

Vacusatec Vacuum Sanitärtechnik GmbH & Co. KG

Weiterentwicklung und Prüfung  
eines Unterdruckentwässerungssystems  
für Gebäude und Grundstücke

## **Abschlußbericht**

Förderung durch Referat 23  
Az 24317

Verfasser: Thomas Deipenbrock

Münster, den 31.03.2007

## Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen	Seite 02
Zusammenfassung	Seite 03
Einleitung	
- Ausgangssituation	Seite 04
- Zielsetzung	Seite 04
Hauptteil	
- Übersicht der Innovationsziele	Seite 05
- Grundlagen der Forschung und Entwicklung	Seite 06 - 22
- Technologische Bewertung	Seite 23
- Ökologische Bewertung	Seite 24
- Ökonomische Bewertung	Seite 25 - 26
- Markteintritt	Seite 27
Fazit	Seite 28
Anhang	

## Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

Abbildung 01	Technische und Wirtschaftliche Zielkriterien	Seite 08
Abbildung 02	Kompaktsystem Vakuumtoilette VT 1000 E GA	Seite 10
Abbildung 03 & 04	Vakuumtoilette Design und Innenansicht	Seite 11
Abbildung 05	Kompaktsystem Vakuumurinal VU 1000 E GA	Seite 13
Abbildung 06	Vakuumurinal Design	Seite 14
Abbildung 07	Vakuum Abwasser Sammeleinheit VASE 2 Liter GA	Seite 16
Abbildung 08	Vakuum Abwasser Sammeleinheit VASE 7 Liter GA	Seite 17
Abbildung 09	VASE 2 L Produktbild	Seite 18
Abbildung 10	VASE 7 L Produktbild	Seite 18
Abbildung 12	Ventil für VASE TKM	Seite 19
Abbildung 13	Steuerung für VASE TKM	Seite 19
Abbildung 14	Einzelanschluss MOPRO Regal VASE TKM	Seite 19
Abbildung 15	Funktionsschema Vakuumerzeugung	Seite 21
Abbildung 16	Vakuumerzeugung B 60	Seite 23
Abbildung 17	VE 80 210Q-136	Seite 24
Abbildung 18	B 105	Seite 24

## Zusammenfassung

Im Rahmen eines 15 monatigen Entwicklungsprozesses ist es der Vacusatec Vacuum Sanitärtechnik GmbH & Co. KG in direkter Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Münster-Steinfurt, Forschungslabor Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft, gelungen, ein neuartiges Unterdruck Entwässerungssystem zu entwickeln.

Dabei wurden alle der gültigen Normen und Vorschriften entsprechenden Anforderungen erfüllt und aus technologischer Entwicklungssicht in den wesentlichen Bereichen übertroffen.

Erstmalig gibt es nun eine Vakuumtoilette welche alle sicherheitstechnischen Anforderungen der Immobilienwirtschaft voll erfüllt. Alle Bauteile sind Dank der neuartigen elektronischen Steuerungstechnik an die Gebäudeleittechnik anschließbar.

Im Ergebnis ist es nun möglich ein komplettes bauartgeprüftes Gesamtsystem für alle Anwendungsbereiche im Hochbau anzubieten. Dieses Unterdruck Entwässerungssystem bietet nun erstmalig allen am Bauprozess beteiligten Entscheidern/innen die Möglichkeit, eine absolut flexible und den geltenden Schallschutzanforderungen entsprechende Lösung zu nutzen.

Die ökologischen und ökonomischen Vorteile des Systems beschränken sich nicht nur auf den geringeren Verbrauch von Wasser und der Reduktion der anfallenden Abwassermenge an der Toilette oder dem Urinal.

Vielmehr wirkt sich die Flexibilität der Anlagenplanung und Anlagenbauausführung enorm positiv auf die Prozessoptimierung im Hochbau und ermöglicht somit auch eine optimale Nutzung von Bestandsgebäuden in Bezug auf die sanitäre Entwässerungstechnik.

Die im Entwicklungsprozess gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen weitere Schritte zur Optimierung der Bauprozesse, beispielsweise die Anbindung von Raumentlüftungssystemen an die Unterdruckentwässerung.

Diese von der deutschen Bundesstiftung Umwelt unter dem Az 24317 geförderte Maßnahme ermöglicht der deutschen Bauwirtschaft den Einstieg in ein neues Zeitalter der Sanitärraumplanung und Bauausführung von Entwässerungssystemen.

Die daraus resultierenden ökologischen und ökonomischen Vorteile gilt es nun in den ersten Bauvorhaben weiter zu beweisen und somit dem nationalen Hochbau einen Wettbewerbsvorsprung zu sichern.

## Ausgangssituation

Die Vakuum – oder Unterdruck-Entwässerungstechnik wird seit Jahrzehnten in verschiedenen Bereichen wie Schiffbau, Flugzeugbau oder dem Bahnwesen eingesetzt.

Im gewerblichen und privaten Hochbau hat sich demgegenüber die Unterdruck-Entwässerungstechnik bis heute nicht etabliert. Außer eine paar Einzelobjekten, Pilotanlagen oder ökologischen Demonstrationsbauvorhaben hat die Unterdruckentwässerung keinen Eingang weder in die Neubautätigkeit oder die Altbausanierung gefunden.

Stand der Technik im Gebäude bei Ausführung und Planung ist seit jeher die Freispiegelentwässerung und alle bisherigen Versuche Vakuum-Entwässerungssysteme zu etablieren sind gescheitert.

Nach Marktforschungsergebnissen und Projekterfahrungen der an der Vacusatec beteiligten Gesellschafter und Mitarbeiter ist man gemeinsam zu dem Ergebnis gelangt, das ein noch zu entwickelndes Gesamtsystem der Vakuum Entwässerungstechnik erhebliche ökonomische und ökologische Vorteile in der Gebäudetechnik bietet. Die Vorteile des Systems sind so vielfältig, so dass bei fachlich korrekter Entwicklung ein wirtschaftlicher Erfolg für den Hersteller vorhersehbar ist.

Wichtig ist die Beachtung, dass dieses neue System in keiner Weise mit den Produkten und Teilkomponenten aus dem Schiffbau, dem Flugzeugbau und dem Bahnwesen vergleichbar ist und natürlich alle bisherigen technischen Entwicklungen übertrifft.

## Zielsetzung

Neben der Reduktion des Abwasseranfalls und des Wasserbedarfs an der Vakuumtoilette und dem Vakuum Urinal galt es ein Gesamtsystem zu entwickeln, welches sich in seiner Funktion auch dauerhaft zuverlässig im Betrieb beweist.

Den Beweis der ökonomischen Vorteilhaftigkeit, eben nicht nur bezogen auch Kosteneinsparungen bei Wasser und Abwasser, galt es ebenfalls zu erbringen. Nur so lassen sich dauerhaft wirtschaftliche Erfolge erzielen.

Mit den von Vacusatec zu entwickelnden Produkten und Produktlösungen ist das Gesamtsystem die Antwort für alle Anforderung der Entwässerungstechnik im Hochbau.

## Übersicht der Innovationsziele

- Reduzierung des Wasserverbrauchs- und Abwasseranfalls um bis zu 85 %
- Einfache Planung und Montageausführung
- Wartungsfreundlich
- Erfüllung der geltenden Schallschutznormen
- Erstmals ein Vakuum Urinal
- Vakuum WC und Vakuum Urinale mit berührungsloser Spülvorgangsauslösung  
alle Produkte elektronisch steuerbar
- GLT Anbindung
- Top Hygiene



Abbildung 01 Technische & wirtschaftliche Zielkriterien

## Forschung & Entwicklung

### Vakuumtoilette

#### Funktionsbeschreibung

Der Spülvorgang wird durch die berührungslose Betätigung (Handvorhalten) des IR-Sensors in der Betätigungsplatte ausgelöst.

Nach Betätigung wird über einen Steuerungsrechner unmittelbar das Wasserventil angesteuert. Dadurch öffnet sich das Wasserventil über einen Zeitraum von 0 - 4 Sekunden (einstellbar) mit Unterbrechung, Wasser wird in das WC gespült.

Nach einer einstellbaren Zeit, z. B. 2 Sekunden nach Auslösen des WC's, wird das Absaugventil angesteuert und es öffnet sich für ca. 0,5 bis 2,5 Sekunden.

Durch die Druckdifferenz zwischen dem Becken und der Vakuumabsaugleitung wird der Beckeninhalte in die Vakuumabsaugleitung befördert.

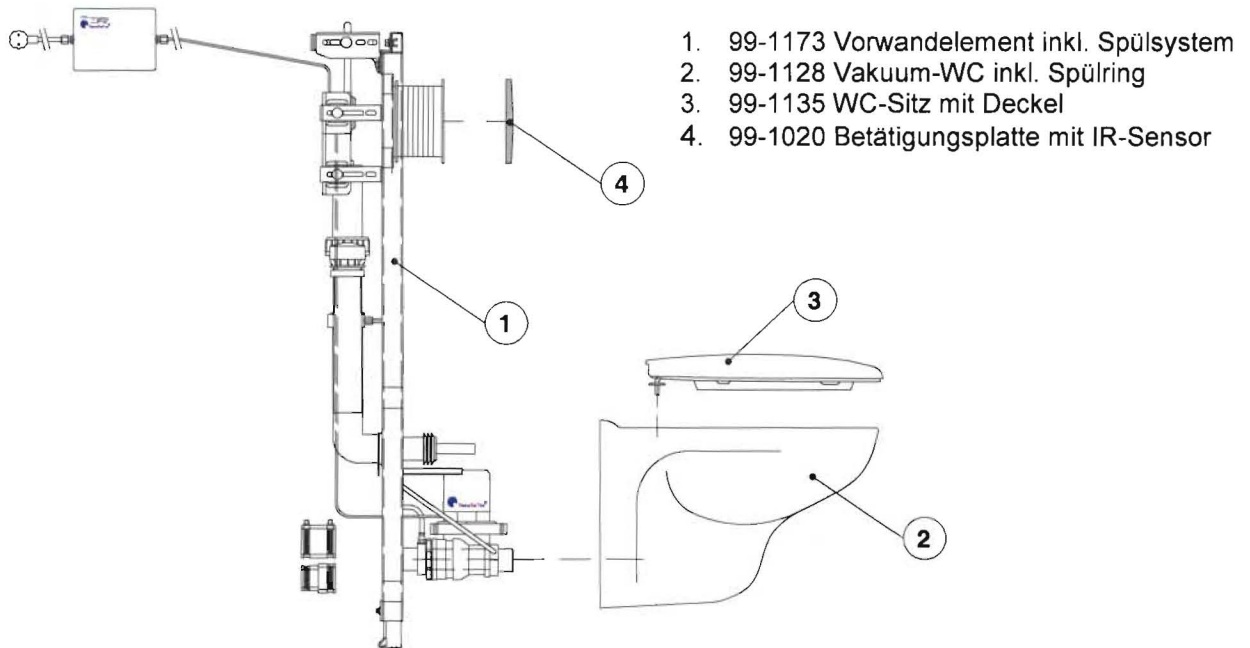
Während oder nach der Entleerung wird das Wasserventil nochmals kurz angesteuert. Hierdurch füllt sich die Wasservorlage im WC wieder auf, das WC ist bereit für den nächsten Spülvorgang.

#### Sicherheit & Komfort:

- Der Spülvorgang wird nur ausgelöst, wenn das Arbeitsvakuum (Mindestdruck im Rohrleitungssystem) besteht, da der Systemdruck über einen Druckschalter überwacht wird.
- Sollte nach einer Betätigung der Spülvorgang durch einen zu geringen Systemdruck nicht erfolgt sein, dann wird diese Betätigung gespeichert und bei Erreichen des Arbeitsvakuums nachgeholt.
- Der Spülvorgang wird nur einmal durch einen kurzen Impuls gestartet. (Vandalismusschutzfunktion)
- Die Spülvorgangsauslösung erfolgt automatisch nach Verlassen des WC-Bereichs, wenn keine Auslösefunktion durch die Person erfolgt ist.
- Es kann eine periodische Spülautomatik eingestellt werden, welche zudem auch zentral ausgelöst werden kann.
- Die Spülvorgänge werden gezählt und gespeichert.
- Im Falle von Blockaden im Absaugventil schaltet dieses nach 2 – 8 Versuchen (einstellbar) auf Störung.
- Füllstandsüberwachung:
  - Das WC wird im Normalspülmodus ausgelöst, wenn die untere Füllstandsüberwachung anspricht. Beispiel: Ausgießen von Behältern im WC.
  - Die obere Füllstandsüberwachung dient als Überlaufschutz. Das Wasserventil wird gesperrt und es erfolgt nur eine Absaugung. Optional kann eine Alarmierung an einer zentralen Stelle erfolgen, dies gilt für die gesamte Störungsüberwachung.
- Die Schaltzeiten und Funktion sind über einen PC einstellbar.

Forschung & Entwicklung

Vakuumtoilette



1. 99-1173 Vorwandelement inkl. Spülsystem
2. 99-1128 Vakuum-WC inkl. Spülring
3. 99-1135 WC-Sitz mit Deckel
4. 99-1020 Betätigungsplatte mit IR-Sensor

Abbildung 02 Kompaktsystem Vakuumtoilette VT 1000 E GA Art.-Nr. 99-1179

Werkstoffe	Becken	Sanitärporzellan, weiß
	Sitz	Duroplast
	Deckel	Duroplast
	Gummi-Elemente	EPDM
	Betätigungsplatte	Zinkdruckguss
	Vorwandelement	Rahmen aus Stahl, verzinkt
	Spülrohr VT mit integriertem Rohrbelüfter	PE-HD
Betriebsdaten	Wasserdruck	1 bis 10 bar
	Betriebsvakuum	-30 kPa bis -60 kPa
	Mindestbetriebsvakuum	-25 kPa
	Wasserbedarf	1,2 Liter/Spülung
Anschlüsse	Luftbedarf	ca. 60 Liter/Spülung
	Wasserzulauf	1/2"
WC - Befestigung	Absaugleitung	gerader Gummiverbinder
	2 Stehbolzen	M 12



## Forschung & Entwicklung

### Vakuumtoilette



Abbildung 03 & 04 Vakuumtoilette Design und Innenansicht

### Entwicklungserfahrung

Die besondere Herausforderung bestand in der Entwicklung der Toilette hier neben den erforderlichen technischen Zulassungskriterien auch den Schallschutz zu berücksichtigen. Unabhängig von einer noch ausstehenden Schallprüfung durch das Institut für Bauphysik der Fraunhofer Gesellschaft in Stuttgart ist es gelungen, die wohl leiseste Vakuum Toilette zu entwickeln.

Das Produkt wurde hier direkt mit einer pneumatischen Vakuum Toilette der EVAC GmbH verglichen. Diese hat nachgewiesen einen Schallpegel von 32 Db, welcher von der Vacusatec Vakuum Toilette längst nicht erreicht wird.

Die geringe Spülmenge von 1,2 l / Spülvorgang erlaubt eine Reduktion des Wasserbedarfs und des Abwasseranfalls von 80 % zu einem 6 L WC.

Einmalig ist die berührungslose Spülvorgangsauslösung und die Personenerkennung des IR Sensors. Der Stromverbrauch des 24 V Stellantriebs am Vakuumventil ist zu vernachlässigen.

## Forschung & Entwicklung

### Vakuumurinal

#### Funktionsbeschreibung

Die Infrarot-Elektronik sendet unsichtbares, gepulstes Licht aus. Bei Benutzung des Urinals wird dieses mindestens 10 Sekunden lang durch eine Person reflektiert und von der Elektronik wieder empfangen, welche die Steuerung ca. 1 Sekunde nach Zurücktreten des Benutzers ansteuert.

Nach der Auslösung wird über den Steuerungsrechner unmittelbar das Wasserventil angesteuert. Dadurch öffnet sich das Wasserventil über einen Zeitraum von 0 - 4 Sekunden (einstellbar), Wasser wird in das Urinal gespült.

Nach einer einstellbaren Zeit, z. B. 2 Sekunden nach Auslösen des Urinals wird das Absaugventil angesteuert und es öffnet sich für ca. 0,5 bis 2,5 Sekunden. Durch die Druckdifferenz zwischen dem Becken und der Vakuumabsaugleitung wird der Beckeninhalt in die Vakuumabsaugleitung befördert. Dann ist das Urinal bereit für den nächsten Spülvorgang.

#### Sicherheit & Komfort:

- Der Spülvorgang wird nur ausgelöst, wenn das Arbeitsvakuum (Mindestdruck im Rohrleitungssystem) besteht, da der Systemdruck über einen Druckschalter überwacht wird.
- Sollte nach einer Auslösung der Spülvorgang durch einen zu geringen Systemdruck nicht erfolgt sein, dann wird diese Auslösung gespeichert und bei Erreichen des Arbeitsvakuums nachgeholt.
- Der Spülvorgang wird nur einmal durch einen kurzen Impuls gestartet. (Vandalismusschutzfunktion)
- Es kann eine periodische Spülautomatik eingestellt werden, welche zudem auch zentral ausgelöst werden kann.
- Die Spülvorgänge werden gezählt und gespeichert.
- Im Falle von Blockaden im Absaugventil schaltet dieses nach 2 – 8 Versuchen (einstellbar) auf Störung.
- Füllstandsüberwachung:
  - Das Urinal wird im Normalspülmodus ausgelöst, wenn die untere Füllstands-überwachung anspricht. Beispiel: Ausgießen von Behältern ins Urinal
  - Die obere Füllstandsüberwachung dient als Überlaufschutz. Das Wasserventil wird gesperrt und es erfolgt nur eine Absaugung. Optional kann eine Alarmierung an einer zentralen Stelle erfolgen. Gilt für die gesamte Störungsüberwachung.
- Die Schaltzeiten und Funktion sind über einen PC einstellbar.

Forschung & Entwicklung

Vakuumurinal

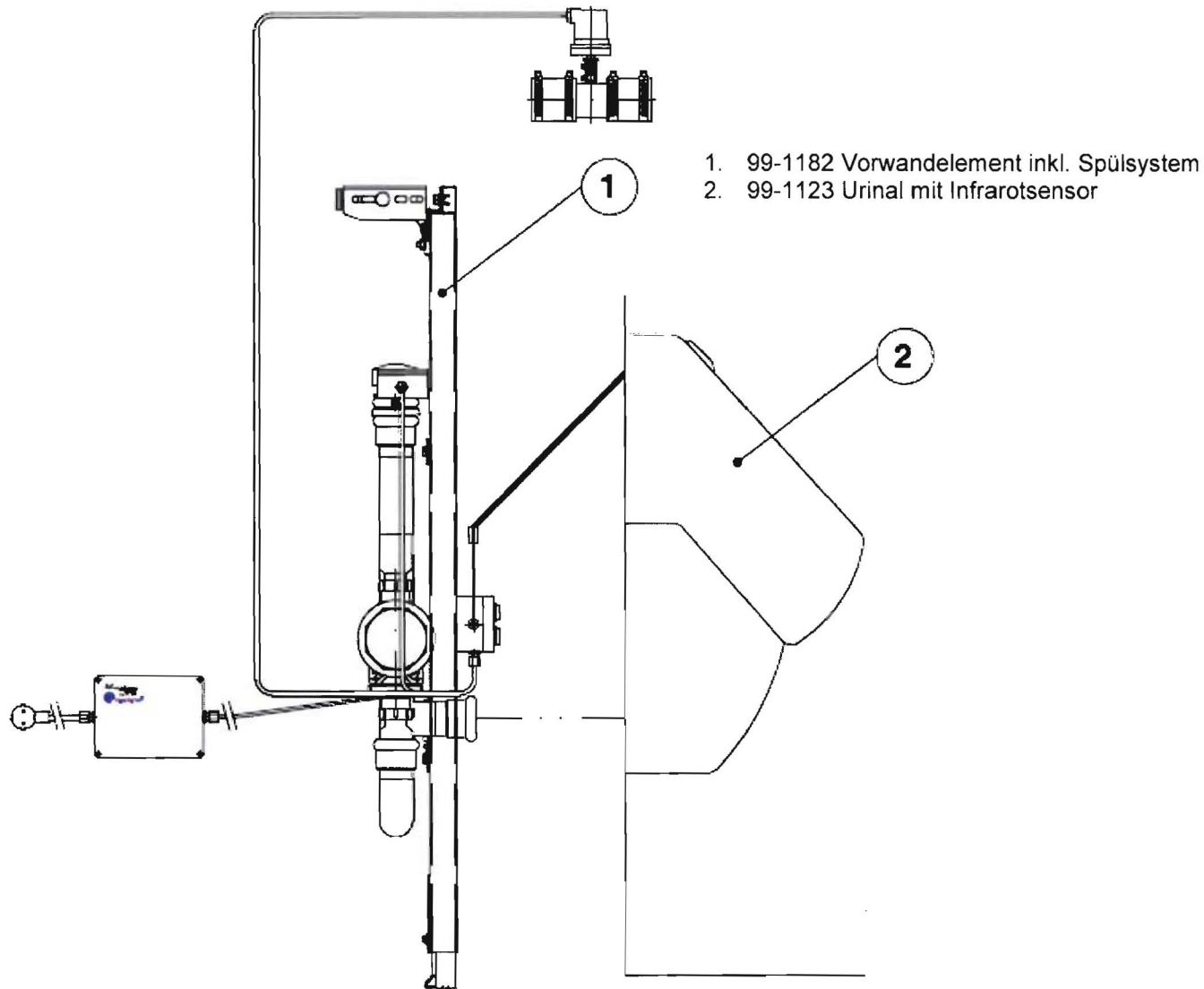


Abbildung 05 Kompaktsystem Vakuumurinal VU 1000 E GA Art.-Nr. 99-1183

Werkstoffe	Becken	Sanitärporzellan, weiß
	Gummi-Elemente	EPDM
	Vorwandlelement	Rahmen aus Stahl, verzinkt
	Sammelrohr	PE
Betriebsdaten	Wasserdruck	1 bis 10 bar
	Betriebsvakuum	-30 kPa bis -60 kPa
	Mindestbetriebsvakuum	-25 kPa
	Wasserbedarf	1,0 Liter/Spülung
	Luftbedarf	Ca. 60 Liter/Spülung
Anschlüsse	Wasserzulauf	1/2"
	Absaugleitung	Gerader Gummiverbinder
Urinal – Befestigung	2 Stehbolzen	M 8

## Forschung & Entwicklung

### Vakuumurinal



Abbildung 06 Vakuumurinal Design

### Entwicklungserfahrung

Im Prinzip kann das Vakuumurinal alle Funktionen wie die Vakuumtoilette erfüllen. Die Absaugung von Feststoffen stellt kein Problem dar, und ist sicherlich beim Einsatz in öffentlichen und halböffentlichen Sanitärräumen von Vorteil

Die Bildung von Urinstein im Urinalssammelrohr kann mangels Einsatzerfahrung noch nicht abschließend beurteilt werden. Fakt ist jedoch: Durch die 24 stündige Zwangsspülung werden Austrocknungs- und Ablagerungsprozesse im Urinal und an der daran anschließenden Vakuumleitung erheblich reduziert.

Die Spülmenge von 1,0 l / Spülvorgang erlaubt eine Reduktion des Wasserbedarfs und des Abwasseranfalls von 66 % zu einem 3 L Urinal.

Der Stromverbrauch des 24 V Stellantriebs am Vakuumventil ist zu vernachlässigen.

## Forschung & Entwicklung

### Vakuum Abwasser Sammeleinheiten

#### Funktionsbeschreibung

Durch eine Füllstandüberwachung (Sensor) wird der Füllstand im Sammelbehälter kontrolliert. Ist der vorgegebene Füllstand erreicht, wird über den Steuerungsrechner unmittelbar das Absaugventil angesteuert. Dadurch öffnet sich das Absaugventil für ca. 0,5 - 10 Sekunden (einstellbar), der Inhalt des Sammelbehälters wird abgesaugt.

#### Sicherheit & Komfort:

- Der Absaugvorgang wird nur ausgelöst, wenn das Arbeitsvakuum (Mindestdruck im Rohrleitungssystem) besteht, da der Systemdruck über einen Druckschalter überwacht wird.
- Sollte eine Auslösung durch einen zu geringen Systemdruck nicht erfolgt sein, dann wird diese Auslösung gespeichert und bei Erreichen des Arbeitsvakuums nachgeholt.
- Es kann eine periodische Absaugautomatik eingestellt werden, welche zudem auch zentral ausgelöst werden kann.
- Die Absaugvorgänge werden gezählt und gespeichert.
- Im Falle von Blockaden im Absaugventil schaltet dieses nach 2 – 8 Versuchen (einstellbar) auf Störung.
- Füllstandsüberwachung:
  - Der Sammelbehälter wird abgesaugt, wenn die untere Füllstandsüberwachung anspricht.
  - Die obere Füllstandsüberwachung dient als Überlaufschutz. Es wird abgesaugt und es erfolgt eine Alarmierung.  
Optional kann eine Alarmierung an einer zentralen Stelle erfolgen. Gilt für die gesamte Störungsüberwachung.
- Die Schaltzeiten und Funktion sind über einen PC einstellbar.

Forschung & Entwicklung

Vakuum Abwasser Sammeleinheiten

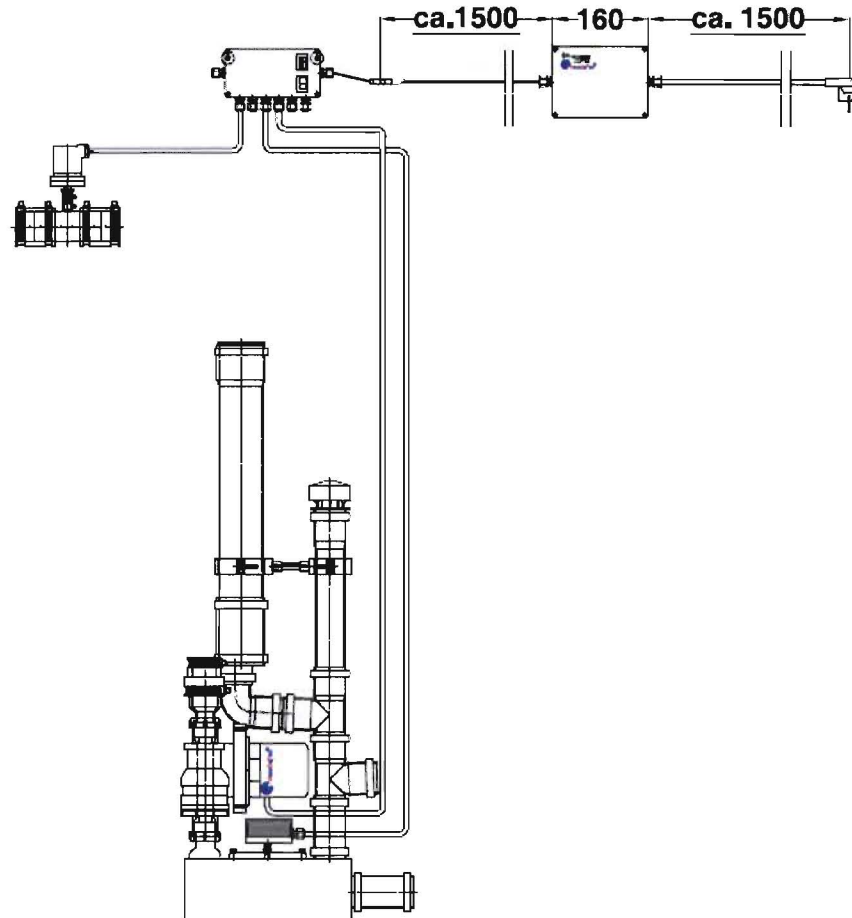


Abbildung 07 Vakuum Abwasser Sammeleinheit VASE 2 Liter GA

Art.-Nr. 99-1168

Werkstoffe	Sammelbehälter	PE
	Gummi-Elemente	EPDM
Betriebsdaten	Behältervolumen	2 Liter
	Betriebsvakuum	-30 kPa bis -60 kPa
	Mindestbetriebsvakuum	-25 kPa
	Luftbedarf	Ca. 30 Liter/Vorgang
Anschlüsse	Abwasserzulauf	DN 50
	Absaugleitung	gerader Gummiverbinder

Forschung & Entwicklung

Vakuum Abwasser Sammeleinheiten

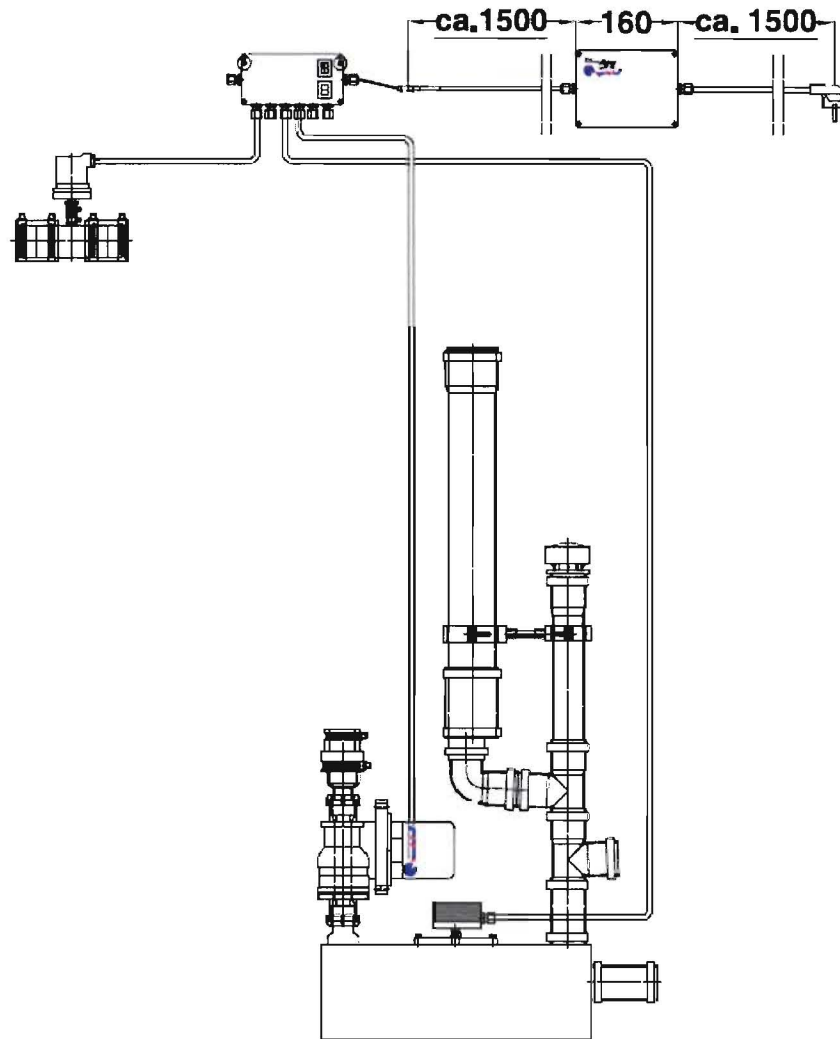


Abbildung 08 Vakuum Abwasser Sammeleinheit VASE 7 Liter GA

Art.-Nr. 99-1170

Werkstoffe	Sammelbehälter	PE
	Gummi-Elemente	EPDM
Betriebsdaten	Behältervolumen	7 Liter
	Betriebsvakuum	-30 kPa bis -60 kPa
	Mindestbetriebsvakuum	-25 kPa
	Luftbedarf	Ca. 30 Liter / Vorgang
Anschlüsse	Abwasserzulauf	DN 50
	Absaugleitung	gerader Gummiverbinder

## Forschung & Entwicklung

### Vakuum Abwasser Sammeleinheiten



Abbildung 09 VASE 2 L



Abbildung 10 VASE 7 L

### Entwicklungserfahrung

Die vereinfachte Revision der Einheiten und eine Einbautiefe welche die Montage innerhalb von Vorwandelementen erlaubt, war das Hauptziel der Entwicklung. Optional bietet sich die Erweiterung der VASE 2 L & VASE 7 L mit dem passenden Vorwandmontagerahmen inkl. Revisionsklappe an.

Der Stromverbrauch des 24 V Stellantriebs am Vakuumventil ist zu vernachlässigen.

Mit den hier erbrachten Ergebnissen ist es gelungen zusätzlich auch eine VASE TKM, für den Anschluss von Tauwasser an Tiefkühl- und Kühlmöbel zu entwickeln.



## Forschung & Entwicklung

### Vakuum Abwasser Sammeleinheiten



Abbildung 12 Ventil für VASE TKM



Abbildung 13 Steuerung für VASE TKM



Abbildung 14 Einzelanschluss MOPRO Regal VASE TKM

### Entwicklungserfahrung

Aufgrund der Vertriebsaktivitäten zu den Unterdruck Entwässerungssystemen konnte ein direkter Entwicklungsfortschritt erzielt werden, welcher im Ergebnis die Realisierung des ersten Vacusatec Systems für einen Supermarkt brachte.

Hierbei bestand die Aufgabe darin, das in den Kühlmöbeln anfallende Tauwasser zu beseitigen. Da die topografischen Geländeeigenschaften und die baulichen Begebenheiten in diesem Modernisierungsprojekt eine Freigefälle Lösung nur mit erheblichen Mehrkosten verbunden hätten, wurde das kostengünstigere Unterdruck Entwässerungssystem von Vacusatec eingebaut.

Für Vacusatec optimal, da wir hier auch für die VASE 2 L und das Pumpensystem reale Einsatzbedingungen begleitend zum Entwicklungsprojekt bekamen.

## Forschung & Entwicklung

### Vakuumerzeugung

#### Funktionsbeschreibung

Der Betrieb der Vakuumpumpen erfolgt bedarfsabhängig. Die Steuerung schaltet je nach Druck im Sammelbehälter die Vakuumpumpen ein und aus. Das Kompakt-Vakuumsystem wird über Laststufen gesteuert. Beim Überschreiten der jeweiligen Einschaltdrücke schalten die entsprechenden Vakuumpumpen ein. Die anfallende Luft aus dem Vakuumsystem wird über eine Entlüftungsleitung abgeleitet.

Die Zuordnung der Vakuumpumpen zu den einzelnen Laststufen wechselt automatisch, so bleibt die Betriebszeit aller Vakuumpumpen etwa gleich.

Nach Erreichen des Ausschaltedrucks laufen die Vakuumpumpen bedarfsabhängig nach.

Das sich im Sammelbehälter angesammelte Abwasser wird über eine der beiden Abwasserpumpen bei Erreichen des unteren Füllstandsmessers zum Abwasserkanal gepumpt. Sollte der untere Füllstandsmesser nicht ordnungsgemäß arbeiten, übernimmt ein im Sammelbehälter höher angeordneter Füllstandsmesser dessen Aufgabe und es erfolgt eine Alarmmeldung.

Ein manueller Betrieb des Vakuumsystems ist ebenfalls möglich. Hierfür ist pro Pumpe je ein Wahlschalter Hand/0/Automatik vorgesehen.

Alle Signale können über potentialfreie Kontakte für eine Zentrale abgenommen werden.

#### Funktionsablauf

- Steigt der Druck im Vakuumsystem über den Einschaltwert der Vakuumpumpen, läuft eine der Pumpen P1/P2 im Wechsel an, das dem entsprechende Ventil A1/A2 wird geöffnet.
- Ist der Druck im Vakuumbehälter kleiner als der Ausschaltwert, wird das Ventil A1/A2 geschlossen, Pumpe P1/P2 geht bei Bedarf in den Nachlauf und schaltet dann ab.
- Dieser Ablauf wird in einer Endlosschleife fortgesetzt.
- Sollte die eingeschaltete Vakuumpumpe den Ausschaltwert in einer Zeit „x“ nicht erreichen oder der Druck im Vakuumsystem über den zweiten Einschaltwert steigen, wird die zweite Pumpe zur Unterstützung eingeschaltet.
- Wenn im Sammelbehälter das Niveau „LSH“ erreicht wird, schaltet im Wechsel eine der beiden Abwasserpumpen P3/P4 ein und der Behälter wird bis zu einem einstellbaren Druck über das Belüftungsventil „A5“ belüftet.
- Wird das Niveau „LSH“ unterschritten, schaltet Pumpe P3/P4 nach einer Nachlaufzeit ab.
- Wird das Niveau „LSAHH“ erreicht, wird eine Abwasserpumpe P3/P4 eingeschaltet und es wird eine Alarmmeldung ausgegeben.
- Wird „LSAHH“ nach z. B. 60 Sekunden nicht unterschritten, erfolgt zuerst ein Pumpenwechsel. Sollte auch diese Pumpen den Füllstand nicht absenken, dann wird die Notausschaltung aktiviert und alle Pumpen abgeschaltet.

Forschung & Entwicklung

Vakuumerzeugung

Funktionsschema

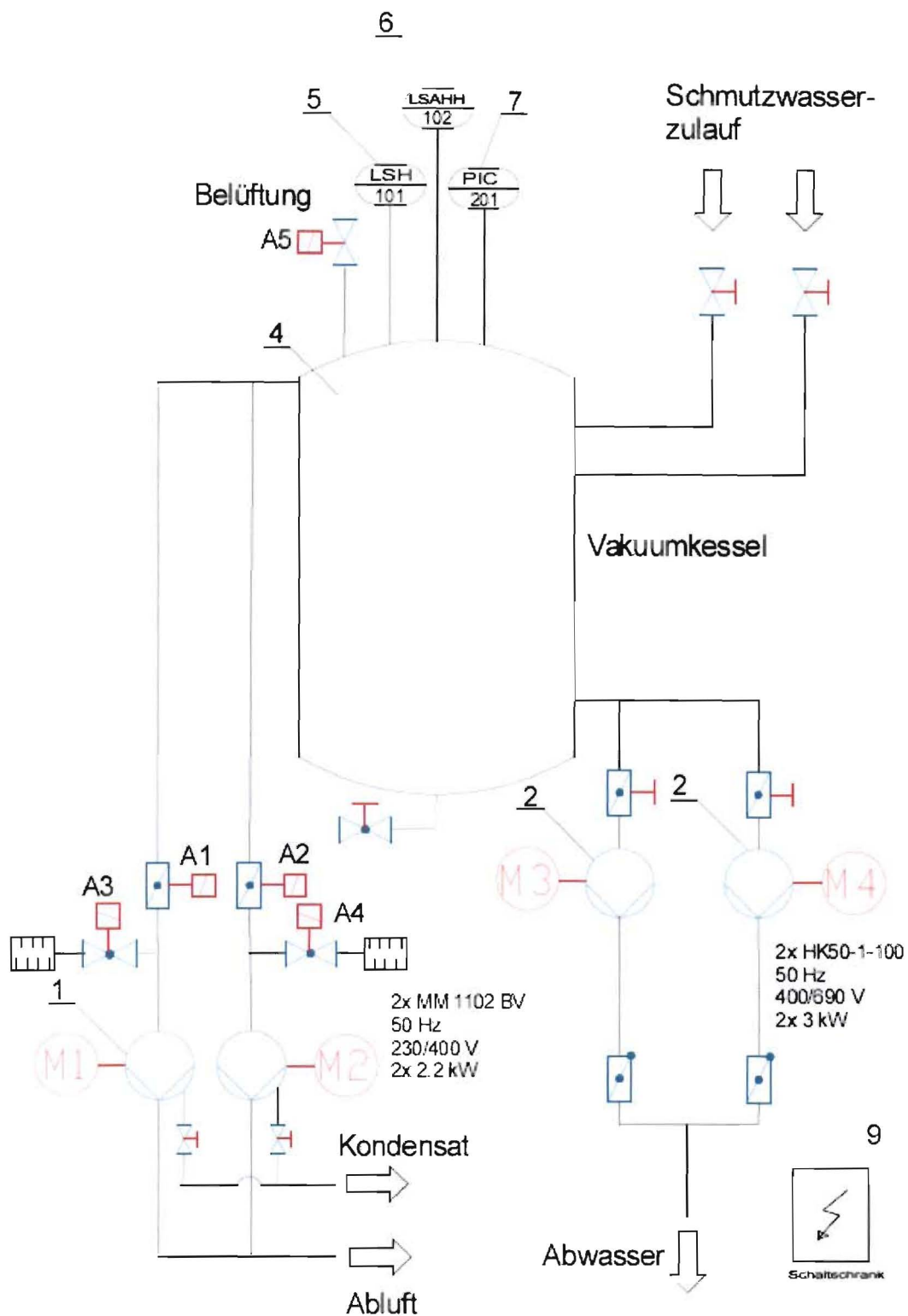


Abbildung 15 Funktionsschema Vakuumerzeugung

Forschung & Entwicklung

Vakuumerzeugung

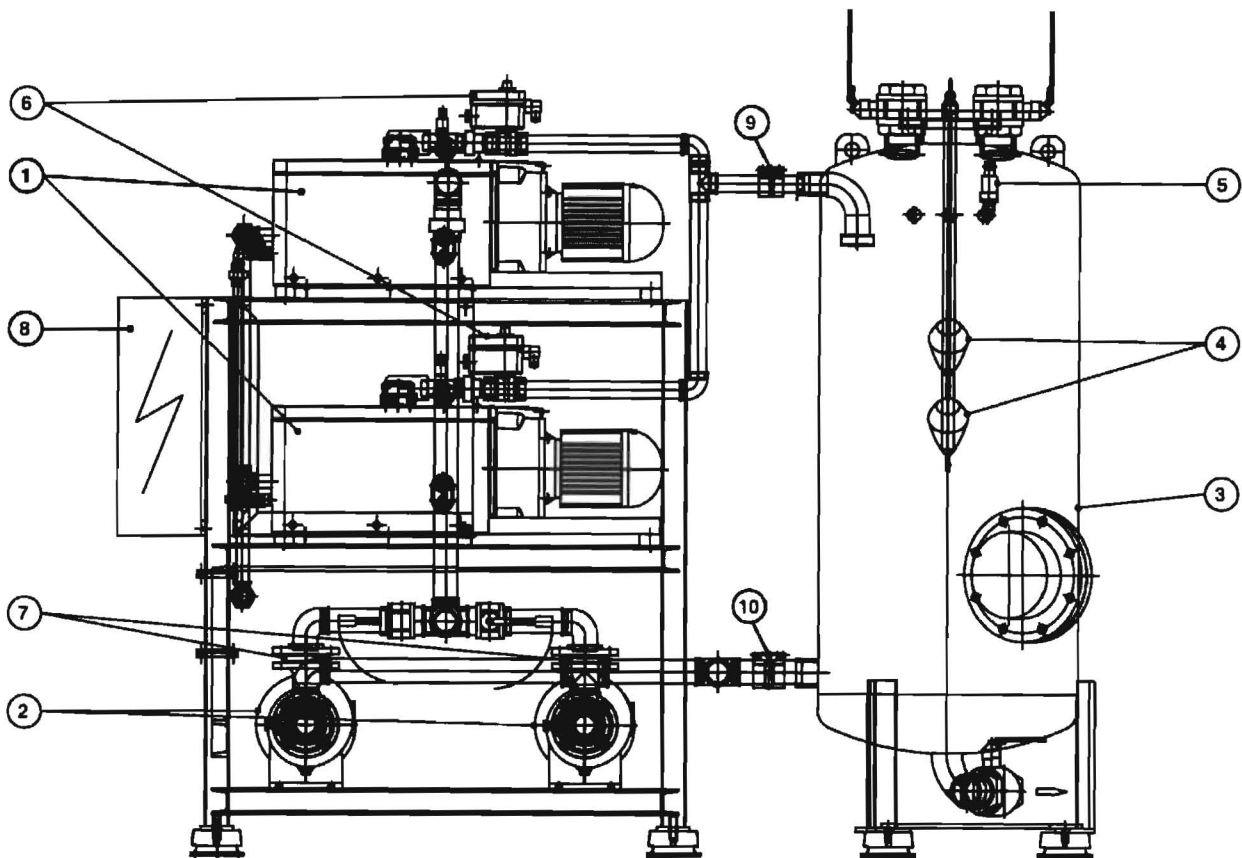


Abbildung 16 Vakuumerzeugung B 60 Art.-Nr. 99-1125

Pos.	Art.-Nr.	Bezeichnung	Spezifikation
1	99-1197	Vakuumpumpe	MINK MM 1104 BV Aqua, IP 55
	99-1198	Vakuumpumpe	MINK MM 1144 BV Aqua, IP 55
	99-1199	Vakuumpumpe	MINK MM 1102 BV Aqua, IP 55
2	99-1200	Kreiselpumpe	Typ 4/HK50-1-100, IP 55
3	99-1201	Vakuumbehälter	500 l
	99-1202	Vakuumbehälter	1000 l
4	99-1203	Schwimmerschalter	SSX 1/K/RN, IP 68
5	99-1205	Drucktransmitter	G 1/2, 4-20 mA, , IP 65 Typ PMC 131-A11F1A3E
		Aufsteckanzeige	Typ MINDIS
6	99-1206	Kugelhahn mit Stellantrieb	G 1 1/4", 24V DC, IP 65
7	99-1207	Rückschlagklappe	DN 50, PN 10/16, Typ RK
8	99-1210	Schaltschrank	B 60, B 80, B 105, IP 55,
9	99-1057	Gummiverbinder	42-50 mm EPDM (Z42.5-367)
10	99-1209	Gummiverbinder	55-65 mm EPDM (Z42.5-367)

Forschung & Entwicklung

Vakuumerzeugung

Kenndaten Vakuumerzeugung B 60 Art.-Nr. 99-1125

Nennsaugvermögen der Vakuumpumpen; MINK MM 1104 BV	2 x 60 m³/h
Motorenleistung der Vakuumpumpen	2 x 1,1 KW
Motordrehzahl Vakuumpumpe	1.500 U/min
Spannungsversorgung Vakuumpumpe	400 V
Fördervolumen Abwasserpumpe	3 m³/h
Motorenleistung der Abwasserpumpe	2 x 3 KW
Motordrehzahl Abwasserpumpe	3.000 U/min
Spannungsversorgung Abwasserpumpe	400 V
Volumen Abwassersammeltank	individuell

Kenndaten Vakuumerzeugung B 80 Art.-Nr. 99-1126

Nennsaugvermögen der Vakuumpumpen; MINK MM 1144 BV	2 x 80 m³/h
Motorenleistung der Vakuumpumpen	2 x 1,5 KW
Motordrehzahl Vakuumpumpe	1.500 U/min
Spannungsversorgung Vakuumpumpe	400 V
Fördervolumen Abwasserpumpe	3 m³/h
Motorenleistung der Abwasserpumpe	2 x 3 KW
Motordrehzahl Abwasserpumpe	3.000 U/min
Spannungsversorgung Abwasserpumpe	400 V
Volumen Abwassersammeltank	individuell

Kenndaten Vakuumerzeugung B 105 Art.-Nr. 99-1127

Nennsaugvermögen der Vakuumpumpen; MINK MM 1102 BV	2 x 105 m³/h
Motorenleistung der Vakuumpumpen	2 x 2,2 KW
Motordrehzahl Vakuumpumpe	3.000 U/min
Spannungsversorgung Vakuumpumpe	400 V
Fördervolumen Abwasserpumpe	3 m³/h
Motorenleistung der Abwasserpumpe	2 x 3 KW
Motordrehzahl Abwasserpumpe	3.000 U/min
Spannungsversorgung Abwasserpumpe	400 V
Volumen Abwassersammeltank	individuell

## Forschung & Entwicklung

### Vakuumerzeugung



Abbildung 17 VE 80 210Q-136



Abbildung 18 B 105

### Entwicklungserfahrung

Das Herzstück der Unterdruck Entwässerungsanlage ist die zentrale Vakuumerzeugung. Es ist das Ziel gewesen, hier eine möglichst Energie verbrauchssarme Vakuumpumpe mit einem hohen Wirkungsgrad zu bekommen.

Beide von Vacusatec eingesetzten Systemvarianten sind in Ihrer technischen Zuverlässigkeit hervorragend. Dennoch war für den in der Vakuum Entwässerungstechnik des Hochbaus noch nicht tätigen Pumpenlieferanten eine sehr anspruchsvolle Aufgabe in der Entwicklung.

Hier machten sich wiederholt die Defizite der klassischen Anlagenbauer bemerkbar, welche in der Gebäudetechnik keine Erfahrung haben. Besonders die Programmierung der Pumpen und der Schallschutz waren häufig Diskussionsthemen.

Vacusatec verfügt Dank der zweigleisigen Entwicklungsarbeit über Vakuumerzeuger, welcher je nach Anwendungsfall im Hochbau einsetzbar sind.

## Technologische Bewertung

Alle im Förderantrag eingetragenen und von Vacusatec selbst festgelegten Ziele wurden zu 100 % erreicht. Mit dem Bestehen der Zulassungsprüfung des Systems durch das Forschungslabor Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft wurde zugleich auch der Nachweis erbracht, dass die Unterdruck Entwässerungssystemlösung von Vacusatec dauerhaft alle Anforderungen des Hochbaus besteht.

Übersicht der Innovationsziele und technische Bewertung:

- A. Reduzierung des Wasserverbrauchs- und Abwasseranfalls um bis zu 85 %  
erreicht zu 100 %
- B. Einfache Planung und Montageausführung  
erreicht zu 100 %
- C. Wartungsfreundlich  
erreicht zu 100 %
- D. Erfüllung der geltenden Schallschutznormen  
erreicht zu 100 % ( IBP Prüfung im II Quartal 2007 )
- E. Erstmals ein Vakuum Urinal  
erreicht zu 100 %
- F. Vakuum WC und Vakuum Urinale mit berührungsloser Spülvorgangsauslösung  
erreicht zu 100 %
- G. alle Produkte elektronisch steuerbar  
erreicht zu 100 %
- H. GLT Anbindung  
erreicht zu 100 %
- I. Top Hygiene  
erreicht zu 100 %

## Ökologische Bewertung

Die Reduktion des Wasserverbrauchs durch eine Vakuumtoilette und der damit verbundene geringere Anfall von Abwasser ist nachweislich bekannt.

Im Vergleich zu einem 9 L Freispül WC ergibt sich bei einer Spülmenge von 1,2 L an der Vakuumtoilette eine Reduktion von 87 %, beim 6 L Freispül WC 80 % und bei der kaum eingebauten 4,5 L Freispül Technik 74 %.

Über die Sinnhaftigkeit des Einsatzes von Trockenurinalen ( hier bitte die Zulassungskriterien betrachten ) streiten sich schon genug Fachleute. Vacusatec befürwortet die Wasserspülung aus hygienischen Aspekten.

Die Vakuumtoilette und das Vakuumurinal kann sowohl mit Trinkwasser, mit Regenwasser oder mit Grauwasser betrieben werden. Dieses ist dem Bauherrn freigestellt.

In Summe ermöglicht diese Vakuumtechnik eine erhebliche Reduktion des Wasserverbrauchs und des Abwasseranfalls.

Wir teilen die Ansicht, dass die Reduktion der häuslichen Abwässer und die Überlegungen fäkalhaltige Abwässer und Küchenabfälle als Biomasse nutzbar zu machen eine Zukunftstechnologie ist.

Die Ausrichtung hierfür hört nicht im Gebäude auf, muss aber im Gebäude durch Vakuum Entwässerungssysteme geschaffen werden. Hier beteiligt sich Vacusatec an einem Forschungsprojekt in Norddeutschland, wo diese Systeme und deren Auswirkungen getestet werden.

Wir teilen ferner die Ansicht, dass die Schwemmkanalisation nicht das System der Zukunft sein wird.

Ein viel erheblicherer Vorteil der Vakuum Entwässerungstechnik ist es, das durch die Flexibilität der Leitungsführung der vereinfachte Einbau in Bestandsimmobilien möglich ist. Das bedeutet gerade bei Umplanung und Umnutzung von Gebäuden die Chance, diese ohne große bauliche Veränderungen durchführen zu können. Das ist besonderes für Denkmalgeschützte Immobilien sehr vorteilhaft.

Durch den Einbau geringerer Rohrleitungsgrößen fällt die Bereitstellung von Rohstoffen zur Materialerzeugung auch eindeutig geringer aus.

Optimierungsbedarf sehen wir insbesondere noch bei den Pumpen, da der Energieverbrauch noch zu hoch ist. Im Mittel verbraucht eine Vakuumerzeugung für immerhin 200 Vakuumtoiletten bei einer Frequenz von 10 Nutzungen / Tag etwa 32 kWh/Tag. Hier stehen wir allerdings auch erst am Anfang des Entwicklungsprozesses.



## Ökonomische Bewertung

### Beispiel Verkehrsgebäude:

Wann rechnet sich der Einsatz eines Vakuum Entwässerungssystems?  
Beispiel: Ein Verkehrsgebäude wird von ca. 5.000 Menschen täglich frequentiert. Wenn gut 40 % ein WC nutzen und weitere 20 % ein Urinal dann liegt der jährliche Verbrauch an Trinkwasser in konventionellen Systemen bei 7.665 m<sup>3</sup>. Rechnet man mit einem Mittelwert von 5,00 € pro m<sup>3</sup> an Wasser- und Abwassergebühren, so sind es rund 38.000 € / Jahr. Mit der Technik von Vacusatec lassen sich die Verbräuche und die Kosten um 84 % senken. Eine lohnenswerte Investition die den Verbrauch an Trinkwasser und die Nebenkosten enorm reduzieren.

### Beispiel Büroimmobilien:

Wie entwickelt sich die Immobilie der Zukunft?

Selbst wenn es gelingt, die aus Sicht der Projektentwicklung erforderlichen Eingangsdaten für die Planung und den Bau einer Immobilie ausreichend genau zu verfassen, ist in aller Regel ein wichtiger Bestandteil der des Projektentwicklungsprozesses unterrepräsentiert: die Fragestellung, wie sich die Immobilie in der Zukunft auf dem sich dann verändernden Markt behaupten wird und inwieweit sich auch in späteren Zeiten für den Eigentümer ein erfolgreiches Produkt darstellt.

So sind auch Banken daran interessiert, dass die Bauherren schon mit dem Investment in das Objekt alternative Nutzungskonzepte für mögliche spätere Veränderungen konzipieren. Es ist im Interesse aller am Bau Beteiligten das richtige Konzept zu finden, so viel wie notwendig an Investitionen zu tätigen um zukünftige alternative Nutzungen zu ermöglichen und somit dauerhaft Renditen zu sichern.

Für diese Ansprüche steht das Vakuum- Entwässerungssystem von Vacusatec. Durch den Einsatz lassen sich folgende Prozesse positiv beeinflussen: Projektierung, Raumplanung, Planungs- und Baukoordinationsleistungen, Veränderungen der Nutzung und Vereinfachung zusätzlicher Sanitärromanbindung.

Im Ergebnis ergibt sich eine höhere Vermietbarkeit der Nutzflächen. Die Summe dieser Prozessoptimierungen in Projektierung, Planung, Bau und Immobiliennutzung bezeichnen wir als den Flexfaktor, welcher nach Erfahrungen unserer Partner je nach Projekt zwischen einem und zwei Prozent der Bausumme beträgt.

### Beispiel Supermarkt & Einkaufszentren:

Eine grundsätzliche Aufgabenstellung bei jeder Planung eines Supermarktes ergibt sich aus der Anordnung der Abwasseranschlüsse für das anfallende Tauwasser der Kühl- und Tiefkühlmöbel.

## Ökonomische Bewertung

Die Kühlmittel und Energieversorgung von der Decke kommen zu lassen ist schon heute Standard. Dank der Eigenschaften der Unterdruckentwässerung ist es möglich auch die Abwasserentsorgung unter der Decke zu installieren. Die Technik des Vacusatec Abwasser Sammeleinheit für Kühl- und Tiefkühlmöbel ermöglicht ein "liften" des Abwassers bis zu 5 Meter.

Der kostenintensive Aufwand einer Freigefälle Entwässerung in der Bodenplatte entfällt.

Eine optimale Lösung für alle Neubau und Renovationsprojekte. Flexibel in der Anbindung und anpassbar an alle Einbausituationen. Neugestaltungen in der bestehenden Fläche lassen sich ohne große bauliche Veränderungen durchführen. Natürlich lassen sich zusätzliche Sanitärräume, beispielsweise für Kunden- und/oder Mitarbeiter/innen jederzeit an die Vacusatec Vacuum Sanitärtechnik anschließen. Die berührungslose Spülvorgangsauslösung sorgt zudem für absolut Top Hygiene in Ihrem Sanitärraum.

## Markteintritt

Mit dem Abschluss der Entwicklungsarbeiten haben wir mit unseren vertrieblichen Aktivitäten begonnen. Die Analyse des deutschen Gebäudemarktes und die aus der Projektierungsphase stammenden Marktforschungen ergaben eine klare Konzentration auf den Nichtwohnungsbau. Sowohl im Neubau, aber noch stärker in der Gebäudemodernisierung und Revitalisierung, werden ausreichend Chancen gesehen, die Vakuumtechnik erfolgreich zum Einsatz bringen zu können.

Eine Ausweitung der Einsatzfelder als die innovative Lösung im Wohnungsbau ist als strategisches Ziel der nächsten Jahre klar im Fokus.

Vertriebs- und Marketingaktivitäten:

- Umsetzung von ersten Projekten mit strategischen Marktpartnern,
- Gezielte persönliche Information durch Präsenz bei Entscheidern, Planern und Architekten von in Frage kommenden Projekten.
- Planungshilfen bei Projektplanung und Anlagenauslegung.
- Schulungen und Vortragsveranstaltungen für die Zielgruppen in den eigenen Unternehmensräumen unter Nutzung der Vorführanlage.
- PR Arbeit gesteuert über Mitgesellschafter der Vacusatec
- Informationsplattform ist der eigene Internet Auftritt unter [www.vacusatec.com](http://www.vacusatec.com).

Besonders die Erfahrungen auf dem ECOSAN Kongress im Oktober 2006 beweisen einmal mehr, dass ökologische Konzepte zwar erstrebenswert sind, aber ohne den Beweis einer ökonomischen Vorteilsdarstellung nicht verkaufbar sind.

Somit hat Vacusatec beschlossen gemeinsam mit ausgewählten Partnern hier die von Vacusatec aufgeführten Argumente im Bereich der Prozessoptimierung des Hochbaus durch eine wissenschaftliche Studie zu hinterlegen.

## Fazit

Nach Abschluss der Entwicklungsarbeit können wir feststellen, dass die angestrebten Ziele erreicht worden sind. Innerhalb dieses Prozesses mussten wir aber auch erkennen, dass die geplanten Zeitfenster doch zu ehrgeizig geplant waren.

So waren beispielsweise gerade die Entwicklungsarbeiten an der Vakuumerzeugung wesentlich zeitintensiver wie geplant.

Wichtig für die weiteren Entwicklungen ist der Aspekt der Kristallisation bzw. Ausfällung von Urin in den Urinalen gesondert zu verfolgen. Hier ist im Jahr 2007 ein Projekt geplant, welches dann nach mehrjähriger Betrachtung die gewünschten Erfahrungswerte bringen kann. Dieses war im Rahmen der Zulassungsprüfungen nicht machbar, da hier nur mit Prozesswasser gearbeitet werden kann.

Einen ersten Erfahrungsaustausch zu der angesprochenen Problematik wurde mit Experten aus diesem Gebiet auf dem ECOSAN Kongress in Eschborn im Oktober 2006 diskutiert. Interessant war dabei die Darstellung von Herrn Prof. Dr. Hermann Rump innerhalb seines Vortrages zum ECOSAN Projekt KfW Frankfurt. Die hier gemachten zum Teil sehr negativen Erfahrungen halten wir mit unserem System für nicht wiederholbar, da das Vacusatec Vakuum Urinal über entsprechende verbesserte technische Funktionen verfügt.

In Summe bietet die von Vacusatec entwickelte Lösung einen deutlichen Fortschritt gegenüber dem bisherigen Stand der Technik. Dabei muss immer berücksichtigt werden, dass nur die korrekte Planung und Ausführung einer Gesamtanlage diesen Erfolg bringen kann, basierend auf Produkten, welche so geschaffen worden sind, dass diese das Nutzungsverhalten nicht verändern.

Für die Verbreitung unserer Projektergebnisse nutzen wir zum einen den eigenen Internetauftritt und bieten den planenden und ausführenden Fachleuten entsprechende Schulungen an. Ferner sind Projektveröffentlichungen in der sanitären Fachpresse mit der PR Agentur Thielenhaus & Partner aus Wuppertal geplant.

Anhang

A1 Prüfungsbericht der Zulassung



Fachbereich  
Energie • Gebäude • Umwelt

# PRÜFUNGSZEUGNIS

Nr. 2007-02-12 - 01

## ZULASSUNGSPRÜFUNG

für das

„UNTERDRUCK-ENTWÄSSERUNGSSYSTEM FÜR GEBÄUDE“

der

**VacuSaTec GmbH  
Münster**

gemäß

Prüfprogramm für Vakuumentwässerungsanlagen  
für Gebäude und Grundstücke,  
Fassung Dezember 1993

### 1. Ausfertigung

Antragsteller: VacuSaTec GmbH  
Mendelstraße 11  
48149 M Ü N S T E R

Hersteller: VacuSaTec GmbH  
Mendelstraße 11  
48149 M Ü N S T E R

Antrag vom: 23. Mai 2006

Eingegangen am: 25. Mai 2006

Anlage: 85 Zeichnungen – VacuSaTec GmbH

Inhalt des Antrages: Zulassungsprüfung für das „VacuSaTec-Unterdruck-  
Entwässerungssystem für Gebäude“

Prüfgegenstände: 1 Unterdruck-Erzeugungsanlage, diverse Unterdruck-  
Absaugeeinrichtungen, diverse Rohrleitungssysteme

Eingeliefert am: 24.06.2006 / 17.07.2006

Kennzeichnung: VacuSaTec

Das Prüfungszeugnis umfasst: 28 Seiten und 88 Anlagen

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke

Fachgebiet  
Sanitärtechnik und  
Wasserwirtschaft

Stegerwaldstraße 39  
48565 Steinfurt

Fon: +49 (0) 25 51 / 9 62 – 2 83  
Fax: +49 (0) 25 51 / 9 62 – 1 69  
eMail: hepcke@fh-muenster.de  
Internet: www.fh-muenster.de



Forschungslabor  
Sanitärtechnik und  
Siedlungswasserwirtschaft

Zertifizierungsstelle  
für Bauprodukte  
der Abwassertechnik

Bürgerkamp 3  
48565 Steinfurt

Fon: +49 (0) 25 51 / 9 62 – 5 01  
Fax: +49 (0) 25 51 / 9 96 – 5 91  
eMail: hepcke@fh-muenster.de  
Internet: www.fh-muenster.de

Privatanschrift  
Karl-Wagenfeld-Str. 51  
48565 Steinfurt

Fon: +49 (0) 25 51 / 99 65 90  
Fax: +49 (0) 25 51 / 99 65 91  
eMail: hartmut.hepcke@web.de

Bankverbindung  
Postbank Hannover  
KTO.-Nr.: 4000 46-307  
BLZ: 250 100 30

Das Prüfungszeugnis darf nur ungekürzt veröffentlicht werden.  
Eine gekürzte oder auszugsweise Veröffentlichung bedarf der vorherigen Zustimmung des Verfassers.

## **Prüfdurchführung**

Die Prüfung erfolgte nach den "Bau- und Prüfgrundsätzen für Vakuumentwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke", Fassung Dezember 1993, im Folgenden abgekürzt BPG genannt.

## **Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse**

Eine Prüfung des Geräuschverhaltens konnte an der Fachhochschule nicht durchgeführt werden, da entsprechende Prüfeinrichtungen nicht zur Verfügung standen.

Alle anderen Anforderungen werden von dem umstehend bezeichneten VacuSaTec-Unterdruckentwässerungssystem erfüllt.

## **Prüfungsergebnisse im Einzelnen**

### **1 Allgemeine Grundsätze**

#### **1.1 Prüfunterlagen**

Als Prüfunterlagen dienen die beiliegenden Zeichnungen der „Technischen Dokumentation VacuSaTec-Unterdruckentwässerungssystem Seite 1 – 88. Sie entsprechen den Anforderungen der Norm. Darüber hinaus lagen detaillierte Unterlagen über die Auslegung, Planung, Bau und Betrieb des geprüften Unterdruckentwässerungssystems vor.

#### **1.2 Prüfstücke**

Die Prüfstücke sind Serienteile aus der laufenden Produktion.

#### **1.3 Übereinstimmung von Prüfunterlagen mit den Prüfstücken**

Die Übereinstimmung der Prüfstücke mit den beiliegenden Zeichnungen ist gegeben.

### **2 Prüfung der Baugrundsätze**

#### **2.1 Ventile**

Die Ventile saugen bei jedem Arbeitsgang das gesamte Chargenvolumen ab. Die Nennweite des Saugrohres - soweit vorhanden - ist nicht größer als die des Absaugventils und der Hausanschlussleitung.

**Anforderungen erfüllt**

#### **2.2 Auslöser**

Zu den Absaugventilen, die nicht manuell betätigt werden, zählen nur die Grauwasser-Ventile.

Die Grauwasser-Ventile (Art.-Nr. 99-1016; Dokumentation Seite 58) werden von einer elektronischen Steuerung (Art.-Nr. 99-1032/99-1033; Dokumentation Seite 59/60) betätigt. Diese erhält das erforderliche Signal von einem Füllstands-Drucktransmitter (Art.-Nr. 99-1025; Dokumentation Seite 64). Der nötige Steuerdruck entsteht durch Anstieg des Wasserspiegels in einem Staurohr mit einem Innendurchmesser vom 44 mm.

Anforderung:

≥ DN 45

**Anforderungen erfüllt**

Damit sind alle Absaugventile, die nicht manuell betätigt werden, mit einem Auslöser verbunden, der vom Abwasserpegel im Sammelraum geschaltet wird. Die Auslösemechanismen sind verschmutzungsunempfindlich, da sie nicht mit dem Abwasser in Berührung kommen.

**Anforderungen erfüllt**

## **2.3 Vakuumbehälter**

Das Unterdruck-Entwässerungssystem verfügt über einen Vakuumbehälter (500 Liter; Art.-Nr. 99-1125; Dokumentation Seite 84), der als Sammelbehälter ein Unterdruckpuffertank dient. Er war auf die Unterdruckerzeugung der einstufigen Klauenvakuumpumpen (Art.-Nr. 99-1199; Dokumentation Seite 85/86), die Abförderpumpen (Art.-Nr. 99-1200; Dokumentation Seite 87/88) und das angeschlossene Entwässerungssystem abgestimmt, so dass sich realistische Taktintervalle einstellen konnten. Die Kapazität war ausreichend.

**Anforderungen erfüllt**

## **2.4 Pumpen**

### **2.4.1 Vakuumpumpen**

Der Unterdruck wird durch zwei einstufige Klauenvakuumpumpen der Firma BUSCH vom Typ MM 1102 BV – Aqua – (Art.-Nr. 99-1199; Dokumentation Seite 85/86) erzeugt. Sie waren in der Lage sowohl kontinuierlich als auch in Taktintervallen von mehr als 12 Starts pro Stunde zu arbeiten. Die Pumpen waren so groß ausgelegt, dass sie auch einzeln den Unterdruck innerhalb von wenigen Sekunden aufbauen konnten. Die zweite gleichgroße Pumpe ist als Redundanz vorgesehen.

**Anforderungen erfüllt**

### **2.4.2 Abförderpumpen**

Das im Vakuumbehälter gesammelte Abwasser wird durch zwei einstufige Kreiselpumpen der Firma HERBORNER vom Typ 4/HK50-1-100 (Art.-Nr. 99-1200; Dokumentation Seite 87/88) in das Kanalnetz gefördert. Sie waren in der Lage sowohl kontinuierlich als auch in Taktintervallen von mehr als 12 Starts pro Stunde zu arbeiten. Die Pumpen waren so groß ausgelegt, dass sie auch einzeln das Abwasser innerhalb von wenigen Sekunden abfordern konnten. Die zweite gleichgroße Pumpe ist als Redundanz vorgesehen.

**Anforderungen erfüllt**

## **2.5 Zusammenwirken der Einzelkomponenten**

Durch die vorliegenden Auslegungs- und Bemessungshinweise des Herstellers ist ein ordnungsgemäßes Zusammenwirken der Einzelkomponenten unter Berücksichtigung der anzuschließenden Sanitärausstattungsgegenstände gewährleistet. Die Größenordnung der Komponenten – Unterdruckerzeugung, Kapazität des Unterdruck-Leitungssystems, Größe des Sammel tanks – können anhand der Vorgaben sicher ausgelegt werden.

Entlüftungsleitungen werden über Dach geführt.

**Anforderungen erfüllt**

## **2.6 Unterdruck-Leitungen**

Für die Unterdruckleitungen wurden nur zugelassene Rohre verwendet. Im Einzelnen wurden verzinkte Stahlrohre, System LORO-X (DIN EN 1123) mit speziellem LORO-XVAC Dichtelement, Edelstahlrohre, System Blücher (DIN EN 1123), Druckrohre aus PVC-U, hart (DIN 8061 und DIN EN 1452) und Wavin AS-Rohre (PA-I 3636) verwendet.

**Anforderungen erfüllt**



### 3 Eignungsprüfungen

#### 3.1 Prüfstelle

Die Eignungsprüfungen wurden von der Fachhochschule Münster, Abteilung Steinfurt, Forschungslabor für Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft (FISS) durchgeführt.

#### 3.2 Ventile und sonstige Bauteile

##### 3.2.1 Anzahl der Prüfstücke

Im Rahmen der Prüfung des Gesamtsystems wurden

- vier Vakuum-Toiletten (Art.-Nr. 99-1128 / TD-Seite 12)
- vier berührungslose IR-Auslösesensoren für Toiletten (Art.-Nr. 99-1020 / TD-Seite 15)
- vier Absaugventile d 32 für Toiletten (Art.-Nr. 99-1017 / TD-Seite 16)
- vier Spülrohre (Art.-Nr. 99-1172 / TD-Seite 17)
- zwei GA-Steuerungen für Toiletten (Art.-Nr. 99-1031 / TD-Seite 18)
- zwei PM-Steuerungen für Toiletten (Art.-Nr. 99-1030 / TD-Seite 19)
- vier Druckschalter (Art.-Nr. 99-1024 / TD-Seite 22)
- vier Drucktransmitter (Art.-Nr. 99-1025 / TD-Seite 23)
- vier Wasserventile (Art.-Nr. 99-1133 / TD-Seite 24)
- vier Belüftungsventile (Art.-Nr. 99-1019 / TD-Seite 25)
  
- zwei Vakuum-Urinale (Art.-Nr. 99-1123 / TD-Seite 34)
- zwei berührungslose IR-Auslösesensoren (Art.-Nr. 99-1208 / TD-Seite 35)
- zwei Absaugventile d 25 für Urinale (Art.-Nr. 99-1016 / TD-Seite 36)
- zwei Sammelrohre (Art.-Nr. 99-1100 / TD-Seite 37)
- eine GA-Steuerung für Urinale (Art.-Nr. 99-1029 / TD-Seite 38)
- eine PM-Steuerung für Urinale (Art.-Nr. 99-1028 / TD-Seite 39)
- zwei Druckschalter (Art.-Nr. 99-1024 / TD-Seite 42)
- zwei Drucktransmitter (Art.-Nr. 99-1025 / TD-Seite 43)
- zwei Wasserventile (Art.-Nr. 99-1133 / TD-Seite 44)
- zwei Belüftungsventile (Art.-Nr. 99-1019 / TD-Seite 45)
  
- zwei Grauwasser-Sammelbehälter, 2 Liter (Art.-Nr. 99-1050 / TD-Seite 56)
- zwei Grauwasser-Sammelbehälter, 7 Liter (Art.-Nr. 99-1051 / TD-Seite 56)
- vier Absaugventile d 25 für Grauwasser-Sammelbehälter (Art.-Nr. 99-1016 / TD-Seite 58)
- zwei GA-Steuerungen für Grauwasser-Sammelbehälter (Art.-Nr. 99-1033 / TD-Seite 59)
- zwei PM-Steuerungen für Grauwasser-Sammelbehälter (Art.-Nr. 99-1032 / TD-Seite 60)
- zwei Druckausgleichsrohre für Grauwasser-Sammelbehälter, 2 Liter (Art.-Nr. 99-1189 / TD-Seite 61)
- zwei Druckausgleichsrohre für Grauwasser-Sammelbehälter, 7 Liter (Art.-Nr. 99-1190 / TD-Seite 61)
- vier Druckschalter (Art.-Nr. 99-1024 / TD-Seite 63)
- vier Drucktransmitter (Art.-Nr. 99-1025 / TD-Seite 64)
- vier Belüftungsventile (Art.-Nr. 99-1019 / TD-Seite 65)

auf ordnungsgemäße Funktion geprüft.

##### 3.2.2 Dauerfunktionsprüfung

Die oben bezeichneten Prüfstücke wurden anschließend in einem, dem praktischen Betrieb vergleichbaren Entwässerungssystem unter simulierten Betriebsbedingungen überprüft. Es wurden mindestens 100.000 Öffnungs- und Schließzyklen unter Einsatz von Luft und Wasser bei Raumtemperaturen von ca. 20 °C durchgeführt. Nach Abschluss der Dauerfunktionsprüfung wurden an den Grauwasser-Sammelbehältern fünf Öffnungs- und Schließzyklen mit einer Wassertemperatur von 95 °C durchgeführt. Abschließend wurde die ordnungsgemäße Funktion erneut geprüft und beurteilt.

### **3.2.2.1 Toilettensysteme**

#### **Absaugventil d 32 – Art.-Nr. 99-1017**

Ein elektrisch betätigter Kugelhahn d 32 dient als Absaugeinheit für Toiletten. Der Einbau erfolgt i.d.R. horizontal. Es wurde sowohl mit horizontal als auch mit vertikal abgehender Leitung (Liftleitung) geprüft.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

#### **Anforderungen erfüllt**

Den Abschluss zur Unterdruckleitung bildet die Absperrkugel des Kugelhahns. Der hierfür verwendete Werkstoff PP ist gemäß DIN 1986, Teil 4, Ausgabe 2003-02 für die Ableitung von Abwasser geeignet.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### **Auslösevorrichtung – Art.-Nr. 99-1020**

Die Auslösung des Absaugvorganges erfolgt durch eine berührungslose Infrarot-Betätigung.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

#### **Anforderungen erfüllt**

Eine Auslösung durch den Abwasserpegel erfolgt verfahrensbedingt hier nicht.

#### **Keine zutreffende Anforderung**

#### **GA-Steuerung – Art.-Nr. 99-1031**

Der Absaug- und Spülvorgang erfolgt bei den Toiletten durch eine elektronische Steuerung. Die erforderlichen Zeiten können je nach Anwendungsfall variiert werden.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### **PM-Steuerung – Art.-Nr. 99-1030**

Der Absaug- und Spülvorgang erfolgt bei den Toiletten durch eine elektronische Steuerung. Die erforderlichen Zeiten können je nach Anwendungsfall variiert werden.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### **Wasserventil – Art.-Nr. 99-1133**

Das Wasserventil dient der Versorgung der Toiletten mit Spülwasser. Der Einbau erfolgt i.d.R. vertikal.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### Belüftungsventil – Art.-Nr. 99-1019

Das Belüftungsventil hat die Aufgabe, während des Absaugvorganges ausreichend Luft in die Toiletenschüssel einströmen zu lassen, damit kein Festsaugen des Benutzers erfolgen kann. Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

#### Unterdruckschalter – Art.-Nr. 99-1024

Der Unterdruckschalter dient zur Überwachung des Betriebsvakuums und unterbricht den Absaugvorgang bei zu niedrigem Unterdruck. Er muss grundsätzlich vertikal eingebaut werden, damit ein Eindringen von Feuchtigkeit und Wasser in den Sensor verhindert wird.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

#### Füllstandssensor / Drucktransmitter – Art.-Nr. 99-1025

Das WC verfügt über einen Füllstandssensor zur Überwachung des Wasserstandes im WC. Bei unkontrolliertem Zufluss oder Einfüllen von Fremdwasser wird bei Überschreiten eines einstellbaren unteren Wertes der Absaug- und Spülvorgang ausgelöst. Bei Überschreiten eines einstellbaren oberen Wertes in Folge von z.B. einem defekten Absaugventil wird die Wasserzufuhr gesperrt und eine Störmeldung ausgelöst.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

### **3.2.2.2 Urinalsysteme**

#### Absaugventil d 25 – Art.-Nr. 99-1016

Das Absaugventil dient als Absaugeinheit für Urinale. Der Einbau erfolgt i.d.R. vertikal. Es wurde sowohl mit horizontal als auch mit vertikal abgehender Leitung (Liftleitung) geprüft.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Den Abschluss zur Unterdruckleitung bildet die Absperrkugel des Kugelhahns. Der hierfür verwendete Werkstoff PP ist gemäß DIN 1986, Teil 4, Ausgabe 2003-02 für die Ableitung von Abwasser geeignet.

**Anforderungen erfüllt**

#### Auslösevorrichtung – Art.-Nr. 99-1208

Die Auslösung des Absaugvorganges erfolgt durch eine berührungslose Infrarot-Betätigung.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Eine Auslösung durch den Abwasserpegel erfolgt verfahrensbedingt hier nicht.

**Keine zutreffende Anforderung**

GA-Steuerung – Art.-Nr. 99-1029

Der Absaug- und Spülvorgang erfolgt bei den Urinalen durch eine elektronische Steuerung. Die erforderlichen Zeiten können je nach Anwendungsfall variiert werden.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

PM-Steuerung – Art.-Nr. 99-1030

Der Absaug- und Spülvorgang erfolgt bei den Urinalen durch eine elektronische Steuerung. Die erforderlichen Zeiten können je nach Anwendungsfall variiert werden.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Wasserventil – Art.-Nr. 99-1133

Das Wasserventil dient der Versorgung der Urinale mit Spülwasser. Der Einbau erfolgt i.d.R. vertikal.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Belüftungsventil – Art.-Nr. 99-1019

Das Belüftungsventil hat die Aufgabe, während des Absaugvorganges ausreichend Luft in den Sammelbehälter der Urinale einströmen zu lassen, damit eine störende Geräuschentwicklung im Bereich der Abflussöffnung des Urinals verringert wird.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Unterdruckschalter – Art.-Nr. 99-1024

Der Unterdruckschalter dient zur Überwachung des Betriebsvakuums und unterbricht den Absaugvorgang bei zu niedrigem Unterdruck. Er muss grundsätzlich vertikal eingebaut werden, damit ein Eindringen von Feuchtigkeit und Wasser in den Sensor verhindert wird.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Füllstandssensor / Drucktransmitter – Art.-Nr. 99-1025

Das Urinal verfügt über einen Füllstandssensor zur Überwachung des Wasserstandes im Urinal-Sammelraum. Bei unkontrolliertem Zufluss oder Einfüllen von Fremdwasser wird bei Überschreiten eines

einstellbaren unteren Wertes der Absaug- und Spülvorgang ausgelöst. Bei Überschreiten eines einstellbaren oberen Wertes in Folge von z.B. einem defekten Absaugventil wird die Wasserzufuhr gesperrt und eine Störmeldung ausgelöst.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

### **3.2.2.3 Grauwasser-Sammelbehälter, 2 Liter**

#### Grauwasser-Sammelbehälter, 2 Liter – Art.-Nr. 99-1050

Der Grauwasserkasten dient als Vorlage- und Zwischenspeicher für Abwasser aus Waschtischen, Duschen, Badewannen und Küchenabläufen mit dem Ziel einer guten Spülung der Unterdruckleitung. Er ist aus Polyethylen (PE) hergestellt.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Auch nach dem Heißwassertest war eine einwandfreie Funktion vorhanden.

**Anforderungen erfüllt**

#### Absaugventil d 25 – Art.-Nr. 99-1016

Das Absaugventil dient als Absaugeinheit für Grauwasserkästen. Der Einbau erfolgt i.d.R. vertikal. Es wurde sowohl mit horizontal als auch mit vertikal abgehender Leitung (Liftleitung) geprüft.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Auch nach dem Heißwassertest war eine einwandfreie Funktion vorhanden.

**Anforderungen erfüllt**

Den Abschluss zur Unterdruckleitung bildet die Absperrkugel des Kugelhahns. Der hierfür verwendete Werkstoff PP ist gemäß DIN 1986, Teil 4, Ausgabe 2003-02 für die Ableitung von Abwasser geeignet.

#### Auslösevorrichtung / Drucktransmitter – Art.-Nr. 99-1025

Die Auslösung des Absaugvorganges erfolgt durch ein Signal eines einstellbaren Drucksensors an die elektronische Steuerung.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Der notwendige Druck wird durch den steigenden Abwasserpegel in einem Staurohr erzeugt. Das verwendete Staudruckrohr weist einen Innendurchmesser von 44 mm auf.

Anforderung:

≥ 45 DN/ID

**Anforderungen erfüllt**

#### GA-Steuerung – Art.-Nr. 99-1033

Der Absaugvorgang bei den Grauwasserkästen erfolgt durch eine elektronische Steuerung. Die für den Absaugvorgang erforderlichen Zeiten können je nach Anwendungsfall variiert werden.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

#### PM-Steuerung – Art.-Nr. 99-1032

Der Absaugvorgang bei den Grauwasserkästen erfolgt durch eine elektronische Steuerung. Die für den Absaugvorgang erforderlichen Zeiten können je nach Anwendungsfall variiert werden.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

#### Unterdruckschalter – Art.-Nr. 99-1024

Der Unterdruckschalter dient zur Überwachung des Betriebsvakuums und unterbricht den Absaugvorgang bei zu niedrigem Unterdruck. Er muss grundsätzlich vertikal eingebaut werden, damit ein Eindringen von Feuchtigkeit und Wasser in den Sensor verhindert wird.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

#### Belüftungsventil – Art.-Nr. 99-1019

Das Belüftungsventil hat die Aufgabe, während des Absaugvorganges ausreichend Luft in den Grauwasserkästen einströmen zu lassen, damit die vorgeschalteten Geruchverschlüsse nicht abgesaugt werden.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

### **3.2.2.4 Grauwasser-Sammelbehälter, 7 Liter**

#### Grauwasser-Sammelbehälter, 7 Liter – Art.-Nr. 99-1051

Der Grauwasserkasten dient als Vorlage- und Zwischenspeicher für Abwasser aus Waschtischen, Duschen, Badewannen, Küchen- und Bodenabläufen mit dem Ziel einer guten Spülung der Unterdruckleitung. Er ist aus Polyethylen hart hergestellt.

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Auch nach dem Heißwassertest war eine einwandfreie Funktion vorhanden.

**Anforderungen erfüllt**

Absaugventil d 25 – Art.-Nr. 99-1016

Baugleich wie unter Ziffer 3.2.2.3

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Auslösevorrichtung / Drucktransmitter – Art.-Nr. 99-1025

Baugleich wie unter Ziffer 3.2.2.3

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

GA-Steuerung – Art.-Nr. 99-1033

Baugleich wie unter Ziffer 3.2.2.3

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

PM-Steuerung – Art.-Nr. 99-1032

Baugleich wie unter Ziffer 3.2.2.3

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Unterdruckschalter – Art.-Nr. 991024

Baugleich wie unter Ziffer 3.2.2.3

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

Belüftungsventil – Art.-Nr. 99-1019

Baugleich wie unter Ziffer 3.2.2.3

Es traten während der 100.000 Prüfzyklen keine Probleme, Störungen oder Fehler auf.

**Anforderungen erfüllt**

### 3.2.3 Steuerung

#### Steuerung des Absaugvorganges bei den Toiletten-Absaugventilen

Die Steuerung des Absaugvorganges bei den Toiletten erfolgt durch eine elektronische Steuereinheit. Sie öffnet das Absaugventil nur dann, wenn ein Mindestvakuum von 20 - 24 kPa vorhanden ist.

Anforderung: ≥ 15 kPa

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Ventile werden durch die Steuerung solange ganz offen gehalten, bis der Inhalt der WC-Schüssel vollständig entleert ist.

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Steuerung hält das Absaugventil auch nach dem vollständigen Absaugen noch über einen weiteren Zeitraum offen, um zusätzlich Luft einzusaugen. Die Einstellung des Luft/Abwasser-Verhältnisses kann nur durch den Hersteller justiert werden.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### Steuerung des Absaugvorganges bei den Urinal-Absaugventilen

Die Steuerung des Absaugvorganges bei den Urinalen erfolgt durch eine elektronische Steuereinheit. Sie öffnet das Absaugventil nur dann, wenn ein Mindestvakuum von 20 - 24 kPa vorhanden ist.

Anforderung: ≥ 15 kPa

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Ventile werden durch die Steuerung solange ganz offen gehalten, bis der Inhalt des Sammelrohres vollständig entleert ist.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### Steuerung des Absaugvorganges bei den Grauwasserkästen

Die Steuerung des Absaugvorganges bei den Grauwasserkästen erfolgt durch eine elektronische Steuereinheit. Sie öffnet das Absaugventil nur dann, wenn ein Mindestvakuum von 20 - 24 kPa vorhanden ist.

Anforderung: ≥ 15 kPa

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Ventile werden durch die Steuerung solange ganz offen gehalten, bis der Inhalt des Grauwasserkastens vollständig entleert ist.

#### **Anforderungen erfüllt**



### 3.2.4 Trinkwasserschutz

#### Prüfung auf Rücksaugung bei den Toiletten

Die Zuführung von Wasser zum Spülring der Vakuum-Toiletten erfolgt über einen Rohrunterbrecher vom Typ DC.

Anforderung nach DIN EN 1717:

Sicherheitseinrichtung Typ DC – Rohrunterbrecher

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Prüfung auf Rücksaugung erfolgte in Anlehnung an DIN 19 542 systembedingt bei einem Unterdruck von 0,7 bar.

Die Prüfung ergab, dass das pneumatisch gesteuerte Wasserventil auch nach über 100.000 Prüfzyklen keine Rücksaugung zuließ.

Auch im Fall, dass bestimmungsgemäß die Dichtmembran im Wasserventil (hier Ausbau der Feder des Schließkolbens) unbrauchbar gemacht wird, kommt es zu keiner Rücksaugung.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### Prüfung auf Rücksaugung bei den Urinalen

Die Zuführung von Wasser zum Spülverteiler der Urinale erfolgt über einen Kunststoffschlauch. Danach fließt das Spülwasser im Freigefälle zum Ablauf. Der höchstmögliche Wasserstand im Urinal liegt 30 mm unterhalb der Austrittsöffnungen für das Spülwasser. Damit kann diese Anordnung als freier Auslauf – Sicherheitseinrichtung Typ AA – bezeichnet werden.

Anforderung nach DIN EN 1717:

Sicherheitseinrichtung Typ AA – freier Auslauf  
≥ 20 mm

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Prüfung auf Rücksaugung erfolgte in Anlehnung an DIN 19 542 systembedingt bei einem Unterdruck von 0,7 bar.

Die Prüfung ergab, dass das pneumatisch gesteuerte Wasserventil auch nach über 100.000 Prüfzyklen keine Rücksaugung zuließ.

Auch im Fall, dass bestimmungsgemäß die Dichtmembran im Wasserventil (hier Ausbau der Feder des Schließkolbens) unbrauchbar gemacht wird, kommt es zu keiner Rücksaugung.

#### **Anforderungen erfüllt**

### 3.2.5 Vakuumprüfung

Eine Prüfung des Verhältnisses von angesaugter Luft / Abwasser bei den Toilettenventilen wurde nicht durchgeführt, da eine Verstellung vor Ort nicht vorgesehen ist. Es wurde während der gesamten Unterdruckprüfung mit der werksseitig vorgegebenen Einstellung für das Verhältnis Luft / Flüssigkeit gearbeitet.

### 3.2.6 Geräuschverhalten

Eine Prüfung des Geräuschverhaltens konnte nicht durchgeführt werden, da in der Fachhochschule Münster entsprechende Prüfeinrichtungen nicht zur Verfügung standen.

Es ist zu klären, in welchem Umfang diese Prüfung bei einer anderen, entsprechend ausgerüsteten, anerkannten Prüfstelle vorgenommen werden kann.

## 3.3 Mechanische Rohrverbindungen und Rohre

### 3.3.1 Unterdruckleitungen- und Formstücke

Es wurden folgende Rohre und Formstücke geprüft:

- Stahlrohre und Formstücke, verzinkt, nach DIN EN 1123, System LORO-X  
10 lfd. Meter unterschiedlicher Länge  
20 Formstücke unterschiedlicher Bauart
- Rohre und Formstücke aus Edelstahl nach DIN EN 1124, System BLÜCHER  
10 lfd. Meter unterschiedlicher Länge  
20 Formstücke unterschiedlicher Bauart
- Druckrohre und Formstücke aus PVC-U, hart nach DIN 8061 bzw. DIN EN 1452  
10 lfd. Meter unterschiedlicher Länge  
20 Formstücke unterschiedlicher Bauart
- Rohre und Formstücke aus PP, mineralfaserverstärkt, System Wavin AS (PA-I 3636),  
Maße nach DIN 19 522  
10 lfd. Meter unterschiedlicher Länge  
12 Formstücke unterschiedlicher Bauart

#### Stahlrohre und Formstücke, verzinkt

Die verzinkten Stahlrohre, System LORO-X, werden nach DIN EN 1123 gefertigt und sind für die Entwässerung zugelassene Rohre gemäß DIN 1986 Teil 4. Damit erfüllen sie auch die Anforderungen nach DIN EN 476. Sie sind korrosionsfest und weisen glatte Innenflächen auf. Sie wurden mehr als 500.000 Unterdruck-Belastungswechseln sowie den in Unterdruckleitungen herrschenden hohen Spülgeschwindigkeiten ausgesetzt. Sie hielten diesen Belastungen problemlos und ohne jegliche Beanstandung stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab keine Form- oder sonstige schädliche Veränderungen.

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Verbindung der verzinkten Stahlrohre und Formstücke erfolgt durch Steckmuffen mit eingelegter Vakuum-Lippendichtung. Die Dichtungen tragen das Ü-Zeichen und den Aufdruck MPA-NRW DIN 4060. Damit erfüllen Sie die Anforderungen nach DIN EN 476 und DIN EN 681. Die Verbindungen waren unter Unterdruck dicht und hielten den statischen und dynamischen Belastungen während der gesamten Prüfzeit (weit mehr als 500.000 Belastungswechsel) stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab keine Undichtigkeiten.

#### **Anforderungen erfüllt**

### Rohre und Formstücke aus Edelstahl, (Werkstoff-Nr. 1.4301 und 1.4404)

Die Edelstahlrohre, System BLÜCHER, werden nach DIN EN 1124 gefertigt und sind für die Entwässerung zugelassene Rohre gemäß DIN 1986 Teil 4. Damit erfüllen sie auch die Anforderungen nach DIN EN 476. Sie sind korrosionsfest und weisen glatte Innenflächen auf. Sie wurden mehr als 500.000 Unterdruck-Belastungswechseln sowie den in Unterdruckleitungen herrschenden hohen Spülgeschwindigkeiten ausgesetzt. Sie hielten diesen Belastungen problemlos und ohne jegliche Beanstandung stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab keine Form- oder sonstige schädliche Veränderungen.

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Verbindung der Edelstahlrohre und Formstücke erfolgt durch Steckmuffen mit eingelegter Lippendichtung. Die Dichtungen tragen das Ü-Zeichen und den Aufdruck Bode DIN 4060; EN 681-1. Damit erfüllen Sie die Anforderungen nach DIN EN 476 und DIN EN 681. Die Verbindungen waren unter Unterdruck dicht und hielten den statischen und dynamischen Belastungen während der gesamten Prüfzeit (weit mehr als 500.000 Belastungswechsel) stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab keine Undichtigkeiten.

#### **Anforderungen erfüllt**

### Druckrohre und Formstücke aus PVC-U hart

Die Druckrohre aus PVC-U hart sind genormte Rohre nach DIN EN 1452 und für die Entwässerung zugelassene Rohre gemäß DIN 1986 Teil 4. Damit erfüllen sie auch die Anforderungen nach DIN EN 476. Sie sind korrosionsfest und weisen glatte Innenflächen auf. Sie wurden mehr als 500.000 Unterdruck-Belastungswechseln sowie den in Unterdruckleitungen herrschenden hohen Spülgeschwindigkeiten ausgesetzt. Sie hielten diesen Belastungen problemlos und ohne jegliche Beanstandung stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab keine Form- oder sonstige schädliche Veränderungen.

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Verbindung von Druckrohren und Formstücken aus PVC-hart erfolgt durch Verklebung. Damit entfallen Anforderungen an Dichtungen. Die Verbindungen waren unter Unterdruck dicht und hielten den statischen und dynamischen Belastungen während der gesamten Prüfzeit (weit mehr als 500.000 Belastungswechsel) stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab keine Undichtigkeiten.

#### **Anforderungen erfüllt**

### Rohre und Formstücke aus mineralverstärktem Polypropylen (ASTOLAN), System Wavin AS

Die mineralverstärkten Polypropylenrohre, System Wavin AS, werden bezüglich der Maße nach DIN 19522 bzw. DIN EN 1717 gefertigt und sind für die Entwässerung zugelassene Rohre gemäß DIN 1986 Teil 4. Sie tragen das Prüfzeichen PA-I 3636. Damit erfüllen sie auch die Anforderungen nach DIN EN 476. Sie sind korrosionsfest und weisen glatte Innenflächen auf. Sie wurden mehr 500.000 Unterdruck-Belastungswechseln sowie den in Unterdruckleitungen herrschenden hohen Spülgeschwindigkeiten ausgesetzt. Sie hielten diesen Belastungen problemlos und ohne jegliche Beanstandung stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab keine Form- oder sonstige schädliche Veränderungen.

#### **Anforderungen erfüllt**

Die Verbindung der Wavin AS Rohre und Formstücke erfolgt durch Steckmuffen mit eingelegter Lippendichtung. Die Dichtungen tragen das Prüfzeichen PA-I 3636. Damit erfüllen sie auch die Anforderungen nach DIN EN 476 und DIN EN 681. Die Verbindungen waren unter Unterdruck dicht und hielten den statischen

und dynamischen Belastungen während der gesamten Prüfzeit (weit mehr als 500.000 Belastungswechsel) stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab ebenfalls keine Undichtigkeiten.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### **Rohrverbindungen unterschiedlicher Systeme**

Bei Verbindungen von Rohren und Formstücken unterschiedlicher Werkstoffe mit anderen Elementen des VacuSaTec-Unterdruckentwässerungssystems wurden Elastomer-Verbinder aus EPDM (Art.-Nr. 99-1057 und 99-1055; Dokumentation Seite 20/21) mit der „Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z42.5-367“ eingesetzt. Die Verbindungen waren unter Unterdruck dicht und hielten den statischen und dynamischen Belastungen während der gesamten Prüfzeit (weit mehr als 500.000 Belastungswechsel) stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab ebenfalls keine Undichtigkeiten.

Die Verbindungen waren unter Unterdruck dicht und hielten den statischen und dynamischen Belastungen während der gesamten Prüfzeit (weit mehr als 100.000 Belastungswechsel) stand.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### **3.3.2 Rohrleitungen die nicht ständig unter Unterdruck stehen**

Rohrleitungen die nicht ständig unter Unterdruck stehen, sind im geprüften System nicht vorhanden.

#### **3.3.3 Rohrleitungen die nicht unter Unterdruck stehen**

Für verbindende Rohrleitungen zwischen den Sanitär-entwässerungsgegenständen, wie Waschbecken, Badewannen, Duschen, Bidets und Spülbecken, die nicht unter Unterdruck stehen, werden nur zugelassene Werkstoffe gemäß DIN 1986, Teil 4 – Ausgabe Februar 2003 eingesetzt.

#### **3.3.4 Rohrleitungen zur Entleerung von Sammel tanks**

Für die Rohrleitungen, die zur Entleerung der Sammel tanks mittels Druckpumpen zum Einsatz kamen, wurden normale, genormte Druckrohre aus verzinktem Stahl und aus PVC-U hart gemäß DIN EN 1452 gewählt.

Sie wurden während der gesamten Versuchszeit mehr als 50.000 Belastungswechseln sowie den in Druckleitungen herrschenden hohen Fließgeschwindigkeiten ausgesetzt. Sie hielten diesen Belastungen problemlos und ohne jegliche Beanstandung stand. Die Druckprüfung unter 0,1 bar Überdruck über eine Dauer von 30 Minuten ergab keine Form- oder sonstige schädliche Veränderungen.

#### **Anforderungen erfüllt**

#### **3.4 Unterdruckbehälter**

In das Unterdruckentwässerungssystem ist ein Unterdruckpuffer und Abwassersammelbehälter integriert. Das Abwasser wird von den Sanitär-entwässerungsgegenständen in den Unterdruckbehälter gesaugt. Vor dort wird das Abwasser mittels Kreiselpumpen in die Kanalisation gepumpt.

Der Behälter ist aus verzinktem Stahl gefertigt und so gegen Korrosion geschützt.

Der Behälter ist mit einem ausreichend groß bemessenen Abwassereinlass- (DN 80) und -ablassrohr (DN 80) ausgerüstet. Das Einlassrohr liegt oberhalb des Not-Aus-Füllstandes und ist so gestaltet, dass sich in diesem Bereich keine Feststoffe ansammeln können. Das Ablassrohr ist bewusst nicht am untersten Punkt des Unterdruckbehälters an der tiefsten Stelle des Klöpperbodens angeordnet. Hierdurch sollen die Abför-

derpumpen vor schweren Grobstoffen geschützt werden. An der tiefsten Stelle des Klörperbodens ist ein Entleerungshahn 2 ½" angeordnet.

Das Innere des Behälters kann untersucht werden. Zu diesem Zweck ist eine Behälteröffnung mit einem Innendurchmesser von 220 mm vorgesehen. Durch diese Öffnung können alle Inspektions-, Reinigungs- und Wartungsarbeiten erfolgen.

Der Behälter ist mit Geräten zur Füllstandsmessung ausgerüstet, die für einen Unterdruckbetrieb geeignet und leicht einstell- und austauschbar sind.

Der Unterdruckpuffer und Abwassersammelbehälter war während der gesamten Prüfzeit ständig im Betrieb. In dieser Zeit unterlag er mehr als 1.100.000 Schaltzyklen der Absaugventile, ca. 104.000 Schaltzyklen der Vakuumpumpen, was einer Betriebszeit von ca. 1.600 Betriebsstunden entspricht und rd. 50.000 Schaltzyklen der Entleerungspumpen, was einer Betriebszeit von mehr als 135 Betriebsstunden entspricht. Es traten keinerlei Probleme und Störungen auf.

### **Anforderungen erfüllt**

## **3.5 Steuerungs- und Bedienungseinrichtungen**

Die Steuereinrichtung für die Unterdruckerzeugung entspricht DIN EN 0170/0171 und ist in der Schutzart IP 55 ausgeführt. Die Pumpen weisen eine Schutzart IP 55 aus.

Die Bedienungselemente ermöglichen die Wahl zwischen Aus, Automatik- und Handbetrieb. Es können alle Pumpen einzeln angesteuert werden. Im Automatikbetrieb werden die Klauenvakuumpumpen im Wechsel betrieben. Bei Ausfall einer Pumpe wird automatisch auf die zweite Pumpe umgeschaltet.

Der im System anstehende Unterdruck wird mittels Drucktransmitter gemessen und angezeigt. Über eine SPS, die den anstehenden Unterdruck auswertet, werden die Unterdruckpumpen geschaltet. Gleichzeitig wird ein ggf. zu niedriger Unterdruck signalisiert. Ein zu hoher Unterdruck (> -0,8 bar) ist auf Grund der eingesetzten Pumpen verfahrenstechnisch (Sicherheitsventil) nicht möglich.

Folgende Steuer- und Meldefunktionen sind vorhanden:

### Aus / Not-Aus-Funktion:

Not-Aus: Ein manueller Not-Aus-Taster ist nicht vorhanden.

Hauptschalter: Mit Hilfe des manuellen Hauptschalters kann die gesamte Anlage vom elektrischen Netz getrennt werden.

### Unterdruckerzeugung - Betriebszustände:

Aus (0): Kein Betrieb der Klauenvakuumpumpen.

Automatik: Die Klauenvakuumpumpen arbeiten automatisch im ständigen Wechsel.

Hand: Die Klauenvakuumpumpen werden von Hand ein- und ausgeschaltet.

### Unterdruckerzeugung - Schaltzustände:

Start-Unterdruckpumpe 1: Bei Erreichen des unteren Wertes für den Betriebsunterdruck im Entwässerungssystem von i.d.R. > -0,40 bar (einstellbar über die SPS), wird die Führungspumpe mit 0 Sekunden (einstellbar über die SPS) Verzögerung eingeschaltet.

- Stop-Unterdruckpumpe 1: Bei Erreichen des oberen Wertes für den Betriebsunterdruck im Entwässerungssystem von i.d.R.  $< -0,60$  bar (einstellbar über die SPS), wird die Pumpe ausgeschaltet.
- Start-Unterdruckpumpe 2: Fällt trotz Betrieb einer Pumpe der Betriebsunterdruck unter einen Wert von i.d.R.  $> -0,35$  bar (einstellbar über die SPS), wird die zweite Pumpe zugeschaltet.
- Stop-Unterdruckpumpe 2: Bei Erreichen des oberen Wertes für den Betriebsunterdruck im Entwässerungssystem von i.d.R.  $< -0,60$  bar (einstellbar über die SPS), wird auch die zweite Pumpe ausgeschaltet.

#### Alarm-, Stör- und Fehlermeldungen:

- Laufzeit-Fehler-Meldung: Kann der Ausschalt-Wert des Betriebsunterdruckes trotz Betrieb beider Klauenvakuumpumpen in einer festgelegten Zeit nicht erreicht werden (i.d.R. nach 60 Minuten, einstellbar über die SPS), werden die Pumpen ausgeschaltet. Gleichzeitig erfolgt eine Störmeldung (rotes Dauerlicht). Eine Quittierung und Löschung dieser Störmeldung kann nur vor Ort vorgenommen werden.
- Unterdruck-Fehler-Meldung: Wird ein voreingestellter unterer Schwellenwert des Betriebsunterdruckes (i.d.R.  $-300$  mbar) trotz Betrieb beider Klauenvakuumpumpen für eine festgelegte Zeit unterschritten (i.d.R. nach 60 Sekunden, einstellbar über die SPS), erfolgt eine Warnmeldung (rotes Blinklicht). Eine Quittierung und Löschung dieser Warnmeldung kann nur vor Ort vorgenommen werden.
- Abwasser-Hochstands-Alarm: Kann der untere Füllstand (LSH-Schwimmerschalter) nicht innerhalb einer voreingestellten Zeit (i.d.R. 60 Sekunden) durch Abpumpen wieder abgesenkt werden, erfolgt eine Warnmeldung (rotes Blinklicht). Gleichzeitig wird die Vakuumerzeugung unterbrochen. Sollte der Abwasserstand wieder sinken, geht die Anlage in den normalen Betriebszustand über. Eine Quittierung und Löschung dieser Warnmeldung muss dennoch vor Ort vorgenommen werden.
- Abwasser-Höchststands-Alarm: Wird der obere Füllstand (LSHH-Schwimmerschalter) erreicht, erfolgt eine Störmeldung (rotes Dauerlicht). Gleichzeitig wird die Vakuumerzeugung verriegelt. Sollte der Abwasserstand wieder sinken, geht die Anlage in diesem Fall nur ein Notprogramm über, bei dem lediglich ein vermindertes Vakuum erzeugt wird. Erst nach Quittierung und Löschung dieser Störmeldung vor Ort ist wieder ein regulärer Betrieb möglich.
- Sonstige Fehler-Meldungen: Bei Ausfall der Pumpen wird ebenfalls eine Stör- und Fehlermeldung ausgegeben.

#### Signalleuchten:

- Betriebszustand: Weder der Betriebszustand der Gesamtanlage noch die eingeschalteten Pumpen werden durch Kontrollleuchten angezeigt.
- Störung: Warnungen werden durch eine blinkende rote Signalleuchte angezeigt. Bei Störungen zeigt die rote Signalleuchte Dauerlicht.

### Sonstige Anzeigen:

Spannungsversorgung:	keine Anzeige
Stromaufnahme:	keine Anzeige
Betriebsstunden:	Für jede Pumpe ist ein Betriebsstundenzähler in der SPS vorhanden.
Unterdruck:	Der im System anstehende Unterdruck wird digital am Unterdruckbehälter angezeigt.

## **3.6 Sanitärausstattungsgegenstände**

### **3.6.1 Vakuum-Toiletten-Becken**

Es wurden Vakuum-Toiletten, wandhängend aus Sanitärporzellan (Art.-Nr. 99-1128; Dokumentation Seite 12) geprüft. Die Prüfung in Bezug auf Hygiene (Flächenspülung, Ausspülen von Toilettenpapier und Kunststoffkugeln und Überspritzen), Gebrauchstauglichkeit und Qualität (Wasseraufnahme und Belastbarkeit) erfolgte in Anlehnung an DIN EN 997 – Ausgabe Dezember 2003.

#### **3.6.1.1 Prüfung der Baugrundsätze**

##### Spülwasserführung

Die Vakuum-Toilette hat einen Spülwasserverteiler, der als gelochter Ring (Art.-Nr. 99-1114; Dokumentation Seite 13) ausgebildet ist. Er ist unterhalb des Spülrandes montiert.

##### Geruchverschluss

Eine Vakuum-Toilette verfügt über keinen Geruchverschluss, da hier ein mechanisches Absperrventil das Austreten schädlicher Abwassergase verhindert.

##### **Keine zutreffende Anforderung**

##### Anschlussmaße

Eine Vakuum-Toilette verfügt grundsätzlich über andere Anschlussmaße sowohl für den Zulauf- als auch für den Ablaufstutzen. Die Querschnitte der abgehenden Unterdruckleitung sind wesentlich kleiner als bei der Schwerkraftentwässerung. Aus diesem Grund sind diese Anforderungen hier nicht zutreffend.

##### **Keine zutreffende Anforderung**

##### Befestigung und Befestigungsmaße

Die Befestigungsflächen zur Erzielung einer kraftschlüssigen Verbindung mit der Wand sind bei der Toilette nach Augenschein eben ausgeführt. Die Befestigungsmöglichkeiten sind so ausgelegt, dass die notwendige Belastbarkeit gewährleistet ist.

##### **Anforderungen erfüllt**

Die Befestigungsmaße entsprechen der DIN EN 38.

##### **Anforderungen erfüllt**

## Oberflächen

Die Oberflächen aller zugänglichen Stellen und das Innere des abgehenden Ablaufstutzens sind glatt und geschlossen. Alle sichtbaren Stellen sind glasiert.

**Anforderungen erfüllt**

### **3.6.1.2 Klasseneinteilung**

Das Vakuum-WC-Becken ist der Klasse 1 zuzuordnen.

### **3.6.1.3 Prüfung der Funktion für Klasse 1-Produkte**

#### Geruchverschlusshöhe gemäß Ziffer 5.1

Eine Vakuum-Toilette verfügt über keinen Geruchverschluss, da hier ein mechanisches Absperrventil das Austreten schädlicher Abwassergase verhindert.

**Keine zutreffende Anforderung**

#### Wiederauffüllung der Wasservorlage

Da die Vakuum-Toilette über keinen klassischen Geruchverschluss verfügt, wurde durch Inaugenscheinnahme geprüft, ob sich vor dem Absaugventil nach Abschluss des Absaugvorganges ein entsprechendes Wasservolumen bildete. Es wurde folgendes Volumen erreicht:

Prüfergebnis:	0,45 Liter
Anforderung:	keine

**Keine zutreffende Anforderung**

#### Flächenspülung gemäß Ziffer 5.2.2

Es wurden in der Toilette 5 mal ca. 20 g trockenes Sägemehl gleichmäßig verteilt. Anschließend wurde das Becken mit der werkmäßig vorgesehenen Spüleinrichtung gespült. Die nicht gespülte Fläche unterhalb des Spülringes betrug im Mittel:

Prüfergebnis:	48 cm <sup>2</sup>
Anforderung:	≤ 50 cm <sup>2</sup>

**Anforderung erfüllt**

#### Ausspülung von Toilettenpapier gemäß Ziffer 5.2.3

Es wurden bei der Toilette 5 mal 12 Blatt Toilettenpapier (Saugzeit ca. 23 Sekunden) in einzelnen Blättern, lose geknüllt in das Becken gegeben. Anschließend wurde jeweils nach 2 Sekunden die Spülung betätigt. Es wurden folgende Ausspülergebnisse erzielt:

Prüfergebnis:	5 x 12 Blatt
Anforderung:	≥ 4 x 12 Blatt

**Anforderung erfüllt**



#### Ausspülung von 50 Kunststoffkugeln Ø 20 mm gemäß Ziffer 5.2.4

Es wurden bei der Toilette 5 mal 50 Kunststoffkugeln Ø 20 mm in das Becken gegeben. Anschließend wurde die Spülung betätigt. Es wurden folgende Ausspülergebnisse erzielt:

Prüfergebnis:	4 x 50 Stück
	1 x 14 Stück
	86 %
Anforderung:	≥ 85 %

**Anforderung erfüllt**

#### Überspritzen gemäß Ziffer 5.2.5

Es wurde die Toilette mit der werkmäßig vorgesehenen Spüleinrichtung gespült. Dabei traten kein Spülwasser oder Spritzer über den Spülrand.

Anforderung:	kein Übertreten von Spülwasser oder Spritzern über den Spülrand
--------------	---

**Anforderung erfüllt**

#### Nachlaufwasservolumen gemäß Ziffer 5.2.6

Eine Nachlaufwassermenge ist bei Vakuum-Toiletten nicht erforderlich, da der Transport der Fäkalien und des Abwasser durch Unterdruckabsaugung erfolgt.

**Keine zutreffende Anforderung**

#### Wasseraufnahme gemäß Ziffer 5.3

Die Vakuum-Toilette ist aus Sanitärporzellan gefertigt. Damit ist sie für den Verwendungszweck geeignet. Eine Prüfung der Wasseraufnahme erfolgte im Zusammenhang mit dieser Prüfung nicht, da der Werkstoff im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung beim Hersteller ohnehin fortlaufend geprüft wird.

**entfällt**

#### Statische Belastbarkeit gemäß Ziffer 5.4

Die wandhängende Vakuum-Toilette ist formbeständig. Eine Prüfung der statischen Belastbarkeit mit einer Last von 4 kN über 1 Stunde erfolgte im Zusammenhang mit dieser Prüfung nicht, da dies im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung beim Hersteller ohnehin fortlaufend geschieht.

**entfällt**

#### Dichtheit gemäß Ziffer 5.5

Da es sich bei dieser wandhängenden Vakuum-Toilette um keine WC-Kombination handelt, trifft diese Anforderung nicht zu.

**Keine zutreffende Anforderung**

### Ventilzuverlässigkeit gemäß Ziffer 5.6

Da es sich bei dieser wandhängenden Vakuum-Toilette um keine WC-Kombination handelt, trifft diese Anforderung nicht zu.

### **Keine zutreffende Anforderung**

### Dauerhaftigkeit gemäß Ziffer 5.7

Da es sich hier um ein WC-Becken der Klasse 1 handelt, gilt dieses als dauerhaft.

### **Anforderung erfüllt**

### **3.6.1.3 Prüfung weiterer Funktionen**

#### Betriebsunterdruck

Der Betriebsunterdruck beträgt üblicherweise 40 - 60 kPa. Er lässt sich grundsätzlich aber auch auf höhere (70 kPa) oder niedrigere (20 kPa) Werte einstellen.

Anforderung: 20 - 70 kPa

### **Anforderung erfüllt**

#### Minimaler Betriebsunterdruck

Die Funktion der WC-Becken bleibt bis zu einem minimalen Unterdruck von 20 - 24 kPa erhalten. Sinkt der Unterdruck kurzfristig unter diesen Wert, so wird eine ggf. vorgenommene Betätigung gespeichert, so dass sich die Absaugung bei wieder angestiegenem Unterdruck automatisch auslöst.

Anforderung:  $\geq 20$  kPa

### **Anforderung erfüllt**

#### Dauer der Spülfunktion:

Die Dauer der Spülfunktion nach der Auslösung wird durch zwei Funktionen bestimmt.

Das Absaugventil öffnet für ca. 1,5 - 2 Sekunden. Während dieser Zeit wird im ersten Augenblick das vor dem Ventil anstehende Wasservolumen einschließlich aller darin enthaltenen Feststoffe vollkommen abgesaugt. Anschließend wird das gleichzeitig über den Spülring nachlaufende Wasser abgesaugt, wobei auch große Mengen an Luft mit eingesaugt werden.

Anforderung: 1,5 – 3,0 s

### **Anforderung erfüllt**

Parallel dazu öffnet das Wasserventil über eine Zeitspanne von ca. 5-6 Sekunden und führt über den Spülring der Toilette ständig Wasser zu. Dabei wird die Fläche der Toilette vollkommen gespült. Nach dem Schließen des Absaugventils läuft noch soviel Wasser nach, dass sich eine ausreichend große Wasservorlage vor dem Absaugventil bildet.

Anforderung: 5 – 7 s

### **Anforderung erfüllt**

Eine Einstellung der Spül- und Steuerfunktionen kann nur durch den Hersteller vorgenommen werden. Dies erfolgt durch Verstellung der Taktzeiten in der jeweiligen elektronischen Steuerung mittels Laptop vor Ort. Eine Verstellung der Taktzeiten durch den Nutzer ist nicht gegeben. Dies ist wegen der Komplexibilität des Steuermechanismus nach Auffassung der Prüfstelle auch nicht unbedingt sinnvoll und erforderlich.

#### Spülwasserbedarf:

Der Spülwasserbedarf der Toiletten liegt zwischen 0,9 und 1,1 Liter pro Auslösung.

Anforderung:

0,7 - 1,5 Liter

**Anforderung erfüllt**

#### Auslösekraft:

Die Auslösung der Toiletten erfolgt über einen Infrarotsensor, so dass eine mechanische Betätigung entfällt.

**Keine zutreffende Anforderung**

#### Funktionskontrolle:

Die Funktion der Vakuum-WC-Modelle einschließlich aller zugehörigen Funktionsteile wurde an vier Prüfstücken während einer Dauer von mehr als 100.000 Prüfzyklen überprüft. Es traten hierbei keinerlei Probleme und Störungen auf.

**Anforderung erfüllt**

### **3.6.2 Urinale**

Es wurden Vakuum-Urinele, wandhängend aus Sanitärporzellan (Art.-Nr. 99-1123; Dokumentation Seite 34) geprüft. Die Prüfung in Bezug auf Hygiene (Flächenspülung, Ausspülen von Kunststoffkugeln, Überspritzen und Abflussvermögen), Gebrauchstauglichkeit und Qualität (Wasseraufnahme und Belastbarkeit) erfolgte in Anlehnung an DIN EN 13 407 – Ausgabe Dezember 2006.

#### **3.6.2.1 Prüfung der Baugrundsätze**

##### Allgemeines gemäß Ziffer 4.1

Das vorliegende Vakuum-Urinal entspricht in etwa einem Absaugurinal mit Spülrand, Typ I.

Es verfügt über einen geschlossenen Spülwasserverteiler.

Ein Geruchverschluss ist nicht vorhanden, da hier ein mechanisches Absperrventil das Austreten schädlicher Abwassergase verhindert.

Die Anschlussmaße sowohl für den Zulauf- als auch für den Ablaufstutzen entsprechen DIN EN 80.

Die Befestigungsflächen zur Erzielung einer kraftschlüssigen Verbindung mit der Wand sind bei dem Urinal nach Augenschein eben ausgeführt. Die Befestigungsmöglichkeiten sind so ausgelegt, dass die notwendige Belastbarkeit gewährleistet ist. Befestigungsmaße sind nicht festgelegt.

**Anforderungen erfüllt**

### Spülwasservolumen gemäß Ziffer 4.2

Das Vakuum-Urinal funktioniert mit den vom Hersteller vorgegebenen Spüleinrichtungen. Das Spülvolumen betrug 0,75 bis 1,05 l.

Anforderung: > 0,5 ≤ 5,0 l

**Anforderung erfüllt**

### **3.6.2.2 Klassifizierung**

Das Vakuum-Urinal ist der Klasse 1 zuzuordnen.

### **3.6.2.3 Prüfung der Funktion für Klasse 1-Produkte**

#### Geruchverschlusshöhe gemäß Ziffer 6.1

Das Vakuum-Urinal verfügt über keinen Geruchverschluss, da hier ein mechanisches Absperrventil das Aus-treten schädlicher Abwassergase verhindert.

**Keine zutreffende Anforderung**

#### Flächenspülung gemäß Ziffer 6.2.1

Es wurden im Urinal 5 mal ca. 20 g trockenes Sägemehl gleichmäßig verteilt. Anschließend wurde das Becken mit der werkmäßig vorgesehenen Spüleinrichtung gespült. Die nicht gespülte Fläche unterhalb des Spülringes betrug im Mittel:

Prüfergebnis: 58 cm<sup>2</sup>  
Anforderung: ≤ 80 cm<sup>2</sup>

**Anforderung erfüllt**

#### Ausspülung von drei Kunststoffkugeln Ø 20 mm gemäß Ziffer 6.2.2

Es wurden bei dem Urinal 5 mal 3 Kunststoffkugeln Ø 20 mm in das Becken gegeben. Anschließend wurde die Spülung betätigt. Es wurden folgende Ausspülergebnisse erzielt:

Prüfergebnis: 5 x 3 Stück  
Anforderung: 5 x 2 Stück

**Anforderung erfüllt**

#### Überspritzen gemäß Ziffer 6.2.3

Es wurde das Urinal mit der werkmäßig vorgesehenen Spüleinrichtung gespült. Dabei trat kein Spülwasser oder Spritzer über den Beckenrand.

Anforderung: kein Übertreten von Spülwasser und Spritzern über den Beckenrand

**Anforderung erfüllt**

#### Abflussvermögen gemäß Ziffer 6.2.4

Das Urinal wurde mit einem Dauer-Spülstrom von 0,53 l/s beaufschlagt. Dabei kam es zu keinem Überlaufen von Wasser über den Beckenrand.

Anforderung:

Spülstrom = 0,5 +0,1/-0,2 l/s  
kein Überlaufen von Spülwasser über den Beckenrand

**Anforderung erfüllt**

#### Wasseraufnahme gemäß Ziffer 6.3

Das Vakuum-Urinal ist aus Sanitärporzellan gefertigt. Damit ist es für den Verwendungszweck geeignet. Eine Prüfung der Wasseraufnahme erfolgte im Zusammenhang mit dieser Prüfung nicht, da der Werkstoff im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung beim Hersteller ohnehin fortlaufend geprüft wird.

**entfällt**

#### Statische Belastbarkeit gemäß Ziffer 6.4

Das wandhängende Vakuum-Urinal ist formbeständig. Eine Prüfung der statischen Belastbarkeit mit einer Last von 1 kN über 1 Stunde erfolgte im Zusammenhang mit dieser Prüfung nicht, da dies im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung beim Hersteller ohnehin fortlaufend geschieht.

**entfällt**

#### Dauerhaftigkeit der Klasse 1-Produkte gemäß Ziffer 6.5

Da das Vakuum-Urinal allen Anforderungen gemäß Ziffer 6.1 bis 6.4 entspricht, gilt es als dauerhaft.

**Anforderung erfüllt**

#### **3.6.2.4 Prüfung weiterer Funktionen**

##### Betriebsunterdruck

Der Betriebsunterdruck beträgt üblicherweise 40 - 60 kPa. Er lässt sich grundsätzlich aber auch auf höhere (70 kPa) oder niedrigere (20 kPa) Werte einstellen.

Anforderung:

20 - 70 kPa

**Anforderungen erfüllt**

##### Minimaler Betriebsunterdruck

Die Funktion des Urinals bleibt bis zu einem minimalen Vakuum von 20 – 24 kPa erhalten. Sinkt der Unterdruck kurzfristig unter diesen Wert, so wird eine ggf. ausgelöste Betätigung gespeichert, so dass sich die Absaugung bei wieder angestiegenem Unterdruck automatisch auslöst.

Anforderung:

≥ 20 kPa

**Anforderungen erfüllt**

Dauer der Spülfunktion / Auslösekraft:

Hier nicht zutreffend.

Spülwasserbedarf:

Der Spülwasserbedarf des Urinals liegt zwischen 0,75 und 1,05 Liter pro Auslösung.

Anforderung:

keine

**Keine zutreffende Anforderung**

Funktionskontrolle:

Die Funktion der Urinal-Steuerung einschließlich aller zugehörigen Funktionsteile wurde an zwei Prüfstücken während einer Dauer von mehr als 100.000 Prüfzyklen überprüft. Es traten hierbei keinerlei Probleme und Störungen auf.

**Anforderung erfüllt**

### 3.6.3 Grauwasser-Sammelbehälter, 2 Liter

Es wurden Grauwasser-Sammelbehälter (Art.-Nr. 99-1050; Dokumentation Seite 56) geprüft. Sie erfüllen folgende Funktionen:

Betriebsunterdruck

Der Betriebsunterdruck beträgt üblicherweise 40 - 60 kPa. Er lässt sich grundsätzlich aber auch auf höhere (70 kPa) oder niedrigere (20 kPa) Werte einstellen.

Anforderung:

20 - 70 kPa

**Anforderung erfüllt**

Minimaler Betriebsunterdruck

Die Funktion der Grauwasser-Sammelbehälter bleibt bis zu einem minimalen Vakuum von 20 – 24 kPa erhalten. Sinkt der Unterdruck kurzfristig unter diesen Wert, so wird eine ggf. durch das Staurohr ausgelöste Betätigung gespeichert, so dass die Absaugung bei wieder angestiegenem Unterdruck automatisch abläuft.

Anforderung:

≥ 20 kPa

**Anforderung erfüllt**

Dauer der Spülfunktion / Spülwasserbedarf / Auslösekraft:

Hier nicht zutreffend.

Funktionskontrolle:

Die Funktion der Grauwasser-Sammelbehälter einschließlich aller zugehörigen Funktionsteile wurde an zwei Prüfstücken während einer Dauer von mehr als 100.000 Prüfzyklen überprüft. Es traten hierbei keinerlei Probleme und Störungen auf.

**Anforderung erfüllt**

### 3.6.4 Grauwasser-Sammelbehälter, 7 Liter

Es wurden Grauwasser-Sammelbehälter (Art.-Nr. 99-1051; Dokumentation Seite 56) geprüft. Sie erfüllen folgende Funktionen:

Betriebsunterdruck

Der Betriebsunterdruck beträgt üblicherweise 40 - 60 kPa. Er lässt sich grundsätzlich aber auch auf höhere (70 kPa) oder niedrigere (20 kPa) Werte einstellen.

Anforderung: 20 - 70 kPa

**Anforderung erfüllt**

Minimaler Betriebsunterdruck

Die Funktion der Grauwasser-Sammelbehälter bleibt bis zu einem minimalen Vakuum von 20 – 24 kPa erhalten. Sinkt der Unterdruck kurzfristig unter diesen Wert, so wird eine ggf. durch das Staurohr ausgelöste Betätigung gespeichert, so dass die Absaugung bei wieder angestiegenem Unterdruck automatisch abläuft.

Anforderung:  $\geq 20$  kPa

**Anforderung erfüllt**

Dauer der Spülfunktion / Spülwasserbedarf / Auslösekraft:

Hier nicht zutreffend.

Funktionskontrolle:

Die Funktion der Grauwasser-Sammelbehälter einschließlich aller zugehörigen Funktionsteile wurde an zwei Prüfstücken während einer Dauer von mehr als 100.000 Prüfzyklen überprüft. Es traten hierbei keinerlei Probleme und Störungen auf.

**Anforderung erfüllt**

### 3.7 Elektrische Sicherheit und Explosionsschutz

Die elektrischen Einrichtungen entsprechen der DIN EN 0170/0171. Die Schalteinrichtungen und Motoren weisen die Schutzklasse IP 55 auf.


### 3.8 Zusammenwirken der Einzelkomponenten

Bei der praktischen Prüfung wurde ein komplettes System aus Unterdruckerzeugung mit unterschiedlichen Leitungssystemen (Gefälleleitungen, Liftleitungen) und einer Vielzahl von Entwässerungsgegenständen (vier WC's, zwei Urinale, zwei Grauwasser-Sammelbehälter, 2 Liter, zwei Grauwasser-Sammelbehälter, 7 Liter) überprüft. Dabei wurde aus Zeitgründen - Abwicklung des Prüfprogramms in vertretbarer Zeit - eine Takthäufigkeit gewählt (alle 15 Sekunden Auslösung eines WC, alle 25 Sekunden Wechsel des Dauerzulaufs zu den Grauwasserkästen), die in der Praxis nicht vorkommt. Es traten während einer Dauer von mehr als 100.000 Prüfzyklen keinerlei Probleme und Störungen auf.

**Anforderung erfüllt**

Fachhochschule Münster – Abteilung Steinfurt  
Fachbereich Energie • Gebäude • Umwelt  
Zertifizierungsstelle für Bauprodukte der Abwassertechnik  
Forschungslabor für Sanitärtechnik und Siedlungswasserwirtschaft

Steinfurt, 12. Februar 2007



Prof. Dr.-Ing. Hartmut Hepcke



Dipl.-Ing. Ralf Westermann