

Bewilligungsempfänger:  
Die Lebensgemeinschaft e.V.  
Münzinghof 9  
91235 Velden

## Abschlussbericht

zur

**„Analyse und Konzeptentwicklung zur energetischen und ökologischen  
Modernisierung und Erweiterung der Dorfgemeinschaft Münzinghof“**



gefördert  
unter dem AZ 26865 – 25  
von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Verfasser / Bearbeiter:

Dipl. Ing. Claudia Lübbe, Architektin  
Dipl.-Ing. Jochen Spieß, Architekt  
Dipl.-Ing. Werner Haase, Architekt

Architekturbüro Werner Haase



Karlstadt, 30.05.2011



06/02		<b>Projektkennblatt</b> der <b>Deutschen Bundesstiftung Umwelt</b>			
Az	<b>26865</b>				
<b>Antragstitel</b>		„Analyse und Konzeptentwicklung zur energetischen und ökologischen Modernisierung und Erweiterung der Dorfgemeinschaft Münzinghof“			
<b>Stichworte</b>					
Laufzeit		Projektbeginn		Projektende	
<b>18 Monate</b>		<b>26.01.2009</b>			
Abschlußbericht					
<b>Bewilligungsempfänger</b>		Die Lebensgemeinschaft e. V. Münzinghof 9 91235 Velden		Tel 09152-9297-292 Fax 09152-9297- 82	
				Projektleitung	
				Bearbeiter	
<b>Kooperationspartner</b>		Architekturbüro Werner Haase Julius-Echter-Str. 59 97753 Karlstadt Tel. 09353 - 98280			
<b>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</b>					
<p>Die Dorfgemeinschaft ist eine soziale Einrichtung mit anthroposophischen Grundsätzen mit derzeit ca. 120 Einwohnern, die mittelfristig auf ca. 180 Menschen erweitert werden soll. Da das Dorf Werkstätten, Landwirtschaft und Gartenbau als Demeter-Betriebe betreibt, bildet es eine kleine kommunale Einheit mit weitgehender Selbstversorgung.</p> <p>Es sollte ein Grundlagenprojekt zur Erkundung des Bestandes und dessen Bewertung entstehen, welches zum Ziel die Werterhaltung und die Zukunftsfähigkeit des gesamten Dorfes hat. Dabei sollen die Voraussetzungen geschaffen werden, dass der Bestand verbessert und optimierte Baulösungen für Neubauten und Sanierungen gefunden werden. Des Weiteren soll ein ganzheitliches Energie- und Gebäudemanagement mit dem Ziel entstehen, mit dauerhaft geringsten Nachfolgekosten den bestmöglichen Bestandserhalt mit besten ökologischen Rahmenbedingungen ganzheitlich zu planen und praxisnah umzusetzen. Der Primär-Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen sollen hierbei möglichst weit gesenkt werden. Ziel ist es, die derzeit fossilen Energieverbräuche weitgehend regenerativ zu ersetzen und den Stromverbrauch deutlich zu reduzieren.</p> <p>Hierbei wurden Wohngebäude, Werkstätten (Bäckerei, Käserei, Gärtnerei, Metall- und Holzwerkstatt, Kerzenzieherei) als Gesamtsystem mit dem Ziel, Abwärmenutzung von Kühleinrichtungen, Rückgewinnungsmöglichkeiten von Abwärme, Einbindung von solarer Wärme im Gesamtsystem zu integrieren, betrachtet. Des Weiteren sieht das Konzept vor, dass Mikronetze bzw. angemessene Energieverbünde hergestellt werden.</p>					
<b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b>					
Das Gesamtprojekt wurde bzw. wird in 3 Stufen durchgeführt:					
<ol style="list-style-type: none"> <li>Bestandsaufnahme der Gebäude mit Energieberatung und Ermittlung der differenzierten Verbrauchsdaten Strom, Heizung, Trinkwasser; Erstellung von Datenblättern als Überblick zu jedem Gebäude mit Darstellung des Ist- und Soll-Zustandes sowie Energiesparmaßnahmen; Erfassung des Gebäudezustands mit Bauschadensaufnahme und Bewertung Barrierefreiheit und Brandschutz</li> <li>Erstellung eines Umsetzungsprogramms als integratives Planungskonzept für die Gesamtbetrachtung des Münzinghofes mit Erarbeitung einer Prioritätenliste und damit verbundenen Amortisationszeiten bzw. Umsetzungsmöglichkeiten</li> </ol>					
Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <a href="http://www.dbu.de">http://www.dbu.de</a>					

### 3. Sukzessive Umsetzung des Sanierungs- und Erweiterungsprogramms in folgenden Bereichen:

- Energetische Sanierung im Bestand mit Optimierung der Haus- und Anlagentechnik
- Neubauten möglichst in Passivhaus ähnlicher Bauweise; dadurch lediglich „Stromleitungsverbund“, kein Nahwärmeanschluss notwendig, evtl. Strom aus BHKW, dessen Abwärme in den Bestandsgebäuden verbraucht wird
- Umweltbewusstsein der Bewohner und Mitarbeiter verbessern
- Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer an andere, ähnlich gelagerte Einrichtungen leisten

#### **Ergebnisse und Diskussion**

Ausgangspunkt für die Erstellung eines ganzheitlichen Konzeptes für den Münzinghof war eine umfassende Bestandsuntersuchung, bei der die Gebäudetechnik und die Bauteilaufbauten erfasst, U-Werte ermittelt und Energieberatungs-Berechnungen erstellt sowie Energie- und Wasserverbräuche analysiert wurden. Bei den Ortsbegehungen wurde außerdem der Gebäudezustand erfasst und verschiedentlich bauphysikalische Probleme festgestellt, mit der Folge von Schimmelbefall. Barrierefreiheit und Brandschutz wurden auf Basis heutiger Anforderungen bzw. der aktuellen Gesetzeslage geprüft. Auf Grundlage dieser Bestandsanalyse wurden mögliche Energiesparmaßnahmen zusammengestellt und Prioritäten festgelegt. Außerdem wurden die Erweiterungsabsichten der Dorfgemeinschaft abgeklärt, vorhandene Energieverbünde bzw. Nahwärmenetze und die damit verbundenen Erfahrungen erkundet. Einrichtungsspezifische Notwendigkeiten, wie z. B. Beschäftigungsmöglichkeiten für Mitbewohner und Betreute wie z. B. Hackschnitzelbeschaffung durch vergütete Grünpflege als Besonderheit der Synergie zwischen Beschäftigung und Wirtschaftlichkeit wurden ebenso berücksichtigt wie die Alterszunahme der Bewohner und daraus resultierend, dass die Dorfgemeinschaft in Zukunft nicht nur behindertengerecht sondern auch „altenpflegegerecht“ ausgestattet werden muss.

Das dargestellte Umsetzungsprogramm zur energetischen und ökologischen Modernisierung und Erweiterung der Dorfgemeinschaft Münzinghof zeigt sehr deutlich, wie wichtig eine integrale Planung ist. Es müssen die Möglichkeiten der CO<sub>2</sub>-Reduktion und der baulichen Verbesserungen erkannt und innerhalb eines Projektes konsequent umgesetzt werden. Eine Art energetischer Projektsteuerung ist hierbei hilfreich, die neben den baulichen Möglichkeiten die technischen Energieeinsparmöglichkeiten und Synergieeffekte zwischen verschiedenen Technikkomponenten erkennt und einplant. Des Weiteren sind die Energieaufwendungen und -ströme insgesamt zu betrachten. Alle Wärmeinhalte müssen möglichst „recycelt“ werden und u. U. mehrfach verwendet werden.

Es wurden gleichermaßen die baukonstruktiven und die technischen Möglichkeiten auf ihre Nachhaltigkeit überprüft. Nach deren Vergleich und Diskussion im Planungsteam und mit der Dorfgemeinschaft wird entsprechend für die Zukunft geplant. Des Weiteren wurde darauf geachtet, bereits heute alle möglichen Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparmöglichkeiten umzusetzen und nicht aktuell gültigen Mindestvorschriften als Begründung für halbherzige Maßnahmen zu zitieren. Die drohende Klimakatastrophe verlangt maximale Energieeinsparungen, deren Wirtschaftlichkeit durchaus darstellbar ist. Dadurch werden für den nächsten Nutzungszyklus keine späteren Nachrüstungen nötig.

Ein wichtiges Ergebnis der Arbeit ist, dass das Soziale, das Bauliche und die zukünftigen Unterhaltskosten eng aufeinander abgestimmt werden müssen, um eine zukunftsfähige Gesamteinrichtung mit möglichst hoher Gesamteffizienz im menschlichen und im wirtschaftlichen Bereich zu erreichen.

#### **Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Bereits während der Erstellung des Umsetzungsprogramms wurden erste Zeitungsmeldungen veröffentlicht. Das Ergebnis der Bestandsanalyse und das sukzessiv weiterentwickelte Konzept wurde der Dorfgemeinschaft vorgestellt und mit ihr diskutiert, die Eltern sowie der Freundeskreis sind über die Planungsschritte und die Ziele unterrichtet. Der Abschlußbericht in Form einer Broschüre sowie eine zusammenfassende Powerpoint-Präsentation legen die umweltrelevanten Ziele sowie die Arbeitsmethodik offen und sollen somit auch anderen Entscheidungsträgern als Entscheidungs- und Arbeitshilfe dienen. Außerdem sollen die Ergebnisse auf einer Informationstafel präsentiert und auf der Homepage des Münzinghofes veröffentlicht werden.

#### **Fazit**

Die qualitativ hochwertigen Ergebnisse der Planung und die darstellbare Nachhaltigkeit sollten den Keim bilden, den gesamten Münzinghof mit dem Ziel der CO<sub>2</sub>-Neutralität zu überplanen. Die erhaltenen Kennwerte, die verifiziert werden müssen, können als Orientierungswert für weitere Niedrigstenergiesanierungen und -neuplanungen dienen.

## INHALTSVERZEICHNIS

Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen.....	7
Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen.....	9
<b>A ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>10</b>
<b>B EINLEITUNG .....</b>	<b>11</b>
<b>C HAUPTTEIL.....</b>	<b>15</b>
<b>1 Bestandsanalyse und Ermittlung von Einsparpotentialen.....</b>	<b>15</b>
1.1. Methodik .....	15
1.1.1. Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle (HÜLLE).....	17
1.1.2. Bewertung der Anlagentechnik (TECHNIK) .....	18
1.1.3. Erfassung des Gesamt-Gebäudezustandes (ZUSTAND).....	18
1.1.4. Bewertung des Trinkwasserverbrauches (WASSER).....	18
1.1.5. Abschätzung des Warmwasserbedarfs (WARMWASSER) .....	19
1.1.6. Analyse des Stromverbrauches (STROM) .....	19
1.1.7. Umweltwirkung (UMWELT).....	19
1.2. Zusammenfassung Bestandsanalyse & Energieeinsparpotentiale .....	20
1.2.1. Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehüllen (HÜLLE).....	20
1.2.2. Bewertung der Anlagentechnik (TECHNIK) .....	21
1.2.3. Erfassung des Gesamt-Gebäudezustandes (ZUSTAND).....	22
1.2.4. Bewertung des Trinkwasserverbrauches / Einsparmöglichkeiten (WASSER) ....	22
1.2.5. Abschätzung des Warmwasserbedarfs (WARMWASSER) .....	23
1.2.6. Analyse des Stromverbrauches / Einsparmöglichkeiten (STROM).....	23
1.2.7. Umweltwirkung (UMWELT).....	24
<b>2 Sanierungs- und Energiekonzept .....</b>	<b>25</b>
2.1. Ausgangssituation.....	25
2.2. Vorgehensweise .....	26
2.3. Empfehlung baulicher Maßnahmen zur energetischen Sanierung .....	29
2.4. Integration aktueller und zukünftiger Vorhaben .....	32
2.4.1. Standards für zukünftige Neubauten und Erweiterungen .....	32
2.4.2. Empfehlung zum Einsatz natürlicher und ökologischer Baustoffe.....	33
2.5. Untersuchung potentieller Energieerzeuger auf Basis regenerativer Energien.....	34
2.5.1. Prüfung von Standorten für solarthermische Anlagen .....	34
2.5.2. Standorte für Photovoltaik-Anlagen .....	36
2.5.3. Untersuchung zur Nutzung passiver Solarwärme im Bereich der Gärtnereien ...	36
2.5.4. Untersuchungen zum Ersatz fossiler Brennstoffe durch Holz.....	38
2.5.5. Möglichkeiten zur Nutzung von Biomasse aus Abfällen zur Energiegewinnung .	39
2.5.6. Untersuchung zur Nutzung von Produktionsabwärme aus Bäckerei und Käserei sowie weitere Einsparpotentiale.....	40
2.5.7. Empfehlung zum Einsatz von Wärmepumpen in neuen bzw. zu sanierenden Gebäuden mit zu großen Abstand zu einem Nahwärmenetz .....	41
2.6. Untersuchung und Diskussion verschiedener Verbundkonstellationen.....	42
2.7. Entwicklung von Modulen zur schrittweisen Umsetzung .....	43
2.7.1. Modul 1: Erweiterung des Nahwärmenetzes „Oberes Dorf“ und Bau einer neuen	

Heizzentrale mit Hackschnitzelkessel .....	44
2.7.2. Modul 2: Energetische Sanierung „Bauernhaus“ (Nr.10, Altbau).....	46
2.7.3. Modul 3: Energetische Sanierung „Tenne“ (Nr.12).....	46
2.7.4. Modul 4: Bau Hackschnitzel-BHKW's und Erweiterung des Nahwärmenetzes „Unteres Dorf“ .....	47
2.7.5. Modul 5: Wärmerückgewinnung im Bereich von Bäckerei / Käserei (Nr.13 /14) .	48
2.7.6. Modul 6: Einbau eines Allesbrenners im Betriebsgebäude der Gärtnerei (Nr.3) und Errichtung eines Nahwärmenetzes „Gärtnerei“ .....	48
2.7.7. Modul 7: Abriss des „Michaelihauses“ (Nr.9) und Bau eines neuen Wohnhauses (Nr.N4).....	49
2.7.8. Modul 8: Energetische Sanierung „Buchenhaus“ (Nr.17) .....	49
2.7.9. Modul 9: Intelligente Steuerung der Nahwärmenetze.....	50
2.7.10. Modul 10: Errichtung einer solarthermischen Anlage auf dem Dach des „Werkstattgebäudes“ (Nr.15) .....	50
2.7.11. Modul 11: Optimierung der Kältetechnik der Käserei (Nr.14) und des Käselagers (Nr.13) .....	51
2.7.12. Modul 12: Maßnahmen zur Stromeinsparung .....	51
2.7.13. Modul 13: Energetische Sanierung bzw. Abriss und Neubau „Altes Haus“ (Nr.6) sowie eines „Kommunalen Zentrums“ (Nr.N3) .....	52
2.8. Zusammenfassung weiterer Maßnahmen zur Senkung des Energiebedarfes.....	53
<b>D FAZIT.....</b>	<b>55</b>
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>57</b>
<b>ANHANG.....</b>	<b>57</b>
Anhang 1: Übersicht Bestandsanalyse & Einsparpotentiale Gebäudehülle (Wohngebäude)	
Anhang 2: Übersicht Bestandsanalyse & Einsparpotentiale Gebäudehülle (Nicht-Wohngebäude)	
Anhang 3: Vorschläge und Kosten zur energetischen Sanierung (Gebäudehülle / Wohngebäude)	
Anhang 4: Übersicht Bestandsanalyse & Einsparpotentiale Strom (Wohngebäude)	
Anhang 5: Übersicht Bestandsanalyse & Einsparpotentiale Strom (Nicht-Wohngebäude)	
Anhang 6: Erfassung zu den einzelnen Gebäuden jeweils bestehend aus:	
▪ Datenblatt	
▪ Datenblatt Stromerfassung (soweit erfolgt)	
▪ Zustandserfassung (soweit erfolgt)	
▪ Energetische Berechnung des Gebäudebestandes (Wohngebäude, Werkstattgebäude, überschlägliche Ermittlung für Bäckerei / Käserei)	
▪ Energetische Berechnung der Sanierungen (sofern Maßnahmen zur energetischen Sanierung vorgeschlagen wurden)	
▪ Fotodokumentation	
Anhang 7: Dokumentation von Problempunkten der Wohngebäuden	
Anhang 8: Ausschnitt Exceltabelle Zeitplan Module	
Anhang 9: Entwicklungsstadien des Projektes:	
▪ Präsentation 08.07.2009: Einzelgebäude (Masterplan „IST-ZUSTAND ↔ SOLL-ZUSTAND“)	
▪ Präsentation 08.07.2009: Gesamtkonzept	
▪ Präsentation 10.12.2009: Energiekonzept	
▪ Präsentation 26.01.2010: Energetisches Gesamtkonzept	

## Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

- [Grafik 1] Ausschnitt Datenblatt, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 2] Schema zur Energiebilanz eines Gebäudes, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 3] Beispiel „Altes Haus“, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 4] Bewertungsskala U-Werte, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 5] Bewertungsskala spez. Transmissionswärmeverlust  $H_t'$ , Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 6] Bewertungsskala spez. Heizwärmebedarfes  $q_h$ , Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 7] Bewertungsskala Anlagentechnik, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 8] Bewertungsskala Trinkwasserverbrauch, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 9] Bewertungsskala Warmwasserverbrauch, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 10] Bewertungsskala Stromverbrauch im Haushalt (incl. Hilfsenergie Anlagentechnik), Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 11] Lageplan Münzinghof mit Baujahr der Gebäude, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 12] Beispiel „Altes Haus“, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 13] Beispiel „Bauernhaus“, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 14] Beispiel „Sonnenwinkel“, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 15] Aufteilung Trinkwasserverbrauch, Architekturbüro Werner Haase, (Datenquelle: [www.wasser.de](http://www.wasser.de))
- [Grafik 16] Beispiel „Arkadenhaus“, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 17] Gesamtübersicht Bestand, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 18] Ausschnitt Masterplan „IST-ZUSTAND ↔ SOLL-ZUSTAND“, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 19] Potentielle Energieerzeuger, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 20] Standort Solaranlage Hollerhaus, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 21] Standort Solaranlage Rosenhaus, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 22] Standort Solaranlage Werkstattgebäude, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 23] Prinzipskizze zur Temporären Speicherung, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 24] Prinzipskizze Hackschnitzeltrocknung, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 25] Ölpreisentwicklung, Mineralölwirtschaftsverband(MWV), Hamburger Weltwirtschaftsinstitut (HWWI)
- [Grafik 26] Prinzipskizze einer Biogasanlage, B. Linke, Institut für Agrartechnik Bornim
- [Grafik 27] Anlagenaufbau Hydrothermale Karbonisierung, SmartCarbon AG
- [Grafik 28] Systemschema der Produktionstechnik Bäckerei / Käserei im Bestand, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 29] Energetisches Gesamtkonzept (Modulabfolge), Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 30] Modul 1, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 31] Modul 2, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 32] Modul 3, Architekturbüro Werner Haase

- [Grafik 33] Modul 4, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 34] Modul 5, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 35] Modul 6, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 36] Modul 7, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 37] Modul 8, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 38] Modul 9, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 39] Modul 10, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 40] Modul 11, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 41] Modul 12, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 42] Modul 13, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 43] Reduzierung von Endenergie- und Primärenergieverbrauch sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 44] Energiekosten dynamisch, Architekturbüro Werner Haase
- [Grafik 45] Vergleich Gesamtkosten mit / ohne Maßnahmen, Architekturbüro Werner Haase

- [Tabelle 1] Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen vor und nach Umsetzung der Module, Architekturbüro Werner Haase
- [Tabelle 2] Übersicht aktueller und zukünftiger Vorhaben, Architekturbüro Werner Haase
- [Tabelle 3] Empfehlung für Neubauten & Erweiterungen, Architekturbüro Werner Haase
- [Tabelle 4] Vor- und Nachteile verschiedener Verbundkonstellationen, Architekturbüro Werner Haase
- [Tabelle 5] Zusammenfassung Maßnahmen, Investitionskosten und Einsparpotentiale Wohngebäude, Architekturbüro Werner Haase
- [Tabelle 6] Gering- bis mittelinvestive und organisatorische Maßnahmen, Lebensgemeinschaft Münzinghof e.V.



## Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen

### Begriffsdefinitionen gemäß Energieausweis nach EnEV:

#### Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf bildet die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ab. Er berücksichtigt neben der Endenergie auch die so genannte „Vorkette“ (Erkundung, Gewinnung, Verteilung, Umwandlung) der jeweils eingesetzten Energieträger (z.B. Heizöl, Gas, Strom, erneuerbare Energien etc.). Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz und eine die Ressourcen und die Umwelt schonende Energienutzung.

#### Endenergiebedarf

Die Endenergie gibt die nach technischen Regeln berechnete, jährlich benötigte Energiemenge für Heizung, Warmwasser, eingebaute Beleuchtung, Lüftung und Kühlung an. Er wird unter Standardklima- und Standardnutzungsbedingungen errechnet und ist ein Maß für die Energieeffizienz eines Gebäudes und seiner Anlagentechnik. Der Endenergiebedarf ist die Energiemenge, die dem Gebäude bei standardisierten Bedingungen unter Berücksichtigung der Energieverluste zugeführt werden muss, damit die standardisierten Innentemperatur, der Warmwasserbedarf, die notwendige Lüftung und eingebaute Beleuchtung sichergestellt werden können. Kleine Werte signalisieren einen geringen Bedarf und damit eine hohe Energieeffizienz.

#### Nutzenergie

Die Energie, die tatsächlich genutzt werden kann, z.B. in Form von Wärme, die von den Heizflächen abgegeben wird. Weil aber bei der Verbrennung im Heizkessel und bei der Wärmeverteilung durch Heizungsrohre im Haus Verluste entstehen, ist die Nutzenergie kleiner als die Endenergie. Diese Verluste können bei alten Heizungen bis zu 50 % betragen und bei modernen Heizungen bis unter 10 % reduziert werden.

#### Heizwärmebedarf

Der Jahresheizwärmebedarf eines Gebäudes errechnet sich aus den Transmissionswärmeverlusten durch z. B. Wände, Fenster, Böden und Dächer und dem Lüftungswärmeverlust, vermindert um die solaren Gewinne und die internen Wärmegewinne. Bezieht man diesen Jahresheizwärmebedarf auf die beheizbare Fläche, so erhält man die Energiekennzahl „Heizwärmebedarf pro m<sup>2</sup> und Jahr“.

### Abkürzungen:

kW	Kilowatt	EnEV	Energieeinsparverordnung
kWh	Kilowattstunde	Best.	Bestand
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient	AW	Außenwand
H <sub>i</sub> '	Spezifischer Transmissionswärmeverlust	BP	Bodenplatte
q <sub>h</sub>	Spezifischer Heizwärmebedarf	DA	Dach
e <sub>p</sub>	Anlagenaufwandszahl	FD	Flachdach
BRI	Brutto-Rauminhalt	FE	Fenster
BGF	Brutto-Grundfläche	KD	Kellerdecke
NGF	Netto-Grundfläche	NT	Niedertemperatur
V <sub>e</sub>	Beheiztes Gebäudevolumen	PV	Photovoltaik
A <sub>N</sub>	Gebäudenutzfläche gemäß EnEV	WLG	Wärmeleitfähigkeitsgruppe
A/V	Verhältnis von Gebäudehüllfläche A zu Brutto-Gebäudevolumen V	BHKW	Blockheizkraftwerk
GF	Geschossfläche (=brutto)	HTC	hydrothermale Karbonisierung
WfbM	Werkstatt für behinderte Menschen	WT	Wärmetauscher
Pers.	Person/Bewohner	KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau

## A ZUSAMMENFASSUNG

Die Dorfgemeinschaft Münzinghof ist eine soziale Einrichtung mit anthroposophischen Grundsätzen mit derzeit ca. 120 Einwohnern, die Werkstätten, Landwirtschaft und Gartenbau betreibt und so eine kleine kommunale Einheit mit weitgehender Selbstversorgung bildet. Es sollte ein integrales Konzept für die Instandhaltung und Erweiterung des Münzinghofes auf ca. 180 Bewohner erstellt werden, welches zum Ziel die Werterhaltung und die Zukunftsfähigkeit des gesamten Dorfes hat.

Ausgangspunkt war eine umfassende Bestandsuntersuchung sowie eine Analyse der aktuellen Energie- und Wasserverbräuche. Basierend darauf wurden mögliche Energiesparmaßnahmen zusammengestellt und Prioritäten festgelegt. Außerdem wurden die Erweiterungsabsichten der Dorfgemeinschaft abgeklärt, vorhandene Energieverbände bzw. Nahwärmenetze und die damit verbundenen Erfahrungen erkundet. Mit dem Ziel, den Primärenergieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen möglichst weit zu senken, wurde ein Sanierungs- und Energiekonzept erarbeitet, das Gebäudesanierung, effiziente Haustechnik, Solareinbindung und Rückgewinnungstechniken sinnvoll vernetzt und Synergieeffekte nutzt. Es wurden verschiedene Verbundkonstellationen untersucht, in Versammlungen der Dorfgemeinschaft vorgestellt, allgemein akzeptierte Lösungen herausgearbeitet und durch Beschlüsse legitimiert. Sozusagen als Umsetzungsplan wurden Module entwickelt, die eine ökonomisch realistische Zeitschiene berücksichtigen. Die Module sind so aufgebaut, dass sie weitestgehend unabhängig voneinander, schrittweise realisiert werden können.

Ein wichtiges Ergebnis der Arbeit ist, dass das Soziale, das Bauliche und die zukünftigen Unterhaltskosten eng aufeinander abgestimmt werden müssen, um eine zukunftsfähige Gesamteinrichtung mit möglichst hoher Gesamteffizienz im menschlichen und im wirtschaftlichen Bereich zu erreichen.

Aufgrund knapper werdender Ressourcen und stetig steigender Energiepreise ist es nun an der Zeit, unter Einbindung neuer technischer Möglichkeiten, diese Überlegungen möglichst zeitnah umzusetzen. Werden sukzessive alle Module umgesetzt, sind folgende Einsparungen möglich:

Tabelle 1: Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen vor und nach Umsetzung der Module, AB Haase

	Endenergie	Primärenergie	CO <sub>2</sub> -Emission
Vor Umsetzung der Module	~ 1.351.000 kWh/a*	~ 946.000 kWh/a*	~ 244 t/a*
Nach Umsetzung der Module	~ 1.060.000 kWh/a	~ 209.000 kWh/a	~ 37 t/a

\* In den oben angegebenen Werten sind die geplanten Neubauvorhaben, Haus am Garten (Nr.N2), Neues Gewächshaus (Nr.N5), Neue Metallwerkstatt (NR.N6) sowie das zwischenzeitlich realisierte N1 Mitarbeiterhaus berücksichtigt (Nr.N1).

Anhand des kompakten „privaten“ Dorfes Münzinghof können auch Schlüsse auf größere Kommunen gezogen werden und wichtige Erkenntnisse daraus abgeleitet werden. Der vorliegende Abschlußbericht legt die umweltrelevanten Ziele sowie die Arbeitsmethodik offen und soll somit auch anderen Entscheidungsträgern als Entscheidungs- und Arbeitshilfe dienen.

### Kooperationspartner

#### Architektur- und Ingenieurbüro Werner Haase, Karlstadt

für Konzeptentwicklung, Simulationen, Gebäudemanagement und Wirtschaftlichkeitsberechnungen, energetische Projektsteuerung

## **B EINLEITUNG**

### **Die Dorfgemeinschaft Münzinghof**

Die Dorfgemeinschaft Münzinghof begann ihren Betrieb in der Trägerschaft der Lebensgemeinschaft e.V. als Einrichtung der Eingliederungshilfe für Menschen mit Behinderungen im Frühjahr 1978. Die Anerkennung als Werkstatt für behinderte Menschen (WfbM) erfolgte 1993. Etwa zwei Jahre später wurde ein Entwicklungskonzept vorgelegt, das den Ausbau auf zunächst 60, im Endausbau 80 Lebens- und Arbeitsplätze vorsah. In der Folgezeit (schwerpunktmäßig in den Jahren 1982-2000) wurde eine Reihe von Gebäuden, die dem Wohnen, Arbeiten und kulturellem Leben der Bewohner dienen, errichtet.

Heute leben und arbeiten in der Lebensgemeinschaft Münzinghof e.V. ca. 120 Menschen, wobei eine Erweiterung auf ca. 180 Menschen angedacht ist. Die 120 Personen wohnen zurzeit in einer Wohngemeinschaft und sieben Wahlfamilien, wobei in einer Wahlfamilie acht oder neun Menschen mit Anspruch auf Eingliederungshilfe zusammen mit Hauseltern, deren Kindern, einer Praktikant/in und einer Fachkraft leben.

Das kleine Dorf umfasst neben verschiedenen Wohnhäusern, landwirtschaftliche Gebäude, Bäckerei und Käserei, eine kleine Gärtnerei, jeweils als Demeter-Betrieb, sowie Werkstätten.

Es entwickelte sich eine Gemeinschaft mit kommunalem Charakter. Sie erfüllt nach SGB IX und SGB XII die Aufgaben der Eingliederungshilfe. Das Hauptziel der Eingliederungshilfe ist es, dem Menschen zu einem Leben in Würde, in größtmöglicher Selbstbestimmung und Selbständigkeit zu verhelfen. Im Mittelpunkt steht die Teilhabe jedes einzelnen Menschen am Leben in der Gemeinschaft und Gesellschaft. Das Zusammenleben in den Familien und in der ganzen Gemeinschaft und der Umgang miteinander orientieren sich an den Werten des Christentums und der Anthroposophie.

Hier wird Alltagsleben miteinander geteilt; Begleitung, Beratung und Assistenz gelten als Teil des gemeinsamen Lebens und ermöglichen Sicherheit und Vertrauen. Die Arbeitsplätze in den Werkstätten orientieren sich an den individuellen Bedürfnissen und Fähigkeiten der Menschen – in der Hauswirtschaft, Gärtnerei, Landwirtschaft, Käserei, Bäckerei, Hausmeisterei, Metall- und Holzwerkstatt sowie der Kerzenzieherei und in der kommunalen Außengruppe. Das kulturelle Leben wird gemeinsam geplant und gestaltet und ermöglicht vielfältige Begegnungen.

Der Münzinghof verbraucht mit derzeit ca. 16 beheizten Häusern jährlich ca. 240.000 kWh Strom, ca. 60.000 l Öl, ca. 25.000 l Flüssiggas und knapp 160 Ster Holz, wobei die Grundlage dieser Angaben die Verbräuche der Jahre 2006-2008 sind. Pro Kopf bedeutet dies ca. 2.000 kWh Strom und ein Energiegleichwert von fossiler Energie von ca. 900 l Öl pro Bewohner.

Vor 2006, wo die Lebensgemeinschaft im Wärmeverbund „Unteres Dorf“ einen Stückholzkessel installieren ließ und damit einen ersten Schritt in Richtung Umstellung auf regenerative Energien unternahm, lag der Ölverbrauch noch bei über 85.000 l pro Jahr.

### **Problemstellung**

Da die meisten Gebäude zwischen 1982 und 2000 gebaut wurden, sich jedoch durch die Alterung der betreuten Menschen und Betreuer neue Aufgaben stellen und außerdem eine Vergrößerung der Dorfgemeinschaft auf ca. 180 Personen angedacht ist, stehen zurzeit Instandsetzungen, Erweiterungen, Neubauten gleichzeitig an. So wird aktuell ein Haus für älter werdende Menschen geplant, die Werkstätten sollen erweitert bzw. ergänzt werden und der Bau eines kommunalen Zentrums ist angedacht.

Gleichzeitig stellen ständig steigende hohe Energiekosten ein Zukunftsproblem mit hohem Problempotential dar. Im Jahr 2008 mussten fast 110.000 € für Öl, Flüssiggas, Stückholz und Strom ausgegeben werden. Bei einer durch den Münzinghof getroffenen Annahme einer jährlichen Kostensteigerung von 5 % für Öl und Flüssiggas bzw. 2 % für Holz und Strom müssten im Jahr 2039 hierfür ca. 365.000 € jährlich aufgewendet werden.

Wir würden jedoch eine Steigerungsrate von 7 % für fossile Energieträger und von 4 % für regenerative Energieträger und Strom annehmen, so dass die finanzielle Belastung im Jahr 2039 bei ca. 645.000 € läge. Zur dauerhaften Sicherung des Münzingerhofes ist es daher u.a. notwendig, die Energiekosten drastisch abzusenken. Dies kann nur durch Energieeinsparungen und über die Abkoppelung von fossilen Energieverbräuchen stattfinden.

Seit ca. 5 Jahren versucht die Gemeinschaft in eigener Regie Energieeinsparungen und Zukunftsperspektiven zu entwickeln. Folgende Überlegungen und Ansätze wurden durch den Münzingerhof bisher angestellt bzw. verfolgt:

- Das Energieproblem der hohen Verbräuche und der hohen Kosten von Öl und Gas soll evtl. durch ein neues Nahwärmenetz mit Hackschnitzelheizung gelöst werden. Problem: Hohe Investitionskosten für Hackschnitzelzentrale und Netz; es werden Finanzmittel gebunden, die im Bereich energetische Sanierung fehlen und der hohe Energieverbrauch bleibt weitgehend bestehen; lediglich der Brennstoff würde sich ändern.
- Der hohe Stromverbrauch wird seit ca. 3 Jahren gebäudeweise erfasst; eine detaillierte Ursachenfindung ist aus eigener Kraft bisher nicht umfänglich möglich gewesen.
- Bei verschiedenen Gebäuden besteht Sanierungsbedarf, der jedoch nicht klar definiert ist und als mehrere Einzelwünsche unkoordiniert ist.
- Es müssen dringend Neubauten erstellt werden; hierfür ist es notwendig, einen Energiestandard zu definieren, der dauerhaft in das Gesamtkonzept passt.
- Die meisten Bestandsgebäude wurden konventionell gebaut, wobei die Standards den damaligen Forderungen entsprachen. Zum Teil wurden darüber hinausgehende Wünsche durch Förderauflagen abgewiesen.
- Die bisherigen Finanzierungsmöglichkeiten sind immer Einzelprojektbezogen; eine ganzheitliche Gesamtbetrachtung der Gesamtimmobilie der Dorfgemeinschaft ist finanziell und förderteknisch nicht darstellbar. In der Förderung wird nur der Einzelbedarf berücksichtigt.

### **Zielsetzung**

Der Vorstand des Münzingerhofes hat im Prinzip bereits 2005 die Ziele für die Zukunftsentwicklung, verbunden mit einer energetischen und ökologischen Modernisierung des Münzingerhofes, beschlossen.

Es sollte ein integrales Konzept für die Instandhaltung und Erweiterung des Münzingerhofes zur Sicherung der Wirtschaftlichkeit des Münzingerhofes, aber vor allem zur Verbesserung und Anpassung der Wohnqualität und Wohngesundheit des Lebensraumes für 120 - 180 Menschen mit und ohne Betreuungsbedarf, erstellt werden. Hierbei musste die Idealform gefunden werden und die Zeitschiene und das finanzielle Machbare ermittelt werden.

Folgende Ziele wurden hierbei verfolgt:

- deutliche Senkung des Primärenergieverbrauches und der CO<sub>2</sub> - Emission als Beitrag des Münzingerhofes zum Klimaschutz, Abkopplung vom Atomstrom und fossil erzeugtem Strom
- Umstellung des Ressourcenverbrauches von ca. 75 % Fossil auf möglichst vollständig regenerative Energien
- Aktivierung des umweltbewussten Verhaltens von Bewohnern und Mitarbeitern.
- Steigerung der Wohn- und Arbeitsplatzqualität
- Aufzeigen der Problemstellung von Bestandsgebäuden in WfbM-Einrichtungen und Heimeinrichtungen in Bezug auf derzeitige Stromverbräuche und deren Vermeidung, Heiz- und Warmwasserverbräuche und deren Reduzierung, sowie die differenzierte und schrittweise Lösungsumsetzung.

- Erstellung eines Untersuchungsberichtes mit Aufzeigen von Lösungen, der auch anderen Einrichtungen kostenlos zur Verfügung gestellt werden soll.
- Sensibilisierung der Planungsbeteiligten für differenzierte, objektbezogene Lösungen, jedoch mit gleichzeitiger Betrachtung der Auswirkungen auf die Gesamtanlage bzw. Nutzung von Synergieeffekten
- sinnvolle Vernetzung von Gebäudesanierung, Solareinbindung, effizienter Heiztechnik und Rückgewinnungstechniken

Dies soll die Alternative zur einfachen Umstellung von Öl auf Hackschnitzel bei gleich hohem Verbrauch sein, da eine Verknappung der nachwachsenden Rohstoffe bei zu starker Nachfrage zu erwarten ist.

### **Innovativer Charakter des Gesamtprojektes**

Die Innovation des Projektes liegt in der Ganzheitlichkeit der Betrachtungsweise. So werden einerseits Wohngebäude mit unterschiedlichen Energiestandards, als auch Werkstatt und Produktionsgebäude gleichermaßen betrachtet und bewertet. Synergieeffekte zwischen unterschiedlichen Temperaturebenen werden berücksichtigt und genutzt, ebenso die Verknüpfung aus Strom, Wärme- und Kälteverwendung unter Einbeziehung von Umweltenergie. Des Weiteren wird mit Mikronetzen im Bereich von nah beieinander stehenden ähnlichen Gebäuden gearbeitet. Es wurde der Einsatz von Erdwärme in Verbindung mit Sonnenkollektoren geprüft und je nach Eignung differenziert eingesetzt. Spitzenkessel werden nicht fossil betrieben, sondern mit Hackschnitzel oder Holzpellets. Dadurch, dass die Spitzenkessel durch die erreichbaren Energieeinsparungen in Zukunft einen geringeren Bedarf abdecken müssen, ist die Lagertechnik jeweils einfach zu gestalten. In der Gesamtbetrachtung wird die Einsparbestrebung im Gebäudebereich, der Wärmeerzeugung und dem Stromverbrauch gleichermaßen hohe Wertigkeit zugeordnet. Vorrang hat jeweils „kostenlose, dauerhafte“ Energie, wie Solarwärme und Rückgewinnungswärme. Die Nutzung von Prozessabwärme ist vorgesehen.

### **Aufgabenstellung**

Das Gesamtprojekt wurde bzw. wird in 3 Stufen durchgeführt:

#### **1. Bestandsuntersuchung und Datenblatterstellung für die einzelnen Gebäude:**

- Sichtung, Ordnung und Wertung der Bestandspläne mit skizzenhafter Ergänzung von bisher nicht erfassten Umbauten und Erweiterung
- Erweiterte Energieberatung mit Ortsbegehung und energetischer Bestandsaufnahme, mit Ermittlung des rechnerischen Heizbedarfes, und Erfassung der differenzierten Verbrauchsdaten Strom (für Beleuchtung, Elektrogeräte in den Wohngebäuden und Werkstätten mit gesonderter Erfassung der Kühlung) mit Bestimmung des Einsparpotentials sowie der Verbräuche für Heizung, Trink- und Warmwasser
- Datenblatterstellung für Wohngebäude, Bäckerei und Käserei, Werkstattgebäude, Dorfmeisterei und Gärtnereigebäude (mit Darstellung des IST- und SOLL-Zustandes, mit Angaben über Baujahr, Anzahl der Geschosse, Gesamtnutzfläche, beheiztes Volumen  $V_e$ , Bruttorauminhalt BRI, Nutzung und Anzahl der Nutzer, Beschreibung der Außenbauteile mit Ermittlung der U-Werte, Angaben zur technischen Gebäudeausrüstung und Stromverbrauchern, Verbrauchszahlen für Heizung, Strom, Wasser in den Jahren 2006-2008 sowie spezifische Verbrauchswerte und Kosten [bezogen auf NGF,  $V_e$  und Bewohner/Mitarbeiter] im Mittel, Zusammenfassung vorgeschlagener Maßnahmen)
- Erfassung des Gebäudezustandes (mit raumweiser Betrachtung der Bauteiloberflächen, der Elektro- und Sanitärausstattung, von Schäden und Schadstoffbelastung, baulichen, räumlichen und funktionalen Mängeln sowie Betrachtung von Brandschutz und Barrierefreiheit der Wohngebäude)

## **2. Erstellung eines Umsetzungsprogramms als integratives Planungskonzept für die Gesamtbetrachtung Münzinhofes:**

- mit zusammenfassenden Übersichten zur Bestandsanalyse der Gebäudehüllen mit Ablesbarkeit der Dringlichkeit von Maßnahmen sowie zu Vorschlägen und Kosten der energetischen Sanierung mit Darstellung des jeweiligen Einsparpotentials
- mit zusammenfassenden Übersichten zur Analyse der Stromverbräuche mit Ablesbarkeit der Dringlichkeit und von Einsparpotentials
- Erstellung eines energetisches Gesamtkonzept für den Münzinhof als Umsetzungsprogramm mit mehreren Modulen mit dem Ziel, die Energieverbräuche stetig zu reduzieren und sukzessiv eine Umstellung auf regenerative Energien umzusetzen, wobei eine realistischen Zeitschiene berücksichtigt werden soll
- Ermittlung der Energieverbundtrassen mit Vergleichsberechnung zw. Erdverlegung, und Verlegung innerhalb von Gebäuden. Gegenüberstellung unterschiedlicher Dämmqualitäten mit Ermittlung der Anschaffungskosten und der Energieverlustkosten. Ermittlung von Rohrquerschnitten sowie dem Nutzersystem; Entwicklung der Energiezentrale mit entsprechendem Verteiler und Puffersystem
- Vorkonzeptionierung und Erarbeitung von Mess- Steuer- und Regeltechnik. Über die entsprechende Leittechnik sollen rechtzeitig Abweichungen und Fehler gefunden und beseitigt werden können. Hierbei muss eine kostengünstige objektbezogenen Lösung zur Steuerung des Energieverteilnetzes gefunden werden
- Erstellen und Verfassen eines Abschlußberichtes als Broschüre mit ca. 40 Seiten Umfang sowie auszugsweise Zusammenstellung in Form einer PowerPoint-Präsentation für Vorträge bzw. zur Veröffentlichung

## **3. Umsetzung des Sanierungs- und Erweiterungsprogramms in folgenden Bereichen:**

- energetische Sanierung im Bestand mit Optimierung der Haus- und Anlagentechnik
- Neubauten möglichst in Passivhaus ähnlicher Bauweise; dadurch lediglich „Stromleitungsverbund“, kein Nahwärmeanschluss notwendig, evtl. Strom aus BHKW, dessen Abwärme in den Bestandsgebäuden verbraucht wird
- Umweltbewusstsein der Bewohner und Mitarbeiter verbessern
- Öffentlichkeitsarbeit und Wissenstransfer an andere, ähnlich gelagerte Einrichtungen

### **Verbreitung, Fortführung und Perspektiven**

Das Projekt hat Pilot- und Forschungscharakter. Die Erstellung des Gesamtkonzeptes erfolgte losgelöst von derzeitigen Denkweisen, um so die optimale Vernetzung von Energieströmen und Einsparmöglichkeiten bzw. Einbindung von regenerativen Quellen zu erreichen. Dabei wurden die Verknüpfung und die Chancen zwischen Niedrigstenergiehaus (Neubau) mit Bestandshaus in sanierter Form und den Produktionsstätten dargestellt. In früheren Zeiten haben sich auf Grund der niedrigen Energiepreise diese Überlegungen nicht rentiert bzw. sie wurden durch Förderauflagen behindert. Aufgrund knapper werdender Ressourcen und stetig steigender Energiepreise ist es nun an der Zeit, unter Einbindung neuer technischer Möglichkeiten, diese Überlegungen möglichst zeitnah umzusetzen.

Anhand des kompakten „privaten“ Dorfes Münzinhof können auch Schlüsse auf größere Kommunen gezogen werden und wichtige Erkenntnisse daraus abgeleitet werden. Da das Dorf Münzinhof die kleinstmögliche Dorfform mit ca. zwanzig Häusern darstellt, die jedoch Gewerbe und Landwirtschaft beinhalten, können hier schnell Rückschlüsse und Übertragbarkeiten auf Entwicklungsprojekte, z. B. im Bereich Dorferneuerung oder Entwicklung von ländlichen Räumen, gezogen werden.

Die vorliegende Broschüre und die zusammenfassende Powerpoint-Präsentation legen die umweltrelevanten Ziele sowie die Arbeitsmethodik offen und sollen somit auch anderen Entscheidungsträgern als Entscheidungs- und Arbeitshilfe dienen. Des Weiteren soll über eine Tafel im Saalgebäude des Münzinhofes sowie die Homepage des Münzinhofes über das energetische Gesamtkonzept und den daraus resultierenden Umweltvorteilen informiert werden.

## C HAUPTTEIL

### 1 Bestandsanalyse und Ermittlung von Einsparpotentialen

= Gegenüberstellung des IST- und des SOLL-Zustandes


#### 1.1. Methodik

#### Entwicklung eines Datenblattes, Vor-Ort-Bestandsaufnahme und Ermittlung der differenzierten Verbrauchsdaten

Grundlage zur Entwicklung eines integrativen Konzeptes zur energetischen und ökologischen Modernisierung und Erweiterung der Dorfgemeinschaft Münzinghof war eine umfassende Ist-Analyse der Gebäude.

Hierzu wurde zunächst ein Datenblatt entwickelt, das einen Überblick zum IST-ZUSTAND (Stand 2009) des jeweiligen Hauses darstellt und der Vergleichbarkeit der Gebäude dient. Das Datenblatt enthält zusammenfassende Angaben und Kennzahlen zum Gebäude, zur Bauweise und zur technischen Gebäudeausrüstung, zu Stromverbrauchern, Verbrauchszahlen sowie Kosten. Zu einem späteren Projektzeitpunkt wurden hier auch vorgeschlagene Maßnahmen sowie die Kennwerte zum SOLL-ZUSTAND ergänzt. Die Grafik zeigt einen Ausschnitt eines Datenblattes; im Anhang 6 befinden sich die kompletten Datenblätter für alle Bestandsgebäude.

Grafik 1: Ausschnitt Datenblatt, AB Haase

ZUSAMMENFASSENDE ANGABEN ZUM GEBÄUDE & KENNZAHLEN				
<b>IST-ZUSTAND</b>		17 Münzinghof 4 BUCHENHAUS  NGF = 55 m² bis zu 3 Bewohner	<b>SOLL-ZUSTAND</b>	
Endenergiebedarf / Wärme	~ 61800 kWh/a		Endenergiebedarf / Wärme	~ 21000 kWh/a
Energieverbrauch / Wärme	~ 29000 kWh/a	Energieverbrauch / Wärme (vor Grundlasteinsparungen)	~ 600 €/a	
Energiekosten / Wärme	~ 2700 €/a			
<b>HÜLLE<sup>1</sup></b>	<b>H<sub>t</sub> = 2,25 W/m²K</b> <b>q<sub>h</sub> = 489 kWh/m²a</b>		<b>H<sub>t</sub> = 0,44 W/m²K</b> <b>q<sub>h</sub> = 110 kWh/m²a</b>	
<b>TECHNIK<sup>2</sup></b>	<b>ep = 1,68</b>		<b>ka</b>	
<b>ZUSTAND<sup>3</sup></b>	<b>unbefriedigend</b>		<b>gut</b>	
<b>WASSER<sup>4</sup></b>	<b>~ 30 m³/Pers. *a</b>		<b>~ 25 m³/Pers. *a</b>	
<b>WW<sup>5</sup></b>	<b>~ 10 m³/Pers. *a</b>		<b>~ 9 m³/Pers. *a</b>	
<b>STROM<sup>6</sup></b>	<b>~ 4000 kWh/a</b>		<b>~ 2600 kWh/a</b>	
<b>UMWELT<sup>7</sup></b>	<b>-8,0 t CO2/a</b>		<b>-0,4 t CO2/a</b>	
<b>Baujahr:</b>	1866, renoviert	<b>Nutzung:</b>	Wohnhaus, zur Zeit genutzt für Kurzpraktikanten und Gäste	
<b>Geschosse:</b>	nicht unterkellert, EG, DG, Satteldach			
<b>Gesamtnutzfläche:*</b>	55			
<b>Beheiztes Volumen Ve:</b>	259	<b>Anzahl Bewohner/Mitarbeiter:</b>	3	
<b>BRI:*</b>	259	<b>Anzahl Mittagessen:</b>	keine	
* gem. Angabe Münzinghof		<b>Anzahl Waschküchennutzer:</b>	keine	

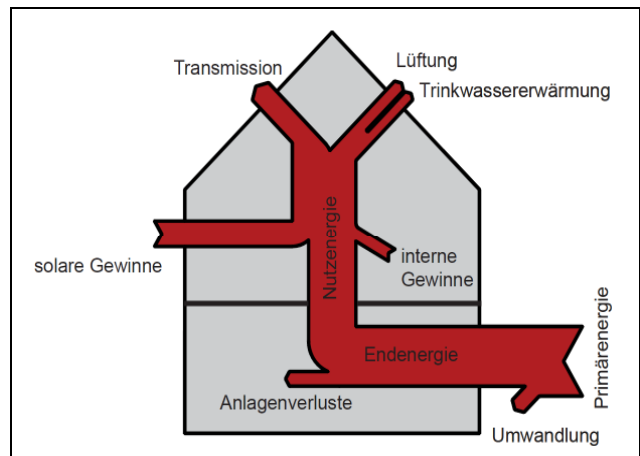
BAUWEISE		IST-ZUSTAND
<b>Bauteil:</b>	<b>Aufbau/Beschreibung:</b>	<b>U-Wert:</b>
<b>Außenwand 1:</b>	50 cm starke Mauer aus Feldsteinen (Kalk)	~2,40 W/m²K
<b>Außenwand 2:</b>	11,5 cm KS-MW, 12 cm Dämmung WLG 040	~0,36 W/m²K
<b>Wand gg. Erdreich:</b>	nicht unterkellert	/
<b>Fenster:</b>	Fensterart/Alter: Einfach-/Verbundfenster Material Rahmen: Holz Verglasung: Einfach-/Isolierverglasung Verschattung: keine Rollläden	2,70 bzw. ~5,00 W/m²K
<b>DFF:</b>		~1,60 W/m²K
<b>Bodenplatte 1:</b>	Gelegte Kalksteine mit Estrich	~2,90 W/m²K
<b>Kellerdecke:</b>	nicht unterkellert	/
<b>Decke gg. Spitzboden</b>	Holzkonstruktion, vermutlich ungedämmt	~1,0 W/m²K
<b>Dachkonstruktion 1:</b>	Holzkonstruktion, ungedämmt	~2,6 W/m²K
<b>Dacheindeckung:</b>	Dachpfannen	

Vor Ort wurde eine detaillierte energetische Bestandsaufnahme vorgenommen, wobei Anlagentechnik, Bauteilaufbauten, Problempunkte und Schwachstellen erfasst wurden und ein Abgleich mit den Bestandsplänen erfolgte. Außerdem wurden die Verbrauchszahlen für Beheizung (Öl, Flüssiggas und Holz), Strom und Trinkwasser der Jahre 2006-2008, soweit möglich, gebäudeweise zusammengetragen und spezifische Verbräuche je Bewohner/Mitarbeiter, je m² Netto-Grundfläche (NGF), je m³ beheiztes Volumen (V<sub>e</sub>), ermittelt.

#### Energiebilanz der Gebäude

Die Erfassung der energetischen Qualität der Gebäudehülle und der Anlagentechnik ermöglicht es, Energiebilanzen für Gebäude zu erstellen. Hierbei werden alle dem Gebäude in einem Jahr zugeführten Energiemengen und alle das Gebäude verlassenden Energiemengen rechnerisch ermittelt und gegenübergestellt. Außerdem wird mit der Energiebilanz der rechnerische Endenergiebedarf festgelegt. Dieser Energiebedarf dient als Maßstab für die energetische Beurteilung des Gebäudes. Die Grafik zeigt die Energiebilanz eines

Grafik 2: Schema zur Energiebilanz eines Gebäudes, AB Haase



Gebäudes mit ihren Energieströmen:

**Nutzenergie** = Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Trinkwassererwärmung unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist.  
 = Transmissionswärmeverlusten + Lüftungswärmeverlusten +  
 Trinkwasserwärmebedarf - solare Gewinne - innere Wärmegewinne

**Transmissionswärmeverluste** = Verluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der Wärme abgebenden Gebäudehülle entstehen.

**Lüftungswärmeverluste** = Verluste, die durch das Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle entstehen.

**Trinkwasserwärmebedarf** = gemäß EnEV über Nutzfläche  $A_N$  ermittelt.

**Solare Wärmegewinne** = Gewinne, die durch in Fenster einstrahlendes Sonnenlicht entstehen.

**Interne Wärmegewinne** = Gewinne durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw.

**Endenergie** = Nutzenergie + Anlagenverluste (Der Endenergieverbrauch entspricht der eingekauften Energie des Gebäudenutzers)

**Anlagenverluste** = Verluste, die bei der Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Abgabe bei der Wärmeerzeugung auftreten.

**Primärenergie** = Gesamtheit des Energiestroms, einschließlich außerhalb des Gebäudes benötigter Energie für Förderung, Transport, Lagerung der Energieträger (Umwandlung).

**Vergleich rechnerisch ermittelter Endenergiebedarf & tatsächlicher Energieverbrauch**

Nach rechnerischer Ermittlung des Endenergiebedarfes wurde dieser mit dem tatsächlichen Energieverbrauch verglichen. Eine Abweichung wird meistens durch die Nutzergewohnheiten verursacht: Bei der Berechnung wird bei Wohngebäuden von einer Beheizung mit Durchschnittstemperaturen von 19°C und standardisierten Lüftungsverhalten und Warmwasserbedarf ausgegangen. Die Berechnung des theoretischen Wertes ist wichtig für die Vergleichbarkeit der Gebäude untereinander, unabhängig von den Nutzergewohnheiten.

**Ermittlung von Einsparpotentialen und Empfehlung von Maßnahmen zur energetischen Optimierung**

Die detaillierte Bestandserfassung und die aus der Energiebilanz resultierenden Ergebnisse sind Ausgangspunkt für weitere Berechnungen und Bewertungen zur Ermittlung von Einsparpotentialen und Empfehlung von Maßnahmen zur energetischen Optimierung. Die Effektivität der Maßnahmen wird anhand der voraussichtlichen Energieeinsparung, Wirtschaftlichkeit und Schadstoffbelastung beurteilt.

**Bedarfswert für zukünftige Planungen**

Der Münzingerhof beabsichtigt in den nächsten Jahren mehrere Erweiterungen und Neubauten. Diese wurden größen- und lagemäßig erfasst, um sie so in ein zukunftsfähiges Gesamtkonzept einbeziehen zu können. Für die Neubauten wird ein Bedarfswert für Heizung, ggf. Kühlung und Strombedarf als Richtwert und planerische Vorgabe, der sich an der Passivhausbauweise bzw. einem sparsamen Nutzerverhalten orientiert, empfohlen. Damit ist es auch möglich, zukünftige Gesamt-Bedarfswerte zu prognostizieren.

**Zusammenfassung der Ergebnisse**

Die Ergebnisse der Untersuchung sind für die einzelnen Gebäude in den vorab beschriebenen Datenblättern dargestellt und im Masterplan „IST-ZUSTAND ↔ SOLL-ZUSTAND“ zusammengefasst.

Nachfolgend ist erklärt, wie die Bewertung in den Komplexen HÜLLE, TECHNIK, ZUSTAND, WASSER, WARMWASSER, STROM und

Grafik 3: Beispiel „Altes Haus“, AB Haase

IST-ZUSTAND		6 Münzingerhof 1 ALTES HAUS  NGF = 460 m² 11 Bewohner	SOLL-ZUSTAND	
Endenergiebedarf	~ 163300 kWh/a		Endenergiebedarf	~ 20700 kWh/a
Energieverbrauch	~ 92000 kWh/a	Heizenergiekosten	~ 930 €/a (Grundlage rechnerischer Bedarf)	
Heizenergiekosten	~ 7090 €/a			
HÜLLE <sup>1</sup>	Ht=1,79 W/m²K qh=216 kWh/m²a	HÜLLE <sup>1</sup>	Ht=0,31 W/m²K qh=42 kWh/m²a	
TECHNIK <sup>2</sup>	ep=1,73	TECHNIK <sup>2</sup>		
ZUSTAND <sup>3</sup>		ZUSTAND <sup>3</sup>		
WASSER <sup>4</sup>	~ 50 m³/Pers. *a	WASSER <sup>4</sup>	~ 25 m³/Pers. *a	
WW <sup>5</sup>	~ 16 m³/Pers. *a	WW <sup>5</sup>	~ 9 m³/Pers. *a	
STROM <sup>6</sup>	12900 kWh/a	STROM <sup>6</sup>	6700 kWh/a	
UMWELT <sup>7</sup>	28,8 t CO2/a	UMWELT <sup>7</sup>	0,3 t CO2/a	



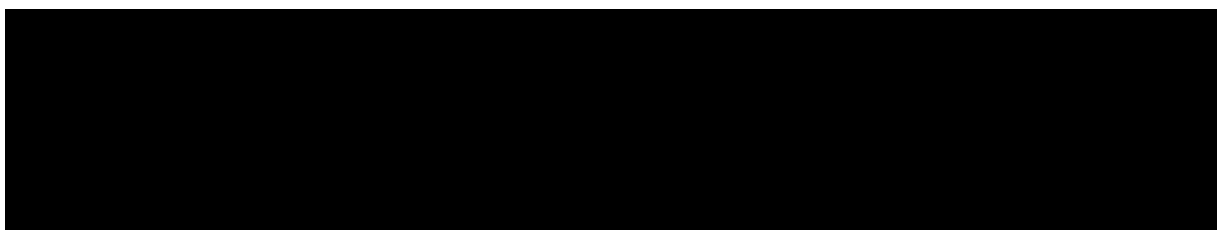
UMWELT erfolgte, welche Kenngrößen zur Beurteilung herangezogen worden und wie sich diese definieren.

**1.1.1. Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehülle (HÜLLE)**

**U-Werte der Bauteile**

Zur Abschätzung der Wärmedämmwirkung der Bauteile wurde jeweils der Wärmedurchgangskoeffizient U (kurz: U-Wert) ermittelt. Die Größe für die Transmission durch ein Bauteil beziffert die Energiemenge (in Joule = Wattsekunden), die in einer Sekunde durch eine Fläche von 1 m<sup>2</sup> fließt, wenn sich die beidseitig anliegenden Lufttemperaturen stationär um 1 K unterscheiden. Sie wird durch die Dicke des Bauteils und den Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes bestimmt. Je geringer der U-Wert ist, desto besser ist die Dämmwirkung des Bauteils. Die nachfolgende Bewertungsskala (von grün = anzustreben bis rot = ungenügend) erlaubt eine Bewertung der verschiedenen Bauteiltypen in Bezug zu verschiedenen Baustandards und den Anforderungswerten der EnEV:

Grafik 4: Bewertungsskala U-Werte, AB Haase



\* abhängig von der Konstruktion des Bauteils  
 \*\* Anforderungs-U-Wert < 0,15 W/m<sup>2</sup>K, abhängig von der Gebäudegeometrie (z.B bei freistehenden Gebäuden) ist ggf. niedrigerer Wert erforderlich

**Spezifischer Transmissionswärmeverlust des Gebäudes**

Als Gebäudekennwert für die Dämmqualität / Transmissionswärmeverluste der gesamten Gebäudehülle wird der spezifischer Transmissionswärmeverlust H<sub>t</sub>' verwendet. Er gibt den Wärmeabfluss durch die Gebäudehülle bei einem Kelvin Temperaturunterschied von innen zu außen bezogen auf die Gesamthüllfläche an. Er wird auch als mittlere U-Wert bezeichnet und ergibt sich rechnerisch durch die Summierung der Produkte U-Wert x Fläche x Korrekturfaktor über alle Elemente der Hüllfläche dividiert durch die gesamte Hüllfläche A. Die dargestellte Bewertungsskala (von grün = anzustreben bis rot = viel zu hoch) erlaubt eine Einordnung in Bezug zu verschiedenen Baustandards und den Anforderungswerten der EnEV.

Grafik 5: Bewertungsskala spez. Transmissionswärmeverlust H<sub>t</sub>', AB Haase

	Spezifischer Transmissionswärmeverlust H <sub>t</sub> '	
anzustreben	Passivhaus	0,15 - 0,20 W/m <sup>2</sup> K*
gut	EnEV 2009	0,40 - 0,55 W/m <sup>2</sup> K*
befriedigend	EnEV 2007	0,45 - 0,65 W/m <sup>2</sup> K*
zu hoch	WSchVO 1984	0,60 - 0,80 W/m <sup>2</sup> K*
viel zu hoch	Bestand	0,80 - 3,00 W/m <sup>2</sup> K*

\* abhängig von Kubatur des Gebäudes (Verhältnis der Fläche der Gebäudehülle A zum beheizten Volumen des Gebäudes V<sub>e</sub>)

**Spezifischen Heizwärmebedarfs q<sub>h</sub> des Gebäudes**

Als wichtige Kenngröße zur Einordnung des Gebäudes bezüglich seiner Energiebilanz dient der spezifische Heizwärmebedarf q<sub>h</sub>. Der Wert gibt an, welche Energiemenge pro m<sup>2</sup> Nutzfläche A<sub>N</sub> (z.B. gemäß EnEV) zur Beheizung eines Gebäudes unter Berücksichtigung definierter Vorgaben rechnerisch erforderlich ist. Der Heizwärmebedarf ermittelt sich hierbei aus der Summe von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärme-gewinne. Die dargestellte Bewertungsskala (von grün = anzustreben bis rot = viel zu hoch) erlaubt einen Vergleich des für ein Bauwerk ermittelten spez. Heizwärmebedarfs q<sub>h</sub> mit Kennwerten anderer Gebäude.

Grafik 6: Bewertungsskala spez. Heizwärmebedarfes q<sub>h</sub>, AB Haase

	Spezifischer Heizwärmebedarf q <sub>h</sub>	
anzustreben	Passivhaus	< 15 kWh/m <sup>2</sup> a
gut	EnEV 2009	50 - 85 kWh/m <sup>2</sup> a
befriedigend	EnEV 2007	70 - 120 kWh/m <sup>2</sup> a
zu hoch	WSchVO 1984	120 - 180 kWh/m <sup>2</sup> a
viel zu hoch	Bestand	180 - 500 kWh/m <sup>2</sup> a

**1.1.2. Bewertung der Anlagentechnik**

**(TECHNIK)**

Zur Bewertung der Anlagentechnik zur Beheizung und Warmwasserbereitung wurde für die Wohngebäude folgende Kenngröße ermittelt:

**Anlagenaufwandszahl  $e_p$**

Die Anlagenaufwandszahl  $e_p$  dient dem Vergleich unterschiedlicher Anlagentechnik hinsichtlich ihres Energieaufwands. Die Verluste des Heizungssystems (Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Übergabe) werden unter Berücksichtigung der Primärenergiefaktoren für die eingesetzten Energieträger in der Anlagenaufwandszahl  $e_p$  zusammengefasst. Eine Lüftungsanlage wird ggf. ebenfalls berücksichtigt.

Die Anlagenaufwandszahl beschreibt das Verhältnis der von der Heizanlagentechnik aufgenommenen Primärenergie zu der von ihr abgegebenen Nutzwärme für Beheizung und Warmwasserbereitung. Als Verhältnis von Aufwand zu Nutzen entspricht die Anlagenaufwandszahl dem Kehrwert des Nutzungsgrades. Eine kleine Aufwandszahl kennzeichnet ein energetisch günstiges Heizungssystem. Multipliziert mit der Summe aus Heizwärme- und Warmwasserwärmebedarf resultiert die Hauptzielgröße der EnEV, der Jahres-Primärenergiebedarf  $Q_p$ .

Grafik 7: Bewertungsskala Anlagentechnik, AB Haase

Anlagenaufwandszahl $e_p$	
sehr gut	$e_p < 1$ nur regenerative Energieträger
gut	$e_p < 1$ überwiegend regenerative Energieträger
befriedigend	$1 < e_p < 1,4$ überwiegend konventionelle Energieträger
zu hoch	$e_p > 1,4$ überwiegend konventionelle Energieträger

Die dargestellte Bewertungsskala (von grün = sehr gut bis rot = zu hoch) zeigt wie die ermittelten Anlagenaufwandszahlen zu bewerten sind.

Für die Nicht-Wohngebäude wurde keine Anlagenaufwandszahl ermittelt. Die Farbzunordnung erfolgte analog, wobei Alter und Effizienz der Anlage sowie eine Bewertung des Energieträgers in die Beurteilung einfließen.

**1.1.3. Erfassung des Gesamt-Gebäudezustandes**

**(ZUSTAND)**

Neben der energetisch relevanten Gebäudeaufnahme wurden auch folgende Aspekte zur Erfassung des Gesamt-Zustandes betrachtet:

- Bauteil-Oberflächen (Art und Zustand der Wände, Decken und Fußbodenbeläge)
- Elektro-Installation (Zustand, Nachrüstungsnotwendigkeiten, Anzahl Steckdosen)
- Sanitärinstallation (Zustand)
- Bauschäden und Schadstoffe (Schadstoffbelastung, Schimmelbefall, Kondensatprobleme)
- Mängel (bauliche, räumliche, funktionale und sonstige Mängel)
- Brandschutz
- Barrierefreiheit

Eine zusammenfassende Beurteilung erfolgt analog zu den anderen Bewertungskriterien in einer Farbskala von grün = sehr gut bis rot = großer Handlungsbedarf.

**1.1.4. Bewertung des Trinkwasserverbrauches**

**(WASSER)**

Trotz Rückgang des Wasserverbrauches im Haushalt um ca. 20% innerhalb der letzten 20 Jahre wird in Deutschland immer noch zu verschwenderisch mit Trinkwasser umgegangen. Es werden durchschnittlich ca. 126 Litern Trinkwasser pro Tag und Einwohner verbraucht, wobei lediglich zwei bis drei Liter zum Trinken und Kochen verwendet werden. Die größten Anteile, insgesamt ca. 70 %, werden beim Baden, Duschen, Wäschewaschen und von der Toilettenspülung verbraucht. Die Bewertungsskala zeigt auch, welche Einsparpotentiale im Haushalt vorhanden sind.

Grafik 8: Bewertungsskala Trinkwasserverbrauch, AB Haase

Trinkwasserverbrauch Wohngebäude	
sehr sparsam	$< 18 \text{ m}^3 / \text{Pers.} \cdot \text{a}$ bzw. $< 50 \text{ l} / \text{Pers.} \cdot \text{d}$
sparsam	$18 - 29 \text{ m}^3 / \text{Pers.} \cdot \text{a}$ bzw. $50 - 80 \text{ l} / \text{Pers.} \cdot \text{d}$
befriedigend	$29 - 44 \text{ m}^3 / \text{Pers.} \cdot \text{a}$ bzw. $80 - 120 \text{ l} / \text{Pers.} \cdot \text{d}$
zu hoch	$> 44 \text{ m}^3 / \text{Pers.} \cdot \text{a}$ bzw. $> 120 \text{ l} / \text{Pers.} \cdot \text{d}$

**1.1.5. Abschätzung des Warmwasserbedarfs**

**(WARMWASSER)**

In der Energieeinsparverordnung wird für den Warmwasserwärmebedarf bei Wohngebäuden pauschal ein Wert 12,5 kWh pro m<sup>2</sup> Nutzfläche A<sub>N</sub> und Jahr berücksichtigt. Das entspricht ca. 23 l pro Person und Tag bei 50°C Wassertemperatur. Tatsächlich liegt der durchschnittliche Warmwasserverbrauch in Deutschland deutlich höher. Da im Münzinghof keine Warmwasserzählung erfolgt, wurde der Warmwasserverbrauch der Wohngebäude über den Gesamtwasserverbrauch (2/3 Kaltwasser, 1/3 Warmwasser) abgeschätzt. Zur Beurteilung des Warmwasserverbrauches der Wohngebäude dient die dargestellte Bewertungsskala. Der Warmwasserverbrauch der Werkstätten wurde gemäß den Angaben des Münzinghofes bzw. über einen Pauschalwert von 2 kWh/m<sup>2</sup>a abgeschätzt.

Grafik 9: Bewertungsskala Warmwasserverbrauch, AB Haase

Warmwasserverbrauch Wohngebäude	
sehr sparsam	< 5 m <sup>3</sup> / Pers.*a bzw. < 15 l / Pers.*d
sparsam	5 - 9 m <sup>3</sup> / Pers.*a bzw. 15 - 25 l / Pers.*d
befriedigend	9 - 18 m <sup>3</sup> / Pers.*a bzw. 25 - 50 l / Pers.*d
zu hoch	> 18 m <sup>3</sup> / Pers.*a bzw. > 50 l / Pers.*d

**1.1.6. Analyse des Stromverbrauches**

**(STROM)**

Zur Abschätzung möglicher Einsparpotentiale beim Stromverbrauch wurden die Hälfte der Wohngebäude und die Werkstätten diesbezüglich detailliert analysiert und die Anteile für die Bereiche Kochen, Kühlen & Gefrieren, Geschirrspülen, Waschen & Trocknen, Computer & Unterhaltung, Stand-By, Beleuchtung, Anlagentechnik und Produktionsgeräte & Maschinen ermittelt.

Die Analyse erfolgte nach dem Leitfaden „Strom effizient nutzen“ des Landes Hessen, wobei die darin veröffentlichte Bewertungsskala für den Stromverbrauch im Haushalt auf Grund der größeren Personenanzahl in den Wohngebäuden des Münzinghofes wie folgt erweitert wurde:

Grafik 10: Bewertungsskala Stromverbrauch im Haushalt (incl. Hilfsenergie Anlagentechnik), AB Haase

Stromverbrauch	1 Person	2 Personen	3 Personen	4 Personen	5 Personen	je weitere Person
sehr gut	unter 1000 kWh	unter 1800 kWh	unter 2400 kWh	unter 2900 kWh	unter 3400 kWh	+ 500 kWh
gut	1000 - 1400 kWh	1800 - 2500 kWh	2400 - 3200 kWh	2900 - 3800 kWh	3400 - 4400 kWh	+ 500 kWh
durchschnittlich	1400 - 1900 kWh	2500 - 3100 kWh	3200 - 3900 kWh	3800 - 4600 kWh	4400 - 5300 kWh	+ 600 kWh
zu hoch	über 1900 kWh	über 3100 kWh	über 3900 kWh	über 4600 kWh	über 5300 kWh	+ 600 kWh

**1.1.7. Umweltwirkung**

**(UMWELT)**

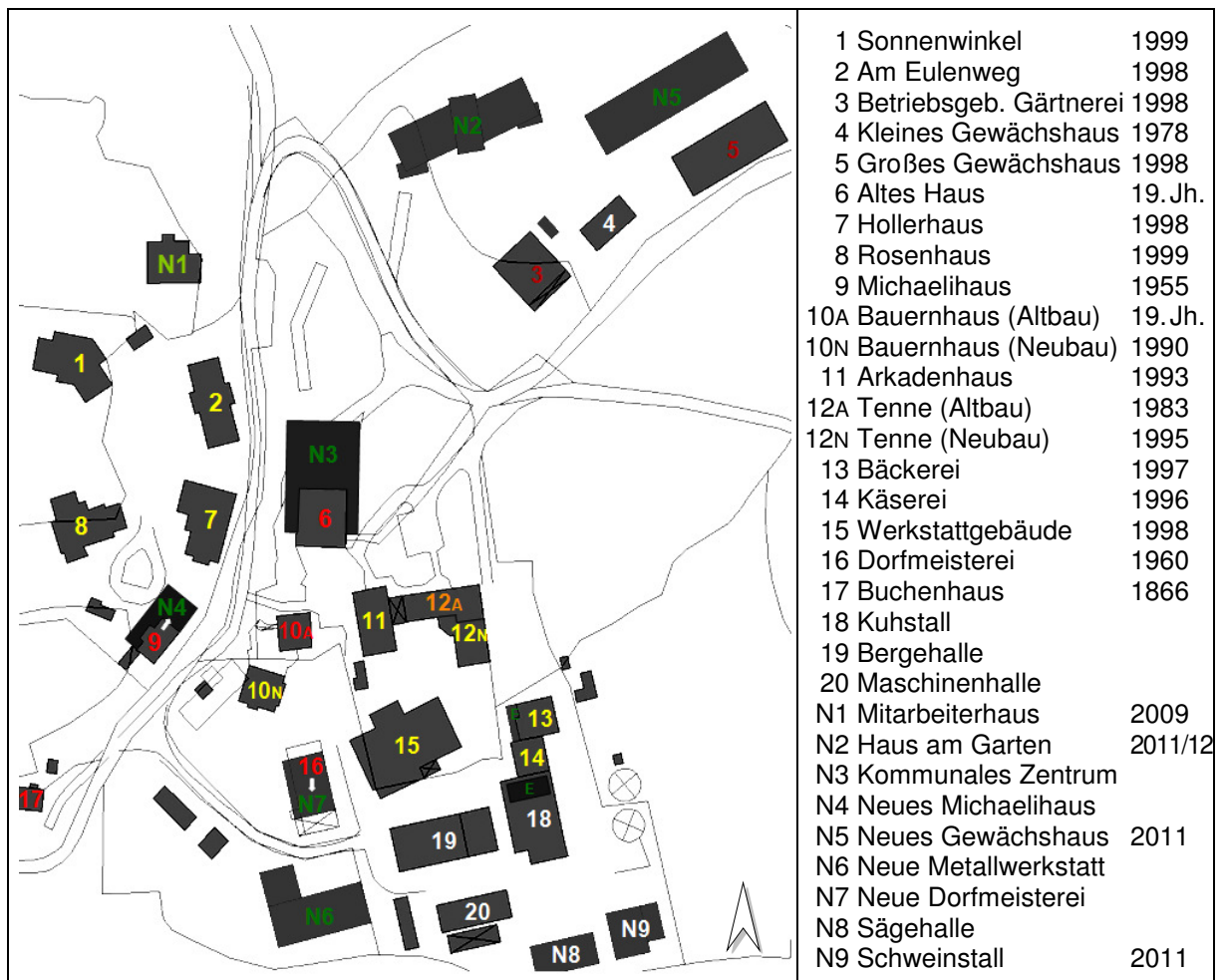
Die Gefahr einer Klimakatastrophe verstärkt zurzeit die öffentliche Diskussion um einen umweltverträglichen Energieeinsatz. Hauptverantwortlich für die drohende Klimaveränderung ist das Kohlendioxid. Aber auch andere Gase, wie z.B. unverbrannte Kohlenwasserstoffe, tragen das ihrige dazu bei. Neben der Gefahr der Klimaveränderung tragen die Emissionen, die durch die Verbrennung fossiler Energiequellen (Kohle, Öl, Gas etc.) zur Beheizung und bei der Erzeugung von Strom verursacht werden, aber auch zu einer Vielzahl von weiteren Umweltbelastungen bei. Das Waldsterben, Atemwegserkrankungen, Schäden an Kulturdenkmälern, um nur eine kleine Auswahl zu nennen, gehören auch dazu. Zur Darstellung der Umweltrelevanz wurde für die Gebäude des Münzinghofes die durch Beheizung und den Verbrauch von Strom erzeugte Menge Kohlendioxid ermittelt. Die Umweltwirkung ist analog zu den anderen Bewertungskriterien in einer Farbskala von grün = sehr gut bis rot = großer Handlungsbedarf dargestellt.

## 1.2. Zusammenfassung Bestandsanalyse & Energieeinsparpotentiale

### 1.2.1. Wärmetechnische Einstufung der Gebäudehüllen (HÜLLE)

Im nachfolgenden Lageplan sind die Gebäude des Münzingerhofes mit Baujahr dargestellt. Gemäß der unter 1.1.1. erläuterten Bewertungsskala sind die Häuser mit roter Beschriftung ihrem Baualter bzw. Bautyp entsprechend ungenügend gedämmt. Neuplanungen sind durch ein der Nummerierung vorangestelltes N ersichtlich. Da für diese Gebäude eine Umsetzung in Passivhausbauweise anzustreben ist, sind sie im Plan grün dargestellt. Gebäude ohne Beheizung haben eine weiße Beschriftung.

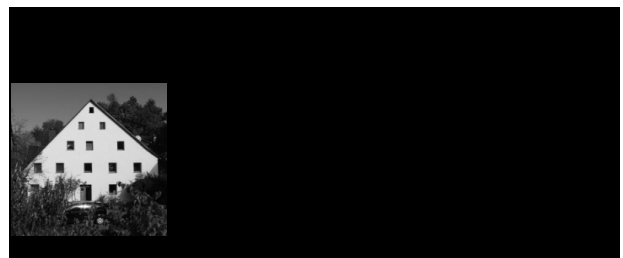
Grafik 11: Lageplan Münzingerhof mit Baujahr der Gebäude, AB Haase



Die Gebäude des Münzingerhofes lassen sich im Wesentlichen in drei Kategorien bezüglich ihres Dämmstandards einordnen:

- Gebäude, die im 19. Jahrhundert und bis 1960 errichtet wurden**, nahezu ungedämmt sind und einen hohen Sanierungsbedarf aufweisen. In diese Kategorie fallen das „Alte Haus“ (Nr.6), das „Michaelihaus“ (Nr.9), die als Provisorium errichtete „Dorfmeisterei“ (Nr.16) und das „Buchenhaus“ (Nr.17).

Grafik 12: Beispiel „Altes Haus“, AB Haase



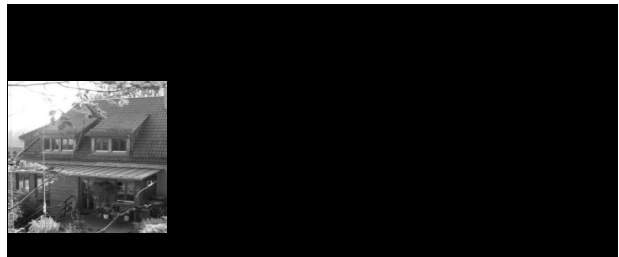
2. **Gebäude, die in den Neunziger Jahren durch einen Neubau ergänzt** wurden, wobei teilweise auch Dämmmaßnahmen am Gebäudebestand ausgeführt wurden. Hierzu gehören das „Bauernhaus“ (Nr.10) und die „Tenne“ (Nr.11).

Grafik 13: Beispiel „Bauernhaus“, AB Haase



3. **Gebäude, die annähernd der EnEV 2007 entsprechen.** Hierzu gehören das 1993 wiederaufgebaute Arkadenhaus (Nr.11) und die zwischen 1997 und 1999 errichteten Wohnhäuser des „Oberen Dorfes“, („Sonnenwinkel“ (Nr.1), „Eulenweg“ (Nr.2), „Hollerhaus“ (Nr.7), „Rosenhaus“ (Nr.8) sowie die Bäckerei (Nr.13), Käserei (Nr.14) und das Werkstattgebäude (Nr.15).

Grafik 14: Beispiel „Sonnenwinkel“, AB Haase



Die Gebäude der Gärtnerei (Nr. 3-5) verfügen bautypspezifisch (Gewächshausglasflächen) über einen sehr schlechten Dämmstandard, lediglich Dach und Wände des 1998 errichteten Betriebsgebäudes verfügen über eine geringe Dämmung.

Detaillierte Hinweise zu baulichen Maßnahmen zur energetischen Sanierung sowie Standards für zukünftige Neubauten und Erweiterungen entnehmen sie bitte den Abschnitten 2.3. und 2.4.

### 1.2.2. Bewertung der Anlagentechnik

(TECHNIK)

Die Gebäude des Münzinghofes werden **zum momentanen Zeitpunkt zu ca. drei Viertel mit konventionellen Energieträgern** (~ 60.000 l Heizöl / Jahr und ~ 25.000 l Flüssiggas / Jahr) **beheizt**, wobei die Wärmeenergie überwiegend mittels NT-Heizkesseln (Temperaturniveau 70°C/55°C), die zehn Jahre und älter sind, erfolgt. Außerdem gibt es in den Wohnhäusern Kaminöfen, welche mit Holz beheizt werden. **Generell wird festgestellt, dass die Anlagentechniken große Verluste aufweisen und dementsprechend das ökonomische und ökologische Einsparpotential hoch ist.**

Es existieren bereits zwei Wärmeverbünde. Die Häuser „Sonnenwinkel“ (Nr.1), „Eulenweg“ (Nr.2), „Hollerhaus“ (Nr.7), „Rosenhaus“ (Nr.8) bilden den **Wärmeverbund „Oberes Dorf“**. Sie waren bisher über ein 2-Rohr Nahwärmeleitung ohne Systemtrennung an einen NT-Heizkessel mit zweistufigen Ölbrenner 78/115kW angeschlossen. Das neu errichtete Mitarbeiterhaus (Nr.N1) wurde ebenfalls in den Wärmeverbund integriert. Der **Wärmeverbund „Unteres Dorf“** beinhaltet Bauernhaus (Nr.10), Arkadenhaus (Nr.11) und Altbau der Tenne (Nr.12) und wird zu über 90 % über einen Stückholzvergaserkessel betrieben. Hier wurde im Jahr 2006 ein erster Schritt in Richtung Umstellung des Münzinghofes auf regenerative Energieträger getan und außerdem ein Arbeitsplatz geschaffen.

**Besonders erneuerungsbedürftig ist das Heizsystem des Gewächshauses** (Nr.5), da die Beheizung mittels Luftheritzung sehr ineffektiv ist und die Heizgeräte zu dem deutliche Korrosionsschäden aufweisen. Die jährlichen Wartungskosten sind entsprechend hoch.



In den Häusern, für die eine grundlegende Sanierung vorgeschlagen wurde, sollte zur Reduzierung der Lüftungswärmeverluste im Rahmen der Maßnahmen auch eine **Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung** eingebaut werden. In den übrigen Gebäuden sollte man zu mindestens in feuchte- und schimmelbelasteten Räumen, wie Bädern und Waschräumen, **dezentrale Lüftungsgeräte** einbauen, da dort ein hoher Lüftungsaufwand besteht.

Eine umfassende Darstellung des energetischen Gesamtkonzeptes bezüglich der Anlagentechnik befindet sich in den Kapitel 2.5. und 2.6.

### 1.2.3. Erfassung des Gesamt-Gebäudezustandes

(ZUSTAND)

Im Anhang befindet sich eine **detaillierte Zusammenstellung** zur Erfassung des Zustandes. Die Datenerfassung erfolgte vordergründig durch die Lebensgemeinschaft Münzinghof. Bei der energetischen Vor-Ort-Aufnahme durch das Architekturbüro Werner Haase wurden außerdem augenscheinliche Schäden und Mängel dokumentiert.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die **jüngeren Gebäude (seit 1990 gebaut) insgesamt als befriedigend zu bewerten sind**, wobei Bauteiloberflächen, Elektro- und Sanitärinstallation im Allgemeinen in einem guten Zustand sind. Defizite bestehen vor allem in den Bereichen Brandschutz und Barrierefreiheit. Außerdem gibt es in verschiedenen Spitzböden und feuchtebelasteten Räumen Kondensat- und Schimmelprobleme.

Die **älteren Gebäude (vor 1990 gebaut) sind in einem teilweise sehr renovierungsbedürftigen Zustand**, wobei hier auch räumliche und funktionale Mängel augenscheinlich sind. Der Handlungsbedarf ist bei diesen Gebäuden dementsprechend groß.

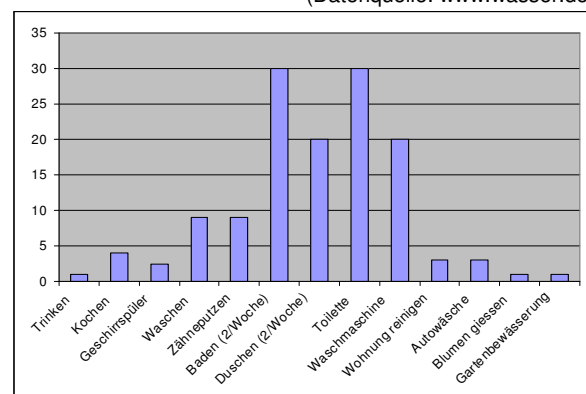
Insbesondere beim „**Alten Haus**“ und beim „**Michaelihaus**“ ist zu prüfen, in wieweit es möglich wäre, im Rahmen einer Generalsanierung auch räumliche und funktionale Mängel, wie geringe Räumhöhen, Defizite im Bereich Brandschutz oder Barrieren für gehbehinderte Menschen, zu beheben und ob es möglich ist, mit der vorhandene Raumstruktur zukünftigen funktionalen Ansprüchen gerecht zu werden. Vor dem Hintergrund einer wachsenden Lebensgemeinschaft und dem daraus resultierenden zusätzlichen Platzbedarf, ist unter Umständen der Abriss eines bzw. beider Gebäude und eine an die neuen Anforderungen angepasste Neubebauung zu bevorzugen. Insbesondere der Standort des Michaelihauses eignet sich gut zur Nachverdichtung.

### 1.2.4. Bewertung des Trinkwasserverbrauchs / Einsparmöglichkeiten (WASSER)

Der durchschnittliche Trinkwasserverbrauch, ermittelt aus den Verbräuchen der Jahre 2006-2008, liegt für den **gesamten Münzinghof bei ca. 9.300 m<sup>3</sup> pro Jahr**, wobei in der Gärtnerei und in der Landwirtschaft, mit Bäckerei und Käseerei, jeweils ca. 1.500 m<sup>3</sup> Wasser und im Werkstattgebäude ca. 200 m<sup>3</sup> Wasser benötigen werden. Die **Wohngebäude** des Münzinghofes verbrauchen **jährlich ca. 6.100 m<sup>3</sup> Trinkwasser**. Da es für die Wohngebäude keine hausweise Wasserzählung gibt, ist es nur möglich, den durchschnittlichen Wasserverbrauch zu bewerten. Dieser liegt bei **~50 m<sup>3</sup> Trinkwasser pro Person und Jahr bzw. 137 l / Person und Tag** und damit über dem (ohnehin zu hohen) deutschen Durchschnittsverbrauch von 126 l / Person und Tag, wobei sich der Verbrauch wie seitlich dargestellt aufgliedert.

**Mit sparsamer Wassernutzung und wassersparender Technik ist es möglich den Wasserverbrauch auf 50 l / Person und Tag zu reduzieren.** Eine derartige Reduzierung ist sicher für den Münzinghof nicht

Grafik 15: Aufteilung Trinkwasserverbrauch, AB Haase, (Datenquelle: www.wasser.de)



realistisch. Es geht an dieser Stelle vordergründig darum, sich des Einsparpotentials bewusst zu werden. Die größten Einsparmöglichkeiten ergeben sich entsprechend der Anteile in den Bereichen Körperpflege und Toilettenspülung. Hier ist eine Reduzierung nicht nur durch Änderung der Nutzungsgewohnheiten (ein Wannenbad verbraucht im Durchschnitt dreimal soviel Wasser und gleichzeitig auch Energie wie Duschen, die Benutzung der Stoptaste halbiert den Wasserverbrauch) sondern auch durch wassersparende Technik (Durchflußbegrenzer, Wasserspar-Duschköpfe) möglich.

Bei **Gebäudeneubauten** bietet die **Regen- und/oder Grauwassernutzung** eine Möglichkeit den Trinkwasserverbrauch erheblich zu reduzieren. Bei der Grauwassernutzung wird das Wasser von Duschen, Badewannen, Waschbecken und ggf. Waschmaschinen gesammelt, biologisch aufbereitet und gefiltert um später für die Toilettenspülung wieder verwendet zu werden. Regenwasser eignet nicht nur zur Toilettenspülung, sondern auch zum Wäschewaschen und Gartenbewässern. Beim in Planung befindlichen „Haus am Garten“ (Nr. N2) sollte daher der Bau einer Zisterne vorgesehen werden.

Auch im Bereich der bestehenden **Gärtnerei** wäre eine Regenwassernutzung sehr sinnvoll. Über die großen Dachflächen der Gewächshäuser wird momentan das Regenwasser gesammelt und der Kläranlage zugeführt, während gleichzeitig jährlich ca. 1.500 m<sup>3</sup> Trinkwasser zur Bewässerung genutzt werden.

Eine Reduzierung der Trinkwassermenge bedeutet natürlich gleichzeitig auch eine Verminderung Abwassermenge, was wiederum die Kläranlage entlastet.

Der Wasserverbrauch der Werkstätten wurde nicht bewertet, da hier die Produktionssicherheit vorrangig ist.

**1.2.5. Abschätzung des Warmwasserbedarfs (WARMWASSER)**

Geht man davon aus, dass der Warmwasserverbrauch ca. ein Drittel des Gesamt-Trinkwasserverbrauches ausmacht, ergibt sich für die **Wohngebäude** des Münzingerhofes eine Warmwasserverbrauch von ca. 16 m<sup>3</sup> Warmwasser pro Person und Jahr bzw. **44 l / Person und Tag**, was noch als normal einzustufen ist. Auf Einsparmöglichkeiten bezüglich Baden bzw. Duschen wurde bereits im Abschnitt 1.2.4 eingegangen.


Im Bereich der Werkstätten haben lediglich **Käserei und Landwirtschaft einen nicht unerheblichen Warmwasserbedarf**. Auf eine Wertung wurde hier wiederum verzichtet, weil hier die Gewährleistung der Produktionsprozesse (Spülen Melkanlage, Pasteurisieren, Geschirrspülen) gegeben sein muss. Einsparmöglichkeiten ergeben sich hier vor allem im Bereich Strom, da das Warmwasser für diese Prozesse überwiegend mit Strom erzeugt wird.

**1.2.6. Analyse des Stromverbrauches / Einsparmöglichkeiten (STROM)**

Der Münzingerhof verbraucht insgesamt **aktuell ca. 240.000 kWh Strom pro Jahr**, was einem Pro-Kopfverbrauch von ca. 2000 kWh pro Person und Jahr entspricht.

Wie auch die Übersicht zur Analyse des Stromverbrauches der Wohngebäude im Anhang zeigt, sind die **Stromverbräuche in den Haushalten sehr unterschiedlich**. Während das Haus „Sonnenwinkel“ (Nr.1) sehr sparsam ist und die Häuser „Eulenweg“ (Nr.2), „Hollerhaus“ (Nr.7) und „Michaelihaus“ (Nr.9) im durchschnittlichen Bereich liegen, haben die übrigen Wohnhäuser einen als zu hoch einzustufenden Stromverbrauch. Diese Häuser haben teilweise 50 % Einsparpotential. Die detaillierte Stromerfassung mehrere Wohngebäude hat gezeigt, dass der Anteil zur Beleuchtung verglichen mit einem Durchschnittshaushalt in Deutschland (im 3-4 Personen: ca. 8 %) deutlich größer ist (30-40%), was sich aber durch die Struktur der Haushalte (jeweils bis zu 17 Personen teilen sich Küche samt Geräte, bewohnen aber separate Räume, die jeweils beleuchtet werden müssen) begründet. Da

Grafik 16: Beispiel „Arkadenhaus“, AB Haase

11 Münzingerhof 2		Gesamtstromverbrauch	Einsparpotential
		14000 kWh/a	~ 25%
 ARKADENHAUS 17 Bewohner	Kochen	~ 11%	
	Kühlen & Gefrieren	~ 8%	~ 25%
	Geschirrspülen	~ 8%	~ 10%
	Waschen & Trocknen	~ 17%	~ 15%
	Computer & Unterhaltung	~ 2%	
	Stand-By	~ 2%	bis zu 70%
	Beleuchtung	~ 31%	~ 50%
	Anlagentechnik	~ 6%	
	Sonstiges	~ 15%	

somit in diesem Bereich ein sehr hohes Einsparpotential liegt, **sollten Glühlampen konsequent durch Energiesparlampen ersetzt werden. In den Bereichen Geschirrspülen, Waschen & Trocknen** ergeben sich Einsparmöglichkeiten **durch verändertes Nutzerverhalten** (konsequente Nutzung von Energiesparprogrammen, 60 °C Wäsche statt Kochwäsche, Geräte immer voll beladen) und somit ohne einen Kostenaufwand. **Kühl- und Gefriergeräte mit hohen Verbräuchen sollten durch energiesparende Geräte ersetzt werden.**

Für die Werkstätten erfolgte ebenfalls eine detaillierte Stromanalyse, wobei auf eine Bewertung mittels Farbskala verzichtet wurde, da hier wiederum die Produktionssicherheit vorrangig ist. Zusammenfassend ist festzustellen, dass vordergründig im Bereich Kühlen & Gefrieren (ineffiziente Kältemaschinen in Käseerei, Neuem Käselager und Gärtnerei, insbesondere die Eiswasser-Kühlanlage im Kuhstall) sowie im Bereich der Produktionsgeräte der Milchwirtschaft (Milcherhitzung, Erwärmung Spülwasser Melkanlage sowie Wassererhitzung Spülmaschine (35>85°C) erfolgt mittels Strom) große Einsparpotentiale (vgl. auch Abschnitt 2.5.6) liegen.

Eine detaillierte Zusammenstellung zur Stromanalyse befindet sich im Anhang; konkrete Maßnahmen sind auf den Datenblättern benannt. Der in den Grafiken des Masterplanes dargestellte Soll-Stromverbrauch beinhaltet, soweit dies für das jeweilige Gebäude empfohlen wurde, auch den Stromverbrauch für eine zentrale Lüftungsanlage.

### 1.2.7. Umweltwirkung

(UMWELT)

Durch den Münzingerhof wurden in den Jahren 2006-2008 durchschnittlich **fast 240 t CO<sub>2</sub> pro Jahr** in die Umwelt ausgestoßen, wobei der Hauptanteil auf Grund des Bezuges von Ökostrom im Bereich der Beheizung (ca. 95 %) liegt. Vor dem Hintergrund, dass jede Stromeinsparung die Verwendung des „grünen Stromes“ an anderer Stelle ermöglicht und so weniger Strom fossil bzw. atomar erzeugt werden muss, sollte man für die Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Emission jedoch den CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor für „Strom-mix“ in Deutschland zum Ansatz bringen, so dass sich ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 144 t CO<sub>2</sub> pro Jahr ergibt.

Bezüglich der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Beheizung bzw. der Umweltwirkung sind **nur die Gebäude**, die an den „Unteren Wärmeverbund“ mit dem Hauptenergieträger Holz angeschlossen sind, **als positiv zu bewerten.**

Durch die vorgeschlagenen Umstellung auf ein nahezu ausschließlich regenerativ betriebenes Energiesystem ist es möglich den Ausstoß von fossilem CO<sub>2</sub> auf ein Minimum zu reduzieren.



## 2 Sanierungs- und Energiekonzept

### 2.1. Ausgangssituation

Der Münzinhof ist grob in drei Bereiche unterteilt, das „**Obere Dorf**“, das „**Untere Dorf**“ und die „**Gärtnerei**“. Aufgrund der bewegten Topographie gibt es innerhalb des Dorfes Höhendifferenzen von ca. 8 m. Wie bereits im Abschnitt 1.2.2. dargestellt verfügt der Münzinhof bereits über zwei kleine Wärmeverbände, an die allerdings nur ca. die Hälfte der Gebäude angeschlossen sind.

Die Häuser „Sonnenwinkel“ (Nr.1), „Eulenberg“ (Nr.2), „Hollerhaus“ (Nr.7), „Rosenhaus“ (Nr.8) des Wärmeverbundes „**Oberes Dorf**“ wurden bisher mit einem Ölkessel beheizt. 2009 wurde das neu errichtete Mitarbeiterhaus (Nr.N1) in das Nahwärmenetz eingebunden. Die auf dem Dach errichtete Solaranlage (ca. 16 m<sup>2</sup>) dient vordergründig der Warmwasserbereitung; überschüssige Wärme kann in das Netz einspeist werden. Die übrigen Gebäude des „Oberen Dorfes“ werden mit separaten Wärmeerzeugern beheizt. Das Michaelihaus (Nr.9) verfügt über einen HT-Kessel (Baujahr 1971) mit Ölbrenner (Baujahr ca. 1990) und das „Alte Haus“ (Nr.6), über einen NT-Ölkessel (Baujahr 1995).

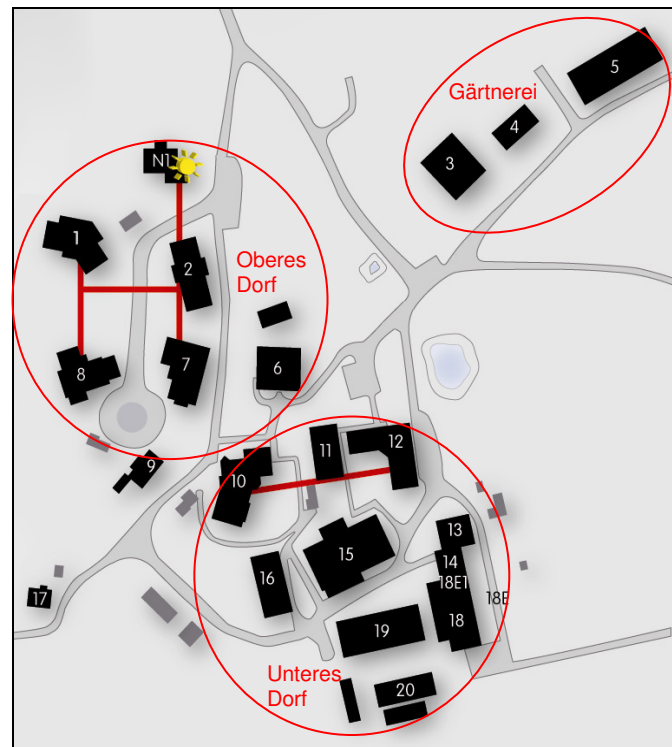
Im „**Unteren Dorf**“ gibt es ein bestehendes Nahwärmenetz zwischen „Bauernhaus“ (Nr.10), „Arkadenhaus“ (Nr.11) und „Tenne“ (Nr.12). Es wird mit einem Stückholzkessel (Baujahr 2006) zur Grundlastdeckung und einem Ölkessel (Baujahr 1995) als Spitzenkessel mit Wärme versorgt. Der neuere Teil der Tenne wird separat mit einem Gaskessel (Baujahr 1995) beheizt. Bäckerei (Nr.13) und Käserei (Nr. 14) werden mit einem Flüssiggas-Gebläsebrenner (Baujahr 1996), das „Werkstattgebäude“ (Nr.15) mit einem NT-Ölkessel (Baujahr 1998) beheizt. Im „Holzhaus“ (Nr.16 = Dorfmeisterei) wird die benötigte Wärme durch raumluftunabhängige Flüssiggas-Einzelöfen erzeugt. Im Bereich von Bäckerei und Käserei entsteht aus der Produktion eine größere Menge niedertemperierte Abwärme, welche derzeit nur unzureichend genutzt wird. Die für die Produktionsprozesse in der Käserei benötigte Wärme wird derzeit elektrisch erzeugt.

Im Bereich der „**Gärtnerei**“ (Nr.3-Nr.5) besteht ebenfalls ein hoher Handlungsbedarf. Das Heizsystem des Gewächshauses (Nr.5) ist erneuerungsbedürftig, da die Beheizung mittels Lufthertzung sehr ineffektiv ist und die Heizgeräte zudem deutliche Korrosionsschäden aufweisen. Das Betriebsgebäude (Nr.3) wird ebenfalls ineffektiv beheizt, wobei ein NT-Ölkessel (Baujahr 1998) installiert ist. Außerdem besteht im Bereich der Kühlung (Kühlraum und Kühlzelle) ein hohes Einsparpotential.

Das „Buchenhaus“ (Nr.17) ist keinem der drei Bereiche zuzuordnen, es wird überwiegend mit Flüssiggas-Einzelöfen beheizt.

**Insgesamt verbrauchte der Münzinhof in den Jahren 2006-2008 durchschnittlich ca. 240.000 kWh Strom und ca. 1.056.000 kWh Wärme pro Jahr, wobei etwa 57 % mit Öl, etwa 16 % mit Flüssiggas und etwa 28 % mit Holz erzeugt wurden. Hierbei wurden ca. 240 t CO<sub>2</sub>/Jahr ausgestoßen. Die Energiekosten beliefen sich 2008 auf fast 110.000 €.**

Grafik 17: Gesamtübersicht Bestand, AB Haase



## 2.2. Vorgehensweise

### Zusammenfassung der Ergebnisse zur Untersuchung der Einzelgebäude

Grundlage zur Entwicklung eines integrativen Gesamtkonzeptes zur energetischen und ökologischen Modernisierung und Erweiterung des Münzginghofes war die Zusammenfassung der Ergebnisse aus Bestandsanalyse und Ermittlung von Einsparpotentialen der Einzelgebäude im **Masterplan „IST-ZUSTAND ↔ SOLL-ZUSTAND“**.

Grafik 18: Ausschnitt Masterplan „IST-ZUSTAND ↔ SOLL-ZUSTAND“, AB Haase



Hieraus ist ersichtlich, bei welchen Gebäuden der Handlungsbedarf in den Bereichen Dämmstandard, Haustechnik und allgemeiner Gebäudezustand am größten ist und in welchen Bereichen besonders viel Energie eingespart werden kann. Der Masterplan ist somit auch als Hilfsmittel zur Erstellung einer Prioritätenliste zu verstehen. Außerdem sind aktuelle und zukünftige geplante Gebäude in ihn integriert und Zielwerte für deren Umsetzung abzulesen.

Er bildet die für die Zukunft anzustrebende Entwicklung (SOLL-ZUSTAND) hin zu einem „grünen“ Münzginghof ab und stellt dar, wie sich Heizenergie-, Strom-, Wasser- und Warmwasserbedarf reduzieren lassen und die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Umstellung auf regenerative Energienutzung minimiert werden können.

### Entwicklung eines Sanierungskonzeptes zur Reduzierung des Energiebedarfes der bestehenden Gebäude

Ausgehend von der Bestandsanalyse zur wärmetechnischen Einstufung der Gebäudehülle wurden für verschiedene Gebäude des Münzingerhofes bauliche Maßnahmen zur energetischen Sanierung vorgeschlagen, Kosten für deren Umsetzung sowie erzielbare Einsparungen ermittelt. Hier erfolgte auch eine Festlegung von Prioritäten.

### Integration aktueller und zukünftiger Vorhaben

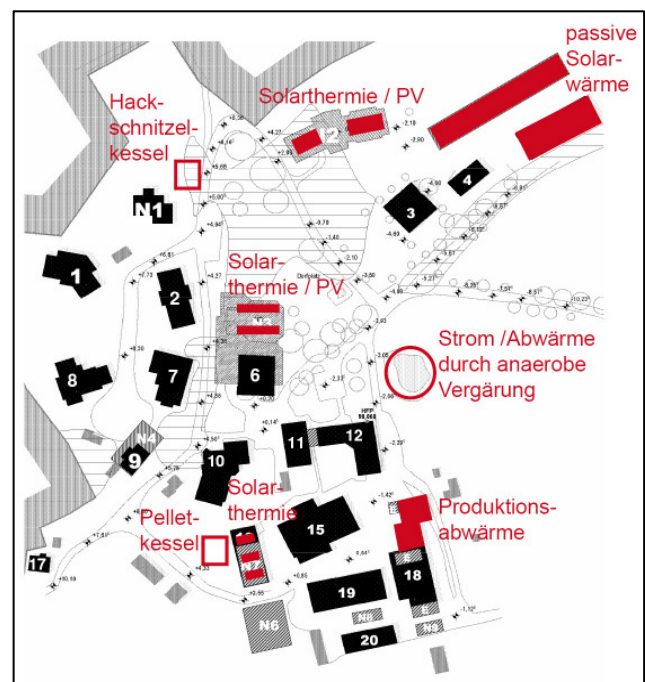
Bei der Untersuchung der energetischen Verknüpfungsmöglichkeiten zeigte sich, dass über die energetisch-ökologische Betrachtung hinaus ein städtebauliches Liegenschaftskonzept, angepasst an die finanziellen Möglichkeiten der Lebensgemeinschaft, entwickelt werden musste. Mögliche Baumaßnahmen müssen mit den energetischen Erschließungsmaßnahmen synchronisiert werden. Nur so kann auch eine ökologische Gesamtbilanzierung entlang einer unmittelbaren Zeitachse aufgezeigt werden und ein realisierbares energetisches Zukunftskonzept entwickelt werden.

Schwierig und zeitaufwändig waren vor allem eindeutige, mehrheitlich durch die Dorfgemeinschaft getragene Zieldefinitionen sowie Standortdiskussionen für einzelne Gebäude, da der Münzingerhof im Landschaftsschutzgebiet mit zahlreichen Biotopflächen liegt und die möglichen Standorte unterschiedliche individuelle Wertigkeit haben. Im Laufe des Projektes wurde der gesamte zu integrierende Bau-/Gebäudebedarf identifiziert.

### Untersuchung potentieller Energieerzeuger auf Basis regenerativer Energien

Zur Umsetzung des Zieles der Umstellung des Ressourcenverbrauches auf möglichst vollständig regenerative Energiequellen wurden unter Berücksichtigung des zukünftigen Wärmebedarfs (nach Sanierungsmaßnahmen, in Beachtung aktueller und zukünftiger Vorhaben) verschiedene Möglichkeiten der Energieerzeugung auf Basis regenerativer Energien geprüft. Dies erfolgte unter der Maßgabe ein gesamtheitliches, objektbezogenes Konzept zu entwickeln, das Gebäudesanierung, effiziente Haustechnik, Solareinbindung und Rückgewinnungstechniken sinnvoll vernetzt und Synergieeffekte nutzt. Die nebenstehende Grafik bildet potentielle Energieerzeuger in einem frühen Projektstadium ab.

Grafik 19: Potentielle Energieerzeuger, AB Haase



### Untersuchung und Diskussion verschiedener Verbundkonstellationen

Ausgehend von den vorhandenen Wärmeverbänden, der Topografie und der Gliederung des Münzingerhofes in drei Bereiche und einer Analyse der energetischen Verknüpfungsmöglichkeiten als Quellen-Senken-Betrachtung wurden verschiedene Verbundkonstellationen untersucht. Dabei gestaltete sich die Erarbeitung einer allgemein akzeptierten Wärmeverbundlösung sehr aufwendig. Insbesondere die Abstimmung der möglichen Verbund-Konstellationen bedeutete eine intensive Kooperation einzelner qualifizierter Akteure des Münzingerhofes, damit eine durch die gesamte Dorfgemeinschaft akzeptierte und umsetzbare Lösung erzielt werden konnte. In Versammlungen der Dorfgemeinschaft wurden die erarbeiteten Varianten vorgestellt, allgemein akzeptierte Lösungen herausgearbeitet und durch Beschlüsse legitimiert. Es zeigt sich, dass statt eines umfassenden ‚kalten Nahwärmenetzes‘ zwei bis drei kleine Energieverbände, bauliche sowie einfache haustechnische Maßnahmen zur Energieeinsparung eine pragmatische Lösung mit

greifbarem Zeithorizont darstellen.

#### **Entwicklung von Modulen zur schrittweisen Umsetzung**

Um die Ziele des Energiekonzeptes, die stetige Umstellung auf regenerative Energien sowie die Senkung des Energieverbrauches z.B. durch energetische Sanierung von Gebäuden oder durch Maßnahmen zur Strom einsparung, zu erreichen, wurden Module entwickelt, die eine ökonomisch realistische Zeitschiene berücksichtigen. Die Module sind so aufgebaut, dass sie weitestgehend unabhängig voneinander, schrittweise realisiert werden können. Somit ist eine flexible Anpassung auf finanzielle und organisatorische Möglichkeiten denkbar. Außerdem können die Module gegebenenfalls an technische Entwicklungen und Neuerungen angepasst werden.

#### **Zusammenfassung weiterer Maßnahmen zur Senkung des Energiebedarfes**

Auch durch die intensive Beschäftigung mit der energetischen Konzeptionierung des Ökologiearbeitskreises und einzelner Akteure des Münzingerhofes entstand außerdem eine Ideensammlung mit weiteren gering- bis mittelinvestiven und organisatorischen Maßnahmen zur Energieeinsparung, welche zeitnah umgesetzt werden könnten.

Nach Umsetzung der vorab beschriebenen Module und kleineren Maßnahmen ist es überdies möglich den Energiebedarf, z.B. durch Dämmung bzw. Austausch dann ohnehin zu sanierender Bauteile oder den Einsatz weiterer solarthermischer Anlagen, weiter zu senken.

### 2.3. Empfehlung baulicher Maßnahmen zur energetischen Sanierung

Für das „**Alte Haus**“ (Nr.6), Identifikationszentrum des Münzingerhofes, wird, sofern es möglich und gewünscht ist, zukünftigen Raum- und Funktionsanforderungen durch einen Umbau des Gebäudebestandes gerecht zu werden, eine Generalsanierung empfohlen. Dabei ist es möglich allein durch die Maßnahmen an der Gebäudehülle (Dämmung der Außenwände mit 20 cm starker Mineralschaumdämmung (WLG 045), Ersatz der vorhandenen Fenster durch Fenster mit Dreifachverglasung, Austausch der Haustür, Zwischen- und Aufsparrendämmung der Dachschrägen (Gesamtdämmstärke 30 cm) sowie Dämmung des Bodens gegen das Erdreich) den Endenergiebedarf um mehr als 60 Prozent zu reduzieren. Das Dach sollte generell in der Dachschräge gedämmt werden, so dass es später problemlos möglich ist, den Spitzboden auszubauen, wodurch das beheizte Volumen um reichlich 400 m<sup>3</sup> erhöht würde. Auf Grund der niedrigen Raumhöhen, der schwierigen Fluchwegsituation sowie derzeit vorhandener Barrieren ist jedoch ein Abbruch und Gebäudeneubau die zu favorisierende Lösung.

Das „**Buchenhaus**“ (Nr.17) ist auf Grund der Gebäudesubstanz und der Lage im Biotop erhaltenswert, ein Neubau wäre an diesem Standort nicht möglich. Der Zustand des Gebäudes erfordert eine Generalsanierung incl. Trockenlegung und Perimeterdämmung. Durch die vorgeschlagene Außenwand- und Perimeterdämmung, Fensteraustausch und die Dämmung des Daches ist es möglich, den Endenergiebedarf auf etwa ein Viertel zu senken.

Durch eine Generalsanierung des „**Michaelihaus**“ (Nr.9), welches vor allem über Wand- und Fensterflächen hohe Transmissionswärmeverluste aufweist, wäre es möglich den Endenergiebedarf des Gebäudes durch Maßnahmen an der Gebäudehülle (Dämmung von Wand und Dach sowie Austausch der Fenster) um fast 40 Prozent zu verringern.

Die Gebäudehülle der auch als „**Holzhaus**“ (Nr.16) bezeichneten Dorfmeisterei weist nur geringe Dämmeigenschaften auf. Da sie als Provisorium errichtet wurde und sie durch einen Gebäudeneubau ersetzt werden soll, wurde darauf verzichtet, Maßnahmen zur energetischen Sanierung vorzuschlagen.

Der **Altbau der „Tenne“** (Nr.11) weist neben schlechten Dämmwerten große Undichtheiten auf, da Holzfassade und Dach nicht winddicht ausgeführt sind. Für diesen Gebäudeteil wird ebenfalls eine grundlegende Sanierung empfohlen, wobei die Dämmung der Außenwände, der Austausch der Fenster und der Verglasung im Eingangsbereich und die Dämmung des Daches ein fast 30-prozentiges Einsparpotential, bezogen auf den Endenergiebedarf des gesamten Gebäudes, bieten.

Für den **Altbau des „Bauernhauses“** (Nr.10), der vor allem im Bereich der Außenwände und Isolierglasfenster große Einsparmöglichkeiten aufweist, wird eine Außenwanddämmung, Fensteraustausch sowie eine unterseitige Kellerdeckendämmung vorgeschlagen. Hierdurch ist es möglich den Endenergiebedarf des gesamten Bauernhauses um ca. 20 Prozent zu senken.

Für die **Gebäude, die annähernd der EnEV 2007 entsprechen** wird zum momentanen Zeitpunkt keine zusätzliche Dämmung der Gebäudehülle vorgeschlagen. Zwar sind auch hier Einsparpotentiale, insbesondere im Bereich der Massivwände, der Böden zum Erdreich und der Fenster, vorhanden, doch sind zunächst dringlichere Maßnahmen an anderen Gebäuden zu bevorzugen. Wenn jedoch eines Tages eine Putz- oder Fußbodenerneuerung bzw. ein Fensteraustausch erforderlich wird, sollte auch hier der Dämmstandard verbessert werden. Außerdem sollten natürlich Problemstellen, wie feuchte- oder schimmelbelastete Räume und andere Schwachpunkte zeitnah behoben werden.

Nachfolgend sind in einer Tabelle vorgeschlagene Maßnahmen zur energetischen Sanierung der Gebäudehülle, damit verbundene Investitionskosten und erreichbare Einsparpotentiale für die Wohngebäude zusammengefasst.



Tabelle 2: Zusammenfassung Maßnahmen, Investitionskosten und Einsparpotentiale Wohngebäude, AB Haase



Generalsanierung  
(alternativ Abriss und  
Gebäudeneubau)

Die dargestellten Investitionskosten beziehen sich rein auf die Kosten zur energetischen Sanierung der Gebäudehüllen. Die Kosten sind grobe Schätzwerte auf Grund von Erfahrungswerten bzw. auf Mittelpreisen (Quelle: Sirados) für komplette Bauteile, die lediglich für eine Einordnung der Größenordnungen dienen können. Soweit bei der Maßnahmenbeschreibung nicht anders angegeben ist, sind keine „Sowieso“-Kosten von der Investition abgezogen worden. D.h., dass nicht mit eingerechnet wurde, dass z.B. die vorhandene Dachdeckung oder die Fenster schon einen Großteil ihrer Lebensdauer erreicht haben und demnach für die „Energetischen Sanierungskosten“ eigentlich nur ein Teil der Kosten anzusetzen wäre.

Für die Kosten wurden reine Maßnahmenkosten und einfache Ausführungen angenommen, wobei von den durch die Lebensgemeinschaft Münzinghof übermittelten Bauteilaufbauten für den Bestand ausgegangen wurde. Zusätzliche Kosten, die durch davon abweichende Konstruktionen bzw. durch bisher nicht ersichtliche Schäden entstehen können, konnten nicht berücksichtigt werden. Kosten, die zur Behebung vorhandener Schäden (wie z.B. Feuchte- oder Schimmelprobleme) und Mängel (z.B. in den Bereichen Brandschutz oder Barrierefreiheit) an den Gebäuden entstehen würden, sind an dieser Stelle nicht berücksichtigt, sofern sie nicht unmittelbar mit den Maßnahmen zur energetischen Sanierung in Verbindung stehen (wie z.B. Erneuerung des Außenputzes bzw. der Dachdeckung). Zur Abschätzung dieser Kosten ist eine detaillierte Schadens- und Mängelaufnahme und -analyse erforderlich, die über die bisher erfolgte Vorortaufnahme zur energetischen Beurteilung der Gebäude hinausgeht.

Durch die oben dargestellten Maßnahmen zur energetischen Sanierung der Gebäudehüllen des „Alten Hauses“, des „Buchenhauses“, der „Tenne“ und des „Bauernhauses“ sowie des „Michaelihauses“ können innerhalb dieser fünf Gebäude fast 50% Energie eingespart werden.

Im Anhang befindet sich außerdem eine detaillierte Übersicht mit Beschreibung der vorhandenen Außenbauteile und die daraus resultierenden U-Werte. Nach Bauteiltypen (AW-Außenwand; FE-Fenster; HT-Haustür; BP-Bodenplatte; DA-Dach) geordnet, werden hier konkrete Maßnahmen vorgeschlagen; die dadurch erreichbare Verbesserung des U-Wertes und damit verbundenen Investitionskosten sind ebenso dargestellt, wie die Einsparpotentiale. Außerdem sind jeweils für den Gebäudebestand und eine Maßnahmenkombination die rechnerisch ermittelten Gebäudekennwerte (Endenergiebedarf, spez. Transmissions-Wärmeverlust, Heizwärmebedarf und Primärenergiebedarf), aktuelle und zu erwartende Energieverbräuche und -kosten (bei Beibehalt des jeweils vorhandenen Energieträgers, da Einsparmöglichkeiten durch Verbesserung der Technik an dieser Stelle nicht berücksichtigt werden sollen) dargestellt.

Die **Gebäude der Gärtnerei verfügen**, auch bautypspezifisch (Gewächshausglasflächen), über einen sehr schlechten Dämmstandard. Maßnahmen zur Verbesserung der Dämmeigenschaften, wie Austausch der Verglasung, sind jedoch auf Grund der hohen Kosten nur schwer realisierbar. Denkbare Maßnahmen sind eine Isolierung der Stehwände mit Noppenfolie (bis zu 10 % Einsparung) bzw. eine Dämmung des Sockels.

## 2.4. Integration aktueller und zukünftiger Vorhaben

Um mögliche Baumaßnahmen mit den energetischen Erschließungsmaßnahmen synchronisieren zu können wurde im Laufe des Projektes der gesamte zu integrierende Bau- und Gebäudebedarf identifiziert. Die nachfolgende Tabelle zeigt die geplanten Vorhaben mit Realisierungszeitrahmen.

Tabelle 3: Übersicht aktueller und zukünftiger Vorhaben, AB Haase

Nr.	Bezeichnung	Realisierung	Größe	Anzahl Nutzer
N1	Mitarbeiterhaus	2008/2009	$V_e \sim 1.100 \text{ m}^3$	~ 6 Bewohner
N2	Haus am Garten (Wohnhaus für Ältere, nicht mehr in Arbeit stehende Menschen mit Intensivpflegebereich)	2011/2012	$V_e \sim 4.400 \text{ m}^3$ ; $GF \sim 2 \times 550 \text{ m}^2$	~ 18 Bewohner
N3	Kommunales Zentrum	~ 2020	$V_e \sim 3.400 \text{ m}^3$ ; $GF \sim 1 \times 800 \text{ m}^2$	
N4	Neues Michaelihaus (Wohnhaus)	~ 2015-2020	$V_e \sim 1.700 \text{ m}^3$ ; $GF: \sim 2 \times 270 \text{ m}^2$ (Annahme)	~ 9 Bewohner (Annahme)
N5	Neues Gewächshaus	2011	$V_e \sim 3.100 \text{ m}^3$ ; $GF \sim 1 \times 615 \text{ m}^2$	4 neue Arbeitsplätze
N6	Neue Metallwerkstatt	2011/2012	$V_e \sim 2.600 \text{ m}^3$ ; $GF \sim 1 \times 440 \text{ m}^2$	16,5 Arbeitsplätze
N7	Neue Dorfmeisterei	2011/2012	$V_e \sim 1.400 \text{ m}^3$ ; $GF \sim 1 \times 470 \text{ m}^2$	10 Arbeitsplätze
13E	Erweiterung Bäckerei/Käserei	2011/2012	$V_e \sim 120 \text{ m}^3$ ; $GF \sim 1 \times 40 \text{ m}^2$	o.Ä.
15E	Erweiterung WfbM	2011/2012	$V_e \sim 60 \text{ m}^3$ ; $GF \sim 1 \times 20 \text{ m}^2$	o.Ä.
18E	Einbau Sozialraum / Kuhstall	2011/2012	$V_e \sim 40 \text{ m}^3$ ; $GF \sim 1 \times 140 \text{ m}^2$	
Außerdem sollen folgende Vorhaben (ohne Heizwärmebedarf) umgesetzt werden: Schweinestall, Holzsägehalle, Kläranlagenerweiterung, Müllsammelplatz				

### 2.4.1. Standards für zukünftige Neubauten und Erweiterungen

Zukünftige Neubauten und Erweiterungen sollten sich am Passivhausstandard orientieren. Ein Passivhaus zeichnet sich durch einen Energiekennwert Heizwärme von max.  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  oder Heizwärmelast max.  $10 \text{ W}/\text{m}^2$  aus, sodass in der Regel auf eine konventionelle Heizung verzichtet werden kann. Für Nichtwohngebäude wurde der Energiekennwert für Nutzkälte auf  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  begrenzt. Der Gesamtenergieverbrauch für Heizung, Kühlung, Warmwasserbereitung, Beleuchtung und nutzungsbedingte elektrische Verbraucher sollte beim Passivhaus generell unter  $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$  pro Jahr liegen.

Der geringe Energieverbrauch eines Passivhauses wird durch effiziente Dämmmaterialien, eine hohe Luftdichtheit, eine kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung und durch Nutzung passiver Solarenergie durch Ausrichtung nach Süden erreicht.

Die Luftdichtheit sollte so hoch sein, dass bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal höchstens das 0,6 fache der Raumlufte pro Stunde das Passivhaus verlässt.

Eine Lüftungsanlage im Passivhaus sollte mindestens 75 Prozent der Wärme der Abluft zurückgewinnen, wobei der Energieverbrauch der Ventilatoren und der Steuerungselektronik unter  $0,45 \text{ Wh}/\text{m}^3$  beförderter Raumlufte liegen sollte.

Bezüglich der Dämmeigenschaften der Außenbauteile der geplanten Neubauten und Erweiterungen ist es anzustreben, die folgende U-Werte (Grenzwerte für Passivhaus) einzuhalten:

Tabelle 4: Empfehlung für Neubauten & Erweiterungen, AB Haase

Bauteil		U-Wert
Außenwände	AW	$< 0,15 / 0,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}^*$
Oberste Geschossdecke / Dachschräge / Flachdach	DA/FD	$< 0,15 / 0,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}^*$
Bodenplatte / Kellerdecke	BP/KD	$< 0,15 / 0,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}^*$
Fenster	FE	$< 0,8 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$

\* Anforderungs-U-Wert  $< 0,15 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ , abhängig von Gebäudegeometrie (z.B. bei freistehenden Gebäuden) ist ggf. niedrigerer Wert erforderlich



#### **2.4.2. Empfehlung zum Einsatz natürlicher und ökologischer Baustoffe**

Auch weil die Lebensgemeinschaft Münzinghof e. V. nach Demeter-Richtlinien wirtschaftet und so die Ökologie ein wichtiger Bestandteil der Lebensform ist, sollten bei der Umsetzung aktueller und zukünftiger Vorhaben natürliche und ökologische Baustoffe zum Einsatz kommen. Dies dient nicht nur der Gesundheit und schont die Umwelt, sondern durch ihre besonderen Eigenschaften bieten sie auch eine hochwertige Wohn- und Lebensqualität.

Es sollte sowohl darauf geachtet werden, dass die eingesetzten Baumaterialien bei der Produktion einen geringen Energieaufwand verursachen, als auch dass sie nach Ablauf ihrer Lebensdauer entweder wieder verwertbar oder kompostierbar sind.

## 2.5. Untersuchung potentieller Energieerzeuger auf Basis regenerativer Energien

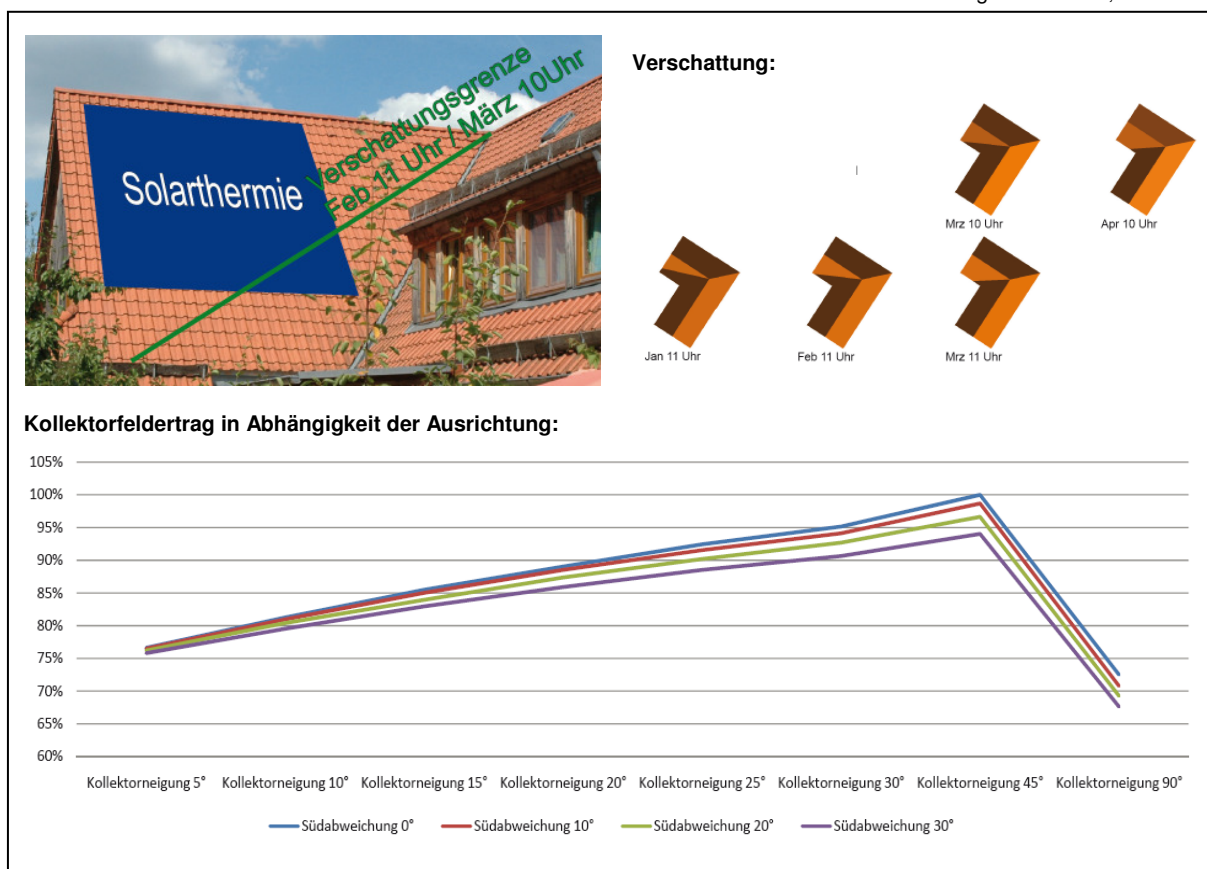
### 2.5.1. Prüfung von Standorten für solarthermische Anlagen

Für das „Obere Dorf“ sind Installationen von solarthermischen Anlagen vor allem für das ganzjährig benötigte Warmwasser sinnvoll. Hier kann eine Anlage im Sommer fast 100% abdecken, über das ganze Jahr liegt der Deckungsgrad bei ca. 60%. Durch die solare Warmwasserbereitung im Sommer werden Kesselaufzeiten innerhalb des Netzes vermieden. Dies führt zu einer längeren Kessel-Lebensdauer. Heizungsunterstützend kann eine Solaranlage selten mehr als 10 bis 15% Abdeckung erreichen, muss dafür aber größer dimensioniert werden. Innerhalb des Oberen Dorfes stehen grundsätzlich nur das Dach von Hollerhaus und Rosenhaus zur Diskussion, da alle anderen Dachflächen eine zu große Südabweichung oder offensichtliche Verschattung haben.

#### Standort „Hollerhaus“

Auf dem Dach des „Hollerhaus“ (Nr.7) ist der Süd-Südwest gerichtete Dachteil für eine Solaranlage grundsätzlich geeignet. Die Südabweichung dieser Fläche beträgt ca. 30° nach Westen, die Dachneigung 48°. Auf das Dach passen Module mit einer Gesamtfläche von 20 m² bis 25 m². Der First des östlichen Gebäudeteils verschattet nur in den Wintermonaten zwischen 10 Uhr und 11 Uhr morgens die Dachfläche. Hier ist der solare Eintrag durch die Südabweichung allerdings eher gering, so dass die Mindererträge durch die Verschattung ebenfalls im Rahmen bleiben. Durch die Südabweichung sind die solaren Erträge um ca. 5 bis 10 % geringer als die einer ideal ausgerichteten Anlage. Insgesamt wird eine hier aufgestellte Anlage ca. 75 bis 85 % des Ertrages einer „idealen“ Anlage bringen.

Grafik 20: Standort Solaranlage Hollerhaus, AB Haase



**Standort „Rosenhaus“**

Die zweite Dachfläche, die von der Ausrichtung her in Frage kommt, ist die des „Rosenhauses“ (Nr. 8). Das Dach hat eine Südabweichung von ca. 10° nach Osten und eine Dachneigung von 48°. Aufgrund des nahen und sehr hohen Baumbestandes ist die Dachfläche allerdings ab ca. 13 Uhr bis Anfang Mai verschattet. Der zurückspringende Dachteil wird auch im Sommer nachmittags durch das benachbarte Dach teilweise verschattet. Da durch die Verschattung deutliche Ertragsminderungen auf diesem Dach gegenüber einer idealen Anlage zu erwarten sind, kann eine Installation auf dem Dach des Rosenhauses eine solarthermische Anlage nicht empfohlen werden.

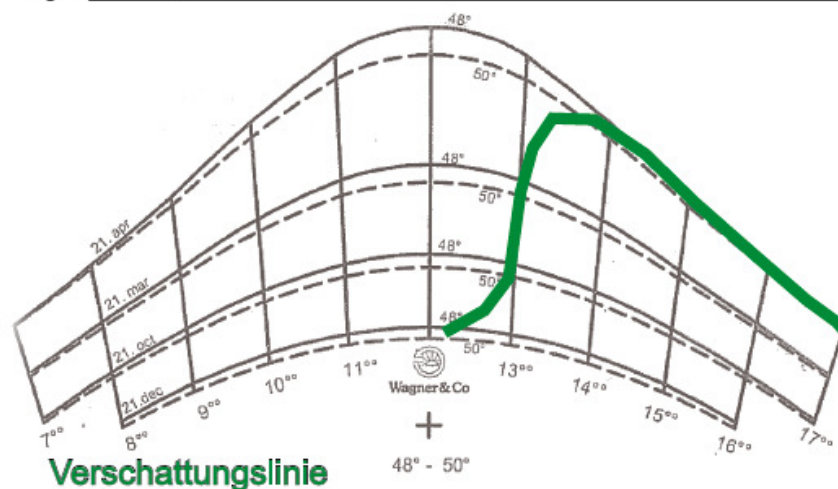
Grafik 21: Standort Solaranlage Rosenhaus, AB Haase



Verschattung Anfang August, 16Uhr

Projekt	Münzinghof	Datum	07.08.2009
Projekt-Nr.	08-05	erstellt von	JSP

Gebäude / Standort Rosenhaus, östliches Fenster der Gaube auf der Dachsüdseite  
 Anmerkungen 50°n.Breite



### Solaranlage auf dem „Mitarbeiterhaus“

Im Jahr 2009 wurde mit Bau des Mitarbeiterhauses (Nr.N1) aus dessen Dach eine ca. 16 m<sup>2</sup> große Solaranlage errichtet, die überschüssige Wärme in das vorhandene Nahwärmenetz einspeist.

### Solaranlage auf dem in Planung befindlichem „Haus am Garten“

Auf dem Dach des in Planung befindlichem Gebäude „Haus am Garten“ ist nach derzeitigem Planungsstand die Installation einer 40 m<sup>2</sup> großen solarthermischen Anlage vorgesehen. Die Dachkonstruktion soll jedoch so dimensioniert werden, das die komplette nach Süden ausgerichtete Dachfläche mit Solarkollektoren bzw. Solarmodulen versehen werden kann.

### Solaranlage auf dem für die Zukunft geplanten „Kommunalen Zentrum“

Bei der Planung des „Kommunalen Zentrums“ (Nr.N3) bzw. einem eventuellen Neubau für das „Alte Haus“ (Nr.6) besteht ebenfalls die Möglichkeit die Installation einer Solaranlage zu berücksichtigen.

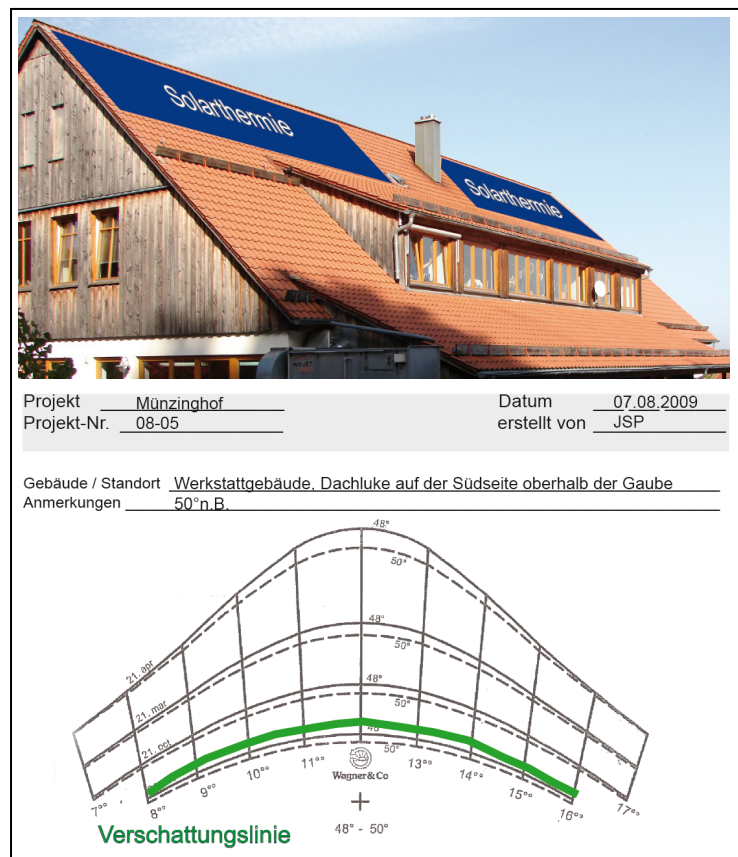
Im Bereich des „Unteren Dorfes“ eignet sich besonders Dach des „Werkstattgebäudes“ (Nr.15) für eine solarthermische Anlage.

### Standort „Werkstattgebäude“

Das südgerichtete Dach hat mit 42° eine sehr gute Dachneigung und ist im oberen Bereich (mit Ausnahme Dezember und Januar) ganzjährig unverschattet. Allein die Dachfläche oberhalb der Gaube hat den vorliegenden Plänen nach eine Größe von ca. 150 m<sup>2</sup>. Die unmittelbare Nähe zur Heizzentrale im Keller des Gebäudes ist zudem ideal.

Die aktuell in Planung befindlichen Gebäude im Bereich des „Unteren Dorfes“, die „Metallwerkstatt“ (Nr. N6) und die „Dorfmeisterei“ (Nr. N7) eignen sich wegen der Verschattung durch Bäume nicht zur Installation von Solaranlagen.

Grafik 22: Standort Solaranlage Werkstattgebäude, AB Haase



### 2.5.2. Standorte für Photovoltaik-Anlagen

Die im vorherigen Abschnitt aufgeführten Südflächen ohne Verschattung eignen sich ebenso zur Installation von Photovoltaikanlagen. Werden diese Flächen nicht zur Wärmeerzeugung genutzt, kann hier mit Hilfe von Solarzellen Strom erzeugt werden. Dies ist insbesondere in Ergänzung eines Systems mit BHKW sinnvoll: Wenn die BHKW's auf Grund des nicht vorhandenen Heizwärmebedarfes still stehen, liefern die Photovoltaikanlagen den meisten Strom.

### 2.5.3. Untersuchung zur Nutzung passiver Solarwärme im Bereich der Gärtnereien

Die Gewächshäuser (Bestand und geplant) haben einen überschlägig berechneten solaren Wärmeüberschuss von ca. 100.000 kWh pro Jahr, benötigen aber trotzdem jährlich ungefähr die gleiche Wärmemenge, was ca. 10.000 Liter Öl entspricht. Es wurde daher nach Möglichkeiten gesucht, die überschüssige passive Solarwärme zu nutzen.

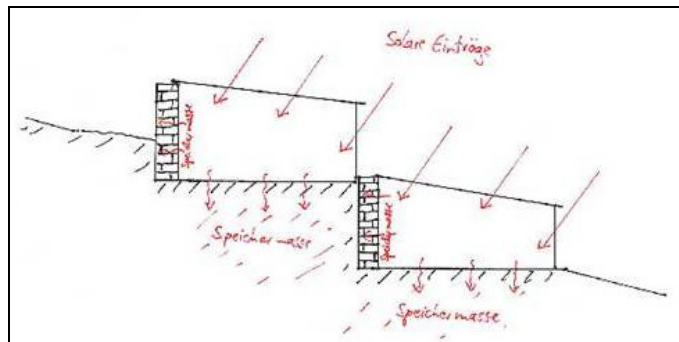


**Temporäre Speicherung**

Eine Idee ist die temporäre Speicherung der Solarwärme wie in der nachfolgenden Grafik dargestellt.

Auf Grund der solarer Erwärmung und der geringen Dämmung gibt es in den Gewächshäusern große Temperaturschwankungen. Durch eine gemauerte Nordseite und die Möglichkeit der Wärmespeicherung über das Erdreich könnten Verluste und Temperaturschwankungen verringert werden. Eine terrassenartige Anordnung, die wegen der Hanglage realisierbar ist, ermöglicht eine gute Speicherung.

Grafik 23: Prinzipskizze zur Temporären Speicherung, AB Haase



Da dieser Bereich noch kaum erforscht ist, können jedoch keine gesicherten Aussagen über das tatsächliche Potential der Wärmeeinlagerung gemacht werden. Daher wären Versuche mit einem Modellgewächshaus empfehlenswert. Diese Idee wurde jedoch nicht weiter verfolgt, das seitens der Gärtnerei Bedenken bestanden, die Pflanzen würden so einseitig, hin zum Licht, wachsen.

**Nutzung der passiven Solarwärme zur Hackschnitzeltrocknung**

Eine andere Idee ist Nutzung der passiven Solarwärme der Gewächshäuser zur Hackschnitzeltrocknung.

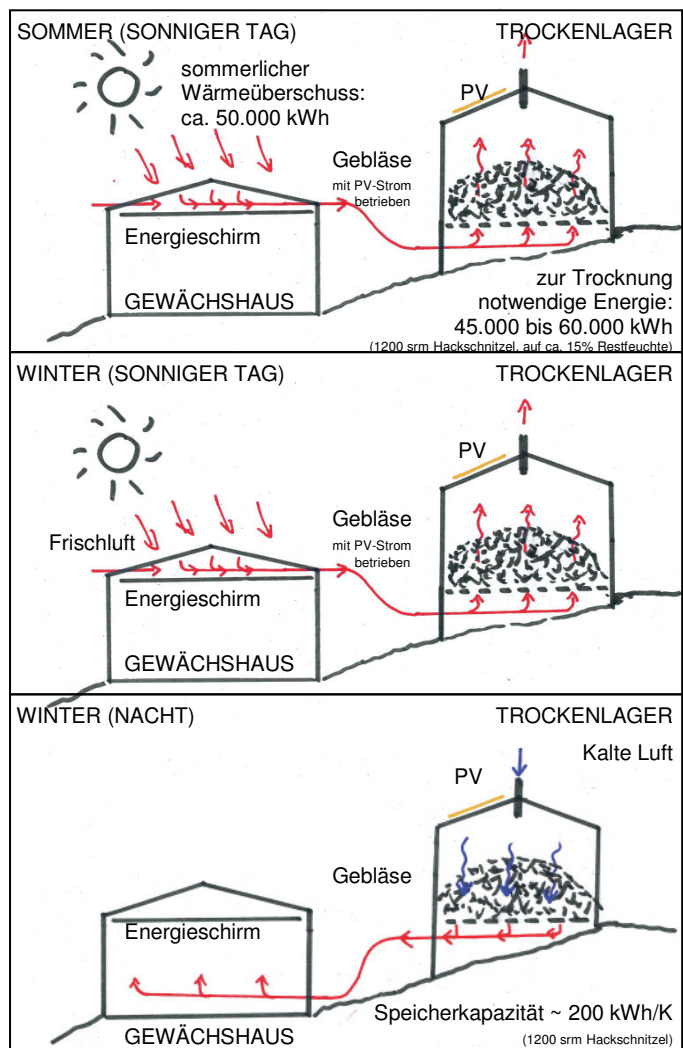
Im Sommer kann die sehr warme Luft aus dem Gewächshaus zur Trocknung der Hackschnitzel verwendet werden. Dazu wird mit Hilfe von solarstrombetriebener Ventilatoren die Luft aus dem Gewächshaus durch die Hackschnitzel geblasen.

Im Winter können die Hackschnitzel als „Tageswärmespeicher“ dienen. An sonnigen Tagen wird die warme Luft langsam durch die Hackschnitzel geblasen. Diese erwärmen sich allmählich. Auf Grund der großen Masse kann die Wärme lange in den Hackschnitzel gespeichert werden.

Nachts wird dann die sich abkühlende Luft im Gewächshaus durch die Hackschnitzel geleitet und erwärmt sich dadurch wieder, so dass zumindest eine Temperierung der Gewächshäuser möglich ist.

Auf Grund vieler sehr spezifischer Faktoren wie Feuchte, Sporen usw. sollte ein solches Konzept anhand eines Modellgewächshauses überprüft und konkretisiert werden. Da die Gefahr besteht, dass Schimmelpilze oder Bakterien auf die Gewächshauskulturen übertragen werden, wurde der Gedanke nicht weiterverfolgt.

Grafik 24: Prinzipskizze Hackschnitzeltrocknung, AB Haase



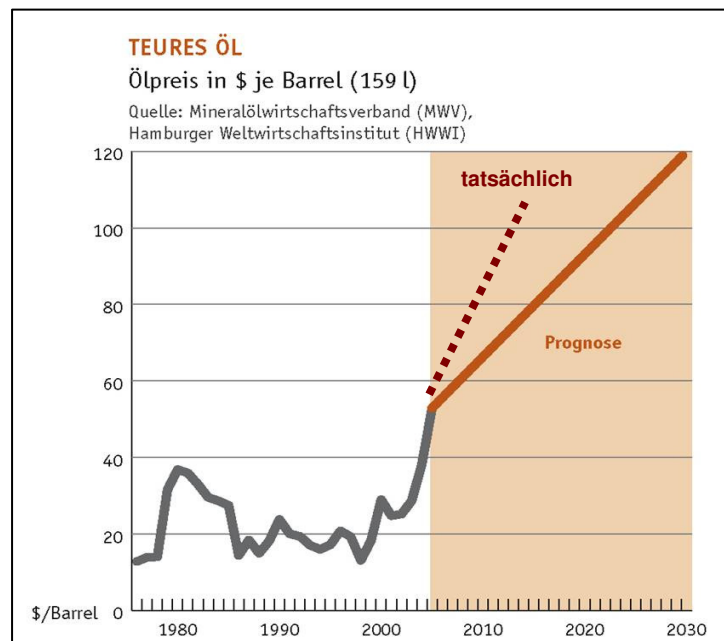
#### 2.5.4. Untersuchungen zum Ersatz fossiler Brennstoffe durch Holz

Zum Zeitpunkt der Bestanderfassung verbraucht der Münzinhof jährlich ca. 60.000 l Öl und ca. 25.000 l Flüssiggas. Bei einem Energiepreis von 0,077 € / kWh (Öl) von 0,083 € / kWh (Flüssiggas) ergeben sich jährliche Kosten von ca. 62.000 € für Öl und Gas.

Da die Vorräte fossiler Brennstoffe auf unserer Erde begrenzt sind und nicht erneuert werden können, ist eine vollständige Umstellung auf regenerative Energieträger Ziel des Projektes. Das bietet sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile. So unterliegt der Preis für Öl und Gas einer stetigen, ansonsten aber unberechenbaren Preissteigerung, die außer durch die immer schwieriger werdende Gewinnung auch stark politisch beeinflusst ist. Die nebenstehende Grafik zeigt die Ölpreisentwicklung der Jahre 1975 - 2005 sowie eine Prognose bis 2030.

Von den nutzbaren Ressourcen an Holz als Brennstoff wird in Deutschland nur ein geringer Teil genutzt.

Grafik 25: Ölpreisentwicklung, Mineralölwirtschaftsverband(MWV), Hamburger Weltwirtschaftsinstitut (HWWI)



Gerade die Umgebung des Münzinhofes ist wald- und heckenreich, so dass das Brennholz regional gewonnen werden kann. So wachsen zurzeit im Nürnberger Land Hecken und Wälder schneller nach, als sie als Bau- und Brennholz genutzt werden.

Der Münzinhof verbrauchte im Erfassungszeitraum jährlich knapp 160 Ster Holz und erzeugt damit in einem Scheitholzkessel im vorhandenen Nahwärmenetz „Unteres Dorf“ und mehreren Kaminen in den Wohnhäusern ca. 290.000 kWh Wärme. Dabei lag der Energiepreis 2008 bei 0,028 € / kWh, was nur ein reichlichem Drittel des Öl- bzw. Flüssiggaspreises entspricht. Der Ersatz fossiler Brennstoffe durch Holz stellt somit eine sehr gute Möglichkeit dar, die Energiekosten deutlich zu senken. Außerdem ist davon auszugehen, dass die Preissteigerung für Brennholz wesentlich moderater ausfällt.

Ökologisch betrachtet ist Holz als Brennstoff sowieso zu bevorzugen: als nachwachsender Rohstoff ist Holz quasi CO<sub>2</sub>-neutral und der primärenergetische Aufwand für Gewinnung und Transport ist nur ein Bruchteil (gemäß Primärenergiefaktor weniger als ein Fünftel) im Vergleich zu den fossilen Rohstoffen.

Im Laufe des Projektes wurden sowohl die Möglichkeiten des Einsatzes von Hackschnitzeln, Pellets und Scheitholz als Brennstoff zur Beheizung des Münzinhofes geprüft. Hackschnitzel bieten gegenüber Pellets den Vorteil, dass sie etwas günstiger verfügbar sind, auch weil ein Teil der Hackschnitzel als Produkt aus dem Heckenverschnitt durch den Münzinhof selbst erzeugt werden könnte. Gegenüber Stückholz ist die Möglichkeit der automatischen Bestückung mit Hilfe von Förderschnecken von Vorteil.

Ergebnis der Untersuchung ist die Empfehlung, das „Obere Dorf“ zukünftig mit Hackschnitzel zu beheizen (vgl. Modul 1, Abschnitt 2.7.1.). Für das „Untere Dorf“ wird die Installation eines Hackschnitzel-BHKW's vorgeschlagen, das nicht nur Wärme, sondern auch klimaneutralen Strom erzeugt (vgl. Modul 4, Abschnitt 2.7.4.). Außerdem wird die Errichtung eines Nahwärmenetz „Gärtnerei“ mit einem Allesbrenner, in dem neben Hackschnitzeln und Stückholz z.B. auch Sägespäne aus der Holzwerkstatt verbrannt werden können, als Wärmeerzeuger (vgl. Modul 6, Abschnitt 2.7.6.) empfohlen.

**2.5.5. Möglichkeiten zur Nutzung von Biomasse aus Abfällen zur Energiegewinnung**

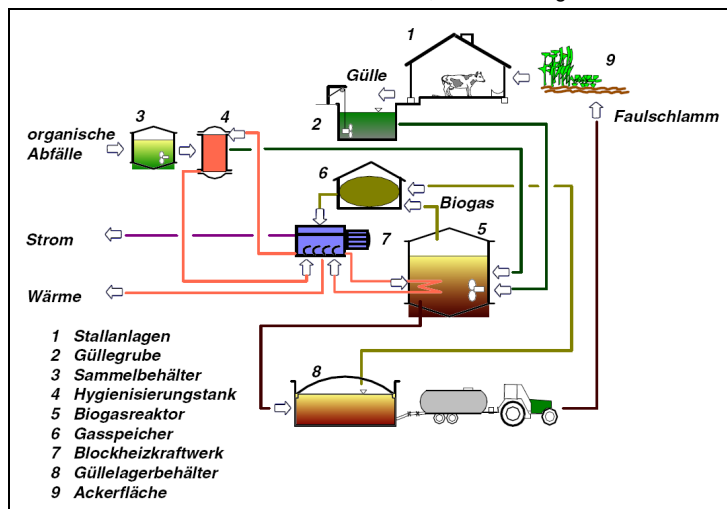
Langfristig ist für die Lebensgemeinschaft e.V. auch eine Energiegewinnung aus biogenen Abfallstoffen interessant. So fallen im Münzinghof jährlich ca. 600 m<sup>3</sup> Gülle, wobei diese durch 400 m<sup>3</sup> Regenwassers sehr dünn ist, und Mist aus ca. 120 Rundballen à 150 bis 200 kg Stroh an. Außerdem ständen pflanzliche Abfälle aus Gärtnerei und Heckenverschnitt, der sich nicht vollständig zu Hackschnitzeln verwerten lässt, zur Verfügung und durch die Haushalte wird Biomüll erzeugt. Auch eine Nutzung der Energie aus menschlichen Fäkalien wäre denkbar.

Zur Energiegewinnung kommen sowohl eine Kleinst-Biogasanlage mit anaerober Vergärung als auch eine Anlage zur hydrothermalen Karbonisierung in Frage.

**Anaeroben Vergärung**

Durch anaeroben Vergärung, d.h. unter Ausschluss von Sauerstoff, lässt sich aus feuchter Biomasse, wie z.B. Gülle, Mist oder Speisereste, Biogas gewinnen. In einem vierstufigen Prozess, bestehend aus Verflüssigungsphase (Hydrolyse), Versäuerungsphase (Acidogenese), Essigsäurephase (Acetogenese) und Methanbildungsphase (Methanogenese), werden die kohlenstoffhaltigen Verbindungen in der Biomasse hauptsächlich in Methan, Kohlendioxid und Wasser umgewandelt.

Grafik 26: Prinzipskizze einer Biogasanlage, B. Linke, Institut für Agrartechnik Bornim

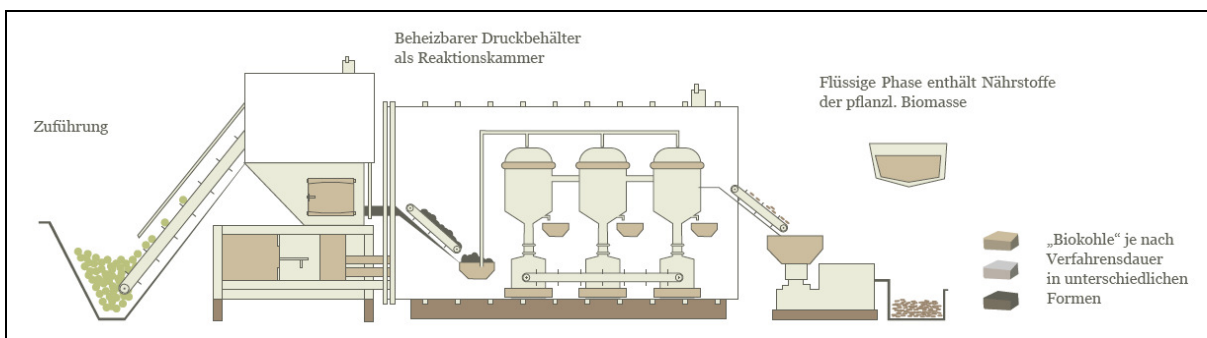


Das Biogas könnte im Münzinghof zur Erzeugung von Strom und Wärme innerhalb eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) genutzt werden. Außerdem verbleibt ein Gärrest aus nicht abbaubarer Biomasse und Mineralien, der sich als Dünger in der Landwirtschaft verwenden lässt.

**Hydrothermale Karbonisierung**

Das Verfahren der hydrothermalen Karbonisierung (HTC), welches in den letzten Jahren im Kontext einer Effizienzsteigerung beim Einsatz erneuerbarer Energien wiederentdeckt wurde, bildet den natürlichen Kohlegestehungsprozess nach. Die biogenen Reststoffe werden in einem Druckgefäß (20 - 35 bar) unter Luftabschluss und unter Zugabe von Katalysatoren bei einer Temperatur von knapp 200 °C innerhalb weniger Stunden dehydriert. Der Prozess verläuft exotherm, d.h. bei der Reaktion wird Wärme freigesetzt. Diese kann zur Erwärmung der Biomasse genutzt werden. Der entstandene Kohleschlamm enthält nahezu den gesamten in der Biomasse enthaltenen Kohlenstoff und kann nach abschließender Trocknung sowohl blasfähig als auch in Form von Pellets zur Verfügung gestellt werden.

Grafik 27: Anlagenaufbau Hydrothermale Karbonisierung, SmartCarbon AG

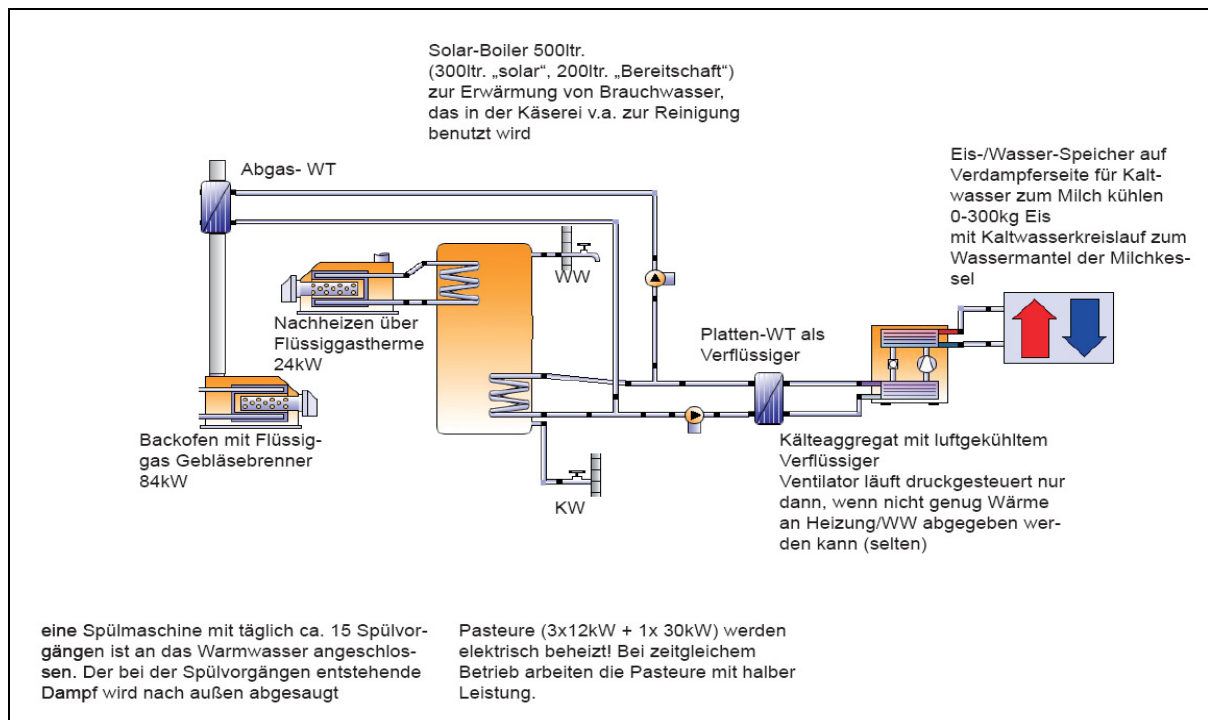


Vorteil gegenüber Biogasanlagen sind die höhere Energieeffizienz, da kein Materialverlust über die Gärreste erfolgt, kurze Prozesszeiten und wenig Platzbedarf sowie die Toleranz gegenüber unterschiedlichen Eingangsstoffen, insbesondere auch Reststoffen mit hohem Wasseranteil.

### 2.5.6. Untersuchung zur Nutzung von Produktionsabwärme aus Bäckerei und Käserei sowie weitere Einsparpotentiale

In der nachfolgenden Grafik ist die Produktionstechnik von Bäckerei und Käserei schematisch dargestellt:

Grafik 28: Systemschema der Produktionstechnik Bäckerei / Käserei im Bestand, AB Haase



Im Bereich von Bäckerei und Käserei entsteht aus der Produktion eine größere Menge niedertemperierte Abwärme, welche derzeit nur unzureichend genutzt wird. Zwar verfügt der Backofen über einen Abgaswärmetauscher, doch auf Grund der Ineffizienz des Systems geht der Großteil der Abwärme über den Schornstein verloren. Zur Milchkühlung gibt es eine Eiswasser-Kühlanlage im Kuhstall, die ebenfalls sehr ineffektiv arbeitet, da die Dämmung unzureichend ist und mehr Eis als zur Kühlung erforderlich, die Hälfte würde genügen, erzeugt wird. Zwar gibt es auch hier bereits eine Wärmerückgewinnung über einen Plattenwärmetauscher zwischen Kältemittelkreis und Warmwasserkreislauf, doch auch hier bleibt zuviel der Abwärme ungenutzt.

Die für die Produktionsprozesse in der Käserei benötigte Wärme wird derzeit elektrisch erzeugt. Die Pasteure zur Erhitzung der Milch verbrauchen jährlich fast 9.000 kWh Strom zur Erhitzung der Milch, obwohl hier ein Gasanschluss vorhanden ist. Außerdem gibt es eine Industriespülmaschine, die täglich 15 mal in Betrieb ist. Hier erfolgt die Wassererhitzung von 35 auf 85°C ebenfalls mit Strom. Des Weiteren wird das Wasser zum Spülen der Melkmaschine elektrisch erhitzt. Die Abwärme des Spülwassers von der Spül- und von der Melkmaschine bleibt ungenutzt.

Die Pasteure, die Spülmaschine und die Melkmaschine sollten an das Wärmenetz „Unteres Dorf“ angeschlossen, so dass lediglich eine Temperaturdifferenz von max. 15 K, für die Erhitzung von 70 auf 85°C, elektrisch erzeugt werden muss. Hiermit kann der Strombedarf um ca. 15.000 kWh reduziert und die Leistungsspitzen verringert werden.



Außerdem sollte die Abwärme besser genutzt werden, d.h. die Wärmerückgewinnung optimiert werden. Die Käserei und das Büro könnte mit Hilfe eines Belüftungssystem mit Wärmerückgewinnung mit der Abwärme des Backofens beheizt werden. Die Abwärme des Spülwassers kann zum Vorheizen des Warmwassers von Bäckerei und Käserei genutzt werden bzw. in das Wärmenetz „Unteres Dorf“ eingebunden werden.

Des weiteren sollten ineffiziente Kältemaschinen in Bäckerei und Käserei (vgl. auch Datenblätter zur Stromerfassung) durch neue Maschinen mit besserem Wirkungsgrad ersetzt werden. Dies gilt insbesondere für die oben erwähnte Eiswasser-Kühlung. Hier ist eine Realisierung zusammen mit dem geplanten Bau eines Sozialraumes im oberen Bereich des Kuhstalls sinnvoll, da hier für der vorhandene Eiswassertank ohnehin den Bauarbeiten weichen muss. Die Abwärme der neuen Kältemaschinen sollte zukünftig genutzt werden. Durch die Verbesserung der Kühltechnik ist es möglich jährlich ca. 5.000 kWh Strom einzusparen.

### **2.5.7. Empfehlung zum Einsatz von Wärmepumpen in neuen bzw. zu sanierenden Gebäuden mit zu großen Abstand zu einem Nahwärmenetz**

Im Rahmen der Analyse zu möglichen regenerativer Energiequellen, wurde auch untersucht, inwieweit die Nutzung von Erdwärme mit Hilfe von Wärmepumpen und Erdsonden für den Münzinghof von Interesse ist.

Da der Großteil der bestehenden Gebäude mit Heizungen, die Vorlauftemperaturen von ca. 70°C benötigen, ausgestattet ist, ist der Einsatz von Wärmepumpen für den Gebäudebestand wenig sinnvoll. Hier müsste das komplette Heizsystem ausgetauscht und auf Niedertemperaturniveau umgestellt werden, da sonst eine Wärmepumpe sehr ineffektiv arbeiten würde. In Gebäuden die umfassend saniert werden sollen, ist dies zwar denkbar. Eine Einbindung in ein Nahwärmenetz ist jedoch ökonomisch und ökologisch zu bevorzugen, sofern der Abstand des Gebäudes zum Nahwärmenetz nicht zu groß und damit die Leitungsverluste hoch sind. So wäre für das Buchenhaus (Nr.17) eine Insellösung zu favorisieren. Da dieses Gebäude mit 55 m<sup>2</sup> Gesamtnutzfläche jedoch sehr klein ist, wäre hier die Installation einer Wärmepumpe mit Erdsonde zu aufwändig, so dass sowohl eine Luft/Wasser-Wärmepumpe aber auch ein Holzkessel eine geeigneter Wärmeerzeuger wären.

Für die neu zu errichtenden Gebäude wurde im Laufe der Konzeptentwicklung entschieden, sie in eines der Nahwärmenetze zu integrieren. Für das „Haus am Garten“ (Nr.N2) wäre zwar auch eine Insellösung mit Erdwärmepumpe in Betracht gekommen, die Lebensgemeinschaft e.V. hat sich jedoch, auch wegen des nur geringen Heizwärmebedarfes auf Grund der geplanten Bauweise als Passivhaus, für eine Einbindung ins Wärmenetz des „Oberen Dorfes“ entschieden. Hierdurch entstehen Leitungsverluste, die sich in der Größenordnung des jährlichen Warmwasserverbrauches bewegen. Diese Verlustproblematik kann aufgefangen werden, wenn zu dem Nahwärmeanschluss eine 40 m<sup>2</sup> große thermische Kollektoranlage installiert wird, die ca. 60% des Warmwasserbedarfes abdeckt und durch Rückspeisung in das Netz die Netzverluste größtenteils kompensiert.

Sollten in fernerer Zukunft, nach 2020, Gebäude errichtet werden, welche das aktuelle Energiekonzept noch nicht berücksichtigen konnte, ist für Gebäude mit großen Abstand zu einem Nahwärmenetz der Einsatz von Erdwärmepumpe zu prüfen.

## 2.6. Untersuchung und Diskussion verschiedener Verbundkonstellationen

Ausgehend von den vorhandenen Wärmeverbänden, der Topografie und der Gliederung des Münzinghofes in die Bereiche „Unteres Dorf“, „Oberes Dorf“ und „Gärtnerei“ und einer Analyse der energetischen Verknüpfungsmöglichkeiten wurden verschiedene Varianten einer Wärmenetzausbildung untersucht. Die nachfolgende Tabelle zeigt Vor- und Nachteile der untersuchten Verbundkonstellationen.

Tabelle 5: Vor- und Nachteile verschiedener Verbundkonstellationen, AB Haase

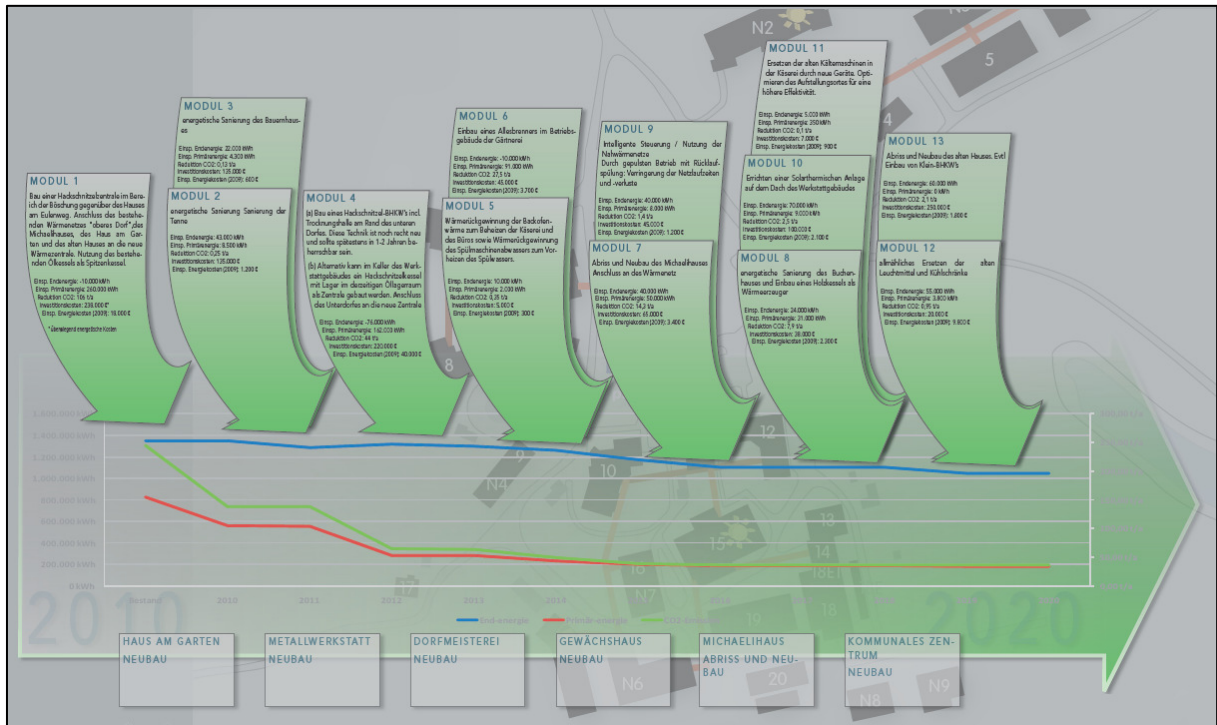
<b>Variante A</b>		<b>1 gemeinsames Netz für alle Häuser</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ nur eine Zentrale, d.h. geringe Investitions- und Wartungskosten</li> <li>+ hoher kontinuierlicher Wärmeabnahme, d.h. effizienter Einsatz von Kraftwärmekopplung (KWK) möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hohe Investitionskosten für Wärmeleitungen</li> <li>- hohe Leitungsverluste</li> <li>- Systemtemperatur orientiert sich am ungünstigsten Verbraucher</li> <li>- Netz muss ganzjährig gespeist werden</li> </ul>		
<b>Variante B</b>		<b>1 Netz „Gärtnerei“ + 1 Netz „Oberes + unteres Dorf“</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ geringere Leitungsverluste, da großer Abstand zwischen „Gärtnerei“ und „Oberes Dorf“ nicht überbrückt werden muss.</li> <li>+ Netz „Gärtnerei“ kann im Sommer deaktiviert werden, da dann kein Wärmebedarf</li> <li>+ Netze können mit unterschiedlichen Systemtemperaturen genutzt werden</li> <li>+ kontinuierlicher Wärmeabnahme, d.h. effizienter Einsatz von Kraftwärmekopplung (KWK) möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systemtemperatur im „Oberes + unteres Dorf“ orientiert sich am ungünstigsten Verbraucher</li> <li>- zwei Zentralen notwendig</li> </ul>		
<b>Variante C</b>		<b>1 Netz „Gärtnerei“ + 1 Netz „Oberes Dorf“ + 1 Netz „Unteres Dorf“</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ geringe Leitungsverluste</li> <li>+ geringe Investitionskosten für Leitungen</li> <li>+ Netze können mit unterschiedlichen Systemtemperaturen genutzt werden</li> <li>+ Netze können unterschiedlich genutzt werden, z.B. Netz „Gärtnerei“ kann im Sommer deaktiviert werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- drei Zentralen notwendig, d.h. hohe Investitions- und Wartungskosten und hoher Platzbedarf</li> <li>- geringe Abnahme im Sommer erschwert kontinuierliche Laufzeiten, z.B. für BHKW</li> </ul>		
<b>Variante B + C</b>		<b>Kombination aus Variante B und C (Netz „Gärtnerei“ + Netz „Oberes Dorf“ und Netz „Unteres Dorf“ sind im Sommer durch temporär Leitung verbunden)</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ hohe Redundanz</li> <li>+ geringe Leitungsverluste im Winter</li> <li>+ kontinuierliche Wärmeabnahme durch Zusammenschluß im Sommer, d.h. effizienter Einsatz von Kraftwärmekopplung (KWK) möglich</li> <li>+ effektive Einbindung von zentralen thermischen Kollektoranlagen möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- drei Zentralen notwendig, d.h. hohe Investitions- und Wartungskosten und hoher Platzbedarf</li> <li>- hohe Investitionskosten für Wärmeleitungen</li> </ul>		

Die erarbeiteten Varianten wurden in Versammlungen der Dorfgemeinschaft vorgestellt und hier intensiv diskutiert. Schlussendlich wurde die Kombination aus Variante B und C, d.h. drei kleiner Nahwärmenetze, wobei die Netze „Oberes Dorf“ und „Unteres Dorf“ im Sommer durch eine temporäre Leitung verbunden werden, als allgemein akzeptierte Lösungen herausgearbeitet und durch Beschlüsse legitimiert.

## 2.7. Entwicklung von Modulen zur schrittweisen Umsetzung

Die oben beschriebenen Untersuchungen zur Erstellung eines ganzheitlichen Sanierungs- und Energiekonzeptes wurden in mehreren Versammlungen der Dorfgemeinschaft präsentiert, Varianten wurden diskutiert und allgemein akzeptierte Lösungen herausgearbeitet und durch Beschlüsse legitimiert. Es wurden Module entwickelt, die eine ökonomisch realistische Zeitschiene berücksichtigen und so aufgebaut, dass sie weitestgehend unabhängig voneinander realisiert werden können. Die nachfolgende Grafik zeigt in welcher zeitlichen Abfolge, die Module umgesetzt werden sollten und welche Einsparungen dadurch erreicht werden.

Grafik 29: Energetisches Gesamtkonzept (Modulabfolge), AB Haase



Die Festlegung der Prioritäten erfolgte u.a. mit Hilfe des Masterplanes IST-ZUSTAND ↔ SOLL-ZUSTAND. Außerdem wurde ein Excel-Tool entwickelt, das ermöglicht verschiedene Varianten bezüglich der Reihenfolge der Module „durchzuspielen“, um so eine optimale Abfolge festzulegen und die schrittweisen Einsparungen abzubilden. Ein Ausschnitt dieser Excel-Tabelle befindet sich im Anhang 8.

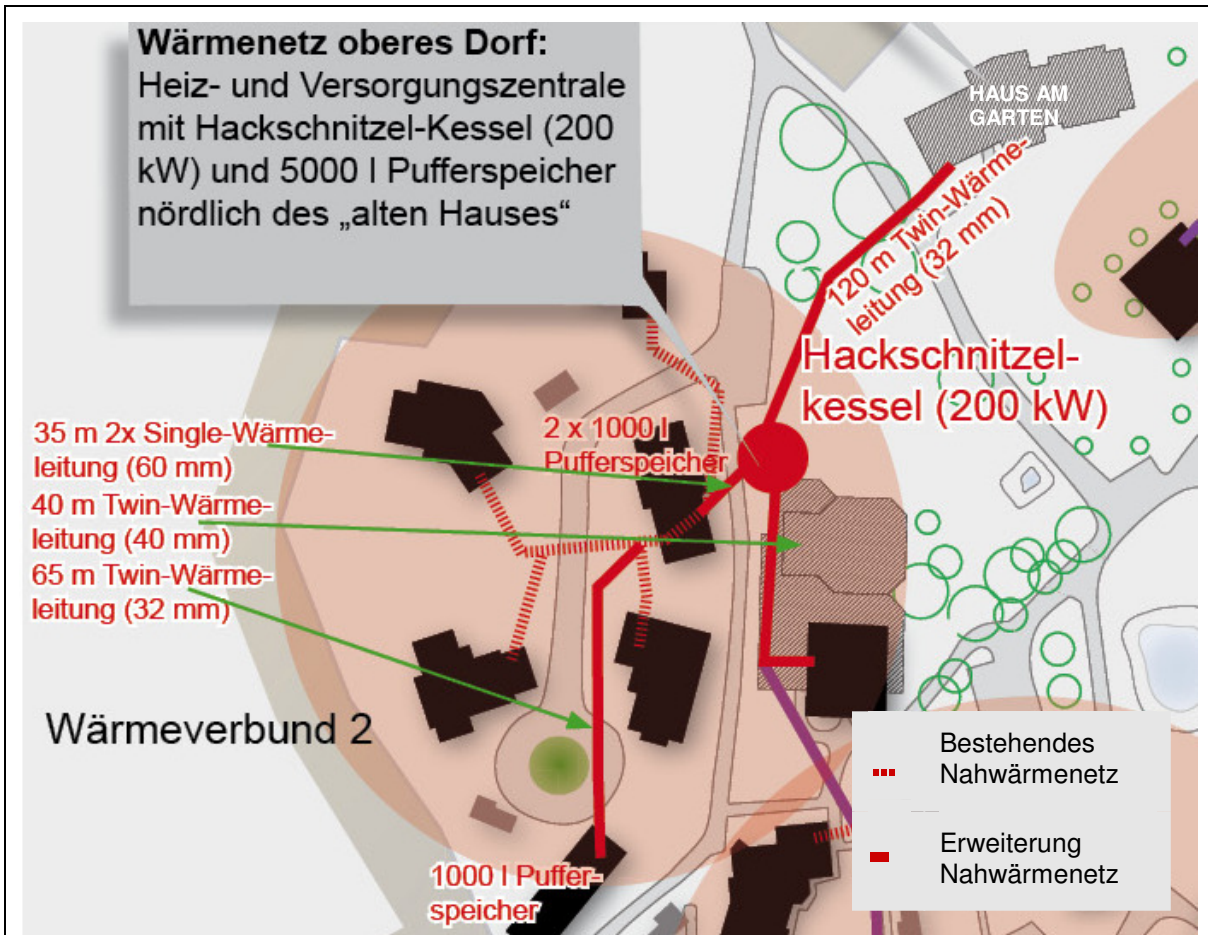
Nachfolgend sind die Module und die dadurch erreichbaren Einsparungen im Einzelnen dargestellt. Das Modul 12 „Maßnahmen zur Stromeinsparung“ müsste auf Grund des günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses eigentlich an erster Stelle stehen, d.h. es sollte möglichst umgehend umgesetzt werden. Da jedoch eher von einem sukzessiven Ersatz von Lampen und Geräten sowie einer allmählichen Veränderung des Nutzerverhaltens auszugehen ist, wurde es entsprechend des voraussichtlichen Abschlusses der Umstellung an Position 12 eingeordnet.

Die in den Grafiken zu den Modulen angegebenen Energiekosten berücksichtigen die Energiepreise des Münzinghofes im Jahr 2008, Zeitpunkt der Datenerhebung. Bei der Ermittlung der Einsparungen wurde der tatsächliche Verbrauch berücksichtigt.

**2.7.1. Modul 1: Erweiterung des Nahwärmenetzes „Oberes Dorf“ und Bau einer neuen Heizzentrale mit Hackschnitzelkessel**

Das 1. Modul wurde bereits im Zeitraum vom Juli bis Dezember 2010 wie nachfolgend dargestellt umgesetzt. Die in der nachfolgenden Grafik dargestellte 120 m Twin-Leitung zur Anbindung des „Hauses am Garten“ war im gesamtenergetische Konzept nicht vorgesehen. Der Münzinghof hat sich jedoch dazu entschlossen auch das „Haus am Garten“ in das Wärmenetz „Oberes Dorf“ zu integrieren.

Grafik 30: Modul 1, AB Haase



Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten:
1	238.000 €	~ -10.000 kWh/a	~ 260.000 kWh/a	~ 106.000 kg/a	~ 18.000 €/a

Der durch ein Minus-Zeichen gekennzeichnete Mehrverbrauch an Endenergie kommt durch die Wärmeverluste der Leitungen des Nahwärmenetzes zustande. Die Einsparung bezüglich Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emission sind jedoch immens, da die Gebäude bisher fast ausschließlich mit Öl beheizt wurden. Die Einsparung bezüglich der Heizkosten kommt zustande, weil der Preis der Hackschnitzel mit 0,03 €/kWh (unter Berücksichtigung örtlicher Preise zum Untersuchungszeitpunkt 2009 sowie der teilweisen Hackschnitzelerzeugung durch den Münzinghof) deutlich unter dem Preis für Öl mit 0,077 €/kWh liegt.

In den oben genannten Zahlen wurde die Einbindung des „Hauses am Garten“ nicht berücksichtigt. Durch die Länge der Nahwärmeleitung ist hier von zusätzlichen Wärmeverlusten in Höhe von 20.000-25.000 kWh auszugehen.

Im Knotenpunktes des neu zu errichtenden „Haus am Garten“, des „Alten Hauses“ und dem Heizungskeller vom „Haus am Eulenweg“, in dem sich die bisherige zentrale Ölheizung (120

kW) des „Oberen Dorfes“ befindet, wurde eine Heizzentrale errichtet. Das Gebäude mit einer Grundfläche von 5 m x 11 m beinhaltet nicht nur Heizraum und Hackschnitzelbunker (5 m x 5 m x 5 m), sondern dient auch als zentraler Infrastruktorknotenpunkt. Dies wurde bereits nötig um das neu zu errichtende "Haus am Garten" mit ausreichend Wasser, Strom und Telefon / Internet zu versorgen. Alle weiteren Bauten, wie z.B. das in mittlerer Zukunft geplante „Kommunale Zentrum“ können von hier aus ebenfalls mit Strom, Wasser, Nahwärme und Telefon versorgt werden. Zudem ist noch Platz vorhanden um nachträglich ein Kleinst-BHKW einbauen zu können; auch ein zweites Schornsteinrohr ist vorhanden. Im Heizraum wurde ein 200 kW-Hackschnitzelkessel der Firma "Eta" und ein Pufferspeicher mit 5.000 Liter installiert. Die Hackschnitzel werden über eine Schnecke in den Bunker gefördert und dort mit einer Tellerschleuder breit verteilt, wodurch eine bessere Befüllung erreicht werden soll.

Zur Zentrale im „Haus am Eulenweg“ wurde eine 35 m lange 2 x 60 mm Single-Leitung verlegt. Dort erfolgt die Übergabe an 2 Pufferspeicher à 1.000 Liter über Plattenwärmetauscher. Der vorhandene Ölkessel dient nur noch als Notfallkessel und kann auch "rückwärts" Wärme in den 5.000 Liter Speicher der Heizzentrale liefern.

Das vorhandene Leitungsnetz wurde um 65 m zum Michaelihaus erweitert (32 mm Twin-Leitung). Dort wurde der 30 Jahre alte Ölbrenner (25 kW) ausgemustert und durch einen 1.000 Liter Pufferspeicher ersetzt, der aber nur geladen wird, wenn das Nahwärmenetz mind. 60 Grad Wassertemperatur fährt. Der Anschluss zum „Haus am Garten“ wurde ebenfalls vorbereitet (32 mm Twin-Leitung). Durch die Kopplung der Verlegung der Nahwärmeleitungen mit der Verlegung anderer Leitungen konnte der Graben günstig über KfW-Darlehen finanziert werden. Zudem geht ein dritter separater Graben (Leitungslänge 40 m, 40 mm Twin-Leitung) zum "Alten Haus". Auch hier wurde die noch nicht so alte Ölheizung (35 kW) stillgelegt und durch einen Plattenwärmetauscher ersetzt. Auf Grund der alten maroden Heizungsrohre war hier eine Systemtrennung erforderlich.

Im „Haus am Eulenweg“ und im „Alten Haus“ wurden jeweils zwei neue energiesparende Pumpen mit einer Maximalleistung von je 32 bzw. je 50 W vor und hinter den Wärmetauschern eingebaut, sie laufen jedoch auf niedrigster oder zweitniedrigster Leistungsstufe. Im Michaelihaus wurde ebenfalls eine neue energiesparende Pumpe mit einer Maximalleistung von 32 W zur Beladung des Pufferspeichers installiert, sie läuft in Intervallen auf niedrigster oder zweitniedrigster Leistungsstufe.

Die Investitionskosten (ohne MwSt) für das 1. Modul setzten sich wie folgt zusammen :

Heizhäuschen inkl. der für die weitere Infrastruktur benötigten Übergröße:	77.000 €
Kosten für das Ausheben der Gräben (260 m)	26.000 €
Kosten für die Nahwärmeleitungen	11.000 €
Heizung inkl. 5000 Liter Pufferspeicher und Einbau	39.000 €
Einbringtechnik (Schnecke plus Schleuder plus nötige Elektrik)	10.000 €
Umbau Michaelihaus inkl. 1.000 l Pufferspeicher	6.000 €
Umbau der alten Heizzentrale im „Haus am Eulenweg“ und Umbau „Altes Haus“	27.000 €
Störfallelektrik zur Ansteuerung des alten Ölkessels	1.000 €
Wiederbegrünung der Baustellenumgebung inkl. Pflastern	3.000 €
<b>Summe:</b>	<b>200.000 €</b>

In den nächsten Monaten soll die Nahwärmeleitung zu dem neuen Mitarbeiterhaus, welches mit 16 m<sup>2</sup> Solarkollektoren ausgestattet ist, intelligent gefahren werden, so dass auch ein effektiver Rücktransport von Wärme bei Solarwärmeüberschuss möglich ist.


Das System ist insgesamt darauf vorbereitet, später mit dem Nahwärmenetz „Unteres Dorf“ verbunden zu werden (vgl. auch Modul 9). So könnte das „Obere Dorf“ im Sommer mit BHKW-Wärme versorgt werden bzw. der Scheitholzessel des Bauernhauses (60 kW) im Winter mit "Hackschnitzelwärme" unterstützt werden. Als Spitzenlastkessel dient hier bisher der alte Ölkessel im Arkadenhaus, welcher dafür noch ca. 2.000 l Heizöl im Jahr verbraucht.



**2.7.2. Modul 2: Energetische Sanierung „Bauernhaus“ (Nr.10, Altbau)**

Die Maßnahmen dieses Modules wurden bereits im Abschnitt 2.3. (Empfehlung baulicher Maßnahmen zur energetischen Sanierung) beschrieben, nachfolgend sind sie noch einmal zusammengefasst dargestellt. Im Anhang 3 befindet sich außerdem eine detaillierte Übersicht mit Vorschlägen zur energetischen Sanierung und Maßnahmenkosten.


Grafik 31: Modul 2, AB Haase

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dämmung der Außenwände</b> (20 cm WDVS aus Mineralschaum WLG 045 bzw. 8 – 12 cm kapillaraktive Innendämmung)</li> <li>• <b>Perimeterdämmung</b></li> <li>• <b>Fenster austausch</b> (Ersatz der Isolierglasfenster durch Holzfenster mit Dreifachverglasung)</li> <li>• <b>Kellerdeckendämmung</b> (z.B. 12 cm Mineralschaum WLG 045)</li> </ul> <p>⇒ ~ 21 % Einsparung</p>			<p><b>IST-ZUSTAND</b></p>  <p>Heizenergieverbrauch: ~ 5.500 kWh Öl ~ 100.500 kWh Holz Primärenergie (Heizung): ~ 26.100 kWh CO<sub>2</sub>-Emission (Heizung): ~ 2.300 kg/a Heizkosten (2008): ~3.100 €</p>		
Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten
2-3	~ 32.000 €	~ 22.000 kWh/a	~ 5.500 kWh/a	~ 500 kg/a	~ 650 €/a

**2.7.3. Modul 3: Energetische Sanierung „Tenne“ (Nr.12)**

Die Maßnahmen dieses Modules wurden bereits im Abschnitt 2.3. (Empfehlung baulicher Maßnahmen zur energetischen Sanierung) sowie im Anhang 3 beschrieben, nachfolgend sind sie noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Grafik 32: Modul 3, AB Haase

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dämmung der Außenwände</b> (20 cm WDVS aus Mineralschaum WLG 045 bzw. 20 cm Außendämmung WLG 040 mit Holzverschalung)</li> <li>• <b>Perimeterdämmung</b></li> <li>• <b>Fenster austausch</b> (Holzfenster mit Dreifachverglasung)</li> <li>• <b>Dämmung des Daches</b> (20 cm Aufsparrendämmung WLG 040)</li> </ul> <p>⇒ ~ 40 % Einsparung im Altbau ⇒ ~ 15 % Einsparung im Neubau</p>			<p><b>IST-ZUSTAND</b></p>  <p>Heizenergieverbrauch: ~ 4.100 kWh Öl (Altbau) ~ 74.600 kWh Holz (Altbau) ~ 52.100 kWh Flüssiggas (Neubau) ~ 23.100 kWh Holz (Neubau) Primärenergie (Heizung): ~ 81.400 kWh CO<sub>2</sub>-Emission (Heizung): ~ 16.000 kg/a Heizkosten (2008): ~7.800 €</p>		
Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten
2-3	~135.000 €	~ 42.600 kWh/a	~ 17.000 kWh/a	~ 2.800 kg/a	~ 2.150 €/a

Die angegebenen Einsparungen beziehen sich auf den Ist-Zustand. Wird das Nahwärmenetz „Unteres Dorf“ vorher erweitert und die Gasheizung ersetzt, sind die Einsparungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energiekosten durch die Dämmmaßnahmen geringer.

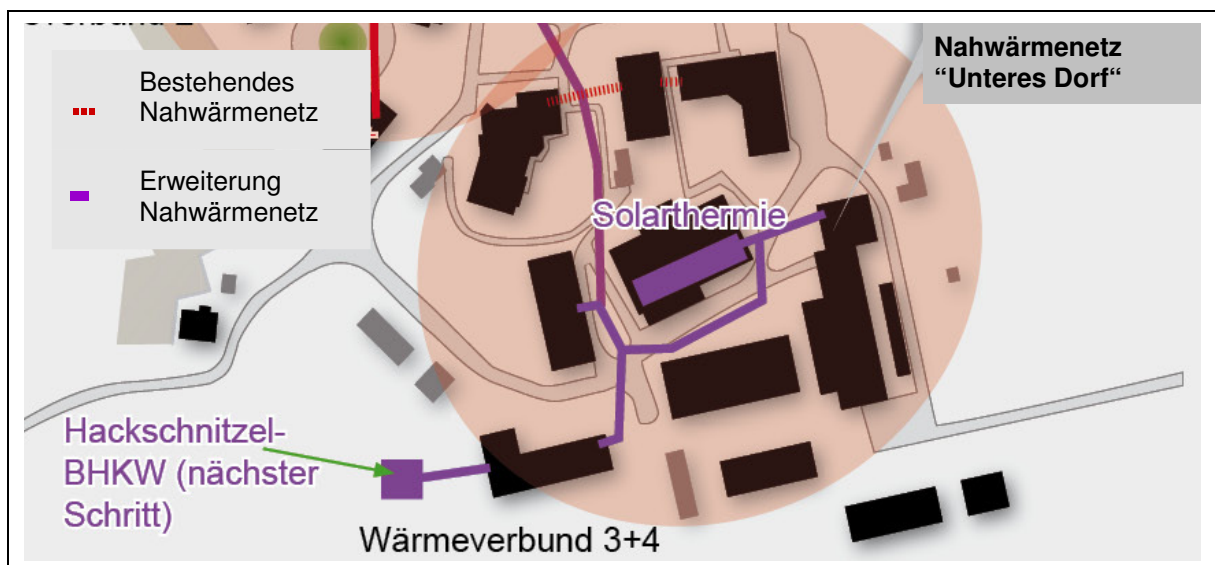
Auf Grund des Umfanges des Vorhabens im Bereich des Altbaues sollte hier zeitgleich außerdem eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingebaut werden. Dies ist bei oben genannten Kosten und Einsparungen jedoch noch nicht berücksichtigt.

**2.7.4. Modul 4: Bau Hackschnitzel-BHKW's und Erweiterung des Nahwärmenetzes „Unteres Dorf“**

Für den Bereich des „Unteren Dorfes“ ist der Bau eines BHKW's zur gleichzeitigen Gewinnung von Strom und Wärme aus Hackschnitzel geplant. Zur Trocknung der Hackschnitzel soll eine kleine Trocknungshalle errichtet werden, welche mit einem kleinen Teil der Abwärme, der sonst nicht genutzten Motorabwärme, des BHKW's betrieben wird.

Im 1. Abschnitt soll ein Nahwärmenetz zwischen „Werkstattgebäude“ (Nr.15), „Bäckerei/Käserei (Nr.13/14), der „Neuen Tenne“ (Nr.12) und den aktuell in Planung befindlichen Gebäuden, „Neue Metallwerkstatt“ (Nr.N6) und „Neue Dorfmeisterei“ (Nr.N7), errichtet werden. In einem zweiten Schritt soll die Vernetzung zum bestehenden Nahwärmenetzes erfolgen. Der alte Ölkessel im „Werkstattgebäude“ soll zur Redundanz und zur Abdeckung der Spitzenleistung bestehen bleiben. Die konkrete Planung für dieses Modul soll in Kürze beginnen.

Grafik 33: Modul 4, AB Haase




Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten (ohne Anlagenkosten)
2	~ 220.000 €	~ -76.000 kWh/a	~ 162.000 kWh/a	~ 44.000 kg/a	~ 40.000 €/a

Der durch ein Minus-Zeichen gekennzeichnete Mehrverbrauch an Endenergie kommt durch die Wärmeverluste der Leitungen des Nahwärmenetzes sowie BHKW-Verluste zustande. Die Einsparung bezüglich Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emission sind jedoch immens, da die Produktionsgebäude (Werkstattgebäude, Dorfmeisterei, Bäckerei und Käserei) bisher mit Öl oder Flüssiggas beheizt wurden. Außerdem erzeugt das BHKW ca. 180.000 kWh Strom pro Jahr, was etwa drei Viertel des Stromverbrauchs des Münzingerhofes entspricht. Die oben dargestellt jährliche Energiekosteneinsparung kommt wiederum durch die unterschiedlichen Kosten für die Energieträger, Strom (0,18 €/kWh), Öl (0,077 €/kWh), Flüssiggas (0,083 €/kWh), Hackschnitzel (0,03 €/kWh), zustande. Die tatsächliche Kosteneinsparung wird jedoch durch die Abschreibung der Anlage (Lebensdauer maximal acht Jahre) und zusätzliche Personalkosten gemindert.

**2.7.5. Modul 5: Wärmerückgewinnung im Bereich von Bäckerei / Käserei (Nr.13 /14)**

Die Möglichkeiten zur Wärmerückgewinnung in diesem Bereich wurden bereits im Abschnitt 2.5.6. beschrieben, nachfolgend sind sie noch einmal zusammengefasst dargestellt.


Grafik 34: Modul 5, AB Haase

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rückgewinnung der Abwärme des Spülwassers von Spül- und Melkmaschine zur Vorerwärmung des Spül- bzw. Warmwassers</b></li> <li>• <b>Nutzung der Backofenabwärme</b></li> <li>• <b>Einbindung in den Wärmeverbund „Unteres Dorf“</b></li> <li>• <b>Umstellung der Prozesswärme der Käserei von Strom auf Nahwärme</b></li> </ul>												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Priorität</th> <th>Investitions-kosten (brutto)</th> <th>Einsparung Endenergie</th> <th>Einsparung Primärenergie</th> <th>Einsparung CO<sub>2</sub>-Emission</th> <th>Einsparung Energiekosten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2-3</td> <td>~ 5.000 €</td> <td>~ 10.000 kWh/a</td> <td>~ 2.000 kWh/a</td> <td>~ 350 kg/a</td> <td>~ 300 €/a</td> </tr> </tbody> </table>	Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten	2-3	~ 5.000 €	~ 10.000 kWh/a	~ 2.000 kWh/a	~ 350 kg/a
Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten							
2-3	~ 5.000 €	~ 10.000 kWh/a	~ 2.000 kWh/a	~ 350 kg/a	~ 300 €/a							

**2.7.6. Modul 6: Einbau eines Allesbrenners im Betriebsgebäude der Gärtnerei (Nr.3) und Errichtung eines Nahwärmenetzes „Gärtnerei“**

Die Möglichkeiten zur Nutzung passiver Solarwärme im Bereich der Gärtnereien wurden bereits im Abschnitt 2.5.3. beschrieben. Außerdem sollten die nicht gut auf die Gebäudefunktion zugeschnittene Ölheizung (Baujahr 1998) des Betriebsgebäudes (Nr.3) und das erneuerungsbedürftige Heizsystem (Baujahr 1998) des Gewächshauses (Nr.5) ersetzt werden. Auch die Beheizung des im Bau befindlichen Gewächshauses (Nr.N5) sollte langfristig von Öl auf Holz umgestellt werden. Das Modul 6 sieht daher folgende Maßnahmen vor:

Grafik 35: Modul 6, AB Haase

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Einbau eines Allesbrenners im Betriebsgebäude der Gärtnerei (Nr.3)</b> (So können neben Hackschnitzeln und Stückholz z.B. auch Sägespäne aus der Holzwerkstatt verbrannt werden.)</li> <li>• <b>Errichtung eines Nahwärmenetzes</b> (Vernetzung der beheizten Gebäude der Gärtnerei)</li> </ul>												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Priorität</th> <th>Investitions-kosten (brutto)</th> <th>Einsparung Endenergie</th> <th>Einsparung Primärenergie</th> <th>Einsparung CO<sub>2</sub>-Emission</th> <th>Einsparung Energiekosten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>~ 45.000 €</td> <td>~ -10.000 kWh/a</td> <td>~ 91.000 kWh/a</td> <td>~ 27.000 kg/a</td> <td>~ 3.700 €/a</td> </tr> </tbody> </table>	Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten	3	~ 45.000 €	~ -10.000 kWh/a	~ 91.000 kWh/a	~ 27.000 kg/a
Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten							
3	~ 45.000 €	~ -10.000 kWh/a	~ 91.000 kWh/a	~ 27.000 kg/a	~ 3.700 €/a							

Der durch ein Minus-Zeichen gekennzeichnete Mehrverbrauch an Endenergie kommt durch die Wärmeverluste der Leitungen des Nahwärmenetzes zustande. Die Einsparung bezüglich Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emission sind jedoch immens, da die Gärtnereigebäude bisher mit Öl beheizt wurden. Die oben dargestellte jährliche Energiekosteneinsparung kommt wiederum durch die unterschiedlichen Kosten für Öl (0,077 €/kWh) und Hackschnitzel (0,03 €/kWh) zustande.



**2.7.7. Modul 7: Abriss des „Michaelihauses“ (Nr.9) und Bau eines neuen Wohnhauses (Nr.N4)**


Im Abschnitt 2.3. wurden Maßnahmen zur Generalsanierung des Michaelihauses vorgeschlagen. Da das vorhandene Gebäude jedoch auch räumliche und funktionale Mängel aufweist und seitens des Münzingerhofes der Wunsch zur Nachverdichtung besteht, ist jedoch der Abriss des „Michaelihauses“ (Nr.9) und Bau eines „Neuen Michaelihauses“ (Nr.N4) die favorisierte Variante. Im Kapitel 2.4. wurde bereits auf Standards für zukünftige Neubauten eingegangen, an dieser Stelle seien sie noch einmal zusammengefasst:

Grafik 36: Modul 7, AB Haase

- **Abriss des „Michaelihauses“ (Nr.9)**
- **Bau des „Neuen Michaelihauses“ (Nr.N4)**  
als Passivhaus mit folgenden Grenz-U-Werten:

Bauteil		U-Wert
Außenwände	AW	< 0,15 / 0,10 W/m²K*
Oberste Geschossdecke / Dachschräge / Flachdach	DA/FD	< 0,15 / 0,10 W/m²K*
Bodenplatte / Kellerdecke	BP/KD	< 0,15 / 0,10 W/m²K*
Fenster	FE	< 0,8 W/m²K

\* Anforderungs-U-Wert < 0,15 W/m²K, abhängig von Gebäudegeometrie (z.B bei freistehenden Gebäuden) ist ggf. niedrigerer Wert erforderlich



Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten
3	k.A.	~ 40.000 kWh/a	~ 8.000 kWh/a	~ 1.400 kg/a	~ 1.000 €/a

Zu den Investitionskosten können erst Aussagen getroffen werden, wenn die Planung konkretisiert ist. Um Angaben zur Energieeinsparung, Einsparung CO<sub>2</sub>-Emission, Einsparung Energiekosten machen zu können, wurden folgende Annahmen getroffen:

- Größe : Beheiztes Volumen  $V_e$ : 1.700 m<sup>3</sup>  
Geschossfläche GF: 2 x 270 m<sup>2</sup>
- Anzahl der Bewohner: ca. 9 Personen


**2.7.8. Modul 8: Energetische Sanierung „Buchenhaus“ (Nr.17)**

Die baulichen Maßnahmen dieses Modules wurden bereits im Abschnitt 2.3. (Empfehlung baulicher Maßnahmen zur energetischen Sanierung) beschrieben, nachfolgend sind sie noch einmal zusammengefasst dargestellt. Außerdem wird vorgeschlagen die Beheizung mit Flüssiggas-Einzelöfen bzw. Strom durch einen Holzkessel zu ersetzen.

Grafik 37: Modul 8, AB Haase

- **Dämmung der Außenwände** (20 cm WDVS, WLG 045)
- **Perimeterdämmung**
- **Fenster austausch** (Holzfenster mit Dreifachverglasung)
- **Dämmung des Daches** (30 cm Zwischen-/ bzw. Aufsparrendämmung WLG 040)
- **Installation Holzkessel**  
⇒ ~ 76 % Einsparung

**IST-ZUSTAND**



Heizenergieverbrauch:  
~ 29.000 kWh Flüssiggas  
~ 2.000 kWh Strom (geschätzt)  
Primärenergie (Heizung):  
~ 32.000 kWh  
CO<sub>2</sub>-Emission (Heizung):  
~ 7.900 kg/a  
Heizkosten (2008):  
~ 3.100 €

Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten
3	~ 53.000 €	~ 24.000 kWh/a	~ 30.600 kWh/a	~ 7.900 kg/a	~ 2.900 €/a

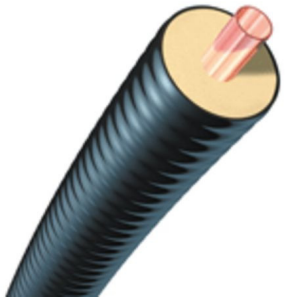
Außerdem ist bei Planungsfortschritt zu prüfen, ob der Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ökonomisch sinnvoll ist.

**2.7.9. Modul 9: Intelligente Steuerung der Nahwärmenetze**

Zur Verringerung der Leitungsverluste bzw. der Netzlaufzeiten der Nahwärmenetze sind folgende Maßnahmen geplant:

Grafik 38: Modul 9, AB Haase

- **Intelligente Steuerung der Nahwärmenetze**  
durch gepulsten Betrieb
- **Verbinden der Netze des „Oberen Dorfes“ und des „Unteren Dorfes“**  
für den Sommerbetrieb und als Spitzenlast für das „Obere Dorf“




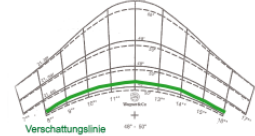
Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten
3	~ 45.000 €	~ 40.000 kWh/a	~ 8.000 kWh/a	~ 1.400 kg/a	~ 1.200 €/a

**2.7.10. Modul 10: Errichtung einer solarthermischen Anlage auf dem Dach des „Werkstattgebäudes“ (Nr.15)**

Die im Abschnitt 2.5.1. dargestellte Prüfung verschiedene Standorte zur Installation solarthermischer Anlagen hat ergeben, dass das Dach des „Werkstattgebäudes“ (Nr.15) besonders geeignet ist.

Grafik 39: Modul 10, AB Haase

- **Errichtung einer solarthermischen Anlage auf dem Dach des „Werkstattgebäudes“ (Nr.15)**  
(Zum aktuellen Planungsstand ist eine Kollektorfläche von 200 m<sup>2</sup> vorgesehen.)
- **Einbindung in den Wärmeverbund „Unteres Dorf“**





Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten
3	~ 100.000 €	~ 70.000 kWh/a	~ 14.000 kWh/a	~ 2.500 kg/a	~ 2.100 €/a

**2.7.11. Modul 11: Optimierung der Kältetechnik der Käserei (Nr.14) und des Käselagers (Nr.13)**

Die Analyse zum Stromverbrauch der Käserei (Nr.14) und des Käselagers (Nr.13) hat ein großes Einsparpotential im Bereich der Kältetechnik ergeben. Die Möglichkeiten zu Verbesserungen in diesem Bereich wurden bereits im Abschnitt 2.5.6. beschrieben, nachfolgend sind sie noch einmal zusammengefasst dargestellt:

Grafik 40: Modul 11, AB Haase


<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ersatz der Kältetechnik durch neue Kältemaschinen</b> mit besserem Wirkungsgrad</li> <li>• <b>Nutzung der Abwärme der Kältetechnik</b></li> </ul>					
					
Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten
4	ca. 7.000 €	ca. 5.000 kWh/a	ca. 350 kWh/a	ca. 100 kg/a	ca. 900 €/a

Die oben dargestellte Einsparung von Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emission ist so gering, weil der Münzinhof aktuell Öko-Strom bezieht. Global betrachtet wird durch die genannten Maßnahmen jedoch "Strom-mix" eingespart, so dass gesamtheitlich jährlich ca. 13.000 kWh Primärenergie weniger benötigt werden und sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 3.000 kg/a reduzieren.

**2.7.12. Modul 12: Maßnahmen zur Stromeinsparung**

Die Bestandsanalyse zum Stromverbrauch des Münzinhofes (vgl. auch Abschnitt 1.2.6. sowie Anhang 4 und 5) hat ergeben das vor allem in dem Bereich Beleuchtung ungewöhnlich viel Strom verbraucht wird. Detaillierte Hinweise zum Stromsparen befinden sich auf den Datenblättern der jeweiligen Gebäude, nachfolgend sind sie noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Grafik 41: Modul 12, AB Haase

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Allmählicher Ersatz der Leuchtmittel durch Energiesparlampen und effiziente Leuchtstoffröhren</b></li> <li>• <b>Ersatz von Kühl- und Gefriergeräte mit hohen Verbräuchen</b></li> <li>• <b>Energiebewusstes Nutzerverhalten insbesondere in den Bereichen Geschirrspülen, Waschen &amp; Trocknen</b></li> </ul>					
					
Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten
1-4	ca. 20.000 €	ca. 55.000 kWh/a	ca. 3.800 kWh/a	ca. 950 kg/a	ca. 9.800 €/a


Die oben dargestellte Einsparung von Primärenergie und CO<sub>2</sub>-Emission ist so gering, weil der Münzinhof aktuell Öko-Strom bezieht. Global betrachtet wird durch die Maßnahmen jedoch "Strom-mix" eingespart, so dass gesamtheitlich jährlich ~ 143.000 kWh Primärenergie weniger benötigt werden und sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen um ~ 33.000 kg/a reduzieren.

**2.7.13. Modul 13: Energetische Sanierung bzw. Abriss und Neubau „Altes Haus“ (Nr.6) sowie eines „Kommunalen Zentrums“ (Nr.N3)**

Wie im Abschnitt 1.2.3 (Erfassung des Gesamt-Gebäudezustandes) beschrieben, kommt für das „Altes Haus“ (Nr.6) sowohl eine Generalsanierung als auch Abriss und Neubau in Betracht. Auf Grund der niedrigen Raumhöhen, der schwierigen Fluchwegsituation sowie derzeit vorhandener Barrieren ist jedoch ein Abbruch und Gebäudeneubau die zu favorisierende Lösung.

Sollte sich der Münzinghof dennoch für eine Generalsanierung entscheiden, sind die Sanierungsmaßnahmen bereits im Kapitel 2.3. beschrieben. Nachfolgend sind Maßnahmen und dadurch erreichbare Einsparungen noch einmal zusammengefasst dargestellt.

Grafik 42: Modul 13, AB Haase

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Dämmung der Außenwände</b> (20 cm WDVS aus Mineralschaum WLG 045)</li> <li>• <b>Perimeterdämmung</b></li> <li>• <b>Fenster austausch</b> (Holzfenster mit Dreifachverglasung)</li> <li>• <b>Dämmung des Daches</b> (30 cm Zwischen-/ bzw. Aufsparrendämmung WLG 040)</li> <li>• <b>Dämmung der Bodenplatte</b> (12 cm Dämmung WLG 035)</li> </ul> <p>⇒ ~ 63 % Einsparung</p>			<p><b>IST-ZUSTAND</b></p>  <p>Heizenergieverbrauch: ~ 92.000 kWh Öl</p> <p>Primärenergie (Heizung): ~ 101.000 kWh</p> <p>CO<sub>2</sub>-Emission (Heizung): ~ 28.600 kg/a</p> <p>Heizkosten (2008): ~7.200 €</p>		
			<p><b>NACH UMSETZUNG MODUL 1</b></p> <p>Heizenergieverbrauch: ~ 92.000 kWh Hackschnitzel</p> <p>Primärenergie (Heizung): ~ 18.400 kWh</p> <p>CO<sub>2</sub>-Emission (Heizung): ~ 3.200 kg/a</p> <p>Heizkosten: ~2.800 €</p>		
Priorität	Investitions-kosten (brutto)	Einsparung Endenergie	Einsparung Primärenergie	Einsparung CO <sub>2</sub> -Emission	Einsparung Energiekosten
3-4	~ 250.000 €	~ 58.000 kWh/a	~ 11.600 kWh/a	~ 2.000 kg/a	~ 1.800 €/a

Durch die dargestellten Maßnahme erfolgt eine Vergrößerung des beheizten Volumens um ca. 400 m<sup>3</sup> im Bereich es Spitzbodens. Ein Ausbau des Spitzbodens sowie andere Maßnahmen zur Verbesserung der räumlichen und funktionalen Situation im Gebäude sind nicht berücksichtigt. Die angegebenen Einsparungen beziehen sich auf den Zustand nach Umsetzung des ersten Moduls. Im Bezug zum Ist-Zustand (Stand 2009) sind die Einsparungen der CO<sub>2</sub>-Emissionen und Energiekosten durch die Dämmmaßnahmen deutlich höher.

Auf Grund des Umfanges des Vorhabens sollte hier zeitgleich außerdem eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingebaut werden. Dies ist bei oben genannten Kosten und Einsparungen jedoch noch nicht berücksichtigt.

Sollte sich der Münzinghof für Abriss und Neubau entscheiden, so besteht die Möglichkeit das Dach des neuen Gebäudes so auszurichten, dass die Installation einer Solaranlage möglich ist. Der Neubau sollte entsprechend der im Kapitel 2.4. definierten Standards für zukünftige Neubauten als Passivhaus umgesetzt werden. Gleiches gilt für den Neubau eines „Kommunalen Zentrums“, den die Lebensgemeinschaft angrenzend an das „Alte Haus“ zu errichten plant.

## 2.8. Zusammenfassung weiterer Maßnahmen zur Senkung des Energiebedarfes

### Ideensammlung weiterer gering- bis mittelinvestiven und organisatorischen Maßnahmen

Die Erarbeitung des Energiekonzeptes, dessen Vorstellung und Diskussion in der Dorfgemeinschaft, intensivierte die Beschäftigung mit der Thematik „Möglichkeiten der Energieeinsparung“ nicht nur innerhalb des Ökologiearbeitskreises. Es entstand eine Ideensammlung, welche erweitert werden kann und soll, mit weiteren gering- bis mittelinvestiven und organisatorischen Maßnahmen zur Energieeinsparung.

Tabelle 6: Gering- bis mittelinvestive und organisatorische Maßnahmen, Lebensgemeinschaft Münzinghof e.V.

Maßnahmen zur Stromersparung	Maßnahmen zur Einsparung von Heizenergie
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Veraltete Heizungspumpen durch Energiesparpumpen ersetzen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand: 15 Mann-Stunden</li> <li>➢ Investition: 2000 Euro</li> <li>➢ jährliche Energie- und Kostenersparnis: 5000 – 10 000 kWh Strom; 650 – 1300 Euro</li> </ul> </li> <li>❖ Bewegungsmelder in den Lagerräumen der Werkstätten Rechenbeispiel Holzwerkstatt                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand: 10 Mann-Stunden</li> <li>➢ Investition: 300 Euro</li> <li>➢ jährliche Energie- und Kostenersparnis: 500 – 700 kWh Strom; 70 – 100 Euro</li> </ul> </li> <li>❖ EDV-Server wenn möglich nachts und am Wochenende abschalten. Bei 40% weniger Standbyzeit                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand: muss für Nacht- und Wochenendarbeit von Hand hochgefahren werden</li> <li>➢ Investition: keine bis gering</li> <li>➢ Jährliche Energie- und Kostenersparnis: 1300 kWh Strom; 150 Euro</li> </ul> </li> <li>❖ EDV-Server mit Energiesparteknik („Green IT“) ausrüsten, im Zuge einer Modernisierung bzw. eines Ersatzes                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand: kein bis wenig zusätzlicher Arbeitsaufwand</li> <li>➢ Investition: nachfragen (wie viel teurer ist „Green IT als „normal“?)</li> <li>➢ Jährliche Energie- und Kostenersparnis bei 70% Einsparung: 2250 kWh Strom; 290 Euro</li> </ul> </li> <li>❖ Werkstattbeleuchtungen mit Elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) nachrüsten. Beispiel Holz + Metallwerkstatt                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand: 34 Mann-Stunden</li> <li>➢ Investition: 550 Euro</li> <li>➢ Jährliche Energie- und Kostenersparnis: 1600 bis 1800 kWh Strom; 210 bis 240 Euro</li> <li>➢ Zusatznutzen: bessere Lichtqualität - flackerfrei</li> </ul> </li> <li>❖ Beleuchtung im Flur des WfbM-Gebäudes Lichtschtaltung ändern (volle Beleuchtung nur wenn gereinigt wird, sonst auf halbe Beleuchtung sperren)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand: 10 Mann-Stunden</li> <li>➢ Investition 30 bis 100 Euro</li> <li>➢ Jährliche Energie- und Kostenersparnis: 400 bis 500 kWh; 50 bis 65 Euro</li> </ul> </li> <li>❖ Gärtnerei – Kühlraum für Tulpen im Betriebsgebäude optimieren, evtl. im Winter direkt mit kalter Außenluft kühlen, oder Schnee in den Kühlraum schaffen.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand und Investition: Varianten näher untersuchen</li> <li>➢ Jährliche Energie- und Kostenersparnis: 300 bis 1500 kWh Strom; 36 bis 200 Euro</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Hydraulischer Abgleich aller Heizungsanlagen, voreinstellbare Ventileinsätze nachrüsten, wo Einstellmöglichkeit fehlt.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand: 100 bis 200 Mann-Stunden</li> <li>➢ Investition: 1000 bis 2000 Euro</li> <li>➢ jährliche Energie- und Kostenersparnis: 10 000 – 50 000 kWh Wärme</li> <li>➢ 500 – 5000 kWh Strom; 600 – 3000 Euro</li> <li>➢ Zusatznutzen: bessere Wärmeverteilung und/oder weniger Strömungsgeräusche in der Heizanlage</li> </ul> </li> <li>❖ Heizungs-Regeltechnik in BH/AH/Alte Tenne sanieren: Fußbodenheizungen mit witterungs- und/oder raumtemperaturgeführter Regelung nachrüsten, Heizkreis BH Neubau Schalthuhrfunktion reparieren Wärmeverteilung Bauernhaus &lt;-&gt; AH &lt;-&gt; Alte Tenne optimieren                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand: 80 bis 150 Mann-Stunden</li> <li>➢ Investition: 300 bis 1500 Euro</li> <li>➢ Jährliche Energie- und Kostenersparnis: 5000 bis 20 000 kWh Wärme; 300 bis 1200 Euro</li> <li>➢ Zusatznutzen: Zusammen mit hydraulischen Abgleich werden permanent zu kalte Zonen (Alte Tenne, Bauernhaus Neubau) besser beheizt.</li> </ul> </li> <li>❖ Gasraumheizer im Holzhaus mit Schaltuhren nachrüsten zum Absenken außerhalb der Nutzungszeiten: Beispiel Hausmeisterei mit Meisterbox und Holzverarbeitung (3 Öfen):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Arbeitsaufwand: 7 Mann-Stunden</li> <li>➢ Investition: ca. 50 bis 100 Euro</li> <li>➢ Jährliche Energie- und Kostenersparnis: 3000 bis 6000 kWh Wärme; 180 bis 360 Euro</li> </ul> </li> <li>❖ Dezentrale Lüftungsanlagen in Nassräume (Bäder, Duschbäder) oder Waschküchen/Wäschetrocknräumen mit oder ohne Wärmerückgewinnung (WRG) nachrüsten.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Investition: ca. 50 bis 100 Euro pro Raum ohne WRG</li> <li>➢ ca. 400 bis 800 Euro pro Raum mit WRG</li> <li>➢ Energie- und Kostenersparnis: 200 bis 2000 kWh Wärme pro Raum</li> <li>➢ 12 bis 120 Euro pro Raum</li> <li>➢ grobe Schätzungen, abhängig von Gegebenheiten, Wirtschaftlichkeit muss im Einzelfall überprüft werden!</li> <li>➢ Zusatznutzen: Vermeidung von Schimmel, mehr Komfort.</li> </ul> </li> <li>❖ Heizungsleitungen in unbeheizten Räumen dämmen.</li> </ul>

Fortsetzung Tabelle 6: Gering- bis mittelinvestive und organisatorische Maßnahmen, Lebensgemeinschaft Münzinghof e.V.

Maßnahmen zur Stromeinsparung	Maßnahmen zur Einsparung von Heizenergie
<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Strom-Spitzen vermeiden, durch organisatorische und/oder investive Maßnahmen</li> <li>❖ Schalter beschriften im Saal, im Foyer etc.               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ damit nur die Beleuchtungsgruppen eingeschaltet werden die benötigt werden</li> <li>➢ und durch das vermiedene An- und Ausschalten die Lampen-Lebensdauer verlängert wird.</li> </ul> </li> <li>❖ Straßen- und Wegebeleuchtung verbessern. Problem: Die Lebensgemeinschaft hat mit den „Kugelleuchten“ aus Opalglas eines der uneffizientesten Straßenbeleuchtungsmöglichkeiten überhaupt ausgewählt. Zusammen mit dem großen Abstand der Leuchten und Verschattung durch Sträucher und Schuppendächer ergibt das an einigen Stellen eine nicht ausreichende Beleuchtung. Und das bei 4000 kWh/Jahr Stromverbrauch und 500 Euro/Jahr Stromkosten.               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Bei der Auswahl künftiger Beleuchtungssysteme auf Energieeffizienz und ausreichende Beleuchtung der Wege achten!</li> <li>➢ Evtl. die vorhandenen Mastaufsatzleuchten vom Typ Kugel durch effizientere ersetzen. Varianten müssen noch untersucht werden.</li> </ul> </li> <li>❖ Beleuchtungen in Fluren und Treppenhäusern näher anschauen: Helligkeit ausreichend? Leuchten ersetzen durch solche für Energiesparlampen? Ca. ein Drittel des Stromverbrauches in den Häusern und Werkstätten entfällt auf Beleuchtung!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Vorhandene Nahwärmeleitungen Steuerung optimieren, um Wärmeverluste zu verringern. Beispiel HEU &lt;-&gt; Neues Haus:               <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Investition: 200 bis 800 Euro</li> <li>➢ Jährliche Energie- und Kostenersparnis: 3000 bis 5000 kWh Wärme; 100 bis 300 Euro</li> </ul>               Möglichkeiten bei den vorhanden und künftigen Nahwärmeverbindungen untersuchen.             </li> </ul>

Version vom 5.04.2010

Die Dorfgemeinschaft möchte die Maßnahmen, die bei wenig Investition und Arbeitsaufwand eindeutig Energie- und Kostenersparnis bringen, möglichst sofort umsetzen.

### Weitere Maßnahmen nach Umsetzung der Module und oben beschriebener kleiner Maßnahmen

Die Lebensgemeinschaft Münzinghof e.V. verfolgt das Ziel, die im Kapitel 2.7. vorgeschlagenen Module bis 2020 zu realisieren. Darüber hinaus sind weitere Energieeinsparungen möglich. So sollten z.B. die Gebäude, die in den neunziger Jahren erbaut wurden, spätestens dann eine bessere Dämmung und neue Fenster erhalten, wenn ohnehin Reparaturarbeiten bzw. ein Austausch der entsprechenden Bauteile nötig werden. Zu mindestens bei Häusern, wo im Inneren größere Umbauten vorgenommen werden, sollten Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung eingebaut werden. So wird Heizenergie einspart und der Wohnkomfort erhöht. Außerdem sollten die Möglichkeiten der Energiegewinnung aus Abfällen, wie z.B. der Bau einer Anlage zur hydrothermalen Karbonisierung, weiterverfolgt und unter Berücksichtigung technischer Neuerungen realisiert werden. Ebenso könnten weitere solarthermischer Anlagen bzw. Photovoltaikanlagen auf hierfür geeigneten Dächern, gerade auch auf Gebäudeneubauten, zur Solarenergienutzung installiert werden.



## D FAZIT

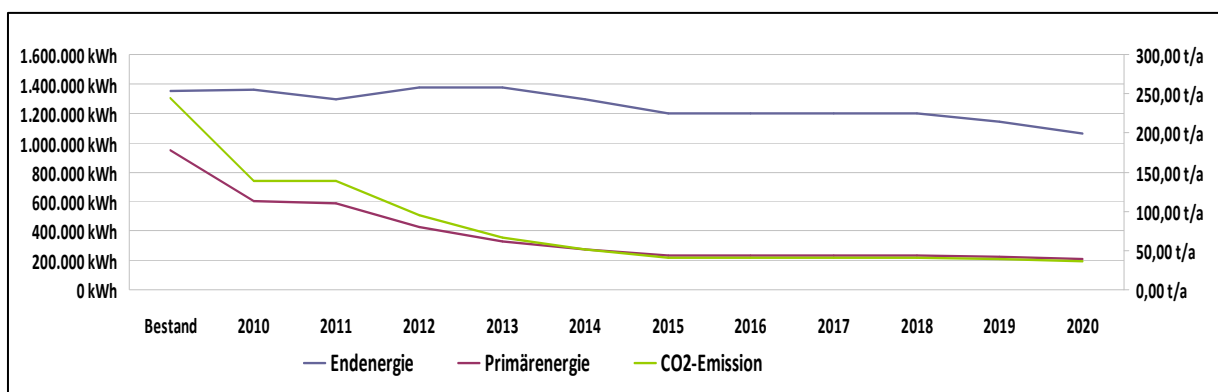
Zusammenfassend soll eine Bewertung der Ergebnisse des Projektes anhand der gestellten Hauptziele,

- Reduzierung von Endenergie- und Primärenergiebedarfes sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen (als ökologisches Schutzziel)
- Verringerung der Energiekosten (als ökonomisches Schutzziel)
- Steigerung der Wohn- und Arbeitsplatzqualität und -sicherheit (als soziales Schutzziel), erfolgen.

### Reduzierung von Endenergie- und Primärenergieverbrauch sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die Dorfgemeinschaft Münzinghof e.V. beabsichtigt die im Abschnitt 2.7. beschriebenen Module sukzessive bis zum Jahr 2020 umzusetzen. Die nachfolgende Grafik zeigt wie sich Jahr für Jahr Endenergie- und Primärenergieverbrauch sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren.

Grafik 43: Reduzierung von Endenergie- und Primärenergieverbrauch sowie der CO<sub>2</sub>-Emissionen, AB Haase



**Durch die Maßnahmen zur Stromeinsparung und die Installation eines Blockheizkraftwerkes ist es möglich, den jährlichen Netzbezug von derzeit ca. 240.000 kWh Strom auf weniger als ein Zehntel zu reduzieren. Der Energieverbrauch für Heizen und Warmwasserbereitung kann trotz des Neubaus zweier Wohngebäude, eines neuen Gewächshauses und einer Metallwerkstatt sowie einer neuen vergrößerten Dorfmeisterei und mehrerer kleiner Erweiterungen im Bereich der vorhandenen Werkstätten von 1.100.000 kWh auf ca. 1.000.000 kWh Wärme reduziert werden.**

**Da mit Umsetzung der Maßnahmen die Energie nahezu vollständig regenerativ erzeugt wird ist es möglich, den Primärenergieverbrauch um fast 80 % auf ca. 209.000 kWh/a zu senken. Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen sich so von ca. 244 t CO<sub>2</sub> auf 37 t CO<sub>2</sub> reduzieren.**

### Verringerung der Energiekosten

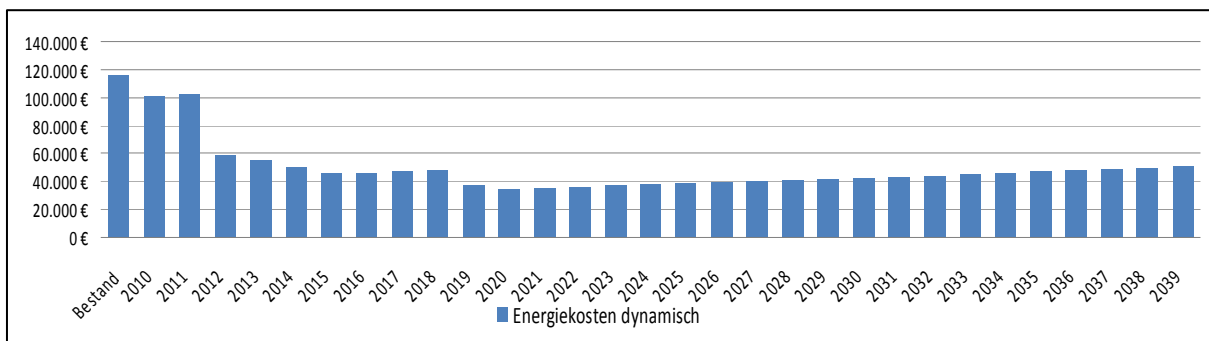
Durch die Maßnahmen lassen sich die Energiekosten für den Münzinghof erheblich reduzieren. Hierzu tragen zum einen die oben zusammengefassten Energieeinsparungen bei. Zum anderen ist es durch die Umstellung auf regenerative Energieträger, vordergründig Hackschnitzel, möglich, die Energie kostengünstiger bereitzustellen. So kostet den Münzinghof 2009 eine kWh Wärme aus Heizöl 7,7 Cent, eine kWh Wärme aus Hackschnitzel jedoch nur 3 Cent. Unter Berücksichtigung der Preise aus dem Jahr 2008 lassen sich durch die Module 1-13 die jährlichen Energiekosten von fast 120.000 € (inkl. Energiekosten für Neuplanungen) auf ca. 28.000 € reduzieren. Dem stehen jedoch höhere Kapital- und Personalkosten zur Umsetzung der Maßnahmen gegenüber.

Die nachfolgende Grafik zeigt, wie sich die Energiekosten schrittweise verringern lassen, wobei hier eine Energiepreissteigerung von 5 % für Öl und Flüssiggas bzw. 2 % für Holz und Strom berücksichtigt ist. Diese Steigerungsraten werden durch den Münzinghof angenommen. Wir würden jedoch eine Steigerungsrate von 7 % für fossile Energieträger und



von 4 % für regenerative Energieträger und Strom annehmen.

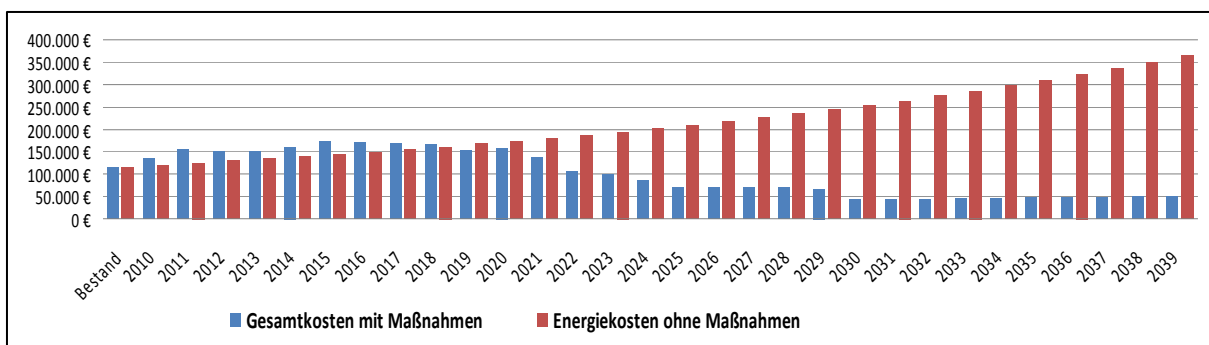
Grafik 44: Energiekosten dynamisch, AB Haase



Im nächsten Diagramm ist die Entwicklung der Gesamtkosten, d.h. Energiekosten plus Investitionskosten, in den folgenden 30 Jahren bei Umsetzung der 13 Module den Energiekosten ohne Maßnahmen gegenübergestellt. Hierbei ist wiederum eine Energiepreissteigerung von 5 % für Öl und Flüssiggas bzw. 2 % für Holz und Strom als auch Finanzierung der Maßnahmen berücksichtigt.

Die Summe der Gesamtkosten mit Maßnahmen bis 2039 beträgt ca. 3.090.000 €, ohne Maßnahmen ergibt sich eine Summe der Energiekosten von ca. 6.660.000 €.

Grafik 45: Vergleich Gesamtkosten mit / ohne Maßnahmen, AB Haase



**Steigerung der Wohn- und Arbeitsplatzqualität und -sicherheit**

Durch Wärmedämmmaßnahmen erhöhen sich die Behaglichkeit und damit der Wohnkomfort in einem Gebäude oft erheblich, weil sich die Oberflächentemperatur der Bauteile deutlich erhöht. Außerdem trägt eine Wärmedämmung zur Verbesserung bzw. Beseitigung einer eventuell vorhandenen Schimmelpilzbildung bei und schützt die Konstruktion des Gebäudes vor Temperaturspannungen und Witterung, was eine höhere Lebensdauer und geringere Unterhaltskosten zur Folge hat. Durch die Minimierung von Luftundichtheiten werden außerdem Zugerscheinungen vermieden, was ebenfalls die Wohn- und Arbeitsqualität erhöht. Die Reduzierung der laufenden Kosten trägt zur Sicherung der Wirtschaftlichkeit des Münzinghofes bei und erlaubt z.B. Investitionen, die zur Verbesserung des Gebäudebestandes bezüglich Funktionalität, Brandschutz und Barrierefreiheit beitragen, sowie in neue Vorhaben.

Das dargestellte Umsetzungsprogramm zur energetischen und ökologischen Modernisierung und Erweiterung der Dorfgemeinschaft Münzinghof zeigt sehr deutlich, wie wichtig eine integrale Planung ist. Es müssen die Möglichkeiten der CO<sub>2</sub>-Reduktion und der baulichen Verbesserungen erkannt und innerhalb eines Projektes konsequent umgesetzt werden. Eine Art energetischer Projektsteuerung ist hierbei hilfreich, die neben den baulichen Möglichkeiten die technischen Energieeinsparmöglichkeiten und Synergieeffekte zwischen verschiedenen Technikkomponenten erkennt und einplant. Des Weiteren sind die Energieaufwendungen und -ströme insgesamt zu betrachten. Alle Wärmeinhalte müssen möglichst „recycelt“ und unter Umständen mehrfach verwendet werden.

## Literaturverzeichnis

- [BB06] BUND LV BREMEN: *Info Wasser sparen*. Broschüre. Bremen. 3. Auflage. 2006
- [FK01] FACHINFORMATIONSZENTRUM KARLSRUHE: *Energiesparen zu Hause*. Broschüre des BINE-Informationsdienst. Eggenstein-Leopoldshafen. Stand 2001
- [FNR06] FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (Hrsg.): *Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung*. Publikation. Gülzow. 3. überarbeitete Auflage. 2006
- [FNR09] FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V.: *Biogas – eine Einführung*. Broschüre. Gülzow. 6. überarbeitete Auflage. Juli 2009
- [FNR10] FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (Hrsg.): *Hydrothermale Carbonisierung*. Gülzower Fachgespräche, Band 33. Publikation. Gülzow. 2010
- [HM05] HESSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, VERKEHR UND LANDESENTWICKLUNG: *Strom effizient nutzen*. Wegweiser für Privathaushalte zur wirtschaftlichen Stromeinsparung ohne Komfortverzicht. Broschüre. Überarbeitete Auflage. 2005
- [Kla06] KLAAS, Angelika: Internetseite Wassergebrauch Wasser.de. URL <http://www.wasser.de/inhalt.pl?tin=&kategorie=2000109&zwischenebenen=0>. 2006
- [KTBL01] KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT E. V. (KTBL): *Energieeinsparung durch Wärmedämmung an der Gewächshaushülle*. Arbeitsblatt. Thalacker Medien. Braunschweig. 2001
- [LZ02] LANDESINITIATIVE ZUKUNFTSENERGIEN NRW: *Der Weg zur Rationellen Energienutzung im Gartenbau*. TOP 10 der Energieeinsparung. Broschüre. Düsseldorf. 2002
- [PHI11] PASSIVHAUSINSTITUT: *Zertifizierung als „Qualitätsgeprüftes Passivhaus“*. Publikation auf Internetseite [www.passiv.de](http://www.passiv.de). Stand 2011
- [SC10] SMARTCARBON: *Naturnahe CO<sub>2</sub>-neutrale „Biokohle“*. Broschüre. Jettingen. 2010
- [TN10] TERRANOVA ENERGY GMBH: *Hydrothermale Karbonisierung*. Broschüre. Düsseldorf. 2010