Entsprechend den Vorschriften der Landesbauordnungen müssen Lüftungsanlagen so hergestellt sein, dass Feuer und Rauch nicht in andere Geschosse oder Brandabschnitte übertragen werden können. Dieses Schutzziel wird u.a. durch den Einsatz von Brandschutzklappen erreicht.

Brandschutzklappen dürfen nur eingesetzt werden, wenn sie über ein vom Institut für Bautechnik Berlin erteiltes Prüfzeichen verfügen, seit September 2012 auf der Grundlage der harmonisierten Norm DIN EN 15650: 2010-09 mind. aber über die CE-Kennzeichnung.

Im Gegensatz zu Absperrvorrichtungen gem. DIN 18017 sind Brandschutzklappen nicht wartungsfrei.

Brandschutzklappen müssen so eingebaut werden, dass deren Instandhaltung, also Inspektion, Wartung und Instandsetzung, möglich ist.

Der Einbauort der Klappen muss in Ausführungs- und /oder Revisionsplänen verzeichnet sein, um eine eindeutige Lokalisierung zu ermöglichen.

Eine frei zugängliche Brandschutzklappe ist entsprechend den Revisionsunterlagen zu kennzeichnen, die nicht freie Zugänglichkeit erfordert eine Kennzeichnung in unmittelbarer Nähe der Klappe.

[7] aus Instandhaltungs-Information, Nr. 8, Oktober 2010, der Arbeitsgemeinschaft Instandhaltung Gebäudetechnik – AIG – im VDMA, Frankfurt am Main

Auf Veranlassung des Eigentümers /Betreibers der Lüftungsanlage muss die Überprüfung der Funktion der Brandschutzklappe unter Berücksichtigung der Grundmaßnahmen zur Instandhaltung gem. DIN EN 13306 in Verbindung mit DIN 31051 mindestens in halbjährlichem Abstand erfolgen. Ergeben zwei im Abstand von 6 Monaten aufeinander folgende Prüfungen keine Funktionsmängel, so braucht die jeweilige Brandschutzklappe nur in jährlichem Abstand überprüft zu werden.

Die Hersteller von allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Brandschutzklappen haben schriftlich in den Betriebsanleitungen der Zulassungsgegenstände ausführlich die für die Inbetriebnahme, Inspektion, Wartung, Instandsetzung sowie Überprüfung der Funktion notwendigen Angaben darzustellen, insbesondere im Hinblick auf die Sicherheit. Diese Herstellerangaben sind ebenfalls genau zu beachten.

1.3.6 Absperrvorrichtungen nach DIN 18017

[8]

Absperrvorrichtungen gegen Feuer und Rauch in Lüftungsleitungen nach DIN 18017-3 sind ursprünglich für die Entlüftung innenliegender Bäder und Toilettenräume mit einer eigenen Feuerwiderstandsklasse K-18017 für den Wohnungsbau konzipiert worden.

Aufgrund der geringen Brandlast in diesen sanitären Räumen wurden auch die brandschutztechnischen Leistungsanforderungen an diese Absperrvorrichtungen reduziert.

Die gegenüber den Absperrvorrichtungen mit K 90-Klassifizierungen verminderten brandschutztechnischen Anforderungen wurden durch mehrere notwendige anlagentechnische Rahmenbedingungen, wie z.B. Begrenzung der Querschnitte der Absperrvorrichtungen, Begrenzung der Volumenströme, vertikal zu führende Hauptleitungen usw. kompensiert. Die Einhaltung dieser Rahmenbedingungen zur Erfüllung brandschutztechnischer und baurechtlicher Anforderungen durch die Hersteller der Bauteile und die Anlagenersteller ist zwingend erforderlich.

Die zugrunde liegenden Rahmenbedingungen zur Verwendung der Absperrvorrichtungen wurden in der Folge vom Deutschen Institut für Bautechnik DIBt weiter konkretisiert (Auswahl):

- Die einzelnen Hauptleitungen müssen grundsätzlich vertikal durch die Geschosse mit freier Abströmung vertikal über Dach geführt werden,
- die Absperrvorrichtungen dürfen nur in Entlüftungsleitungen von Bädern, Toilettenräumen und, falls zutreffend, von Wohnungsküchen verwendet werden,
- die Absperrvorrichtungen dürfen nur in Lüftungsanlagen ohne Wärmerückgewinnungsanlagen betrieben werden.

[8] aus Informationen aus dem Zulassungsbereich „Absperrvorrichtungen gegen Feuer und Rauch in Lüftungsleitungen", Deutsches Institut für Bautechnik DIBt, Berlin, Abteilung III, 19.01.2012

Für die direkte Be- und Entlüftung von Wohnräumen z.B. mit zentralen Zu- und Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung können solche Absperrvorrichtungen folglich nicht eingesetzt werden.

Anmerkung: Entsprechend den Erfahrungen des Verfassers ist davon auszugehen, dass die Bauaufsichten keiner anderweitigen Verwendung von Absperrvorrichtungen nach DIN 18017-3 im Rahmen von Abweichungen zustimmen als zur Verwendung für Lüftungsanlagen nach DIN 18017-3.

Corall Ingenieure GmbH
Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

1.4 Ausblick

Lüftungsanlagen zur Wohnungslüftung werden, sofern sie in Gebäuden der Gebäudeklasse 3 und höher bzw. (noch) in Nordrhein-Westfalen in Gebäuden mittlerer Höhe und Hochhäusern projektiert werden, grundsätzlich mit Brandschutzklappen und Rauchsperren zur Vermeidung der Rauch- und Feuerübertragung zu versehen sein.

Die damit zusammenhängenden Detailpunkte Inspektion, Wartung und Instandsetzung im Zusammenhang mit dem möglichst vom Nutzer unabhängigen Zugang zu den Geräten und Bauteilen wird besondere Beachtung finden müssen.

Zur vollständigen Vermeidung dieser Detailpunkte wird man planerisch Lüftungsanlagen in Anlehnung an die sogen. „Kölner Lüftung" bzw. „Berliner Lüftung" konzipieren können:

<u>„Kölner Lüftung"</u>

- Je ein Zuluftkanal pro Nutzungseinheit; Anforderungen an den Kanal je nach Gebäudehöhe feuerhemmend oder feuerbeständig,
- je ein Abluftkanal pro Nutzungseinheit bis über Dach, Anforderungen an den Kanal je nach Gebäudehöhe feuerhemmend oder feuerbeständig,

  damit Zu- und Abluftanlage, thermisch;

<u>„Berliner Lüftung"</u>

- je ein Abluftkanal pro Nutzungseinheit bis über Dach, Anforderungen an den Kanal je nach Gebäudehöhe feuerhemmend oder feuerbeständig,
- Zuluft über die umliegenden Räume und ggf. Außenluftdurchlässe;

  damit Abluftanlage, thermisch.

In beiden Fällen handelt es sich jeweils um klassische Schachtlüftungen, bei denen Brandschutzklappen oder Absperrvorrichtungen gem. DIN EN 13501-3 nicht erforderlich sind.

Bei der Sanierung des Wohnungsbestandes werden diese Varianten relativ große Eingriffe in die Bausubstanz erfordern, sodass insbesondere deren Wirtschaftlichkeit maßgeblich bei der Umsetzung sein wird.

Corall Ingenieure GmbH
Ingenieure und Sachverständige
für den vorbeugenden Brandschutz

1.5 Fundstellennachweis

[1] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR) Stand 29.09.2005, zuletzt geändert durch Beschluss der Fachkommission Bauaufsicht vom 11.12.2015, Amtliche Mitteilung Nr. 1 /10.02.2016 des Deutschen Institutes für Bautechnik DIBt, Berlin

[2] Feuertrutz Brandschutzatlas, DVD Brandschutzatlas Fassung 3 /2016 (29. Aktualisierung)

[3] Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Lüftungsanlagen-Richtlinie – LüAR NRW) in der Fassung der Bekanntmachung März 2000, zuletzt geändert am 28.02.2008

[4] aus FeuerTrutz Brandschutzatlas, 03.2004

[5] Bauordnung für das Land Nordrhein-Westfalen – Landesbauordnung (BauO NRW) – in der Fassung der Bekanntmachung vom 01.03.2000, zuletzt geändert am 20.05.2014;
§ 29 Abs. 1 Zeile 2 Spalte 4 BauO NRW

[6] Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Lüftungsanlagen-Richtlinie – LüAR NRW) – in der Fassung Mai 2003, zuletzt geändert am 28.02.2008;
Ziff. 4.1 /Bild 1.2 LüAR NRW

[7] aus Instandhaltungs-Information, Nr. 8, Oktober 2010, der Arbeitsgemeinschaft Instandhaltung Gebäudetechnik – AIG – im VDMA, Frankfurt am Main

[8] aus Informationen aus dem Zulassungsbereich „Absperrvorrichtungen gegen Feuer und Rauch in Lüftungsleitungen", Deutsches Institut für Bautechnik DIBt, Berlin, Abteilung III, 19.01.2012

7. ANHANG: EXPERTISE ZUM APO7 – SCHALLSCHUTZ

PROF. DIPL.-ING. RAINER POHLENZ

BERATENDER INGENIEUR FÜR BAUPHYSIK IK NW

VON DER INDUSTRIE- UND HANDELSKAMMER ZU AACHEN ÖFFENTLICH BESTELLTER UND VEREIDIGTER SACHVERSTÄNDIGER FÜR SCHALLSCHUTZ IM HOCHBAU

STAATLICH ANERKANNTER SACHVERSTÄNDIGER FÜR SCHALL- UND WÄRMESCHUTZ SV-VO NW

FORSCHUNGSPROJEKT

Integrierte Bestandssanierung von Wohnungsbauten mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung IBWL

Fachexpertise Schallschutz

Hochschule Bochum,
Fachbereich Architektur
gefördert durch:
Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Verfasser
Nadine Kretzschmar M.SC.
Prof. Dipl.-Ing. Rainer Pohlenz

Aachen/Bochum 23.07.2017

MARIA-THERESIA-ALLEE 31 · 52064 AACHEN
TELEFON 0241 - 70 70 70 · FAX 0241 - 70 60 50
E-MAIL RAINER.POHLENZ@IFAS-AACHEN.DE
BANKVERBINDUNG: SPARKASSE AACHEN
IBAN DE48 3905 0000 0015 0515 01 BIC AACSDE33

Überprüfung der definierten Problemstellungen in Bezug auf die realisierten Pilotprojekte

1 Planungsrelevante schalltechnische Aspekte

Im Folgenden werden die Aspekte des Schallschutzes der jeweils geplanten Lüftungskonzepte der Wohneinheiten beschrieben, gegliedert in die Punkte
- Schallschutzanforderungen und -empfehlungen
- Lüftung dezentral raumweise
- Lüftung dezentral wohnungsweise
- Lüftung zentral gebäudeweise mit WRG
- Lüftung zentral gebäudeweise Abluftanlage mit Zuluft über ALD

Jeder dieser Anlagentypen wird getrennt nach Objekten und Wohnungen hinsichtlich seiner individuellen schalltechnischen Problemstellungen und Empfehlungen beschrieben. Eine kurze allgemeine Betrachtung schalltechnischer Problemstellungen und Empfehlungen wird jeweils vorangestellt.

1.0 Schallschutzanforderungen und -empfehlungen

1.0.1 Bauordnungsrechtlich erforderlicher Schallschutz

1.0.1.1 Anlagen mit Aufstellungsort innerhalb von Wohnungen

Die derzeit noch bauaufsichtlich eingeführte Fassung der DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau, Änderung A 1 [S02] enthält keine Vorgaben für von durch Lüftungsanlagen im eigenen Wohnbereich verursachte zulässige Pegel. In Anlehnung an den für außerhalb der Wohnung installierte Lüftungsanlagen vorgegebenen Grenzwert aus Tabelle 4 der Norm kann mit Blick auf die Neufassung der Norm folgender Grenzwert für den maximalen Schalldruckpegel L_{AFmax} sinngemäß angenommen werden:

$$L_{AFmax} \leq 30\ dB^{+5\ dB}$$

Die derzeit noch gültige Fassung der Norm erlaubt bei Dauergeräuschen von Lüftungsanlagen ohne auffällige Einzeltöne eine Überschreitung des o.a. Grenzwertes um 5 dB.

Die im Juli 2016 veröffentlichte Neufassung der DIN 4109-1 - Schallschutz im Hochbau [S06], die in nächster Zeit bauaufsichtlich eingeführt werden wird, legt in Tabelle 10 den zulässigen maximalen Norm-Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$, der von in der eigenen Wohnung fest installierten Lüftungsanlagen in Wohn- und Schlafräumen verursacht wird, fest mit:

$$L_{AFmax,n} \leq 30\ dB^{+5\ dB}$$

Die Norm erlaubt bei diesen Lüftungsanlagen bei Dauergeräuschen ohne auffällige Einzeltöne eine Überschreitung des o.a. Grenzwertes um 5 dB.

1.0.1.2 Anlagen mit Aufstellungsort außerhalb von Wohnungen

DIN 4109-1:2017 legt in Tabelle 9 den zulässigen maximalen Norm-Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$, der von außerhalb der Wohnungen fest installierten Lüftungsanlagen in Aufenthaltsräumen verursacht wird, ebenfalls fest mit:

$L_{AFmax,n} \leq 30$ dB

Die Norm erlaubt bei diesen fremden Lüftungsanlagen allerdings auch bei Geräuschen ohne auffällige Einzeltöne keine Überschreitung des o.a. Grenzwertes.

1.0.2 Empfehlungen für den Schallschutz

Die nachfolgend aufgeführten Empfehlungen für den Schallschutz raumlufttechnischer Anlagen unterscheiden sich sowohl in der Höhe der Grenzwerte als auch in der Verwendung unterschiedlicher Kennwerte für die Beurteilung, die abermals zu einer Abweichung von dem in Abschnitt 1.0.1 zitierten Grenzwerten führen.

Empfehlungen für den Schallschutz von Lüftungsanlagen enthält VDI 2081 - Geräuscherzeugung und Lärmminderung in Raumlufttechnischen Anlagen [S09]. Nach Tabelle 2 dieser Richtlinie beträgt der zulässige äquivalente Dauerschallpegel L_{AFeq} für Wohn- und Schlafräume für ein:

niedriges Schallschutzniveau	$L_{AFeq} \leq 35$ dB
hohes Schallschutzniveau	$L_{AFeq} \leq 30$ dB

Diese Pegel sollen bei Dauergeräuschen mit auffälligen Einzeltönen um 3 dB unterschritten werden. Die o.a. Vorgaben aus VDI 2081 sind also bei Anlagen mit nichttonhaltigen Geräuschen um bis zu 5 dB und bei Anlagen mit tonhaltigen Geräuschen um bis zu 3 dB strenger als die der zurzeit noch bauaufsichtlich eingeführten DIN 4109:1989.

Weitere Empfehlungen für den Schallschutz von Lüftungsanlagen enthält VDI 4100 - Schallschutz im Hochbau [S10], unterschieden nach drei Schallschutz(qualitäts)stufen. Nach Tabelle 2 dieser Richtlinie beträgt der zulässige mittlere Standard-Maximalpegel $\overline{L_{AFmax,nT}}$ für Aufenthaltsräume in Wohnungen:

Schallschutzstufe I	$\overline{L_{AFmax,nT}}$: 30 dB	= geringe Qualität
Schallschutzstufe II	$\overline{L_{AFmax,nT}}$: 27 dB	= befriedigende Qualität
Schallschutzstufe III	$\overline{L_{AFmax,nT}}$: 24 dB	= gute Qualität

VDI 4100 enthält keine Sonderregelungen für Dauergeräusche von Lüftungsanlagen mit auffälligen Einzeltönen. Die Empfehlungen sind also entsprechend strenger als die Anforderungen gemäß DIN 4109.

Schließlich seien die Empfehlungen der DEGA-Empfehlung 103 - Schallschutz im Wohnungsbau [S11] zitiert, die allerdings in der Praxis (noch) wenig Anwendung findet. Hier werden sieben Qualitätsstufen unterschieden. Nach Tabelle 3 der DEGA-Empfehlung beträgt der zulässige maximale Norm-Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$ für Aufenthaltsräume in Wohnungen:

Schallschutzklasse F	$L_{AFmax,n}$ > 35 dB	= unzureichende Qualität
Schallschutzklasse E	$L_{AFmax,n}$ ≤ 35 dB	= sehr geringe Qualität
Schallschutzklasse D	$L_{AFmax,n}$ ≤ 30 dB	= geringe Qualität
Schallschutzklasse C	$L_{AFmax,n}$ ≤ 25 dB	= gute Qualität
Schallschutzklasse A*, A, B	$L_{AFmax,n}$ ≤ 20 dB	= sehr gute Qualität

DEGA 103 enthält keine Sonderregelungen für Dauergeräusche von Lüftungsanlagen mit auffälligen Einzeltönen. Die Empfehlungen für die Klasse D sind also entsprechend strenger als die Anforderungen gemäß DIN 4109.

Anmerkung zu den Anforderungskenngrößen:

Die fünf zitierten Regelwerke enthalten unterschiedliche Schallschutzkenngrößen, die untereinander nur bedingt vergleichbar sind. Ohne auf die in den einzelnen Regelwerken enthaltenen Definitionen im Detail einzugehen, sollen nachfolgend die Kennwertunterschiede kurzgefasst beschrieben werden. Bei den hier zu beurteilenden, gleichförmigen Störgeräuschen ist

- $L_{AFmax,n} \approx L_{AFmax}$	Unterschied unbedeutend	
- $L_{AFmax,n} \leq L_{AFmax,nT}$	$L_{AFmax,n}$	bis zu 2 dB weniger streng bei kleinen Räumen (V<31,3 m³)
- $L_{AFmax,n} \geq L_{AFmax,nT}$	$L_{AFmax,n}$	bis zu 5 dB strenger bei großen Räumen (V>31,3 m³)
- $L_{AFmax,n} \geq L_{AFeq}$	$L_{AFmax,n}$	bis zu 2 dB strenger

Es wird deshalb empfohlen, die seit Mai 2010 durch DIN 4109-11 [S08] eingeführte und in DIN 4109-1:2016 [S06] verwendete Beurteilungsgröße $L_{AFmax,n}$ zu verwenden und folgende Empfehlungen einzuhalten:

$L_{AFmax,n}$ ≤ 30 dB	für geringe Anforderungen = zukünftig bauaufsichtlich zulässiger Maximalwert
$L_{AFmax,n}$ ≤ 27 dB	für mittlere Anforderungen = befriedigend in Wohnräumen/hinnehmbar in Schlafräumen
$L_{AFmax,n}$ ≤ 24 dB	für hohe Anforderungen = gut in Wohnräumen/befriedigend bis gut in Schlafräumen

Schalldruckpegel von Lüftungsanlagen von $L_{AFmax,n}$ = 30 dB und mehr werden im Allgemeinen als wenig komfortabel und in der Regel als störend empfunden. Sie sollten daher möglichst unterschritten werden.

Anmerkung zu den Anforderungen und Nachweisen:

Die Schallschutzanforderungen werden gemäß DIN 4109:2016 zul $L_{AFmax,n}$ genannt.
Die Schallschutznachweise werden gemäß Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989 durchgeführt.
Die entstehenden Pegel werden nicht für eine vorgegebene Nachhallzeit, z.B. T_0 = 0,5 s, sondern für eine vorgegebene äquivalente Absorptionsfläche A_0 = 10 m² bestimmt. Das Volumen der Räume ist deshalb für den Nachweis nicht relevant.

1.1 Lüftung dezentral raumweise

1.1.0 Grundsätzliche Problemstellungen und Lösungsansätze

Luftschallinduzierte Schallimmissionen

Problem:

Da die Aggregate und Elemente der Lüftungsanlage raumweise an den Außenwänden angebracht werden, ist eine körperschallinduzierte Schallübertragung als unwesentlich eingeschätzt. Die Aggregate und Elemente der Lüftungsanlage verursachen direkt Luftschallemissionen, die teils über die die Aggregate umgebenden Bauteile, teils über das Leitungssystem, teils als Strömungsgeräusche unmittelbar in die Aufenthaltsräume übertragen werden.

Entscheidende Kenngröße ist dabei der Schallleistungspegel L_W oder L_{WA} des jeweiligen Anlagenteils. Aus diesem Schallleistungspegel ergibt sich der Schalldruckpegel L_p oder L_{pA} im Raum, welcher von der Anordnung der Schallquelle im Raum, der äquivalenten Schallabsorptionsfläche bzw. dem Raumvolumen und der Nachhallzeit des Raumes abhängig ist:

$$L_{pA} = L_{WA} + 10 \cdot \lg (n \cdot 4/A) \quad (01)$$

$$A = 0{,}163 \cdot V/T \quad (02)$$

mit

L_{pA} A-bewerteter Schalldruckpegel im Raum in dB
L_{WA} A-bewerteter Schallleistungspegel der Schallquelle in dB
n Abstrahlungsfaktor (siehe Bild 1)
n = 1 bei Anordnung der Schallquelle frei im Raum
n = 2 bei Anordnung der Schallquelle i n/vor einer Bauteilfläche
n = 4 bei Anordnung der Schallquelle in/vor einer Raumkante
n = 8 bei Anordnung der Schallquelle in/vor einer Raumecke
A Äquivalente Schallabsorptionsfläche des Raumes in m^2
V Raumvolumen in m^3
T Nachhallzeit des Raumes in s

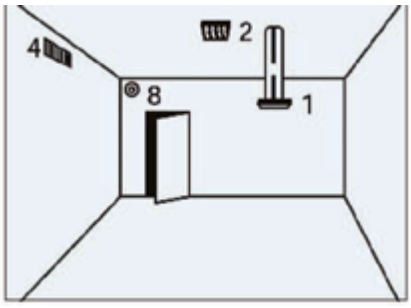


Abbildung 1: Abstrahlungsfaktoren zur Umrechnung Schallleistungspegel in Schalldruckpegel

Außerdem entstehen Strömungsgeräusche, welche durch die Luft in den Rohrleitungen in Abhängigkeit von Strömungsgeschwindigkeit, Kanalquerschnitt und Turbulenzgrad erzeugt werden. Gemäß VDI 2081-1 [S09] steigen die Strömungsgeräusche mit zunehmender Luftgeschwindigkeit und zunehmendem Kanalquerschnitt an.

$$L_{WA} = 25 + 70 \cdot \lg (v) + 10 \cdot \lg (A_R) \qquad (03)$$

mit
L_{WA} A-bewerteter Schallleistungspegel der Schallquelle in dB
v Strömungsgeschwindigkeit in m/s
A_R Rohr- oder Kanalquerschnitt in m^2

Das Ergebnis dieser Gleichung kann allerdings nur als Näherungswert betrachtet werden, da die fertigungstechnischen Eigenschaften einen großen Einfluss auf das Ergebnis nehmen [18]. Je nach Rohrmaterialität innen (glatt oder gewellt) fallen die Strömungsgeräusche unterschiedlich stark aus.
Das Strömungsrauschen sollte mindestens 10 dB unter dem Schalldruckpegel liegen, damit dieser nicht erhöht wird.

Bei glatten Oberflächen findet keine Absorption des in der Rohrleitung sich ausbreitenden Schalls statt, bei gewellten Materialien (z.B. Flex Rohre) dagegen schon. Dennoch sind aus hygienischen Aspekten glatte Oberflächen zu bevorzugen.

Empfehlungen:

Aus schalltechnischer Sicht sollten die Außenluftdurchlässe möglichst nicht in Raumecken oder -kanten angeordnet werden, weil sich dort deren Schalldruckpegel entsprechend erhöht. Empfehlenswert ist ein Abstand von Ecken oder Kanten von mindestens 1 m.

Um die Schallleistungspegel raumweise angeordneter Geräte gering zu halten, sollten diese in der Nachtzeit mit geringer Luftförderleistung betrieben ggfls. auch abgeschaltet werden. Am Ende der Nacht sollte mit hoher Leistung die in der Nacht entstandene Raumluftfeuchte schnell abgeführt (wie Stoßlüftung) und danach auf der Grundstufe der Mindestluftwechsel über den Tag sichergestellt werden.

Schallschutz zwischen Räumen

Einzelraumlüftungsgeräte, welche zwischen einem Zu- und Abluftbetrieb wechseln und so eigenständig pro Raum funktionieren, beeinflussen den Schallschutz zwischen den Räumen nicht.

Schallschutz gegen Außenlärm

Problem:

Außenwanddurchlässe schwächen die Schalldämmung der Außenwand. Von Vorteil ist allerdings, dass die Fenster zu Lüftungszwecken bei dem Einsatz einer Lüftungsanlage nun geschlossen bleiben können und sich je nach Schalldämm-Maß der Fenster so das resultierende Schalldämm-Maß des gesamten Außenbauteils verbessern kann.

Die nachfolgende Übersicht enthält einige Prüfstandswerte von Norm-Schallpegeldifferenzen verschiedener Fabrikate. Sie liegen zwischen 30 und 66 dB:

- Maico ALD 10/10 T: $D_{n,e,w}$ = 31/33 dB [02]
- Aereco ZWRHV 40: $D_{n,e,w}$ = 33 dB [03]
- Siegenia Aeromat midi: $D_{n,e,w}$ = 35-41 dB [01]
- Maico WRG 351-SE: $D_{n,e,w}$ = 39 dB [02]
- Aereco KWHRVA 01 / KWHRVA 01 WDVS: $D_{n,e,w}$ = 45 dB [03]
- Siegenia Aeromat 100: $D_{n,e,w}$ = 46-49 dB [01]
- Maico ALD 125/125 VA: $D_{n,e,w}$ = 47 dB [02]
- Lunos ALD-R 160 mit 5 Schallmodulen: $D_{n,e,w}$ = 50-55 dB [04]
- Siegenia Aeromat 150: $D_{n,e,w}$ = 51 dB [01]
- Aereco KWHRVA 02 / KWHRVA 02 WDVS: $D_{n,e,w}$ = 52 dB [03]
- Maico ALD 160/160 VA: $D_{n,e,w}$ = 53 dB [02]
- Siegenia Aerovital Ambience: $D_{n,e,w}$ > 53 dB [01]
- wie vor, mit Schalldämmrohr: $D_{n,e,w}$ = 58 dB [01]
- Aereco KWHRVA 02 EPS Plus: $D_{n,e,w}$ = 55 dB [03]
- Aereco KWHRVA 02 WDVS Mineralwolle Plus: $D_{n,e,w}$ = 57 dB [03]
- VentoMaxx Air Control: $D_{n,e,w}$ = 61 dB [05]
- VentoMaxx Silent Comfort Plus/LAL: $D_{n,e,w}$ = 66 dB [05]

Die von den Herstellen angegebenen Prüfstandswerte für die Norm-Schallpegeldifferenz $D_{n,e,w}$ der Außenwanddurchlässe sind in bewertete Schalldämm-Maße $R_{w,ADL}$ wie folgt umzurechnen:

$$R_{w,ADL} = D_{n,e,w} - 10\lg(10\ m^2/S_{ADL}) - 2\ dB \qquad (04)$$

mit

$D_{n,e,w}$ Norm-Schallpegeldifferenz des Außenwanddurchlasses in dB (Prüfstandswert)
S_{ADL} Offene Querschnittsfläche des Außenwanddurchlasses in m^2

Das resultierende Schalldämm-Maß der Außenwand mit Fenster und Außenwanddurchlass berechnet sich wie folgt:

$$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg\left[(S_W \cdot 10^{-0,1R'_{w,W}} + S_F \cdot 10^{-0,1R_{w,F}} + S_{ADL} \cdot 10^{-0,1R_{w,ADL}})/S_{ges}\right] \qquad (05)$$

mit

$R'_{w,res}$ resultierendes Schalldämm-Maß in dB
R_w Schalldämm-Maß des jeweiligen Bauteiles oder Elements in dB
S Fläche des jeweiligen Bauteils oder Elements in m^2

Empfehlungen:

Gemäß DIN 4109 sind je nach Außenlärmbelastung (maßgeblichem Außenlärmpegel) Anforderungen an das resultierende Schalldämm-Maß der Außenbauteile $R'_{w,res,0}$ einzuhalten. Diese müssen je nach Verhältnis von Grundriss- zu Fassadenfläche des betrachteten Aufenthaltsraums durch einen Korrekturwert K_{AL} verändert werden.

$$erf.R'_{w,res} = R'_{w,res,0} + K_{AL} \quad (06)$$

$$K_{AL} = 10 \cdot lg\,[S_{ges}/(0{,}8 \cdot S_G)] \quad (07)$$

mit

S_{ges} Gesamtaußenbauteilfläche des Raumes einschl. Fenster und ADL in m^2
S_G Grundrissfläche des Raumes in m^2

Nachfolgend sollen die Norm-Schallpegeldifferenzen $D_{n,e,w}$ (Prüfwerte) ermittelt werden, die bei Einsatz der Geräte in unterschiedlichen Lärmpegelbereichen erforderlich sind. Hierzu werden beispielhaft folgende Annahmen getroffen:

Nettogrundfläche des Raums	$S_G = 20{,}00\ m^2$
Gesamtaußenbauteilfläche	$S_{ges} = 10{,}00\ m^2$
Fensterfläche (1/8 der Nettogrundfläche)	$S_F = 2{,}50\ m^2$
Öffnungsfläche ADL	$S_{ADL} = 0{,}02\ m^2$
Außenwandfläche ohne Fenster und ADL	$S_W = 7{,}50\ m^2$
Korrekturwert	$K_{AL} = 10 \cdot lg\,(10/(0{,}8 \cdot 20)) = -2dB$
Schalldämm-Maß der Außenwand	$R'_{w,Wand} = 45/50/55$ dB
Schalldämm-Maß der Fenster	$R_{w,Fenster} = 30/35/40$ dB

Weil sich die Schalldämm-Maße von Außenwand und Fenster ebenfalls auf das erforderliche $D_{n,e,w}$ auswirken, müssen diese ebenfalls variiert werden. Die in der Praxis anzunehmenden Wand-Schalldämm-Maße schwanken zwischen 45 dB und 60 dB (Leichtes Bimsmauerwerk $R'_w < 50$ dB, mit steifem WDVS nachgerüstet $R'_w \approx 45$ dB, dickes Ziegelmauerwerk $R'_w \approx 55$ dB, mit weichem WDVS $R'_w \leq 60$ dB). Das höchste hier untersuchte Schalldämm-Maß der Wand wird mit $R'_{w,Wand} = 55$ dB angenommen, weil höhere Wandschalldämm-Maße bei einem maximalen Fensterschalldämm-Maß von $R_{w,Fenster} = 40$ dB das resultierende Schalldämm-Maß nicht weiter verbessern.

Tabelle 1 zeigt, dass die Anforderungen des Schallschutzes gegen Außenlärm auch mit Außenwanddurchlässen erfüllt werden können. Sie zeigt auch, dass sie in vielen Fällen auch ohne Außenwanddurchlass nicht erfüllt werden können. Die Schalldämm-Maße der Außenwände und vor allem der Fenster sind hier bereits zu gering. Die Zeilen mit „nicht möglich“ markieren diese Fälle.

Die maximal erforderliche Norm-Schallpegeldifferenz liegt bei den hier zugrunde gelegten Wand- und Fensterqualitäten und der oben beschriebenen Raumkubatur bei $D_{n,e,w} = 58{,}34$ dB. Wie die Recherche zeigt (→ Seite 9), sind Produkte mit so hohen Norm-Schallpegeldifferenzen auf dem Markt verfügbar.

Erkennbar wird auch, dass grundsätzlich nicht der Außenwanddurchlass mit seiner Schalldämmung die Herausforderung zur Erfüllung der Anforderungen des Schallschutzes gegen Außenlärm darstellt, sondern die Wand- und Fensterqualitäten. Diese sind bei den Pilotprojekten fest vorgegeben.

Lärmpegelbereich	$R'_{w,res,0}$	erf.$R'_{w,res}$	$R'_{w,Wand}$	$R_{w,Fenster}$	erf. $D_{n,e,w}$
I + II	30	28	45	30	28,82
				35	28,29
				40	28,14
			50	30	28,77
				35	28,24
				40	28,00
			55	30	28,75
				35	28,23
				40	28,08
III	35	33	45	30	36,43
				35	34,00
				40	33,44
			50	30	36,13
				35	33,82
				40	33,29
			55	30	36,04
				35	33,77
				40	33,24
IV	40	38	45	30	nicht möglich
				35	42,54
				40	39,59
			50	30	nicht möglich
				35	41,43
				40	39,00
			55	30	nicht möglich
				35	41,13
				40	38,82
V	45	43	45	≤35	nicht möglich
				40	58,34
			50	≤35	nicht möglich
				40	47,54
			55	≤35	nicht möglich
				40	46,43
VI	50	48	45	≤40	nicht möglich
			50	≤40	nicht möglich
			55	≤40	nicht möglich

Tabelle 1: erforderliche Prüfstandswerte für $D_{n,e,w}$ von Außenwanddurchlässen in Abhängigkeit vom Lärmpegelbereich sowie der Wand- und Fensterdämmung für die o.a. Annahmen

1.1.1 Dr.-Klausener-Straße 7 / 21, Marl

Lüftungskonzept

In den Wohnungen werden auf Wunsch der VIVAWEST nur die Räume mit Lüftungsanlagen ausgestattet, bei denen vor der Sanierung Schimmelpilz vorzufinden war. Die Wohnungsgesellschaft erhofft sich, durch ein voreingestelltes Lüftungsverhalten die Schimmelpilzproblematik lösen zu können. In Vorgesprächen wurde hierzu deutlich gemacht, dass weitere Ursachen für die Schimmelpilzbildung, die durch die Lüftungsanlage nicht beeinflusst werden, vorliegen können.

Es werden drei Wohnungen unterschiedlich ausgestattet:

Dr.-Klausener-Straße 7, Wohnung 1

- Siegenia Aerovital Ambience für das Schlaf- und Kinderzimmer als Zu- und Abluftgerät
- Siegenia Aeroplus als Zu- und Abluftgerät für das Bad

Dr.-Klausener-Straße 7, Wohnung 2

- Siegenia Aerovital Ambience für das Schlafzimmer als Zu- und Abluftgerät

Dr.-Klausener-Straße 21

- Siegenia Aerovital Ambience für das Wohnzimmer als Zu- und Abluftgerät

Die Regelung des Volumenstromes erfolgt für alle Geräte automatisch in Abhängigkeit vom Feuchtegehalt. Ein CO_2-Sensor ist standardmäßig im Gerät integriert und kann vom Mieter bei Bedarf aktiviert werden. Die bedarfsgemäße Anpassung der Luftmenge erfolgt dabei durch eine gleitende Stufenschaltung, so dass nach Aussage der Fa. Siegenia keine akustischen Störungen in Form von Schaltgeräuschen für den Nutzer zu erwarten sind.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Folgende Volumenströme werden als Nennlüftung gemäß DIN 1946-6 geplant:

Gleichzeitig Zuluft und Abluft: $Q = 25\text{-}60\ m^3/h$

Bei den durch das Lüftungskonzept vorgesehenen Volumenströmen ist gemäß [09] in den Räumen mit folgenden Schalldruckpegeln L_{pA} zu rechnen. Dabei handelt es sich um „Vorabdaten“ des Herstellers in 1 m Entfernung bei einer Raumdämpfung von 8 dB. Dies entspricht einer äquivalenten Absorptionsfläche von $A \approx 25\ m^2$. Um mit den Schallschutzempfehlungen aus Abschnitt 4.1.0 unmittelbar verglichen werden zu können, müssen diese Pegelwerte auf eine äquivalente Absorptionsfläche von $A = 10\ m^2$ umgerechnet werden. Dadurch ergeben sich um etwa 4 dB höhere Pegelwerte:

		bezogen auf A = 25 m²	bezogen auf A = 10 m²	Beurteilung
Stufe 1	Q = 25 m³/h	L_{pA} ≈ 19-21 dB	L_{pA} ≈ 23-25 dB	VDI 4100 SSt III erfüllt
Stufe 2	Q = 30 m³/h	L_{pA} ≈ 21-24 dB	L_{pA} ≈ 25-29 dB	VDI 4100 SSt II erfüllt
Stufe 3	Q = 42 m³/h	L_{pA} ≈ 26-28 dB	L_{pA} ≈ 30-32 dB	DIN 4109 erfüllt
Stufe 4	Q = 55 m³/h	L_{pA} ≈ 30-32 dB	L_{pA} ≈ 34-36 dB	DIN 4109 überschritten
Stufe 5	Q = 60 m³/h	L_{pA} ≈ 31-33 dB	L_{pA} ≈ 35-37 dB	DIN 4109 überschritten

Die o.a. Pegelwerte stimmen mit den vor Ort gemessenen Werte in etwa überein (→ Abschnitt 4.2.2.1).

In fast allen Volumenstromstufen 1 bis 3 werden die Anforderung an den Mindestschallschutz gemäß DIN 4109 eingehalten. Die Empfehlung für den erhöhten Schallschutz gemäß VDI 4100, SSt II wird bis Stufe 2, die der SSt III in Stufe 1 eingehalten. Ab Lüfterstufe 4 wird die Anforderung der DIN 4109 nicht mehr erfüllt. Die damit verbundenen Geräusche führen in der Regel zu nennenswerten Störungen. Daher wird empfohlen, die Geräte, zumindest im Schlafraum, feuchte- und zeitgeführt zu steuern. Die Geräte sollten in der Nachtzeit mit geringer Stufe betrieben ggfls. auch abgeschaltet werden. Am Ende der Nacht sollte mit hoher Stufe die in der Nacht entstandene Luftfeuchte schnell abgeführt und danach auf der Grundstufe der Mindestluftwechsel über den Tag sichergestellt werden.

Schallschutz zwischen Räumen

Bei den hier zum Einsatz kommenden Einzelraum-Lüftungsgeräten wird kein Türunterschnitt für die Luftführung zwischen einzelnen Räumen erforderlich. Somit wird der Schallschutz zwischen den Räumen nicht beeinträchtigt.

Abbildung 2: Luftbild Dr. Klausener Straße 5, Marl aus google.maps

Schallschutz gegen Außenlärm

Vorab werden die Grundlagen für die Berechnungen aufgeführt, die für alle Wohnungen der Gebäude Dr.-Klausener-Straße 7/21 gelten. Raumbezogene Berechnungen für die einzelnen Wohnungen enthalten die Abschnitte 1.1.1.1 - 1.1.1.3.

Lärmpegelbereich und Grundanforderung an den Schallschutz

Der Lärmpegelbereich konnte nicht ermittelt werden, da Angaben zur Verkehrsbelastung fehlen. Abgeschätzt wird aufgrund des Straßentyps (Wohnstraße) und der Lage der Gebäude der

■ Lärmpegelbereich III

Somit ist einzuhalten ein Grundwert für das resultierende Schalldämm-Maß von

■ $R'_{w,res,0}$ = 35 dB

Lüftungsgerät

Der Prüfstandswert für die Norm-Schallpegeldifferenz des Aerovital ambience Gerätes liegt bei $D_{n,e,w}$ > 53 dB, mit Schalldämmrohr bei $D_{n,e,w}$ = 58 dB. Die offene Querschnittsfläche des Lüftungsgerätes $A_{Lüfter}$ ist nicht bekannt und konnte auch von der Firma Siegenia nicht mitgeteilt werden. Gerechnet wird daher mit einer typischen [01-05] offenen Querschnittsfläche von 0,02 m^2.

Die Schalldämmung berechnet sich gemäß Gleichung (05):

$R_{w,ADL}$ = 53 – 10 · lg(10/0,02) – 2 = 26 dB ohne Schalldämmrohr
$R_{w,ADL}$ = 58 – 10 · lg(10/0,02) – 2 = 31 dB mit Schalldämmrohr

Außenwand

Die Außenwand besteht aus einem 45 cm starken, beidseitig verputzten Ziegelmauerwerk. Die Rohdichte ist nicht bekannt.

Putz innen, 10 mm (Annahme) (gem. [S03], Tab. 4 Zeile 1),	m' = 10,0 kg/m^2
Ziegel 450 mm, Mauerwerksrohdichte 1600 kg/m^3 (Annahme),	m' = 720,0 kg/m^2
Putz außen, 20 mm (Annahme) (gem. [S03], Tab. 4 Zeile 3),	m' = 30,0 kg/m^2
Gesamte flächenbezogenen Masse	m' = 760,0 kg/m^2
Bewertetes Schalldämm-Maß (angelehnt an [S03], Tab. 1 Zeile 23)	$R'_{w,R}$ ≈ 60 dB

Fenster

Die Schalldämmung der Fenster ist nicht bekannt.
Angenommen wird ein Schalldämm-Maß der Fenster von $R_{w,R}$ = 30 dB (üblich für Zweischeibenverglasung ohne Schallschutzanforderung).

1.1.1.1 Siegenia, Dr. Klausener-Straße 7, Marl, Wohnung 1

Die Untersuchung zum Schallschutz gegen Außenlärm wird für die mit Lüftungsgeräten ausgestatteten Schlafzimmer und Kinderzimmer durchgeführt.

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 13,730 m²
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 8,475 m²
Fensterfläche:	S_F	= 2,200 m²
Außenwandfläche:	S_W	= 6,275 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07):

erf. $R'_{w,res}$ = 35-1,1 = 33,9 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

Resultierendes Schalldämm-Maß ohne Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg [(6{,}255 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 2{,}20 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*26})/8{,}475]$
$R'_{w,res}$ = 35,7 dB

Resultierendes Schalldämm-Maß mit Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg [(6{,}255 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 2{,}20 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*31})/8{,}475]$
$R'_{w,res}$ = 35,8 dB

Die Anforderungen für den Schallschutz gegen Außenlärm werden sowohl für das Kinderzimmer als auch für das Schlafzimmer beim Einsatz des Lüftungsgerätes ohne Schalldämmrohr eingehalten. Der Einsatz eines Schalldämmrohres verbessert das resultierende Schalldämm-Maß unwesentlich, da die Querschnittsfläche des Lüftungselementes gering ist und die Fenster das resultierende Schalldämm-Maß im Wesentlichen bestimmen.

1.1.1.2 Siegenia, Dr. Klausener-Straße 7, Marl, Wohnung 2

Die Untersuchung zum Schallschutz gegen Außenlärm wird für das mit Lüftungsgerät ausgestattete Schlafzimmer durchgeführt.

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 13,730 m²
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 8,475 m²
Fensterfläche:	S_F	= 2,200 m²
Außenwandfläche:	S_W	= 6,275 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07):

erf. $R'_{w,res}$ = 35-1,1 = 33,9 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

Resultierendes Schalldämm-Maß ohne Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg [(6{,}255 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 2{,}20 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*26})/8{,}475]$
$R'_{w,res}$ = 35,7 dB

Resultierendes Schalldämm-Maß mit Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg [(6{,}255 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 2{,}20 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*31})/8{,}475]$
$R'_{w,res}$ = 35,8 dB

Die Anforderungen für den Schallschutz gegen Außenlärm werden für das Schlafzimmer beim Einsatz des Lüftungsgerätes ohne Schalldämmrohr eingehalten. Der Einsatz eines Schalldämmrohres verbessert das resultierende Schalldämm-Maß unwesentlich, da die Querschnittsfläche des Lüftungselementes gering ist und die Fenster das resultierende Schalldämm-Maß im Wesentlichen bestimmen.

1.1.1.3 Siegenia, Dr. Klausener-Straße 21, Marl

Die Untersuchung zum Schallschutz gegen Außenlärm wird für das mit Lüftungsgerät ausgestattete Wohnzimmer durchgeführt.

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 21,90 m²
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 15,00 m²
Fensterfläche:	S_F	= 3,36 m²
Außenwandfläche:	S_W	= 11,62 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07):

erf. $R'_{w,res}$ = 35-0,67 = 34,33 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

Resultierendes Schalldämm-Maß ohne Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot lg\,[(11{,}62 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 3{,}36 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*26})/15{,}00]$
$R'_{w,res} = 36{,}4$ dB

Resultierendes Schalldämm-Maß mit Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot lg\,[(11{,}62 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 3{,}36 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*31})/15{,}00]$
$R'_{w,res} = 36{,}5$ dB

Die Anforderungen für den Schallschutz gegen Außenlärm werden für das Wohnzimmer beim Einsatz des Lüftungsgerätes ohne Schalldämmrohr eingehalten. Der Einsatz eines Schalldämmrohres verbessert das resultierende Schalldämm-Maß unwesentlich, da die Querschnittsfläche des Lüftungselementes gering ist und die Fenster das resultierende Schalldämm-Maß im Wesentlichen bestimmen.

1.1.2 Josefstraße 81-83, Marl

Lüftungskonzept

Es gelten dieselben Grundlagen, die unter 1.1.1 für die Pilotprojekte der Dr. Klausener-Straße in Marl beschrieben wurden.

Es werden zwei Wohnungen unterschiedlich ausgestattet:

Josefstraße 81, Wohnung 48

- Siegenia Aerovital Ambience für das Schlafzimmer als Zu- und Abluftgerät

Josefstraße 83, Wohnung 50

- Siegenia Aerovital Ambience für das Wohnzimmer als Zu- und Abluftgerät

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Die Pegelwerte des Lüftungsgerätes werden bereits in Abschnitt 1.1.1 benannt und umgerechnet. Bei diesem Pilotprojekt wurden die Daten messtechnisch nicht überprüft.

Schallschutz zwischen Räumen

Bei den hier zum Einsatz kommenden Einzelraum-Lüftungsgeräten wird kein Türunterschnitt für die Luftführung zwischen einzelnen Räumen erforderlich. Somit wird der Schallschutz zwischen den Räumen nicht beeinträchtigt.

1.1.2.1 Siegenia, Josefstraße 81, Wohnung 48

Die Untersuchung zum Schallschutz gegen Außenlärm wird für das mit Lüftungsgerät ausgestattete Schlafzimmer durchgeführt.

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 13,730 m²
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 8,475 m²
Fensterfläche:	S_F	= 2,200 m²
Außenwandfläche:	S_W	= 6,275 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07):

erf. $R'_{w,res}$ = 35-1,1 = 33,9 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

Resultierendes Schalldämm-Maß ohne Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg [(6{,}255 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 2{,}20 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*26})/8{,}475]$
$R'_{w,res}$ = 35,7 dB

Resultierendes Schalldämm-Maß mit Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg [(6{,}255 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 2{,}20 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*31})/8{,}475]$
$R'_{w,res}$ = 35,8 dB

Die Anforderungen für den Schallschutz gegen Außenlärm werden für das Schlafzimmer beim Einsatz des Lüftungsgerätes ohne Schalldämmrohr eingehalten. Der Einsatz eines Schalldämmrohres verbessert das resultierende Schalldämm-Maß unwesentlich, da die Querschnittsfläche des Lüftungselementes gering ist und die Fenster das resultierende Schalldämm-Maß im Wesentlichen bestimmen.

1.1.2.2 Siegenia, Josefstraße 83, Marl, Wohnung 50

Die Untersuchung zum Schallschutz gegen Außenlärm wird für das mit Lüftungsgerät ausgestattete Wohnzimmer durchgeführt.

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 21,90 m²
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 15,00 m²
Fensterfläche:	S_F	= 3,36 m²
Außenwandfläche:	S_W	= 11,62 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07):

erf. $R'_{w,res}$ = 35-0,67 = 34,33 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

Resultierendes Schalldämm-Maß ohne Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot lg\,[(11{,}62 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 3{,}36 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*26})/15{,}00]$
$R'_{w,res}$ = 36,4 dB

Resultierendes Schalldämm-Maß mit Schalldämmrohr:

$R'_{w,res} = -10 \cdot lg\,[(11{,}62 \cdot 10^{-0{,}1*60} + 3{,}36 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}02 \cdot 10^{-0{,}1*31})/15{,}00]$
$R'_{w,res}$ = 36,5 dB

Die Anforderungen für den Schallschutz gegen Außenlärm werden für das Wohnzimmer beim Einsatz des Lüftungsgerätes ohne Schalldämmrohr eingehalten. Der Einsatz eines Schalldämmrohres verbessert das resultierende Schalldämm-Maß unwesentlich, da die Querschnittsfläche des Lüftungselementes gering ist und die Fenster das resultierende Schalldämm-Maß im Wesentlichen bestimmen.

1.1.3 Friedrich-Geselschap-Straße 4, Wesel

Lüftungskonzept

Die in jedem Raum eingesetzten Push-Pull-Geräte arbeiten paarweise miteinander. Ein Gerät befördert die frische Außenluft nach innen, das andere Gerät befördert die verbrauchte Luft nach außen. Alle 70 Sekunden ändert sich die Förderrichtung der Lüftungsgeräte, so entsteht eine Querlüftung zwischen den Lüftungsgerätepaaren. In den Ablufträumen (Bad und Küche) befindet sich ein dezentrales Abluftgerät VES 80, welches über eine Präsenzerfassung aktiviert wird.

Anlage

Aereco LAD EASY in Kombination mit Aereco VES 80

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Gemäß Datenblatt des LAD EASY entstehen je nach Volumenstrom folgende maximale Schalldruckpegel [19][20]:

		bezogen auf A = 10 m² [20]	
Stufe 1	Q = 10 m³/h	$L_{AFmax,n} \approx 20$ dB	VDI 4100 SSt III erfüllt
Stufe 2	Q = 20 m³/h	$L_{AFmax,n} \approx 24$ dB	VDI 4100 SSt III erfüllt
Stufe 3	Q = 30 m³/h	$L_{AFmax,n} \approx 39$ dB	DIN 4109 überschritten
Stufe 4	Q = 40 m³/h	$L_{AFmax,n} \approx 43$ dB	DIN 4109 überschritten

Die o.a. Pegelwerte wurden messtechnisch nicht überprüft.

Für die Volumenstromstufen 1 und 2 werden die Anforderung an den Mindestschallschutz gemäß DIN 4109 eingehalten. Die Empfehlung für den erhöhten Schallschutz gemäß VDI 4100 SSt III wird für Stufe 1 und 2 eingehalten. Ab Lüfterstufe 3 wird die Anforderung der DIN 4109 nicht mehr erfüllt. Die damit verbundenen Geräusche führen in der Regel zu nennenswerten Störungen.

Daher wird empfohlen, die Geräte, zumindest im Schlafraum, feuchte- und zeitgeführt zu steuern. Die Geräte sollten in der Nachtzeit mit geringer Stufe betrieben ggfls. auch abgeschaltet werden. Am Ende der Nacht sollte mit hoher Stufe die in der Nacht entstandene Luftfeuchte schnell abgeführt (wie Stoßlüftung) und danach auf der Grundstufe der Mindestluftwechsel über den Tag sichergestellt werden.

Schallschutz zwischen Räumen

Für eine gleichmäßige Durchströmung der gesamten Wohneinheit sind Nachströmöffnungen erforderlich. Diese werden bei diesem Pilotprojekt in Form von Türunterschnitten, 15 mm hoch, ausgeführt.

Obwohl zwischen allen Aufenthaltsräumen der Flur „zwischengeschaltet“ ist und es keine direkte Verbindung zwischen den Aufenthaltsräumen untereinander gibt, wird der Schallschutz zwischen den Räumen zwar gemindert, aufgrund der ohnehin geringen Schalldämmung der Türen dürfte die Minderung nur geringfügig sein.

Schallschutz gegen Außenlärm

Lärmpegelbereich und Grundanforderung an den Schallschutz

Der Lärmpegelbereich konnte nicht ermittelt werden, da Angaben zur Verkehrsbelastung fehlen. Abgeschätzt wird aufgrund des Straßentyps (Wohnstraße) und der Lage der Gebäude und der Angabe des Bauvereins Wesel der

■ Lärmpegelbereich III

Somit ist einzuhalten ein Grundwert für das resultierende Schalldämm-Maß von

■ $R'_{w,res,0} = 35$ dB

Abbildung 3: Luftbild Friedrich-Geselschap-Straße 4, Wesel aus google.maps

Lüftungsgerät

Der Prüfstandswert für die Norm-Schallpegeldifferenz des Lüftungsgerätes beträgt $D_{n,e,w}$ = 43 dB. Die offene Querschnittsfläche beträgt A_{ADL} = 0,025 m² (Durchmesser 180 mm).

Die Schalldämmung des Lüftungsgerätes berechnet sich gemäß Gleichung (05):

$R_{w,ADL} = 43 - 10 \cdot \lg (10/0{,}025) - 2 = 17$ dB

Außenwand

Die Außenwand besteht aus einem 24 cm starken Hochlochziegelmauerwerk (Rohdichte nicht bekannt), 2 cm Luftschicht und 11,5 cm Klinker.

Putz innen, 10 mm (Annahme) (gem. [S03], Tab. 4 Zeile 1),	m' = 10,0 kg/m²
HLZ 240 mm, Mauerwerksrohdichte 1400 kg/m³ (Annahme),	m' = 336,0 kg/m²
Klinker 115 mm, Mauerwerksrohdichte 1720 kg/m³ (Annahme),	m' = 197,8 kg/m²
Gesamte flächenbezogenen Masse	m' = 533,8 kg/m²
Bewertetes Schalldämm-Maß (angelehnt an [S03], Tab. 1 Zeile 23)	$R'_{w,R}$ = 56 dB

Fenster

Die Schalldämmung der Fenster ist nicht bekannt.
Angenommen wird ein Schalldämm-Maß der Fenster von $R_{w,R}$ = 30 dB (üblich für Zweischeiben-verglasung ohne Schallschutzanforderung).

1.1.3.1 Aereco, Friedrich-Geselschap-Straße 4, Wesel – Schlafzimmer

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 15,000 m²
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 9,375 m²
Fensterfläche:	S_F	= 3,600 m²
Außenwandfläche:	S_W	= 5,775 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07):

erf. $R'_{w,res}$ = 35-1,1 = 33,9 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg [(5{,}775 \cdot 10^{-0,1*56} + 3{,}60 \cdot 10^{-0,1*30} + 0{,}025 \cdot 10^{-0,1*17})/9{,}375]$
$R'_{w,res}$ = 33,6 dB

1.1.3.2 Aereco, Friedrich-Geselschap-Straße 4, Wesel - Wohnzimmer

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 20,57 m²
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 22,85 m² (Eckraum)
Fensterfläche:	S_F	= 3,90 m²
Außenwandfläche:	S_W	= 18,95 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07):

erf. $R'_{w,res}$ = 35+1,4 = 36,4 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

$R'_{w,res} = -10 \cdot \lg [(18{,}95 \cdot 10^{-0,1*56} + 3{,}90 \cdot 10^{-0,1*30} + 0{,}025 \cdot 10^{-0,1*17})/22{,}85]$
$R'_{w,res}$ = 37,1 dB

1.1.3.3 Aereco, Friedrich-Geselschap-Straße 4, Wesel - Kinderzimmer 1

Flächen

Grundfläche: S_G = 10,11 m²
Fassadenfläche: S_{ges} = 16,33 m² (Eckraum)
Fensterfläche: S_F = 1,80 m²
Außenwandfläche: S_W = 14,53 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07)

erf. $R'_{w,res}$ = 35+3,05 = 38,05 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

$R'_{w,res} = -10 \cdot lg\ [(14{,}53 \cdot 10^{-0{,}1*56} + 1{,}80 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}025 \cdot 10^{-0{,}1*17})/16{,}33]$
$R'_{w,res}$ = 38,5 dB

1.1.3.4 Aereco, Friedrich-Geselschap-Straße 4, Wesel - Kinderzimmer 2

Flächen

Grundfläche: S_G = 11,30 m²
Fassadenfläche: S_{ges} = 8,05 m²
Fensterfläche: S_F = 1,80 m²
Außenwandfläche: S_W = 6,25 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07)

erf. $R'_{w,res}$ = 35-0,5 = 34,5 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

$R'_{w,res} = -10 \cdot lg\ [(6{,}25 \cdot 10^{-0{,}1*56} + 1{,}80 \cdot 10^{-0{,}1*30} + 0{,}025 \cdot 10^{-0{,}1*17})/8{,}05]$
$R'_{w,res}$ = 35,4 dB

1.1.3.5 Zusammenfassende Beurteilung

Die Anforderungen an den Schallschutz gegen Außenlärm werden für alle oben aufgeführten Aufenthaltsräume trotz Einsatz des Außenluftdurchlasses eingehalten.

1.2 Lüftung dezentral wohnungsweise

1.2.0 Grundsätzliche Problemstellungen und Lösungsansätze

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Problem:

Die Aggregate und Elemente der Lüftungsanlage verursachen Körperschallemissionen, die zu Luftschallimmissionen in den Aufenthaltsräumen führen können. Die in die körperschallleitenden Bauteile induzierten Körperschallpegel sind abhängig von der flächenbezogenen Masse der Bauteile und der Art der Befestigung der Aggregate an diesen Bauteilen. Ein besonderes Problem stellt deshalb die Befestigung an leichte Massivwände und an Trockenbauwände dar.
Die Körperschallweiterleitung in die Umfassungsbauteile der betroffenen Aufenthaltsräume wird nahezu ausschließlich durch die Körperschalldämmung an Stoßstellen, die durch in die körperschallleitenden Bauteile einbindende Bauteile gebildet werden, sowie durch Trennfugen behindert.

Grenzen die als Aggregateraum genutzten Abstellräume unmittelbar an Aufenthaltsräume und bestehen die Trennwände zwischen den Abstellräumen und den Aufenthaltsräumen aus leichten Massivwänden, ergeben sich dadurch besondere Anforderungen an die Befestigung des Aggregats.

Empfehlungen:

Um die Körperschallübertragung ausreichend zu vermindern, ist es generell sinnvoll, einen weiteren, schallunempfindlichen Raum zwischen dem Aufstellraum des Gerätes und dem gestörten Aufenthaltsraum zu positionieren.

Ist dies nicht möglich, sollten die Aggregate möglichst nicht an der Trennwand zwischen Aggregateraum und Aufenthaltsraum befestigt werden, insbesondere dann nicht, wenn es sich um eine leichte Massivwand handelt. Der Körperschallpegel in der Wand sinkt um 6 dB je Verdopplung der flächenbezogenen Masse.

Aus diesem Grund sollte auch eine Befestigung an der die Trennwand flankierenden Wand nur erwogen werden, wenn diese mindestens eine flächenbezogene Masse von $m' \geq 450$ kg/m^2 aufweist. Gleiches gilt für die Abhängung des Aggregats an der flankierenden Decke. Wird das Aggregat auf dem flankierenden Boden aufgestellt, wird durch den schwimmenden Estrich in der Regel eine ausreichende Körperschalldämmung erzeugt.

Für eine Befestigung der Aggregate am besten geeignet ist die der Trennwand gegenüberliegende Wand. Hier kann auch eine leichte massive Wand aus schalltechnischer Sicht ausreichen, weil die zweifache Stoßstellendämmung auf dem Übertragungsweg die geringe Flächenmasse der Tragwand wettmacht.

Grundsätzlich sollten eine entkoppelte Aufstellung/Aufhängung des Gerätes und entkoppelte Verbindungen und Durchführungen aller Bauteile erfolgen. Die in das Projekt involvierten Hersteller geben zur Wirkung der von ihnen verwendeten Maßnahmen zur körperschallentkoppelten Aufhängung der Aggregate keine Daten an.

In kritischen Fällen sind die schallabstrahlenden Bauteilflächen mit Vorsatzschalen bzw. Unterdecken zu bekleiden.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Problem:

Die Aggregate und Elemente der Lüftungsanlage verursachen Luftschallemissionen, die teils über die die Aggregate umgebenden Bauteile, teils über das Leitungssystem, teils als Strömungsgeräusche unmittelbar in die Aufenthaltsräume übertragen werden. Entscheidende Kenngröße ist dabei der Schallleistungspegel L_W oder L_{WA} des jeweiligen Anlagenteils. Aus diesem Schallleistungspegel ergibt sich der Schalldruckpegel L_p oder L_{pA} im Raum, welcher von der Anordnung der Schallquelle im Raum, dem Raumvolumen und der Nachhallzeit des Raumes abhängig ist (siehe Gleichung (01)).

Empfehlungen:

Eine absorbierende Bekleidung im Inneren des Aggregateraumes reduziert den dort auftretenden Luftschallpegel. Die Anforderungen an die Schalldämm- und Schalldämpfungsmaßnahmen werden dadurch reduziert.
Des Weiteren ist je nach Erfordernis die Schalldämmung der Umfassungsbauteile des Aggregateraums ausreichend zu dimensionieren. Dies betrifft in erster Linie die Schalldämmung der Tür.
Es ist eine ausreichende Schalldämmung der Kanalwandungen zu realisieren.
Schalldämpfer im System müssen je nach abgegebener Schallleistung des Lüftungsgerätes dimensioniert werden. Es wird im empfohlen, Schalldämpfer in der Zu- und Abluft vorzusehen.
Daneben sind in den Rohrleitungen verursachte Strömungsgeräusche zu beachten (→ Abschnitt 1.1.0)

Schallschutz zwischen Räumen – Push Pull Geräte (Raumverbund + Türunterschnitte)

Problem:

Durch Durchbrüche in den Innenwänden einer Wohnung, die für die Führung von Lüftungsleitungen erforderlich sind, wird deren Schalldämmung geschwächt.

Außerdem kann es zwischen zwei Räumen einer Wohnung zur Schallübertragung über die Zuluftleitungen (Telefonieschall) kommen, wenn sich diese in einer Verteilerebene befinden.

Da bei diesem System jeder Raum mit einem separaten Lüftungsgerät ausgestattet wird und Nachströmöffnungen in Wänden oder Türunterschnitte als Nachströmöffnungen für eine gleichmäßige Durchströmung der gesamten Wohneinheit erforderlich sind, wird der Schallschutz zwischen den Räumen möglicherweise merklich gemindert. Eine direkte Verbindung zwischen einzelnen Räumen ohne einen zwischengeschalteten Flur stellt wegen der erforderlichen Nachströmöffnungen ein nennenswertes Problem in Bezug auf den Schallschutz zwischen den Räumen dar.

Oftmals sind in diesem Zusammenhang allerdings neben dem erforderlichen Türunterschnitt die leichten Türen, welche durchweg als Zimmertüren in den Wohnungen der Wohnungsbaugesellschaften eingebaut sind, das eigentliche Problem in Bezug auf den Schallschutz zwischen Räumen.

Die Empfehlungen für den Schallschutz innerhalb einer Wohneinheit nach DIN 4109 für Wände (ohne Türen) zwischen lauten und leisen Räumen unterschiedlicher Nutzung gliedern sich wie folgt:

erf. R'_w = 40 dB für den normalen Schallschutz [S04]
erf. $R'_w \geq$ 47 dB für den erhöhten Schallschutz [S04]

In den vorliegenden Gebäuden dürfte ein „normaler“ Schallschutz der Zimmer- und Flurtrennwände der Regelfall sein. Daher wird im Folgenden nur dieser Regelfall „normaler Schallschutz“ weiter untersucht. Bei Einbau einer Tür verringert sich der Schallschutz auf ein resultierendes Schalldämm-Maß, das im Wesentlichen von der schalltechnischen Qualität der Tür bestimmt wird. Dieses mit Tür und einer „normalen“ Bodenfuge von 5mm erreichbare resultierende Schalldämm-Maß soll sodann als Bewertungsmaßstab für die Schalldämmung benutzt werden, die mit der Tür und zusätzlicher Lüftungsöffnung erreicht wird. Exemplarisch wird hierzu eine Trennwandfläche von 7,4 m^2 mit einer Tür mit einer Breite von 0,885 m und einer Höhe von 2,01 m angenommen. Es werden Schalldämm-Maße von Zimmertüren eingesetzt, die üblicherweise in Wohnungen dieses Typs (Holzwerkstofftüren, Wabenkerntüren, Türen mit Glasausschnitt u.ä.) angetroffen werden.

$R'_{w,Wand}$ [dB]	$R_{w,Tür}$ [dB]	$R_{w,5mm}$ [dB]	erf. $R'_{w,Wand+Tür}$ [dB]
40	15	20	**20,5**
40	20	20	**22,8**
40	25	20	**24,9**

Tabelle 2: Abgeleitete Empfehlung $R'_{w,res}$ für Wand +Tür + Bodenfuge 5 mm für den normalen Schallschutz

Nachfolgende Tabellen zeigen die resultierenden Schalldämm-Maße in Abhängigkeit unterschiedlicher Türqualitäten mit und ohne Türunterschnitt oder Überströmöffnung in der Wand.

$R'_{w,Wand}$ [dB]	$R_{w,Tür}$ [dB]	$R_{w,20\ mm}$ [dB]	$R'_{w,res}$ [dB]	erf. $R'_{w,Wand+Tür}$ [dB]	
40	15	10	17,6	**20,5**	Anf. nicht erfüllt
40	20	10	16,8	**22,8**	Anf. nicht erfüllt
40	25	10	16,8	**24,9**	Anf. nicht erfüllt

Tabelle 3: Resultierende Schalldämm-Maße mit Bodenfuge 20 mm

$R'_{w,Wand}$ [dB]	$R_{w,Tür}$ [dB]	$R_{w,ÜSÖ}$ [dB]	$R'_{w,res}$ [dB]	erf. $R'_{w,Wand+Tür}$ [dB]	
40	15	24	20,5	**20,5**	Anf. erfüllt
40	20	33	22,8	**22,8**	Anf. erfüllt
40	25	33	24,9	**24,9**	Anf. erfüllt

Tabelle 4: Resultierende Schalldämm-Maße mit erforderlicher Überströmöffnung

Dies zeigt, dass besonders bei „leidlich gut“ dämmenden Türen der Schallschutz selbst bei der Anordnung von geringen Bodenfugen ohne Einsatz einer Bodenfugendichtung merklich beeinträchtigt wird.

Eine überströmfähige Bodenfugendichtung oder eine Überströmöffnung in der Wand muss in diesem Fall je nach Türqualität folgende Schalldämm-Maße aufweisen, um die Empfehlungen für einen „normalen“ Schallschutz zu erfüllen:

$R_{w,Tür}$ 15 dB erf. $R_{w,ÜSÖ} \geq 24$ dB

$R_{w,Tür}$ 20 dB erf. $R_{w,ÜSÖ} \geq 33$ dB

$R_{w,Tür}$ 25 dB erf. $R_{w,ÜSÖ} \geq 33$ dB

Empfehlungen:

Schalldämpfende Türschwellendichtungen oder schalldämpfende Überströmöffnungen sollten zum Einsatz kommen, wenn störende und gestörte Räume unmittelbar durch Türen miteinander verbunden sind. Zu beachten ist, dass unterhalb einer Schalldämmung der Tür von 20 dB der Schallschutz zwischen den Räumen auch durch nicht bedämpfte Türschwellen nicht nennenswert beeinträchtigt wird. Je schlechter die Schalldämmung der Tür ist, desto weniger bemerkbar macht sich der Türunterschnitt.

Für die Durchführung der Außenluft- und Fortluft-Leitungen sind eine dichte Fugenausbildung der Durchdringungsstellen und eine ausreichende Schalldämmung der Kanalwandungen zu realisieren. Eine Leitungsführung über mehrere Aufenthaltsräume hinweg sollte vermieden werden.

Zur Vermeidung von Telefonieschall empfehlen einige Hersteller, die Leitungslängen zwischen dem Verteiler/T-Stück und dem Wandauslass im Raum mindestens mit einer Länge von 6 m auszuführen. Bei kürzeren Leitungslängen sollten Schalldämpfer eingesetzt werden.

1.2.1 Emil-Nohl-Straße 13/15, Remscheid, rechte Wohneinheiten

Die rechten Wohneinheiten der Häuser Emil-Nohl-Straße 13/15 werden nur theoretisch betrachtet, denn es erfolgte kein Einbau der Lüftungsgeräte in diese Wohneinheiten. Ursprünglich war vorgesehen, die Wohneinheiten alternativ mit Aggregaten der Firmen Viessmann, Poloplast und Aereco auszustatten.

Lüftungskonzept

Bei den vorliegenden Lüftungskonzepten wird die zentrale Einheit des Lüftungsgerätes im Abstellraum der Wohnungen positioniert. Die Zu- und -abluftleitungen werden vom Abstellraum aus durch den Aufenthaltsraum zu den Außenwanddurchlässen geführt. Die Zu- und Abluftverteilung erfolgt über den Flurbereich. Die Zuluft für das Wohnzimmer, den Essbereich, das Schlafzimmer und die beiden Zimmer/Kinderzimmer wird über getrennte Rohrleitungen in die Wandauslässe der Räume geführt. Die Abluft wird über Türunterschnitte in die Ablufträume (Bad, WC, Küche und Abstellraum) und von dort über Wandventile in die Abluftleitungen geführt.

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Das zentrale Gerät wird wandhängend im Abstellraum an der Wohnungstrennwand befestigt. Wie zuvor beschrieben, sollte eine Befestigung an der die Trennwand flankierenden Wand nur erwogen werden, wenn diese mindestens eine flächenbezogene Masse von $m' \geq 450$ kg/m^2 aufweist. Die Wohnungstrennwand besteht aus einer 24 cm starken Kalksandsteinwand. Daten zur Rohdichte liegen nicht vor. Um eine flächenbezogene Masse $m' \geq 450$ kg/m^2 zu erzielen, müsste die Wand eine Rohdichte ≥ 1875 kg/m^3 aufweisen. Der Schallschutz zwischen den Wohnungen kann, falls die Rohdichte nicht erreicht wird, negativ beeinflusst werden. Angrenzend an den Abstellraum befindet sich hier in der Nachbarwohnung direkt der Wohnraum.

Im vorliegenden Fall ist es aufgrund des Bestandsgrundrisses nicht möglich, die Körperschallübertragung durch einen weiteren, schallunempfindlichen Raum zwischen dem Aufstellraum des Gerätes und dem gestörten Aufenthaltsraum zu positionieren.

Bei einer entkoppelten Befestigung des Gerätes an der Wohnungstrennwand ergibt sich kein nennenswertes Problem bezüglich des Schallschutzes. Eine Befestigung an der massiven Wand zum Treppenhaus ist jedoch zu bevorzugen, da hier die zweifache Stoßstellendämmung wirkt. Die Entkopplung zur Übertragung von Körperschall ergibt sich aus den Eigenschaften des Luftverteilsystems. Sowohl die Sammelleitungen, wie auch die Verteilleitungen bilden keinen direkten Formschluss und sind flexibel. Bei Wanddurchführungen werden die verbleibenden Fugen um die Rohrleitungen herum i.d.R. ausgeschäumt, so dass hier eine Entkopplung gegeben ist.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Die Flankenübertragung wird als geringfügig eingestuft. Ein schwimmender Estrich, massive Decken und Außenwände wirken sich positiv aus.

Schallschutz zwischen Räumen

Die Schalldämpfer sind bereits im Lüftungsgerät integriert. Zur Vermeidung von Telefonieschall werden vom zentralen Gerät aus separate Zuluftleitungen in die Räume geführt.
Die Frischluft- und Abluftführung erfolgt über ein Kombigitter in der Außenfassade, so dass die beiden Leitungen in einem geraden Strang in einer Abkofferung direkt vom Abstellraum zur Außenfassade geführt werden können. Aus Schallschutzgründen ist keine Abkofferung notwendig.

1.2.1.1 Viessmann, rechte Wohneinheit EG-1.OG - keine Ausführung

Ergänzend zu Abschnitt 1.2.1 werden hier nur noch anlagentypische Daten aufgeführt.

Anlage

Viessmann Vitovent 200-C

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Gemäß Angabe Fa. Viessmann besitzt das zentrale Gerät ein Eigengewicht von 18 kg und eignet sich daher auch sehr gut zur Installation an leichten Wänden [10]. Eine Befestigung an der Tragkonstruktion wird empfohlen. Seitens Viessmann wird empfohlen, an allen sechs Befestigungspunkten Schwingungsdämpfer anzubringen, wenn höhere Schallschutzanforderungen realisiert werden sollen.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Folgende Volumenströme werden als Nennlüftung gemäß DIN 1946-6 für die jeweiligen Wandauslässe geplant:

Wohn- und Esszimmer	Zuluft:	Q = 41 m^3/h
Schlafraum	Zuluft:	Q = 41 m^3/h
Zimmer/Kinderzimmer	Zuluft:	Q = 23 m^3/h
Abstellraum	Abluft:	Q = 23 m^3/h
Bad	Abluft:	Q = 41 m^3/h
Küche	Abluft:	Q = 41 m^3/h

Mit dem Gerät kann ein maximaler Volumenstrom von 200 m^3/h realisiert werden.

Als Alternative zur Ausführung im EG mit einem Wandauslass werden im 1.OG zwei Wandauslässe für das Wohn- und Esszimmer umgesetzt.

Das zentrale Gerät ist mit Dämmmaterial eingepackt, so dass der Schallleistungspegel des Geräts auf L_{WA} = 50 dB (bei 140 m^3/h) gemindert wird. Aus Erfahrungswerten der Fa. Viessmann ist mit einer Veränderung des Schallleistungspegels von ≥ 3 dB je 50 Pa Druckverlustveränderung zu rechnen [11].

Die Luftverteilung erfolgt über einen Flachkanal mit den Abmessungen von 160 x 50 mm. Die Verteiler sind ebenfalls werkseitig mit einer integrierten Schalldämpfung ausgestattet. Die Pegelminderung ist vor allem bei den hohen Frequenzen (1000-2000 Hz) sehr effektiv. Bei den tiefen Frequenzen hingegen erfolgt kaum eine Pegelminderung.

Gemäß Planungsanleitung [12] ergeben sich für das Gerät Vitovent 200-C im Aufstellraum folgende Schallleistungspegel:

Vitovent 200-C (Fortsetzung)

Luftvolumenstrom in m³/h	Druckverlust Leitungssystem in Pa	Schall-Leistungspegel in dB bei Oktav-Mittenfrequenz in Hz							Total in dB(A) bis
		125	250	500	1000	2000	4000	8000	
140	50	31	52	49	44	42	34	26	47,0
200	100	31	58	57	51	43	30	27	54,0

Tabelle 5: Schallleistungspegel Vitovent 200-C im Aufstellraum[12]

An den Anschluss-Stutzen ergeben sich folgende Schallleistungspegel:

	Luftvolumenstrom in m³/h	Druckverlust Leitungssystem in Pa	Schall-Leistungspegel in dB bei Oktav-Mittenfrequenz in Hz							Total in dB(A) bis
			125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Abluftstutzen	140	50	62	56	46	38	28	25	17	47,0
	200	100	68	63	53	44	37	33	24	57,0
Fortluftstutzen	140	50	68	61	57	54	47	46	39	60,0
	200	100	75	70	65	61	57	56	51	60,0
Außenluftstutzen	140	50	50	55	44	39	27	24	15	52,0
	200	100	72	63	51	45	36	32	19	59,0
Zuluftstutzen	140	50	73	62	60	57	51	50	44	63,0
	200	100	70	72	67	63	60	60	54	70,0

Tabelle 6: Schallleistungspegel Vitovent 200-C an den Anschlussstutzen [12]

Als Näherung für die Angabe von Schallleistungspegeln bei anderen Luftvolumenströmen und / oder Druckverlusten können gemäß Planungsanleitung der Firma Viessmann [12] folgende überschlägige Pegelminderungen verwendet werden:

- Je Reduzierung des Luftvolumenstroms von 10 m³/h verringert sich der Schallleistungspegel um 0,6 dB
- Je Reduzierung des Druckverlusts im Leitungssystem um 10 Pa verringert sich der Schallleistungspegel um ca. 1,4 dB

Jedoch beziehen sich hier die angegebenen Schallleistungspegel L_{WA} auf die Stutzen direkt am Gerät. Zum Raumzuluft- oder Raumabluftventil findet eine Pegelminderung in der Rohrleitung statt. Da keine weiteren Angaben zur Verfügung gestellt wurden, ist es nicht möglich, die tatsächlichen Schalldruckpegel zu berechnen.

Die o.a. Pegelwerte wurden messtechnisch nicht überprüft.

1.2.1.2 Poloplast, rechte Wohneinheit 2.OG - keine Ausführung

Ergänzend zu Abschnitt 1.2.1 werden hier nur noch anlagentypische Daten aufgeführt.

Anlage

Poloplast Polo-Air 250R

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Es wird eine Befestigung mittels Befestigungsschellen mit Gummieinlage ausgeführt, um die Körperschallübertragung zu reduzieren.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Folgende Volumenströme werden als Nennlüftung gemäß DIN 1946-6 für die jeweiligen Wandauslässe geplant:

Wohnzimmer	Zuluft:	Q = 40 m^3/h
Esszimmer	Zuluft:	Q = 17 m^3/h
Schlafraum	Zuluft:	Q = 41 m^3/h
Zimmer/Kinderzimmer	Zuluft:	Q = 17 m^3/h
Abstellraum	Abluft:	Q = 25 m^3/h
Bad	Abluft:	Q = 45 m^3/h
Küche	Abluft:	Q = 45 m^3/h

Die entsprechenden A-bewerteten Schallleistungspegel für die Stutzen Außen-, Fort-, Zu- und Abluft sowie der Gehäuseabstrahlung, können direkt aus dem Leistungsdiagramm der Geräte entnommen werden. Da es sich um die Schallleistungspegel der Ventile handelt, fallen diese deutlich geringer aus. Es gelten die schwarzen Kennlinien als Basiswert abzüglich der Korrekturwerte. Der Schnittpunkt des Volumenstromes und des externen Druckverlustes ergibt den Arbeitspunkt im Diagramm. Der Volumenstrom wurde für das Lüftungskonzept mit 115 m^3/h ermittelt. Die Summe der Einzelwiderstände aus Luftleitungen, Luftauslässen und Einbaukomponenten wurde von Fa. Poloplast auf 25 Pa geschätzt. Somit liegt der Schnittpunkt zwischen der SFP 0,5 und SFP 0,75 Linie bei ca. 41 dB(A).

Eine Angabe der Schalleistungen der Ventilatoren ist nach Aussage der Fa. Poloplast nicht relevant, da bereits der Wert vor/ hinter den Ventilatoren direkt am Gehäuse angegeben wird.

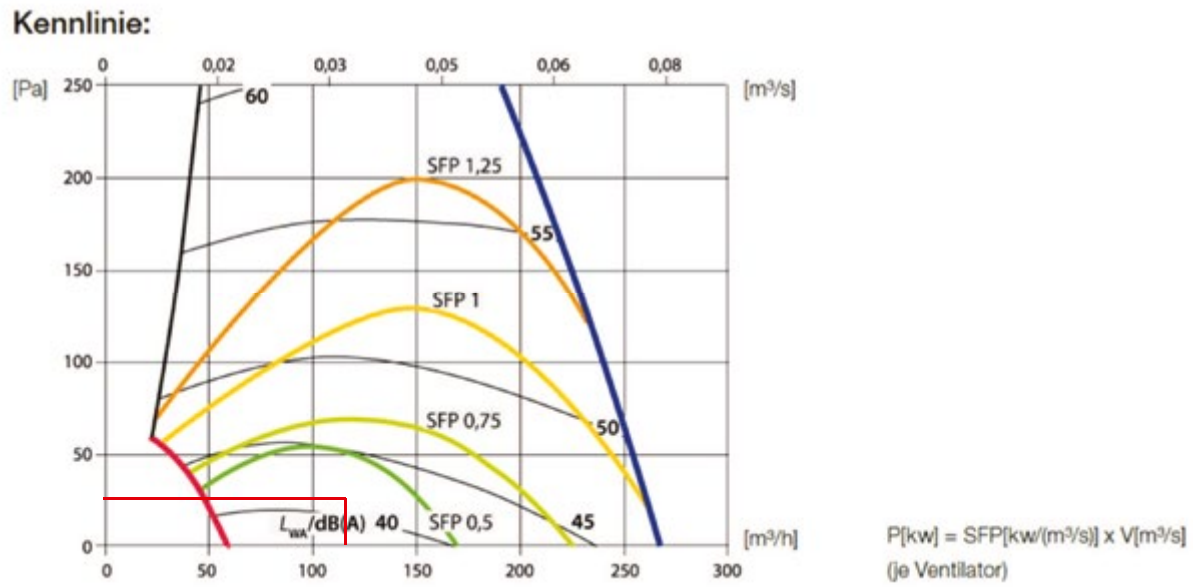


Abbildung 4: Leistungsdiagramm Geräte Fa. Poloplast [13]

Schalldaten: Korrekturfaktoren für Wert der Schallleistung L_{WA} aus Kennlinie

Oktavband	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Sum dB(A)
Außenluft	-9	-7	-6	-6	-10	-15	-19	-23	-4,8
Zuluft	-7	-2	-1	-1	-5	-11	-14	-18	-0,1
Abluft	-9	-7	-6	-6	-10	-15	-19	-23	-4,8
Fortluft	-7	-2	-1	-1	-5	-10	-14	-17	0
Abstrahlung (3 m Entfernung)	-20	-16	-17	-23	-27	-33	-39	-43	-20,4

Tabelle 7: Korrekturfaktoren für Schallleistungspegel Fa. Poloplast [13]

Technische Daten Zuluftventil Metall/Kunststoff:

Schallleistungspegel Lwa	Volumenstrom (m³/h)			Druckverlust (Pa)		
	DN 75	DN 100	DN 125	DN 75	DN 100	DN 125
< 25	22	32	49	11	8	8
< 30	29	39	54	28	19	11
< 35	34	47	62	39	33	18

Tabelle 8: Schalleistungspegel Zuluftventile Fa. Poloplast [14]

Technische Daten Abluftventil:

Schallleistungspegel Lwa	Volumenstrom (m³/h)			Druckverlust (Pa)		
	DN 75	DN 100	DN 125	DN 75	DN 100	DN 125
< 25	24	36	48	11	9	10
< 30	32	48	59	25	17	19
< 35	43	62	68	45	29	32

Tabelle 9: Schallleistungspegel Abluftventile Fa. Poloplast [14]

Schallleistungspegel Außenluft	= 41 dB(A) -	4,8 dB(A)	= 36,2 dB(A)
Schallleistungspegel Zuluft	= 41 dB(A) -	0,1 dB(A)	= 39,9 dB(A)
Schallleistungspegel Abluft	= 41 dB(A) -	4,8 dB(A)	= 36,2 dB(A)
Schallleistungspegel Fortluft	= 41 dB(A) -	0 dB(A)	= 41,0 dB(A)

Es werden Zuluftventile DN 75 und Abluftventile DN 125 eingesetzt. Aus dem Datenblatt (Komfortraumlüftung, Technisches Handbuch Polo-KWL) können die Schalleistungspegel L_{WA} aus den Datenblättern abgelesen werden.

Bei den durch das Lüftungskonzept vorgesehenen Volumenströmen ist in den Räumen gemäß Planung Fa. Poloplast mit folgenden Schalldruckpegeln L_{pA} zu rechnen.

		Schallleistungspegel	Schalldruckpegel nach Umrechnung	
Zuluft	Q = 17 m³/h	L_{WA} < 25 dB	L_{pA} < 21 dB	VDI 4100 SSt III erf.
Zuluft	Q = 40/41 m³/h	L_{WA} 2 x < 25 dB = 28 dB	L_{pA} < 24 dB	VDI 4100 SSt III erf.
Abluft	Q = 25 m³/h	L_{WA} < 25 dB	L_{pA} < 21 dB	VDI 4100 SSt III erf.
Abluft	Q = 45 m³/h	L_{WA} < 25 dB	L_{pA} < 21 dB	VDI 4100 SSt III erf.

Die o.a. Pegelwerte wurden messtechnisch nicht überprüft.

Für alle Volumenströme wird die Anforderung an den Mindestschallschutz gemäß DIN 4109 eingehalten. Die Empfehlung für den erhöhten Schallschutz gemäß VDI 4100, SSt III wird ebenfalls für alle Stufen eingehalten.

1.2.2 Emil-Nohl-Straße 13/15, Remscheid, rechte Wohneinheiten

Die linken Wohneinheiten der Häuser Emil-Nohl-Straße 13/15 werden ebenfalls nur theoretisch betrachtet, es erfolgte kein Einbau der Lüftungsgeräte in diesen Wohneinheiten. Ursprünglich war vorgesehen, die Wohneinheiten alternativ mit Aggregaten der Firmen Zehnder, Pluggit und Dimplex auszustatten. Lediglich Fa. Dimplex hat die EG-Wohnung mit einer Lüftungsanlage ausgestattet.

<u>Lüftungskonzept</u>

Bei den vorliegenden Lüftungskonzepten wird die zentrale Einheit des Lüftungsgerätes im Abstellraum der Wohnungen positioniert. Die Zu- und -abluftleitungen werden vom Abstellraum aus durch den Aufenthaltsraum zu den Außenwanddurchlässen geführt. Die Zu- und Abluftverteilung erfolgt über den Flurbereich. Die Zuluft für das Wohnzimmer, den Essbereich, das Schlafzimmer und die beiden Zimmer/Kinderzimmer wird über getrennte Rohrleitungen in die Wandauslässe der Räume geführt. Die Abluft wird über Türunterschnitte in die Ablufträume (Bad, WC, Küche und Abstellraum) und von dort über Wandventile in die Abluftleitungen geführt.

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Im Gegensatz zur rechten Wohneinheit der Emil-Nohl-Straße befindet sich der Abstellraum „innerhalb“ der Wohnung, er liegt nicht direkt an der Wohnungstrennwand, sondern zwischen dem Zimmer/Kinderzimmer und dem Flurbereich. Kritisch ist daher lediglich die Schallübertragung zu dem angrenzenden Zimmer/Kinderzimmer zu betrachten. Wird das Gerät direkt an der Trennwand zwischen Abstellraum und Aufenthaltsraum montiert, kann der vom Gerät ausgehende Körperschall über die Trennwand und zusätzlich über die Flanken (eher geringfügige Flankenübertragung zu erwarten, da schwimmende oder massive Bauteilaufbauten vorliegen) in den Aufenthaltsraum übertragen werden.
Die Trennwand zwischen dem Abstellraum und dem Aufenthaltsraum besteht aus einer leichten Massivwand (10 cm Bimsstein), so dass sich dadurch besondere Anforderungen an die Befestigung des Aggregats ergeben.

Als schalltechnisch günstiger ist eine Befestigung des zentralen Gerätes an der Flurwand (Trennwand zwischen Flur und Abstellraum) zu bewerten, da hier keine direkte Schallübertragung in den Aufenthaltsraum stattfindet. Zwar ist die Flurwand auch eine die Trennwand flankierende Wand und sollte daher eine flächenbezogene Masse > 450 kg/m^2 aufweisen, dies ist bei der vorliegenden Bestandssituation jedoch nicht zu realisieren.

Auch die Anordnung eines weiteren, schallunempfindlichen Raumes zwischen dem Aufstellraum des Gerätes und dem gestörten Aufenthaltsraum ist aufgrund des gegebenen Bestandsgrundrisses nicht umsetzbar.

Hier liegt ein kritischer Fall vor, so dass die schallabstrahlenden Bauteilflächen mit Vorsatzschalen bekleidet werden sollten und zusätzlich eine entkoppelte Befestigung des Gerätes und eine entkoppelte Verbindung und Durchführung aller Bauteile zu erfolgen hat.

Schallschutz zwischen Räumen

Die Schalldämpfer sind bereits im Lüftungsgerät integriert. Zur Vermeidung von Telefonieschall werden vom zentralen Gerät aus separate Zuluftleitungen in die Räume geführt.
Die Frischluft- und Abluftführung erfolgt über ein Kombigitter in der Außenfassade, so dass die beiden Leitungen in einem geraden Strang in einer Abkofferung direkt vom Abstellraum zur Außenfassade geführt werden können. Aus Schallschutzgründen ist keine Abkofferung notwendig.

1.2.2.1 Zehnder, linke Wohneinheit EG und linke Wohneinheit 2.OG - keine Ausführung

Ergänzend zu Abschnitt 1.2.2 werden hier nur noch anlagentypische Daten aufgeführt.

Anlage

Zehnder ComfoAir 180

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Fa. Zehnder sieht eine Befestigung des zentralen Gerätes an der Zimmertrennwand zum Kinderzimmer vor. Fa. Zehnder hat keine speziell entwickelte Aufhängung im Sortiment und schlägt

vor, zur schalltechnischen Entkopplung eine Recyclingplatte (z.B. 1 cm Kork) zwischen Wand und Gerät vorzusehen. Nach Angabe der Fa. Zehnder müssen die erstellten Kehrbohrungen bauseitig nach Durchführung der Leitungen bzw. Luftdurchlassgehäuse entkoppelt und verputzt werden, hierzu reicht ein Dämmstreifen.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Folgende Volumenströme werden als Nennlüftung gemäß DIN 1946-6 für die jeweiligen Wandauslässe geplant:

Wohnzimmer/Essbereich	Zuluft:	Q = 41 m^3/h
Schlafraum	Zuluft:	Q = 41 m^3/h
Zimmer/Kinderzimmer 1	Zuluft:	Q = 21 m^3/h
Zimmer/Kinderzimmer 2	Zuluft:	Q = 21 m^3/h
Bad	Abluft:	Q = 42 m^3/h
WC	Abluft:	Q = 41 m^3/h
Küche	Abluft:	Q = 41 m^3/h

Das Lüftungsgerät Zehnder ComfoAir befördert maximal 180 m^3/h. Die Luftmengen der wählbaren Stufen liegen zwischen 30 und 180 m^3/h. Die Ventilatoren können in 10%-Schritten an den erforderlichen oder gewünschten Volumenstrom angepasst werden. Das zentrale Gerät ist mit Dämmmaterial eingepackt, so dass der vom Gerät ausgehende Schallleistungspegel zwischen L_{WA} = 27 (bei Q = 28 m^3/h) und L_{WA} = 46 dB (bei Q = 196 m^3/h) liegt.

Schall Geräteabstrahlung
Schallleistungen am Gerät in 0 m Abstand

Zehnder ComfoAir 180	Luftmenge Qv	Druck ΔPst									
Drehzahlstufe	m³/h	Pa	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	dB(A)
15 %	28	3	38,0	28,9	29,7	23,2	14,0	9,7	13,7	24,1	27
20 % (1)	37	6	39,6	30,4	30,0	23,1	15,7	11,6	16,2	24,4	27
30 % (2)	55	14	39,1	31,4	32,9	26,8	20,4	13,8	15,8	24,3	30
40 % (3)	76	27	39,8	32,5	34,8	30,0	24,3	15,2	16,3	24,4	32
50 % (4)	97	44	40,8	35,3	37,9	32,3	28,6	20,1	19,0	24,7	35
60 % (5)	118	64	41,1	36,0	41,4	34,7	31,7	23,0	18,0	24,5	37
70 % (6)	141	92	42,6	39,4	43,2	38,1	35,1	26,8	22,4	25,2	40
80 % (7)	160	118	42,6	41,1	45,5	42,0	36,7	30,1	23,5	25,3	43
90% (8)	179	148	44,1	42,9	47,8	43,1	39,0	32,5	25,3	25,3	45
100 % (9)	196	179	45,9	44,8	48,8	43,7	40,2	34,6	28,0	25,9	46

Tabelle 10: Schalleistungspegel Gerät Fa. Zehnder [15]

Es werden Zu- und Abluftventile DN 90 eingesetzt. Gemäß Datenblatt (Zehnder ComfoAir 180) können demnach die Schalleistungspegel L_{wa} abgelesen werden:

Schall Zuluft / Fortluft
Schallleistung am Stutzen in 0 m Abstand

Zehnder ComfoAir 180 Drehzahlstufe	Luftmenge Qv m³/h	Druck ΔPst Pa	63 Hz dB	125 Hz dB	250 Hz dB	500 Hz dB	1000 Hz dB	2000 Hz dB	4000 Hz dB	8000 Hz dB	Summe dB(A)
15 %	28	3	62,9	48,7	36,1	24,5	24,9	10,3	12,9	48,9	39
20 % (1)	37	6	63,3	49,5	37,9	26,8	27,2	13,5	14,5	24,4	40
30 % (2)	55	14	64,5	51,7	42,8	33,1	33,1	22,0	18,9	23,6	42
40 % (3)	76	27	65,7	54,0	47,4	39,0	38,7	29,9	23,6	24,0	46
50 % (4)	97	44	66,9	56,3	51,6	44,2	43,6	36,8	28,4	25,5	49
60 % (5)	118	64	68,0	58,5	55,1	48,4	47,5	42,4	33,0	28,0	53
70 % (6)	141	92	69,4	61,2	58,7	52,7	51,4	47,9	38,6	32,5	57
80 % (7)	160	118	70,4	63,2	61,0	55,2	53,7	51,1	42,9	36,8	59
90 % (8)	179	148	71,6	65,4	63,2	57,5	55,7	53,8	47,6	42,6	62
100 % (9)	196	179	72,3	66,9	64,3	58,6	56,6	55,0	50,8	47,0	63

Tabelle 11: Schalleistungspegel Zuluft- und Fortluftventile Fa. Zehnder [15]

Schall Abluft / Außenluft
Schallleistung am Stutzen in 0 m Abstand

Zehnder ComfoAir 180 Drehzahlstufe	Luftmenge Qv m³/h	Druck ΔPst Pa	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	dB(A)
15 %	28	3	63,6	43,5	34,6	21,7	17,3	8,1	12,2	22,8	38
20 % (1)	37	6	63,7	44,0	35,5	23,7	19,4	9,5	13,0	22,9	39
30 % (2)	55	14	64,1	45,7	38,2	29,1	25,6	13,3	15,3	23,3	40
40 % (3)	76	27	64,4	47,0	40,5	33,2	30,2	16,6	17,2	23,6	41
50 % (4)	97	44	64,8	49,1	43,9	38,5	35,9	21,5	20,0	24,0	43
60 % (5)	118	64	65,1	50,4	46,1	41,5	39,0	24,6	21,9	24,3	45
70 % (6)	141	92	65,5	52,6	49,8	45,8	43,1	30,0	25,1	24,8	48
80 % (7)	160	118	65,8	54,0	52,1	47,9	44,9	33,3	27,0	25,1	50
90 % (8)	179	148	66,2	55,7	55,0	49,9	46,4	37,4	29,4	25,5	52
100 % (9)	196	179	66,4	56,8	56,7	50,9	46,9	39,9	30,9	25,8	53

Tabelle 12: Schallleistungspegel Abluft- und Außenluftventile Fa. Zehnder [15]

Jedoch beziehen sich hier die angegebenen Schallleistungspegel L_{WA} auf die Stutzen direkt am Gerät. Zum Raumzuluft- oder Raumabluftventil findet eine Pegelminderung in der Rohrleitung statt. Da keine weiteren Angaben zur Verfügung gestellt wurden, ist es nicht möglich, die tatsächlichen Schalldruckpegel zu berechnen.

Die o.a. Pegelwerte wurden messtechnisch nicht überprüft.

1.2.2.2 Dimplex, linke Wohneinheit EG-1. OG

Ergänzend zu Abschnitt 1.2.2 werden hier nur anlagentypische Daten aufgeführt.

Anlage

Dimplex ZL 150

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Folgende Volumenströme werden als Nennlüftung gemäß DIN 1946-6 für die jeweiligen Wandauslässe geplant:

Wohnzimmer / Essbereich	Zuluft:	Q = 30 m³/h
Schlafraum	Zuluft:	Q = 40 m³/h
Zimmer/Kinderzimmer 1	Zuluft:	Q = 15 m³/h
Zimmer/Kinderzimmer 2	Zuluft:	Q = 15 m³/h
Bad	Abluft:	Q = 45 m³/h
WC	Abluft:	Q = 10 m³/h
Küche	Abluft:	Q = 45 m³/h

Das Lüftungsgerät der ZL 150 der Fa. Dimplex befördert maximal 130 m³/h. Die Luftmengen der wählbaren Stufen liegen zwischen 50 und 130 m³/h.

Im Rohrleitungssystem der Zu- und Abluftleitungen werden von Fa. Dimplex Schalldämpfer vorgesehen. Gemäß Produktdatenblatt liegt der A-bewertete Schalleistungspegel für das zentrale Gerät bei 49 dB(A), für den Zuluft-Kanal bei 64 dB(A), für den Abluft-Kanal bei 57 dB(A), für den Fortluft-Kanal bei 69 dB(A) und für den Außenluft-Kanal bei 58 dB(A).

Für welche Volumenströme diese Werte gelten, konnte von Fa. Dimplex nicht beantwortet werden.

Bei den durch das Lüftungskonzept vorgesehenen Volumenströmen ist in den Räumen mit folgenden Schalldruckpegeln L_{pA} zu rechnen. Es wird davon ausgegangen, dass auch Firma Dimplex mit einer Raumdämpfung von 8 dB, entsprechend einer äquivalenten Absorptionsfläche von A = 25 m², rechnet. Um mit den Schallschutzempfehlungen aus Abschnitt 1.0 unmittelbar verglichen werden zu können, werden diese Pegelwerte auf eine äquivalente Absorptionsfläche von A = 10 m² umgerechnet. Dadurch ergeben sich um etwa 4 dB höhere Pegelwerte:

		bezogen auf A = 25 m²	bezogen auf A = 10 m²	
Stufe 1	Q = 60 m³/h	L_{PA} = 30 dB	L_{pA} = 26 dB	VDI 4100 SSt II erfüllt
Stufe 2	Q = 90 m³/h	L_{PA} = 32 dB	L_{pA} = 28 dB	DIN 4109 erfüllt
Stufe 3	Q = 120 m³/h	L_{PA} = 39 dB	L_{pA} = 35 dB	DIN 4109 erfüllt

Die o.a. Pegelwerte wurden messtechnisch nicht überprüft.

1.2.3 Heinrich-Heine-Straße 4, Leverkusen

Die Wohneinheiten der Häuser Heinrich-Heine-Straße 4 werden alternativ mit Aggregaten der Firmen Zehnder, Poloplast und Maico ausgestattet.

<u>Lüftungskonzept</u>

Das zentrale Gerät wird wandhängend bei den Firmen Zehnder und Poloplast und deckenhängend bei Firma Maico im Abstellraum positioniert. Die Befestigung erfolgt bei den Firmen Zehnder und Poloplast an der Trennwand zwischen Abstellraum und Kinderzimmer. Die Verteilung

erfolgt über den Flurbereich. Die Zuluft für das Wohnzimmer, das Schlafzimmer und das Kinderzimmer wird über getrennte Rohrleitungen in die Wandauslässe der Räume geführt. Die Abluft wird über Türunterschnitte in die Ablufträume (Bad, Küche und Abstellraum) und von dort über Wandventile in die Abluftleitungen geführt.

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Der Abstellraum, in welchem das zentrale Lüftungsgerät untergebracht wird, befindet sich an der Außenwand des Gebäudes. Das Kinderzimmer und das Elternschlafzimmer grenzen längs der Außenwand an diesen Abstellraum. Da die Befestigung an der Trennwand zwischen Abstellraum und Kinderzimmer erfolgt, ist die Schallübertragung zu dem angrenzenden Kinderzimmer als kritisch zu betrachten. Der vom Gerät ausgehende Körperschall kann über die Trennwand und zusätzlich über die Flanken in den Aufenthaltsraum übertragen werden. Es ist allerdings eine eher geringfügige Flankenübertragung zu erwarten, da schwimmende oder massive Bauteilaufbauten vorliegen.

Die Trennwand zwischen dem Abstellraum und dem Kinderzimmer besteht aus einer 24 cm starken Kalksandsteinwand. Die Rohdichte ist unbekannt, sie wird mit 1600 kg/m^3 angenommen.

Bei einer entkoppelten Befestigung des Gerätes an der Zimmertrennwand ergibt sich kein nennenswertes Problem bezüglich des Schallschutzes.

Als schalltechnisch günstiger ist die Befestigung des zentralen Gerätes an der massiven Decke zu bewerten, da hier keine direkte Schallübertragung in den Aufenthaltsraum stattfindet.

Die Anordnung eines weiteren, schallunempfindlichen Raumes zwischen dem Aufstellraum des Gerätes und dem gestörten Aufenthaltsraum ist aufgrund des gegebenen Bestandsgrundrisses nicht umsetzbar.

Schallschutz zwischen Räumen

Die Schalldämpfer sind bereits im Lüftungsgerät integriert. Zur Vermeidung von Telefonieschall werden vom zentralen Gerät aus separate Zuluftleitungen in die Räume geführt.

Die Frischluft- und Abluftführung erfolgt über ein Kombigitter in der Außenfassade, so dass die beiden Leitungen in einem geraden Strang in einer Abkofferung direkt vom Abstellraum zur Außenfassade geführt werden können. Aus Schallschutzgründen ist keine Abkofferung notwendig.

1.2.3.1 Zehnder, Wohneinheit EG links

Ergänzend zu Abschnitt 1.2.3 werden hier nur noch anlagentypische Daten aufgeführt.

Anlage

Zehnder ComfoAir 180

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Fa. Zehnder hat keine speziell entwickelte Aufhängung im Sortiment und schlägt vor, zur schalltechnischen Entkopplung eine Dämmplatte zwischen Wand und Gerät vorzusehen.
Nach Angabe der Fa. Zehnder müssen die erstellten Kehrbohrungen bauseitig nach Durchführung der Leitungen bzw. Luftdurchlassgehäuse entkoppelt und verputzt werden, hierzu reicht ein Dämmstreifen.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Folgende Volumenströme werden als Nennlüftung gemäß DIN 1946-6 für die jeweiligen Wandauslässe geplant:

Wohnzimmer	Zuluft:	Q = 42 m^3/h
Schlafraum	Zuluft:	Q = 43 m^3/h
Kinderzimmer	Zuluft:	Q = 21 m^3/h
Bad	Abluft:	Q = 42 m^3/h
Küche	Abluft:	Q = 42 m^3/h
Abstellraum	Abluft:	Q = 43 m^3/h

Das Lüftungsgerät Zehnder ComfoAir befördert maximal 180 m^3/h. Die Luftmengen der wählbaren Stufen liegen zwischen 30 und 180 m^3/h. Die Ventilatoren können in 10%-Schritten an den erforderlichen oder gewünschten Volumenstrom angepasst werden.
Das zentrale Gerät ist mit Dämmmaterial eingepackt, so dass der vom Gerät ausgehende Schallleistungspegel zwischen L_{WA} = 27 (bei Q = 28 m^3/h) und L_{WA} = 46 dB (bei Q = 196 m^3/h) liegt.

Schall Geräteabstrahlung
Schallleistungen am Gerät in 0 m Abstand

Zehnder ComfoAir 180	Luftmenge Qv	Druck ΔPst									
Drehzahlstufe	m³/h	Pa	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	dB(A)
15 %	28	3	38,0	28,9	29,7	23,2	14,0	9,7	13,7	24,1	27
20 % (1)	37	6	39,6	30,4	30,0	23,1	15,7	11,6	16,2	24,4	27
30 % (2)	55	14	39,1	31,4	32,9	26,8	20,4	13,8	15,8	24,3	30
40 % (3)	76	27	39,8	32,5	34,8	30,0	24,3	15,2	16,3	24,4	32
50 % (4)	97	44	40,8	35,3	37,9	32,3	28,6	20,1	19,0	24,7	35
60 % (5)	118	64	41,1	36,0	41,4	34,7	31,7	23,0	18,0	24,5	37
70 % (6)	141	92	42,6	39,4	43,2	38,1	35,1	26,8	22,4	25,2	40
80 % (7)	160	118	42,6	41,1	45,5	42,0	36,7	30,1	23,5	25,3	43
90% (8)	179	148	44,1	42,9	47,8	43,1	39,0	32,5	25,3	25,3	45
100 % (9)	196	179	45,9	44,8	48,8	43,7	40,2	34,6	28,0	25,9	46

Tabelle 13: Schalleistungspegel Gerät Fa. Zehnder [21]

Es werden Zu- und Abluftventile DN 90 eingesetzt. Gemäß Datenblatt [21] können demnach die Schalleistungspegel L_{wa} abgelesen werden:

Schall Zuluft / Fortluft

Schallleistung am Stutzen in 0 m Abstand

Zehnder ComfoAir 180	Luftmenge Qv	Druck ΔPst									
Drehzahlstufe	m³/h	Pa	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Summe
			dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
15 %	28	3	62,9	48,7	36,1	24,5	24,9	10,3	12,9	48,9	39
20 % (1)	37	6	63,3	49,5	37,9	26,8	27,2	13,5	14,5	24,4	40
30 % (2)	55	14	64,5	51,7	42,8	33,1	33,1	22,0	18,9	23,6	42
40 % (3)	76	27	65,7	54,0	47,4	39,0	38,7	29,9	23,6	24,0	46
50 % (4)	97	44	66,9	56,3	51,6	44,2	43,6	36,8	28,4	25,5	49
60 % (5)	118	64	68,0	58,5	55,1	48,4	47,5	42,4	33,0	28,0	53
70 % (6)	141	92	69,4	61,2	58,7	52,7	51,4	47,9	38,6	32,5	57
80 % (7)	160	118	70,4	63,2	61,0	55,2	53,7	51,1	42,9	36,8	59
90 % (8)	179	148	71,6	65,4	63,2	57,5	55,7	53,8	47,6	42,6	62
100 % (9)	196	179	72,3	66,9	64,3	58,6	56,6	55,0	50,8	47,0	63

Schall Abluft / Außenluft

Schallleistung am Stutzen in 0 m Abstand

Zehnder ComfoAir 180	Luftmenge Qv	Druck ΔPst									
Drehzahlstufe	m³/h	Pa	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	dB(A)
15 %	28	3	63,6	43,5	34,6	21,7	17,3	8,1	12,2	22,8	38
20 % (1)	37	6	63,7	44,0	35,5	23,7	19,4	9,5	13,0	22,9	39
30 % (2)	55	14	64,1	45,7	38,2	29,1	25,6	13,3	15,3	23,3	40
40 % (3)	76	27	64,4	47,0	40,5	33,2	30,2	16,6	17,2	23,6	41
50 % (4)	97	44	64,8	49,1	43,9	38,5	35,9	21,5	20,0	24,0	43
60 % (5)	118	64	65,1	50,4	46,1	41,5	39,0	24,6	21,9	24,3	45
70 % (6)	141	92	65,5	52,6	49,8	45,8	43,1	30,0	25,1	24,8	48
80 % (7)	160	118	65,8	54,0	52,1	47,9	44,9	33,3	27,0	25,1	50
90 % (8)	179	148	66,2	55,7	55,0	49,9	46,4	37,4	29,4	25,5	52
100 % (9)	196	179	66,4	56,8	56,7	50,9	46,9	39,9	30,9	25,8	53

Tabelle 15: Schallleistungspegel Abluft- und Außenluftventile Fa. Zehnder [21]

Siehe auch gemessene Pegel (→ Abschnitt 2.2.2).

1.2.3.2 Maico, Wohneinheit OG links

Ergänzend zu Abschnitt 1.2.3 werden hier nur noch anlagentypische Daten aufgeführt.

Anlage

Maico Geniovent Trio

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Das Lüftungsgerät Maico Geniovent Trio befördert maximal 120 m³/h. Die Luftmengen der wählbaren Stufen liegen bei

Stufe 1 (reduzierte Lüftung) Q = 60 m³/h
Stufe 2 (Nennlüftung) Q = 90 m³/h
Stufe 3 (Intensivlüftung) Q = 120 m³/h

Gemäß dem Datenblatt der Firma Energenio [22] sind die nachfolgend aufgeführten Schallleistungspegel bei variierenden Volumenströmen und Druckverlusten zu erwarten.

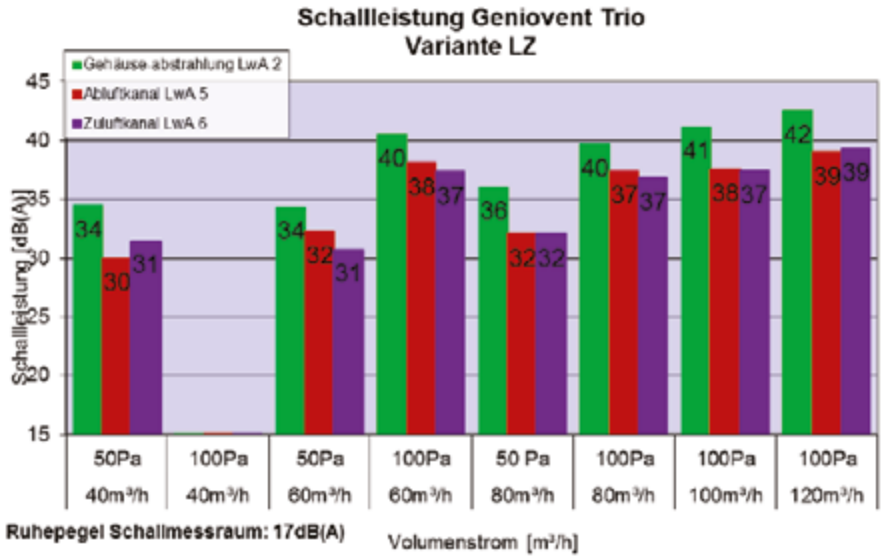


Abbildung 5: Volumenstromabhängige Schallleistungspegel, Firma Maico/Energenio [22]

Jedoch beziehen sich hier die angegebenen Schallleistungspegel L_{WA} auf die Stutzen direkt am Gerät. Zum Raumzuluft- oder Raumabluftventil findet eine Pegelminderung in der Rohrleitung statt.

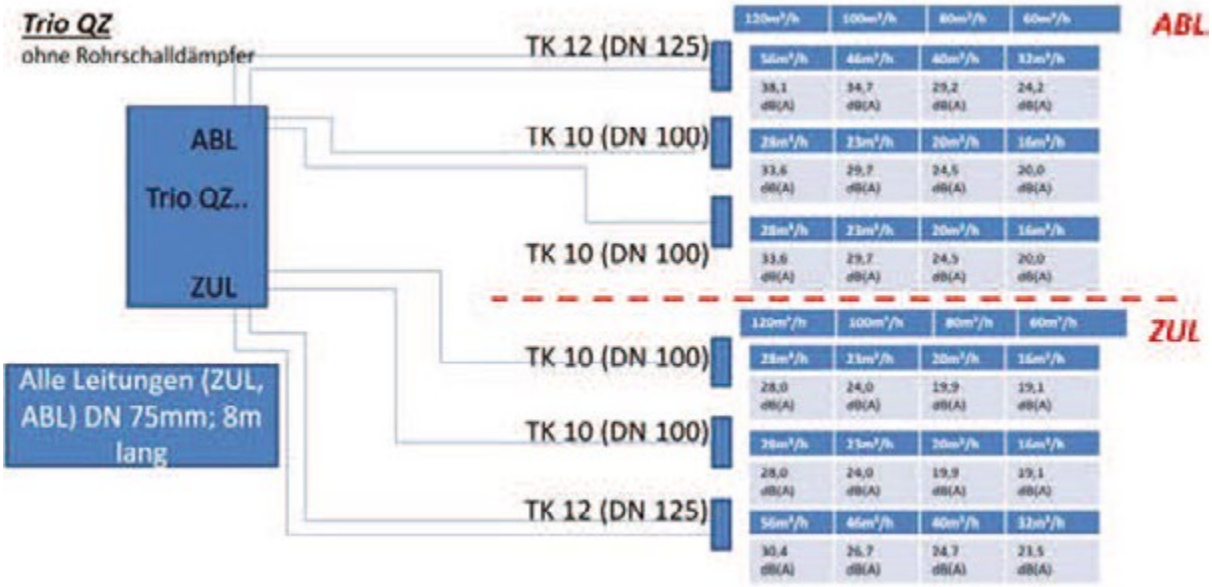


Abbildung 6: Versuchsaufbau für Messung im Werk, ohne Rohrschalldämpfer, Maico Geniovent Trio QZ

Die dargestellten Schalldruckpegel in Abbildung 6 machen deutlich, dass diese meist unter 30 dB(A) liegen, und somit den gemessenen Pegel nahekommen.

Da die Werte aus dem Versuchsaufbau allerdings ohne Rohrschalldämpfer ermittelt wurden, ist es in diesem Fall nicht möglich, die tatsächlichen Schalldruckpegel für das Pilotprojekt zu berechnen.

Siehe auch gemessene Pegel (→ Abschnitt 2.2.2).

1.2.3.3 Zehnder/Paul, Wohneinheit EG rechts

Ergänzend zu Abschnitt 1.2.3 werden hier nur noch anlagentypische Daten aufgeführt.

Anlage

Zehnder/Paul Climos 200

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Fa. Zehnder hat keine speziell entwickelte Aufhängung im Sortiment und schlägt vor, zur schalltechnischen Entkopplung eine Dämmplatte zwischen Wand und Gerät vorzusehen.
Nach Angabe der Fa. Zehnder müssen die erstellten Kehrbohrungen bauseitig nach Durchführung der Leitungen bzw. Luftdurchlassgehäuse entkoppelt und verputzt werden, hierzu reicht ein Dämmstreifen.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Folgende Volumenströme Q werden als Nennlüftung gemäß DIN 1946-6 geplant:

Wohnzimmer	Zuluft:	Q = 42 m^3/h
Schlafraum	Zuluft:	Q = 43 m^3/h
Kinderzimmer	Zuluft:	Q = 21 m^3/h
Bad	Abluft:	Q = 42 m^3/h
Küche	Abluft:	Q = 42 m^3/h
Abstellraum	Abluft:	Q = 43 m^3/h

Das Lüftungsgerät Zehnder/Paul Climos 200 befördert maximal 200 m^3/h bei einem externen Druck von 150 Pa. Die wählbaren Luftmengen liegen zwischen 50-200 m^3/h. Die Ventilatoren können in 10%-Schritten an den erforderlichen oder gewünschten Volumenstrom angepasst werden und sind volumenstromkonstant geregelt. Das zentrale Gerät ist mit Dämmmaterial eingepackt, so dass der vom Gerät ausgehende Schallleistungspegel zwischen L_{WA} = 57 (bei Q = 100 m^3/h) und L_{WA} = 63,5 dB (bei Q = 200 m^3/h) liegt. Im Vergleich zum Zehnder ComfoAir 180 Gerät ist dieses allerdings relativ laut.

Aus Tabelle 17 können die Schalleistungspegel L_{wa} des Gehäuses abgelesen werden:

Schall Geräteabstrahlung
Schallleistung am Gerät in 0 m Abstand

Drehzahlstufe	Luftmenge Qv	Druck ΔP st									
	m³/h	Pa	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	dB(A)
45%	100	100	33,1	41,7	47,7	49,6	51,9	52,4	37,5	29,5	57
67%	138	100	36,1	43,8	50,7	51,5	53,7	52,4	40,6	31,2	58,5
72%	150	100	34,4	44,6	50,6	52,3	54,1	52,4	41,1	31,3	58,8
100%	200	100	37,7	49,4	55,8	58,3	59,5	52,4	47,0	35,7	63,5

Tabelle 16: Schallleistungspegel Gerät Fa. Zehnder/Paul [23]

Es werden Zu- und Abluftventile DN 90 eingesetzt. Gemäß Datenblatt (Zehnder Climos 200) können die Schalleistungspegel L_{wa} der Zu- und Abluftventile abgelesen werden:

Schall Zuluft / Fortluft
Schallleistung am Zuluftstutzen in 0 m Abstand

Drehzahlstufe	Luftmenge Qv	Druck ΔP st									
	m³/h	Pa	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Summe
			dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
45%	100	100	46,9	62,2	60,3	59,6	58,7	51,9	47,3	40,5	66,0
67%	138	100	48,6	61,4	61,3	59,6	60,3	53,6	49,1	43,0	66,6
72%	150	100	47,7	62,0	62,0	60,0	61,1	54,5	50,5	43,8	67,3
100%	200	100	49,6	63,2	65,3	62,7	63,6	58,6	53,7	48,4	70,0

Tabelle 17: Schalleistungspegel Zuluft- und Fortluftstutzen Fa. Zehnder/Paul [23]

Schall Abluft
Schallleistung am Abluftstutzen in 0 m Abstand

Drehzahlstufe	Luftmenge Qv	Druck ΔP st									
	m³/h	Pa	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	dB(A)
45%	100	100	39,9	52,1	53,4	43,5	33,1	22,5	19,4	15,3	55,6
67%	138	100	43,0	54,3	55,7	45,5	35,5	25,2	20,0	15,3	57,8
72%	150	100	44,4	54,6	56,2	46,0	36,7	25,8	19,5	15,3	58,2
100%	200	100	49,2	58,1	59,3	48,4	40,2	29,4	23,4	15,4	61,2

Tabelle 18: Schallleistungspegel Abluft- und Außenluftstutzen Fa. Zehnder/Paul [23]

Jedoch beziehen sich hier die angegebenen Schallleistungspegel L_{WA} auf die Stutzen direkt am Gerät. Zum Raumzuluft- oder Raumabluftventil findet eine Pegelminderung in der Rohrleitung statt. Da keine weiteren Angaben zur Verfügung gestellt wurden, ist es nicht möglich, die tatsächlichen Schalldruckpegel zu berechnen.

Siehe auch gemessene Pegel (→ Abschnitt 2.2.2).

1.2.3.4 Poloplast, Wohneinheit OG rechts

Ergänzend zu Abschnitt 1.2.3 werden hier nur noch anlagentypische Daten aufgeführt.

Anlage

Poloplast Polo-AIR 250R

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Folgende Volumenströme Q werden als Nennlüftung gemäß DIN 1946-6 geplant:

Wohnzimmer	Zuluft:	Q = 42 m^3/h
Schlafraum	Zuluft:	Q = 43 m^3/h
Kinderzimmer	Zuluft:	Q = 21 m^3/h
Bad	Abluft:	Q = 42 m^3/h
Küche	Abluft:	Q = 42 m^3/h
Abstellraum	Abluft:	Q = 43 m^3/h

Weitere Einzelheiten siehe Abschnitt 1.2.1.2.

		Schallleistungspegel	Schalldruckpegel nach Umrechnung	
Zuluft	Q = 17 m^3/h	L_{WA} < 25 dB	L_{pA} < 21 dB	VDI 4100 SSt III erf.
Zuluft	Q = 40/41 m^3/h	L_{WA} 2 x < 25 dB = 28 dB	L_{pA} < 24 dB	VDI 4100 SSt III erf.
Abluft	Q = 25 m^3/h	L_{WA} < 25 dB	L_{pA} < 21 dB	VDI 4100 SSt III erf.
Abluft	Q = 45 m^3/h	L_{WA} < 25 dB	L_{pA} < 21 dB	VDI 4100 SSt III erf.

Für alle Volumenströme wird die Anforderung an den Mindestschallschutz gemäß DIN 4109 eingehalten. Die Empfehlung für den erhöhten Schallschutz gemäß VDI 4100, SSt III wird ebenfalls für alle Stufen eingehalten.

Siehe auch gemessene Pegel (→ Abschnitt 2.2.2).

1.2.4 Sandstraße 14, Wesel, Wohneinheit OG rechts

Lüftungskonzept

Fa. Zehnder positioniert das zentrale Gerät wandhängend in den Küchenoberschränken. Die Befestigung erfolgt an der Trennwand zwischen Küche und Wohnzimmer. Die Verteilung erfolgt über den Flurbereich Die Zuluft für das Wohnzimmer und das Schlafzimmer wird über Wandauslässe in den Raum geführt. Die Abluft wird aus den Ablufträumen (Bad und Küche) über Wandauslässe in die Abluftkanäle geführt.

Anlage

Zehnder ComfoAir 180

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Da die Befestigung an der Trennwand zwischen Küche und Wohnzimmer erfolgt, ist die Schallübertragung zu dem angrenzenden Wohnzimmer als kritisch zu betrachten. Der vom Gerät ausgehende Körperschall kann über die Trennwand und zusätzlich über die Flanken (eher geringfügige Flankenübertragung zu erwarten, da schwimmende oder massive Bauteilaufbauten vorliegen) in den Aufenthaltsraum übertragen werden.

Als schalltechnisch günstiger wäre eine Befestigung des zentralen Gerätes an der massiven Außenwand zu bewerten, da hier keine direkte Schallübertragung in den Aufenthaltsraum stattfände. Jedoch ist dies aus Platzgründen nicht möglich, da sich an dieser Stelle ein Fenster befindet.

Die Anordnung eines weiteren, schallunempfindlichen Raumes zwischen dem Aufstellraum des Gerätes und dem gestörten Aufenthaltsraum ist aufgrund des gegebenen Bestandsgrundrisses nicht umsetzbar.

Bei einer entkoppelten Befestigung des Gerätes an der Zimmertrennwand ergibt sich kein nennenswertes Problem bezüglich des Schallschutzes. Fa. Zehnder hat keine speziell entwickelte Aufhängung im Sortiment und schlägt vor, zur schalltechnischen Entkopplung eine Dämmplatte zwischen Wand und Gerät vorzusehen.

Nach Angabe der Fa. Zehnder müssen die erstellten Kehrbohrungen bauseitig nach Durchführung der Leitungen bzw. Luftdurchlassgehäuse entkoppelt und verputzt werden, hierzu reicht ein Dämmstreifen.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Folgende Volumenströme werden als Nennlüftung gemäß DIN 1946-6 für die jeweiligen Wandauslässe geplant:

Wohnzimmer	Zuluft:	Q = 40 m^3/h
Schlafraum	Zuluft:	Q = 41 m^3/h
Bad	Abluft:	Q = 40 m^3/h
Küche	Abluft:	Q = 41 m^3/h

Das Lüftungsgerät Zehnder ComfoAir befördert maximal 180 m^3/h. Die Luftmengen der wählbaren Stufen liegen zwischen 30 und 180 m^3/h. Die Ventilatoren können in 10%-Schritten an den erforderlichen oder gewünschten Volumenstrom angepasst werden. Das zentrale Gerät ist mit Dämmmaterial eingepackt, so dass der vom Gerät ausgehende Schallleistungspegel zwischen L_{WA} = 27 (bei Q = 28 m^3/h) und L_{WA} = 46 dB (bei Q = 196 m^3/h) liegt.

Weitere Einzelheiten siehe Abschnitt 1.2.3.1

Eine messtechnische Überprüfung wurde nicht durchgeführt.

Schallschutz zwischen Räumen

Die Schalldämpfer sind bereits im Lüftungsgerät integriert. Zur Vermeidung von Telefonieschall werden vom zentralen Gerät aus separate Zuluftleitungen in die Räume geführt.

Die Frischluft- und Abluftführung erfolgt über ein Kombigitter in der Außenfassade, so dass die beiden Leitungen in einem geraden Strang in einer Abkofferung direkt vom Abstellraum zur Außenfassade geführt werden können. Aus Schallschutzgründen ist keine Abkofferung notwendig.

1.3 Lüftung zentral gebäudeweise Zu- und Abluft mit WRG

Dieses Lüftungskonzept konnte in keinem zur Verfügung gestellten Pilotprojekt realisiert werden und wird daher nachfolgend nur theoretisch behandelt.

1.3.0 Grundsätzliche Problemstellungen und Lösungsansätze

Körperschallinduzierte Schallübertragung

Problem:

Die Aggregate und Elemente der Lüftungsanlage verursachen Körperschallemissionen, die zu Luftschallimmissionen in den Aufenthaltsräumen führen können. Die in den körperschallleitenden Bauteilen induzierten Körperschallpegel sind abhängig von der flächenbezogenen Masse der Bauteile und der Art der Befestigung der Aggregate an diesen Bauteilen.

Bei zentralen Anlagen ist eine Aufstellposition in nicht genutzten Dachräumen problematischer als eine Aufstellposition im Keller, da hier die Körperschallproblematik u.U. schwieriger zu bewältigen ist. In den Bestandsgebäuden wurden meist leichte Decken, wie beispielsweise Stahlbetondecken mit einer Stärke von 16-18 cm oder sogar Holzbalkendecken eingebaut, so dass oft zu wenig Masse vorhanden ist, um Köperschall tiefer Frequenzen ausreichend zu dämmen.

Die Körperschallweiterleitung in die Umfassungsbauteile der betroffenen Aufenthaltsräume wird nahezu ausschließlich durch die Körperschalldämmung an Stoßstellen, die durch in die körperschallleitenden Bauteile einbindende Bauteile gebildet werden, sowie durch Trennfugen behindert.

Empfehlungen:

Müssen die Aggregate auf leichte Trenndecken gestellt werden, so ist immer eine körperschallentkoppelte Aufstellung erforderlich. Um die Körperschallübertragung zusätzlich zu vermindern, ist es generell sinnvoll, einen weiteren, schallunempfindlichen Raum zwischen dem Aufstellraum des Gerätes und dem gestörten Aufenthaltsraum zu positionieren. Dies ist meist nicht möglich, da ungenutzte Zwischengeschosse in der Regel nicht zur Verfügung stehen.
Zu bevorzugen ist eine Befestigung oder Aufstellung der Anlagenkomponenten an bzw. auf schweren, massiven Bauteilen mit einer hohen flächenbezogenen Masse von $m' \geq 450$ kg/m^2.

Der Körperschallpegel in der Wand oder Decke sinkt um 6 dB je Verdopplung der flächenbezogenen Masse.

Wird das Aggregat auf dem flankierenden Boden aufgestellt, wird durch den schwimmenden Estrich in der Regel eine ausreichende Körperschalldämmung erzeugt.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

Problem:

Die Aggregate und Elemente der Lüftungsanlage verursachen Luftschallemissionen, die teils über die die Aggregate umgebenden Bauteile, teils über das Leitungssystem, teils als Strömungsgeräusche unmittelbar in die Aufenthaltsräume übertragen werden. Die in den betroffenen Räumen entstehenden Schallpegel werden bewirkt durch die Schallleistungspegel der Aggregate und Leitungen (siehe Gleichung (01)).

Empfehlungen:

Eine absorbierende Bekleidung im Inneren des Aggregateraumes reduziert den dort auftretenden Luftschallpegel. Die Anforderungen an die Schalldämm- und Schalldämpfungsmaßnahmen werden dadurch reduziert.
Des Weiteren ist je nach Erfordernis die Schalldämmung der Umfassungsbauteile des Aggregateraums ausreichend zu dimensionieren. In kritischen Fällen sind die schallabstrahlenden Bauteilflächen mit Vorsatzschalen bzw. Unterdecken zu bekleiden.
Es ist eine ausreichende Schalldämmung der Kanalwandungen zu realisieren. Schalldämpfer im System müssen je nach abgegebener Schallleistung des Lüftungsgerätes dimensioniert werden. Gegebenenfalls sind Schalldämpfer in den Zu- und Abluftleitungen vorzusehen.

Schallschutz zwischen den Wohnungen

Problem:

Werden Rohrleitungen durch die Wohnungstrenndecken oder Wohnungstrennwände geführt, wird der Schallschutz dieser Bauteile deutlich reduziert und somit der Schallschutz zwischen den Wohnungen beeinflusst. Vor allem Undichtheiten in den Durchdringungsstellen reduzieren den Schallschutz deutlich.

Unterschieden werden muss zwischen Einzelschächten oder einem Zentralschacht, durch den die Rohrleitungen zu den einzelnen Wohnungen bzw. Räumen geführt werden. Bei Einzelschächten wird der Schallschutz zwischen den Wohnungen nicht beeinflusst, bei einem Zentralschacht kann es zu Telefonie bzw. Übersprechen kommen.

Empfehlungen:

Um die Schallübertragung über die Trennbauteile möglichst zu reduzieren, müssen eine dichte Fugenausbildung, eine ausreichende Schalldämmung der Kanalwandung gewährleistet sein und ggfls. schalldämpfende Überströmöffnungen eingesetzt werden.

Um bei einem Zentralschacht das Problem der Telefonie zu umgehen, sollten die Leitungslängen möglichst lang und der Abstand zwischen den Öffnungen zweier Wohnungen möglichst groß sein.

Schallimmissionen in der Nachbarschaft

Problem:

Bei der Aufstellung der zentralen Geräte in einem ungedämmten Dachraum oder im Freien (auf dem Dach) kann die Nachbarschaft des Gebäudes durch Schallimmissionen gestört werden. Hier muss zwischen den tags und nachts entstehenden Immissionen unterschieden werden.

Empfehlungen:

Um die Schallimmissionen zu verringern, sollten alle schallemittierenden Anlagenkomponenten abgeschirmt, gedämmt oder eingehaust werden.

Schallschutz gegen Außenlärm

Wie wohnungszentrale Lüftungsanlagen bieten gebäudezentrale Lüftungsanlagen die Möglichkeit, die Aufenthaltsräume wirksam gegen Außenlärm zu schützen, weil zum Lüften der Räume Fenster nicht mehr geöffnet werden müssen und Außenwanddurchlässe, die prinzipiell eine schalltechnische Schwächung der Außenwand bedeuten, nicht erforderlich sind.

1.4 Lüftung zentral gebäudeweise Abluft und Außenwanddurchlässe (feuchtegeführt)

1.4.0 Grundsätzliche Problemstellungen und Lösungsansätze

Alle für diesen Lüftungstyp relevanten Problemstellungen und Lösungsansätze sind in vorangegangenen Abschnitten bereits behandelt worden und sollen deshalb hier nicht noch einmal wiederholt werden.

Körperschallinduzierte Schallübertragung

siehe Abschnitt 1.3.0.

Luftschallinduzierte Schallübertragung

siehe Abschnitt 1.3.0.

Schallschutz zwischen den Wohnungen

siehe Abschnitt 1.3.0.

Schallschutz zwischen Räumen

siehe Abschnitt 1.2.0.

Schallimmissionen in der Nachbarschaft

siehe Abschnitt 1.3.0.

Schallschutz gegen Außenlärm

siehe Abschnitt 1.1.0.

1.4.1 Heinrich-Heine-Straße 5, Leverkusen

Lüftungskonzept

Die Zuluft wird über Außenluftdurchlässe eingebracht und für alle vier von Aereco ausgestatteten Wohnungen ist ein zentraler Abluftstrang vorhanden. Entgegen aller anderen Lüftungskonzepte kann hier allerdings keine Wärmerückgewinnung aktiviert werden.

Anlage

Zuluftelement Wohn- und Schlafräume: AERECO KWHRVA 02 WDVS PLUS

Abluftelement Küche: AERECO BM AHSONZP 80 II

Abluftelement Bad: AERECO BM F AHP 80 II

Abluftgerät im Dach: AERECO RV-A10

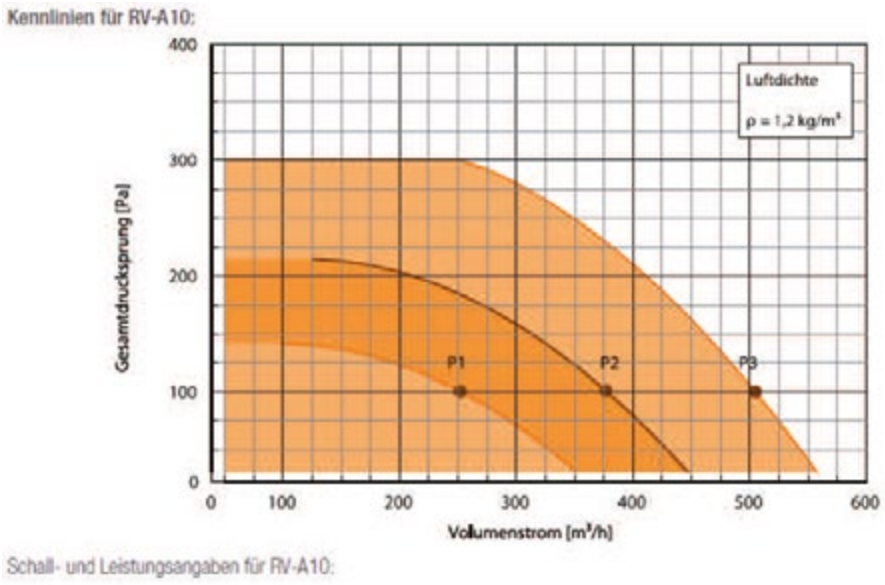
Luftschallinduzierte Schallübertragung

Aus Bild 7 lässt sich in Abhängigkeit vom Volumenstrom und der Gesamtdruckdifferenz ein geeigneter Anlagentyp P1 bis P3 bestimmen. Die durch diese Anlagentypen verursachten Schallleistungspegel lassen sich auf der Folgeseite aus Bild 8 entnehmen.

Jedoch beziehen sich hier die angegebenen Schallleistungspegel L_{WA} auf die Stutzen direkt am Gerät. Zum Raumzuluft- oder Raumabluftventil findet eine Pegelminderung in der Rohrleitung statt. Da keine weiteren Angaben zur Verfügung gestellt wurden, können die tatsächlichen Schalldruckpegel nicht berechnet werden.

Das bedarfsgeführte Abluftelement AH 80 weist einen Schalldruckpegel von 25/28 dB(A) bei 100 Pa und einer Luftmenge von 12/80 m^3/h auf [24]. Diese Werte entsprechen den gemessenen Pegelwerten.

Die o.a. Pegelwerte wurden messtechnisch überprüft (→ Abschnitt 2.2.3).



Schall- und Leistungsangaben für RV-A10:

Abbildung 7: Leistungsdiagramm für Abluftelement RV-A10 der Firma Aereco [07]

Schallleistung an der Druckseite [dB bzw. dB(A)]:

BP	V / V_n	P W	SFP W/(m³/h)	Frequenz Hz								L_w A
				63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	
P2	0,75	34	0,091	69	72	68	68	68	62	54	63	72

Schallleistung an der Saugseite [dB bzw. dB(A)]:

BP	V / V_n	P W	SFP W/(m³/h)	Frequenz Hz								L_w A
				63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	
P2	0,75	34	0,091	72	72	70	58	64	56	51	62	68

Schalldruck in 3 Meter Entfernung [dB bzw. dB(A)]:

BP	V / V_n	P W	SFP W/(m³/h)	Frequenz Hz								L_w A
				63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	
P2	0,75	34	0,091	40	36	37	30	24	25	26	22	34

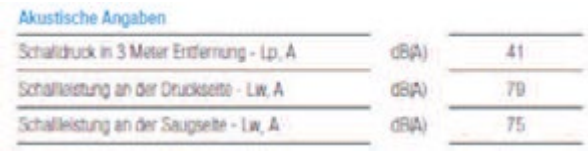
BP: Betriebspunkt im Diagramm

$\frac{\dot{V}}{\dot{V}_n}$: Volumenstrom, bezogen auf Nennvolumenstrom

SFP: spezifische Ventilatorleistung, bezogen auf Volumenstrom im Betriebspunkt

Schall- und Leistungsprüfungen durchgeführt von: ILK Dresden. Prüfberichte auf Anfrage.

Abbildung 8: Leistungsangaben zu Abbildung 7, Firma Aereco [07]



Akustische Angaben		
Schalldruck in 3 Meter Entfernung - Lp, A	dB(A)	41
Schallleistung an der Druckseite - Lw, A	dB(A)	79
Schallleistung an der Saugseite - Lw, A	dB(A)	75

Abbildung 9: Akustische Angaben zum Ventilator RV-A10, Firma Aereco [07]

Schallschutz zwischen Räumen (Raumverbund und Türunterschnitte)

Für eine gleichmäßige Durchströmung der gesamten Wohneinheit sind Nachströmöffnungen erforderlich. Diese werden bei diesem Pilotprojekt in Form von Türunterschnitten, 7 mm hoch, ausgeführt. Da zwischen allen Aufenthaltsräumen der Flur „zwischengeschaltet“ ist und es keine direkte Verbindung zwischen den Aufenthaltsräumen untereinander gibt, wird der Schallschutz zwischen den Räumen nicht merklich gemindert werden (siehe auch Abschnitt 1.2.0).

Schallschutz gegen Außenlärm

Gemäß Schallschutznachweis [15] liegt folgender Lärmpegelbereich vor:

■ Lärmpegelbereich IV

Somit ist einzuhalten ein Grundwert für das resultierende Schalldämm-Maß von

■ $R'_{w,res,0}$ = 40 dB

Außenwanddurchlass

Der Prüfstandswert für die Norm-Schallpegeldifferenz des Bauteils liegt gemäß [08] bei $D_{n,e,w}$ = 57 dB. Die offene Querschnittsfläche des Außenwanddurchlasses beträgt $A_{Lüfter}$ = 0,08 m².

Das Schalldämm-Maß des Außenwanddurchlasses berechnet sich gemäß Gleichung (05):
$R_{w,ADL}$ = 57 – 10 · lg (10/0,08) – 2 = 38 dB

Außenwand

Die Außenwand besteht aus einem 30 cm starken Kalksandsteinmauerwerk, die Steinrohdichte ist mit 1200 kg/ m³ in [15] angegeben. Die Außenwand ist beidseitig verputzt. Nach der Sanierung ist eine 14 cm starke Dämmung als WDVS vorgesehen.

Kalkzementputz innen, 15 mm (gem. [S03], Tab. 4 Zeile 1),	m' = 25,0 kg/m²
KS-Mauerwerk 300 mm, Mauerwerksrohdichte 1180 kg/m³,	m' = 354,0 kg/m²
Kalkzementputz außen, 15 mm (gem. [S03], Tab. 4 Zeile 3),	m' = 25,0 kg/m²
Gesamte flächenbezogenen Masse	m' = 404,0 kg/m²

EPS-WDVS 140 mm, gedübelt, Dünnbeschichtung (nach der Sanierung)

Das Schalldämm-Maß des Gesamtaufbaus errechnet sich wie folgt:

$R'_{w,R} = R'_{o,w,R} + K_1 + K_2$ [dB] (10)

$R'_{o,w,R}$ Bewertetes Schalldämm-Maß ohne WDVS; hier 53 dB (nach [S03], Tab. 1)
K_1 = -2 dB bei Befestigung durch Dübeln bei Eigenfrequenzen von $f_0 \leq 100$ Hz
K_2 Eigenfrequenzabhängig (siehe Folgeseite)

Die Eigenfrequenz f_0 des WDVS errechnet sich wie folgt:

$f_0 = 160 \cdot [(E_{dyn}/d) \cdot (1/m'_{Beschichtung} + 1/m'_{Bestandswand})]^{1/2}$ [Hz] (11)

E_{dyn} Dynamischer E-Modul der Dämmschicht in MN/m^2
d Dicke der Dämmschicht im m
m' Flächenbezogene Massen der Bauteilschichten in kg/m^2

Im vorliegenden Fall ergibt sich bei für EPS typischen dynamischen E-Modulen von ca. 1 bis 3 MN/m^2 eine Eigenfrequenz von

$f_0 \approx 200$ bis 300 Hz

Gemäß DIN 4109-34 [S07] ergibt sich für diese Eigenfrequenzen:

$K_2 = -1$ bis -5

Da das eingesetzte Wärmedämmmaterials nicht bekannt ist, wird im vorliegenden Fall mit $E_{dyn} = 3$ MN/m^2 und $f_0 = 300$ Hz bzw. $K_2 = -5$ dB gerechnet

$R'_{w,R} = 53 - 5 = 48$ dB

Fenster

Die Fenster wurden in Folge der energetischen Sanierung ausgetauscht.
Gemäß [17] ist ein Schalldämm-Maß der Fenster von $R_{w,R} = 38$ dB vorhanden.

1.4.1.1 Aereco, Schlafzimmer

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 14,14 m^2
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 19,54 m^2 (Eckraum)
Fensterfläche:	S_F	= 3,30 m^2
Außenwandfläche:	S_W	= 16,24 m^2

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07)

erf. $R'_{w,res} = 40+2,37 = 42,4$ dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

$R'_{w,res} = -10 \cdot lg\ [(16{,}24 \cdot 10^{-0{,}1*48} + 3{,}30 \cdot 10^{-0{,}1*38} + 0{,}08 \cdot 10^{-0{,}1*38})/19{,}62]$
$R'_{w,res} = 43{,}9$ dB

Die Anforderung an den Schallschutz gegen Außenlärm ist erfüllt.

1.4.1.2 Aereco, Wohnzimmer

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 18,99 m²
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 13,16 m²
Fensterfläche:	S_F	= 3,30 m²
Außenwandfläche:	S_W	= 9,86 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07)

erf. $R'_{w,res}$ = 40-0,6 = 39,4 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

$R'_{w,res} = -10 \cdot lg\ [(9{,}86 \cdot 10^{-0{,}1*48} + 3{,}30 \cdot 10^{-0{,}1*38} + 0{,}08 \cdot 10^{-0{,}1*38})/13{,}24]$
$R'_{w,res} = 42{,}8$ dB

Die Anforderung an den Schallschutz gegen Außenlärm ist erfüllt.

1.4.1.3 Aereco, Kinderzimmer

Flächen

Grundfläche:	S_G	= 9,01 m²
Fassadenfläche:	S_{ges}	= 15,83 m² (Eckraum)
Fensterfläche:	S_F	= 1,90 m²
Außenwandfläche:	S_W	= 13,93 m²

Anforderungen an den Schallschutz

Raumbezogene Anforderung einschließlich Korrektur gemäß Gleichung (07)

erf. $R'_{w,res}$ = 40+3,4 = 43,4 dB

Nachweis des Schallschutzes

Das resultierende Schalldämm-Maß berechnet sich gemäß Gleichung (04) wie folgt:

$R'_{w,res} = -10 \cdot lg\ [(13{,}93 \cdot 10^{-0{,}1*48} + 1{,}90 \cdot 10^{-0{,}1*38} + 0{,}08 \cdot 10^{-0{,}1*38})/15{,}91]$
$R'_{w,res} = 44{,}7$ dB

Die Anforderung an den Schallschutz gegen Außenlärm wird erfüllt.

Messtechnische Überprüfungen wurden nicht durchgeführt.

2 Messtechnische Überprüfung der Schallimmissionen

Einzelne ausgeführte Lüftungsanlagen sind exemplarisch nach Benennung durch die Wohnungsbaugesellschaft messtechnisch untersucht worden. Ermittelt und beurteilt wurden die Störpegel, die in Aufenthaltsräumen durch die jeweils eingebauten Lüftungsanlagen verursacht wurden. Wegen der geringen Anzahl der untersuchten Anlagen sind die Ergebnisse nicht repräsentativ. Sie liefern jedoch Anhaltswerte zur schalltechnischen Bewertung der Anlagentypen. Untersucht wurden folgende Anlagentypen:

- Lüftung dezentral raumweise (eine Anlage)
- Lüftung dezentral wohnungsweise (vier Anlagen)
- Lüftung zentral gebäudeweise (eine Anlage)

Die Untersuchungen fanden statt in den Gebäuden der VIVAWEST:

- Dr.-Klausener-Straße 9 in Marl (Lüftung dezentral raumweise) am 21.09.2016,
- Heinrich-Heine-Straße 4 in Leverkusen (Lüftung dezentral wohnungsweise) am 11.10.2016,
- Heinrich-Heine-Straße 5 in Leverkusen (Lüftung dezentral gebäudeweise) am 11.10.2016.

2.1 Messdurchführung

Die Messungen wurden gemäß DIN EN ISO 10052 [S08] und DIN 4109-11 [S05] durchgeführt.

Die Schallanregung erfolgte durch Betrieb der Aggregate in den jeweiligen Leistungsstufen. Die Dauer der Anregung betrug jeweils etwa 30 s. Das Mikrofon wurde im Empfangsraum an 3 Positionen platziert. Der Abstand des Mikrofons von der Schallquelle betrug in allen Fällen $a > 1{,}50$ m.

Die Pegelmessung erfolgte breitbandig, A-bewertet bei Zeitbewertung „fast". Gemessen wurden die während eines Betriebsvorganges auftretenden Maximalpegel L_{AFmax} und die in den Messräumen auftretenden Fremdgeräuschpegel $L_{A,b}$. Die Fremdgeräuschpegel wurden unmittel-

bar vor der Messung der Anlagengeräuschpegel gemessen. Ermittelt wurden die fremdgeräuschkorrigierten maximalen Norm-Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$ bezogen auf eine äquivalente Absorptionsfläche von A_0 = 10 m². Bei den wohnungszentralen Anlagen wurden auch die in den Abstellräumen der Wohnungen auftretenden Schalldruckpegel L_{AFmax} (ohne Raumkorrektur) ermittelt.

2.2 Messergebnisse

2.2.1 Lüftung dezentral raumweise

2.2.1.1 Anlagenbeschreibung

Geprüft wurde ein Lüftungseinzelaggregat mit Wärmerückgewinnung, Fabrikat

- Siegenia, Typ Aerovital ambience

Es verfügt über 5 Volumenstromstufen (25/30/42/55/60 m³/h). Die Zu- und Abluft wird über zwei getrennte, übereinander liegende Außenwanddurchlässe geführt.

Das Aggregat war in der zur Straße gerichteten Außenwand des Schlafzimmers der Wohnung Dr.-Klausener-Straße 9, Marl, EG links eingebaut. Die Abstände zur Innenwand und zur Decke betrugen etwa 20 cm.

2.2.1.2 Ermittelte Kenndaten

Lüfterstufe 1	$L_{AFmax,n}$ = 22 dB	VDI SSt III erfüllt
Lüfterstufe 2	$L_{AFmax,n}$ = 27 dB	VDI SSt II erfüllt
Lüfterstufe 3	$L_{AFmax,n}$ = 33 dB	DIN 4109 erfüllt
Lüfterstufe 4	$L_{AFmax,n}$ = 37 dB	DIN 4109 nicht erfüllt
Lüfterstufe 5	$L_{AFmax,n}$ = 39 dB	DIN 4109 nicht erfüllt

Bei Betrieb der Lüfterstufen 1, 2 und 3 wird die Anforderung der DIN 4109-1 erfüllt. Das Gerät erzeugte in den Stufen 3 bis 5 einen auffälligen Summton. Eine Tonhaltigkeit im Sinne von DIN 4109 und DIN 4109-1 lag jedoch nicht vor. Insofern unterschreitet auch der für die Lüfterstufe 3 ermittelte Wert den um 5 dB angehobenen zulässigen Maximalpegel. Bei Betrieb der Lüfterstufen 1 und 2 wird die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt. Die Lüfterstufen 4 und 5 sind für einen Dauerbetrieb aus schalltechnischer Sicht in Wohnräumen nicht geeignet.

2.2.2 Lüftung dezentral wohnungsweise

2.2.2.1 Anlagenbeschreibung

Geprüft wurden vier wohnungszentrale Lüftungsaggregate mit Wärmerückgewinnung. Die Aggregate waren in den Abstellräumen der Wohnungen Heinrich-Heine-Straße 4, Leverkusen eingebaut. Die Zu- und Abluft wurde über zwei getrennte Leitungsstränge geführt. Untersucht wurden folgende Fabrikate:

- Zehnder, Typ ComfoAir 180
  3 Volumenstromstufen 30-180 m³/h (reduzierte/Nenn-/Intensivlüftung)
  Befestigung an Kinderzimmertrennwand des Abstellraums der Wohnung EG links
- Zehnder, Typ Climos 200
  7 Volumenstromstufen 50-200 m³/h (reduzierte/Nenn-/Intensivlüftung)
  Befestigung an Kinderzimmertrennwand des Abstellraums der Wohnung EG rechts
- Energenio, Typ Geniovent Trio
  3 Volumenstromstufen 50-120 m³/h (reduzierte/Nenn-/Intensivlüftung)
  Befestigung an Decke des Abstellraums der Wohnung OG links
- Poloplast, Typ Polo Air 250
  3 Volumenstromstufen 50-250 m³/h (Feuchteschutz-/reduzierte/Nennlüftung)
  Befestigung an Kinderzimmertrennwand des Abstellraums der Wohnung OG rechts

2.2.2.2 Ermittelte Kenndaten

Zehnder, Typ ComfoAir 180		Kinderzimmer	Abstellraum
Lüfterstufe 1	reduzierte Lüftung	$L_{AFmax,n}$ = 20 dB	L_{AFmax} = 30 dB
Lüfterstufe 2	Nennlüftung	$L_{AFmax,n}$ = 25 dB	L_{AFmax} = 41 dB
Lüfterstufe 3	Intensivlüftung	$L_{AFmax,n}$ = 29 dB	L_{AFmax} = 47 dB

Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird die Anforderung der DIN 4109-1 erfüllt. Bei Betrieb der Lüfterstufe 1 wird die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt (VDI SSt III). Bei Nennlüftung wird die Empfehlung der VDI SSt II eingehalten.

Zehnder, Typ Climos 200		Schlafzimmer	Abstellraum
Lüfterstufe 1	reduzierte Lüftung	$L_{AFmax,n}$ = 22 dB	L_{AFmax} = 38 dB
Lüfterstufe 3	Nennlüftung	$L_{AFmax,n}$ = 23 dB	L_{AFmax} = 45 dB
Lüfterstufe 7	Intensivlüftung	$L_{AFmax,n}$ = 37 dB	L_{AFmax} = 60 dB

Bei Betrieb der Lüfterstufen 1 bis 3 wird die Anforderung der DIN 4109 und die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt (VDI 4100 SSt III). Bei Betrieb der Lüfterstufe 7 wird die Anforderung der DIN 4109-1 nicht erfüllt. Diese Lüfterstufe ist für einen Dauerbetrieb aus schalltechnischer Sicht nicht geeignet.

Energenio, Typ Geniovent Trio		Kinderzimmer	Abstellraum
Lüfterstufe 1	reduzierte Lüftung	$L_{AFmax,n}$ = 19 dB	L_{AFmax} = 28 dB
Lüfterstufe 2	Nennlüftung	$L_{AFmax,n}$ = 19 dB	L_{AFmax} = 38 dB
Lüfterstufe 3	Intensivlüftung	$L_{AFmax,n}$ = 22 dB	L_{AFmax} = 42 dB

Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird die Anforderung der DIN 4109-1 erfüllt. Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird auch die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt (VDI 4100 SSt III).

Poloplast, Typ Polo Air 250			Kinderzimmer	Abstellraum
	Lüfterstufe 1	Feuchteschutzlüftung	$L_{AFmax,n}$ = 18 dB	L_{AFmax} = 31 dB
	Lüfterstufe 2	reduzierte Lüftung	$L_{AFmax,n}$ = 21 dB	L_{AFmax} = 42 dB
	Lüfterstufe 3	Nennlüftung	$L_{AFmax,n}$ = 29 dB	L_{AFmax} = 46 dB

Bei Betrieb aller Lüfterstufen wird die Anforderung der DIN 4109-1 erfüllt. Bei Betrieb der Lüfterstufen 1 und 2 wird die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen erfüllt (VDI 4100 SSt III). Die als „Nennlüftung" bezeichnete Lüfterstufe 3 ist für einen Dauerbetrieb in Wohn- und Schlafräumen aus schalltechnischer Sicht nur eingeschränkt geeignet.

2.2.3 Lüftung zentral gebäudeweise

2.2.3.1 Anlagenbeschreibung

Geprüft wurde ein gebäudezentrales Aggregat, Fabrikat

- Aereco, Typ RV-A10

Es verfügt über einen Volumenstrom bis 500 m^3/h, der gleitend geregelt wird. Wohnungsweise können 2 Stufen eingestellt werden:

Lüfterstufe 1	Lüfterklappe zu	= min
Lüfterstufe 2	Lüfterklappe auf	= max

Die Zuluft wird über Außenwanddurchlässe unmittelbar in die Aufenthaltsräume geführt. Die Abluft wird über Überströmöffnungen in oder unter den Türen in die Küche und das Bad und von dort über einen Kamin in das Lüftungsaggregat und von dort nach außen geführt. Im vorliegenden Fall war bei einer ersten Messreihe die Blende des Abluftelements gegenüber dem Abluftkanal (nicht ordnungsgemäß) versetzt angeordnet. Dies wurde nach Durchführung der ersten Messreihe korrigiert.

Das Aggregat war im Dachraum des Gebäudes Heinrich-Heine-Straße 5, Leverkusen aufgehängt.

2.2.3.2 Ermittelte Kenndaten

Falsche Montage	Lüfterstufe 1	Blende montiert	$L_{AFmax,n}$ = 29 dB
	Lüfterstufe 1	Blende entfernt	$L_{AFmax,n}$ = 25 dB
Richtige Montage	Lüfterstufe 1	Klappe zu	$L_{AFmax,n}$ = 25 dB
	Lüfterstufe 2	Klappe auf	$L_{AFmax,n}$ = 26 dB

Schalltechnische Anforderungen und Empfehlungen beziehen sich auf Störgeräusche, die durch die Lüftungsanlagen in Wohn-, Arbeits-, Kinder- und Schlafzimmern verursacht werden. Für Küchen gelten diese Vorgaben nur, wenn dort Aufenthaltsbereiche angeordnet sind. Dies war in der untersuchten Küche nicht der Fall. Die nachfolgende Bewertung gilt also für die Nutzung „Aufenthaltsraum":

Bei Betrieb beider Lüfterstufen würde die Anforderung der DIN 4109-1 erfüllt. Bei Betrieb beider Lüfterstufen würde die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen und für einen mäßigen Standard in Schlafräumen erfüllt (VDI 4100 SSt II).

3 Kernaussagen

3.1 Angabe von Herstellerwerten

Für die Prognose der in Aufenthaltsräumen zu erwartenden Schalldruckpegel waren mindestens folgende Herstellerinformationen notwendig:

- Schallleistungspegel am Ventil
- Anordnung der Schallquelle im Raum
- die den Schallpegelangaben zu Grunde liegende äquivalenten Absorptionsfläche

Diese Daten zu erhalten, hat sich als äußerst schwierig herausgestellt, so dass teilweise keine Prognose zu den zu erwartenden Pegeln gemacht werden konnte.

Die von den Herstellern oft angegebenen Schallleistungspegel L_{WA} beziehen sich auf die Stutzen direkt am Gerät. Zum Raumzuluft- oder Raumabluftventil findet eine Pegelminderung in der Rohrleitung statt. Der dort entstehende, deutlich geringere L_{WA} setzt sich zusammen aus der Summe aus Rohrleitungs- und Strömungsgeräusch des Raumventils. Von den Herstellern konnten keine Angaben zu den Pegelminderungen durch z.B. Schalldämpfer oder Schalldämm-Maße der Rohrwandungen, alternativ Schallleistungspegel von Rohrleitungen, übermittelt werden, so dass die vorhandenen Raumpegel oft nicht berechnet werden und demnach nicht mit den Anforderungen verglichen werden konnten.

Je nach Anordnung der Schallquelle im Raum ergeben sich unterschiedliche Abstrahlungsfaktoren, die zur Berechnung des Schalldruckpegels berücksichtigt werden müssen. Von den Herstellern konnten meist keine Angaben übermittelt werden.

Die Hersteller beziehen ihre Angaben häufig auf eine Raumdämpfung von 8 dB, was einer äquivalenten Absorptionsfläche von A = 25 m^2 entspricht. Dies ist für Wohnräume ungewöhnlich hoch und in der Realität vielfach nicht vorzufinden. Bei einer Bezugsabsorptionsfläche von A = 10 m^2 gemäß DIN 4109 ergibt sich eine Raumabsorption von 4 dB. Dies entspricht je nach Raumgröße einer Nachhallzeit von 0,5 s bis 1,0 s. Dies sind Werte, die in Wohnräumen üblicherweise angetroffen werden. Die Raumdämpfung von 4 dB wird gemäß allen einschlägigen Messnormen bei bauakustischen Messungen zugrunde gelegt. Die so ermittelten Pegelwerte werden mit den Vorgaben der einschlägigen Normen und Richtlinien verglichen.

Abgesehen davon, dass die in Herstellerinformationen angegebenen Schalldruckpegel unrealistisch gering sind und damit möglicherweise Fehleinschätzungen verursachen, wäre es wegen der besseren Vergleichbarkeit mit späteren Messwerten wünschenswert, wenn bei den Herstellerangaben eine Raumdämpfung von 4 dB zu Grunde gelegt würde.

3.2 Schallschutz zwischen Räumen (Raumverbund und Türunterschnitte)

Die Untersuchung hat ergeben, dass besonders bei „leidlich gut“ dämmenden Türen der Schallschutz selbst bei der Anordnung von geringen Bodenfugen ohne Einsatz einer Bodenfugendichtung merklich beeinträchtigt wird.

Eine überströmfähige Bodenfugendichtung oder eine Überströmöffnung in der Wand muss in diesem Fall je nach Türqualität folgende Schalldämm-Maße aufweisen, um die Empfehlungen für einen „normalen“ Schallschutz zu erfüllen:

$R_{w,Tür}$ 15 dB erf. $R_{w,ÜSÖ} \geq 24$ dB

$R_{w,Tür}$ 20 dB erf. $R_{w,ÜSÖ} \geq 33$ dB

$R_{w,Tür}$ 25 dB erf. $R_{w,ÜSÖ} \geq 33$ dB

(s. Abschnitt 1.2.0)

3.3 Schallschutz gegen Außenlärm - Außenwanddurchlässe

Für einen „typischen“ Raum wurde bei Variation von Außenwand- und Fensterschalldämm-Maßen die erforderliche Schalldämmung von Außenwanddurchlässen ermittelt (s. Abschnitt 1.1.0).

Die Ergebnisse wurden mit den Herstellerdaten für Norm-Schallpegeldifferenzen von Außenwanddurchlässen, die sich zurzeit auf dem Markt befinden, abgeglichen. Die Recherche zeigt, dass Produkte mit ausreichend hohen Norm-Schallpegeldifferenzen auf dem Markt verfügbar sind.

Dabei ist festzuhalten, dass bei hohen Anforderungen an das resultierende Schalldämm-Maß der Außenhülle nicht der Außenwanddurchlass mit seiner Schalldämmung die Herausforderung zur Erfüllung der Anforderung darstellt, sondern die Wand- und Fensterqualitäten.

3.4 Vergleich von Messergebnissen und berechneten Herstellerdaten

<u>Siegenia - dezentral raumweise (Dr.-Klausener Straße 9):</u>
Die berechneten Pegelwerte stimmen mit den vor Ort gemessenen Werten in etwa überein.

<u>Zehnder ComfoAir 180 - dezentral wohnungsweise (Heinrich-Heine-Straße 4):</u>
Da keine ausreichenden Angaben zur Verfügung gestellt wurden, konnten die zu erwartenden Schalldruckpegel nicht prognostiziert werden.

<u>Zehnder Climos 200 - dezentral wohnungsweise (Heinrich-Heine-Straße 4):</u>
Da keine ausreichenden Angaben zur Verfügung gestellt wurden, konnten die zu erwartenden Schalldruckpegel nicht prognostiziert werden.

Maico/Energenio - dezentral wohnungsweise (Heinrich-Heine-Straße 4):
Da keine ausreichenden Angaben zur Verfügung gestellt wurden, konnten die zu erwartenden Schalldruckpegel nicht prognostiziert werden.

Poloplast - dezentral wohnungsweise (Heinrich-Heine-Straße 4):

Die berechneten Pegelwerte stimmen mit den vor Ort gemessenen Werten in etwa überein.

Aereco - zentral gebäudeweise Abluft und ALDs (Heinrich-Heine-Straße 5):

Da keine ausreichenden Angaben zur Verfügung gestellt wurden, konnten die zu erwartenden Schalldruckpegel nicht prognostiziert werden.

Wie die oben aufgeführte Zusammenstellung zeigt, war es sehr schwierig, von den Herstellern der Lüftungssysteme ausreichende Informationen zu erhalten, um die zu erwartenden Schalldruckpegel berechnen zu können. Bei Fa. Siegenia und Poloplast zeigte sich eine gute Übereinstimmung zwischen den berechneten und den vor Ort gemessenen Pegeln.

Insgesamt sind die Messergebnisse sehr positiv ausgefallen. Bei Betrieb fast aller Lüfterstufen sind die Anforderung der DIN 4109-1 erfüllt (siehe Abschnitt 2.2). Auch die Empfehlung für einen hohen Schallschutzstandard in Wohnräumen bzw. die Empfehlung bei Einsatz des Lüftungsaggregats in Schlafräumen wird meist erfüllt, nur bei der höchsten Lüfterstufe (Intensivlüftung) ist dies nicht immer der Fall.

4 Literatur-, Normen- und Richtlinienverzeichnis

[01] Siegenia Produktprospekt Fensterlüfter [Online], http://catalog.siegenia.com/aero_br_luefte n3_de/, [Zugriff 12.07.2016]
[02] http://www.maico-ventilatoren.com/fileadmin/media/service/Downloads/PDFs/Prospekt_ALD_Aussenluftdurchlaesse__0185.1628.0004__Okt14.pdf, [Zugriff 12.07.2016]
[03] http://www.lueftung-shop.de/WebRoot/Store10/Shops/62067764/MediaGallery/Flyer/schalleigenschaftenzuluft.pdf, [Zugriff 12.07.2016]
[04] Lunos Technisches Infoblatt Außenwanddurchlass ALD-R 160 [Online], http://www.lunos.de/media/medialibrary/ALD-R_160.pdf, [Zugriff 12.07.2016]
[05] Ventomaxx Schalldämmlüfter Dezentral Zuluft [Online], http://www.ventomaxx.de/produkte/schalldaemmluefter-dezentral-zuluft/silent-comfort-plus/
[06] Westaflex Luft-Überströmelement Typ 760 [Online], https://www.westaflex.com/produkte/projektbedarf/schalldaempfer/akustische-ueberstroemelemente/luft-ueberstroemelement-typ-760, [Zugriff 01.10.2016]
[07] Aereco Produktprospekt RV-A, EC Ventilator für Innenaufstellung im MFH, 2015-07
[08] Aereco KWHRVA 02 WDVS Plus, Feuchtegeführtes Außenluftdurchlass-Set für die Wand/WDVS, 2015-09
[09] Vorläufige technische Daten Aerovital Ambience, Fa. Siegenia, Stephan Stoll, 18.07.2016
[10] Mail Patrick Schwalm, Firma Viessmann vom 06.06.2016
[11] Besprechungsprotokoll zwischen Viessmann und dem IBWL-Team, 30.09.2015
[12] Planungsanleitung Vitovent, Zentrale Wohnungslüftungssysteme mit Wärmerückgewinnung, Fa. Viessmann, Stand 5/2016
[13] Mail Jedzik Andre, Firma Poloplast, 16.06.2016
[14] Technisches Handbuch Polo-KWL, Komfortwohnraumlüftung, Firma Poloplast
[15] Zehnder, Technische Daten Zehnder ComfoAir 180
[16] Schallschutznachweis gegen Außenlärm nach DIN 4109 für die Heinrich-Heine-Straße in Leverkusen, Ingenieurbüro Decius GmbH, Stand 15. April 2015
[17] Leistungserklärung Fenster Heinrich-Heine-Straße, Glassolutions Saint Gobain, Stand 23.05.2016
[18] Strömungsrauschen [Online], http://www.schweizer-fn.de/akustik/stroemungsrauschen/stroemungsrauschen.php, Stand 30.10.2016
[19] Aereco, lad easy, dezentrales Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung, Produktdatenblatt
[20] Aereco, lad easy, ita Prüfbericht 1119.16-P 396/15, Stand 14.07.2016
[21] Zehnder, Technische Daten Zehnder ComfoAir 200, TS142
[22] Maico, Volumenstromabhängige Schallleistungspegel, Firma Maico/Energenio, Mail vom 8.11.2016
[23] Zehnder, Technische Daten Zehnder Climos 200
[24] Fa. Aereco, Datenblatt bedarfsgeführtes Abluftelement AH80, Stand 07/2014

[S01] DIN 4109 Schallschutz im Hochbau - Anforderungen und Nachweise; 1989-11
[S02] DIN 4109/A1 Schallschutz im Hochbau - Anforderungen und Nachweise, Änderung A1; 2001-01
[S03] Beiblatt 1 zu DIN 4109 Schallschutz im Hochbau - Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren; 1989-11
[S04] Beiblatt 2 zu DIN 4109 Schallschutz im Hochbau - Hinweise für Planung und Ausführung; Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich; 1989-11
[S05] DIN 4109-11 Schallschutz im Hochbau - Nachweis des Schallschutzes, Güte- und Eignungsprüfung; 2010-05
[S06] DIN 4109-1 Schallschutz im Hochbau - Mindestanforderungen; 2016-07
[S07] DIN 4109-34 Schallschutz im Hochbau - Vorsatzkonstruktionen; 2016-07
[S08] DIN EN ISO 10052 Akustik - Messung der Luftschalldämmung und Trittschalldämmung und des Schalls von haustechnischen Anlagen in Gebäuden, Kurzverfahren; 2010-10
[S09] VDI 2081-1 Geräuscherzeugung und Lärmminderung in Raumlufttechnischen Anlagen; 2001-07
[S10] VDI 4100 Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz; 2012-10
[S11] Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V. - Bau- und Raumakustik: Empfehlung 103 „Schallschutz im Wohnungsbau - Schallschutzausweis“; 2009-03; www.dega-akustik.de

5 Begriffe und Kurzzeichen

A	[m²]	Äquivalente Schallabsorptionsfläche des Raumes
A_0	[m²]	Bezugsabsorptionsfläche A_0 = 10 m²
A_{ADL}	[m²]	Offene Querschnittsfläche des Außenwanddurchlasses
A_R	[m²]	Rohrquerschnitt
DN	[mm]	Durchmesser
$D_{n,e,w}$	[dB]	Norm-Schallpegeldifferenz des Außenwanddurchlasses (Prüfstandswert)
K_{AL}	[dB]	Korrekturwert zur Berechnung des resultierenden Schalldämm-Maßes
L_{AFmax}	[dB]	Maximaler Schalldruckpegel gemäß DIN 4109:1989
$L_{AFmax,n}$	[dB]	Maximaler Norm-Schalldruckpegel gem. DIN EN ISO 10052 / DIN 4109
$L_{\overline{AFmax,nT}}$	[dB]	Mittlerer Standard-Maximalpegel gem. DIN EN ISO 10052 / VDI 4100
L_p oder L_{pA}	[dB]	Schalldruckpegel
L_W oder L_{WA}	[dB]	Schallleistungspegel
m'	[kg/m²]	Flächenbezogene Masse
n		Abstrahlfaktor, je nach Anordnung der Schallquelle im Raum
Q	[m³/h]	Volumenstrom
R_w, R'_w	[dB]	Schalldämm-Maß des jeweiligen Bauteiles oder Elements
$R'_{w,res}$	[dB]	Resultierendes Schalldämm-Maß
S	[m²]	Fläche des jeweiligen Bauteils oder Elements
S_G	[m²]	Grundrissfläche des Raumes
S_{ges}	[m²]	Gesamtaußenbauteilfläche des Raumes einschl. Fenster und ADL
T	[s]	Nachhallzeit des Raumes
T_0	[s]	Bezugsnachhallzeit T_0 = 0,5 s
V	[m³]	Raumvolumen
v	[m/s]	Strömungsgeschwindigkeit

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abstrahlungsfaktoren zur Umrechnung Schallleistungspegel in Schalldruckpegel 4
Abbildung 2: Luftbild Dr. Klausener Straße 5, Marl aus google maps 10
Abbildung 3: Luftbild Friedrich-Geselschap-Straße 4, Wesel aus google maps 18
Abbildung 4: Leistungsdiagramm Geräte Fa. Poloplast [13] 29
Abbildung 5: Volumenstromabhängige Schallleistungspegel, Firma Maico/Energenio [22] 38
Abbildung 6: Versuchsaufbau für Messung im Werk, ohne Rohrschalldämpfer,
Maico Geniovent Trio QZ 38
Abbildung 7: Leistungsdiagramm für Abluftelement RV-A10 der Firma Aereco [07] 47
Abbildung 8: Leistungsangaben zu Abbildung 7, Firma Aereco [07] 47
Abbildung 9: Akustische Angaben zum Ventilator RV-A10, Firma Aereco [07] 48

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: erforderliche Prüfstandswerte für $D_{n,e,w}$ von Außenwanddurchlässen in Abhängigkeit vom Lärmpegelbereich sowie der Wand- und Fensterdämmung für die o.a. Annahmen 8
Tabelle 2: Abgeleitete Empfehlung $R'_{w,res}$ für Wand +Tür + Bodenfuge 5 mm für den normalen Schallschutz 23
Tabelle 3: Resultierende Schalldämm-Maße mit Bodenfuge 20 mm 23
Tabelle 4: Resultierende Schalldämm-Maße mit erforderlicher Überströmöffnung 24
Tabelle 5: Schallleistungspegel Vitovent 200-C im Aufstellraum[12] 27
Tabelle 6: Schallleistungspegel Vitovent 200-C an den Anschlussstutzen [12] 27
Tabelle 7: Korrekturfaktoren für Schallleistungspegel Fa. Poloplast [13] 29
Tabelle 8: Schalleistungspegel Zuluftventile Fa. Poloplast [14] 29
Tabelle 9: Schallleistungspegel Abluftventile Fa. Poloplast [14] 29
Tabelle 10: Schalleistungspegel Gerät Fa. Zehnder [15] 32
Tabelle 11: Schalleistungspegel Zuluft- und Fortluftventile Fa. Zehnder [15] 33
Tabelle 12: Schallleistungspegel Abluft- und Außenluftventile Fa. Zehnder [15] 33
Tabelle 13: Schalleistungspegel Gerät Fa. Zehnder [21] 36
Tabelle 14: Schalleistungspegel Zuluft- und Fortluftventile Fa. Zehnder [21] 37
Tabelle 15: Schallleistungspegel Abluft- und Außenluftventile Fa. Zehnder [21] 37
Tabelle 16: Schallleistungspegel Gerät Fa. Zehnder/Paul [23] 40
Tabelle 17: Schalleistungspegel Zuluft- und Fortluftstutzen Fa. Zehnder/Paul [23] 40
Tabelle 18: Schallleistungspegel Abluft- und Außenluftstutzen Fa. Zehnder/Paul [23] 40

8. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP08 – GEBÄUDE- UND WOHNUNGSTYPOLOGIE

8.1 ABLEITUNG RELEVANTER GEBÄUDETYPEN AUS DER TABULA-STUDIE

Auf bundesweiter Ebene ist die TABULA-Studie [Loga et al., 2011] des IWU (Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt) die zurzeit aktuellste und umfangreichste Gebäudetypologie-Studie. Die Studie liefert eine detaillierte Beschreibung der gebäude- und anlagenspezifischen Merkmale verschiedener Gebäudetypen, getrennt nach Baualtersgruppen.

Mit jeweils 2.000 Tsd. - 2.800 Tsd. Wohnungen je Gebäudetyp bilden die Mehrfamilienhaus-Typen

- MFH-D (Baujahr 1949–1957),
- MFH-E (Baujahr 1958–1968) und
- MFH-F (Baujahr 1969–1978)

die Mehrheit der am Markt bestehenden Mehrfamilienhäuser in Deutschland ab. Diese Aussage trifft auch auf die Größe der Wohnfläche mit bundesweit 131, 197 bzw. 109 Mio. m², sowie auf die Anzahl der Gebäude selbst mit 390, 550 bzw. 320 Tsd. zu.

		Baualtersklassen										Summe	*Anteil*
		bis 1860	1861 - 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2009		
		A **	B **	C	D	E	F	G	H	I	J		
Gebäudetypen*	**EFH**	EFH_A	EFH_B	EFH_C	EFH_D	EFH_E	EFH_F	EFH_G	EFH_H	EFH_I	EFH_J		
	Wohnfläche in Mio. m²	51	155	173	127	221	213	111	148	152	114	**1.465**	*43%*
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	510	1.370	1.720	1.240	2.150	1.930	940	1.230	1.250	880	**13.220**	*34%*
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	370	1.040	1.280	920	1.580	1.470	750	1.040	1.080	790	**10.320**	*57%*
	RH		RH_B	RH_C	RH_D	RH_E	RH_F	RH_G	RH_H	RH_I	RH_J		
	Wohnfläche in Mio. m²		43	91	57	76	78	47	66	62	37	**557**	*16%*
	Anzahl Wohnungen in Tsd.		470	960	570	770	760	400	590	540	310	**5.370**	*14%*
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.		350	800	480	670	650	380	540	500	300	**4.670**	*26%*
	MFH	MFH_A	MFH_B	MFH_C	MFH_D	MFH_E	MFH_F	MFH_G	MFH_H	MFH_I	MFH_J		
	Wohnfläche in Mio. m²	13	112	134	131	197	109	69	76	119	41	**1.001**	*29%*
	Anzahl Wohnungen in Tsd.	170	1.490	1.920	2.000	2.800	1.500	990	1.060	1.600	510	**14.040**	*36%*
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.	50	380	460	390	550	320	160	210	200	70	**2.790**	*15%*
	GMH ***		GMH_B	GMH_C	GMH_D	GMH_E	GMH_F	GMH_G	GMH_H				
	Wohnfläche in Mio. m²		10	17	31	84	127	39	84			**392**	*11%*
	Anzahl Wohnungen in Tsd.		180	260	570	1.450	2.480	570	1.290			**6.800**	*17%*
	Anzahl Wohngebäude in Tsd.		10	10	30	60	80	30	40			**260**	*1%*
Wohnfläche in Mio. m²		**64**	**320**	**415**	**346**	**578**	**527**	**266**	**374**	**333**	**192**	**3.415**	
Anteil		*2%*	*9%*	*12%*	*10%*	*17%*	*15%*	*8%*	*11%*	*10%*	*6%*		
Anzahl Wohnungen in Tsd.		**680**	**3.510**	**4.860**	**4.380**	**7.170**	**6.670**	**2.900**	**4.170**	**3.390**	**1.700**	**39.430**	
Anteil		*2%*	*9%*	*12%*	*11%*	*18%*	*17%*	*7%*	*11%*	*9%*	*4%*		
Anzahl Wohngebäude in Tsd.		**420**	**1.780**	**2.550**	**1.820**	**2.860**	**2.520**	**1.320**	**1.830**	**1.780**	**1.160**	**18.040**	
Anteil		*2%*	*10%*	*14%*	*10%*	*16%*	*14%*	*7%*	*10%*	*10%*	*6%*		

*) EFH = Einfamilienhaus, RH = Reihenhaus, MFH = Mehrfamilienhaus, GMH = großes Mehrfamilienhaus
**) Baualtersklasse A + B: Vorkommen nur als Summenwert bekannt, Zuordnung vereinfacht nach Konstruktionsprinzip (Fachwerk --> A / massiv --> B)
***) GMH ab Baualtersklasse I: Häufigkeiten in MFH enthalten, da Differenzierung zu ungenau

IWU

ABBILDUNG 163: Gebäudetypen gemäß TABULA-Studie [Loga et al., 2011]

8.2 BAULICHE, TECHNISCHE UND ENERGETISCHE EIGENSCHAFTEN DER GEBÄUDETYPEN

8.2.1 TECHNISCHE UND ENERGETISCHE EIGENSCHAFTEN

Die gewählten Gebäudetypen weisen einen gewissen typischen Sanierungsstand auf (Stand 2011). So wurden je nach Baualtersklasse z. B. bereits die Fenster erneuert und/oder die oberste Geschossdecke gedämmt. Nachstehend wird der bauliche IST-Zustand der ausgewählten drei MFH-Typen mit den entsprechenden Bauteil-U-Werten dargestellt. Des Weiteren werden, basierend auf den Angaben der TABULA-Gebäudetypologie, die durchschnittliche Fläche einzelner Wohneinheiten sowie der Fensterflächenanteil in der Außenhülle angegeben. Diese Angaben sind relevant für die spätere energetische Bewertung der Typen in AP 13 Energetische Standards.

8.2.1.1 MFH-D (BAUJAHR 1949–1957) [LOGA ET AL., 2011]

- meist 3 bis 4-geschossige Bauweise
- Sattel- oder Flachdach
- Nicht beheizter Trockenboden im Dachgeschoss
- Aufbau Außenwände: Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln, U-Wert 1,2 W/(m²K)
- Fenster Uw = 3,5 W/(m²K)
- Aufbau oberste Geschossdecke (Dachraum nicht beheizt): Stahlbetondecke, 1 cm Dämmung, Zementestrich U = 1,1 W/(m²K)
- Aufbau Kellerdecke: Stahlbetondecke + Zementestrich U = 1,3 W/(m²K)
- die wärmeübertragenden Umfassungsflächen enthalten ~ 560 m² Fassadenfläche, davon ~ 460 m² Wandflächen und ~ 100 m² Fensterflächen. Somit ergibt sich ein Fensterflächenanteil von ~ 18 %.
- Belegungsdichte 2 Personen bei Wohnflächengröße von ~ 64 m² pro Wohneinheit (WE), 9 WE pro Gebäude

8.2.1.2 MFH-E (BAUJAHR 1958–1968) [LOGA ET AL., 2011]

- meist 3 bis 5-geschossige Bauweise
- Sattel- oder Flachdach
- Dachgeschoss z. T. beheizt
- Aufbau Außenwände: Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln, U-Wert 1,2 W/(m²K)
- Fenster Uw = 3,5 W/(m²K)
- Aufbau oberste Geschossdecke (Dachraum nicht beheizt): Stahlbetondecke, 5 cm Dämmung, Zementestrich U = 0,5 W/(m²K)
- Aufbau Kellerdecke: Stahlbetondecke, 1 cm Trittschalldämmung, Zementestrich U = 1,1 W/(m²K)
- die wärmeübertragenden Umfassungsflächen enthalten ~ 2.547 m² Fassadenfläche, davon ~ 2.039 m² Wandflächen und ~ 508 m² Fensterflächen. Somit ergibt sich ein Fensterflächenanteil von ~ 20 %.
- Belegungsdichte 3 Personen bei Wohnflächengröße von ~ 89 m² pro WE, 32 WE pro Gebäude

8.2.1.3 MFH-F (BAUJAHR 1969–1978) [LOGA ET AL., 2011]

- meist 3 bis 5-geschossige Bauweise
- meist Flachdach
- Aufbau Außenwände: Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Leicht-Hochlochziegeln oder Gitterziegeln, U-Wert 1,0 W/(m²K)
- Fenster Uw = 3,5 W/(m²K)

- Aufbau oberste Geschossdecke (Dachraum nicht beheizt): Stahlbetondecke, 5 cm Dämmung, Zementestrich U = 0,5 W/(m²K)
- Aufbau Kellerdecke: Stahlbetondecke, 2 cm Trittschalldämmung + Zementestrich U = 0,8 W/(m²K)
- die wärmeübertragende Umfassungsfläche enthält ~ 417 m² Fassadenfläche, davon ~ 336 m² Wandflächen und ~ 81 m² Fensterflächen. Somit ergibt sich ein Fensterflächenanteil von ~ 18 %.
- Belegungsdichte 2 Personen bei Wohnflächengröße von ~ 53 m² pro WE, 8 WE pro Gebäude

8.2.2 BAULICHE EIGENSCHAFTEN

Auf Grundlage der drei Gebäudetypologien (MFH-D, MFH-E und MFH-F) wurden für diese Altersklassen typische Grundrisse recherchiert und zusammengestellt. Die TABULA-Studie [Loga et al., 2011] des IWU enthält keine Angaben zu typischen Grundrissen.

Auf der Grundlage folgender Fachliteratur-Quellen werden sechs Mustergrundrisse als 2-Spänner-Erschließungstyp und drei Mustergrundrisse als 3-Spänner-Erschließungstyp vorgestellt.

- Neufert Bauentwurfslehre, 35. Auflage, vieweg Verlag
- Grundrissatlas Wohnungsbau – Floor Plan Atlas, Stand 1994, Birkhäuser Verlag
- Pilotprojekte (s. AP 16)
- Siedlungsmodelle, neue Wege zu preiswertem, ökologischem und sozialem Wohnen in Bayern, Offene Zukunft Bayern, Staatsregierung, Wohnungen und Haustypen (s. Anhang)
- Energetische Optimierung eines Plattenbaukarrees- ein Beitrag zum städtischen Klimaschutz, gefördert von der DBU, Endbericht vom 22.10.2012
- Atlas Bauen im Bestand, Katalog für nachhaltige Modernisierungslösungen im Wohnungsbaubestand, Rudolf Müller Verlag, Institut für Bauforschung e. V., Stand Februar 2008
- Gebäudegrundrisse 1. Wohnen und soziale Einrichtungen von Walter-Meyer Bohne
- Grundrissatlas Wohnungsbau von Friederike Schneider
- Der Wohnungsgrundriss von Peter Faller, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart München, Untersuchung im Auftrag der Wüstenrot Stiftung

8.2.2.1 2-SPÄNNER-TYPOLOGIE

Für größere, eingeschossige Wohnungen wird die 2-Spänner Typologie als Gebäudeerschließung am stärksten repräsentiert, da beide Wohnungen nach zwei Gebäudeseiten orientiert und querbelüftet werden können.

Die Größe des Treppenhauses ist unabhängig von den Wohnungsgrößen. Die vorherrschende Gebäudetiefe beträgt 8–10 m, die tragende Wohnungstrennwand endet meist auf der Mitte des Treppenhauses.

Größere Gebäudetiefen ergeben sich nach dem Krieg durch die Zulassung innenliegender Sanitärräume.

A) TYP 1 [09]

Wohneinheit: 50–60 m²

Bauzeit: 20er Jahre und vor allem in den 70er Jahren

Dieser Typ wurde ursprünglich in den 20er Jahren von Hans Schumacher für die Siedlung Berlin-Haselhorst entwickelt und dann erst wieder verstärkt 50 Jahre später aufgegriffen. Der „Durchwohngrundriss“ zeichnet sich durch einen Wohnbereich, der sich quer zur Gebäudeachse nach zwei Gebäudeseiten hin orientiert, aus. Dabei befinden sich der Essplatz im Osten und der Wohnbereich im Westen. Ess- und Wohnbereich werden dabei zum Zentrum des Grundrisses. Bad und Küche liegen getrennt voneinander, was installationstechnisch von Nachteil ist. Dieser Typ wurde meist 2- bis 3-geschossig und mindestens einseitig oder zweiseitig bebaut, ausgeführt.

Gemäß der Gebäudetypologie TABULA kann eine eindeutige Zuweisung zu dem Typ MFH-F erfolgen, so dass sich folgende konstruktive Eigenschaften zuweisen lassen:

- Fensterhöhe angenommen: 1,35 m (es ergibt sich so ein Fensterflächenanteil FFA von 24 %)
- Aufbau oberste Geschossdecke: 5 cm gedämmt U = 0,5 W/(m²K)
- Aufbau Außenwände: Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln, U-Wert 1,0 W/(m²K), Außenwand nicht nachträglich gedämmt
- Fenster: Uw = 3,5 W/(m²K) als Kunststofffenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung, modernisiert, Originalfenster nicht mehr erhalten
- Aufbau Kellerdecke: Stahlbetondecke, 1 cm Trittschalldämmung, Zementestrich U = 0,8 W/(m²K)
- Zirkulationsleitungen nicht gedämmt

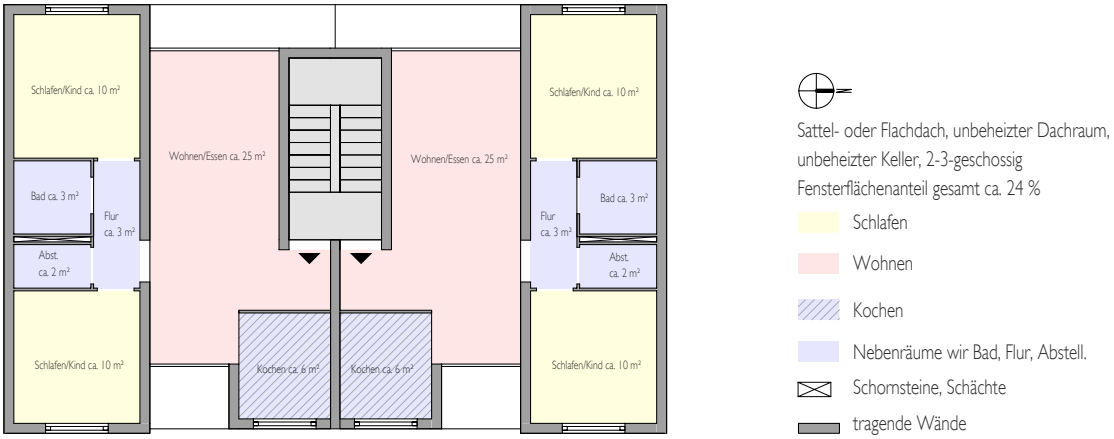


ABBILDUNG 164: 2-Spänner Typ 1

B) TYP 2 [09]

Wohneinheit: ca. 60 m²

Bauzeit: nach Kriegsende

Diese Grundrisstypologie hat sich nach Kriegsende entwickelt. Der Innenflur und das abgesonderte Wohnzimmer tauchen als typische Merkmale wieder auf, als hätte es die Entwicklung zum Durchwohngrundriss nie gegeben. Dieser Grundriss resultiert aus dem vorhandenen Wohnungsmangel nach Kriegsende, alle Räume einer Wohnung mussten zur Not als Schlafräume fungieren. Auch Bad und Küche liegen getrennt voneinander, was installationstechnisch von Nachteil ist. Durch den Wohnungsmangel wurden grobe Mängel in der Orientierung der Räume zu den Himmelsrichtungen und eine schlechte innere Organisation mit langen, dunklen Fluren in Kauf genommen. Dieser Typ wurde meist mehrgeschossig, mindestens einseitig oder zweiseitig bebaut, ausgeführt.

Gemäß der Gebäudetypologie TABULA wird dieser Wohnungsgrundriss zu dem Typ MFH-E erfolgen, so dass sich folgende konstruktive Eigenschaften zuweisen lassen:

- Fensterhöhe angenommen: 1,35 m (es ergibt sich so ein Fensterflächenanteil FFA von 18 %)
- Aufbau oberste Geschossdecke (Dachraum nicht beheizt): Stahlbetondecke, 1 cm Dämmung, Zementestrich U = 1,2 W/(m²K)
- Aufbau Außenwände: Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln, U-Wert 1,2 W/(m²K), Außenwand nicht nachträglich gedämmt
- Fenster: Uw 3,5 W/(m²K) als Kunststofffenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung, modernisiert, Originalfenster nicht mehr erhalten
- Aufbau Kellerdecke: Stahlbetondecke, 2 cm Dämmung, Zementestrich U = 1,1 W/(m²K)
- Zirkulationsleitungen nicht gedämmt

ABBILDUNG 165: 2-Spänner Typ 2

C) TYP 3 [01] [03]

Wohneinheit: ca. 45–50 m²

Bauzeit: ab 50er Jahre

Dieser sehr kompakte Grundriss wurde sehr oft ab den 50er Jahren gebaut. Die kleinen Wohnungen mit einer Größe von 45 - 50 m² zeichnen sich durch einen Wohnraum als Durchgangsbereich zum Schlafzimmer aus, die Küche befindet sich im Wohnraum („Wohnküche“) und Bad und Küche liegen nebeneinander, was installationstechnisch von Vorteil ist. Weiterhin vorteilhaft ist die relativ kleine Flurzone. Angemerkt sei noch, dass diese Grundrissaufteilung nicht das Ergebnis von nachtäglichen räumlichen Veränderungen ist. Dieser Typ wurde meist 2- bis 3-geschossig und mindestens einseitig oder zweiseitig bebaut, ausgeführt.

Gemäß der Gebäudetypologie TABULA kann keine eindeutige Zuweisung erfolgen. Aufgrund des vorwiegenden Baujahrs und der eher kleinen Wohneinheitsgröße erfolgt eine Zuordnung zu dem Typ MFH-D, so dass sich folgende konstruktive Eigenschaften zuweisen lassen:

- Fensterhöhe angenommen: 1,35 m (es ergibt sich so ein Fensterflächenanteil FFA von 14 %)
- Aufbau oberste Geschossdecke: 1 cm gedämmt U = 1,1 W/(m²K)
- Aufbau Außenwände: Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln, U-Wert 1,2 W/(m²K), Außenwand nicht nachträglich gedämmt
- Fenster: Uw = 3,5 W/(m²K) als Kunststofffenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung, modernisiert, Originalfenster nicht mehr erhalten
- Aufbau Kellerdecke: Stahlbetondecke, Zementestrich U = 1,3 W/(m²K)
- Zirkulationsleitungen nicht gedämmt

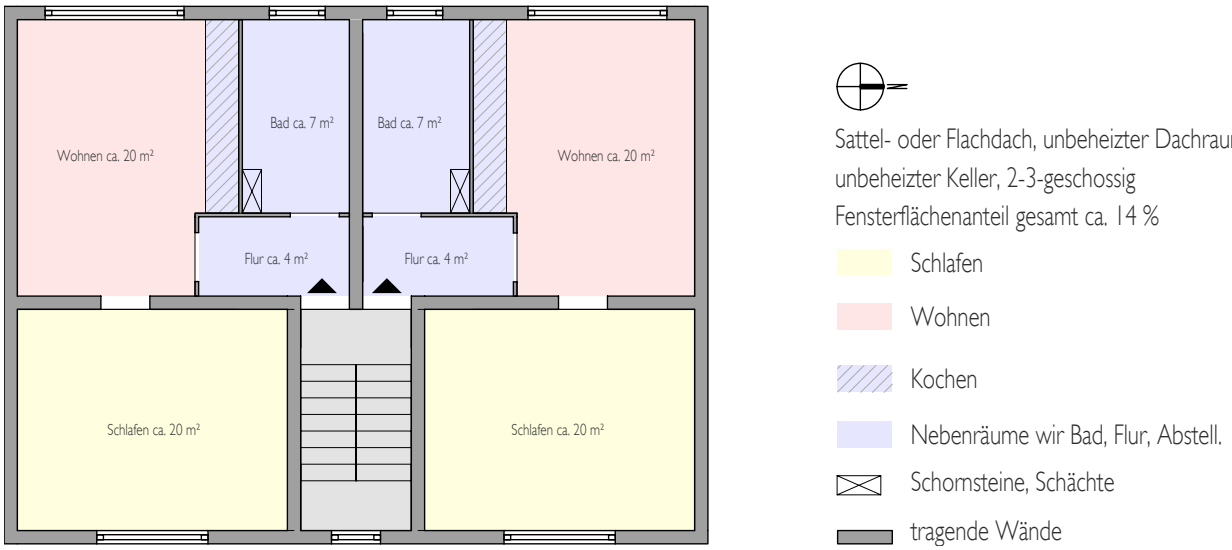


ABBILDUNG 166: 2-Spänner Typ 3

D) TYP 4 [01] [03]

Wohneinheit: ca. 60–70 m²

Bauzeit: 50er bis 80er Jahre

Diese Grundrisstypologie ist vor allem zwischen den 50er und 80er Jahren entstanden und wurde mehrfach umgesetzt. Er zeichnet sich durch einen langen Flur als zentrale Erschließung, lange Wege von den Schlafräumen zum Bad und einem Abstellraum am Ende des Flures aus, welcher Platz für eine Lüftungsanlage bietet. Bad und Küche liegen hier nebeneinander, was installationstechnisch von Vorteil ist. Dieser Typ wurde meist 2- bis 3-geschossig und freistehend oder einseitig bebaut, ausgeführt.

Gemäß der Gebäudetypologie TABULA kann keine eindeutige Zuweisung erfolgen. Es erfolgt eine Zuordnung zu dem Typ MFH-E und MFH-F, so dass folgende konstruktive Eigenschaften zugewiesen werden:

- Fensterhöhe angenommen: 1,35 m (es ergibt sich so ein Fensterflächenanteil FFA von 19 %)
- Aufbau oberste Geschossdecke: 5 cm gedämmt U = 0,5 W/(m²K)
- Aufbau Außenwände: Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln, U-Wert 1,2 W/(m²K), Außenwand nicht nachträglich gedämmt
- Fenster: Uw = 3,5 W/(m²K) als Kunststofffenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung, modernisiert, Originalfenster nicht mehr erhalten
- Aufbau Kellerdecke: Stahlbetondecke, 1 cm Trittschalldämmung, Zementestrich, U = 1,1 W/(m²K
- Zirkulationsleitungen nicht gedämmt

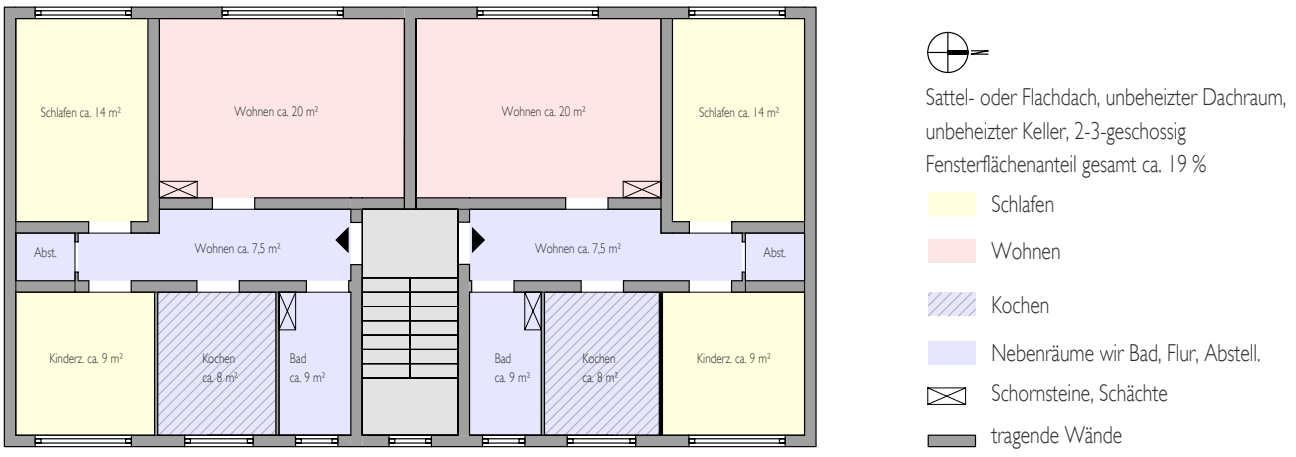


ABBILDUNG 167: 2-Spänner Typ 4

E) TYP 5 [09]

Wohneinheit: ca. 50 m²

Bauzeit: 50er bis 80er Jahre

Auch diese Grundrisstypologie wurde zu derselben Zeit wie Typ 4, zwischen den 50er und 80er Jahren, realisiert und mehrfach gebaut. Bad und Küche liegen nebeneinander und die Nähe von der Küche zum Eingang hat einen funktionalen Zusammenhang. Die Schlafräume wurden bevorzugt Richtung Osten, die Wohnräume nach Westen orientiert. Die Länge des Flures wird durch das am Ende angeordnete Zimmer reduziert. Die Räume innerhalb dieser Wohneinheit sind unabhängige Zimmer, die sich auch in ihrer Größe stark voneinander unterscheiden. Dieser Typ wurde meist 2- bis 3-geschossig und mindestens einseitig oder zweiseitig bebaut, ausgeführt.

Gemäß der TABULA-Gebäudetypologie kann ebenfalls keine eindeutige Zuweisung erfolgen. Da dieser Typ allerdings große Ähnlichkeiten zu Typ 4 aufweist, wird er für alle folgenden Berechnungen und Untersuchungen nicht weiter berücksichtigt.

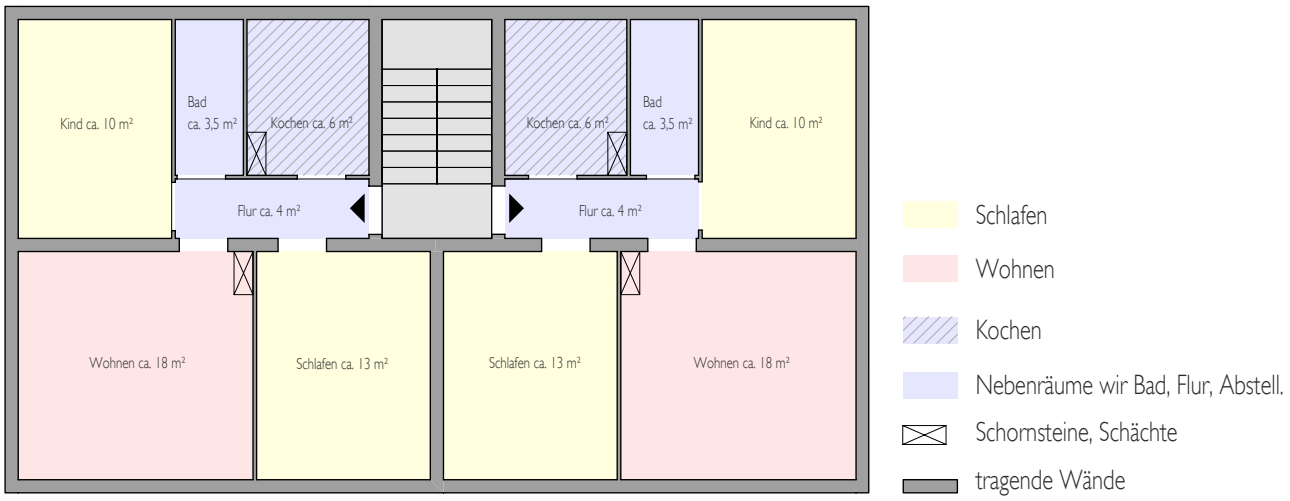


ABBILDUNG 168: 2-Spänner Typ 5

F) TYP 6 [05]

Wohneinheit: ca. 55 m²

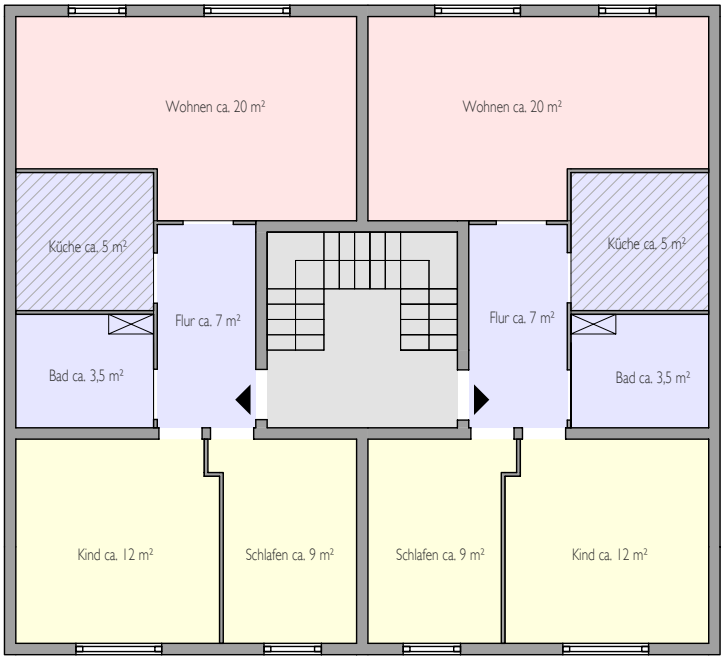
Bauzeit: 60er Jahre bis zum Ende der DDR

Der P2-Typ war der meist gebaute Plattenbautyp der DDR. Charakteristisch ist die Zweispänner-Typologie, wobei die Wohnungen um ein innenliegendes, quadratisches Treppenhaus angeordnet sind. Es ist eine klare Zonierung zwischen privaten Rückzugsräumen und Aufenthaltsräumen zu erkennen, welche durch eine relativ kleine Flurzone voneinander getrennt sind. Ein innenliegendes Bad und eine angrenzende innenliegende Küche gehören zu den wesentlichen, neuen Merkmalen dieses Typs. Dieser Typ wurde meist mehrgeschossig mit bis zu 11 Geschossen gebaut. Es erfolgte eine Aneinanderreihung von mehreren 2-Spännern. Die Loggien befanden sich meist auf der Westseite der Gebäude.

Dieser Typ wird mit der Gebäudetypologie TABULA nicht abgedeckt. Insofern wurden die in der Quelle [05] angegebenen konstruktiven Eigenschaften angenommen und darauf basierend die energetischen Kennwerte berechnet:

- Fensterhöhe angenommen: 1,35 m (es ergibt sich so ein Fensterflächenanteil FFA von 11 %)
- Aufbau oberste Geschossdecke: Normalbeton, 4 cm Mineralwolle, U = 0,94 W/(m²K)
- Aufbau Außenwände: Mauerwerk aus Normalbeton, Holzwolle-Platten als Innendämmung, U = 0,89 W/(m²K)
- Fenster: Uw = 2,90 W/(m²K)

- Aufbau Kellerdecke: Stahlbetondecke, Zementestrich U = 3,18 W/(m²K)
- Zirkulationsleitungen nicht gedämmt



Bauzeit: 60er Jahre bis zum Ende der DDR

Flachdach, kein Dachraum,
unbeheizter Keller, bis zu 11-geschossig
Fensterflächenanteil gesamt ca. 11 %

Schlafen
Wohnen
Kochen
Nebenräume wir Bad, Flur, Abstell.
Schornsteine, Schächte
tragende Wände

ABBILDUNG 169: 2-Spänner Typ 6

8.2.2.2 3-SPÄNNER TYPOLOGIE

Die Nutzung des Treppenhauses ist beim Dreispänner noch wirtschaftlicher.

Meist schiebt sich zwischen die beiden größeren „Eckwohnungen“ eine dritte, meist kleinere Mittelwohnung, die gegenüber vom Treppenhaus liegt. Nachteil dieser Mittelwohnung ist, dass diese nur einseitig orientiert ist und damit die Möglichkeit der Querlüftung fehlt. Das weitere „Herausziehen“ dieser Mittelwohnung aus dem Gebäudegrundriss heraus, erlaubt eine Verbesserung von Querlüftung und Orientierung.

A) TYP 1 [01] [03]

Wohneinheit: ca. 45 m²

Bauzeit: ab 50er Jahre

Diese Grundrisstypologie wurde ab den 50er Jahren mehrfach gebaut. Trotz gleicher Wohnungsgrundfläche ist die „Mittelwohnung“ anders organisiert. Hier befindet sich eine separate Küche anstelle des Kindezimmers. Typisch sind die klare Organisation, kurze Flure und nebeneinander liegende Bäder und Küchen, was installationstechnisch von Vorteil ist. In den Eckwohnungen ist eine „Wohnküche“ vorhanden und der Wohnraum dient als Durchgangsraum zu den Schlafräumen. Dieser Typ wurde meist 2- bis 3-geschossig und mindestens einseitig oder zweiseitig bebaut, ausgeführt.

Gemäß der TABULA -Gebäudetypologie kann keine eindeutige Zuweisung erfolgen. Es erfolgt eine Zuordnung zu allen drei Gebäudetypologien, so dass folgende konstruktive Eigenschaften angenommen werden:

- Fensterhöhe angenommen: 1,35 m (es ergibt sich so ein Fensterflächenanteil FFA von 12 % für Eckwohnungen, 23 % für Mittelwohnung)
- Aufbau oberste Geschossdecke: 5 cm gedämmt U = 0,5 W/(m²K)
- Aufbau Außenwände: Mauerwerk aus Hohlblocksteinen, Hochlochziegeln oder Gitterziegeln, U-Wert 1,2 W/(m²K), Außenwand nicht nachträglich gedämmt
- Fenster: Uw = 3,5 W/(m²K) als Kunststofffenster mit 2-Scheiben-Isolierverglasung, modernisiert, Originalfenster nicht mehr erhalten

- Aufbau Kellerdecke: Stahlbetondecke, 1 cm Trittschalldämmung, Zementestrich U = 1,1 W/(m²K
- Zirkulationsleitungen nicht gedämmt

ABBILDUNG 170: 3-Spänner Typ 1

B) TYP 2

Wohneinheit: ca. 50–60 m², mittig 40–45 m²

Bauzeit: vor allem in den 70er Jahren

Diese Grundrisstypologie wurde vor allem in den 70er Jahren mehrfach realisiert und lässt sich, wie Typ 1 der 2-Spänner-Erschließungstypologie, als „Durchwohn-Grundriss“ bezeichnen. Die Mittelwohnung weist eine geringere Wohnfläche auf als die beiden Eckwohnungen. Der Wohnbereich der Eckwohnungen orientiert sich quer zur Gebäudeachse nach zwei Gebäudeseiten. Der Essplatz befindet sich im Osten, der Wohnbereich im Westen. In den Eckwohnungen werden Ess- und Wohnbereich zum Zentrum des Grundrisses und eine klare „Zonierung“ zwischen privaten Rückzugsräumen (Schlafzimmer, Bad, Kinderzimmer) und Aufenthaltsräumen (Wohnbereich und Küche) erfolgt. Die Mittelwohnung ist ungünstig organisiert, da sie eine relativ große Flurzone aufweist und der Wohnbereich gleichzeitig als Schlafbereich fungiert. Dieser Typ wurde ebenfalls meist 2- bis 3-geschossig und mindestens einseitig oder zweiseitig bebaut, ausgeführt.

Gemäß der Gebäudetypologie TABULA kann ebenfalls keine eindeutige Zuweisung erfolgen. Da dieser Typ allerdings große Ähnlichkeiten zu Typ 1 des 2-Spänners aufweist, wird er für alle folgenden Berechnungen und Untersuchungen nicht weiter berücksichtigt.

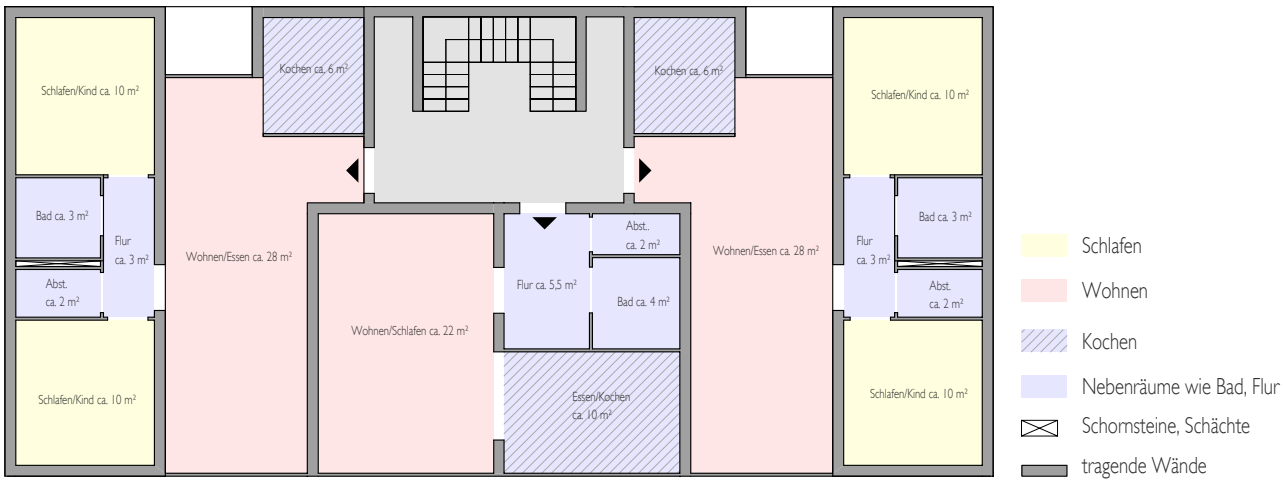


ABBILDUNG 171: 3-Spänner Typ 2

C) TYP 3

Wohneinheit: ca. 30–40 m²

Bauzeit: ab 30er Jahre

Diese Grundrisstypologie wurde ab den 30er Jahren mehrfach realisiert und ermöglicht durch das „Herausziehen“ der Mittelwohnung eine Verbesserung von Querlüftung und Orientierung dieses Gebäudeteiles. Nachteilig ist das größere A/V-Verhältnis und die dadurch größere wärmeübertragende Hüllfläche. Diese 3-Spännertypologie wurde auch mit deutlich größeren Wohnflächengrößen mehrfach realisiert. Die drei Wohnungen sind relativ ähnlich organisiert und weisen dieselbe Wohnfläche auf. Kennzeichnend sind jeweils ein etwas großzügigerer Wohn-Essbereich (im Verhältnis zu den Schlafräumen) und der installationstechnische Vorteil durch das Nebeneinanderliegen von Bad und Küche (zumindest in den „Eckwohnungen“). Dieser Typ wurde ebenfalls meist 2- bis 3-geschossig und mindestens einseitig oder zweiseitig bebaut, ausgeführt.

Gemäß der Gebäudetypologie TABULA kann ebenfalls keine eindeutige Zuweisung erfolgen. Auch dieser Typ wird für alle folgenden Berechnungen und Untersuchungen nicht weiter berücksichtigt.

ABBILDUNG 172: 3-Spänner Typ 3

9. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP09 DES HYGIENE-INSTITUTS DES RUHRGEBIETES, GELSENKIRCHEN

Hygiene-Institut des Ruhrgebiets
Institut für Umwelthygiene und Toxikologie
Direktor: Prof. Dr. rer. nat. L. Dunemann
Träger: Verein zur Bekämpfung der Volkskrankheiten im Ruhrkohlengebiet e.V.

Hygiene-Institut · Postfach 10 12 55 · 45812 Gelsenkirchen

Hochschule Bochum
Fachbereich Architektur
Lennershofstraße 140
44801 Bochum

Besucher-/Paketanschrift:
Rotthauser Str. 21, 45879 Gelsenkirchen

Zentrale	**(0209) 9242-0**
Durchwahl	(0209) 9242-290
Telefax	(0209) 9242-222
E-Mail	s.horn@hyg.de
Internet	www.hyg.de

Unser Zeichen: W-263143-15-Ho
Ansprechpartner: Dipl.-Ing. (FH) S. Horn

Gelsenkirchen, den 22.02.2017

Expertise Hygiene im Rahmen des Forschungsprojekts IBWL –
Integrierte Bestandssanierung mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

Ihr Auftrag vom 16.06.2015, Auftragsnummer FBA-24827-SO

Sehr geehrte Damen und Herren,

hiermit übersenden wir Ihnen unsere Ausarbeitungen zur Expertise Hygiene im Rahmen des Forschungsprojekts IBWL – Integrierte Bestandssanierung mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.

Wir hoffen, Ihnen mit den aufgeführten Angaben geholfen zu haben und stehen bei auftretenden Fragen gern auch weiterhin zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
Der Direktor des Instituts
i. A.

(Dipl.-Ing. (FH) S. Horn)
Bereichsleiterin Raumlufttechnik
Abteilung Wasserhygiene und Umweltmikrobiologie

Anlagen Expertise Hygiene im Rahmen des Forschungsprojekts IBWL – Integrierte Bestandssanierung mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

Hygiene-Institut des Ruhrgebiets
Institut für Umwelthygiene und Toxikologie

Expertise Hygiene
im Rahmen des Forschungsprojekts IBWL – Integrierte Bestandssanierung mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung

Inhaltsverzeichnis

1 Beschreibung der Aufgabenstellung 2

2 Rechtliche Rahmenbedingungen 3

3 Hygienische Anforderungen an die Innenraumluft von Wohngeäbuden 7

3.1 Thermische Behaglichkeit 7

3.2 Raumluftqualität 7

4 Hygienische Anforderungen an raumlufttechnische Geräte und raumlufttechnische Anlagen – Aspekte in der Ausführungsplanung 12

5 Beschreibung hygienischer Qualitäten verschiedener Wohnraumlüftungs-Typen 23

5.1 Dezentrale Push-Pull-Geräte 23

5.2 Dezentral Zu- und Abluftgerät 24

5.3 Wohnungszentrale Lüftungsgeräte 24

5.4 Gebäudezentrale Geräte mit Wärmerückgewinnung 26

5.5 Gebäudezentrale Geräte Abluft 27

6 Baustellenhygiene 29

7 Hygienische Anforderungen an Wartung und Instandhaltung von raumlufttechnischen Geräten und raumlufttechnischen Anlagen 30

7.1 Revision und Instandhaltung dezentraler Push-Pull-Geräte 31

7.2 Revision und Instandhaltung dezentraler Zu- und Abluftgeräte 32

7.3 Revision und Instandhaltung wohnungszentraler Lüftungsgeräte 32

7.4 Revision und Instandhaltung gebäudezentraler Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung 33

7.5 Revision und Instandhaltung gebäudezentraler Abluft-Lüftungsanlagen 33

8 Fazit 38

1 Beschreibung der Aufgabenstellung

Im Rahmen des Forschungsprojekts „IBWL – Integrierte Bestandssanierung mittels Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung“ sollen ökonomische und technische Vorbehalte gegenüber Wohnungslüftungsanlagen geklärt und abgebaut werden.

Dazu sollen in mehrgeschossigen Mietwohngebäuden, welche energetisch saniert werden, auch mechanische Lüftungen eingebaut werden. Zudem sollen Befragungen von Vermietern und Mietern stattfinden und neben Themen wie Schall- und Brandschutz, Energie sowie sozialwissenschaftliche Betrachtungen und Bau- und Mietrecht soll auch das Thema „Hygiene“, welches in diesem Bericht erörtert werden soll, betrachtet werden. Geklärt werden sollen u.a. auch die hygienerelevanten Vor- und Nachteile der verschiedenen Lüftungssysteme „raumweise Lüftung“, „wohnungsweise Lüftung“ und „gebäudeweise Lüftung“.

Sowohl für den Vermieter als auch für den Mieter stehen vor allem ökonomische Aspekte im Vordergrund. Da die zusätzlich entstehenden Kosten für die Sanierungsmaßnahmen und die Anschaffung der Lüftungsanlage sowie deren Wartung und Instandhaltung vom Vermieter auf die Miete umgelegt werden können, wünschen die Mieter eine kostengünstige Umsetzung. Für den Vermieter ist ferner eine schnelle Abwicklung der Baumaßnahmen mit wenig Aufwand wünschenswert, um den Mieter möglichst wenig und nur für kurze Zeit in der Nutzung seiner Wohneinheit zu beeinträchtigen.

Aus diesen Erkenntnissen ergibt sich die Aufgabenstellung, welche lautet, eine geeignete, standardisierte Musterlösung zur Lüftung verschiedener Gebäudetypen zu erarbeiten, die in der Praxis kostengünstig umgesetzt werden kann.

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

Da sich der Mensch einen Großteil des Tages in umschlossenen Räumen aufhält, hat er auch bestimmte Anforderungen an die Innenraumluft. Dazu gehören:

- gesundheitlich zuträgliche Luftqualität
- keine Geruchsbelästigung
- keine Lärmbelästigung und
- thermische Behaglichkeit.

Für Arbeitsstätten wird durch die Arbeitsstättenverordnung folgende Forderung aufgestellt: „In umschlossenen Arbeitsräumen muss unter Berücksichtigung der Arbeitsverfahren, der körperlichen Beanspruchung und der Anzahl der Beschäftigten sowie der sonstigen anwesenden Personen ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein." Konkretisiert wird die Anforderung durch die allgemein anerkannten Regeln der Technik, z.B. in Regelwerken des DIN oder des VDI, in denen geklärt wird, was dem aktuellen Kenntnisstand entsprechend, „ausreichend" und „gesundheitlich zuträglich" bedeutet. Genauere Angaben werden in den Arbeitsstättenregeln dagegen zu Raumtemperaturen (ASR 3.5) gemacht. Ferner wird hier auch gefordert, dass keine unzumutbare Zugluft auftritt. Aber auch zum Thema „thermische Behaglichkeit" gibt es noch weitere Konkretisierungen in technischen Regelwerken (z.B. DIN EN ISO 7730, EN 15251).

Doch nicht nur für Arbeitsstätten wünschen sich Raumnutzer ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft und ein behagliches Raumklima. Auch an Wohnräume, in welchen wir uns ebenfalls einen nicht unerheblichen Teil des Tages aufhalten, werden von Raumnutzern diese Anforderung gestellt. Durch eine immer dichtere Bauweise bzw. durch die Sanierung von Bestandsgebäuden im Sinne der Energieeinsparung wird die Fugenlüftung, welche üblicherweise neben der Fensterlüftung die Raumluftqualität beeinflusst, immer weiter eingeschränkt. Um nun zu vermeiden, dass die Innenraumluft durch die immer dichteren Gebäudehüllen und Fenster an Qualität verliert bzw. sich Schadstofflasten stärker anreichern können, gibt die Energieeinsparverordnung in der Fassung von 2014 in § 6 vor, dass „zu errichtende Gebäude so auszuführen sind, dass der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche Mindestluftwechsel sichergestellt ist". Allerdings wird hier nicht näher ausgeführt, wie dieser Mindestluftwechsel erreicht werden kann.

Um genauer zu definieren, was ein erforderlicher Mindestluftwechsel ist, können vor allem zwei Normen zu Rate gezogen werden: die DIN 4708-2 und die DIN 1946-6.
In der aktuellen Fassung der DIN 4708-2 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz“ (2013) wird folgende Anforderung gestellt: „Auf ausreichenden Luftwechsel ist aus Gründen der Hygiene, der Begrenzung der Raumluftfeuchte sowie ggf. der Zuführung von Verbrennungsluft nach bauaufsichtlichen Vorschriften (z.B. Feueranlagenverordnung der Bundesländer) zu achten.“ In der vorangegangenen Fassung wurde diese Forderung noch konkretisiert durch den Zusatz „ …Dies ist in der Regel der Fall, wenn während der Heizperiode ein auf das Luftvolumen innerhalb der Systemgrenze bezogener durchschnittlicher Luftwechsel von 0,5 /Stunde bei der Planung sichergestellt wird.“ Dieser Zusatz wurde jedoch nicht in die neuere Fassung übernommen, so dass sich aus dieser Norm ebenfalls keine Angaben zum Mindestluftwechsel ableiten lassen.

Konkreter Angaben zu einem Mindestluftwechsel findet man dagegen in der DIN 1946-6. Diese hilft zum einen bei der Erstellung eines Lüftungskonzepts, zum anderen werden Angaben zu erforderlichen Mindestluftwechselraten gemacht.

Im Rahmen des Lüftungskonzepts wird überprüft, ob der Volumenstrom über Undichtigkeiten der Gebäudehülle (Infiltration) größer ist als der für den Feuchteschutz notwendige Luftwechsel. Ist das nicht der Fall, sind lüftungstechnische Maßnahmen notwendig. Hierzu sind in der DIN 1946-6 diverse Möglichkeiten aufgeführt. Neben Schacht- und Fensterlüftungen können auch mechanische Lüftungen eingesetzt werden. So kann z.B. die Luft aus feuchtebelasteten Räumen über eine zentrale Abluftanlage abgeführt werden und Frischluft über dauerhafte Öffnungen, z.B. im Fensterrahmen, den Räumen nachgeführt werden oder es wird mittels eines dezentralen oder zentralen Lüftungsgerätes den Räumen Zuluft zu- und Abluft abgeführt.

Wird nun zur Belüftung eines Gebäudes eine mechanische Lüftung ausgewählt, ist es unumgänglich die Hygiene der mechanischen Belüftungsanlagen zu berücksichtigen, um das Ziel, nämlich „ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft“ für die Raumnutzer, zu erreichen. Hierbei ist zu beachten, dass gerade bei umfangreicheren mechanischen Belüftungsanlagen, ggf. mit zusätzlicher Klimatisierung, Mängel im Rahmen der Planung und Ausführung, aber auch später im Betrieb bei Wartung und Instandhaltung zu hygienische Problemzonen führen können.

Die Ergebnisse von zahlreich durchgeführten hygienisch-mikrobiologischen Untersuchungen an bestehenden RLT-Anlagen und –Geräten zeigen, dass bestimmte Umstände an den verschiedenen Komponenten Mikroorganismen günstige Vermehrungsbedingungen verschaffen. Um nun zu verhindern, dass sich die, üblicherweise durch die Außenluft in die Geräte eingebrachten Mikroorganismen massenhaft vermehren können, müssen also gewisse hygienische Standards eingehalten werden.
Hygienische Anforderungen an Planung, Herstellung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von raumlufttechnischen Anlagen und –Geräten werden seit 1998 in der VDI-Richtlinie 6022 formuliert. Auslöser dieses Regelwerkes, waren die teilweise sehr schlechten hygienischen Zustände in Lüftungsanlagen, welche schon in den 70er und 80er Jahren festgestellt wurden und die zu einer Beeinträchtigung des Wohlbefindens bei Raumnutzern führten oder in schlimmeren Fällen auch Erkrankungen ausgelöst haben (z.B. Befeuchterfieber oder Befeuchterlunge). Diese VDI 6022 ergänzt die technischen Regelwerke zu den Themen Auslegung, Wartung usw. um die Belange der Hygiene.

Für die Wohnungslüftung wurde jedoch ein eigenes Regelwerk erarbeitet, die DIN 1946, Teil 6. In dieser Norm werden sowohl die Anforderungen an die Auslegung behandelt, als auch alle weiteren Themen wie Konstruktion, Wartung usw.. Allerdings weist dieses Regelwerk wesentlich weniger hygienische Anforderungen u.a. an Konstruktion, Materialien und Wartung auf als die VDI 6022.

Im Vordergrund dieser Norm steht vor allem Energieeinsparung. Für viele Kunden stehen die Investitionskosten für die Lüftungsanlage im Vordergrund, so dass die meisten Wohnungslüftungsgeräte einfach im Aufbau sind und aus einfachen, günstigen Materialien bestehen. Eine Einsparung geht dabei oft auf Kosten einer guten Verarbeitung und hochwertiger Komponenten.
Allerdings hat der Bauherr die Wahl für bestimmte Gerätemerkmale höhere Anforderungen als bei den Standardgeräten zu stellen bezüglich der Punkte Energieeffizienz, Hygiene oder Akustik. Aus hygienischer Sicht machen diese Unterscheidungen mit Ausnahme der Energieeffizienz keinen Sinn, da jeder Bauherr das Recht auf eine hygienisch einwandfreie Anlage haben sollte. Im hygienischen Sinn gehört dazu auch, dass eine Lärmbelästigung unterbleibt und die Vorgaben der aktuellen Regelwerke eingehalten werden müssen.

Da jedoch sowohl die VDI 6022 Richtlinienreihe als auch die DIN 1946-6 bauordnungsrechtlich nicht eingeführt sind, haben beiden Regelwerke nur empfehlenden Charakter und vor allem die VDI 6022 wird in der Wohnungslüftungssparte meist nicht berücksichtigt. Grund dafür sind die höheren Kosten, welche entstehen, wenn die RLT-Anlagen und –Geräte die umfassenderen Anforderungen an Konstruktion und Wartung der VDI 6022 erfüllen müssten.

Aus unserer Erfahrung heraus können wir jedoch sagen, dass die Akzeptanz der Bauherrn oder Raumnutzer gegenüber mechanischer Belüftung stark negativ beeinträchtigt wird, wenn diese Anlagen aufgrund von Ablagerungen, Verschmutzungen, Materialemissionen und Gerüchen sowie mikrobiologischer Vermehrung im Endeffekt eher zu einer Verschlechterung der Luftqualität beitragen. Häufig stellen diese nämlich, wenn sie sich dann zur Anschaffung einer mechanischen Belüftung entschlossen haben, meist auch sehr hohe Anforderungen sowohl an das Gerät, als auch an die zu erwartende Luftqualität.

Zurzeit werden im Laufe des Jahres 2017 sowohl die VDI 6022, Blatt 1 „Hygieneanforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte“ als auch die DIN 1946-6 überarbeitet. Zum ersten Mal ist bei der Überarbeitung der VDI 6022, Blatt 1 eine eigene Arbeitsgruppe für Wohnungslüftung gebildet worden, um das Thema stärker in der Richtlinie zu verankern. Auch bei der Überarbeitung der DIN 1946-6 soll das Thema „Hygiene“ mehr Beachtung finden. Eine Abschwächung der hygienischen Anforderungen an die Wohnraumlüftung ist also nicht zu erwarten. Auf europäischer Ebene werden zukünftig hygienische Anforderungen auch immer mehr an Bedeutung gewinnen. Im Rahmen der CE-Kennzeichnung von Bauprodukten müssen Hersteller auch die Themen „Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz“ prüfen, welche sich auch auf die zur Herstellung von Geräten eingesetzten Materialien beziehen lassen.

3 Hygienische Anforderungen an die Innenraumluft von Wohngebäuden

Wie schon oben beschrieben wird von den Raumnutzern neben einer thermischen Behaglichkeit auch eine gute Qualität der Innenraumluft gewünscht.

3.1 Thermische Behaglichkeit

Die thermische Behaglichkeit wird durch eine Vielzahl von Einflussparametern beeinflusst. Ein gesundheitlich zuträgliches Raumklima liegt dann vor, wenn die Wärmebilanz des menschlichen Körpers ausgeglichen ist, also die Wärmeabgabe gleich der Wärmeerzeugung ist. Die körpereigene Wärmeproduktion hängt von der ausgeübten Tätigkeit, dem sogenannten Aktivitätsgrad ab. Für die Wärmeabgabe des Körpers sind folgende Faktoren maßgeblich:

- Lufttemperatur,
- Oberflächentemperatur der Raumumschließungsflächen,
- Luftgeschwindigkeit,
- Luftfeuchte und
- Bekleidung.

Um ein behagliches Raumklima zu erreichen, empfiehlt die DIN 1946-6, dass dafür die Vorgaben nach DIN EN ISO 7730, Kategorie B angewendet werden. Das Zugluftrisiko sollte 20% im Aufenthaltsbereich nicht überschreiten. Ferner dürfen die Oberflächentemperaturen der Umgebungsflächen, um ein thermisch behagliches Umfeld zu erzielen, nicht zu stark von der Lufttemperatur abweichen.

Jedoch ist es dem Bauherrn immer freigestellt im Rahmen der Planung andere Zielwerte festzulegen. So kann z.B. auch eine Klassifizierung aus der EN 15251 ausgewählt und zugrunde gelegt werden.

3.2 Raumluftqualität

Die Luftqualität wird ebenfalls durch eine Reihe verschiedener Parameter bestimmt. Wie in VDI 6022, Blatt 3 „Beurteilung der Raumluftqualität“ beschrieben sind relevante Parameter für Wohn-und Aufenthaltsräume unter anderem:

- CO_2-Gehalt
- VOC und Gerüche
- Feinstaub

- CO
- Radon.

Ebenso wie die Anforderungen der VDI 6022 Blatt 1, können auch die Anforderungen der VDI 6022, Blatt 3 für private Wohnräume übernommen werden. Grundsätzlich muss jedoch immer im Rahmen der Planung festgelegt werden, welche Anforderungen vom Bauherren oder Raumnutzer an die Innenraumluft und das Raumklima gestellt werden sollen. Möglicherweise sind nicht immer alle der o.g. Parameter relevant oder interessant.

Im niedrigsten Anforderungsfall kann das bedeuten, dass ausschließlich der Raumklimaparameter „Luftfeuchte“ durch die Lüftung geregelt werden soll. Bei Bedarf können aber auch weitere der oben genannten Parameter gewählt werden.

Üblicherweise steht einem Raumnutzer zur Beeinflussung der Luftqualität sowie der thermischen Parameter die Fensterlüftung zur Verfügung. Hierbei kann v.a. die Feuchte, aber, durch Abführung von Schadstofflasten, auch die Raumluftqualität beeinflusst werden. Eine Verbesserung der Qualität der dem Raum zugeführten Außenluft, z.B. hinsichtlich der Abscheidung von Feinstaub, ist nicht möglich. Auch eine Wärmerückgewinnung kann nicht durchgeführt werden. Des Weiteren ist die Qualität der Innenraumluft natürlich stark davon abhängig, wie häufig die Raumnutzer die Fenster öffnen.

Hier zeigt sich der Vorteil einer mechanischen Lüftung, bei der, anders als bei der Fensterlüftung, ein regelmäßig ununterbrochener Luftaustausch stattfindet und es damit (wenn die Anlage fachgerecht ausgelegt und eingebaut ist) zu einem ständigen Abtransport von Feuchte- und Schadstofflasten kommt.

Feuchtelasten können beispielsweise entstehen durch Tätigkeiten wie z.B. kochen oder duschen, aber auch durch den Menschen selbst (durch Abgabe von Feuchtigkeit) oder durch Pflanzen, welche in die Innenräume eingebracht werden. Die Menge der Feuchtigkeit, welche die Luft aufnehmen kann, ist unter anderem temperaturabhängig. Luft mit einer höheren Temperatur kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen, als eine kühlere Luft. Werden Feuchtelasten nicht regelmäßig abgeführt, reichert sich die Raumluft, je nach Aufnahmefähigkeit, immer mehr mit Feuchtigkeit an. Kühlt diese feuchtigkeitshaltige Luft dann z.B. an kühleren Raumumschließungsflächen ab, steigt mit Absinken der Temperatur der Luft die relative Feuchte an. Bei Erreichen des Taupunktes (100 % relative Luftfeuchte) tritt dann Wasser aus. Das wiederum kann auch einen Schimmelpilzbefall an raumumschließenden Oberflächen begünstigen.

Jedoch kann aus unserer Erfahrung heraus gesagt werden, dass es grundsätzlich auch möglich ist, die vom Umweltbundesamt erarbeiteten Richtwerte zur Innenraumluftqualität mit einer den Vorgaben entsprechenden Fensterlüftung bei einwandfreier Bausubstanz des Gebäudes und „normalen“ Wohnverhältnissen (keine außergewöhnlich hohen Feuchte- und Schadstofflasten) einzuhalten.

Soll jedoch eine mechanische Lüftung zum Einsatz kommen, muss diese bei niedrigen Anforderungen der Raumnutzer ggf. lediglich die beiden Parameter Temperatur und Luftfeuchte regeln. Neben einer Wärmerückgewinnung, welche bei den meisten technischen Systemen möglich ist, können diese Systeme jedoch bei erhöhten Hygieneanforderungen, je nach Wunsch des Raumnutzers, auch andere Parameter beeinflussen, wie z.B. Feinstaubgehalt der Außenluft durch Luftfilterung minimieren oder VOC´s, welche u.a. aus Einrichtungsgegenständen emittieren oder durch menschliche Tätigkeiten entstehen können, durch einen höheren Luftwechsel zu reduzieren. Jedoch variieren diese Parameter je nach Zusammensetzung der vor Ort vorhandenen Außenluft oder je nach Einrichtung einer Wohnung bzw. dem Einsatz von u.a. Reinigungs- und Pflegemitteln, Duftsprays, Bastelprodukten usw. oder nach den in der Wohnung durchgeführten Tätigkeiten.

So erfolgt die Auslegung einer RLT-Anlage dann auch bedarfsgerecht je nach den vorhandenen Wohngegebenheiten, den ausgewählten Planungsparametern (abhängig von den durch die Raumnutzer ausgewählten Luftqualitäten für den Innenraum) und den zu erwartenden Lasten und muss für jede Wohnung oder jedes Haus einzeln erstellt werden.

Alle anderen Angaben in technischen Regelwerken sind im Grunde Versuche Berechnungen zu vereinheitlichen, haben aber den Nachteil, dass so keine konkrete Volumenstromermittlung bezogen auf eine dem jeweiligen Kundenwunsch entsprechende Innenraumluftqualität und die tatsächlich vorhandenen Lasten durchgeführt werden kann.

Für eine vereinfachende Auslegung gibt die DIN 1946-6 Luftwechselzahlen für Wohnungen und Wohngebäude vor. Dabei werden vier verschiedene Lüftungsstufen unterschieden:

- Lüftung zum Feuchteschutz
- Reduzierte Lüftung
- Nennlüftung und
- Intensivlüftung.

Unter dem Punkt 3.1 Begriffe wird definiert, dass die zeitliche Mittelung der definierten Lüftungsstufen über den Bilanzzeitraum dem nach ENEV § 6 definierten, zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderlichen Mindestluftwechsel entspricht. Wie die konkrete Berechnung jedoch erfolgen kann, wird in der Norm nicht erklärt.

Die Frage, ob die Werte, welche in der DIN 1946-6 genannt werden sinnvoll ausgewählt sind, kann man nicht eindeutig beantworten. Sicherlich beruhen die Zahlen auf langjährig gesammelten Erfahrungen.

Grundsätzlich kann jedoch davon ausgegangen werden, dass die in der DIN 1946-6 angegebenen Werte je nach Raumnutzeranforderung und danach erfolgter Auswahl der Lüftungsstufe bei normalen Wohngegebenheiten und Randbedingungen für eine ausreichende Luftqualität (je nach Anforderung) und zur Abfuhr der Lasten ausreichend ist. Allerdings wird bei einer Angabe von Standardwerten nicht jeder individuelle Anwendungsfall mit unterschiedlichen Randbedingungen berücksichtigt. Das gilt sowohl für die Werte zum Feuchteschutz als auch auf die Werte zur Nennlüftung, welche zusätzlich auch hygienische Anforderungen berücksichtigen sollen. Eine Minimierung der in der Norm vorgegebenen Werte ist aus hygienischer Sicht nicht empfehlenswert, außer eine bedarfsgerechte Berechnung würde niedrigere Werte ergeben.

Ggf. sind die Werte aber auch zu niedrig, wenn der Mieter Materialien und Einrichtungsgegenstände verwendet, welche hohe Emissionen an die Raumluft abgeben. Auch bestimmte Tätigkeiten im Innenraum wie Basteln und andere Hobbytätigkeiten, Rauchen usw. können den Gehalt an VOC´s erhöhen. Ferner kann das Halten von Tieren, das Betreiben einer offenen Feuerstätte oder eines Gasherdes, Benutzung von bestimmten Geräten wie z.B. Kopierer usw. zu einem erhöhten Lüftungsbedarf führen. Geht man davon aus, dass ein Mieter seine Wohnung kaum nutzt, wenig duscht, kocht und auch keine Tätigkeiten durchführt, welche ggf. Schadstoffe an die Raumluft abgeben und hat zudem grundsätzlich einen niedrigen Anspruch an die Luftqualität, könnten die Werte ggf. auch minimiert werden.

In seinem Artikel „Wieviel Luft muss sein“ hat Prof. Dr.-Ing. Thomas Hartmann vom ITG Institut für Technische Gebäudeausrüstung Dresden Forschung und Anwendung GmbH für verschiedene Wohnflächen die verschiedenen Luftwechsel in den unterschiedlichen Lüftungsstufen dargestellt und dann die arithmetischen Mittelwerte berechnet. Bei den entsprechenden Randbedingungen:

- Fallunterscheidung für Wohnfläche 20 m²/Person und Raumhöhe 2,50m sowie Wohnfläche 50 m²/Person und Raumhöhe 3,00m
- personenbezogener Luftvolumenstrom mindestens 20 m³/(h*Person)

ergibt sich ein Bereich von ca. 0,30 – 0,50 /h. Würde man sich dagegen an der Nennlüftung orientieren (hier definiert die DIN 1946-6, dass es sich hierbei um die notwendige Lüftung zur Sicherstellung der hygienischen Anforderungen sowie des Bautenschutzes handelt) würde sich ein Luftwechsel von ca. 0,35 bis 0,60 /h ergeben.

Ferner wird in dem Artikel eine Definition der Mindestlüftung erstellt. Es wird festgelegt, dass „die Mindestlüftung den kontinuierlichen Mindestluftwechsel bzw. Mindestvolumenstrom, welcher zur Abfuhr von zwangsläufigen Lasten / Schadstoffen (Feuchte und Kohlendioxid) von bestimmungsgemäß und üblich genutzten Wohnungen erforderlich ist.
“Vermeidbare Lasten / Schadstoffe (hier definiert als z.B. flüchtige organische Komponenten (z.B. je nach Wohnungseinrichtung oder verwendeter Baumaterialien), Staub (kann durch entsprechende Filterung vermieden bzw. minimiert werden), Radon (kann durch Gebäudesanierung vermieden werden)) werden für die Festlegung der Mindestlüftung nicht berücksichtigt.

Zur Bestimmung des erforderlichen Mindestluftwechselns kommt ein spezielles Rechenmodell zum Einsatz, welches auf Basis der üblichen Ansätze zur Konzentrationsberechnung mit variablen Randbedingungen und Nutzungsprofilen die Berechnungen der CO2-Konzentration im Raum sowie der Luftfeuchte im Raum und an Wärmebrücken für einen eingeschwungenen Zustand ermöglicht. Zur Berechnung wurden bestimmte Annahmen und Randbedingungen zur Außenluftsituation, zur Raumlufttemperatur, zu Baumaterialien und zu Raumlasten festgelegt, um folgende Anforderungen zu erfüllen.

- keine Vermehrung von Hausstaubmilben
- Raumluftfeuchte </= 60% für 24 h/d
- keine Schimmelpilzwachstum an Wärmebrücken, Feuchte </= 80% für mindestens 12 h/d
- Einhaltung Raumluftqualitätsklassen III (moderate Erwartung bzw. mäßige Luftqualität) nach EN 15251 bzw. EN 13779
- Kohlendioxid </= 1000 ppm für 24 h/d.

Andere Lasten (z.B. Feuchte durch Haustiere, Kochen, Wäschetrocknen oder Kohlendioxid durch Gasherde, Kerzen) wurden nicht berücksichtigt, da diese durch die Nutzergewohnheiten oder durch andere technische Lösungen beeinflusst werden können.

Dabei wurde errechnet, dass für den kontinuierlichen Mindestluftwechsel zur Abfuhr der o.g. zwangsläufigen Lasten / Schadstoffe eine Größenordnung zwischen 0,20 bis 0,60 /h erreicht werden. Das würde einem personenbezogenen Mindestluftvolumenstrom von ca. 30 m³/h und Person entsprechen. Dieser Wert würde auch den Anforderungen der DIN EN 15251 (für Kategorie II – 0,6- facher Luftwechsel pro Stunde, 30 m³/h und Person würde zwischen Kategorie I und II liegen) gerecht werden.

Aus unserer Sicht ist diese Art der Berechnung für den kontinuierlichen Mindestluftwechsel gut geeignet, da die wichtigsten Lasten / Schadstoffe, welche in Räumen vorkommen berücksichtigt werden. Ferner können die Rahmenbedingungen je nach Bedarf geändert werden.
Bei höheren Qualitätsanforderungen müssen jedoch weitere Parameter in die Berechnung einbezogen werden. Die dadurch entstehenden größer dimensionierten Anlagen mit entsprechenden Messsensoren zu regeln. Welche Regelparameter hierbei relevant sind, entscheidet der Raumnutzer je nach Bedarf (Feuchte, Kohlendioxid, VOC´s). So kann eine dem Wunsch des Raumnutzers entsprechende hohe Raumluftqualität gewährleistet werden. Es ist aber auch möglich, in Zeiten ohne auftretende Lasten, die Volumenströme soweit wie möglich zu minimieren.

4 Hygienische Anforderungen an raumlufttechnische Geräte und raumlufttechnische Anlagen – Aspekte in der Ausführungsplanung

Hygienische Anforderungen an raumlufttechnischen Anlagen und Geräten werden gestellt, um zu verhindern, dass die Anlagen und Geräte selbst zu einer Verschlechterung der zu fördernden Luft und damit auch der Raumluft beitragen können. Je aufwendiger und umfangreicher also ein RLT-Gerät oder eine -Anlage gestaltet sind, umso höher und umfangreicher sind die hygienischen Anforderungen zu stellen.

So sind simpel aufgebaute, leicht zugängliche Geräte einfacher instand zu halten als komplizierte, aufwendig gestaltete Anlagen. Jedoch kann mit aufwendigeren Geräten mit höherwertigen Filtern und mehreren Luftaufbereitungskomponenten wiederum eine höherwertige Luftqualität erzielt werden.

Um es zu ermöglichen, dass ein RLT-Gerät oder eine -Anlage später hygienisch betrieben werden kann, müssen die Voraussetzungen dafür schon in der Planungsphase berücksichtigt werden.

Dabei sind folgende Planungsanforderungen zu beachten:

- **korrekte Auslegung der Anlage, Volumenstromberechnung**

  Für eine korrekte Berechnung der Volumenströme ist es wichtig zu wissen, welche Parameter über die Lüftung beeinflusst werden sollen (siehe wie in Kapitel 3 beschrieben). Grundsätzlich sollte die Berechnung der Luftvolumenströme bei jeder Planung neu erfolgen und konkret auf die Anforderungen des Nutzers sowie auf die entsprechenden Lasten angepasst sein.
  Eine Pauschalisierung einer Berechnung ist nur dann möglich, wenn der oder die ausgewählten Zielparameter sowie die zu erwartenden Lasten immer gleich sind.

- **Lage des Außenluftdurchlasses und des Fortluftdurchlasses**
- **Durchfeuchtung der Filter verhindern, Durchfeuchtung der Schalldämpferkulissen verhindern**

  Ein wichtiger Punkt für die Qualität der mit Hilfe der RLT-Anlage zugeführten Zuluft ist die Anordnung der Außenluftansaugung. Hier ist darauf zu achten, dass eine Stelle ausgewählt wird, an welcher eine besonders gute Außenluftqualität erwartet wird und möglichst wenig negative Beeinflussungen durch Emissionsquellen wie z.B. verkehrsreiche Straße, Parkplätze, Abgasanlagen, Mülllager usw. stattfinden. Auch eine Rezirkulation des Fortluftstromes in die Außenluftansaugung muss vermieden werden, da hier belastete Fortluft (z.B. geruchsbelastete Luft aus einer Küche oder einem Bad) wieder über die Außenluftansaugung in das Gerät und in den Raum / die Räume eingebracht wird.

  Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Außenluftansaugung so ausgebildet ist, dass keine Feuchtigkeit, z.B. in Form von Regen oder Schnee in die Anlage eindringen kann. Außerdem sind ein Wasserablauf und eine Revisionsöffnung in der Außenluftansaugung vorzusehen, so dass Feuchtigkeit direkt abgeführt werden kann und die notwendigen Wartungs- und Reinigungsarbeiten problemlos durchgeführt werden können. Ist die Einbringung eines Ablaufs nicht möglich, so sind die Ansaug- und Fortluftrohre oder -Kanäle mit einem Gefälle Richtung Ansaugöffnung und Fortluftaustritt zu versehen. Lange Ansaugleitungen, durch welche ungefilterte Luft geleitet wird, sollten vermieden werden.

Bei einer Ansaugung direkt in der Fassade eines Gebäudes ist darauf zu achten, dass hier zusätzliche thermische (z.B. durch dunkle Fassadenfarben) und stoffliche (z.B. durch geruchsabgebende Materialien in der Fassade) Lasten entstehen können, welche bei der Auslegung der Anlage Berücksichtigung finden müssen.

Filter und Schalldämpfer sind die Komponenten einer RLT-Anlage, welche aus Materialien bestehen, die Feuchtigkeit aufnehmen können. Kommen diese Komponenten direkt hinter der Ansaugung einer Anlage zum Einsatz, muss darauf geachtet werden, dass sie nicht durchfeuchten, da Schmutzablagerungen und Feuchtigkeit einen guten Nährboden für Mikrobiologie bilden. Grundsätzlich sollte versucht werden, die Schalldämpfung in das Zentralgerät zu verlagern. Zudem müssen beide Komponenten gut zugänglich und auswechselbar gestaltet sein. Ferner sollten sie im weiteren Verlauf der Anlage nicht nach feuchteabgebenden Bauteilen (wie z.B. Kühlregister mit Entfeuchtung) positioniert werden.

- **Sicherstellung der Einbringung und des Zugangs zu den Komponenten durch Einhaltung von Mindestabständen**
- **Festlegung von Revisionsöffnungen, Reinigungskonzept erstellen**
- **Verpackung der Komponenten ab Herstellerwerk oder Reinigung auf der Baustelle**

Um eine Anlage oder ein Gerät regelmäßig kontrollieren, warten und ggf. reinigen zu können, müssen alle Geräteteile zugänglich sein. Es ist auf ausreichend Trittfläche vor oder auch ggf. hinter bzw. neben dem Gerät zu achten. Hierbei ist auf die Angaben in den Herstellerunterlagen zu berücksichtigen bzw. bei zentralen Geräten die Vorgaben in der VDI 2050, Blatt 4.
Geräteteilen, welche nicht über Gerätetüren oder –deckel zugänglich sind, müssen durch Revision- und ggf. Reinigungsöffnungen zugänglich gemacht werden. Zum Beispiel sollten Rohrschalldämpfer mindestens von einer Seite aus zugänglich sein, um diese kontrollieren und ggf. auch reinigen zu können.

Ferner sollte schon in der Planungsphase überlegt werden, in welcher Art und Weise die Anlage zu einem späteren Zeitpunkt gereinigt werden kann (Nass- oder Trockenreinigung, mit welchen Geräten z.B. Reinigungsroboter, rotierende Bürsten usw. und mit welchen Mitteln Reinigungsmittel und ggf. Desinfektionsmittel), um ausreichende Zugangsmöglichkeiten für die durchzuführenden Arbeiten einplanen zu können. Ferner muss der Planer festlegen, ob Komponenten sowie Kanäle und Rohre schon ab Herstellerwerk verpackt geliefert werden sollen (ggf. bei hohen hygienischen Anforderungen) oder ob ein Schutz der Komponenten erst auf der Baustellen stattfinden soll. Ggf. könnte dann aber eine Nachreinigung notwendig werden.

- **Verhinderung der Bildung feuchter Stellen außerhalb geplanter Nassbereiche**

Wie schon oben beschrieben ist es wichtig darauf zu achten, dass die Anlage keine Feuchtigkeit oder Schnee ansaugt. Es soll sich aber auch innerhalb der Anlage keine Feuchtigkeit bilden, da Feuchtigkeit immer auch die Grundlage für die Vermehrung von Mikroorganismen bildet. Ist dies trotzdem der Fall, z.B. bei Bildung von Kondensat bei Taupunktunterschreitung an Kühlregistern, muss die entstandene Feuchtigkeit direkt aus dem Gerät wieder abgeführt werden. Hierzu sind Kondensatwannen dreidimensional auszuführen. Der Ablauf sollte immer an der tiefsten Stelle angebracht sein.

Es ist zu berücksichtigen, dass ein rückstandsloses Abfließen z.B. durch ungünstig gestaltete Schweißnähte nicht beeinflusst wird. Kondensatabläufe dürfen nicht direkt an das Abwassernetz angeschlossen werden. Die Abläufe sind zudem mit einem Siphon auszustatten.

Falls zum Entleeren der Kondensatwannen Saugpumpen vorgesehen werden müssen, müssen diese in der Kondensatwanne stehen und von unten ansaugen, so dass eine möglichst vollständige Entleerung gewährleistet werden kann. Kondensatreste können durch das Nachlaufenlassen des Ventilators vor Abstellen des Gerätes getrocknet werden. Die einzige Komponente, welche dauerhaft mit Feuchtigkeit belastet ist, ist neben dem Kühlregister mit Entfeuchtung der Befeuchter, welcher in Wohnungslüftungsanlagen eher selten zum Einsatz kommt. Da hier das größte Potential für eine mikrobielle Vermehrung gegeben ist, sind beim Einsatz von Befeuchtern sehr viele konstruktive Anforderungen sowie kurze Kontrollintervalle (von teils 14 tägig oder monatlich je nach Befeuchtungsprinzip) zu berücksichtigen.

- **Auswahl geeigneter Materialien und Geräte**

Aus hygienischer Sicht ist es wichtig, dass Materialien, welche im luftführenden Bereich eingesetztet werden sollen, folgende Eigenschaften aufweisen:

- keine Abgabe von gesundheitsgefährdenden Emissionen und von Gerüchen
  (bei einer Abgabe von gesundheitsgefährdenden Emissionen und von Gerüchen würde es zu einer Verschlechterung der Luft innerhalb der Anlage kommen und so auch zu einer negativen Beeinflussung der Raumluftqualität)

- keine Verstoffwechselbarkeit durch Mikroorganismen (bei Kunststoffmaterialien)
  (es soll vermieden werden, dass Mikroorganismen über die Materialien zusätzlich Nährstoffe geboten werden)

- Korrosionsbeständigkeit (bei Metallen)
  (Korrosion würde die Materialoberfläche und damit den Besiedlungsraum von Mikroorganismen vergrößern und bietet viele Ecken und Nischen zur Vermehrung,
  eine Reinigung und Desinfektion einer korrodierten Oberfläche ist aufgrund ihrer Rauhigkeit nur schlecht bis gar nicht möglich, die Anwesenheit von Mikroorganismen kann ferner auch Korrosion verursachen, da diese durch Bildung von Säuren eine pH-Wert-Absenkung auf metallenen Materialoberflächen verursachen können.

- glatte Oberflächen, geschlossenporig
  (durch diese Anforderung soll vermieden werden, dass zum einen Mikroorganismen in ein Material eindringen und es auch in der Tiefe besiedeln können, wie es beispielsweise bei offenporigen Schaumstoffmaterialien möglich ist, und zum anderen, dass alle Bestandteile und Komponenten der Anlagen und Geräte gereinigt und desinfiziert werden können)

Werden von den Herstellern der Anlagen und Geräte andere Materialien eingesetzt, z.B. offenporige Materialien (beispielsweise Schaumstoffe oder Styropor), welche zur Vermehrung von Mikroorganismen große Oberflächen bieten und nicht reinigbar sind, müssen diese beim Auftreten von Kontaminationen oder Verschmutzungen ausgetauscht werden.

Des Weiten sollten die Hersteller bei der Konstruktion der Anlagen und Geräte auf ein sogenanntes „hygienisches Design“ achten. Es sollen keine Ecken, Fugen, Rillen usw. entstehen, in welche sich Schmutz und Feuchtigkeit sowie Mikroorganismen ansammeln können und welche zu Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten nicht gut oder gar nicht zugänglich sind.

Geklebte Verbindungen, z.B. beim Einsetzen von Dichtungen (Tür- oder Filterdichtungen) sollten möglichst vermieden werden. Diese stellen immer auch einen Schwachpunkt dar, da sich Kleber z.B. durch Reinigungs- und Desinfektionsmittel anlösen können und damit die Dichtung unwirksam werden kann, in dem sie z.B. abgelöst wird. Jedoch ist eine hohe Dichtheit gerade im Bereich der Filter besonders wichtig.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Abprüfung der Gerätedaten für dezentrale und zentrale Geräte wie mechanische Festigkeit, Luftdichtigkeit, Filterbypassleckage, thermische Eigenschaften, Schalldämmung, Brandschutz und mechanische Sicherheit. Über alle diese Punkte sollte der Hersteller eine Aussage treffen können.
Bestimmte Ziele sollten vor allem bei den Punkten Filterbypassleckage, Gehäusedichtheit, thermische Isolierung und Wärmebrückenfaktor erreicht werden, da diese Eigenschaften immer auch einen hygienischen Hintergrund haben. Geräteeigenschaften wie z.B. Isolierung sind allerdings auch relevant beim Thema Energieeffizienz und müssen von den Herstellern im Rahmen der Ökodesignrichtlinie beachtet werden.

- **Auswahl der Wärmerückgewinnung und der Anordnung in der Anlage**

Aus hygienischer Sicht ist der Einsatz von Kreuzstromwärmeübertragern, welche beim Hersteller eine erfolgreich bestandene Dichtheitsprüfung absolviert haben, am besten geeignet, da hier ein Übergang von Partikeln und Gerüchen aus der Abluft in die Zuluft am unwahrscheinlichsten ist. Ob die Wärmeübertrager aus Metall oder Kunststoff bestehen ist, wenn sie die o.g. Materialanforderungen erfüllen, aus hygienischer Sicht nicht relevant.

Auch Rotationswärmeübertrager (mit oder ohne Feuchterückgewinnung) oder sogenannte Kreuz- oder Gegenstrom-Enthalpie-Wärmeübertrager (mit Feuchterückgewinnung) können, wenn die zum Bau verwendeten Materialien einwandfrei sind, eingesetzt werden. Jedoch sollten hier einige Punkte zusätzlich beachtet werden.

Aufgrund der Offenporigkeit des Übertragungsmaterials bei Übertragern mit Feuchterückgewinnung kann eine Übertragung von Schad- und Geruchsstoffen aus der Abluft in die Zuluft nicht vollständig ausgeschlossen werden. Daher sollten diese Wärmeübertrager nur eingesetzt werden, wenn in der Abluft keine relevanten Schad- und Geruchsstofflasten enthalten sind.

Bei Rotoren ohne Feuchterückgewinnung kann dieses Risiko über Undichtigkeiten an den Seitenrändern aber ebenfalls bestehen. Auch hier sollte die o.g. Empfehlung beachtet werden bzw. sollte auf der Zuluftseite ein Überdruck bestehen, um eine Übertragung weitestgehend zu vermeiden.

Ferner ist bei Übertragern mit Feuchterückgewinnung eine Überfeuchtung der Zuluft aus der Abluft über den Enthalpiewärmeübertrager zu vermeiden. Bei hohen Außenluftfeuchten sollte der Enthalpiewärmetauscher über einen Bypass umfahren werden können.

Aufgrund des Einsatzes von mehrschichtigen, offenporigen Materialien ist eine Reinigung von Rotoren schwierig und sollte von entsprechenden Fachunternehmen durchgeführt werden. Um Intervalle für eine Reinigung möglichst groß zu halten, sollten diese Geräte besonders vor Schmutzeinträgen durch im RLT-Gerät oder der RLT-Anlage vorgeschaltete Filter mindestens der Filterklasse F7 geschützt werden.

Enthalpie-Wärmeübertrager in Form eines Kreuz- oder Gegenstromwärmeübertragers sind häufig einfacher zu reinigen. Diese Komponenten lassen sich meist aus der Anlage entnehmen und können so auch vom Nutzer selbst gereinigt werden. Aufgrund des Einsatzes von speziellen feuchteübertragenden Membranen ist es allerdings unbedingt notwendig, dass der Hersteller das Reinigungsprozedere und auch die zu verwendenden Reinigungsmittel genau in seiner Wartungsanleitung beschreibt, um eine Beschädigung der Membranen auszuschließen.

Funktionsweisen bei welchen Wärmeübertrager abwechselnd von Abluft als auch von Zuluft durchströmt werden, wie bei Push-Pull Geräten, sind aus hygienischer Sicht ungünstig, da hier ein ständiger Übergang von Partikeln, Mikroorganismen und Geruchsstoffen stattfinden kann.

- **Auswahl der Anzahl der Filterstufen, Filterart, -klasse und –anordnung, geringe Filterbypassleckage, Filterüberwachung**

Grundsätzlich kann man über die Luftfilterqualität, welche in den Lüftungsgeräten zum Einsatz kommen soll, keine pauschalisierte Aussage treffen. Die einzusetzenden Filterklassen sind gemäß der aktuellen technischen Regelwerke (u.a. VDI 6022, Blatt 3) von der Erwartung der Raumnutzer sowie von der am Aufstellungsort der Anlage vorherrschenden Aussenluftqualität abhängig. Bei einer sehr sauberen Außenluftsituation (AUL 1 gemäß Tabelle 7, VDI 6022, Blatt 3) und einer sehr niedrigen Anforderung durch den Raumnutzer (ZUL 4 gemäß Tabelle 7, VDI 6022, Blatt 3) können Filter der Filterklasse M5 zum Einsatz kommen. Ist die Außenluftqualität jedoch schlechter (AUL 2 oder 3) sollten mindestens Filter der Filterklasse M6 / F7 eingesetzt werden.

Tabelle 7. Empfohlene Filterklassen

	Erreichbare Zuluftqualität			
Außen-luftqualität	ZUL 1 (spezial)	ZUL 2 (hoch)	ZUL 3 (mittel)	ZUL 4 (niedrig)
AUL 1 (sauber)	F7	F7	F7	M5
AUL 2 (belastet)[a]	F7+F9[a]	M5+F8[a]	M5+F7	M6[b]
AUL 3 (hoch belastet)[a]	F7+F9[a]	M5+F8[a]	M5+F7	F7

[a] Liegen hohe gasförmige Verunreinigen vor, ist zwischen erster und zweiter Filterstufe für ZUL 1 und ZUL 2 ein Molekularfilter vorzusehen.
[b] Es handelt sich hier nicht um Aufenthaltsbereiche.

Quelle: VDI 3803 Blatt 4

Quelle: VDI 6022, Blatt 3

Vor dem Hintergrund die Druckverluste möglichst gering zu halten und somit einen möglichst geringen Energiebedarf der Lüftungsanlage sicherzustellen, stellt die DIN 1946-2 nur sehr geringe Anforderungen (mindestens G3 Filter) an die Luftfilterqualität. Wird jedoch eine niedrige Filterqualität eingesetzt, hat das zur Folge, dass mehr Mikroorganismen, Allergene, Schmutzpartikel und andere Luftinhaltsstoffe in die Anlage gelangen können, welche mit Hilfe einer höherwertigen Filterung abgehalten werden könnten. Damit kommt es nicht nur zu einer stärkeren Verschmutzung der Anlage (Schmutzablagerungen dienen wiederum als Nährboden für Mikroorganismen) und somit zu einem höheren Wartungsbedarf in kürzeren Zeitabständen, sondern auch zu einer schlechteren Zuluftqualität im Raum. Aus hygienischer Sicht sollten also möglichst hochwertige Filterqualitäten (möglichst F7) ausgewählt werden, um einen Eintrag von organischen Substanzen in die Geräte sowie ggf. in die Raumluft stark zu minimieren.

Zudem zeigt die Praxis, dass bei vielen Geräten der Filterrahmen und die Dichtungen schlecht verarbeitet sind, so dass ungefilterte Luft am Filtermedium vorbeiströmen kann. Bei einigen Geräten fehlen der Rahmen oder die Dichtung komplett. Neben einer Dichtung und einem Filterrahmen ist auch der Aufbau des Filters relevant. Am bestem für diese Aufgabe geeignet sind Filter, bei denen das Filtermedium als Taschen- oder Z-Form in einen Rahmen eingepasst ist. Dieser Filter wird dann wiederrum in den Filterrahmen mit Dichtung im RLT-Gerät eingesetzt. Ein weiteres Problem ist, dass die Filterflächen oft zu klein sind und nicht dem Volumenstrom der Anlagen entsprechen.

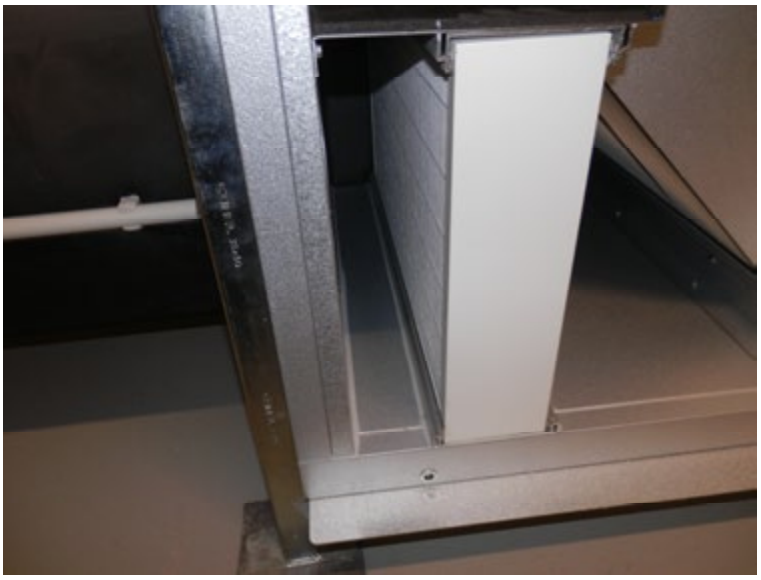


Bild 1: Kasettenfilter in einem Filterrahmen eines zentralen Lüftungsgerätes

Bild 2: Befestigung der Filterkassetten im Filterrahmen mit Hilfe von Klammern

Üblicherweise muss bei Geräten > 1.000 m³/h an jeder Filterstufe eine Filterüberwachung durch ein Differenzdruckmessgerät stattfinden. Ein Filterwechsel muss spätestens beim Erreichen der durch den Filterhersteller vorgegebenen Enddruckdifferenz erfolgen. Anderfalls muss der Wechsel nach vom Hersteller vorgegebener Betriebszeit stattfinden.
Dabei muss der Hersteller des Gerätes berücksichtigen, dass eine einfache und beschädigungsfreie Montage der Filter möglich ist. Dies ist vor allem bei Wohnungslüftungsanlagen zu beachten, da hier der Mieter ggf. die Fachaufgaben eines Wartungsmonteurs übernehmen muss und ohne besondere Ausbildung diese Tätigkeit durchführen muss.

- **richtig dimensioniertes und platziertes Luftführungssystem**
- **weitgehende Vermeidung von Leckagen**
- **Art der Zuluftzuführung in die Räume**

Um die maximalen Luftgeschwindigkeiten, welche durch die Regelwerke vorgegeben werden, nicht zu überschreiten, müssen die Leitungen ausreichend groß dimensioniert werden. Beim Einsatz von Kanäle sowie grundsätzlich bei der Auswahl und Anordnung von Formstücken, sind strömungsgünstige Querschnitte zu wählen.

Bei der Verlegung von Luftleitungen ist darauf zu achten, dass beim Einsatz von flexiblen Leitungen keine Ecken oder Knicke entstehen, welche später notwendige Reinigungsarbeiten unmöglich machen.

Auf flexibles Aluminiumrohr, welches eine gewellte Innenoberfläche aufweist, sollte aufgrund der schlechten Reinigbarkeit und der Empfindlichkeit des Materials gegen Beschädigungen verzichtet werden. Nur für kleinere Rohrstrecken (möglichst < 1 m), z.B. für Anschlüsse von Luftauslässen, sollte dieses Rohrmaterial gewählt werden. Bei Verschmutzungen sind die entsprechenden Rohrstücke auszutauschen. Besser eignen sich flexible Luftleitungen aus Kunststoff mit Inlinern oder Wickelfalzrohr bzw. Kanäle aus Metall.

Bei den Verbindungen zwischen den Rohren oder Kanälen ist darauf zu achten, dass die Verbindungsstücke so gestaltet sind, dass sich keine Toträume bilden können, in welchen sich Schmutz ansammeln kann.

Um ein Ansaugen von qualitativ schlechterer Luft von außen in das Gerät oder die Anlage zu vermeiden, sollten Leckagen möglichst vermieden werden. Hierzu ist es notwendig, dass geeignete und geprüfte Geräte und Luftleitungssysteme zu Einsatz kommen. Für den Standardeinsatzbereich wird für die Leitungssysteme die Dichtheitsklasse C empfohlen. Ferner ist jedoch auch wichtig, darauf zu achten, dass bei der Installation keine Undichten entstehen. Die Verbindungen zwischen den einzelnen Leitungskomponenten sind ebenfalls dicht auszuführen.

Die Zuführung der Luft in die Räume sollte zugfrei erfolgen. Hierbei sind die maximal zulässigen Luftgeschwindigkeiten der Regelwerke einzuhalten. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass zwischen Lufteintritt in den Raum und Absaugung der Luft keine Kurzschlüsse entstehen. Der Raum muss immer ausreichend gut mit der Zuluft durchspült werden und Lasten müssen zuverlässig abgesaugt werden.

Abluftdurchlässe in Küchen müssen mit Abluftfiltern versehen werden, um ein Eindringen von Fett in die Luftleitungen zu vermeiden.

5 Beschreibung hygienischer Qualitäten verschiedener Wohnraumlüftungs-Typen

5.1 Dezentrale Push-Pull-Geräte

Dezentrale Push-Pull-Geräte bestehen im Wesentlichen aus einem Ventilator, einem Wärmeübertrager und einem Filter. Üblicherweise wird die Außenluft über eine Ansaugöffnung in der Außenwand eines Raumes angesaugt, gefiltert, durch den Wärmeübertrager geleitet und dem Raum zugeführt. Nach einer gewissen Zeit wechselt dann die Durchströmungsrichtung und die Luft wird aus dem Raum abgesaugt, wiederum durch den Wärmeübertrager geleitet und nach außen abgeführt. Dabei korrespondieren immer zwei Geräte miteinander. Wenn das eine Geräte im Zuluftbetrieb ist, ist das korrespondierende Gerät zeitgleich im Abluftbetrieb. Das korrespondierende Gerätepaar kann dabei entweder zur Belüftung einer Wohneinheit eingesetzt werden – die Einzelgeräte werden dann in verschiedenen Räumen eingebaut – oder zur Belüftung eines Einzelraumes – dann werden beide Geräte in die Außenwand eines Raumes montiert.

Vorteile:

- geringer Planungsaufwand
- geringer Installationsaufwand für die Einzelgeräte
- einfacher Aufbau
- kein Luftleitungssystem
- Wärmerückgewinnung möglich
- keine Anforderungen an den Einsatz von Brandschutzklappen
- geringer Wartungsaufwand für Einzelgeräte

Nachteile:

- Ansaugung der Außenluft und Austrag der Fortluft durch die gleiche Öffnung und die gleichen Komponenten, somit Gefahr der Übertragung von Gerüchen, Stäuben, Mikroorganismen und somit Verschlechterung der Luftqualität möglich
- überwiegend Einsatz von minderwertigen Filterqualitäten
- ggf. höhere Filterbypassleckagen, da kein Filterrahmen vorhanden
- geringer Wärmerückgewinnungsgrad
- keine geregelte Klimatisierung möglich
- häufig Einsatz ungeeigneter Materialien als Dämm- und Dichtstoffe
- Lärmbelästigung höher als bei zentralen Geräten

- keine Klappen vorhanden, wenn Außenluftqualität durch Gefahrstoffe beeinflusst, keine Möglichkeiten der Abschottung, dauerhafte Öffnung in der Gebäudehülle (Ausnahme Geräte mit Außenluftklappen)
- bei niedrigen Außentemperaturen keine Lüftung möglich bzw. eingeschränkte Zuluftmenge oder Berücksichtigung einer Taupunktunterschreitung und damit Notwendigkeit einer Kondensatabführung (Ausnahme Einsatz eines Vorerhitzerregisters) bzw. entsprechend geneigter Einbau (jedoch läuft dann das Kondensat auf die Außenwand)
- höherer Installationsaufwand für mehrere Wohnungen in einem Mehrfamilienhaus als bei einem zentralen Gerät, Platzbedarf für die Aufstellung der Geräte muss in jedem zu belüftenden Raum zur Verfügung gestellt werden, jedoch für Sanierungen einfacherer im Einbau als zentrale Geräte
- Gefahr der Übertragung von Lasten über Luftströme aus verschiedenen Räumen, bei Räumen mit großen Schadstofflasten, wie Küche und Bad, aus hygienischer Sicht keine Wärmerückgewinnung möglich

5.2 Dezentral Zu- und Abluftgerät

Dezentrale Zu- und Abluftgeräte bestehen im Wesentlichen aus einem Ventilator, einer Wärmerückgewinnung und einem Filter. Üblicherweise wird die Außenluft über eine Ansaugöffnung in der Außenwand eines Raumes angesaugt, gefiltert, durch die Wärmerückgewinnung geleitet und dem Raum zugeführt. Die Abluft wird über ein separates Gerät wieder abgeführt. Beide Geräteteile sind mit einem Wärmerückgewinnungssystem verbunden.

<u>Vorteile:</u>

- geringer Planungsaufwand
- geringer Installationsaufwand für die Einzelgeräte
- einfacher Aufbau
- kein Luftleitungssystem
- Wärmerückgewinnung möglich
- keine Anforderungen an den Einsatz von Brandschutzklappen
- geringer Wartungsaufwand für Einzelgeräte

Nachteile:

- häufig Ansaugung und Fortluftaustritt sehr nahe nebeneinander angeordnet, so dass es zu einer Rezirkulation kommen kann
- überwiegend Einsatz von minderwertigen Filterqualitäten
- ggf. höhere Filterbypassleckagen, da kein Filterrahmen vorhanden
- geringer Wärmerückgewinnungsgrad
- keine geregelte Klimatisierung möglich
- häufig Einsatz ungeeigneter Materialien als Dämm- und Dichtstoffe
- Lärmbelästigung höher als bei zentralen Geräten
- keine Klappen vorhanden, wenn Außenluftqualität durch Gefahrstoffe beeinflusst, keine Möglichkeiten der Abschottung, dauerhafte Öffnung in der Gebäudehülle (Ausnahme Geräte mit Außenluftklappen)
- bei niedrigen Außentemperaturen keine Lüftung möglich bzw. eingeschränkte Zuluftmenge oder Berücksichtigung einer Taupunktunterschreitung und damit Notwendigkeit einer Kondensatabführung (Ausnahme Einsatz eines Vorerhitzerregisters) bzw. entsprechend geneigter Einbau (jedoch läuft dann das Kondensat auf die Außenwand)
- höherer Installationsaufwand für mehrere Wohnungen in einem Mehrfamilienhaus als bei einem zentralen Gerät, Platzbedarf für die Aufstellung der Geräte muss in jedem zu belüftenden Raum zur Verfügung gestellt werden, jedoch für Sanierungen einfacher im Einbau als zentrale Geräte

5.3 Wohnungszentrale Lüftungsgeräte

Dezentrale Zu- und Abluftgeräte bestehen im Wesentlichen aus einem Gerätegehäuse in welchem sich ein Ventilator, ein Wärmeübertrager sowie ein Zu- und Abluftfilter befinden. Hierbei wird die Außenluft über eine Ansaugöffnung in der Außenwand einer der Wohnräume angesaugt, gefiltert, durch den Wärmeübertrager geleitet und über ein Kanal- oder Rohrsystem, welches sich jedoch ausschließlich auf die zu belüftende Wohneinheit beschränkt, auf die verschiedenen Räume der Wohnung verteilt. Zugleich wird über Abluftdurchlässe Luft aus den Räumen abgesaugt, über das Abluftsystem zum RLT-Gerät geführt, dort gefiltert, über den Wärmeübertrager geleitet und über eine Fortluftaustrittsöffnung ins Freie verbracht.

Vorteile:

- geringerer Planungsaufwand als für zentrale Geräte
- einfacherer Aufbau als bei zentralen Geräten
- geringerer Umfang des Luftleitungssystems als bei zentralen Geräten
- Wärmerückgewinnung möglich
- keine Anforderungen an den Einsatz von Brandschutzklappen

Nachteile:

- höherer Installationsaufwand für mehrere Wohnungen in einem Mehrfamilienhaus als bei einem zentralen Gerät, Platzbedarf für die Aufstellung der Geräte muss in jeder einzelnen Wohnung zur Verfügung gestellt werden, jedoch für Sanierungen einfacherer im Einbau als zentrale Geräte
- häufig Ansaugung und Fortluftaustritt sehr nahe nebeneinander angeordnet, so dass es zu einer Rezirkulation kommen kann
- ggf. höhere Filterbypassleckagen als bei zentralen Geräten
- geringerer Wärmerückgewinnungsgrad als bei zentralen Geräten
- Möglichkeiten der Klimatisierung eingeschränkt
- Kondensatabführung für jede Wohnung notwendig oder bei Bypassbetrieb im Winter ggf. Zuluftmenge eingeschränkt
- häufig Einsatz ungeeigneter Materialien als Dämm- und Dichtstoffe
- Lärmbelästigung höher als bei zentralen Geräten

5.4 Gebäudezentrale Geräte mit Wärmerückgewinnung

Zentrale Zu- und Abluftgeräte bestehen im Wesentlichen aus einem Gerätegehäuse in welchem sich ein Ventilator, ein Wärmeübertrager sowie Zu- und Abluftfilter befinden. Hierbei wird die Außenluft über eine Ansaugöffnung in der Außenwand des Gebäudes angesaugt, gefiltert, durch den Wärmeübertrager geleitet und über ein Kanal- oder Rohrsystem, welches sich auf das gesamte Wohngebäude erstreckt, auf die verschiedenen Wohnungen und deren Räume verteilt. Zugleich wird über Abluftdurchlässe Luft aus den Räumen abgesaugt, über das Abluftsystem zum zentralen RLT-Gerät geführt, dort gefiltert, über den Wärmeübertrager geleitet und über eine Fortluftaustrittsöffnung ins Freie verbracht.

Vorteile:

- Außenluftansaugung und Fortluftaustritt getrennt voneinander
- geringe Filterbypassleckagen da Filterrahmen mit Filterdichtungen eingebaut werden
- Ausführung häufig nach Anforderungen der VDI 6022, Einsatz von höherwertigeren Materialien
- hoher Wärmerückgewinnungsgrad möglich
- Klimatisierung möglich
- geringere Lärmbelästigung
- Kondensatabführung nur für eine Anlage notwendig
- Wartung kann jederzeit durchgeführt werden, wenn Anlage in einem separaten Haustechnikraum aufgestellt ist, kein Einbeziehen der Mieter in die Wartung notwendig

Nachteile:

- höherer Planungsaufwand
- hoher Umfang des Luftleitungsnetzes, Verteilung der Luft im gesamten Gebäude, auf alle Wohneinheiten
- Brandschutzauflagen müssen berücksichtigt werden
- Raum zur Aufstellung muss zur Verfügung stehen
- Bei der Auswahl der Wärmerückgewinnung ist besonders gut darauf zu achten, dass keine Übertragung von Gerüchen und Schadstoffen aus der Abluft in die Zuluft auftreten kann, da die Abluft aus allen Wohnungen stammt
- in Altbauten bei Sanierungen nur bedingt einsetzbar da hoher baulicher Aufwand

5.5 Gebäudezentrale Geräte Abluft

Bei diesem System wird die Luft aus laststarken Räumen gebäudezentral über Abluftkanäle ventilatorgestützt abgeführt. Frischluft wird über Öffnungen in der Gebäudehülle, z.B. in den Fensterlaibungen in Räume wie Wohn- und Schlafzimmer des Hauses nachgeführt.

Vorteile:

- geringer Planungsaufwand
- geringer Umfang des Abluftleitungssystems
- keine Zuluftgeräte mit Komponenten

Nachteile:

- keine Luftfilterung möglich
- keine Klimatisierung möglich
- keine Wärmerückgewinnung möglich
- Gefahr bei Außenluftbelastung durch ständiges Eintreten der Außenluft in den Raum (Ausnahme verschließbare Öffnungen)

6 Baustellenhygiene

Um eine RLT-Anlage oder ein RLT-Gerät korrekt und sachgemäß zu installieren, müssen auch die Mitarbeiter der Installationsbetriebe hygienische Grundkenntnisse besitzen. Es empfiehlt sich, vor Beauftragung bei den Installationsbetrieben zu erfragen, ob deren Mitarbeiter an einer Lufthygieneschulung nach VDI 6022, Blatt 4, Kategorie B teilgenommen haben und somit zumindest Grundkenntnisse über Hygiene und Mikrobiologie erlangt haben. Dazu gehört ein sorgfältiger Umgang mit den luftführenden Komponenten, Sauberkeit auf der Baustelle, Grundkenntnisse zu Reinigung und Desinfektion, Vermeidung hygienischer Schwachstellen an RLT-Anlagen und Arbeitsschutz.

Bei der Erstellung von RLT-Anlagen oder –Geräten müssen grundsätzlich folgende Sachverhalte beachtet werden:

- Verpackung von Komponenten erst unmittelbar vor Einbau entfernen
- sauberes Arbeiten, keine öligen Verschmutzungen in die luftführenden Bereiche einbringen, ggf. mit sauberen Handschuhen arbeiten
- Kontrolle eingebauter Teile auf Unversehrtheit und Sauberkeit
- Schutz vor Eindringen von Verunreinigungen während der Montage, ggf. Nachreinigung
- beim Einsatz von zusätzlichen Materialien (z.B. Dichtungsmassen) Materialeigenschaften beachten (Hinweise siehe Kapitel 4)

Des Weiteren müssen von den Installationsfirmen folgende, auch schon ausführlich im Kapitel 4 beschriebene Anforderungen bei der Montage berücksichtigt werden:

- auf freie Ausläufe bei den Kondensatwannen achten, Siphons einbauen
- bei der Verlegung von Leitungen darauf achten, dass keine zu starken Knicke und Umlenkungen entstehen, so dass die Leitungen später noch mit den ausgewählten Reinigungsgeräten reinigbar sind
- ausreichend Revisionsöffnungen oder ausbaubare Leitungsstücke o.ä. Zugangsöffnungen vorsehen
- Rohrleitungsführung und Dämmungen so ausführen, dass die Zugänglichkeit der Anlage oder des Gerätes sowie von Revisionsöffnungen gewährleistet ist
- die richtigen Luftfilter dicht und in der richtigen Durchströmungsrichtung in die vorgesehenen Filterrahmen einsetzen
- ggf. Rillen und Fugen im luftführenden Bereich mit Dichtungsmassen verschließen, um ein Eindringen von Schmutz und Feuchtigkeit zu vermeiden

Abschließend muss eine Übergabe der Anlage oder des Gerätes an den Kunden stattfinden, bei dem alle wichtigen Unterlagen (z.B. Herstellerunterlagen mit Angaben zu notwendigen Wartungsarbeiten) übergeben werden. Zudem erfolgt eine ausführliche Einweisung in die Gerätefunktionen und die notwendigen Wartungsarbeiten. Außerdem muss der Nutzer nach Kategorie C, VDI 6022, Blatt 4 auch in einigen hygienisch relevanten Arbeiten (Filterwechsel, Reinigung und ggf. Desinfektion) unterwiesen werden. Dies muss durch eine Person erfolgen, welche eine entsprechende Fachqualifikation (Meister, Techniker, Ingenieur der Fachrichtung Versorgungstechnik) und eine erfolgreich angeschlossene Schulung der Kategorie A, VDI 6022, Blatt 4 vorweisen kann.

7 Hygienische Anforderungen an Wartung und Instandhaltung von raumlufttechnischen Geräten und raumlufttechnischen Anlagen

Hygienische Anforderungen bestehen nicht nur an Planung und Ausführung, sondern auch an Betrieb, Wartung und Instandhaltung raumlufttechnischer Anlagen und -Geräte. Der regelmäßigen Hygieneüberwachung kommt ein großer Stellenwert zu. Wichtige Kontrollpunkte sind:

- Verschmutzungen der Komponenten des Gerätes oder der Anlage und der luftführenden Flächen
- Beschädigungen, Korrosion
- Ablagerungen von z.B. Kalk und Schmutz
- sichtbares mikrobielles Wachstum
- Feuchtstellen innerhalb der luftführenden Flächen

Im Sinne der Hygiene ist Wartung immer eine vorbeugende Maßnahme, um die Anlagen und Geräte im gewünschten „Soll-Zustand“ zu halten. Das bedeutet, dass in regelmäßigen kurzen Abständen Inspektionen, also optische Kontrollen, stattfinden sollen, die dem Betreiber der Anlagen über den Ist-Zustand Auskunft geben. Grundsätzlich ist festzustellen, dass, anders als bei der technischen Wartung, welche zusätzlich in von den Herstellern der Geräte und / oder Komponenten vorgegebenen Intervallen stattfinden muss, keine pauschalen Intervalle für hygienische Kontrollen festgelegt werden können. Ob und in welcher Menge z.B. Mikroorganismen und Verschmutzungen in die Geräte eindringen können, hängt u.a. stark von der jeweiligen am Aufstellort einer Anlage vorhandenen Außenluftqualität und den zum Einsatz kommenden Luftfiltern ab. Aus diesem Grund sieht die VDI 6022, Blatt 1 in Kapitel 5.2 (siehe auch Tabelle 6) regelmäßige Hygienekontrollen in kurzen Zeitabständen (Filter sind z.B. spätestens alle 3 Monate zu kontrollieren) vor, bei welchen die verschiedenen Komponenten

optisch kontrolliert werden. Bei Feststellung von hygienischen Mängeln müssen dann Maßnahmen zur Beseitigung getroffen werden (z.B. Reinigung und ggf. Desinfektion oder bauliche Sanierung von Komponenten) und die Kontrollintervalle weiter eingekürzt werden.

Anders als in der VDI 6022 wird das Thema Wartung und Instandhaltung in der DIN 1946-4 nur sehr knapp abgehandelt. In Anhang E wird ausschließlich auf den Filterwechsel hingewiesen. Dieser soll in einem 2-jährlichen Intervall erfolgen. Erst unter dem Punkt „Einhaltung vereinbarter besonderer Eigenschaften“ und hier unter dem Punkt „Raumluftqualität (Hygiene)“ folgenden weitere Kontrollpunkte, welche allerdings auch nur in 2-jährlichen Intervallen durchgeführt werden sollen. Bei den üblich vorkommenden Außenluftsituationen und verwendeten Filterqualitäten sind diese Anforderungen als zu gering einzustufen.

Nach Aussagen von Installationsfirmen schrecken viele Kunden auch aus Gründen der hohen Kosten für Wartung und Instandhaltung vor dem Anschaffen einer Wohnungslüftung zurück. Die Minimalvorgaben der DIN 1946-6 suggerieren dem Kunden, dass Wartung nur selten notwendig ist. Im schlimmsten Fall werden einige Betreiber versuchen, die Intervalle für solche Arbeiten noch weiter auszudehnen. Dadurch kann es passieren, dass Anlagen unzureichend versorgt werden und recht schnell einen hygienisch unzureichenden Zustand erreichen.

Vielen Nutzern von Wohnungslüftungsanlagen ist nicht ausreichend bewusst, welche Konsequenzen vernachlässigte Geräte haben können. Vor allem ein regelmäßiger Filterwechsel ist jedoch für einen hygienischen Betrieb notwendig, da es sonst zu Schmutzablagerungen kommt, auf welchen sich Mikroorganismen anlagern und vermehren können.

In öffentlichen Gebäuden wird eine ausführliche Dokumentation in einem Betriebsbuch gefordert. Das ist ggf. für kleinere Wohnungslüftungsanlagen nicht erforderlich. Jedoch sollten wichtige Daten, wie z.B. letzter Filterwechsel oder zuletzt durchgeführte Reinigungsarbeiten vermerkt werden.
Anschließend sind die für die jeweiligen Gerätetypen aus Sicht der Hygiene notwendigen Tätigkeiten zusammengestellt:

7.1 Revision und Instandhaltung dezentraler Push-Pull-Geräte

- regelmäßige optische Inspektion mind. alle 3 Monate
- regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf
- je nach Bedarf Reinigung und ggf. Desinfektion des Gerätes

Aufgrund des simplen Aufbaus der Geräte kann eine Inspektion und ggf. eine Reinigung einfach durchgeführt werden. Allerdings erhöht sich der Aufwand dadurch, dass immer mehrere Geräte pro Wohnung vorhanden sind. Ein Filterwechsel kann nach Einweisung nach unserer Einschätzung durch den Mieter selbst durchgeführt werden. Jedoch ist es hier wichtig, auf die richtige Einbaulage (An- und Abströmrichtung) sowie den Dichtsitz zu achten. Eine Reinigung könnte ebenfalls der Mieter übernehmen, wenn diese mit im Haushalt üblichen Produkten und Geräten durchgeführt werden kann und ausführlich in den Herstellerangaben beschrieben ist.

7.2 Revision und Instandhaltung dezentraler Zu- und Abluftgeräte

- regelmäßige optische Inspektion mind. alle 3 Monate
- regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf
- je nach Bedarf Reinigung und ggf. Desinfektion des Gerätes

Aufgrund des einfachen Aufbaus der Geräte kann eine Inspektion und ggf. eine Reinigung einfach durchgeführt werden. Allerdings erhöht sich der Aufwand dadurch, dass immer mehrere Geräte pro Wohnung vorhanden sind. Ein Filterwechsel kann nach Einweisung nach unserer Einschätzung durch den Mieter selbst durchgeführt werden. Jedoch ist es hier wichtig, auf die richtige Einbaulage (An- und Abströmrichtung) sowie den Dichtsitz zu achten. Eine Reinigung könnte ebenfalls der Mieter übernehmen, wenn diese mit im Haushalt üblichen Produkten und Geräten durchgeführt werden kann und ausführlich in den Herstellerangaben beschrieben ist.

7.3 Revision und Instandhaltung wohnungszentraler Lüftungsgeräte

- regelmäßige optische Inspektion mind. alle 3 Monate
- einmal jährlich optische Kontrolle des Luftleitungssystems
- regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf (Überwachung durch Differenzdruckmessgerät empfohlen)
- je nach Bedarf Reinigung und ggf. Desinfektion des Gesamtgerätes und der Luftleitungen

Eine Inspektion durch den Mieter ist bei diesen Geräten vorstellbar. Jedoch muss dazu das Gerät außer Betrieb genommen werden. Hier muss vom Betreiber entschieden werden, ob es gewünscht ist, dass jeder Mieter die Anlage selbst abstellen kann und Zugriff darauf hat. Ein Filterwechsel kann nach Einweisung nach unserer Einschätzung durch den Mieter selbst durch-

geführt werden. Jedoch ist es hier wichtig, auf die richtige Einbaulage (An- und Abströmrichtung) sowie den Dichtsitz zu achten. Eine Reinigung des Zentralgerätes sowie der Luftleitungen ist aufwendiger und bedarf Fachkenntnissen und sollte daher lediglich von Fachfirmen durchgeführt werden. Von Vorteil gegenüber den raumweisen Geräten ist hier, dass nur ein Gerät pro Wohnung inspiziert und gewartet werden muss.

7.4 Revision und Instandhaltung gebäudezentraler Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung

- regelmäßige optische Inspektion mind. alle 3 Monate, beim Einsatz von Befeuchtungsgeräten auch kürzere Intervalle möglich
- einmal jährlich optische Kontrolle des Luftleitungssystems
- regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf (Überwachung durch Differenzdruckmessgerät notwendig)
- je nach Bedarf Reinigung und ggf. Desinfektion des Gesamtgerätes und der Luftleitungen

Sowohl die Inspektion als auch die Reinigung sollte nur von Fachfirmen durchgeführt werden. Da die Anlagen üblicherweise in einem zentralen Haustechnikraum untergebracht sind und nur eine Anlage pro Gebäude vorhanden ist, erleichtert das wiederum den Zugang und die Arbeiten.

7.5 Revision und Instandhaltung gebäudezentraler Abluft-Lüftungsanlagen

- regelmäßige optische Inspektion (ggf. jährlich)
- regelmäßiger Filterwechsel nach Bedarf
- je nach Bedarf Reinigung der Abluftleitungen

Eine regelmäßige Kontrolle der Abluftleitungen ist unbedingt notwendig, da bei stark verschmutzten Abluftrohren / -kanälen auch die Menge der abgeführten Abluft abnimmt. Das wiederum kann Auswirkungen auf die Qualität der Raumluft haben.
Eine Reinigung der zentralen Abluftanlage sollte durch ein Fachunternehmen durchgeführt werden.

Um eine Einbeziehung des Mieters in Wartungsarbeiten wie Filterwechsel und Reinigung zu realisieren, ist unbedingt, wie schon oben beschrieben, eine fachgerechte Einweisung in diese Arbeiten bei der Übergabe der Anlage notwendig. Dies erfolgt im Rahmen einer Einweisung nach Kategorie C, VDI 6022, Blatt 4. Diese Einweisung wird durch eine Person durchgeführt, welche eine entsprechende Fachqualifikation (Meister, Techniker, Ingenieur der Fachrichtung Versorgungstechnik) und eine erfolgreich angeschlossene Schulung der Kategorie A, VDI 6022, Blatt 4 vorweisen kann.

Bei einem Filterwechsel wird der alte Filter aus der Anlage herausgenommen und ein neuer Filter eingesetzt. Beim Einsetzen der Filter ist auf Dichtsitz, richtige Durchströmungsrichtung und Sauberkeit im Umgebungsbereich der Filter zu achten. Gebrauchte Filter sollten nach Entnahme in ein dicht zu verschließendes Behältnis (z.B. Mülltüte) gegeben und entsorgt werden.
Des Weiteren ist darauf zu achten, dass bei den Arbeiten sowohl nicht der neue Filter als auch der Umgebungsbereich um die Anlage sowie die Wohnung durch die Verunreinigungen der alten, gebrauchten Filter kontaminiert werden. Schließlich sammeln sich der Schmutz und die Mikroorganimsen über einen längeren Zeitraum im Filtermedium an. Daher ist beim Filterwechsel auch auf einen Schutz für die ausführende Person zu achten. Es sollten ggf. Handschuhe und Atemschutzmaske (mind. P2) getragen werden. Diese Utensilien könnten dem Mieter jeweils mit dem neuen Filter übergeben / zugesandt werden.
Sind Mieter aufgrund Ihres Alters oder Ihres Gesundheitszustandes (z.B. Allergiker oder andere Immungeschwächte usw.) nicht in der Lage diese Aufgaben zu erfüllen, müssen diese Arbeiten ggf. von einem externen Fachunternehmen durchgeführt werden.
Zu beachten ist auch die Lagerung der Luftfilter, welche trocken und staubfrei erfolgen muss. Eine Beschädigung, Verschmutzung oder Durchfeuchtung der Filter während der Lagerung muss ausgeschlossen werden. Günstig ist es, einzeln verpackte Filter von Filterherstellern zu beziehen und diese erst bei Bedarf an die Mieter zu senden. Eine Lagerung beim Mieter sollte nur stattfinden, wenn dieser eine trockene, beschädigungsfreie Lagerung gewährleisten kann.

Ferner muss der Hersteller einer Komponente oder eines Gerätes in seiner Bedienungsanleitung genau beschreiben, wie bestimmte Wartungs- oder Reinigungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Das ist vor allem wichtig, wenn auch Nichtfachleute diese Dinge erledigen sollen.
Eine Reinigung einer Anlage oder von bestimmten Komponenten ist nicht grundsätzlichen in bestimmten Intervallen durchzuführen, sondern sollte immer nach Bedarf erfolgen. Um festzustellen, ob eine Reinigung überhaupt notwendig ist, sollte der Nutzer das Gerät regelmäßig in kurzen Abständen auf Verschmutzungen kontrollieren. Bei guter Außenluftqualität und einem Einsatz von hochwertigen Filtern muss im Bereich nach den Filtern ggf. nur selten oder auch nie gereinigt werden.
Jedoch sollte der Bedarf immer durch die regelmäßige optische Inspektion festgestellt werden, denn in bestimmten Fällen kann auch aufgrund einer Ausnahmesituation (Beschädigungen am Filtermaterial, undichter Filtersitz, Durchbrechen der Filter usw.) eine Reinigung der Anlage oder von bestimmten Komponenten notwendig werden.

Die Reinigung von Oberflächen in einer RLT-Anlage oder in einem RLT-Gerät kann nach unserer Meinung wie folgt durchgeführt werden:

- Feuchtreinigung aller luftführenden Oberflächen mit Reinigungsmittel zur Schmutzbeseitigung von z.B. fettigen oder kalkartigen Rückständen bzw. Absaugen (mittels Staubsauger (ggf. mit Bürstenaufsatz bei Registern) oder bei Luftleitungen mittels rotierender Bürste mit Staubfalle) von trockenen Verunreinigungen.
- anschließend nach der Feuchtreinigung: Ausspülen des verwendeten Reinigungsmittels und des Schmutzwassers, Trocknen der Oberflächen
- sind in einem Ausnahmefall Desinfektionsmaßnahmen notwendig, müssen diese ausführlich unter Angabe der zu verwendenden Materialien und Mitteln in der Herstelleranleitung beschrieben werden. Aus Sicherheitsgründen empfehlen wir, dass solche besonderen eventuell immer von Fachunternehmen durchgeführt werden.

Reinigungsarbeiten sollten sehr sorgfältig und mit sauberen Arbeitsutensilien ausgeführt werden, um auf eine zusätzliche Desinfektion der Oberflächen verzichten zu können. Desinfektionsmaßnahmen sind immer auch eine Belastung für die verbauten Materialien und es kann bei falscher Anwendung zu Schäden (u.a. Korrosion) an der Anlage kommen. Ferner sind für Desinfektionsarbeiten zusätzliche Arbeitsschutzmaßnahmen (siehe auch Gefahrstoffverordnung) zu berücksichtigen.
Alle Komponenten, welche nicht reinigbar sind, müssen bei auftretenden Verschmutzungen ausgetauscht werden.

Eventuell wäre ein einjähriges Intervall bei entsprechend guter Filterung der Zuluft (mindestens M5) und einer mängelfreien Anlage für eine Kontrolle und wenn notwendig für eine Reinigung denkbar. Wird hierbei allerdings festgestellt, dass schon starke Verunreinigungen in den luftführenden Bereichen zu finden sind, muss dieses Intervall entsprechend eingekürzt werden.

Laut Aussage der Filterhersteller kann man damit rechnen, dass ein Filter der Klasse F7 ca. zweimal im Jahr (bei normalen Außenluftverschmutzungen und einer dem Stand der Technik entsprechenden Bauform (ausreichend Filterfläche abhängig vom Luftvolumenstrom) gewechselt werden muss. Ein Filter der Filterklasse G4 / M5 sollte dann spätestens einmal jährlich gewechselt werden. Wechselintervalle größer als ein Jahr sollten aus hygienischer Sicht (Ansammlung und Vermehrung von Mikroorganismen auf dem Filtermedium) in jedem Fall vermieden werden. Um jedoch einen konkreten Zusammenhang zwischen Filterklasse und Wechselintervall zu quantifizieren, müssen mit den entsprechenden Lüftungsgeräten Versuche

auf Prüfständen der Filterhersteller durchgeführt werden. Üblicherweise erfolgt ein Filterwechsel bei Erreichen der vom Hersteller vorgegebenen Enddruckdifferenz.

Allerdings kann das bedeuten, dass beim Einsatz von niedrigen Filterqualitäten zwar die Filterwechselintervalle größer gewählt werden können, jedoch dadurch die Anlage schneller verschmutzt und Reinigungsarbeiten anfallen können. Wählt man höherwertige Luftfilter, muss der Wechsel häufiger durchgeführt werden, jedoch wird das Gerät und, wenn vorhanden, das Luftleitungssystem besser vor einem Eintrag von Verunreinigungen geschützt.

Werden zusätzlich Kühlregister oder Geräte zu aktiven Befeuchtung in den Anlagen vorgesehen, ist mit einem erhöhten Inspektions- und Wartungsaufwand zu rechnen. In einem neuen Entwurf der VDI 6022, Blatt 1 von 01/2017 wird vorgegeben, dass Geräte mit diesen Komponenten den Anforderungen der VDI 6022, Blatt 1 folgen sollen. Somit müssten die teilweise sehr kurzen Inspektionsintervalle (z.B. 14-tägig mikrobiologische Kontrolluntersuchungen mittels Dip Slides des Befeuchterwassers bei Befeuchtern mit Umlaufwasser, welche es auch für Wohnungs-lüftungsanlagen gibt) eingehalten werden.

Ferner werden für diese Anlagen dann auch die sogenannten Hygieneinspektionen empfohlen. Diese Inspektionen sind ebenfalls durch eine entsprechend nach VDI 6022, Blatt 4 Kategorie A geschulte Person durchzuführen. Dabei handelt es sich um eine Inspektion der Anlage, bei welcher vor allem hygienisch-technische Gesichtspunkte im Mittelpunkt stehen.
Gemäß Regelwerk sollen diese Inspektionen bei Anlagen ohne Luftbefeuchtung alle drei Jahre und bei Anlagen mit Luftbefeuchtung alle zwei Jahre durchgeführt werden. Im Rahmen der Inspektion wird geprüft, ob die Vorgaben, welche die VDI 6022 zu Aufbau und Konstruktion der Gesamtanlage sowie der Einzelkomponenten macht eingehalten werden. Unterstützend dazu werden mikrobiologische Untersuchungen von Oberflächen und, wenn vorhanden, von Befeuchterwasser durchgeführt. Gemäß des neuen Entwurfes werden zukünftig auch mikro-biologische Messungen an den Zuluftauslässen im Raum Bestandteil der Hygieneinspektion werden.
Werden Abweichungen von den Anforderungen der Richtlinie festgestellt, entscheidet der Inspekteur, ob ein Umbau oder eine bauliche Sanierung an der entsprechenden Stelle notwendig ist oder ob der Mangel durch eine betriebliche Maßnahme (häufigere Sichtkontrollen und ggf. häufigere Wartungs-, Reinigungs- oder andere Instandhaltungsmaßnahmen) ausgeglichen werden kann. Ferner wird noch einmal, wie auch schon in den Hygienekontrollen, der Bedarf an Reinigungsarbeiten festgestellt.

Diese Maßnahme soll den Betreiber unterstützen und ihm zeigen, ob die durchgeführten Wartungsmaßnahmen ausreichend sind oder ob ggf. zusätzlicher Handlungsbedarf besteht. Aus hygienischer Sicht ist es daher für jeden Betreiber solch einer Anlage empfehlenswert in regelmäßigen Abständen die Anlage von einer Person mit technischen und hygienisch-mikrobiologischen Kenntnissen prüfen zu lassen.
Zusätzlich sind die Anforderungen der Hersteller an die technische Wartung zu beachten.

8 Fazit

Aus hygienischer Sicht halten wir es für empfehlenswert von einer Vereinfachung und Pauschalisierung der Planung von RLT-Anlagen und –Geräten für die Wohnungslüftung abzusehen. Aufgrund von unterschiedlichen Erwartungen der Wohnungsnutzer an die Raumluftqualität und unterschiedlich vorkommende Lasten und Schadstoffgehalten ist eine vereinheitlichende Berechnung ungünstig und nicht zielführend. Wir würden daher eine bedarfsgerechte Lüftung empfehlen, welche über entsprechende Fühler geregelt werden kann.
Ferner empfehlen wir, auch im Wohnungslüftungsbereich gerade im Bereich der Mehrfamilienhäuser, bei denen ein Betreiber / Vermieter für seine Anlagen verantwortlich ist, die höheren hygienischen Anforderungen der VDI 6022, Blatt 1 an Planung, Konstruktion, Herstellung, Erstellung und Wartung einzuhalten.

Wenn Hygieneanforderungen auf ein Minimum beschränkt und gleichzeitig auch Kosten für Anschaffung und Betrieb gespart werden sollen, ist die Auswahl möglichst einfach aufgebauter Geräte ohne Zuluftsystem angeraten oder eine automatische Fensterlüftung mit zentraler Abluft. Jedoch ist hierbei zu berücksichtigen, dass eine Beeinflussung der Ansauglufttemperatur, eine Luftfilterung und eine Wärmerückgewinnung nicht oder nur eingeschränkt möglich sind. Ferner kann es zu Lärmbelästigungen kommen. Somit können diese Systeme nur für Raumnutzer mit niedrigen energetischen, hygienischen und Behaglichkeits-Anforderungen in Frage kommen.

Beim Einsatz dezentraler und zentraler Lüftungsgeräte mit Zu- und Abluft kann aufgrund der Konstruktion und des Einsatzes höherwertiger Luftfilter eine bessere Luftqualität erwartet werden. Jedoch sind diese Geräte wartungsintensiv, da sie einen komplexeren Aufbau haben. Bei einem Neubau eines Gebäudes wäre nach unserer Meinung der Einsatz eines zentralen Gerätes empfehlenswert (Vorteile siehe Kapitel 5). Zur Sanierung hingegen eigenen sich je nach Anforderungen eher dezentrale Geräte.

Abschließend soll bemerkt werden, dass Hygiene immer Maßnahmen beschreibt, welche einen vorsorgenden Charakter haben. Um ungünstige Auswirkungen auf die technischen Anlagen und die Innenraumluftqualität zu vermeiden, sollen Betreiber vorbeugend tätig werden und nicht erst dann wenn Mängel und ungünstige hygienische Zustände bereits vorliegen.

Hygiene-Institut des Ruhrgebiets
Institut für Umwelthygiene und Toxikologie

Wir hoffen, Ihnen mit den aufgeführten Angaben geholfen zu haben und stehen bei auftretenden Fragen gern auch weiterhin zur Verfügung.

Gelsenkirchen, den 22.02.2017

Mit freundlichen Grüßen
Der Direktor des Instituts
i. A.

(Dipl.-Ing. (FH) S. Horn)
Bereichsleiterin Raumlufttechnik
Abteilung Wasserhygiene und Umweltmikrobiologie

10. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP10 – LÜFTUNGSANLAGENKONZEPTE – LÜFTUNGSANLAGENSYSTEME IM ÜBERBLICK

10.1 FREIE UND VENTILATORGESTÜTZTE LÜFTUNG

Die Systematik der DIN 1946-6 teilt Lüftungssysteme in freie und ventilatorgestützte Lüftung auf, die jeweils drei Varianten der Lüftung umfassen (vgl. nachfolgende Abbildung).

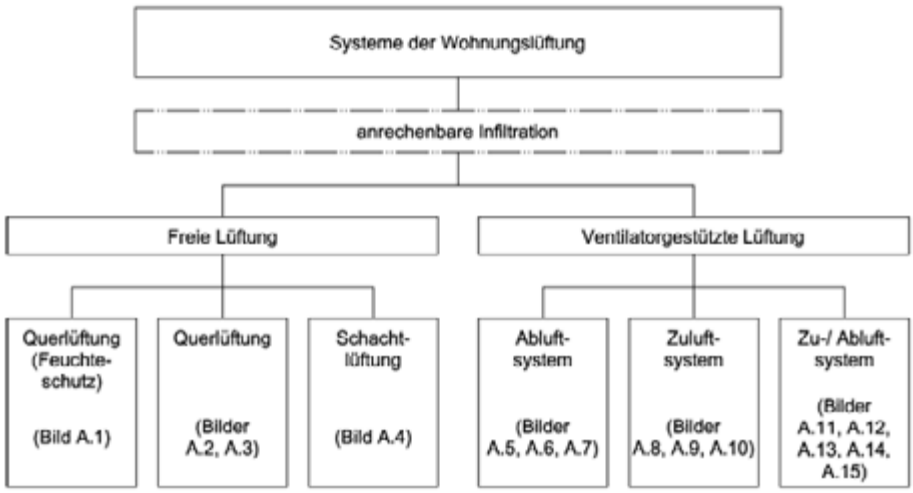


ABBILDUNG 173: **Abbildung** 1: Übersicht der Systematik der Wohnungslüftung nach DIN 1946-6 (Quelle: [DIN 1946-6:2009-05])

Nachfolgend werden diese Lüftungssysteme unter Berücksichtigung ihrer Vor- und Nachteile kurz beschrieben. Die Maßnahmen der freien Lüftung werden nur kurz erläutert, da sie im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht untersucht werden und daher für die nachfolgende Untersuchung keine Relevanz haben.

10.1.1 FREIE LÜFTUNG

Das Prinzip der freien Lüftung beruht auf dem durch Druck- und Temperaturunterschiede hervorgerufenen Luftaustausch innerhalb einer Nutzereinheit. Um die natürlichen Antriebskräfte für ein Lüftungskonzept nutzen zu können, stehen technische Hilfsmittel wie Außen(wand)-Luftdurchlässe (ALD), Lüftungsschächte und Fensterfalzlüfter zur Verfügung. Die in diesem Zusammenhang oft erwähnte manuelle Fensterlüftung gilt aufgrund des notwendigen Nutzereingriffs nicht als lüftungstechnische Maßnahme. Sie dient ausschließlich zu einer temporären Erhöhung des Luftaustausches bei Bedarf.

Maßnahmen zur freien Lüftung umfassen die Quer- und Schachtlüftung. Die auch als Windlüftung bezeichnete Querlüftung funktioniert nach dem Differenzdruckprinzip von windzugewandter (Luvseite) und windabgewandter (Leeseite) Fassadenseite. Bei der Schachtlüftung erzeugt der thermische Auftrieb in einem am Abluftraum angebundenen Lüftungsschacht einen Unterdruck, der zur gezielten Außenluftnachströmung über die Fassade genutzt wird.

Die Lüftungssysteme der freien Lüftung sind in ihrer Effektivität witterungsbedingt starken Schwankungen unterworfen, sodass selbst bei gründlicher Planung ein nutzerunabhängiger Feuchteschutz nur im zeitlichen Mittel gewährleistet werden kann. Somit wird durch freie Lüftung das Minimalziel eines nutzerunabhängigen Feuchteschutzes größtenteils sichergestellt. Jedoch können systembedingt hygienisch fragliche Luftströmungen zustande kommen, die nur durch eine manuelle Fensterlüftung zu kompensieren sind.

Außerdem bietet sie keine Möglichkeit, die in der Abluft befindliche Wärme durch Wärmerückgewinnung nutzbar zu machen und birgt die Gefahr von Zugluftерscheinungen.

10.1.2 VENTILATORGESTÜTZTE LÜFTUNG

Die ventilatorgestützte Lüftung zeichnet sich dadurch aus, dass der nutzbare Differenzdruck innerhalb einer Nutzereinheit durch Ventilatoren erzeugt wird. Das Lüftungsprinzip ist somit nicht mehr allein von natürlichen Antriebskräften getragen. Ventilatorgestützte Lüftungskonzepte gewährleisten somit einen nutzer- und nahezu witterungsunabhängigen Luftwechsel innerhalb von Nutzereinheiten (NE). Im Gegensatz zur freien Lüftung stehen außerdem Volumenströme kontrolliert und bei Bedarf variabel zur Verfügung. Diese Art der Lüftung bietet somit zum einen Einflussmöglichkeiten im Bereich des Komforts und zum anderen eine Minimierung von zu hoher Luftfeuchtigkeit oder von Luftschadstoffen. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Möglichkeit der Wärmerückgewinnung besteht, durch die der Heizwärmebedarf des Gebäudes gesenkt werden kann.

Für die Umsetzung von ventilatorgestützten Lüftungskonzepten stehen u. a. technische Hilfsmittel wie Ventilatoren, Luftverteilsysteme (Kanäle), Außen(wand)-Luftdurchlässe und Regelungs- und Steuerungsorgane wie Klappen, Drosseln und Ventile zur Verfügung. Kommt es zum Einsatz von ventilatorgestützten Lüftungsanlagensystemen, so ist dieser gemäß der [DIN 1946−6:2009−05] grundsätzlich auf die für den Menschen hygienisch notwendigen Mindestluftwechsel, also Nennlüftung auszulegen. Zudem sind bei der Planung die Anforderungen für die zulässigen Differenzdrücke zu beachten. Insbesondere darf der erzeugte Unterdruck bei raumluftabhängigen Feuerstätten nicht über 4 Pa betragen.

Nachfolgend werden drei Varianten der ventilatorgestützten Lüftung kurz beschrieben.

10.1.2.1 UNTERDRUCKLÜFTUNG (ABLUFTSYSTEME)

Das Abluftsystem basiert auf einem maschinell erzeugten Unterdruck. Es ist weitläufig aus dem Einsatz für die Belüftung von innenliegenden Bädern bekannt und funktioniert ähnlich dem Prinzip der Schachtlüftung. Durch einen oder mehrere Ventilator(en) wird Unterdruck erzeugt, indem verbrauchte Luft aus Funktionsräumen abgeführt wird. Die planmäßig eingesetzten Außen(wand)-Luftdurchlässe gewährleisten eine kontrollierte Nachströmung von frischer Außenluft.

Neben der marktüblichen Differenzdruckregelung von Ventilatoren bieten viele Hersteller bedarfsgerechte Regelungen von Abluftvolumenströmen mittels Feuchtesensoren sowie Präsenzerfassungen an, die eine Reduzierung der Luftmengen ermöglicht. Somit können zum einen der nutzerunabhängige Feuchteschutz und die erforderliche Nennlüftung gewährleistet und zum anderen unnötig hohe Wärmeverluste in der Heizperiode vermieden werden.

Technisch lässt sich die in der Abluft befindliche Wärme auch über Wärmetauscher für Luft-/Luft- bzw. Luft-/ Wasser-Wärmepumpen nutzbar machen. Diese Variante setzt für einen wirtschaftlichen Betrieb jedoch hohe Abluftmengen und geringe Systemtemperaturen im Bereich der Wärmesenke voraus. Diese Rahmenbedingungen findet man heute größtenteils nur in aufwändig kernsanierten oder neugebauten Gebäuden.

10.1.2.2 ÜBERDRUCKLÜFTUNG (ZULUFTSYSTEME)

Bei der Überdrucklüftung kommen Ventilatoren zum Einsatz, die die Außenluft in Aufenthaltsräume befördern. Durch den erzeugten Luftüberschuss kommt es in der Nutzereinheit zu einem Überdruck gegenüber dem Außenbereich. Das Abströmen von feuchtebelasteter Luft aus den Funktionsräumen ins Freie muss über ALD sichergestellt werden. Der Vorteil gegenüber der Unterdrucklüftung liegt in der Möglichkeit, die Außenluftversorgung einzelner Räume besser gewährleisten zu können, da die ventilatorgestützte Zuluftversorgung nicht witterungsbedingter Schwankungen oder ungleichmäßigen Differenzdrücken in einzelnen Räumen innerhalb der Nutzereinheit unterliegt.

Der große Nachteil und der Grund dafür, dass dieses System nur sehr selten in Deutschland zum Einsatz kommt, ist die Gefahr, feuchtebelastete Luft in Undichtigkeiten innerhalb eines Gebäudes zu drücken.

Innerhalb von Undichtigkeiten besteht aufgrund der geringeren Oberflächentemperatur die Gefahr von Kondensationsbildung, die ein Schimmelwachstum oder andere Bauschäden verursachen kann.

10.1.2.3 GLEICHDRUCKLÜFTUNG (ZU- UND ABLUFTSYSTEME)

Durch gleichzeitiges Zu- und Abführen von Luft wird ein ausbalanciertes Druckniveau innerhalb der Nutzereinheit gegenüber dem Außenbereich geschaffen. Um zu verhindern, dass belastete Luft aus Küche und Bad in Wohnräume gelangt, wird in vielen Fällen ein geringer Unterdruck durch einen erhöhten Abluftvolumenstrom gegenüber dem Zuluftvolumenstrom (von ca. 10 %) toleriert.

Im Sinne der Energieeffizienz wird auch bei diesem System angelehnt an die [DIN 1946-6:2009-05] die behandelte (gefilterte und ggf. erwärmte) Außenluft aus den Aufenthaltsräumen über geplante Überströmöffnungen in Verbindungsräumen als Zuluft in die Funktionsräume geleitet. Dies wird wie auch bei reinen Ab- oder Zuluftanlagen durch einen erzeugten Differenzdruck zwischen Zu- und Ablufträumen realisiert. Da für dieses System sowohl Zu- als auch Abluftventilatoren benötigt werden, die regelungstechnisch in einem Verbund laufen müssen, ist die Wärmerückgewinnung der Abwärme einfach umsetzbar.

10.2 ZENTRALE UND DEZENTRALE LÜFTUNG

Neben der in den vorigen Abschnitten beschriebenen Systematik können Lüftungsanlagen nach dem Umfang versorgter Wohneinheiten bzw. Räume differenziert werden. Vor dem Hintergrund der im Forschungsprojekt untersuchten Bestandssanierungen im Wohnungsbau ist diese Systematik zur Beschreibung der eingesetzten Lüftungsanlagen ebenfalls relevant. Die möglichen Varianten zentraler und dezentraler Lüftung werden daher nachfolgend kurz erläutert.

10.2.1 ZENTRALE LÜFTUNG

Zentrale Lüftungsanlagen zeichnen sich dadurch aus, dass sie mehrere Nutzereinheiten mit Zu- und Abluft versorgen. Sie sind gemäß M-LüAR Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie in eigenständigen Räumen aufzustellen, an die die einzelnen Wohnungen durch Lüftungskanäle angebunden werden. Die Verlegung der Kanäle erfolgt in den meisten Fällen in vertikalen Schächten im Gebäude. Die Regelung der Luftvolumenströme wird üblicherweise durch den Einbau von Volumenstromreglern in den Kanalabgängen zu den einzelnen Nutzereinheiten möglich gemacht.

Eine Übersicht der Vor- und Nachteile des Einsatzes zentraler Lüftungsanlagen gibt die folgende Tabelle:

Vorteile	Nachteile
Mieterunabhängiger Zugang zur Anlage für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten	Hoher baulicher Aufwand der Installation (insbesondere durch brandschutztechnische Anforderungen)
Geräteschallemissionen in die jeweiligen Nutzereinheiten mit geringem technischem Aufwand vermeidbar	Hohe Investitions- und Betriebskosten (u.a. durch verpflichtende, regelmäßige Kontrolle und Wartung sowie die Verwendung von brandsicheren Revisionsklappen)
Hohe spezifische Elektroeffizienz im Verhältnis zum beförderten Luftvolumenstrom	Bei Sanierungen im bewohnten Zustand besteht hohe Belastung der Mieter während der Bauphase (z.B. durch nachträgliche Errichtung von Zentralschächten für die Verlegung der Hauptkanäle)
Große Wärmeübertragerflächen vorhanden, die hohe Wärmebereitstellungsgrade ermöglichen	

ABBILDUNG 174: Vor- und Nachteile der zentralen Lüftung

10.2.2 WOHNUNGSWEISE ZENTRALE LÜFTUNG

Wohnungsweise zentrale Lüftungsgeräte versorgen jeweils nur eine Nutzereinheit mit Frischluft. Sie sind dementsprechend kleiner dimensioniert und für die Installation innerhalb einer Wohnung konzipiert. Die Verteilung der Luft erfolgt auch bei diesem System mittels Luftkanälen, die im Bereich der Bestandsanierung in der Regel deckenhängend im Flur zu den jeweiligen Zu- und Ablufträumen verlegt werden.

Der Installationsort des Gerätes innerhalb der Nutzereinheit hat einen entscheidenden Einfluss auf den weiteren Planungs- und Umsetzungsprozess und sollte möglichst folgende Anforderungen erfüllen:

- Aufgrund des Geräteschalls sollte der Installationsort nicht innerhalb eines Aufenthaltsraumes liegen.
- Das Gerät muss für Wartungs- und Reinigungsarbeiten gut zugänglich sein. Hierzu sind bei Verkofferungen ausreichend große Revisionsöffnungen vorzusehen.
- Die Entfernung zu einer Außenwand sollte möglichst kurz sein. Somit werden durch geringe Kanallängen unnötig hohe Druckverluste im Kanalnetz sowie Leitungsverlegungen in großer Dimension innerhalb der Nutzereinheiten vermieden. Die Fassade sollte außerdem nach Norden oder
- Osten ausgerichtet sein um in den Sommermonaten ein Ansaugen von Außenluft mit hohen Temperaturen aufgrund von Sonneneinstrahlung zu vermeiden.
- Das Lüftungsgerät sollte inkl. seiner Peripherie (Schalldämpfer, Kanalverteiler) möglichst wenig Wohnfläche in Anspruch nehmen.
- Je nach eingebauter Wärmeübertragerart im Lüftungsgerät muss der Installationsort einen Anschluss an das Schmutzwassernetz für die Abführung von Kondensat mittels Siphon ermöglichen.

Vorteile	Nachteile
Keine wartungsintensiven Brand-/ Rauchschutzklappen erforderlich	Notwendigkeit eines regelmäßigen Wohnungszugangs für Wartungs- und Reinigungsarbeiten am Gerät (vgl. Arbeitspaket Wartung/Revision)
Einfache Realisierung einer individuellen Einstellung der Lüftungsstufe durch den Nutzer	Installation im bewohnten Bestand aufgrund der hohen Anforderungen an den Installationsort des Gerätes schwierig, individuelle Planung für jede Nutzereinheit erforderlich
Häufig integrierte, bedarfsgerechte Regelung der Lüftungsstufen abhängig von gemessenen Parametern, wie Feuchte oder CO_2-Konzentration, vorhanden	Architektonische Integration der Außen- und Fortluftgitter in der Außenfassade in Mehrfamilienhäusern schwierig
Ähnlich gute Energieeffizienzwerte der Wärmerückgewinnung wie gebäudeweise Zentralanlagen	
Heiz- und Stromkosten können pro Mieteinheit real ermittelt werden	

ABBILDUNG 175: Vor- und Nachteile der wohnungsweisen zentralen Lüftung

10.2.3 RAUMWEISE LÜFTUNG

Beim Einsatz von dezentralen oder raumweisen Lüftungsanlagen wird jeder Raum einer Nutzereinheit mit einer eigenen Lüftungsanlage ausgestattet. Diese Anlagen werden an oder in Außenwänden installiert und sorgen im jeweiligen Raum für den geforderten Luftwechsel. Die Außen- und Fortluft wird dabei direkt über Kernbohrungen in der Fassade bezogen. Das Lüftungskonzept mit raumweisen Geräten kommt in der Regel ohne die Verwendung von Lüftungskanälen aus. Auf dem Markt haben sich zwei unterschiedliche Arten von dezentralen Lüftungskonzepten etabliert: Zu- und Abluftgeräte (Gleichdruck) und Zu- oder Abluftgeräte (Gegendruck). Nachfolgend werden beide Arten der dezentralen Lüftung näher beschrieben.

10.2.3.1 ZU- UND ABLUFTGERÄT (GLEICHDRUCK)

Diese Lüftungsgeräte arbeiten nach demselben Prinzip wie gebäude- oder wohnungsweise zentrale Lüftungsanlagen. Sie saugen Abluft im Raum an und geben gleichzeitig Zuluft ab, sodass sich im Raum ein Druckausgleich bildet.

Der Umstand, dass jeder Raum innerhalb der Nutzereinheit mit einem Gerät ausgestattet werden muss, um ein Lüftungskonzept gemäß der [DIN 1946-6:2009-05] für die gesamte Wohneinheit zu erfüllen, ist ein wichtiger Grund, warum diese Art der Einzelraumlüfter in der Praxis oft nur in einzelnen, mit luft- und feuchtetechnischen Problemen behafteten Räumen zum Einsatz kommen.

Vorteile	Nachteile
Eventuell anfallendes Kondensat kann direkt über die Außenwand abgeleitet werden	Im Vergleich zu zentralen Geräten höherer Gesamtvolumenstrom in der Nutzereinheit
Überströmöffnungen zwischen den jeweiligen Räumen sind nicht erforderlich	

ABBILDUNG 176: Vor- und Nachteile von raumweisen Zu- und Abluftgeräten

10.2.3.2 ZU- ODER ABLUFTGERÄT (PUSH/PULL)

Bei den auch als Pendellüfter bezeichneten Lüftungsgeräten arbeiten jeweils zwei Geräte als Paar im Wechselbetrieb. Während ein Lüftungsgerät frische Luft in die Nutzereinheit befördert, saugt das andere Gerät zeitgleich Luft aus einem Raum ab. Im Abluftbetrieb strömt die verbrauchte und warme Raumluft an einem sogenannten regenerativen Wärmeübertrager vorbei. Dieser nimmt die in Abluft enthaltene Wärme und einen Teil der Raumluftfeuchte auf, bis der Massenspeicher vollständig erwärmt ist. Dann ändert der Ventilator im Gerät seine Drehrichtung und befördert frische Außenluft in den Raum. Die kalte Außenluft nimmt beim Vorbeiströmen am Wärmeübertrager die gespeicherte Wärme und Feuchte wieder auf und gelangt konditioniert in den Raum, bis der Wärmespeicher vollständig entladen ist und der Ventilator erneut die Drehrichtung ändert. Somit strömt die Zu- und Abluft bei dieser Wärmeübertragerart nicht räumlich getrennt aneinander vorbei, wie es bei den häufig eingesetzten Kreuz(gegen-)strom-Wärmetauschern der Fall ist, sondern wird im Wechselbetrieb durch ein und denselben Kanalweg geleitet.

Das System im Pendelbetrieb funktioniert in Raumluftverbunden in der Nutzereinheit. Wichtig ist zu betonen, dass eine wechselseitige Überströmung von Luft gemäß [DIN 1946-6:2009-05] nur zwischen Aufenthaltsräumen passieren darf. Belastete Luft aus Funktionsräumen wie Küche und Bad darf unter keinen Umständen aktiv in den übrigen Teil der Nutzereinheit bewegt werden. Für ein Lüftungskonzept nach [DIN 1946-6:2009-05] für die gesamte Nutzereinheit ist daher entweder der Einsatz eines Gerätepaares innerhalb jedes Funktionsraumes notwendig, welche einen Druckausgleich erzeugen und somit eine Überströmung in andere Räume verhindern oder ein kontinuierlicher Abluftvolumenstrom mit gesicherter Nachströmung über einen zusätzlichen ALD zu realisieren.

Vorteile	Nachteile
Hoher Wärmebereitstellungsgrad des Wärmeübertragers	Bei Einsatz eines Gerätepaares innerhalb jedes Funktionsraumes höherer Gesamtvolumenstrom in der Nutzereinheit im Vergleich zu zentralen Geräten
Kompaktere Bauform gegenüber den Zu- und Abluftgeräten (kleinere Kernbohrungen erforderlich)	Bei der reinen Abluftführung in den Funktionsräumen erfolgt keine Wärmerückgewinnung

Vorteile	Nachteile
Bei Einsatz raumweiser Lüftungsgeräte bedarfsgerechte Lüftungsregelung für jeden Raum	Durch fehlende Druckstabilität der Einzelraumlüfter reagiert das System bei hohem äußerem Winddruck relativ stark mit Volumenstrom-Disbalancen
	Bei Einsatz raumweiser Lüftungsgeräte hoher Schalldruckpegel im Raum von > 25 dB (insbesondere in Schlafzimmern problematisch)
	Bei Einsatz raumweiser Lüftungsgeräte benötigt jedes der Geräte einen eigenen Elektroanschluss und ggf. eine Regelungsverkabelung (hohe Baukosten und Mieterbeeinträchtigung)

ABBILDUNG 177: Vor- und Nachteile von raumweisen Zu- oder Abluftgeräten

ABBILDUNG 178: Vergleich der Pilotobjekte und Rahmenbedingungen der Umsetzungen

	Wohnungsbaugesellschaft	Vivawest	Vivawest	Vivawest	Gewag	Gewag	Bauverein Wesel AG	Bauverein Wesel AG	Bauverein Wesel AG
Objektdaten	Adresse	Heinrich-Heine-Str. 5, LEV	Heinrich-Heine-Str. 4, LEV	Dr.Klausener Str.; Josefstr.,	Emil-Nohl-Str.13+15	Emil-Nohl-Str.13+15	Sandstr. 14	Friedrich-Geselschap-Str. 4	Baustr.37
	Gebäudebeschreibung	frei stehendes Gebäude geringer Höhe; BJ:1959; Zweispänner	frei stehendes Gebäude geringer Höhe; BJ:1959; Zweispänner	frei stehende Gebäude geringer Höhe; BJ:Anfang 1930er Jahre; Ein- und	Reihenhaus, Gebäude geringer Höhe; BJ:1960er Jahren; Zweispänner	Reihenhaus, Gebäude geringer Höhe; BJ:1960er Jahren; Zweispänner	Reihenhaus, Gebäude geringer Höhe; BJ:1950; Zweispänner	Reihenhaus, Gebäude geringer Höhe; BJ:1964; Zweispänner	Reihenhaus, Gebäude geringer Höhe; BJ:1957; Zweispänner
	Anzahl WE je Gebäude	4 WE mit je ca. 65 m²	4 WE mit je ca. 65 m²	3 kleine WE mit ca.51 m²; 2 große WE mit ca. 82 m²	6 WE;3x linke WE mit je 86m²; 3x rechte WE mit je 68 m²	6 WE;3x linke WE mit je 86m²; 3x rechte WE mit je 68 m²	6 WE mit je ca. 46 m²	6 WE mit je ca. 91 m²	7 WE
Planungsgrundlagen/ Bedingungen	Sanierungskonzept	Wärmedämmung der Außenwände und Dachboden gem. EnEV; Fensteraustausch; zentraler Wärmeerzeuger Gas neu; Badsanierung	Wärmedämmung der Außenwände und Dachboden gem. EnEV; Fensteraustausch; zentraler Wärmeerzeuger Gas neu; Badsanierung	keine Gebäudesanierung	Wärmedämmung der Außenwände und Dachfläche gem. EnEV; Fensteraustausch	Wärmedämmung der Außenwände und Dachfläche gem. EnEV; Fensteraustausch	Renovierung der Wohnung	Renovierung der Wohnung	Renovierung der Wohnung
	Lüftungskonzept	LK-G X LK-W	X	X	X	X	X	X	X
	Konzeptbeschreibung	LK-R • Zentrales Lüftungsgerät auf dem Dachboden • feuchtegeführte Abluftventile in Küche • Zuluftnachströmung über feuchtegeführte Außenluftdurchlässe in der Wand mit Außengitter in der Fensterlaibung • Stromanschluss über Anbindung an Zentralunterverteilung mit NOT-Aus-Funktion	• Lüftungsgerät wand- oder deckenhängend in Abstellkammer platziert • Zu- und Abluftkanäle sowie Verteiler in der neu errichteten Zwischendecke im Flur installiert • Zu- und Abluftventile jeweils oberhalb der Tür positioniert • Außen- und Fortluftgitter an der Außenwand der Abstellkammer installiert • Stromanschluss über Anbindung an Unter-verteiler mittels ELT-Verkabe-lung in Zwischendecke • Je nach System: Errichtung eines Kondensatanschlusses	X • Lüftungsgerät unter Berücksichtigung der Möblierung in Räumen an der Außenwand platziert • Es erfolgte keine Lüftungskonzept für die gesamte WE, sondern es wurde der gezielte Einbau der Lüftungsgeräte in feuchtigkeitsbelastete Räume verfolgt • ELT-Anbindung im Kabelkanal mittels Haushaltsstecker und Steckdose erstellt	X • Lüftungsgerät wand- oder deckenhängend in Abstellkammer oder oberhlab der Küchenschränke platziert • Zu- und Abluftkanäle sowie Verteiler in der neu errichteten Zwischendecke im Flur installiert • Zu- und Abluftventile jeweils oberhalb der Tür positioniert • Außen- und Fortluftgitter an der Außenwand installiert • Stromanschluss über Anbindung an Unterverteiler mittels ELT-Verkabelung in Zwischendecke • Je nach System: Errichtung eines Kondensatanschlusses	X • Lüftungsgeräte unter Berücksichtigung der Möblierung in Zuluft-Räumen an der Außenwand platziert • Elektro- und Regelungsverkabelung in Wärmedeämmung der Außenfassade verlegt	X • Lüftungsgerät wandhängend in der Abstellkammer installiert • Zu-und Abluftkanäle im Koffer oberhalb der Küchen-schränke und in der Abhang-decke im Flur installiert • Außen- und Fortluftgitter an der Außenwand der Abstellkammer installiert • Neue ELT-Verkabelung Unterputz zur Abtellkammer verlegt • Kondensatanschluss an vorhandene Schmutzwasserleitung in der der Abstellkammer angebunden	X • Raumweise Lüftungsgeräte (zwei Gerätepaare) in der Außenwand von Zulufträumen installiert • Abluftventilator deckenhängend im Bad mit zusätzlicher Absaugung für das WC installiert • Abluft-ventilator deckenhängend in der Küche installiert • Elektro- und Steuerkabel in neu zu errichteten Wandschlitzen vorgesehen • Die notwendigen Durchdringungen durch Außenwände mittels Kernbohrungen erstellt	Zu den Objekten in der Baustraße ist kein Planungsvorschlag seitens des Herstellers bekannt.
	Motivation/Besondere Anforderungen	Wirtschaftlicher Feuchteschutz; geringer Montageaufwand innerhalb der WEs	Feuchteschutz; Energieeinsparung durch WRG mit dem Ziel der Kostenkompensation der Betriebskosten für die Mieter;Möglichst geringer Abhang der Decke	Feuchteschutz; Energieeinsparung durch WRG mit dem Ziel der Kostenkompensation der Betriebskosten für die Mieter	Feuchteschutz; Energieeinsparung durch WRG mit dem Ziel der Kostenkompensation der Betriebskosten für die Mieter;Möglichst geringer Abhang der Decke	Feuchteschutz; Energieeinsparung durch WRG mit dem Ziel der Kostenkompensation der Betriebskosten für die Mieter	Feuchteschutz,bessere Vermietbarkeit	Feuchteschutz,bessere Vermietbarkeit;	Feuchteschutz,bessere Vermietbarkeit
	Vergabeart	k.A.	k.A.	Freihändige Vergabe	Freihändige Vergabe	Freihändige Vergabe	Freihändige Vergabe	k.A.	k.A.
	Bauleitung	Durch beauftragten GU; (min. wöchtenlich)	Durch beauftragten GU; (min. wöchtenlich)	Durch den Bauherren und teilweise durch den Gerätehersteller	Durch den Bauherren und teilweise durch den Gerätehersteller	Durch den Bauherren und teilweise durch den Gerätehersteller	Durch den Bauherren und teilweise durch den Gerätehersteller	k.A.	k.A.
	Dauer je WE geplant	2 Arbeitstage	6 Arbeitstage	1/2 AT je WE bzw. 2 Stk Geräte	6 Arbeitstage	6 Arbeitstage	k.A.	k.A.	k.A.

Umsetzung	Dauer je WE real	4 Arbeitstage	12 Arbeitstage	1/2 AT je WE bzw. 2 Stk Geräte	15 Arbeitstage	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	Zusammenfassung Baudokumentation	Platzierung der Außenkernbohrungen mussten sich der individuellen Möbilierung anpassen. Positionierungsfehler jener konnten mittels Umbau der Fensterlaibungs-Luftdurchlässe kompensiert werden. Ein Abluftelement musste aufgrund hoher Küchenschränke angepasst werden; was anfangs zu Geräuschentwicklungen führte. Diese wurden nachträglich beseitigt. Die Montage des Zentralventilators auf dem Dachboden verlief problemlos.	Durch vermehrte Durchtrennung von ELT-Kabel bei den Kernbohrarbeiten im Flurbereich verzögerte sich der Arbeistsablauf. Die Installation der Lüftungsgeräte und Kanäle erfolgte ohne größere Probleme. Aufgrund von Kollisionen von Trockenbaudeckenbefestigungsschienen und ELT-Kabelverlauf in den Flurwänden musste die Abhangtiefe unabhängig von eingesetzten Luftkanälen auf etwa 20-25 cm ausgeführt werden. So konnten der Vorteil teilweise eingesetzter Flachkanalsysteme mit geringen Aufbau nicht ausgenutzt werden.	Alle notwendigen Arbeiten wurden durch eine Firma ausgeführt. Die Durchführung der Kernbohrungen erfolgten problemlos.Lediglich der Platzbedarf für das Kernbohrgestell setzte teilweise den Abbau von Möbilierung vorraus. Die Installation der Geräte erfolgte schnell und größtenteil unkompliziert.Da es sich bei den Lüftungsgeräten um eine neue, noch nicht markterhältliche Produktionslinie handelte, musste anfangs der Wärmetauscher deaktiviert werden der eine ungewünschte Geräuschquelle darstellte. Im laufe des Projektes wurden die Geräte durch marktreife ersetzt.	Durch vermehrte Durchtrennung von ELT-Kabel bei den Kernbohrarbeiten im Flurbereich sowie durch das Fehlen einer professionellen Bauleitung verzögerte sich der Arbeistsablauf. Die bereitgestellten Lüftungskompontenen benötigten mehr Platz als zugesichert. Die Installation der Lüftungsgeräte und Kanäle erfolgte ohne größere Probleme. Die Abhangtiefen und Kofferaufbauten fielen größer aus als zugesichert.	Da zu diesem Zeitpunkt der Ausstieg der Wohnungsbaugesellschaft feststand und nur der Einabu in einer unbewohnten Wohnung stattfand, erfolgte keine Baudokumentation	Aufgrund des unmöblierten Zustands der Wohnung konnte der Planungsvorschlag des Herstellers nahezu ohne Änderungen umgesetzt werden. Um auf der einen Seite eine bessere Revisionierbarkeit des Gerätes in der Abstellkammer zu gewährleisten und auf der anderen Seite ein besseres Schalldämmmaß gegenüber des Wohnzimmers zu erreichen, wurde die Tür der Abstellkammer erneuert. Bei den Rohbaumaßnahmen kamen keine Kollisionen mit dem Gewerk ELT Zustande	Seitens der Wohnungsbaugesellschaft wurde dem IBWL-Team im Nachgang berichtet, dass das Konzept so ausgeführt worden sei. Über den Hergang und Zeitablauf ist nichts bekannt.	Seitens der Wohnungsbaugesellschaft wurde dem IBWL-Team im Nachgang berichtet, dass eine der zwei Lüftungsanlagen installiert worden sei. Über den Hergang und Zeitablauf ist nichts bekannt.
	soz. Aspekt	Mieter zeigten sich bei der Ankündigung der Maßnahme bzgl. der Lüftungsmaßnahme bis auf eine Mietpartei eher desinterssiert. In einer Mietpartei, in der ein Lungenkranker Mieter wohnte wurden insbesondere die Feinstaubentwicklung der Kernbohrarbeiten als zusätzliche Belastung zur Badsanierung wahrgenommen	Die Mieter fühlten sich durch die Lüftungsinstallation, die in jedem Raum Maßnahmen notwendig machten zu der ausgeführten Badsanierung deutlich Mehrbelastet. Hier wurden insbesondere die (gefühlte) Verletzung der Privatsphäre während der verlängerten Bauzeit sowie die Feinstaub -und Lärmbelastung durch die Kernbohrarbeiten bemängelt.	Die Mieter fühlten sich aufgrund der kürze der Baumaßnahme durch jene nicht gestört. Teilweise wurde die Größe des Gerätes und störende Geräusche in der Nacht bemängelt.Auch die optionale Bedienung über eine Handy-App stellte einige Mieter vor große Herausforderungen.	Die Mieter fühlten sich seitens des Wohnungsbaugesellschaft nicht gut informiert. Es entwickelte sich ein breiter Widerstand gegen den Einbau von Lüftungsanlagen.	Die Mieter fühlten sich seitens des Wohnungsbaugesellschaft nicht gut informiert. Es entwickelte sich ein breiter Widerstand gegen den Einbau von Lüftungsanlagen.	Keine Mieterbeeinträchtigung, da zur Zeit der Maßnahme die Wohnung unbewohnt war	Keine Mieterbeeinträchtigung, da zur Zeit der Maßnahme die Wohnung unbewohnt war	k.A. siehe AP 02-04 sozialwissenschaftliche Studien
	Erfolg	Die bauliche Maßnehme wurde erfolgreich ausegführt. Bzgl. detaillierte Betrachtung des sozialen Aspekts; siehe AP 02-04 sozialwissenschaftliche Studien	Die bauliche Maßnehme wurde erfolgreich ausegführt. Bzgl. detaillierte Betrachtung des sozialen Aspekts; siehe AP 02-04 sozialwissenschaftliche Studien	Die bauliche Maßnehme wurde erfolgreich ausegführt. Bzgl. detaillierte Betrachtung des sozialen Aspekts; siehe AP 02-04 sozialwissenschaftliche Studien	Der Einbau war ein Misserfolg. Die Installationszeit war zu lange und Mieterbeeinflussend. Resultat war eine eine Inakzeptanz gegenüber des BV seitens der Mieter und der Ausstieg der Wohnungsbaugesellschaft auf dem Forschungsprojekt Bzgl. detaillierte Betrachtung des sozialen Aspekts; siehe AP 02-04 sozialwissenschaftliche Studien	Der Einbau war ein Misserfolg. Die Installationszeit war zu lange und Mieterbeeinflussend. Resultat war eine eine Inakzeptanz gegenüber des BV seitens der Mieter und der Ausstieg der Wohnungsbaugesellschaft auf dem Forschungsprojekt	Die bauliche Maßnehme wurde erfolgreich ausegführt.	Seitens der Wohnungsbaugesellschaft wurde dem IBWL-Team im Nachgang berichtet, dass das Konzept erfolgreich ausgeführt worden sei.	k.A.

11. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP11 – WARTUNG UND REVISION

11.1 OPTIMIERUNGSMÖGLICHKEITEN FÜR DIE ZUGÄNGLICHKEIT DRITTER ZU DEZENTRALEN LÜFTUNGSANLAGEN

Eine regelmäßige Wartung und Inspektion von Lüftungsanlagen ist eine Grundvoraussetzung für einen sicheren Betrieb der Anlagen, sowohl aus technischer als auch aus hygienischer Sicht.

Je nach Regelwerk finden sich unterschiedliche Intervalle, die für die Kontrolle und/oder Wartung einzuhalten sind.

Eine Übersicht der zu empfehlenden Intervalle befindet sich im Kapitel Hygiene.

- Da individuelle Rahmenbedingungen (wie zum Beispiel Verschmutzungsgrade der Außenluft bedingt durch Pollen oder Staubanfall) notwendige Wartungszyklen stark beeinflussen, werden in der Regel Sichtkontrollen – ausgeführt durch Fachpersonal – alle 2–3 Monate und ein Filterwechsel spätestens alle 6 Monate empfohlen. Je nach gemachten Erfahrungen bezüglich des Verschmutzungsgrades wird eine Verlängerung des Intervalls für eine Sichtkontrolle auf 6 Monate als akzeptabel betrachtet.

Bei Lüftungskonzepten bei denen die Platzierung des Lüftungsgerätes einen Wohnungszutritt des Fachpersonals notwendig macht, stellen die kurzen Intervalle sowohl für den Mieter als auch die Wohnungswirtschaft einen inakzeptablen organisatorischen Aufwand dar.

11.2 KONZEPTE FÜR DIE VERBESSERUNG DER REVISIONIER- UND WARTBARKEIT VON RAUMWEISEN LÜFTUNGSANLAGEN

Heute zu findende, marktgängige Lüftungskonzepte setzten systembedingt einen Wohnungszutritt für die Revision und Wartung der Geräte voraus. Daher ist bei der Wahl des Herstellers auf einen einfachen Geräteaufbau zu achten, der einen schnellen und sicheren Zugang zu den Innenbauteilen gewährleistet.

Theoretisch wäre bei Geräten, die innerhalb der Außenwand installiert sind, ein Wartungszugang über das Außenwandgitter denkbar. Somit könnte ein Wohnungszutritt nicht mehr notwendig werden. Jedoch wäre das Potenzial durch die Gebäudehöhe begrenzt, da eine Erreichbarkeit von Luftauslässen in der Außenwand ab einer bestimmten Höhe einen großen Arbeits- und Sicherheitsaufwand bedeuten würde.

11.3 1.2 KONZEPTE FÜR DIE VERBESSERUNG DER REVISIONIER- UND WARTBARKEIT VON WOHNUNGSWEISEN LÜFTUNGSANLAGEN

Wohnungsweise Lüftungsanlagen lassen sich so platzieren, dass die Geräte ohne Wohnungszutritt gewartet werden können. Zu unterscheiden sind Konzepte, bei denen das Gerät dabei aus brandschutztechnischer Sicht weiterhin zur Nutzeinheit zählt oder nicht. Nachfolgend werden für beide Varianten Installationsmöglichkeiten anhand von Musterlösungen vorgestellt:

11.3.1 VARIANTE A: LÜFTUNGSGERÄT INNERHALB DER NUTZEREINHEIT

BEISPIEL 1.: LÜFTUNGSGERÄT OBERHALB DER WOHNUNGSTÜR INSTALLIERT

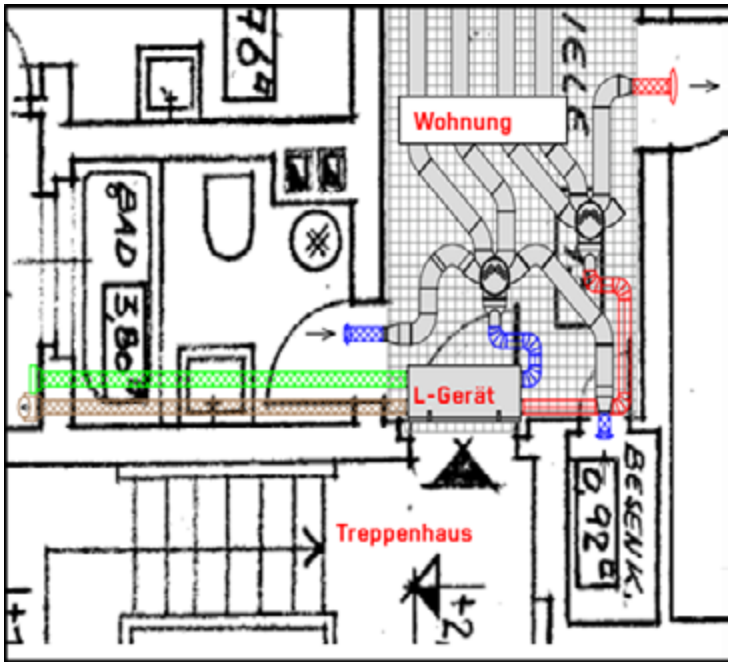


ABBILDUNG 179: Wartungszugang über das Treppenhaus; Quelle: Planungsvorschlag Maico – beschriftet durch IBWL

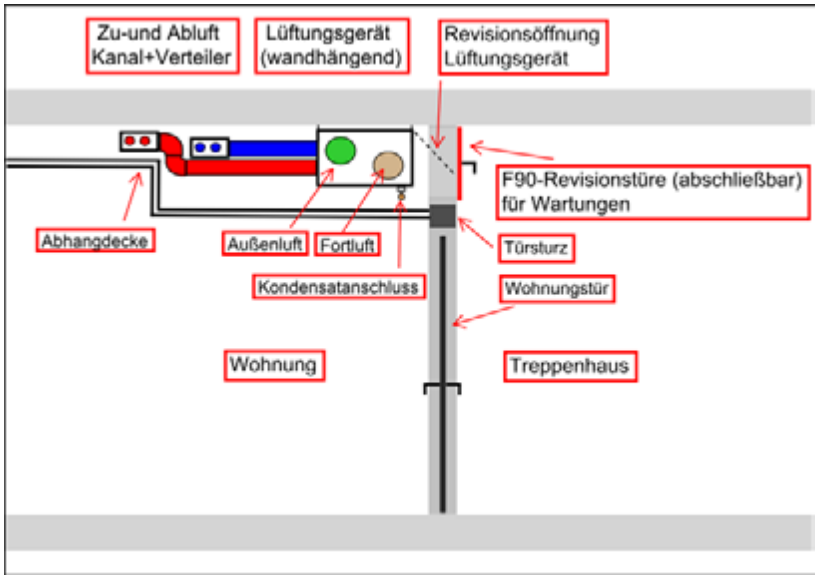


ABBILDUNG 180: Schnittansicht

KONZEPTBESCHREIBUNG:

- Lüftungsgerät wandhängend im Flur der Nutzereinheit installiert
- Seitliche Revisionsöffnung des Lüftungsgeräts in Richtung Treppenhaus öffenbar
- Zugang zum Lüftungsgerät über verschließbare Revisionstür aus dem Treppenhaus
- Außen- und Fortluftkanäle innerhalb der Nutzereinheit zur Fassade geführt
- Je nach Gerät Kondensatanschluss notwendig
- Zu- und Abluftkanalverteilung im Abhangbereich des Wohnungsflures zu den jeweiligen Zu- und Ablufträumen

VORTEILE:

- Wartung mieterunabhängig über das Treppenhaus möglich
- Keine Mietflächenreduzierung durch Deckenmontage

NACHTEILE:

- Konstruktiv sehr aufwändig und kostenintensiv (Statik, einbruchsicher, Brandschutz)
- Kondensatableitung im Flurbereich schwierig herzustellen
- Tiefer Abhangbereich (ca. 30–50 cm) im Eingangsbereich nötig
- Wenige Lüftungsgeräte mit seitlicher Wartungsklappe am Markt erhältlich
- Lange Leitungswege für Außen- und Fortluft durch die Nutzereinheit
- Beispiel 2: Lüftungsgerät in einem dem Treppenhaus angrenzenden Raum installiert

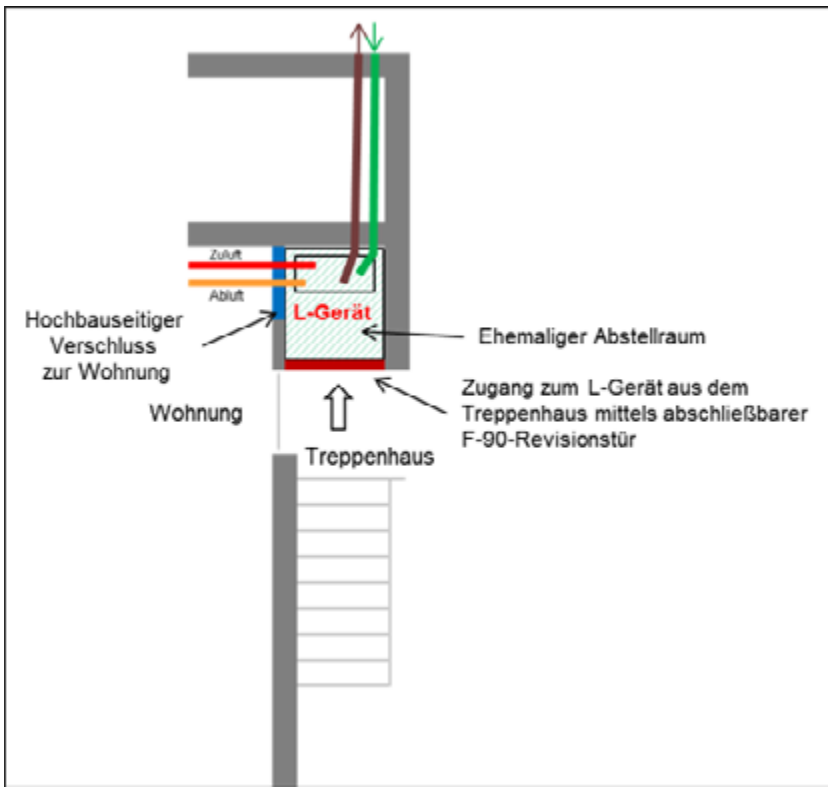


ABBILDUNG 181: Wartungszugang über das Treppenhaus

KONZEPTBESCHREIBUNG:

- Lüftungsgerät wandhängend oder deckenhängend innerhalb der Nutzereinheit in einem separaten Raum installiert
- Zugang zum Lüftungsgerät über Revisionstür aus dem Treppenhaus
- Außen- und Fortluftkanäle innerhalb der Nutzereinheit zur Fassade geführt
- Je nach Gerät Kondensatanschluss notwendig
- Zu- und Abluftkanalverteilung im Abhangbereich des Wohnungsflures zu den jeweiligen Zu- und Ablufträumen

VORTEILE:

- Wartung mieterunabhängig über das Treppenhaus möglich
- Große Geräteauswahl (Wand- und Deckenmontage möglich)

NACHTEILE:

- Reduktion von Mietfläche

- Konstruktiv aufwändig und kostenintensiv (Statik, einbruchsicher, Brandschutz)

11.3.2 VARIANTE B: LÜFTUNGSGERÄT AUSSERHALB DER NUTZEREINHEITEN

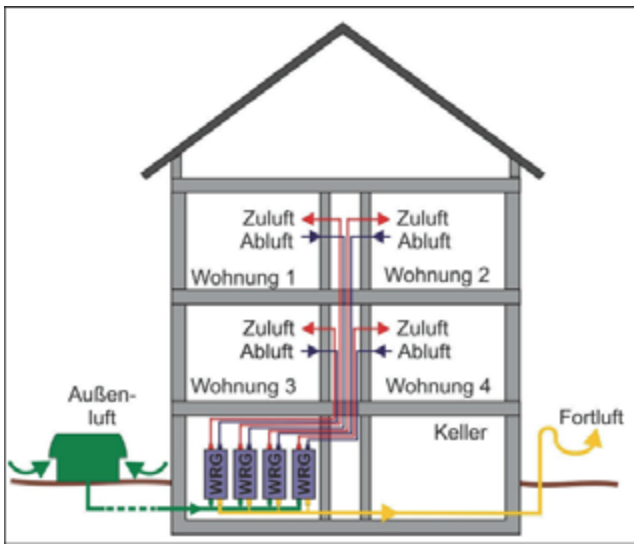


ABBILDUNG 182: Wohnungslüftungsgeräte je Wohnung außerhalb der Nutzereinheit [Paul et al., 2014]

KONZEPTBESCHREIBUNG:

- Lüftungsgeräte zentral außerhalb der Nutzereinheit in einem separaten Raum installiert. (Hier im Keller, oft auch im Dachboden realisiert)
- Dezentrale Versorgung der Nutzereinheiten über separates Lüftungsgerät
- Zu- und Abluftkanäle mittels vertikalem Zentralschacht zu den Nutzereinheiten geführt
- Variante 1: Kanäle in einem Schacht nebeneinander verlegt. Anbindung an die jeweilige NE aus dem Schacht. Verwendung von Brandschutzklappen.
- Variante 2.: Kanäle je Nutzereinheit in separatem Schacht (in F-90-Qualität getrennt)
- Zugang zum Lüftungsgerät nutzerunabhängig im separaten Raum möglich
- Außen- und Fortluftkanäle über zentrale Kanäle zur Fassade geführt
- Zu- und Abluftkanalverteilung innerhalb der Nutzereinheiten im Abhangbereich des Wohnungsflures zu den jeweiligen Zu- und Ablufträumen

VORTEILE:

- Variante 2: brand- und vor allem rauchschutztechnische Trennung der Zu- und Abluftkanäle ohne Verwendung von Brandschutzklappen. (Durch Einzelstränge/Trennung: Vorteil gegenüber gebäudezentralem Gerät)
- Wartung mieterunabhängig über den separaten Aufstellraum möglich
- Große Geräteauswahl (Wand- und Deckenmontage möglich)
- Keine Reduzierung der Mietfläche in den jeweiligen Nutzereinheiten durch Lüftungsgerät

NACHTEILE:

- Reduktion von Mietfläche bei nachträglicher (vertikaler) Schachtinstallation
- Große Kernbohrungen und Durchbrüche in Decken bei nachträglicher, vertikaler Schachtinstallation notwendig.
- Ab Gebäudeklasse 3 brandschutztechnische Anforderungen des Aufstellraumes nach M-LüAR Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie [M-LüAR,205] notwendig.
- Variante 1: Jährliche Wartung von Brandschutzklappen notwendig. Je nach Schachtinstallation dafür ein Zutritt zur Nutzereinheit notwendig.

- Variante 2: Sehr großer konstruktiver Aufwand. Großer Platzbedarf des Schachtes aufgrund von Brandschutzabschottung der Kanäle untereinander durch Bauteile in F-90-Qualität.
- Rauchschutzklappen im zentralen Außen- und Fortluftkanal notwendig.

11.4 OPTIMIERUNGSPOTENZIAL VON RAUMWEISEN UND WOHNUNGSWEISEN LÜFTUNGSANLAGEN HINSICHTLICH DER REVISIONIERBARKEIT IM ZUGE DER NOTWENDIGEN INSTANDHALTUNGSMASSNAHMEN

11.4.1 REDUKTION DER NOTWENDIGEN INSPEKTIONEN INNERHALB VON NUTZUNGSEINHEITEN

Ein Potenzial zur Reduktion von Inspektionszyklen besteht in der bedarfsgeführten Betriebsweise von Lüftungsgeräten. Durch nutzerunabhängige Bedarfsregelung anhand einer geeigneten Führungsgröße wie die CO_2 −Konzentration kann der Gesamtvolumenstrom der Anlage bei einer üblichen Nutzung einer Wohnung deutlich gegenüber einer manuellen Regelung im Tagesverlauf reduziert werden.

Durch den kleineren Luftwechsel werden die Gerätekomponenten geschont und die Filterverschmutzung reduziert.

Eine weitere Möglichkeit bietet die sogenannte Ferndiagnostik.

Immer mehr Geräte sind in der Lage mittels Internetverbindung über WLAN Netz oder ModBus-Schnittstelle und Internet Infrastruktur ihre Gerätedaten abrufbar zu machen.

Dazu gehört bei wohnungsweisen Lüftungsanlagen oftmals auch eine differenzdruckbasierte Filterüberwachung.

Dieses Angebot findet man allerdings zurzeit kaum bei raumweisen Lüftungsanlagen.

11.4.2 NUTZUNG VON SYNERGIEEFFEKTEN BEZÜGLICH WARTUNGEN INNERHALB VON NUTZUNGSEINHEITEN

Vor dem Hintergrund einer möglichen Reduzierung der Wartung von Lüftungsanlagen auf einen jährlichen Zyklus besteht die Möglichkeit für die Wohnungswirtschaft, alle notwendigen Wartungsarbeiten einer Nutzereinheit gewerkeübergreifend durch einen Dienstleister innerhalb eines Wohnungszutritts ausführen zu lassen.

Beispielsweise wäre hier die Wartung und Sichtkontrolle von Rauchmeldern, die Überprüfung einer Gastherme sowie das Ablesen von Heizkostenverteilern im Sinne der Heizkostenverordnung in Kombination mit der Wartung des Lüftungsgeräts zu nennen.

Die Nutzung dieser Synergieeffekte hätte sowohl für die Wohnungswirtschaft als auch für die Mieter großes Potenzial für eine Reduzierung organisatorischer und wirtschaftlicher Aufwände und könnte so zur gewerkeübergreifenden Senkung der Betriebskosten beitragen.

12. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP12 – GEBÄUDEINTEGRATION

12.1 INTEGRATION VON LÜFTUNGSANLAGEN IN BESTANDSGEBÄUDE

12.1.1 ALLGEMEINE ERSCHWERNISSE BEI DER INTEGRATION VON LÜFTUNGSANLAGEN IN DEN BESTAND

Für die Auswahl des Lüftungssystems spielt in erster Linie der Zweck der Anlage eine Rolle. Soll tatsächlich nur ein von Schimmel befallener oder hinsichtlich des Schimmelpilzbefalls kritischer Raum ausgestattet werden, ist ein dezentrales raumweises Lüftungsgerät bereits ausreichend und bei Betrachtung der für die Installation erforderlichen Folgegewerke und -kosten am wirtschaftlichsten.

Wird die Lüftungsanlage in Zusammenhang mit einer Fassadensanierung zur Herstellung des gem. DIN 1946–6 erforderlichen Mindestluftwechsels eingebaut, ist die Erstellung eines Lüftungskonzeptes erforderlich, welches die gesamte Wohneinheit bemisst. Als Lüftungsmaßnahme ist u. a. der Einbau einer dezentral wohnungsweise funktionierenden Lüftungsanlage möglich. In diesem Fall lohnt es sich, die Kosten und Folgekosten für Installation, Energiebedarf und jährlich erforderliche Wartungsgänge dezentral raumweiser und dezentral wohnungsweiser Anlagen vergleichend gegenüberzustellen.

Die gebäudeweise zentral ausgelegte Lüftungsanlage wird aufgrund der damit verbundenen baulichen Aufwendungen, die im weiteren Textverlauf näher erläutert werden, zumeist erst bei umfassenden Sanierungen komplett leerstehender Wohngebäude in Erwägung gezogen.

Nach der Festlegung des Lüftungssystems ist zu klären, wo das Lüftungsgerät aufgestellt bzw. montiert werden soll. Während die ungefähre Anordnung augenscheinlich schnell beschlossen werden kann, tauchen bei genauerer Betrachtung unbedachte Erschwernisse auf. In Zusammenhang mit bestehenden Wohngebäuden sind dabei insbesondere die beengte räumliche Situation, mögliche Einschränkungen aufgrund der Bestandsubstanz sowie Erfordernisse, die aus der individuellen Möblierung der einzelnen Räume resultieren, nennenswert. Auch diese Aspekte werden in den nächsten Abschnitten detailliert erläutert.

12.1.2 SYSTEMSPEZIFISCHE ERSCHWERNISSE BEI DEZENTRALEN RAUMWEISEN LÜFTUNGSGERÄTEN

Dezentrale, raumweise Lüftungsgeräte sind einfach und schnell zu montieren und in Betrieb zu nehmen: hierbei bedarf es pro Gerät lediglich einer Kernbohrung in der Außenwand und einer Steckdose. Doch allein diese zwei Aspekte müssen gut durchdacht werden. Bei dezentralen, raumweise funktionierenden Lüftungsgeräten bestimmt die Größe des betrachteten Raumes die Anzahl der erforderlichen Geräte. In der Regel ist ein Gerät pro Raum ausreichend, zwei Geräte kommen z. B. bei kombinierten Wohn- und Essräumen mit jeweils größerem Volumen in Frage.

Wie in Abschnitt 1.1.1. erläutert, müssen bereits bei der Auswahl des Lüftungssystems bzw. der Geräte aufgrund der vorhandenen Randbedingungen bestimmte Eigenschaften beachtet werden. Bei derart kleinen Räumen, wie im Wohnungsbaubestand üblich, handelt es sich insbesondere um die Minimierung des Platzbedarfs für Technik und daher vorrangig um Geräteabmessungen. In der Regel sind allerdings eher verhältnismäßig große Abmessungen bei raumweise dezentral funktionierenden Lüftungsgeräten vorzufinden, da diese jeweils eine eigene Zuluft-/Abluftsteuerung und -führung sowie einen Wärmetauscher beinhalten.

Weiterhin ist auch die erforderliche Größe der Kernbohrung, die für die Außen- und Fortluftführung herzustellen ist, ein kritischer Parameter für die Gebäudeintegration des Lüftungsgerätes. Das Spektrum der erforderlichen Durchmesser reicht dabei von ca. 80 mm bis zu 400 mm, wobei es insbesondere bei

Kernbohrungen mit Durchmessern ab ca. 200 mm der Rücksprache und Bewertung seitens eines Statikers bedarf. Es ist zu beachten, dass i. d.R. im Bereich von Außenwänden auch weitere, statisch relevante Bauteile angeordnet sind, deren Auflager- und Krafteinwirkungsbereich mit der geplanten Anordnung einer Kernbohrung kollidieren können. So sind i.d.R. lichte Abstände von min. 20 cm zu Fensterleibungs- und -sturzkanten einzuhalten. Zudem ist zu beachten, dass mit zunehmendem Durchmesser einer Kernbohrung auch der Herstellungsaufwand steigt. Größere Kernbohrungen werden selbst bei Mauerwerkswänden im Nassbohrverfahren erstellt, während kleinere Durchmesser trocken hergestellt werden können. Allerdings bedeutet das keineswegs die vollständige Unterbindung von Schmutz im Zuge der Ausführung, denn selbst gezielt eingesetzte Absauger können beim Trockenbohrverfahren das Entstehen und Verteilen von Feinstaub in den Räumen nicht gänzlich unterbinden, sodass sich der Bewohner in jeden Fall temporär einer gewissen Belastung aufgrund von erforderlichen Reinigungsarbeiten aussetzen muss.

Ein weiteres Kriterium für die Anordnung der Geräte mitsamt erforderlicher Kernbohrungen ist die Möblierung vorhandener Mieter, auf die bei Maßnahmen im Bestand besondere Rücksicht genommen werden muss. Laut Aussagen der Wohnungswirtschaft kann keinem Mieter zugemutet werden, dass er seine Raumnutzung bzw. -gestaltung der nachträglich hergestellten Situation anpassen oder sogar einschränken muss. Hierzu gehört auch die Anordnung von Gardinenschals im Bereich von Fenstern, bei denen die Gefahr besteht, dass sie die dort geplanten Lüftungsauslässe verdecken. Zudem fällt die Möblierung von Mietern stets sehr individuell aus, was das Finden eines in übereinanderliegenden Wohneinheiten und Räumen identischen Montageortes erschwert. Allerdings ist nur so auch eine gestalterisch zufriedenstellende Ausführung möglich, da dadurch sichergestellt ist, dass die Lüftungsaufsätze an der Fassade übereinander angeordnet sind und in der Außenansicht nicht verspringen.

Schließlich wird seitens der Hersteller noch empfohlen, einen gewissen Abstand zwischen Lüftungsgerät und Möblierung zu berücksichtigen, da ansonsten der meist seitlich aus den Geräten austretende oder eingesaugte Luftstrom umgelenkt bzw. behindert wird, was die ausreichende Durchströmung des Raumes gefährden kann. Zudem kann durch die Einhaltung eines Mindestabstands zur Raumecke eine Schallübertragung über die Außenwand und die flankierenden Bauteile in die Nachbarräume vermieden werden (s. „AP07 Schallschutz“ auf Seite 86).

In „Abbildung 183: Kollisionen bei der Positionierung eines dezentralen raumweisen Lüftungsgerätes an Außenwänden“ auf Seite 577 werden die beschriebenen Einschränkungen am Beispiel eines exemplarischen Raumgrundrisses dargestellt.

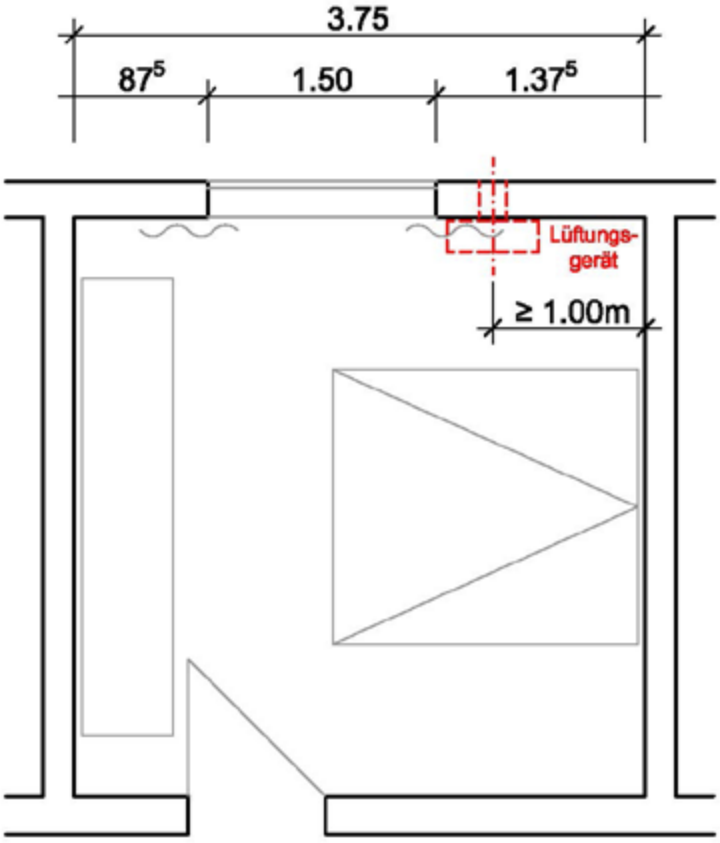


ABBILDUNG 183: Kollisionen bei der Positionierung eines dezentralen raumweisen Lüftungsgerätes an Außenwänden

Der Anordnung des Lüftungsgerätes im häufig statisch unwirksamen Brüstungsbereich der Fenster kann als mögliche Alternative angesehen werden, bringt jedoch neue Probleme mit sich. Dafür muss z.B. der üblicherweise dort angeordnete Heizkörper umgesetzt werden, was zu zusätzlichen Kosten führt und dem Grundgedanken widerspricht, dass durch den Heizkörper die in Fensterbereichen auftretenden Zugluft-erscheinungen und kalten Oberflächenstrahlungen und in der Konsequenz thermischen Unbehaglich-keiten für den Bewohner verhindert werden. Dieser negative Effekt wird jedoch durch den Einbau neuer und hochwertiger Fensterqualitäten sowie der Herstellung dichter Bauteilanschlüsse reduziert. Im Zuge von Gesamtmodernisierungen des Bestands und der Fassade bei leerstehenden Gebäuden kann sogar in Erwägung gezogen werden, Bereiche der Brüstungen zu entfernen und wandintegrierte Lüftungsgeräte vorzusehen, nachdem ein Statiker die Unbedenklichkeit des Brüstungsabbruchs bestätigt. Zusätzlich wird in diesem Fall vermieden, dass Miet- und Stellflächen verringert werden. Für Wohnbaugesellschaften ist die Sanierung im vollständigen Leerstand einer Immobilie jedoch nur in sehr seltenen Fällen möglich.

Bei Push-Pull-Geräten im Raumverbund als Sonderform der raumweisen, dezentralen Lüftung besteht zusätzlich zu den erläuterten Problemen die Erschwernis, dass jedes Gerät mit einer zentral angeordneten Steuereinheit verbunden werden muss, um den Pendelbetrieb paarweise arbeitender Geräte sauber aufeinander abzustimmen. Die Kombination mit einer Fassadensanierung bietet hier den Vorteil, dass die erforderliche Verkabelung innerhalb der neu aufzubringenden Fassadenkonstruktion außenseitig der Wand vorgesehen werden kann. Die Leitungsverlegung innerhalb einer bewohnten Wohnung hingegen ist aufgrund der benötigten Wandschlitze oder zahlreicher, zu montierender Kabelkanäle, die allein schon aus optischen Gründen zu mieterseitigem Protest führen können, kaum zu realisieren. Herstellerseits wird außerdem oftmals eine eigene, elektrische Sicherung in der wohnungseigenen Unterverteilung empfohlen, was ebenfalls zu den benannten Schwierigkeiten führt.

Ein weiterer Nachteil der dezentralen raumweisen Lüftungsgeräte ist das Thema der Schallemissionen der im Raum angeordneten Technik. Unweigerlich sind Betriebsgeräusche wahrnehmbar, die insbesondere in den stillen Nachtstunden und speziell in den Schlafräumen als störend empfunden werden können. Für

die aus fachlicher Sicht einzuhaltenden Schallmaximalpegel sowie gesetzlichen Grundlagen wird an dieser Stelle auf das „AP07 Schallschutz“ auf Seite 86 verwiesen. Insgesamt kann man feststellen, dass marktübliche Geräte die Anforderungswerte in niedrigen Leistungsstufen erreichen, diese jedoch stellenweise bei üblichen und höheren Stufen überschreiten. Auf Herstellerseite wird hier allerdings kein akuter Handlungsbedarf gesehen. Eine mögliche Alternative zum Umgang mit der Problematik ist die Stoßlüftungssimulation: dafür wir das Lüftungsgerät für wenige Minuten auf der Stufe für die Intensivlüftung betrieben, anschließend für die Dauer der Nachtruhe auf Mindestlüftung heruntergeschaltet, um in den frühen Morgenstunden erneut auf Intensivlüftung zu laufen. Über den Rest des Tages ist der Betrieb in der erforderlichen Nennlüftung denkbar. Nachteilig ist hierbei, dass so zwar der zum Bautenschutz erforderliche Luftwechsel erreicht wird, der hygienisch erforderliche Luftwechsel zum Wohl der Nutzer insbesondere in den Nachtstunden jedoch nicht ausreichend gedeckt wird.

Ein unbestreitbarer Vorteil des Systems ist allerdings, dass ein Lüftungsgerät ohne größeren Aufwand und stets nach Bedarf beim Hersteller abgerufen und kurzfristig sowie schnell eingebaut werden kann, z. B. im Falle einer bekannt gewordenen Schimmelpilzproblematik in einem bestimmten Raum, aber auch zur Wohnungsmodernisierung. Im bewohnten Zustand sind bei guter Planung und Ausführung die Einschränkungen für den Mieter im Vergleich zu den nachfolgend beschriebenen Lüftungssystemen gering und nur von sehr kurze Dauer.

12.1.3 SYSTEMSPEZIFISCHE ERSCHWERNISSE BEI DEZENTRALEN WOHNUNGSWEISEN LÜFTUNGSANLAGEN

Nach der Entscheidung für eine dezentrale wohnungsweise Lüftungsanlage ist die zentrale Frage zu ihrer Integration in die Wohnung diejenige nach dem Aufstell- bzw. Montageort. Im Idealfall ist innerhalb der Wohnung ein Abstellraum an einer Außenwand vorhanden, der ausreichend Fläche zur Aufhängung bzw. Aufstellung des Lüftungsgerätes bietet, so dass die Gestaltungswünsche des Mieters in Bezug auf seine Wohnräume nicht negativ beeinflusst werden. Zudem werden die höheren Schallemissionen, die aufgrund der größeren zu fördernden Volumenströme und dafür erforderlichen Ventilatorleistungen, durch die (massiven) Umfassungswände des Abstellraumes gedämpft, was zum Schallschutz innerhalb der Wohnung beiträgt (s. „AP07 Schallschutz“ auf Seite 86). Die Lage an der Außenwand ermöglicht, dass Außen- und Fortluft auf kurzem Wege zwischen Lüftungsgerät und Außenwand hin- und hertransportiert werden, ohne dass längere gedämmte Leitungen mit großen Querschnitten hinter Gipskarton-Konstruktionen versteckt und durch andere Räume geführt werden müssen. Das würde dort zusätzlich den Verlust oder die Einschränkung möglicher (Schrank-) Stellflächen bedingen und weitere Kosten auf Vermieterseite verursachen. Im Abstellraum kann das Lüftungsgerät auch ohne Bekleidung montiert werden, was aus optischen Gründen in Wohnräumen tendenziell nicht möglich ist.

Ob das Lüftungsgerät wandhängend oder deckenhängend montiert wird, ist abhängig von den vorhandenen Platzverhältnissen. Für gewöhnlich sind deckenhängende Geräte als vorteilhaft zu bewerten, da sie keine Stellflächen auf dem Fußboden oder an der Wand belegen (s. hierzu auch der Hinweis zum Mietflächenentfall in „AP01 Recht“ auf Seite 29). In beiden Fällen ist zu beachten, dass die Geräte selbst keine Bauteile verstellen, z. B. den Öffnungsradius einer Tür oder eines Fensters, und zu Wartungszwecken zugänglich bleiben müssen. Dabei darf nicht nur der jährlich mehrfach stattfindende Filterwechsel Berücksichtigung finden, der je nach Gerät über kleine Klappen oder Öffnungen erfolgen kann, sondern auch die üblicherweise im Zehn-Jahres-Rhythmus erforderliche Reinigung des Wärmetauschers (s. „AP11 Wartung und Revision“ auf Seite 164), wozu dieser üblicherweise komplett ausgebaut werden muss. Die Abmessungen der entsprechend großen Revisionsklappe in abgehängten Decken oder Vorsatzschalen aus Gipskarton sollten dabei denen des Lüftungsgerätes zzgl. allseitig min. 5 cm entsprechen. Derartige Klappenkonstruktionen erhöhen erfahrungsgemäß die Investitionskosten auf Vermieterseite. Weiterhin ist zu vermeiden, dass unter einem deckenhängenden Gerät ein raumhohes Regal montiert wird, welches bei den erforderlichen Wartungs- und Reparaturgängen das Öffnen der Front behindert. Ebenso ist es auch bei wandhängenden Lüftungsgeräten kontraproduktiv, wenn ein Möbelstück oder gar eine gegenüberliegende Wand im engen Abstellraum das vollständige Öffnen der Front und den Zugang des Technikers verhindert oder einengt. Auch hier wäre aufgrund der erschwerten Wartungsbedingungen ein monetärer Nachteil die Konsequenz – diesmal jedoch als Betriebskosten auf Mieterseite.

Weiterhin ist es wichtig, dass der Platzbedarf nicht allein durch die Abmessungen des Lüftungsgerätes bestimmt wird, sondern meist seitliche Abstände für dort anzuordnende Außen- und Fortluftleitungen, sowie Zuluft- und Abluftleitungen erforderlich werden. Aufsätze mit Schalldämpfern, Bögen, sowie Übergangsstücke von runden zu flachen Kanälen als auch Verteiler kommen je nach Hersteller zum Einsatz. Da insbesondere in Bestandsgebäuden oftmals millimetergenau ermittelt werden muss, ob ein ausreichendes Platzangebot vorhanden ist, werden eine Vor-Ort-Begehung und ein Aufmaß in diesem Zusammenhang unbedingt empfohlen und seitens der Hersteller gern angeboten, um unangenehmen Überraschungen beim Einbau vorzubeugen. Zu diesem Termin sollte auch die Anwesenheit des einbauenden Installateurs angestrebt werden.

Eine weitere Montagemöglichkeit dezentraler wohnungsweiser Lüftungsanlagen ist die Wandintegration, die allerdings große Wanddurchbrüche erforderlich macht, welche im Bestand schwer zu realisieren sind. Zudem sind in diesem Fall schallschutztechnische Probleme aufgrund der fehlenden Bauteilmasse zum Nachbarraum zu erwarten (s. „AP07 Schallschutz“ auf Seite 86).

Sollte in der Bestandswohnung kein oder kein geeigneter Abstellraum vorhanden sein, gibt es bereits mögliche Alternativen auf dem Markt, wie z. B. relativ kompakt bzw. schmal und lang ausgebildete Lüftungsgeräte, die oberhalb von Küchenschränken angeordnet oder in diese integriert werden können (s. nachfolgende Abbildung).

ABBILDUNG 184: Integration von dezentralen wohnungsweisen Lüftungsgeräten in die Küchenzeile

Die optimale Leitungsführung vom Lüftungsgerät zu den Zu- und Ablufträumen erfolgt über einen zentral angeordneten Flur, wo die Leitungen unterhalb der Decke verteilt werden und anschließend hinter einer

abgehängten Decke verschwinden. Ist kein zentraler Flur im Grundriss vorhanden, ist seitens des Planers eine Variante zu entwickeln, die auf möglichst kurzen Wegen alle Räume erfasst, um die Anzahl unschöner Abkofferungen zu verringern und zeitgleich auch die kosteneffizienteste Möglichkeit der Verlegung zu finden. Außerdem ist bei weiten Leitungswegen mehr Leistung seitens des Lüftungsgerätes erforderlich, wodurch sich dessen Investitionspreis, die Betriebskosten und der Schallleistungspegel erhöht.

Für die platzsparende Leitungsverlegung verfügt der Großteil der Hersteller mittlerweile über Flachkanäle, bei denen die zuvor runden Leitungsquerschnitte DN100 nah am Gerät in flach-ovale Querschnitte übergehen, die eine ungefähre Höhe von 5 cm aufweisen. Dadurch kann der lichte Hohlraum zwischen abgehängter Decke und Geschossdecke um 50 % reduziert werden, sodass die Abhanghöhe inkl. Unterkonstruktion und Gipskarton-Plattenbekleidung und damit einhergehend der Raumhöhenverlust auf insgesamt max. 10 cm beschränkt werden können. Zusätzlich wird dadurch vermieden, dass die Montageschrauben der seitlichen Befestigungsschienen von Abhangdecken mit den gem. DIN 18015 im Bereich von 15–30 cm unterhalb der Decke zu verlegenden Elektrokabeln kollidieren und diese beschädigen. Allerdings muss an dieser Stelle kritisch angemerkt werden, dass diese Lösung nicht von allen Herstellern mit der erforderlichen Konsequenz entwickelt wurde. So müssen die Flachkanäle stellenweise am Übergangspunkt zum Zu- bzw. Abluftventil wieder auf den vorigen, kreisrunden Durchmesser von ca. 10 cm aufgeweitet werden. Folglich ist spätestens an diesem Punkt die reduzierte Abhanghöhe nicht mehr möglich, sodass zumindest in den Deckenrandbereichen wieder tiefere Abkofferungen und entsprechend große Wanddurchbrüche oberhalb der Türen erforderlich werden, um die Aufweitung des Querschnitts dort vozusehen. Ausgehend von den ursprünglichen Zielen und Möglichkeiten der Flachkanalverlegung stellen beide Optionen keine akzeptablen Alternativen dar.

Weiterhin ist es möglich, die für den Luftvolumenstrom erforderlichen Durchmesser von einer großen auf mehrere kleine Lüftungsleitungen aufzuteilen. Auch dadurch verringert sich wie bei den Flachkanälen die Höhe des benötigten Hohlraums hinter einer abgehängten Decke. Allerdings geht dieser Vorteil wieder am Übergabepunkt in den Raum verloren, da auch diesmal ein Übergang zum kreisrunden Durchmesser des Zu- bzw. Abluftventils stattfinden muss. Zudem schwächen mehrere nebeneinanderliegende Kernbohrungen bei der Querung einer Wand ihre Statik mehr, als eine einzelne, dafür etwas größere Kernbohrung, sofern zwischen den kleinen Bohrungen nicht jeweils ein gewisser Abstand vorgesehen ist.

Die Zu- bzw. Abluftventile der Räume sitzen meistens über den Türen zum Flur, damit die Decke nur flurseitig abgehangen werden muss. Für die Zuluft besteht dadurch die Gefahr, dass oberseitig der Türen einströmende Luft schon nach kurzer Distanz abfällt und somit weiter entfernte Raumecken nicht mehr vom Luftstrom erreicht werden. Während einige Hersteller die Gefahr dieses unerwünschten Effekts bestätigen, verweisen andere auf durchgeführte Laboruntersuchungen, bei denen eine ausreichende Durchströmung des Raumes erwiesen wurde. Ideal wäre hier die Anordnung der Zuluft in einer der Tür diagonal gegenüberliegenden Raumecke, damit sich die eingebrachte Luft, gesteuert vom Unterdruck der Ablufträume, zum Türunterschnitt bewegt und dabei den gesamten Raum durchströmt. Der Nachteil dieser Ideallösung ist, dass sie in Bestandsgebäuden wieder zu Abkofferungen im Raum führt, um die Leitung bis zur optimalen Position in der diagonal gegenüberliegenden Raumecke zu führen. Alternativ können hier spezielle Weitwurfdüsen der Hersteller zum Einsatz kommen, die die Zuluft nahezu druck- und geschwindigkeitskonstant über geringere Leitungs- und Düsendurchmesser in den Raum hinein- und über etwas längere Distanzen unterhalb der Decke entlangführen. Somit wird die entstehende Luftwalze aus einströmender Luft unterhalb der Decke und abgeführter Luft im Bodenbereich größer und erreicht tiefere Raumbereiche. Leider verfügen auch hier nicht alle Hersteller über entsprechende Lösungen und verweisen – mit einigen Ausnahmen – auf die verfallende Systemgarantie im Falle der Kombination ihrer Geräte mit entsprechend, systemfremden Komponenten, sofern man diese verbesserte Variante wünscht.

Zusätzlich zu den zuvor benannten Planungsaspekten ist noch zu beachten, ob die gewählte Lüftungsanlage einen Kondensatablauf benötigt oder nicht. Für gewöhnlich nutzen Enthalpie-Wärmetauscher die kondensierende Feuchte aus der Abluft, um damit die Zuluft zu befeuchten (detaillierte Informationen sowie Vor- und Nachteile s. AP11_Lüftungsanlagenkonzepte), so dass kein überschüssiges Kondensat zu erwarten ist. Bei Lüftungsanlagen ohne Enthalpie-Wärmetauscher muss das anfallende Kondensat hingegen abgeführt werden. Hierfür ist eine Abwasserleitung in der Nähe des Aufstellortes erforderlich, an die je ein entsprechender Kondensatablauf angeschlossen werden kann. Da Abstellräume nicht zwangsweise im Bereich der

Küchen bzw. Bäder angeordnet sind oder durch eine Abwasserleitung gequert werden, kann der Einbau der Lüftungsanlage bedingen, dass nur hierfür eine kleine Abwasserleitung vertikal bis in den Keller oder aber horizontal zu einem Abwasserpunkt innerhalb der Wohnung geführt werden muss. Die Herstellung einer Ablaufmöglichkeit erweist sich dabei bei unterkellerten Erdgeschoss-Wohnungen als ohne großen Aufwand möglich, da im Bereich des Lüftungsgerätes eine kleine Kernbohrung im Fußboden die Möglichkeit schafft, das Kondensat auf kurzem Wege zu der Abwasser-Grundleitung des Gebäudes abzuführen. Werden gesamte, übereinanderliegende Wohnungsstränge im Leerstand mit dezentralen Lüftungsanlagen ausgestattet, kann auch hier im Zuge der Arbeiten eine Abwasserleitung für den Kondensatablauf vom obersten Geschoss bis in das Kellergeschoss verlegt werden. Werden die Wohnungen jedoch sukzessive im Falle eines Mieterwechsels mit den Lüftungsanlagen versehen und kann der Kondensatablauf nicht durch horizontales Verziehen zum wohnungseigenen Abwasserpunkt hergestellt werden, erschwert sich der Einbau, da dann das vertikale Queren der darunterliegenden Wohnung(en) bis zum Kellergeschoss inkl. Kernbohrungen in den zwischengelagerten Decken erforderlich wird, was insbesondere im bewohnten Zustand nicht zu empfehlen und schwer zu realisieren sein wird.

12.1.4 SYSTEMSPEZIFISCHE ERSCHWERNISSE BEI ZENTRALEN GEBÄUDEWEISEN LÜFTUNGSANLAGEN

Der Einbau gebäudezentraler Lüftungsanlagen erweist sich im bewohnten Zustand als nur unter erschwerten und für Mieter nicht zumutbaren Bedingungen möglich. Gründe hierfür sind insbesondere die geschossübergreifenden Kernbohrungen mit mittleren bis großen Kernbohrungen in den vorhandenen Decken, die i. d. R. aus Stahlbeton bestehen und bei denen ein Nassbohrverfahren nicht umgangen werden kann. Für die Kernbohrungen kann eine statische Rücksprache erforderlich werden, die in Abhängigkeit zur vorhandenen Konstruktion einzuhaltende Mindestmaße und -abstände zu weiteren Bauteilen benennt, weswegen der möglichst platzeffiziente Einbau beeinträchtigt werden kann. So werden beispielsweise zur Wahrung der vorhandenen Bewehrungsstäbe in Stahlbetondecken und der ihnen zugewiesenen Lastabtragung je nach statischer Konstruktion bisweilen 10 cm Abstand zwischen Kernbohrung und aufgehender Wand bestehen bleiben müssen. Eine vertikale Lüftungsleitung könnte demnach nicht direkt entlang der Ecke eines Raumes verlegt werden. Zudem können, je nach Höhe des Gebäudes bzw. der Gebäudeklasse, Brandschutzschotts oder Brandschutzklappen unterschiedlicher Anforderungen im Bereich der Geschossdecken erforderlich sein, die weitere Abhängigkeiten wie die Vergrößerung der Durchmesser zu erstellender Kernbohrungen oder die Vergrößerung des Abstands zur Wand zwecks Zugänglichkeit zu Wartungszwecken bedingen (nähere Informationen zum Brandschutz s. AP06_Brandschutz.).

Um diese Aufwendungen zu vermeiden wird im Bestand oftmals bevorzugt, bestehende und ungenutzte Kaminzüge zur Verlegung der Lüftungsstränge zu nutzen. Diese wurden inkl. der Deckendurchbrüche bereits bei der Erstellung des Gebäudes an einer Raumecke geplant, statisch bemessen und ausgeführt. Bei Lüftungsleitungen mit geringen Durchmessern, wie z. B. reinen Abluftanlagen, funktioniert dieser Ansatz, wohingegen bei Lüftungsanlagen zur Be- und Entlüftung mit WRG die Querschnitte der vorhandenen Deckendurchbrüche nicht ausreichen. Ein nachträgliches Vergrößern führt zum Durchtrennen der dort vorhandenen Randbewehrung und schwächt das Bauteil, sodass es sich oftmals als aufwendiger und kostenintensiver erweist als die Herstellung neuer Kernbohrungen an anderer Stelle. Aufgrund der zuvor benannten Probleme mit den erforderlichen Kernbohrungen und wegen der schmutz- und staubintensiven Ausführung empfiehlt sich der nachträgliche Einbau einer Lüftungsanlage nur im Zuge von gesamten Gebäudekernsanierungen.

12.2 GEWERKELEISTUNGEN UND -SCHNITTSTELLEN

Bei der Installation von Lüftungsgeräten und -anlagen sind die Leistungen mehrerer Gewerke erforderlich, deren Leistungsbereiche von vornherein definiert und abgestimmt werden müssen. Nur so kann ein reibungsloser Ablauf gewährleistet werden. Die unterschiedlichen Gewerke und ihre Leistungen werden in diesem Abschnitt benannt, Hinweise zur Ausführung dargelegt und sinnvolle Gewerkegrenzen aufgezeigt.

Folgende Gewerke sind beim Einbau der Lüftungsgeräte und -anlagen involviert:

- Dezentral raumweise: Kernbohrer, Elektroinstallateur (Anlagen-Installateur)

- Dezentral wohnungsweise: Kernbohrer, Elektroinstallateur, Anlagen-Installateur, Trockenbauer, Maler
- Zentral gebäudeweise: Kernbohrer, Elektroinstallateur, Anlagen-Installateur, Trockenbauer, Maler, evtl. Dachdecker falls Leitungsführung durch Dach erforderlich

Die Reihenfolge der jeweiligen Arbeitsschritte einzelner Gewerke und daraus resultierende Probleme ähneln sich bei den unterschiedlichen Lüftungssystemen.

12.2.1 SPEZIALFIRMA FÜR KERNBOHRUNGEN/ROHBAUER

Seitens der Herstellerfirmen und der Anlageninstallateure wird empfohlen, dass die Kernbohrungen durch Spezialfirmen statt durch Rohbauunternehmen hergestellt werden. Stellenweise beschäftigen auch Rohbauunternehmen speziell dafür ausgebildetes Personal oder beauftragen einen Subunternehmer, der die Leistung für sie ausführt.

In allen beschriebenen Lüftungssystemen ist es erforderlich, dass die Lage der Kernbohrungen entweder durch einen Mitarbeiter der Herstellerfirma oder aber auf Grundlage seiner Angaben durch den beauftragten HLS-Installateur exakt vorgegeben oder sogar vor Ort angezeichnet wird. Allein aus dieser Erfordernis resultieren Probleme, wenn beide Fachleute sich nicht in der Verantwortung für diese Leistung fühlen: Während sich die Gerätehersteller darauf berufen, dass sie lediglich Geräte anliefern und verkaufen, verweist der HLS-Installateur darauf, dass ihm die einzelnen, erforderlichen Kernbohrungsdurchmesser, deren jeweilige Mindestabstände zu anderen Bauteilen und Möbeln sowie die zu berücksichtigenden Abhängigkeiten nicht bekannt sind, zumal diese auch hersteller- und systemabhängig variieren. Hier kann nur eine erforderliche Absprache zwischen den Beteiligten organisiert werden, während derer (idealerweise vor Ort im auszustattenden Objekt) die entsprechenden Festlegungen gemeinsam getroffen werden.

Bei raumweisen Geräten ist eine Kernbohrung in der Außenwand erforderlich. Im Regelfall ist dabei keine Kollision mit anderen Gewerken zu erwarten. Unerwartete Leitungsquerungen werden nur in seltenen Ausnahmefällen angetroffen und die geringfügigen Beschädigungen am Innen- und Außenputz werden üblicherweise durch die Innen- und Außenblenden des Lüftungsgerätes abgedeckt. In Zusammenhang mit Fassadensanierungen ist eine Entscheidung zu treffen, ob die Kernbohrungen vor oder nach der Fassadensanierung erstellt werden. Im erstgenannten Fall kann die Kernbohrung für die Dauer der Fassadenarbeiten mit einem Leerrohr und/oder einer zylindrischen EPS-Dämmung verfüllt werden, sodass die Fassadenarbeiten an die kreisrunde Öffnung angepasst werden. Im letztgenannten Fall wird die Kernbohrung durch den gesamten neuen Wandaufbau hergestellt. Das Anarbeiten von Dämmschicht und Putz sind dann nicht erforderlich, es besteht allerdings die Gefahr von Abplatzungen, die bei sauberer Ausführung so gering ausfallen, dass sie anschließend durch die Blende der Lüftung verdeckt werden.

Gleiches gilt für die Kernbohrungen der an der Außenwand angeordneten Außen- und Fortluftstutzen von wohnungsweisen Lüftungssystemen. Bei den Bohrungen in den Innenwänden der Wohnung muss von Vornherein davon ausgegangen werden, dass dabei mindestens ELT-Leitungen durchtrennt werden, da diese im Wandbereich von 15–30 cm unter der Decke anzuordnen sind und dort für gewöhnlich auch mittig über den Türen die Kernbohrungen für Zu- und Abluftventile angeordnet werden. Es ist unbedingt zu gewährleisten, dass vor Ausführung die Hauptstromversorgung der Wohnung ausgeschaltet wird und ein Elektroinstallateur anwesend ist, der die durchtrennten ELT-Leitungen kurzfristig flicken kann, um länger anhaltende Stromausfälle zu vermeiden. Ein vorangehender Einsatz von Geräten zur Ortung von Elektroleitungen innerhalb der Wände bietet keine 100%ige Sicherheit, dass jegliche Leitungen geortet werden oder es sich nicht um andere metallische Elemente innerhalb der Wand handelt. Sollte die Ortung erfolgreich sein, wird man in der Regel dennoch keine Alternative finden, die Leitungen an genannter Stelle durch die Wand zu führen. Daher ist es sinnvoll und zeitsparend die Anwesenheit des ELT-Installateurs zum Kernbohrtermin zu koordinieren und auf die Leitungsortung zu verzichten.

Da der Aufwand zur Installation zentraler, gebäudeweise funktionierender Lüftungsanlagen für Bewohner im Bestand nicht tragbar ist, wurde bereits im Abschnitt 1.1.4 empfohlen, dieses Lüftungssystem nur im Zuge von Kernsanierungen oder bei vollständigem Leerstand eines Objektes vorzusehen. In diesen Fällen sind in der Regel auch gleich die erforderlichen Gewerke zeitgleich für diverse Leistungen vor Ort, sodass die Ausführung durch kurze und unkomplizierte Absprachen koordiniert werden kann. Da es sich um

eine laufende, umfangreiche Baustelle handelt und die Ausbesserung/Neuerstellung der Oberflächen und eine Bauendreinigung im Anschluss meist ohnehin großflächig vorgesehen ist, muss keine aufwendige Absaugung von Staub oder Bohrwasser erfolgen und die Ausführung verläuft schneller.

12.2.2 ELEKTROINSTALLATEUR

Wie bereits erläutert wurde, ist die Anwesenheit des Elektroinstallateurs während der Kernbohrarbeiten nahezu unabdingbar. Während der Bohrarbeiten kann er parallel auch schon erforderliche Stromleitungen zum Lüftungsgerät verlegen und den Anschluss an den Sicherungskasten vorbereiten, sodass er auch während der Leistungserbringung des Kernbohrers ausreichend Beschäftigung findet und sich die Einbauzeit der Lüftungsanlage insgesamt reduziert. Für ihn ist die Vorlage der gerätezugehörigen Schalt- und Installationspläne wichtig, eine Absprache vor Ort zu den bestandsbedingten Erschwernissen und angestrebten Ergebnissen (wie z. B. max. Abhangtiefe der Decke, damit seine Leitungsführung darauf abgestimmt werden kann) sollte organisiert werden.

Bei raumweise Lüftungsgeräten ist zu erwägen und mit den Beteiligten abzustimmen, ob der Elektroinstallateur auch die Aufhängung des Lüftungsgerätes übernehmen kann, da es sich um geringfügige Leistungen handelt, für die ansonsten ein Anlageninstallateur beauftragt werden müsste. Außerdem ist dadurch die erneute Anfahrt zur Herstellung des elektrischen Anschlusses der Anlage nach Montage nicht mehr erforderlich.

Bei wohnungsweisen und gebäudeweisen Lüftungsanlagen ist die erneute Anfahrt des Elektroinstallateurs meist nicht zu vermeiden, da die Anlagenmontage zu umfangreich ist, als dass er sie übernehmen könnte und 1–2 Tage in Anspruch nimmt. Anschließend erst erfolgt durch ihn der elektrische Anschluss des montierten Lüftungsgerätes und der evtl. separat befindlichen Steuerung. Zudem ist es ratsam, dass zu diesem Zeitpunkt auch bereits abgehängte Decken z. B. in Flurbereichen soweit vorbereitet wurden, dass er in diesen bei Bedarf auch LED-Downlights installieren kann. Diese Maßnahme empfiehlt sich insbesondere dann, wenn durch die Deckenabhängung die Höhe des darunter befindlichen Raumes derart reduziert wird, dass eine zuvor mieterseitig mitgebrachte Pendelleuchte nicht mehr geeignet ist.

12.2.2.1 INSTALLATION DER ANLAGEN

Die Installation der Anlagen wird in der Regel nahezu intuitiv dem Leistungsbereich des HLS-Installateurs zugeordnet. Die Realität zeigt jedoch, dass sich viele Betriebe dabei auf Heizung- und Sanitärthemen spezialisiert haben und den Bereich der Lüftungsanlagen nicht oder nicht schwerpunktmäßig ausführen. Bei den Firmen, die Erfahrungen mit der Installation von Lüftungsanlagen aufweisen, handelt es sich oft um große Betriebe, die schwerpunktmäßig umfangreiche Lüftungsanlagen im Bereich der Industrie- und Gewerbebauten installieren. Verhältnismäßig kleine Aufträge über einzelne Wohnraum- und Wohnungslüftungen oder Lüftungsanlagen für Wohngebäude sind in Bezug auf den Leistungsumfang und die Auftragssumme nicht besonders lukrativ. Daher ist die Zuordnung der Installation von Lüftungsanlagen nicht streng auf HLS-Installateure zu begrenzen. Prinzipiell ist jeder, der sich mit der Installation von Lüftungsanlagen auskennt und bereit ist, die Gewährleistung für seine Leistungen zu tragen, hierzu auch in der Lage. So kommt es nach Informationen der Anlagenhersteller beispielsweise dazu, dass teilweise Gewerke wie das Dachdeckerhandwerk sich auf bestimmte Systeme spezialisiert und bereits mehrere Anlagen erfolgreich montiert haben. Wie bereits unter vorigem Abschnitt erläutert, ist es auch denkbar, dass geringfügige Montagearbeiten wie z. B. das Aufhängen eines Einzelraumgerätes auch durch den Elektroinstallateur im Zuge seiner sonstigen Leistungen ausgeführt werden. In jedem Fall sollen die Leistungen nur durch erfahrene Handwerksbetriebe ausgeführt werden, deren mit der Leistung vergleichbare Referenzen im Vorfeld abgefragt und geprüft werden sollten. Selbst wenn die Anlagen herstellerseitig als Selbstbausätze angepriesen werden, sind die Abhängigkeiten und Erschwernisse in Bestandsgebäuden zu umfangreich und für Laien nicht vollumfänglich zu erfassen.

12.2.3 TROCKENBAUER

Der Einsatz von Trockenbaufirmen ist bei wohnungsweisen und gebäudeweisen Lüftungsanlagen erforderlich. Ihre Leistung besteht darin, die Restquerschnitte der Kernbohrungen nach der Leitungsverlegung zu verschließen, eventuell beschädigte Oberflächen von Wänden und Decken auszubessern, Leitungsschlitze zu verspachteln und Abkofferungen sowie Abhangdecken herzustellen. Die Zuordnung der Spachtel- und Putzarbeiten zum Rohbauer ergibt in diesem Zusammenhang keinen Sinn, da – wie bereits erläutert – die Kernbohrungen durch dafür speziell ausgebildete Fachfirmen hergestellt werden sollten, welche sich wiederum i. d.R. mit Spachtel- und Putzarbeiten nicht gut auskennen. Selbst ein hierin erfahrenes Rohbauunternehmen wird für diese Leistungen erneut anfahren müssen, da die Ausführung erst nach der Montage des Lüftungsgerätes inklusive -leitungen erfolgt. Daher bietet es sich an, den Trockenbauer damit zu beauftragen, da bei benannten Lüftungssystemen in der Regel Trockenbauarbeiten im Anschluss an die Montage der Lüftungsanlage anfallen.

12.2.4 ANLAGENBAUER / HERSTELLER

Letztlich muss nur noch die Inbetriebnahme durch den Anlageninstallateur oder den Hersteller erfolgen. Hier bevorzugen die Hersteller den Einsatz ihrer geschulten Techniker, vertreten jedoch die Ansicht, dass auch ein fachkundiger Installateur mit Erfahrung bei der Inbetriebnahme eines speziellen Fabrikats durchaus diese Leistung übernehmen kann. Das ist insbesondere für Wohnbaugesellschaften interessant, da somit bei sukzessiver Ausstattung einzelner Wohneinheiten mit kontrollierter Wohnungslüftung die Inbetriebnahme durch den erfahrenen Betriebshandwerker oder Bauleiter erbracht werden kann. Die Hersteller bieten an, bei den ersten Inbetriebnahmen anwesend zu sein und die mit der Inbetriebnahme beauftragte Person in die Leistung einzuweisen.

12.2.5 BEGLEITUNG DES BAUABLAUFS UND KOORDINATION

Es wird dringend empfohlen, während der Baumaßnahme einen persönlichen Ansprechpartner für die Gewerke und die Mieter einzusetzen, dessen Kontaktdaten allen Beteiligten bekannt sind. Dieser muss sich mit den Planungen und Zielen auskennen, sodass er sowohl auf Ausführungsprobleme vor Ort als auch auf Mieterbelange kurzfristig reagieren kann. In der Praxis zeigt sich, dass Fragen seitens der Mieter trotz intensiver Vorinformation erst zum Zeitpunkt der Ausführung auftreten, zumal ihnen oftmals erst in diesem Augenblick bewusst wird, wie umfangreich die erforderlichen Arbeiten tatsächlich sind. Weder die Mieterbetreuung noch die gewerkeübergreifende Koordination des Bauablaufs kann den ausführenden Firmen vor Ort überlassen werden. Selbst die Abstimmung und Terminierung der Leistungsreihenfolge ist nicht erfolgsversprechend, wenn sie nicht durch eine dritte Person beaufsichtigt und koordiniert wird.

12.3 FEHLERTOLERANZ BEI PLANUNG UND AUSFÜHRUNG

12.3.1 FEHLER DURCH BESTANDSSITUATION (IM BEWOHNTEN UND UNBEWOHNTEN ZUSTAND)

Bestandsgebäude bergen erfahrungsgemäß unvorhersehbare Überraschungen in ihrer Konstruktion und Substanz. Um diese auf ein Mindestmaß zu reduzieren, ist für die Planung von Lüftungsanlagen im Bestand eine Bestandsaufnahme jeder einzelnen Wohnung erforderlich. Die Gegebenheiten vor Ort können von den vorliegenden Unterlagen abweichen. Selbst innerhalb des gleichen Hauses können in ansonsten identischen Wohneinheiten Abkofferungen oder Schächte abweichend voneinander in unterschiedlichen Raumbereichen vorhanden sein und die Anlagenanordnung oder Leitungsführung beeinflussen. Zudem kann bei der Bestandsbegehung auch die individuelle Möblierung je Wohneinheit aufgenommen werden, um Kollisionen mit der Verlegeplanung von vornherein zu vermeiden.

Weiterhin ist zu beachten, dass insbesondere bei höheren Gebäuden die Bauteile und Bauteilbereiche, die in den oberen Geschossen nicht statisch wirksam sind, in den unteren Geschossen Lasten von oben aufnehmen und ableiten, so dass bei größeren Kernbohrungen eine intensive statische Begleitung der Durchbruchplanung erforderlich ist. Dies betrifft insbesondere gebäudezentrale, aber stellenweise auch wohnungszentrale Anlagen.

Die Auseinandersetzung mit den in Kap. 1.2. beschriebenen Schwierigkeiten durch Kollisionen mit vorhandenen Leitungen im Bereich geplanter Bauteileinschnitte und -bohrungen sind unvermeidlich, da es für gewöhnlich keine verlässliche Dokumentation von Leitungstrassen oder einzelnen Leitungen gibt. Selbst wenn ein entsprechender Plan vorliegt, kann nicht pauschal davon ausgegangen werden, dass der darin abgebildete Stand ehemals ausgeführt wurde und in jedem Geschoss identisch verläuft.

Aus diesen benannten Punkten kann es erforderlich werden, dass pro Wohneinheit geringfügige Änderungen in den Planunterlagen zur Lüftungsanlage vorgenommen werden müssen. Daraus resultieren stellenweise Minder- oder Mehrbedarfe hinsichtlich des benötigten Materials, welches beim Einbau vorgehalten werden muss, um unnötige Bauablaufstörungen und Bauzeitenverlängerungen zu verhindern.

12.3.2 SCHWIERIGKEITEN/FEHLER BEI DER PLANUNG

Wurden die Wohnungen im Vorfeld mit den Beteiligten gemeinsam begangen und die jeweiligen Erwartungen und Bedingungen zum Einbau der Lüftungsanlage kommuniziert, kann davon ausgegangen werden, dass anschließend gute Konzepte bzw. Verlegevorschläge durch die Hersteller oder Anlageninstallateure vorgelegt werden. Die Verbindlichkeit dieser Unterlagen wird jedoch durch darin enthaltene Anmerkungen und Hinweise ausgeschlossen. Hieraus ergeben sich Fragestellungen zur Verantwortlichkeit und Haftung für die tatsächliche Ausführbarkeit der Planung vor Ort. Diese schließen Hersteller aus und verweisen auf zuständige Planer, welche jedoch oftmals nicht beauftragt sind, da jegliche Leistungen auch durch die einzelnen Gewerke erbracht werden können.

Unabhängig davon, wer die Planungs- und Ausführungsunterlagen erstellt, tauchen zudem immer Kollisionen mit Bauteilen auf, deren Auswirkungen in üblichen Ausführungsplänen nicht dargestellt werden (z.B. wandhängendes Gerät kollidiert mit Fensterrahmen, weswegen das Fenster nicht mehr vollständig geöffnet werden kann). Diese müssen dann vor Ort geklärt und beachtet werden, was die Wichtigkeit der zuvor geforderten Begehung jedes einzelnen Objekts unterstreicht.

12.3.3 FEHLER BEI DER AUSFÜHRUNG

Kommt es trotz Beachtung der zuvor dargestellten Hinweise zu Ausführungsfehlern, erweist es sich häufig als müßig, die verantwortliche Person ausfindig zu machen. Häufig liegt die Ursache in einer mangelhaften Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Beteiligten. Schuldzuweisungen untereinander sind dann die Regel. In diesem Fall ist anstelle einer Ursachenklärung die möglichst unkomplizierte und wirtschaftliche Problemlösung anzustreben.

Weiterhin ist bemerkenswert, dass ungeachtet der Intensität der Vorabplanung und Abstimmung viele Fehler im Bereich der ausführenden Firmen vorgefunden werden. Selbst im Vorfeld als unproblematisch definierte Aspekte können durch Fehler in der Ausführung zu unerwarteten Mängeln und Schäden führen (vgl. „AP07 Schallschutz“ auf Seite 86). Es ist daher dringend zu empfehlen, bei der Auslegung der Komponenten zur Erreichung vorgegebener Zielwerte einen ausreichend großen Toleranzbereich für Fehler in der Ausführung einzuplanen. Dies ist insbesondere auch als Hinweis an die Hersteller zu verstehen, Systeme und Komponenten zu entwickeln, die möglichst fehlertolerant sind.

12.3.4 OPTIMIERUNGSPOTENZIALE ZUR FEHLERVERMEIDUNG

Unter Anbetracht der zahlreichen dargelegten Fehlerpotenziale ist davon auszugehen, dass der gesamte Planungs- und Ausführungsprozess immens optimiert werden kann, wenn sich Einzelunternehmen auf den Einbau von Lüftungsgeräten inklusive aller Vor- und Folgeleistungen im Sinne eines Full-Service-Providers spezialisieren würden. Idealerweise sollten solche Unternehmen auch die Planung und Konzeptionierung der Lüftungsanlagen anbieten, sodass die Einbindung eines Fachplaners ebenfalls entfallen kann und jegliche Leistungen aus einer Hand erbracht werden.

13. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP13 – ENERGETISCHE STANDARDS

IBWL Fachexpertise Energie
Arbeitspaket 13
Gesamtenergieeffizienz Gebäude

Auftraggeber:
Viessmann Wärmepumpen GmbH
Viessmannstraße 1
35108 Allendorf (Eder)

Datum: 23.05.2017

Verfasser: IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH
Lüderichstr. 2/4 51105 Köln +49 221 989493 0 www.jung-ingenieure.de
© by IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH, eine Weitergabe ohne schriftliche Zustimmung ist nicht erlaubt.

Inhalt

1 GEGENSTAND DER UNTERSUCHUNG 3

1.1 Beschreibung der Pilotprojekte 3

1.2 Bauphysikalische Kenndaten 5

1.3 Nutzungsprofile und innere Lasten 9

1.4 Wärmeversorgung 9

1.5 Fensterlüftung 9

1.5.1 Infiltration 9

1.5.2 Fensterlüftung 10

1.6 Lüftungsanlagen 10

1.7 Varianten der Untersuchung 11

1.8 Reale Verbrauchswerte 12

2 THERMISCHE GEBÄUDE- UND ANLAGENSIMULATION 13

2.1 Grundlagen 13

2.2 Wetterdaten 15

2.3 Gebäudemodell 16

2.4 Zonierung 18

2.5 Anlagenmodell 21

3 DIN V 18599 22

3.1 Wetterdaten 22

3.2 Gebäudemodell 22

3.3 Zonierung 22

4 ERGEBNISSE 24

4.1 Thermische Gebäudesimulation 24

4.1.1 Gebäude Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen 24

4.1.2 Gebäude Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid 27

4.2 DIN V 18599 30

4.2.1 Gebäude Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen 30

4.2.2 Gebäude Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid 33

5 ZUSAMMENFASSUNG 36

ANHANG 40

1 Gegenstand der Untersuchung

Diese Studie bewertet im Rahmen der **Fachexpertise Energie / Arbeitspaket 13 Gesamtenergieeffizienz Gebäude** für zwei Pilotprojekte die Gesamtenergieeffizienz bei Betrachtung unterschiedlicher Sanierungsvarianten.

1.1 Beschreibung der Pilotprojekte

Berücksichtigt werden die folgenden Pilotprojekte:

- Heinrich-Heine-Str. 4 in Leverkusen
- Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid

Das Gebäude Heinrich-Heine-Str. 4 in Leverkusen ist 1959 errichtet worden und umfasst eine Bruttogeschossfläche von 357 m² mit 4 Wohneinheiten.

Das Gebäude Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid ist 1965 errichtet worden und umfasst 6 Wohneinheiten. Die Bruttogeschossfläche beträgt 408 m².

Eine allgemeine Beschreibung der Pilotprojekte ist den beigefügten Datenblättern zu entnehmen, s. Anhang.

Die Bewertung des Gebäude-Energiestandards umfasst die Untersuchung mittels Thermischer Gebäude- und Anlagensimulation sowie einer Berechnung nach DIN V 18599.

Die folgenden Tabellen geben die zur Untersuchung ermittelten Grundflächen und Volumina sowie die bauphysikalischen Eigenschaften vor/nach Sanierung wieder.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die weiteren Randbedingungen sowie der Umfang der untersuchten Sanierungsvarianten dokumentiert.

Tabelle 1-1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Grundflächen und Volumen

Zone	Fläche m²	Volumen m³
Wohnung EG links	67,3	168,9
Wohnung EG rechts	67,3	168,9
Wohnung OG links	67,3	168,9
Wohnung OG rechts	67,3	168,9

Tabelle 1-2 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Grundflächen und Volumen

Zone	Fläche m²	Volumen m³
Wohnung EG links	86,0	202,1
Wohnung EG rechts	68,5	161,0
Wohnung OG1 links	86,0	202,1
Wohnung OG1 rechts	68,5	161,0
Wohnung OG2 links	86,0	202,1
Wohnung OG2 rechts	68,5	161,0

1.2 Bauphysikalische Kenndaten

Den Flächen des Simulationsmodells werden Bauteilaufbauten gemäß den vorliegenden Gebäudedatenblättern zugewiesen.

Für alle Bauteile wird ein zusätzlicher pauschaler Wärmebrückenzuschlag Δu_{WB} von 0,10 W/m² K berücksichtigt.

Tabelle 1-3 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Außenwandaufbau

Bauteil	Schichtdicke (cm)	Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	R-Wert (m² K / W)	U-Wert (W/m² K)
Außenwand, unsaniert				
R_{si}			0,13	
Putz	1	1,000	0,01	
Mauerwerk	24	0,360	0,67	
Putz	1	1,000	0,01	
R_{sa}			0,04	
			0,86	1,17
Außenwand, saniert				
R_{si}			0,13	
Putz	1	1,000	0,01	
Mauerwerk	24	0,360	0,67	
Wärmedämmung	14	0,032	4,38	
Putz	1	1,000	0,01	
R_{sa}			0,04	
			5,23	0,19

Tabelle 1-4 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen – Aufbau oberste Geschossdecke

Bauteil	Schichtdicke (cm)	Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	R-Wert (m² K / W)	U-Wert (W/m² K)
Oberste Geschossdecke, unsaniert				
R_{si}			0,10	
Betondecke	20	2,100	0,10	
R_{sa}			0,10	
			0,30	3,39
Oberste Geschossdecke, saniert				
R_{si}			0,10	
Betondecke	20	2,100	0,10	
Wärmedämmung	24	0,035	6,86	
R_{sa}			0,10	
			7,15	0,14

Tabelle 1-5 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen – Aufbau Kellerdecke

Bauteil	Schichtdicke (cm)	Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	R-Wert (m² K / W)	U-Wert (W/m² K)
Kellerdecke, unsaniert				
R_{si}			0,17	
Wärmedämmung	6	0,045	1,33	
Betondecke	20	2,100	0,10	
Estrich	3	1,4	0,02	
R_{sa}			0,17	
			1,79	0,56
Kellerdecke, saniert				
R_{si}			0,17	
Wärmedämmung	12	0,035	3,43	
Betondecke	20	2,100	0,10	
Estrich	3	1,400	0,02	
R_{sa}			0,17	
			3,89	0,26

Tabelle 1-6 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Außenwandaufbau

Bauteil	Schichtdicke (cm)	Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	R-Wert (m² K / W)	U-Wert (W/m² K)
Außenwand, unsaniert				
R_{si}			0,13	
Eurospan	24	0,220	1,09	
R_{sa}			0,04	
			1,26	0,79
Außenwand, saniert				
R_{si}			0,13	
Eurospan	24	0,220	1,09	
Wärmedämmung	16	0,035	4,57	
Putz	1	1,000	0,01	
R_{sa}			0,04	
			5,84	0,17

Tabelle 1-7 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid – Dachaufbau

Bauteil	Schichtdicke (cm)	Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	R-Wert (m² K / W)	U-Wert (W/m² K)
Oberste Geschossdecke, unsaniert				
R_{si}			0,10	
Betondecke	20	2,100	0,10	
Wärmedämmung	10	0,050	2,00	
R_{sa}			0,04	
			2,24	0,45
Oberste Geschossdecke, saniert				
R_{si}			0,10	
Betondecke	20	2,100	0,10	
Wärmedämmung	24	0,032	7,50	
R_{sa}			0,04	
			7,74	0,13

Tabelle 1-8 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid – Aufbau Kellerdecke

Bauteil	Schichtdicke (cm)	Wärmeleitfähigkeit (W/m K)	R-Wert (m² K / W)	U-Wert (W/m² K)
Kellerdecke, unsaniert				
R_{si}			0,17	
Betondecke	20	2,100	0,10	
Estrich	3	1,400	0,02	
R_{sa}			0,17	
			1,79	0,56
Kellerdecke, saniert				
R_{si}			0,17	
Wärmedämmung	12	0,035	3,43	
Betondecke	20	2,100	0,10	
Estrich	3	1,400	0,02	
R_{sa}			0,17	
			3,89	0,26

Für das Pilotprojekt Heinrich-Heine-Str. 4 in Leverkusen werden zur Verschattung der Fenster handbetätigte Rollos berücksichtigt.

1.3 Nutzungsprofile und innere Lasten

Im Rahmen der Untersuchung werden gemäß dem Nutzungsprofil für Mehrfamilienhäuser nach DIN V 18599 Teil 10 für die Wohnbereiche 90 Wh/m² d angesetzt.

1.4 Wärmeversorgung

Das Gebäude Heinrich-Heine-Str. 4 in Leverkusen wird über wohnungsinterne Brennwert-Therme versorgt.

Die Wärmeversorgung für das Gebäude Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid erfolgt über ein zentrales Gasheizwerk, welches Wärme für weitere Gebäude liefert.

Die Beheizung der untersuchten Wohnbereiche und Treppenhäuser erfolgt über Heizkörper.

1.5 Fensterlüftung

1.5.1 Infiltration

Für alle Bereiche der Bestandsgebäude wird aufgrund von Fugendurchlässigkeiten von einem 0,42-fachen Außenluftwechsel (Gebäude < 1.500 m³ Nettoraumvolumen, ohne RLT-Anlage, pauschale Einschätzung der Gebäudedichtheit / Kategorie III) ausgegangen.

Für die sanierten Gebäude ohne RLT-Anlage reduziert sich der Außenluftwechsel aufgrund von Infiltration auf 0,14 h^{-1} (Gebäude < 1.500 m³ Nettoraumvolumen, ohne RLT-Anlage, mit Dichtheitsprüfung).

Im Falle der zusätzlichen Berücksichtigung einer RLT-Anlage wird ein Außenluftwechsel aufgrund von Infiltration von 0,07 h^{-1} (Gebäude < 1.500 m³ Nettoraumvolumen, mit RLT-Anlage, mit Dichtheitsprüfung) berücksichtigt.

Die Berechnung des Infiltrationsluftwechsels erfolgt entsprechend DIN V 18599-2 unter Berücksichtigung eines Volumenstromkoeffizienten e = 0,07 (entspricht dem Abschirmkoeffizienten nach EN ISO 13789 gemäßigter Abschirmung bei mehr als einer dem Wind ausgesetzten Fassade) sowie der folgenden n_{50}-Werte:

Tabelle 1-9 n_{50}-Bemessungswerte gemäß DIN V 18599-2

Gebäudehülle	unsaniert	saniert, ohne RLT-Anlage	saniert, mit RLT-Anlage
Kategorie zur pauschalen Einschätzung der Gebäudedichtheit	III n_{50} = 6 h^{-1}	I b) n_{50} = 2 h^{-1}	I a) n_{50} = 1 h^{-1}

1.5.2 Fensterlüftung

Für die Ausgangsvariante wird unter Einbeziehung des Infiltrationsluftwechsels ein zusätzlicher 0,08facher Fensterluftwechsel berücksichtigt. Dies führt zu einem Nutzungsbedingten Außenluftwechsel von 0,5 h^{-1} gemäß DIN V 18599 (nicht bedarfsgeführt).

Die Variante mit sanierter Gebäudehülle berücksichtigt einen zusätzlichen 0,36fachen Fensterluftwechsel. In Summe mit dem (reduzierten) Infiltrationsluftwechsel führt dies zu einem 0,5fachen Gesamtluftwechsel.

Ein verändertes Bedürfnis nach Frischluft nach Sanierung wird somit nicht unterstellt.

1.6 Lüftungsanlagen

In den Varianten mit Lüftungsanlage werden entsprechend den zur Verfügung gestellten Lüftungskonzepten folgende Parameter berücksichtigt:

Gebäude Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen

Wohnung EG

- Lüftungsanlage LA-W 2 (gemäß IBWL- Nomenklatur von Lüftungsanlagen und Lüftungskonzepten)
- Luftmenge 115 m³/h

Wohnung OG

- Lüftungsanlage LA-W 3 (gemäß IBWL- Nomenklatur von Lüftungsanlagen und Lüftungskonzepten)
- Luftmenge 115 m³/h

Gebäude Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid

Wohnung EG/OG links

- Lüftungsanlage LA-W 2 (gemäß IBWL- Nomenklatur von Lüftungsanlagen und Lüftungskonzepten)
- Luftmenge 108 m³/h

Wohnung EG/OG rechts

- Lüftungsanlage LA-W 8 (gemäß IBWL- Nomenklatur von Lüftungsanlagen und Lüftungskonzepten)
- Luftmenge 115 m³/h

Die Lüftungsanlagen finden mit folgenden Parametern Berücksichtigung:

LA-W 8 (wohnungsweise Lüftung)

- Temperaturänderungsgrad 87 %
- Ventilatorleistung 55,5 W

LA-W 2 (wohnungsweise Lüftung)

- Temperaturänderungsgrad 85 %
- Ventilatorleistung 33 W

LA-W 3 (wohnungsweise Lüftung)

- Wärmebereitstellungsgrad 84 %
- Ventilatorleistung 45 W

1.7 Varianten der Untersuchung

Die Untersuchung der energetischen Effizienz wird für folgende Varianten durchgeführt:

- Unsanierter Zustand
- Unsanierter Zustand mit Lüftungsanlage
- Sanierter Zustand ohne Lüftungsanlage
- Sanierter Zustand mit Lüftungsanlage

Berechnung der Gebäudeeffizienz beinhaltet die Ermittlung des End- und Primärenergiebedarfs.

Zur Berechnung des Primärenergiebedarfs werden folgende Primärenergiefaktoren gemäß DIN V 18599-1 berücksichtigt:

- Wärme: $f_P = 1{,}1$
- Strom: $f_P = 1{,}8$ (gültig ab dem 01.01.2016)

Zur Berechnung der Betriebskosten für Heizung und Lüftungsanlage als Grundlage für weiterführende Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen werden folgende Werte angesetzt:

- Wärme: 8 ct/kWh (brutto)
- Strom: 27 ct/kWh (brutto)

1.8 Reale Verbrauchswerte

Für das Gebäude Heinrich-Heine-Straße 4 in Leverkusen stehen reale Heizenergieverbrauchswerte zur Verfügung, mit deren Hilfe die theoretisch berechneten Werte hinsichtlich der Praxisnähe beurteilt werden können.

Wohnung	EG links	EG rechts	OG links	OG rechts	Gesamt*)
Heizperiode 2013 (22.01.13-21.01.14)	Unbewohnt	11.794 kWh	12.316 kWh	17.942 kWh	53.846kWh/a
Heizperiode 2014 (22.01.14-21.01.15)	Unbewohnt	9.478 kWh	10.736 kWh	14.875 kWh	44.567 kWh/a
Heizperiode 2015 (22.01.15-21.01.16)	Unbewohnt	13.909 kWh	13.240 kWh	17.728 kWh	58.786 kWh/a

*) Für die unbewohnte Wohnung EG links können zur Abschätzung des Gesamtverbrauchs aufgrund der symmetrischen Grundrisse die Werte für die Wohnung EG rechts herangezogen werden.

Zur Witterungsbereinigung der Verbrauchswerte wird das Excel-Tool des IWU Institut für Wohnen und Umwelt in Darmstadt herangezogen.

Für die nächstgelegene Wetterstation Düsseldorf gilt als langjähriges Mittel eine Gardtatgszahl $G_{20/15}$ von 3.249 Kd.

Für die Zeiträume 2013 bis 2015 gelten folgende Gradtagszahlen und witterungsbereinigte Heizenergieverbräuche:

Wohnung	$G_{20/15}$	Gesamt, witterungsbereinigt
Heizperiode 2013 (22.01.13-21.01.14)	3.315 Kd	52.774 kWh/a
Heizperiode 2014 (22.01.14-21.01.15)	2.774 Kd	52.198 kWh/a
Heizperiode 2015 (22.01.15-21.01.16)	3.042 Kd	62.786 kWh/a
Mittelwert		**55.920 kWh/a**

Der mittlere witterungsbereinigte Heizenergiebedarf beträgt demnach 55.920 kWh/a bzw. 192,3 kWh/m² a.

2 Thermische Gebäude- und Anlagensimulation

Im Rahmen der Untersuchung mittels Thermischen Gebäude- und Anlagensimulation wird ein Modell des Gebäudes mit der Simulationssoftware TAS 9.3.[1] erstellt, simuliert und ausgewertet.

2.1 Grundlagen

Den Berechnungen dienen folgende Grundlagen:

- meteorologische Daten
- Bauzeichnungen
- Bauphysikalische Kenndaten
- Sonnenstandsberechnungen
- Algorithmen zum instationären Wärmefluss durch Bauteile
- Speicherfaktoren von Bauteilen
- Gesetze der solaren Strahlung und Wärmestrahlung

Folgende Punkte sind Leistungsmerkmale des verwendeten Simulationsprogramms Tas NG. Sie werden nur stichwortartig aufgelistet.[2]

- Sonnenstandsberechnungen
  basierend auf dem geographischen Standort[3]
- Algorithmen zum instationären Wärmefluss durch Bauteile
  nach Mitalas in Stundenschritten berechnet[4]
- Speicherfaktoren von Bauteilen
  nach der Response-Faktoren-Methode[5]
- Berücksichtigung freier und erzwungener Konvektion an Oberflächen
  nach Alamdari-Hammond und Fujii-Imura[6]

---

[1] TAS 9.3., edsl.ltd., Milton Keynes, GB - Verifizierung im Rahmen der VDI Richtlinie 6020 (Anforderungen an Rechenverfahren für die Gebäude- und Anlagensimulation).

[2] Building Analysis Theory Manual, edsl ltd., 2000

[3] Joseph J. Michalsky. The Astronomical Almanac's algorithm for approximate solar position (1950-2050). Solar Energy Vol. 40, No. 3. pp.227-235, 1988

[4] D.G. Stephenson, G.P. Mitalas. Calculation of heat conduction transfer functions for multilayer slabs. ASHRAE Trans. 1971, Vol. 77, II, 117-126

[5] M.C.B. Gough. Modelling heat flow in buildings: an eigenfunction approach. PhD dissertation, University of Cambridge, 1982

- Gesetze der solaren Strahlung und Wärmestrahlung nach Liu-Jordan und MRT-Methode[7]
- Berechnung der freien äußeren und interzonalen Luftwechsel nach regelbarer effektiver Öffnung, Temperaturdifferenzen und Windlast[8]

Folgende Normen werden zur Bestimmung der Randbedingungen für die Simulation herangezogen:

- DIN V 18599: 2011 Energetische Bewertung von Gebäuden
- EN ISO 13789: 2008 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
- DIN EN ISO 6946 „Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient, Berechnungsverfahren“, 04/2008
- Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt: Gradtagszahlen in Deutschland (Excel-Mappe)

---

[6] F. Alamdari & G. P. Hammond. Improved data correlations for buoyancy-driven convection in rooms. BSER&T. Vol. 4, No. 3 1983

7 J.A. Carroll. An MRT method of computing radiant energy exchange in rooms. Proceedings of the 2nd Systems Simulation & Economic Analysis Conference, San Diego, 1980, pp. 343-348.
A.K Oppenheim. Radiation analysis by the network method. ASME Trans. pp. 725-735. May 1956.

J.A. Carroll. A comparison of radiant interchange algorithms. Energy Centre, Univ. of California.

[8] Technical Note AIVC 44, An Analysis and Data Summary of the AIVC's Numerical Database, Air Infiltration and Ventilation Centre, 1994

2.2 Wetterdaten

Die in diesem Gutachten vorgelegten Studien basieren auf stundenweisen Wetterdaten. Für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland sind im Rahmen eines vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) vergebenen Forschungsprojektes im Mai 2011 aktualisierte und erweitere Testreferenzjahre (TRY) von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse veröffentlicht worden.[9]

Für das Bundesgebiet liegen 15 verschiedene Test-Referenz-Jahre für unterschiedliche Klimaregionen (Ballungsräume, Mittelgebirge, Hochlagen usw.) vor.

Die Datensätze basieren auf Messdaten aus dem Zeitraum von 1988 bis 2007. Zudem liegen für jede Region Datensätze für extreme Winter und extreme Sommer vor. Des Weiteren liegen entsprechende Wetterdaten unter Berücksichtigung einer Bewertung des zu erwartenden Klimawandels in den kommenden 40 Jahren unter Verwendung mehrere regionaler Klimamodelle vor sowie die Möglichkeit zur Abschätzung des Einflusses von städtischen Wärmeinseln bzw. der Höhenabhängigkeit von Lufttemperatur und Wasserdampfgehalt.

Für die Simulation werden für die Standorte

- Leverkusen der Wetterdatensatz TRY 05 (Niederrheinisch-westfälische Bucht und Emsland; Wetterstation Essen)
- Remscheid der Wetterdatensatz TRY 06 (Nördliche und westliche Mittelgebirge, Randgebiete; Wetterstation Bad Marienberg)

jeweils für ein mittleres Jahr unter Berücksichtigung eines mittleren Stadtgebietes verwendet.

Für den Standort Leverkusen beträgt die höchste Außentemperatur 31,6 °C und die niedrigste -8,9 °C. Die mittlere Außentemperatur erreicht 10,8 °C

Für den Standort Remscheid werden maximal 31,6 °C und minimal -8,0 °C erreicht. Die mittlere Außentemperatur liegt bei 9,3 °C.

[9] J. Christoffer, T. Deutschländer, M. Webs. Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere und extreme Witterungsverhältnisse TRY. DWD Offenbach/M. 2004

2.3 Gebäudemodell

Die Baukörper der Referenzgebäude GEWAG Wohnungs-AG in Remscheid und der Vivawest Wohnen GmbH in Leverkusen wurden im CAD-Editor des Simulationsprogramms Tas abgebildet. Grundlage für die Geometrie sind die Bestandspläne, erhalten am 24.10.2014 und am 21.03.2016. Damit sind die Außen- und Innenflächen erfasst. Sie liefern eine Grundlage zur Ermittlung der instationären Wärmeströme und Energiebilanzen.

Abbildung 2-1 **Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Ansicht des Simulationsmodells aus Südwest**

Abbildung 2-2 **Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Ansicht des Simulationsmodells aus Nordost**

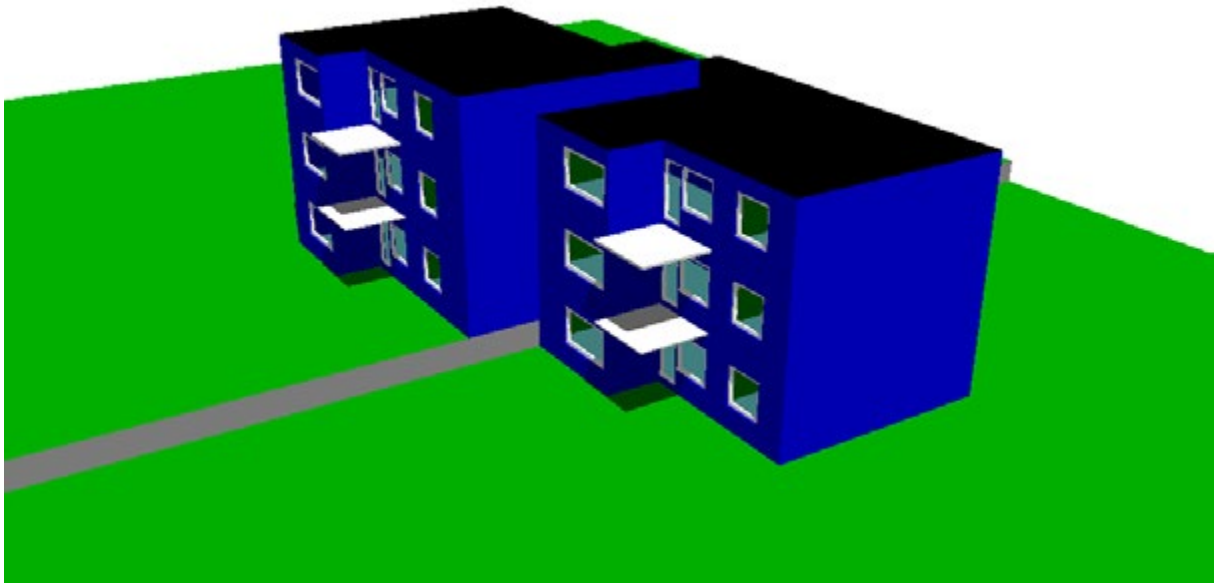


Abbildung 2-3 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Ansicht des Simulationsmodells aus Süd

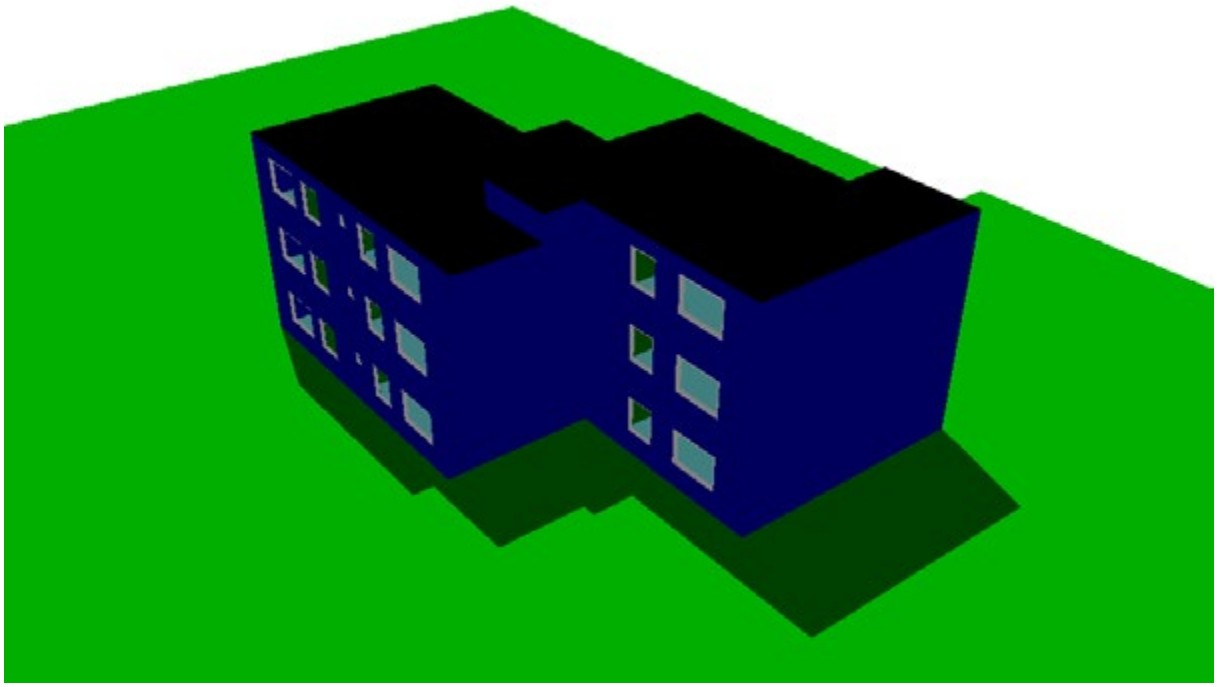


Abbildung 2-4 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Ansicht des Simulationsmodells aus Nord

2.4 Zonierung

Für die Simulation wird das Gebäude in verschiedene Bereiche bzw. Zonen eingeteilt. Hierbei sind nur Gebäudeteile, die hinsichtlich der Nutzung und der thermodynamischen Randbedingungen ähnlich sind, zu einer Zone zusammengefasst. Die Simulation liefert für jede Zone die mittleren thermodynamischen Größen, wie z. B. Empfindungstemperatur oder Heizleistung.

Folgende Einteilung der Zonen wird vorgenommen:

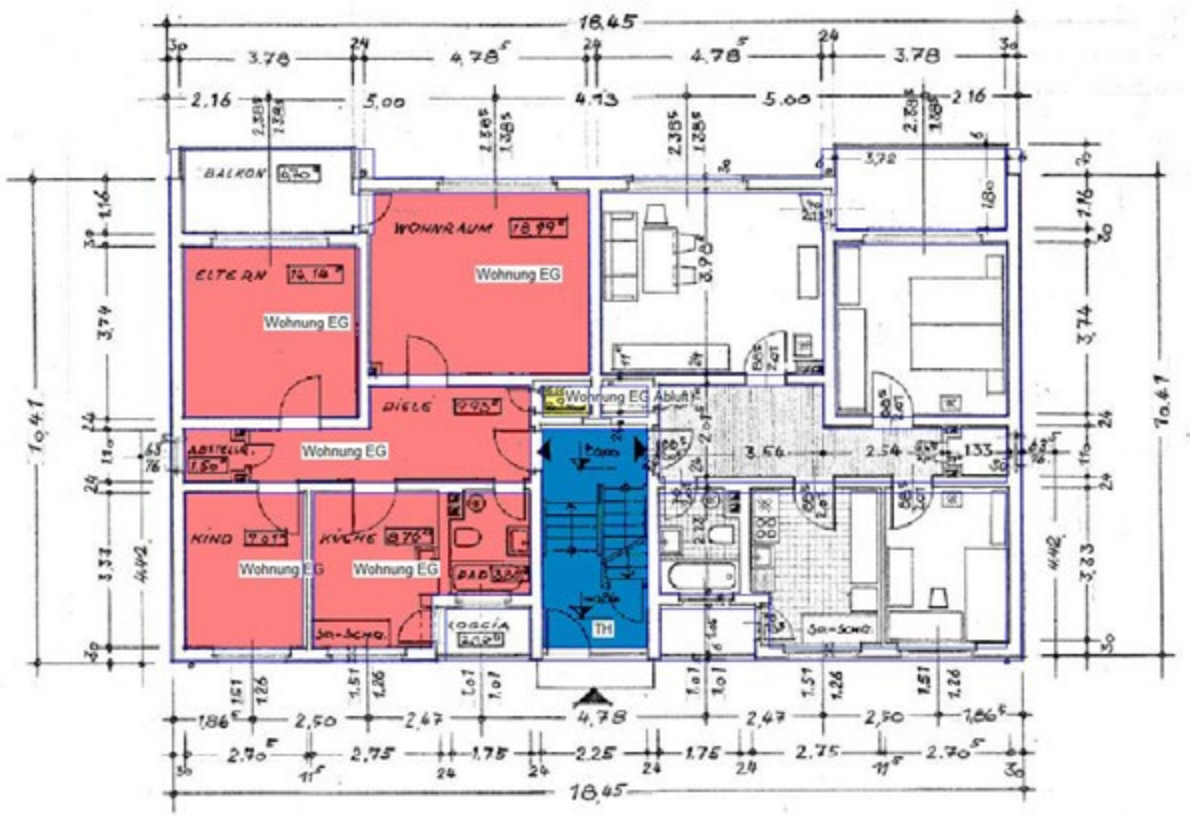


Abbildung 2-5 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Zonierung Erdgeschoss

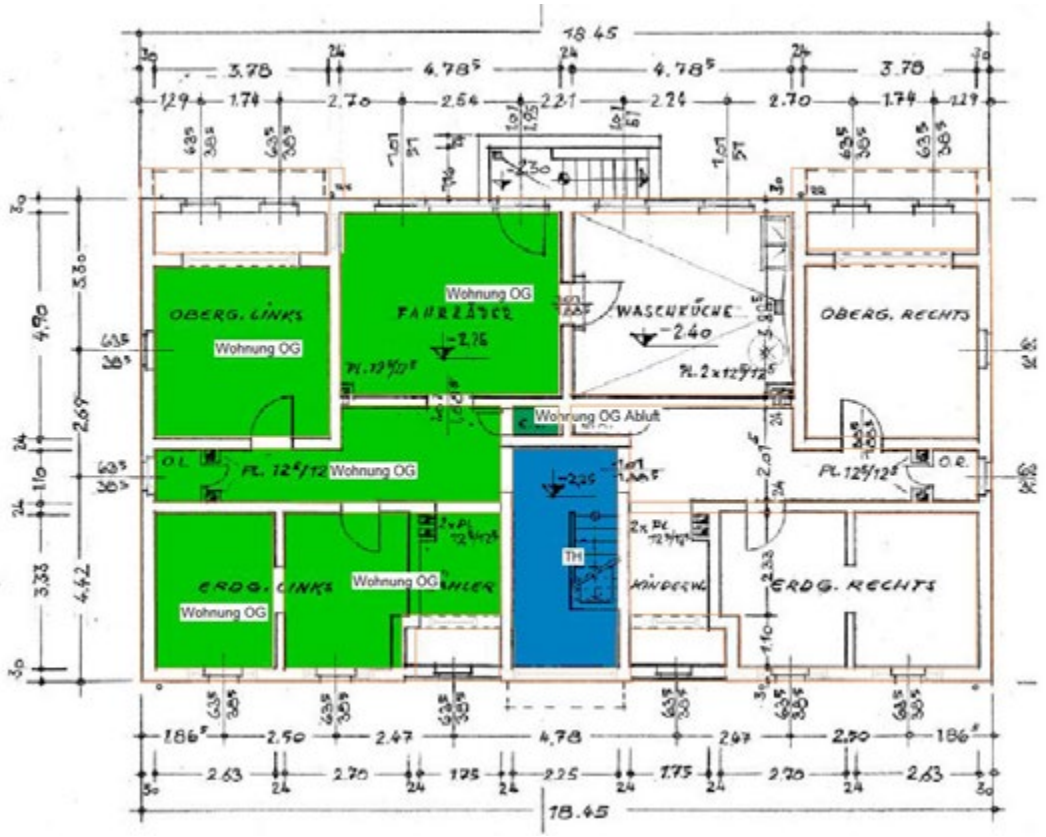


Abbildung 2-6 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Zonierung Obergeschoss

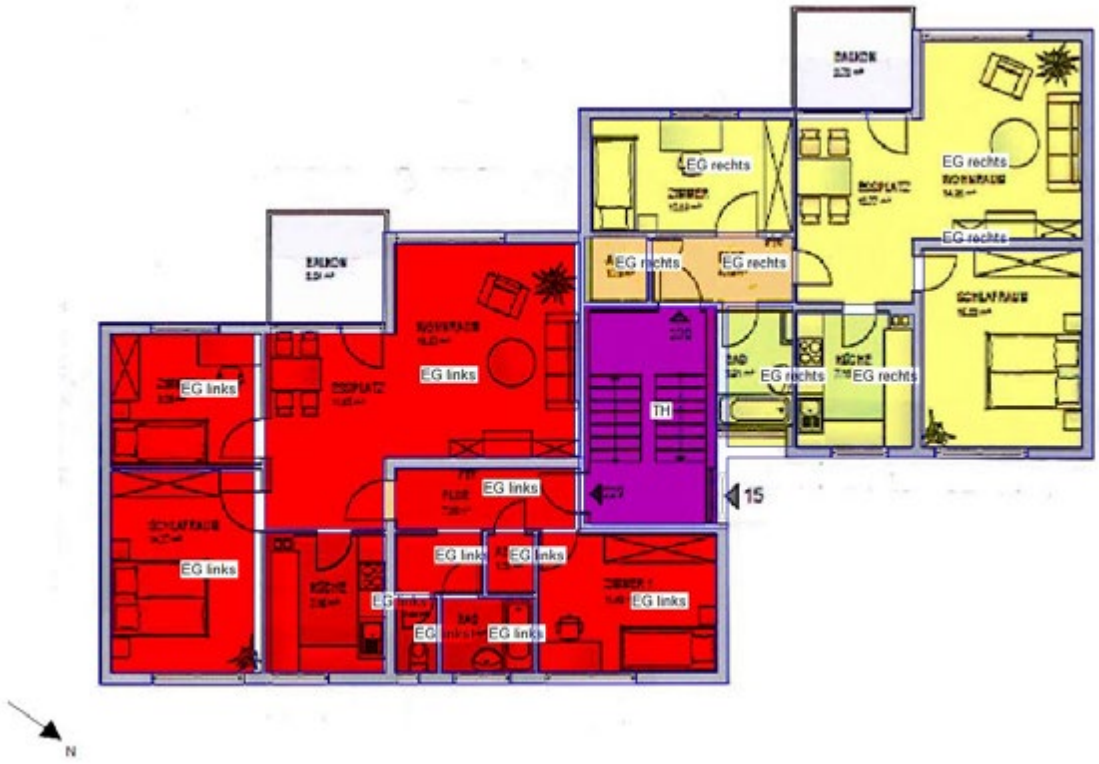


Abbildung 2-7 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Zonierung Erdgeschoss

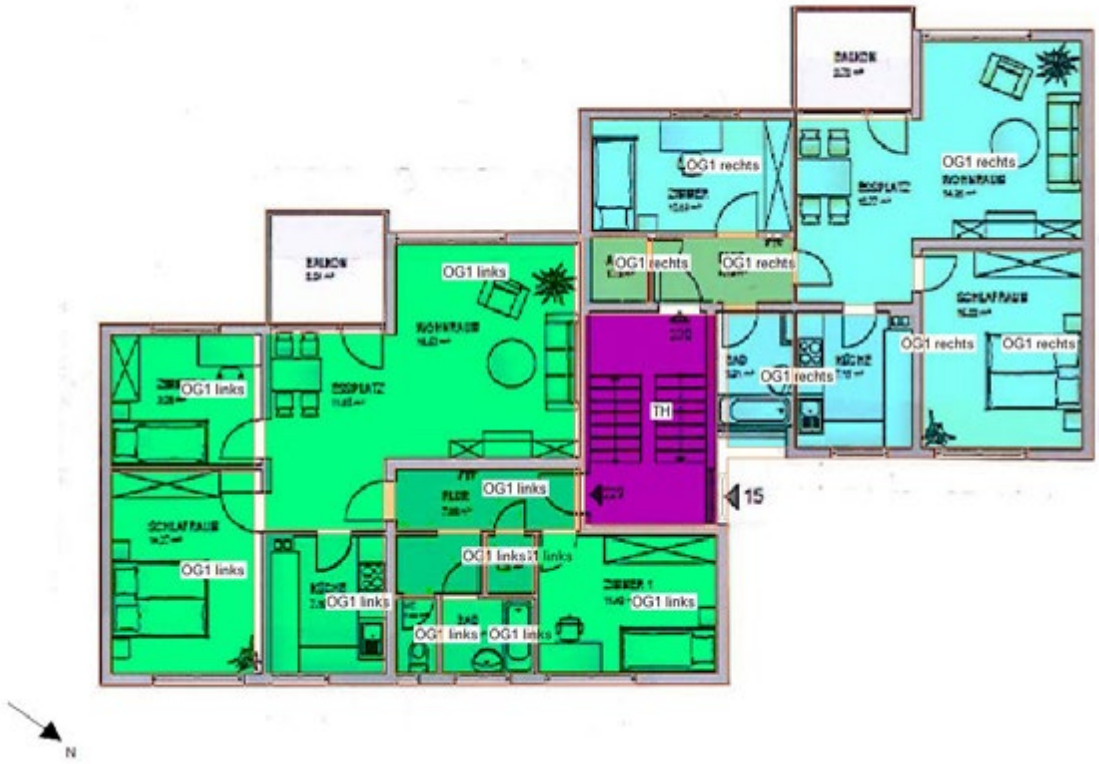


Abbildung 2-8 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Zonierung 1. Obergeschoss

Abbildung 2-9 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Zonierung 2. Obergeschoss

Die Simulationsergebnisse berücksichtigen für die errechneten Heizenergiekennwerte einen pauschalen Zuschlag von 15% für Umwandlungs- und Leitungsverluste innerhalb der Gebäude.

2.5 Anlagenmodell

In den Varianten mit Lüftungsanlage dienen die Ergebnisse der Thermischen Gebäudesimulation als Grundlage für eine weiterführende Anlagensimulation, welche die Heizenergieeinsparung aufgrund der Wärmerückgewinnung sowie den eingesetzten Ventilatorstrombedarf näher bestimmen.

Das berücksichtigte Anlagenschema zeigt Abbildung 2-10. Berücksichtigt werden dazu ein wohnungsweises Lüftungsgerät mit zwei Ventilatoren und einem Wärmetauscher.

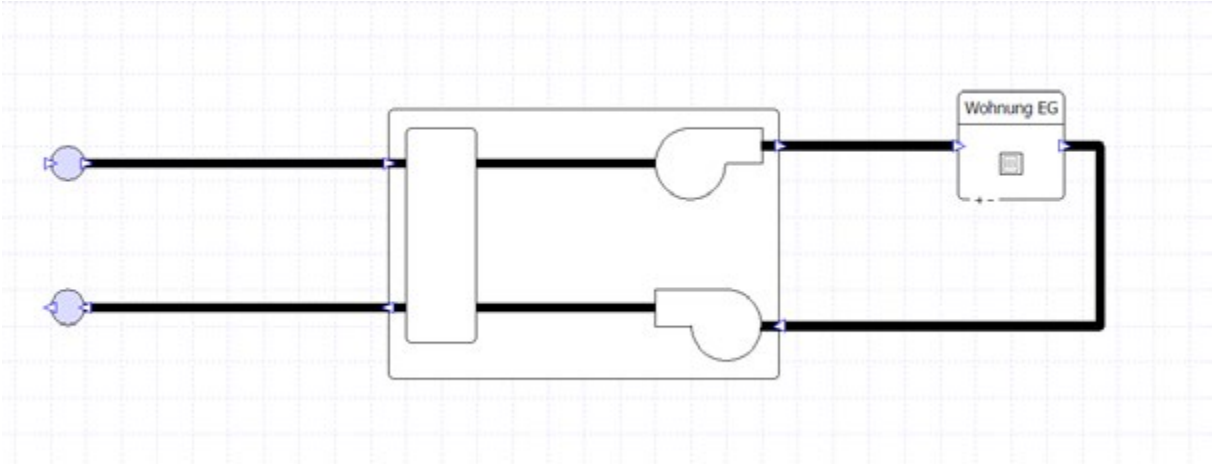


Abbildung 2-10 Anlagenmodell

3 DIN V 18599

Die Berechnungen werden auf Basis der DIN V 18599 (Stand 2011) durchgeführt.

Es werden die Primär- und Endenergiekennzahlen für Heizung und Lüftung ermittelt.

Zur Flächenerfassung dient das Modell der Thermischen Gebäudesimulation, welches mit der Simulationssoftware TAS 9.3[10] erstellt wurde.

Die Berechnungen der Energiekennwerte erfolgen mit der Software Dämmwerk[11].

3.1 Wetterdaten

Für die Berechnungen nach DIN V 18599 werden, abweichend vom Norm-Wetterdatensatz TRY04 / Potsdam, folgende Testreferenzjahre berücksichtigt:

- Leverkusen: Wetterdatensatz TRY 05 (Niederrheinisch-westfälische Bucht und Emsland; Wetterstation Essen)
- Remscheid: Wetterdatensatz TRY 06 (Nördliche und westliche Mittelgebirge, Randgebiete; Wetterstation Bad Marienberg)

3.2 Gebäudemodell

Das Gebäude wird im CAD-Editor des Simulationsprogramms Tas 3D Modeller abgebildet.

Im Modell sind dadurch alle relevanten Außenflächen erfasst. Sie dienen als Grundlage zur Berechnung der Energiekennzahl gemäß DIN V 18599.

3.3 Zonierung

Die Gebäude werden in den Berechnungen als Einzonenmodell angesetzt. Die folgenden Abbildungen zeigen die Ansicht der Zonierung in den 3D-Modellen.

[10] TAS 9.3, edsl.ltd., Milton Keynes, GB - Verifizierung im Rahmen der VDI Richtlinie 6020 (Anforderungen an Rechenverfahren für die Gebäude- und Anlagensimulation).

[11] Dämmwerk, Bauphysiksoftware, Berlin, Version 2016

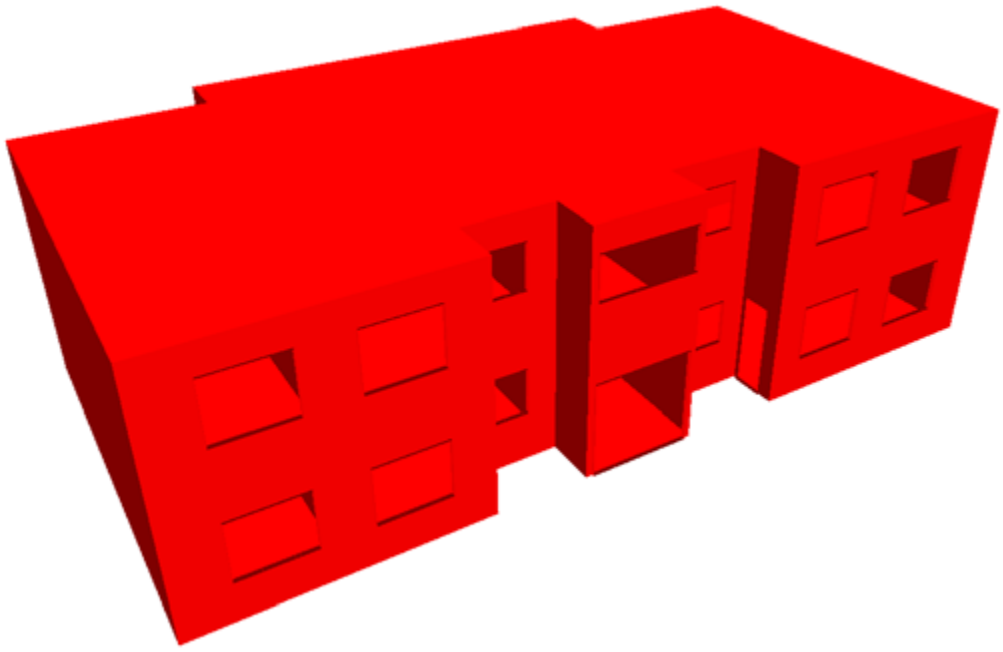


Abbildung 3-1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - 3D-Modell der Zonierung

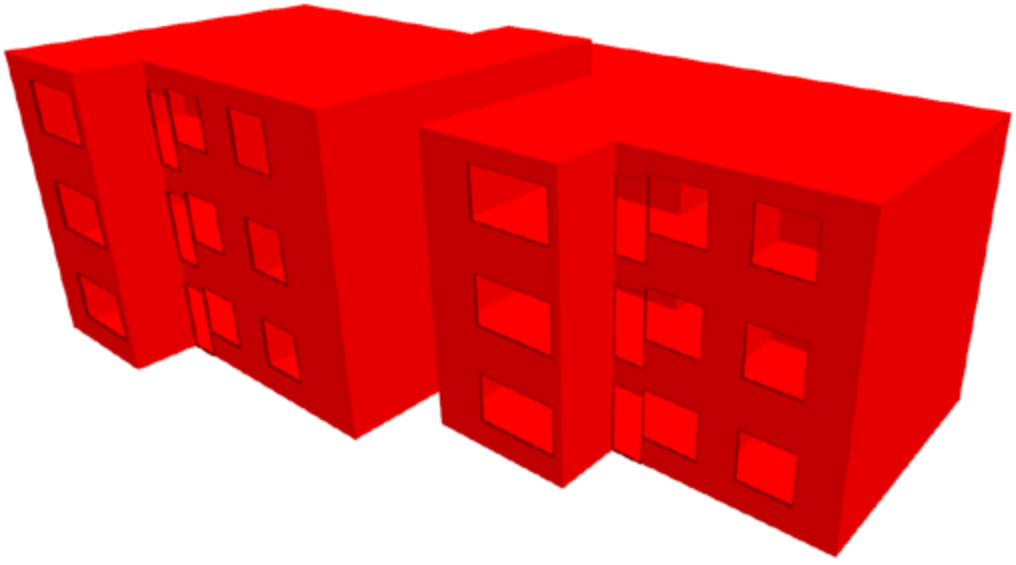


Abbildung 3-2 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - 3D-Modell der Zonierung

4 Ergebnisse

Die Ermittlung der

4.1 Thermische Gebäudesimulation

4.1.1 Gebäude Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen

Für das Gebäude Heinrich-Heine-Straße 4 in Leverkusen resultieren unter Berücksichtigung der dokumentierten Randbedingungen spezifische Heizenergiekennwerte von 218,8 kWh/m² a im unsanierten Ist-Zustand und 202,4 kWh/m² a für die Variante unsanierte Gebäudehülle mit Wohnraumlüftungsanlagen.

Im Falle einer Sanierung der Gebäudehülle reduziert sich der spezifische Heizenergiebedarf auf 60,1 kWh/m² a bei Fensterlüftung und 39,3 kWh/m² a mit Wohnraumlüftungsanlagen.

Die Wohnraumlüftungsanlagen benötigen einen spezifischen Strombedarf von 4,7 kWh/m² a.

Unter Berücksichtigung der dokumentierten Primärenergiefaktoren für Wärme und Strom sind spezifische Primärenergiebedarfe von 240,7 kWh/m² a im unsanierten Ist-Zustand und 231,1 kWh/m² a im Falle der unsanierten Gebäudehülle in Verbindung mit Wohnraumlüftungsanlagen zu erwarten.

Die Varianten mit sanierter Gebäudehülle führen zu 66,1 kWh/m² a bei Fensterlüftung und 51,7 kWh/m² a unter Berücksichtigung von Wohnraumlüftungsanlagen.

Die spezifischen Energiekosten für Heizung betragen im unsanierten Zustand 17,50 EUR/m². Unter Berücksichtigung einer Lüftungsanlage reduzieren sich die spezifischen Energiekosten lediglich auf 17,46 EUR/m².

Für das sanierte Gebäude ohne Berücksichtigung einer Lüftungsanlage werden 4,81 EUR/m² erforderlich; mit einer zusätzlichen Lüftungsanlage betragen die Energiekosten 4,41 EUR/m².

Die Berücksichtigung von Wohnraumlüftungsanlagen führen demnach bei unsanierter Gebäudehülle zu einer Heizenergieeinsparung von 16,4 kWh/m² a und im Falle einer sanierten Gebäudehülle zu einer Einsparung von 20,8 kWh/m² a. Die spezifische Primärenergieeinsparung beträgt bei unsanierter Gebäudehülle 9,6 kWh/m² a und bei sanierter Gebäudehülle 14,5 kWh/m² a.

Eine Energiekosteneinsparung bei Berücksichtigung einer Lüftungsanlage im unsanierten Zustand wird nicht erzielt.

Die Sanierung des Gebäudes ergibt eine Energiekosteneinsparung von ca. 12,70 EUR/m². Eine zusätzliche Lüftungsanlage reduziert die Energiekosten um zusätzlich ca. 0,40 EUR/m².

Ausschlaggebend für die geringer ausfallende Verbesserung bei unsanierter Gebäudehülle ist die verbleibende Undichtigkeit des Gebäudes, welche zu einem zusätzlichen Infiltrationsluftwechsel führt.

Zusätzlich müssen Energiekosten für Luftförderung aufgebracht werden.

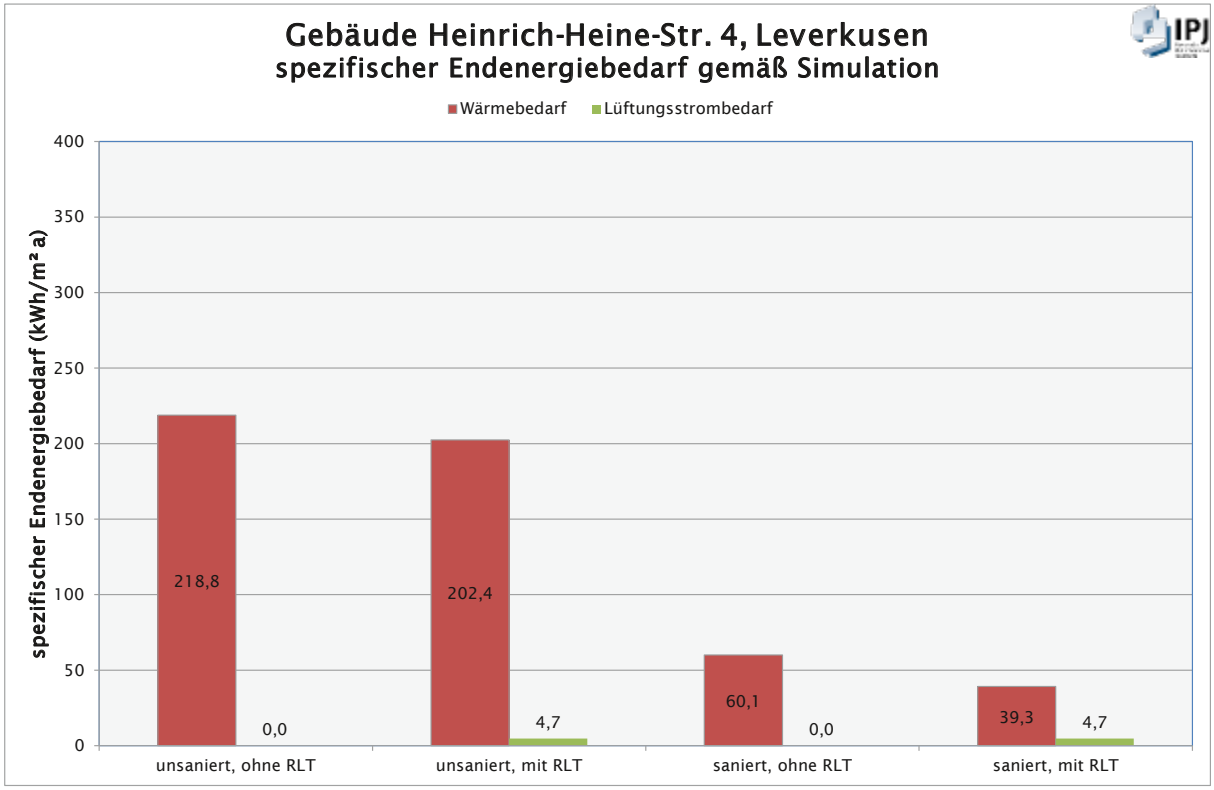


Abbildung 4-1 **Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifischer Endenergiebedarf gemäß Simulation**

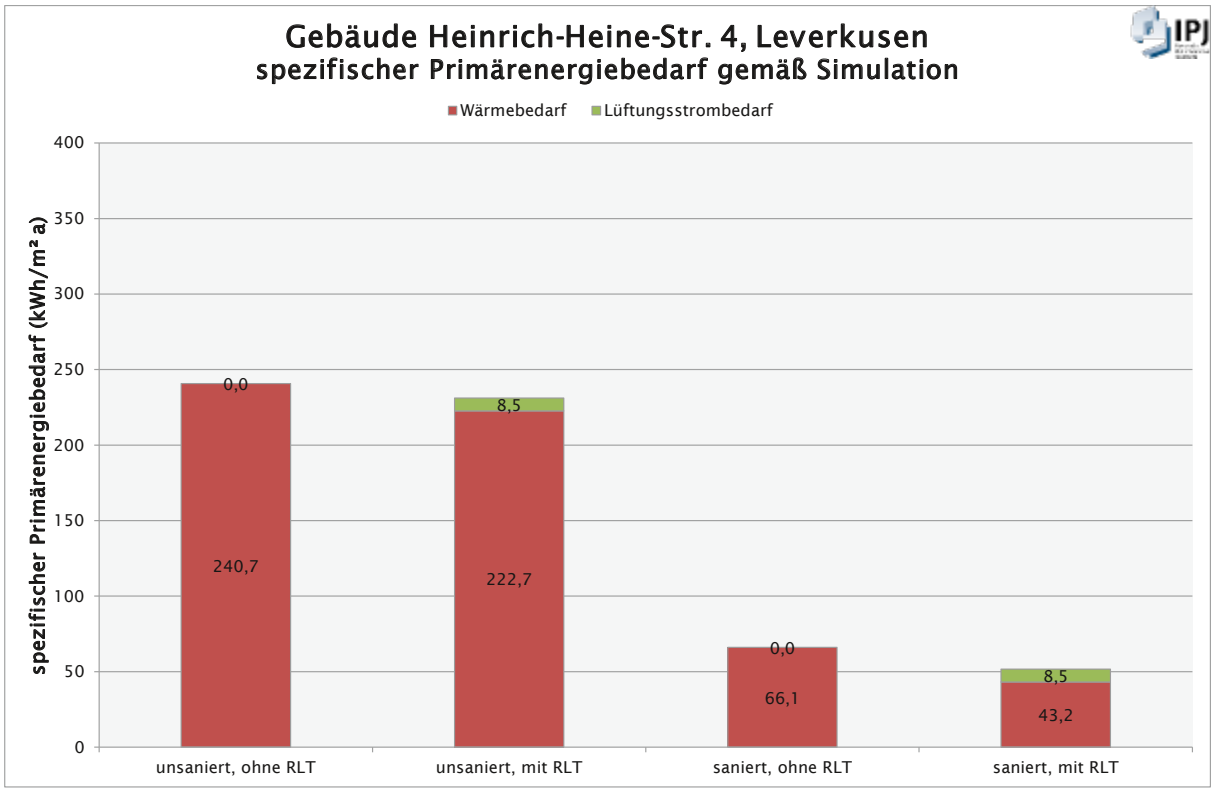


Abbildung 4-2 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifischer Primärenergiebedarf gemäß Simulation

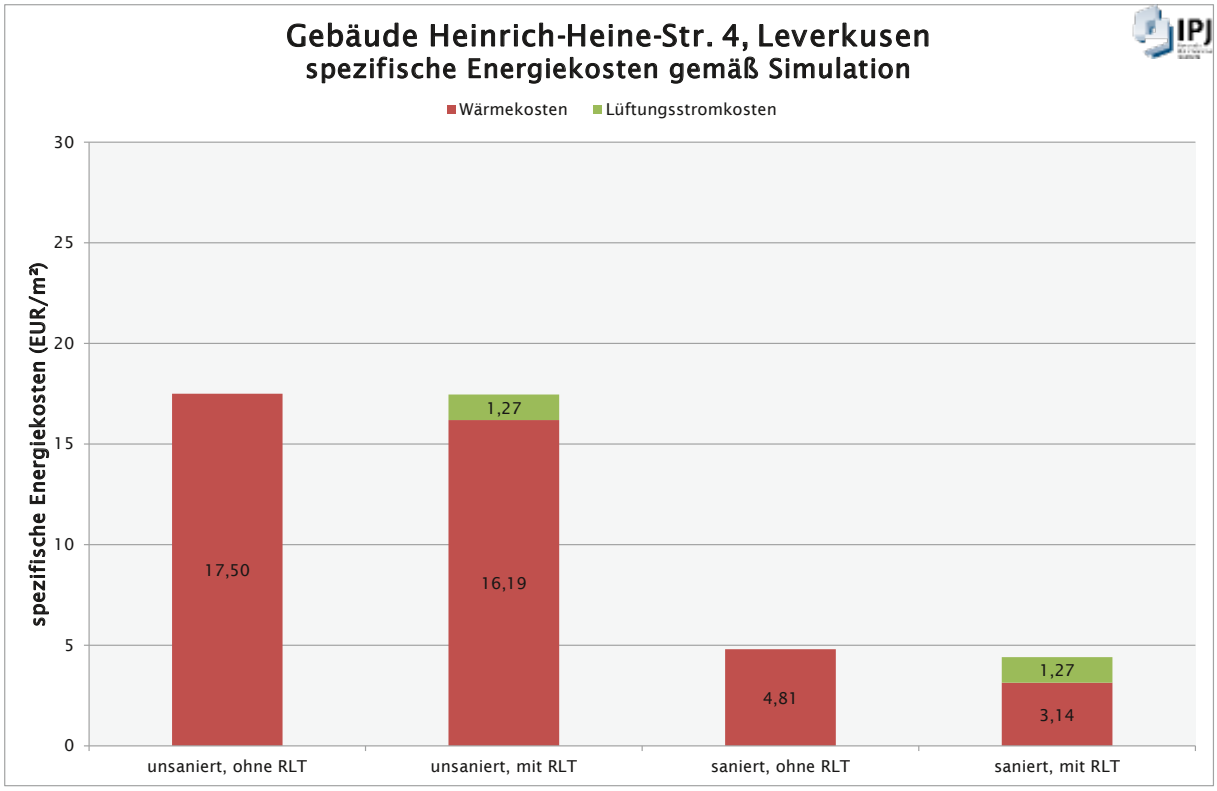


Abbildung 4-3 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifische Energiekosten gemäß Simulation

4.1.2 Gebäude Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid

Für das Gebäude Emil-Nohl-Straße 13 in Remscheid sind unter Berücksichtigung der dokumentierten Randbedingungen spezifische Heizenergiekennwerte von 170,9 kWh/m² a im unsanierten Ist-Zustand und 156,7 kWh/m² a für die Variante unsanierte Gebäudehülle mit Wohnraumlüftungsanlagen zu erwarten.

Bei sanierter Gebäudehülle beträgt der spezifische Heizenergiebedarf 70,2 kWh/m² a bei Fensterlüftung und mit Wohnraumlüftungsanlagen 44,3 kWh/m² a.

Der spezifische Strombedarf für die Wohnraumlüftungsanlagen beträgt 4,6 kWh/m² a.

Es resultieren unter Berücksichtigung der dokumentierten Primärenergiefaktoren für Wärme und Strom spezifische Primärenergiebedarfe von 187,9 kWh/m² a im unsanierten Ist-Zustand und 180,5 kWh/m² a im Falle der unsanierten Gebäudehülle mit Wohnraumlüftungsanlagen.

Bei sanierter Gebäudehülle berechnet sich der spezifische Primärenergiebedarf zu 77,2 kWh/m² a bei Fensterlüftung und beträgt 57,0 kWh/m² a unter Berücksichtigung von Wohnraumlüftungsanlagen.

Die spezifischen Energiekosten für Heizung und Lüftungsstrom liegen im unsanierten Zustand bei 13,67 EUR/m². Unter Berücksichtigung einer Lüftungsanlage erhöhen sich die spezifischen Energiekosten auf 13,78 EUR/m².

Für das sanierte Gebäude ohne Berücksichtigung einer Lüftungsanlage betragen die spezifischen Energiekosten 5,62 EUR/m². Die Berücksichtigung einer zusätzlichen Lüftungsanlage führt zu spezifischen Energiekosten von 4,79 EUR/m².

Die berücksichtigten Wohnraumlüftungsanlagen führen demnach bei unsanierter Gebäudehülle zu einer Heizenergieeinsparung von 14,2 kWh/m² a und im Falle einer sanierten Gebäudehülle zu einer Einsparung von 25,9 kWh/m² a. Die spezifische Primärenergieeinsparung beträgt bei unsanierter Gebäudehülle 7,4 kWh/m² a und bei sanierter Gebäudehülle 20,2 kWh/m² a.

Eine Energiekosteneinsparung bei Berücksichtigung einer Lüftungsanlage im unsanierten Zustand wird nicht erzielt.

Die Sanierung des Gebäudes ergibt eine Energiekosteneinsparung von ca. 8 EUR/m². Eine zusätzliche Lüftungsanlage reduziert die Energiekosten um zusätzlich ca. 0,80 EUR/m².

Ausschlaggebend für die geringer ausfallende Verbesserung bei unsanierter Gebäudehülle ist die verbleibende Undichtigkeit des Gebäudes, welche zu einem zusätzlichen Infiltrationsluftwechsel führt.

Gegenüber den Ergebnissen für das Gebäude Heinrich-Heine-Straße 4 in Leverkusen werden im Falle einer sanierten Gebäudehülle höhere Einsparpotentiale für die Wohnraumlüftungsanlagen bestimmt. Hier ist der Standort Remscheid bestimmend, welcher gegenüber dem Standort Leverkusen durchschnittlich kältere Außenbedingungen aufweist.

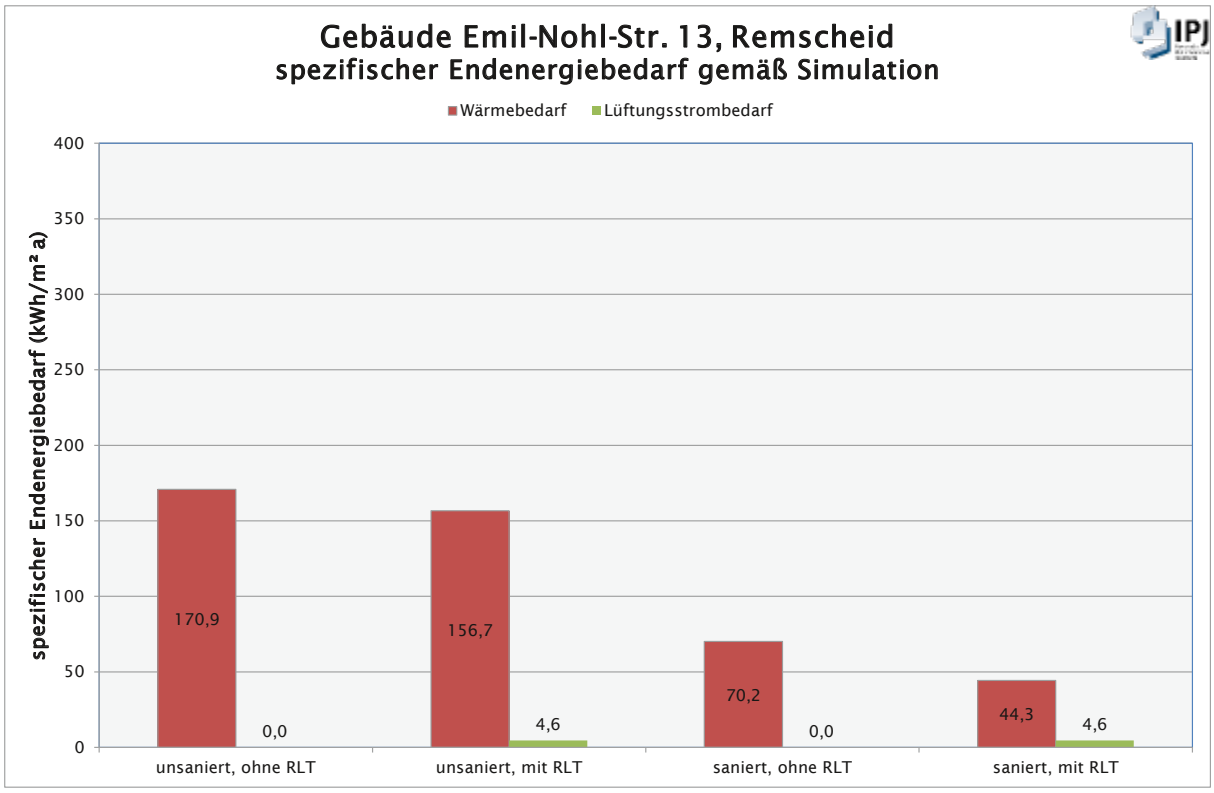


Abbildung 4-4 **Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifischer Endenergiebedarf gemäß Simulation**

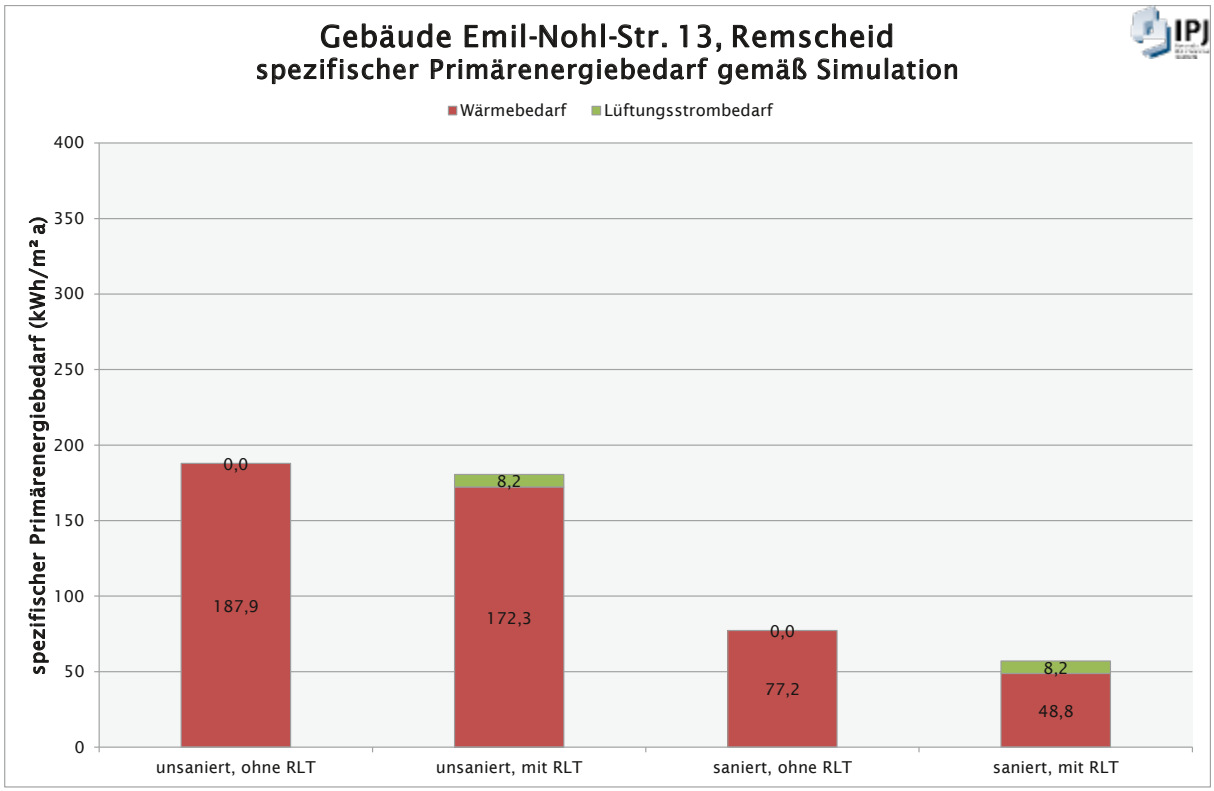


Abbildung 4-5 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifischer Primärenergiebedarf gemäß Simulation

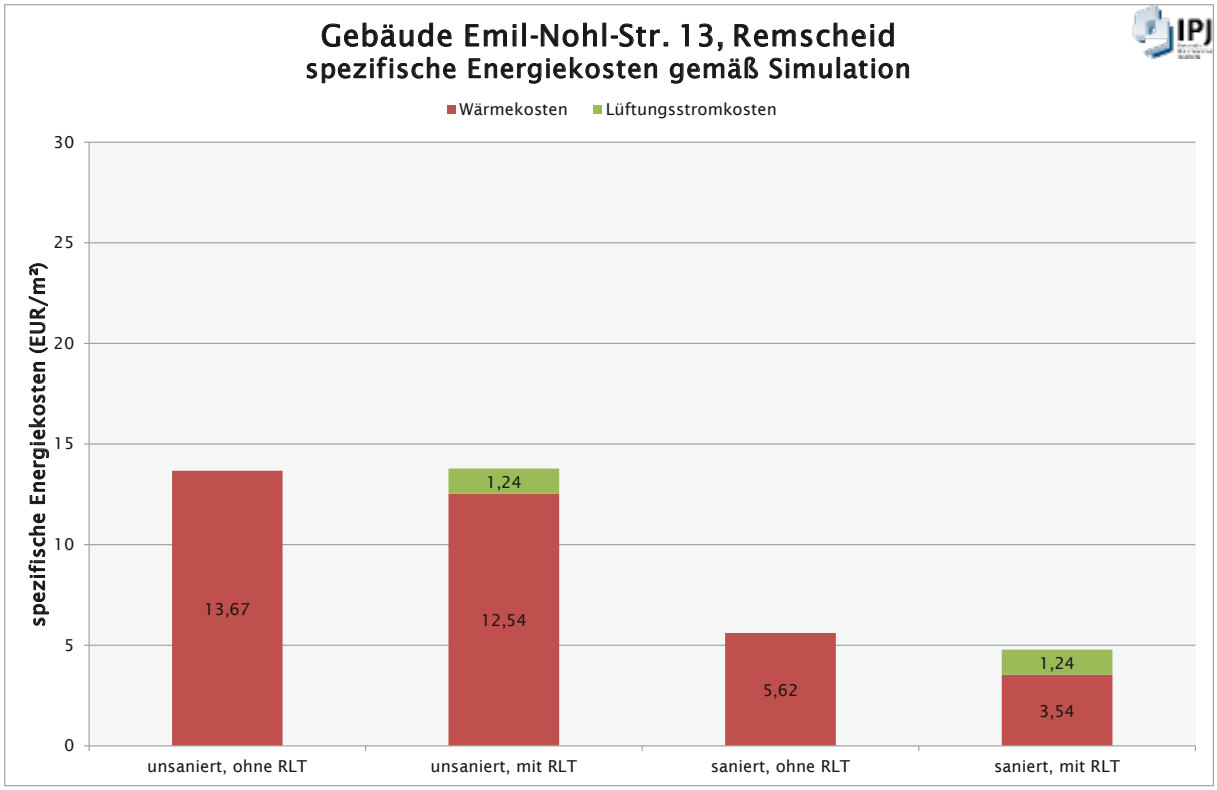


Abbildung 4-6 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifische Energiekosten gemäß Simulation

4.2 DIN V 18599

4.2.1 Gebäude Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen

Für das Gebäude Heinrich-Heine-Straße 4 in Leverkusen werden unter Berücksichtigung der dokumentierten Randbedingungen spezifische Heizenergiekennwerte von 320,5 kWh/m² a im unsanierten Ist-Zustand und 296,4 kWh/m² a für die Variante unsanierte Gebäudehülle mit Wohnraumlüftungsanlagen berechnet.

Die Sanierung der Gebäudehülle führt zu einem spezifischen Heizenergiebedarf von 81,6 kWh/m² a bei Fensterlüftung und im Falle einer Wohnraumlüftungsanlage von 53,0 kWh/m² a.

Der spezifische Strombedarf für die Wohnraumlüftungsanlagen beträgt 4,7 kWh/m² a.

Die dokumentierten Primärenergiefaktoren für Wärme und Strom führen zu spezifischen Primärenergiebedarfen von 352,6 kWh/m² a im unsanierten Ist-Zustand und 334,5 kWh/m² a im Falle der unsanierten Gebäudehülle mit Wohnraumlüftungsanlagen.

Bei sanierter Gebäudehülle sind spezifische Primärenergiebedarfe von 89,8 kWh/m² a bei Fensterlüftung und beträgt 66,8 kWh/m² a unter Berücksichtigung von Wohnraumlüftungsanlagen zu erwarten.

Die spezifischen Energiekosten für Heizung und Lüftungsstrom betragen im unsanierten Zustand 25,64 EUR/m². Unter Berücksichtigung einer Lüftungsanlage reduzieren sich die spezifischen Energiekosten auf 24,98 EUR/m².

Für das sanierte Gebäude ohne Berücksichtigung einer Lüftungsanlage werden 6,53 EUR/m² erforderlich; mit einer zusätzlichen Lüftungsanlage betragen die Energiekosten 5,51 EUR/m².

Die berücksichtigten Wohnraumlüftungsanlagen führen demnach bei unsanierter Gebäudehülle zu einer Heizenergieeinsparung von 24,1 kWh/m² a und im Falle einer sanierten Gebäudehülle zu einer Einsparung von 28,6 kWh/m² a.

Die spezifische Primärenergieeinsparung beträgt bei unsanierter Gebäudehülle 24,1 kWh/m² a und bei sanierter Gebäudehülle 28,6 kWh/m² a.

Die Energiekosteneinsparung bei Berücksichtigung einer Lüftungsanlage im unsanierten Zustand beträgt somit ca. 0,70 EUR/m².

Die Sanierung des Gebäudes ergibt eine Energiekosteneinsparung von ca. 19 EUR/m². Eine zusätzliche Lüftungsanlage reduziert die Energiekosten um zusätzlich ca. 1 EUR/m².

Ausschlaggebend für die geringer ausfallende Verbesserung bei unsanierter Gebäudehülle ist die verbleibende Undichtigkeit des Gebäudes, welche zu einem zusätzlichen Infiltrationsluftwechsel führt.

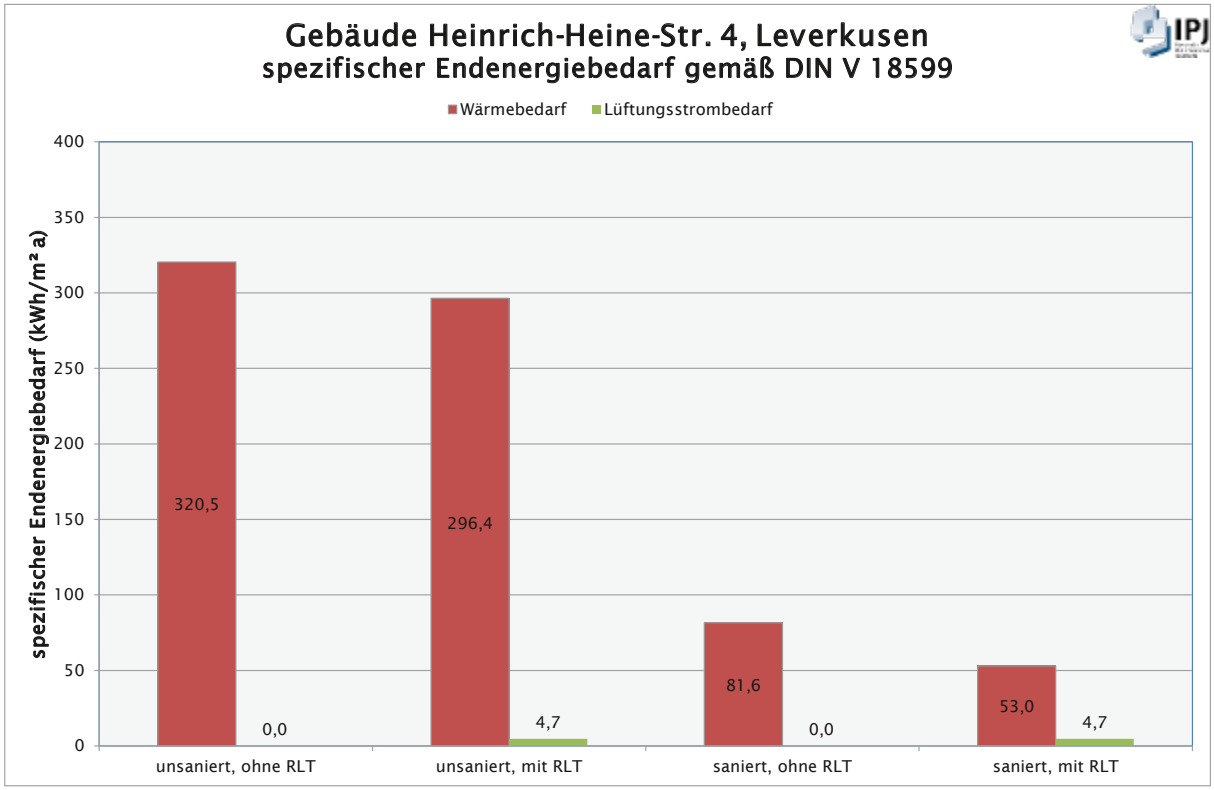


Abbildung 4-7 **Heinrich-Heine-Str. 4, - Leverkusen spezifischer Endenergiebedarf gemäß DIN V 18599**

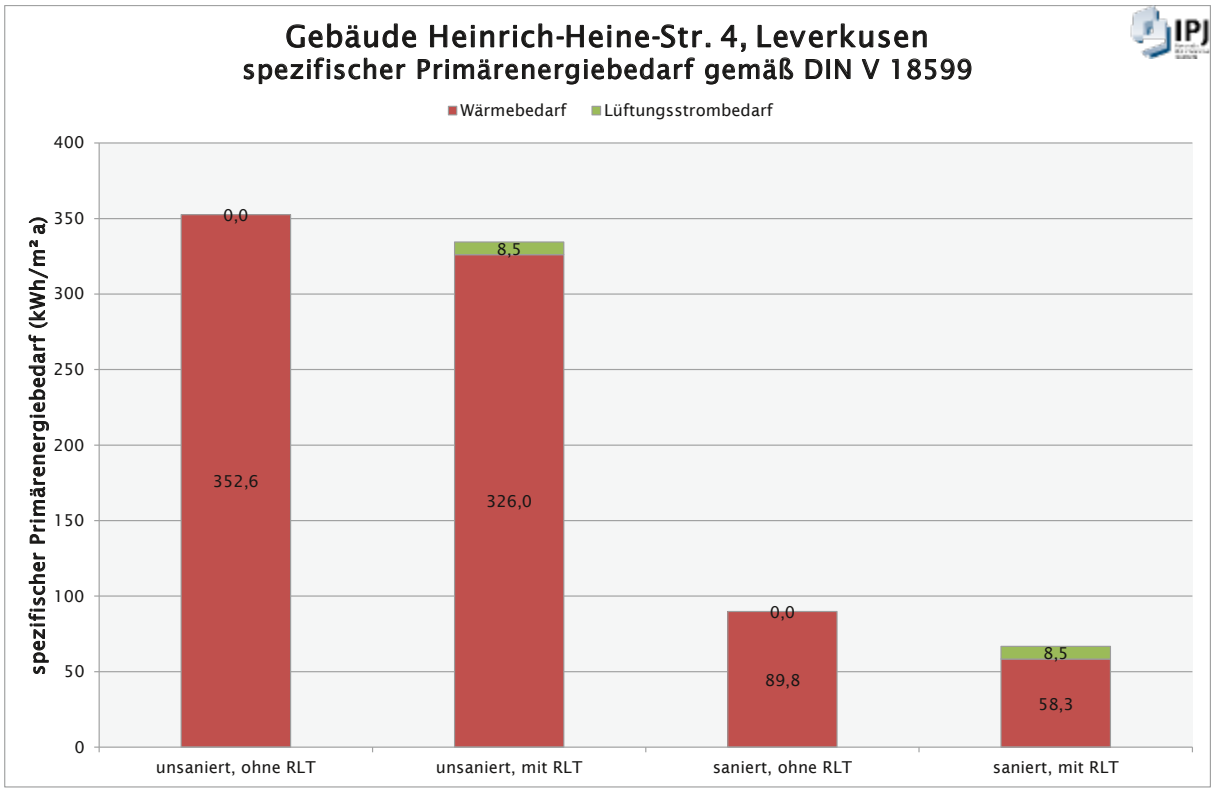


Abbildung 4-8 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifischer Primärenergiebedarf gemäß DIN V 18599

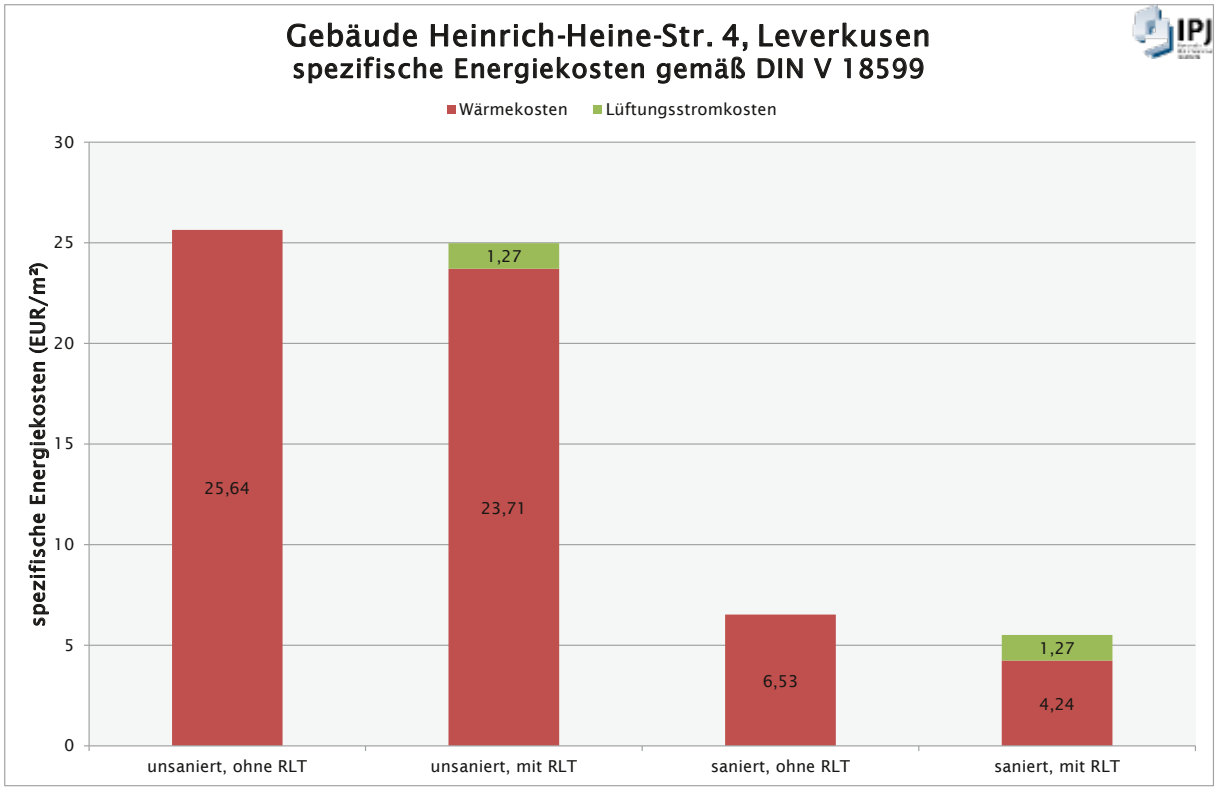


Abbildung 4-9 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifische Energiekosten gemäß DIN V 18599

4.2.2 Gebäude Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid

Für das Gebäude Emil-Nohl-Straße 13 in Remscheid resultieren unter Berücksichtigung der dokumentierten Randbedingungen spezifische Heizenergiekennwerte von 231,7 kWh/m² a im unsanierten Ist-Zustand (ohne Lüftungsanlage) und 202,7 kWh/m² a für die Variante unsanierte Gebäudehülle mit Wohnraumlüftungsanlagen.

Bei sanierter Gebäudehülle beträgt der spezifische Heizenergiebedarf 95,2 kWh/m² a bei Fensterlüftung und mit Wohnraumlüftungsanlagen 57,2 kWh/m² a.

Der spezifische Strombedarf für die Wohnraumlüftungsanlagen beträgt 4,6 kWh/m² a.

Die dokumentierten Primärenergiefaktoren für Wärme und Strom führen zu spezifischen Primärenergiebedarfen von 229,6 kWh/m² a im unsanierten Ist-Zustand und 209,2 kWh/m² a im Falle der unsanierten Gebäudehülle mit Wohnraumlüftungsanlagen.

Bei sanierter Gebäudehülle ergeben sich spezifische Primärenergiebedarfe von 94,3 kWh/m² a bei Fensterlüftung und beträgt 64,9 kWh/m² a unter Berücksichtigung von Wohnraumlüftungsanlagen.

Die spezifischen Energiekosten für Heizung und Lüftungsstrom betragen im unsanierten Zustand 18,54 EUR/m². Unter Berücksichtigung einer Lüftungsanlage reduzieren sich die spezifischen Energiekosten auf 17,49 EUR/m².

Für das sanierte Gebäude ohne Berücksichtigung einer Lüftungsanlage werden 7,62 EUR/m² erforderlich; mit einer zusätzlichen Lüftungsanlage betragen die Energiekosten 5,85 EUR/m².

Die berücksichtigten Wohnraumlüftungsanlagen führen demnach bei unsanierter Gebäudehülle zu einer Heizenergieeinsparung von 29,0 kWh/m² a und im Falle einer sanierten Gebäudehülle zu einer Einsparung von 38,0 kWh/m² a.

Die spezifische Primärenergieeinsparung beträgt bei unsanierter Gebäudehülle 20,5 kWh/m² a und bei sanierter Gebäudehülle 29,4 kWh/m² a.

Die Energiekosteneinsparung bei Berücksichtigung einer Lüftungsanlage im unsanierten Zustand beträgt somit ca. 1 EUR/m².

Die Sanierung des Gebäudes ergibt eine Energiekosteneinsparung von ca. 11 EUR/m². Eine zusätzliche Lüftungsanlage reduziert die Energiekosten um zusätzlich ca. 1,80 EUR/m².

Ausschlaggebend für die geringer ausfallende Verbesserung durch eine Lüftungsanlage bei unsanierter Gebäudehülle ist die verbleibende Undichtigkeit des Gebäudes, welche zu einem zusätzlichen Infiltrationsluftwechsel führt.

Die Energiekosteneinsparung wird zudem durch den zusätzlichen Strombedarf für Luftförderung geschmälert.

Gegenüber den Ergebnissen für das Gebäude Heinrich-Heine-Straße 4 in Leverkusen werden im Falle einer sanierten Gebäudehülle höhere Einsparpotentiale für die Wohnraumlüftungsanlagen bestimmt. Hier ist der Standort Remscheid bestimmend, welcher gegenüber dem Standort Leverkusen durchschnittlich kältere Außenbedingungen aufweist.

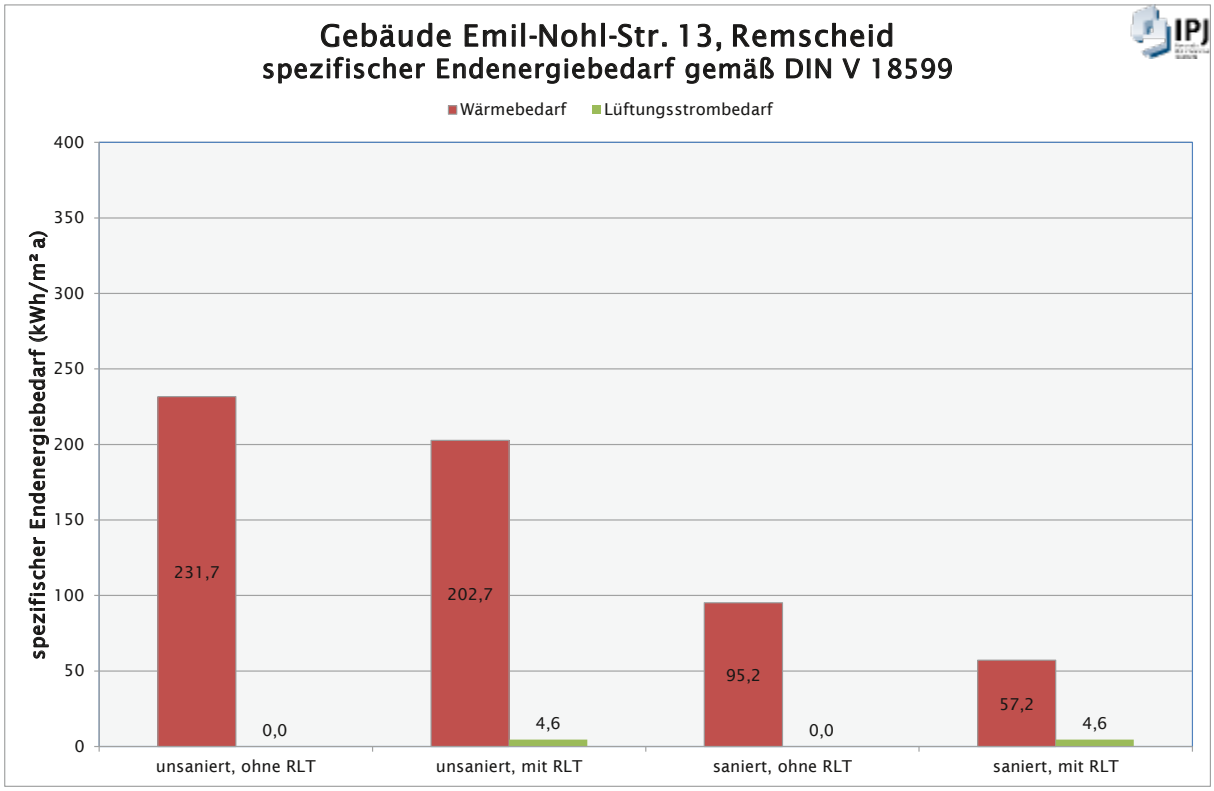


Abbildung 4-10 **Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifischer Endenergiebedarf gemäß DIN V 18599**

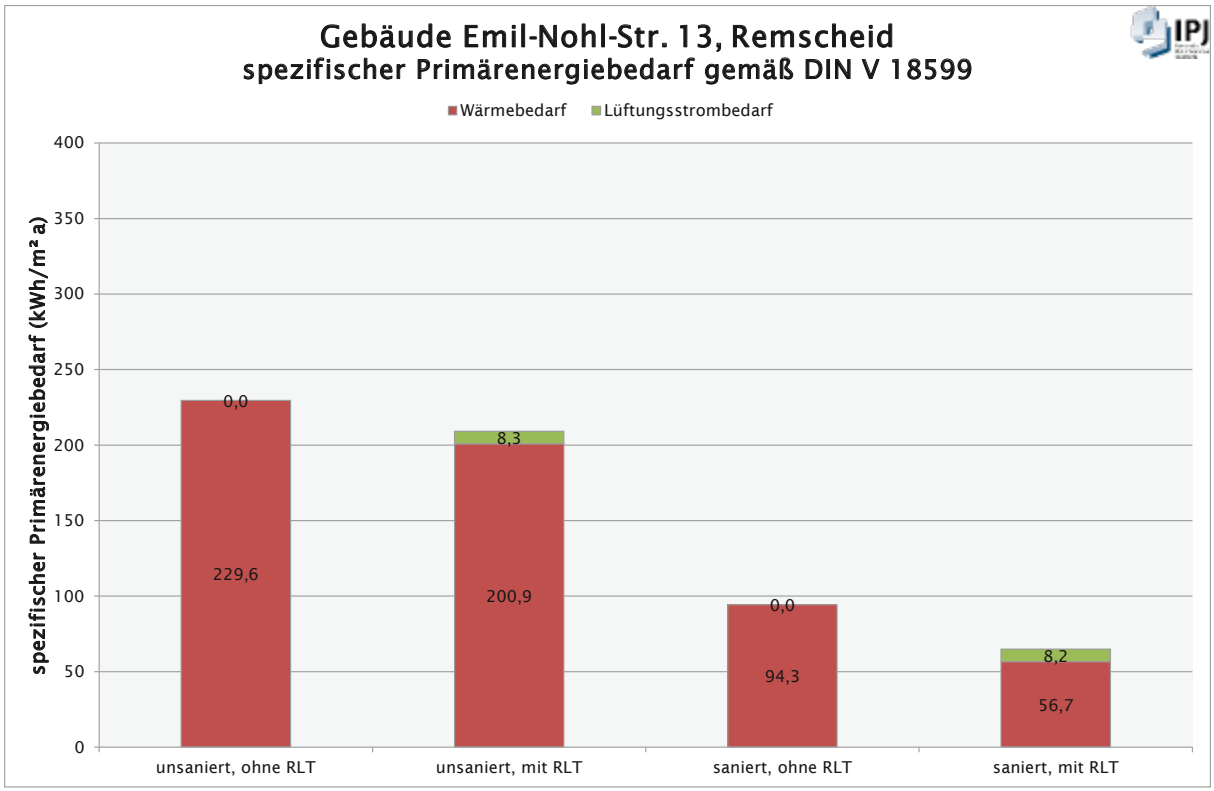


Abbildung 4-11 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifischer Primärenergiebedarf gemäß DIN V 18599

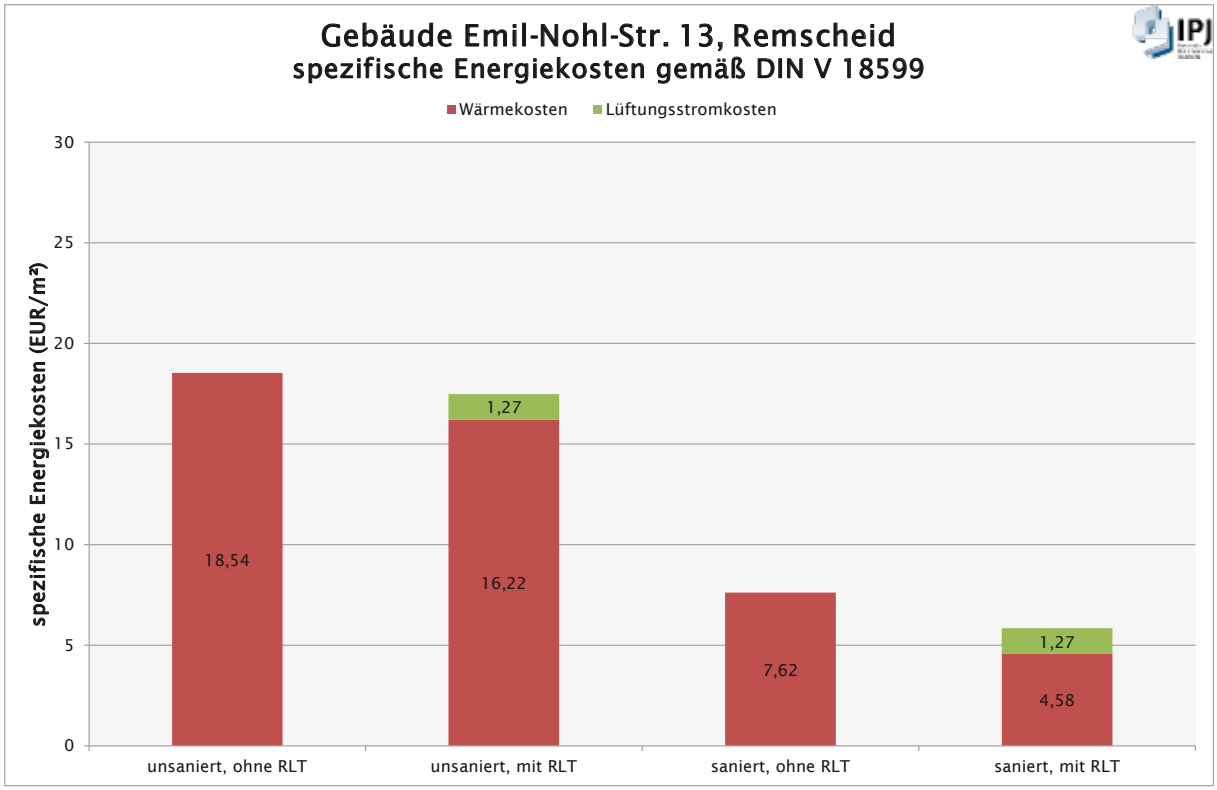


Abbildung 4-12 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifische Energiekosten gemäß DIN V 18599

5 Zusammenfassung

Diese Studie bewertet die Gebäude-Energieeffizienz für zwei Wohngebäude unter Berücksichtigung diverser Sanierungsvarianten.

Untersucht wurden die Gebäude

- Heinrich-Heine-Str. 4 in Leverkusen
- Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid

Das Gebäude Heinrich-Heine-Str. 4 in Leverkusen ist 1959 errichtet worden und umfasst eine Bruttogeschossfläche von 357 m² mit 4 Wohneinheiten.

Das Gebäude Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid ist 1965 errichtet worden und umfasst 6 Wohneinheiten. Die Bruttogeschossfläche beträgt 408 m².

Beide Gebäude weisen im derzeitigen Zustand einen geringen Dämmstandard auf.

Untersucht wurden die Sanierungsvarianten

- Unsanierte Gebäudehülle, Fensterlüftung
- Unsanierte Gebäudehülle, Wohnraumlüftungsanlage
- Sanierte Gebäudehülle, Fensterlüftung
- Sanierte Gebäudehülle, Wohnraumlüftungsanlage

Im Falle der Varianten mit Wohnraumlüftungsanlage wurden unterschiedliche Lüftungsanlagen (gemäß IBWL- Nomenklatur von Lüftungsanlagen und Lüftungskonzepten) berücksichtigt:

Gebäude Heinrich-Heine-Str. 4 in Leverkusen

- Wohnung EG: Lüftungsanlage LA-W 2
- Wohnung OG: Lüftungsanlage LA-W 3

Gebäude Emil-Nohl-Str. 13 in Remscheid

- Wohnung EG/OG links: Lüftungsanlage LA-W 2
- Wohnung EG/OG rechts: Lüftungsanlage LA-W 8

Die Untersuchung wurde anhand der folgenden Berechnungsverfahren durchgeführt:

- Thermische Gebäude-/Anlagensimulation
- DIN V 18599

Die Zusammenfassung der Ergebnisse zeigen Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2.

Folgende Feststellungen können anhand der Ergebnisse abgeleitet werden:

- Im unsanierten Zustand führt der Einsatz einer Wohnraumlüftungsanlage zu geringeren Heiz- und Primärenergieeinsparungen als bei sanierter Gebäudehülle. Ausschlaggebend ist dabei die verbleibende Gebäudeundichtigkeit, welche neben der mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung zu zusätzlichen Infiltrationsluftwechseln führt.
- Eine Energiekosteneinsparung ist bei Berücksichtigung einer Wohnraumlüftungsanlage im unsanierten Gebäudezustand nicht oder nur im geringen Maße erzielbar.
- Für den sanierten Gebäudezustand werden mit einer Wohnraumlüftungsanlage spezifische Energiekosteneinsparungen von ca. 0,40 bis 0,80 EUR/m² auf Basis der Simulationsberechnungen und 1 bis 1,80 EUR/m² auf Basis der Berechnungen nach DIB V 18599 erzielt.
- Die Einsparungen hängen stark vom Gebäudestandort ab. Eine höhere Einsparung ist bei kälterem Außentemperaturverlauf zu erwarten.
- Beide angewandten Berechnungsverfahren führen im Variantenvergleich zu vergleichbaren prozentualen Verbesserungen, unterscheiden sich aber hinsichtlich der absoluten Werte. Dabei werden mittels der DIN V 18599 deutlich höhere Werte im Ist-Zustand sowie deutlich höhere Einsparpotentiale berechnet.
- Der Abgleich der berechneten Werte für den Ist-Zustand konnte zumindest für das Gebäude Heinrich-Heine-Straße in Leverkusen mit realen Verbrauchswerten abgeglichen werden. Der Vergleich der abgeschätzten witterungsbereinigten Werte zeigt eine bessere Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Thermischen Gebäudesimulation.

Tabelle 5-1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Energiekennzahlen

	Simulation			DIN V 18599		
	End-energie kWh/m² a	Primär-energie kWh/m² a	Energie-kosten EUR/m²	End-energie kWh/m² a	Primär-energie kWh/m² a	Energie-kosten EUR/m²
unsaniert, ohne Lüftung	Wärme: 218,8 Strom: 0,0	240,7	17,50	Wärme: 320,5 Strom: 0,0	352,6	25,64
unsaniert, mit Lüftung	Wärme: 202,4 Strom: 4,7	231,2	17,46	Wärme: 296,4 Strom: 4,7	334,5	24,98
saniert, ohne Lüftung	Wärme: 60,1 Strom: 0,0	66,1	4,81	Wärme: 81,6 Strom: 0,0	89,8	6,53
saniert mit Lüftung	Wärme: 39,3 Strom: 4,7	51,7	4,41	Wärme: 53,0 Strom: 4,7	66,8	5,51

Tabelle 5-2 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid – Energiekennzahlen

	Simulation			DIN V 18599		
	End-energie kWh/m² a	Primär-energie kWh/m² a	Energie-kosten EUR/m²	End-energie kWh/m² a	Primär-energie kWh/m² a	Energie-kosten EUR/m²
unsaniert, ohne Lüftung	Wärme: 170,9 Strom: 0,0	187,9	13,67	Wärme: 231,7 Strom: 0,0	229,6	18,54
unsaniert, mit Lüftung	Wärme: 156,7 Strom: 4,6	180,5	13,78	Wärme: 202,7 Strom: 4,7	209,1	17,49
saniert, ohne Lüftung	Wärme: 70,2 Strom: 0,0	77,2	5,62	Wärme: 95,2 Strom: 0,0	94,3	7,62
saniert mit Lüftung	Wärme: 44,3 Strom: 4,6	57,0	4,79	Wärme: 57,2 Strom: 4,7	64,9	5,85

Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Ansicht des Simulationsmodells aus Südwest ... 16
Abbildung 2-2 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Ansicht des Simulationsmodells aus Nordost ... 16
Abbildung 2-3 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Ansicht des Simulationsmodells aus Süd ... 17
Abbildung 2-4 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Ansicht des Simulationsmodells aus Nord ... 17
Abbildung 2-5 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Zonierung Erdgeschoss ... 18
Abbildung 2-6 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Zonierung Obergeschoss ... 19
Abbildung 2-7 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Zonierung Erdgeschoss ... 19
Abbildung 2-8 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Zonierung 1. Obergeschoss ... 20
Abbildung 2-9 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Zonierung 2. Obergeschoss ... 20
Abbildung 2-10 Anlagenmodell ... 21
Abbildung 3-1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - 3D-Modell der Zonierung ... 23
Abbildung 3-2 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - 3D-Modell der Zonierung ... 23
Abbildung 4-1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifischer Endenergiebedarf gemäß Simulation ... 25
Abbildung 4-2 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifischer Primärenergiebedarf gemäß Simulation ... 26
Abbildung 4-3 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifische Energiekosten gemäß Simulation ... 26
Abbildung 4-4 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifischer Endergiebedarf gemäß Simulation ... 28
Abbildung 4-5 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifischer Primärergiebedarf gemäß Simulation ... 29
Abbildung 4-6 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifische Energiekosten gemäß Simulation ... 29
Abbildung 4-7 Heinrich-Heine-Str. 4, - Leverkusen spezifischer Endenergiebedarf gemäß DIN V 18599 ... 31
Abbildung 4-8 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifischer Primärenergiebedarf gemäß DIN V 18599 ... 32
Abbildung 4-9 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - spezifische Energiekosten gemäß DIN V 18599 ... 32
Abbildung 4-10 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifischer Endergiebedarf gemäß DIN V 18599 ... 34
Abbildung 4-11 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifischer Primärergiebedarf gemäß DIN V 18599 ... 35
Abbildung 4-12 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - spezifische Energiekosten gemäß DIN V 18599 ... 35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Grundflächen und Volumen ... 4
Tabelle 1-2 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Grundflächen und Volumen ... 4
Tabelle 1-3 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Außenwandaufbau ... 5
Tabelle 1-4 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen – Aufbau oberste Geschossdecke ... 6
Tabelle 1-5 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen – Aufbau Kellerdecke ... 6
Tabelle 1-6 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid - Außenwandaufbau ... 7
Tabelle 1-7 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid – Dachaufbau ... 7
Tabelle 1-8 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid – Aufbau Kellerdecke ... 8
Tabelle 1-9 n_{50}-Bemessungswerte gemäß DIN V 18599-2 ... 9
Tabelle 5-1 Heinrich-Heine-Str. 4, Leverkusen - Energiekennzahlen ... 38
Tabelle 5-2 Emil-Nohl-Str. 13, Remscheid – Energiekennzahlen ... 39

14. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP14 – ENERGIEEFFIZIENZ

IBWL Fachexpertise Energie
Arbeitspaket 14
Ergieeffizienz Lüftungsanlagen

Auftraggeber:
Viessmann Wärmepumpen GmbH
Viessmannstraße 1
35108 Allendorf (Eder)

Datum: 23.05.2017

Verfasser: IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH
Lüderichstr. 2/4 51105 Köln +49 221 989493 0 www.jung-ingenieure.de
© by IPJ Ingenieurbüro P. Jung GmbH, eine Weitergabe ohne schriftliche Zustimmung ist nicht erlaubt.

Inhalt

1 GEGENSTAND DER UNTERSUCHUNG 4

1.1 Beschreibung der Lüftungsanlagen 4

1.1.1 Raumweise Lüftungsanlagen 4

1.1.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen 6

1.1.3 Gebäudeweise Abluftanlagen 7

1.2 Beschreibung der Referenzberechnung 8

2 THERMISCHE ANLAGENSIMULATION 10

2.1 Grundlagen 10

2.2 Anlagenmodell 11

3 DIN V 18599 13

3.1 Grundlagen 13

3.1.1 Bewertung der Lüftungswärmeverluste 13

3.1.2 Bewertung der Anlagentechnik 17

4 DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10 25

4.1 Grundlagen 25

4.1.1 Bewertung der Lüftungswärmeverluste 25

4.1.2 Bewertung der Anlagentechnik 28

5 ÖKODESIGNRICHTLINIE 31

5.1 Grundlagen 31

6 ERGEBNISSE 34

6.1 Thermische Anlagensimulation 34

6.1.1 Raumweise Lüftungsanlagen 34

6.1.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen 38

6.2 DIN V 18599 44

6.2.1 Raumweise Lüftungsanlagen 44

6.2.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen 48

6.3 DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10 52

6.3.1 Raumweise Lüftungsanlagen 52

6.3.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen 55

6.4 Ökodesign-Richtlinie 59

6.4.1 Raumweise Lüftungsanlagen 59

6.4.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen 62

7 AUSBLICK – ÜBERTRAGUNG DER ERGEBNISSE AUF DEN GEBÄUDEBESTAND DER BRD 65

8 ZUSAMMENFASSUNG 66

ANHANG 70

1 Gegenstand der Untersuchung

Diese Studie bewertet im Rahmen der **Fachexpertise Energie / Arbeitspaket 14 Energieeffizienz Lüftungsanlagen** verschiedene Berechnungsmethoden zur Beurteilung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagensystemen.

Dazu werden die Einflüsse verschiedener Randbedingungen auf die betrachteten Berechnungsmethoden und auf die daraus resultierenden Ergebnisse dargestellt und bewertet.

Anhand der Untersuchung wird eine Empfehlung eines Rechenverfahrens zur energetischen Bewertung von Anlagensystemen abgeleitet.

Die berechneten Einsparpotenziale durch geeignete Lüftungsanlagen-Systeme (Endenergie, Primärenergie und CO_2-Emissionen) werden als Ausblick auf den Gebäudebestand der BRD übertragen.

1.1 Beschreibung der Lüftungsanlagen

Die Untersuchung erfolgt anhand ausgewählter Lüftungsanlagen, welche in die Kategorien raumweise Lüftungsanlage, wohnungsweise Lüftungsanlagen und gebäudeweise Abluftanlagen unterteilt werden können.

Berücksichtigt werden die folgenden Lüftungsanlagen:

1.1.1 Raumweise Lüftungsanlagen

Für die Gruppe raumweise Lüftungsanlagen wird lediglich ein Fabrikat betrachtet. Die grundlegenden Eigenschaften dieses Geräts sind in Tabelle 1-1 aufgeführt.

Tabelle 1-1 raumweise Lüftungsanlagen

	el. Leistungs-aufnahme	Wärmebereit-stellungsgrad	Temperaturän-derungsgrad	Feuchterückge-winnungsgrad
LA-R 1	7 W bei 42 m³/h	80%	83%	-

1.1.1.1 Push-Pull-Geräte

Eine Sonderform raumweiser Lüftungsanlagen bilden sog. Push-Pull-Geräte. Bei konstanten Außenbedingungen unterscheiden sich Push-Pull-Geräte von herkömmlichen Lüftungsgeräten hinsichtlich der veränderlichen Zu- und Ablufttemperaturen:

Zuluft: Zu Beginn eines Zyklus bei maximal geladenem Keramik-Wärmetauscher wird die Zuluft maximal vorgewärmt. Mit der Entladung des Wärmetauschers nimmt die übertragene Wärme und somit die Zulufttemperatur ab.

Abluft: Zu Beginn eines Zyklus ist der Wärmetauscher maximal entladen und der Abluft wird maximal Wärme entzogen. Mit der Beladung des Wärmetauschers nimmt die übertragene Wärme ab und somit die Ablufttemperatur zu.

Der Zyklus wird nach endlicher Zeit (ca. 70 s) abgebrochen und umgekehrt. Eine Beschreibung eines stationären Zustands ist somit nicht möglich.

Zur energetischen Beurteilung und der erreichbaren Jahresheizenergieeinsparung ist aber die Bildung von zeitlich gemittelten Werten ausreichend. Mit Push-Pull-Geräten werden Wärmebereitstellungsgrade größer 80 % erreicht.

Die zeitlichen gemittelten Werte können analog zu den stationär arbeitenden Lüftungsanlagen zur Bestimmung der Anlageneffizienz herangezogen werden.

1.1.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen

Die Gruppe wohnungsweise Lüftungsanlagen beinhaltet die Untersuchung von insgesamt 8 Fabrikaten.

Die grundlegenden Eigenschaften dieser Geräte sind in Tabelle 1-1 aufgeführt. Die Untersuchung dieser Geräte erfolgt anhand der mittleren, minimalen und maximalen elektrischen Leistungsaufnahmen, Wärmebereitstellungs- und Temperaturänderungsgrade.

Eine gesonderte Untersuchung betrachtet der Einfluss der Feuchterückgewinnung im Falle von Enthalpiewärmetauschern.

Tabelle 1-2 wohnungsweise Lüftungsanlagen

IBWL-Nomenklatur *)	el. Leistungsaufnahme **)	Wärmebereitstellungsgrad	Temperaturänderungsgrad	Feuchterückgewinnungsgrad
LA-W 1	42,0 W	81,7 %	81,7 %	69 %
LA-W 2	45,0 W	84 %	78 %	-
LA-W 3	33,0 W	82 %	85 %	58 %
LA-W 4	34,0 W	83 %	83 %	-
LA-W 5	44,4 W	85 %	85 %	78 %
LA-W 6	38,5 W	85 %	88,5 %	-
LA-W 7	48,0 W	82 %	85,5 %	-
LA-W 8	55,5 W	nicht bekannt	87 %	-
Minimal	**33,0 W**	**81,7 %**	**78,0 %**	**58,0 %**
Mittelwert	**42,6 W**	**83,2 %**	**84,2 %**	**68,3 %**
Maximal	**55,5 W**	**85,0 %**	**88,5 %**	**78,0 %**

*) IBWL- Nomenklatur von Lüftungsanlagen und Lüftungskonzepten

**) bei einer geförderten Luftmenge von 120 m³/h und einer Gesamtdruckdifferenz von 100 Pa

1.1.2.1 Lüftungsanlagen mit Enthalpie-Wärmetauscher

Spezielle Enhalpie-Wärmetauscher sorgen mittels einer Membran zwischen Fort- und Außenluftseite zusätzlich für einen Feuchteaustausch.

Dabei durchtritt Wasser in flüssiger Form die Membran entsprechend des Dampfdruckgefälles: An der kühleren Oberfläche der Membran kondensiert der Wasserdampf aus der Abluft bei Temperaturen oberhalb der Taupunkttemperatur. Die Membran weist einen hohen Salzgehalt auf und absorbiert den Wasserdampf. Auf der Zuluftseite verdampft das Wasser an der Membranoberfläche und wird dem trockeneren Luftstrom zugeführt.

Die über Enthalpie-Wärmetauscher zusätzlich erzielbare Energieeinsparung ist tendenziell gering und daher zu vernachlässigen.

Die Feuchterückgewinnung über Enthalpie-Wärmetauscher lässt sich nicht regulieren. Somit besteht die Gefahr, dass eine hohe Feuchteproduktion in den Nutzungsbereichen zu Kondensation an Wärmebrücken führt.

1.1.3 Gebäudeweise Abluftanlagen

Die dritte Gruppe der untersuchten Wohnraumlüftungsanlagen stellen Abluftanlagen dar. Diese Anlagen bieten keine Möglichkeit zur Wärmerückgewinnung und dienen der geregelten kontrollierten Feuchteabfuhr aus den Wohnbereichen.

Die energetische Betrachtung führt aufgrund des eingesetzten Ventilatorstrombedarfs bei nach EnEV angesetzten Mindestluftwechseln zu einer Erhöhung des Energiebedarfs:

- Endenergiebedarf: + 0,9 kWh/m² a
- Primärenergiebedarf: + 1,7 kWh/m² a
- CO_2-Emission: + 0,6 kg/m² a

Abluftanlagen stellen den hygienischen Mindestluftwechsel sicher, verursachen aber in den gewählten Berechnungsverfahren keine Reduktionen der Bedarfs- oder Emissionswerte.

Tabelle 1-3 gebäudeweise Abluftanlagen

IBWL-Nomenklatur *)	el. Leistungsaufnahme **)	Wärmebereitstellungsgrad	Temperaturänderungsgrad	Feuchterückgewinnungsgrad
LA-G1	13,0 W	-	-	-

*) IBWL- Nomenklatur von Lüftungsanlagen und Lüftungskonzepten

**) bei einer geförderten Luftmenge von 120 m³/h und einer Gesamtdruckdifferenz von 100 Pa

1.2 Beschreibung der Referenzberechnung

Die Berechnungen werden anhand einer Referenzwohnung mit einer Nutzfläche von 120 m² und einer lichten Raumhöhe von 2,50 m durchgeführt.

Folgende bauphysikalischen und nutzungsspezifischen Parameter werden zu Grunde gelegt:

Tabelle 1-4 Referenzwohnung – Beschreibung thermische Hülle

	Fläche m²	U-Wert W/m² K
Außenwand	80,8	0,21
Fenster	15,5	1,00
Dach	150	0,17

Es wird ein Nutzungsprofil gemäß DIN V 18599-10 für Mehrfamilienhäuser zugrunde gelegt. Die inneren Lasten in Höhe von 90 Wh/d werden im Rahmen der Thermischen Anlagensimulation über den Tag gleichmäßig verteilt angesetzt.

Darüber hinaus wird ein Feuchteprofil, ebenfalls gleichmäßig über den Tag verteilt, berücksichtigt. Als Grundlage werden Angaben gemäß DIN-Fachbericht 4108-8:2010-09 für einen 3-Personen-Haushalt (ohne Wäschetrocknung) herangezogen.

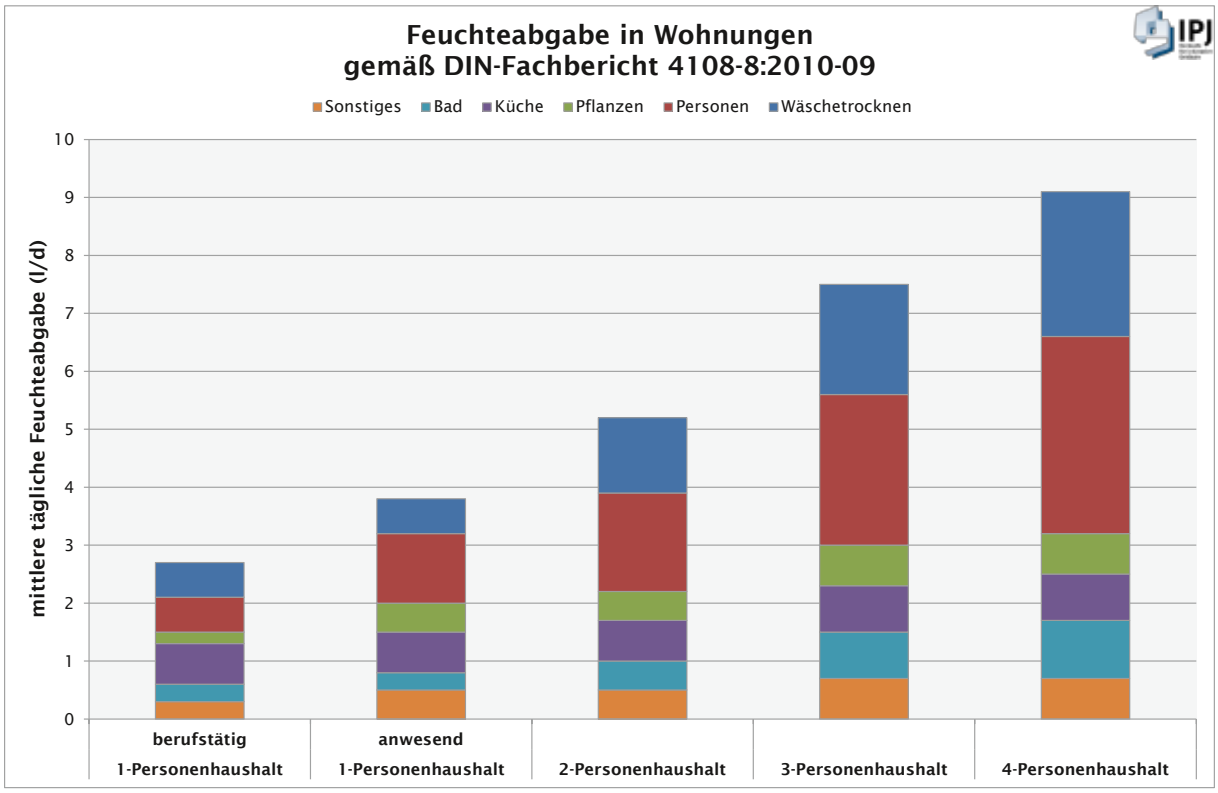


Abbildung 1-1 **Feuchteabgabe in Wohnungen gemäß DIN-Fachbericht 4108-8: 2010-09**

Zur Bestimmung des Endenergiebedarfs bleibt der Bedarf für Warmwasser unberücksichtigt. Die Wärmeerzeugung erfolgt mittels eines Gas-Brennwertkessels. Bezüglich der Wärmeverteilung werden nach heutigem Stand gedämmte Heizungsleistungen vorausgesetzt.

Zur Berechnung des Primärenergiebedarfs werden folgende Primärenergie-faktoren gemäß DIN V 18599-1 berücksichtigt:

- Wärme: $f_P = 1,1$
- Strom: $f_P = 1,8$ (gültig ab dem 01.01.2016)

Die CO_2-Emission wird anhand folgender Emissions-Faktoren bestimmt:

- Wärme: 0,250 kg CO_2/kWh Endenergie
- Strom: 0,606 kg CO_2/kWh Endenergie

2 Thermische Anlagensimulation

Die Durchführung der Thermischen Anlagensimulation erfolgt mit Hilfe der Simulationssoftware TAS 9.3.[1]

2.1 Grundlagen

Den Berechnungen dienen folgende Grundlagen:

- meteorologische Daten
- Bauzeichnungen
- Bauphysikalische Kenndaten
- Sonnenstandsberechnungen
- Algorithmen zum instationären Wärmefluss durch Bauteile
- Speicherfaktoren von Bauteilen
- Gesetze der solaren Strahlung und Wärmestrahlung

Folgende Punkte sind Leistungsmerkmale des verwendeten Simulationsprogramms Tas NG. Sie werden nur stichwortartig aufgelistet.[2]

- Sonnenstandsberechnungen
  basierend auf dem geographischen Standort[3]
- Algorithmen zum instationären Wärmefluss durch Bauteile
  nach Mitalas in Stundenschritten berechnet[4]
- Speicherfaktoren von Bauteilen
  nach der Response-Faktoren-Methode[5]

---

[1] TAS 9.3., edsl.ltd., Milton Keynes, GB - Verifizierung im Rahmen der VDI Richtlinie 6020 (Anforderungen an Rechenverfahren für die Gebäude- und Anlagensimulation).

[2] Building Analysis Theory Manual, edsl ltd., 2000

[3] Joseph J. Michalsky. The Astronomical Almanac's algorithm for approximate solar position (1950-2050). Solar Energy Vol. 40, No. 3. pp.227-235, 1988

[4] D.G. Stephenson, G.P. Mitalas. Calculation of heat conduction transfer functions for multi-layer slabs. ASHRAE Trans. 1971, Vol. 77, II, 117-126

[5] M.C.B. Gough. Modelling heat flow in buildings: an eigenfunction approach. PhD dissertation, University of Cambridge, 1982

- Berücksichtigung freier und erzwungener Konvektion an Oberflächen nach Alamdari-Hammond und Fujii-Imura[6]
- Gesetze der solaren Strahlung und Wärmestrahlung nach Liu-Jordan und MRT-Methode[7]
- Berechnung der freien äußeren und interzonalen Luftwechsel nach regelbarer effektiver Öffnung, Temperaturdifferenzen und Windlast[8]

2.2 Anlagenmodell

Die Thermische Anlagensimulation untersucht die folgenden Einflüsse:

- Ventilatorstrombedarf
- Wärmebereitstellungsgrad
- Geräte-Leckage
- Dysballance Zu-/Abluftvolumenstrom
- Luftvorwärmung (elektrisch)
- Abtaubetrieb (Abschaltung Zuluftventilator)
- Jährliche Betriebszeit

Das berücksichtigte Anlagenschema zeigt Abbildung 2-1.

---

[6] F. Alamdari & G. P. Hammond. Improved data correlations for buoyancy-driven convection in rooms. BSER&T. Vol. 4, No. 3 1983

7 J.A. Carroll. An MRT method of computing radiant energy exchange in rooms. Proceedings of the 2nd Systems Simulation & Economic Analysis Conference, San Diego, 1980, pp. 343-348.
A.K Oppenheim. Radiation analysis by the network method. ASME Trans. pp. 725-735. May 1956.

J.A. Carroll. A comparison of radiant interchange algorithms. Energy Centre, Univ. of California.

[8] Technical Note AIVC 44, An Analysis and Data Summary of the AIVC's Numerical Database, Air Infiltration and Ventilation Centre, 1994

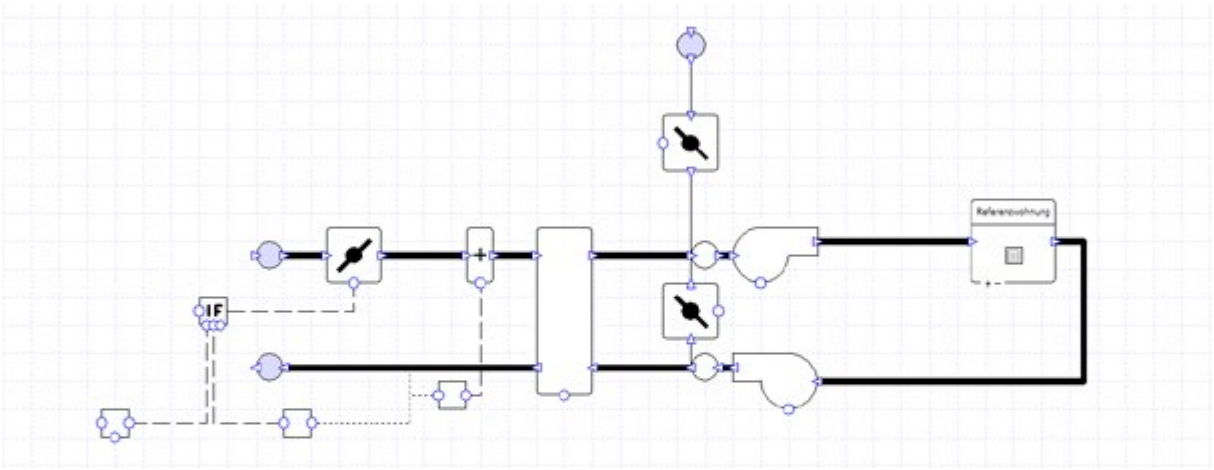


Abbildung 2-1 Thermische Anlagensimulation - Anlagenmodell

3 DIN V 18599

Die Berechnungen gemäß DIN V 18599 werden mit Hilfe der Software Dämmwerk[9] durchgeführt.

3.1 Grundlagen

3.1.1 Bewertung der Lüftungswärmeverluste

In der Normenreihe DIN V 18599 wird der Lüftungswärmeverlust im Teil 2 behandelt. Die maßgeblichen Berechnungen erfolgen nach folgenden Gleichungen:

$Q_{V,inf} = H_{V,Inf} (\Theta_i - \Theta_e)$ t für $\theta_i > \theta_e$ (Wärmesenke) (DIN V 18599-2, Gl. 56)

bzw.

$Q_{V,inf} = H_{V,Inf} (\Theta_e - \Theta_i)$ t für $\theta_i < \theta_e$ (Wärmequelle) (DIN V 18599-2, Gl. 57)

mit

θ_i	die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone
$H_{V,inf}$	der Wärmetransferkoeffizient für Infiltration
θ_e	die durchschnittliche monatliche Außentemperatur
t	der Berechnungszeitraum (t = 24 h)

[9] Dämmwerk, Bauphysiksoftware, Berlin, Version 2016

Der Wärmetransferkoeffizient für Infiltration berechnet sich nach

$H_{V,inf} = n_{inf}\ V\ c_{p,a}\ \rho_a$ (DIN V 18599-2, Gl. 58)

mit

n_a der Tagesmittelwert des Infiltrationsluftwechsels nach Gleichung (59) bzw. (60)

V das Nettoraumvolumen

$c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft

ρ_a die Dichte von Luft

$c_{p,a}\ \rho_a$ ist zu 0,34 Wh/(m³ K) zu setzen

Die Bestimmung des Infiltrationsluftwechsels erfolgt nach Gleichung 59:

$n_{inf} = n_{inf,0} = n_{50}\ e\ f_{ATD}$ (DIN V 18599-2, Gl. 59)

$n_{inf} = n_{50}\ e\ f_{ATD}\ 1 + (f_e - 1)\frac{t_{V,mech}}{24\ h})$ (DIN V 18599-2, Gl. 60)

dabei ist

n_{50} der Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz

- nach erfolgter Dichtheitsprüfung gemessener Wert,
- ohne erfolgte bzw. geplanter, aber noch ausstehender Dichtheitsprüfung: Standardwerte, vorgegeben nach Tabelle 8 bzw. nach Gleichung (63) in Verbindung mit Tabelle 6 berechneter Werte

e der Volumenstromkoeffizient; als Standardwert gilt e = 0,07 (entspricht Abschirmkoeffizient nach DIN EN ISO 13789 bei gleichmäßiger Abschirmung, mehr als eine Fassade dem Wind ausgesetzt)

$t_{V,mech}$ die tägliche Betriebsdauer der Lüftungsanlage (siehe DIN V 185099-10)

f_e ein Faktor zur Bewertung der durch die mechanische Lüftungsanlage vermehrten oder verminderten Infiltration nach Gleichung (64) bis (65)

f_{ATD} ein Faktor zur Berücksichtigung von Außendurchlässen (ALD, en: air transfer device) nach Gleichung (61) bzw. (62)

Außenluftdurchlässe werden dabei wie folgt behandelt:

ohne ALD: $f_{ATD} = 1$ (DIN V 18599-2, Gl. 61)

mit ALD: $f_{ATD} = \min(16; \frac{n_{50}+1{,}5\ h^{-1}}{n_{50}})$ (DIN V 18599-2, Gl. 62)

Zur Charakterisierung der Gebäudedichtheit können Werte gemäß Tabelle 6 der Norm verwendet werden

Tabelle 3-1 DIN V 18599-2, Tabelle 6 – n_{50}- und q_{50}-Bemessungswerte (Standardwerte für ungeprüfte Gebäude)

Kategorie zur pauschalen Einschätzung der Gebäudedichtheit	Gebäude mit einem Nettoraumvolumen <= 1.500 m³ n_{50} h^{-1}	Gebäude mit einem Nettoraumvolumen > 1.500 m³ q_{50} m^3/m^2h
I	a) 2; b) 1	a) 3; b) 2
II		6
III		9
IV	10	15

Die Einstufung der Gebäudedichtheit der Gebäudezone ist in Tabelle 6 festgelegt:

- Kategorie I: Einhaltung der Anforderung an die Gebäudedichtheit nach DIN 4108-7 (d.h., die Dichtheitsprüfung wird gemäß der Kriterien dieser Norm nach Fertigstellung durchgeführt);
  a) Gebäude ohne raumlufttechnische Anlage,
  b) Gebäude mit raumlufttechnischer Anlage (auch Wohnungslüftungsanlagen);
- Kategorie II: zu errichtende Gebäude oder Gebäudeteile, bei denen keine Dichtheitsprüfung vorgesehen ist
- Kategorie III: Fälle, die nicht den Kategorien I, II oder IV entsprechen;
- Kategorie IV: Vorhandensein offensichtlicher Undichtheiten, wie z.B. offene Fugen in der Luftdichtheitsschicht der wärmeübertragenden Umfassungsfläche.

Im Falle einer mechanischen Lüftungsanlage wird der Infiltrationsluftwechsel bei nicht-balancierter Zu-/Abluft nach Gleichung 64 bzw. 65 der Norm bestimmt.

Für mechanische Lüftungsanlagen mit balancierter Zu- und Abluft ($n_{ZUL} = n_{ETA}$) gilt Gleichung (64):

$$f_e = 1 \qquad \text{(DIN V 18599-2, Gl. 64)}$$

Für alle anderen Fälle gilt Gleichung (65):

$$f_e = \frac{1}{1+\frac{f}{e}\left(\frac{n_{ABL}-n_{ZUL}}{n_{50}\,f_{ATD}}\right)^2}$$ (DIN V 18599-2, Gl. 65)

Dabei ist

e, *f* der Volumenstromkoeffizient und der Koeffizient zur Windexposition, als Standardwerte gelten *e* = 0,07 und *f* = 15 (entspricht Abschirmkoeffizient nach DIN EN ISO 13739 bei gemäßigter Abschirmung, mehr als eine Fassade dem Wind ausgesetzt);

n_{ZUL} der Summe der über die Zuluftwechsel der mechanischen Lüftung $n_{mech,ZUL}$ nach den Gleichungen (92) oder (93) und der aus benachbarten Zonen überströmenden Luft $n_{z,ZUL}$ nach Gleichung (106)

n_{ETA} die Summe über die Abluftwechsel der mechanischen Lüftung $n_{mech,ETA}$ nach Gleichung (94) und der aus benachbarter Zonen abgesaugter Luft $n_{z,ETA}$ nach Gleichung (108)

Der Lüftungsverlust über Fensterlüftung bzw. wird im Rahmen der DIN V 18599 für Wohngebäude als Funktion der Außentemperatur nach Gleichung 71 bestimmt:

$$F_{win,seasonal} = 0{,}04\ \theta_e + 0{,}8$$ (DIN V 18599-2, Gl. 71)

dabei ist

θ_e die durchschnittliche monatliche Außentemperatur, in °C

Der mittlere tägliche Fensterluftwechsel wird innerhalb der Norm hinsichtlich des Mindestwerts des Fensterluftwechsels, des nutzungsbedingten Mindes-Luftwechsels in Abhängigkeit von der täglichen Nutzungsdauer sowie der täglichen Betriebszeit der Lüftungsanlage (insofern vorhanden) bestimmt.

Diese Werte werden innerhalb der Norm als Standard-Werte im Teil 10 der Normenreihe vorgegeben.

3.1.2 Bewertung der Anlagentechnik

In der Normenreihe DIN V 18599 ist für Wohnraumlüftungsanlagen der Teil 6 maßgeblich. In Teil 6 werden Lüftungswärmeverluste im Abschnitt 4.4.2 Lüftungswärmesenken behandelt:

Für die Lüftungswärmesenke durch Wohnraumlüftungsanlagen mit WÜT gilt:

$$Q_{V,mech} = H_{Vmech} (Q_i - Q_{V,mech}) \, t \text{ (siehe DIN V 18599-2)} \qquad \text{(DIN V 18599-6, Gl. 1)}$$

dabei ist

- $Q_{V,mech}$ die Lüftungswärmesenke durch Wohnraumlüftungsanlage (im Monat), in kWh (berechnet in DIN V 18599-2);
- $H_{V,mech}$ der Wärmetransferkoeffizent für mechanische Lüftung, in kWh (berechnet in DIN V 18599-2);
- Q_i die Bilanz-Innentemperatur der Gebäudezone, in °C (aus DIN V 18599-10);
- $Q_{V,mech}$ die mittlere Zulufttemperatur der Wohnungslüftungsanlage mit WÜT über den Berechnungszeitraum, in °C (an DIN V 18599-2 übergeben);
- t die Dauer des Berechnungszeitraums (berechnet in DIN V 18599-2).

Der Wärmetransferkoeffizient für mechanische Lüftung berechnet sich aus:

$$H_{V,mech} = n_{mech} \, V \, c_{pa} \, \rho_a \text{ (siehe DIN V 18599-2)} \qquad \text{(DIN V 18599-6, Gl. 12)}$$

dabei ist

- $H_{V,mech}$ der Wärmetransferkoeffizient für mechanische Lüftung, in kWh/K (berechnet in DIN V 18599-2);
- n_{mech} der mittlere Anlagenluftwechsel Wohnungslüftungsanlage, in h-1 (an DIN V 18599-2 übergeben);
- V das Nettoraumvolumen, in m³ (in DIN V 18599-2 berechnet);
- $c_{p,a}$ die spezifische Wärmekapazität von Luft, in kJ/(kg K);
- ρ_a die Dichte von Luft, in kg/m³,

dabei kann $c_{p,a} \, \rho_a$ = 1,22 kJ/(m³ K) = 0,34 Wh/(m³ K) gesetzt werden.

Die Ermittlung der Zulufttemperatur und des mittleren Anlagenluftwechsels erfolgt nach Gleichung 15 in Abschnitt 5:

$$\Delta\theta_{V,exch,mth} = \eta_{exch,mth} \, (\theta_{ex} - (\theta_{e,mth} + \Delta\theta_{V,reg,mth})) \qquad \text{(DIN V 18599-6, Gl. 15)}$$

dabei ist

$\eta_{exch,mth}$ der Gesamtnutzungsgrad der Wärmerückgewinnung durch Wärmeübertrager;

θ_{ex} die mittlere Außentemperatur, in °C

Zur Bestimmung des Gesamtnutzungsgrads der Wärmerückgewinnung durch den Wärmeübertrager ist der Wärmebereitstellungsgrad η'_{exch} zu verwenden.

Der Wärmebereitstellunggrad beschreibt die Temperaturerhöhung, bezogen auf die maximal mögliche Temperaturerhöhung. Darüber hinaus werden auch die Abwärme von elektrischen Komponenten (Ventilatoren und Regelung).

Zu berücksichtigen sind zusätzlich folgende Einflüsse, wenn diese bei der Prüfung des Geräts nicht berücksichtigt worden sind oder die Einbaubedingungen von den Prüfbedingungen abweichen:

- das Verhalten des Lüftungsgeräts während des Abtaubetriebs (durch Abschaltung bzw. Reduzierung der Drehzahl des Zuluftventilators, durch Vorwärmung der Außenluft mit einem Heizregister (elektrisch oder Wasserheizung), oder durch Vorwärmung der Außenluft mit einem Erdreich-Zuluft-Wärmeübertrager).
- die Wärmeverluste über die Geräteoberfläche
- die Dichtheit des Lüftungsgerätes und die daraus resultierenden Leckageverluste

Diese Einflüsse können durch folgende Korrekturfaktoren berücksichtigt werden:

$$\eta_{exch,mth} = \eta'_{exch} (1 - f_{v,exch,frost} - f_{v,exch,loss} - f_{v,exch,tight}) \quad \text{(DIN V 18599-6, Gl. 16)}$$

dabei ist

η'_{exch} der Wärmebereitstellungsgrad nach Energie-Einsparverordnung im Heizperiodenmittel (ohne Berücksichtigung Frostbetrieb, Wärmeverluste und Gerätedichtheit);

$f_{v,exch,frost}$ der Faktor zur Berücksichtigung des Abtaubetriebs

$f_{v,exch,loss}$ der Faktor zur Berücksichtigung der Wärmeverluste des Lüftungsgeräts

$f_{v,exch,tight}$ der Faktor zur Berücksichtigung der Dichtheit des Lüftungsgeräts

Tabelle 3-2 Tabelle 6 Allgemeine Randbedingungen zur Bestimmung des Gesamtnutzungsgrades $\eta_{exch,mth}$

Kennwerte		Zeichen	Einheit	Wert
Abtaubetrieb				
Abschalten Zuluftventilator bei Außentemperaturen	>= -6 °C	$f_{v,exch,frost}$	-	0,06
	< -6 °C			0,04
	< -9 °C			0,02
	< -12 °C			0
Regenerative Luftvorwärmung[a]			-	0
Heizregister zur Luftvorwärmung			-	0
Wärmeverluste des Lüftungsgeräts				
Aufstellung im beheizten Bereich		$f_{v,exch,loss}$	-	0
Aufstellung im beheizten Bereich, Rλ >= 0,5 m²K/W				0
Aufstellung im beheizten Bereich, Rλ < 0,5 m²K/W				0,02
Dichtheit des Lüftungsgeräts				
Leckage < 2,5 % $\dot{V}_{mech,m}$[c] bei Über-/Unterdruck von 100 Pa		$f_{v,exch,tight}$	-	0
Leckage < 5 % $\dot{V}_{mech,m}$[b] bei Über-/Unterdruck von 100 Pa				0,01

a Die regenerative Luftvorwärmung wird separat nach Gleichung (14) berücksichtigt
b Wärmeleitwiderstand des Gehäuses des Lüftungsgeräts
c Mittelwert des Volumenstrombereich des Lüftungsgerätes

Weiterhin können mit Hilfe der Norm Wärmeverluste der Übergabe berechnet werden:

$$Q_{rv,ce,mth} = \left(\frac{f_{rad}\, f_{int}\, f_{hydr}}{\eta_{rv,ce}} - 1\right) Q_{h,b,mth} \qquad \text{(DIN V 18599-6, Gl. 22)}$$

dabei ist

$Q_{hrv,ce,mth}$ die monatliche Wärmeverluste der Übergabe (im Monat), in kWh;

$Q_{h,b,mth}$ der monatliche Nutzwärmebedarf (im Monat), in kWh (aus DIN V 18599-2);

f_{rad} der Faktor für Strahlungseinfluss (nur relevant für Hallenheizungen mit h > 4 m);

f_{int} der Faktor für intermittierenden Betrieb (intermittierend: zeitabhängige Möglichkeit zur raumweisenden Temperaturabsenkung);

f_{hydr} der Faktor für hydraulischen Abgleich

$\eta_{rv,ce}$ der Gesamtnutzungsgrad für die Übergabe im Raum.

Tabelle 3-3 Tabelle 9 – Randbedingungen für die Einflussfaktoren *f* zur Bestimmung der Wärmeverluste für die Übergabe $Q_{rv,ce}$

Kennwerte	Zeichen	Einheit	Wert
Faktor für Strahlungseinfluss			
Standardraumhöhen h <= 4 m	f_{rad}	-	1
Faktor für intermittierenden Betrieb			
Betrieb durchgehend	f_{int}	-	1
Betrieb intermittierend			0,97
Faktor für hydraulischen Abgleich			
Standardbedingungen	f_{hydr}	-	1

$$\eta_{rv,ce} = \frac{1}{4 - (\eta_L + \eta_C + \eta_B)}$$ (DIN V 18599-6, Gl. 23)

dabei ist

η_L der Teilnutzungsgrad für vertikales Lufttemperaturprofil

η_C der teilnutzungsgrad für Raumtemperaturregelung

η_B der Teilnutzungsgrad für spezifische Verluste der Außenbauteile

Nachfolgende Tabelle gibt Werte für den Gesamtnutzungsgrad der Wärmeübergabe an den Raum für verschiedene Lüftungssysteme an. Vorausgesetzt werden Raumhöhen bis 4 m.

Tabelle 3-4 DIN V 18599-6, Tabelle 10 – Gesamtnutzungsgrade $\eta_{rv,ce}$ für die Übergabe der Wärme im Raum

System	Art der Temperaturregelung	$\eta_{rv,ce}$
Wohnungslüftungsanlagen mit Lufttemperaturen a $\vartheta_{L,av}$ > ti Luftauslass: Außenwand-Bereich	Einzelraumregelung PI-Regler (mit Optimierfunktion)	0,93
	Einzelraumregelung P-Regler (1 K)	0,92
	Zonenregelung P-Regler (1 K) – mit Wärmeübertrager	0,91
	Zonenregelung P-Regler (1 K) – ohne Wärmeübertrager	0,90
	Abluft-Zuluft-WP mit WÜT ohne Einzelraumregelung (mit zentraler Vorregelung und Pilotraumregelung) einschließlich Ergänzungsheizung mit Einzelraumregelung P-Regler (1 K)	0,93
	Abluft-Zuluft-WP ohne WÜT ohne Einzelraumregelung (mit zentraler Vorregelung und Pilotraumregelung) einschließlich Ergänzungsheizung mit Einzelraumregelung P-Regler (1 K)	0,91
	Abluft-Zuluft-WP mit WÜT ohne Einzelraumregelung (mit zentraler Vorregelung und Pilotraumregelung) nur für den WP-Anteil	0,90
	Abluft-Zuluft-WP mit WÜT ohne Einzelraumregelung (ohne zentrale Vorregelung und Pilotraumregelung) nur für den WP-Anteil	0,88
Wohnungslüftungsanlagen mit Lufttemperaturen a $\vartheta_{L,av}$ > ϑ_i Luftauslass: Innenwand-Bereich	Einzelraumregelung PI-Regler (mit Optimierfunktion)	0,90
	Einzelraumregelung P-Regler (1 K)	0,89
	Zonenregelung P-Regler (1 K) – mit Wärmeübertrager	0,88
	Zonenregelung P-Regler (1 K) – ohne Wärmeübertrager	0,87
	Abluft-Zuluft-WP mit WÜT ohne Einzelraumregelung (mit zentraler Vorregelung und Pilotraumregelung) einschließlich Ergänzungsheizung mit Einzelraumregelung P-Regler (1 K)	0,90
	Abluft-Zuluft-WP ohne WÜT ohne Einzelraumregelung (mit zentraler Vorregelung und Pilotraumregelung) einschließlich Ergänzungsheizung mit Einzelraumregelung P-Regler (1 K)	0,88
	Abluft-Zuluft-WP mit WÜT ohne Einzelraumregelung (mit zentraler Vorregelung und Pilotraumregelung) nur für den WP-Anteil	0,87
	Abluft-Zuluft-WP mit WÜT ohne Einzelraumregelung (ohne zentrale Vorregelung und Pilotraumregelung) nur für den WP-Anteil	0,85
Wohnungslüftungsanlagen mit Lufttemperaturen a $\vartheta_{L,av}$ <= ϑ_i	Regenerative Luftvorwärmung ohne Nacherwärmung	1,00
	Regenerative Luftvorwärmung ohne Nacherwärmung	0,99
	Abluft-Zuluft-Wärmeübertrager ohne Nacherwärmung	1,00
	Abluft-Zuluft-Wärmeübertrager mit Nacherwärmung	0,99
	Außenwandluftdurchlässe	1,00
a Mittlere Lufttemperatur Lüftungsverteilnetze für Zuluft aus Tabelle 14		

Der Hilfsenergiebedarf für Regelung kann mit Gleichung 25 der Norm bestimmt werden:

$$W_{rv,ce,mth} = 0{,}001 \sum_i (P_{c,i}\, t_{rv,mech,mth}) \qquad \text{(DIN V 18599-6, Gl. 25)}$$

dabei ist

$W_{rv,ce,mth}$ der Hilfsenergiebedarf der Übergabe (im Monat), in kWh

$P_{c,i}$ die Nennleistung des Reglers i nach Auslegung, in W

$t_{rv,mech,mth}$ die monatliche Gesamtbetriebszeit des Reglers P_c in Abhängigkeit vom Reglertyp

Tabelle 3-5 DIN V 18599-6, Tabelle 11 enthält Standardwerte für die Nennleistung des Reglers P_c in Abhängigkeit vom Reglertyp

Reglertyp	Zeichen	Einheit	Wert
P-Regler (1 K)	P_c	W	0,1
PI-Regler mit Optimierungsfunktion			0,1
PID-Regler			0,1
Zwei-Punkt-Bi-Metall-Regler			0,1

Die Wärmeverluste der Luftverteilung können nach folgenden Tabellenwerten bestimmt werden. Dabei werden Umgebungstemperaturen von 21 ˚C (innerhalb der thermischen Hülle) bzw. 13 ˚C (außerhalb der thermischen Hülle) berücksichtigt.

Tabelle 3-6 DIN V 18599-6, Tabelle 15 – Randbedingungen 2 für die Standardwerte zur Bestimmung der Wärmeverluste $Q_{rv,d}$

Kenngröße	Zeichen	Einheit	Bereich V / Bereich S [d]	Bereich A [d]	
Verlegungsort	-	-	Außerhalb der thermischen Hülle	Innerhalb der thermischen Hülle	
Wärmedurchgangskoeffizient: bis 1995	U	W/(m² K)	0,65 [a]	0,85 [b]	0,85 [b]
Wärmedurchgangskoeffizient: nach 1995			0,45 [c]	0,85 [b]	0,85 [b]
Länge Zuluftleitungen	L	M	$L_V = 10 + 0{,}01\,V$ $L_S = \sum_u (2 + h_G\,(f_{KG,u} + n_{G,u} - 1))^e$		L_A = 0,04 V
Länge Abluftleitungen			$L_V = 7{,}5 + 0{,}01\,V$ $L_S = \sum_u (2 + h_G\,(f_{KG,u} + n_{G,u} - 1))^e$	Thermisch nicht relevant	
Länge Fortluftleitungen			Thermisch nicht relevant		

a Dieser Wert ergibt sich bei einem Rohrdurchmesser von etwa 125 mm und einer Dämmdicke von etwa 30 mm
b Dieser Wert ergibt sich bei einem Rohrdurchmesser von etwa 125 mm und einer Dämmdicke von etwa 20 mm
c Dieser Wert ergibt sich bei einem Rohrdurchmesser von etwa 125 mm und einer Dämmdicke von etwa 50 mm
d Dabei ist
V das Nettovolumen des Gebäudes
U das Lüftungsgerät
h_G die Höhe des Geschosses in m
$f_{KG,u}$ der Aufstellfaktor Kellergeschoss für das Lüftungsgerät u
bei Aufstellung des Lüftungsgeräts im unbeheizten Kellergeschoss: $f_{KG} = 1$
in allen anderen Fällen $f_{KG} = 0$
$n_{G,u}$ die Anzahl der beheizten und mit einem Lüftungsgerät u gelüfteten Geschosse
e Die berechnete Länge L_S der Luftleitung gilt für den Fall, dass jedem Lüftungsgerät ein vertikaler Lüftungsstrang zugeordnet ist. Bei mehr als einem vertikalen Lüftungsstrang je Lüftungsgerät ist eine detaillierte Berechnung nach Gleichung (31) erforderlich.

Schließlich bestimmt sich der Hilfsenergiebedarf der Ventilatoren zum Transport der Luft nach Gleichung (37) der Norm:

$$W_{rv,d,mth} = \sum_i (P_{fan,i}\, t_{rv,mech,mth}) \qquad \text{(DIN V 18599-6, Gl. 37)}$$

dabei ist

$W_{rv,d,mth}$	der Hilfsenergiebedarf der Verteilung
$P_{fan,i}$	die Nennleistung des Ventilators / einschließlich Regelung des Ventilators nach Auslegung, in W;
$t_{rv,mech,mth}$	die monatliche Gesamtbetriebszeit des Lüftungsanlage (siehe Tabelle 8), in h/mth.

Im Rahmen der Untersuchung bleiben die Einflüsse von Kühlung und Speicherung unberücksichtigt.

Folgende Einflussgrößen werden untersucht:

- Ventilatorstrombedarf
- Wärmebereitstellungsgrad
- Geräte-Leckage
- Dysballance Zu-/Abluftvolumenstrom
- Luftvorwärmung (elektrisch)
- Abtaubetrieb (Abschaltung Zuluftventilator)
- Aufstellort des Lüftungsgeräts
- Jährliche Betriebszeit

4 DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10

Die Berechnungen gemäß DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10 werden mit Hilfe der Software Dämmwerk[10] durchgeführt.

4.1 Grundlagen

4.1.1 Bewertung der Lüftungswärmeverluste

Innerhalb der DIN 4108-6 werden Lüftungsverluste hinsichtlich freier und maschineller Lüftung unterschieden.

Im Falle der freien Lüftung über Fenster empfiehlt die Norm einen 0,7fachen Luftwechsel für nicht luftdichtheitsgeprüfte Gebäude und einen 0,6fachen Luftwechsel für dichtheitsgeprüfte Gebäude (n_{50} maximal 3,0 h^{-1}).

Das zu berücksichtigende Netto-Raumvolumen kann aus dem Bruttovolumen näherungsweise bestimmt werden (Standard: 80% Bruttovolumen bzw. 76% Bruttovolumen für Ein- und Zweifamilienhäuser mit bis zu 3 Vollgeschossen).

Die maschinelle Lüftung unterscheidet hinsichtlich des geförderten Luftvolumenstroms sowie dem zusätzlichen Volumenstrom infolge von Wind- und Auftriebskräften.

$$\dot{V}_x = \frac{V\, n_{50}\, e_{wind}}{1+\frac{f_{wind}}{e_{wind}}\left(\frac{\dot{V}_S-\dot{V}_E}{V\, n_{50}}\right)^2} \qquad \text{(DIN 4108-6 Gl. 44)}$$

Die Windschutzkoeffizienten sind entsprechend der Lage und der Anzahl der dem Wind ausgesetzten Fassaden zu bestimmen.

Die Luftdichtheit kann nach Art des Gebäudes sowie der Qualität der Gebäudehülle abgeschätzt werden.

[10] Dämmwerk, Bauphysiksoftware, Berlin, Version 2016

Tabelle 4-1 DIN V 4701-10 Tabelle 4 – Windschutzkoeffizienten für unterschiedliche Lagen eines Gebäudes

Lage	Windschutzkoeffizient e_{wind}	
	Mehr als eine dem Wind ausgesetzte Fassade	Eine dem Wind ausgesetzte Fassade
Freie Lage	0,10	0,03
Halbfreie Lage	0,07	0,02
Geschützte Lage	0,04	0,01
Koeffizient	Mehr als eine dem Wind ausgesetzte Fassade	Eine dem Wind ausgesetzte Fassade
Koeffizient f_{wind}	15	20

Die Luftwechselrate bei 50 Pa Druckdifferenz n50 ist Tabelle 5 zu entnehmen (5)

Tabelle 4-2 DIN V 4701-10 Tabelle 5 – Richtwerte für Luftdichtheit bei einer Druckprüfung mit 50 Pa Druckdifferenz

	Mehrfamilienhaus n_{50} h^{-1}	Einfamilienhaus n_{50} h^{-1}
Sehr dicht	0,5 bis 2,0	1,0 bis 3,0
Mittel dicht	2,0 bis 4,0	3,0 bis 8,0
Wenig dicht	4,0 bis 10,0	8,0 bis 20,0

Die Betriebszeit der Lüftungsanlage wird nach Gleichung 45 der Norm berücksichtigt:

$$\dot{V} = \left(\dot{V}_f + \dot{V}_x\right)\beta + \left(\dot{V}_0 + V_{n50ewind}\right)(1-\beta) \qquad \text{(DIN 4108-6 Gl. 45)}$$

dabei ist

$\dot{V}_0$ der Luftvolumenstrom infolge freier Lüftung, der Luftströme durch Kanäle im maschinellen System einschließt

β der Zeitanteil mit eingeschalteten Ventilatoren

Unter Berücksichtigung von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung bestimmen sich der Luftvolumenstrom und die Luftwechselrate nach den Gleichungen

$$\dot{V} = \dot{V}_f\,(1 - \eta_v) + \dot{V}_x \qquad \text{(DIN 4108-6 Gl. 46)}$$

mit

$$n = \frac{\dot{V}}{V} \qquad \text{(DIN 4108-6 Gl. 47)}$$

ergibt sich nach Gleichung (48) die Luftwechselrate n.

$$n = n_{Anl}\,(1 - \eta_V) + n_x \qquad \text{(DIN 4108-6 Gl. 48)}$$

dabei ist

n_{Anl}	die Anlagenluftwechselrate
η_V	der Nutzungsfaktor des Abluft-Zuluft-Wärmetauschersystems
	Es kann mit n_x = 0,2 h-1 gerechnet werden, wenn keine genaueren Angaben vorliegen.

4.1.2 Bewertung der Anlagentechnik

Die Bestimmung des jährlichen Lüftungswärmegewinns durch Wärmeübertrager erfolgt innerhalb der Norm DIN V 4701-10 nach Gleichung 5.2.3-1:

$$q_{L,g,WE,WRG} = 0{,}34\, h_R\, F_{Gt}\, \eta'_{WRG}\, n_A\, f_g \text{ [kWh/m² a]} \qquad \text{(DIN V 4701-10 Gl. 5.2.3-1)}$$

mit

$q_{L,g,WE,WRG}$	flächenbezogener Lüftungswärmegewinn durch den Wärmeübertrager, in kWh/m2 a
h_R	Raumhöhe = 2,5 m (konstant)
F_{Gt}	Gradtagszahl, in kK/a nach Tabelle 5-2
η'_{WRG}	Wärmebereitstellungsgrad des Lüftungsgeräts, nach Hersteller oder Tabelle 5.2-5
n_A	Anlagen-Luftwechsel bezogen auf die be- und entlüftete Nutzfläche, in 1/h
f_g	Korrekturfaktor der Lüftungswärmegewinne, nach Tabelle 5.2-3

Analog zur DIN V 18599 sind bei der Bestimmung des Wärmebereitstellungsgrads der Abtaubetrieb, die Wärmeverluste über das Gehäuse sowie die Dichtheit des Lüftungsgeräts zu berücksichtigen.
Insofern dies nicht der Fall ist, ist eine Korrektur gemäß Gleichung 5.2.3-2 der Norm vorzunehmen:

$$\eta'_{WRG} = 0{,}91\, \eta'_{WRG,unkorrigiert} \qquad \text{(DIN V 4701-10 Gl. 5.2.3-2)}$$

Zusätzlich sind Korrekturfaktoren zur Bestimmung der Lüftungswärmegewinne zu bestimmen, wenn im Bilanzverfahren der Ausnutzungsgrad aufgrund innerer und solarer Gewinne nicht berücksichtigt wurde:

Tabelle 4-3 DIN V 4701-10 Tabelle 5.2-3: Korrekturfaktor f_g der Wärmegewinne von Lüftungsanlagen

Wärmebereitstellungsgrad η'_{WRG}	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
HP-Verfahren nach EnEV oder MB-Verfahren nach DIN V 4108-6 ohne Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung								
Korrekturfaktor f_g	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
MB-Verfahren nach DIN V 4108-6 mit Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung								
Korrekturfaktor f_g	1	1	1	1	1	1	1	1

Schließlich ist der Hilfsenergiebedarf für Ventilatoren, Regelung und Luftvorwärmung zu bestimmen:

Hilfsenergiebedarf für Ventilatoren:

$$q_{Vent.} = 0{,}001\ (1+ f_{EWT})\ p_{el,Vent.}\ h_R\ n_A\ t_{HP}\ z\ f_z\ [kWh/m^2\ a] \qquad \text{(DIN V 4701-10 Gl. 5.2.3-4)}$$

mit

$q_{Vent.}$	Flächenbezogener Hilfsenergiebedarf der Zu- und Abluftventilatoren, in kWh/m² a
f_{EWT}	Zuschlag für Erdwärmetauscher (EWT): ohne EWT: $f_{EWT} = 0$; mit EWT $f_{EWT} = 0{,}2$
$p_{el,Vent.}$	Bezogene Leistungsaufnahme der Ventilatoren, in kWh/(m³/h) – nach Hersteller oder Tab. 5.2-5
h_R	Raumhöhe = 2,5 m (konstanter Wert)
n_A	Anlagen-Luftwechsel, in 1/h
t_{HP}	Dauer der Heizperiode, in d/a – nach Tabelle 5.2
z	Betriebsdauer der Lüftungsanlage, in d/a – nach Tabelle 5.2
f_z	Korrekturfaktor bei intermittierenden Frostschutzbetrieb – nach Hersteller bzw. $f_z = 1$

Hilfsenergiebedarf für Regelung:

$$q_{Reg.} = 0{,}_{001}\ P_{el,Reg.}\ t_{HP}\ z/A_N\ [kWh/m^2\ a] \qquad \text{(DIN V 4701-10 Gl. 5.2.3-5)}$$

mit

$q_{Reg.}$	Flächenbezogener Hilfsenergiebedarf der Regelung, in kWh/m² a
$P_{el,Reg.}$	Leistungsaufnahme der Regelung bei abgeschalteten Ventilatoren, in W – nach Hersteller
t_{HP}	Dauer der Heizperiode, in d/a – nach Tabelle 5-2
z	Betriebsdauer der Lüftungsanlage, in d/a – nach Tabelle 5-2
A_N	Nutzfläche des Gebäudes, in m²

Hilfsenergiebedarf für Luftvorwärmung:

$$q_{Vorw.} = 0{,}34\ h_R\ F_{Gt,LV}\ n_A\ [kWh/m^2\ a] \qquad \text{(DIN V 4701-10 Gl. 5.2.3-6)}$$

mit

$q_{Vorw.}$	Flächenbezogener Hilfsenergiebedarf zur Luftvorwärmung (Frostschutzbetrieb), in kWh/a
h_R	Raumhöhe = 2,5 m (konstant)
$F_{Gt,LV}$	Gradtagszahl Luftvorwärmung, in kKh/a – nach Tabelle 5.2-4
n_A	Anlagen-Luftwechsel, der vorgewärmt wird, in 1/h

Tabelle 4-4 **DIN V 4701-10 Tabelle 5.2-4 Gradtagszahl $F_{Gt,LV}$ zur Bestimmung der Hilfsenergie für die Luftvorwärmung als Funktion der Grenz-Außentemperatur ϑ_{Grenz}**

Grenz-Außentemperatur (°C)	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2
Gradtagszahl $F_{Gt,LV}$ (kKh/a)	0,13	0,19	0,26	0,36	0,47	0,63	0,86	1,20	1,68	2,32	3,11	4,13	5,52

Mittels der DIN V 4108-6 / 4701-10 werden folgende Einflussgrößen untersucht:

- Ventilatorstrombedarf
- Wärmebereitstellungsgrad
- Abtaubetrieb / Wärmeverluste über das Gehäuse / Dichtheit des Lüftungsgeräts
- Luftvorwärmung (elektrisch)
- Jährliche Betriebszeit

5 Ökodesignrichtlinie

5.1 Grundlagen

Im Rahmen der ErP-Richtlinie (EU-verordnung 1253/2014) wird der spezifische Energieverbrauch einer Lüftungsanlage nach folgender Gleichung bestimmt:

$$SEV = t_a \; pef \; q_{net} \; MISC \; STRG^x \; SEL - t_h \; \Delta T_h \; \eta_h^{-1} \; c_{air} \; (q_{ref} - q_{net} \; STRG \; MISC \; (1 - \eta_t)) + Q_{defr}$$

(EU-Verordnung 1253/2014, Anhang VIII)

dabei entspricht

SEV	dem spezifischen Energieverbrauch für Lüftung je m2 beheizter Grundfläche einer Wohnung oder eines Gebäudes [kWh/(m2 · a)]
t_a	der jährlichen Betriebsdauer [h/a]
pef	dem Primärenergiefaktor für die Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie [-]
q_{net}	dem Luftwechselbedarf je m² beheizter Grundfläche [m³/(h · m²)]
MISC	einem aggregierten allgemeinen Typologiefaktor, in den Faktoren für die Lüftungseffizienz, die Leckage der Kanäle und die zusätzliche Infiltration eingehen [-]
STRG	dem Lüftungssteuerungsfaktor [-]
x	einem Exponenten, mit dem in Abhängigkeit von den Merkmalen des Motors und des Antriebs die Nichtlinearität von Wärmeenergie und Stromeinsparungen berücksichtigt wird [-]
SEL	der spezifischen Eingangsleistung [kW/(m3/h)]
t_h	der Gesamtstundenzahl der Heizperiode [h]
ΔT_h	der durchschnittlichen Differenz zwischen Innen- (19 °C) und Außentemperatur während einer Heizperiode, minus 3 K für den Wärmebeitrag der Sonne und von im Inneren befindlichen Wärmequellen [K]
η_h	der durchschnittlichen Raumheizungseffizienz [-]
c_{air}	der spezifischen Wärmekapazität von Luft bei gleichbleibendem Druck und gleichbleibender Dichte [kWh/(m3 K)]
q_{ref}	dem Bezugs-Luftvolumenstrom der natürlichen Lüftung je m2 beheizter Grundfläche [m³/(h · m²)]
η_t	dem Temperaturänderungsgrad der Wärmerückgewinnung [-]
Q_{defr}	der jährlichen Heizenergie je m² beheizter Grundfläche [kWh/(m² · a)] für das Abtauen mit einer regelbaren elektrischen Widerstandsheizung

$$Q_{defr} = t_{defr} \; \Delta T_{defr} \; c_{air} \; q_{net} \; pef$$

Dabei entspricht

t_{defr} der Dauer der Abtauperiode bei einer Außentemperatur unter – 4 °C [h/a]

ΔT_{defr} der durchschnittlichen Differenz zwischen der Außentemperatur und – 4 °C während der Abtauperiode in K

Q_{defr} bezieht sich nur auf Zwei-Richtung-Anlagen mit rekuperativem Wärmetauscher; für Ein-Richtung-Anlagen oder Anlagen mit regenerativen Wärmetauscher ist $Q_{defr} = 0$

Die Werte SEL und η_t werden aus Prüfungen und Berechnungen abgeleitet

Es sind zur Berechnung des SEV-Wertes folgende Parameter zu verwenden:

Tabelle 5-1 EU-Verordnung 1253/2014, Anhang VIII, Tabelle 1 - Parameter für die Berechnung des SEV

Allgemeine Typologie					**MISC**
Anlagen mit Kanalanschlussstutzen					**1,1**
Anlagen ohne Kanalanschlussstutzen					**1,21**
Lüftungssteuerung					**STRG**
Handsteuerung (keine Bedarfssteuerung)					**1**
Zeitsteuerung (keine Bedarfssteuerung)					**0,95**
Zentrale Bedarfssteuerung					**0,85**
Steuerung nach örtlichem Bedarf					**0,65**
Motor und Antrieb					**x-Wert**
Ein/aus und eine Drehzahl					**1**
2 Drehzahlen					**1,2**
Mehrere Drehzahlen					**1,5**
Regelbare Drehzahl					**2**
Klima	t_h in h	ΔT_h in K	t_{defr} in h	ΔT_{defr} in K	**Q_{defr} (*) in kWh/m² a**
Kalt	6.522	14,5	1.003	5,2	**5,82**
Durchschnittlich	5.112	9,5	168	2,4	**0,45**
Warm	4.392	5	-	-	-
(*) Abtauen findet man nur bei Zwei-Richtung-Anlagen mit rekuperativem Wärmetauscher statt und wird wie folgt berechnet: $Q_{defr} = t_{defr}\ \Delta T_{defr}\ c_{air}\ q_{net}$ *pef*. Für Ein-Richtung-Anlagen oder eine Anlage mit regenerativem Wärmetauscher in $Q_{defr} = 0$.					
Vorgabewerte					**Wert**
Spezifische Wärmekapazität von Luft, c_{air} in kWh/(m³K)					**0,000344**
Luftwechselbedarf je m² beheizte Grundfläche, q_{net} in m³/(h m²)					**1,3**
Bezugs-Luftvolumenstrom der natürlichen Lüftung je m² beheizte Grundfläche, q_{ref} in m³/(h m²)					**2,2**
Jährliche Betriebsdauer, t_a in h					**8.760**
Raumheizungseffizienz h_h					**75 %**

Mit Hilfe der Berechnungen gemäß ErP-Richtlinie werden folgende Einflussgrößen untersucht:

- der Temperaturänderungsgrad der Wärmerückgewinnung
- die spezifische Eingangsleistung des Lüftungsgeräts in kW/(m³/h)
- Frostschutz / Luftvorwärmung
- Jährliche Betriebszeit

6 Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse mittels der zuvor beschriebenen Berechnungsmethoden für die untersuchten Lüftungsanlagengruppen (raum-, wohnungs- und gebäudeweise Lüftungsanlagen, Zu-Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung, reine Abluftanlagen) dargestellt.

Bewertet werden die erzielte spezifische Heizenergieeinsparung sowie die spezifische Stromaufwendung für Luftförderung (Endenergiebedarf). Anhand der in Abschnitt 1.2 dokumentierten Emissionswerte werden zudem der eingesparte Primärenergiebedarf sowie die vermiedenen CO_2-Emissionen ermittelt.

Die Bewertung erfolgt zunächst für Basisvarianten je Lüftungsanlagentyp, welche die mittleren Eigenschaften der untersuchten Lüftungsanlagen wiederspiegelt, s. tabellarische Zusammenfassungen in Abschnitt 1.1.

In Abwandlung dieser Basisvarianten werden die Auswirkungen angepasster/veränderter Parameter auf den eingesparten End- und Primärenergiebedarf sowie die vermiedenen CO_2-Emissionen bewertet.

6.1 Thermische Anlagensimulation

Mittels thermischer Anlagensimulation werden raumweise und wohnungsweise Lüftungsanlagen betrachtet.

6.1.1 Raumweise Lüftungsanlagen

Die Thermische Anlagensimulation untersucht für die Gerätegruppe raumweise/wohnungsweise Lüftungsanlagen folgende Einflussgrößen:

- Leckage des Lüftungsgeräts
- Beschränkung des Betriebs auf die Heizperiode
- Grenztemperatur des Abtaubetriebs
- Dysballance des Zu- und Abluftvolumenstroms

Basisvariante

In der Basisvariante, welche die mittleren Eigenschaften der untersuchten Lüftungsanlagen wiederspiegelt, wird eine Heizenergieeinsparung von 22,1 kWh/m² a erzielt. Die Stromaufwendung für Luftförderung beträgt 1,5 kWh/m² a.

Der Primärenergiebedarf berechnet sich zu 19,2 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 4,6 kg/m² a.

Leckagen

Eine Verminderung der Geräte-Leckage auf Werte kleiner 2,5 % des geförderten Volumenstroms verbessert sich die Heizenergieeinsparung geringfügig auf 22,3 kWh/m² a. Bei gleichem Strombedarf für Luftförderung beträgt die eingesparte Primärenergie 19, 4 kWh/m² a und die vermiedene CO_2- Emission erreicht 4,7 kg/m² a.

Betrieb während der Heizperiode

Bei Abschaltung der Ventilatoren außerhalb der Heizperiode reduziert sich der Strombedarf für Luftförderung auf 1,0 kWh/m² a. Daraus resultiert eine Primärenergieeinsparung von 20,2 kWh/m² a und eine vermiedene CO_2-Emission von 5,0 kWh/m² a.

Abtaubetrieb

Die Berücksichtigung eines Abtaubetriebs bei Außentemperaturen kleiner -6 °C, -9 °C bzw. -12 °C verbessert die Heizenergieeinsparung auf Werte bis zu 22,5 kWh/m² a. Der eingesparte Primärenergiebedarf erreicht bis zu 19,5 kWh/m² a und die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen bis zu 4,7 kg/m² a.

Dysballance

Eine Dysballance von bis zu 5 % des geförderten Volumenstroms führt zu einer Reduzierung der Heizenergieeinsparung auf Werte von 21,2 kWh/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 20,5 kWh/m² a (Dysballance 5 %), da der Zuluftvolumenstrom reduziert wird und die Volumenstromdifferenz als Außenluft über Undichtigkeiten nachströmt.

Entsprechend reduzieren sich die Primärenergieeinsparungen auf Werte von 18,3 kWh/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 17,6 kWh/m² a (Dysballance 5 %).

Die eingesparten CO_2-Emissionen reduzieren sich auf Werte von 4,4 kg/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 4,2 kg/m² a (Dysballance 5 %).

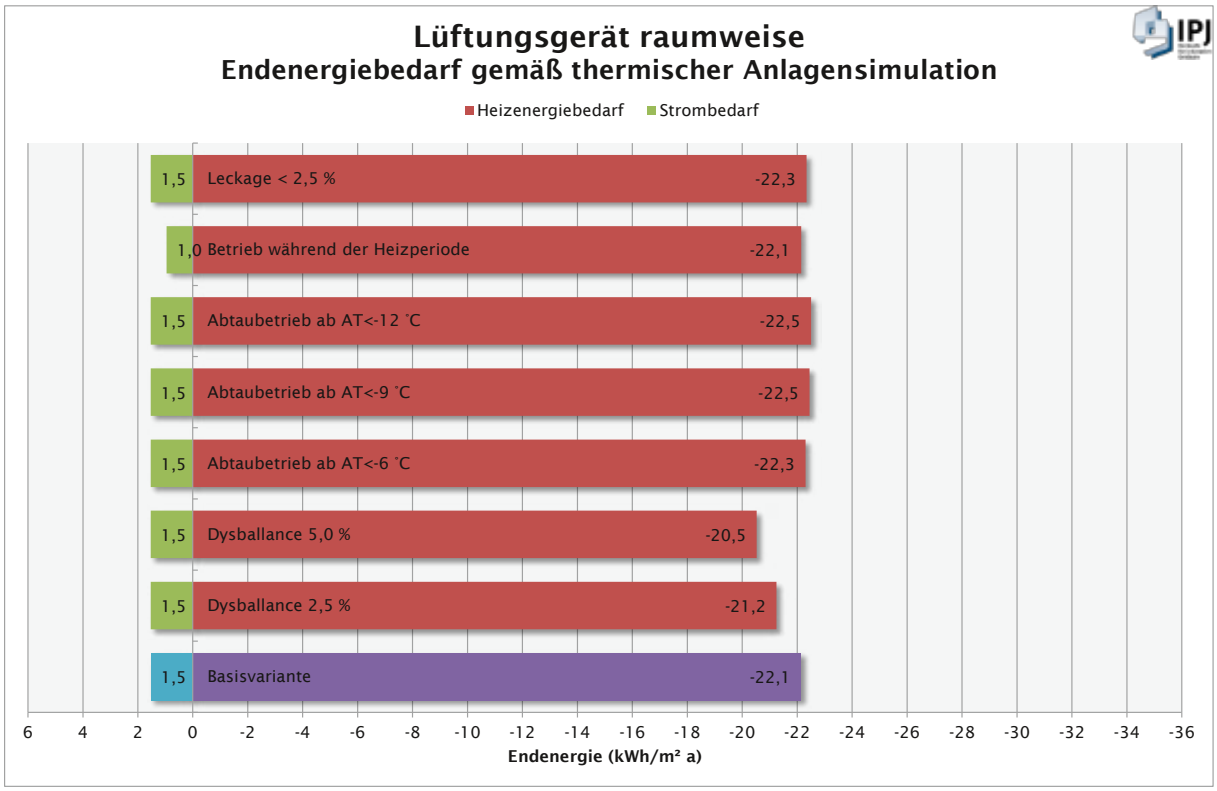


Abbildung 6-1 Anlagensimulation, raumweise WLA – Endenergiebedarf

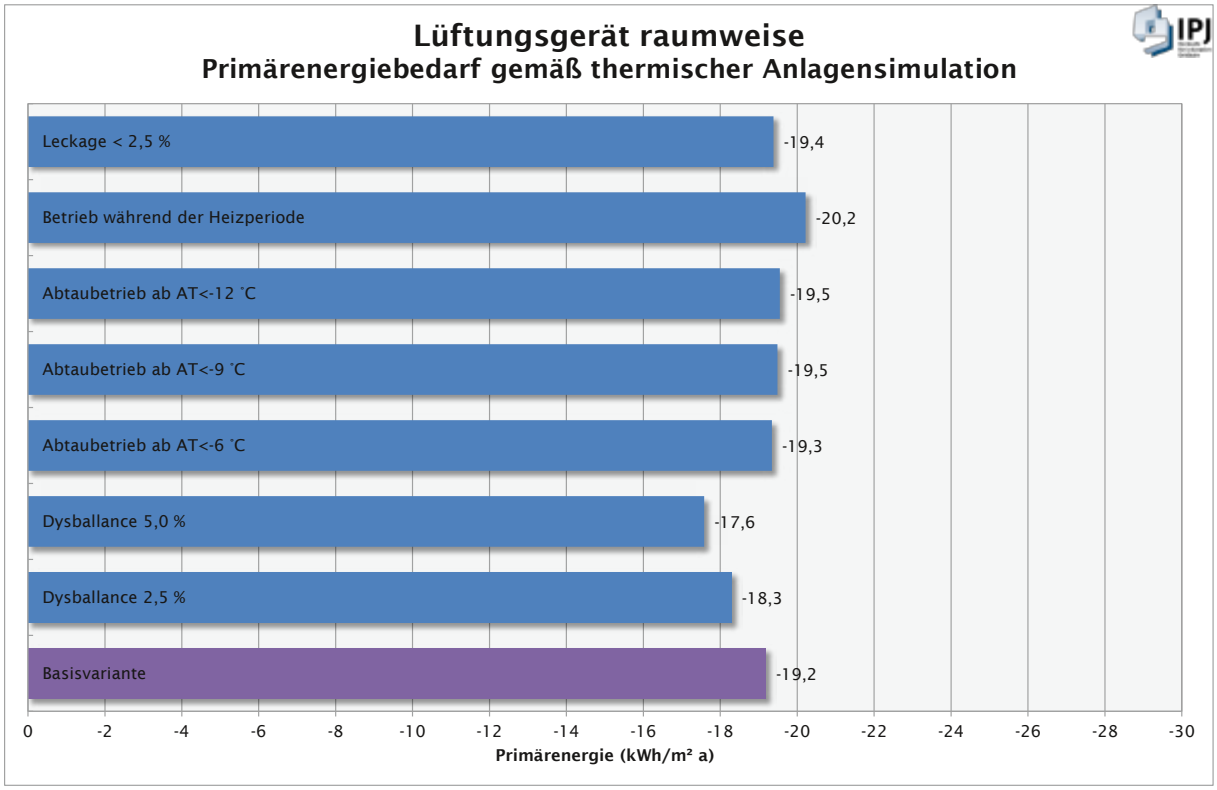


Abbildung 6-2 Anlagensimulation, raumweise WLA – Primärenergiebedarf

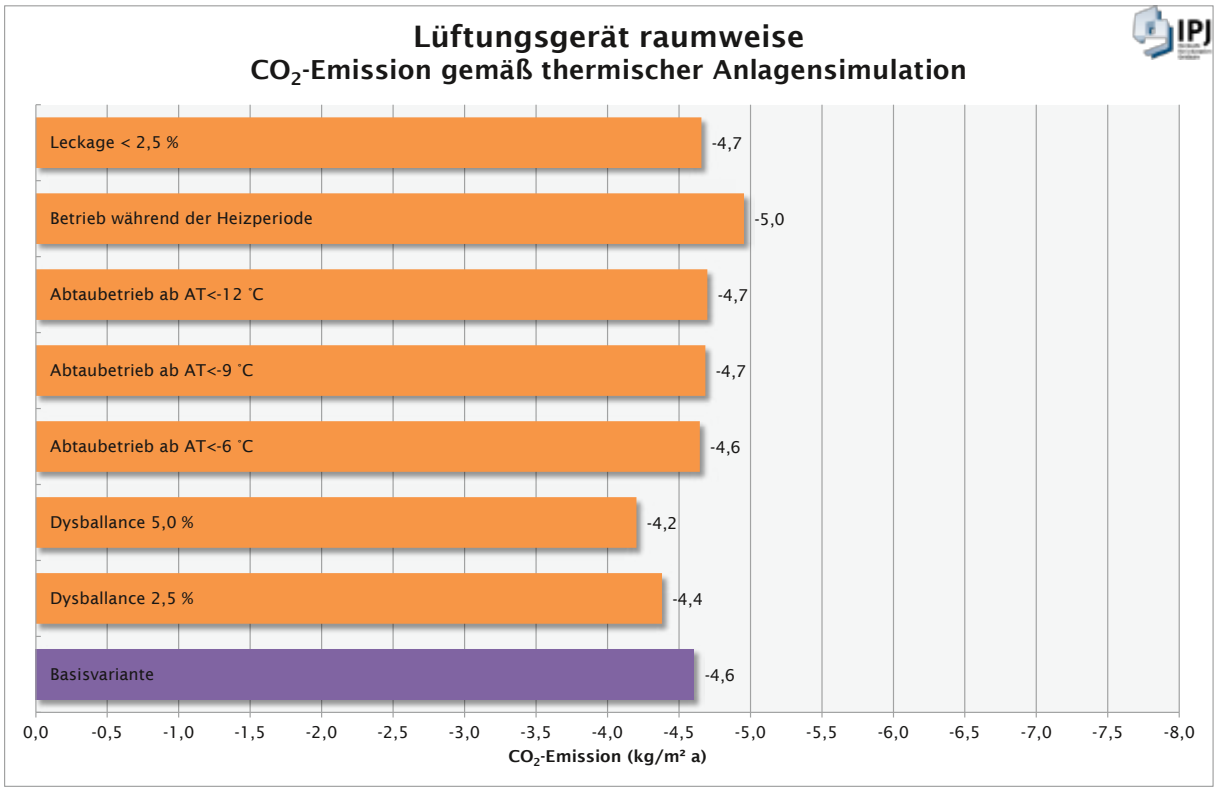


Abbildung 6-3 Anlagensimulation, raumweise WLA – CO_2-Emission

6.1.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen

Untersucht werden für die Gerätegruppe wohnungsweise Lüftungsanlagen folgende Einflussgrößen:

- Leckage des Lüftungsgeräts
- Beschränkung des Betriebs auf die Heizperiode
- Elektrische Luftvorwärmung
- Dysballance des Zu- und Abluftvolumenstroms
- Ventilatorstrombedarf
- Wärmebereitstellungsgrad

Basisvariante

In der Basisvariante, welche die mittleren Eigenschaften der untersuchten Lüftungsanlagen wiederspiegelt, wird eine Heizenergieeinsparung von 25,0 kWh/m² a erzielt. Die Stromaufwendung für Luftförderung beträgt 3,0 kWh/m² a.

Der Primärenergiebedarf berechnet sich zu 19,4 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 4,4 kg/m² a.

Leckagen

Eine Verminderung der Geräte-Leckage auf Werte kleiner 2,5 % des geförderten Volumenstroms verbessert sich die Heizenergieeinsparung geringfügig auf 25,2 kWh/m² a. Bei gleichem Strombedarf für Luftförderung beträgt die eingesparte Primärenergie 19,7 kWh/m² a und die vermiedene CO_2- Emission erreicht 4,5 kg/m² a.

Betrieb während der Heizperiode

Bei Abschaltung der Ventilatoren außerhalb der Heizperiode reduziert sich der Strombedarf für Luftförderung auf 1,9 kWh/m² a. Daraus resultiert eine Primärenergieeinsparung von 21,4 kWh/m² a und eine vermiedene CO_2-Emission von 5,1 kWh/m² a.

Abtaubetrieb

Die Berücksichtigung eines Abtaubetriebs bei Außentemperaturen kleiner -6 ˚C, -9 ˚C bzw. -12 ˚C verbessert die Heizenergieeinsparung auf Werte bis zu 25,4 kWh/m² a. Der eingesparte Primärenergiebedarf erreicht bis zu 19,8 kWh/m² a und die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen bis zu 4,6 kg/m² a.

Luftvorwärmung

Eine elektrische Luftvorwärmung führt zu einer Heizenergieeinsparung von 25,9 kWh/m² a bei einem Strombedarf für Luftförderung von 4,1 kWh/m2 a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf reduziert sich demzufolge auf 18,2 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 4,0 kg/m² a.

Dysballance

Eine Dysballance von bis zu 5 % des geförderten Volumenstroms führt zu einer Reduzierung der Heizenergieeinsparung auf Werte von 24,0 kWh/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 23,2 kWh/m² a (Dysballance 5 %), da der Zuluftvolumenstrom reduziert wird und die Volumenstromdifferenz als Außenluft über Undichtigkeiten nachströmt.

Entsprechend reduzieren sich die Primärenergieeinsparungen auf Werte von 18,4 kWh/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 17,6 kWh/m² a (Dysballance 5 %).

Die eingesparten CO_2-Emissionen reduzieren sich auf Werte von 4,2 kg/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 4,0 kg/m² a (Dysballance 5 %).

Ventilatorstrombedarf

Eine Verringerung des Ventilatorstrombedarfs auf 0,28 Wh/m³ führt zu einem verringerten Strombedarf von 2,5 kWh/m² a. Lüftungsgeräte mit einer spezifischen Ventilatorleistung von 0,40 Wh/m³ vergrößern hingegen den Strombedarf auf 3,5 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf beträgt bei Ventilatoren mit höherem Strombedarf 18,4 kWh/m² a und bei Ventilatoren mit geringerem Strombedarf 20,2 kWh/m² a.

Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 4,2 kg/m² a bei Ventilatoren mit geringerer Effizienz bzw. 4,8 kg/m² a bei verbesserten Ventilatoren.

Wärmebereitstellungsgrad

Ein verbesserter Wärmetauscher (Wärmebereitstellungsgrad 85%) führt zu einer Endenergieeinsparung von 25,4 kWh/m² a. Mit einem reduzierten Wärmebereitstellungsgrad von 81,7% wird eine Endenergieeinsparung von 24,6 kWh/m² a erreicht.

Die eingesparten Primärenergiebedarfe betragen demzufolge 19,8 kWh/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 85 %) bzw. 19,0 kWh/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 81,7 %).

Die vermiedenen CO2-Emissionen berechnen sich zu 4,6 kg/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 85 %) und 4,3 kg/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 81,7 %).

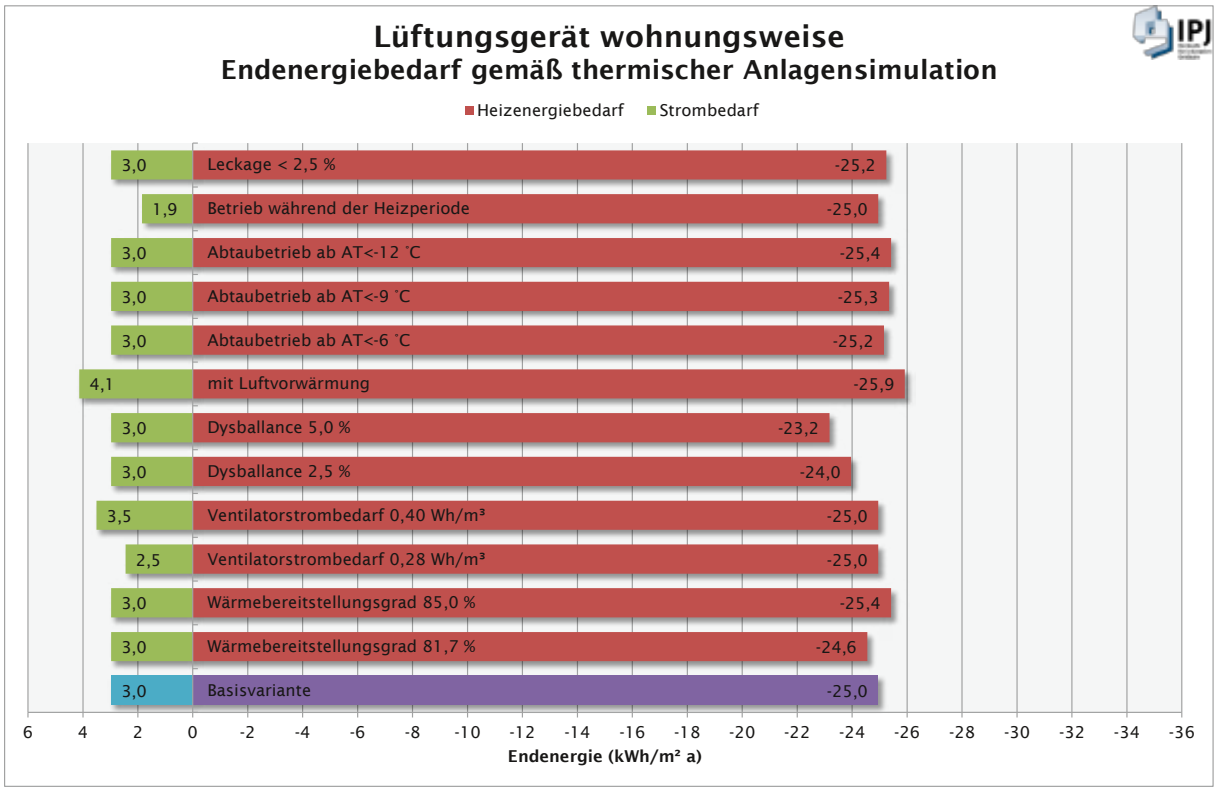


Abbildung 6-4 Anlagensimulation, wohnungsweise WLA – Endenergiebedarf

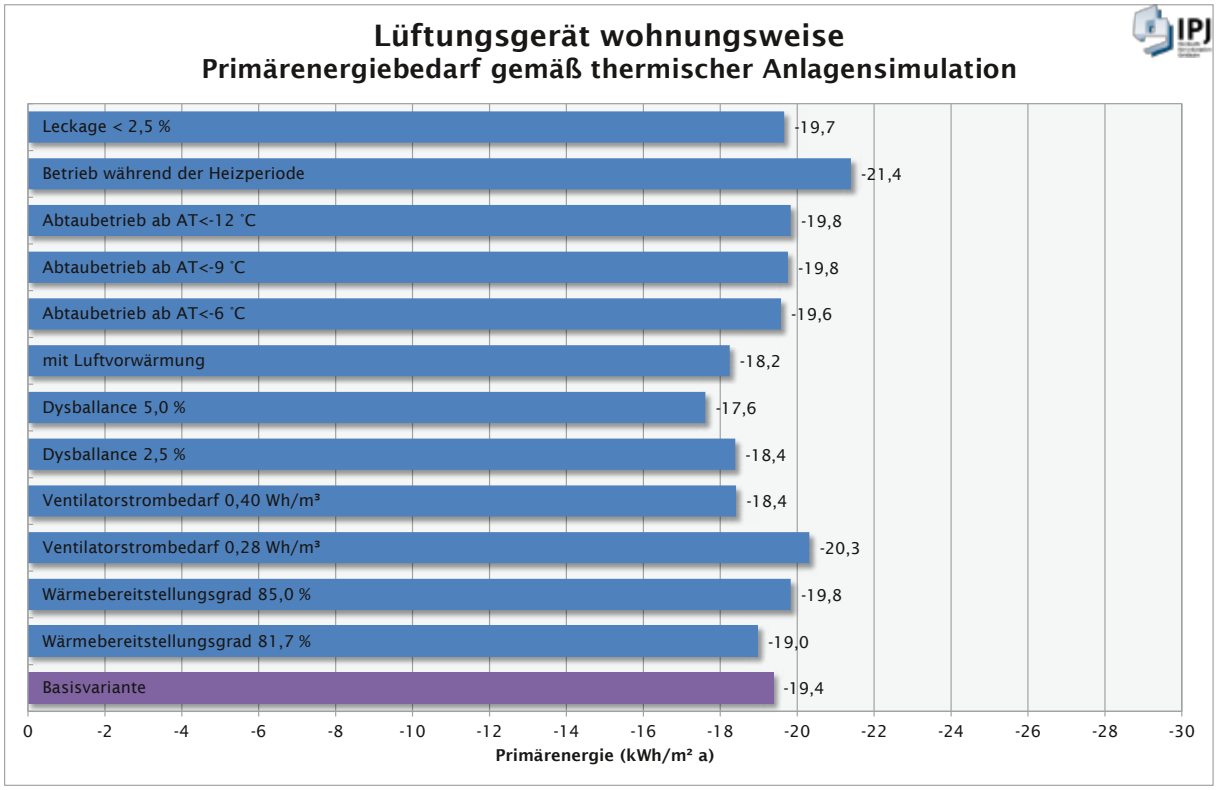


Abbildung 6-5 Anlagensimulation, wohnungsweise WLA – Primärenergiebedarf

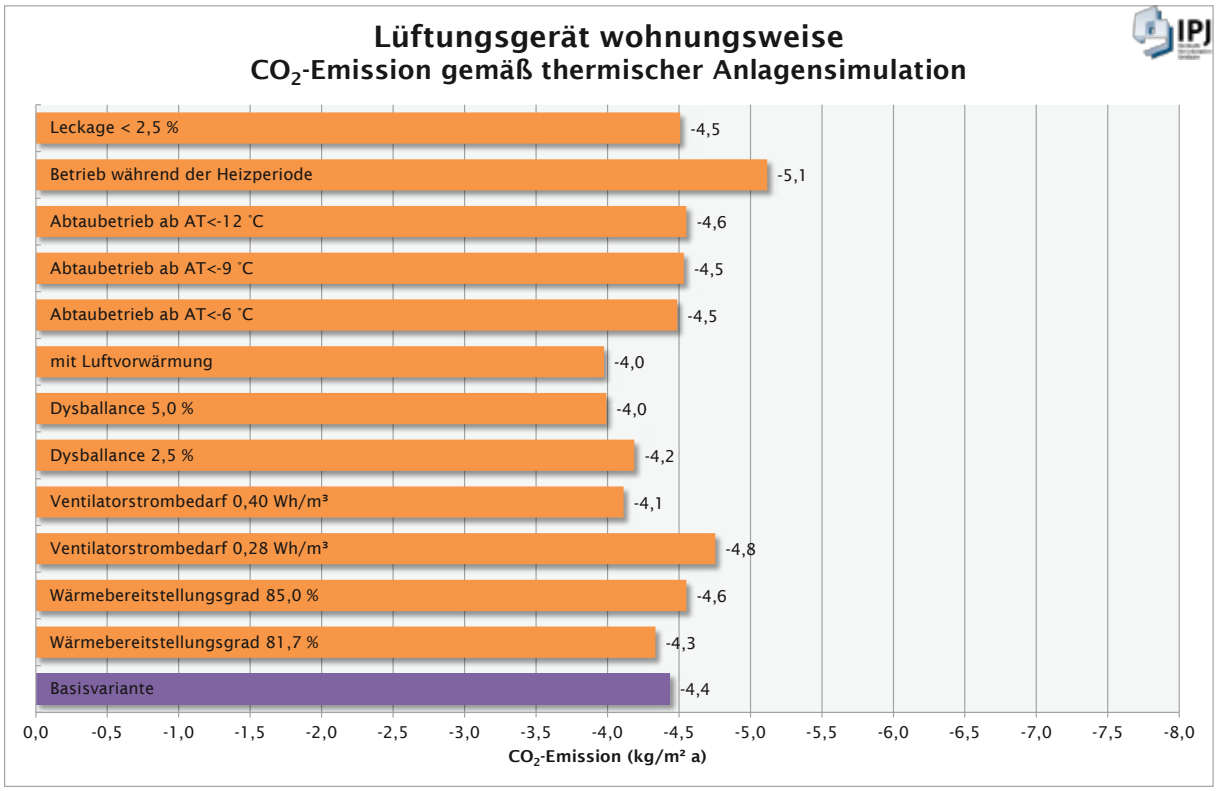


Abbildung 6-6 Anlagensimulation, wohnungsweise WLA – CO_2-Emission

6.1.2.1 Enthalpie-Wärmetauscher

Unter Berücksichtigung der Berechnungsansätze gemäß Abschnitt 1.2 wird die relative Raumluftfeuchte während der Heizperiode mittels thermischer Anlagensimulation bewertet.

Dabei werden entsprechend den Eigenschaften der untersuchten Lüftungsgeräte mit Enthalpie-Wärmetauscher (s. Abschnitt 1.1) zwei Feuchterückgewinnungsgrade, 58 % und 69 %, betrachtet.

Ausgehend von einer Basissimulation ohne Feuchterückgewinnung werden die Verbesserungen der relativen Raumluftfeuchte in folgenden Varianten berechnet:

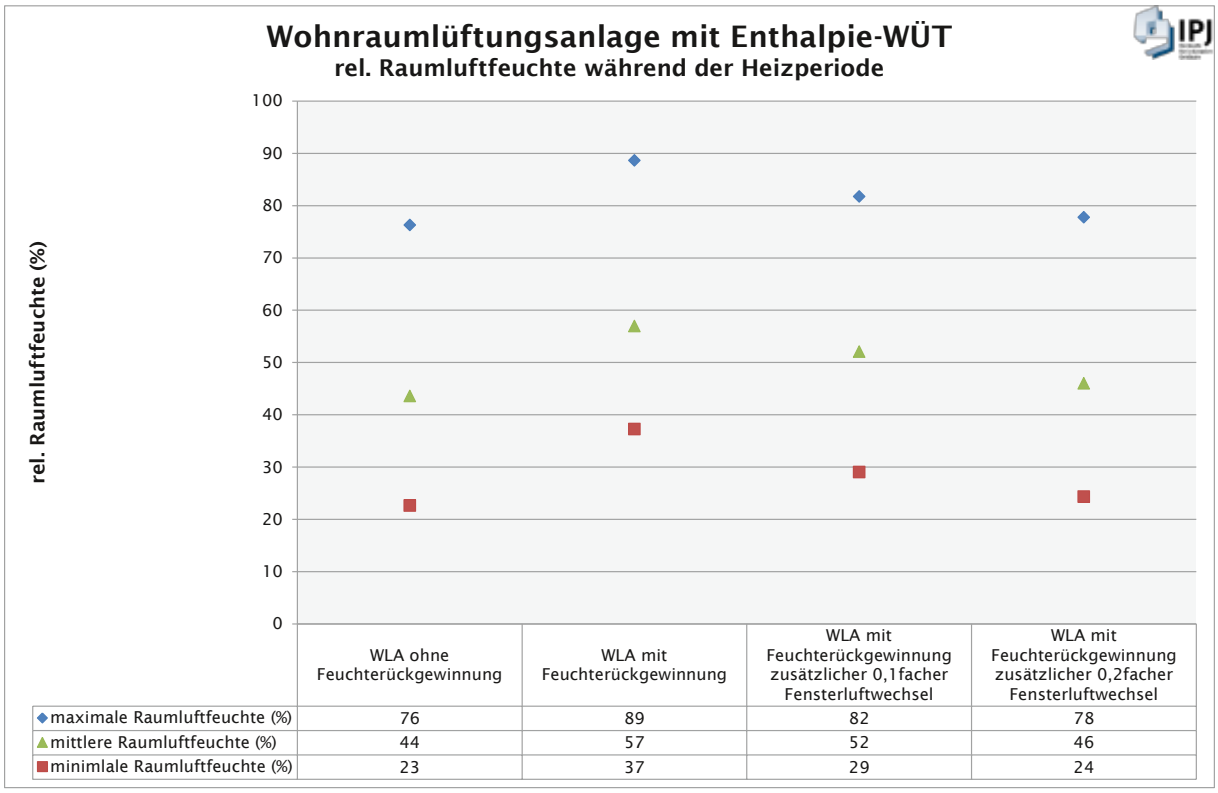
- ohne zusätzlichen Außenluftwechsel
- zusätzlicher 0,1facher Außenluftwechsel
- zusätzlicher 0,2facher Außenluftwechsel

Die Ergebnisse zeigen, dass ohne einen zusätzlichen Außenluftwechsel die mittlere Raumluftfeuchte von 44 % im Mittel auf 57 % (Feuchterückgewinnungsgrad 58 %) bzw. 63 % (Feuchterückgewinnungsgrad 69 %) deutlich angehoben werden kann.

Unter Berücksichtigung eines zusätzlichen 0,1fachen Außenluftwechsels reduziert sich die mittlere Raumluftfeuchte auf Werte von 52 % (Feuchterückgewinnungsgrad 58 %) bzw. 53 % (Feuchterückgewinnungsgrad 69 %).

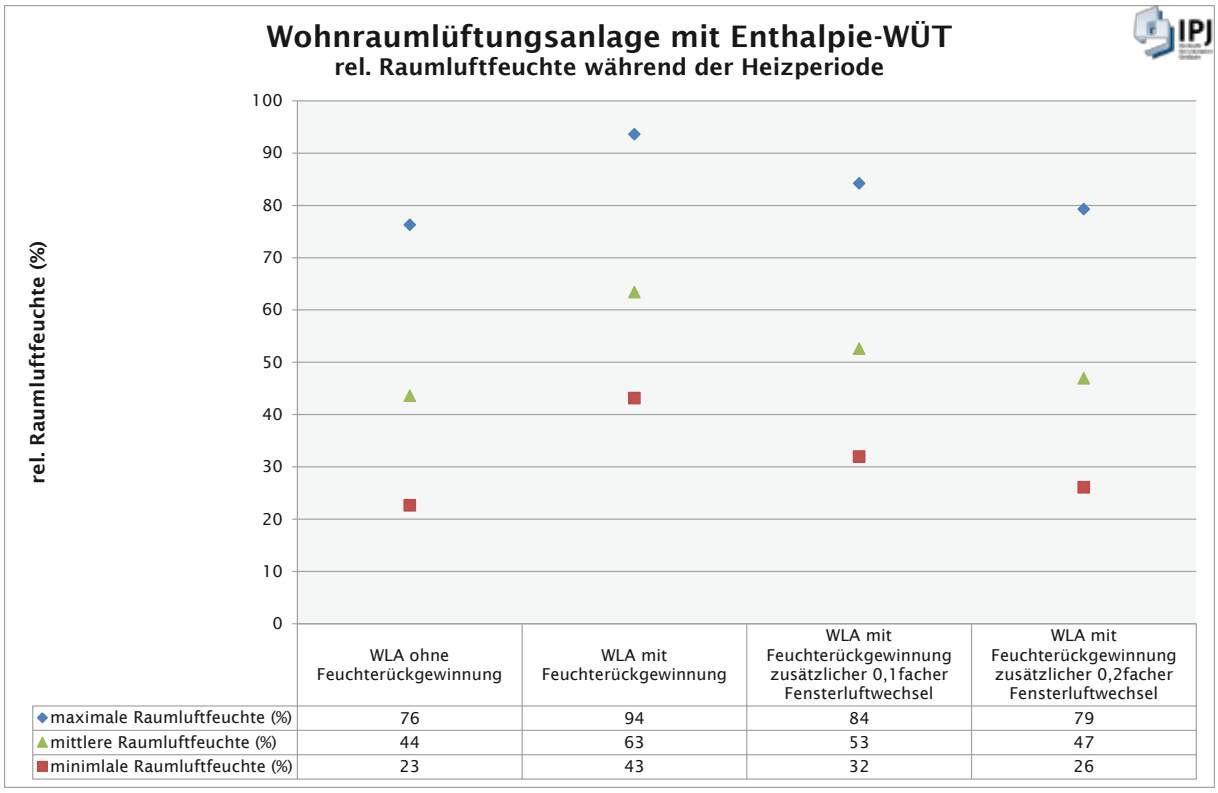
Ein zusätzlicher 0,2facher Außenluftwechsel führt zu mittleren Raumluftfeuchten von 46 % (Feuchterückgewinnungsgrad 58 %) bzw. 47 % (Feuchterückgewinnungsgrad 69 %).

Ein merklicher Effekt kann somit nur unter Voraussetzung einer dichten Gebäudehülle erzielt werden. Die Verwendung von Enthalpie-Wärmetauschern in unsanierten Gebäuden wird zu keiner merklichen Verbesserung der Komfortbedingungen während der Heizperiode führen.



	WLA ohne Feuchterückgewinnung	WLA mit Feuchterückgewinnung	WLA mit Feuchterückgewinnung zusätzlicher 0,1facher Fensterluftwechsel	WLA mit Feuchterückgewinnung zusätzlicher 0,2facher Fensterluftwechsel
maximale Raumluftfeuchte (%)	76	89	82	78
mittlere Raumluftfeuchte (%)	44	57	52	46
minimlale Raumluftfeuchte (%)	23	37	29	24

Abbildung 6-7 **Enthalpie-WÜT – Raumluftfeuchten bei einem Feuchterückgewinnungsgrad von 58 %.**



	WLA ohne Feuchterückgewinnung	WLA mit Feuchterückgewinnung	WLA mit Feuchterückgewinnung zusätzlicher 0,1facher Fensterluftwechsel	WLA mit Feuchterückgewinnung zusätzlicher 0,2facher Fensterluftwechsel
maximale Raumluftfeuchte (%)	76	94	84	79
mittlere Raumluftfeuchte (%)	44	63	53	47
minimlale Raumluftfeuchte (%)	23	43	32	26

Abbildung 6-8 **Enthalpie-WÜT – Raumluftfeuchten bei einem Feuchterückgewinnungsgrad von 63 %.**

6.2 DIN V 18599

Mit der Berechnung nach DIN V 18599 werden raumweise und wohnungsweise Lüftungsanlagen betrachtet.

6.2.1 Raumweise Lüftungsanlagen

Die Berechnung nach DIN V 18599 berücksichtigt für die Gerätegruppe raumweise/wohnungsweise Lüftungsanlagen folgende Einflussgrößen:

- Leckage des Lüftungsgeräts
- Beschränkung des Betriebs auf die Heizperiode
- Grenztemperatur des Abtaubetriebs
- Dysballance des Zu- und Abluftvolumenstroms

Basisvariante

In der Basisvariante, welche die mittleren Eigenschaften der untersuchten Lüftungsanlagen wiederspiegelt, wird eine Heizenergieeinsprung von 28,9 kWh/m² a erzielt. Die Stromaufwendung für Luftförderung beträgt 1,5 kWh/m² a.

Der Primärenergiebedarf berechnet sich zu 25,9 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 6,3 kg/m² a.

Leckagen

Eine Verminderung der Geräte-Leckage auf Werte kleiner 2,5 % des geförderten Volumenstroms verbessert sich die Heizenergieeinsparung geringfügig auf 29,4 kWh/m² a. Bei gleichem Strombedarf für Luftförderung beträgt die eingesparte Primärenergie 26,4 kWh/m² a und die vermiedene CO_2- Emission erreicht 6,4 kg/m² a.

Betrieb während der Heizperiode

Bei Abschaltung der Ventilatoren außerhalb der Heizperiode reduziert sich der Strombedarf für Luftförderung auf 1,0 kWh/m² a. Daraus resultiert eine Primärenergieeinsparung von 26,9 kWh/m² a und eine vermiedene CO_2-Emission von 6,6 kWh/m² a.

Abtaubetrieb

Die Berücksichtigung eines Abtaubetriebs bei Außentemperaturen kleiner -6 ˚C, -9 ˚C bzw. -12 ˚C verbessert die Heizenergieeinsparung auf Werte bis zu 30,7 kWh/m² a. Der eingesparte Primärenergiebedarf erreicht bis zu 26,9 kWh/m² a und die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen bis zu 6,7 kg/m² a.

Dysballance

Eine Dysballance von bis zu 5 % des geförderten Volumenstroms führt zu einer Reduzierung der Heizenergieeinsparung auf Werte von 28,9 kWh/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 28,5 kWh/m² a (Dysballance 5 %), da der Zuluftvolumenstrom reduziert wird und die Volumenstromdifferenz als Außenluft über Undichtigkeiten nachströmt.

Entsprechend reduzieren sich die Primärenergieeinsparungen auf Werte von 18,3 kWh/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 17,6 kWh/m² a (Dysballance 5 %).

Die eingesparten CO_2-Emissionen reduzieren sich auf Werte von 6,3 kg/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 6,2 kg/m² a (Dysballance 5 %).

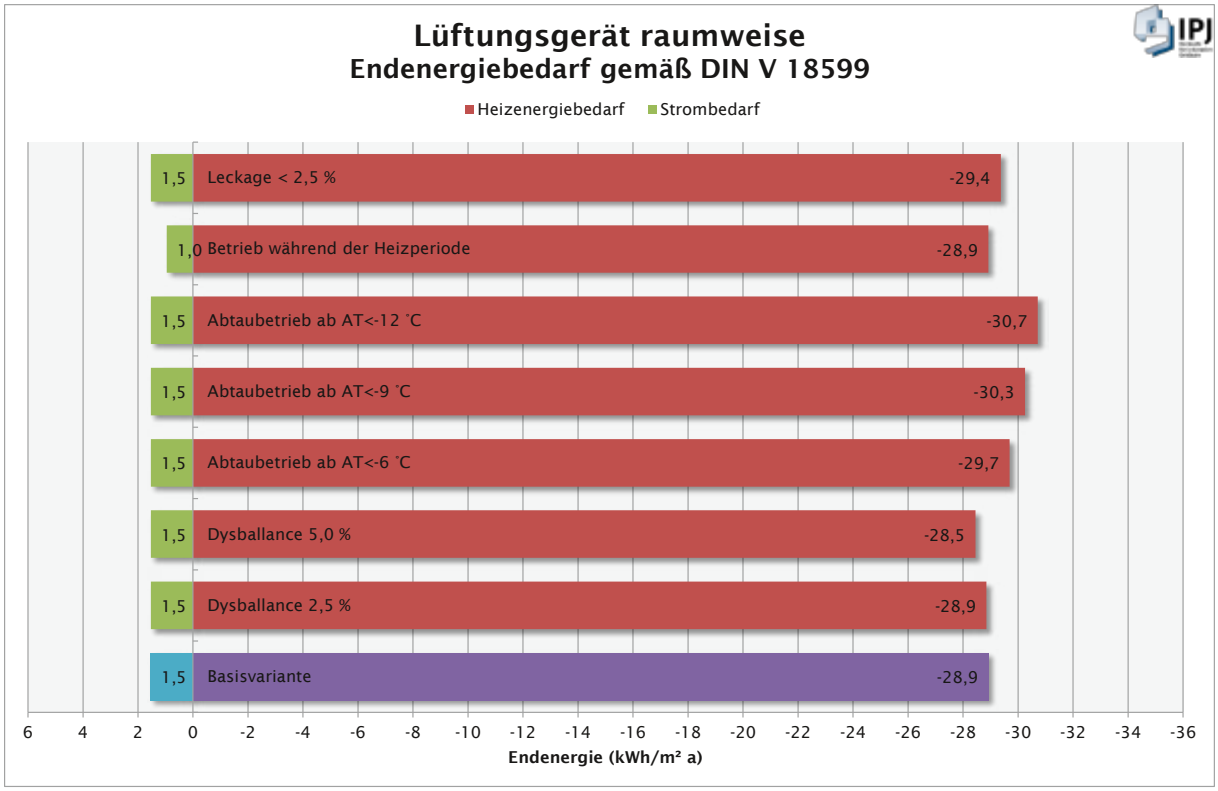


Abbildung 6-9 DIN V 18599, raumweise WLA – Endenergiebedarf

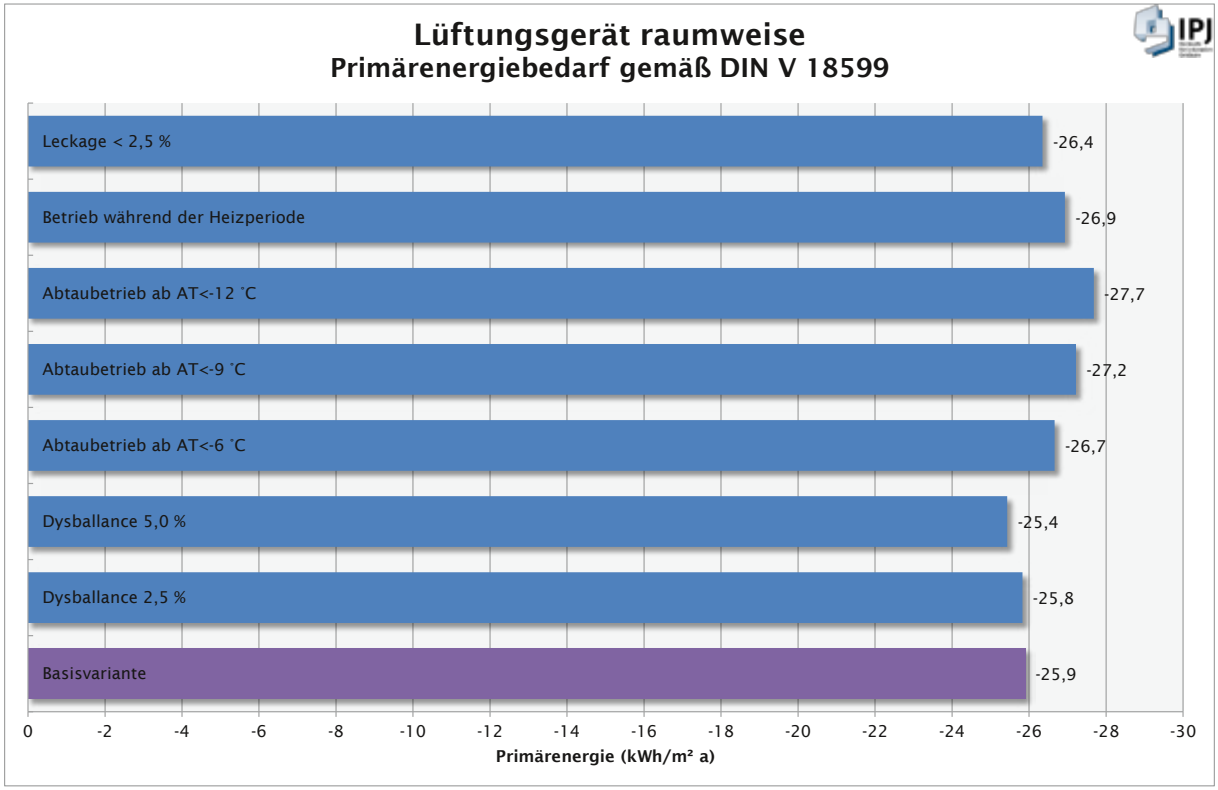


Abbildung 6-10 DIN V 18599, raumweise WLA – Primärenergiebedarf

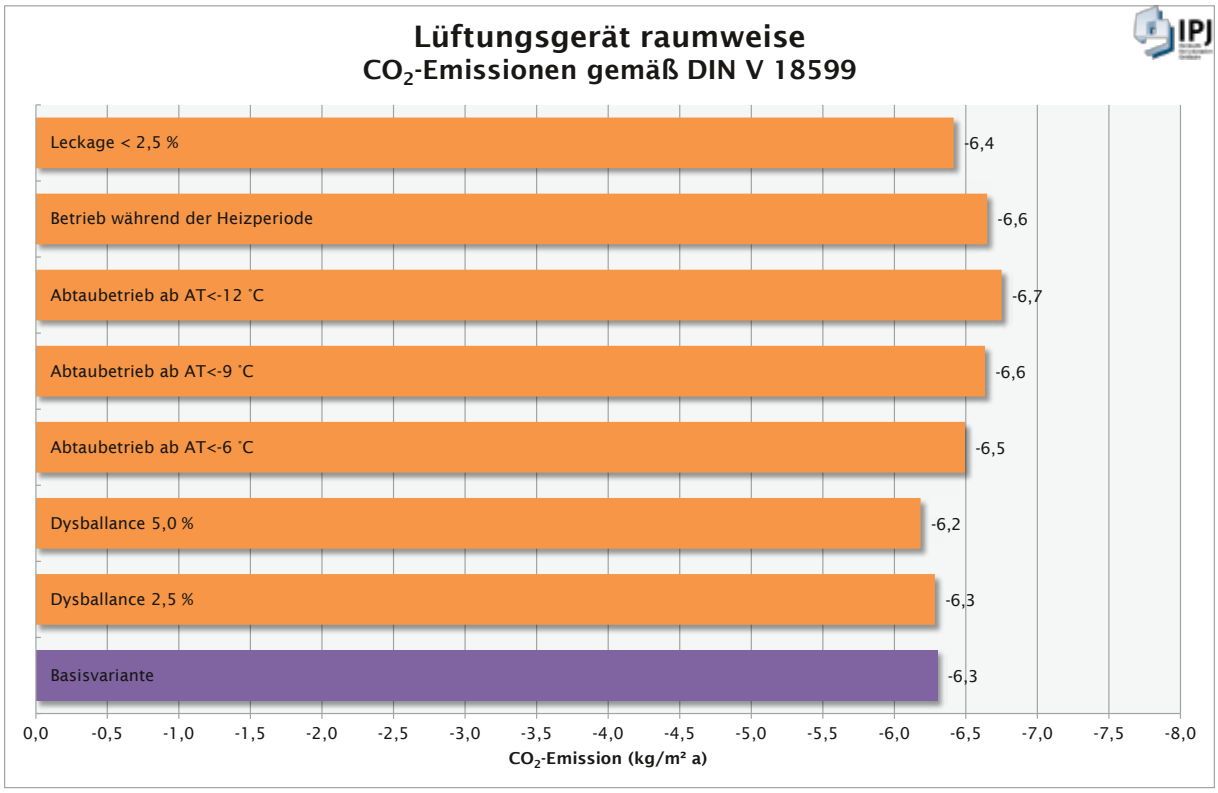


Abbildung 6-11 DIN V 18599, raumweise WLA – CO_2-Emission

6.2.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen

Untersucht werden für die Gerätegruppe wohnungsweise Lüftungsanlagen folgende Einflussgrößen:

- Aufstellort
- Leckage des Lüftungsgeräts
- Beschränkung des Betriebs auf die Heizperiode
- Elektrische Luftvorwärmung
- Dysballance des Zu- und Abluftvolumenstroms
- Ventilatorstrombedarf
- Wärmebereitstellungsgrad

Basisvariante

In der Basisvariante, welche die mittleren Eigenschaften der untersuchten Lüftungsanlagen wiederspiegelt, wird eine Heizenergieeinsparung von 31,7 kWh/m² a erzielt. Die Stromaufwendung für Luftförderung beträgt 3,0 kWh/m² a.

Der Primärenergiebedarf berechnet sich zu 26,1 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 6,1 kg/m² a.

Aufstellort

Im Falle einer Anordnung des Lüftungsgeräts außerhalb der thermischen Hülle beträgt der eingesparte Endenergiebedarf 31,0 kWh/m² a für Gerätegehäuse mit einem spezifischen Wärmeleitwiderdstand < 0,5 m² K/W.

Der eingesparte Primärenergiebedarf erreicht in diesem Falle 25,4 kWh/m² a und die vermiedene CO_2-Emission beträgt 6,0 kg/m² a.

Leckagen

Eine Verminderung der Geräte-Leckage auf Werte kleiner 2,5 % des geförderten Volumenstroms verbessert sich die Heizenergieeinsparung geringfügig auf 32,1 kWh/m² a. Bei gleichem Strombedarf für Luftförderung beträgt die eingesparte Primärenergie 26,4 kWh/m² a und die vermiedene CO_2- Emission erreicht 6,2 kg/m² a.

Betrieb während der Heizperiode

Bei Abschaltung der Ventilatoren außerhalb der Heizperiode reduziert sich der Strombedarf für Luftförderung auf 1,9 kWh/m² a. Daraus resultiert eine Primärenergieeinsparung von 28,1 kWh/m² a und eine vermiedene CO_2-Emission von 6,8 kWh/m² a.

Abtaubetrieb

Die Berücksichtigung eines Abtaubetriebs bei Außentemperaturen kleiner -6 ˚C, -9 ˚C bzw. -12 ˚C verbessert die Heizenergieeinsparung auf Werte bis zu 33,5 kWh/m² a. Der eingesparte Primärenergiebedarf erreicht bis zu 27,8 kWh/m² a und die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen bis zu 6,6 kg/m² a.

Luftvorwärmung

Eine elektrische Luftvorwärmung führt zu einer Heizenergieeinsparung von 31,7 kWh/m² a bei einem Strombedarf für Luftförderung von 3,9 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf reduziert sich demzufolge auf 24,3 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 5,5 kg/m² a.

Dysballance

Dysballance bis zu 5 % des geförderten Volumenstroms führen zu einer Reduzierung der Heizenergieeinsparung auf Werte von 31,6 kWh/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 31,2 kWh/m² a (Dysballance 5 %), da der Zuluftvolumenstrom reduziert wird und die Volumenstromdifferenz als Außenluft über Undichtigkeiten nachströmt.

Entsprechend reduzieren sich die Primärenergieeinsparungen auf Werte von 26,0 kWh/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 25,6 kWh/m² a (Dysballance 5 %).

Die eingesparten CO_2-Emissionen reduzieren sich auf Werte von 6,1 kg/m² a (Dysballance 2,5 %) bzw. 6,0 kg/m² a (Dysballance 5 %).

Ventilatorstrombedarf

Eine Verringerung des Ventilatorstrombedarfs auf 0,28 Wh/m³ führt zu einem verringerten Strombedarf von 2,5 kWh/m² a. Lüftungsgeräte mit einer spezifischen Ventilatorleistung von 0,40 Wh/m³ vergrößern hingegen den Strombedarf auf 3,5 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf beträgt bei Ventilatoren mit höherem Strombedarf 25,1 kWh/m² a und bei Ventilatoren mit geringerem Strombedarf 27,0 kWh/m² a.

Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 5,8 kg/m² a bei Ventilatoren mit geringerer Effizienz bzw. 6,4 kg/m² a bei verbesserten Ventilatoren.

Wärmebereitstellungsgrad

Ein verbesserter Wärmetauscher (Wärmebereitstellungsgrad 85%) führt zu einer Endenergieeinsparung von 32,4 kWh/m² a. Mit einem reduzierten Wärmebereitstellungsgrad von 81,7% wird eine Endenergieeinsparung von 31,1 kWh/m² a erreicht.

Die eingesparten Primärenergiebedarfe betragen demzufolge 26,7 kWh/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 85 %) bzw. 25,5 kWh/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 81,7 %).

Die vermiedenen CO_2-Emissionen berechnen sich zu 6,3 kg/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 85 %) und 6,0 kg/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 81,7 %).

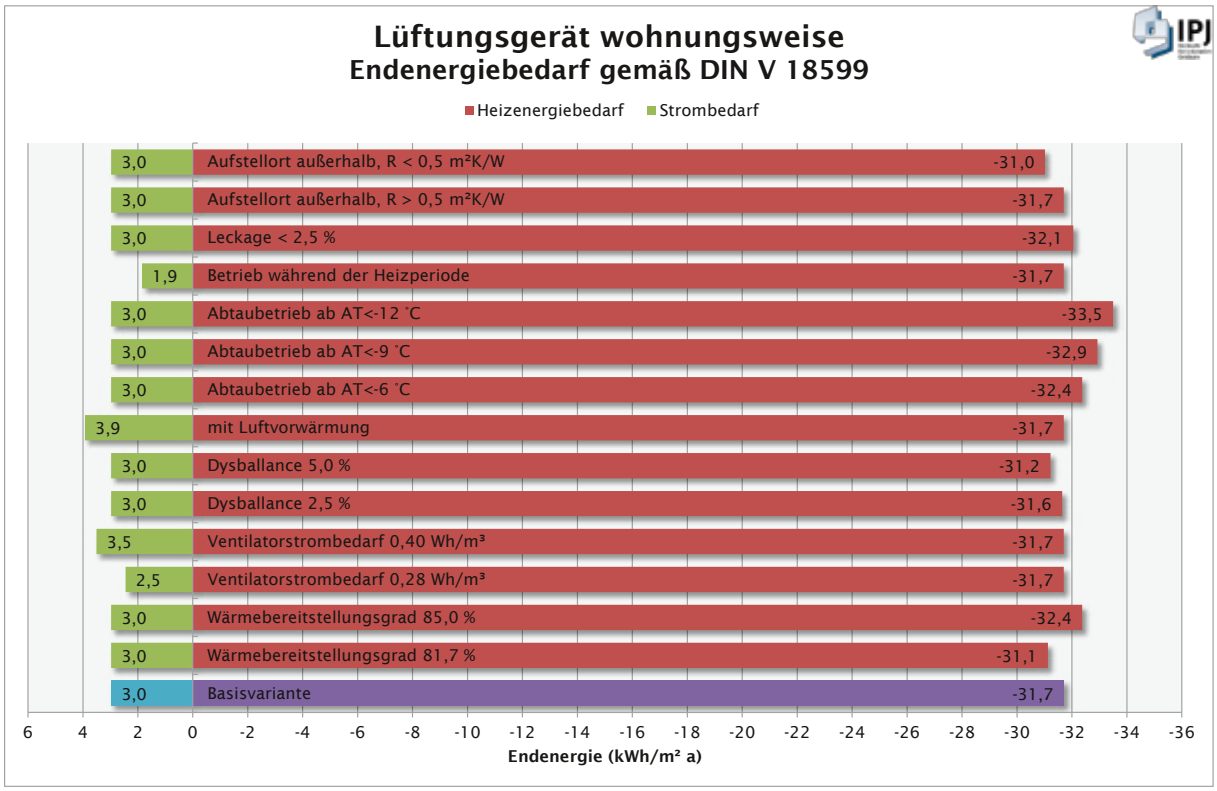


Abbildung 6-12 DIN V 18599, wohnungsweise WLA – Endenergiebedarf

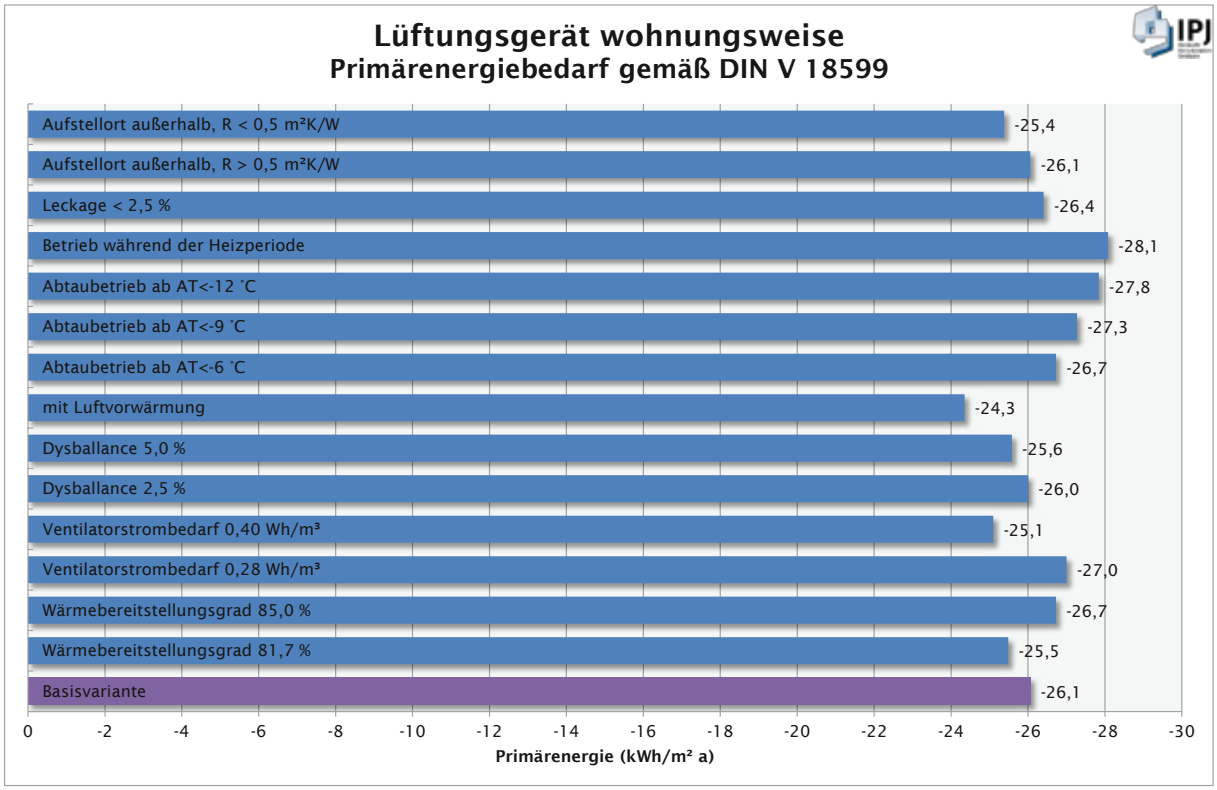


Abbildung 6-13 DIN V 18599, wohnungsweise WLA – Primärenergiebedarf

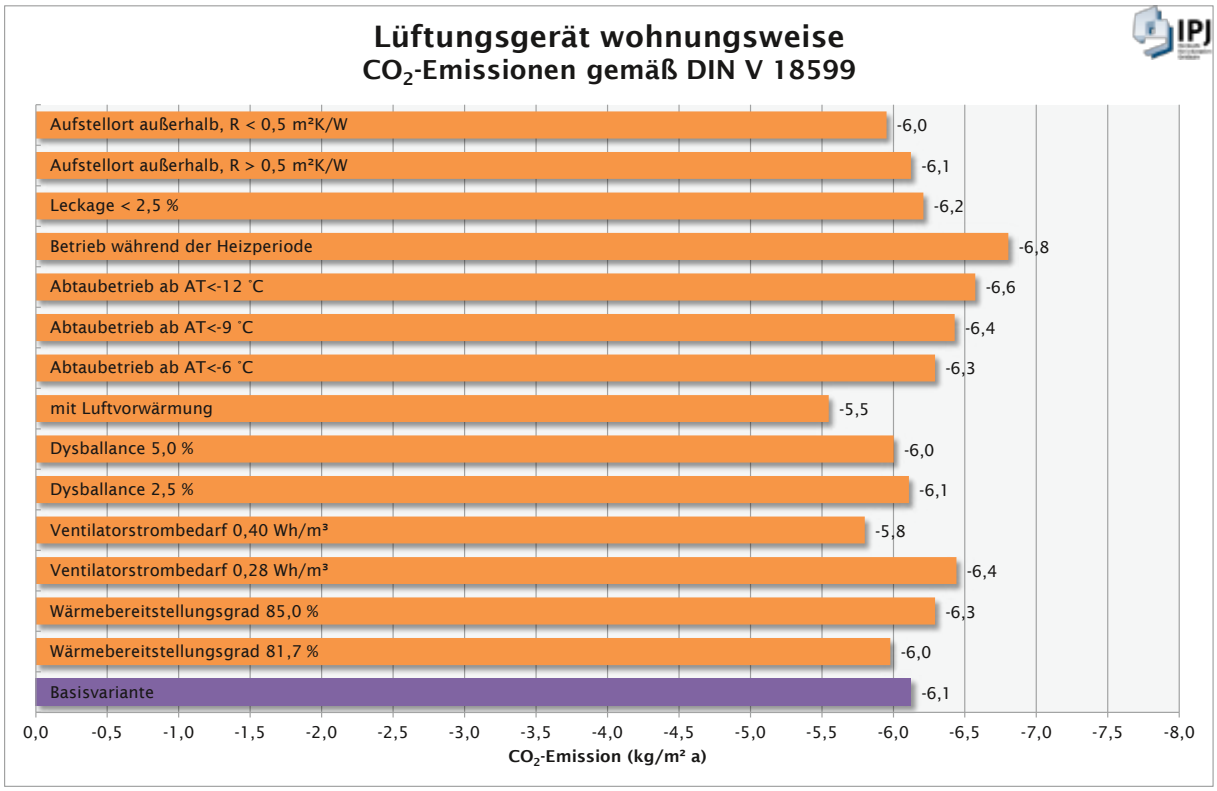


Abbildung 6-14 DIN V 18599, wohnungsweise WLA – CO_2-Emission

6.3 DIN V 4108-6 / DIN V 4701-10

Mittels der DIN V 4108-6 / 4701-10 werden für die Lüftungsanlagengruppen raumweise/wohnungsweise Lüftungsanlagen folgende Einflussgrößen untersucht:

- Ventilatorstrombedarf
- Wärmebereitstellungsgrad
- Abtaubetrieb / Wärmeverluste über das Gehäuse / Dichtheit des Lüftungsgeräts
- Luftvorwärmung (elektrisch)
- Jährliche Betriebszeit

6.3.1 Raumweise Lüftungsanlagen

Basisvariante

In der Basisvariante, welche die mittleren Eigenschaften der untersuchten Lüftungsanlagen wiederspiegelt, wird eine Heizenergieeinsprung von 18,9 kWh/m² a erzielt. Die Stromaufwendung für Luftförderung beträgt 1,6 kWh/m² a.

Der Primärenergiebedarf berechnet sich zu 15,8 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 3,8 kg/m² a.

Betrieb während der Heizperiode

Bei Abschaltung der Ventilatoren außerhalb der Heizperiode reduziert sich der Strombedarf für Luftförderung auf 0,8 kWh/m² a. Daraus resultiert eine Primärenergieeinsparung von 17,3 kWh/m² a und eine vermiedene CO_2-Emission von 4,2 kWh/m² a.

Abtaubetrieb/Wärmeverluste/Dichtheit

Die Berücksichtigung von Korrekturfaktoren für einen Abtaubetrieb/Wärmeverlusten über das Gehäuse/der Dichtheit des Gehäuses verringert sich die Heizenergieeinsparung auf einen Wert von 17,2 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf erreicht 14,2 kWh/m² a und die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 3,3 kg/m² a.

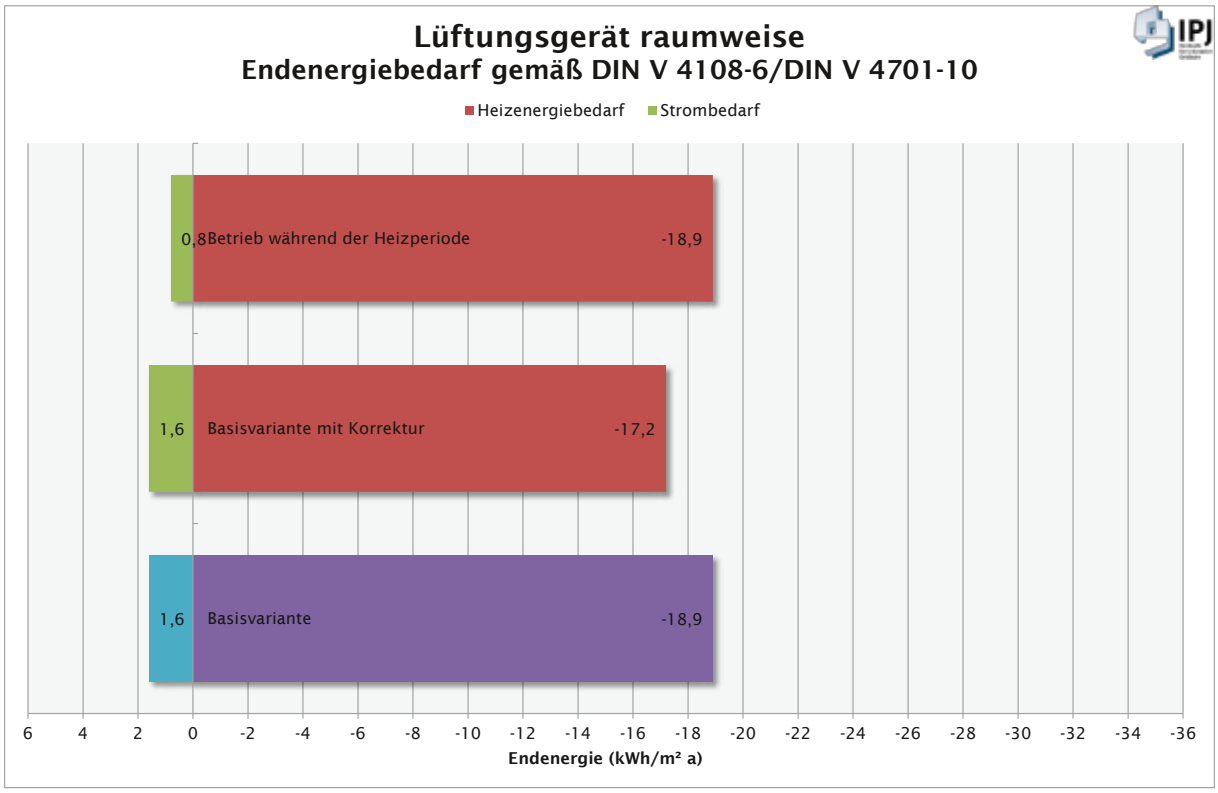


Abbildung 6-15 DIN V 4108-6/4701-10, raumweise WLA – Endenergiebedarf

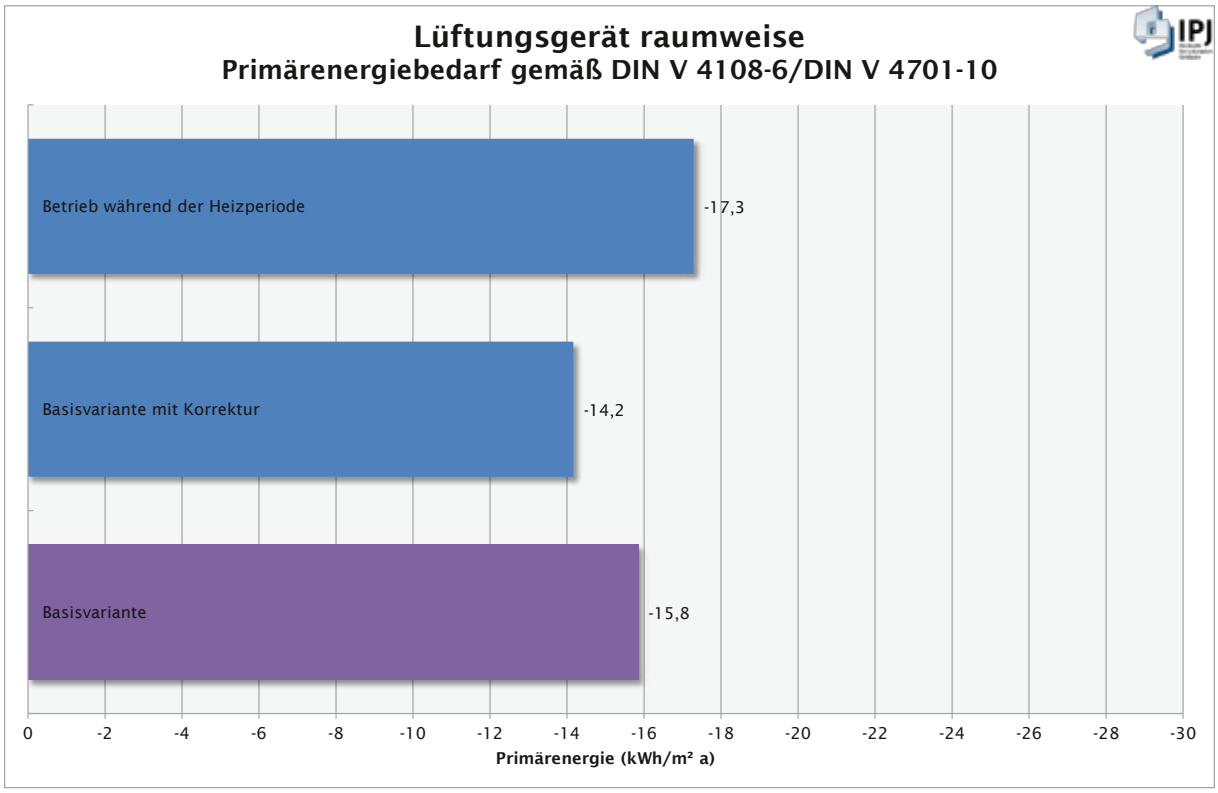


Abbildung 6-16 DIN V 4108-6/4701-10, raumweise WLA – Primärenergiebedarf

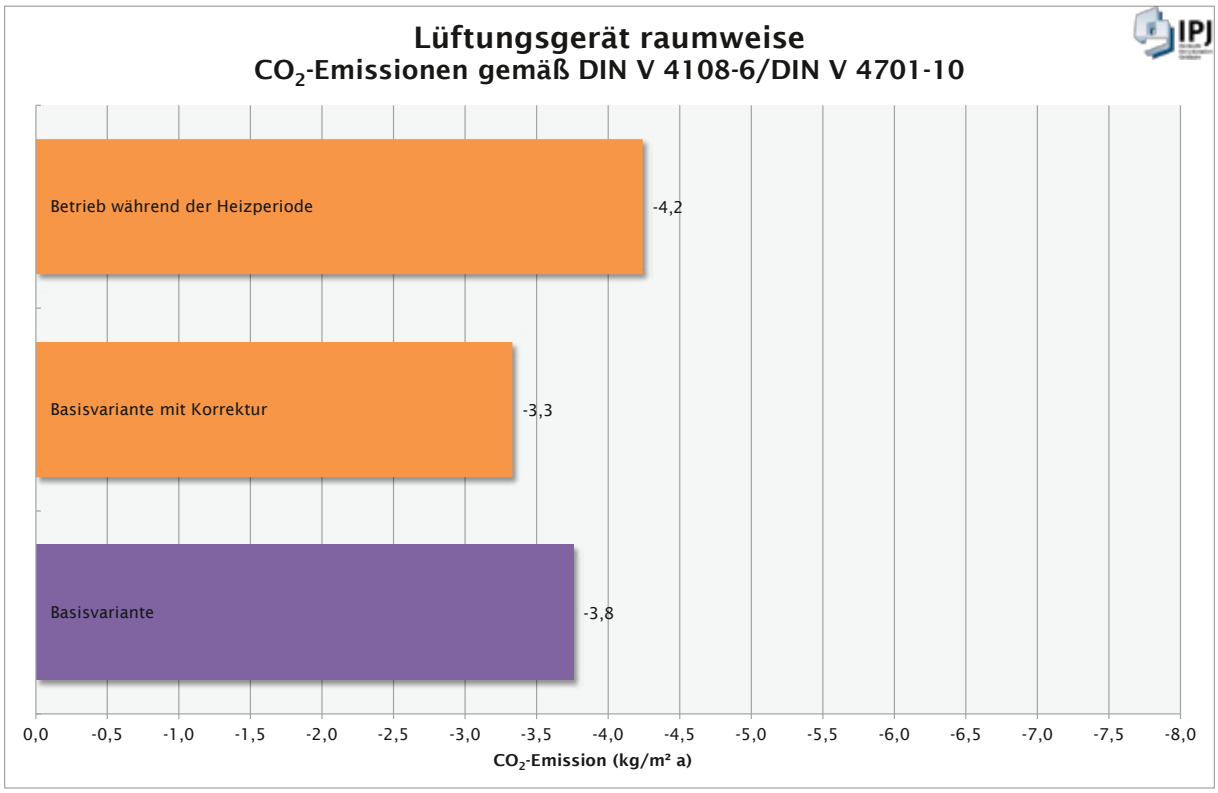


Abbildung 6-17 DIN V 4108-6/4701-10, raumweise WLA – CO_2-Emission

6.3.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen

Untersucht werden für die Gerätegruppe wohnungsweise Lüftungsanlagen folgende Einflussgrößen:

- Beschränkung des Betriebs auf die Heizperiode
- Elektrische Luftvorwärmung
- Korrektur für Abtaubetrieb / Wärmeverluste über das Gehäuse / Dichtheit des Lüftungsgeräts
- Ventilatorstrombedarf
- Wärmebereitstellungsgrad

Basisvariante

In der Basisvariante, welche die mittleren Eigenschaften der untersuchten Lüftungsanlagen wiederspiegelt, wird eine Heizenergieeinsparung von 19,7 kWh/m² a erzielt. Die Stromaufwendung für Luftförderung beträgt 3,0 kWh/m² a.

Der Primärenergiebedarf berechnet sich zu 14,1 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 3,1 kg/m² a.

Betrieb während der Heizperiode

Bei Abschaltung der Ventilatoren außerhalb der Heizperiode reduziert sich der Strombedarf für Luftförderung auf 1,5 kWh/m² a. Daraus resultiert eine Primärenergieeinsparung von 16,8 kWh/m² a und eine vermiedene CO_2-Emission von 4,0 kWh/m² a.

Luftvorwärmung

Eine elektrische Luftvorwärmung führt zu einer Heizenergieeinsparung von 19,7 kWh/m² a bei einem Strombedarf für Luftförderung von 4,3 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf reduziert sich demzufolge auf 11,8 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 2,3 kg/m² a.

Abtaubetrieb/Wärmeverluste/Dichtheit

Die Berücksichtigung von Korrekturfaktoren für einen Abtaubetrieb/Wärmeverlusten über das Gehäuse/der Dichtheit des Gehäuses verringert sich die Heizenergieeinsparung auf einen Wert von 17,9 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf erreicht 12,3 kWh/m² a und die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 2,7 kg/m² a.

Ventilatorstrombedarf

Eine Verringerung des Ventilatorstrombedarfs auf 0,28 Wh/m³ führt zu einem verringerten Strombedarf von 2,4 kWh/m² a. Lüftungsgeräte mit einer spezifischen Ventilatorleistung von 0,40 Wh/m³ vergrößern hingegen den Strombedarf auf 3,6 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf beträgt bei Ventilatoren mit höherem Strombedarf 13,0 kWh/m² a und bei Ventilatoren mit geringerem Strombedarf 15,2 kWh/m² a.

Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 2,7 kg/m² a bei Ventilatoren mit geringerer Effizienz bzw. 3,5 kg/m² a bei verbesserten Ventilatoren.

Wärmebereitstellungsgrad

Ein verbesserter Wärmetauscher (Wärmebereitstellungsgrad 85%) führt zu einer Endenergieeinsparung von 20,1 kWh/m² a. Mit einem reduzierten Wärmebereitstellungsgrad von 81,7% wird eine Endenergieeinsparung von 19,3 kWh/m² a erreicht.

Die eingesparten Primärenergiebedarfe betragen demzufolge 14,5 kWh/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 85 %) bzw. 13,7 kWh/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 81,7 %).

Die vermiedenen CO_2-Emissionen berechnen sich zu 3,2 kg/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 85 %) und 3,0 kg/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 81,7 %).

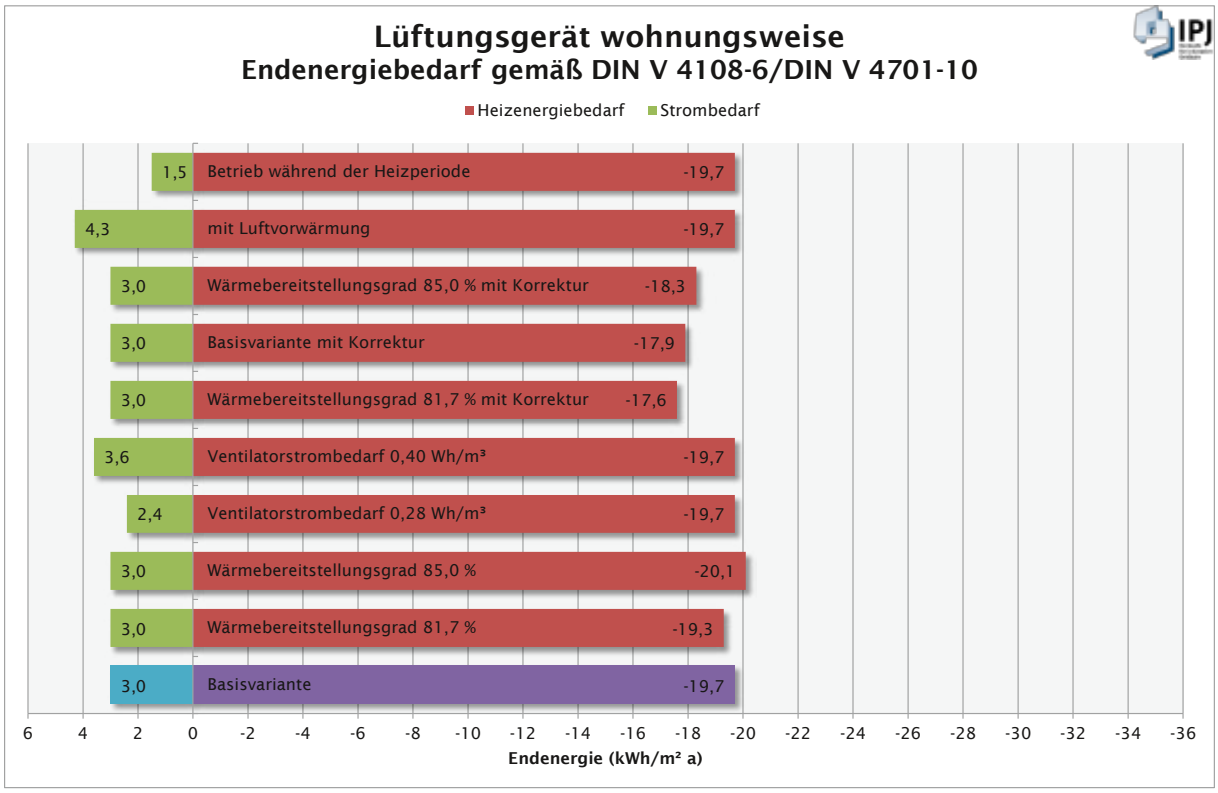


Abbildung 6-18 DIN V 4108-6/4701-10, wohnungsweise WLA – Endenergiebedarf

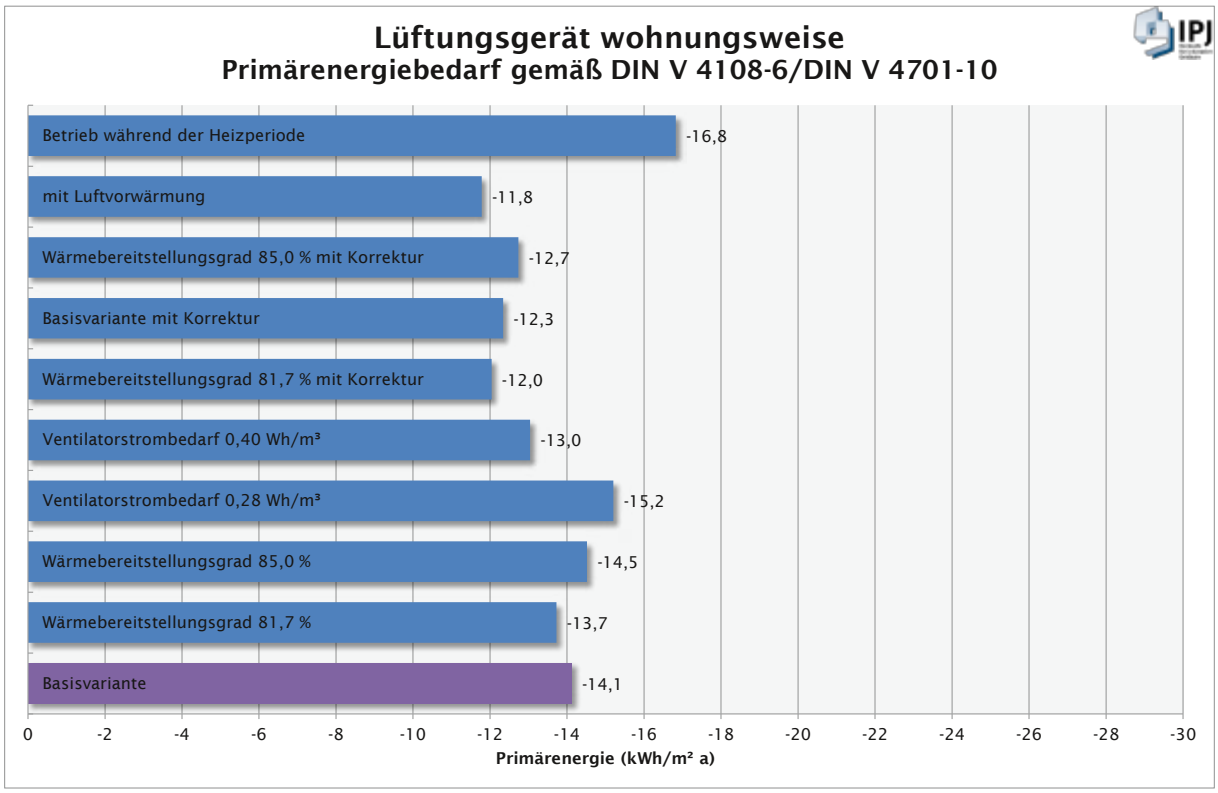


Abbildung 6-19 DIN V 4108-6/4701-10, wohnungsweise WLA – Primärenergiebedarf

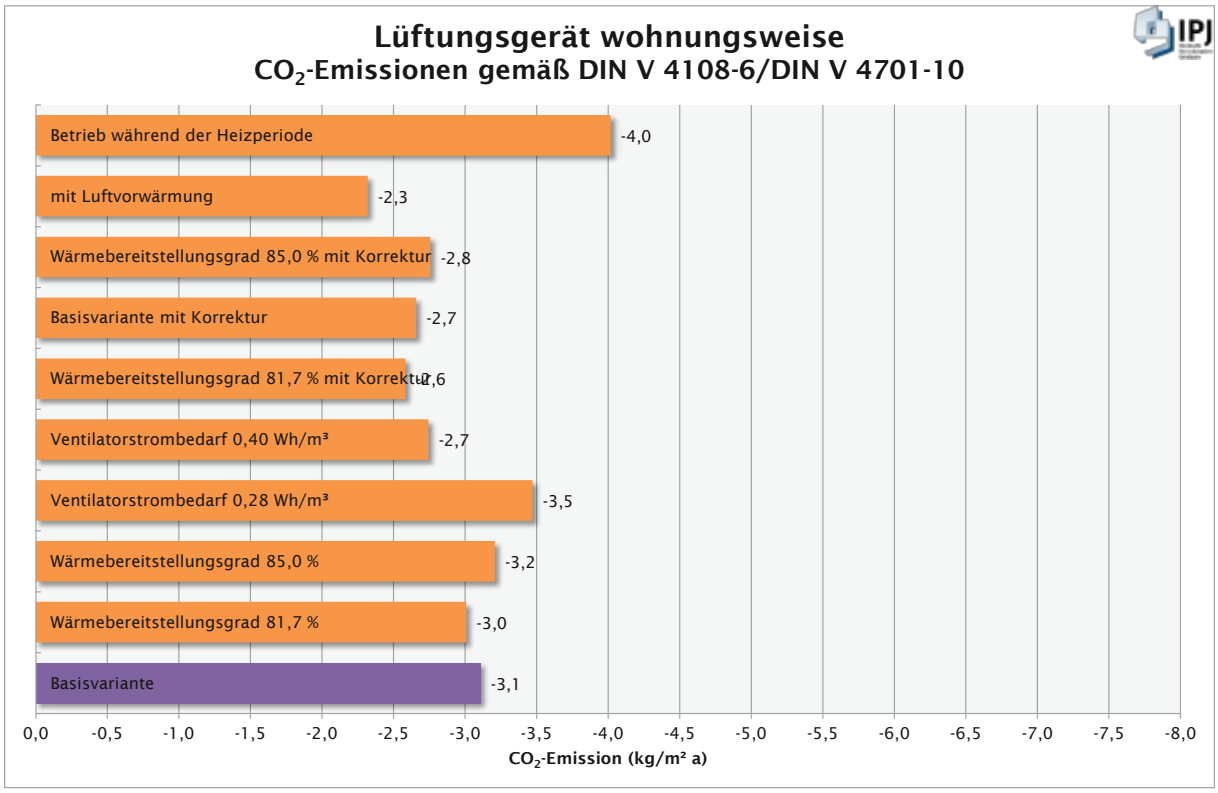


Abbildung 6-20 DIN V 4108-6/4701-10, wohnungsweise WLA – CO_2-Emission

6.4 Ökodesign-Richtlinie

Mit Hilfe der Berechnungen gemäß ErP-Richtline werden für die Lüftungsanlagengruppen raumweise/wohnungsweise Lüftungsanlagen folgende Einflussgrößen untersucht:

- der Temperaturänderungsgrad der Wärmerückgewinnung
- die spezifische Eingangsleistung des Lüftungsgeräts in kW/(m³/h)
- Frostschutz / Luftvorwärmung
- Jährliche Betriebszeit

6.4.1 Raumweise Lüftungsanlagen

Basisvariante

In der Basisvariante, welche die mittleren Eigenschaften der untersuchten Lüftungsanlagen wiederspiegelt, wird eine Heizenergieeinsprung von 28,5 kWh/m² a erzielt. Die Stromaufwendung für Luftförderung beträgt 1,0 kWh/m² a.

Der Primärenergiebedarf berechnet sich zu 26,5 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 6,5 kg/m² a.

Betrieb während der Heizperiode

Bei Abschaltung der Ventilatoren außerhalb der Heizperiode reduziert sich der Strombedarf für Luftförderung auf 0,6 kWh/m² a. Daraus resultiert eine Primärenergieeinsparung von 27,2 kWh/m² a und eine vermiedene CO_2-Emission von 6,8 kWh/m² a.

Luftvorwärmung

Eine elektrische Luftvorwärmung führt zu einer Heizenergieeinsparung von 28,5 kWh/m² a bei einem Strombedarf für Luftförderung von 1,5 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf reduziert sich demzufolge auf 25,5 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 6,2 kg/m² a.

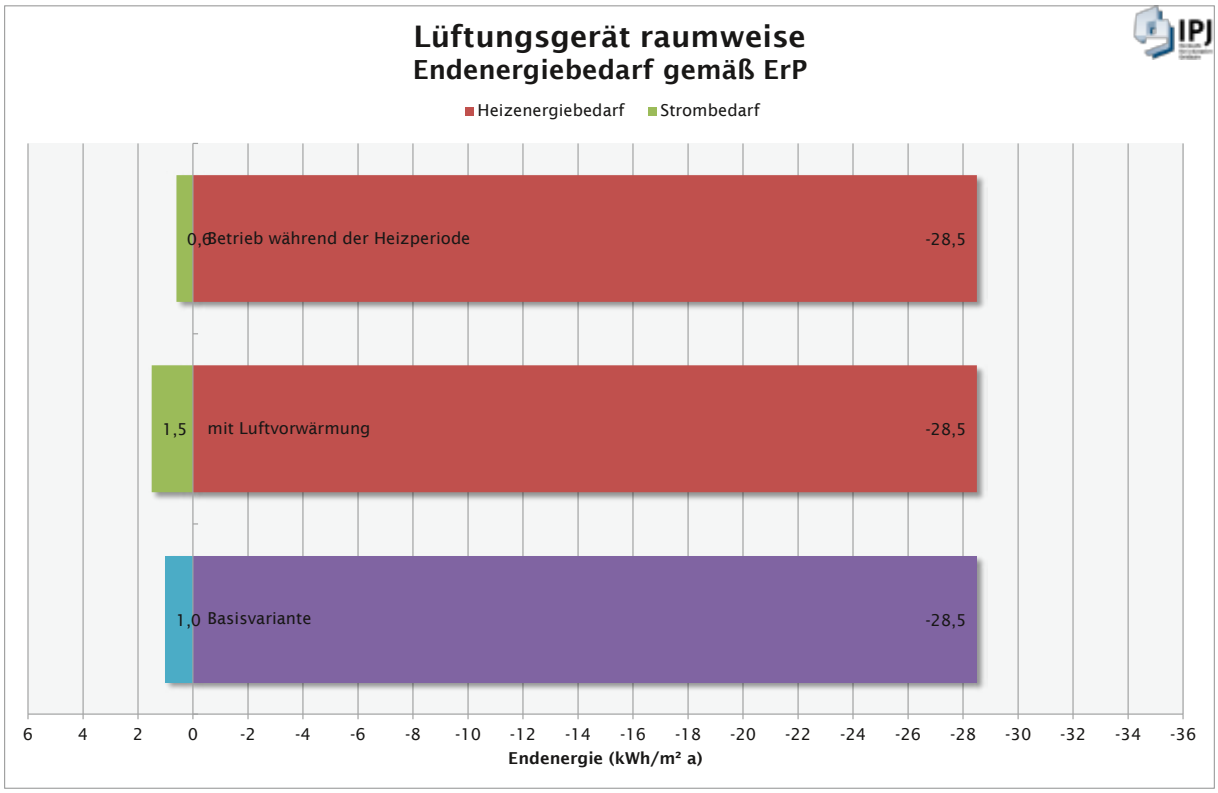


Abbildung 6-21 ErP, raumweise WLA – Endenergiebedarf

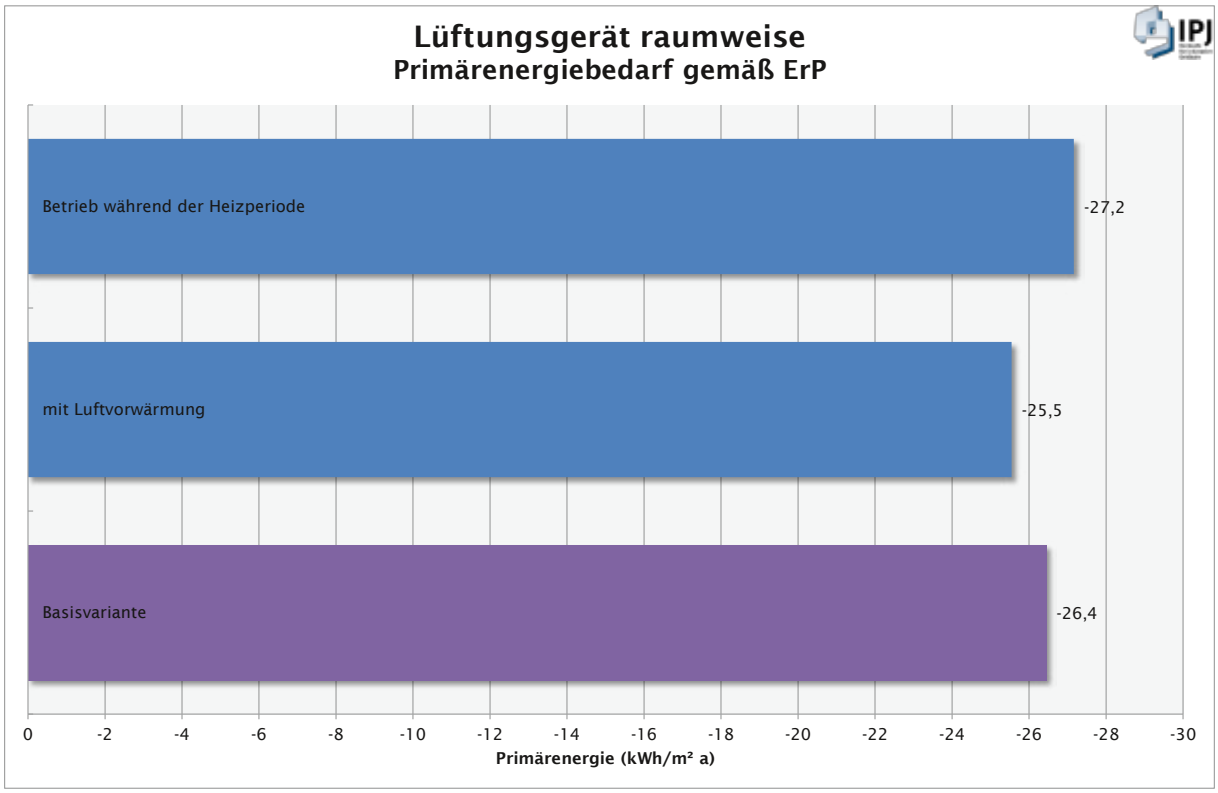


Abbildung 6-22 ErP, raumweise WLA – Primärenergiebedarf

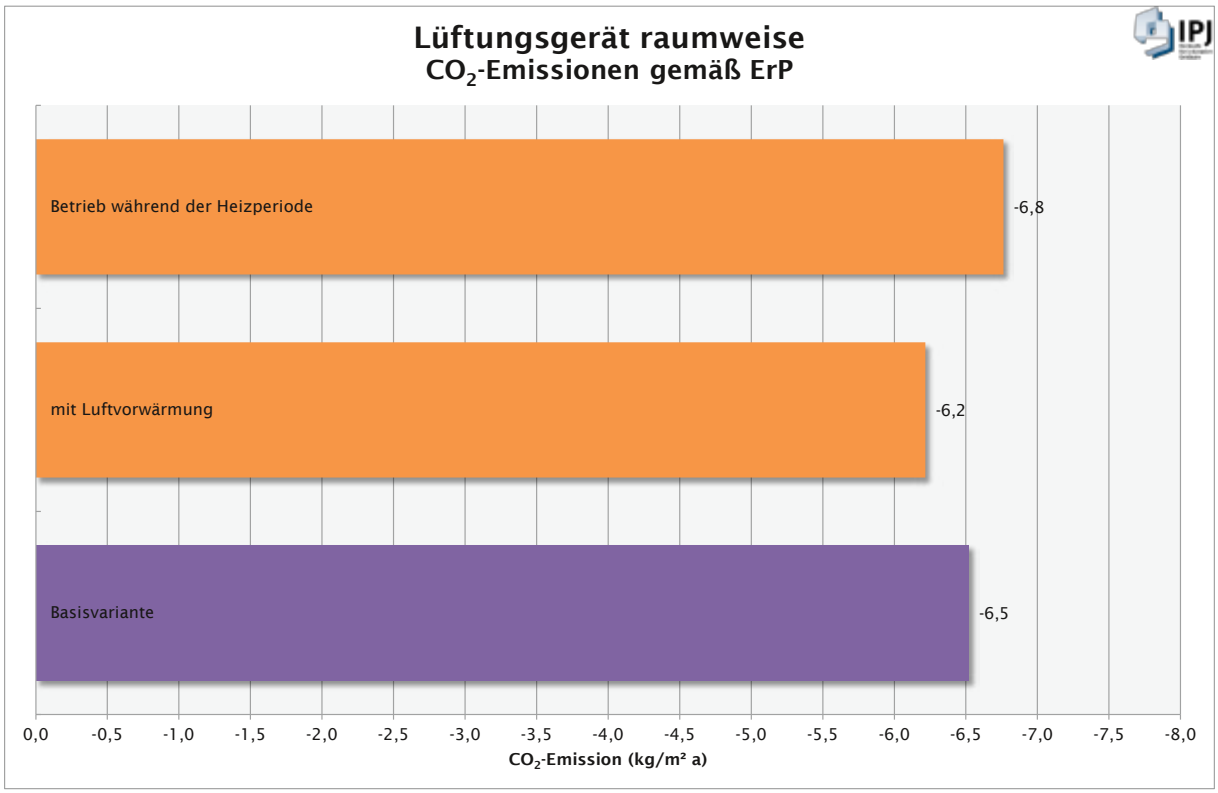


Abbildung 6-23 ErP, raumweise WLA – CO_2-Emission

6.4.2 Wohnungsweise Lüftungsanlagen

Untersucht werden für die Gerätegruppe wohnungsweise Lüftungsanlagen folgende Einflussgrößen:

- Beschränkung des Betriebs auf die Heizperiode
- Elektrische Luftvorwärmung
- Ventilatorstrombedarf
- Wärmebereitstellungsgrad

Basisvariante

In der Basisvariante, welche die mittleren Eigenschaften der untersuchten Lüftungsanlagen wiederspiegelt, wird eine Heizenergieeinsparung von 30,0 kWh/m² a erzielt. Die Stromaufwendung für Luftförderung beträgt 2,6 kWh/m² a.

Der Primärenergiebedarf berechnet sich zu 25,0 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 5,9 kg/m² a.

Betrieb während der Heizperiode

Bei Abschaltung der Ventilatoren außerhalb der Heizperiode reduziert sich der Strombedarf für Luftförderung auf 1,5 kWh/m² a. Daraus resultiert eine Primärenergieeinsparung von 27,0 kWh/m² a und eine vermiedene CO_2-Emission von 6,6 kWh/m² a.

Luftvorwärmung

Eine elektrische Luftvorwärmung führt zu einer Heizenergieeinsparung von 30,0 kWh/m² a bei einem Strombedarf für Luftförderung von 3,0 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf reduziert sich demzufolge auf 24,3 kWh/m² a. Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 5,7 kg/m² a.

Ventilatorstrombedarf

Eine Verringerung des Ventilatorstrombedarfs auf 0,28 Wh/m³ führt zu einem verringerten Strombedarf von 2,1 kWh/m² a. Lüftungsgeräte mit einer spezifischen Ventilatorleistung von 0,40 Wh/m³ vergrößern hingegen den Strombedarf auf 3,0 kWh/m² a.

Der eingesparte Primärenergiebedarf beträgt bei Ventilatoren mit höherem Strombedarf 25,9 kWh/m² a und bei Ventilatoren mit geringerem Strombedarf 24,3 kWh/m² a.

Die vermiedenen CO_2-Emissionen betragen 5,7 kg/m² a bei Ventilatoren mit geringerer Effizienz bzw. 6,2 kg/m² a bei verbesserten Ventilatoren.

Wärmebereitstellungsgrad

Ein verbesserter Wärmetauscher (Wärmebereitstellungsgrad 85%) führt zu einer Endenergieeinsparung von 31,0 kWh/m² a. Mit einem reduzierten Wärmebereitstellungsgrad von 81,7% wird eine Endenergieeinsparung von 28,8 kWh/m² a erreicht.

Die eingesparten Primärenergiebedarfe betragen demzufolge 26,0 kWh/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 85 %) bzw. 23,9 kWh/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 81,7 %).

Die vermiedenen CO_2-Emissionen berechnen sich zu 6,2 kg/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 85 %) und 5,6 kg/m² a (Wärmebereitstellungsgrad 81,7 %).

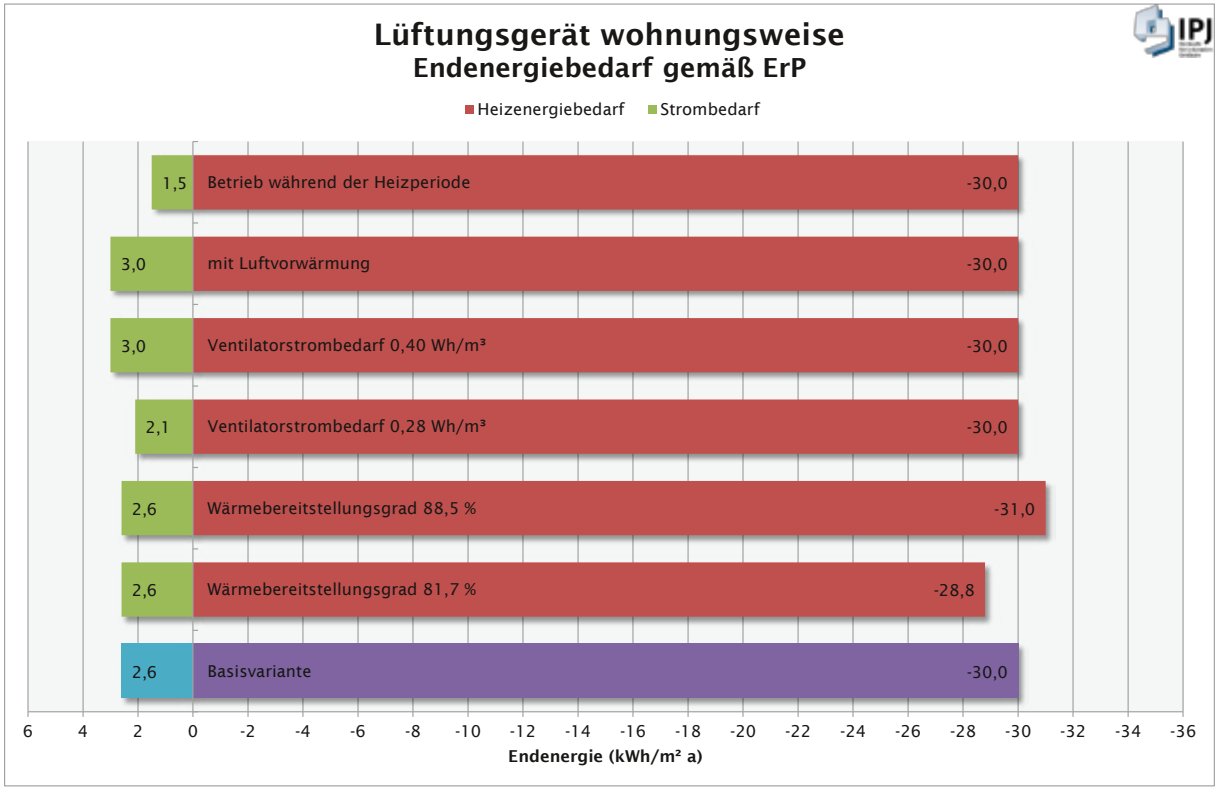


Abbildung 6-24 ErP, wohnungsweise WLA – Endenergiebedarf

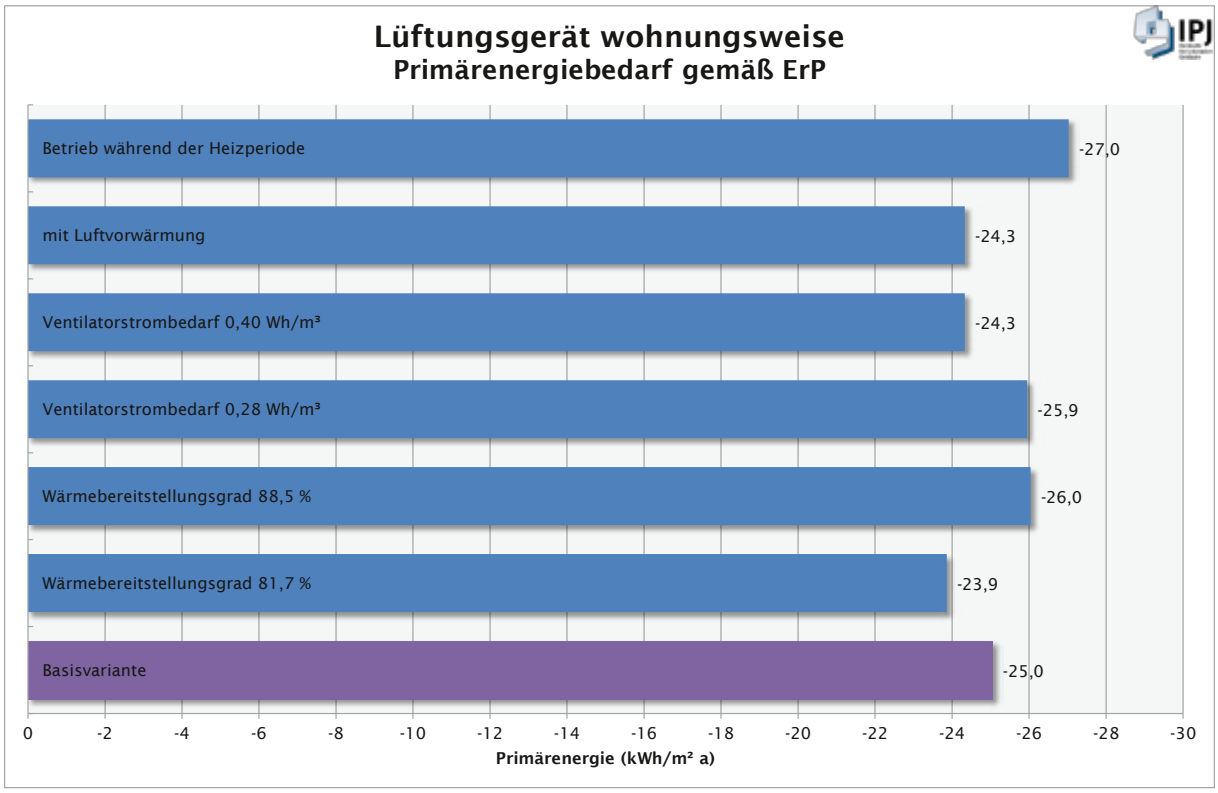


Abbildung 6-25 ErP, wohnungsweise WLA – Primärenergiebedarf

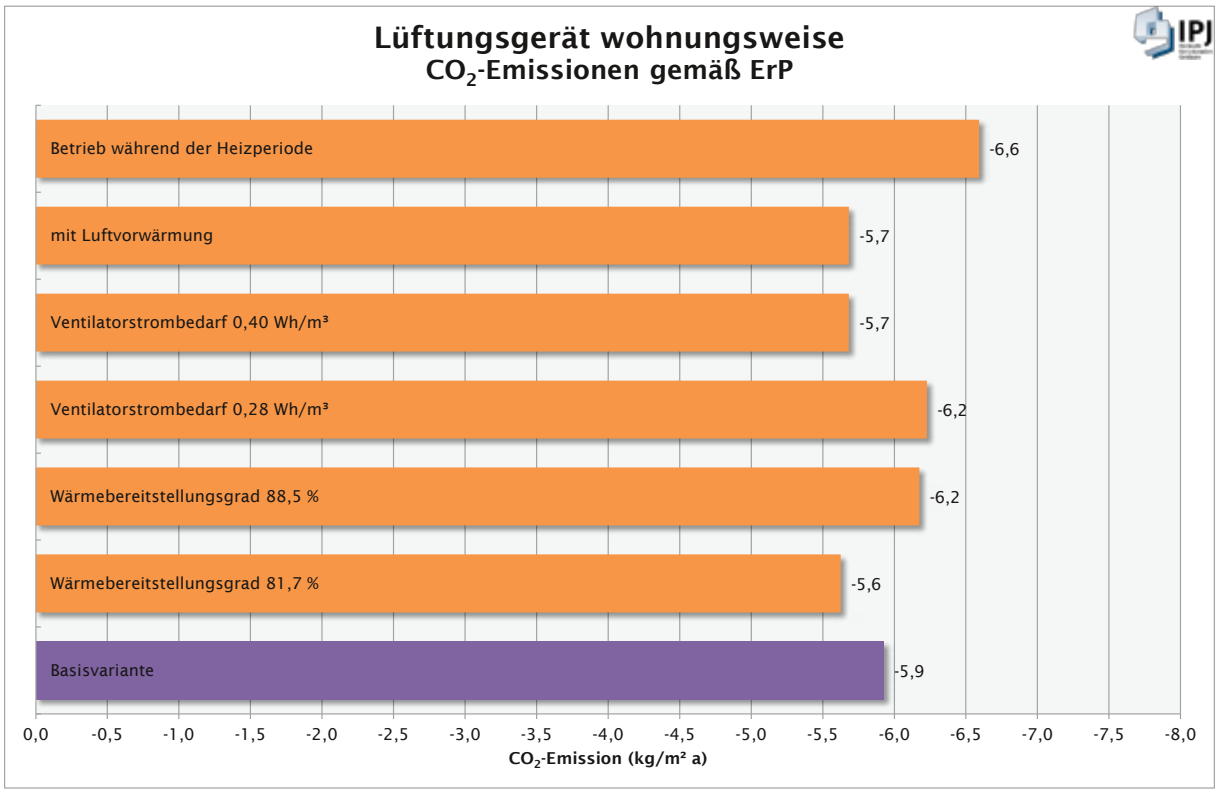


Abbildung 6-26 ErP, wohnungsweise WLA – CO_2-Emission

7 Ausblick – Übertragung der Ergebnisse auf den Gebäudebestand der BRD

Zur Bewertung der möglichen Einsparpotentiale für den Gebäudebestand der Bundesrepublik Deutschland wurde der Gebäudebestand gemäß Zensus 2011 (Gebäude- und Wohnungsbestand in Deutschland, Erste Ergebnisse der Gebäude- und Wohnungszählung 2011, Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Januar 2014) bewertet. Demnach können folgende Angaben entnommen werden:

„Zum Stichtag der Gebäude- und Wohnungszählung am 9. Mai 2011 wurden in Deutschland insgesamt 19.060.870 Gebäude mit Wohnraum und 41.298.747 darin enthaltene Wohnungen gezählt“ (Gebäude- und Wohnungsbestand in Deutschland, Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Januar 2014, Seite 5).

„Die durchschnittliche Wohnfläche pro Wohnung in Deutschland beträgt 90,9 m²“ (Gebäude- und Wohnungsbestand in Deutschland, Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Januar 2014, Seite 22).

Daraus ergibt sich eine Gesamt-Wohnungsfläche von 3.754 Mio. m².

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse gemäß Thermischer Anlagensimulation ergebenen sich für raumweise Lüftungsanlagen folgende spezifische Größen:

- Heizenergieeinsparung 20,5 bis 22,5 kWh/m² a
- Strombedarf für Luftförderung1,0 bis 1,5
- Primärenergieeinsparung 17,6 bis 20,2 kWh/m² a
- Vermiedene CO_2-Emission 4,2 bis 5,0 kg/m² a

Unter Berücksichtigung des vorgenannten Gebäudebestands ergeben sich folgende Werte:

- Heizenergieeinsparung 76.957 bis 84.456 Mio. kWh/a
- Strombedarf für Luftförderung 3.754 bis 5.631 Mio. kWh/a
- Primärenergieeinsparung 66.070 bis 75.831 Mio. kWh/a
- Vermiedene CO_2-Emission 15.8 bis 18.8 Mio. t/a

8 Zusammenfassung

Diese Studie bewertet im Rahmen der **Fachexpertise Energie / Arbeitspaket 14 Energieeffizienz Lüftungsanlagen** verschiedene Berechnungsmethoden zur Beurteilung der Energieeffizienz von Lüftungsanlagensystemen.

Dazu werden die Einflüsse verschiedener Randbedingungen auf die betrachteten Berechnungsmethoden und auf die daraus resultierenden Ergebnisse dargestellt und bewertet.

Demnach werden die höchsten Reduktionspotentiale mittels der Berechnungen nach DIN V 18599 sowie nach der Ökodesignrichtlinie erzielt.

Geringere Werte werden mittels der Thermischen Anlagensimulation sowie nach DIN V 4108-6/4701-10 ermittelt.

Ausschlaggebend ist dabei die Ermittlung des Endenergiebedarfs für Wärme. Tatsächlich hängt die Ermittlung dieses Wertes nicht alleine von der Bewertung der Lüftungsanlage ab, sondern insbesondere auch von der zu berücksichtigenden Anlagentechnik zur Wärmeerzeugung und -verteilung.

Hier zeigen die Berechnungsverfahren nach DIN V 18599 und nach DIN V 4108-6 / 4701-10 große Unterschiede.

Mittels der Thermsichen Anlagensimulation wurde aus dem errechneten Nutzenergiebedarf mittels eines pauschalen Zuschlags von 20 % der Endenergiebedarf ermittelt - in ähnlicher Weise wird dieses Vorgehen in der Ökodesignrichtlinie angewendet.

Zur Berechnung der möglichen Einsparpotentiale ist sowohl bei der Anwendung der Thermischen Anlagensimulation als auch bei Verwendung der Berechnungsverfahren nach DIN V 18599 und DIN V 4108-6/4701-10 neben der Berücksichtigung der Anlagenparameter eine Erfassung der Gebäudekubatur sowie der bauphysikalischen Randbedingungen notwendig.

Eine schnelle und einfache Abschätzung kann mittels des Berechnungsverfahrens der Ökodesignrichtlinie erzielt werden.

Die nachfolgenden Tabellen fassen die berechneten minimalen / maximalen Werte zusammen.

Die Berechnungen zeigen, dass die größten Einsparpotentiale durch folgende Einflussgrößen erzielt werden:

- Abschaltung
- Verbesserte Ventilatoren mit geringerem Strombedarf
- Verbesserte Wärmebereitstellungsgrade

Eine deutliche Reduzierung der Einsparpotentiale ergibt sich durch folgende Einflussgrößen:

- Elektrische Luftvorwärmung
- Dysballance > 5 %

Unter Berücksichtigung des Wohnungsbestand der Bundesrepublik Deutschland (3.754 Mio. m²) ergeben sich unter Berücksichtigung der Ergebnisse gemäß Thermischer Anlagensimulation für raumweise Lüftungsanlagen folgende Werte:

- Heizenergieeinsparung 76.957 bis 84.456 Mio. kWh/a
- Strombedarf für Luftförderung 3.754 bis 5.631 Mio. kWh/a
- Primärenergieeinsparung 66.070 bis 75.831 Mio. kWh/a
- Vermiedene CO_2-Emission 15.8 bis 18.8 Mio. t/a

Tabelle 8-1 Thermische Anlagensimulation - Ergebniszusammenfassung

	raumweise Lüftungsanlage		wohnungsweise Lüftungsanlage	
	minimal	maximal	minimal	maximal
Endenergie – Wärme in kWh/m² a	-20,5	-22,5	-23,2	-25,9
Endenergie – Strom in kWh/m² a	1,0	1,5	1,9	4,1
Primärenergie in kWh/m² a	-17,6	-20,2	-17,6	-21,4
CO_2-Emission in kg CO_2/m² a	-4,2	-5,0	-4,0	-5,1

Tabelle 8-2 DIN V 18599 - Ergebniszusammenfassung

	raumweise Lüftungsanlage		wohnungsweise Lüftungsanlage	
	minimal	maximal	minimal	maximal
Endenergie – Wärme in kWh/m² a	-28,5	-30,7	-31,2	-33,5
Endenergie – Strom in kWh/m² a	1,0	1,5	1,9	3,9
Primärenergie in kWh/m² a	-25,4	-27,7	-24,3	-28,1
CO_2-Emission in kg CO_2/m² a	-6,2	-6,7	-5,5	-6,8

Tabelle 8-3 DIN V 4108-6/4701-10 - Ergebniszusammenfassung

	raumweise Lüftungsanlage		wohnungsweise Lüftungsanlage	
	minimal	maximal	minimal	maximal
Endenergie – Wärme in kWh/m² a	-17,2	-18,9	-17,6	-20,1
Endenergie – Strom in kWh/m² a	0,8	1,6	1,5	4,3
Primärenergie in kWh/m² a	-14,2	-17,3	-11,8	-16,8
CO_2-Emission in kg CO_2/m² a	-3,3	-4,2	-2,3	-4,0

Tabelle 8-4 ErP - Ergebniszusammenfassung

	raumweise Lüftungsanlage		wohnungsweise Lüftungsanlage	
	minimal	maximal	minimal	maximal
Endenergie – Wärme in kWh/m² a	-28,5	-28,5	-28,8	-31,0
Endenergie – Strom in kWh/m² a	0,6	1,5	1,5	3,0
Primärenergie in kWh/m² a	-25,5	-27,2	-23,9	-27,0
CO_2-Emission in kg CO_2/m² a	-6,2	-6,8	-5,6	-6,6

Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Feuchteabgabe in Wohnungen gemäß DIN-Fachbericht 4108-8: 2010-09 9
Abbildung 2-1 Thermische Anlagensimulation - Anlagenmodell 12
Abbildung 6-1 Anlagensimulation, raumweise WLA – Endenergiebedarf 36
Abbildung 6-2 Anlagensimulation, raumweise WLA – Primärenergiebedarf 36
Abbildung 6-3 Anlagensimulation, raumweise WLA – CO_2-Emission 37
Abbildung 6-4 Anlagensimulation, wohnungsweise WLA – Endenergiebedarf 40
Abbildung 6-5 Anlagensimulation, wohnungsweise WLA – Primärenergiebedarf 40
Abbildung 6-6 Anlagensimulation, wohnungsweise WLA – CO_2-Emission 41
Abbildung 6-7 Enthalpie-WÜT – Raumluftfeuchten bei einem Feuchterückgewinnungsgrad von 58 %. 43
Abbildung 6-8 Enthalpie-WÜT – Raumluftfeuchten bei einem Feuchterückgewinnungsgrad von 63 %. 43
Abbildung 6-9 DIN V 18599, raumweise WLA – Endenergiebedarf 46
Abbildung 6-10 DIN V 18599, raumweise WLA – Primärenergiebedarf 46
Abbildung 6-11 DIN V 18599, raumweise WLA – CO_2-Emission 47
Abbildung 6-12 DIN V 18599, wohnungsweise WLA – Endenergiebedarf 50
Abbildung 6-13 DIN V 18599, wohnungsweise WLA – Primärenergiebedarf 50
Abbildung 6-14 DIN V 18599, wohnungsweise WLA – CO_2-Emission 51
Abbildung 6-15 DIN V 4108-6/4701-10, raumweise WLA – Endenergiebedarf 53
Abbildung 6-16 DIN V 4108-6/4701-10, raumweise WLA – Primärenergiebedarf 54
Abbildung 6-17 DIN V 4108-6/4701-10, raumweise WLA – CO_2-Emission 54
Abbildung 6-18 DIN V 4108-6/4701-10, wohnungsweise WLA – Endenergiebedarf 57
Abbildung 6-19 DIN V 4108-6/4701-10, wohnungsweise WLA – Primärenergiebedarf 57
Abbildung 6-20 DIN V 4108-6/4701-10, wohnungsweise WLA – CO_2-Emission 58
Abbildung 6-21 ErP, raumweise WLA – Endenergiebedarf 60
Abbildung 6-22 ErP, raumweise WLA – Primärenergiebedarf 61
Abbildung 6-23 ErP, raumweise WLA – CO_2-Emission 61
Abbildung 6-24 ErP, wohnungsweise WLA – Endenergiebedarf 63
Abbildung 6-25 ErP, wohnungsweise WLA – Primärenergiebedarf 64
Abbildung 6-26 ErP, wohnungsweise WLA – CO_2-Emission 64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1 raumweise Lüftungsanlagen 4
Tabelle 1-2 wohnungsweise Lüftungsanlagen 6
Tabelle 1-3 gebäudeweise Abluftanlagen 7
Tabelle 1-4 Referenzwohnung – Beschreibung thermische Hülle 8
Tabelle 3-1 DIN V 18599-2, Tabelle 6 – n_{50}- und q_{50}-Bemessungswerte (Standardwerte für ungeprüfte Gebäude) 15
Tabelle 3-2 Tabelle 6 Allgemeine Randbedingungen zur Bestimmung des Gesamtnutzungsgrades $\eta_{exch,mth}$ 19
Tabelle 3-3 Tabelle 9 – Randbedingungen für die Einflussfaktoren *f* zur Bestimmung der Wärmeverluste für die Übergabe $Q_{rv,ce}$ 20
Tabelle 3-4 DIN V 18599-6, Tabelle 10 – Gesamtnutzungsgrade $\eta_{rv,ce}$ für die Übergabe der Wärme im Raum 21

Tabelle 3-5 DIN V 18599-6, Tabelle 11 enthält Standardwerte für die Nennleistung des Reglers P_c in Abhängigkeit vom Reglertyp 22

Tabelle 3-6 DIN V 18599-6, Tabelle 15 – Randbedingungen 2 für die Standardwerte zur Bestimmung der Wärmeverluste $Q_{rv,d}$ 23

Tabelle 4-1 DIN V 4701-10 Tabelle 4 – Windschutzkoeffizienten für unterschiedliche Lagen eines Gebäudes 26

Tabelle 4-2 DIN V 4701-10 Tabelle 5 – Richtwerte für Luftdichtheit bei einer Druckprüfung mit 50 Pa Druckdifferenz 26

Tabelle 4-3 DIN V 4701-10 Tabelle 5.2-3: Korrekturfaktor f_g der Wärmegewinne von Lüftungsanlagen 28

Tabelle 4-4 DIN V 4701-10 Tabelle 5.2-4 Gradtagszahl $F_{Gt,LV}$ zur Bestimmung der Hilfsenergie für die Luftvorwärmung als Funktion der Grenz-Außentemperatur ϑ_{Grenz} 30

Tabelle 5-1 EU-Verordnung 1253/2014, Anhang VIII, Tabelle 1 - Parameter für die Berechnung des SEV 32

Tabelle 8-1 Thermische Anlagensimulation - Ergebniszusammenfassung 68

Tabelle 8-2 DIN V 18599 - Ergebniszusammenfassung 68

Tabelle 8-3 DIN V 4108-6/4701-10 - Ergebniszusammenfassung 69

Tabelle 8-4 ErP - Ergebniszusammenfassung 69

15. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP15 – WIRTSCHAFTLICHKEIT

15.1 INVESTITIONSRECHNUNG

15.1.1 VERFAHREN DER INVESTITIONSRECHNUNG

Hinter dem Begriff der Wirtschaftlichkeitsuntersuchung stehen optimierende oder ermittelnde Rechenverfahren. Sie dienen der Beurteilung und Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen – sowohl innerhalb des Entscheidungsprozesses im Vorhinein als auch zur Kontrolle im Nachhinein. Durch sie wird die jeweils betrachtete Investition rational mit einer bestimmten Methode, festgelegten Werten und Prämissen sowie gemessenen Daten bewertet. Die Durchführung eines solchen Verfahrens kann zu einer isolierten Beurteilung über die Vorteilhaftigkeit einer einzelnen Investition oder auch dem Vergleich zwischen zwei verschiedenen Investitionen mit dem gleichen Verwendungszweck dienen. [Heesen, 2016, S. 5] Um darüber hinaus eine allgemeingültige Anwendbarkeit und internationale Vergleichbarkeit zu gewährleisten, sind konventionelle dynamische Verfahren bereits in der Richtlinie VDI 2067 genormt. [VDI 2067:2010–09]

Mittlerweile sind viele verschiedene Verfahren und Modelle für Investitionsentscheidungen entwickelt worden. Im Wesentlichen bewerten sie unter Berücksichtigung der jeweiligen Zahlungsströme und des Zeitfaktors alle monetären Zu- und Abflüsse. Diese beziehen sich i. d.R. auf einen bestimmten Untersuchungsaspekt, welcher eines der unternehmerischen Zielsetzungen, wie die Rendite, verkörpert. [Heesen, 2016, S. 5] Es lassen sich dabei statische und dynamische Verfahren der Investitionsrechnung unterscheiden.

Bei den statischen Berechnungsverfahren handelt es sich um Verfahren, die Jahresdurchschnittswerte miteinander vergleichen. Es wird dabei unterstellt, dass der Zeitraum einer Periode der Nutzungsdauer repräsentativ für die Gesamtdauer der Investition sei. Längerfristige Entwicklungen im Zeitraum einer Investition, wie Zins-, Energiepreisänderungen oder Inflation, werden dabei nicht berücksichtigt. Aus diesen Gründen dienen sie lediglich dazu, sich einen groben Überblick über eine Investition zu verschaffen. Das wichtigste statische Verfahren ist die Kostenvergleichsrechnung. Erweiterte Versionen dessen stellen die Gewinnvergleichs-, Rentabilitäts- und Amortisationsrechnung dar. [Heesen, 2016, S. 6, 278–281]

Die dynamischen Verfahren berücksichtigen, entgegen der statischen, den gesamten Planungs- bzw. Zeithorizont einer Investition und stellen damit eine Erweiterung um den zeitlichen Aspekt dar. Dies äußert sich durch die sogenannten Ein- und Auszahlungsreihen, in denen die zu erwartenden Zu- und Abflüsse von Zahlungsmitteln abgebildet sind. Die Auszahlungen setzen sich aus Investitions- und laufenden Fixkosten zusammen. Die Einzahlungen stammen aus den erwirtschafteten Erlösen oder Einsparungen. Diese lassen sich sowohl prognostizieren als auch einem konkreten Zeitpunkt, an dem sie voraussichtlich anfallen werden, zuordnen. Aufgrund der zeitlichen Abhängigkeit müssen die Zahlungsströme je nach Betrachtungsjahr auf- oder abgezinst werden. [Heesen, 2016, S. 24] Die wichtigsten dynamischen Verfahren sind die Kapitalwertmethode, dynamische Amortisationsrechnung, interne Zinsfußmethode und Annuitätenmethode.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Verfahren der Investitionsrechnung.

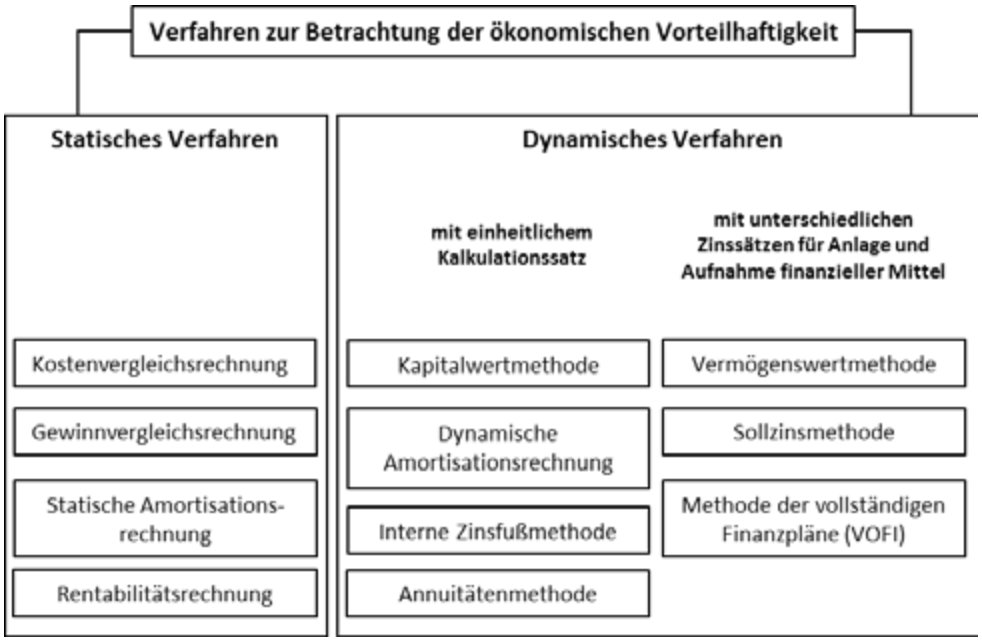


ABBILDUNG 185: Übersicht der statischen und dynamischen Verfahren der Investitionsrechnung

15.1.2 BEWERTUNG VON INVESTITIONEN IN DER WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Um zu bewerten, welche Verfahren für Investitionsmaßnahmen in der Wohnungswirtschaft relevant sind, wurde ein Experteninterview mit einem Mitarbeiter eines am Projekt teilnehmenden Unternehmens der Immobilienwirtschaft geführt. Dabei wurde festgestellt, dass in der Wohnungswirtschaft zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen die interne Zinsfußmethode verwendet wird. Durch diese Methode werden Investitionen vergleichend bewertet und Entscheidungsvorlagen erstellt (vgl. „3.2.1 Kostenvergleich“ auf Seite 225). Weist der interne Zinsfuß einer Investition einen Wert von mindestens 6 % auf, liegt eine ausreichende Wirtschaftlichkeit für die Wohnungswirtschaft vor und führt zu einer Durchführung.

Da das Verfahren erprobt und in der Praxis gängig ist und den Erfordernissen der Wohnungswirtschaft entspricht, gibt es keinen Bedarf der Wohnungswirtschaft, ein vereinfachtes Verfahren zu Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen einzusetzen. Dies hätte auch den Nachteil, dass bei Entwicklung eines vereinfachten Verfahrens der Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Lüftungsanlagen nur unterschiedliche Investitionen in Lüftungsanlagen miteinander verglichen werden könnten. Der erweiterte Vergleich unterschiedlicher möglicher Investitionen in ein Gebäude bei Anwendung unterschiedlicher Bewertungsverfahren wäre nicht mehr möglich.

Aus diesen Gründen umfasst die nachfolgende Untersuchung die Bewertung von Lüftungsanlagen der Pilotprojekte unter Anwendung der bereits bestehenden Verfahren der Wirtschaftlichkeitsbewertung. Eine Entwicklung eines vereinfachten Verfahrens ist im Hinblick auf die praktische Anwendbarkeit nicht zielführend.

15.1.3 WEITERE KRITERIEN DER BEWERTUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEIT VON LÜFTUNGSANLAGEN

Neben den beschriebenen Verfahren der Investitionsrechnung können weitere Kriterien für die Wirtschaftlichkeit einer Lüftungsanlage relevant sein. [Blume, 2001] nennt im Anschlussbericht des Forschungsvorhabens „Das kostengünstige, mehrgeschossige Passivhaus in verdichteter Bauweise“ folgende Kriterien für passivhaustaugliche Lüftungsanlagen im Geschosswohnungsbau:

Technische Kriterien	Sonstige Kriterien
■ Wärmerückgewinnung	■ Qualitätssicherung bei der Installation
■ Frostfreier Betrieb	■ Platzbedarf und Integration im Gebäude
■ Balancierte Luftmenge	■ Bauliche Randbedingungen
■ Energieeffizienz	■ Bedienung/Wartung
■ Luftaufbereitung (Filter)	■ Komfort
■ Schallschutz	■ Investitions- und Betriebskosten

ABBILDUNG 186: Übersicht der Kriterien für passivhaustaugliche Lüftungsanlagen im Geschosswohnungsbau (Quelle: eigene Darstellung nach [Blume, 2001])

Einige dieser Kriterien (blau hinterlegt) haben direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Lüftungsanlage und fließen in Wirtschaftlichkeitsberechnungen nach den im letzten Abschnitt vorgestellten Methoden ein. Im Folgenden werden diese Kriterien und ihre Einflüsse auf die Wirtschaftlichkeit kurz beschrieben:

- Die Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage ermöglicht eine Vorwärmung der Frischluft, durch die im Vergleich zur Fensterlüftung Heizkosten gespart werden können.
- Frostfreier Betrieb: Die Art des Frostschutzes kann Einfluss auf das Maß der Vorwärmung der Zuluft und den Energiebedarf der Lüftung haben. Entsprechend ist der Energiebedarf in der Nutzungsphase abhängig von der Art des Frostschutzes.
- Durch eine möglichst balancierte Luftmenge der Zu- und Abluft einer Lüftungsanlage können Wärmeverluste unkontrollierter In- bzw. Exfiltration von Luft über die Gebäudehülle minimiert werden.
- Zusätzliche Kosten im Vergleich zur Fensterlüftung entstehen durch den Strombedarf der Anlage. Eine Steigerung der Energieeffizienz der Lüftungsanlage führt entsprechend zu geringeren zusätzlichen Kosten.
- Durch die Qualitätssicherung bei der Installation der Anlage können Wartungs-, Instandhaltungs- und Betriebskosten während der Nutzungsdauer der Anlage gesenkt werden.
- Bauliche Randbedingungen: Je nach Art der Lüftungsanlage können unterschiedliche Installationskosten durch den Einbau in Bestandsgebäude entstehen. Der Aufwand der Planung, Koordination und die Folge- und Nebengewerke unterscheidet sich insbesondere im Hinblick auf den Einsatz einer raumweisen, wohnungsweisen oder gebäudeweisen Lüftungsanlage.
- Eine einfache Bedinung und geringe Wartungshäufigkeit der Anlage tragen zu geringen Kosten in der Nutzungsdauer der Anlage bei.
- Die Investitions- und Betriebskosten stehen den Einsparungen durch geringeren Wärmebedarf gegenüber und haben somit direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit.

Die anderen Kriterien (grau hinterlegt) sind für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit nach den Methoden des vorigen Abschnitts kaum relevant. Sie stellen vielmehr externe Effekte dar, die möglicherweise im Rahmen einer erweiterten Untersuchung der Wirtschaftlichkeit in die Bewertung aufgenommen werden könnten (vgl. „3.3 Erweiterung der Bewertung“ auf Seite 229). Beispiele sind:

- Eine Luftaufbereitung der Außenluft durch Filter kann zu höherem Wohnkomfort im Vergleich zur Fensterlüftung beitragen. In diesem Fall ist der Einsatz hochwertiger Filtertechnik erforderlich, die regelmäßige Filterwechsel mit entsprechend hohen Wartungskosten erfordert.
- Eine Lüftungsanlage mit hohem Platzbedarf kann insbesondere in kleinen Wohnungen zu einer Verringerung des Wohnkomforts führen, da ggf. ein Abstellraum nicht mehr genutzt werden kann.
- Eine Lüftungsanlage ohne Schallschutz kann in Abhängigkeit der Lage der Wohnung zu einer Verringerung des Wohnkomforts führen. In einer ruhigen Umgebung erzeugt die Lüftungsanlage zusätzliche Geräusche, die den Wohnkomfort vermindern. Wird die Lüftungsanlage jedoch in einem Gebäude an

einer stark befahrenen Straße eingesetzt, kann die Vermeidung der Fensterlüftung zu einer Reduzierung der Lärmbelastung führen.

15.2 INVESTOR-NUTZER-DILEMMA IN DER WOHNUNGSWIRTSCHAFT

Bei der Bewertung von Investitionen in der Wohnungswirtschaft besteht die Besonderheit, dass die Investition von einem Akteur – dem Vermieter – getätigt wird und einem anderen Akteur – dem Mieter – Vorteile erbringt. Aufgrund dieses Investor-Nutzer-Dilemmas müssen beide Sichtweisen in der Wirtschaftlichkeitsbewertung getrennt voneinander berücksichtigt werden.

15.2.1 SICHTWEISE DES VERMIETERS

Der Vermieter trägt die Kosten der Investition. Sie umfassen die Kosten der Lüftungsanlage, der Folgegewerke sowie der Planung, des Baus und der Betreuung. Es besteht dabei die Möglichkeit, Finanzierungsvorteile durch niedrige Zinsen bzw. Tilgungserlass und direkte Zuschüsse zu erhalten.

Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) bietet sowohl Investitionszuschüsse als auch zinsgünstige Kredite für Einzelmaßnahmen der energetischen Sanierung an, die unter anderem den Einbau von Lüftungsanlagen umfassen (Programmnummern 430 und 152).

Im Fall, dass natürliche Personen Eigentümer von Ein- bzw. Zweifamilienhäusern oder Eigentumswohnungen in Eigentumsgemeinschaften sind, können diese einen Investitionskostenzuschuss zum Einbau von Lüftungsanlagen bei der KfW beantragen. Für den Einbau einer Lüftungsanlage kann ein Zuschuss in Höhe von 10 % der förderfähigen Kosten bzw. bis zu 5.000 Euro für jede Wohneinheit beantragt werden. [Kreditanstalt für Wiederaufbau, 2017a]

Mit den zinsgünstigen Krediten der KfW können bis zu 100 % der Kosten der Maßnahme einschließlich der Baunebenkosten finanziert werden. Der maximale Kreditbetrag umfasst 50.000 EUR je Wohneinheit. Im Hinblick auf die Laufzeit stehen unterschiedliche Varianten mit 4 bis 30 Jahren Laufzeit und ein bis fünf Tilgungsfreijahren zur Verfügung. Der vergünstigte Kredit aus Bundesmitteln ist für maximal 10 Jahre erhältlich. Bei längerer Laufzeit erfolgt im Anschluss die Weiterführung des Kredits ohne die Vergünstigung. Es gilt jeweils der aktuelle Programm-Zinssatz bei Antrag bzw. Zusage des Kredits. Derzeitig entspricht der vergünstigte Zinssatz 0,75 %. Neben dem zinsgünstigen Kredit wird durch die KfW ein Tilgungszuschuss gewährt. Derzeit liegt die Höhe bei 7,5 % der Darlehenssumme bzw. bis zu 3.750 EUR für jede Wohneinheit. [Kreditanstalt für Wiederaufbau, 2016], [Kreditanstalt für Wiederaufbau, 2017b]

Neben den Förderungen der KfW bietet das Land Nordrhein-Westfalen durch das Programm progres.nrw Fördermöglichkeiten für die Investition in Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung, die innerhalb Nordrhein-Westfalens getätigt werden. Für Bestandsgebäude besteht die Vorgabe, dass der Wirkungsgrad von raumweisen Lüftungsanlagen mindestens 65 % und von zentralen Anlagen mindestens 80 % betragen muss. Zudem gibt es Vorgaben zum Höchstwert der Transmissionswärmeverlust der wärmeübertragenden Umfassungsfläche sowie zur Luftwechselrate des Gebäudes. Die Förderung beträgt 2.000 EUR für die Installation einer zentralen Lüftungsanlage sowie 200 EUR pro Gerät und Wohnraum für die Installation einer dezentralen Lüftungsanlage in ein Bestandsgebäude. [Ministerium für Klimaschutz, 2017]

Zudem räumt das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) in § 559 die Möglichkeit ein, die Investitions- und Betriebskosten der Modernisierungsmaßnahme zwischen Vermieter bzw. Wohnungsgesellschaft und Mieter aufzuteilen. Der Vermieter bzw. Eigentümer kann die jeweiligen Kosten nachträglich anteilig auf die Mieter umlegen.

Die Mieterhöhung nach BGB § 559 orientiert sich an einem festen Satz. Die jährliche Miete kann um 11 % der für die Modernisierungsmaßnahme aufgewendeten Investitionskosten erhöht werden. Von der Mieterhöhung ausgeschlossen sind die Instandsetzungskosten, die der Vermieter zu tragen hat. Diese betragen durchschnittlich 0,12 % bis 0,9 % der Investitionskosten. [Kapferer et al., 2010, S. 289]

Die Kosten einer Lüftungsanlage können jedoch nicht in jedem Fall in der vom Gesetzgeber vorgegebenen Höhe auf die Mieten aufgeschlagen werden. So nennt ein Vertreter der Immobilienwirtschaft in einem

Experteninterview einen geringeren Anteil von 5 % der Investitionskosten, die auf die Mieten umgelegt werden. Grund ist der stadtspezifische Mietspiegel. Liegt die Spanne der Netto-Kaltmieten in einem sehr niedrigen Bereich, dann kann eine entsprechende Umlage von 11 % der Investitionskosten zu überhöhten Mieten und Leerstand führen.

Entsprechend wird bei den nachfolgenden Berechnungen von einer Mieterhöhung von 8 % ausgegangen. Diese Mieterhöhung setzt sich aus dem Annuitätenfaktor von 7 %, der aus einer Laufzeit bzw. Lebensdauer von 20 Jahren und einem Kapitalzins von 3 % resultiert, und einem jährlichen 1 %-igen Instandhaltungssatz zusammen.

Vorteile des Vermieters durch die Investition sind Leerstandsvermeidung, Instandhaltung der Immobilie – z. B. im Fall von Schimmelbeseitigung – sowie Immobilienwertsteigerung und ggf. eine verbesserte Vermietbarkeit.

15.2.2 SICHTWEISE DES MIETERS

Der Mieter trägt anteilig die Kosten der Investition durch die Umlage auf den Mietpreis. Zudem übernimmt der Mieter die Betriebskosten, die durch den Betrieb der Lüftungsanlage anfallen. Dies sind der Stromverbrauch sowie die Kosten der Wartung der Anlage, insbesondere der Filterwechsel.

Als Nutzen erhält der Mieter bei Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eine Reduzierung des Heizenergiebedarfs. Weitere Vorteile sind eine verbesserte Luftqualität sowie die Vermeidung von Schimmelbildung. An lärmbelasteten Straßen kommt der Vorteil des Lärmschutzes hinzu, wenn es sich um wohnungsweise Lüftungsanlagen oder gebäudezentrale Anlagen handelt. Bei den raumbezogenen Anlagen kann die Anlage selbst Geräusche verursachen.

Beide beschriebenen Sichtweisen, die des Vermieters und des Mieters, umfassen Vor- und Nachteile, die nur zum Teil in den Wirtschaftlichkeitsbewertungen quantifiziert werden können. Aufgrund der Ergebnisse des Forschungsprojektes wird in „3. Integration in die Aufgabenstellung“ auf Seite 223 versucht, entsprechende Orientierungswerte auf Grundlage der Annahmen in „3.1 Datengrundlagen der Berechnungen“ auf Seite 223 abzuleiten. Die in dieser Bewertung nicht berücksichtigten Einflussfaktoren werden in „3.3 Erweiterung der Bewertung“ auf Seite 229 beschrieben.

15.3 LITERATURVERZEICHNIS

Bade, Michael; Hasse, Clemens; Kuhnhenn, Kai; Lünenbürger, Benjamin; Mohr, Lennart; Pabst, Jeanette; Purr, Katja; Ollig, Monika; Osiek, Dirk; Schneider, Sven; Schuberth, Jens; Verlinden, Julia; Westermann, Bärbel (2013): Der Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand, Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Hrsg.), https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_gebaeudesanierung_final_04.11.2014.pdf, Stand: 24.04.2017

Beer, M. (2005): CO_2-Vermeidungskosten erneuerbarer Energietechnologien, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V., unter: https://www.ffe.de/download/kurzberichte/KF_vermk.pdf [Stand: 11.04.16]

Blume, Dirk; Ludwig, Stefan; Otte, Joachim (2001): Das kostengünstige mehrgeschossige Passivhaus in verdichteter Bauweise, Teil 3 des Abschlussberichtes: Anforderungen an kostengünstige, passivhausgeeignete MFH-Lüftungsanlagen und Überprüfung am Pilotprojekt; Darmstadt, http://www.passiv.de/downloads/05_teil3_lueftung.pdf, Stand: 07.04.2017

Böhmer, H.; Simon, J.; Helmbrecht, H. (2015): Analyse der Entwicklung der Bauschäden und der Bauschadenskosten, Institut für Bauforschung (IBU) e. V., Gemeinschaftsprojekt mit Bauherren-Schutzbund e. V. und AIA AG, unter: https://www.bsb-ev.de/fileadmin/user_upload/Bauherren-Schutzbund/Aktuell/Studien/15_Forschungsbericht_IFB_Bauschaeden_und_Bauschadenskosten_2015.pdf [29.03.16]

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), § 555b, Vorschrift eingefügt durch das Gesetz über die energetische Modernisierung von vermietetem Wohnraum und über die vereinfachte Durchsetzung von Räumungstiteln (Mietrechtsänderungsgesetz − MietRÄndG) vom 11.03.2013 (BGBl. I S. 434), in Kraft getreten am 01.05.2013

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), § 557, Mieterhöhungen nach Vereinbarung oder Gesetz, Fassung aufgrund des Gesetzes zur Neugliederung, Vereinfachung und Reform des Mietrechts (Mietrechtsreformgesetz) vom 19.06.2001 (BGBl. I S. 1149), in Kraft getreten am 01.09.2001

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), § 558, Mieterhöhung bis zur ortsüblichen Vergleichsmiete, Fassung aufgrund des Gesetzes über die energetische Modernisierung von vermietetem Wohnraum und über die vereinfachte Durchsetzung von Räumungstiteln (Mietrechtsänderungsgesetz − MietRÄndG) vom 11.03.2013 (BGBl. I S. 434), in Kraft getreten am 01.05.2013

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), § 559, Mieterhöhung nach Modernisierungsmaßnahmen, Vorschrift neugefaßt durch das Gesetz über die energetische Modernisierung von vermietetem Wohnraum und über die vereinfachte Durchsetzung von Räumungstiteln (Mietrechtsänderungsgesetz − MietRÄndG) vom 11.03.2013 (BGBl. I S. 434), in Kraft getreten am 01.05.2013

Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), § 559b, Mieterhöhung nach Modernisierungsmaßnahmen, Geltendmachung der Erhöhung, Wirkung der Erhöhungserklärung, Fassung aufgrund des Gesetzes über die energetische Modernisierung von vermietetem Wohnraum und über die vereinfachte Durchsetzung von Räumungstiteln (Mietrechtsänderungsgesetz − MietRÄndG) vom 11.03.2013 (BGBl. I S. 434), in Kraft getreten am 01.05.2013

Diefenbach, N.; Cischinsky, H.; Rodenfels, M.; Clausnitzer, K.-D. (2010): Datenbasis Gebäudebestand − Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends in deutschen Wohngebäudebestand, ISBN: 978−3−941140−16−5, unter: http://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht_Datenbasis.pdf [Stand: 15.03.16]

Einkommensteuergesetz (EStG), § 6b Übertragung stiller Reserven bei der Veräußerung bestimmter Anlagegüter, Fassung aufgrund des Steueränderungsgesetzes 2015 vom 02.11.2015 (BGBl. I S. 1834), in Kraft getreten am 06.11.2015

Enseling, A.; Hinz, E. (2006): Energetische Gebäudesanierung und Wirtschaftlichkeit − Eine Untersuchung am Beispiel des „Bruckviertels“ in Ludwigshafen, Institut für Wohnen und Umwelt (IWU)

Gottschalk, H. (2016): Günstige Energiebilanz, teure Hygiene?, In: Green Building, Stadt und Land, Dezember 2016, S. 28−31, ISSN: 1866−8151, Berlin: Fachverlag Schiele & Schön GmbH

Grabener Verlag GmbH (2016): Maklerfaktor (Multiplikator), Immobilien-Fachwissen, Kiel, unter: http://lexikon.immobilien-fachwissen.de/index.php?UID=547250911&ATOZ=M&KEYWORDID=7543, Stand: 14.06.16

Hartmann, A. (2010): Auswirkung von Modernisierungen auf Immobilienbewertung, EBZ, Instandhaltung/Modernisierung, Präsentation, unter: http://www.hartmann-re.de/media/7bccd0c21b-3f51e9ffff8154fffffff1.pdf [Stand: 17.03.16]

Heesen, B. (2016): Investitionsrechnung für Praktiker − Fallorientiere Darstellung der Verfahren, 3. Auflage

Kapferer, R.; Greml, A.; Höfler, K.; Leitzinger, W.; Suschek-Berger, J. (2010): Energie der Zukunft − Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. Planungsleitfadens, Endbericht, Klima- und Energiefond, http://www.komfortlüftung.at/fileadmin/komfortlueftung/MFH/02_815594_Evaluierung_WRL_MFH_Anhang_Dezember2010_finalv1.1.pdf, Stand: 24.04.2017

Kreditanstalt für Wiederaufbau (2016): Merkblatt Bauen, Wohnen, Energie sparen, Energieeffizient Sanieren − Kredit, Stand 07/2016, https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003743_M_151_152_EES_Kredit.pdf, Stand: 24.04.2017

Kreditanstalt für Wiederaufbau (2017a): Energieeffizient Sanieren − Investitionszuschuss, https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestands immobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Zuschuss-(430)/#2, Stand: 12.4.2017

Kreditanstalt für Wiederaufbau (2017b): Energieeffizient Sanieren − Kredit, https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Wohnwirtschaft/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Kredit-(151−152)/#2, Stand: 12.04.2017

McKinsey & Company Inc. (2007): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, Sektorperspektive Gebäude, erstellt im Auftrag der BDI-Initiative „Wirtschaft für Klimaschutz“, https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwj0ksGooOLTAhUEZlAKHTAJDhYQFggzMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.mckinsey.com%2F~%2Fmedia%2FMcKinsey%2FBusiness%2520Functions%2FSustainability%2520and%2520Resource%2520Productivity%2FOur%2520Insights%2FCosts%2520and%2520potentials%2520of%2520greenhouse%2520gas%2520abatement%2520in%2520Germany%2FRead%2520the%2520Deep%2520Dives%2520Buildings.ashx&usg=AFQjCNHI9NKMIDACG2G-AfudInsoD9ryIQ&cad=rja, Stand: 09.05.2017

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (2017): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen aus dem „Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen“ (progres.nrw) − Programmbereich Markteinführung, Runderlass des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz − VII − 4 − 43.00 − vom 16. Februar 2017

Murfeld, E. (2014): Spezielle Betriebswirtschaftslehre der Immobilienwirtschaft, Freiburg/München, 7. Auflage

Ott, W.; Jakob, M.; Baur, M. (2006): Direkte und indirekte Zusatznutzen bei energieeffizienten Wohnbauten, Bundesamt für Energie, Ecoconcept AG, unter: http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/1898.pdf [Stand: 15.03.16]

Prima Klima weltweit e. V. (2015): Prima Klima Ermittlungsbogen, Gladbach, unter: https://www.prima-klima-weltweit.de/grafiken/downloads/ermittlungsbogen.pdf [Stand: 03.03.16]

Schierenbeck, H.; Wöhle, C. (2006): Grundlagen der Betriebswirtschaft, 17. Auflage, München/Wien

Schlesinger, M.; Lindenberger, D.; Lutz, C. (2014): Entwicklung der Energiemärkte − Energiereferenzprognose, Projekt Nr. 57/12, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Endbericht, Basel/Köln/Osnabrück, unter: http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/entwicklung-der-energiemaerkte-energiereferenzprognose-endbericht,property=pdf,bereich =bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf [Stand: 17.04.16]

Sibille, E. (2015): Lüftungskonzepte im Wohnbau, In: Kostengünstige Lüftungslösungen für den Wohnungsbau, Protokollband Nr. 50, Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, S. 13−30, 1. Auflage, Darmstadt: Passivhaus Institut

Stadt Remscheid (2016): Mietspiegel 2016 für die Stadt Remscheid, Juni 2016

Stieß, I. (2010): Handlungsmotive, -hemmnisse und Zielgruppen für eine energetische Gebäudesanierung − Ergebnisse einer standardisierten Befragung von Eigenheimsanierern, Frankfurt am Main, unter: http://www.enef-haus.de/fileadmin/ENEFH/redaktion/PDF/Befragung_EnefHaus.pdf [Stand: 15.6.2016]

Stiftung Neue Verantwortung (o.J.): Wege zur Wärmewende, online: http://www.stiftung-nv.de/projekt/wege-zur-w%C3%A4rmewende [01.08.16]

Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (2010): VDI-Richtlinie 2067, Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung, Richtlinie, VDI 2067:2010–09, VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik

16. ANHANG: EXPERTISE ZUM AP16 – PILOTPROJEKTE

16.4 WOHNBAUGESELLSCHAFT VIVAWEST WOHNEN GMBH

16.4.1 LEVERKUSEN

IBWL-Datenblatt Sanierungsobjekt — Stand: 09.02.2015

1	Eigentümer	Vivawest Wohnen GmbH	Baujahr	1959	
	PLZ	51373	Wohneinheiten	4	
	Ort	Leverkusen	Energiebedarf aktuell	ca. 71.820	kWh/a
	Straße, Nr.	Heinrich-Heine Str. 4			

2

3	Gebäudegrundfläche	192	m²
4	Bruttogeschossfläche	357,36	m²
5	Wohnfläche	267	m²
6	Geschosse inkl. KG und DG	4	Stck.
7	Anzahl Vollgeschosse	2	Stck.
8	vorhandene Raumhöhe	250	cm
9	Gebäudeklasse		geringe Höhe
10	Anzahl Treppenhäuser	1	Stck.
11	Planunterlagen Grundrisse, Schnitte, Ansichten		vorhanden

12	Aufbau Baukonstruktion Außenwand	Innenputz 1cm,24cm Mauerwer,1cm Außenputz
13	Aufbau Baukonstruktion Dach	oberste Geschossdecke mit Estrich, Dach ohne Dämmung mit Unterspannbahn
14	Aufbau Baukonstruktion gegen Erdreich	Mauerwerk und Putz
15	verfügt das Objekt über Rolläden?	vor Renovierung keine Rolläden
16	Haustechnik - Wärmeerzeuger	Zentraler Wärmeerzeuger im Keller
17	ggf. Primärenergiefaktor Fernwärme	-
18	Haustechnik - Warmwasserbereitung	Zentrale WW-Bereitung im Keller

19	letzte energetische Modernisierung	Urzustand von 1959
20	bisher umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen	-
21	bekannte Bauschäden	-
22	baukonstruktive Besonderheiten	Erhöhter Schallschutz bei Fenstern

23	Gebäudetyp nach Erschliessungsprinzip				Zweispänner
24	Anzahl baugleicher Gebäude an diesem Standort			4	Stck.
25	Vorkommen diese Gebäudetyps im eigenen Bestan		Stck.		Prozent
26	Relevanz Gebäudetyp für eigenen Bestand				hoch

27	geplante Sanierungs-/Modernisierungsmaßnahmen:	Dämmung oberste Geschossdecke, Fenster, Fassaden-dämmung, Kellerdeckendämmung, Einbau von Rolläden

28	erfolgt im Zuge der Maßnahmeumsetzung ein Fensteraustausch?	ja, 3-fach-Verglasung mit erhöhtem Schallschutz
29	Schichtaufbau der Außenwand nach geplanter Sanierung:	1cm Innenputz,24cm Mauerwerk,14cm Dämmung, 1cm Außenputz
30	Außenwandstärke nach geplanter Sanierung:	s.o.
31	Welcher Kfw- oder EnEV-Standard wird im Rahmen der Sanierung angestrebt?	ohne KWL KfW-Programm 152
32	geplante Grundriss-Umstrukturierungen:	-
33	geplanter Ausführungszeitraum:	Ende 1. Quartal 2016
34	Motivation für Sanierung/Modernisierung:	Energieersparnis und Vermeidung von Feuchtigkeits
35	Präferenz für technische Lösung des Lüftungssysthems vorhanden? Falls ja, für welche?	zental
36	ggf. besondere Fragestellungen/Interessen seitens des Bauherrn:	Vermeidung von Feuchtigkeitsschäden
37	Sanierung erfolgt in bewohntem/leergezogenen Zus	bewohnter Zustand
38	Wie setzt sich die Mieterstruktur im Objekt zusamn	überwiegend ältere Mieter

ABBILDUNG 187: Datenblatt Objekte in Leverkusen

OBJEKTBESCHREIBUNG

Bei den Objekten der Vivawest Wohnen GmbH in Leverkusen (Heinrich-Heine-Str. 4 und 5) handelt es sich um zwei baugleiche Mehrfamilienhäuser aus den 1950-er Jahren mit jeweils 4 Wohnungen. Die Fläche je Nutzereinheit beträgt 67 m². Im Zuge der Sanierung im bewohnten Zustand wurde die Wärmeerzeugung von dezentralen Gasthermen zu einem zentralen Gaskessel umgebaut. Die Bäder wurden vollsaniert, die Fenster ausgetauscht und die Fassade mit einem Wärmedämmverbundsystem ausgestattet.

Ein Gebäude wurde mit wohnungszentralen Lüftungssystemen ausgestattet, das andere mit einer gebäudezentralen Abluftanlage.

16.4.2 MARL

IBWL-Datenblatt Sanierungsobjekt Stand: 09.02.2015

1	Eigentümer	Vivawest Wohnen GmbH	Baujahr		1931
	PLZ	45772	Wohneinheiten		2
	Ort	Marl	Energiebedarf aktuell	52.305,00	kWh/a
	Straße, Nr.	Dr. Klausener Str. 7; EG		317	kWh/qm*a

2	Abbildungen	

3	Gebäudegrundfläche	119	m²
4	Bruttogeschossfläche	218	m²
5	Wohnfläche	90,02; Heizfläche 82,51	m²
6	Geschosse inkl. KG und DG	4	Stck.
7	Anzahl Vollgeschosse	2	Stck.
8	vorhandene Raumhöhe	242	cm
9	Gebäudeklasse	Gebäude geriner Höhe	
10	Anzahl Treppenhäuser	1	Stck.
11	Planunterlagen Grundrisse, Schnitte, Ansichten		

12	Aufbau Baukonstruktion Außenwand	Ziegelmauerwerk, Putz; 45cm
13	Aufbau Baukonstruktion Dach	Satteldach, Pfanneneindeckung, ungedämmt
14	Aufbau Baukonstruktion gegen Erdreich	
15	verfügt das Objekt über Rolläden?	nein
16	Haustechnik - Wärmeerzeuger	Fernwärme
17	ggf. Primärenergiefaktor Fernwärme	kwk und fossil; 0,658
18	Haustechnik - Warmwasserbereitung	Strom/Duchlauferhitzer

19	letzte energetische Modernisierung	2008, ohne energetische Maßnahmen
20	bisher umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen	Grundrissänderungen; Haustüren, Bäder, Elektrik, Balkone und Balkontür neu, oberste Geschossdecke 15 cm (035)
21	bekannte Bauschäden	keine
22	baukonstruktive Besonderheiten	keine

23	Gebäudetyp nach Erschliessungsprinzip	Einspänner (früher Zweispänner)			
24	Anzahl baugleicher Gebäude an diesem Standort	ca. 60			Stck.
25	Vorkommen diese Gebäudetyps im eigenen Bestan	mittel	Stck.		Prozent
26	Relevanz Gebäudetyp für eigenen Bestand	mittel			

27	geplante Sanierungs-	
28	erfolgt im Zuge der Maßnahmeumsetzung ein Fensteraustausch?	
29	Schichtaufbau der Außenwand nach geplanter Sanierung:	
30	Außenwandstärke nach geplanter Sanierung:	
31	Welcher Kfw- oder EnEV-Standard wird im Rahmen der Sanierung angestrebt?	
32	geplante Grundriss-Umstrukturierungen:	
33	geplanter Ausführungszeitraum:	4. Quartal 2015/1. Quartal 2016
34	Motivation für Sanierung/Modernisierung:	Kundenbindung; aktive Unterstützung des Heiz- und Lüftungsverhalten
35	Präferenz für technische Lösung des Lüftungssystems vorhanden? Falls ja, für welche?	raumweise, gerne Einzelraum

36	ggf. besondere Fragestellungen/Interessen seitens des Bauherrn:	Kosten durch Gerätebetrieb für Mieter!
37	Sanierung erfolgt in bewohntem/leergezogenen Zus	bewohnt
38	Wie setzt sich die Mieterstruktur im Objekt zusamm	durchschnittliches, gutes Klientel

ABBILDUNG 188: Datenblatt Objekte in Marl

OBJEKTBESCHREIBUNG

Bei den Pilotobjekten der Vivawest Wohnen GmbH in Marl handelt es sich um zwei geschossige Bestandsgebäude aus den 30-er Jahren.

Während des Forschungsprojekts kamen in insgesamt fünf Wohnungen neun raumweise Lüftungsgeräte in unterschiedlichen Objekten in der Siedlung zum Einsatz.

16.5 GEWAG WOHNUNGSAKTIENGESELLSCHAFT REMSCHEID

IBWL-Datenblatt Sanierungsobjekt Stand: 25.02.2015

1	Eigentümer	GEWAG Wohnungs-AG Remscheid	Baujahr	1965
	PLZ	42897	Wohneinheiten	12
	Ort	Remscheid	Energiebedarf aktuell	180,9 KWh/m²a
	Straße, Nr.	Emil-Nohl-Str. 9+11 / 13+15	*WI-Nr. 116*	

2

3	Gebäudegrundfläche	408	m²
4	Geschossfläche		m²
5	Wohnfläche	948	m²
6	Geschosse inkl. KG und DG	4	Stck.
7	Anzahl Vollgeschosse	3	Stck.
8	vorhandene Raumhöhe	253	cm
9	Gebäudeklasse	Gebäude geringer Höhe	
10	Anzahl Treppenhäuser	2	Stck.
11	Planunterlagen Grundrisse, Schnitte, Ansichten	vorhanden	

12	Aufbau Baukonstruktion Außenwand	Eurospan-Schalungsstein aus Holzspanbeton, nach San. + 16cm Steinwolle + 1cm Kratzputz
13	Aufbau Baukonstruktion Dach	Flachdach Betondecke, nach San. + 24cm Mineralfaser
14	Aufbau Baukonstruktion gegen Erdreich	gemauerter Keller sonst
15	verfügt das Objekt über Rolläden?	nein
16	Haustechnik - Wärmeerzeuger	zentrales Gasheizwerk für mehrere Gebäude ab 2015
17	ggf. Primärenergiefaktor Fernwärme	---
18	Haustechnik - Warmwasserbereitung	elek. Durchlauferhitzer

19	letzte energetische Modernisierung	keine
20	bisher umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen	
21	bekannte Bauschäden	
22	baukonstruktive Besonderheiten	

23	Gebäudetyp nach Erschliessungsprinzip	Zweispänner		
24	Anzahl baugleicher Gebäude an diesem Standort	4 (zweier Block)		Stck.
25	Vorkommen diese Gebäudetyps im eigenen Bestan	gesamte Siedlung besteht aus Gebäuden mit vergleichbarem konstruktivem Aufbau (1.300 WE)	ca. 20%	Prozent
26	Relevanz Gebäudetyp für eigenen Bestand	1.300 WE von 6.400 --> mittel		

27	geplante Sanierungs-	komplette Gebäudehülle
28	erfolgt im Zuge der Maßnahmeumsetzung ein Fensteraustausch?	ja
29	Schichtaufbau der Außenwand nach geplanter	24cm Mauerwerk + 16cm Steinwolle + 1cm Kratzputz s.Pk
30	Außenwandstärke nach geplanter Sanierung:	ca.41cm
31	Welcher Kfw- oder EnEV-Standard wird im Rahmen der Sanierung angestrebt?	KfW 70
32	geplante Grundriss-Umstrukturierungen:	keine
33	geplanter Ausführungszeitraum:	Apr 15
34	Motivation für Sanierung/Modernisierung:	energetische Sanierung, vereinzelt sind in diesen Objekten Schimmelfälle vorhanden (gewesen).
35	Präferenz für technische Lösung des Lüftungssystems vorhanden? Falls ja, für welche?	keine

36	ggf. besondere Fragestellungen/Interessen seitens des Bauherrn:	
37	Sanierung erfolgt in bewohntem/leergezogenen Zus	bewohnter Zustand
38	Wie setzt sich die Mieterstruktur im Objekt zusamn	stark durchmischte Alters- und Einkommensgruppen (Rentner, Familien, Junge Singles) unter den Bewohnern

ABBILDUNG 189: Datenblatt Objekte in Remscheid

OBJEKTBESCHREIBUNG:

Bei den Gebäuden der GEWAG in Remscheid handelt es sich um zwei baugleiche Mehrfamilienhäuser (Reihenhäuser) aus den 1960-er Jahren mit jeweils 6 Wohnungen. Es sind Zweispänner mit jeweils zwei Gebäudeteilen, in deren die übereinanderliegenden Wohnungen den gleichen Grundriss aufweisen. Im Zuge der Sanierung im bewohnten Zustand wurden die Fenster ausgetauscht und die Außenhülle inklusive Dach mit einem Wärmedämmverbundsystem ausgestattet.

Nach dem Planungsprozess sollten drei der vier Gebäudeteile mit wohnungsweisen und ein Gebäudeteil mit raumweisen Lüftungsgeräten ausgestattet werden.

16.6 BAUVEREIN WESEL

Die Wohnungsbaugesellschaft stellte vier Wohnungen in drei unterschiedlichen Gebäuden zur Verfügung, die sich im Leerstand befanden und renoviert werden sollten.

16.6.1 BAUSTR. 37

IBWL-Datenblatt Sanierungsobjekt — Stand: 01.07.2016

1	Eigentümer	Bauverein Wesel AG	Baujahr	1957
	PLZ	46483	Wohneinheiten	7
	Ort	Wesel	Energiebedarf aktuell	
	Straße, Nr.	Baustr. 37		

2	Abbildungen

3	Gebäudegrundfläche	156	m²
4	Bruttogeschossfläche		m²
5	Wohnfläche	379	m²
6	Geschosse inkl. KG und DG	5	Stck.
7	Vollgeschosse	3	Stck.
8	Gebäudeklasse	geringer Höhe	
9	Anzahl Treppenhäuser	1	Stck.
10	Grundrissplan Gebäude	Grundrisse Wohnungen liegen vor	

11	Aufbau Baukonstruktion Außenwand	2 schaliges Mauerwerk
12	Aufbau Baukonstruktion Dach	Satteldach mit Harteindeckung
13	Aufbau Baukonstruktion gegen Erdreich	Mauerwerk, z.T. Beton
14	Haustechnik - Wärmeerzeuger	Ölheizung
15	ggf. Primärenergiefaktor Fernwärme	Öl
16	Haustechnik - Warmwasserbereitung	dezentral über DHB

17	letzte energetische Modernisierung im Jahr	
18	bisher umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen	Wohnungsmodernisierung
19	bekannte Bauschäden	keine
20	baukonstruktive Besonderheiten	keine

21	Gebäudetyp nach Erschliessungsprinzip	2 spänner			
22	Anzahl baugleicher Gebäude an diesem Standort			1	Stck.
23	Vorkommen des Gebäudetyps im eigenen Bestand		Stck.	10	Prozent
24	Relevanz Gebäudetyp für eigenen Bestand	mittel			

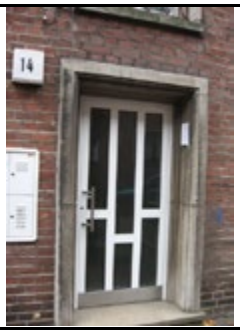
25	geplante Sanierungs-/Modernisieurngsmaßnahmen	Wohnungsmodernisierung
26	Motivation für Sanierung/Modernisierung	Vermietbarkeit verbessern
27	geplanter Ausführungszeitraum	ab 08/2016 3 Monate
28	geplante Umstrukturierungen	
29	Präferenz für Lüftungssystems	keine
30	Sanierung in bewohntem/leergezogenen Zustand	Leerstand
31	besondere Fragestellungen/Interessen seitens des Bauherrn:	keine

ABBILDUNG 190: Datenblatt Objekte in Wesel, Baustr.

16.6.2 SANDSTR. 14

IBWL-Datenblatt Sanierungsobjekt Stand: 01.07.2016

1	Eigentümer	Bauverein Wesel AG	Baujahr	1950
	PLZ	46483 Wesel	Wohneinheiten	6
	Ort	Wesel	Energiebedarf aktuell	
	Straße, Nr.	Sandstr. 14		

2	Abbildungen	

3	Gebäudegrundfläche	165	m²
4	Bruttogeschossfläche		m²
5	Wohnfläche	335	m²
6	Geschosse inkl. KG und DG	5	Stck.
7	Vollgeschosse	3	Stck.
8	Gebäudeklasse		geringe Höhe
9	Anzahl Treppenhäuser	1	Stck.
10	Grundrissplan Gebäude		Wohnungsgrundrisse liegen vor

11	Aufbau Baukonstruktion Außenwand	zweischalig Mauerwerk
12	Aufbau Baukonstruktion Dach	Sparren mit Harteindeckung
13	Aufbau Baukonstruktion gegen Erdreich	Mauerwerk
14	Haustechnik - Wärmeerzeuger	Gasetagenheizung
15	ggf. Primärenergiefaktor Fernwärme	Gas
16	Haustechnik - Warmwasserbereitung	Dezentral DHB

17	letzte energetische Modernisierung im Jahr	
18	bisher umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen	einzelne Wohnung
19	bekannte Bauschäden	keine
20	baukonstruktive Besonderheiten	keine

21	Gebäudetyp nach Erschliessungsprinzip	2 spänner			
22	Anzahl baugleicher Gebäude an diesem Standort			10	Stck.
23	Vorkommen des Gebäudetyps im eigenen Bestand		Stck.	15	Prozent
24	Relevanz Gebäudetyp für eigenen Bestand	keine			

25	geplante Sanierungs-/Modernisieurngsmaßnahmen	Wohnungsmodernisierung 2 Wohnungen
26	Motivation für Sanierung/Modernisierung	Einbau einer Gaszentralheizung
27	geplanter Ausführungszeitraum	August 2016 bis Okt. 2016
28	geplante Umstrukturierungen	
29	Präferenz für Lüftungssystems	keine
30	Sanierung in bewohntem/leergezogenen Zustand	Wohnungen Leerstand
31	besondere Fragestellungen/Interessen seitens des Bauherrn:	keine

ABBILDUNG 191: Datenblatt Objekte in Wesel, Sandstr.

16.6.3 FRIEDRICH-GESELSCHAP-STR.4

IBWL-Datenblatt Sanierungsobjekt Stand: 01.07.2016

1	Eigentümer	Bauverein Wesel AG	Baujahr	1964
	PLZ	46483 Wesel	Wohneinheiten	6
	Ort	Wesel-Feldmark	Energiebedarf aktuell	
	Straße, Nr.	Friedrich-Geselschap-Str. 4		

2	Abbildungen		

3	Gebäudegrundfläche	390	m²
4	Bruttogeschossfläche	1170	m²
5	Wohnfläche	860	m²
6	Geschosse inkl. KG und DG	5	Stck.
7	Vollgeschosse	3	Stck.
8	Gebäudeklasse		1
9	Anzahl Treppenhäuser	1	Stck.
10	Grundrissplan Gebäude		vorhanden

11	Aufbau Baukonstruktion Außenwand	24 cm Kalksandstein plattenschicht, Klinker
12	Aufbau Baukonstruktion Dach	Unterspannbahn, Dachziegel
13	Aufbau Baukonstruktion gegen Erdreich	Schwarzanstrich
14	Haustechnik - Wärmeerzeuger	Zentralheizung, Brennwerttechnik
15	ggf. Primärenergiefaktor Fernwärme	
16	Haustechnik - Warmwasserbereitung	Durchlauferhitzer, ekatrisch

17	letzte energetische Modernisierung im Jahr	2014: Dachgeschossdämmung
18	bisher umgesetzte Modernisierungsmaßnahmen	keine
19	bekannte Bauschäden	keine
20	baukonstruktive Besonderheiten	keine

21	Gebäudetyp nach Erschliessungsprinzip	Zweispänne			
22	Anzahl baugleicher Gebäude an diesem Standort			8	Stck.
23	Vorkommen des Gebäudetyps im eigenen Bestand		Stck.		Prozent
24	Relevanz Gebäudetyp für eigenen Bestand				hoch

25	geplante Sanierungs-/Modernisieurngsmaßnahmen	Giebeldämmung
26	Motivation für Sanierung/Modernisierung	Wärmebrücken
27	geplanter Ausführungszeitraum	2017-2018
28	geplante Umstrukturierungen	keine
29	Präferenz für Lüftungssystems	
30	Sanierung in bewohntem/leergezogenen Zustand	Einzelmodernisierung7 Leerstand
31	besondere Fragestellungen/Interessen seitens des Bauherrn:	

ABBILDUNG 192: Datenblatt Objekte in Wesel, Friedrich-Geselschap-Str.