

# Klimaneutrale Gründerzeithäuser Wege, Potenziale und Umsetzungsmöglichkeiten

K. Reisinger, W. Prause, H. Feix

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 27a/2012

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# Klimaneutrale Gründerzeithäuser Wege, Potenziale und Umsetzungsmöglichkeiten

DI Dr. Klaus Reisinger  
Allplan GmbH

DI Walter Prause, DI Heinz Feix  
Zivilingenieurbüro für Bauwesen

Wien, Mai 2012

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie



# Kurzfassung

## Motivation

Während bei Neubauten bereits in der Entwurfs-, Planungs- bzw. Bauphase energiesparende Maßnahmen berücksichtigt werden, kann die wärmeschutztechnische Verbesserung bei den Altbauten erst im Nachhinein erfolgen. Wirtschaftlich aufwendiger wird dies aber insbesondere dadurch, dass die Fassade selbst aus städtebaulicher bzw. denkmalgeschützer Sicht nicht verändert werden darf.

Es ist daher von der sonst zweckmäßigen Außenwärmedämmung oder Kerndämmung der Gebäudehülle auf eine Innendämmung hin zu planen, die vor allem im Hinblick auf die dadurch verstärkt entstehenden Wärmebrückenwirkungen (Anschluss der Geschoßdecke und Zwischenwände an die Gebäudehülle) zusätzlich baulich-bauphysikalisch behandelt werden muss.

Die Sanierung der Haustechnik ist ein wesentlicher Faktor zur Zielerreichung eines klimaneutralen Gründerzeithauses. Insbesondere durch die Bereitstellung und Verteilung des Wärmebedarfs entstehen in bestehenden Gebäuden hohe Verluste. Somit sind für die Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf ein Minimum, der Einsatz erneuerbarer Energieträger sowie eine effiziente Haustechnik unverzichtbar.

## Inhalte und Zielsetzungen

Ziel dieses Projektes ist es, die effizientesten am Markt verfügbaren technischen Möglichkeiten aufzuzeigen, um Gründerzeithäuser in den unterschiedlichsten Bauformen im Zuge von Sanierungsmaßnahmen in CO<sub>2</sub>-neutrale Objekte zu verwandeln und damit den Boden für die Umsetzung eines gewaltigen Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im Gebäudebereich inner- und außerhalb Österreichs aufzubereiten.

Über einen systematischen Zugang werden zunächst für definierte Gebäudetypen und in weiterer Folge für konkrete Objekte, welche diesen Gebäudetypen zuzuordnen sind, die unterschiedlichen Sanierungskonzepte analysiert und im Anschluss veranschaulicht. Aus diesen Ergebnissen werden jene Maßnahmen für unterschiedliche Gebäudeklassen erarbeitet, bei denen mit geringstem finanziellen Einsatz, bestmögliche Ergebnisse erzielt werden können. Um die Ergebnisse leicht multiplizierbar zu machen wird das Potenzial der CO<sub>2</sub>-Reduktion ermittelt und in weiterer Folge Vorarbeiten für ein Demonstrationsobjekt erarbeitet.

## Methodische Vorgehensweise

Mittels Literaturrecherche, HerstellerInnen- und ExpertInnenbefragungen wurden vorhandene Technologien zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Gründerzeithäusern zusammengetragen und dargestellt.

Mittels Strukturierung üblicher Gebäudeklassen wurden die wesentlichsten Gebäudemerkmale wie z.B. offene oder geschlossen Bauweise, Gebäude mit oder ohne Innenhof, Anzahl der schützenswerten Fassaden von Gründerzeithäusern definiert.

Die Zusammenstellung und Analyse einer Referenzgruppe stellte eine Bestandserhebung dar, um in weiterer Folge die Anwendung unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen zu bewerten.

Die Anwendung verschiedener Sanierungsmaßnahmen an Objekten der Referenzgruppe dient der Potenzialermittlung, der Machbarkeit und der Findung geeigneter Maßnahmenkombinationen. Basierend auf den Ergebnissen der Referenzgruppe wurde das Potenzial von Sanierungsmaßnahmen des Gründerzeitbestands für Wien, Österreich und der Donauländer erhoben. Zwei Workshops verbreiteten die Projektergebnisse an die Zielgruppen. Am Ende des Projektes wurde die Machbarkeit von Sanierungsmaßnahmen anhand dreier Objekte für eine potenzielle Sanierung demonstriert.

## **Ergebnisse**

In städtischen Gebieten wurden bisher energetische Sanierungsmaßnahmen oftmals nur teilweise durchgeführt, da vor allem in Stadtkernen Gebäude in sogenannten Schutzzonen liegen. Das Voranbringen von Sanierungsmaßnahmen scheiterte bei Gründerzeithäusern vielfach durch jene hohen Aufwendungen bzw. Bestimmungen, die in Verbindung mit der Erhaltung von historischen, denkmalgeschützten Fassaden standen.

Das Ziel klimaneutraler Gründerzeitgebäude kann durch die Senkung des Energieverbrauchs sowie der Bereitstellung des verbleibenden Energiebedarfs durch erneuerbare Energieträger erreicht werden.

Grundsätzlich können eine Vielzahl an Sanierungsmaßnahmen auf Gründerzeitgebäude angewendet werden. In der Praxis gibt es unterschiedliche Rahmenbedingungen, welche die Anwendung dieser Technologien auf Gründerzeitobjekte einschränkt. Aus bautechnischer Sicht, muss in vielen Fällen eine Innenwärmedämmung aus denkmalgeschützer Sicht angewendet werden. Aus haustechnischer Sicht steht ebenfalls eine Vielzahl an Möglichkeiten für eine Sanierung zur Verfügung. Der Einsatz erneuerbarer Energieträger wird in Gründerzeitgebäuden in erster Linie durch den Flächenbedarf dieser Technologien begrenzt. Die betrachteten Gründerzeitgebäude weisen einen durchschnittlichen Heizwärmebedarf von rund 128 kWh/m<sup>2</sup>a auf. Um Gründerzeitgebäude anhand der baulichen Gegebenheiten zu definieren wurden Gebäudeklassen definiert. Aus den Ergebnissen der Referenzgruppe ist ersichtlich, dass der durchschnittliche Heizwärmebedarf der betrachteten Objekte in den definierten Gebäudeklassen sehr homogen ist. In erster Linie ist dieser von den baulichen Gegebenheiten der jeweiligen Objekte abhängig. Im Zuge vorangegangener Sanierungen wurden teilweise bereits vereinzelt wärmetechnische Verbesserungen an Gründerzeitgebäuden durchgeführt, wodurch sich stärkere Abweichungen zwischen den Objekte ergeben. Vergleicht man eine idente Sanierung zwischen Straßen und Hoffassaden so ergeben sich nur geringfügige Abweichungen der Ergebnisse innerhalb der Referenzgruppe. Aus den Erkenntnissen ergeben sich jedoch höhere Potenziale in der thermischen Verbesserung der Innenhoffassadenflächen, da diese

üblicherweise als glatte Fassaden ausgeführt sind. In Gründerzeitgebäuden sind typischerweise Kastenfenster eingebaut. Befindet sich ein Gebäude nicht unter Denkmalschutz oder innerhalb einer Schutzzone, so kann ein Fenstertausch in Betracht gezogen werden. Bei denkmalschützenden Anforderungen ist oftmals nur eine Sanierung der Fenster möglich.

Die Betrachtung von Einzelsanierungsmaßnahmen auf den Gebäudebestand zeigt, dass im Zuge einer Sanierung der Wärmedämmung der Außenwandflächen die wichtigste Rolle zukommt. Bei Standardsanierungen sind damit bereits Einsparungen von rund 38% des Heizwärmebedarfs zu erzielen. Wie die Ergebnisse der Referenzgruppe veranschaulichen, ist eine Innenwärmedämmung in mehr als 80% der Objekte an der Straßenfassade erforderlich. Die Fassadenflächen in den Innenhöfen sind meist abgeräumt, wodurch in diesen Fällen meist eine Außenwanddämmung eingesetzt werden kann. Eine Erhöhung des Dämmstandards und der Einsatz mechanischer Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung zeigen, dass auch im Gründerzeitbestand eine Reduktion des Heizwärmebedarfs um 77% möglich ist.

Eine ausschließliche Erneuerung der Wärmebereitstellung und Verteilung in bestehenden Gründerzeitgebäuden unter Anwendung erneuerbarer Energieträger ermöglicht die Reduktion klimarelevanter Treibhausgasemissionen für die Wärmebereitstellung um 60%. Im Zuge einer ganzheitlichen, ökologischen Sanierung kann der jährliche Emissionsausstoß für die Wärmeversorgung in Gründerzeitgebäuden um 86% gesenkt werden.

Die Anwendung des systematischen Ansatzes auf Demonstrationsobjekte verdeutlicht in erster Linie die Machbarkeit der betrachteten Maßnahmen. Anhand von 3 ausgewählten Objekten wurde die Machbarkeit der erarbeiteten Maßnahmenkombinationen demonstriert. Eine Kostenerhebung der Sanierungsvarianten ermöglicht die ökologische Bewertung anhand der Wirkungseffizienz sowie der ökonomischen Bewertung anhand der Investitionskosten für die einzelnen Maßnahmenkombinationen. Aus ökologischer Sicht ergibt sich die höchste Wirkungseffizienz durch eine ökologisch ambitionierte Sanierung. Diese Variante bietet somit die höchsten Einsparungen des eingesetzten finanziellen Kapitals. Betrachtet man rein die Investitionskosten so bietet die Standardsanierung die geringsten Investitionskosten.

Eine Hochrechnung der Ergebnisse für Gründerzeitgebäude auf Wien zeigt, einen endenergetischen Anteil von rund 50% des Raumwärmebedarfs privater Haushalte in Wien. Österreichweit wird der endenergetische Anteil auf 16% und in den Donauländern auf rund 14% geschätzt. Durch die Sanierung von Gründerzeitgebäuden kann damit ein großer Beitrag zur Senkung von Treibhausgasemissionen und der Erfüllung von Klimaschutzzielen geleistet werden.

Das Projektziel einer klimaneutralen Energieversorgung für die Wärme- und Warmwasserbereitstellung kann durch diese Maßnahmen nicht gänzlich erreicht werden. Je nach Sanierungsgrad kann in der Referenzgruppe eine Reduktion treibhausgasrelevanter Emissionen um bis zu 86% erzielt werden. Durch eine Kompensation dieser Emissionen mittels Klimaschutzzertifikaten kann dennoch das Ziel der Klimaneutralität erreicht werden.

## **Ausblick und Empfehlungen**

Die Ergebnisse dieses Projektes zeigen die Möglichkeiten und Potenziale verfügbarer Technologien für die Sanierung von Gründerzeitgebäuden. In derzeitigen Sanierungen von Gründerzeitgebäuden standen meist Einzelsanierungsmaßnahmen im Vordergrund. Da eine Sanierung von Baudenkmalern jedoch kein Standardprodukt ist, bedarf es in den meisten Fällen einer detaillierten Planung der Sanierungsmaßnahmen. Anhand des systematischen Ansatzes können somit abgestimmte Lösungen für zukünftige Sanierungen von Gründerzeitgebäude angeboten werden. Durch die systematische Kombination einzelner Maßnahmen stehen beteiligten Personen unterschiedliche Sanierungsvarianten und deren Wirkungseffizienz bereits vor bzw. in einem frühen Stadium einer Sanierung zur Verfügung. Die Projektergebnisse zeigen dass Sanierungen mit dem Faktor 10 auch in Gründerzeitgebäuden vereinzelt möglich sind, jedoch ist dies keine Standardsanierung und muss deshalb für jeden Fall einzeln betrachtet werden.

# **Abstract**

## **Starting point/Motivation**

While in case of new buildings energy-saving measures are thought to be implemented already in the project, planning or construction phase, thermal insulation improvement of historic buildings can occur only afterwards. This becomes economically complicated in particular by the fact that the historic facades may not be changed due to the town planning restrictions or monument protection regulations.

Hence, the emphasis has to be placed on the inside insulation, which should be additionally treated in a constructional-physical way especially in terms of warm-bridge-effects (connection of the floor cover and dividing walls to the building envelope), than on the usually purposeful outside thermal insulation or core insulation of the building envelope.

The refurbishment of the building equipment is required to achieve the goal of a climate neutral building. Especially the generation and distribution of heat is connected with high losses of existing Gründerzeit houses. Thus the abatement of CO<sub>2</sub>-emissions to a minimum requires the usage of renewable energy sources and efficient building equipment.

## **Contents and Objectives**

The goal of the project is the identification and demonstration of available most efficient technologies for the renovation of Gründerzeit houses with different architecture to lay the foundation for the utilization of the existing huge energy and CO<sub>2</sub>-emission reduction potential in the Austrian and international building sector.

The available refurbishment strategies will be demonstrated for defined building categories and further to real objects in a systematic approach. Based on these results the most ecologic and economic efficient refurbishment strategies will be developed. In order to make the results replicable the CO<sub>2</sub>-emission reduction potential will be collected and preliminary work for a future demonstration object is done.

## **Methods**

Available technologies to reduce the CO<sub>2</sub>-emissions of Gründerzeit houses were collected and represented by literature researches, manufacturers and expert surveys.

The main building characteristics as e.g. open or closed structure, buildings with courtyards, protected facades, etc. were defined by structuring of common building categories.

Two workshops were used to promote the project results to relevant persons of refurbishments of Gründerzeit houses in order to promote future activities and identification of interests.

The identification and analysis of a reference group is used to show the current situation, the feasibility of strategies and to determine the potential of refurbishments in this sector. Based on these results the potential for Vienna, Austria and the Danube region is extrapolated.

The feasibility of the identified strategies is demonstrated at the end of the project for demonstration objects in order to prepare preliminary work for a potential demonstration project.

## **Results**

Energy-oriented refurbishments were carried out in urban regions, often punctual due to protected areas. The stimulation of refurbishments was often limited due to high expenses or restrictions by the conservation of historic monuments.

The reduction of the energy demand as well as the usage of renewable energy resources were the main parameters to reach the project goals. In general, there are many technologies for refurbishment of buildings available, but many of them are limited due to several conditions. From the constructional point of view internal thermal insulation has to be used in most cases, because many buildings are located in protected areas. There are many technologies for the energy supply of Gründerzeit houses as well. The usage of renewable energy resources is often limited to the space requirements of these technologies.

The average heating demand of the reference group is about 128 kWh/m<sup>2</sup>a. Building categories were defined to classify the objects according to the building characteristics. The results of the heating energy demand show only small dependences on the building categories due to homogenous building characteristics in the categories. Larger deviations between the objects are caused by punctual refurbishments with realized thermal optimization. The largest savings can be achieved by the improvement of the thermal building envelop. An equal thermal improvement of street and courtyard located facades shows only small differences in the resulting heating energy demand in the reference group. Due to the fact that many street located facades are protected the thermal improvement of the courtyard located facades show higher savings. In most cases box-type windows are integrated in Gründerzeit houses which only can be refurbished in case the object is located in a protected area otherwise a window replacement can be considered.

As the results of single actions, a thermal improvement of the facades offers the hugest energy saving potential. Thermal insulation of external construction components according to national building standards reduces the heating demand by 38%. Therefore a internal thermal insulation is required for street located facades in 80% of the objects. In most objects the courtyard located facades are cleared, whereby external insulation can be performed. Further thermal improvements and the usage of controlled ventilation systems with heat recovery reduce the heating demand by 77%.

A modernization of the heat generation and distribution system reduces the CO<sub>2</sub>-emissions for heat supply by 60%. In case of ecologic orientated refurbishments CO<sub>2</sub>-emission savings of about 86% can be achieved.

The feasibility of the systematic approach was demonstrated by three selected objects. The estimated costs for the refurbishments were collected in order to evaluate the ecological efficiency as well as the economic efficiency using specific investment costs for the different refurbishment strategies. The highest efficiency from ecological point of view can be achieved by ecologic orientated refurbishments. Thus this strategy achieves the highest savings of the invested capital. From an economic point of view a refurbishment according to national standards achieves the highest efficiency due to the lowest investment costs.

According to the extrapolation of the project the share of final energy consumption in Viennese Gründerzeit houses is about 50% of the space heating requirement in private households of Vienna. The Austrian share of final energy consumption in private households is estimated by 16% and in the Danube region by 7%. Thus the refurbishment of Gründerzeit houses can achieve an important contribution to reduce CO<sub>2</sub>-emissions and therefore to fulfill climate protection targets. The project goal of a climate neutral energy supply of Gründerzeit houses can't be fulfilled entirely. According to the rate of refurbishment savings of about 86% can be achieved. The remaining emissions can be compensated by climate reduction certificates in order to provide a climate neutral heat supply in Gründerzeit houses.

### **Prospects / Suggestions for future research**

The results show the applicability and potential of available technologies for the refurbishment of Gründerzeit houses. The main focus of current refurbishments was the usage of economic single actions. Due to the fact that the refurbishment of historical monuments is not a standard product, in most cases a detailed planning process for refurbishment actions is required. This project gives systematic replicable approaches for future refurbishment projects for Gründerzeit houses. The project gives refurbishment strategies, costs and expectable results to involved persons in an early planning stage.

An extrapolation of the results for Vienna, Austria and the Danube region show a huge energy and CO<sub>2</sub>-emission reduction potential in this area.

Further the project show that refurbishment by factor 10 are punctually feasible in Gründerzeit houses but have to be elaborated individually for each object.

The project results have an important contribution to promote the rate of refurbishment of Gründerzeit houses.

# Inhaltsverzeichnis

<b>KURZFASSUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>7</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>12</b>
1.1 PROBLEMBESCHREIBUNG .....	12
1.2 RELEVANZ DES PROJEKTES FÜR DIE PROGRAMMLINIE „HAUS DER ZUKUNFT.....	12
1.3 ZIELSETZUNGEN DER ARBEIT UND ERWARTETE AUSWIRKUNGEN.....	13
1.4 METHODIK.....	14
1.5 GLIEDERUNG .....	14
<b>2 HINTERGRUNDINFORMATIONEN ZUM PROJEKTIHALT .....</b>	<b>15</b>
2.1 BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK .....	15
2.2 BESCHREIBUNG DER VORARBEITEN ZUM THEMA .....	15
2.3 BESCHREIBUNG DER NEUERUNGEN SOWIE IHRER VORTEILE GEGENÜBER DEM IST-STAND (INNOVATIONSGEHALT DES PROJEKTS).....	16
2.4 VERWENDETE METHODEN.....	16
<b>3 GRUNDLAGEN VON GRÜNDERZEITGEBÄUDEN .....</b>	<b>17</b>
3.1 ARCHITEKTONISCHE MERKMALE VON GEBÄUDEN AUS DER GRÜNDERZEIT .....	17
3.2 BAUPHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN ZUR ENERGETISCHEN SANIERUNG.....	19
3.3 ENERGIEBEDARF UND EINSPARUNGSPOTENTIAL VON GRÜNDERZEITGEBÄUDEN .....	49
<b>4 ÜBERBLICK TECHNOLOGIEN ZUR SANIERUNG VON GRÜNDERZEITGEBÄUDEN (AP1) .....</b>	<b>51</b>
4.1 SANIERUNGSTECHNOLOGIEN AUS DEM BEREICH DER BAUPHYSIK .....	51
4.2 SANIERUNGSTECHNOLOGIEN AUS DEM BEREICH DER TECHNISCHEN GEBÄUDEAUSRÜSTUNG.....	79
<b>5 KLASSIFIZIERUNG VON GRÜNDERZEITGEBÄUDEN (AP2) .....</b>	<b>137</b>
5.1 KLASSIFIZIERUNG NACH DEM NUTZUNGSPROFIL.....	137
5.2 KLASSIFIZIERUNG NACH DER BAUWEISE .....	137
5.3 KLASSIFIZIERUNG NACH DEM HEIZWÄRMEBEDARF (HWB).....	141
5.4 KLASSIFIZIERUNG NACH DEM EINSATZ ALTERNATIVER ENERGIEVERSORGUNGSSYSTEME .....	141
5.5 DARSTELLUNG DER KLASSIFIZIERUNG VON GRÜNDERZEITGEBÄUDEN .....	143
<b>6 IDENTIFIKATION DER OBJEKTE FÜR DIE REFERENZGRUPPE (AP4).....</b>	<b>144</b>
<b>7 ANALYSE REFERENZGRUPPE (AP5) .....</b>	<b>144</b>
7.1 BAULICHE GEgebenHEITEN DER REFERENZOBJEKTE .....	145
7.2 BAUTECHNISCHE ANALYSE DER REFERENZOBJEKTE .....	148
7.3 HAUSTECHNISCHE ANALYSE DER REFERENZOBJEKTE.....	153
7.4 ENERGETISCHE GESAMTBETRACHTUNG DER REFERENZOBJEKTE.....	154
<b>8 ANWENDUNG MÖGLICHER SANIERUNGSMAßNAHMEN AUF DEFINIERTE GEBÄUDE TypEN .....</b>	<b>157</b>

8.1	ANWENDUNG BAUPHYSIKALISCHER EINZELMAßNAHMEN AUF DIE REFERENZGRUPPE .....	157
8.2	ANWENDUNG HAUSTECHNISCHER EINZELMAßNAHMEN AUF DIE REFERENZGRUPPE.....	158
8.3	ANWENDUNG VON MAßNAHMENKOMBINATIONEN AUF DIE REFERENZGRUPPE.....	181
8.4	ENERGETISCHE GESAMTBETRACHTUNG DER ANWENDUNG VON MAßNAHMENKOMBINATIONEN AUF DIE REFERENZGRUPPE.....	188
8.5	KLIMANEUTRALITÄT .....	191
<b>9</b>	<b>POTENZIALERMITTLUNG FÜR GEBÄUDE TypEN (AP7).....</b>	<b>192</b>
9.1	WIEN.....	192
9.2	ÖSTERREICH .....	195
9.3	DONAU LÄNDER.....	196
<b>10</b>	<b>MACHBARKEITSSTUDIEN/ IDENTIFIKATION EINES DEMONSTRATIONS OBJEKTS (AP9) .....</b>	<b>200</b>
10.1	ARGENTINIERSTRABE 58 .....	200
10.2	NOVARAGASSE 49.....	206
10.3	DAVIDSCORNER.....	212
<b>11</b>	<b>DURCHGEFÜHRTE VERANSTALTUNGEN .....</b>	<b>217</b>
11.1	WORKSHOP TECHNOLOGIEVORSTELLUNG (AP3) .....	217
11.2	WORKSHOP SANIERUNGSPOTENZIALE (AP8) .....	218
<b>12</b>	<b>DETAILANGABEN IN BEZUG AUF DIE ZIELE DES PROGRAMMS .....</b>	<b>219</b>
12.1	EINPASSUNG IN DAS PROGRAMM.....	219
12.2	BEITRAG ZUM GESAMTZIEL DES PROGRAMMS .....	219
12.3	EINBEZIEHUNG DER ZIELGRUPPEN UND BERÜCKSICHTIGUNG IHRER BEDÜR FNISSE IM PROJEKT .....	219
12.4	BESCHREIBUNG DER UMSETZUNGS-POTENZIALE FÜR DIE PROJEKTERGEBNISSE .....	220
<b>13</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN ZU DEN PROJEKTERGEBNISSEN .....</b>	<b>221</b>
<b>14</b>	<b>AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>222</b>
<b>15</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>223</b>
<b>16</b>	<b>GLOSSAR.....</b>	<b>227</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Problembeschreibung

Während bei Neubauten bereits in der Entwurfs-, Planungs- bzw. Bauphase energiesparende Maßnahmen berücksichtigt werden, kann die wärmeschutztechnische Verbesserung bei Altbauten erst im Nachhinein erfolgen. Wirtschaftlich aufwendiger wird dies aber insbesondere dadurch, dass die Fassade selbst aus städtebaulicher bzw. denkmalschützender Sicht nicht verändert werden darf. Häufig werden einzelne punktuelle Sanierungsmaßnahmen durchgeführt.

Es ist daher von der sonst zweckmäßigen Außenwärmedämmung oder Kerndämmung der Gebäudehülle auf eine Innendämmung hin zu planen, die vor allem im Hinblick auf die dadurch verstärkt entstehenden Wärmebrückenwirkungen (Anschluss der Geschoßdecke und Zwischenwände an die Gebäudehülle) zusätzlich baulich-bauphysikalisch behandelt werden muss.

Im Bereich der Haustechnik stellt die Bereitstellung und Verteilung von Wärme für Heizung und Warmwasser den größten Energieverbraucher dar. Diese Wärmeversorgung in den Wohnungen in bestehenden Gebäuden wird üblicherweise von dezentralen Erdgasthermen bereitgestellt. Im Fall einer Sanierung einzelner Gebäude werden derzeit wiederum häufig fossile dezentrale Lösungen eingesetzt.

## 1.2 Relevanz des Projektes für die Programmlinie „Haus der Zukunft“

Das Programm „Haus der Zukunft Plus“ unterstützt neue Technologien bzw. Innovationen, die maßgeblich zur Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems beitragen. Um das Ziel einer energieeffizienten Gesellschaft erreichen zu können, muss ein Hauptaugenmerk auf den Bereich der öffentlichen und privaten Gebäude gelegt werden. Es ist neben der Errichtung von energieeffizienten Neubauten eine richtungweisende Modernisierung des gesamten Gebäudebestandes erforderlich, da hier ein zum Teil erhebliches Einsparpotential vorliegt.

In städtischen Gebieten wurden bisher energetische Sanierungsmaßnahmen nur teilweise durchgeführt, da vor allem in Stadtkernen Gebäude in sogenannten Schutzzonen liegen. Das Voranbringen von Sanierungsmaßnahmen scheiterte bei Gründerzeithäusern vielfach durch jene hohen Aufwendungen bzw. Bestimmungen, die in Verbindung mit der Erhaltung von historischen, denkmalgeschützten Fassaden standen.

Die Sanierung von Gründerzeithäusern würde somit ein hohes Einsparpotential in städtischen Gebieten erschließen. In Wien handelt es sich beispielsweise bei den Gebäuden aus dieser Bauperiode um einen Anteil von rund 20% des gesamten Gebäudebestandes,

welcher sich auf bestimmte Stadtteile konzentriert. Gegenwärtig liegen verschiedene innovative Technologien vor, die eine energetische Sanierung auch bei diesen Gebäudetypen ermöglichen. Diese Technologien wurden bisher aber vorwiegend im Neubau bzw. bei der Sanierung von Gebäuden jüngerer Bauperioden eingesetzt. Hierzu gibt es umfassendes Know-how, auf das beim vorliegenden Vorhaben aufgebaut werden kann.

Die nachhaltige Gebäudesanierung bringt weitere positive Auswirkungen mit sich, die zur Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems und der Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen beitragen. Durch energetische und qualitative Sanierung wird die teils sehr energieintensive Herstellung von Baustoffen gering gehalten und somit dem steigenden Energieverbrauch der Gesellschaft entgegen gewirkt.

Weiters führen Sanierungsmaßnahmen im städtischen Bereich zur Erhöhung der Attraktivität und somit zur Verbesserung der Lebensqualität der Bewohner. Dies führt dazu, dass das Abwandern an die Randzonen unterbunden wird und dies wiederum positive Auswirkungen auf das Verkehrsaufkommen hat, welches derzeit auch einen erheblichen Anteil des Energieverbrauches der Gesellschaft ausmacht.

### **1.3 Zielsetzungen der Arbeit und erwartete Auswirkungen**

Die Zielsetzung des Projektes „Klimaneutrale Gründerzeithäuser - Wege - Potenziale und Umsetzungsmöglichkeiten“ ist die Ausarbeitung eines systematischen Ansatzes zum bestmöglichen Ressourceneinsatz bei der Sanierung von gründerzeitlichen Altbauten so wie diese in Wien bzw. in den anderen europäischen Groß- und Kleinstädten vorzufinden sind. Das Konzept soll eine möglichst effiziente und energiesparende Nutzung der Altbauten unter Berücksichtigung ihrer bauphysikalischen Eigenschaften sowie der denkmalschützende Vorschriften ausarbeiten und die Annäherung an das bereits bekannte Konzept „Passivhaus“ anstreben. Zudem stellt die wärmeschutztechnische Verbesserung der Altbausubstanz ein energiepolitisches Erfordernis dar, da die Gründerzeitbauten einen erheblichen Anteil am Gesamtvolumen des Baubestandes ausmachen und somit für einen wesentlichen Anteil am Energieverbrauch sowie an CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich sind.

Um die CO<sub>2</sub>-Emission von Gründerzeithäusern weiter zu reduzieren, müssen neben der Dämmung der Gebäudehülle auch andere Maßnahmen ergriffen werden wie z.B. eine effiziente Haustechnik installiert werden und die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbaren Energieträger ausgeschöpft werden.

Diesen Aspekten wird im eingereichten Projekt Rechnung getragen und über einen systematischen Zugang, zunächst für definierte Gebäudetypen und in weiterer Folge für konkrete Objekte, welche diesen Gebäudetypen zuzuordnen sind, die unterschiedlichen Sanierungskonzepte analysiert und im Anschluss veranschaulicht.

## 1.4 Methodik

Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Erhebung und Demonstration effizienter am Markt verfügbarer Sanierungsmaßnahmen für die Erreichung CO<sub>2</sub>-neutraler Objekte. Durch einen systematischen Ansatz sollen für einzelne Gebäudetypen jene Maßnahmen herausgearbeitet werden, welche breit multipliziert und mit effizient eingesetzter finanzieller Mittel bestmögliche Einsparungen erzielt werden können. Die Erreichung dieser Ziele wurde durch folgende Arbeitsschritte bewerkstelligt:

- Darstellung möglicher Technologien, zur Sanierung von Gründerzeithäuser in CO<sub>2</sub>-neutrale Objekte sowie die Kommunikation dieses Ergebnisse an ObjektbesitzerInnen
- Klassifizierung von Gründerzeithäusern entsprechend ihrer Bauformen
- Identifikation geeigneter Sanierungsmethoden für einzelne Gebäudeklassen sowie die Kommunikation dieser Ergebnisse an ObjektbesitzerInnen
- Auswahl von 3-5 Objekten und Darstellung der Machbarkeit einer Sanierung zu CO<sub>2</sub>-neutralen Gründerzeithäusern
- Festlegung der Sanierung eines Demonstrationsobjektes

## 1.5 Gliederung

Das vorliegende Forschungsprojekt ist in folgende 9 Arbeitspakete unterteilt:

- Überblick Technologien (AP1)
- Strukturierung Gebäudetypen (AP2)
- Workshop Projekt- Technologienvorstellung (AP3)
- Identifikation Referenzgruppe (AP4)
- Analyse Referenzgruppe (AP5)
- Anwendung der Technologien auf Gebäudetypen (AP6)
- Potenzialermittlung für Gebäudetypen (AP7)
- Workshop Potenzial in Gebäudetypen (AP8)
- Identifikation eines Referenzobjektes und Durchführung von Machbarkeitsstudien (AP9)

## **2 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt**

### **2.1 Beschreibung des Standes der Technik**

In städtischen Gebieten wurden bisher energetische Sanierungsmaßnahmen nur teilweise durchgeführt, da vor allem in Stadtkernen Gebäude in sogenannten Schutzzonen liegen. Das Voranbringen von Sanierungsmaßnahmen scheiterte bei Gründerzeithäusern vielfach durch jene hohen Aufwendungen bzw. Bestimmungen, die in Verbindung mit der Erhaltung von historischen, denkmalgeschützten Fassaden standen.

Gegenwärtig liegen verschiedene innovative Technologien vor, die eine energetische Sanierung auch bei diesen Gebäudetypen ermöglichen. Diese Technologien wurden bisher aber vorwiegend im Neubau bzw. bei der Sanierung von Gebäuden jüngerer Bauperioden eingesetzt. Hierzu gibt es umfassendes Know-how, auf das beim vorliegenden Vorhaben aufgebaut werden kann.

### **2.2 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema**

Das Hauptziel dieses Projektes ist, die effizientesten am Markt verfügbaren technischen Möglichkeiten aufzuzeigen, um Gründerzeithäuser in den unterschiedlichsten Bauformen im Zuge von Sanierungsmaßnahmen in CO<sub>2</sub>-neutrale Objekte zu verwandeln und damit den Boden für die Umsetzung eines gewaltigen Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im Gebäudebereich inner- und außerhalb Österreichs aufzubereiten.

Bereits vorliegende Projekte über Sanierungen an Bestandsgebäuden bzw. speziell im historischen Gebäudebestand zeigen einzelne Sanierungsmöglichkeiten auf.

Für eine Sanierung von Gründerzeitgebäuden stehen grundsätzlich viele Technologien zur Verfügung, jedoch sind einzelne Technologien bei Gründerzeithäusern nur bedingt möglich. Derzeit erfolgen im Bereich der Sanierung von Gründerzeithäusern wichtige aber im Wesentlichen punktuelle Einzelaktivitäten, im Zuge derer, jeweils eine Lösung für ein ausgewähltes Objekt geplant und realisiert wird.

Der Ansatz von diesem Projekt unterscheidet sich grundlegend von den Vorprojekten durch den Umstand, dass im eingereichten Projekt die verschiedenen Bauformen von Gründerzeithäusern in zu definierenden Gebäudeklassen entsprechend festgelegter Kriterien zugeordnet werden. Beispiele für diese Kriterien sind z.B.:

- offene oder geschlossene Bauweise
- mit/ohne Innenhof
- alle/einzelne Fassaden schützenswert

- Nutzung als Wohnhaus/Büro,...

Mittels dieser Kriterien sollen verschiedene Gebäude in unterschiedliche Gebäudeklassen zusammengefasst werden,

Durch die Klassifizierung der Objekte und die Anwendung der Technologien auf die einzelnen Gebäudeklassen werden für unterschiedlichste Objekte jene Kombination an Maßnahmen herausgearbeitet, welche mit dem effizientesten finanziellen Mitteleinsatz ein bestmögliches Ergebnis erzielen.

## **2.3 Beschreibung der Neuerungen sowie ihrer Vorteile gegenüber dem Ist-Stand (Innovationsgehalt des Projekts)**

Dieses Projekt beinhaltet die Erstellung einer konzeptiven Studie, die neben Grundlagenforschung die Vorbereitung bzw. Stimulierung von Sanierungsprojekten bei Gründerzeithäusern beinhaltet. Durch die Projektpartner ist es möglich, auf bauphysikalische Gesichtspunkte von Gründerzeithäusern einzugehen und ein ganzheitliches innovatives Lösungskonzept für Gebäudesanierungen dieser Bauperiode zu entwickeln.

Der Ansatz dieses Projektes unterscheidet sich grundlegend von den Vorprojekten durch den Umstand, dass im gegenständlichen Projekt die verschiedenen Bauformen von Gründerzeithäusern in zu definierenden Gebäudeklassen entsprechend festgelegter Kriterien zugeordnet werden und dafür geeignete Maßnahmenkombinationen, mit effizient eingesetzten finanziellen Mitteln, zu erarbeiten.

Die vorliegenden Forschungsprojekte zur Sanierung historischer Gebäude stellen im Wesentlichen die Sanierung eines Objektes in den Vordergrund und weisen nicht den systematischen Ansatz für breit multiplizierbare Ergebnisse auf.

## **2.4 Verwendete Methoden**

Im ersten Teil des Projektes sollen mittels Literaturrecherche mögliche Sanierungstechnologien erhoben und vorgestellt werden.

In den weiteren Arbeitspaketen sollen die Technologien auf bestehende Gründerzeitgebäude praktisch angewendet und bewertet werden. Die daraus resultierenden Ergebnisse sollen auf den Gründerzeithausbestand in Wien, Österreich und der Donauländer hochgerechnet werden.

Die im Laufe des Projektes durchzuführenden Arbeitsschritte können wie folgt definiert werden:

- Darstellung möglicher Technologien zur Sanierung von Gründerzeithäuser in CO<sub>2</sub>-neutrale Objekte mittels Literaturrecherche sowie Kommunikation der Ergebnisse an ObjektbesitzerInnen
- Klassifizierung von Gründerzeithäusern entsprechend geeigneter Kriterien
- Identifikation geeigneter Sanierungsvarianten für einzelne Gebäudeklassen sowie die Kommunikation dieser Ergebnisse an ObjektbesitzerInnen

- Auswahl eines Demonstrationsobjektes aus 3 Gebäuden und Darstellung der Machbarkeit einer Sanierung zu einem CO<sub>2</sub>-neutralen Gründerzeithaus

## **3 Grundlagen von Gründerzeitgebäuden**

### **3.1 Architektonische Merkmale von Gebäuden aus der Gründerzeit**

Als Gründerzeit wird die wirtschaftlich aufstrebende Phase des 19. Jahrhunderts in Deutschland und Österreich bezeichnet. In dieser Zeit findet die Industrialisierung in Mitteleuropa statt, deren Anfänge in den 1840er-Jahren liegen. Daraus ergibt sich, dass für diese Periode kein genauer Anfangszeitpunkt angegeben werden kann, für Österreich wird meist die Märzrevolution im Jahr 1848 als Ausgangspunkt genommen.

Die Industrialisierung stellte auch ästhetisch neue Aufgaben, vor allem in der Architektur und im Kunsthandwerk, wodurch sich das mächtig gewordene Bürgertum mit Prachtbauten des Historismus Denkmäler setzte. Das Ende der Gründerzeit wird mit dem Ende des Ersten Weltkrieges und somit dem Ende der Doppelmonarchie Österreich-Ungarn im Jahr 1918 angegeben.

Der Gebäudebestand von Wien weist 21% von Gebäuden aus, die vor 1919 erbaut wurden. Ein Großteil dieser Gebäude ist aufgrund ihrer architektonischen Erscheinung – meist gekennzeichnet durch gegliederte Fassaden – denkmalgeschützt und wird in städtischen Gebieten in sogenannte Schutzzonen zusammengefasst. Insbesondere die inneren Stadtbezirke von historischen Städten weisen Anteile am Gebäudebestand von größer als 50% aus dieser Bauperiode auf (Statistik Austria I, 2004).

Die Nutzung von Gründerzeithäusern ist vielfältig, wobei die Nutzung für Wohnzwecke überwiegt. In Wien befinden sich 32,5% aller gegenwärtigen Hauptwohnsitzwohnungen in Gebäuden, welche vor 1919 erbaut wurden. Weitere Nutzungsmöglichkeiten sind eine teilweise bis hin zu einer vollständigen Nutzung als Büro-, Gastronomie-, Geschäfts- oder Veranstaltungsräumlichkeiten sowie Bildungseinrichtungen.

Das Erscheinungsbild von Gründerzeithäusern soll erhalten bleiben, wodurch sich die Sanierungsmöglichkeiten im Vergleich zu konventionellen Sanierungsmaßnahmen bei nicht schützenswerten Gebäuden unterscheiden. Dies ist auch mit ein Grund, dass dieser Gebäudetypus bisher von flächendeckenden energetischen Sanierungsprogrammen ausgenommen war und keiner ganzheitlichen Betrachtung unterzogen wurde, obwohl hier ein beträchtliches Energie- und somit CO<sub>2</sub>-Einsparungspotential vorliegt.

„Das äußere Erscheinungsbild der Wohngebäude aus der Gründerzeit geht mit der Rückbesinnung auf frühere Epochen, wie Gotik, Renaissance und Barock einher. Wohngebäude sind im innerstädtischen Bereich sowohl in einer geschlossenen als auch in

einer offenen Blockstruktur angeordnet. Zu ihren typischen architektonischen Merkmalen gehören die hohen, großzügig zugeschnittenen offenen Räume mit Mauerwerks- und Stuckverzierungen. Sie zeichnen sich außerdem durch ihre ansehnlichen straßenseitigen Fassaden aus, die z.B. mit Gesimsen, Säulen, Mauerwerks- und Stuckornamenten und üblicherweise mit Erkern ausgestattet sind, Balkone sind nur gelegentlich vorhanden. Die rückseitigen Fassaden bestehen i.d.R. nur aus einfachem, ungeschmücktem Sichtmauerwerk und sind durch den Anbau von Hinterhäusern zum Teil sehr verwinkelt.“ (Pfeiffer et al., 2008, 17f)

Gebäude aus der Gründerzeit weisen folgende typische Merkmale auf:

- Außenwände aus Vollziegelmauerwerk mit hohen Wandstärken
- Aufwändig gestaltete Straßenfassaden, häufig mit Stuckornamenten
- Große Geschosshöhen (bis 4 Meter)
- Geschossdecken als Holzbalkendecken
- Massivdecken über dem Keller (Gewölbe oder preußische Kappen)
- Holzfenster als Einfach- oder Kastenfenster
- Mehrflügelige Fenster mit Profilierung
- Große Wohnungen mit großen Räumen

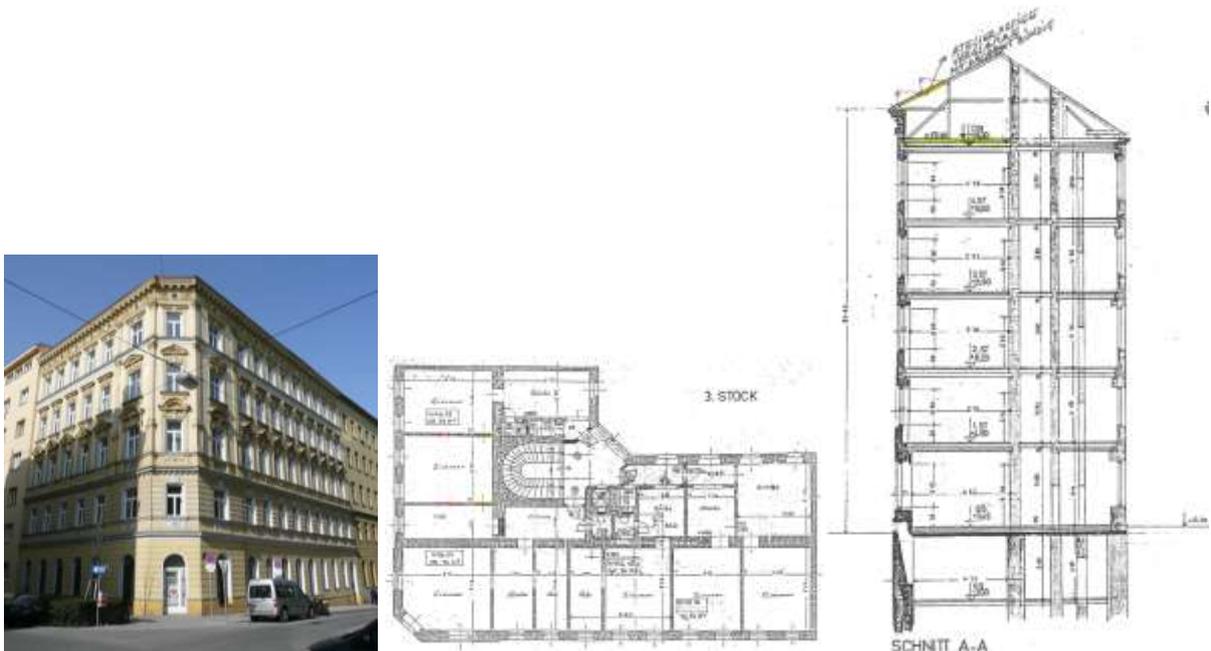
Bei der Sanierung von Gründerzeithäusern soll auf folgende Schwerpunkte gesetzt werden:

- Trockenlegung der Kellerbereiche und Vermeidung von aufsteigender Feuchtigkeit
- Verbesserung der Raumaufteilung und der Wohnungszuschnitte
- Verbesserung des Wärmeschutzes von Fassade, Fenster, Dach und Keller sowie Vermeidung von Wärmebrücken
- Verbesserung der Luftdichtigkeit des Gebäudes
- Reparatur von Geschoßdecken (z.B. Deckenbalken)
- Reparatur bzw. Erneuerung der Fenster (inkl. Verbesserung des Wärmeschutzes)
- Reparatur bzw. Erneuerung der Dacheindeckung und Teilerneuerung des Dachstuhls
- Erneuerungen bzw. Nachrüstungen im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung

## 3.2 Bauphysikalische Grundlagen zur energetischen Sanierung

### 3.2.1 Bauphysikalische Gegebenheiten - Kennzeichen von Gründerzeithäusern

Die im Zeitraum 1800 (1850) bis 1914 (1918) errichteten, als „Gründerzeithäuser“ bezeichneten Gebäude (die detaillierte Klassifizierung der Gebäudetypen erfolgt im Kapitel 5; die untenstehende Abbildung zeigt ein typisches Eckzinshaus.) weisen im Wesentlichen nachfolgend beschriebene bauliche bauphysikalische Merkmale auf.



Grundsätzlich ist zur Sanierung von Gründerzeithäusern festzustellen, dass die Planunterlagen oft nicht mehr den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechen und daher umfangreiche Befundaufnahmen mit Feststellung der im Lauf der Zeit erfolgten Veränderungen (z.B. teilweise Fenstertausch, Grundrissänderungen im inneren u. a.) erfolgen müssen.

#### 3.2.1.1 Gebäudehülle

##### 3.2.1.1.1 Außenwände

Die Außenwandmauern bestehen vorwiegend aus Ziegelmauerwerk, das aus Vollziegel (altes Wiener Format) gemauert wurde. Die Wanddicken ergeben sich aus den Ziegelformaten und erforderlichen statischen Mindestdicken. Weiters befinden sich auch Angaben in der einschlägigen Literatur:

	Wien 1877	Bayern 1885	Berlin 1897/1873	Dresden 1906	Möln 1913	Würtemberg 1910/1950	Großbrück 1923	Wien 1920
Dach- geschöß				250	250	250	250	
II. Stock- werk	470	450	380	380	—	250	—	380
III. Stock- werk	632	450	380	380	380	250	—	380
II. Stock- werk	632	595	510	510	380	380	380	510
I. Stock- werk	790	595	510	510	510	380	380	510
Erd- geschöß	790	740	640	640	510	510	380	640
Keller			770	770	640		510	770

**Abbildung 1: Mindestdicken belasteter Außenwände aus Ziegelmauerwerk (Ahnert/Krause, 1986, Bild 1)**

Die genauen Mauerdicken sind im Zuge der Sanierungsplanung durch detaillierte Befundaufnahme zu erheben und mit den Bestandsplänen abzugleichen. Die Fassaden sind meist gegliedert und stehen unter Umständen unter Denkmalschutz.

### 3.2.1.1.2 Oberste Geschoßdecken

Oberste Geschoßdecken wurden meist als Doppelbaum- oder Tramdecken (vereinzelt auch Platzeldecken) unter Kaltdächern ausgeführt. Auf der Rohdeckenkonstruktion sind Beschüttungen und Stein- bzw. Ziegelplattenbelag zu finden.

Bei längerer Feuchteeinwirkung ist mit Schädigung der Holztragbauteile (Auflager) zu rechnen. Dies macht unter Umständen Auswechslungen der Tragelemente unter Umständen durch Stahlbeton- oder Stahlteile, die eine entsprechende Wärmebrückendämmung erfordern, erforderlich. Günstigere wärmetechnische Verhältnisse sind bei Sanierung der Balkenköpfe mit Holz-an-Holz-Prothesen nach dem BETA-Verfahren (Kunstharzbetonprothesen werden über eingebohrte Glasfaserstäbe und Kunstharzverguss mit dem Verbleibenden Querschnitt verbunden, Lizenz: Fa. Bennert) gegeben.

Detaillierte Befundaufnahmen hierzu sind durchzuführen.

### 3.2.1.1.3 Decken zu Kellern

Die Decken zu Kellern sind meist als Ziegelgewölbedecken (Platzeldecken) mit Schüttung und Blind- und Bretterboden auf Polsterhölzern, die in die Schüttung eingebettet sind, ausgebildet.

#### *3.2.1.1.4 Fenster*

Die Fenster sind in der Regel Holzfenster als Einfachfenster (Gangfenster) oder Kastenfenster mit Einfachverglasungen. Aufgrund meist verzogener Rahmen sind Undichtheiten im Bereich der Fälze und meist mangelnde Bedienungsfreundlichkeit vorhanden. Die unklare Situation im Bezug auf die Bauanschlussfugen führt zu entsprechenden Lüftungswärmeverlusten.

Die Hauptfassadenfenster sind meist aus Denkmal-konservatorischen Gründen zu erhalten, obwohl der Tausch (Nachbau) unter Umständen billiger und effizienter als die Sanierung wäre.

### **3.2.1.2 Innenbauteile**

#### *3.2.1.2.1 Stiegenhauswände*

Grundsätzlich gelten die gleichen Aussagen wie für Außenwände, jedoch sind die wärmetechnischen Anforderungen, da zu unbeheizten Stiegenhäusern und nicht zu Außenluft, geringer.

#### *3.2.1.2.2 Geschoßdecken*

Als Geschoßdecken kamen vorwiegend Tramdecken zum Einsatz. Bei Nutzungsänderung im Zuge einer Sanierung sind auch Wärme- und Schallschutzanforderungen zu beachten. Wie bei den obersten Decken sind die unter Umständen durch Feuchtigkeit geschädigten Balkenaufleger zu berücksichtigen.

Bei größeren Objekten sind unter Umständen umfangreiche statische Verstärkungsmaßnahmen infolge geänderter Vorschriften betreffend der Erdbebenbelastung erforderlich.

#### *3.2.1.2.3 Innenwände und Scheidewände*

Diese Wände sind grundsätzlich als Ziegelwände ausgeführt. Bei Nutzungsänderung oft ohne ausreichenden Wärme- und Schallschutz.

Bei Anlaufen an Außenwände und Ausführung von Innendämmungen an die Außenwänden ist durch den direkten Kontakt der relativ gut leitenden Ziegel und aufgrund der Unterbrechung der Innenwärmedämmung durch die Innenwand im Eckbereich mit verstärktem Wärmeabfluss über die Zwischenwand zur Außenwand hin zu rechnen (Wärmebrückenwirkung). Auf die Problematik der Wärmebrückenwirkungen wird im Abschnitt 1.2.5 eingegangen.

### 3.2.2 Thermische Qualität – Bestand

Zur Feststellung der thermischen Qualität (Wärmedurchgangskoeffizienten) der Außenbauteile sind umfangreiche Befundaufnahmen und der Abgleich mit Bestandsplänen erforderlich.

Anhaltswerte für Wärmedurchgangskoeffizienten liefert der OIB-Leitfaden energetisches Verhalten von Gebäuden OIB-300.6-039/07, Ausgabe: Variante 2.6, April 2007:

**Tabelle 1: Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) von Bestandsgebäuden (Default Werte) (OIB-300.6-039/7,2007,o.S.)**

Epoche / Gebäudetyt	KD	OD	AW	DF	FE	G	AT
vor 1900 EFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,50
vor 1900 MFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1900 EFH	1,20	1,20	2,00	0,90	2,50	0,67	2,50
ab 1900 MFH	1,20	1,20	1,50	0,90	2,50	0,67	2,50
ab 1945 EFH	1,95	1,35	1,75	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1945 MFH	1,10	1,35	1,30	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1960 EFH	1,35	0,55	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
ab 1960 MFH	1,35	0,55	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
Systembauweise	1,10	1,05	1,15	0,45	2,50	0,67	2,50
Montagebauweise	0,85	1,00	0,70	0,45	3,00	0,67	2,50

**Legende:**

- |   |  |
|---|--|
| KD.....Kellerdecke  | U.....Wärmedurchgangskoeffizient in [W/m <sup>2</sup> K]                         |
| OD.....Oberste Geschoßdecke   | g.....Gesamtenergiedurchlassgrad [-]   |
| AW.....Außenwand  | AT.....Außentüren  |
| DF.....Dachfläche   | EFH.....Einfamilienhaus  |
| FE.....Fenster  | MFH..... Mehrfamilienhaus  |
| Montagebauweise....Bauweise basierend auf Fertigteilen aus Beton mit zwischenliegender Wärmedämmung | Systembauweise.... Bauweise basierend auf systemisierter Mauerwerksbauweise o.ä. |

Für alle nicht erwähnten Bauteile wie z.B. Kniestockmauerwerk, Abseitenwände, Abseitendecken sind grundsätzlich die entsprechenden Werte für Außenbauteile zu verwenden.

### 3.2.3 Anforderungen an die thermische Qualität der Gebäudehülle bzw. Zielwerte der Sanierung

#### 3.2.3.1 Anforderungen lt. OIB-Richtlinie 6 (Bauordnungs-Mindestanforderung)

Grundsätzlich sind in der OIB-Richtlinie 6 (OIB, 2007, 2ff) unterschiedliche Anforderungen (Mindestanforderungen) in Abhängigkeit der Nutzung als

- Wohngebäude
- Nicht-Wohngebäude (Büro, Gewerbe)

hinsichtlich des Heizwärmebedarfs(HWB), Endenergiebedarfs u.a. zu berücksichtigen.

Unabhängig von den Anforderungen an den HWB sind bei Erneuerung oder Instandsetzung von Bauteilen bei konditionierten Räumen nachstehende allgemeine (Mindest)-Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) von wärmeübertragenden Bauteilen zu berücksichtigen.

**Tabelle 2: U-Wert Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile (OIB, 2007, 6)**

<b>Bauteil</b>	<b>U-Wert [W/m²K]</b>
WÄNDE gegen Außenluft	0,35
Kleinflächige WÄNDE gegen Außenluft (z.B. bei Gaupen), die 2% der Wände des gesamten Gebäudes gegen Außenluft nicht überschreiten, sofern die ÖNORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird.	0,70
TRENNWÄNDE zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten	0,90
WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume)	0,60
WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume	0,35
WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50
ERDBERÜHRTE WÄNDE UND FUSSBÖDEN	0,40
FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE oder UNVERGLASTE TÜREN (bezogen auf Prüfnormmaß) und sonstige vertikale TRANSPARENTE BAUTEILE gegen unbeheizte Gebäudeteile	2,50
FENSTER und FENSTERTÜREN in Wohngebäuden gegen Außenluft (bezogen auf Prüfnormmaß)	1,40
Sonstige FENSTER, FENSTERTÜREN und vertikale TRANSPARENTE BAUTEILE gegen Außenluft, VERGLASTE oder UNVERGLASTE AUS-SENTÜREN (bezogen auf Prüfnormmaß)	1,70
DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft	1,70
Sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft	2,00
DECKEN gegen Außenluft, gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt) und über Durchfahrten sowie DACHSCHRÄGEN gegen Außenluft	0,20
INNENDECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40
INNENDECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90

Für Dachschrägen mit einer Neigung von mehr als 60° gegenüber der Horizontalen gelten die jeweiligen Anforderungen für Wände.

### 3.2.3.2 Spezielle Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile

„Bei Wand-, Fußboden- und Deckenheizungen muss unbeschadet der o.a. Tabelle angeführten Mindestanforderungen der Wärmedurchlasswiderstand R der Bauteilschichten zwischen der Heizfläche und der Außenluft mindestens  $4,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ , zwischen der Heizfläche und dem Erdreich oder dem unbeheizten Gebäudeteil mindestens  $3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$  betragen.

Werden Heizkörper vor außen liegenden transparenten Bauteilen angeordnet, darf der U-Wert des Glases  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  nicht überschreiten, es sei denn zur Verringerung der Wärmeverluste werden zwischen Heizkörper und transparentem Bauteil geeignete, nicht demontierbare oder integrierte Abdeckungen mit einem Wärmedurchlasswiderstand R von mindestens  $1 \text{ m}^2\text{K/W}$  angebracht“ (OIB, 2007, 6).

Zur Erreichung eines Niedrigenergie- bzw. Passivhausstandards sind die Werte in Mittel um mehr als 20 % zu unterschreiten. Weiters sind lt. OIB-Richtlinie 6 Anforderungen an den Heizwärmebedarf und bei Nichtwohngebäuden Anforderungen an den Kühlbedarf definiert.

#### „Anforderungen an den Heizwärmebedarf bei umfassender Sanierung von Wohngebäuden:

Folgender maximal zulässiger jährlicher Heizwärmebedarf  $\text{HWB}_{\text{BGF, WGsan, max, Ref}}$  pro  $\text{m}^2$  konditionierter Brutto-Grundfläche ist, in Abhängigkeit der Geometrie (charakteristische Länge  $l_c$ ) und bezogen auf das Referenzklima gemäß OIB Leitfaden, einzuhalten:

ab 1.1.2010:

$$\text{HWB}_{\text{BGF, WGsan, max, Ref}} = 25,0 * (1+2,5/l_c) \text{ [kWh/m}^2\text{a]}, \text{ höchstens jedoch } 87,5 \text{ [kWh/m}^2\text{a]}$$

Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung:

Bei Gebäuden mit einer Wohnraumlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung reduziert sich der gemäß Punkt 2.5.1 (der OIB-Richtlinie 6) maximal zulässige jährliche Heizwärmebedarf  $\text{HWB}_{\text{BGF, WGsan, max, Ref}}$  um  $8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ “ (OIB, 2007, 3).

#### „Anforderungen an den Heizwärme- und Kühlbedarf bei umfassender Sanierung von Nicht-Wohngebäuden:

Folgender maximal zulässiger jährlicher Heizwärmebedarf  $\text{HWB}^*_{\text{V, NWGsan, max, Ref}}$  pro  $\text{m}^3$  konditioniertem Bruttovolumen (berechnet mit dem Nutzungsprofil des Wohngebäudes gemäß OIB-Leitfaden) ist, in Abhängigkeit der Geometrie (charakteristische Länge  $l_c$ ) und bezogen auf das Referenzklima gemäß OIB Leitfaden, einzuhalten:

ab 1.1.2010:

$$\text{HWB}^*_{\text{V, NWGsan, max, Ref}} = 8,5 * (1+2,5/l_c) \text{ [kWh/m}^3\text{a)]; höchstens jedoch } 30,0 \text{ [kWh/m}^3\text{a]}$$

### **Raumluftechnische Anlage mit Wärmerückgewinnung:**

Bei Gebäuden mit einer raumluftechnischen Anlage mit Wärmerückgewinnung reduziert sich der gemäß der Punkt 2.6.1 (der OIB-Richtlinie 6) maximal zulässige jährliche Heizwärmebedarf  $HWB_{V,NWGs\text{an,max,Ref}}^*$  um 2 kWh/m<sup>3</sup>a oder um 1 kWh/m<sup>3</sup>a, wenn nicht mehr als die Hälfte der Nutzfläche durch eine raumluftechnische Anlage mit Wärmerückgewinnung versorgt wird.

Für Nicht-Wohngebäude der Gebäudekategorien 1 bis 11 gemäß Punkt 2.2.2 (der OIB-Richtlinie 6, dieser Punkt listet die Gebäudekategorien der Nicht-Wohngebäude auf) ist entweder die sommerliche Überwärmung gemäß ÖNORM B 8110-3 einzuhalten, wobei die tatsächlichen inneren Lasten zu berücksichtigen sind, oder der maximal zulässige außeninduzierte Kühlbedarf  $KB_{V,NWGs\text{an,max}}^*$  (Nutzungsprofil Wohngebäude, Infiltration  $n_x = 0,15$ ) pro m<sup>3</sup> Bruttovolumen von 2,0 kWh/m<sup>3</sup>a einzuhalten“ (OIB, 2007, 3f).

Die ÖNORM B 8110-1:2008 (ÖNORM B 8110-1:2008, 2008, o.S.) gibt grundsätzlich die gleichen Werte wieder.

Zusätzlich zur Anforderung an den Heizwärmebedarf und zusätzlich zur Anforderung an die U-Werte können folgende Anforderungen (LEK-Wert, LEK...Linie Europäischer Kriterien, Maßzahl für die thermische Qualität der Gebäudehülle; dieser Wert ist jedoch nur mehr in Salzburg relevant) gestellt werden.

Bei der umfassenden Sanierung ist der folgende maximal zulässige LEK-Wert einzuhalten:

$$\text{Ab 1.1.2010: } LEK_{\text{san,max}} = 36 [-] \quad |_{c,\text{min}} = 1 [m]$$

In Abhängigkeit von der Heizgradtagzahl des Gebäudestandortes ergibt sich der maximal zulässige LEK-Wert wie folgt:

$$LEK_{\text{Standort}} = LEK_{\text{max}} * 3400 / HGT_{\text{Standort}}$$

Wobei bedeutet:

$LEK_{\text{Standort}}$	max. zulässiger LEK-Wert am Gebäudestandort [-]
$LEK_{\text{max}}$	max. zulässiger LEK-Wert [-] mit der Heizgradtageszahl von 3400 Kd gemäß der Punkte 3.1.1, 3.1.2 bzw. 3.1.3 der OIB-Richtlinie 6
$HGT_{\text{Standort}}$	Heizgradtagzahl ( $HGT_{12/20}$ ) am Gebäudestandort [Kd], jedoch höchstens 4000 Kd

### 3.2.3.3 Niedrigenergiestandard

Hinsichtlich der Deklaration als Niedrig- und Niedrigst-Energiehaus gibt ÖNORM B 8110-1:2008 (ÖNORM B 8110-1:2008, 2008, o.S.) an

#### „Deklaration von Niedrigenergie-Gebäuden:

Gebäude bei denen der gemäß ÖNORM B 8110-6 ermittelte Heizwärmebedarf in Abhängigkeit von der charakteristischen Länge  $l_c$  gemäß (nachstehender) Tabelle 7 (der ÖNORM B 8110-1:2008) erreicht bzw. unterschritten wird, dürfen als Niedrigenergie-Gebäude bezeichnet werden.

Tabelle 7 – Höchstzulässige  $HWB_{BGF,nE-WG,Ref}$  - Werte und  $HWB^*_{V,nE-NWG,Ref}$  - Werte für Niedrigenergie-Gebäude:

Wärmeschutzklasse	$HWB_{BGF,nE-WG,Ref}$ - Werte	$HWB^*_{V,nE-NWG,Ref}$ - Werte
Niedrigenergie-Gebäude	$< 17 \times (1+2,5/l_c)$	$< 5,67 \times (1+2,5/l_c)$

Wenn die charakteristische Länge  $l_c < 1,0$  ist, so ist der höchstzulässige Wert mit  $l_c = 1,0$  zu rechnen.

#### Deklaration von Niedrigstenergie-Gebäuden:

Gebäude bei denen der gemäß ÖNORM B 8110-6 ermittelte Heizwärmebedarf in Abhängigkeit von der charakteristischen Länge  $l_c$  gemäß (nachstehender) Tabelle 8 (der ÖNORM B 8110-1:2008) erreicht bzw. unterschritten wird, dürfen als Niedrigstenergie-Gebäude bezeichnet werden.

Tabelle 8 – Höchstzulässige  $HWB_{BGF,nstE-WG,Ref}$  - Werte und  $HWB^*_{V,nst,E-NWG,Ref}$  - Werte für Niedrigstenergie-Gebäude:

Wärmeschutzklasse	$HWB_{BGF,nstE-WG,Ref}$ - Werte	$HWB^*_{V,nst,E-NWG,Ref}$ - Werte
Niedrigstenergie-Gebäude	$< 10 \times (1+2,5/l_c)$	$< 3,33 \times (1+2,5/l_c)$

Wenn die charakteristische Länge  $l_c < 1,0$  ist, so ist der höchstzulässige Wert mit  $l_c = 1,0$  zu rechnen“ (ÖNORM B 8110-1:2008, 2008, o.S.).

### 3.2.3.4 Passivhausstandard

#### „Deklaration von Passivhäusern (Wohngebäude):

Das Passivhaus ist im Bereich der Niedrigstenergie-Gebäude angesiedelt, allerdings wird dabei der Entfall eines Haupt-Heizsystems angestrebt. In der Regel ist dazu ein  $HWB_{BGF,Ref}$  - Wert von 10 kWh/m<sup>2</sup>a zu unterschreiten. Die tatsächliche Passivhaus-Tauglichkeit ist mit geeigneten Methoden nachzuweisen. Der  $n_{50}$ -Wert  $< 0,6 \text{ h}^{-1}$  ist einzuhalten.

Anmerkung:

Der Heizwärmebedarf von 15 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf die Netto-Grundfläche, entspricht etwa einem Heizwärmebedarf von 12,75 kWh/m<sup>2</sup>a, bezogen auf die Brutto-Grundfläche. Davon unbeschadet bleiben Nachweise von 15 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf die Netto Grundfläche, mit gesondert für die Projektierung von Passivhäusern geeigneten Programmen.

Weiters ist sicherzustellen, dass nach einer allfälligen Nutzungsunterbrechung (z.B. Winterurlaub) die Aufenthaltsräume innerhalb einer anzugebenden Anheizzeit wieder auf Vorzugstemperatur (z.B. 20°C) gebracht werden können.

Um Zugluft im Aufenthaltsbereich zu vermeiden, ist bei der Auslegung der Luftströmung besonders Bedachtnahme erforderlich (z.B. gemäß ÖNORM EN ISO 7730). Sofern die Restheizung durch Luftheizung erfolgt, muss die Luftbehandlung im Lüftungssystem den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

Um störenden Kaltluftabfall an Fenstern ohne Wärmequellen zu vermeiden, darf der höchstzulässige U-Wert der Fensterkonstruktion  $U_w = 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  nicht überschritten werden; anderenfalls müssen Nachweise des thermischen Komforts gemäß ÖNORM EN ISO 7730 erbracht werden“ (ÖNORM B 8110-1:2008, 2008, o.S.).

### **3.2.4 Problematik Luftdichtheit**

Unkontrollierte Lüftungswärmeverluste stellen einen wesentlichen Anteil an den Wärmeverlusten im Winter dar, wobei bei Gründerzeithäusern aufgrund alter Kastenfenster mit schlechten Dichtungen, unter Umständen verzogenen Holzrahmenprofilen und meist nicht bekannter Einbausituation (Hohlräume zwischen Stockrahmen und Mauerwerk) diese Lüftungswärmeverluste entsprechend hoch sind.

Lt. OIB-Richtlinie 6 sind „Neubauten dauerhaft luft- und winddicht auszuführen. Die Luftwechselrate  $n_{50}$  – gemessen bei 50 Pascal Druckdifferenz zwischen innen und außen, gemittelt über Unter- und Überdruck und bei geschlossenen Ab- und Zuluftöffnungen – darf den Wert 3 pro Stunde nicht überschreiten.

Wird eine mechanisch betriebene Lüftungsanlage mit oder ohne Wärmerückgewinnung eingebaut, darf die Luftwechselrate  $n_{50}$  den Wert 1,5 pro Stunde nicht überschreiten. Bei umfassender Sanierung ist die Einhaltung dieser Werte ebenfalls empfehlenswert, wobei die empfohlenen Luftwechselraten bei Mehrfamilienhäusern für jede Wohneinheit einzuhalten sind“ (OIB, 2007, 7f).

Für Passivhäuser wird lt. ÖNORM B 8110-1:2008 die Einhaltung  $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$  gefordert.

Grundsätzlich ist zu den Anlagen für kontrollierte Wohnraumlüftung festzustellen, dass diese Anlagenteile richtig bedient werden müssen und auch hinsichtlich hygienischer Belange gewartet werden müssen. Es ist daher für die leichte Zugänglichkeit von Filtern (Reinigung, Austausch) zu sorgen und es sind in den Leitungen Revisionsklappen vorzusehen.

Bei Ausführungen von konventionellen Innendämmsystemen mit raumseitigen Dampfsperren stellt diese die Ebene, für die Luftdichtheit zu gewährleisten ist, dar. Durchdringungen sind möglichst zu vermeiden und bei Erfordernis durch entsprechende Systemkomponenten luftdicht abzuschließen um die Hinterströmung der Wärmedämmung und dadurch bedingte Wärmeverluste und Gefahr von Kondensat und Schimmelbildung in der Schichtgrenze Wärmedämmung zu Mauerwerk zu vermeiden.

### **3.2.5 Problematik Wärmebrücken**

Aufgrund der gegliederten meist denkmalgeschützten Fassaden ist als nachträgliche Wärmedämmung praktisch nur eine Innenwärmedämmung ausführbar. Unterbrechungen des Wärmedämmsystems führen zu Wärmebrücken, die an den Oberflächen zu unzulässigen niedrigen Oberflächentemperaturen (unter der Taupunkttemperatur der Raumluft) führen können und so Kondensat und in weiterer Folge Schimmelbildungsgefahr besteht.

Im Wesentlichen entstehen Wärmebrücken durch/über:

- an Außenwand anlaufende Innenwände
- Balkonplatten, Innendecken
- Gesimse, Gesimseverankerungen

#### ***An Außenwand anlaufende Innenwände und Decken:***

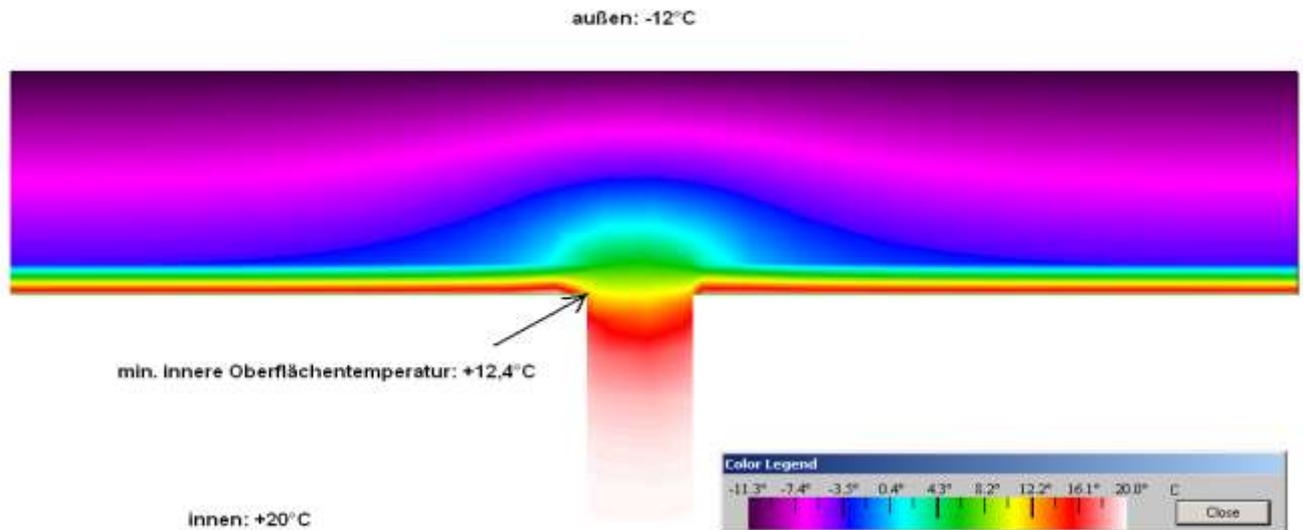
Wie stark sich Wärmebrücken bei an die Außenwand anlaufenden Innenwände durch zu niedrige Oberflächentemperaturen in den Innenwanddecken auswirken, hängt auch von der Dicke des Bestands-Außenwand-Mauerwerks ab.

Grundsätzlich können derartige Wärmebrücken durch Finitelemente-Methoden vorausberechnet werden.

Nachfolgend werden Berechnungsergebnisse für unterschiedliche Außenwanddicken (35, 45, 50, 55 cm) und unterschiedliche Innenwärmedämmdicken (Mindestdicke für Verbesserung: 6 cm, OIB-Richtlinie 6: 10 cm, Niedrigenergiestandard: 14 cm, Passivhausstandard 20 cm) wiedergegeben. Es wurden für eine Außentemperatur von  $-12^{\circ}\text{C}$  (Bemessungstemperatur) und eine Innenlufttemperatur von  $20^{\circ}\text{C}$  die Temperaturverläufe in der Außenwand bzw. in der angrenzenden Innenwand sowie die niedrigste Oberflächentemperatur in der Ecke berechnet.

**Außenwand:**

35cm Vollziegel + Mineralfüllplatten MULTIPOR



N  
N

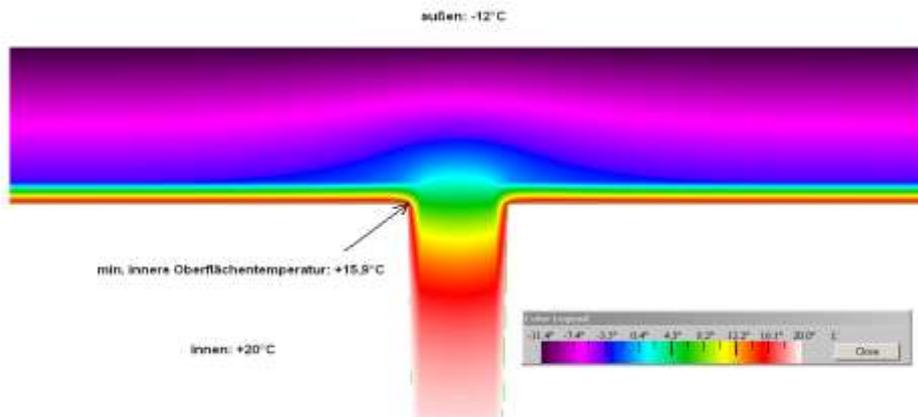
min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Kondensat:	$\Theta_{si,min} =$	12,8 °C
min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Schimmelbildung:	$\Theta_{si,min} =$	13,6 °C
min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Kondensat:	$f_{Rsi,min} =$	0,667
min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Schimmelbildung:	$f_{Rsi,min} =$	0,704

Dicke WD	$\Theta_{si}$	$f_{Rsi}$	Anforderung Vermeidung Kondensatbildung	Anforderung Vermeidung Schimmelbildung
6 cm	12,4 °C	0,649	nicht erfüllt	nicht erfüllt
10 cm (OIB)	13,1 °C	0,681	erfüllt	nicht erfüllt
14 cm (Niedrigenergie)	13,5 °C	0,700	erfüllt	nicht erfüllt
20 cm (Passivhaus)	14,4 °C	0,741	erfüllt	erfüllt

**Abbildung 2: Berechnungsergebnisse Außenwand 35 cm bei unterschiedlichen Innenwärmehämmungsdicken**

**Außenwand:**

35cm Vollziegel + Mineraldämmplatten MULTIPOR (mit Dämmkeil auf Innenwand)



Normaußentemperatur: -12°C  
 Norminnentemperatur: +20°C

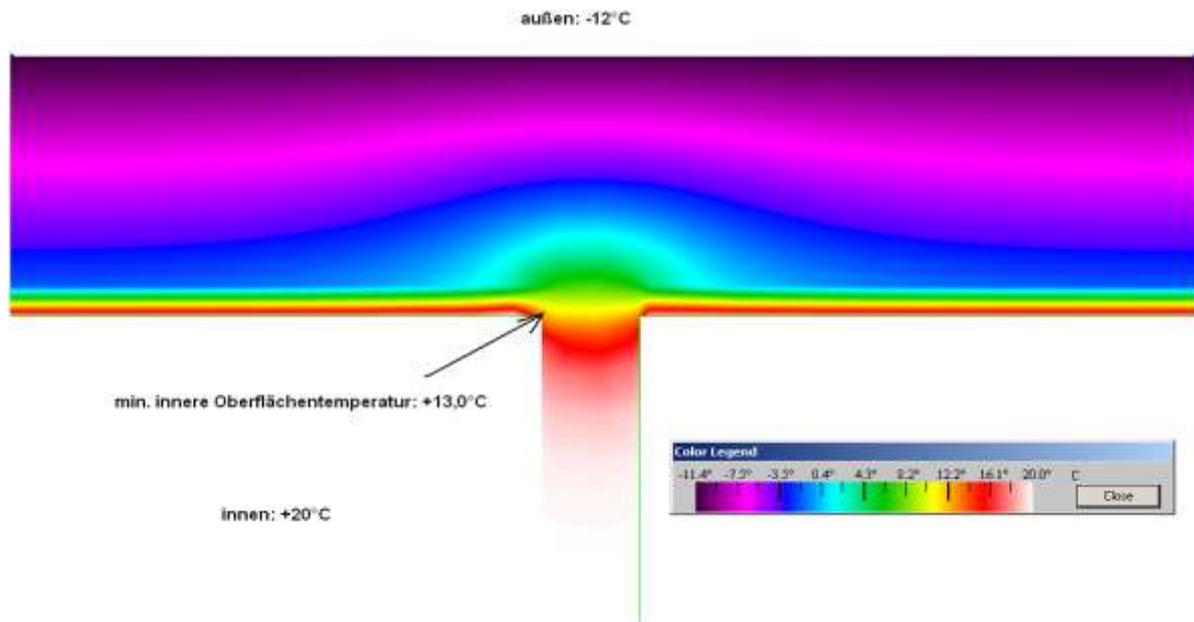
min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Kondensat:  $\Theta_{si,min} = 12,8 \text{ °C}$   
 min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Schimmelbildung:  $\Theta_{si,min} = 13,6 \text{ °C}$   
 min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Kondensat:  $f_{Rsi,min} = 0,667$   
 min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Schimmelbildung:  $f_{Rsi,min} = 0,704$

Dicke WD	$\Theta_{si}$	$f_{Rsi}$	Anforderung Vermeidung Kondensatbildung	Anforderung Vermeidung Schimmelbildung
6 cm	-	15,9 °C	0,811	erfüllt
10 cm	(OIB)	16,2 °C	0,824	erfüllt
14 cm	(Niedrigenergie)	16,5 °C	0,838	erfüllt
20 cm	(Passivhaus)	17,0 °C	0,861	erfüllt

**Abbildung 3: Berechnungsergebnisse Außenwand 35 cm inkl. Dämmkeil bei unterschiedlichen Innenwärmedämmungsdicken**

**Außenwand:**

45cm Vollziegel + Mineralfüllplatten MULTIPOR



Normaußentemperatur: -12°C  
 Norminnentemperatur: +20°C

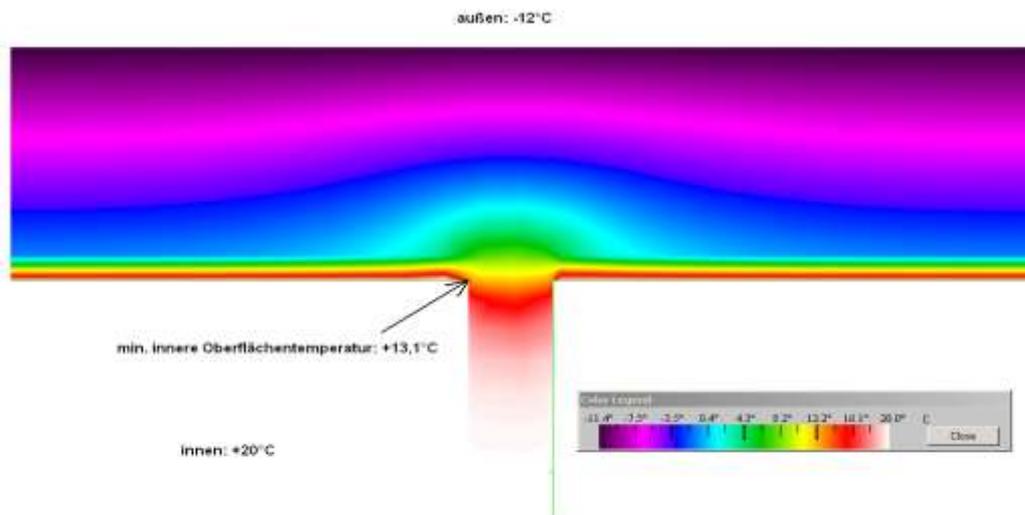
min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Kondensat:  $\Theta_{si,min} = 12,8 \text{ °C}$   
 min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Schimmelbildung:  $\Theta_{si,min} = 13,6 \text{ °C}$   
 min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Kondensat:  $f_{Rsi,min} = 0,667$   
 min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Schimmelbildung:  $f_{Rsi,min} = 0,704$

Dicke WD		$\Theta_{si}$	$f_{Rsi}$	Anforderung Vermeidung Kondensatbildung	Anforderung Vermeidung Schimmelbildung
6 cm	-	13,0 °C	0,677	erfüllt	nicht erfüllt
10 cm	(OIB)	13,5 °C	0,700	erfüllt	nicht erfüllt
14 cm	(Niedrigenergie)	14,0 °C	0,723	erfüllt	erfüllt
20 cm	(Passivhaus)	14,6 °C	0,751	erfüllt	erfüllt

**Abbildung 4: Berechnungsergebnisse Außenwand 45 cm bei unterschiedlichen Innenwärmehämmungsdicken**

**Außenwand:**

50cm Vollziegel + Mineralfämmplatten MULTIPOR



Normaußentemperatur: -12°C  
 Norminnentemperatur: +20°C

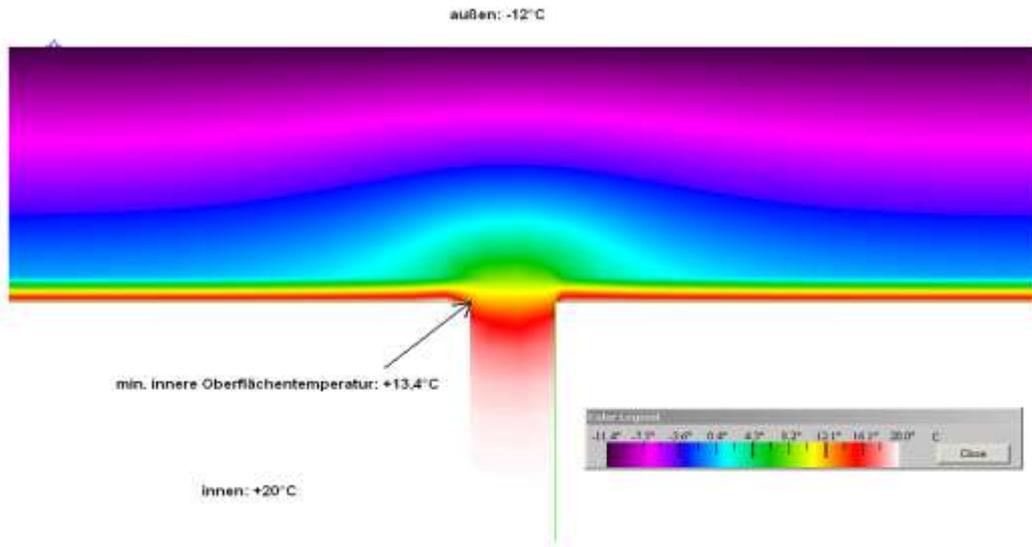
min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Kondensat:  $\Theta_{si,min} = 12,8 \text{ °C}$   
 min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Schimmelbildung:  $\Theta_{si,min} = 13,6 \text{ °C}$   
 min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Kondensat:  $f_{Rsi,min} = 0,667$   
 min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Schimmelbildung:  $f_{Rsi,min} = 0,704$

Dicke WD	$\Theta_{si}$	$f_{Rsi}$	Anforderung Vermeidung Kondensatbildung	Anforderung Vermeidung Schimmelbildung	
6 cm	-	13,1 °C	0,681	erfüllt	nicht erfüllt
10 cm	(OIB)	13,7 °C	0,709	erfüllt	erfüllt
14 cm	(Niedrigenergie)	14,0 °C	0,723	erfüllt	erfüllt
20 cm	(Passivhaus)	14,8 °C	0,760	erfüllt	erfüllt

**Abbildung 5: Berechnungsergebnisse Außenwand 50 cm bei unterschiedlichen Innenwärmehämmungsdicken**

**Außenwand:**

55cm Vollziegel + Mineralfüllplatten MULTIPOR



Normaußentemperatur: -12°C  
 Norminnentemperatur: +20°C

min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Kondensat:  $\Theta_{si,min} = 12,8 \text{ °C}$   
 min. Oberflächentemperatur zur Vermeidung von Schimmelbildung:  $\Theta_{si,min} = 13,6 \text{ °C}$   
 min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Kondensat:  $f_{Rsi,min} = 0,667$   
 min. Temperaturfaktor zur Vermeidung von Schimmelbildung:  $f_{Rsi,min} = 0,704$

Dicke WD		$\Theta_{si}$	$f_{Rsi}$	Anforderung Vermeidung Kondensatbildung	Anforderung Vermeidung Schimmelbildung
6 cm	-	13,4 °C	0,695	erfüllt	nicht erfüllt
10 cm	(OIB)	14,0 °C	0,723	erfüllt	erfüllt
14 cm	(Niedrigenergie)	14,4 °C	0,741	erfüllt	erfüllt
20 cm	(Passivhaus)	14,9 °C	0,764	erfüllt	erfüllt

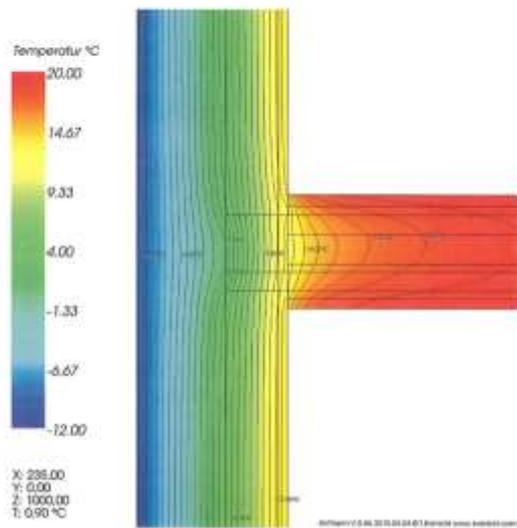
**Abbildung 6: Berechnungsergebnisse Außenwand 55 cm bei unterschiedlichen Innenwärmedämmungsdicken**

Die Berechnungen zeigen, dass ab einer Außenwanddicke von 50 cm und bauordnungsgemäßen Wärmedämmung von 10 cm die Kriterien zur Vermeidung von Oberflächenkondensat und Reduktion des Risikos von Schimmelbildung gemäß ÖNORM B 8110-2 auch ohne an der Innenwand weitergezogene Wärmebrückendämmung erfüllt werden können.

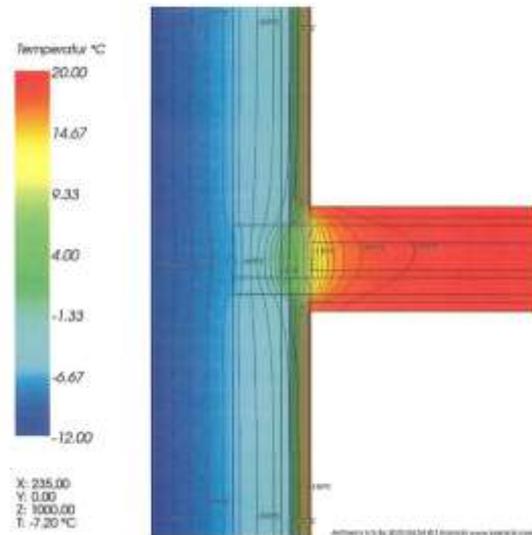
Mit der allgemein üblichen Wärmebrückendämmung an den beiden Seiten der einspringenden Innenwand (Dämmkeile) ist diese Problematik der Wärmebrückenwirkung unabhängig von der Außenwanddicke zu beherrschen.

### **Tramdecke und Innenwärmedämmung**

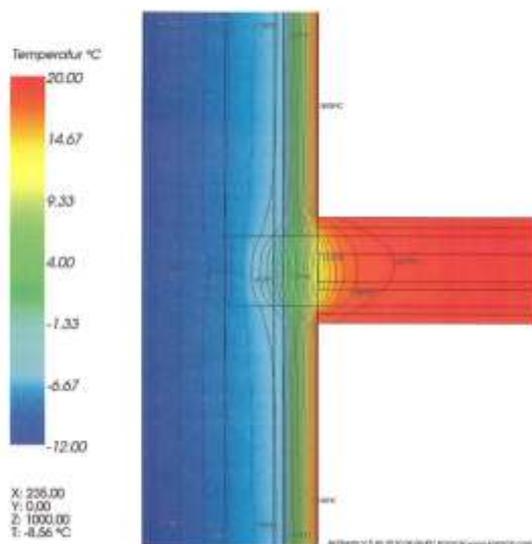
**Schnitt Y:**  
Wandstärke: 35cm ohne Dämmung



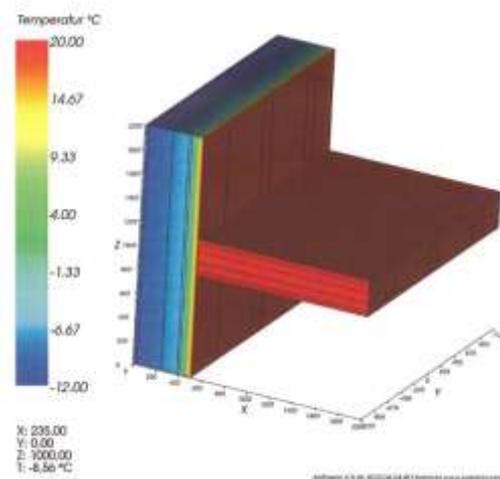
**Schnitt Y:**  
Wandstärke: 35cm mit 6cm Dämmung



**Schnitt Y:**  
Wandstärke: 35cm mit 10cm Dämmung



**Ansicht 3D:**  
Wandstärke: 35cm mit 10cm Dämmung

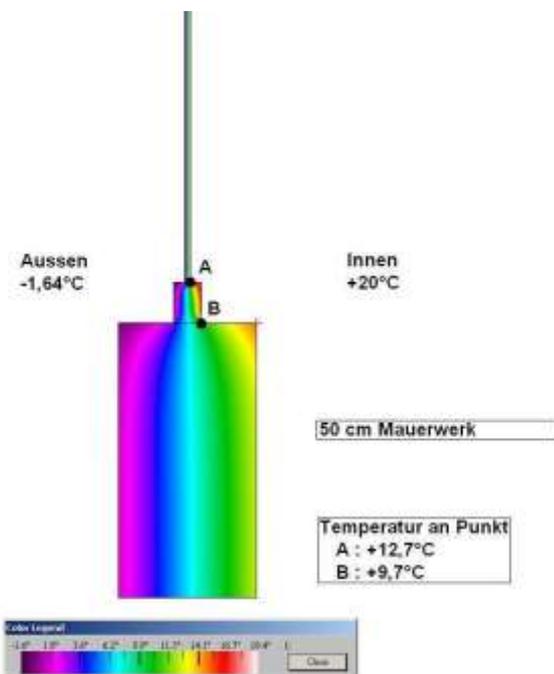
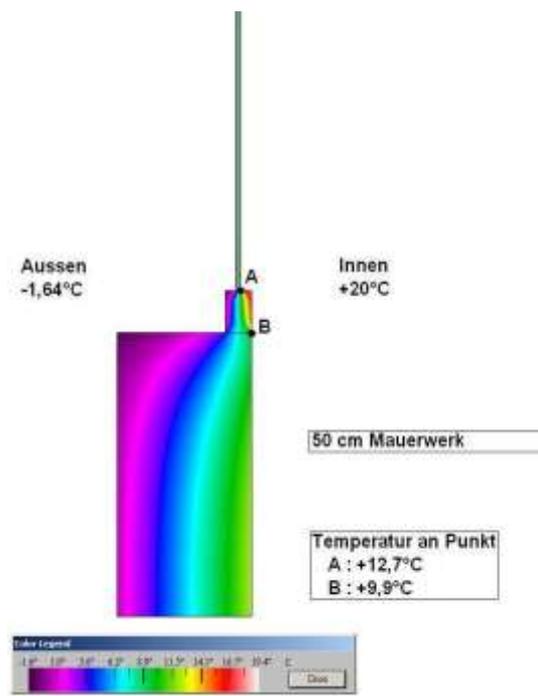
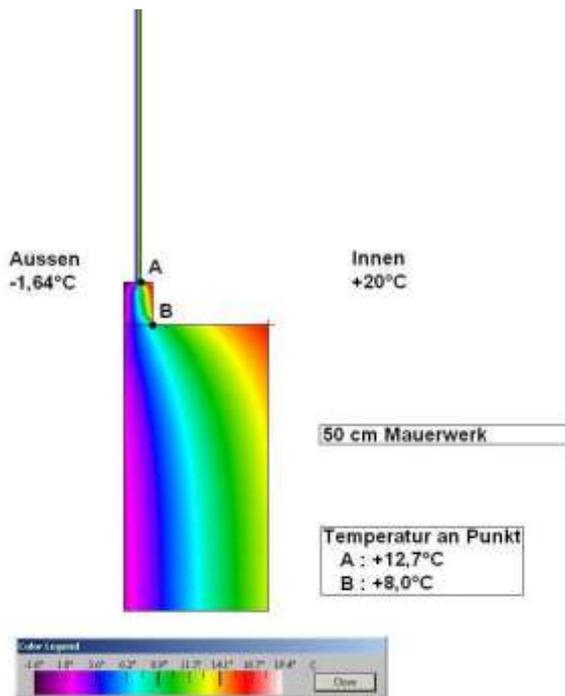


Die Ausführung von Innenwärmedämmungen führt zu einer Verschiebung der kälteren Temperaturzonen im Mauerwerk zum Raum hin, sodass an den Balkenköpfen Temperaturen

auftreten, die die Taupunkttemperatur der eindiffundierenden Raumluft unterschreiten und zu Kondensat- und Feuchteschädigungen der Balkenköpfe führen. Akutelle Forschungsergebnisse schlagen vor (Bauphysik 32.Jahrg.,April 2010), dass im Bereich der Fußboden- und Deckeneinbindungen bewusst Wärmebrücken durch Aussparung der Innendämmung in Kauf genommen werden bzw. die Verlegung von vorhandenen Heizungsrohren in die Wandebene hinein zu entsprechend höheren Temperaturen an den Balkenauflagern führen und somit die Gefahr von Kondensat und Vermorschung vermieden wird.

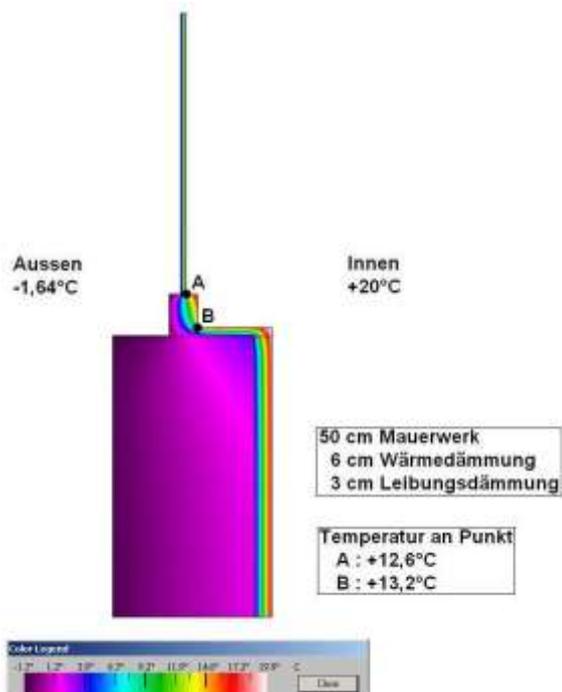
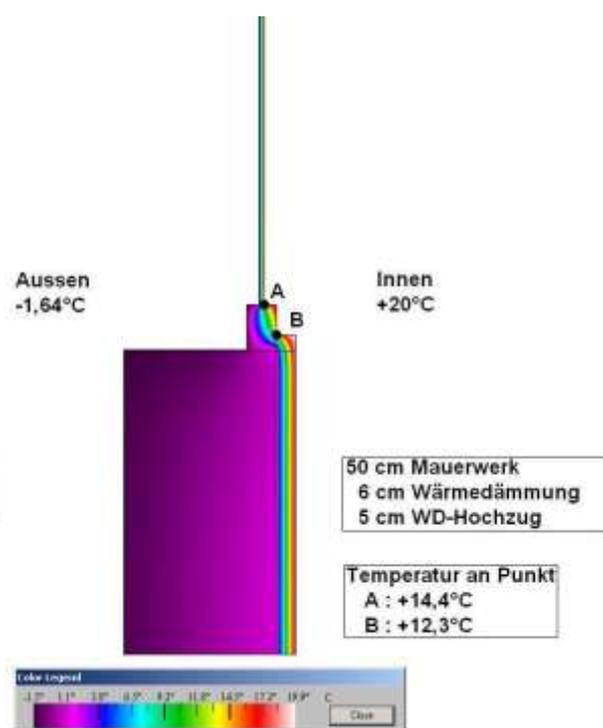
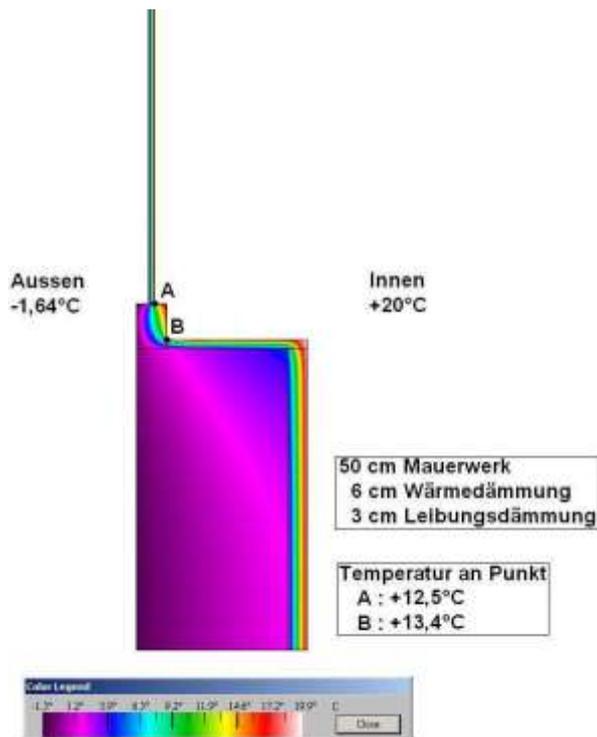
### ***Fensteranschlüsse***

Beim Einbau von neuen hochwertigen Isolierglasfenstern mit thermisch getrennten Rahmen ist je nach Einbausituation mit mehr oder weniger starker Wärmebrückenwirkung zu rechnen. In den nachfolgenden exemplarischen, schematischen Darstellungen wurden der Einbau eines Isolierglasfensters mit Dreischeibenverglasung ( $U_g \leq 0,9$ ) und Lage außen, mittig, innen für die Fälle ungedämmtes Mauerwerk, Innendämmung und Außendämmung untersucht. Als Außentemperatur wurde gemäß ÖNORM 8110-2 die mittlere Bemessungstemperatur angesetzt. Als Wärmedämmdicke wurde 6 cm berücksichtigt, wobei bei der Innendämmung von Calcium-Silikat-Platten und an der Außenseite von einem EPS-Vollwärmeschutzsystem ausgegangen wurde. Die Berechnungen zeigen grundsätzlich, dass bei ungedämmtem Mauerwerk und Einbau von hochwertigen Fenstern in der Bauanschlußfuge immer Temperaturen vorhanden sein können, die die Taupunkttemperatur für übliches behagliches Raumklima (20°C/ 50% rel. LF) ungünstig unterschreiten.



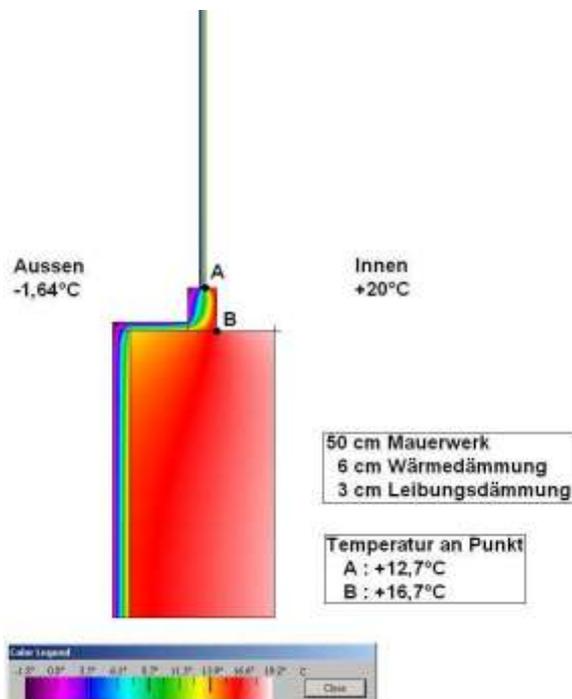
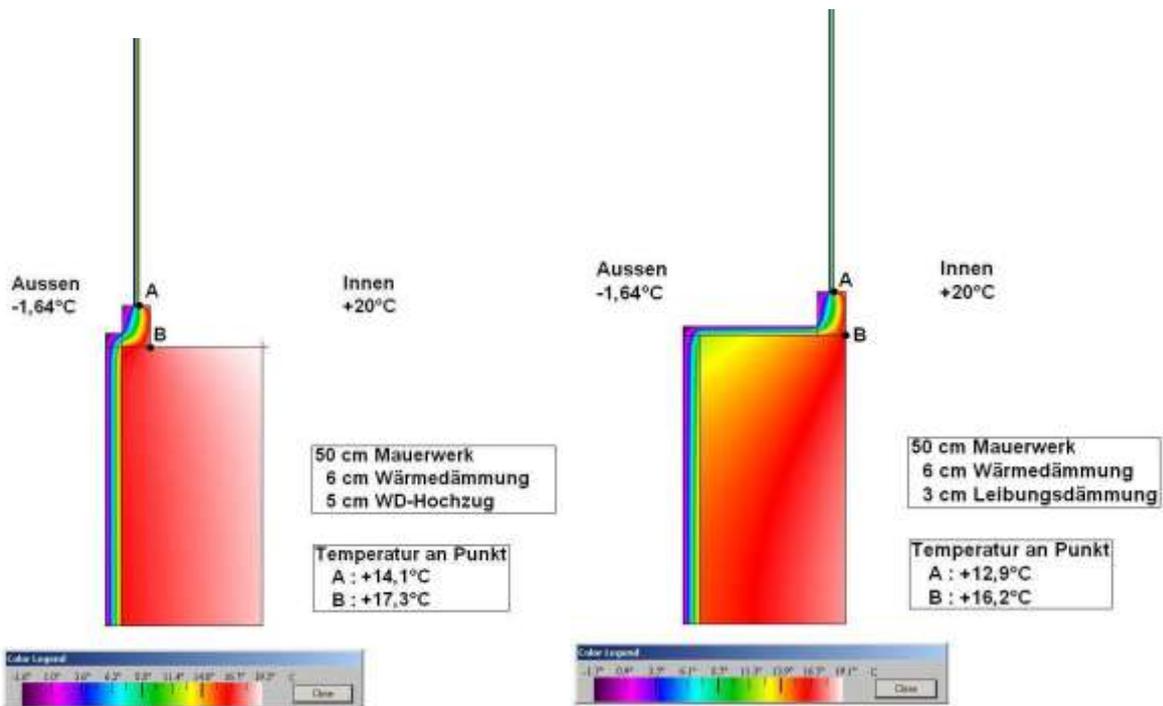
### Ungedämmtes Mauerwerk

In der Bauanschlussfuge ergeben sich Temperaturen die jedenfalls zu Kondensat und Schimmelbildung führen, wobei hier am ungünstigsten die Lage des Fensters an der Außenseite ist, da hier die geringste Mauerwerksüberdeckung bis zum inneren Anschlusspunkt gegeben ist.



### Mauerwerk mit 6 cm CS-Innendämmung

Ausreichend hohe Temperaturen im Bereich der Bauanschlussfuge können nur durch entsprechend gute Ausbildung der Leibungsdämmung und Rahmenüberdeckungen erreicht werden.



### Mauerwerk mit 6 cm EPS-F-Außendämmung

Naturgemäß ergeben sich für diese Variante die günstigsten Verhältnisse, da hier das Mauerwerk als zur Außenluft hin gedämmte Speichermasse wirksam ist. Es ist jedoch auch hier darauf zu achten, dass die Leibungen und Überdeckungen der Rahmenanschlüsse in die Maßnahmen mit einbezogen werden.

## **Problematik Kondensat und Feuchtigkeit**

Als Ursache für Feuchtigkeit und Kondensat in Bauteilen können eine Reihe von Faktoren und Ursachen in Frage kommen:

- Feuchtigkeit in (Keller-)Wänden durch fehlende Horizontalabdichtung
- Oberflächenkondensat durch Wärmebrücken
- Kondensat an Außenscheiben von Kastenfenstern durch schlecht schließende Innenflügel
- Kondensat im Bauteilinneren durch fehlende Dampfsperren, Dampfbremsen bzw. Leckstellen in diesen (Durchdringungen der Dampfsperrebene müssen mittels spezieller Formteile strömungsdicht eingebunden werden um ein Hinterströmen der Wärmedämmung zu verhindern).
- Feuchtigkeit in Bauteilen durch Innenwärmedämmsysteme ohne Dampfsperre
- Veränderung des Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen bei unterschiedlichen Feuchtegehalten

Bei Ausführung von Innenwärmedämmungen ist durch die Verlagerung des Taupunktes in den Bauteilaufbauten bzw. bisherigen Mauerwerk der Bauteilkondensation besonderes Augenmerk zu schenken und wird ein diesbezüglicher Nachweis auch in ÖNORM B 8110-2 gefordert (äußere Beschichtungen von Mauerwerk müssen dabei entsprechend schlagregendicht sein, jedoch gleichzeitig nach außen hin diffusionsoffen wirken). Dieser normgemäße Nachweis (Glaser-Verfahren) ist jedoch nur bei Ausführung einer raumseitig-theoretisch-dampfdichten Ausführung (Dampfsperre  $s_d \geq 100 \text{ m}$ ) möglich. Bei Einsatz von feuchteadaptiven Dampfbremsen bzw. mineralischer Wärmedämmungen mit kapillaraktiven Eigenschaften (Kalziumsilikatplatten) müssen mittels dynamischen Rechenverfahren in denen realistische Temperatur- und Feuchtebelastungen simuliert werden, berechnet werden. Diese Verfahren sind noch nicht in der ÖNORM geregelt.

Zur Veranschaulichung der Problematik bei Innendämmungen mit diffusionsoffenen Dämmstoffen sind nachfolgend die Ergebnisse von Berechnungen von unterschiedlichen Ziegelmauerdicken mit unterschiedlichen innenliegenden Kalziumsilikatplattendicken dargestellt.

So ändert sich für reine Ziegelwände unterschiedlicher Dicke in der Jahresbilanz betrachtet sowohl der Feuchtegehalt und damit auch praktisch der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) um ca.  $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Die Feuchtigkeit des Mauerwerkes schwankt dabei im 0,01 bis 0,02 M.-%-Bereich (Massenprozent-Bereich) um die Ausgleichsfeuchte. Bedingt durch rechentechnische Gründe nimmt im kurz betrachteten Berechnungszeitraum die Feuchtigkeit geringfügig zu, schwingt aber nach mehreren Jahren ein und schwankt in der jahreszeitlichen Bilanz um die Ausgleichsfeuchte.

Wird an den betrachteten Wänden raumseitig eine diffusionsoffene Kalziumsilikatwärmedämmung angebracht, verbessern sich grundsätzlich die U-Werte und schwanken zwischen Sommer und Winter nur mehr im Bereich von 0,05 W/m<sup>2</sup>K. Die Feuchtigkeit des Mauerwerks im Bereich der Schichtgrenze zwischen Wärmedämmung und Mauerwerk nimmt geringfügig zu.

Die Betrachtung einer 55 cm Vollziegelmauer mit unterschiedlichen Dämmstoffdicken zeigt die naturgemäß immer besser werdende Wärmedämmung, wobei die Schwankungen der Wärmedurchgangskoeffizienten zwischen Sommer und Winter mit zunehmender Dicke auch kleiner werden. Die Feuchtigkeit sowie die Schwankung des Feuchtegehaltes zwischen Sommer und Winter in der Schichtgrenze zum Mauerwerk nimmt jedoch auch mit zunehmender Dicke um ca. 0,01 bis 0,02 M.-%-Punkte zu.

Aufgrund dieser Vergleichsrechnungen ist grundsätzlich festzustellen, dass bei Ausführung von diffusionsoffenen raumseitigen Wärmedämmungen jedenfalls für den jeweiligen Fall mit den entsprechenden Mauerdicken und Materialien eine dynamische Diffusionsberechnung durchzuführen ist, um die Auswirkungen beurteilen zu können.

### 3.2.5.1 Vergleich der feuchteabhängigen U-Werte verschiedener Wandstärken eines Vollziegelmauerwerks „Altes Wiener Format“

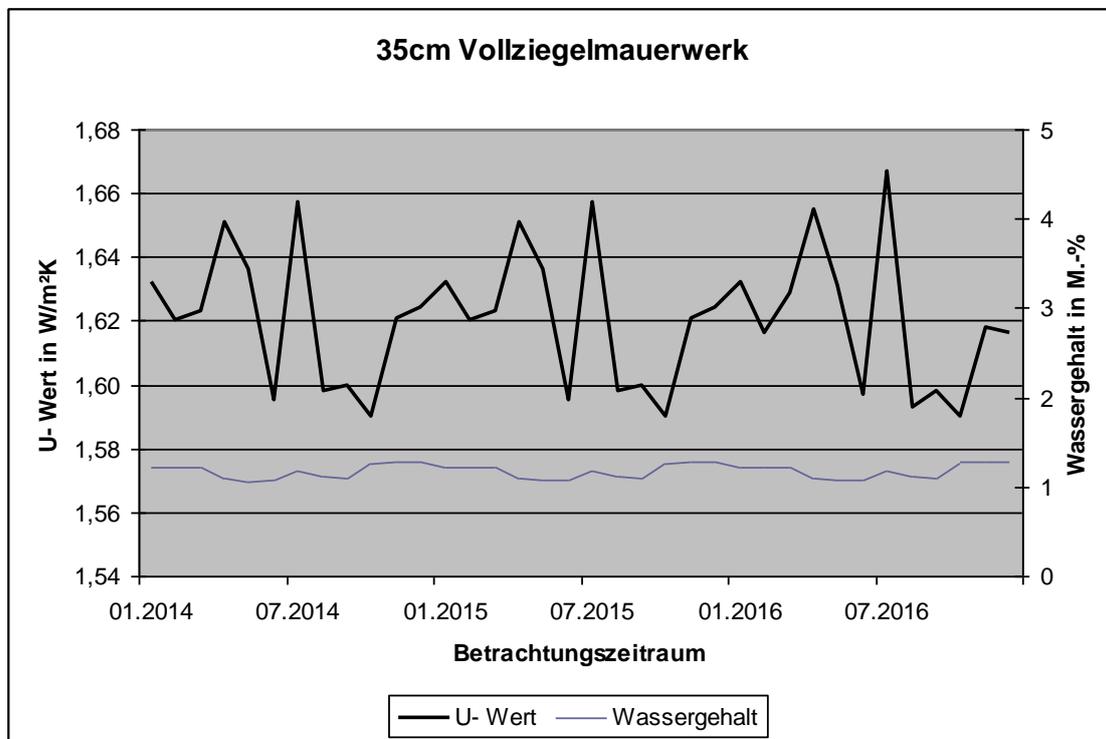


Abbildung 7: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 35 cm Vollziegelmauerwerk

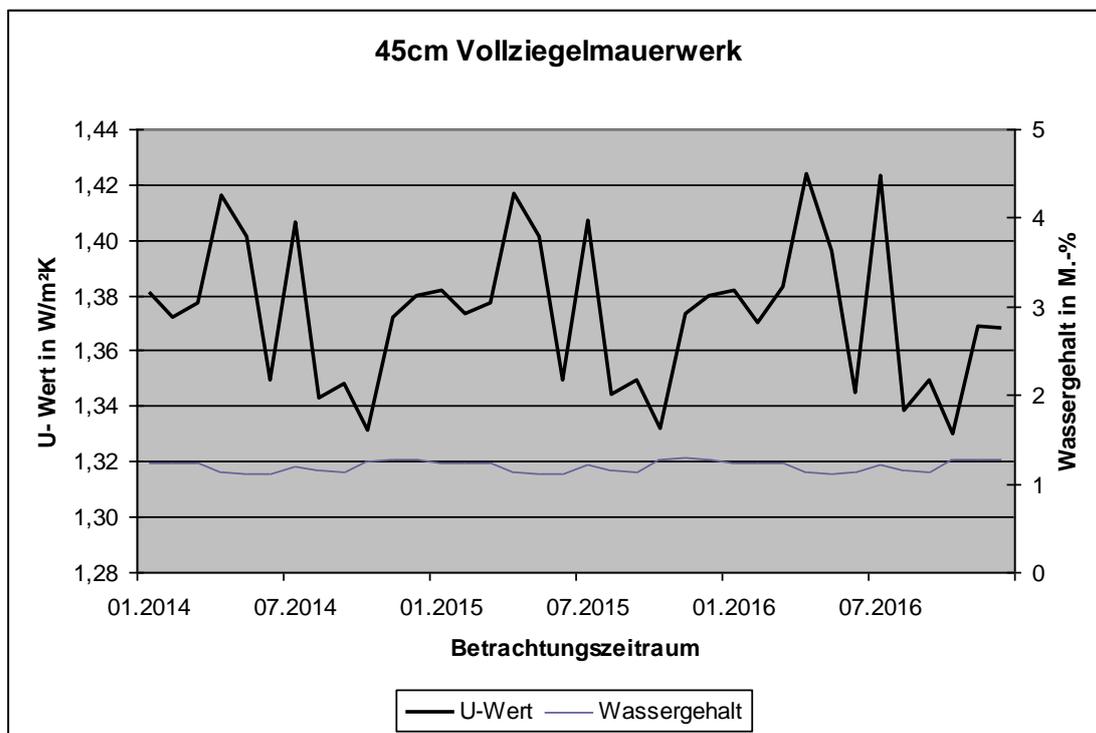


Abbildung 8: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 45 cm Vollziegelmauerwerk

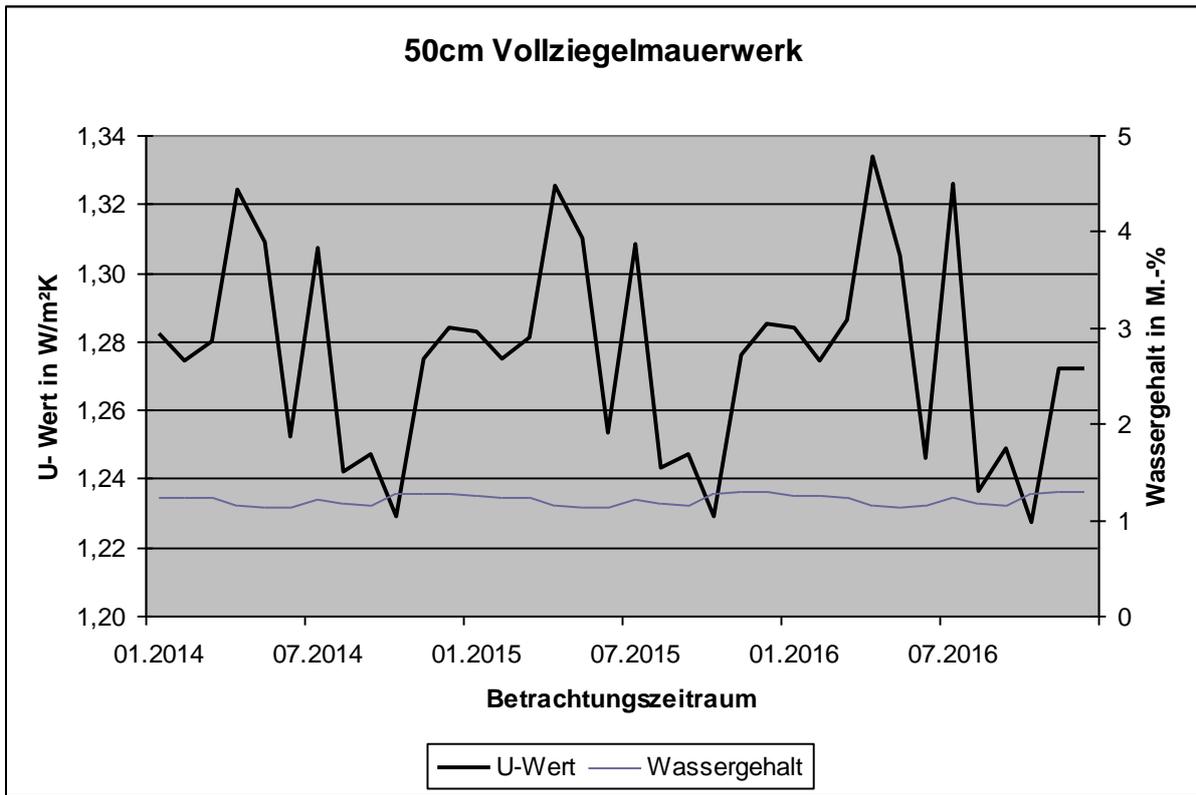


Abbildung 9: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 50 cm Vollziegelmauerwerk

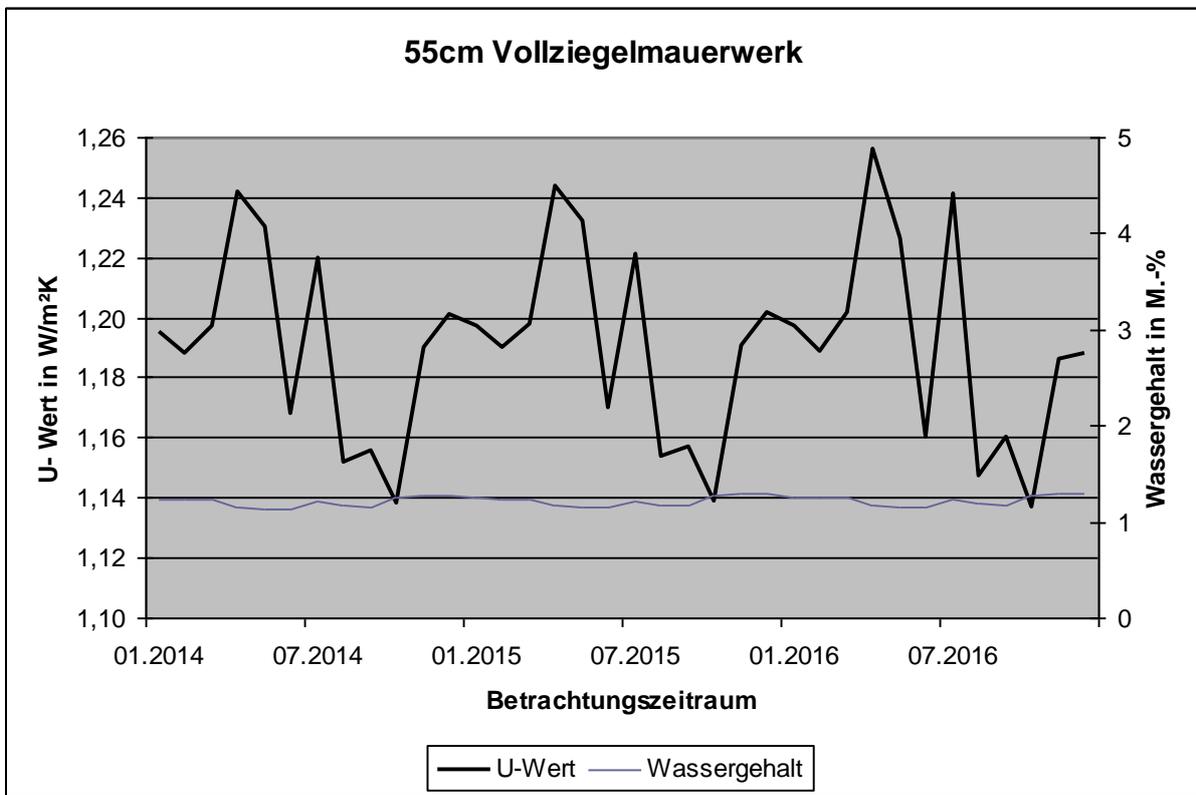


Abbildung 10: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 55 cm Vollziegelmauerwerk

### 3.2.5.2 Vergleich der feuchteabhängigen U-Werte verschiedener Wandstärken eines Vollziegelmauerwerks „Altes Wiener Format“ mit 6 cm Multipor-Innendämmung

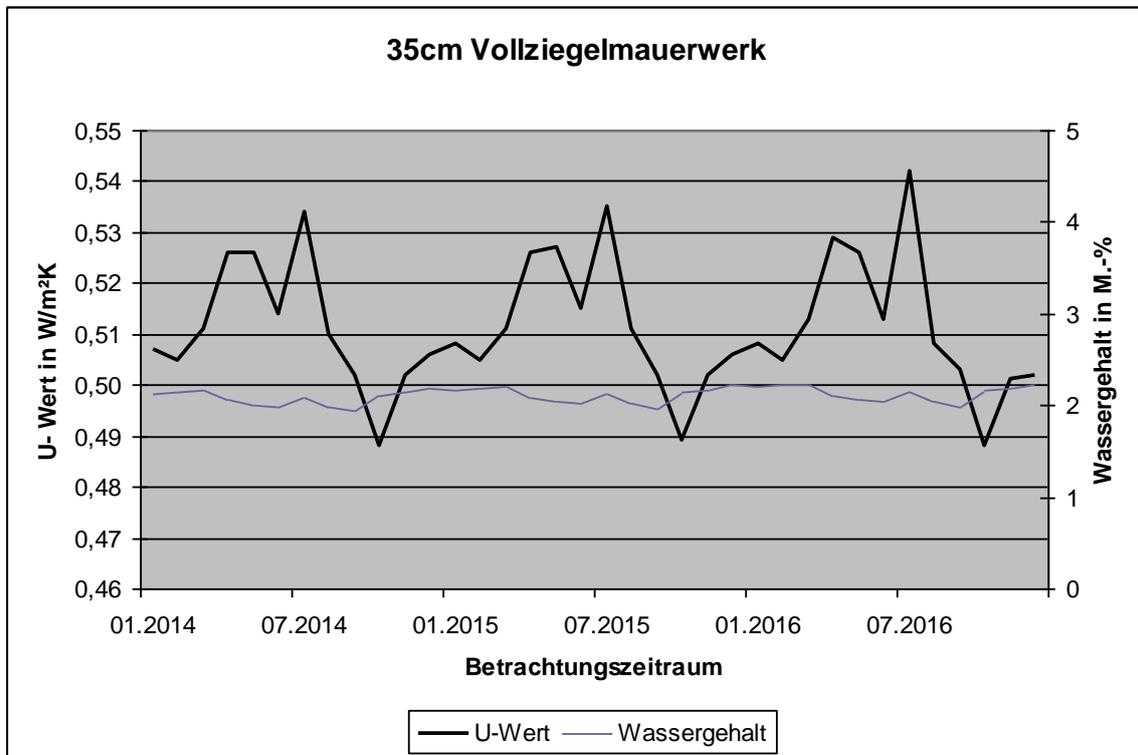


Abbildung 11: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 35 cm Vollziegelmauerwerk mit 6 cm Multipor-Innendämmung

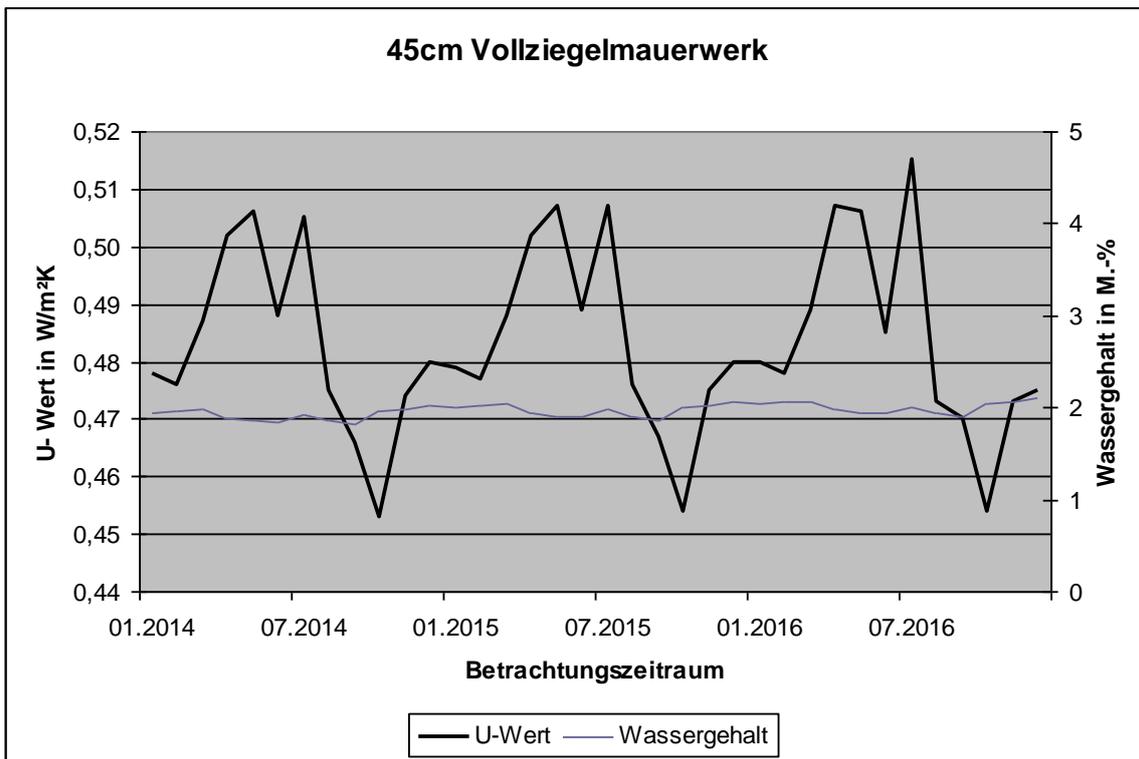


Abbildung 12: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 45 cm Vollziegelmauerwerk mit 6 cm Multipor-Innendämmung

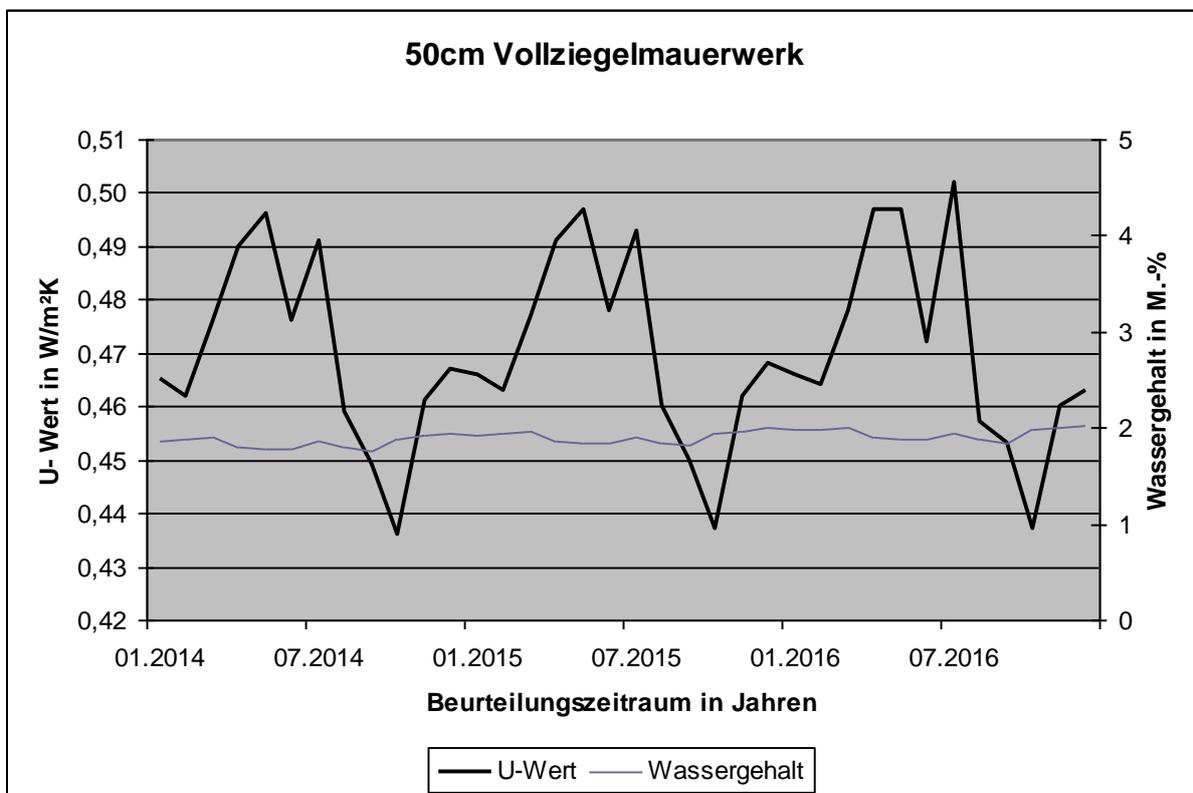
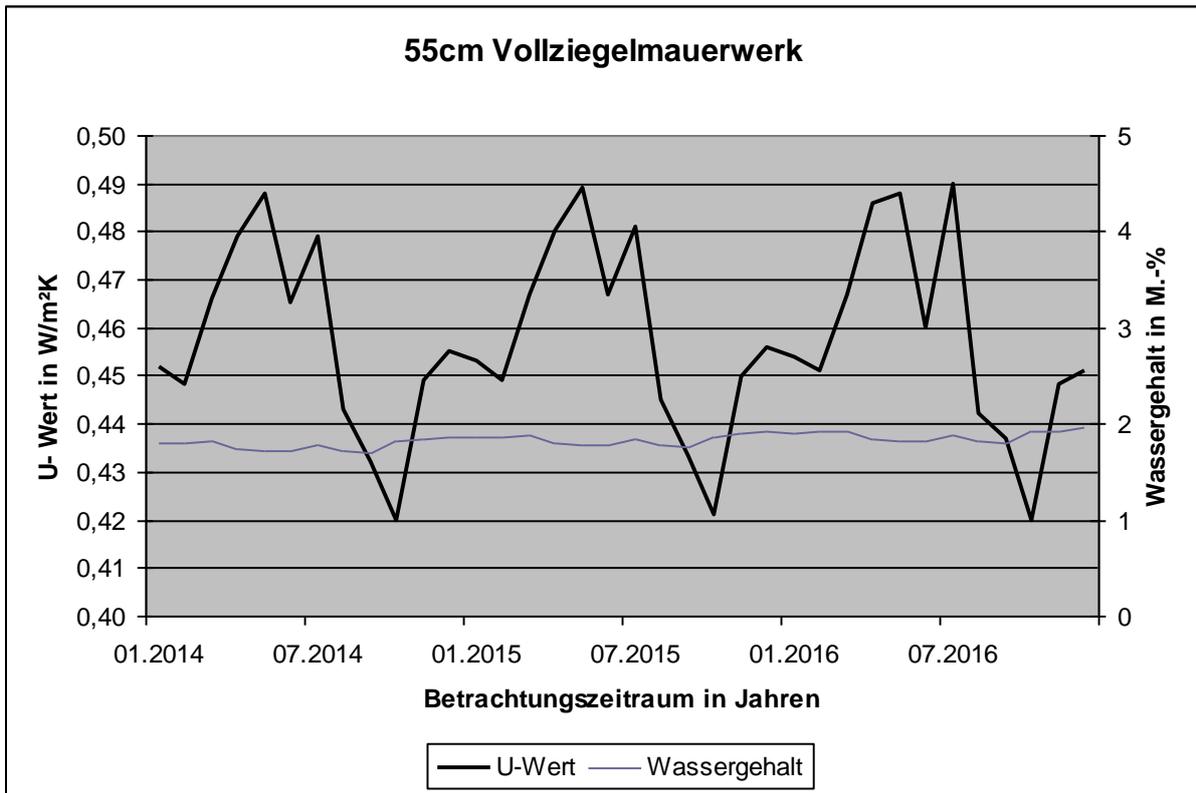


Abbildung 13: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 50 cm Vollziegelmauerwerk mit 6 cm Multipor-Innendämmung



**Abbildung 14: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 55 cm Vollziegelmauerwerk mit 6 cm Multipor-Innendämmung**

### 3.2.5.3 Vergleich der feuchteabhängigen U-Werte eines 55 cm Vollziegelmauerwerks mit unterschiedlichen Multipor – Innendämmungsstärken

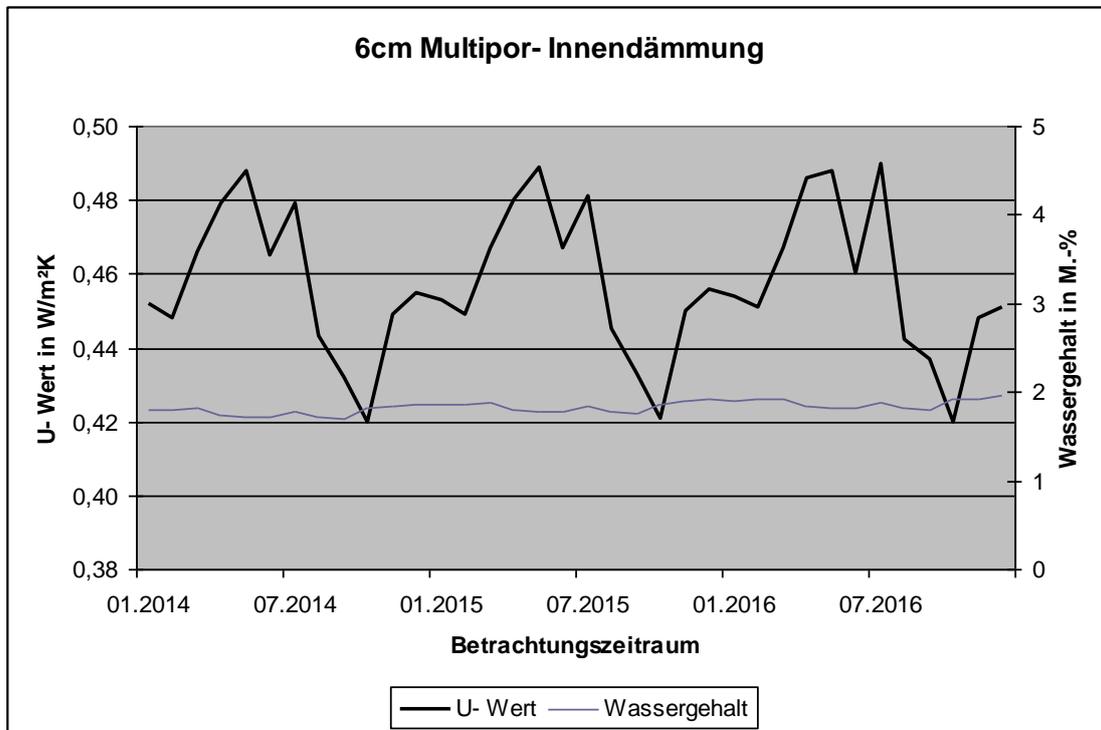


Abbildung 15: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 55 cm Vollziegelmauerwerk mit 6 cm Multipor-Innendämmung

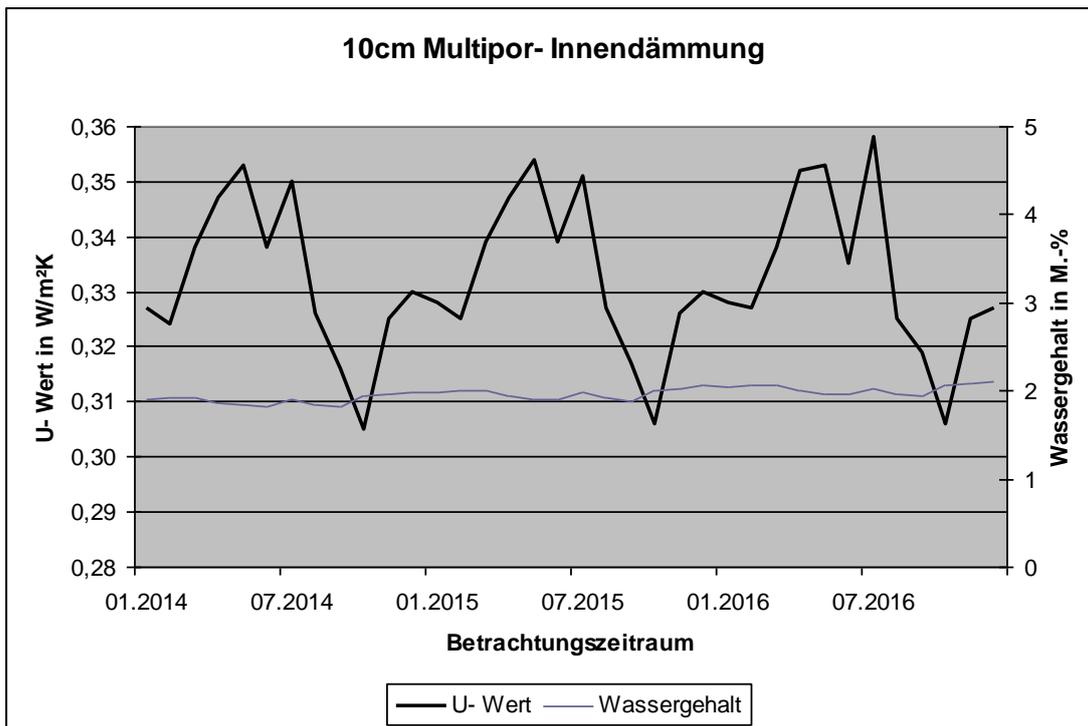


Abbildung 16: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 55 cm Vollziegelmauerwerk mit 10 cm Multipor-Innendämmung

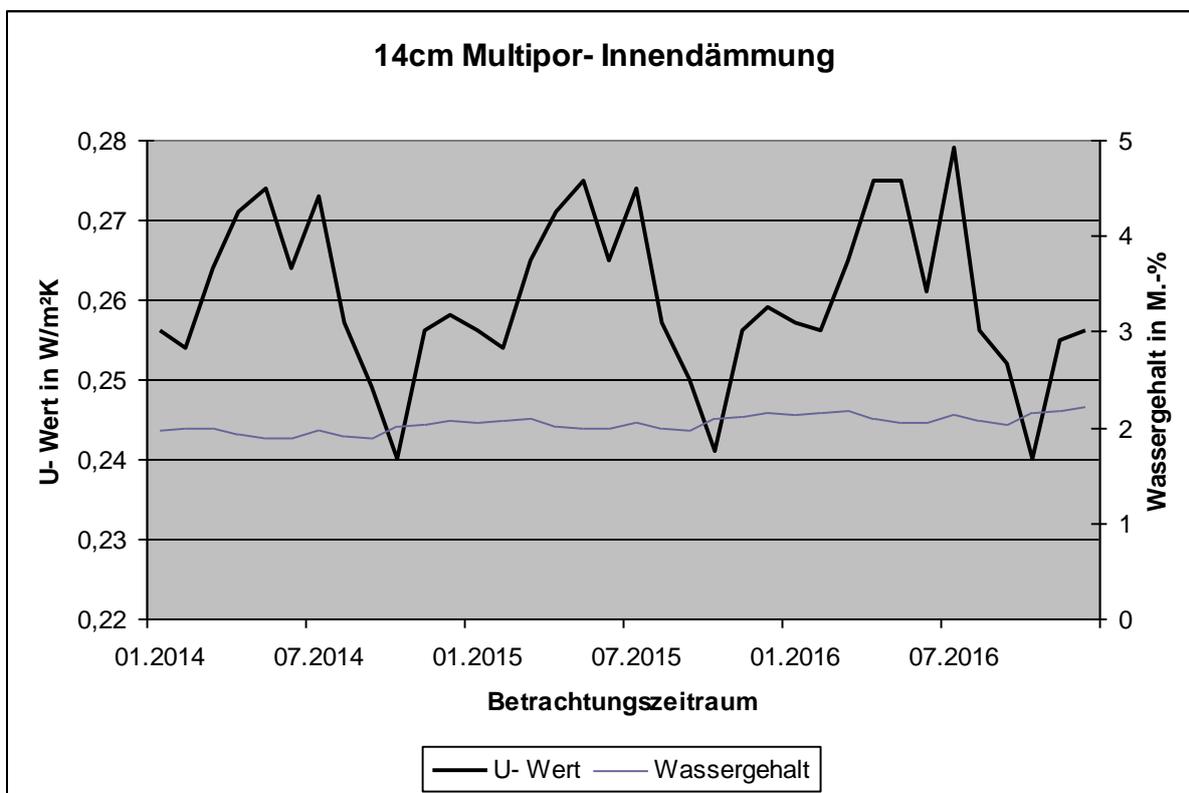
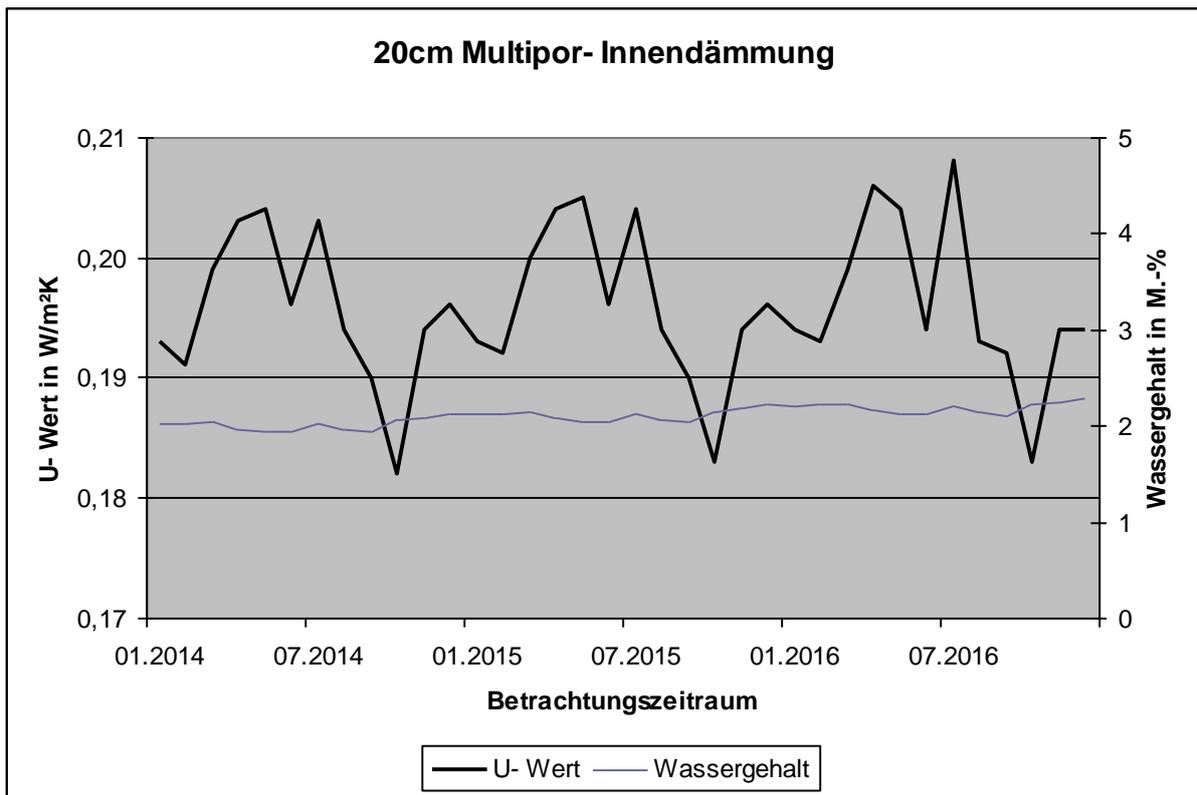


Abbildung 17: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 55 cm Vollziegelmauerwerk mit 14 cm Multipor-Innendämmung



**Abbildung 18: Feuchteabhängiger U-Wert und Wassergehalt bei 55 cm Vollziegelmauerwerk mit 20 cm Multipor-Innendämmung**

### 3.3 Energiebedarf und Einsparungspotential von Gründerzeitgebäuden

Bei der Betrachtung der energetischen Situation typischer Gründerzeithäuser wird klar, dass sie nur in den seltensten Fällen den heutigen Baustandards entsprechen, da damals der „bauliche Wärmeschutz kaum berücksichtigt“ (Pfeiffer et al., 2008, 19) wurde.

Nicht modernisierte Mehrfamilienhäuser aus dieser Bauperiode weisen typischerweise einen Endenergiebedarf im Bereich von 260 kWh/(m<sup>2</sup>a) für die Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung auf (Warmwasser-Anteil ca.10%). Dieser Wert kann bei einer sorgfältigen energetischen Sanierung mindestens um einen Faktor 5 reduziert werden. Im Vergleich dazu ist laut der OIB – Richtlinie 6 ab dem Jahr 2010 ein Heizwärmebedarf (Endenergiebedarf ist nicht gleich Heizwärmebedarf) von maximal 66,5 kWh/(m<sup>2</sup>a) für den Neubau von Wohngebäuden gefordert. Weiters wird bei umfassender Sanierung von Wohngebäuden ab dem Jahr 2010 ein Heizwärmebedarf von maximal 87,5 kWh/(m<sup>2</sup>a) vorgeschrieben.

Der angeführte Endenergiebedarf für Raum- und Warmwasserbereitstellung beträgt rund 90% des Gesamt – Endenergiebedarfs von Wohngebäuden des Gebäudebestandes. Der restliche Endenergiebedarf von ca. 10% bezieht sich im Wesentlichen auf den Elektrizitätsbedarf für Haushaltsgeräte und Beleuchtung (Krapmeier et al., 2001, 5). Bei anderen Nutzungsweisen von Gründerzeithäusern kann die geschilderte Energiebedarfssituation durchaus von dem der Wohnbauten abweichen. Es erhöht sich vor allem der Elektrizitätsbedarf für Beleuchtung, Arbeitshilfen und diverse technische Geräte in Büro-, Gastronomie- und Geschäftsräumlichkeiten. Hierzu ist zu erwähnen, dass der höhere Bedarf von elektrischer Energie sogenannte innere (Wärme-)gewinne hervorruft und somit den Bedarf von Heizenergie beeinflusst.

Wurden bei Wohngebäuden dieser Bauperiode in den vergangenen Jahrzehnten teilweise Sanierungsmaßnahmen vorgenommen (beispielsweise eine Verbesserung der Luftdichtigkeit des Gebäudes), kann davon ausgegangen werden, dass sich der Endenergiebedarf für Wärmebereitstellung (Raumwärme und Warmwasser) auf rund 175 kWh/(m<sup>2</sup>a) reduziert.

Die angegebenen Energiebedarfskennwerte sind als Mittelwerte des Wohngebäudebestandes dieser Bauperiode zu verstehen. Für detaillierte Energieverbrauchsdaten eines speziellen Gebäudes ist dies einer genauen Analyse zu unterziehen.

Entsprechend dem geschilderten Verhältnis zwischen dem Endenergieverbrauch der Wärmebereitstellung zu sonstigen Anwendungen (Haushaltsgeräte, Beleuchtung, usw.) wird deutlich, dass sich die Energieeinsparungen im Bereich des Heizenergiebedarfes bzw. der Heizenergiebereitstellung bei Gründerzeithäusern am kosteneffektivsten erweisen. Aus

diesem Grund wird in den weiteren Ausführungen bevorzugt auf das Thema der Heizenergiebedarfsreduktion durch bauphysikalische Sanierungsmaßnahmen und das Thema der Heizwärmebereitstellung eingegangen.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Darstellung von Technologien zur klimaneutralen Energieversorgung von Gründerzeithäusern unter Einsatz von erneuerbaren Energieträgern.

## 4 Überblick Technologien zur Sanierung von Gründerzeitgebäuden (AP1)

### 4.1 Sanierungstechnologien aus dem Bereich der Bauphysik

#### 4.1.1 Baustoffe

##### 4.1.1.1 Dämmstoffe

„Wichtigstes Kriterium bei der Beurteilung der wärmetechnischen Eigenschaften eines Baustoffes ist die spezifische Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  in Watt pro Meter Kelvin (W/mK). Sie bezeichnet die Wärmemenge, die bei einem Temperaturunterschied von 1 K durch eine 1 m<sup>2</sup> große, 1 m dicke Schicht des Bauteiles strömt. Aus der Wärmeleitfähigkeit leitet sich der Begriff Wärmeleitfähigkeitsgruppe (WLG) bzw. Wärmeleitfähigkeitsstufe (WLS) ab. Er dient zur Vereinfachung der Kennzeichnung von Baustoffen. Ein Baustoff mit der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  von 0,35 W/mK entspricht der Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLG 035. Je niedriger der Wert ist, um so besser sind die wärmedämmtechnischen Eigenschaften des Bauteiles“ (Bergmeister et al., 2008, 41).

Die nachfolgenden Beschreibungen und Materialkennwerte sind aus (Bergmeister et al., 2008, o.S.), (Ettel, 2006, o.S.) und (Haselsteiner et al., 2007, o.S.) entnommen.

##### 4.1.1.1.1 Faserdämmstoffe

- Mineralwolle, Steinwolle, Glaswolle:

„Dämmstoffe mit wolliger Beschaffenheit, der aus geschmolzenen Stein, Schlacke oder Glas hergestellt wird“ (Ettel, 2006, o.S.).

Wärmeleitfähigkeit:	$\lambda = 0,035$ bis $0,04$ W/mK
Dichte:	$\rho = 15$ bis $160$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	A
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 1$ bis $2$

Einsatz: Schrägdächer, hinterlüftete Fassaden, Decken, Innenwanddämmungen

- Holzwoleplatten (auch als Mehrschichtplatten mit Mineralwollekern):

„Holzwole (lange Hobelspäne aus Holz) wird mit Bindemitteln (Portlandzement, Zement und Kalk oder kaustische Magnesia – Magnesiumchlorid) zu Holzwoleprodukten gefertigt“ (Ettel, 2006, o.S.).

Zur Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften werden stehende Mineralwollefasern zwischen zwei Holzwoleplatten geklebt (Mehrschichtplatten).

Wärmeleitfähigkeit Holzwoleplatten:	$\lambda = 0,09$ bis $0,15$ W/mK
Wärmeleitfähigkeit Mehrschichtplatten:	$\lambda = 0,045$ bis $0,05$ W/mK
Dichte (HWL):	$\rho = 400$ bis $800$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B1
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 4$ bis $7$

Einsatz: An Deckenuntersichten z.B. zu Kellern als Mehrschichtplatten, an Wänden als Putzträger und Installationsebene, leichte Trennwände mit Putzoberfläche

- Zellulose:

„Zellulose ist mit Borsalz oder Borax vermishtes, zerkleinertes Altpapier und wird als Schüttung oder auch eingeblasen verwendet“ (Haselsteiner et al., 2007, 77).

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda$ ca. $0,04$ W/mK
Dichte:	$\rho = 55$ bis $75$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B2
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 1$ bis $2$

Einsatz: Hauptanwendungsgebiete für Zellulose sind Dachschrägendämmungen und Wanddämmungen im Leichtbau. Beim Einbau sollte darauf geachtet werden, dass das Material auch in die letzten Ecken kommt. Dies wird durch Einblasen von mind.  $55$  kg/m<sup>3</sup> Material gewährleistet. Bei stark verschnittenen Dachflächen empfiehlt es sich die vollständige Füllung mittels Kontrollöffnungen zu prüfen. (Haselsteiner et al., 2007, 77)

- Hanf:

Faserige Teile der Hanfpflanze, benötigt zur Verarbeitung als Matten Stützfasern aus Polyester.

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda$ ca. $0,04$ W/mK
Dichte:	$\rho = 30$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B2
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 1$

Einsatz: Grundsätzlich in Dachschrägen oder Hohlziegelkonstruktionen möglich.

- Flachs:

„Flachsabfälle und Polyesterfasern (als Stützfaser) werden mit Borsalz gegen Ungeziefer behandelt und als Stopfmaterial, Filz oder Platte eingesetzt“ (Haselsteiner et al., 2007, 75).

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$
Dichte:	$\rho = 30 \text{ kg/m}^3$
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B2
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 1$

Einsatz: Kann als Dachschrägdämmung oder in Leichtbauwänden eingesetzt werden.

- Baumwolle:

Naturfaser, die aus den Samenhaaren der Baumwollpflanze gewonnen wird und mit Borsalz gegen Schädlings-, Schimmel- oder Insektenbefall resistent gemacht wird.

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$
Dichte:	$\rho = 20 \text{ bis } 40 \text{ kg/m}^3$
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B2
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 1 \text{ bis } 2$

Einsatz: In untergeordneten Bereichen als Stopfwohle, Filz oder Matte zur Dämmung zwischen Sparren verwendbar.

- Schafwolle:

Wird als Matte, Filz, Stopfmaterial verwendet.

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,04 \text{ bis } 0,042 \text{ W/mK}$
Dichte:	$\rho = 30 \text{ bis } 138 \text{ kg/m}^3$
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B2
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 1 \text{ bis } 2$

Einsatz: „Schafwolle ist praktisch in allen Konstruktionen verwendbar, wo es nicht auf Druckfestigkeit ankommt (Dachschräge, Leichtwände, zwischen Staffelhölzern). Im Projektbau wird Schafwolle aufgrund des höheren Preises und der höheren Brandlast selten eingesetzt, im Privatbereich stellt sie aber eine gute ökologische Alternative dar“ (Haselsteiner et al., 2007, 77).

- Kork:

Naturprodukt (Rinde der Korkeiche) das als Platten oder Granulat (Schrott) erhältlich ist.

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$
Dichte:	$\rho = 120 \text{ kg/m}^3$
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B2
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 18$

Einsatz: „Am häufigsten werden Platten als Vollwärmeschutz verwendet, da sie eine gute ökologische Alternative zu Polystyrolplatten darstellen. Im Innenraum ist expandierter Kork wegen seines Eigengeruchs nur bedingt geeignet“ (Haselsteiner et al., 2007, 76).

#### 4.1.1.1.2 Schaumstoffe

- Expandiertes Polystyrol (EPS)

„Fester Dämmstoff mit Zellstruktur, der aus verschweißtem, geblähten Polystyrol oder einem seiner Ko-Polymeren hergestellt wird und eine geschlossenzellige, luftgefüllte Struktur hat“ (Ettel, 2006, o.S.).

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,036 \text{ bis } 0,044 \text{ W/mK}$
Dichte:	$\rho = 11 \text{ bis } 25 \text{ kg/m}^3$
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B1
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 80 \text{ bis } 200$

Einsatz: Als Fassadendämmplatten oder auch Deckendämmelemente, in Fußboden-aufbauten unter Estrichen.

- Extrudiertes Polystyrol (XPS):

„Harter Dämmstoff aus Schaumkunststoff, der durch Blähen und Extrudieren aus Polystyrol (oder Ko-Polymer) mit oder ohne Haut hergestellt wird und der eine geschlossenzellige Struktur aufweist“ (Ettel, 2006, o.S.).

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,032 \text{ bis } 0,038 \text{ W/mK}$
Dichte:	$\rho = 45 \text{ kg/m}^3$
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B1
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 80 \text{ bis } 200$

Einsatz: Einsatzbereich sind vorwiegend feuchtigkeitsbelastete Bereiche (Perimeterdämmung, Balkone, Flachdächer)

- Polyurethanschaum (PU):

„Harter oder halbharter Schaumstoffkunststoff auf Basis von Polyurethan, der eine überwiegend geschlossenzellige Struktur aufweist“ (Ettel, 2006, o.S.).

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,025$ bis $0,03$ W/mK
Dichte:	$\rho = 30$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	B2
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 60$ bis dicht

Einsatz: Als alukaschierte Platten für Aufsparrendämmungen oder als Schaum zum Dichten von Fenstern, Türen oder Mauerdurchführungen.

- Schaumglas:

„Bei der Erzeugung von Schaumglas wird Glaspulver mit Kohlenstoff geschäumt und zu Platten verarbeitet“ (Haselsteiner et al., 2007, 77).

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,042$ W/mK
Dichte:	$\rho = 120$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	A
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	dampfdicht

Einsatz: Vorwiegend als Aufsparrendämmung und als Deckendämmung bei einer Erfordernis an hohen Druckfestigkeiten (Befahrbarkeit). Aufgrund der Dampfdichtheit auch als Innendämmung gut einsetzbar, die Oberfläche muss mittels Putz oder Plattenverkleidung geschützt werden.

- Blähton:

„Getrockneter und geblähter Ton mit feinen Poren wird als Schüttung mit und ohne Zementbindung verwendet“ (Haselsteiner et al., 2007, 75).

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,1$ bis $0,16$ W/mK
Dichte:	$\rho = 300$ bis $700$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	A1
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	1 bis 8

Einsatz: Vorwiegend als Schüttung bzw. gebundene Schüttung, an der Oberseite von Gewölbedecken aufgrund der hohen Feuchteaufnahme im gebundenen Zustand auf Tramdecken nur bedingt einsetzbar.

- Perlite (Blähperlite):

„Leichter, körniger Dämmstoff hergestellt aus natürlich vorkommenden vulkanischem Gestein (Perlite), in dem durch Hitzeeinwirkung eine Zellstruktur gebildet wird. Blähperlitplatten enthalten neben geblähtem Perlitgranulat, Armierungsfasern und Bindemittel“ (Ettel, 2006, o.S.).

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,044$ bis $0,053$ W/mK
Dichte:	$\rho = 85$ bis $145$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	A bis B1
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	1 bis 3,5

Einsatz: „Verwendbar sind Perlite z.B. als Schüttung unter Estrichen, da das Material sehr gut hinter am Boden befindlichen Rohre fällt und diese gut hinterfüllt. Die Verwendung von bituminierten Perliten ist in Innenräumen nicht empfehlenswert, da diverse Schadstoffe ausgasen können“ (Haselsteiner et al., 2007, 76).

Aufgrund des geringen Gewichtes wird es vorwiegend als Ausgleichs-Schüttung auf wenig belastbaren Deckenkonstruktionen eingesetzt.

- Kapillar-Dämmplatte (Kalziumsilikatplatte):

Platten aus Kalziumsilikat mit hoher kapillarer Saugfähigkeit.

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,045$ W/mK
Dichte:	$\rho = \text{ca. } 115$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	A1
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	$\mu = 3$

Einsatz: Werden als Innenwärmedämmung eingesetzt. Aufgrund der hohen kapillaren Saugfähigkeit sowie des relativ niedrigen Diffusionswiderstandes können die Platten Feuchtigkeit gut aufnehmen und bei günstigeren Klimabedingungen nach innen abtrocknen. Die Innendämmung kann daher ohne Einsatz von Dampfbremsen oder Sperrern erfolgen, ein Nachweis des Dampfdiffusionsverhaltens des gesamten Bauteils ist mittels dynamischen Simulationsverfahren zu erbringen.

- Vakuumdämmplatten:

Ein Stützkern (Kieselsäurezusätze) von Infrarotübertragungsmitteln zur Minimierung des Wärmestrahlungsdurchgangs und ein geringer Anteil organischer Zellulosefasern (zur Verbesserung der mechanischen Stabilität) wird mit einer gas- und wasserdampfdichten Kunststoffolie umhüllt und evakuiert.

Wärmeleitfähigkeit :	$\lambda = 0,0045$ bis $0,008$ W/mK
Dichte:	$\rho = \text{ca. } 150$ bis $250$ kg/m <sup>3</sup>
Brandschutz (Brennbarkeitsklasse):	A1 (Stützkern)
Feuchteverhalten (Dampfdiffusionswiderstand):	praktisch dampfdicht

Einsatz: Aufgrund der Empfindlichkeit (bei Verletzung der Folie steigt die Wärmeleitfähigkeit auf einen Wert wie für herkömmliche Dämmstoffe) sowie des relativ hohen Preises zum flächigen Einsatz als Innenwanddämmung nicht gut geeignet. Der Vorteil der geringen Materialdicke bei hohem Dämmvermögen kann nur in geschützten Bereichen (Paneelkonstruktionen mit Blechoberflächen in Fensterrahmen, geschützt unter Estrichen) genutzt werden. In Einzelfällen ist auch die Wärmebrückendämmung (Überdämmung von Stahlbauteilen in Bereich von Auflagern zu überlegen.

- Transparente Wärmedämmung:

„Die transparente Wärmedämmung (TWD) ist eine lichtdurchlässige Wärmedämmung aus Kunststoff- oder Glasstrukturen bzw. auch Kartonwaben mit Glasüberdeckung, die neben ihrer Dämmeigenschaft zusätzlich solare Gewinne nutzt und in das Gebäude einbringt“ (Bergmeister et al., 2008, 42).

Als Außenwärmedämmung ist der Einsatz nur an nicht-geschützten Fassaden möglich, die zudem noch ausreichend besonnt sein müssen (Ost-Süd-West). Sinnvoll ist der Einsatz daher an Südfassaden, wenn im Bestand der Fensterflächenanteil relativ gering ist. Im Sommer ist die Überhitzungs-Problematik ins besonders bei ost- oder west-orientierten Fassaden zu beachten und sind daher entsprechende Maßnahmen zur Verschattung vorzusehen. Die Kosten der TWD sind daher höher als die einer konventionellen (Vollwärmeschutz-) Dämmung. Solare Gewinne sind überdies durch Fenster wesentlich günstiger zu erreichen. Bei Teilbelegung von Wänden kann aufgrund von zu starken Temperaturunterschieden zwischen den unterschiedlichen gedämmten Bereichen Rissbildung auftreten.

Ein Einsatz bei der Sanierung von Gründerzeithäusern wird nur im ganz speziellen Einzelfall und nach sorgfältiger Abschätzung der Wirksamkeit möglich sein.

- Hybrid-Foliendämmstoff (HD-PE-Luftpolsterfolien):

Niederdruckpolyethylenfolien mit hoher Dichte (HD-PE) werden in mehreren Lagen mit Farbenstruktur oder quadratischen Noppen zu Luftpolsterfolien verschweißt. Die Folien können auch metallisch beschichtet sein. Die Wärmedämmeigenschaften ergeben sich durch die Luftkammern und Infrarotstrahlung innerhalb der Folienkammern.

Wärmedämmung : keine Angaben für Wärmeleitfähigkeit  
 Brandschutz (Brennbarkeitsklasse): B2  
 Dampfdiffusion:  $s_d$  bis 1500 m

Einsatz: Für das gegenständliche Material liegen noch keine hinreichend abgesicherten Angaben hinsichtlich des Wärmedämmverhaltens vor. Ein Einsatz ist deshalb nur als zusätzliche Wärmedämmung und Dampfbremse raumseitig zu überlegen.

**Tabelle 3: Übersicht und Kennwerte erhältlicher Wärmedämmstoffe (Haselsteiner et al., 2007, 75)**

	<b>Rohdichte</b>	<b>Wärmeleitfähigkeit</b>	<b>Spezifische Wärmekapazität</b>	<b>Diffusionswiderstand</b>	<b>Brennbarkeitsklasse</b>
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[W/mK]	[kJ/kgK]		
Glaswolle	20–153	0,039–0,040	0,84	1–2	A
Steinwolle	27–149	0,039–0,040	0,84	1–2	A
Blähglimmer	60–180	0,065–0,070	0,88	3–4	A1
Blähperlite	85–145	0,044–0,053	1	1–3,5	A-B1
Blähton	300–700	0,10 – 0,16	–	1–8	A1
Schaumglas	120	0,042	1,1	dampfdicht	A
EPS-Expandiertes Polystyrol	11–25	0,036–0,044	1,5	20–80	B1
XPS-Extrudiertes Polystyrol	45	0,032	1,5	80–200	B1
PU-Polyurethanschaum	30	0,025–0,30	1,2	60–dicht	B2
Holzweichfaserplatte	160–170	0,045	2,1	5–10	B2
Holzwoleleichtbauplatte	400–800	0,09 – 0,15	2,1	4–7	B1
Zellulosefaser	55–75	0,040	1,7–1,9	1,5–2	B1-B2
Baumwolle	20–40	0,040	0,84	1–2	B2
Flachs	30	0,040	1,3	1	B2
Hanf	150	0,039–0,065	–	–	B2
Kokos	50–90	0,045–0,50	1,6	1	B2-B3
Kork	120	0,045	1,67	18	B2
Schafwolle	30–138	0,040–0,042	0,96	1–2	B2
Schilf	225	0,055	1,2	2	B2
Stroh (20% Feuchtezuschlag) <sup>1)</sup>	100	0,0456	2, <sup>2)</sup>	2,5 <sup>2)</sup>	B2 <sup>3)</sup>
Vakuumdämmung	150–200	0,0045–0,008	0,8	praktisch dampfdicht	A1

<sup>1)</sup> Werte gemessen nach ÖNORM B 6015 Teil 1 (Prüfzertifikate im Anhang des Endberichts „Wandsystem aus Nachwachsenden Rohstoffen“) Quelle: Wimmer et.al., 2001: Wandsysteme aus Nachwachsenden Rohstoffen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 31/2001. Wien

<sup>2)</sup> lt. TGL 35424/2

<sup>3)</sup> nach ÖNORM bzw. E nach E-Norm

**Tabelle 4: Übersicht Dämmmaterialien inkl. Kosten (Bergmeister et al., 2008, o.S.)**

	<b>Dämmstoff</b>	<b>Wärmeleitfähigkeitsgrupp/ spez. Wärmeleitfähigkeit</b>	<b>Dichte [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Kosten (je nach Materialdicke)</b>
<b>Anorganische Dämmstoffe</b>	Mineralwolle (Glas- oder Steinwolle)	WLG 040/035	15-160	8-25 €/m <sup>2</sup>
	Kalciumsilikat- platten	WLG 050/070	200-300	28-80 €/m <sup>2</sup>
	Schaumglas	WLG 040/060	120-160	45-80 €/m <sup>2</sup>
	Perlite	$\lambda = 0,045-0,07$ W/mK	80-95	15-30 €/m <sup>2</sup>
	Polystyrol- Hartschaumplatten	WLG 040/035	15-30	8-15 €/m <sup>2</sup>
<b>Organische Dämmstoffe</b>	Holzfaserdämm- platten	WLG 040/060	160	30-60 €/m <sup>2</sup>
	Dämmputz	$\lambda = 0,09-0,13$ W/mK	< 200	25-60 €/m <sup>2</sup>
	Zellulose	WLG 045/040	55	15-35 €/m <sup>2</sup>
	Flachs	WLG 040/045	400-450	10-30 €/m <sup>2</sup>
	Kork (Platten)	WLG 040/060	100-200	
	Schafwolle	WLG 040	30-150	
<b>Spezielle Dämmstoffe</b>	Vakuumisolations- paneel	$\lambda = 0,004$ W/mK (bei Innendruck < 5mbar) $\lambda = 0,007$ W/mK (bei Innendruck 100 mbar) $\lambda = 0,020$ W/mK (wenn belüftet z.B. bei Beschädigung)	ca. 160	120-200 €/m <sup>2</sup>
	Transparente Wärmedämmung (TWD)	$\lambda = 0,06-0,14$ (je nach Schichtanzahl)		200-450 €/m <sup>2</sup>

#### 4.1.1.2 Dampfbremsen bzw. Dampfsperren

Bei Ausführung von Innendämmung mit Faserdämmstoffen und Vorsatzschalen ist raumseitig vor der Wärmedämmung eine dampfdichte Ebene einzubauen. Eine klare Definition der Begriffe Dampfbremse oder Dampfsperre ist nicht vorhanden. DIN 4101-3 definiert die Begriffe

- diffusionsoffen:  $s_d \leq 0,5$  m
- diffusionshemmend:  $0,5$  m <  $s_d$  <  $1500$  m
- diffusionsdicht:  $s_d \geq 1500$  m

( $s_d = \mu \times d$  ..... äquivalente Luftschichtdicke, Produkt aus Materialdicke  $d$  und Dampfdiffusionskoeffizient  $\mu$ )

#### Als Materialien stehen zur Verfügung:

Polyethylenfolien:	$d \geq 0,3$ mm $s_d$ 30 bis 100 m
Alufolien mit PE-Kaschierung:	$s_d > 1500$ m
Imprägnierte Kraftpapierlagen mit Bitumenzwischenlage und Aluminiumfolienkaschierung:	$s_d > 600$ m

Polymerbitumenbahnen mit Glasvlieskaschierung und Alubandlage:  $s_d > 1500 \text{ m}$

Feuchteadaptive Dampfbremsfolien auf Polyamidbasis mit - in Abhängigkeit der Feuchtigkeit - variablem Diffusionswiderstand, der ein Austrocknen nach innen ermöglicht.

Hygrodiode: gegeneinander versetzt angeordnete PE-Folien mit einer Zwischenlage aus saugfähigem reißfestem Vlies,  $s_d = 20 \text{ m}$  Austrocknung nach innen durch Kapillarwirkung der Vlieslage.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass je nach erforderlicher Dampfdichtheit bei der Verlegung, Stoßausbildung und etwaigen Durchdringungen der eingesetzten Folien größte Sorgfalt zu üben ist. Bei unvermeidlichen Durchdringungen (Kabel- und Rohrdurchführungen) sollten - auf das System abgestimmte - Formteile oder Klebebänder zum Einsatz kommen.

### **4.1.1.3 Oberflächen**

#### *4.1.1.3.1 Außenputz und Dämmputze*

Zu überwiegender Teil kann bei Gründerzeithäusern davon ausgegangen werden, dass die Außenputze mit Kalkzementputzen hergestellt wurden und keine nennenswerten wärmetechnischen Eigenschaften aufweisen. Unter Umständen ist es aus denkmal-konservatorischen Gründen nicht zugelassen, andere Putze zu verwenden und muss bei einer Sanierung nur der vorhandene Putz ergänzt und ausgebessert werden.

Ist eine Entfernung des bestehenden Putzes zulässig und ist die Mauer und deren Oberflächen tragfähig, kann Dämmputz verwendet werden.

Dämmputz ist ein mineralischer Putz der durch Zuschläge (Perlite, Styropor u.a.) etwas leichter und weniger Wärme leitend ist als herkömmlicher Putz. Die Wärmeleitfähigkeit liegt mit  $\lambda = 0,09$  bis  $0,13 \text{ W/mK}$  jedoch bis zum 3-fachen über der von herkömmlichen Wärmedämmplatten ( $\lambda$  ca.  $0,04 \text{ W/mK}$ ). Mit Dämmputz alleine ist daher keine Verbesserung im Rahmen von Niedrigenergieanforderungen zu erreichen. Aufgrund der wassersaugenden Eigenschaften ist Dämmputz bei salzbelastetem feuchtem Mauerwerk im Sockelbereich ungeeignet. (Bergmeister et al., 2008, o.S.)

Besteht bei nicht denkmalgeschützten Fassaden bzw. Hoffassaden die Möglichkeit der Außendämmung mit Vollwärmeschutzsystemen, sind auf diese Systeme abgestimmte Putze (Kunstharzputz, Silikatputz) einzusetzen, wobei darauf zu achten ist, dass diese System eine entsprechende Diffusionsoffenheit und Schlagregendichtheit aufweisen, was für zugelassene Systeme jedoch ohnehin der Fall ist.

#### 4.1.1.3.2 *Innenputz und Sanierputz*

In Wohnräumen mit trockenen Mauern werden vorwiegend Gipsputze bzw. Kalkgipsputze vorhanden sein, die, falls der Zustand ausreichend gut und ohne Hohlstellen ist, auch bei Aufbringung einer zusätzlichen Innendämmung belassen werden können.

An feuchtem Mauerwerk (vorwiegend Kellerbereiche, die als Lagerräume genutzt werden könnten) lassen sich mit Sanierputzsystemen trockene Oberflächen erzielen, wenn das Klima der Umgebung eine Austrocknung zulässt. Eine Mauerwerksentfeuchtung mit Sanierputzen alleine ist nicht möglich.

Sanierputze sind Putze mit hoher Porosität und Wasserdampfdurchlässigkeit bei gleichzeitig erheblich verminderter kapillarer Leitfähigkeit. Sie dienen zum Verputzen leicht feuchter und/oder salzhaltiger Mauerwerke. Baustoffschädigende Salze werden im Putz eingelagert und somit von der Putzoberfläche ferngehalten. Eine hohe Wasserdampfdurchlässigkeit des Putzsystems bewirkt günstige Austrocknungsbedingungen für das Mauerwerk.

Vor Einsatz eines Sanierputzsystems sind folgende Untersuchungen erforderlich:

- Ermittlung der Feuchtigkeitsursache
- Bestimmung der wasserlöslichen bauschädigenden Salze (Sulfate, Chloride, Nitrate)
- Art und Zustand des zu verputzenden Mauerwerks (Eignung als Putzgrund) (WTA, 1992, o.S.)

#### 4.1.1.3.3 *Vorsatzschalen*

Bei raumseitiger Wärmedämmung mit diffusionsoffenen weichen Wärmedämmungen und Dampfsperren wird zum Schutz dieser Komponenten üblicherweise eine Plattenverkleidung ausgeführt. Als Plattenverkleidungen stehen dabei zur Verfügung:

- Gipskartonplatten, auch als Feuerschutzplatten GK-F bzw. imprägnierte Platten (GK-I) zur Verwendung in wenig belasteten Sanitärbereichen
- Gipsfaserplatten
- Zementplatten

## 4.1.2 Konstruktionen – Außendämmung

### 4.1.2.1 Außendächer

Der Problembereich der Dämmung von Dächern wurde im Endbericht „Überblick von Komponenten und Systemen für eine Sanierung auf Passivhausstandard des Türkenwirtes“ (gemäß Bergmeister et al. 2008, o.S.) umfassend dargestellt und wird deshalb nachstehend zur Gänze wiedergegeben.

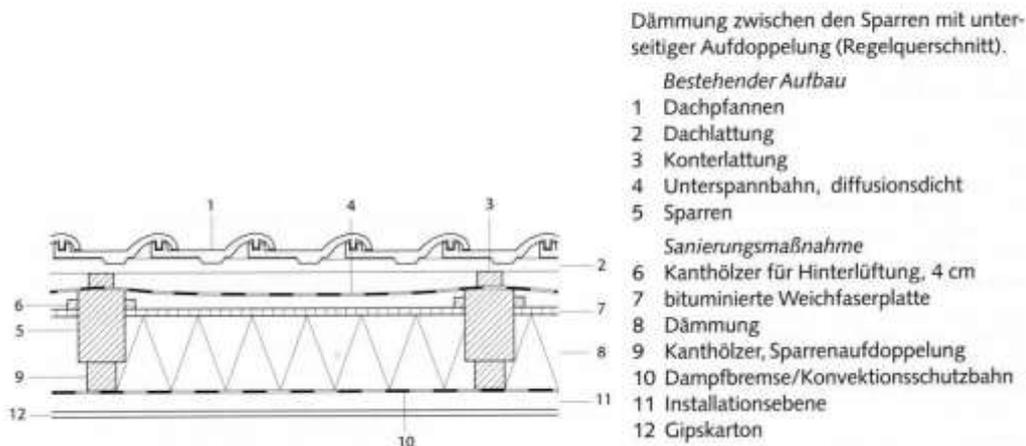
„Situation Bestand [Quelle: Bestandsaufnahme Österreichische Energieagentur, Schmidt]:

Eine energetische Sanierung des Daches kann entweder durch Dämmung der obersten Geschossdecke oder durch Dämmung des Steildaches erfolgen. In vorliegendem Fall bietet es sich an, das Steildach zu dämmen und den darunter liegenden Dachraum für Wohn- oder Nutzzwecke auszubauen. Besonders zu beachten ist eine luftdichte Ausführung der Anschlüsse ans umliegende Mauerwerk. Eine baurechtliche Prüfung dieser Möglichkeit steht noch aus. Eine Dämmung kann entweder durch eine Zwischensparrendämmung, eine Aufsparrendämmung oder Untersparrendämmung erfolgen. Auch eine Kombination mehrerer Techniken ist möglich. Kriterien für die Entscheidung sind z.B. der Zustand der vorhandenen Dacheindeckung und der im Dachraum benötigte Platz (lichte Höhe). Bei einer Aufsparrendämmung verändern sich durch den Aufbau des Dämmmaterials die Proportionen des Gebäudes. Hierfür ist ggf. eine gesonderte bauaufsichtliche Zustimmung erforderlich. Im Falle des Nichtausbaus des Dachgeschosses ist die Dämmung der obersten Geschossdecke die ökonomischere Variante. Um annähernd den Dämmstandard eines Passivhauses oder eines sehr guten Niedrigenergiehauses zu erreichen, reicht in den meisten Fällen die Sparrenhöhe allein nicht aus, daher wird die Aufdopplung der Sparren oder eine Kombination mit Aufsparren- oder Untersparrendämmung notwendig sein“ (Bergmeister et al., 2008, 44).

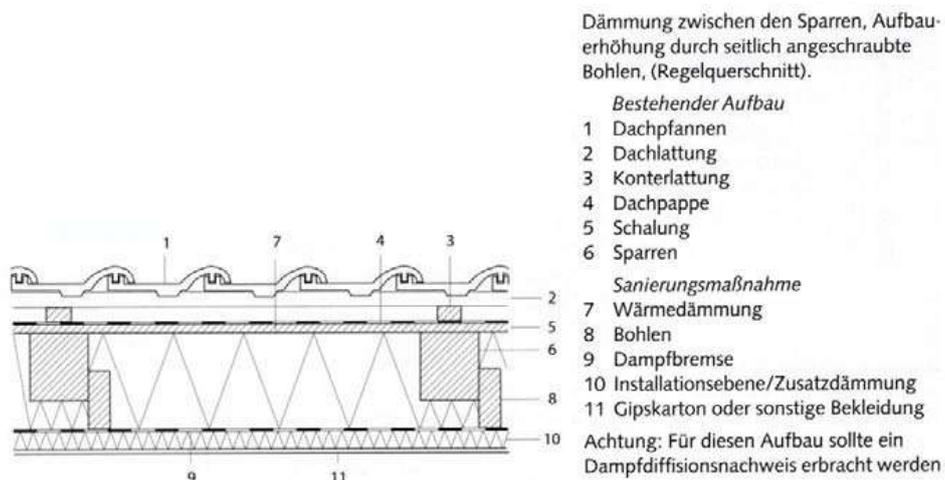
#### 4.1.2.1.1 Dämmung zwischen den Sparren (Zwischensparrendämmung)

- Aufbau und Materialbeschreibung

Bleibt die vorhandene Dachdeckung einschließlich Unterspannbahn erhalten, kann die Wärmedämmung von der Innenseite her angebracht werden. Details zu unterschiedlichen Aufbauarten sind in nachfolgenden Abbildungen ersichtlich. Als Dämmmaterialien eignen sich dafür z.B. Mineralwolle, Hanf, Flachs, Schafwolle, Stroh.



**Abbildung 19: Wärmedämmung zwischen den Sparren mit unterseitiger Aufdoppelung (Bergmeister et al., 2008, 45)**



**Abbildung 20: Wärmedämmung zwischen den Sparren, Aufbauerhöhung durch seitlich angeschraubte Bohlen (Bergmeister et al., 2008, 45)**

- Hinweise

Vorteile:     - Kein Verlust an Raumhöhe  
                   - Ausführung ist witterungsunabhängig

Nachteile:    - Lückenlose Ausführung der Wärmedämmschicht erfordert besondere Sorgfalt, besonders bei Anschlusspunkten (z.B: Innenwände)

#### 4.1.2.1.2 Aufsparrendämmung

- Aufbau und Materialbeschreibung

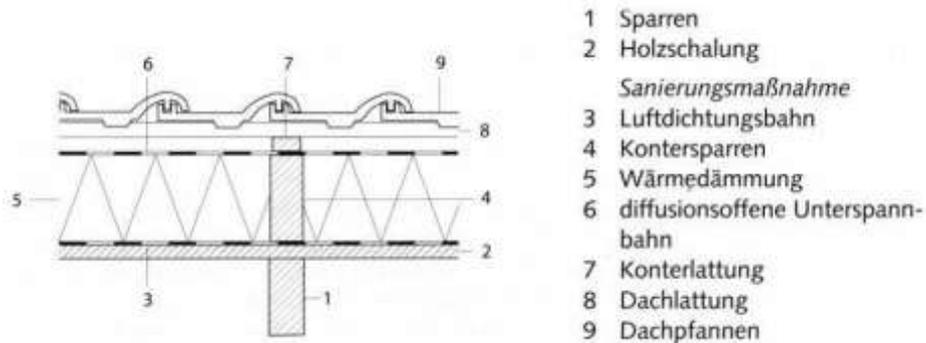


Abbildung 21: Aufsparrendämmung mit sichtbaren Sparren bei Erneuerung der Dachdeckung (Bergmeister et al., 2008, 46)

- Hinweise

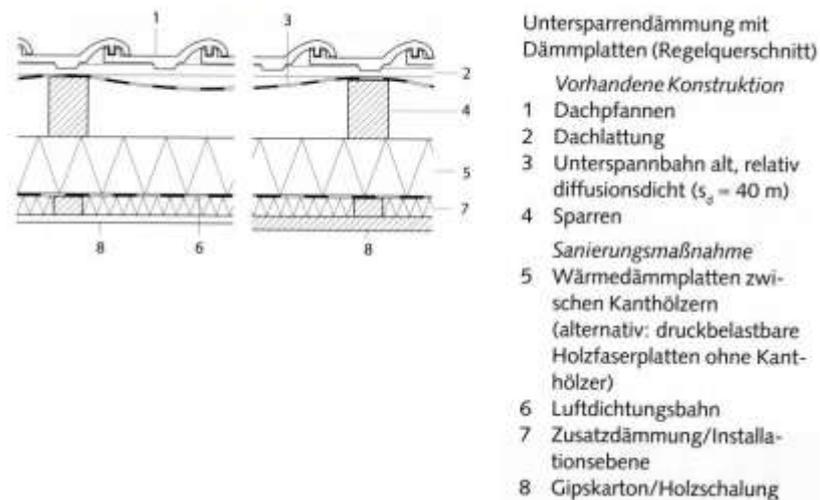
- Anheben der Oberkante des Daches, daher abzuklären mit Behörde
- Raumseitige Verkleidung ist auf Unversehrtheit und Luftdichtheit zu überprüfen

Vorteile: - Kein Verlust an Raumhöhe  
- Sparren können sichtbar bleiben

Nachteile: - Ausführung ist witterungsabhängig  
- Veränderung der Anschlusspunkte durch Dacherrhöhung z.B. Gaupen etc.

#### 4.1.2.1.3 Dämmung unter den Sparren (Untersparrendämmung)

- Aufbau und Materialbeschreibung



**Abbildung 22: Untersparrendämmung mit Dämmplatten (Bergmeister et al., 2008, 46)**

- Hinweise

Vorteile: - Kein Ab- und Umdecken des Daches notwendig  
- Geringer Aufwand bei der Herstellung einer funktionstüchtigen, luftdichten Ebene durch Erneuerung der inneren Bekleidung

Nachteile: - Verlust an Raumhöhe

#### 4.1.2.2 Decke zu unbeheiztem Dachgeschoß – Dämmung auf der Decke

Wird der Dachboden nicht ausgebaut und bleibt somit ungenutzt, kann auf die oberste Geschoßdecke Wärmedämmung aufgelegt werden. Diese Variante stellt eine einfache und kostengünstige Sanierungsmaßnahme dar.

Die Anbringung der Wärmedämmung erfolgt einfach durch Auflegen von Dämmplatten bzw. -matten (z.B. aus Mineralwolle) in ausreichender Dämmstärke sowie das Vorsehen von trittfesten Bereichen (z.B. Verbundelemente mit Holzwolleleichtbau- oder Gipsfaserplatten) für Wartungsarbeiten, Rauchfangkehrer usw.

- Hinweise

- Wärmebrückenfreie Verlegung der Dämmschicht
- Bei Auflegen von z.B. Holzwolleleichtbauplatten auf die Wärmedämmung muss auf die Druckbelastbarkeit der Wärmedämmung bzw. das Vorsehen von Kanthölzern geachtet werden

Vorteile: - Bauphysikalisch richtige Lage der Dämmebene  
- Kostengünstige Dämmmaßnahme

Nachteile: - Veränderung der Treppenaustritte

#### **4.1.2.3 Außenwände**

Sind Fassaden nicht denkmalgeschützt und nicht stark gegliedert, ist grundsätzlich auch die Ausführung von Außenwärmedämmungen möglich. Diese Voraussetzungen werden bei Gründerzeitgebäuden im Wesentlichen bei Hof- bzw. Lichthoffassaden gegeben sein. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Außenwärmedämmung die bauphysikalisch richtige Wärmedämmung darstellt, da die Wärmeverluste stark reduziert werden, die speicherwirksame Masse des Mauerkörpers innen erhalten bleibt und die Oberflächentemperaturen entsprechend hochgehalten werden können. Dies bewirkt, dass geringere Schwankungen auftreten und schlußendlich bei der Wahl der entsprechenden Systeme die Dampfdiffusion durch die Lage des Taupunktes in der Wärmedämmung zu keinem schädlichen Kondensat im Bauteil führt.

Als Möglichkeiten der Außenwärmedämmung stehen grundsätzlich zur Verfügung:

- Wärmedämmverbundsysteme
- Vorhangfassaden
- Perimeterdämmung von Kellerwänden im Sockelbereich

##### *4.1.2.3.1 Wärmedämmverbundsysteme*

„Hier wird die Dämmung in Form von Platten außen auf die Wand punktförmig aufgeklebt und gedübelt, anschließend mit einem gewebearmierte Dünnputz überzogen. Bei konventionellen Bauten werden expandierte Polystyrol-Hartschaumplatten (EPS) oder auch Mineralfaserplatten eingesetzt. Alternativ können umweltfreundlichere Baustoffe wie Kork, Hanfplatten, Holzweichfaserplatten oder Mineralschaumplatten etc. eingesetzt werden.

Zu beachten ist:

- Die alte Putzoberfläche muss fest haften, trocken und staubfrei, sowie ausreichend stabil sein. Sie sollte von einer Fachperson beurteilt und nach Maßgabe vorbehandelt werden. Bei feuchten Wänden muss zuerst die Ursache der Feuchtigkeit behoben werden, bevor Dämmungen aufgebracht werden.
- Putze, Dämmstoffe und Schichtdicken müssen aufeinander abgestimmt und bautechnisch zugelassen sein. Soll der Dämmstoff in zwei Lagen eingebaut werden, muss dies vom Systemanbieter ausdrücklich zugelassen sein.
- Einschlägige ÖNORMen, insbesondere über die korrekte Verklebung (Randwulst-Punktverklebung) und Verdübelung der Dämmstoffplatten müssen eingehalten werden, Informationen sind dazu z.B. bei der Güteschutzgemeinschaft WDVS-Fachbetrieb erhältlich.

- EPS-Platten können den Schallschutz der Außenwand verschlechtern, Holzfaserplatten verbessern den Schallschutz.
- Putze auf mineralischer Basis sind in Abstimmung mit dem Gesamtsystem zu bevorzugen. Sie weisen ein besseres Dampfdiffusionsverhalten auf und sind ökologisch vertretbarer. Hier gibt es auch neuere Entwicklungen, welche gegen Vermoosung und Veralgung speziell beschichtet sind (grundsätzlich ist darauf zu verweisen, dass die Diffusionsoffenheit von innen nach außen zunehmen muss).
- Die Fensterleibungen sind mitzudämmen.
- Sehr wichtig ist es auch Wärmebrücken wie z.B. auskragende Balkonplatten mit Wärmedämmung zu umgeben oder diese durch eine an die Fassade gestellte selbsttragende Konstruktion zu ersetzen.
- Zum Schutz gegen eindringende Feuchtigkeit müssen alle Anschlussfugen dauerelastisch versiegelt werden. Des weiteren muss bei der Ausführung dieser Art der Dämmung auf Undichtheiten geachtet werden, die bei nichtkorrekter Plattenverklebung zu einer Hinterlüftung der Dämmebene führen können. Die einschlägige Norm schreibt das Aufbringen des Klebers in Form eines Randwulstes auf jeder Dämmplatte vor und diese Problematik zu entgegnen. Daher ist auf eine dauerelastische Abdichtung der Fenster an die Wandteile, winddichten Abschluss an den Begrenzungskanten (Sockel, Dach etc.) zu achten.
- Lampen, Rankhilfen, Vordächer etc. müssen in tragendem Mauerwerk befestigt werden (Wärmebrücken).
- Wärmedämm-Verbundsysteme eignen sich nicht für den Selbstbau“ (Haselsteiner et al., 2007, 78f).
- Im Bereich von Feuermauern kann seitens der Baubehörde unter Umständen die Forderung nach unbrennbaren Dämmstoffen (Mineralfaser-Wärmedämm-Verbundsystem) ausgesprochen werden.
- Bei mehr als drei Geschoße hohen Häusern ist bei Anbringen eines EPS-Vollwärmeschutzsystems darauf Bedacht zu nehmen, dass aus brandschutztechnischen Gründen im Parapetbereich der Fenster und Wärmedämmstoffdicken > 10 cm eine unbrennbare (Mineralwolle) Wärmedämmung vorzusehen ist.

#### 4.1.2.3.2 Vorhangfassaden

„Diese bestehen aus einer Tragkonstruktion aus Kanthölzern oder Metallprofilen, die an der Wandoberfläche befestigt werden, dazwischen wird die Dämmung eingebracht. Mögliche Dämmstoffe sind Steinwolle, Glaswolle, Zellulose (Einblasdämmung), Perlite, Holzweichfaserplatten, Hanf, Wolle, etc. Darüber wird ein hydrophobierte (wasserabweisende) Holzweichfaserplatte oder eine Unterspannbahn befestigt. Diese verhindert die Durchfeuchtung des Materials (Schlagregen oder Schnee tritt zu) und ein Durchspülen des Dämmmaterials mit kalter Luft, welches die Dämmwirkung reduzieren würde. Anschließend wird eine Hinterlüftungsebene in der Stärke von mind. 3 bis 4 cm

mittels Lattung hergestellt. Darüber wird ein Witterungsschutz befestigt. Dies kann eine Holzverschalung sein, aber auch Putzträgerplatten aus verschiedenen Materialien wie Holzweichfaserplatten, Holzwolleleichtplatten, Altglas Recycling-Platten etc.) verwendet werden. Vorhangfassaden gelten durch eine Trennung in konstruktive Teile, Wärmeschutz und Witterungsschutz als bauphysikalische Bauweise. Grundsätzlich ermöglicht der Austausch der abgewitterten Bekleidung eine langlebige Konstruktion. Bezüglich des Wärmeschutzes war diese Lösung früher in vielen anderen massiven Bauweisen überlegen. Sie können auch auf unebenen Flächen oder Altputzen in schlechterem Zustand aufgebracht werden.

Zu beachten ist:

- Die Unterkonstruktion muss ausreichend in der tragenden Wand verankert werden. Hier sollten auf geprüfte und bewehrte Systeme gesetzt werden.
- Es ist auf Brandschutzbestimmungen zu achten.
- Die Hinterlüftungsebene muss oben und unten im Sockelbereich gegen das Eindringen von Insekten und Nagetieren mit Gitterstreifen geschützt werden.
- Auf genügend Bodenabstand ist wegen Spritzwasser zu achten.
- Bei manchen Systemen kann auf die Hinterlüftungsebene verzichtet werden. Die Sicherheit ist aber mit einer Dampfdiffusionsberechnung zu prüfen.
- Die Dämmung kann auch 2-lagig mittels kreuzweise verlegten Kanthölzern gefertigt werden. Dies reduziert die Wärmebrücken durch die Tragkonstruktion. Auch Stegträger können dafür eingesetzt werden. (Haselsteiner et al., 2007, 79).

#### *4.1.2.3.3 Perimeterdämmung – Außendämmung von Kellerwänden im Sockelbereich*

„Die Dämmung der Kelleraußenwand im Sockelbereich ist zur Reduzierung des Wärmeabflusses aus dem EG-Fußboden in jedem Fall sinnvoll, auch wenn das Kellergeschoß nicht für Wohnzwecke genutzt werden soll. Dies sollte bis in frostfreie Tiefe angebracht werden. Der ideale Zeitpunkt ist hier sicherlich die gleichzeitige Sanierung gegen Feuchtigkeit wenn ein Erdaushub vorgesehen ist.

Bei normaler Baufeuchte nicht bei drückendem Wasser oder Grundwasser, wird auf die trockene und saubere Fläche eine vertikale Sperrschicht aufgebracht. Darauf kann die Wärmedämmung verklebt werden. Hier kommen nur Dämmstoffe in Frage welche genügende Festigkeit sowie Feuchteresistenz aufweisen: extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten (XPS) möglichst CO<sub>2</sub>-geschäumt und Schaumglas als ökologischere Alternative. Auch diese muss entsprechend der einschlägigen Normen und Verarbeitungsrichtlinien angebracht und mit Armierungsgewebe verputzt werden.

Zu beachten ist:

- Falls die Kellerwand feucht ist, muss zuerst die Ursache der Feuchtigkeit festgestellt und durch geeignete Maßnahmen bekämpft werden.

- Die Herstellung der vertikalen Sperrschicht erfordert größte Sorgfalt, damit diese auf Dauer dicht bleibt. Sie wird nach erfolgter Freilegung der Wand und Austrocknung aufgebracht. Die Dämmung schützt sie vor Beschädigung.
- Falls Lichtschächte erforderlich sind, sollten diese auf die Dämmung gesetzt werden, um Wärmebrücken zu vermeiden.
- Auch hier sind alle Anschlussfugen dauerelastisch abzudichten.
- Der Arbeitsgraben sollten mit einer Drainage aus Kies, geschützt mit Geotextilvlies gegen das Einschwemmen von Erde, verfüllt werden und ein Drainagerohr aufgrund des Grabens zur Entwässerung mit Gefälle in eine Abflussmöglichkeit z.B. einen Sickerschacht) verlegt werden. Als Alternative zum Drainagekies bis zur Bodenfläche kann auch ein Drainagenetz mit Vliesbeschichtungsableitung des Oberflächenwasser bis zum Drainagerohr hinunter verwendet werden. Dieses wird auf die Dämmplatten aufgebracht.
- Bei dieser Gelegenheiten könnte auch eine Fundamenterdung in den Graben verlegt werden.
- Günstig ist es die Schicht nicht mit einem dichten Belag zu verschlagen, damit eintretendes Wasser verdunsten kann“ (Haselsteiner et al., 2007, 80).

### **4.1.3 Konstruktion – Kellerdeckendämmung**

Die Dämmung der EG-Fußböden zu unbeheizten Kellern stellt eine wesentliche Maßnahme im Zuge von Altbausanierungen dar und sollte jedenfalls durchgeführt werden.

Die Dämmung der Kellerdecken kann dabei grundsätzlich von unten oder von oben oder als Kombination beider Maßnahmen erfolgen.

#### **4.1.3.1 Kellerdeckendämmung von unten**

„Diese Maßnahme lässt sich kostengünstig durchführen. Bei ebenen Untergrund können Dämmstoffplatten oder Verbundplatten mit einer Stärke von mind. 10 cm an die Deckenuntersicht geklebt werden. In den meisten Fällen kann auf Verkleidungen verzichtet werden. Bei unebenen Untergründen oder Rohrleitungsführungen kann mit abgehängten Deckensystemen gearbeitet werden, welche mit Dämmmatten ausgelegt werden. Um die Wärmebrücke der anschließenden Kellerwände etwas zu minimieren, sollte die Dämmung auch auf die obersten 50 cm der Wände gezogen werden.

Zu beachten:

- Es ist zu überprüfen, welche Dämmstärke möglich ist, damit die Türen und Fenster im Keller nach wie vor geöffnet werden können und eine ausreichende Stehhöhe vorhanden bleibt.
- Vor Aufbringung der Dämmung sollte die Kellerdecke auf Feuchtigkeit untersucht werden und die Ursache der Feuchtigkeit behoben werden.
- Vor Überdämmung von Leitungen empfiehlt es sich, die Lage mittels Fotos oder Aufmass zu dokumentieren und eventuell Revisionsöffnungen herzustellen“ (Haselsteiner et al., 2007, 90).

#### **4.1.3.2 Kellerdeckendämmung von oben**

„Diese Maßnahme wird eher bei einer Gesamtsanierung des Gebäudes in Frage kommen, wenn die alten Fußbodenaufbauten entfernt werden müssen. Hier ist eine Dämmstärke von mindestens 10 cm sinnvoll. Meist liegen entweder alte Dielenböden auf Schüttung oder Betonestrich ohne jegliche Dämmung darunter vor. Es ist besonders auf die Reduzierung der Raumhöhe durch zusätzliche Dämmmaßnahmen zu achten. Meist müssen dann auch die Türen gekürzt werden. Eine Möglichkeit eine größere Dämmstoffstärke im Aufbau unterzubringen, ist die Herstellung eines Holzfußbodens auf Kanthölzern oder speziellen Systemen mit Distanzschrauben und Platten mit einer Schüttung aus Dämmstoff oder eingelegten Dämmstoffmatten. Auch Trockenestrichelemente auf Schüttung können verwendet werden. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit fertige Estrichelemente für Fußbodenheizung (meist Gipsfaserplatten) aufzulegen.

Zu beachten:

- Bei einer feuchten Kellerdecke sollte die Ursache festgestellt und wenn möglich behoben werden und anschließend eine Dampfbremse eingelegt werden.
- Bei selbsttragenden Konstruktionen dürfen nur Trittschalldämmplatten oder ausreichend verdichtbare Schüttungen nach Anweisung des Herstellers verlegt werden“ (Haselsteiner et al., 2007, 90).

#### **4.1.4 Konstruktion – Innendämmung**

Bei den häufig denkmalgeschützten, reich gegliederten Fassaden von Gründerzeithäusern stellt die Innendämmung der Außenwand meist die einzige Möglichkeit dar, die Wand wärmetechnisch zu verbessern.

Grundsätzlich können bei der Ausführung von Innen-Wärmedämmungen 3 Systeme zum Einsatz kommen. Jede Methode weist dabei Vor- und Nachteile auf und ist je nach Einsatzort, Zustand des Mauerwerks (Feuchte), Raumnutzung u.a. einzusetzen.

##### **4.1.4.1 Innendämmung mit Dampfsperren (sd $\geq$ 100 m) und Dampfbremsen**

Vor der Wärmedämmung, wobei aus Gründen des Brandschutzes vorwiegend Faserdämmstoffe zwischen Latten- und Profilkonstruktionen zum Einsatz kommen, muss eine dampfdichte Ebene durch Anbringen von Folien (Dampfsperren und Dampfbremsen gemäß Pkt. 4.1.1.2) hergestellt werden. Als Oberfläche und zum Schutz der Dampfsperre werden Gipskartonplatten eingesetzt.

Für eine schadensfreie Funktion der Dampfdiffusionsvorgänge ist es notwendig, dass die Dampfsperrebene möglichst nicht durch Durchdringungen (Kabel, Rohrleitungen) unterbrochen wird. Sind derartige Durchführungen durch die Dampfsperrebene unvermeidlich, sind Leitungen mit entsprechenden Schrumpfschläuchen oder Formteilen dampfdicht einzukleben. Die erforderliche Dampfdichtheit hebt so den grundsätzlichen Vorteil derartiger Vorsatzschalenkonstruktionen, die es ermöglichen, Leitungen im Zwischenraum zu führen, zum Teil wieder auf.

Als Untersystem der Systeme mit Dampfbremsen können solche mit feuchteadaptiven Dampfbremsen genannt werden. feuchteadaptive Dampfbremsen weisen keine hohe Dampfdichtheit auf, ermöglichen jedoch die Austrocknung nach innen. Grundsätzlich ist zu diesen Systemen jedoch festzustellen, dass Erfahrungen mit derartigen Folien nur im Bereich von Dachflächen bei denen es im Sommer durch hohe Einstrahlungsenergien zu einer Umkehr des Dampfdiffusionsstroms kommt, vorliegen. Da diese Systeme weiters mittels Glaser-Verfahren (genormtes Verfahren zum Nachweis von Dampfdiffusionsvorgängen) nicht nachgewiesen werden können, ist jedenfalls die Durchführung von dynamischen Simulationsberechnungen, die eine instationäre Berechnung von Wärme- und Feuchtetransportvorgängen im Bauteilen ermöglichen (z.B. Wufi, Cond, Delphin), erforderlich.

#### **4.1.4.2 Innendämmung mit dampfdichtem Dämmstoff**

Bei diesem System bildet der Dämmstoff aufgrund seiner dampfdichten Materialeigenschaften die Dampfsperrebene. Als erprobt kann dabei der Einsatz von Schaumglas, das in Bitumen verklebt wird und eine raumseitige Verkleidung erhält, gelten. Ein Vorteil des Systems ist, dass auch bei einer nachträglichen punktförmigen Verletzung (Befestigungen) die Dampfdichtheit des Gesamtsystems praktisch gewährleistet bleibt. Weiters ist der Einsatz an leicht durchfeuchtetem (Keller-) Mauerwerk möglich. Grundsätzlich weisen auch Vakuumisulationspaneele (VIB) dampfdichte Eigenschaften auf und hätten den Vorteil, dass mit sehr dünnen Dämmschichtdicken hohe Dämmwerte erreicht werden können. Ein großflächiger Einsatz als Innendämmung scheint aber aufgrund des sehr hohen Preises, der sehr schwierigen Verarbeitung sowie den Nachteil, dass bei Verletzung der Folien sowohl die Wärmedämmwirkung als auch das dampfdichte Verhalten nicht mehr gegeben sind, nicht wirklich zweckmäßig.

#### **4.1.4.3 Innendämmung mit dampfdurchlässigen Platten mit kapillaraktiven Eigenschaften (Kalziumsilikat)**

Dämmplatten aus zellstoffarmierten Kalziumsilikat weisen die Eigenschaft auf, Feuchtigkeit aus der Luft aufzunehmen, zu speichern und bei sinkender Raumluftfeuchtigkeit wieder in den Raum abgeben zu können. Sie weisen weiters den Vorteil auf, dass keine zusätzlichen Verkleidungsplatten notwendig sind und die Platten direkt verputzt werden können, sofern eine Diffusionsoffenheit der Putzmaterialien gegeben ist.

Aufgrund des geringfügig höheren Leitwertes sind verglichen mit z.B. Faserdämmstoffen auch höhere Materialdicken erforderlich, um einen entsprechenden Wärmeschutz zu erreichen. Die Prüfung des Dampfdiffusionsverhaltens beim Einsatz von Kalziumsilikatplatten kann nur mittels instationärer dynamischer Methoden erfolgen, da für das Material keine baurechtliche Zulassung vorliegt und der normgemäße Nachweis gemäß Glaser-Verfahren nicht möglich ist. Seitens der Hersteller wird nur bis zur Ausführung einer Dicke von 6 cm (kein Niedrigenergiestandard) eine Gewährleistung übernommen.

#### **4.1.4.4 Allgemeine Hinweise zu den Konstruktionen**

Im „Überblick von Komponenten und Systemen für eine Sanierung auf Passivhausstandard des Türenwirtes“ (gemäß Bergmeister et al., 2008, 39f) werden zu den Innenwanddämmsystemen allgemeine Konstruktionshinweise angeführt, die im Wesentlichen auch für Gründerzeithäuser angewendet werden können:

„Hinweise zu Konstruktionen:

Jede Konstruktion hat hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Aspekte Vor- und Nachteile. Außerdem sind bei Anbringung einer Innendämmung verschiedene andere Aspekte zu berücksichtigen:

**Vorteile:**

- Erhalt der äußeren Gestalt des Gebäudes
- Erhöhung der Wand-Oberflächentemperatur – Behaglichkeitssteigerung
- Rasche Beheizbarkeit und Regelbarkeit der Räume, da keine Außenwandmassen mit aufgeheizt werden müssen. Besonders geeignet für unregelmäßig beheizte Räume z.B. Kellerräume
- Bei Systemen mit weichen Dämmmaterialien sind Leitungsführungen in der Dämmebene möglich; Vermeidung von Unter-Putz-Arbeiten
- Kostengünstig

**Nachteile:**

- Gefahr von Bauschäden infolge Dampfdiffusion durch die Wärmedämmung (WD) und Kondensatbildung an oder in der Wand sowie Gefahr von Kondensatbildung bei Holzbalkendecken im Bereich des Balkenrostes.
- Feuchteschäden erst spät bemerkbar, da Feuchtigkeit mehrere Schichten durchdringen muss, bevor sie an der Innenseite sichtbar austritt.
- Frostgrenze dringt tiefer in die Außenwand ein (Heizungs- und Wasserrohre in der Außenwand können im Winter einfrieren).
- Durch Anbringen der Innendämmung gelangt keine Wärme mehr von innen nach außen. Schlagregen trocknet so, je nach Ausrichtung des Bauteils, möglicherweise schlechter ab.
- In den Wintermonaten kann die stärker und länger andauernde Feuchtigkeit im Mauerwerk bei Gefrieren zu Abplatzungen führen.
- Bei Anbringen einer Innendämmung muss jeder Raum separat auf Wärmebrücken untersucht und die Dämmung entsprechend geplant werden.
- Wärmebrücken bei einbindenden Bauteilen (Geschoßdecken, Innenwände), die sich nur teilweise mit beträchtlichem Aufwand beseitigen lassen (ca. 50 cm breite Dämmstreifen). Dadurch entstehen Vorsprünge in den Raumecken, die durch komplette Vorwandschalen oder Ähnlichem kaschiert werden können.
- Verbrauch von Nutzfläche
- An der Außenwand befindliche Heizkörper, Heizungsleitungen, Fußleisten, Schalter und Steckdosen sind entsprechend zu versetzen und luftdicht einzubauen.
- Je nach Konstruktion ist die Außenwand von innen dauerhaft gegen mechanische Einflüsse zu schützen.
- Die Einbaulage neuer Fenster ist entsprechend dem neuen Wandaufbau zu planen, um eine möglichst bündige Oberfläche der Innenwand zu erhalten.

Da sich bei der Anbringung einer Innendämmung der Wärme- und Feuchtetransport im Bauteil anders verhält als bei einer Außendämmung, müssen sämtliche Wand- und Deckenaufbauten im Rahmen der U-Wert Berechnung mit einer Software berechnet werden, die eine instationäre Berechnung von Wärme- und Feuchtetransport im Bauteil ermöglicht,

z.B. WUFI, Cond oder Delphin<sup>1)</sup>. Im Gegensatz zu herkömmlichen Berechnungen (Glaser-Verfahren<sup>2)</sup>) können durch eine mehrdimensionale Simulation auch die Einflüsse von Schlagregen, Baufeuchte, Kapillartransport und Solarstrahlung auf das jeweilige Bauteil abgebildet werden.“ (Bergmeister et al., 2008, 39f).

<sup>1)</sup> WUFI, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, <http://www.wufi.de/>; Cond, TU Dresden, <http://www.bauklimatik-dresden.de/cond/>; Delphin, TU Dresden, [http://tudresden.de/die\\_tu\\_dresden/fakultaeten/fakultaet\\_architektur/ibk/software/delphin](http://tudresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_architektur/ibk/software/delphin).

<sup>2)</sup> Durch das Glaser-Verfahren wird unter standardisierten Randbedingungen die Feuchtigkeitsanreicherung durch Diffusion in Bauteilen bestimmt.

#### **4.1.5 Konstruktion – Fenster**

Zum überwiegenden Teil ist bei Gründerzeithäusern davon auszugehen, dass Kastenfenster vorhanden sind. Diese weisen nutzungsbedingt unterschiedlichste Erhaltungszustände auf, sodass unterschiedliche Sanierungsgrade bis hin zum kompletten Austausch zu berücksichtigen sind.

##### **4.1.5.1 Sanierung und thermische Verbesserungsmaßnahmen**

Befinden sich Kastenfenster in einen relativ guten Zustand, ist eine Sanierung durch Überarbeitung der Rahmenprofile und Einbau von Dichtungen in der raumseitigen Flügelebene möglich. Mit derartigen Sanierungen ist jedoch keine wesentliche Verbesserung der Wärmedämmung (Wärmedurchgangskoeffizient  $U_w$ -Wert ca. 2,5 bis 3 W/m<sup>2</sup>K) möglich. Ein erster wesentlicher Verbesserungsschritt, der noch keinen Austausch von bestehenden Rahmenprofilen (Ansichtsbreite, Dicke) erfordert, ist der Einbau von pyrolytisch beschichteten Scheiben (K-Glas) in der inneren Flügelebene. Durch die pyrolytische Beschichtung, die die Infrarotstrahlung nach innen reflektiert, kann der Wärmedurchgangskoeffizient von Bestandskastenfenstern auf einen Wärmedurchgangskoeffizient ca. 1,6 W/m<sup>2</sup>K verbessert werden.

Da diese Scheibe das Erscheinungsbild nicht ändert, ist der Einsatz auch in denkmalgeschützten Fassaden möglich und wird seitens des Denkmalamtes gebilligt. Eine derartige Fenstersanierung wurde in Wien z.B. bei den Sanierungen des Palais Epstein und des Palais Kinsky durchgeführt.

Weitere Verbesserungen sind nur mehr durch Einbau von Isolierglasscheiben im inneren oder äußeren Flügel möglich. Bei Einsatz von Wärmeschutzgläsern mit  $U_g \leq 1,1$  W/m<sup>2</sup>K sind für die gesamte Konstruktion (Laborprüfung) Wärmedurchgangskoeffizienten von  $U_w \leq 1,3$  W/m<sup>2</sup>K zu erwarten.

In der tatsächlichen Ausführung ergibt sich dabei das Problem, dass bei Erhaltung des Kastenstocks die Bauwerksanschlüsse meist unklar sind und verstärkt Wärmebrücken auftreten. Weiters ist hinsichtlich der Lage der Isolierglasscheiben (Außen- oder Innenflügel) auch die tatsächliche Ausführung von Verbesserungen an der Außenwand zu sehen. Um

eine geschlossene Wärmedämmebene zu erreichen, müssten dabei auch die Leibungsbereiche entsprechend gedämmt werden. So müsste bei Einbau der Isolierverglasung im Außenflügel und Ausführung einer Innendämmung der gesamte Kastenstock wärmegeklämt werden.

Hinsichtlich des sommerlichen Wärmeschutzes ist es empfehlenswert im Scheibenzwischenraum reflektierende Rollos zu führen und wenn möglich (z.B. bei Oberlichtern) den Scheibenzwischenraum nach außen zu entlüften.

Ist ein Fenstertausch unvermeidlich bzw. die Erhaltung der Kastenfenster z.B. in nicht denkmalgeschützten mit Außenwärmedämmung verbesserten Hoffassaden nicht erforderlich, können konventionelle Einfachfenster mit Isolierverglasungen und den entsprechend thermisch getrennten Rahmen-Profilen eingesetzt werden. Bei Neueinbau von Fenstern kann weiters die Anschlusssituation zu den übrigen Wärmedämmbereichen neu und bauphysikalisch richtig hergestellt werden.

In denkmalgeschützten Fassaden wird unter Umständen aufgrund von denkmalkonservatorischen Gründen ein Nachbau mit den zum Teil wieder vorhandenen Nachteilen bezüglich der Anschlussproblematik zu den übrigen Wärmeschutzebenen unvermeidlich sein.

#### **4.1.6 Konstruktion – Hofüberdachung**

Die Überdachung von Lichthöfen kann grundsätzlich als Alternative zur Außenwandwärmedämmung der Hofwände überlegt werden. Die diesbezüglichen Systeme und Voraussetzungen sowie zu beachteten Randbedingungen sind in (Bergmeister et al., 2008, 54f) hinreichend zusammengestellt und nachstehend wiedergegeben:

„Eine weitere Sanierungsmöglichkeit ergibt sich durch das Schließen der Lichthöfe zu glasüberdeckten Bereichen bzw. Atrien, die im Nachfolgenden näher beschrieben werden. Das Schließen der Lichthöfe hat den Vorteil, dass der vorhandene Luftraum somit zum beheizten Volumen zählt. Dies erhöht die Kompaktheit des Gebäudes und wirkt sich positiv auf das A/V-Verhältnis aus. Das A/V-Verhältnis ist das Verhältnis der Wärme übertragenden Umfassungsfläche A zum beheizten Gebäudevolumen V.

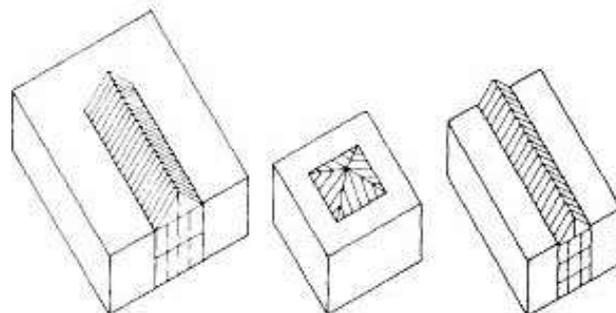
Acht geben muss man aus brandschutztechnischen Gründen auf das Vorsehen von ausreichend Brandrauchentlüftungen, besonders wenn sich das Stiegenhaus im glasüberdeckten Bereich befindet und es als notwendiger Fluchtweg dient.“

##### **4.1.6.1 Systembeschreibung**

„Glasdächer zur Überdeckung von Innenhöfen und Gassen sind eine wichtige Maßnahme zur Energieeinsparung und zur passiven Sonnenenergienutzung. Es können damit verlustminimierte Baukörper mit einem geringen Oberflächen-Volumenverhältnis geschaffen

werden. Der unbeheizte glasüberdeckte Bereich wirkt im Winter als Pufferzone und reduziert somit die Transmissionswärmeverluste der möglichst an allen Seiten anschließenden Gebäudeteile. Überdies ist dieser Bereich trotz fehlender Heizung immer angenehm temperiert und kann für die unterschiedlichsten Aktivitäten als großzügige Erschließungszone, Freizeitraum, u.a.m. genutzt werden.

Glasüberdeckte Bereiche tragen wesentlich zur natürlichen Belichtung der angrenzenden Innenräume bei. Bei der gleichen Verglasungsfläche ermöglichen horizontale Oberlichtverglasungen eine mehr als doppelt so hohe Belichtungsstärke als vertikale Fensterverglasungen. Da Verglasungen zumeist eine thermische Schwachstelle der Gebäudehülle bilden, ist die Berücksichtigung dieser Eigenschaft beim Entwurf von energieoptimierten Gebäuden wichtig“ (Bergmeister et al., 2008, 55).



**Abbildung 23: Bauformen für glasüberdeckte Bereiche (Bergmeister et al., 2008, 55)**

#### **4.1.6.2 Hinweise**

„Entwurfsregeln:

- Das Atrium ist so auszurichten, dass speziell im Winter die Sonnenstrahlung zur Beheizung und Belichtung genutzt werden kann.
- Schräge Verglasungsflächen sollten, wenn möglich, nach Süden orientiert sein, solche nach Norden sind ungünstig.
- Tiefere und engere glasüberdeckte und von mehrgeschossiger Bebauung umschlossene Bereiche sind energietechnisch günstiger als flachere, weitere und von niedriger Bebauung umschlossene.
- Wenn der Raum doppelt so hoch ist wie breit, so ist eine Verbreiterung im oberen Teil aus Gründen der ausreichenden Tagesbelichtung anzustreben.

Dimensionierungsregeln:

- Es ist der Einsatz von Wärmeschutz-Isoliergläsern (Dreifach-Verglasung) zu empfehlen.
- Keine Sonnenschutzgläser, sondern ein beweglicher Sonnenschutz ist vorzusehen.
- Für die Schrägverglasung (Überkopfglasung) ist eine Isolierverglasung aus Verbund-Sicherheitsglas an der Rauminnenseite und ein Sicherheitsglas als äußere Scheibe zu wählen.

- Im Inneren des Atriums sind helle Farben zu verwenden, damit das Tageslicht möglichst wenig absorbiert wird.
- Lüftungsöffnungen sollten sowohl in der Nähe des Bodens wie auch im Dach angeordnet werden, damit der Kamineffekt wirksam werden kann.
- 6–10% der Dachfläche sollten geöffnet werden können.
- Es gelten sinngemäß die gleichen Regeln wie bei Wintergärten“ (Bergmeister et al., 2008, 55f).

#### 4.1.6.3 Lüftung

„Das Atrium kann bei richtiger Konzeption einen wichtigen Beitrag zur Belüftung eines Gebäudes leisten. Im Winterhalbjahr kann die Belüftung der Innenräume über den glasüberdeckten Bereich erfolgen. Dadurch wird die Zuluft vorgewärmt und eine Überwärmung des glasüberdeckten Bereiches verhindert.

Im Sommerhalbjahr strömt die Zuluft von der Außenseite der Gebäude, im günstigsten Fall von Gartenbereichen oder von nicht glasüberdeckten, engen Innenhöfen zu. Die Abluft strömt über das verglaste Atrium ab, wobei der natürliche Auftrieb der warmen Luft genutzt wird und eine zu starke Überwärmung des Atriums vermieden wird. Eine Durchlüftung in den kühlen Nacht- und Morgenstunden zur Kühlung der Gebäude (free cooling) ist empfehlenswert“ (Bergmeister et al., 2008, 56).

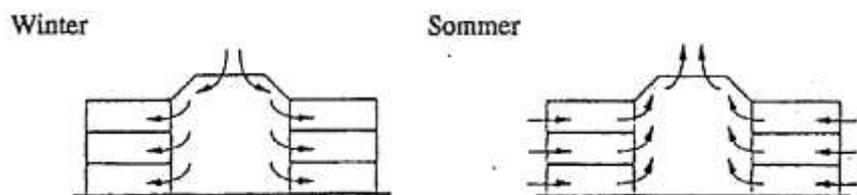


Abbildung 24: Lüftung von glasüberdeckten Bereichen (Bergmeister et al., 2008, 56)

#### 4.1.7 Verringerung der Wärmebrückenwirkung und Vermeidung von Kondensation

##### 4.1.7.1 Wärmebrückendämmung bei Querwänden und Decken bis 1 m in den Anschlussbereich

Bei Ausführung von Innenwärmedämmungen stellen einspringende Innenwände und Decken durch die Verbindung mit den Außenbauteilbereichen, die mit Außenluft beaufschlagt sind, Wärmebrücken dar, die zu tieferen Oberflächentemperaturen an den Innenwänden im Übergangsbereich der Innenwärmedämmung und so zu Oberflächenkondensat und Schimmelbildung führen können. Die diesbezügliche Problematik wurde in Pkt. 3.2.5 behandelt.

Diese Wärmebrücken können dadurch vermieden werden, dass die Innenwärmedämmung auch an den einspringenden Innenwänden bzw. Deckenuntersichten in den Raum (ca. 1 m) gezogen wird. Um Versätze in der Wandoberfläche zu vermeiden, können dabei auch Wärmedämmungen mit zum Raum hin reduzierter Dicke (Dämmkeile) zum Einsatz kommen.

#### **4.1.7.2 Einputzen von Streckmetallen in kritischen Ecken**

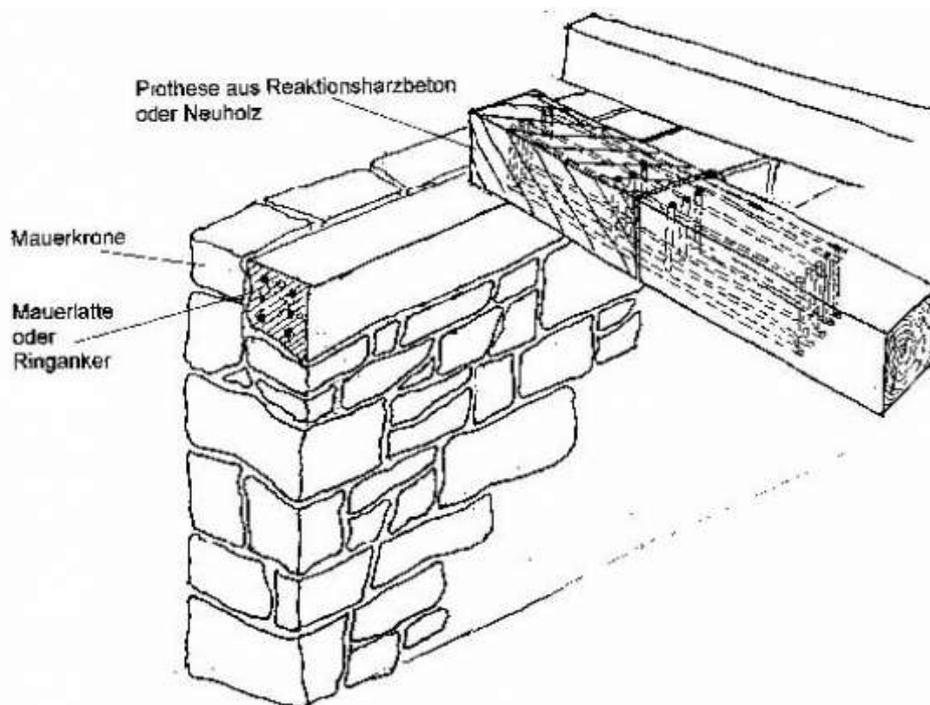
Zeigen Wärmebrückenberechnungen mit Finite-Elementen-Methoden, dass die Taupunkttemperaturen (Oberflächentemperatur, bei der Luft mit bestimmter Temperatur und rel. Feuchte an Oberflächen kondensiert) nur geringfügig unterschritten sind, kann durch Einputzen von Streckmetallgittern bis ca. 1 m in die ungestörte Raumflächen die Temperaturleitung des Oberflächenputzes erhöht werden und so Wärme vom ungestörten Bereich in Eckbereiche gebracht werden. Dadurch kommt es zu einer günstigen Erhöhung der Temperaturen in den Eckbereichen, die Oberflächenkondensation vermeidet.

#### **4.1.7.3 Thermische Trennung**

Ist es unvermeidlich Befestigungselemente (z.B. von Geländen, Rankhilfen, Vordächer u.a.) durch eine Wärmedämmung im tragenden Mauerwerk zu befestigen, sind diese Elemente durch Beilage von druckfesten Kunststoffelementen thermisch zu trennen.

Sind Auflagerbereiche von Trämen mittels Stahlauswechslungen zu sanieren, sind diese Auflagerbereiche ebenfalls bei der Neuherstellung mit Wärmedämmung zu umfassen und so Wärmebrücken zu vermeiden.

Günstigere Verhältnisse liegen für die Sanierung mittels Kunstharzbetonprothesen, die mit dem intakten Holzquerschnitt mit in Kunstharzverguss eingebetteten Glasfaserstäben verbunden werden, vor (Holz-an-Holz-Prothese nach dem BETA-Verfahren, Fa. Bennert).



(Quelle: [www.bennert.de/justorange.cms/174\\_Holzprothetik.html](http://www.bennert.de/justorange.cms/174_Holzprothetik.html))

## 4.2 Sanierungstechnologien aus dem Bereich der technischen Gebäudeausrüstung

Die technische Gebäudeausrüstung umfasst alle gebäudeinternen technischen Anwendungen, welche zur Gewährleistung des Gebäudebetriebes erforderlich sind. Darunter fallen alle Anlagen zur Deckung des Heiz-, Kühl-, Lüftungs- und Elektroenergiebedarfs sowie Anlagen der Kommunikation und Mobilität (z.B. Liftanlagen).

Der Energiebedarf dieser Bereiche, welcher gegenwärtig zu einem großen Anteil durch fossile Primärenergieträger gedeckt wird, kann reduziert werden, indem

- die Gebäudehülle unter Beachtung der äußeren Einflüsse energetisch saniert wird, sodass geringere Energieströme zur Einhaltung der Behaglichkeit erforderlich werden;
- die Anlagentechnik auf den erforderlichen Betrieb optimiert und somit möglichst wenig Energie verbraucht;
- natürliche Maßnahmen wie Energiespeicherung weitestgehend ausgeschöpft werden und
- vorrangig regenerative Energiequellen für die Bereitstellung von Heiz-, Kühl-, und Elektroenergie genutzt werden.

Im Folgenden werden einzelne Bereiche der technischen Gebäudeausrüstung dargestellt und verschiedene Optionen zur Anwendung in Gründerzeithäusern aufgezeigt. Es wird

darauf geachtet, dass die angeführten Konzepte auf marktverfügbaren und dem gegenwärtigen Stand der Technik entsprechenden Technologien basieren.

#### 4.2.1 Energiebereitstellung – Wärmeenergie

Die Wärmeenergiebereitstellung dient dem Ausgleich der Wärmebilanz, bei der die Energiezufuhr und die Wärmeverluste gegenübergestellt werden.

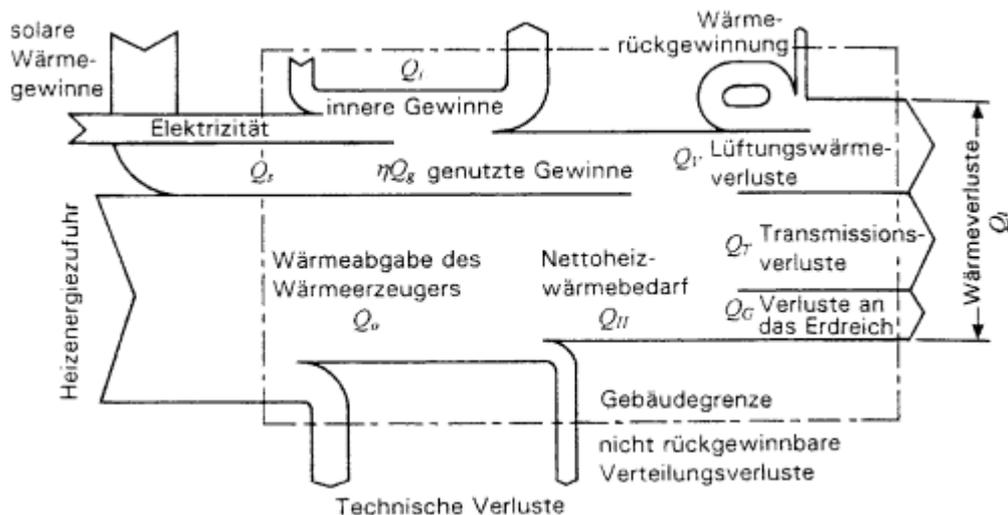
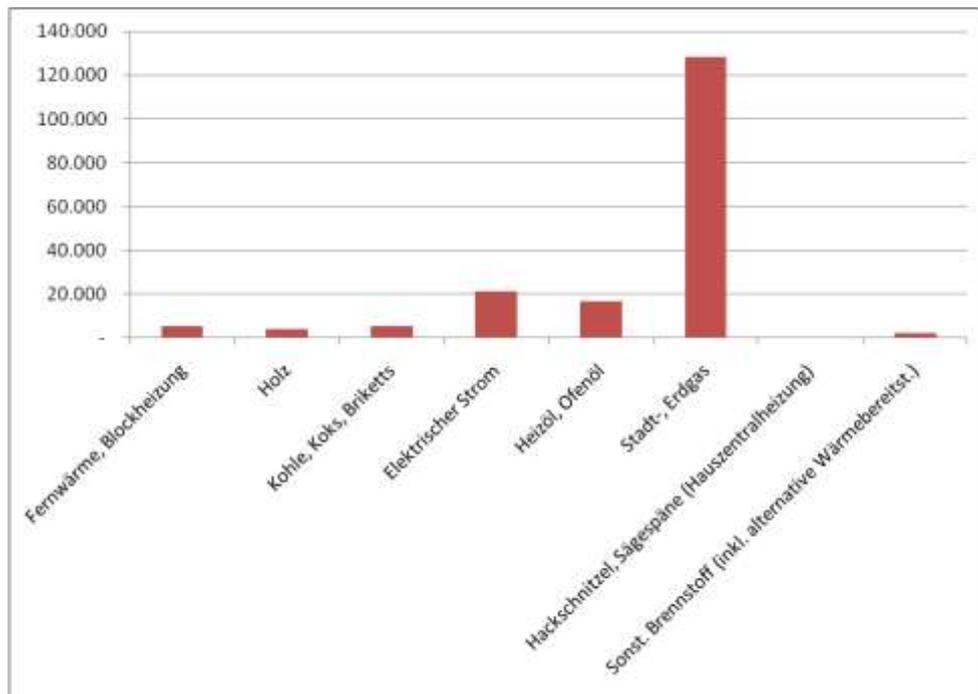


Abbildung 25: Wärmebilanz nach ÖNORM EN 832

Die Wärmebilanz muss zu jedem Zeitpunkt ausgeglichen sein, wobei sie von verschiedenen Faktoren wie der Personenanzahl, den inneren Wärmequellen, der geforderten Innenraumtemperatur sowie von der Umgebung (Sonnenschein, Außentemperatur, usw.) abhängt.

Nachfolgende Grafik stellt näherungsweise die Situation der Wärmebereitstellung der Gründerzeitgebäude im Jahr 2001 in Wien dar.



**Abbildung 26: Wohnungsanzahlen (Hauptwohnsitze) im Jahr 2001 in Wien zu Brennstoff bzw. Energieträger für Wohngebäude mit 11 oder mehr Wohnungen der Bauperiode vor 1919 (Statistik Austria II, 2006, 107f)**

Demnach wurden im Jahr 2001 82% der Wiener Wohnungen (Hauptwohnsitze in Wohngebäuden mit 11 oder mehr Wohnungen) aus der Bauperiode vor 1919 durch fossile Energieträger beheizt. Beachtenswert ist auch, dass zum Zeitpunkt der Erhebung ein verhältnismäßig hoher Anteil von 12% dieser Wohnungen direkt mit elektrischem Strom beheizt wurde.

Dem Thema der Wärmebereitstellung muss im Zuge einer energetischen Sanierung von Gebäuden eine hohe Aufmerksamkeit gewidmet werden, da nach erfolgter Dämmung der thermischen Gebäudehülle die bisherige Heiztechnik überdimensioniert ist und diese daher den neuen wärmetechnischen Bedingungen angepasst werden muss.

In den folgenden Abschnitten werden verschiedene zur energetischen Sanierung von Gründerzeithäusern relevante Wärmebereitstellungssysteme näher beschrieben und deren Vor- und Nachteile aufgezeigt. Bei den geschilderten Systemen wird ein besonderes Augenmerk auf deren Klimaneutralität bzw. Energieeffizienz gelegt.

#### **4.2.1.1 Solare Wärmebereitstellung**

Die Solarenergie beschreibt jene Energie, die von der Sonnenstrahlung in Form von elektromagnetischer Strahlung zur Erde gelangt. Es wird bei der solaren Wärmebereitstellung in aktive und passive Nutzung der eingestrahelten Sonnenenergie unterschieden.

Im Bezug auf Klimaneutralität ist die solare (sowohl aktive als auch passive) Wärmeenergienutzung sehr positiv zu bewerten, da während des Betriebs der Anlage bis auf den (geringen) Hilfsenergieeinsatz keine CO<sub>2</sub>-Emissionen erfolgen. Wird die Hilfsenergie (z.B. Elektrizität für Umwälzpumpen, Regelung, usw.) durch erneuerbare Ressourcen bereit gestellt, kann von einer weitgehend klimaneutralen Nutzung gesprochen werden.

#### *4.2.1.1.1 Passive Solarenergienutzung*

Die passive Nutzung der Sonnenenergie erfolgt im Wesentlichen ohne zusätzliche (elektro-)mechanische Hilfe, sondern lediglich durch Absorption an Feststoffen oder Fluiden durch Umwandlung in Wärmeenergie. Die praktische Nutzung dieses Effektes in Gebäuden wird durch transparente Bauteile, die kurzwellige energiereiche Sonnenstrahlung nahezu ungehindert durchlassen und in Gegenrichtung den Durchlass von langwelliger Wärmestrahlung möglichst verhindern, ermöglicht. Durch diese sogenannten Wärmeschutzverglasungen, welche entsprechende Sonnenausrichtung und Dimensionierung vorweisen müssen, können bedeutende Wärmegewinne zur Unterstützung der Raumwärmebereitstellung erzielt werden. Die Speicherung dieser gewonnenen Wärmeenergie erfolgt durch massive Bauteile in Innenräumen des Gebäudes, die auch eine zeitverzögerte Wärmeabgabe ermöglichen. Vor allem durch Konvektion, aber auch durch Wärmeleitung und Strahlung wird die Wärmeenergie im Raum verteilt. Ist der Wärmeenergieeintrag nicht gewünscht (Sommerperiode), muss durch Sonnenschutzvorrichtungen für Abschattung der Verglasungen gesorgt werden.

Der verstärkte Einsatz der passiven Sonnenenergienutzung ist bei bestehenden Gründerzeitgebäuden an Dachgeschoßwohnungen durch entsprechend ausgerichtete Wärmeschutzverglasungen möglich. Das Auftreffen der Sonnenstrahlung auf opaken (lichtundurchlässigen) Wandflächen führt ebenso zu einer passiven Sonnenenergienutzung, da neben der Wärmeabgabe an die Außenluft auch eine Wärmeleitung bzw. -Speicherung über die massive Wand stattfindet. Dieser Effekt kann durch Anwendung von transparenten Wärmedämmungssystemen verstärkt werden. Neben diesem System, welches eine geringe Relevanz für die Anwendung bei Gründerzeithäusern aufweist, ist das Konzept der Glasvorsatzschalen vor Außenwänden zur passiven Sonnenenergiegewinnung zu erwähnen. Eine vielversprechende Möglichkeit Sonnenenergie bei Gründerzeithäusern passiv zu nutzen besteht darin, dass bestehende Lichtschächte und kleinere Hofanlagen von Gründerzeithäusern, deren Wände bisher im direkten Kontakt zur Außenluft standen, durch eine Konstruktion mit Sonnenschutzverglasung überdacht werden. Dies führt zur Warmhaltung der angrenzenden Außenluft durch passive Sonnenenergienutzung sowie durch die Transmissionswärmeverluste der Außenwandflächen. Diese Maßnahme hat das Ziel den Heizwärmebedarf des Gebäudes erheblich zu verringern und zugleich ganzjährig nutzbare Flächen im Hofbereich von Gebäuden zu gewinnen.

#### 4.2.1.1.2 Aktive Solarenergienutzung

Die aktive Sonnenenergienutzung wird mit Kollektorsystemen durchgeführt, für die (elektro-)mechanische Hilfsenergie aufgewendet werden muss. Solarheizsysteme bestehen aus Kollektoren (Energiewandler), Energiespeicher und Energieverbraucher (Wärmeabgabe). Der Einsatz von „solarer Wärme“ kann sowohl für Warmwasserbereitstellung als auch zur Raumwärmeunterstützung herangezogen werden. Weiters besteht durch Verwendung von wärmegetriebenen Kälteaggregaten die Möglichkeit, durch aktiv gewonnene Solarenergie Kälte zur Raumklimatisierung sowie für Kühlzwecke bereitzustellen.

Für Gebäudeanwendungen sind die zwei Kollektorsysteme Flachkollektor und Vakuumröhrenkollektor anzuführen, welche zu den nicht strahlungskonzentrierenden Flüssigkeitskollektoren zählen. Vakuumröhrenkollektoren weisen höhere Wirkungsgrade als Flachkollektoren auf und werden vor allem zur Erzielung von höheren Temperaturen bis 120°C eingesetzt.

Für die Einbindung von Solaranlagen in Heizungssysteme gibt es vielfältige Möglichkeiten. Hierbei spielen vor allem folgende Parameter eine wichtige Rolle:

- Heizkesseltyp (gleitender oder in Ein-/Aus-Fahrweise betriebener Automatikessel, Festbrennstoffkessel);
- Art und Eigenschaften des Heizungssystems (hohe Speichermasse, z.B. Fußbodenheizung) oder geringe Speichermasse (z.B. Radiatoren); Hoch- oder Niedertemperatursystem);
- Solaranlage (Fläche und Wirkungsgrad der Kollektoren);
- Nutzeranforderungen (Raumtemperatur konstant oder Temperaturschwankungen zulässig);
- Nutzerzielsetzung (höchste Ausnutzung mit großem Aufwand oder gute Ausnutzung mit geringeren Kosten) (Streicher, 2006, 170).

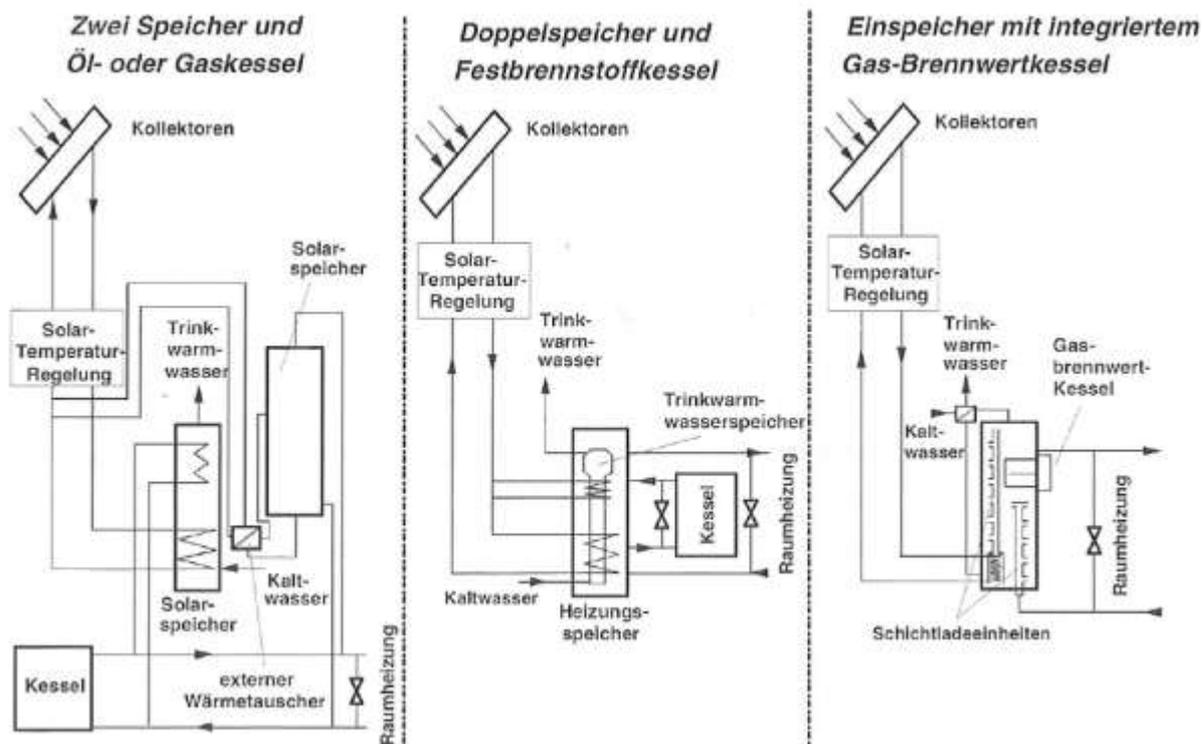


Abbildung 27: Mögliche Ausführungsformen solarthermischer Anlagen zur Unterstützung der Warmwasser- und Raumwärmebereitstellung (Streicher, 2006, 171)

Es gelten folgende Richtwerte für spezifische Energieerträge bei günstiger Anlagenausrichtung (Kollektorneigung 30 - 50° zur Horizontalen, +/- 30° Abweichung von Süden, Bezugsfläche: energetisch aktive Kollektorfläche bzw. Aperturfläche):

Tabelle 5: Richtwerte für spezifische Energieerträge (Leeb et al., 2001, 108)

Anlagentyp	Vorwärmanlage	Anlage im Kosten - Nutzen - Optimum	Anlage mit hoher Brennstoffeinsparung
Energieertrag [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	400 - 500	350 - 400	220 - 350

Es ist darauf hinzuweisen, dass bei einer vertikalen Fassadenanbringung spezifische Energieerträge von nur 60 – 70 % jener Energieerträge bei günstiger Kollektorausrichtung erzielt werden.

Für die Anwendung von Flächenkollektoren bei Gründerzeithäusern ist eine dachintegrierte Kollektoranbringung sowie eine Anpassung der Kollektorflächen in Proportion und Maßstab an die vorhandenen architektonischen Gegebenheiten, wenn möglich auf hofnahen Dachflächen, vorzunehmen, um den stadtgestalterischen Gesichtspunkten und der Erhaltung des Stadt- bzw. Ortsbildes gerecht zu werden. Dies ist bei Gebäuden in Schutzzonen häufig ein Kriterium zum Erhalt der Baugenehmigung einer solchen Anlage.

#### 4.2.1.2 Biomasse – Heizanlagen

Die Verwendung von Biomasse zur Wärmebereitstellung erfolgt durch die Verbrennung von meist fester, holzartiger Biomasse bei der Wärmeenergie frei wird. Biomasse wird als CO<sub>2</sub>-neutraler Brennstoff bezeichnet, da dabei im Gegensatz zu fossilen Energieträgern kein zusätzliches CO<sub>2</sub> in den Kohlenstoffhaushalt der Atmosphäre freigegeben wird. Beim Verbrennungsvorgang von Biomasse erfolgt lediglich eine Freisetzung des beim Wachstum der Pflanze gebundenen Kohlendioxids, welches einen „geschlossenen“ Kohlenstoffkreislauf darstellt.

Für die Anwendung von Biomasse – Heizanlagen im Geschößwohnbau bietet sich nahezu ausschließlich holzartige Biomasse als Brennstoff an. Hierzu können unterschiedliche Kesseltechnologien mit jeweils verschiedenen Arten des holzartigen Brennstoffs verwendet werden. Diesbezüglich sind folgende Biomasse-Brennstoffarten anzuführen:

- Stückholz: Holz in Scheitform aus naturbelassenen Nadel- bzw. Laubhölzern oder Resthölzern aus der Holzverarbeitung wird in entsprechenden Festbrennstoff-Heizkesseln verfeuert.
- Hackgut: Holz aus Beständen wie bei Stückholz oder auch Schnittgut aus der Landschaftspflege bzw. Kurzumtriebsplantagen wird durch spezielle Hackmaschinen zu Hackgut zerkleinert, welches in automatischen Hackgut-Heizanlagen verfeuert werden kann.
- Pellets oder Holzbriketts: Diese zu den veredelten Bioenergieträgern zählenden Fraktionen werden aus feinen Holzabfällen ohne chemische Zusätze unter hohem Druck durch Matrizen gepresst, wodurch sie eine zylindrische Form erhalten. Holzbriketts haben einen Durchmesser von ca. 9 cm und sind wie Stückholz zu handhaben. Pellets hingegen haben einen durch die ÖNORM M7135 festgelegten Durchmesser von 5 – 6 mm (Industriepellets mit 11 mm nach ÖNORM M7135 HP2) und können in automatisch befeuerten Kesselanlagen (Pellets – Heizkessel) verwendet werden.

Die Nutzung von Biomasse zur Wärmebereitstellung weist folgende Vorteile auf:

- Erneuerbare Energie und somit ein weitgehend klimaneutraler Brennstoff
- Heimische Wertschöpfung sowohl bei der Brennstoffbereitstellung als auch bei der Heizkesselherstellung
- Krisensicherer und ungefährlicher Brennstoff

##### 4.2.1.2.1 Gebläse- oder Holzvergaserkessel

Diese speziell zur Stückholzverfeuerung entwickelten Festbrennstoffkessel liefern in Verbindung mit Pufferspeicher eine verhältnismäßig komfortable Lösung zur Beheizung von Ein- bzw. Zweifamilienhäusern. Dabei muss einmal täglich (in der Übergangszeit längere Intervalle) der Kessel bedient werden, sodass eine durchgehende Wärmeversorgung

gewährleistet werden kann. Obwohl diese Anlagen bis zu 100 kW<sub>th</sub> Heizleistung erhältlich sind, ist die Anwendung dieser Kesseltechnologie im Geschloßwohnbau nicht zu empfehlen, da der Betrieb durch manuelle Brennstoffbeschickung, Einlagerung usw. einen nicht zu vernachlässigbaren Aufwand darstellt.

Weiters müsste ein entsprechend ausgelegter Lagerraum für Stückholz, welcher mindestens eine Heizsaison überbrückt, berücksichtigt werden.

In einzelnen Wohnungen ist die Anwendung von Stückholz-Kaminöfen mit raumluftunabhängiger Verbrennungsluftversorgung möglich. Neben der ansprechenden optischen Wirkung durch das Design und der freien Sicht auf die Flamme kann dieser bei wasserführender Ausführung in das vorliegende Wärmeabgabesystem bzw. zur Warmwasserbereitung eingebunden werden.

#### *4.2.1.2.2 Pellets- oder Hackgut-Heizanlagen*

Um den Komfort eines vollautomatischen Heizungssystems in Kombination mit Biomassenutzung gerecht zu werden, bieten sich diese Heizungstypen in besonderer Weise an. Der Einsatz von Biomasse im Geschloßwohnbau sowie in Nichtwohngebäuden ist somit möglich.

Die Aufstellung des Heizkessels erfolgt in einem zentralen Heizraum. Die Beschickung des Heizkessels wird durch eine Förderschnecke oder einem Ansaugsystem durchgeführt. Diese automatische bzw. kontinuierliche Brennstoffzufuhr gewährleistet einen gleichbleibend guten Wirkungsgrad und eine optimale Leistungsanpassung.

Hackgutheizungen sind vor allem dann einzusetzen, wenn die Anlieferung in entsprechender Qualität durch einen Lieferanten gesichert ist und durch Lkws mit Kippmulde problemlos erfolgen kann. Weiters ist ein Monats- oder Jahres-Hackgutlager vorzusehen, das entweder durch einen Erdbunker mit Rührwerkaustragung oder einem Brennstofflagerraum im Keller bereitgestellt werden kann.

Die Brennstofflagerung bzw. -anlieferung gestaltet sich bei einer Pellets-Heizungsanlage etwas flexibler, da die Pellets mit einem Pumpwagen angeliefert und in einem Vorratsraum bzw. in einem im Außenbereich befindlichen Vorratsbehälter eingeblasen werden. Es können auch ausgediente Heizöl-Erdstahltanks zur Bevorratung von Pellets verwendet werden. Die Entfernung des Vorratsraums bzw. -behälters kann bis zu 30 Meter vom Lkw-Halteplatz betragen. Die benötigte Lagerfläche kann mit jenem der Heizöllagerung verglichen werden. Ein Vorteil der Pellets-Heizkessel ist, dass sich durch den homogenen genormten Brennstoff eine gute Regelbarkeit sowie geringe Schadstoffemissionen ergeben.

Unter Voraussetzung eines Niedertemperaturheizungssystems ist es möglich, neuartige Pellets-Heizkessel mit Brennwerttechnologie zu verwenden, die eine erhöhte Energieausbeute bewirken. Nähere Informationen zur Brennwerttechnologie sind im Abschnitt 4.2.1.4.1 „Wärmebereitstellung durch Erdgas“ ersichtlich.

Hackgut-Heizanlagen sind in Leistungsbereichen bis zu mehreren Hundert kW<sub>th</sub> erhältlich. Pellets - Heizkessel gibt es bereits in kleinen Leistungsbereichen ab 2 kW<sub>th</sub>, die Obergrenze liegt bei rund 300 kW<sub>th</sub>. Pellets - Heizkessel der Größenordnung über 100 kW<sub>th</sub> können meist mit Industriepellets (Durchmesser 11 mm nach ÖNORM M7135 HP2) befeuert werden. Einige Hersteller bieten sogenannte Kombikessel an, welche sowohl mit Stückholz als auch mit Pellets bzw. Hackgut befeuert werden können.

In Verbindung mit einem Pufferspeicher (als Lastausgleichsspeicher ohnedies notwendig) können diese Heizsysteme mit Solarkollektoren kombiniert werden, welches die jährlichen Brennstoffkosten verringert und eine ökologische Bestlösung darstellt.

Mit Pellets- oder Hackgut - Heizungssystemen kann ein mit fossilen Heizungssystemen vergleichbar geringer Bedienungsaufwand erreicht werden, da diese meist über eine automatische Wärmetauscherreinigung sowie Ascheaustragung verfügen.

Weiters gibt es Einzelraumöfen (dezentrale Heizwärmebereitstellung), welche mit Pellets beheizt werden können. Dieses Heizsystem kann bei einer entsprechenden Ausführung wie bereits bei den Stückholz – Einzelraumöfen erwähnt in das Wärmeabgabesystem der Wohnung eingebunden werden. Gegenüber einer Stückholzfeuerung erfolgt die Brennstoffbeschickung auch hier per Hand (mittels fertig abgepackten Pellets - Säcken), bietet jedoch einen höheren Komfort, da die Bevorratung je nach Größe des Vorratsbehälters für eine bestimmte Zeit ausreicht.

#### 4.2.1.3 Wärmepumpensysteme

Bei dieser Variante der Heizwärmebereitstellung kommt eine zentrale Wärmepumpe zum Einsatz, die Niedertemperatur-Wärmeenergie der Umwelt entnimmt und auf ein für Heizzwecke nutzbares Temperaturniveau anhebt. Der Kompressor der Wärmepumpe, welcher für den Temperaturhub sorgt, kann sowohl über einen Elektromotor (Standard-Wärmepumpe) als auch über einen Verbrennungsmotor (z.B. Gaswärmepumpe) angetrieben werden. Weiters gibt es verschiedene Arten von Gaswärmepumpen mit „thermischen Verdichtern“, deren Entwicklung sich vor allem im kleinen Leistungsbereich noch im Prototyp-Status befindet.

Für die Nutzung von Umweltwärme aus dem Erdreich (oberflächennahe Geothermie) sind folgende Varianten anzuführen:

- **Erdwärmesonden:** Die Wärme wird über eine oder mehrere bis zu 100 Meter tiefe Erdbohrungen (sogenannte Sonden) gewonnen. Zu dieser Variante ist anzuführen, dass für die Errichtung der Erdsonden entsprechende, für Bohrgeräte zugängliche Freiflächen im Gebäudeumfeld erforderlich sind.
- **Flächenkollektoren:** Die unter der Erdoberfläche (1 bis 1,5 Meter Tiefe) verlegten Flächenkollektoren dienen zur Erwärmung der Sole-Flüssigkeit, welche in weiterer Folge die Wärmeenergie an den Wärmepumpenkreislauf abgibt. Die erforderliche

Kollektorfläche hängt zum Einen vom Heizwärmebedarf des Gebäudes und zum Anderen von der Bodenbeschaffenheit ab. Für die Anwendung dieser Wärmequelle bei Gründerzeithäusern ist hinzuweisen, dass hierfür große Kollektorflächen benötigt werden, welche außerhalb der Heizperiode durch ausreichende Wärmeeinträge (durch Solarstrahlung und Niederschlag) in die oberflächennahen Bodenschichten wieder regeneriert werden können. Zur überschlägigen Berechnung der erforderlichen Kollektorfläche ist ein Wert für die spezifische Wärmeentzugsleistung von ca. 20 W/m<sup>2</sup> anzuführen.

- **Thermische Grundwassernutzung:** Durch zwei örtlich unabhängig positionierte Brunnenbohrungen wird Grundwasser zur Erwärmung des Solekreislaufs herangezogen. Die Verwendung von Grundwasser zur Heizwärmegewinnung ist im Einzelfall zu prüfen. Es ist zu berücksichtigen, dass bestehende Rechte zur thermischen Nutzung von Grundwasser nicht beeinträchtigt werden. Diese und weitere Aspekte werden bei der dafür erforderlichen wasserrechtlichen Genehmigung geprüft.

Neben der Nutzung von oberflächennaher Geothermie können unter Anwendung spezieller Technologien auch andere Umwelt - Wärmequellen genutzt werden:

- Zur Deckung von kleinen Heizlasten bzw. der Grundlast sind Luft-Wärmepumpen erhältlich. Dieser Wärmepumpentyp nutzt die Umweltwärme der Außenluft oder einer Abluft zur Wärmebereitstellung. Neben der kombinierten Warmwasser- und Raumwärmebereitstellung in Einfamilienhäusern mit Niedrigenergie- bzw. Passivhausstandard können diese Systeme künftig auch im Altbaubestand insbesondere in Gründerzeithäusern an Bedeutung gewinnen.

Die Idee besteht darin, dass mit Hilfe einer Luft – Wärmepumpe durch Luftansaugung aus den Kellerräumlichkeiten (Außenluft - Zuströmung muss z.B. durch Lichtschächte gewährleistet sein) eine dauerhafte Bauwerksentfeuchtung mit kombinierter Wärmenutzung erreicht wird, die wahlweise zur Gebäudebeheizung und/oder Warmwasserbereitstellung eingesetzt werden kann. Die Bauwerksentfeuchtung verhindert das Aufsteigen von Mauerwerksfeuchtigkeit und darin enthaltenen Salzen in den Außen- und Innenwänden sowie Decken über dem Kellergeschoß. Dies sichert somit den Erhalt der Bauwerksubstanz und ermöglicht eine künftige Kellerraumnutzung mit konstanter Temperatur und Luftfeuchte, wie es zuvor nicht möglich war, ohne erhebliche Sanierungsmaßnahmen am Kellerbauwerk vornehmen zu müssen. Ein weiterer positiver Aspekt ist, dass durch die dauerhafte Mauerwerkstrockenlegung bessere Wärmeschutzeigenschaften des aufgehenden Mauerwerks über dem Kellergeschoß gewährleistet werden. Dies bewirkt somit einen geringeren Heizwärmebedarf des Gebäudes. (Groér, 2009, 1)

- Ein neuartiges Konzept der Umweltwärmenutzung mit Wärmepumpenanlagen ist die Energieaufnahme durch Absorbermatten, welche an nach Süden gerichteten

Dachflächen montiert werden. Diese Matten sammeln mittels eines Sole-Kreislaufs Umweltwärme aus direkter bzw. indirekter (diffuser) Sonnenstrahlung, Regen, Nebel sowie der umgebenden Luft auf niedrigem Temperaturniveau. In weiterer Folge wird die gesammelte Wärmeenergie in Abhängigkeit des gelieferten Temperaturniveaus entweder direkt zur Raumheizung verwendet, zur Hebung der Temperatur einer Wärmepumpe zugeführt oder für die spätere Nutzung in einer Zisterne bzw. Pufferspeicher zwischengespeichert. Ähnliche Systeme werden auch mit konventionellen solarthermischen Flachkollektoren angeboten.

Diese Systeme stellen innovative Konzepte dar, jedoch ist deren Anwendung in Gründerzeithäusern im Einzelfall zu prüfen.

Zu beachten ist, dass die Anwendung von Gaswärmepumpen einen Erdgasanschluss erfordert. Es ist darauf hinzuweisen, dass diese Wärmepumpenanwendung in Verbindung mit Verbrennungsmotoren eine gute Alternative zu konventionellen Erdgasheizungen ist, da der Primärenergieeinsatz für die Nutzwärmebereitstellung geringer ist. Jedoch ist eine zweckmäßig nutzbare Variante der Umweltwärmenutzung Voraussetzung.

Die Heizwärmebereitstellung durch Wärmepumpensysteme kann nur in Kombination mit einem Niedertemperatur-Heizsystem effizient betrieben werden. Es ist daher auch das gesamte Wärmeabgabesystem des zu beheizenden Gebäudes auf niedrige Vorlauftemperaturen auszuliegen.

In Kombination mit einem Pufferspeicher ist die Einbindung einer Solaranlage sinnvoll, da es den Elektrizitäts- bzw. Erdgasbedarf verringert sowie den erneuerbaren Energieanteil der Wärmebereitstellung steigert. Ein Vorteil von Wärmepumpensystemen ist, dass diese auch zu Kühlzwecken während den Sommermonaten verwendet werden können. Die sommerliche Klimatisierung ist vor allem in Büroräumlichkeiten ein steigendes Bedürfnis.

Wärmepumpenanlagen werden zu Leistungen im einstelligen  $\text{kW}_{\text{th}}$  - Bereich bis über Hundert  $\text{kW}_{\text{th}}$  angeboten und können meist über weite Lastbereiche modulierend betrieben werden. Für höhere Heizleistungen werden üblicherweise mehrere Wärmepumpenanlagen in Kaskaden verschaltet.

Die Heizungsart durch Wärmepumpen stellt in Bezug auf die Klimaneutralität einen Mittelweg zwischen der Wärmebereitstellung durch erneuerbare und fossile Energieträger dar, da in der Regel ca. 70% der bereitgestellten Wärmeenergie aus der Umwelt stammt und ca. 30% elektrisch bzw. durch Erdgas abgedeckt werden. Wird die aufzuwendende Antriebsenergie gegebenenfalls durch Ökostrom bereitgestellt, so kann von einem weitgehend erneuerbaren Wärmebereitstellungssystem gesprochen werden.

#### **4.2.1.4 Fossile Wärmebereitstellungssysteme**

In diesem Abschnitt werden die direkt mit fossilen Brennstoffen befeuerten Heizungstypen behandelt. Diese Art der Heizwärmebereitstellung hat in den vergangenen Jahrzehnten bei Gebäuden aus der Gründerzeit bestimmt (vgl. Abbildung 26).

##### *4.2.1.4.1 Wärmebereitstellung durch Erdgas*

Erdgas-Heizkessel sind ausgereifte Heizwärmebereitstellungssysteme, deren Vorteile die wartungsarmen und benutzerfreundlichen Eigenschaften sind. Es ist für dieses Heizsystem ein Erdgas-Anschluss an ein öffentliches Erdgasnetz erforderlich.

Durch den problemlosen Transport des Brennstoffes Erdgas und den Entfall von Lagerräumlichkeiten kann die Wärmebereitstellung sowohl zentral in einem Haustechnikraum des Gebäudes (Hauszentralheizung) als auch dezentral in den einzelnen Wohnungen (Wohnungszentralheizung) erfolgen. Es ist jedoch anzuführen, dass die erste Variante der zentralen Wärmebereitstellung aus energietechnischen Gründen vorzuziehen ist, da höhere Systemwirkungsgrade erreicht werden können und die Einbindung von solarer Wärmebereitstellung wirtschaftlicher erfolgen kann.

Neuartige Erdgas-Heizkessel verfügen über eine sogenannte Brennwert-Technik. Durch einen Brennwert-Gaskessel wird der Wärmeinhalt des Wasserdampfes im Abgas durch Kondensieren an einem speziellen Wärmetauscher genutzt, welches zu einer erhöhten Energieausbeute führt. Die Abgase müssen dabei unter den Taupunkt abgekühlt werden, wozu möglichst niedrige Rücklauftemperaturen erforderlich sind (gemäß ÖNORM H 5150: Rücklauftemperatur maximal 40°C), wodurch ein Niedertemperaturheizsystem als Voraussetzung gilt. Die Ableitung des Abgaskondensats ist über die öffentliche Kanalisation möglich, unterliegt aber einer behördlichen Bewilligungspflicht. Die Brennwerttechnik in Kombination mit Erdgas ist sowohl bei Hauszentralheizungen als auch bei Wohnungszentralheizungen (auch raumluftunabhängige Geräte) erhältlich.

Erdgas-Heizanlagen weisen gute Reaktionseigenschaften bei Lastwechsel auf. Die erhältlichen Erdgas-Heizkessel weisen nahezu unbegrenzte Leistungsbereiche auf. Weiters ist eine Kombination mit einem Pufferspeicher nahezulegen, um das Takten und die damit verbundenen Emissionen zu mindern und eine Solarenergienutzung optimal einbinden zu können.

Im Vergleich zu anderen fossilen Energieträgern fallen die Schadstoffemissionen bei der Erdgasverbrennung gering aus. Abschließend ist jedoch darauf hinzuweisen, dass es trotz all der positiven Eigenschaften dieser Heizungstechnologie den negativen Aspekt der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch die Nutzung eines fossilen Energieträgers gibt.

#### *4.2.1.4.2 Wärmebereitstellung durch Heizöl*

Heutige Heizöl-Heizkessel zählen ebenfalls zu den ausgereiften Heizwärmebereitstellungssystemen und werden auch bereits mit der Brennwert-Technik angeboten. Gegenüber der Verwendung des Energieträgers Erdgas ist bei Heizöl ein Tankraum zur Lagerung der Heizölvorräte erforderlich. Die Anlieferung des Brennstoffes erfolgt mittels Lkw. Die Anwendung von Heizöl-Kessel findet nahezu ausschließlich bei Zentralheizungsanlagen statt.

Als Ersatz des mineralischen Heizöls kann Fettsäuremethylester (FAME) bzw. Biodiesel angeführt werden, welcher aus ölhaltigem Saatgut (z.B. Rapsöl), tierischen Fetten und Altspeiseölen bzw. -fette hergestellt wird. Hierzu sind jedoch ein zertifizierter Brenner sowie eine abgestimmte Anlagentechnik erforderlich. Aus Gründen der hohen energetischen Eigenschaften von Heizöl bzw. Biodiesel ist eine zukünftige breite Anwendung dieser Energieträger für Heizzwecke als negativ zu bewerten.

#### *4.2.1.4.3 Wärmebereitstellung durch fossile Festbrennstoffe*

Feste fossile Brennstoffe umfassen die Kohle basierenden Brennstoffe wie Koks und Kohlebriketts. Diese Brennstoffe werden typischerweise in Festbrennstoffkessel eingesetzt, die auch durch Stückholz oder Holzbriketts befeuert werden können.

Die Nutzung dieser Brennstoffe hat künftig keine bedeutende Relevanz, da neben der geringen Benutzerfreundlichkeit der Anlagen (händische Beschickung) erhebliche Schadstoff-, insbesondere CO<sub>2</sub>-Emissionen freigesetzt werden. Bestehende Kohle basierende Zentralheizanlagen sind nicht mehr zeitgemäß und sollen auf jedem Fall im Rahmen einer energetischen Sanierung durch Alternativen ersetzt werden.

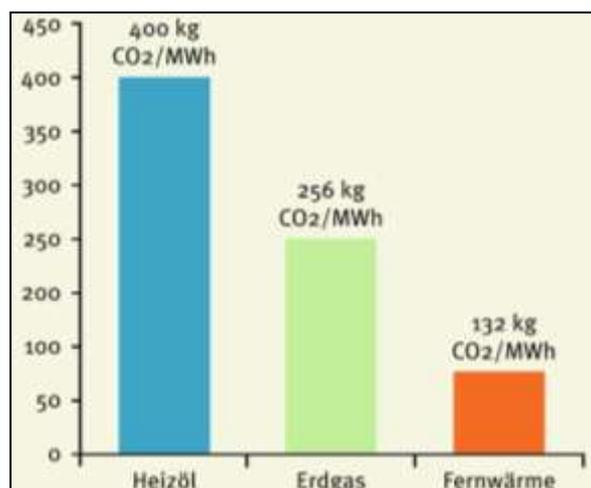
#### **4.2.1.5 Wärmebereitstellung durch Fernwärme**

In Ballungszentren besteht ein Fernwärmenetz meist aus einem engmaschig vernetzten Leitungssystem, das durch mehrere Wärmequellen wie Abwärme aus der Stromerzeugung in kalorischen Kraftwerken, Abwärme aus industriellen Fertigungsprozessen, Biomasseheizwerken, Müllverbrennungsanlagen usw. versorgt wird.

Liegt eine Fernwärmeleitung unweit des Gebäudes (d.h. mit einer Stichleitung erschließbar), so ist ein Anschluss an dieses Fernwärmesystem anzuraten. Dafür sprechen vor allem die komfortablen Nutzungsbedingungen, da bei dieser Variante der Wärmeversorgung die Fragen der Brennstofflagerung und -besorgung, Wartung der Kamin- und Heizungsanlage usw. entfallen. Weiters ist die Fernwärmeversorgung auch nach ökologischen Gesichtspunkten zu bevorzugen, da die Verbrennung von Brennstoffen in zentralen Heiz(kraft)werken sehr effizient bzw. emissionsarm durchgeführt werden kann und anfallende Abwärme aus unterschiedlichsten Prozessen im Gebäudebereich sinnvoll genutzt werden kann.

Üblicherweise wird bei einem Fernwärmeanschluss eines Gebäudes eine indirekte Ausführung vorgenommen. Dabei wird eine sogenannte Fernwärme – Übergabestation zwischen dem Fernwärme- und dem Gebäudeheizkreislauf geschaltet, welche die Wärmeübertragung mittels Wärmetauscher, die Wärmemengenmessung und Sicherheitsinstrumente enthält. Die Wärmeverteilung im Gebäude erfolgt in weiterer Folge über eine entsprechende Verteilerstation inklusive Anzeige- und Sicherheitsarmaturen im Heiztechnikraum. Die Einbindung der Warmwasserbereitung kann sowohl in einem Frischwasser – Durchlaufsystem als auch in einem Boiler- bzw. Speicherladesystem erfolgen. Zu den Übergabestationen ist anzuführen, dass es keine Leistungsgrenzen gibt, jedoch muss in erster Linie die vorliegende Fernwärmeleitung die benötigte Wärmekapazität bereitstellen können. Weiters ist ein erhöhter Platzbedarf für die Übergabestation in Abhängigkeit der Heizleistungen zu beachten. Typischerweise liegen die Vorlauf-temperaturen von Fernwärmeanschlüssen bei mindestens 90°C im Winter und werden in Abhängigkeit zur Außentemperatur bis auf minimal 60°C (während den Sommermonaten) verringert. Daraus ergibt sich, dass alle erhältlichen Typen von Wärmeabgabesystemen mit Fernwärme beheizt werden können.

Bei der Fernwärmerversorgung in Ballungszentren ist die Klimaneutralität aufgrund der Verwendung von fossilen Brennstoffen bzw. Abfällen bei KWK - Anwendungen nicht gegeben. Die Ökobilanz solcher Fernwärmesysteme ist jedoch bedeutend besser als bei der Wärmebereitstellung durch fossile Energieträger im Gebäude. In folgender Abbildung wird die Fernwärmeversorgung der Wien Energie GmbH anderen fossilen Heizwärmebereitstellungen gegenübergestellt.



**Abbildung 28: Vergleich der CO<sub>2</sub>-Emissionen je MWh Nutzenergie der Wiener Fernwärmeversorgung zu anderen Energieträgern (Ammer, 2006, 55)**

Werden hingegen ausschließlich biogene Brennstoffe zur Wärmebereitstellung herangezogen, so kann von weitgehender Klimaneutralität gesprochen werden

(ausgenommen Elektrizität für Pump- und Regelungsmaßnahmen, Brennstoffbereitstellung bzw. -transport).

Die Information, ob sich eine Fernwärmeleitung in unmittelbarer Nähe befindet und ob ein Anschluss mit der benötigten Heizleistung möglich ist, kann beim ansässigen Fernwärmebetreiber erfragt werden.

Die Kosten für den Anschluss an ein Fernwärmenetz setzen sich aus mehreren Faktoren zusammen. Unter Berücksichtigung der Entfernung und Art der Fernwärmezuleitung, der Anschlussleistung bzw. des Jahreswärmebedarfs sowie weiterer hausinterne Kriterien müssen bestimmte Amortisationszeiten erfüllt werden, wodurch sich unterschiedliche Kostenaufteilungen zwischen dem Gebäudeeigentümer und des Fernwärmebetreibers ergeben. Liegen günstige Bedingungen zum Anschluss an ein Fernwärmenetz vor, kann der Anschluss für den Eigentümer kostenneutral ausgeführt werden.

#### **4.2.1.6 Wärmebereitstellung durch elektrische Energie**

Monovalente, zentrale Elektro-Wärmeerzeuger zur Deckung des Raumwärme- und Warmwasserbedarfs sind nicht mehr zeitgemäß. Auch dezentrale Elektroheizgeräte (z.B. Nachtspeicheröfen) entsprechen keinem fortschrittlichen Raumheizkonzept. Aus energetischer Sicht ist die (monovalente) Wärmebereitstellung durch elektrische Energie nicht sinnvoll, da Elektrizität einen Energieträger höchster Qualität darstellt und dieser zur Wärmebereitstellung in niedrigen Temperaturbereichen zu hochwertig ist. Auch wirtschaftliche Gründe wie der Strompreis und dessen künftig zu erwartende Preissteigerung sprechen gegen eine Beheizung durch elektrische Energie. Mögliche elektrische Raumheizungssysteme werden im Folgenden nicht weiter behandelt, da sie für die Anwendung in Gründerzeithäusern keine Relevanz aufweisen.

Dennoch gibt es für spezielle elektrisch betriebene Heizelemente Anwendungsbereiche im Gebäudebereich, wo elektrische Heizelemente wirtschaftlich und auch energetisch sinnvoll einzusetzen sind. Dies ist möglicherweise bei der Warmwasserbereitstellung in Nicht-Wohngebäuden mit einem geringen Warmwasserbedarf und weitläufigen Räumlichkeiten (Bildungseinrichtungen, Bürogebäude, usw.) der Fall.

##### *4.2.1.6.1 Elektro – Heizstäbe zur Warmwasserbereitung in Boilern*

Wärmegegedämmte Behälter (Speicher) mit eingebauten elektrischen Heizstäben sorgen meist während der Niedertarifzeit (Nachtstrom) für die Aufheizung des Warmwassers und speichern es für die Entnahme während des gesamten Tages. Die Warmwassertemperatur ist einstellbar, wobei sie aufgrund der Legionellen – Gefahr mindestens 60°C betragen muss. Die Boiler sind in Größen von 5 bis 100 Liter Speichereinheit erhältlich. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Speichergröße auf den jeweiligen Bedarf abgestimmt werden soll, um Speicherverluste möglichst gering zu halten.

#### 4.2.1.6.2 Untertischboiler

Diese Warmwasserbereiter werden meist unmittelbar unter dem Waschtisch montiert. Der Speicherinhalt beträgt rund 10 Liter und der Temperaturbereich ist meist stufenlos von 10 bis 80°C einstellbar. Trotz der kompakten Bauweise der Geräte und einer Wärmedämmung lassen sich Wärmeverluste nicht verhindern. Daher ist eine dem Bedarf angepasste Warmwassertemperatur zu wählen, um die Wärmeverluste gering zu halten.

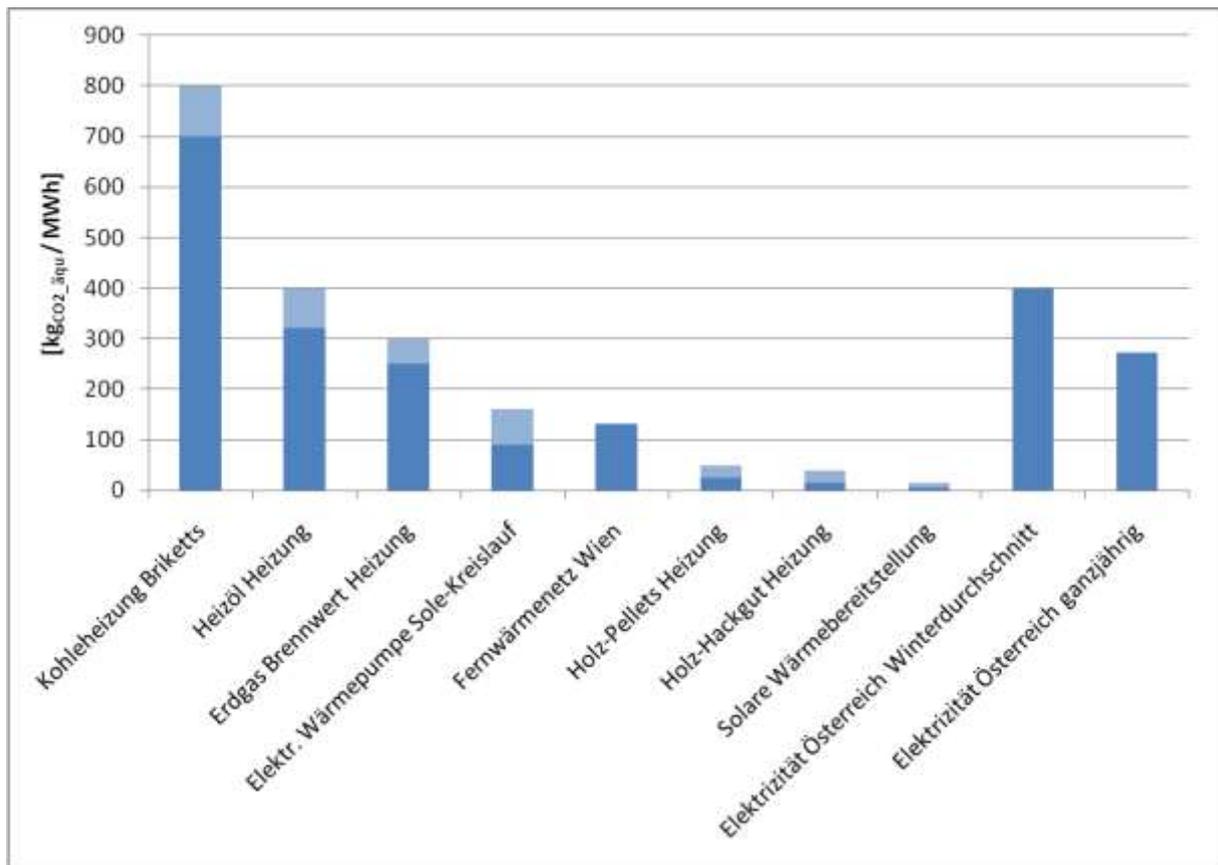
#### 4.2.1.6.3 Klein-Durchlauferhitzer

Zur Versorgung von unregelmäßig bedienten Waschtischen z.B. in WCs von Büroräumlichkeiten, Schulen, usw. bieten sich sogenannte Klein-Durchlauferhitzer an. Hier ist kein Speicher vorgesehen, sondern das zu erwärmende Wasser fließt an Rohrheizkörpern entlang und wird dabei auf die eingestellte Temperatur erwärmt. In Kombination mit Wasserspararmaturen ergibt sich ein Vorteil bei den aufzuwendenden elektrischen Energiemengen und geringen Wärmeverlusten.

#### 4.2.1.7 Treibhausgasemissionen von Wärmebereitstellungssystemen

Zusammenfassend erfolgt eine Gegenüberstellung der behandelten Wärmebereitstellungssysteme im Bezug auf deren Treibhausgasemissionen. Die klimarelevanten Emissionen werden entsprechend der Einheiten [ $\text{kg}_{\text{CO}_2\text{-äqu}} / \text{MWh}$ ] ausgewiesen, wobei sich die Energiemengen auf die abgegebene Nutzenergie der einzelnen Systeme beziehen. Die Emissionswerte wurden unter anderem aus Datensätzen der Software GEMIS-Österreich ermittelt und beinhalten sowohl die Emissionen während des Betriebes einer Heizanlage als auch jene, die infolge vorgelagerter Prozesse entstehen. „GEMIS-Österreich berücksichtigt von der Primärenergie- bzw. Rohstoffgewinnung bis zur Nutzenergie bzw. Stoffbereitstellung alle wesentlichen Schritte und bezieht auch den Hilfsenergie- und Materialaufwand zur Herstellung von Energieanlagen und Transportsystemen mit ein“ (Gemis, 2007, o.S.).

Zu den in der nachfolgenden Darstellung ausgewiesenen Werten ist zu erwähnen, dass es sich um Richtwerte handelt, die vor allem bei Wärmepumpensystemen, Fernwärmeversorgung, Biomasse-Heizungen sowie elektrische Wärmebereitstellung von verschiedenen Randbedingungen abhängig sind. Zu den bedeutendsten Randbedingungen zählen beispielsweise die Kesselwirkungsgrade von Heizanlagen, der Strommix eines Landes, die Wärmequellen eines Fernwärmenetzes, Jahresarbeitszahlen von Wärmepumpensystemen sowie der Energieeinsatz von vorgelagerten Prozessen.



**Abbildung 29: Gegenüberstellung der Treibhausgasemissionen von Heizsystemen, Quellen:**

<b>Kohleheizung Briketts</b>	<b>(GEMIS, 2007, o.S.), (Haas, Biermayr, 2008, 19)</b>
<b>Heizöl Heizung</b>	<b>(GEMIS, 2007, o.S.), (Haas, Biermayr, 2008, 19)</b>
<b>Erdgas Brennwert Heizung</b>	<b>(GEMIS, 2007, o.S.), (Haas, Biermayr, 2008, 19)</b>
<b>Elektr. Wärmepumpe Sole-Kreislauf</b>	<b>(GEMIS, 2007, o.S.), Meister (2000)</b>
<b>Fernwärmenetz Wien</b>	<b>(OIB Richtlinie 6)</b>
<b>Holz-Pellets Heizung</b>	<b>(GEMIS, 2007, o.S.), (Haas, Biermayr, 2008, 19)</b>
<b>Holz-Hackgut Heizung</b>	<b>(GEMIS, 2007, o.S.), (Haas, Biermayr, 2008, 19)</b>
<b>Solare Wärmebereitstellung</b>	<b>(GEMIS, 2007, o.S.)</b>
<b>Elektrizität Österreich Winterdurchschnitt</b>	<b>(Haas, Biermayr, 2008, 19)</b>
<b>Elektrizität Österreich ganzjährig</b>	<b>(Haas, Biermayr, 2008, 19)</b>

Die heller dargestellten Teilbereiche der Säulen zeigen die in der Literatur vorzufindenden Schwankungsbreiten der Treibhausgasemissionen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass bei elektrisch betriebenen Wärmepumpensystemen, solarer Wärmebereitstellung (Hilfsenergie für Pumpen und Regelung) und elektrischer Wärmebereitstellung der Strommix des gewählten Tarifes (Produktmix des Energieversorgers) das Ausmaß der klimarelevanten Emissionen beeinflusst. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei der Versorgung dieser Heizsysteme mit Ökostrom eine weitgehend klimaneutrale Wärmebereitstellung möglich ist. Aber auch der Bezug von Ökostrom verursacht gegenwärtig verhältnismäßig sehr geringe Mengen an Treibhausgasemissionen, welche durch vorgelagerte Prozessketten (z.B. Transport von biogenen Energieträgern) verursacht werden.

Anhand der in der Darstellung ersichtlichen Emissionswerte der Elektrizitätsbereitstellung in Österreich (Strommix Österreich) ist deutlich erkennbar, dass während der Wintermonate die Emissionen aufgrund des erhöhten Einsatzes an fossilen Energieträgern erheblich steigen. Dies ist maßgeblich darauf zurückzuführen, dass in der Winterperiode geringere Wassermengen zur Stromerzeugung bei Wasserkraftwerken zur Verfügung stehen. Entsprechend dieser Emissions-Schwankungen bei der Elektrizitätsbereitstellung ergeben sich auch Schwankungen bei der Wärmebereitstellung durch elektrisch betriebene Wärmepumpensysteme. Auch Fernwärmenetze weisen saisonal bedingte Emissions-Schwankungen auf.

Für die Ermittlung des Primärenergiebedarfs in dem vorliegendem Projekt wurden folgende Faktoren herangezogen:

Primärenergiefaktoren		CO2 GEMIS 3.0		OIB2011	
	Energieträger	PE (nicht regenerativ)	CO2 Emissionen	PE (nicht regenerativ)	CO2 Emissionen
		[kWh <sub>prim</sub> /kWhEnd	[kg <sub>CO2</sub> /kWhEnd	[kWh <sub>prim</sub> /kWhEnd	[kg <sub>CO2</sub> /kWhEnd
<b>Brennstoffe</b>					
2	Heizöl	1,1	0,31		
3	Erdgas	1,1	0,25		
4	Flüssiggas	1,1	0,27		
5	Steinkohle	1,1	0,44		
6	Holz	0,2	0,05		
<b>Strom</b>					
7	Strom-Mix	2,6	0,68		
8	Photovoltaik- Strom	0,7	0,25		
<b>Fernwärme</b>					
2	StK HKW 70% KWK	0,8	0,24		
3	StK HKW 35% KWK	1,1	0,32		
4	StK HW 0% KWK	1,5	0,41		
	Fernwärme Wien			0,92	0,073

Abbildung 30: Verwendete Primärenergie- und CO<sub>2</sub>-Emissions- Faktoren (Quelle: GEMIS 3.0 und OIB2011)

#### 4.2.1.8 Gegenüberstellung und Bewertung der wesentlichen Wärmebereitstellungssysteme zur klimaneutralen Wärmeversorgung in Gründerzeitgebäuden

Die beschriebenen Wärmebereitstellungssysteme können nicht ohne Berücksichtigung der gegebenen Bedingungen in Gründerzeitgebäuden angewendet werden. Eine bedeutende Rolle spielen vor allem wärmetechnische, komfortbedingte und versorgungstechnische Eigenschaften. Die nachfolgend beschriebene Analyse dient dazu, die relevanten Kriterien für den Einsatz in „klimaneutralen“ Gründerzeithäusern in quantitativer Weise darzustellen.

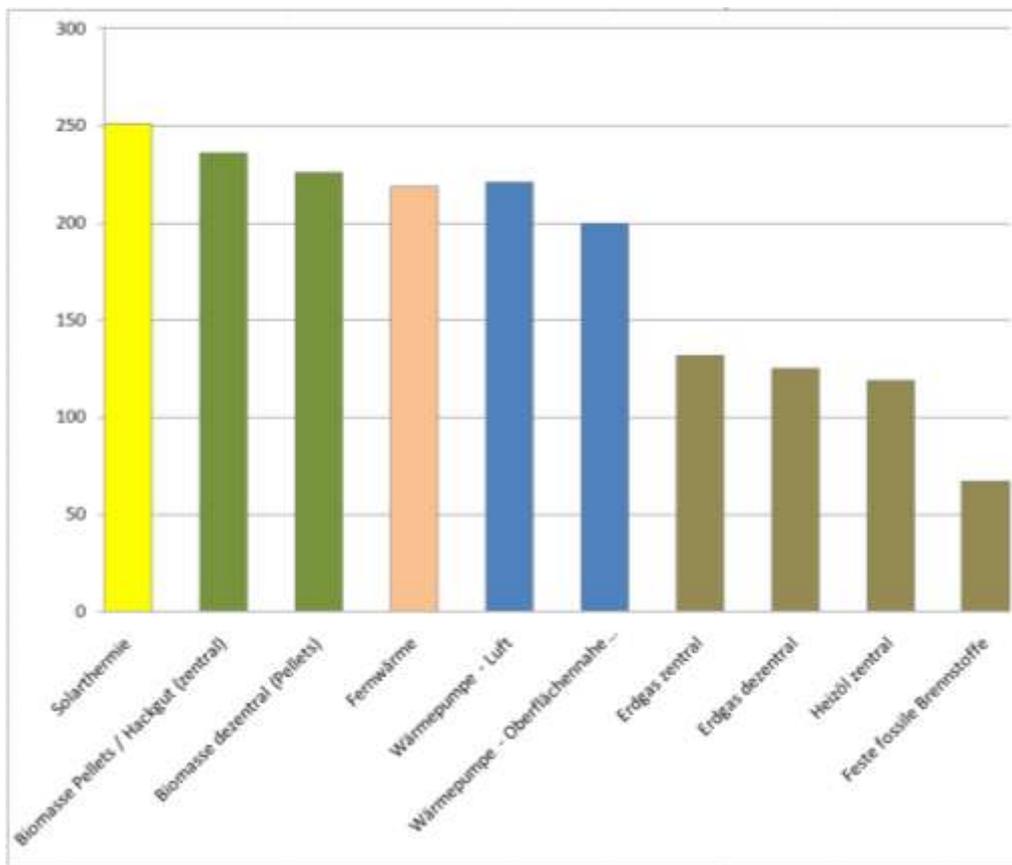
In nachfolgender Tabelle wurden unter den vier Hauptkategorien „Energieträger“, „Energieträgerbezug“, „Wärmeabgabe“ und „Aufwand/Bedienung“ relevante Bewertungskriterien bestimmt, anhand derer wesentliche Heizsysteme bewertet wurden. Die Bewertung erfolgte durch eine Punktevergabe von 0 bis 3, wobei 0 keine Erfüllung und 3 eine volle Erfüllung des jeweiligen Kriteriums ausdrückt. Um die Bewertung entsprechend einer bestmöglichen klimaneutralen Wärmeversorgung in Gründerzeitgebäuden vornehmen zu können, werden die Kriterien mit der Verteilung einer Gesamtpunkteanzahl von 100 gewichtet.

Durch Multiplikation des Gewichtungsfaktors mit dem Erfüllungsfaktor ergibt sich für jedes Kriterium ein Kriteriumswert. Diese Werte werden für jedes Wärmebereitstellungssystem summiert (Maximalpunkteanzahl 300), wodurch sich eine Rangfolge für die generelle Anwendung bei Gründerzeitgebäuden ergibt (vgl. Tabelle 6).

**Tabelle 6: Analyse wesentlicher Wärmebereitstellungssysteme in Bezug auf klimaneutrale Gründerzeithäuser**

		Sonne		Biomasse		Fernwärme		Elektrische Energie		Fossile Brennstoffe				GEWICHTUNG Gesamtsumme: 100 Punkte								
		Solarthermie	Biomasse Pellets / Hackgut (zentral)	Biomasse dezentral (Pellets)	Fernwärme	Wärmepumpe - Luft	Wärmepumpe - Oberflächenwärmee Geothermie	Erdgas zentral	Erdgas dezentral	Heizöl zentral	Feste fossile Brennstoffe											
<b>Bewertung der Erfüllung:</b>																						
3 ... volle Erfüllung																						
2 ... mittelmäßige Erfüllung																						
1 ... geringe Erfüllung																						
0 ... keine Erfüllung																						
<b>Bewertungskriterien</b>																						
<b>Energieträger</b>	Erneuerbare Energiequelle / geringe CO2-Emissionen	3	120	3	120	3	120	2	80	2	80	0	0	0	0	0	0	0	40			
	Keine Importabhängigkeit	3	30	2	20	2	20	2	20	2	20	0	0	0	0	0	0	0	10			
	Geringer Feinstaubausstoß	3	15	2	10	1	5	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	0	5			
	Geringe Luftschadstoffe	3	15	1	5	1	5	2	10	2	10	3	15	3	15	0	0	0	5			
<b>Energieträgerbezug</b>	Keine geologische Genehmigung	3	15	3	15	3	15	3	15	0	0	3	15	3	15	3	15	3	5			
	Keine südorientierte Gebäude- od. Dachflächen nötig	0	0	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	15	3	5			
	Kein Versorgungsnetzanschluss (Fernwärme, Erdgas) nötig	3	15	3	15	3	15	0	0	3	15	0	0	0	0	3	15	3	5			
	Kein Brennstofflager nötig	3	9	0	0	0	0	3	9	3	9	3	9	3	9	0	0	0	3			
<b>Wärmeabgabe</b>	Kein Pufferspeicher nötig	0	0	1	3	3	9	0	0	1	3	1	3	3	9	3	9	0	3			
	Ganzjährige monovalente Warmwasserbereitung möglich	0	0	3	9	3	9	3	9	2	6	2	6	3	9	3	9	3	3			
	Keine Wasserspeicherung notwendig	0	0	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	2	6	3	9	2	6	0	0	3
	Geeignet für Mittel- und Hochtemperaturwärmeabgabesysteme	2	6	3	9	3	9	3	9	1	3	1	3	3	9	3	9	3	9	3	9	3
<b>Aufwand / Bedienung</b>	Komfort Bedienung / Wartung	3	15	2	10	0	0	3	15	3	15	3	15	2	10	3	15	0	0	5		
	Kein Staub und Lärm während Betrieb	3	9	1	3	0	0	3	9	3	9	3	9	3	9	2	6	3	9	0	0	3
	Geringer Errichtungsaufwand bei Sanierung	1	2	1	2	2	4	2	4	3	6	0	0	3	6	2	4	1	2	2	4	2
	<b>SUMME</b>		<b>251</b>		<b>236</b>		<b>226</b>		<b>219</b>		<b>221</b>		<b>200</b>		<b>132</b>		<b>125</b>		<b>119</b>		<b>67</b>	
<b>RANG</b>		<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>5</b>		<b>4</b>		<b>6</b>		<b>7</b>		<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>		

Nachfolgende Abbildung stellt das Ergebnis der Analyse in grafischer Form dar:



**Abbildung 31: Ergebnis der Analyse zu Wärmebereitstellungssystemen**

Aufgrund der differenzierten Kriterienauswahl ist es nicht möglich, dass ein Heizsystem die Gesamtpunktzahl von 300 erreicht. Je höher aber die erreichte Punkteanzahl, desto höher ist die Eignung des jeweiligen Heizsystems zur klimaneutralen Wärmebereitstellung bei Gründerzeithäusern.

## 4.2.2 Wärmeenergieverteilung und –Abgabe

### 4.2.2.1 Wärmespeichersysteme

Wärmespeichersysteme werden zur Überbrückung der zeitlichen Verschiebungen von Wärmebedarf und Wärmeangebot eingesetzt. Speichersysteme sind daher ein Bindeglied zwischen Wärmeerzeuger- und Wärmeabgabesystemen.

Grundsätzlich gibt es drei unterschiedliche Prinzipien zur Wärmespeicherung:

- Speicherung als fühlbare bzw. sensible Wärme: Wärme wird einem Speichermedium zugeführt, das infolge seiner Temperatur verändert. Dieses Prinzip wird heute in Verbindung mit dem Speichermedium Wasser zur Wärmeversorgung von Gebäuden nahezu ausschließlich angewendet.
- Speicherung als latente Wärme: Die Wärmezufuhr führt beim angewendeten Speichermedium zu einer Änderung des Aggregatzustandes, meist „fest zu flüssig“, ohne dass sich die Temperatur des Mediums verändert. In Gebäudebereich wird dieses Prinzip als neuartige Technologie mit dem Speichermedium Paraffin angewendet. Es sind Paraffinspeicher in modularer Bauweise mit unterschiedlichen Schmelztemperaturen, welche an die Temperaturen des Heizsystems angepasst werden müssen, erhältlich. Dieses Speichersystem weist aufgrund der erhöhten Speicherkapazität beim Phasenübergang geringere Speichervolumen auf als sensible Speichersysteme.
- Speicherung als chemische Energie: Es wird versucht, das Prinzip der chemischen Energiespeicherung durch spezielle Materialien für die reversible Wärmespeicherung zu nutzen. Beispielweise wird einem Sorptionsmedium abwechselnd Wasser entzogen bzw. zugeführt, wobei die dabei ablaufende chemische Reaktion nutzbare Wärme bzw. Kälte frei setzt. Diese Systeme sind derzeit zur konventionellen Speicheranwendung bei der Wärmeversorgung von Gebäuden nicht üblich.

Großwärmespeicher zur kurzfristigen bis hin zur saisonalen Wärmespeicherung werden vorwiegend in großräumigen Siedlungsprojekten, Fernwärmenetzen oder industriellen Anwendungen verwendet. Unter anderem werden in diesen Bereichen Heißwasser-, Erdsonden-, Aquifer- oder Kies/Wasser- Wärmespeicher eingesetzt. Aufgrund des hohen Platzbedarfs und der geringen Relevanz in Bezug auf die Anwendbarkeit dieser Speicherarten für Einzelgebäude wird auf dieses Thema nicht näher eingegangen.

Pufferspeicher (wärmegeämmte Behälter zur zentralen Wärmespeicherung) mit dem Speichermedium Wasser sind für den Gebäudebereich insbesondere im Geschößwohnbau sehr zu empfehlen (sofern sie nicht ohnedies aufgrund des Heizkessels zwingend notwendig sind), da sie folgende Vorteile mit sich bringen:

- Überbrückung von zeitlich variierendem Wärmebedarf und Wärmeangebot
- Besseres Betriebsverhalten der Heizkessel und somit erhöhter Wirkungsgrad der Wärmebereitstellung (geringe Betriebskosten)
- Überbrückung kurzfristiger Lastspitzen (geringere Kesselleistung nötig)
- Längere Lebensdauer der Heizkessel bzw. der gesamten Anlagenkomponenten durch geringere Takthäufigkeiten
- Zweckmäßige Einbindung von solaren Wärmebereitstellungssystemen
- In Kombination mit Frischwassereinheiten kann eine (zentrale) Brauchwarmwasserspeicherung entfallen

Pufferspeicher gibt es in verschiedensten Dimensionen und sind mit internen oder externen Wärmetauschern versehen. Latentwärmespeicher (meist Paraffin als Speichermedium) kommen als Pufferspeicher vermehrt zum Einsatz, da sie sich vor allem bei geringen Platzverhältnissen als gute Alternative zu wasserbasierenden Pufferspeichern erweisen.

Der sogenannte Schichtspeicher stellt einen Spezialtyp von wasserbasierenden Pufferspeichern dar. Dieser Speicher ist mit einer Schichtladeeinrichtung ausgestattet, deren Konstruktion eine optimale Temperaturschichtung des Heizwassers innerhalb des Speichers ermöglicht. So wird eine Durchmischung des Wassers auf eine insgesamt niedrigere Durchschnittstemperatur vermieden. Ausgenutzt wird dabei die physikalische Eigenschaft, dass Wasser in Abhängigkeit der Temperatur eine unterschiedliche Dichte besitzt. Die Entladung des Schichtladesystems erfolgt immer in der Wasserschicht, die das geeignete Temperaturniveau besitzt, so dass die gespeicherte Wärmeenergie optimal ausgenutzt wird. Der Einsatz dieses Speichertyps kann folgende Vorteile für das gesamte Heizsystem bewirken:

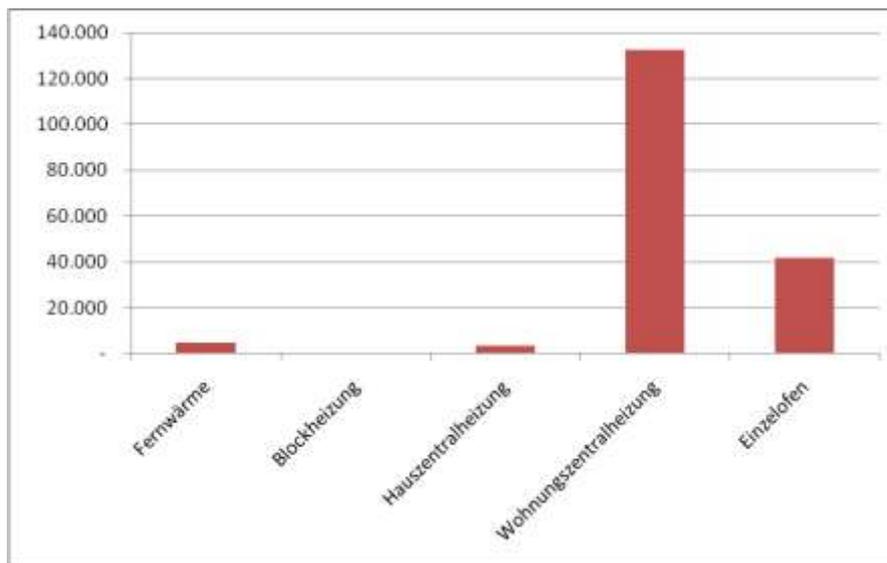
- Bessere Nutzung der Qualität der gespeicherten Wärme entsprechend dem Temperaturniveau
- Geringere Rücklauftemperaturen vom Speicher zur Wärmeerzeugungsanlage
- Erhöhung des Wirkungsgrades von Solarkollektoren bzw. anderer Heizwärmebereitstellungssysteme
- Erhöhung der Leistungszahl von Wärmepumpen

## 4.2.2.2 Wärmeverteilung

### 4.2.2.2.1 Wärmebereitstellung und –Verteilung in bestehenden Gründerzeithäusern

Zunächst werden die Heizungsarten von Gründerzeithäusern dargestellt.

Entsprechend der Gebäude- und Wohnungszählung 2001 werden in Wien für Wohngebäude mit 11 oder mehr Wohnungen der Bauperiode vor 1919 folgende Wohnungsanzahlen zu den definierten Heizungstypen angeführt:



**Abbildung 32: Wohnungsanzahlen (Hauptwohnsitze) im Jahr 2001 in Wien zu Heizungstypen für Wohngebäude mit 11 oder mehr Wohnungen aus der Bauperiode vor 1919 (Statistik Austria II, 2004, 106)**

Es wurden Wohngebäude mit 11 oder mehr Wohnungen zur obigen Darstellung herangezogen, da diese dem Großteil (rund 75%) der Wiener Wohngebäude der Bauperiode vor 1919 entsprechen. Für diese Wohnungen ist festzustellen, dass im Jahr 2001 72% durch Wohnungszentralheizungen und 23% durch Einzelöfen beheizt wurden. Die Beheizung dieser Wohnungstypen durch Fernwärme, Blockheizung oder Hauszentralheizungen erfolgt in einem sehr geringen Anteil. Auch bei Wohngebäuden mit 3 bis 10 Wohnungen dieser Bauperiode sind die Verhältnisse der Heizungsarten sehr ähnlich (Statistik Austria II, 2004, 106). Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Situation bis heute nur begrenzt geändert hat.

Folgende Definitionen sind zu den Heizungsarten anzuführen:

- Fernwärme: Wohnungen werden überwiegend durch ein Fernheizwerk versorgt. Die Wärmeabgabesysteme der einzelnen Wohnungen sind über die hausinternen Wärmeverteilungen erschlossen.
- Blockheizung: Wohnungen werden überwiegend durch ein Blockheizwerk beheizt, das mehrere Gebäude einer Wohnhausanlage mit Wärme versorgt.
- Hauszentralheizung: Wohnungen eines Wohngebäudes werden überwiegend durch eine zentrale Heizungsanlage mit Wärme (Raumwärme und Warmwasser) versorgt.

- **Wohnungszentralheizung:** Eine Wohnung eines Wohngebäudes wird überwiegend durch eine dezentrale Wohnungsheizung (Etagenheizung) mit Wärme versorgt. Der in der Küche, im Bad oder WC angebrachte Kleinkessel führt den einzelnen Wohnräumen Wärme zu und bereitet meist durch Anwendung eines Durchlauferhitzers (Kombitherme) das nötige Warmwasser.
- **Einzelöfen:** Eine Wohnung wird überwiegend durch einen oder mehrere einzeln stehende Öfen (z.B. Kachelöfen) mit Wärme versorgt. Diese Heizungsart stellt zugleich den Wärmeerzeuger und das Wärmeabgabesystem dar.

Grundsätzlich ist zu erwähnen, dass bei den Wohnungszentralheizungen vorwiegend fossile Energieträger (Erdgas) zum Einsatz kommen. Eine Umrüstung dieser dezentralen Heizungssysteme auf erneuerbare Energieträger ist mit neuartigen Pellets-Heizkessel möglich. Vor einer dezentralen Heizsystemumrüstung ist jedoch in jedem Fall zu prüfen, ob eine Hauszentralheizung für das gesamte Gebäude möglich wäre, da dies sowohl aus wirtschaftlicher als auch aus energetischer Sicht vorzuziehen ist. Als energetische Gründe sind größere Wärmeverluste durch kleine Wärmeerzeuger (schlechtere Wirkungsgrade) und schlechtere Bedingungen zur Einbindung von solarer Wärmenutzung anzuführen.

Nicht-Wohngebäude aus der Bauperiode der Gründerzeit werden gegenwärtig vielfach durch Hauszentralheizungen bzw. Fernwärme versorgt. Dies bedeutet, dass in diesem Gebäudebereich die kleinstrukturierte Wärmeversorgung durch Etagen-Heizungen bzw. Einzelöfen im Gegensatz zu Wohngebäuden nicht verbreitet sind.

#### *4.2.2.2 Wärmeverteilsysteme*

Das Wärmeverteilsystem stellt das hydraulische System (die Rohrleitungen mit Umwälzpumpen, Regelventilen und anderen Bauteilen) dar, welches als Verbindungsglied zwischen Wärmeerzeuger und Wärmeabgabesystem dient.

Da es bei Einzelöfen kein Wärmeverteilsystem als solches gibt, wird diese Heizungsart im Folgenden nicht weiter erwähnt. Es ist jedoch hierzu festzuhalten, dass diese Heizungsart im Falle einer Sanierung des Heizungssystems aus Gründen des höheren Benutzerkomforts sowie der verbesserten Behaglichkeitsempfindungen zumindest durch eine Wohnungszentral- oder noch besser durch eine zentrale Heizungsanlage zu ersetzen ist.

Die bestehenden Wärmeverteilsysteme bei Wohnungszentralheizungen (Etagenheizungen) sind typischerweise nach dem System eines Drei-Leiter-Netzes ausgeführt. Dies bedeutet, dass je eine Leitung für den Heizungs-Vorlauf und -Rücklauf und eine Trinkwasserleitung für das Warmwasser von dem Wärmeerzeuger ausgehen. Es befindet sich in der Regel keine Trinkwasser-Zirkulationsleitung in Kombination mit Wohnungszentralheizungen. In Verbindung mit der Warmwasserbereitstellung finden vereinzelt zusätzliche

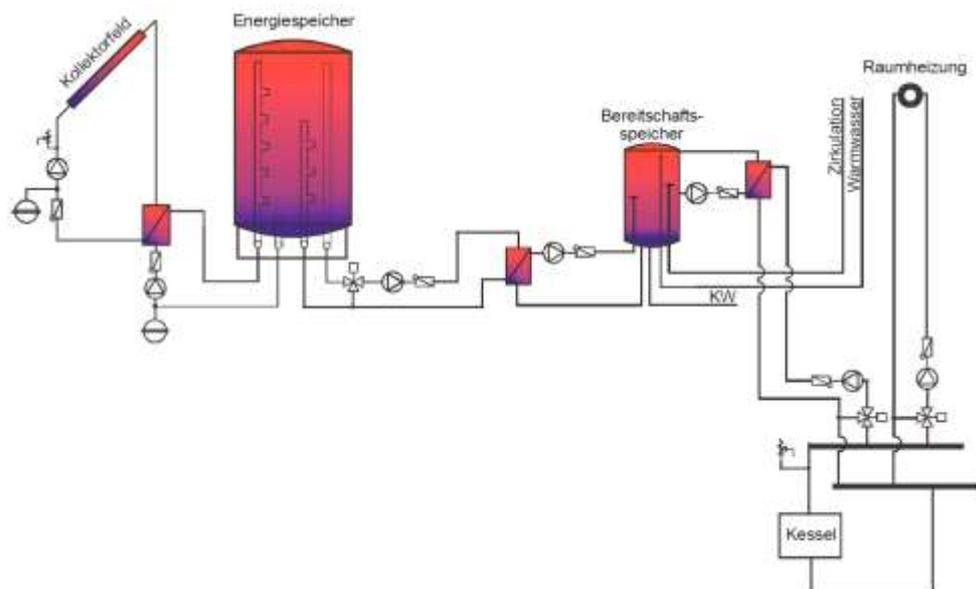
Bereitschaftsspeicher Anwendung und dienen zur gezielteren Einstellbarkeit der gewünschten Warmwassertemperatur.

Im Rahmen einer eingehenden energetischen Sanierung ist die ganzheitliche Betrachtung der Wärmeversorgung eines (Wohn-)gebäudes von großer Bedeutung. Hierzu ist auf jedem Fall eine Hauszentralheizung bzw. eine Fernwärmenutzung in Betracht zu ziehen, die die Anforderungen durch Technologien entsprechend dem Stand der Technik erfüllen. Diese Systeme ermöglichen eine einfache Einbindung von erneuerbaren Energien und stellen den Nutzenergiebedarf unter höheren Systemwirkungsgraden (d.h. geringere Energieverluste) bereit.

Zur Wärmeverteilung in Mehrfamilienhäuser werden in der Regel Vier-Leiter-Netze ausgeführt, welche aus je einer Heizungsvorlauf- und Heizungsrückleitung und eine Warmwasser-Zirkulations-Ringleitung mit 2 Leitern besteht. Ein Vorteil dieses Systems ist, dass in den Wohnungen keine dezentralen Brauchwarmwasserspeicher erforderlich sind. Zum Ausgleich von Lastschwankungen beim Brauchwarmwasser wird häufig ein zentraler Bereitschaftsspeicher eingesetzt. (Streicher et al., 2004, 125)

Um die Legionellenbildung zu verhindern, ist eine Mindest-Brauchwarmwassertemperatur von 60°C im Zirkulationsvorlauf und 55°C im Zirkulationsrücklauf einzuhalten.

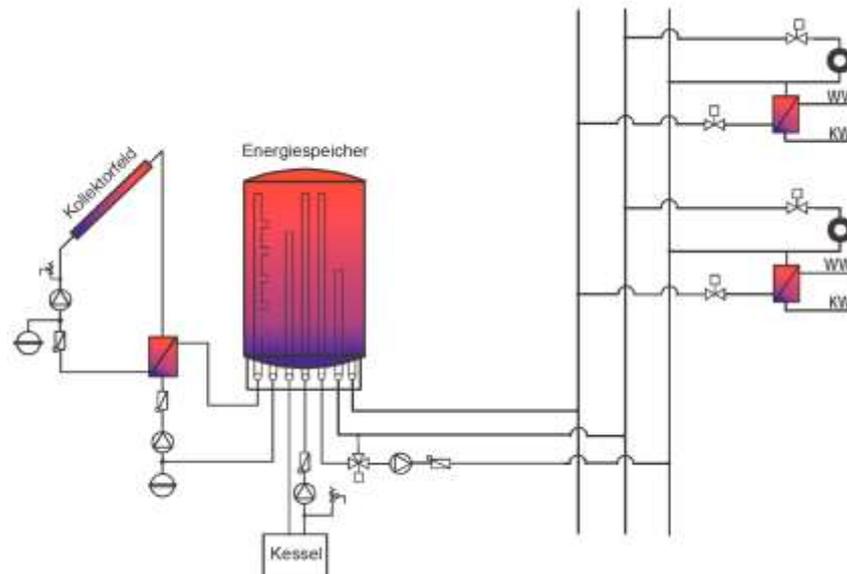
Eine mögliche Schaltung mit optionaler Einbindung einer Solaranlage ist nachfolgend dargestellt.



**Abbildung 33: Vier-Leiter-Netz mit leistungsgeregeltem Wärmeerzeuger, Brauchwarmwasser-Bereitschaftsspeicher und optional angeschlossener Solaranlage (Streicher et al., 2004, 125)**

Eine weitere Möglichkeit zur Wärmeverteilung in Mehrfamilienhäusern ist die Ausführung entsprechend eines Drei-Leiter-Netzes. Je nach Einsatzfall wird entweder eine gemeinsame Vorlaufleitung oder eine gemeinsame Rücklaufleitung für die Raumwärme- und Brauchwasserbereitstellung gewählt. Im Vergleich zum Vier-Leiter-Netz wird hier die Brauchwarmwassererwärmung dezentral in den einzelnen Wohnungen durchgeführt,

wodurch die Verteilstränge ausschließlich Heizungswasser führen. Die dezentrale Brauchwarmwasserbereitung kann durch Frischwasserstationen (Erwärmung im Durchlauferhitzer - Prinzip ohne Speicher) erfolgen. Aufgrund der dezentralen Brauchwarmwasserbereitung ergeben sich zwar höhere Investitionskosten, jedoch geringere Wärmeverteilungsverluste im Vergleich zu Vier-Leiternetzen. Folgende Abbildung zeigt eine mögliche Schaltung für ein Drei-Leiter-Netz mit einer optionalen Einbindung einer Solaranlage.



**Abbildung 34: Drei-Leiter-Netz mit zentralem Energiespeicher und dezentraler Brauchwarmwassererwärmung und optionaler Einbindung einer Solaranlage (Streicher et al., 2004, 126)**

Drei-Leiter-Netze nutzen allfällige solare Erträge durch den zentralen Speicher immer für Brauchwarmwasser und Heizung. Durch den getrennten Rücklauf von Brauchwarmwasserbereitung und Heizung sind im unteren Speicherbereich immer niedrige Temperaturen garantiert, welches hohe Solarerträge bringt (Streicher et al., 2004, 125).

Können gleichmäßige und vor allem gleiche Rücklauftemperaturen bei der dezentralen Brauchwarmwasser - Bereitung für die Raumwärmebereitstellung gewährleistet werden, kann auch eine gemeinsame Rücklaufleitung gewählt werden, wodurch sich ein Zwei-Leiter-Netz ergibt.

Bestehende Wärmeverteilungen von Gebäuden können bei Sanierung des Heizungssystems (sofern sie funktionstüchtig, den Dimensionen der Auslegungsleistungen weitgehend entsprechen und keine unnötig langen Leitungslängen aufweisen) weiter verwendet werden. Diese Entscheidung muss jedoch nach einer eingehenden Prüfung im Einzelfall geklärt werden.

Bei Nicht-Wohngebäuden mit einem geringen Warmwasserbedarf und weitläufigen Räumlichkeiten (Bildungseinrichtungen, Bürogebäude, usw.) muss die Entscheidung getroffen werden, ob eine zentrale Warmwasserbereitstellung sinnvoll ist. Durch große

Entfernungen und geringe Verbräuche schlagen sich die Wärmeverluste in der Wärmebilanz deutlich nieder. Oft ist hier eine entsprechende dezentrale Warmwasserbereitstellung durch elektrische Untertischboiler bzw. Klein-Durchlauferhitzer sowohl wirtschaftlich als auch energetisch sinnvoller.

#### 4.2.2.2.3 Reduktion von Wärmeverlusten bei der Wärmeverteilung

Um eine effiziente Wärmeverteilung in Gebäuden gewährleisten zu können, sind folgende Punkte zu beachten:

- Heizkörper und Flächenheizungen (z.B. Wandheizungen) nicht verbauen bzw. verdecken. Dies bedeutet, dass die Positionierung der Wärmeabgabesysteme vor der Installation sorgfältig durchdacht werden muss.
- Heizkörper können gegebenenfalls auch an Innenwänden situiert werden, wodurch Verteilungen sehr kurz gehalten werden können (nur bei Fenster U-Werten von kleiner  $1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ). (Guschlbauer-Hronek, Grabler-Bauer et al., 2003, 46)
- Führung der Heizungsleitungen- bzw. Warmwasserleitungen möglichst innerhalb der thermischen Hülle, um Wärmeverluste gering zu halten bzw. anfallende Wärmeverluste dem Heizwärmebedarf zu Gute kommen zu lassen.
- Überdimensionierung von Rohrleitungen vermeiden, da zu große Rohrdurchmesser die Oberfläche erhöhen und somit höhere Wärmeverluste verursachen.
- Auf geringe Druckverluste entlang des Rohrleitungssystems achten. Dies bedeutet, dass mit Rohrleitungseinbauten und -bögen möglichst sparsam umzugehen ist.
- Sorgfältige Dämmung der Heizungsleitungen und Warmwasserleitungen, um Wärmeverluste gering zu halten.

**Tabelle 7: Anforderungen zur Dämmdicke von Wärmeverteilungen (OIB, 2007, 7)**

<b>Art der Leitungen bzw. Armaturen</b>	<b>Mindestdämmdicke bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von <math>0,035 \text{ W}/(\text{mK})</math></b>
Leitungen / Armaturen in nicht konditionierten Räumen	2/3 des Rohrdurchmessers, jedoch höchstens 100 mm
Bei Leitungen / Armaturen in Wand und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/3 des Rohrdurchmessers, jedoch höchstens 50 mm
Leitungen / Armaturen in konditionierten Räumen	1/3 des Rohrdurchmessers, jedoch höchstens 50 mm
Leitungen im Fußbodenaufbau	6 mm (kann entfallen bei Verlegung in der Trittschalldämmung bei Decken gegen konditionierte Räume)

- Warmwasser - Zirkulationsleitungen einem sinnvollen Tagesprogramm anpassen bzw. auf Sinnhaftigkeit prüfen.

- Warmwasser-Leitungslegungen sollten möglichst mit kurzen Installationswegen durchgeführt werden. Hierbei ist auch die Anordnung der Warmwasser-Anschlussstellen innerhalb der Wohnungen ausschlaggebend.
- Anschlüsse an Wärmespeicher sollten als Thermosiphon (Siphontiefe mind. 10-facher Rohrdurchmesser) ausgeführt werden, um Wärmeenergieverluste durch Naturzirkulation zu vermeiden.
- Heizungspumpen entsprechend dem Heizungssystem auslegen. Überdimensionierte Heizungspumpen verbrauchen mehr elektrische Energie, als nötig ist. Energieeffiziente Heizungspumpen mit elektronischer Drehzahlregelung passen sich der jeweiligen Heizleistung an und sind für den Einsatz bei Zentralheizungsanlagen zu empfehlen.
- Der hydraulischer Abgleich durch den Heizungsfachmann ist Grundvoraussetzung für ein effizient funktionierendes Heizsystem und ist bei Modernisierungsmaßnahmen an Heizungsanlagen unumgänglich.
- Die Heizungsvorlauftemperaturen müssen den neu ausgelegten Wärmeabgabesystemen und dem geänderten Heizwärmebedarf anpasst werden.
- Die Heizungsvorlauftemperatur soll mit einer entsprechenden Regelung der Außentemperatur anpasst werden, um hohe Vorlauftemperaturen in Schwachlastzeiten zu vermeiden.
- Abstimmung der Heizungsregelung auf die Nutzungsbedingungen der Bewohner. Weiters ist eine Nachtabsenkung (geringere Vorlauftemperaturen während den Nachtstunden) anzudenken.
- Bei den einzelnen Wärmeabgabesystemen in den Wohnungen sind Thermostatventile zur Einzelraumregelung zu verwenden (auch für Fußboden- bzw. Wandheizungen).

#### **4.2.2.3 Wärmeabgabesysteme**

Wärmeabgabesysteme dienen zur Übertragung der zentral erzeugten Wärmeenergie an die zu beheizenden Räume. Hierzu gibt es unterschiedliche Systeme, die im Folgenden näher erläutert werden.

Grundsätzlich sind gegenwärtig zwei verschiedene Wärmeträgermedien – Luft und Wasser – zur Wärmeverteilung im Einsatz, wodurch sich auch die Wärmeabgabesysteme unterscheiden.

##### *4.2.2.3.1 Luftheizung und kontrollierte Wohnraumlüftung*

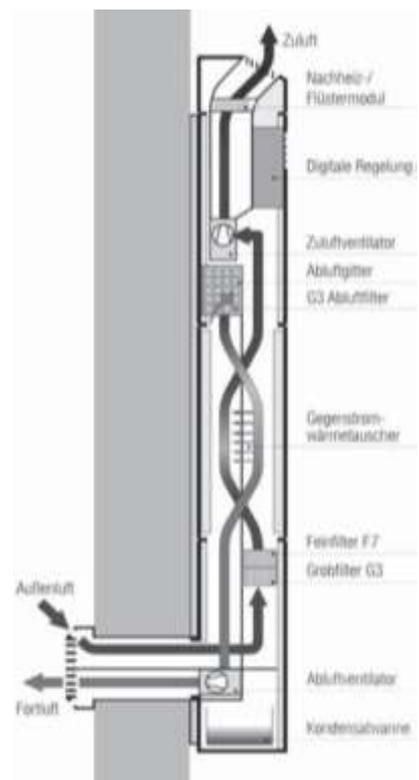
Zur Wärmeversorgung der Räume durch ein Luftheizsystem ist eine kontrollierte Wohnraumlüftung erforderlich. Ein Lüftungsgerät bringt erwärmte Frischluft in die Räume ein und saugt die belastete Luft wieder ab, wodurch auch der hygienisch notwendige Luftwechsel sichergestellt wird. Die Erwärmung der Zuluft erfolgt vorerst durch Wärmerückgewinnung aus der Abluft und anschließend durch Elektro- oder

Wasserheizregister. In manchen Fällen wird die Außenluft vor dem Durchströmen des hausinternen Lüftungssystems durch einen vorgeschalteten Erdwärmetauscher geschickt, um sie während der Heizperiode aufzuwärmen bzw. während der Sommermonate abzukühlen.

Die Zuluft in den Raum darf die maximale Zulufttemperatur von 52°C nicht überschreiten, um die Behaglichkeit nicht zu beeinträchtigen und um Staubverschmelzung zu vermeiden. Daraus ergibt sich, dass bei der Einhaltung des hygienischen Luftwechsels durch eine reine Luftheizung eine maximale Heizleistung von 10 W/m<sup>2</sup> (bezogen auf die Wohnnutzfläche) bereitgestellt werden kann. Heizlasten dieser Größenordnung können aber ausschließlich in Passivhäusern erreicht werden. (Greml, 2008)

Eine reine Luftheizung über die kontrollierte Wohnraumlüftung ist somit bei Gebäudetypen der Gründerzeit nur für Sanierungen auf Passivhausstandard anwendbar. Die Kombination einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung und wasserbasierenden Wärme-abgabesystemen ist jedoch empfehlenswert, da hiermit erhebliche Heizenergieerduktionen durch verringerte Lüftungswärmeverluste erzielt werden können.

Laut ÖNORM B 8135 muss in Wohnräumen pro Stunde ein 0,5-facher Luftaustausch für den Abtransport von Schadstoffen und Feuchtigkeit sowie für die Frischluftversorgung erfolgen. Um diesen Luftaustausch mit geringen Lüftungswärmeverlusten ohne Fensterlüftung gewährleisten zu können, ist eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit oder ohne Wärmerückgewinnung erforderlich. Ein positiver Aspekt von Lüftungsanlagen in Wohnräumen ist der langfristige Erhalt der Bausubstanz bei denkmalgeschützten Gebäuden, da durch den gleichmäßigen Luftaustausch der Kondensat- und Schimmelbildung entgegen gewirkt wird. Bei Gebäuden, die großen Lärmbelastungen ausgesetzt sind (verkehrsreiche Straßen), führt ein Lüftungssystem zu dem Vorteil, dass der Luftaustausch unabhängig von der Fensterlüftung erfolgen kann. Weiters ist durch die Luftfilterung eine weitgehend staubfreie und auch pollenfreie Zuluftqualität gewährleistet.



**Abbildung 35:**  
**Einzelraumlüftungsgerät mit**  
**Wärmerückgewinnung**  
**(Fleischhacker, 2009, o.S.)**

Grundsätzlich werden in der Praxis drei unterschiedliche Lüftungssysteme ausgeführt, die nachfolgend erläutert werden. Es ist vorwegzunehmen, dass für eine effiziente Wohnraumlüftung eine gezielte Durchströmung der Wohneinheit erforderlich ist, welche nur mit zentralen oder dezentralen Wohnraumlüftungsanlagen möglich ist.

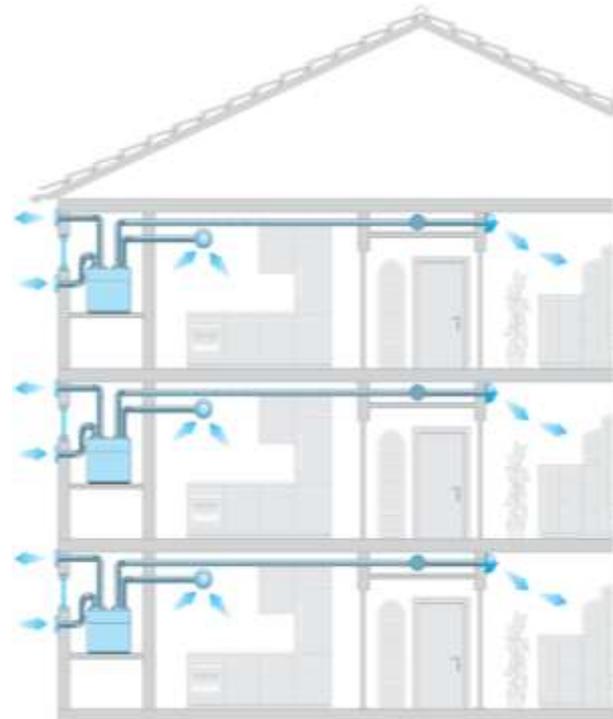
- Einzelraum – Lüftung

Zur dezentralen Be- und Entlüftung von einzelnen Räumen und gegebenenfalls deren Nachbarräumen sind Einzelraumlüftungsgeräte erhältlich. Diese sind vielfach mit Wärmetauschern zur Wärmerückgewinnung bestückt.

Der Einbau erfolgt an einer Außenwand in der sich auch die nötigen Außenwanddurchbrüche befinden. Da für die optimale Frischluftversorgung von Wohnungen mehrere Einzelraumgeräte benötigt werden und daher auch viele Außenwanddurchbrüche im Gebäude erforderlich wären (insbesondere an Außenwänden mit gegliederten Fassaden kritisch), ist die Installation dieses Systems trotz der einfachen Ausführung im Zuge einer ganzheitlichen energetischen Sanierung eines Gründerzeitgebäudes nicht zu empfehlen. Weiters ist anzuführen, dass für die Wartung der Geräte der Zutritt in die Wohnungen nötig ist bzw. die Wartung durch den Bewohner zu erfolgen hat.

- Dezentrale Wohnraumlüftung

Das Konzept der dezentralen Wohnraumlüftung geht davon aus, dass ein Lüftungsgerät pro Wohneinheit für die kontrollierte Be- und Entlüftung aller sich darin befindlichen Räumlichkeiten sorgt. Die Aufstellung des Lüftungsgeräts erfolgt in einem Technikraum, Bad oder anderen geeigneten Räumen. Durch je einen Außenwanddurchbruch wird die Außenluft angesaugt bzw. die Fortluft abgegeben. Vom Aufstellungsort des Gerätes verteilen sich die Leitungen der Zu- und Abluft in die einzelnen Räume. Innerhalb der Wohneinheiten sollen die Kanäle bevorzugt in Funktionsräumen (Küche, Bad, WC) verlegt werden. Sofern es die Deckenhöhe im Flur zulässt, können die Kanäle in abgehängten Flurdecken geführt werden.



**Abbildung 36: Dezentrale Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung (Aerex, 2007, 13)**

Die Zuluft wird mittels Weitwurfdüsen über den Türen der Aufenthaltsräume eingeblasen (durch Kernlochbohrungen vom Flur oder von Funktionsräumen). Die Absaugung erfolgt aus den Funktionsräumen, aus denen Feuchtigkeit und Gerüche abtransportiert werden.

Auch hier besteht das Problem, dass die Lüftungsanlagen für qualifiziertes Personal nicht frei zugänglich sind und die Wartungstätigkeiten in den Wohnungen durchgeführt werden müssen. Bei diesem Konzept sind ebenso mehrere Außenwanddurchbrüche nötig, welche bei Gründerzeitgebäuden problematisch sein könnten.

- Zentrale / Semizentrale Wohnraumlüftung

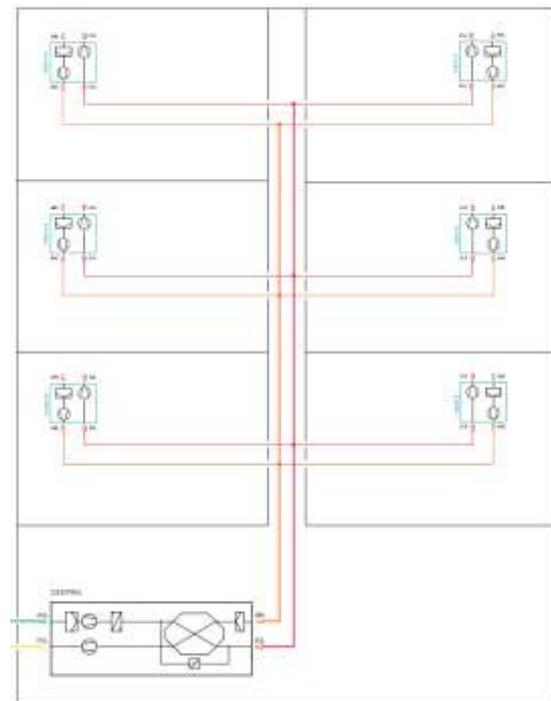
Im Geschosswohnbau wird vielfach eine zentrale Wohnraumlüftung ausgeführt, wobei bei diesem Konzept das Lüftungsgerät inklusive Wärmetauschereinheit in einem Haustechnikraum (Dachgeschoß, Keller, innerhalb oder außerhalb der Wärmedämmhülle) zentral positioniert ist. Je nach Positionierung der Ventilatoren wird zwischen einem zentralen und einem semizentralen System unterschieden. Bei Zentrallüftungsgeräten sind die Zu- und Abluftventilatoren ausschließlich in der Zentraleinheit enthalten. Die Lüftung in den einzelnen Wohnungen wird über Volumenstromregler eingestellt. Bei semizentralen Lüftungssystemen erfolgt die Volumenstromregelung durch dezentrale Einzelventilatoren in kompakten Lüftungsgeräten (geringer Platzbedarf, Wandmontage möglich), welche in den Wohneinheiten installiert sind. Dies ermöglicht eine genauere Einstellung des

Luftvolumenstroms nach den jeweiligen Bedürfnissen der Bewohner, hat aber den Nachteil einer erhöhten Geräusentwicklung im Wohnbereich.

Durch dezentrale Nachheizregister kann in den einzelnen Wohnungen die Zuluft nacherwärmt werden, welches eine Luftheizung darstellt.

Die Außenluft-Ansaugung bzw. die Fortluft-Ausblasung erfolgt lediglich durch zwei Öffnungen in den Außenbereich.

Die Verrohrung von Lüftungsleitungen zu den Wohnungen können in Steigschächten, Lichtschächten, außer Betrieb genommenen Kaminen oder im Flurbereich (mittels Deckendurchbrüchen) vorgenommen werden. Generell ist darauf zu achten, dass alle warmen Kanäle im Bereich außerhalb und alle kalten Kanäle innerhalb der thermischen Gebäudehülle wärme gedämmt ausgeführt sind. Weiters ist anzuführen, dass es für die Integration von kontrollierten Wohnraumlüftungen im Gebäudebestand keine Standardlösungen gibt, sondern zu jedem Objekt individuell angepasste Lösungen gefunden werden müssen. (Guschlbauer-Hronek, Grabler-Bauer et al., 2003, 55f)



**Abbildung 37: Semizentrales Komfortlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung (Drexel&Weiss, 2009, 41)**

Für die Anwendung von Komfortlüftung im Bereich Büro und Kleingewerbe sowie in Schul- bzw. Besprechungsräumen sind speziell an diese Bedingungen angepasste Geräte mit Wärmerückgewinnung erhältlich.

Folgende Anforderungen sind bei kontrollierten Wohnraumlüftungsanlagen zu beachten:

- Dunstabzüge mit Umluft - Betrieb verwenden
- Feuerstätten innerhalb der luftdichten Gebäudehülle nur mit raumluftunabhängiger Verbrennungsluftzufuhr betreiben
- Kanalnetz soll reinigungsfreundlich verlegt werden
- Zwischen den Wohnräumen sollen ausreichend dimensionierte Überströmöffnungen vorgesehen sein
- Regelmäßige Durchführung von Filterwechsel und anderen Wartungstätigkeiten

- Wärmetauschergerät sollte an einen Kondensatablauf mit Siphon angeschlossen werden
- Wird kein Erdwärmetauscher (bei Gründerzeithäusern eine schwierige nachträgliche Installation) installiert, muss ein Vereisungsschutz und eine Luftvorwärmung durch eine externe Wärmequelle vorgesehen werden
- Um Schallübertragungen zu vermeiden, müssen Schalldämpfer verwendet werden

#### 4.2.2.3.2 Wasserbasierende Wärmeabgabesysteme

Wasser besitzt eine hohe Dichte und eine hohe Wärmekapazität, wodurch sich der Vorteil ergibt, dass kleine Rohrdurchmesser für die Verteilleitungen nötig sind und bei geringen Vorlauftemperaturen relativ viel Wärme in den Raum eingebracht werden kann.

Bei den wasserbasierenden Wärmeabgabesystemen erfolgt die Wärmeabgabe an den Raum durch warme Heizflächen, welche Konvektion und Wärmestrahlung hervorrufen. Die Aufteilung zwischen Konvektions- und Strahlungsanteil hängt von der Wassertemperatur, der Oberflächengeometrie, Größe und Anordnung im Raum ab.

Die Betriebstemperatur der Heizflächen ist ein wesentliches Merkmal des gesamten Heizsystems und wird über die Vorlauf- und Rücklauftemperatur definiert, wobei zwischen Hochtemperatur- (Vorlauftemperaturen von 70 – 90°C), Mitteltemperatur- (Vorlauftemperaturen von 50 – 70°C) und Niedertemperaturheizsysteme (Vorlauftemperaturen von 30 – 45°C) unterschieden wird.

Es ist anzuführen, dass die Wärmeenergieverluste im hausinternen Heizsystem mit der Erhöhung der Vorlauftemperaturen parabelförmig zunehmen. Dies ist somit ein Argument für Niedertemperaturheizsysteme.

- Radiatoren

Radiatoren (Heizkörper) sind typischerweise für den Einsatz in Hoch- und Mitteltemperaturheizsystemen geeignet. In der Regel werden heute keine Hochtemperaturheizsysteme mehr ausgeführt, jedoch sind diese verlustreichen Heizsysteme im Gründerzeitbestand vielfach verbreitet.

Für neuartige energieeffiziente Wärmebereitstellungssysteme im Niedertemperaturbereich werden auch Niedertemperatur-Heizkörper mit größeren Wärmeabgabeflächen angeboten.

Bei einer Radiatorheizung sind in jedem Raum ein oder mehrere Heizkörper angebracht, die meist über Thermostatventile einzeln den Massenstrom regeln. Die Vorlauftemperatur des gesamten Heizsystems wird meist in Abhängigkeit von der Außentemperatur geregelt.

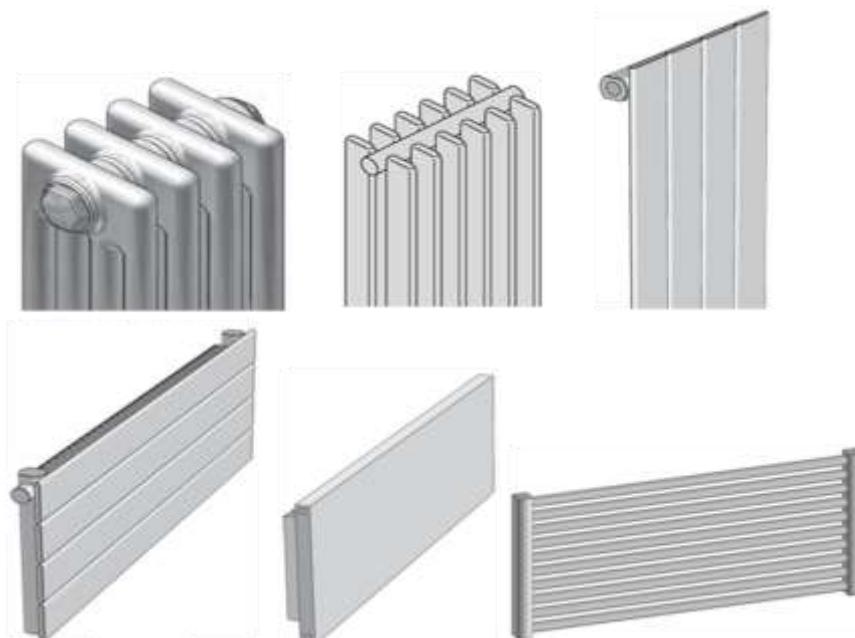
Bei Radiatoren sind verschiedene Ausführungen erhältlich: Flach-, Platten- und Konvektorplattenheizkörper (üblichste Form), Guss- oder Stahlradiatoren sowie Handtuchradiatoren.

Verkleidungen der Radiatoren sind nach Möglichkeit zu vermeiden oder zumindest leicht abnehmbar einzurichten, um eine unverminderte Wärmeabgabe zu gewährleisten (je nach Art der Verkleidung sind 3 – 7 % Verminderung der Wärmeabgabe zu erwarten, bei unsachgemäßer Ausführung oder Verdeckung durch Möbel noch mehr).

Konvektion erfolgt durch Erwärmung von Luft, welche in weiterer Folge aufgrund des Dichteunterschieds vom Heizkörper aufsteigt und auf der anderen Seite des Raumes in Folge von Abkühlung wieder nach unten fällt, von dort sie wieder zum Heizkörper zurückkehrt. Ein Nachteil von Radiatoren ist, dass sie zu ungleichmäßiger Temperaturverteilung im Raum führt. Die Außenwandflächen erwärmen sich bei dieser Wärmeabgabe nur langsam, da sie durch Wärmeübergang von der erwärmten Raumluft erwärmt werden müssen. Der Strahlungsanteil ist von der Bauart und der Wärmeabgabefläche des Heizkörpers sowie von der mittleren Temperatur abhängig, im Allgemeinen ist dieser allerdings relativ gering. Meist werden Radiatoren unterhalb von Fenstern positioniert, um so die kalte Abwärtsströmung der Luft am Fenster umzudrehen.

Bei Oberflächentemperaturen über 55°C setzt Staubverschmelzung ein, außerdem erfolgt eine unvermeidbare Staubverteilung durch Konvektion. Durch den Einsatz von großflächigen Flach- oder Plattenheizkörpern mit niedrigen Vorlauftemperaturen kann der Anteil der Strahlungswärme erhöht und die Staubverschmelzung reduziert werden.

Heizkörper weisen hohe Heizleistungen pro Laufmeter auf und sind damit bezogen auf die Heizleistung sehr preiswerte Wärmeabgabesysteme.



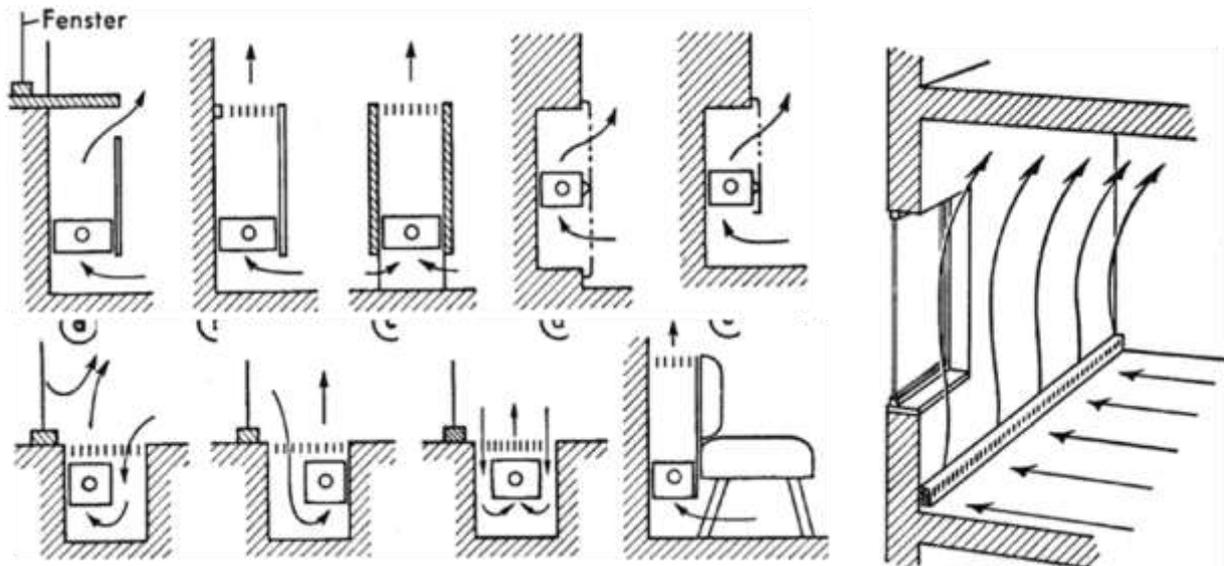
**Abbildung 38: Ausführungsarten von Radiatoren (Zehnder, 2009, o.S.)**

- Konvektoren

Konvektoren sind eine spezielle Art von Heizkörpern, deren Wärmeabgabe vorwiegend durch Konvektion erfolgt. Der Aufbau besteht aus lamellenbesetzten, verkleideten oder in einer Mauernische liegenden Heizrohren. Die Leistungsregulierung wird durch Thermostatventile vorgenommen. Hauptsächlich finden Konvektoren bei großen bis an den Boden reichenden Fensterflächen Anwendung. Die Vorteile von Konvektoren liegen bei der

schnellen Regelbarkeit und Aufheizzeit. Nachteilig sind die schlechte Reinigungsmöglichkeit und die zusätzlichen Kosten für Verkleidungen.

Zu beachten ist, dass die Vorlauftemperatur von Konvektoren nicht beliebig herabgesetzt werden darf, da die Gefahr besteht, dass die einwandfreie Funktion des Konvektors nicht mehr gegeben ist. Standard - Konvektorsysteme arbeiten bei Normtemperaturen von 75 / 65 °C (Vorlauftemperatur / Rücklauftemperatur). Zur Unterstützung des Konvektionseffektes bei niedrigeren Systemtemperaturen werden Gebläse eingesetzt (Schramek et al., 2007, 943ff).



**Abbildung 39: Verschiedene Einbaumöglichkeiten von Konvektoren (Schramek et al., 2007, 945)**

- Fußbodenheizung

Fußbodenheizungen geben ihre Wärme zu etwa zwei Drittel durch Strahlung und einem Drittel durch Konvektion ab. Sie zählen daher zu den Strahlungsheizungen (Schramek, 2007, 951).

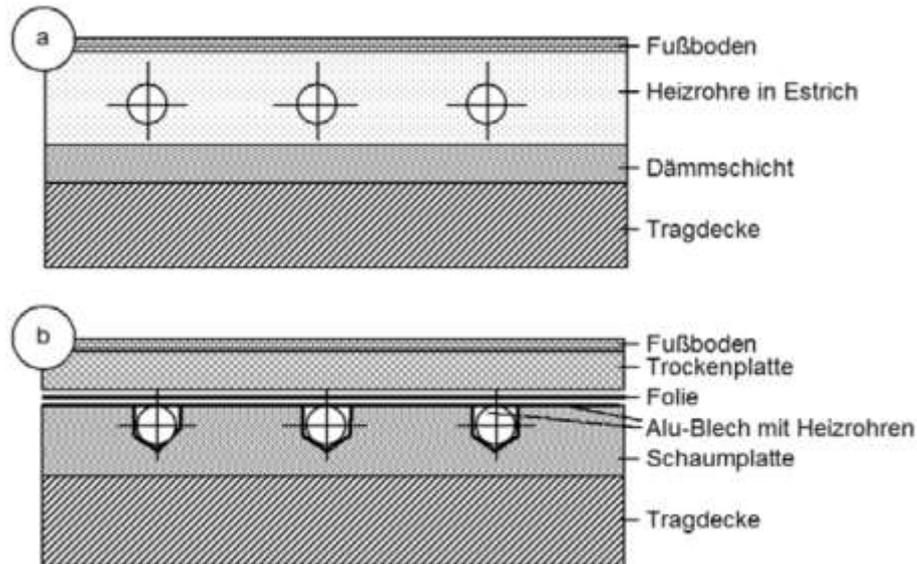
Es werden Heizschlangen im Fußboden verlegt, die von Heizungswasser mit Temperaturen von 35°C bis 55°C durchflossen werden. Dieses Niedertemperatursystem eignet sich besonders für den Einsatz von Heizsystemen wie z.B. Solarwärme, Wärmepumpen oder Brennwertanlagen (Schlagnitweit et al., 2006, 115).

Die Verlegung der Heizschlangen erfolgt bei Nassverlegung im Estrich, bei Trockenverlegung in vorgefertigten mit Kanälen versehenen Wärmedämmplatten mit Metallabdeckungen.

Um eine hohe Behaglichkeit zu erreichen, sollen bei Fußbodenheizungen folgende maximale Oberflächentemperaturen nicht überschritten werden:

- Daueraufenthaltsbereich: 29°C
- Stärker beheizte Randzonen (z.B. unter Fenstern): 35°C
- Bäder: 33°C

In Daueraufenthaltsbereichen lassen sich somit Wärmeabgabeleistungen von bis zu  $100 \text{ W/m}^2$  und bei Randzonen bzw. in Bädern bis zu  $175 \text{ W/m}^2$  bezogen auf die Heizfläche erreichen (Schramek, 2007, 952f).



**Abbildung 40: Nassverlegung (a), Trockenverlegung (b) (Schramek et al., 2007, 952)**

Es ist darauf zu achten, dass oberhalb der Heizebene deutlich geringere Wärmewiderstände vorhanden sind als unterhalb, welches durch die Anwendung einer entsprechenden Mindestdämmung nach unten und Fußbodenbeläge mit geringen Wärmeleitwiderständen gewährleistet wird.

Durch den hohen Strahlungsanteil einer Fußbodenheizung ergibt sich eine gleichmäßige Raumtemperatur. Staubverschmelung und Staubaufwirbelung sind bei Fußbodenheizungen ein untergeordnetes Thema. Die Wandtemperatur ist bei Fußbodenheizung geringer als die Raumtemperatur, da die Wand nicht direkt beheizt wird.

Für den Einsatz in energetisch zu sanierenden Gründerzeithäusern ist dieses Wärmeabgabesystem aufgrund ihrer Energieeffizienz empfehlenswert, jedoch ist zu berücksichtigen, dass die durch Fußbodenheizung zu beheizenden Wohnflächen von Grund auf neu verlegt werden müssen. In Kombination mit Holzbalkendecken ist die Verlegung im Trockenbau durchzuführen, da diese Variante eine geringere statische Belastung der Decke sowie eine geringe Aufbauhöhe aufweist.

- Wandheizung

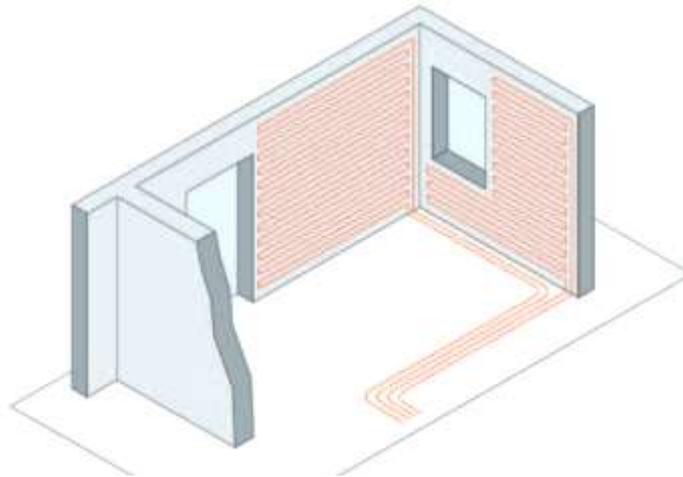
Wandheizungen sind dem Aufbau der Fußbodenheizungen sehr ähnlich, jedoch befinden sich hier die Heizungsrohre in den Wandflächen. Die Heizungsrohre werden in der Regel mit Temperaturen bis zu  $40^\circ\text{C}$  (Niedertemperaturheizung) durchflossen und die Wärmeabgabe erfolgt hauptsächlich durch Strahlung und etwas Konvektion an den Raum. Auch bei diesem Wärmeabgabesystem sind Nass- und Trockenverlegungen möglich. Es sind vorgefertigte

Wandheizsysteme, die zur Trockenverlegung auf Metall- oder Holzunterkonstruktion geeignet sind, am Markt verfügbar und sind vor allem für den Einsatz bei Althausanierungen zu verwenden.

Die Fläche hinter der Heizebene muss eine gute Wärmedämmung aufweisen. Weiters dürfen die Wandheizungsflächen nicht durch Möbel verbaut oder durch Wandinstallationen beschädigt werden.

Ein Vorteil von beheizten Wandflächen besteht darin, dass durch höhere Temperaturen der Raumumschließungsflächen die thermische Behaglichkeit bei geringeren Raumtemperaturen erreicht wird (z.B. 18°C statt 20°C Raumtemperatur möglich). Für dieses Wärmeabgabesystem ergeben sich Heizleistungen (bezogen auf die Heizflächen) von bis zu 200 W/m<sup>2</sup> (Schütz, 2003, 23).

Die Wandheizungsflächen können im Sommer auch zum Kühlen herangezogen werden.



**Abbildung 41: Wandheizung (Rehau, 2009, 70)**

- Deckenheizung

Deckenheizungen sind ebenso Niedertemperaturheizsysteme, wobei sich die Heizrohre in den Decken befinden. Die Aufbau-, Verlegungs- und Wärmeabgabeeigenschaften sind ähnlich der bereits behandelten Flächenheizsysteme. Auch hier ist zwar eine große Heizfläche möglich, jedoch bewirken die konvektiven Anteile des Wärmeübergangs, dass die Temperaturen im Deckenbereich etwas höher als am Fußboden sind.

- Betonkernaktivierung

Die Betonkernaktivierung ist eine spezielle Form von Fußboden- oder Deckenheizung. Die Heizrohre werden direkt in die Rohdecke eingelegt, wodurch die Nutzung der Speicherkapazität der Betondecken zum Heizen und Kühlen ermöglicht wird.

Dieses System eignet sich nur für Gebäude ohne passive Solarenergienutzung, ohne schwankende Personenbelegung und ohne variierende innere und äußere Lasten (Schütz, 2003, 24).

Der nachträgliche Einbau von Betonkernaktivierungen in bestehenden Gebäuden ist nicht möglich, wodurch sich ergibt, dass es für die Anwendung in Gründerzeithäusern kein Thema ist.

**Tabelle 8: Übersicht der relevanten Wärmeabgabesysteme für die Anwendung bei Gründerzeithäusern**

	Luftheizsystem	Wasserheizungssysteme		
	Luftwechselrate von 0,4 h <sup>-1</sup>	Wandheizung	Fußbodenheizung	Radiatoren
<b>Luftdichtigkeit n<sub>50</sub>&lt;0,6 gefordert</b>	Ja	Nein	Nein	Nein
<b>Hygienischer Luftwechsel gesichert</b>	Ja	Nein	Nein	Nein
<b>Maximale Vorlauftemperatur T<sub>max</sub></b>	52°C	55°C	55°C	90°C <sup>1)</sup>
<b>Maximale Heizleistung bei T<sub>max</sub></b>	10 W/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	200 W/m <sup>2</sup> <sub>Heizfl.</sub>	175 W/m <sup>2</sup> <sub>Heizfl.</sub>	>4.000 W/m <sup>2</sup> <sub>Heizfl.</sub>
<b>Heizleistung bei Vorlauftemperatur 40°C</b>	ca. 5 W/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	200 W/m <sup>2</sup> <sub>Heizfl.</sub> <sup>2)</sup>	175 W/m <sup>2</sup> <sub>Heizfl.</sub> <sup>3)</sup>	>700 W/m <sup>2</sup> <sub>Heizfl.</sub>
<b>Maximale Kühlleistung</b>	3 W/m <sup>2</sup> <sub>Wohnfl.</sub>	50 W/m <sup>2</sup> <sub>Heizfl.</sub>	20 W/m <sup>2</sup> <sub>Heizfl.</sub>	<80 W/m <sup>2</sup> <sub>Heizfl.</sub>
<b>Fensterlüftung möglich</b>	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Anteil Strahlungswärme</b>	Gering	Hoch	Hoch	Mittel
<b>Luftbewegung durch Wärmeabgabesystem</b>	Gering <sup>4)</sup>	Gering	Gering	Mittel
<b>Gleichmäßige Raumtemperaturverteilung</b>	Mittel	Gut	Gut	Mittel
<b>Schnelle Regelbarkeit</b>	Ja	Mittel <sup>5)</sup>	Nein	Ja
<b>Freizuhaltender Flächenbedarf zur Wärmeabgabe</b>	Gering	Hoch	Gering	Mittel
<b>Einzelraumregelung</b>	Gering	Gut	Gut	Gut

<sup>1)</sup> bei 10 bar Betriebsüberdruck bis zu 120°C möglich

<sup>2)</sup> und <sup>3)</sup> durch Heizschlangenabstand anpassbar

<sup>4)</sup> bei richtiger Auslegung

<sup>5)</sup> bei entsprechender Dämmung zw. Wand und Heizschlangen

### **4.2.3 Wärmerückgewinnung**

Der Begriff Wärmerückgewinnung fasst Verfahren zusammen, die die Wärmeenergie rückführung aus den Gebäuden bzw. Prozessen verlassenden Massenströmen (z.B. Abluft, Abwasser) ermöglichen. Diese Maßnahmen tragen zur Steigerung der Energieeffizienz, der Reduktion des Verbrauchs von (fossilen) Energieträgern und somit zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen bei.

Nachfolgend werden verschiedene Systeme zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser sowie Abluft erläutert.

#### **4.2.3.1 Wärmerückgewinnung aus Abwasser**

Zur Wärmerückgewinnung von Abwasser aus privaten Wohnbereichen sind unterschiedliche Systeme anzuführen.

Einerseits gibt es zentrale Wärmerückgewinnungskonzepte, welche mittels Wärmepumpe einer in einem wärme gedämmten Behälter bzw. Schacht gesammelten Abwassermenge (Mischtemperatur von häuslichem Abwasser ca. 23°C) Wärmeenergie entzieht und diese zur Heizwärme gewinnung bzw. Brauchwarmwasserbereitung heranzieht. Die Wärmetauscherflächen und der Sammelschacht samt Einbauten müssen einer regelmäßigen Reinigung unterzogen werden, um die Wärmerückgewinnung effizient durchführen zu können. (Feka, 2009, 1ff)

Weiters gibt es Abwasser - Kanalsysteme, die mit eingegossenen Wärmetauscherrohren ausgestattet sind. Diese sorgen für den Wärmeentzug aus dem Abwasser über längere Strecken des öffentlichen Kanalsystems. Für diese Anwendung abgestimmte Wärmepumpenanlagen versorgen in weiterer Folge großvolumige Gebäude mit Wärme. In der Kläranlage Wien Blumental wurde beispielsweise ein Konzept dieser Art realisiert. Es ist zu berücksichtigen, dass für die Anwendung dieses Systems ein hoher Wärmeleistungsbedarf von mindestens 150 kW<sub>th</sub> und die Nähe des zu beheizenden Objektes zu einem großen Abwasserkanal oder Kläranlage, Voraussetzung ist. Aufgrund der erheblichen Eingriffe in das öffentliche Kanalnetz und den damit verbundenen Kosten wird dieses System für die Heizwärmebereitstellung in Gründerzeithäusern nur eine geringe Bedeutung haben.

Zum nachträglichen Einbau von Wärmetauscherflächen in bestehenden Kanalanlagen werden auch modulare Elemente angeboten, die die Wärmerückgewinnung aus Kanalabwasser mit Hilfe eines Wärmepumpensystems durch geringere Aufwendungen ermöglicht.

Abwasser - Wärmetauscher zur zentralen Wärmerückgewinnung in Gebäuden oder gewerblichen Anwendungen sind am Markt erhältlich. Dabei wird Wärmeenergie des Abwassers vor dem Abfluss in das Kanalsystem auf das einströmende Frischwasser übertragen und somit vorgewärmt. Es kann auch Heizwasser zur Erwärmung durch den Wärmetauscher geleitet werden. Dieses System eignet sich für Anwendungen bei hohen

Abwassermengen wie z.B. Pensionen, Großküchen, Hotels sowie Wäschereien. (Fercher, 2009, o.S.)



**Abbildung 42: Abwasser - Wärmetauscher zur zentralen Wärmerückgewinnung mit Reinigungssystem (Fercher, 2009, o.S.)**

Zur dezentralen Wärmerückgewinnung im Wohnbereich werden Wärmetauscher für Duschkabinen angeboten. Bei einer herkömmlichen Dusche geht die Abwasserwärme mit einer Temperatur von ca. 33°C in den Abfluss. Bei der Dusche mit Wärmerückgewinnung wird das warme Abwasser zu Vorwärmung des Kaltwassers im Durchlaufprinzip genutzt. Der unter der Duschwanne eingebaute Wärmetauscher entzieht dem Abwasser die Wärmeenergie und gibt sie an das zufließende Kaltwasser ab. Somit fließt bereits vorgewärmtes Wasser zur Mischbatterie, wodurch der Warmwasserbedarf und somit der Energiebedarf verringert wird. (Fercher, 2009, o.S.)

Durch den Einsatz von Brause-Thermostaten wird der Nutzerkomfort weiter gesteigert, da diese durch eine automatische Nachregelung die eingestellte Duschwassertemperatur während des gesamten Duschvorganges konstant hält.

Wärmerückgewinnende Duschen eignen sich sowohl in Neubauten als auch bei Altbausanierungen. Sehr große Einsparungen sind auch in gewerblichen und öffentlichen Bereichen möglich (Hotelbetrieben, Pensionen, Fitness- und Sportzentren, Heime, usw.).

Weitere Energieeinsparpotentiale bei der Warmwassernutzung können durch Anwendung von wassersparenden Duschköpfen und Wasserspararmaturen im Badbereich erzielt werden.

#### **4.2.3.2 Wärmerückgewinnung aus Abluft**

Dieses Thema wurde bereits für den Wohnbereich im Kapitel „Luftheizung und kontrollierte Wohnraumlüftung“ behandelt.

Aber auch in Gastronomie- oder anderen Gewerbebetrieben in Gründerzeithäusern kann die Wärmerückgewinnung aus Abluft zu erheblicher Energieeinsparung sowie Behaglichkeitssteigerung führen. Die Lüftungstechnik in Gaststätten ist meist in die Bereiche Restaurantbereich und Küche zu unterteilen und erfordert unterschiedliche Lüftungskonzepte.

Weiters kann warme Abluft aus Prozessen bzw. Gebäuden als Wärmequelle für Luft - Wärmepumpensysteme dienen.

#### **4.2.4 Energiebereitstellung – Elektrische Energie**

Die dezentrale Versorgung von Gebäuden mit elektrischer Energie wird künftig an Bedeutung gewinnen. Neuartige Technologien ermöglichen in Verbindung mit der Nutzung von erneuerbarer Ressourcen eine klimaneutrale Elektrizitätsbereitstellung. Durch die Anwendung von Kraft-Wärme-Kopplungstechnologien wird eine hohe energetische Ausschöpfung von Energieträgern erreicht, welches die Effizienz der Energiebereitstellung im Gebäudebereich bedeutend steigert und dadurch den Ausstoß von klimarelevanten Gasen reduziert.

##### **4.2.4.1 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) in Gebäuden**

In einer KWK-Anlage wird gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Dies entspricht einer effizienten Energienutzung von Energieträgern, da durch diese Technologie aus dem eingesetzten Brennstoff (z.B. Heizöl, Erdgas, Pflanzenöl) einerseits der hochwertige Energieträger Strom und andererseits Wärme zur Deckung des Wärmebedarfs gewonnen werden kann. Der Begriff KWK umfasst alle gesamten Technologien, die gleichzeitig Strom und Wärme generieren. Unter einem BHKW (Blockheizkraftwerk) wird jener Teil der KWK-Anwendungen verstanden, die durch ihre kompakte Bauweise (Block) dezentral verwendet werden können.

Als Antrieb für den Stromerzeuger dienen meist Verbrennungsmotoren (Otto- oder Dieselmotoren) aber auch Gasturbinen oder Dampfturbinen/Dampfmaschinen. Vereinzelt werden Stirlingmotoren oder Brennstoffzellen eingesetzt. BHKWs für die Anwendung in Mehrfamilienhäusern bzw. im Siedlungsbau liefern meist elektrische Leistungen kleiner 50 kW<sub>el</sub>. Diese werden auch Mikro- oder Mini-BHKWs genannt.

Bei BHKWs werden zwei Betriebsarten unterschieden. Ein wärmegeführtes BHKW regelt dessen Leistungsabgabe so, dass die abgegebene thermische Leistung dem jeweiligen Wärmebedarf des Gebäudes bzw. der Anwendung entspricht. Die durch den Stromerzeuger generierte elektrische Energie wird in der Regel im Gebäude selbst verbraucht. Im Falle eines Strom-Überschusses wird diese in das öffentliche Netz gespeist und entsprechend eines festgelegten Tarifes verrechnet. Wird ein BHKW stromgeführt, wird es nach dem jeweiligen Strombedarf geregelt. Die dabei frei werdende Wärmeenergie wird entweder gleichzeitig genutzt, für eine spätere Nutzung zwischengepuffert oder über einen Kühler an die Umgebung abgegeben. Diese Betriebsart findet häufig in Inselnetzen statt und hat daher für die Anwendung im Gebäudebereich keine Relevanz.

Die Auslegung von BHKWs für Gebäude erfolgt meist nicht nach der maximalen Heizlast (inkl. Warmwasserbereitstellung) eines Gebäudes, sondern nach einer geringeren Heizleistung, um eine höhere jährliche Betriebsstundenzahl zu erreichen. Somit kann die Energiebereitstellung effizienter durchgeführt werden. Diese Auslegung bedarf einer Kombination mit einem zusätzlichen Spitzenlastkessel.

Um einen monovalenten Betrieb zur Anwendung in Gebäuden zu ermöglichen, ist eine Auslegung nach der maximalen Heizlast des Gebäudes erforderlich. Zusätzlich ist ein entsprechender Pufferspeicher nötig, um kurzfristige Lastschwankungen auszugleichen. Bei nur selten auftretender zusätzlicher Heizlast kann die Installation eines einfachen Elektroheizstabs im Pufferspeicher kostengünstig sein.

Nachfolgend werden einige am Markt erhältliche BHKW-Systeme vorgestellt.

#### *4.2.4.1.1 Verbrennungsmotor – BHKWs*

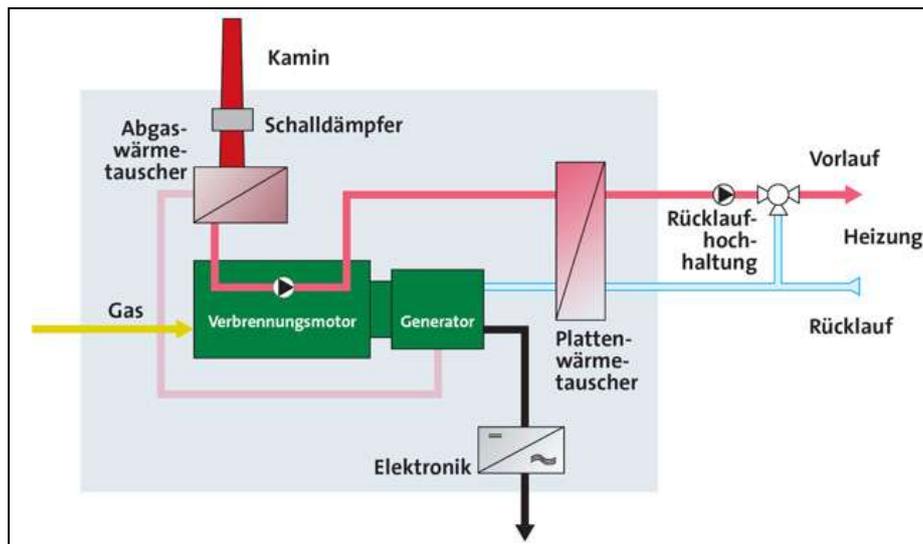
Diese Art der BHKWs ist sehr verbreitet und kann mit unterschiedlichen Energieträgern betrieben werden, wobei die meisten Verbrennungsmotor - BHKWs für die Brennstoffe Erdgas/Flüssiggas oder Heizöl angeboten werden. Bei der Anwendung von biogenen Energieträgern wie Klärgas, Biogas, Biodiesel oder auch Pflanzenöl gibt es speziell abgestimmte Anlagen – hierzu sind die Herstellerangaben zu prüfen.

Diese Systeme verfügen meist über eine modulierende Leistungsregelung, damit die abgegebene Leistung dem Wärme- oder Strombedarf angepasst werden kann. Durch hohe Vorlauftemperaturen wird der Einsatz bei Hochtemperaturheizsystemen oder auch zur Kombination mit Absorptionskältemaschinen für die Gebäudeklimatisierung ermöglicht. Diese BHKWs können problemlos mit anderen Wärmebereitstellungssystemen (Solarkollektoren oder Spitzenlastkesseln) kombiniert werden. Zu beachten ist, dass Verbrennungsmotor - BHKWs trotz guter Schalldämmung einen Geräuschpegel im Bereich von 50 dB(A) aus einem Meter Abstand abgeben.

Folgende Wirkungsgrade sind typischerweise für Mikro- bzw. Mini-BHKWs mit Verbrennungsmotorantrieb zu erwarten:

- Elektrischer Wirkungsgrad: ca. 30%
- Thermischer Wirkungsgrad: ca. 60%
- Gesamtwirkungsgrad: ca. 90%

Generell gilt, dass sich der elektrische Wirkungsgrad und auch der Gesamtwirkungsgrad mit der Erhöhung der Gesamtleistung der BHKW - Anlage erhöhen.



**Abbildung 43: Funktionsweise eines Verbrennungsmotor – BHKWs (Ortlieb, 2009, o.S.)**

#### 4.2.4.1.2 Microturbine

Microturbinen sind in kompakter Bauweise ausgeführte Gasturbinen, welche gute Betriebseigenschaften über ein breites Leistungsspektrum aufweisen. Sie bieten einen konstanten elektrischen Wirkungsgrad über weite Teillastbereiche. Es können gasförmige und flüssige Energieträger wie Erdgas, Flüssiggas, Fackelgas, Klärgas, Kerosin und Heizöl eingesetzt werden.

Ein Vorteil von Microturbinen- gegenüber Verbrennungsmotor - BHKWs liegt bei größeren Wartungsintervallen bzw. geringeren Wartungskosten, da bei Microturbinen aufgrund der Luftlagertechnologie keine Schmier- und Kühlmittel benötigt werden, wodurch sich eine höhere Verfügbarkeit und Lebensdauer ergibt. Weiters weisen sie geringere Abgasemissionen auf.

Als Nachteile der Mikroturbine gegenüber dem Verbrennungsmotor - BHKW werden geringere elektrische Wirkungsgrade (26%), geringere Gesamtwirkungsgrade (85%) und höhere Anschaffungskosten genannt. Die Abgase mit Temperaturen von ca. 275°C können zu industriellen/gewerblichen Zwecken (Dampferzeugung, Trocknungsvorgänge, usw.) oder durch Einbindung eines Abgaswärmetauschers zur Heizwärmebereitstellung verwendet werden. Auch mit diesem BHKW - System ist der Betrieb von Absorptionskälteanlagen möglich. Die Geräuschemissionen von Microturbinen sind mit jenen der Verbrennungsmotoren vergleichbar. (Mehlkopf et al., 2009, o.S.)

#### 4.2.4.1.3 BHKWs für feste, biogene Brennstoffe

Die direkte Verwendung von festen (meist biogenen) Brennstoffen zur kombinierten Wärme- und Strom- Bereitstellung kann durch Stirling- oder Dampfmaschinen erfolgen.

Der Stirlingmotor ist durch seine geschlossenen Arbeitsräume und die damit verbundene von außen erfolgte Wärmezufuhr eine betriebssichere Variante der Kraft-Wärme-Kopplung. Die abgeschlossene Bauweise ermöglicht den Einsatz unterschiedlicher Wärmequellen zum

Antrieb von Stirlingmotoren. Im Sinne einer regenerativen Energieversorgung gibt es das Bestreben automatisch beschickte Biomasseheizkessel für die Wärmebereitstellung in Gebäuden (Pellets- oder Hackgut – Heizkessel) mit Stirlingmotoren zu bestücken. Derzeit ist ein Produkt mit einer Pelletsfeuerung erhältlich, das sich für den Einsatz in Ein- bzw. Zweifamilienhäusern anbietet. Es weist eine elektrische Leistung von ca. 3 kW<sub>el</sub> und eine thermische Leistung von ca. 10,5 kW<sub>th</sub> auf und kann modulierend geregelt werden. Einige weitere Hersteller betreiben derzeit Anlagen im Feldtest und werden in näherer Zukunft ähnliche Produkte auf den Markt bringen.

Ein anderer Hersteller verfolgt das Konzept der Dampferzeugung, welcher in weiterer Folge eine Freikolbendampfmaschine mit integriertem Lineargenerator zur Stromerzeugung verwendet. Der Vorteil dieser Technologie besteht darin, dass auf rotierende Elemente verzichtet werden kann und eine kompakte Bauweise möglich ist. Es werden zwei Heizkessel mit diesem System angeboten, welche für die Brennstoffe Erdgas sowie Pellets/Feinhackgut ausgelegt sind.

#### *4.2.4.1.4 Brennstoffzellen BHKWs*

Die Brennstoffzellen – Technologie wird künftig ebenso im Bereich der kombinierten Erzeugung von Strom und Wärme einen Beitrag leisten. Mittels dieser Technologie kann Erdgas oder reiner Wasserstoff zu elektrischer Energie gewandelt werden, wodurch auch Wärmeenergie anfällt. Derzeit sind bereits Brennstoffzellensysteme für mobile Anwendungen bzw. Kleingeräte erhältlich. Brennstoffzellensysteme für die Energieversorgung in Gebäuden befinden sich im Entwicklungsstadium und werden frühestens ab 2010 zur Markteinführung gelangen. Von Seite der Hersteller wird angeführt, dass die nachträgliche Integration von künftig erhältlichen Brennstoffzellensystemen in die bestehende Gebäudeenergieversorgung möglich sein wird. (IBZ, 2009, o.S.)

#### **4.2.4.2 Photovoltaik**

Im Unterschied zur Solarthermie wird bei der photovoltaischen Solarenergienutzung elektrische Energie gewonnen. Diese Technologie ermöglicht eine dezentrale Stromerzeugung, welche während dem Betrieb ohne Schadstoffemissionen, ohne Geräuschentwicklung, ohne Brennstoffzuführung und weitgehend wartungsfrei erfolgt.

Durch den sogenannten Photoeffekt wird bei Einwirkung von Sonnenstrahlung auf die Photovoltaikzellen (Halbleitermaterialien) Gleichspannung hervorgerufen. Diese Gleichspannung kann entweder direkt an dafür vorgesehene Anwendungen abgegeben oder über einen Wechselrichter auf 230 Volt Wechselstrom bzw. 400 Volt Drehstrom mit der Frequenz von 50 Herz umgewandelt und den üblichen Verbrauchern zugeführt werden. In Verbindung mit einem elektrischen Hausanschluss an das öffentliche Elektrizitätsnetz wird die Wechselrichter-Variante als netzgekoppelte Photovoltaik-Anlage bezeichnet. Im

Gebäudebereich findet beinahe ausschließlich dieser Anlagentyp Anwendung. Die durch die Photovoltaik-Anlage generierte elektrische Energie wird entsprechend zwei verschiedener Konzepte vergütet:

- Vollständige Einspeisung der erzeugten elektrischen Energie in das öffentliche Elektrizitätsnetz, welche durch einen geförderten Ökostrom-Tarif vergütet wird.
- Überwiegender Verbrauch der elektrischen Energie im eigenen Gebäude. Liegt der elektrische Energiebedarf des Gebäudes unter der erzeugten Leistung, so wird der Überschuss an das öffentliche Elektrizitätsnetz unter einer entsprechenden Vergütung abgeben.

In einem Photovoltaik – Modul sind mehrere Solarzellen in einer witterungsgeschützten Ausführung verschaltet, welche zur Montage im Außenbereichen geeignet ist. Heute kommerziell erhältliche Photovoltaik - Module sind mit verschiedenen Zelltypen ausgestattet. Kristalline Siliziumzellen (Mono- bzw. Polykristalline Siliziumzellen) sind am weitesten verbreitet und gelten als fortgeschrittene Technologie. Um die Systemkosten zu reduzieren, kommen laufend neue Entwicklungen auf den Markt, die geringere Materialeinsätze und Herstellungskosten als kristalline Zellen aufweisen. Dazu zählen die zukunftssträchtigen Dünnschichttechnologien.

Mit typischen polykristallinen Modulen kann die Nennleistung von 1 kW<sub>peak</sub> durch eine Modulfläche von ca. 8 m<sup>2</sup> erzielt werden. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die ausgewiesenen Nennleistungen (Peak) von Modulen für Standardbedingungen gelten und diese in der Praxisanwendung nur selten erreicht werden (Abhängigkeit von der Zelltemperatur, Modulausrichtung, Solar-Einstrahlung, usw.). Für den Einsatz in Österreich ist bei einer optimalen Ausrichtung ein spezifischer elektrischer Energieertrag von mindestens 900 kWh/(kW<sub>peak</sub>\*a) erzielbar.

Als optimale Neigungswinkel der Module gelten 30° - 35° zur Horizontalen. Im Allgemeinen sollten für eine möglichst effiziente Ausnutzung der Solarstrahlung die Grenzen von 15° - 45° Neigungswinkel und +/- 45° maximale Abweichung von Süden eingehalten werden. Weiters muss darauf geachtet werden, dass es während der gesamten Jahreszeit zu keiner Verschattung der Module kommt. Bei vertikaler Montage der Module (z.B. an Fassaden, Neigungswinkel 90°, Süd) verringern sich die jährlichen Energieerträge um mehr als ein Drittel gegenüber einer optimalen Ausrichtung.

Je nach Hersteller und Modultyp werden Leistungsgarantien im Bereich von 10 bis 25 Jahren angegeben. Die Lebensdauer geht erfahrungsgemäß weit über die Leistungsgarantiedauer hinaus.

Neuartige Hybrid-Kollektoren vereinen die beiden Technologien Solarthermie und Photovoltaik in einen Kollektor. Dieser Kollektortyp ermöglicht eine kombinierte Wärme- und Elektrizitätsbereitstellung aus Solarenergie und weist eine optisch einheitliche Kollektorfläche auf, welches sich besonders zur architektonischen Gestaltung von historischen Gebäuden anbietet.

Für die positive Genehmigung von Photovoltaik - Anlagen in städtischen Gebieten sind in der Regel einige Vorgaben aus stadtgestalterischer Sicht einzuhalten. Hierzu ist die Montage von Photovoltaik-Modulen an hofnahen Dachflächen mit bündiger Dachintegration anzustreben. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Anpassung der Proportionen bzw. Maßstäbe von Modulflächen an vorhandene architektonische Gegebenheiten des Gebäudes (z.B. dem Erscheinungsbild von Dachflächenfenstern). (Kniefacz, 2009, o.S.)



Um einem historischen Erscheinungsbild gerecht zu werden, können auch angepasste Sondermodule eingesetzt werden, welche mit schwarzen oder auch naturbelassenen silbergrauen Solarzellen bestückt sind. Mit dunklen Hintergrundfolien oder bedruckten Gläsern lässt sich außerdem die typische Rasterwirkung kristalliner Solarmodule abschwächen. Daneben bieten sich Dünnschichtmodule mit homogenen, inzwischen auch farbigen und bedruckten Oberflächen besonders an. In Kombination mit Schiefer- oder Blechdächern können aber auch klassisch blaue Solarzellen in einen harmonischen Dialog treten (Hemmerle, Jakubetz, 2010, 18).

**Abbildung 44: Gaubendächer mit Photovoltaik – Modulen (Hemmerle, Jakubetz, 2010,17)**

Die Kombination von Hofüberdachungen mit Photovoltaik - Modulen kann neben der elektrischen Energieerzeugung auch architektonische Gründe aufweisen. Semitransparente Module können gegebenenfalls für eine ansprechende optische Wirkung sorgen.



**Abbildung 45: Semitransparente Photovoltaik-Module (Ertex - Solar, 2009, 1)**

Konzepte zur weitgehend energieautarken Beheizung von Gebäuden durch die Kombination einer Photovoltaikanlage mit einem Wärmepumpensystem werden zunehmend interessant. Ein großzügig ausgelegter Pufferspeicher sorgt hierbei zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage von Wärmeenergie. Bei erhöhtem Bedarf kann der Strombedarf wie üblich vom Netz bezogen werden. Die Umsetzung solcher Konzepte kann vor allem in Verbindung mit Investitionsfördermodellen zu Photovoltaikanlagen an Attraktivität gewinnen.

#### 4.2.4.3 Windkraft

Für die Anbringung von Windkraftanlagen an Gebäuden bzw. im unmittelbaren Umfeld von Gebäuden ist eine Leistungsobergrenze von ca. 10 kW<sub>el</sub> anzuführen. Diese Anlagen werden als Kleinwindkraftanlagen bezeichnet und sind in unterschiedlichsten Ausführungen erhältlich. Das Prinzip der Energieumwandlung von kinetischer Energie des Windes in elektrische Energie wird in der Großwindkraft bereits seit Jahren erfolgreich genutzt. In den vergangenen Jahren sind vermehrt Hersteller mit unterschiedlichen Ausführungen von Kleinwindkraftanlagen am Markt aufgetreten, welche Anlagen zur Anwendung im Gebäudebereich anbieten. Der Einsatz von Kleinwindkraftanlagen in städtischen Siedlungsgebieten wird gegenwärtig untersucht und einige Anlagen befinden sich bereits im Betrieb. Grundsätzlich sind Windkraftanlagen im kleinen Leistungsbereich in zwei Bauarten erhältlich. Es gibt Anlagen mit horizontaler und vertikaler Drehachse.



**Abbildung 46: Horizontal- und Vertikalläufer – Kleinwindkraftanlagen (BWE, 2009, o.S.)**

Für die Installation von Kleinwindkraftanlagen müssen insbesondere in Siedlungsgebieten einige Bedingungen beachtet werden:

Die Erfahrung zeigt, dass Kleinwindkraftanlagen schlecht platziert werden, wie z.B. in zu geringer Höhe oder in der Nähe von Hindernissen. Windturbulenzen, hervorgerufen durch Hindernisse, stellen hohe Anforderungen an Turbinen und vermindern die Energieerträge, im Besonderen, wenn die Turbine nicht gleich auf die Richtungsänderung reagiert. Dies ist vor allem ein Problem bei horizontalen Windkraftanlagen, weniger bei vertikalen Windkraftanlagen. Verbesserungsmöglichkeiten und somit eine Erhöhung der

Wirtschaftlichkeit von Kleinwindkraftanlagen kann durch eine weitere Optimierung der Turbinen aber auch durch die Platzierung erreicht werden. Zum Beispiel herrschen unter bestimmten Bedingungen im Dach- bzw. Fassadenbereich bessere Strömungsverhältnisse als im linearen Strömungsbereich vor, bzw. können diese durch entsprechende Vorrichtungen (Leiteinrichtungen, Gebäudeintegration) erreicht werden. Noch gibt es sehr wenig Erfahrung über tatsächliche Erträge von Kleinwindkraftanlagen im verbauten Gebiet. Einerseits sind erst wenige Anlagen in Betrieb, andererseits ist es aufgrund der auftretenden Windverhältnisse, die vom Standort abhängen, nur schwer abschätzbar mit welchen Energieerträgen gerechnet werden kann. (Wagner, 2009, 1f)

Die Genehmigung der Errichtung von Kleinwindkraftanlagen ist von der örtlichen Baubehörde einzuholen. Hierbei werden stadtgestalterische Gesichtspunkte (z.B. Beeinträchtigung des Stadtbildes) sowie Schallemissionen, Schattenwurf, Reflexion und die Sicherheit (z.B. statische Begutachtung der Befestigung) geprüft.

Wie auch bei Photovoltaik – Anlagen gibt es für Kleinwindkraftanlagen mit netzgekoppelter Betriebsart ähnliche Energie – Einspeisekonzepte.

#### 4.2.5 Elektrische Energieverteilung

Die Elektroinstallationen in Gründerzeithäusern entsprechen in den meisten Fällen nicht mehr den heutigen Standards. Neben den schlechten Nutzungsbedingungen für die Bewohner (schlecht oder nicht elektrisch versorgte Wohnbereiche, usw.) birgt die alte Installation oft auch Sicherheitsgefahren (z.B. Brandgefahr). Daher ist es im Sinne einer ganzheitlichen energetischen Sanierung anzuraten, auch die Erneuerung der Elektroinstallationen durchzuführen, da häufig grundsätzliche Installationsstandards nicht eingehalten sind:

- Vorhandene Steigleitungen liegen häufig als Brandlast im Treppenhaus
- Elektroinstallationen ohne notwendige Schutzleiter bzw. andere Schutzmaßnahmen
- Zählerplätze sind auf den Etagen angeordnet, und nicht, wie wünschenswert, zentral im Kellergeschoss
- Sicherungskästen sind jeweils auf den Etagen angeordnet und nicht in der Wohnung
- Entsprechende Absicherungen für Einzelgeräte in den Wohnungen sind nicht vorhanden (Bramkamp et al., 2009, o.S.)

Zusätzlich zur Behebung der obigen Mängel sollen unter anderen folgende weitere Erneuerungen durchgeführt werden:

- Hauptzuleitung der elektrischen Leiter inkl. Sicherheitskasten-Installation im Bereich der Wohnungsflure.
- Zweckmäßige Anordnung von Unterverteilungen in den Wohnungen unter Beachtung der zukünftigen Raumnutzung.
- Verlegung der Elektroinstallation innerhalb der einzelnen Zimmer durch kurze Stichleitungen vom Flur aus.
- Verlegung von Steckdosen bzw. Schalter möglichst nur an ein oder zwei Raumwänden, die an den Flur grenzen.
- Verlegung der Elektroleitungen teilweise in einem Fußleistenkanal auf Putz möglich.
- Gegebenenfalls kann die Elektrounterverteilung in Wohnungen oder Büros so angelegt werden, dass es möglich ist, gesamte Räume (z.B. Arbeitsräume) durch manuelle Netzfreeschalter vom Netz zu nehmen, um Standby-Verluste zu reduzieren. Der Einsatz von automatischen Netzfreeschaltern dient zur Abschaltung von einzelnen Stromkreisen, sobald der elektrische Strom unter einem voreingestellten bzw. einstellbaren Wert fällt. Viele Netzfreeschalter gehen von sehr niedrigen Einschaltenschwellwerten aus, sodass die meisten Elektrogeräte einen höheren Strom während dem Standby-Betrieb benötigen, welches die Stromkreisabschaltung verhindert und somit keine Energieeinsparung bewirkt.
- Ein zentraler Überspannungsschutz in Sicherungskästen ist vor allem in Büroräumlichkeiten anzudenken, um empfindliche Geräte (z.B. EDV-Geräte) vor indirektem Blitzschlag oder Spannungsschwankungen zu schützen.

- Zusätzliche Bedürfnisse wie Antennen-, Kabelfernseh-, Telefon- oder Internetanschlüsse in den entsprechenden Wohnbereichen sollten berücksichtigt werden.
- Zur Gebäudekommunikation sind Klingel- und Türöffneranlagen sowie Türsprechanlagen nachzurüsten.
- Bei den neu verlegten Steigleitungen sollten weitere Leerverrohrungen vorgesehen werden, um zukünftige Leitungen (z.B. einer Photovoltaik-Anlage) ohne große Aufwendungen nachrüsten zu können.

In manchen Gebäuden oder Gebäudebereichen sind Bussysteme eine innovative Lösung, höheren Benutzeransprüchen gerecht zu werden. Mit diesen Systemen ist es möglich, über Datenleitungen verbundene Geräte (Elektrogeräte, Heiz- und Kühlsystem, Beleuchtung, Sicherheitstechnik usw.) zu verbinden und deren Funktionen über eine zentrale Regelung automatisieren zu können.

Neben der Erneuerung von Elektroinstallationen ist auch der Austausch der Trinkwasser- sowie der Abflussleitungen zu überlegen.

#### **4.2.6 Elektrische Energieverbraucher**

Wie bereits eingangs erläutert, beträgt in Gründerzeitgebäuden der Anteil am Endenergiebedarf von Haushaltsgeräten bzw. Beleuchtung etwa 10%.

Im Sinne der Erhöhung der Energieeffizienz im Gebäudebereich sollen aber auch diese Bereiche im Laufe einer energetischen Sanierung auf Stand der Technik gebracht werden und somit auch energieeffiziente Technologien verwendet werden.

##### **4.2.6.1 Beleuchtung**

Um den elektrischen Energiebedarf für Beleuchtung in erster Linie gering zu halten, ist darauf zu achten, dass diese während der Tageszeit vermieden wird. Bei Gründerzeithäusern und deren teils verdichteter Bauweise ist es zwar meist schwierig die bestehende Gebäudegestalt bzw. die Fensterdimensionen zu verändern, dennoch können einige Maßnahmen die vorliegende Situation maßgeblich verbessern.

###### *4.2.6.1.1 Tageslichtnutzung*

Tageslicht soll an den gegebenen Fensterflächen ungehindert eintreten und sich soweit möglich in der Raumtiefe ausbreiten können. Dazu ist oft die Anordnung von Möbeln zu überdenken. Weiters können Vorhänge die Tageslichtnutzung erheblich verschlechtern.

Für Arbeitsräume ist vor allem bei direkter Sonneneinstrahlung ein Blendschutz erforderlich. Es gibt hier mehrere Systeme, die Tageslichtnutzung und Blendschutz optimal vereinen. Beispielsweise sind Rollos erhältlich, welche von unten nach oben gezogen werden. Dies

ermöglicht eine angenehme Lichtsituation am Arbeitsplatz und einen Tageslichteintritt am oberen Teil des Fensters.

Spezielle Tageslichtlenk-Jalousien haben eigens geformte Lamellen, die eine Spiegelung des direkt eingestrahlt Tageslichtes an die Raumdecke (weitere Ausbreitung in das Rauminnere) und zugleich einen Blendschutz bewirken.

Die Tageslichtnutzung fällt insbesondere bei Gründerzeithäusern mit hoher Bebauungsdichte schwer, da oft enge und somit dunkle Innenhöfe bzw. nur Lichtschächte bestehen. Um diese Situation zu verbessern, können gegebenenfalls Spiegelemente an südlich orientierten Flächen positioniert werden, die direktes Tageslicht in die Tiefe reflektieren.

Innovative Konzepte zur Tageslichtleitung kommen vermehrt zum Einsatz, welche in der Lage sind, Tageslicht über bestimmte Strecken zu leiten. Lichtleitende Systeme dienen meist dazu, Räume zu beleuchten, die ansonsten ohne oder nur gering mit Tageslicht versorgt wären. Sonnenlicht wird im Bereich der Dachfläche gesammelt und über lichtbündelnde Linsen in ein Lichtleitungsrohr eingekoppelt. Durch die Auskleidung des Rohres mit einer reflektierenden Prismenfolie wird das Licht ohne große Verluste über mehrere Meter durch das Gebäude transportiert und zum eigentlichen Lichtauslass geleitet. Zu den lichtleitenden Systemen gehören z.B. Heliostaten, Lichtkamme oder Lightpipes (Sonnenleuchten).

#### *4.2.6.1.2 Energieeffiziente Beleuchtung*

Bei der energetischen Sanierung von Gebäuden ist auf energieeffiziente Beleuchtung zu achten. Auch durch kostengünstige Lösungen kann je nach Gebäudenutzung der Beleuchtungs-Energiebedarf erheblich gesenkt werden.

Die Beleuchtungsstärke von Gebäudebereichen soll der Nutzung angepasst werden. Hierfür gibt es Vorgaben, die erfüllt werden müssen (z.B. am Arbeitsplatz bzw. in öffentlichen Gebäudebereichen). Jedoch sollte die Beleuchtungsstärke nicht überdimensioniert werden.

Die Verwendung von Leuchtmitteln mit hoher Lichtausbeute ist vorzuziehen. Hierzu sind verschiedene Leuchtmittel-Typen erhältlich, die unterschiedliche Lichtausbeute und Anwendungsbereiche aufweisen. Folgende Abbildung zeigt eine Übersicht der allgemein erhältlichen Leuchtmittel und deren Einsparpotentiale.

Anwendung in der Allgemeinbeleuchtung	Energiesparen durch innovative Lampen	
Straßenbeleuchtung	 Quicksilberdampfampe	→ -40% →  Natriumdampf-Hochdrucklampe
Büro- und Industriebeleuchtung	 LLp mit Halophosphatleuchtstoff	→ -65% →  LLp mit 3-Bandenleuchtstoff EVG + Steuerung
Beleuchtung von Geschäften	 2 x Standard Halogen	→ -80% →  Halogen-Metall-dampf m. Keramikbrenner
Gast-Gewerbe Akzentbeleuchtung	 KLR-Reflektor-Lampe	→ -30% →  KLR Energy-Saver IRC-Technologie
Beleuchtung im privaten Bereich	 Glühlampe	→ -80% →  Kompakt-Leuchtstofflampe
		→ -30% →  Halogen Energy-Saver (ES)
Licht-Design	 KLR-Reflektor-Lampe	→ -50% →  COINlight OSTAR

Abbildung 47: Leuchtmittel-Technologien und Einsparpotentiale (Wacker, 2007, 15)

Durch Präsenzmelder können in nicht ständig genutzten Räumen oder in Gängen bzw. Stiegenhäusern mit geringem Aufwand Energieeinsparungen erzielt werden.

Weiters kann die künstliche Beleuchtung mit dimmbaren Lampen den aktuellen Tageslichtverhältnissen angepasst werden. Es ist jedoch darauf zu achten, dass ausschließlich elektronische Dimmer verwendet werden, da nur diese elektrische Energie einsparen. Vollautomatische Lichtmanagementsysteme besitzen die Fähigkeit die Beleuchtungshelligkeit tageslichtabhängig in Kombination mit einer Präsenzerfassung zu regeln.

Durch die großen Raumhöhen in Gründerzeithäusern ist es meist sinnvoll, Deckenleuchten tiefer zu hängen, damit das Licht konzentrierter auf den zu beleuchtenden Oberflächen auftrifft.

Speziell in Büroräumlichkeiten sollten mehrreihige Beleuchtungsanlagen reihenweise schaltbar sein und je nach Bedarf direkte Arbeitsplatzbeleuchtungen vorgesehen werden.

#### 4.2.6.2 Energieeffiziente Lifтанlagen

Ein großer Teil der Gründerzeithäuser sind mit Personenaufzügen ausgestattet. Im Zuge der Sanierung gründerzeitlicher Gebäude werden sowohl bestehende Aufzüge erneuert als auch bisherige Gebäude ohne Aufzüge mit Aufzugsanlagen ausgestattet. Diese Anlagen sollen neben den gesetzlichen sicherheitstechnischen Vorgaben auch Energieeffizienz – Aspekten gerecht werden.

Für Wohngebäude werden spezielle Aufzugsanlagen mit kompakten Einbaumaßen angeboten, welche keinen Maschinenraum benötigen und sich daher für die Nachrüstung besonders eignen. Durch energieeffiziente Antriebssysteme kann bei den Bremsvorgängen Energie zurückgewonnen werden, wodurch ca. 20% des gesamten Energieverbrauchs

gegenüber konventionellen nicht energierückgewinnenden Anlagen eingespart werden können. (Kone, 2008, 7)

Weiters ist auf einen effizienten Standby-Betrieb zu achten. Bei gering ausgelasteten Aufzuganlagen in Wohngebäuden ist hier ein erhebliches Einsparpotential möglich.

Folgende Möglichkeiten zur Energiebedarfsreduktion von Aufzügen werden angeboten:

- Energieeffiziente Kabinenbeleuchtung
- Automatische Abschaltung der Kabinenbeleuchtung und der Kabinenbelüftung im Standby-Betrieb
- Automatische Steuerung der Gangbeleuchtung zum Einschalten auf dem Zielstockwerk
- Ist der Aufzug nicht im Gebrauch, wird der Antrieb in Standby-Modus gesetzt (Kone, 2008, 6)

Auch bei der Modernisierung von bestehenden Aufzuganlagen kann ein effizientes Steuer- und Antriebssystem implementiert werden.

#### **4.2.6.3 Elektronische Datenverarbeitung (EDV)**

Die Anwendung von EDV-Geräten in Büros, aber auch im Privatbereich erfordert elektrische Energie. Beim Kauf von EDV-Geräten sollte ebenso wie bei anderen Elektrogeräten auf einen geringen Stromverbrauch während dem Betrieb geachtet werden. Auch optimierte Benutzereinstellungen bei Computern können den Stromverbrauch reduzieren (Verzicht auf Bildschirmschoner, Nutzung des Sleep-Modus, usw.). Weiters ist auf den Standby - Energieverbrauch von EDV-Geräten hinzuweisen, welcher häufig unbeachtet bleibt. Einige Hersteller bieten bereits eigene energieeffiziente Produktlinien an, welche geringe Energieverbräuche aufweisen.

Zur Vermeidung von Standby-Verlusten sind schaltbare Steckdosenleisten zu empfehlen. Eine etwas komfortablere Variante der Reduktion von Standby-Verlusten ergibt sich durch die Anwendung von sogenannten Master-Slave Steckdosenleisten. Sobald das Gerät an einer Master-Steckdose mit mehr als 15 Watt (z.B. Computer) eingeschaltet wird, werden die weiteren Slave-Steckdosen (z.B. für Monitor, Drucker, usw.) ebenso freigeschaltet. Wird das Master-Gerät ausgeschaltet, werden die Slave-Steckdosen wieder ausgeschaltet.

Bei Serverdienstleistungen zur Netzwerkverwaltung können durch sogenannte Server – Virtualisierungslösungen Kosten- und Energieeinsparung erzielt werden. Durch die Auslagerung von Serverleistungen an externe Server wird beispielsweise eine erhebliche Energiebedarfsreduktion für die Netzwerkverwaltung ermöglicht.

Bei lokal eingesetzten Datei-, Applikations- oder Datenbankservern können Nutzungszeiten fixiert werden. Wenn diese nicht benutzt werden, können sie automatisch abgeschaltet und vom elektrischen Netz getrennt werden. Vor dem Herunterfahren des Servers werden alle Nutzer des Systems gewarnt und können das Abschalten bei Bedarf verschieben. Die Abschaltung kann beispielsweise durch die USV-Anlage erfolgen.

Server sollten in einem natürlich kühlen Raum positioniert werden, um zusätzliche Kühlenergieaufwendungen zu vermeiden. Die Abwärme aus Serverräumen kann während der Heizperiode genutzt werden (direkte Nutzung der Abluft in benachbarten Räumen oder durch Einbindung des Serverraums in ein kontrolliertes Lüftungssystem mit Wärmerückgewinnung).

#### 4.2.6.4 Energieeffizienz bei Elektrogeräten

Im Haushalt sowie auch in Büros sind verschiedenste Elektrogeräte im Einsatz. Hierzu sind unter anderem Geräte wie Geschirrspüler, Elektroherde und elektrische Kochfelder, Waschmaschinen und Wäschetrockner, Kühl- und Gefriergeräte sowie auch Kaffeevollautomaten anzuführen, welche die Hauptverbraucher im Haushalt darstellen.

Vielfach gibt es Kennzeichnungen, welche über den Energieverbrauch und zusätzliche Gebrauchseigenschaften (z.B. Wasserverbrauch) der Geräte Auskunft geben. Das europäische Energielabel ist eine der gebräuchlichsten Kennzeichnungen von Haushaltsgeräten und bewertet die Geräte in Energieeffizienz-Klassen. Das Label muss in den Ausstellungsräumen an den Geräten sichtbar angebracht sein.

„Das EU-Label teilt Haushaltsgroßgeräte herkömmlich in sieben Energieeffizienzklassen - von A bis G - ein. Ein Gerät der Klasse A ist besonders sparsam, während Geräte der Klasse G sehr viel Strom verbrauchen. Diese Einteilung wird auf dem Etikett mit farbigen Pfeilen dargestellt. Ohne dass sich Verbraucher in technische Details einarbeiten müssen, können sie hier sofort erkennen, wie energieeffizient ein Gerät ist. Eine Ausnahme stellen Kühl- und Gefriergeräte dar, für die zusätzlich die Energieeffizienzklassen A+ und A++ eingeführt wurden. Diese beiden Energieeffizienzklassen kennzeichnen Geräte die energieeffizienter arbeiten als Geräte der Klasse A.“ (Dena, 2009, o.S.)

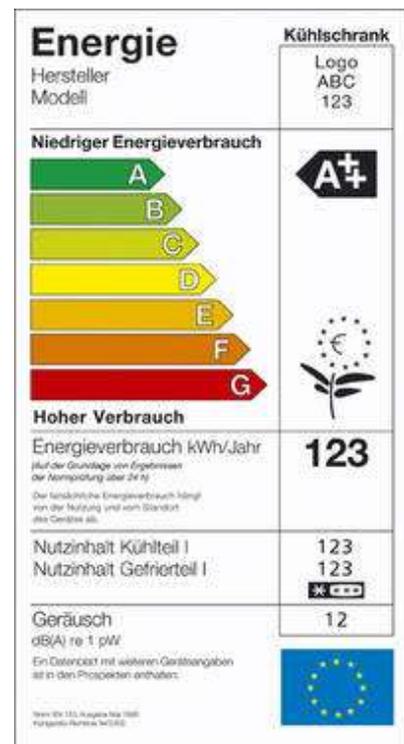


Abbildung 48: EU - Energielabel (Dena, 2009, o.S.)

Bei Neuanschaffungen sollte generell darauf geachtet werden, dass Geräte der Energieeffizienz-Klasse A (bzw. A+ / A++) eingebaut werden.

Folgende Bedingungen sollten beim Einbau von Elektrogeräten beachtet werden:

- Die Auswahl der erforderlichen Größe von Kühl- und Gefriergeräten hat auf deren Energiebedarf Auswirkung. Dies gilt auch für andere Haushalts-Elektrogeräte.
- Kühl- und Gefriergeräte sollten nicht neben einem Heizkörper, Einzelofen oder Geschirrspüler aufgestellt werden. Weiters sollte auf eine gute Durchlüftung der Rückseite des Gerätes geachtet werden. Eine Positionierung dieser Geräte in kühleren Räumen wäre vorzuziehen.
- Spezielle Geschirrspül- oder Waschmaschinen können direkt an die Warmwasserversorgung angeschlossen werden. Dies spart Strom und ist vor allem bei einer energieeffizienten Wärmebereitstellung (z.B. Solarkollektoren, Fernwärme) sinnvoll.

Durch energiebewusste Benutzung von Haushaltsgeräten können teils hohe Energieeinsparpotentiale erzielt werden. Da dies immer vom Benutzer abhängig ist, kann dies meist nur schwierig beeinflusst werden. Für Hausverwaltungen ist zu empfehlen, dass bei der Wohnungsübergabe eine „Energiefibel“ übergeben wird, um die Bewohner auf Energieeinsparpotentiale und deren positiven Auswirkungen zu sensibilisieren.

#### **4.2.7 Kühlung und Klimatisierung**

Kühl- und Klimatisierungsdienstleistungen erfahren in den vergangenen Jahren weltweit eine große Nachfragesteigerung. Die Anpassung der Innentemperatur von Gebäuden zur Komfortsteigerung während den Sommermonaten bringt unweigerlich einen höheren Elektrizitätsbedarf mit sich, da die meisten Anlagen in konventioneller Ausführung in Verbindung mit Kompressionskältemaschinen errichtet werden.

Auch auf unseren Breiten wird sich künftig eine erhöhte Nachfrage fortsetzen. Gründerzeitbauten besitzen in der Regel große Speichermassen, welche die positive Eigenschaft des Ausgleichs von sommerlichen Temperaturspitzen aufweisen. Aus diesem Grund ist in diesen Gebäudetypen der Bedarf an Klimatisierung geringer, jedoch gibt es Nutzungsbereiche, wo Klimatisierung eine zunehmende Rolle spielt. Dies ist beispielsweise bei Verwaltungs- bzw. Büroflächen sowie in Geschäfts- und Gastronomiebereichen der Fall, da dort vielfach hohe interne Wärmeeinträge durch Elektrogeräte und Personen stattfinden.

Um die Kühllasten in Gebäuden möglichst gering zu halten, sollten in erster Linie sowohl solare als auch interne Wärmeeinträge vermieden werden. Dies kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- Einsatz von Sonnenschutz
- Einsatz von energieeffizienten Elektrogeräten
- Wärmedämmung der Außenwände, Wärmeschutzverglasungen
- Nachtlüftung, um die Speichermassen während der Nacht zu regenerieren

Bei der Anwendung von konventionellen Kältebereitstellungssystemen in zentralen Aggregaten (Kompressionskältemaschinen) ist grundsätzlich darauf zu achten, energieeffiziente Kälteaggregate zu verwenden und analog zur Wärmeverteilung auch bei der Kälteverteilung entsprechende Dämmmaßnahmen an den Leitungen vorzunehmen.

Wird in einem Gebäude ein Vier-Leiter-Netz zur Wärmeverteilung verwendet, kann dieses gegebenenfalls auch zur Kälteverteilung herangezogen werden. Das durch das Kälteaggregat erzeugte Kaltwasser kann insbesondere an Fußboden- bzw. Wandheizflächen zur Kühlung von Räumen genutzt werden. Vor allem in Kombination mit Wärmepumpensystemen besteht hiermit die Möglichkeit, den Wärmepumpenkreislauf

umzukehren und somit Kaltwasser für Kühlzwecke im Gebäudebereich bereitzustellen. Die dabei anfallende Wärme wird einerseits zur Warmwasserbereitung genutzt und andererseits über das im Winterbetrieb als Wärmequelle genutzte Medium (Erdreich, Grundwasser, Luft) abgeführt. In Verbindung mit Erdwärmesonden erfolgt eine Wärmespeicherung im Erdreich, welche in der Winterperiode weitgehend wieder zu Heizzwecken genutzt werden kann.

Bei zentralen Lüftungsanlagen kann eine natürliche Kühlung der Zuluft durch einen Luft-Erdreichwärmetauscher oder einen Solekreislauf, der durch Erdreich gekühlt wird, erzielt werden. Im Winterbetrieb dienen diese Elemente zur Vorwärmung der Zuluft. Hierzu ist wiederum festzuhalten, dass zur Verlegung dieser Erdreichwärmetauscher bestimmte Freiflächen im Nahbereich des Gebäudes benötigt werden.

#### 4.2.7.1 Wärmegetriebene Kühldienstleistungen

Eine neuartige Variante der Gebäudeklimatisierung stellen wärmegetriebene Kältemaschinen dar. Anstatt von elektrischer Energie (bei Kompressionskältemaschinen) nutzen diese Anlagen Wärmeenergie als Antriebsenergie. Elektrische Energie wird lediglich zur Deckung des Hilfsenergiebedarfs benötigt. Die erforderliche Wärme zur wärmegetriebenen Klimatisierung kann durch unterschiedliche Methoden bereitgestellt werden:

- Solare Wärmebereitstellung
- Abwärme
- Fernwärme
- BHKW

Für die Anwendung von thermisch angetriebenen Kälteanlagen sprechen mehrere Punkte:

- Saisonale Gleichzeitigkeit von Kühllast und solarer Einstrahlung bzw. Wärmeüberschuss in Fernwärmenetzen
- Solarthermische Kollektoren und thermische Kältemaschinen sind am Markt verfügbar
- Beitrag zur Verringerung des Sommer-Peaks beim Strombedarf
- Vermeidung von klimarelevanten Emissionen durch Strombedarfsreduktion

Zur wärmebetriebenen Klimatisierung sind drei verschiedene Verfahren anzuführen:

**Tabelle 9: Wärmebetriebene Verfahren zur Kälteerzeugung**

	Art des Verfahrens	Sorptionsmittel	Typ. Antriebs-temperatur
<b>Adsorptionskältemaschine</b>	Geschlossen, Kaltwassererzeugung	fest	60 – 90°C
<b>Absorptionskältemaschine</b>	Geschlossen, Kaltwassererzeugung	flüssig	80 – 110°C (einstufig)
<b>Adsorptionsgestützte Klimatisierung</b>	Offen, Luftentfeuchtung-Verdunstungskühlung	fest	45 – 95°C

Das Verfahren der Absorptionskältemaschine ist die am weitesten verbreitete Technologie im Bereich der thermisch angetriebenen Kälteerzeuger. Durch eine optimale Anpassung des Kälte-/Sorptionsmittelpaares können sowohl Temperaturen oberhalb von 5°C für die Gebäudeklimatisierung als auch Temperaturen für Tiefkühlanwendungen deutlich unter 0°C erreicht werden.

Einige Hersteller bieten bereits Paketlösungen mit verschiedenen Kälteleistungen zur Anwendung im Gebäudebereich an. Als untere Leistungsgrenze ist eine Kälteleistung von 8 kW<sub>th</sub> anzuführen. Es ist zu beachten, dass wie bei Kompressionskältemaschinen auch ein Rückkühler im Außenbereich zur Abführung der anfallenden Wärmeenergie erforderlich ist.

#### **4.2.7.2 Fernkälte**

Die leitungsgebundene Kälteversorgung analog zur Fernwärmeversorgung wird bereits an mehreren Objekten in städtischen Gebieten erfolgreich durchgeführt.

Die Kälteerzeugung erfolgt zentral in Kraft-Wärme-Kopplungs – Kraftwerken, die sowohl elektrische Energie als auch Wärmeenergie gewinnen. Aus der Wärmeenergie wird durch wärmegetriebene Kälteaggregate (siehe Kapitel 4.2.7.1) Kälteenergie erzeugt, welche über ein separat verlegtes Fernkälte-Leitungsnetz zu den Abnehmern transportiert wird. Diese Art der Kältebereitstellung weist eine hohe Effizienzsteigerung im Vergleich zu dezentralen Kompressionskälteanlagen auf, da vor allem in der Sommerperiode die überschüssige Wärmeenergie aus Kraftwerksprozessen zur Deckung des stetig steigenden Kältebedarfs in Ballungszentren herangezogen werden kann.

Weitere Vorteile von Fernkälte sind die Vermeidung von klimaschädlichen Kältemitteln, welche in Kompressionskältemaschinen eingesetzt werden. Durch Fernkälte kann weiters auf Kühltürme im Außenbereich der Gebäude sowie auf Räumlichkeiten für Kälteaggregate im Gebäudeinneren verzichtet werden.

Es ist aber darauf hinzuweisen, dass bisher vor allem Großabnehmer wie Krankenhäuser und Bürokomplexe mit Fernkälte versorgt werden. Da insbesondere in Wien kein flächendeckendes Kälteversorgungsnetz angedacht ist, besteht lediglich die Möglichkeit Gebäude entlang einer Leitung zu Großabnehmern anzuschließen. Um in solchen Fällen einen Anschluß wirtschaftlich realisieren zu können, muss bei den Gebäuden eine entsprechende Kühlenergiemenge erforderlich sein, welche bei Gründerzeitgebäuden stark von der Nutzungsart und der Gebäudefläche abhängt.

## **5 Klassifizierung von Gründerzeitgebäuden (AP2)**

Hiermit wird eine Struktur geschaffen, anhand welcher Gründerzeithäuser in definierte Kategorien eingeteilt werden können. Die Einteilung in einzelne Kategorien berücksichtigt das Nutzungsprofil, bauliche Gegebenheiten und damit energetische Parameter sowie den Einsatz alternativer Energieversorgungssysteme.

### **5.1 Klassifizierung nach dem Nutzungsprofil**

Die Nutzungsart von Gründerzeitgebäuden hat Einfluss auf die anzuwendenden Sanierungsmaßnahmen. Demnach werden die betrachteten Gebäude grundsätzlich in die Kategorien „Wohngebäude“ und „Nichtwohngebäude“ unterteilt. Die Einteilung wird entsprechend der überwiegenden Nutzung des Gebäudes vorgenommen. Um eine einheitliche Klassifizierung der Gebäude zu ermöglichen, wird auf die Gliederung der „Classification of Types of Construction“ (Statistik Austria III, 2009, o.S.) zurückgegriffen, welche auf der Grundlage der 1991 von den Vereinten Nationen veröffentlichten zentralen Produktklassifikation basiert.

Der für dieses Kapitel relevante Hochbau-Auszug aus dem Dokument „Classification of Types of Construction“ ist im Anhang a) ersichtlich.

### **5.2 Klassifizierung nach der Bauweise**

Das Magistrat 19 der Stadt Wien (Architektur und Stadtgestaltung) stellt auf der Homepage der Stadt Wien einen digitalen „Kulturgutkataster“ zur Verfügung, der den Zugang zu wesentlichen Identitätsmerkmalen der Stadt ermöglicht. Das umfangreiche Kartenmaterial zeigt die kulturgeschichtliche und stadtplanerische Entwicklung Wiens von der Frühzeit bis in die Gegenwart.

Unter anderem sind die Gebäude nach den Kategorien „Bautypologie“ und „Bauperiode“ erfasst. Laut Magistrat Wien sind die Gebäude innerhalb des Gürtels vollständig erfasst, außerhalb des Gürtels sind die gründerzeitlich relevanten Stadtgebiete zum Großteil in den Kataster aufgenommen.

Die "Gebäudetypologie für den Bereich historischer Schutzzonen" dient der Erfassung der Bautypologie. Sie wurde von Herrn Dr. Kräftner in Abstimmung mit der MA 19 und dem Schutzzonenbeirat zusammen gestellt und stellt einen generalisierten Überblick über die in Wien gängigen Bautypen dar. Im Mittelpunkt stehen Wohnhäuser, nicht aber Spezialformen oder Spezialtypen. (Scheuchel, 2009, o.S.)

Entsprechend dem Kulturgutkataster werden folgende Miethaustypen der Gründerzeit ausgewiesen:

- Straßentrakter (inkl. Ecktrakter, Kopftrakter, Drei- und Viertrakter)
- Seitenflügelhaus
- Hoftrakt
- Doppeltrakter mit Verbindungstrakt
- Doppeltrakter, zweihüftiger Hoftrakt
- Durchhäuser
- Mehrhofhaus, Gruppenbauten
- Eckhaus
- Straßenhof

Diese Typen stellen jene Gebäudekategorien dar, welche für die bauliche Klassifizierung von Gründerzeithäusern am bedeutendsten sind.

Diese Gebäudekategorien können in Hinsicht auf die energetische Sanierung von Gründerzeithäusern entsprechend folgender relevanter Faktoren zusammengefasst werden:

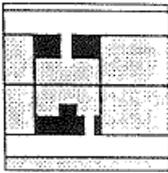
- Flächenverhältnis der gegliederten straßenseitigen Fassade (S) zur hofseitigen Fassaden (H). Die Werte ergeben sich (vorläufig) aus Abschätzungen.
- Innenhofüberdachungen zum Zwecke der Reduktion des Heizenergiebedarfes
- Häufigkeit der Gebäudekategorie
- Verhältnis Außenwandflächen (A) zu Volumen (V). Die Werte ergeben sich aus Abschätzungen. Es wird von Bruttomaßen ausgegangen.

### 5.2.1 Straßentrakter (inkl. Ecktrakter, Kopftrakter, Drei- und Viertrakter)

W	Wohnbauten
W3	Die Miethaustypen seit der Gründerzeit
W3.1.	Straßentrakter

Straßentrakter
----------------



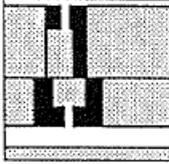
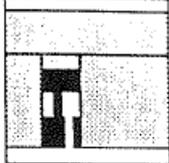
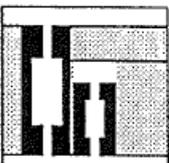
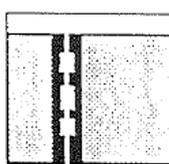
Diese am häufigsten vorkommende Gebäudekategorie erweist sich als bedeutend, da sie eine meist aufwendig gegliederte Fassade auf der Straßenseite und eine eher dezent ausgeführte Hoffassade aufweist. Vereinzelt gibt es hofseitig einen zum Straßentrakt parallel errichteten Hoftrakt, dessen Fassaden ohne aufwendige Gestaltung ausgeführt sind.

Flächenverhältnis  $S : H = \sim 1$

Da bei diesem Bautyp geringe Außenwandflächen an benachbarte Gebäude angrenzen, ist das Verhältnis  $A/V$  relativ groß.

Die dahinter liegenden Hofflächen sind meist nicht begrünt und weisen unterschiedliche Größen auf. Eine Hofüberdachung ist in vielen Fällen technisch möglich.

## 5.2.2 Verzweigte Gebäudetypen (Seitenflügelhaus, Doppeltrakter mit Verbindungstrakt, Doppeltrakter bzw. zweihüftiger Hoftrakt, Durchhäuser)

W W3 W3.2.	Wohnbauten Die Miethaustypen seit der Gründerzeit Seitenflügelhaus	
Seitenflügelhaus		
W W3 W3.3.	Wohnbauten Die Miethaustypen seit der Gründerzeit Doppeltrakter mit Verbindungstrakt	
Doppeltrakter mit Verbindungstrakt		
W W3 W3.4.	Wohnbauten Die Miethaustypen seit der Gründerzeit Doppeltrakter, zweihüftiger Hoftrakt	
Doppeltrakter, zweihüftiger Hoftrakt		
W W3 W3.5.	Wohnbauten Die Miethaustypen seit der Gründerzeit Durchhäuser	
Durchhäuser		

Diese Gebäudekategorien können aufgrund ihrer kompakten Bauweise mit hohen Anteilen der an Nachbargebäude anliegenden Außenwandflächen zusammengefasst werden. Daraus ergibt sich ein günstiges  $A/V$  – Verhältnis, welches sich auf einen geringeren Heizwärmebedarf auswirkt. Durch enge Höfe ergibt sich teilweise ein geringer Tageslichteinfall. Diese Hofgestaltung wirkt sich jedoch positiv auf die mögliche Errichtung von Hofüberdachungen aus.

Flächenverhältnis  $S : H = < 0,5$

Im Allgemeinen sind die der Straßenseite abgewandten Fassadenflächen einfacher ausgeführt.

Diese Gebäudezusammenfassung umfasst den Großteil der Gründerzeithäuser in städtischen Gebieten.

Eine sinnvolle Festlegung der thermischen Hülle der Gebäudebereiche bei „Doppeltraktern mit Verbindungstrakt“ hat gegebenenfalls eine positive Auswirkung auf den Heizwärmebedarf.

„Durchhäuser“ werden aufgrund ihrer ähnlichen Flächen- bzw. Volumen- Verhältnisse auch in diese Gruppe aufgenommen. Sie sind jedoch im Vergleich zu den anderen in dieser Gruppe zusammengefassten Gebäudekategorien nur sehr selten vertreten.

### 5.2.3 Eckhäuser und freistehende Gebäude

W	Wohnbauten
W3	Die Miethaustypen seit der Gründerzeit
W3.7.	Eckhaus

Eckhaus
---------



Das Eckhaus ist im Grundriss sowie in seiner deutlich artikulierten Fassadenausbildung ein bedeutender Träger der architektonischen Ideen der Gründerzeit.

Vielfach sind keine Innenhöfe vorzufinden. Für die Belichtung von innenliegenden Räumlichkeiten sorgen meist einzelne Lichtschächte. Dies ergibt ein sehr hohes Flächenverhältnis S : H.

Lichtschächte können vorteilhaft mit einer Überdachung versehen werden.

Das A/V – Verhältnis ist meist relativ hoch, da große Außenwandflächen aufgrund der Eckbebauung vorliegen. Auch bei freistehenden Gebäuden aus der Gründerzeit sind die geschilderten Verhältnisse ähnlich.

Durch die aufwendige Gestaltung der Außenwände ist eine Innenwanddämmung obligatorisch.

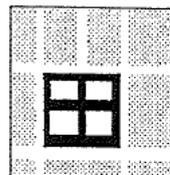
Die Bautypkategorie „Straßenhof“, welche durch große nach der Straßenseite geöffnete Höfe gekennzeichnet sind, ist mit „Eckhäusern“ vergleichbar.

### 5.2.4 Nicht behandelte Gebäudekategorien aus der Gründerzeit

W	Wohnbauten
W3	Die Miethaustypen seit der Gründerzeit
W3.6.	Mehrhofhaus, Gruppenbauten

Mehrhofhaus, Gruppenbauten
----------------------------



Diese Nobelmiethäuser stellen gesamte (Wohn-)Baublocks dar. Sie sind insbesondere in Bereichen der Ringstraße vorzufinden und weisen im Vergleich zu anderen Gebäudekategorien eine sehr geringe Häufigkeit auf.

Der architektonische Aufbau dieser Gebäude besteht im Wesentlichen aus (sich wiederholenden) Grundzügen der bereits in den vorigen Punkten erwähnten Gebäudekategorien, welche zu gesamten Baukomplexen zusammengefügt wurden und durch einheitliche Fassadengestaltungen nach außen hin ein homogenes Erscheinungsbild aufweisen.

Aufgrund der angeführten Aspekte wird die Gebäudekategorie „Mehrhofhaus, Gruppenbauten“ im Zuge dieses Projektes nicht näher betrachtet.

## **5.3 Klassifizierung nach dem Heizwärmebedarf (HWB)**

Der Heizwärmebedarf von Gründerzeitgebäuden hängt im Wesentlichen von der Bausubstanz (Wärmeschutzeigenschaften der Bauteile in der Gebäudehülle, Luftdichtigkeit der Gebäudeöffnungen) und dem A/ V – Verhältnis ab.

Im Allgemeinen ist die Bausubstanz von gründerzeitlichen Bestandsgebäuden einheitlich und unterscheidet sich bei den Gebäuden nicht maßgeblich (vgl. Kapitel 3.2.1).

Daraus ergibt sich, dass der HWB hauptsächlich von dem A/ V – Verhältnis abhängt und dieser Aspekt bereits in der Klassifizierung nach der Bauweise eingeflossen ist, wird keine eigene Einteilung nach dem HWB vorgenommen.

## **5.4 Klassifizierung nach dem Einsatz alternativer Energieversorgungssysteme**

### **5.4.1 Solare Energienutzung**

Die Nutzung von Solarenergie zur Wärmebereitstellung bzw. zur Elektrizitätserzeugung setzt geeignete Flächen mit entsprechender südorientierter Ausrichtung ohne Verschattung über den gesamten Jahresverlauf voraus. Je nach Dimensionierung der Anlage (abhängig von Faktoren wie z.B. ausschließliche Warmwasserbereitung, teilsolare Raumwärmebereitstellung, elektrische Nennleistung von Photovoltaikanlagen) werden unterschiedliche Größen dieser Flächen benötigt.

Als Richtwert für eine Solarthermieanlage zur ausschließlichen Warmwasserbereitstellung bei Mehrfamilienhäusern mit 10 bis 15 Wohnungen ist eine südorientierte, mit geringen Leitungslängen erschließbare (Dach-)Fläche von mindestens 50 m<sup>2</sup> erforderlich. Wird zusätzlich eine teilsolare Raumwärmebereitstellung in Erwägung gezogen, muss die Fläche entsprechend erhöht werden. Auch für die Installation einer Photovoltaikanlage sind südorientierte (Dach-)Flächen nötig.

Um die Nutzung dieser Systeme bestimmen zu können, wird das Kriterium „Südorientierte Dachfläche ohne Verschattung >50 m<sup>2</sup>“ definiert.

### **5.4.2 Wärmepumpensystem**

Wird die Nutzung konventioneller elektrisch betriebener Wärmepumpensysteme mit den Wärmequellen Erdreich bzw. Luft angedacht, so sind nachfolgende Punkte zu berücksichtigen.

Die Verwendung von Flächenkollektoren bei Gründerzeithäusern wird aufgrund des hohen Flächenbedarfs an unbefestigten Grünflächen und der mit der Errichtung verbundenen umfangreichen Bautätigkeit ausgeschlossen.

Wird Außenluft als Wärmequelle eines Wärmepumpensystems gewählt, ist keine wesentliche Einschränkung anzuführen. Diese Technologie kann daher allgemein eingesetzt werden.

Für die Errichtung von Erdwärmesonden sind für Bohrgeräte zugängliche Freiflächen im Gebäudeumfeld erforderlich. Dies gilt ebenso für die Verwendung von Grundwasser als Wärmequelle. Auch für diese Technologien sind bestimmte Freiflächen (jedoch wesentlich geringer als bei Flächenkollektoren), welche sich durch die Sonden- bzw. Brunnenabstände ergeben, erforderlich. Zur Errichtung von Elementen zur Erdwärmenutzung ist in jedem Einzelfall eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich, welche über die Zulässigkeit der Errichtung bestimmt. Als Kriterium für die Nutzung von Erdwärme für Wärmepumpensysteme wird eine „Zugängliche Freifläche für Erdbohrungen von mindestens 200 m<sup>2</sup>“ definiert.

### **5.4.3 Biomasse – Heizanlage**

Für die Anwendung von Biomasse – Heizanlagen zur Deckung des Heiz- und Warmwasserbedarfes von Gründerzeitgebäuden sind die Anlieferung und die benötigten Lagerflächen ausschlaggebende Kriterien.

Die ungehinderte Anlieferung von Pellets durch LKWs ist Voraussetzung. Die Entfernung des Pellets-Lagerortes darf den Bereich von ca. 30 Meter vom Lkw-Halteplatz (Einblasung der Pellets mittels Schlauch) nicht überschreiten. Bei der Anlieferung von Hackgut mittels LKW-Kippmulde muss die Befüllung direkt in den Lagerort erfolgen können. Einige Hackgutlieferanten sind mit Hackgut – Pumpen ausgerüstet, mit denen eine einfachere Anlieferung des Biomasse – Brennstoffs möglich ist. Es muss jedoch auch hier eine maximale Schlauchlänge von ca. 15 Meter berücksichtigt werden.

Weiters müssen genügend Flächen für die Pellets- oder Hackgutbevorratung (Kellerräumlichkeiten oder auch externe Behälter möglich) in der Nähe des Heizraumes vorhanden sein.

Es wird somit für die Anwendung von Biomasse – Heizanlagen das Kriterium „Anlieferung und Lagerung von Biomasse möglich“ definiert.

### **5.4.4 Fernwärme**

Die Heizwärme- und Warmwasserversorgung mittels Fernwärme setzt einen Fernwärmeanschluss an ein öffentliches Fernwärmenetz voraus.

Um einen Anschluss möglichst kostengünstig zu erhalten, kann davon ausgegangen werden, dass pro Gebäude die Leitungsentfernung zu einer Primär- bzw. Sekundärleitung den Bereich von 50 Meter nicht überschritten werden soll. Günstig ist es, mehrere Gebäude einer Straße (Gasse) an das Netz anzuschließen, da so die Anschlussleitungslängen addiert werden können und somit längere Anschlussleitungen mit entsprechenden Wärmeleistungskapazitäten abzudecken.

Im Zuge der Anschlussauslegung muss auch vom Fernwärmenetzbetreiber geprüft werden, ob ausreichend Leistungskapazitäten im vorhandenen Netzbereich vorliegen.

Als Kriterium für einen Fernwärmeanschluss wird somit die „Anschlussleitungslänge <50 Meter“ angeführt.

## 5.5 Darstellung der Klassifizierung von Gründerzeitgebäuden

Zusammenfassend erfolgt eine übersichtliche Darstellung der Klassifizierungsmerkmale, welche in den vorangegangenen Kapiteln definiert wurden. Anhand dieser Merkmale können zu betrachtende Gründerzeitgebäude entsprechend einer energetischen Voranalyse eingeteilt werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass beim Klassifizierungsmerkmal „Alternative Energieversorgungssysteme“ mehrere mögliche Optionen auf ein betrachtetes Objekt anwendbar sind. Die Klassifizierung eines fiktiven Gründerzeitgebäudes ist in nachfolgender Abbildung ersichtlich.

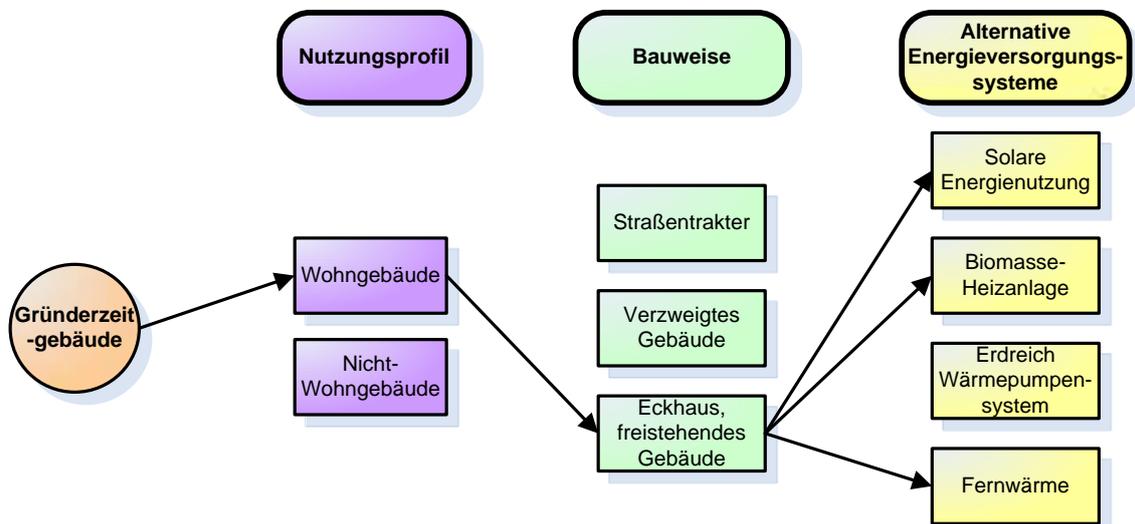


Abbildung 49: Klassifizierung eines Gründerzeitgebäudes entsprechend der definierten Klassifizierungsmerkmale

## 6 Identifikation der Objekte für die Referenzgruppe (AP4)

Die Referenzgruppe dient zur weiteren Analyse von Gründerzeithäusern. Entsprechend der geschaffenen Struktur zur Klassifizierung von Gründerzeithäusern beinhaltet die Referenzgruppe, Objekte gemäß folgender Klassifizierungsmerkmale:

- Klassifizierung nach dem Nutzungsprofil
- Klassifizierung nach der Bauweise

Die Referenzgruppe beinhaltet 25 Objekte, ausgewählt anhand der entsprechenden Klassifizierungsmerkmale.

Entsprechend der ausgewählten Objekte ergibt sich folgende Verteilung gemäß der Klassifizierung nach der Bauweise:

Klassifizierung nach der Bauweise	Anzahl an Objekten
Straßentrakter (inkl. Ecktrakter, Kopftrakter, Drei- und Viertrakter)	6
Verzweigte Gebäudetypen (Seitenflügelhaus, Doppeltrakter mit Verbindungstrakt, Doppeltrakter bzw. zweihüftiger Hoftrakt, Durchhäuser)	9
Eckhäuser und freistehende Gebäude	10

**Tabelle 10: Aufteilung der Referenzobjekte gemäß der Bauweise**

Eine detaillierte Liste der betrachteten Objekte befindet sich im Anhang.

## 7 Analyse Referenzgruppe (AP5)

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Bestandsanalyse der Referenzgruppe dargestellt. Die einzelnen Objekte der Referenzgruppe wurden aus baulicher, wärmetechnischer und haustechnischer Sicht hinsichtlich einer anschließenden Sanierung analysiert.

### **Anforderungen des Bundesdenkmalamt (BDA) an eine Sanierung von Gründerzeitgebäude:**

An denkmalgeschützten Gebäuden ist eine Veränderung der Fassadenflächen nicht zulässig. Bei einer Außenwanddämmung von nicht gegliederten Außenwänden muss bei einer Umsetzung darauf geachtet werden, dass auch diese Fassadenflächen dem ursprünglichen Erscheinungsbild entsprechen. Sind schützenswerte Scheiben (geblasene Fensterscheiben) in den Kastenfenstern vorhanden, dürfen diese nicht ausgetauscht werden. Etwaige Folien zum Wärmeschutz dürfen dann angewendet werden, wenn

nachgewiesen werden kann, dass diese ohne Rückstände wieder entfernt werden können. Fensterreparaturen an geschützten Fenstern (Verbesserung der Dichtheit,...) sind erlaubt. Jede Umsetzungsmaßnahme muss mit dem Denkmalamt abgesprochen werden.

#### **Denkmalschutz innerhalb der Referenzgruppe:**

Innerhalb der Referenzgruppe stehen 2 Objekte unter Denkmalschutz. An diesen Objekten sind Veränderungen am Erscheinungsbild nicht zulässig. 5 Objekte der Referenzgruppe befinden sich innerhalb einer Schutzzone. Im Zuge einer Sanierung dieser Objekte muss eine Abstimmung mit dem Bundesdenkmalamt erfolgen.

### **7.1 Bauliche Gegebenheiten der Referenzobjekte**

Gründerzeitgebäude in Wien sind typischerweise Mehrparteien Wohnhäuser. Die Objekte der Referenzgruppe weisen üblicherweise eine Wohnnutzung auf. Typischerweise findet man im Erdgeschoß oftmals Geschäfts- oder Gastronomielokale vor. In der Referenzgruppe wurden 25 Objekte mit einer durchschnittlichen Wohnungsanzahl von 16 Wohn- und 2 Nicht-Wohneinheiten betrachtet. In Abhängigkeit der Gebäudeklasse ergibt sich daraus folgende Verteilung:

<b>Gebäudeklasse</b>	<b>Wohneinheiten</b>	<b>Nichtwohneinheiten</b>
Verzweigte Gebäude	18	4
Eckhäuser	15	1
Straßentrackter	15	1

**Tabelle 11: Durchschnittliche Wohn- bzw. Nichtwohneinheiten je Gebäudeklasse der Referenzgruppe**

Die konditionierte Brutto- Grundfläche ist für die Berechnung des Energieausweises erforderlich. Diese umfasst die konditionierte Fläche innerhalb eines Gebäudes.

Die durchschnittliche konditionierte Bruttogrundfläche der Referenzgruppe in den jeweiligen Gebäudeklassen ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Gebäudeklasse	Bruttogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	Stiegenhausfläche [m <sup>2</sup> ]	Außenwandfläche [m <sup>2</sup> ]
Verzweigte Gebäude	2.765	306	1.322
Eckhäuser	2.091	195	1.069
Straßentrakter	1.488	181	704

**Tabelle 12: Durchschnittliche Bruttogrundfläche und Stiegenhausfläche je Gebäudeklasse der Referenzgruppe**

Die durchschnittliche Fassadenfläche verzweigter Gründerzeitgebäude beträgt 890m<sup>2</sup>. Aufgrund der Bauform dieser Gebäude weisen diese über 294m<sup>2</sup> straßenseitiger Fassade und 596m<sup>2</sup> hofseitiger Fassade auf. Das durchschnittliche S/H Verhältnis der Referenzgruppe beträgt somit 0,49. Die Fensterflächen dieser Objekte belaufen sich auf durchschnittlich 207m<sup>2</sup>.

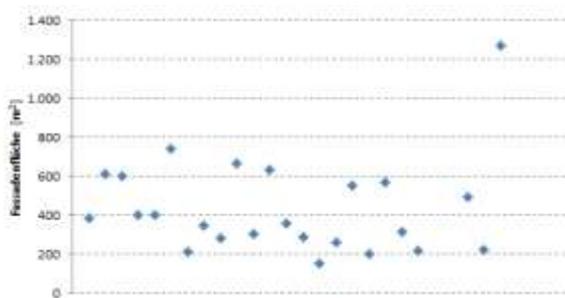
Eckhäuser verfügen über durchschnittlich 851m<sup>2</sup> Fassadenflächen. Diese Objekte sind gekennzeichnet durch große straßenseitige Fassadenflächen. Im Durchschnitt haben diese über 607m<sup>2</sup> Straßenseitige Fassade und 244m<sup>2</sup> Hoffassade. Daraus ergibt sich in dieser Gebäudeklasse ein S/H Verhältnis von 2,5. Die durchschnittliche Fensterfläche dieser Objekte beträgt 202m<sup>2</sup>.

Straßentrakter sind durch einfache Grundrisse gekennzeichnet. Häufig verfügen diese Objekte über einen kleinen Hoftrakt. Die durchschnittliche Fassadenfläche dieser Objekte beträgt 766m<sup>2</sup> wodurch diese Objekte die geringsten Fassadenflächen aufweisen. Die durchschnittliche straßenseitige Fassadenfläche dieser Objekte beträgt 289m<sup>2</sup>. Hofseitig beträgt die durchschnittliche Fassadenfläche 477m<sup>2</sup> woraus sich ein S/H Verhältnis von 0,6 ergibt. Durchschnittlich verfügen diese Objekte über 153m<sup>2</sup> Fensterflächen.

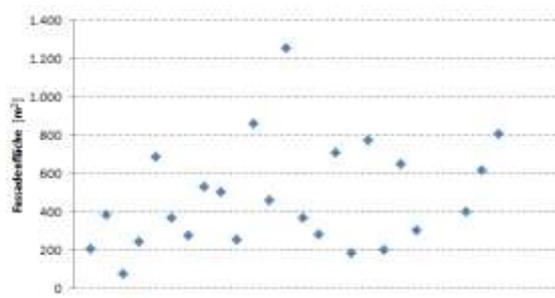
Gebäudeklasse	straßenseitig		hofseitig		S/H Verhältnis
	Fassadenfläche [m <sup>2</sup> ]	Fensterfläche [m <sup>2</sup> ]	Fassadenfläche [m <sup>2</sup> ]	Fensterfläche [m <sup>2</sup> ]	
Verzweigte Gebäude	294	77	596	130	0,49
Eckhäuser	607	155	244	47	2,5
Straßentrakter	289	86	477	67	0,6

**Tabelle 13: Durchschnittliche Fassaden und Fensterflächen je Gebäudeklasse der Referenzgruppe**

In den folgenden Diagrammen sind die Fassadenflächen der einzelnen Objekte in der Referenzgruppe dargestellt.



**Abbildung 50: Straßenseitige Fassadenfläche Referenzgruppe**



**Abbildung 51: Hofseitige Fassadenfläche Referenzgruppe**

Verzweigte Gebäude sind aufgrund der Bauweise mit durchschnittlich 2.765 m<sup>2</sup> Bruttogrundfläche die größten Objekte. Häufig sind Trakte über Stiegenhäuser miteinander verbunden wodurch auch die Stiegenhaus- Flächen dieser Objekte die Flächen der anderen Kategorien flächenmäßig deutlich übersteigt. Verzweigte Gebäude sind durch große Außenwandflächen speziell durch große Hoffassadenflächen gekennzeichnet.

Eckhäuser haben aufgrund der Bauform eine etwas geringere Bruttogrundfläche. Im Vergleich zu Verzweigten Gebäuden sind Eckhäuser durch große straßenseitige Fassadenflächen gekennzeichnet.

Die Straßentrakter verfügen meist nur über einen Straßentrakt wodurch die durchschnittliche Bruttogrundfläche im Vergleich zu den anderen Objekten deutlich geringer ist. Aufgrund der in den Stockwerken üblicherweise durchgehenden Stiegenhäuser weisen diese Objekte die größten Stiegenhausflächen bezogen auf die Bruttogrundfläche auf. Die durchschnittliche Fassadenfläche bei diesen Objekten ist im Vergleich zu den anderen Klassen deutlich geringer. Das Verhältnis von Straßen- zu Hoffassaden ist bei diesen Objekten oftmals nahezu 1 jedoch kommt bei einigen Objekten ein kleiner Hoftrakt hinzu, wodurch die durchschnittliche Hoffassade etwas höher ist.

Das A/V Verhältnis gibt Auskunft über die Kompaktheit von Gebäuden. Das durchschnittliche A/V Verhältnisse der einzelnen Gebäudeklassen ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Gebäudeklasse	A/V Verhältnis
Verzweigte Gebäude	0,40
Eckhäuser	0,38
Straßentrackter	0,42

**Tabelle 14: Durchschnittliches A/V Verhältnis je Gebäudeklasse der Referenzgruppe**

Das durchschnittliche A/V Verhältnis der einzelnen Gebäudeklassen schwankt zwischen 0,38 und 0,42. Die absoluten Werte des A/V- Verhältnisses der einzelnen Objekte sind in der folgenden Grafik in aufsteigender Reihenfolge dargestellt. Diese schwanken zwischen 0,29 und 0,55.

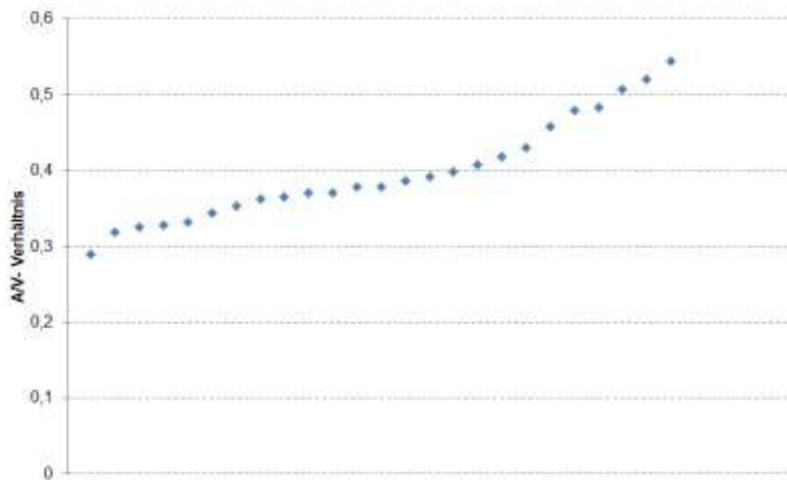


Abbildung 52: A/V- Verhältnis der Referenzobjekte

Der resultierende Heizwärmebedarf unsanierter Gründerzeitgebäude wird in erster Linie durch diese Kenngröße bestimmt. In der folgenden Abbildung ist dieser Zusammenhang aus den Ergebnissen der Referenzgruppe dargestellt. Einzelne Abweichungen ergeben sich durch bereits teilweise durchgeführte Sanierungsmaßnahmen.

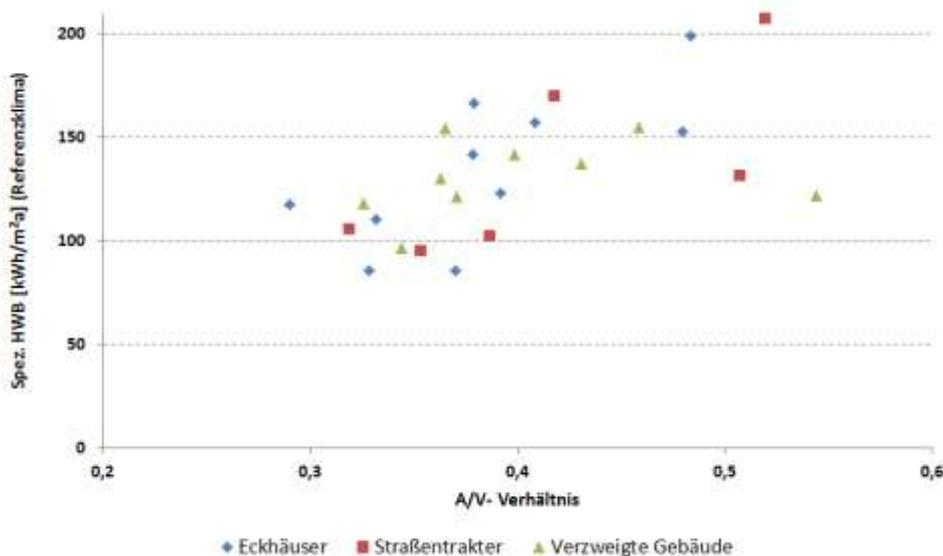


Abbildung 53: Gegenüberstellung A/V Verhältnis und Heizwärmebedarf der Referenzobjekte

## 7.2 Bautechnische Analyse der Referenzobjekte

Für die ausgewählten Referenzobjekte erfolgte als Grundlage der weiteren Energiekennzahlberechnung und Ausarbeitung von möglichen Maßnahmen eine Begehung aller Objekte zur Erfassung der baulichen Gegebenheiten. Die dabei vorgefundenen wesentlichen baulichen Merkmale sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Kategorie	Objekt	BGF [m <sup>2</sup> ]	Außenbauteile	Feuermauern	Fenster	Oberste Geschosßdecke	Kellerdecke	HWB- Referenz
VG	Referenzobjekt 1	4.897	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	ausgebautes Dachgeschoss	Platzldecke, tw. erneuerte Fußböden	96,8
EH	Referenzobjekt 2	2.058	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	ausgebautes Dachgeschoss	Platzldecke, tw. ged. Garagendecke	85,8
EH	Referenzobjekt 3	1.985	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Doppelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	110,5
ST	Referenzobjekt 4	1.868	Vollziegelwände	Vollziegelwände	sanierte Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	ausgebautes Dachgeschoss	Platzldecke, tw. erneuerte Fußböden	105,4
ST	Referenzobjekt 5	1.939	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Doppelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	169,8
EH	Referenzobjekt 6	1.730	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Doppelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	157,3
VG	Referenzobjekt 7	1.046	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Tramdecke	Platzldecke	118,1
VG	Referenzobjekt 8	1.530	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster	Doppelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	154,6
VG	Referenzobjekt 9	1.747	Vollziegelwände	Vollziegelwände	sanierte Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Doppelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, tw. erneuerte Fußböden	154,9
EH	Referenzobjekt 10	1.508	Vollziegelwände	Vollziegelwände	sanierte 2-Scheiben Isolierglasfenster	Tramdecke, Pflaster	Platzldecke	141,7
VG	Referenzobjekt 11	2.574	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Doppelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	121,7
EH	Referenzobjekt 12	2.044	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, Ateliervergl. (unged. Stahlrahmen)	Tramdecke	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	166,5
VG	Referenzobjekt 13	2.510	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise	Doppelbaumdecke,	Platzldecke, Schüttung,	137,6

					sanierte Isolierglasfenster	Schüttung, Platten	Bretterboden	
VG	Referenzobjekt 14	1.317	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Tramdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	142,1
ST	Referenzobjekt 15	1.013	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	ged. Sparrendach, Terrasse: Dippelbaum gedämmt	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	102,1
ST	Referenzobjekt 16	1.390	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster, Ateliervergl. (unged. Stahlrahmen)	Tramdecke	Platzldecke	207,0
EH	Referenzobjekt 17	2.228	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Dippelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	85,9
VG	Referenzobjekt 18	1.589	Vollziegelwände	Vollziegelwände	sanierte 2-Scheiben Isolierglasfenster	ausgebautes Dachgeschoss	Platzldecke	122,1
EH	Referenzobjekt 19	1.612	Vollziegelwände	Vollziegelwände	tw. sanierte Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	ged. Sparrendach, Terrasse: Stb gedämmt	Platzldecke, tw. Stahlbetondecke	123,4
ST	Referenzobjekt 20	1.712	Vollziegelwände	Vollziegelwände	sanierte Isolierglasfenster	ged. Sparrendach, Terrasse: Stb gedämmt	Platzldecke, tw. Stahlbetondecke	95,0
ST	Referenzobjekt 21	1.008	Vollziegelwände	Vollziegelwände	sanierte Isolierglasfenster	ged. Sparrendach, Terrasse: Stb gedämmt	Dippelbaumd., darüber Stb-Decke	131,6
VG	Referenzobjekt 22	7.671	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Dippelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	130,4
EH	Referenzobjekt 23	773	Vollziegelwände	-	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Hourdisdecke, tw. Tramdecken	Hourdisdecke, tw. Platzldecken	198,8
EH	Referenzobjekt 24	1.103	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Dippelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	152,7
EH	Referenzobjekt 25	5.873	Vollziegelwände	Vollziegelwände	Kastenfenster, teilweise sanierte Isolierglasfenster	Dippelbaumdecke, Schüttung, Platten	Platzldecke, Schüttung, Bretterboden	117,5

Aufgrund dieser Begehungen können für die wesentlichen Bauteile der Gebäudehülle folgende bautechnische Grundlagen zusammengefasst werden.

### **7.2.1 Außenbauteile**

Die Außenwände bestehen durchwegs aus Ziegelwänden im wesentlichen Vollziegelmauern aus altem Wiener Ziegelformat. Die Mauerdicken schwanken dabei zwischen 30 und 63 cm. Die straßenseitigen Außenwände weisen dabei durchwegs Gliederungselemente im Bereich der Fenster auf bzw. waren die Fassaden geschützt. Die Hoffassaden sind mit wenigen Ausnahmen als glatte schmucklose Fassaden ausgeführt, an denen auch ein außenliegender Wärmeschutz ausgeführt werden kann.

### **7.2.2 Feuermauern**

Die Feuermauern bestehen wie die Außenwände aus Ziegelwänden des alten Wiener Formats. Die Mauerdicken sind durch den Anbau an andere Gebäude mit Dicken von üblicherweise 30 cm ausgeführt. Über den Bestand der Nachbargebäude hinausragende Feuermauern sind dem Zweck entsprechend außenseitig verputzt und können bei den Verbesserungsmaßnahmen mit einer Außendämmung unter Berücksichtigung der nachfolgend noch zu erläuternden Probleme des Überganges zwischen Außen- und Innendämmung ausgeführt werden.

### **7.2.3 Fenster**

Zum überwiegenden Teil bestehen die Fenster aus alten Kastenfenstern, die zum Teil einen sehr unterschiedlichen Erhaltungszustand und Sanierungsgrad aufweisen. In den Hoffassaden waren auch relativ häufig schon getauschte Fenster der unterschiedlichsten Konstruktionen (Holzrahmenfenster bis Kunststofffenster) vorhanden. Grundsätzlich ist zu den Fenstern festzustellen, dass der Zustand bzw. auch die Art der Fenster in einer großen Bandbreite variiert, und ein Fenstertausch oft auch nur wohnungsweise bei wenigen Fenstern und nicht konsequent in der gesamten Fassade durchgeführt wurde.

### **7.2.4 Oberste Geschoßdecke**

Mit Ausnahme der wenigen Objekte die schon ein ausgebautes Dachgeschoß aufweisen, waren die obersten Geschoßdecken zu Kaltdachräumen zum überwiegenden Teil als Dippelbaumdecken oder Tramdecken mit einer oberseitigen Beschüttung und Steinplattenbelag ausgeführt. Die Dachräume waren überwiegend als trocken zu bezeichnen, sodass keine offensichtlichen Durchfeuchtungen und Schäden an Trämen vorhanden waren.

### **7.2.5 Kellerdecken**

Die Kellerdecken zum Erdgeschoß hin waren zum überwiegenden Teil Platzdecken (Ziegelkappendecken zwischen Stahltraversen) mit an der Oberseite ausgeführten Beschüttung und Bodenbelag (Bretterboden auf Polsterhölzern). Je nach Nutzung waren die Böden zum Teil auch schon neu (schwimmende Estriche) und mit Wärmedämmung saniert.

### **7.2.6 Details**

Hinsichtlich der thermischen Sanierung und Einbau von Wärmedämmungen waren folgende Überlegungen anzustellen:

### **7.2.7 Fassaden**

Da die Straßenfassaden überwiegend Gliederungen aufweisen und zum Teil denkmalgeschützt sind, ist die Möglichkeit der Ausführung einer Außendämmung auszuschließen. Es sollen somit nur Innendämmungen zur Anwendung kommen, mit deren Ausführung eine Reihe bauphysikalischer Probleme einhergehen. Da Innendämmungen (Mineralwolle) mit Vorsatzschalen die Ausführung einer raumseitigen Dampfsperre erfordern und es sehr schwierig ist, diese dampfdicht herzustellen bzw. vor nachträglicher Beschädigung zu schützen, wurden für die weiteren raumseitigen Innendämmungen die Ausführung von Calciumsilikatplatten angenommen. Diese Wärmedämmung kann ohne Dampfsperre verlegt werden. Da es hinsichtlich des Diffusionsverhaltens keine Normenregelungen gibt, ist es bei größeren Wärmedämmdicken empfehlenswert, einen Nachweis der Feuchtetransportvorgänge durch dynamische Simulationsrechnungen zu führen. Weiters ist beim Deckenanschluss zu beachten, dass durch Verschiebung des Taupunktes in der Wand an den Balkenköpfen von Tramdecken durch eindiffundierende Feuchtigkeit Kondensat entstehen kann. Diese Gefahr ist mit zunehmender Wärmedämmdicke größer. Es wurde daher die Dicke der Innenwärmedämmung mit 10 cm beschränkt, wodurch jedoch der Senkung des Heizwärmebedarfes Grenzen gesetzt sind. An den meist nicht gegliederten und geschützten Hoffassaden ist zum Großteil die Ausführung einer Außenwärmedämmung möglich und zweckmäßig. Damit ergibt sich allerdings die Problematik, dass im Übergang zu angebauten Feuermauern, für deren Verbesserung auch nur die Ausführung einer Innenwärmedämmung möglich ist, Wärmebrücken entstehen. Diesen Wärmebrücken kann durch Öffnung der Randbereiche der Feuermauerfuge und Einbau von hochwertigen Dämmstoffen entgegengewirkt werden.

### **7.2.8 Fenster**

Für die straßenseitigen Fassaden besteht meist die Forderung, dass die vorhandenen Kastenfenster zumindest in der Außenansicht erhalten bleiben müssen. Eine Verbesserung des Wärmeschutzes ist meist nur durch Austausch der inneren Flügel und Einbau einer Zweischeiben-Isolierverglasung möglich. Weiters ist bei Ausführung der Innenwärmedämmung auch darauf zu achten, dass die Innendämmung in Parapet, Sturz

und Leibungen bis zum Anschluss der verbesserten Fensterebene geführt wird, um Wärmebrücken zu vermeiden. Die Einbausituation der Fenster wurde dabei in den Machbarkeitsstudien der Objekte Novaragasse 49 und Argentinierstraße 58 näher untersucht und es wird auf diese Berichte, welche sich im Anhang befinden, verwiesen.

### 7.3 Haustechnische Analyse der Referenzobjekte

In Objekten erbaut vor 1919 werden 72% der Hauptwohnsitzwohnungen mit Wohnungszentralheizungen versorgt. 42% der Hauptwohnsitze der selbigen Gruppe werden mit Einzelöfen versorgt. Betrachtet man den eingesetzten Energieträger in Hauptwohnsitzwohnungen erbaut vor 1919, so werden 70% der Wohnungen mit Erdgas versorgt. Etwa 9% der bestehenden Wohnungen werden mit Heizöl versorgt. [Statistik Austria I]

Ein Vergleich der statistischen Daten über Gebäude erbaut vor 1919 mit den untersuchten Objekten der Referenzgruppe zeigt ein sehr ähnliches Bild. In 20 Objekten der Referenzgruppe liegen Unterlagen über die Wärmeversorgung einzelner Wohnungen vor. In 19 Objekten der Referenzgruppe wird Erdgas als Hauptenergieträger für die Wärmeversorgung verwendet. Lediglich 1 Objekt wird derzeit mit Fernwärme versorgt.

Einzelöfen mit Heizölfeuerung sind in 2 Objekten bekannt. In 5 Objekten erfolgt eine teilweise Wärmeversorgung mit elektr. Energie.

Da im Zuge der Analyse nicht für alle Objekte diese Daten erhoben werden konnten, wird für die energetische Betrachtung von einer 100%igen Wärmeversorgung mit Erdgas ausgegangen. In 95% der bekannten Objekte wird Erdgas als Hauptenergieträger eingesetzt.

Als Wärmeerzeuger kommen hauptsächlich Kombithermen zum Einsatz. Die Wärmeverteilungen sind gründerzeittypisch in den Wänden verlegt und verfügen über keinerlei Dämmung woraus sich hohe Verluste in diesem Bereich ergeben. Für die Wärmeeinbringung in die Wohnungen sind Radiatoren häufig unter Fenster angebracht. Diese Radiatoren sind meist für ein Hochtemperaturheizungssystem ausgelegt. Die Lüftung erfolgt in allen Objekten mittels Fensterlüftung.

Die Heizlast der Gebäude in der Referenzgruppe beträgt im Durchschnitt 207kW. Dieser Wert wurde anhand des jährlichen Wärmebedarfs und durchschnittlichen Volllaststunden von 1.500 h/a ermittelt. Die durchschnittliche Heizlast je Gebäudeklasse ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

Gebäudeklasse	Heizlast [kW]	Spez. Heizlast [W/m <sup>2</sup> ]
Verzweigte Gebäude	179	90
Eckhäuser	150	101
Straßenrackter	276	96

**Tabelle 15: Durchschnittliche Heizlast der Referenzgruppe je Gebäudeklasse**

## 7.4 Energetische Gesamtbetrachtung der Referenzobjekte

Die energetische Analyse der Referenzgruppe bezieht sich auf den Energiebedarf für die Wärmebereitstellung der Objekte.

Für die Bewertung der thermischen Gebäudehülle wird der spezifische Heizwärmebedarf herangezogen. Da in diesem jedoch die Wärmebereitstellung sowie die Wärmeverteilung nicht berücksichtigt sind, wird für die Bewertung der Haustechnik der Endenergiebedarf der Objekte verwendet. Der Primärenergiebedarf wird für eine ganzheitliche energetische Betrachtung von Gründerzeitgebäude herangezogen. Diese Größen wurden jeweils mit Hilfe von Energieausweisberechnungen nach OIB Richtlinie 6 ermittelt. Die in weiterer Folge dargestellten energetischen und umweltrelevanten Kenndaten basieren auf den Objekten der Referenzgruppe und setzen sich aus Wohneinheiten und Geschäftseinheiten zusammen. In den folgenden Kapiteln sind die zusammengefassten Ergebnisse der Referenzgruppe angeführt. Eine detaillierte Darstellung der Kenndaten für die einzelnen Objekte befindet sich im Anhang.

### 7.4.1 Heizwärmebedarf

Als Bewertungskriterium für die wärmetechnischen Auswirkungen der Sanierungsvarianten wird der Heizwärmebedarf herangezogen. Der Heizwärmebedarf ist jene Wärmemenge, die vom Heizsystem für die Aufrechterhaltung einer definierten Raumtemperatur in einem Gebäude bereitgestellt werden muss. Im Energieausweis wird der Heizwärmebedarf je m<sup>2</sup> beheizte Bruttogrundfläche, auch spez. Heizwärmebedarf genannt, ausgewiesen.

Der durchschnittliche spezifische Heizwärmebedarf der Referenzgruppe beträgt 128 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf das Referenzklima. Straßentrakter haben mit 136 kWh/m<sup>2</sup>a den höchsten Wert. Durch ein etwas geringeres A/V Verhältnis haben Eckhäuser sowie Verzweigte Gebäude mit durchschnittlich 126 kWh/m<sup>2</sup>a einen etwas geringeren Energieverbrauch als Straßentrakter.

Gebäudeklasse	Spez. HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	126
Eckhäuser	126
Straßentrakter	136

Tabelle 16: Spez. Heizwärmebedarf der Referenzgruppe je Gebäudeklasse

### 7.4.2 Endenergiebedarf

Der Endenergiebedarf entspricht der zugeführten Energiemenge für die Deckung des gesamt erforderlichen Energiebedarfs des Gebäudes. Im Endenergiebedarf werden alle Komponenten der Haustechnik berücksichtigt. Dazu zählen Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung einschließlich Verluste der jeweiligen Komponenten. Bei den

Geschäftsbereichen erhöht sich der Endenergiebedarf um den Energiebedarf für Kühlung und Beleuchtung. In diesem Projekt wird der Endenergiebedarf für das Gebäude betrachtet, wodurch die Systemgrenze somit auf die thermische Gebäudehülle gelegt wurde.

Der durchschnittliche Endenergiebedarf der Referenzgruppe beträgt 208 kWh/m<sup>2</sup>a. Der Endenergiebedarf nach Gebäudeklasse ist in der folgenden Tabelle angeführt.

Gebäudeklasse	Spez. Endenergiebedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	202
Eckhäuser	206
Straßenrakter	229

**Tabelle 17: Spez. Endenergiebedarf je Gebäudeklasse der Referenzgruppe**

Zusätzlich zum spezifischen Heizwärmebedarf werden im Endenergiebedarf noch der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung und der Heiztechnikenergiebedarf berücksichtigt.

Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung wird je nach Nutzung des Objektes als konstant angesetzt. Im Heiztechnikenergiebedarf sind zusätzlich Verluste der Warmwasserbereitung, Kesselwirkungsgrade, Raumheizung, Luftheizung und Hilfsenergie inkludiert.

Die Warmwasserbereitung wird in der Referenzgruppe in Form von Kombithermen berücksichtigt. Der durchschnittliche spez. Energiebedarf für die Warmwasserbereitung der Referenzgruppe beträgt kombiniert 11,1 kWh/m<sup>2</sup>a.

Der Heiztechnikenergiebedarf der Referenzgruppe beläuft sich im Durchschnitt auf 58,4 kWh/m<sup>2</sup>a. Dieser hohe Wert beruht auf einem geringen Wirkungsgrad der Gasthermen und hohen Verlusten der Wärmeverteilung durch nicht gedämmte Rohre. Der Hilfsenergiebedarf für Heizung und Warmwasser ist durch die dezentrale Wärmeversorgung mit 1,2 kWh/m<sup>2</sup>a sehr gering. Einzelnen Komponenten des Endenergieverbrauchs nach Gebäudeklassen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Gebäudeklasse	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	11	59	1	202
Eckhäuser	10	66	1	206
Straßenrakter	12	74	2	229

**Tabelle 18: Komponenten des spezifischen Endenergiebedarfs je Gebäudeklasse**

### 7.4.3 Primärenergiebedarf

Der Primärenergiebedarf eines Gebäudes bezieht sich auf den Endenergiebedarf (EEB) innerhalb der definierten Systemgrenze, berücksichtigt jedoch auch die Energieverbräuche durch die vorgelagerte Prozesskette (Gewinnung, Umwandlung und Verteilung) der eingesetzten Energieträger außerhalb der Systemgrenzen. Für die Berechnung des Primärenergiebedarfs wurden die Primärenergiefaktoren aus Kapitel 4.2.1.7 zugrunde gelegt.

Der durchschnittliche Primärenergiebedarf der Referenzgruppe beträgt 219 kWh/m<sup>2</sup>a. Der Primärenergiebedarf der einzelnen Gebäudeklassen ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Gebäudeklasse	Spez. Primärenergiebedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	213
Eckhäuser	215
Straßenracker	245

**Tabelle 19: Spezifischer Primärenergiebedarf je Gebäudeklasse der Referenzgruppe**

### 7.4.4 Umweltrelevante Emissionen der Referenzobjekte

In diesem Kapitel sollen die umweltrelevanten Emissionen des Bestandes innerhalb der Referenzgruppe erhoben werden. Dazu wird vom Endenergiebedarf der Referenzgruppe ausgegangen und anhand von CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren die jährlichen Emissionen erhoben. Die Emissionsfaktoren wurden bereits in Kapitel 4.2.1.7 erläutert.

Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Objekts der Referenzgruppe betragen durchschnittlich 128 t/a. Die durchschnittlichen Emissionen je Objekt und Gebäudeklasse sind in der folgenden Tabelle aufgelistet:

Gebäudeklasse	CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]
Verzweigte Gebäude	181
Eckhäuser	102
Straßenracker	93

**Tabelle 20: Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen je Gebäudeklasse der Referenzgruppe**

## **8 Anwendung möglicher Sanierungsmaßnahmen auf definierte Gebäudetypen**

### **8.1 Anwendung bauphysikalischer Einzelmaßnahmen auf die Referenzgruppe**

Im Zuge der Erhebungen wurde für die einzelnen Gebäude der Energiebedarf für die Raumwärme und Warmwasserbereitstellung betrachtet.

Für die Energiekennzahlberechnung der einzelnen Objekte sowie in weiterer Folge der Machbarkeitsstudien dreier Objekte wurden folgende Einzelmaßnahmen berücksichtigt:

#### **8.1.1 Außenwände und freistehende Feuermauern mit Außenwärmedämmung**

An nicht gegliederten und nicht geschützten Außenwänden bzw. freistehenden Feuermauern ist die Ausführung einer Außenwärmedämmung möglich und wurde je nach Sanierungsvariante (OIB-Variante und ÖKO-Variante) mit unterschiedlichen Wärmedämmungsdicken und Materialien berücksichtigt. Für die OIB-Variante wird eine Außenwärmedämmung (Vollwärmeschutzsystem) mit expandierten Polystyrolplatten (EPS-F) mit einer Dicke von 12 cm berücksichtigt. Hier ist weiters zu beachten, dass bei Häusern mit mehr als drei Geschoßen und Vollwärmeschutzsystemen auf Basis Polystyrol bei Dicken > 10 cm über den Fensterstürzen, Brandschutzriegel aus unbrennbarem Material (Steinwolle, Mineralschaum) ausgeführt werden müssen.

Für die ÖKO-Variante wurde der Einsatz von Mineralschaumplatten mit einer Dicke von 30 cm berücksichtigt.

#### **8.1.2 Außenwände und Feuermauern mit Innendämmung**

Bei stark gegliederten und denkmalgeschützten Fassaden sowie an Nachbargebäude angebaute Feuermauern kann nur eine Innenwärmedämmung ausgeführt werden. Es wurde für alle Sanierungsvarianten der Einsatz von 10 cm Calciumsilikatplatten (Multopor) angesetzt. Diese Wärmedämmungsdicke stellt eine Optimierung hinsichtlich der oben angeführten Diffusionsproblematik, weiters zur Beschränkung der Raumflächenverluste sowie der Wärmebrückenwirkung bei einbindenden Innenwänden und Decken dar.

#### **8.1.3 Oberste Geschoßdecken**

Grundsätzlich wurde nur der Fall untersucht, dass die oberste Geschoßdecke zum kalten Dachraum gedämmt wird und das Dachgeschoß nicht ausgebaut wird. Da die Objekte zum überwiegenden Teil mit Doppelbaum-, und Tramdecken mit Beschüttung und Pflasterung ausgestattet waren, ist die Dämmung dieser Deckenbereiche relativ leicht durch Auflegen von Wärmedämmung mit begehbaren Belägen möglich. Als Musterprodukt ist dabei die

Ausführung des Mineralwollgedämmblocks C (Fa. Isover) mit einer Dämmungsdicke von 15 cm (OIB-Standard) und zusätzlicher Wärmedämmung mit Mineralwollgedämmplatten 10 cm (ÖKO-Variante) angesetzt worden.

#### **8.1.4 Decke zu Keller**

An den Kellerdecken und Decken zu unbeheizten Räumen im Erdgeschoß ist grundsätzlich die Ausführung einer abgehängten Decke mit Wärmedämmlage an der Deckenunterseite möglich.

Bei umfassender Sanierung von leerstehenden Wohnungen oder Geschäftsbereichen besteht auch die Möglichkeit, die Wärmedämmung im Fußbodenaufbau oberhalb der Decke anzuordnen. Bei dieser Art der Wärmedämmung müssen die Räumlichkeiten leer stehen oder die Bewohner für den Zeitraum des Umbaus ausgesiedelt werden.

Aufgrund der beschränkten Raumhöhe in den Kellern wurde für alle weiteren untersuchten Varianten eine Wärmedämmdicke an der Kellerdeckenunterseite mit 6 cm angenommen.

#### **8.1.5 Fenster**

Besteht die Möglichkeit die Fenster auszutauschen, sind diese durch neue Isolierglasfenster mit entsprechenden Wärmedämmeigenschaften auszutauschen. Für den Fenstertausch stehen übliche Fensterkonstruktionen zur Verfügung. Wird auf das Erscheinungsbild Wert gelegt bzw. sind Denkmalschutzanforderungen zu beachten, können Fenster die im Zuge des Forschungsvorhabens Haus der Zukunft, Projekt „Grueff“ (Fensterlösungen für Gründerzeithäuser) entwickelt wurden, eingesetzt werden.

Müssen die Kastenfenster erhalten werden, wurde berücksichtigt, dass die wärmeschutztechnischen Eigenschaften durch Tausch der inneren Flügelebene und Einbau von Isolierglasscheiben verbessert werden kann. Dabei ist zur Erreichung eines UIB-Standards der Einsatz von Zweischeiben-Isoliergläsern möglich, werden höhere Verbesserungen angestrebt, müssen höherwertige Gläser (Dreischeiben-Verglasung bzw. Zweischeibenverglasung mit Folienmittellage) eingesetzt werden.

## **8.2 Anwendung haustechnischer Einzelmaßnahmen auf die Referenzgruppe**

Die Sanierung der Haustechnik kann mit Hilfe erneuerbarer Energieträger und einer deutlichen Effizienzsteigerung einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen von Gründerzeithäusern leisten. Gründerzeithäuser haben im Bestand einen sehr hohen Wärmeverbrauch für die Warmwasser- und Raumwärmebereitstellung. Neben den hohen Verlusten der Wärmeerzeugung gibt es hohe Verluste in der Wärmeverteilung. Demzufolge wird in diesem Kapitel das Potenzial haustechnischer Sanierungsmaßnahmen auf die Referenzgruppe erhoben.

Um die energetischen Verbesserungen auch aus ökonomischer Sicht zu beurteilen, werden im nächsten Schritt die Investitionskosten der einzelnen Maßnahmen erhoben. Durch eine Evaluierung der energetischen und wirtschaftlichen Verbesserungen einzelner Maßnahmen sollen im Anschluss die Wirkungseffizienz der Maßnahmenkombinationen erarbeitet werden welche für Gründerzeithäuser eine breite Anwendung finden.

Im Anschluss an die Senkung des Energiebedarfs von Gründerzeitgebäuden stellt eine ökologisch effiziente Wärmebereitstellung den zweiten wichtigen Punkt zur Erreichung des Ziels eines klimaneutralen Gründerzeithauses dar.

Bei Sanierungen stehen derzeit oftmals ökonomische Vorgaben im Vordergrund wodurch heute meist wiederum fossile, dezentrale Lösungen für die Wärmeversorgung eingesetzt werden. Beispielhafte Gründe für den Einsatz fossiler Energieträger sind:

- Geringe Investitionskosten
- Geringer Platzbedarf
- Wohnungsweise Sanierung bei dezentralen Lösungen möglich

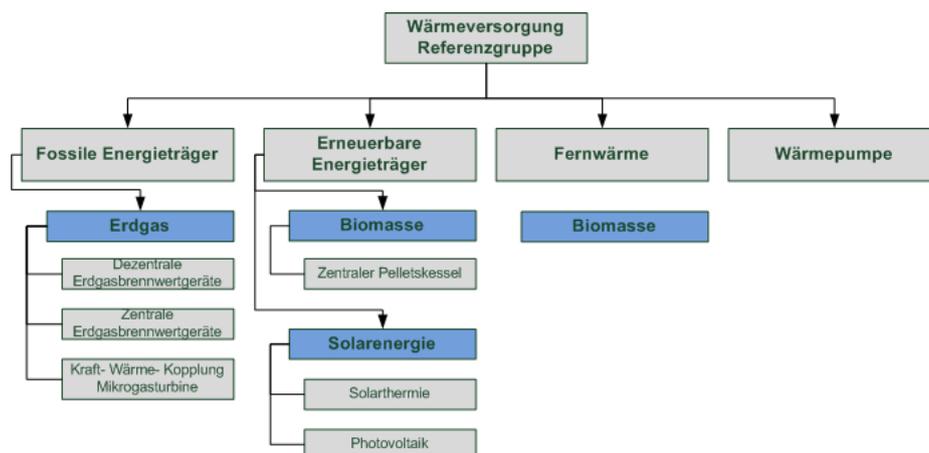
Um für zukünftige Sanierungen bereits in einem frühen Stadium die umweltrelevanten sowie wirtschaftlichen Auswirkungen von unterschiedlichen Maßnahmen aufzuzeigen, wurden in diesem Projekt sowohl fossile als auch erneuerbare Energieträger bzw. Fernwärme betrachtet.

Der Einsatz unterschiedlicher Technologien ist von vielen Faktoren abhängig, wodurch in jedem einzelnen Fall die Machbarkeit einzelner Maßnahmen überprüft werden muss.

Die wichtigsten Faktoren für den Einsatz einer Technologie sind:

- Platzbedarf
- Zugänglichkeit
- Wärmetechnische Anforderungen
- Verfügbarkeit des Energieträgers am Standort

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Übersicht der untersuchten Energieversorgungen bzw. Technologien



**Abbildung 54: Betrachtete Varianten zur Wärmeversorgung der Referenzgruppe**

### 8.2.1.1 Wärmeverteilung und Wärmeabgabe

Die Heizungs- bzw. Warmwasserrohre sind in Gründerzeitgebäuden häufig nicht gedämmt in Wänden verlegt. Daraus ergeben sich Verluste von bis zu 30% und somit erhebliche Einsparpotenziale. Durch eine Dämmung und eine Verlegung im Innenbereich können diese Verluste auf ein Minimum reduziert werden.

Die bestehenden Radiatoren müssen zu Beginn einer Sanierung auf Dimensionierung und Abnutzungserscheinungen kontrolliert werden. Diese können eventuell weiter verwendet werden, da der Konvektionsanteil zu Gunsten des Strahlungsanteils bei einer Absenkung der Vorlauftemperatur sinkt. Diese Radiatoren müssen bei einer zentralen Heizungsanlage in Form eines hydraulischen Abgleichs berücksichtigt werden, um den Hilfsenergiebedarf zu reduzieren und die volle Funktionsfähigkeit des Heizungssystems zu erreichen. Beim Einsatz von 3- Scheiben Verglasungen können die Radiatoren auch an Innenwänden platziert werden, da ansonsten die Gefahr von Zugluft im Fensterbereich besteht.

Wird im Zuge einer Sanierung eine zentrale Wärmebereitstellung vorgesehen, so kommen häufig Zirkulationssysteme aus Komfortgründen zum Einsatz. Die Verluste von Zirkulationssystemen können bis zu 35% Verluste des Energiebedarfs für die Warmwasserbereitung aufweisen. Vorteil von Zirkulationssystemen ist die rasche Verfügbarkeit bei der Abnahme und die Möglichkeit unterschiedlicher Temperaturen im Heizungs- und Warmwassernetz z.B. bei Niedertemperaturheizsystemen. Durch möglichst kurze Leitungslängen, richtiger Auslegung der Leitungen mit geringer Masse, ausreichender Dämmung der Leitungen, Zirkulationssammler und einer Drehzahlregelung der Zirkulationspumpe können diese Verluste auf ein Minimum reduziert werden.

## 8.2.1.2 Wärmeversorgung

### 8.2.1.2.1 Dezentrale Wärmeversorgung mit Erdgas

Im Unterschied zum Neubau, wo die Heizungstechnik bereits in der Planung berücksichtigt wird, müssen im Zuge einer Sanierung die vorliegenden Gegebenheiten abgeklärt werden. Ist das Gebäude nicht unterkellert oder der erforderliche Platzbedarf im Keller nicht vorhanden, so kann eine dezentrale Heizung oftmals die günstigere Lösung sein. Faktoren, die für den Einsatz dezentraler Lösungen sprechen sind die Möglichkeit einer wohnungsweisen Sanierung, hohe energetische Effizienz, hohe Betriebssicherheit und die geringen Verwaltungskosten.

Bei der Verbrennung von Erdgas entsteht Wasserdampf, welcher im Rauchgas gespeichert ist. Durch den Einsatz von Gasbrennwertthermen wird ein Teil des Wasserdampfes im Rauchgas kondensiert wodurch latente Energie genutzt wird und somit Wirkungsgrade von >100% bezogen auf den Heizwert erzielt werden können. Durch den geringen Platzbedarf bei gleichbleibendem Komfort ist die dezentrale Wärmebereitstellung mit Erdgasbrennwertthermen eine sehr verbreitete Sanierungsmaßnahme in der Gebäudesanierung.

Eine Erneuerung der bestehenden Gasthermen durch neue Erdgasbrennwertthermen erhöht den Gesamtwirkungsgrad der Anlage und senkt somit den Heiztechnikenergiebedarf und die Emissionen der Objekte.

Da die Rauchgastemperatur bei der Brennwertnutzung sehr tief ist, kommt es zu Kondensation von Wasser im Kamin. Aus diesem Grund muss im Zuge einer Sanierung auf die Säurebeständigkeit der Kaminanlage geachtet werden bzw. durch die Installation eines z.B. Edelstahlkamins berücksichtigt werden.

Die steigende Luftdichtheit im Zuge einer Sanierung der Gebäudehülle kann dazu führen, dass oftmals die notwendige Frischluftzufuhr für das Heizungssystem nicht mehr gewährleistet werden kann. Durch den Einsatz einer raumluftunabhängigen Luftzufuhr kann dieses Problem vermieden werden, da die Frischluft von außen zugeführt wird. Beispielsweise kann ein Kamin, ausgeführt als Doppelwandsystem, die erforderliche Luftzufuhr bewerkstelligen.

Im Zuge dieser Sanierung wird auch das Wärmeverteilsystem angepasst bzw. erneuert um die Brennwertnutzung zu maximieren und die Wärmeverteilverluste zu minimieren. Die Isolation von Verteilleitungen reduziert die Wärmeverluste in der Wärmeverteilung auf ein Minimum.

Die Wärmeabgabe dieser Variante erfolgt mit konvektiven Wärmeabgabesystemen welche unabhängig voneinander manuell über ein Raumthermostat geregelt werden können.

In dieser Variante kommt keine mechanische Lüftungsanlage zum Einsatz, ausgenommen der Sanitärbereiche. In diesen stellt eine mechanische Lüftung die Abführung geruchs- und feuchtigkeitsbehafteter Luft sicher.

Die durchschnittliche Heizlast je Wohn- bzw. Nichtwohneinheit der Referenzgruppe beträgt rund  $11\text{kW}^1$  bei einer durchschnittlichen Bruttowohnungsfläche von  $93\text{m}^2$ .

Der spezifische Endenergiebedarf kann durch die Erneuerung der Heizungsanlage mit dezentralen Erdgasbrennwertthermen auf  $167\text{ kWh/m}^2\text{a}$  gesenkt werden, was einer Verbesserung im Vergleich zum Bestand um 19% entspricht.

Eine energetische Bewertung dieser Sanierungsvariante je Gebäudeklasse ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	131	11	16	2	160
Eckhäuser	129	10	35	2	176
Straßentrakter	141	12	20	2	175

**Tabelle 21: Endenergiebedarf dezentraler Wärmeversorgung mit Erdgas nach Gebäudeklasse**

#### 8.2.1.2.2 Zentrale Wärmeversorgung mit Erdgas/ Brennwertgerät

Eine zentrale Wärmeversorgung in Kombination mit Brennwerttechnologie ermöglicht eine deutliche Senkung des Energiebedarfs für die Wärmebereitstellung im Vergleich zum Gebäudebestand. Die Vorteile zentraler Brennwertkessel im Vergleich zu dezentralen Lösungen sind eine höhere Effizienz, geringen Wartungskosten und kein Platzbedarf in den Wohnungen.

Üblicherweise bietet sich in Gründerzeithäusern der Keller für die Aufstellung des Heizkessels an, da sich der Erdgasanschluss üblicherweise im Kellergeschoß befindet bzw. die erforderliche Fläche in diesem Bereich zur Verfügung steht. Zur Erhöhung des Jahresnutzungsgrades der Kesselanlage und der ständigen Warmwasserverfügbarkeit sollte ein Wärmespeicher installiert werden. Für Feuerungen mit mehr als  $50\text{kW}$  ist ein Heizungsraum auszuführen, was für alle Objekte der Referenzgruppe zutrifft. Dieser Heizraum sollte raumluftunabhängig ausgeführt werden um die notwendige Frischluftzufuhr für den Kessel zu gewährleisten.

Die Heizungsleitungen werden über das Stiegenhaus zu einzelnen Wohnungsunterstationen geführt. Für die Warmwasserversorgung wird ein Zirkulationssystem im Gebäude realisiert.

<sup>1</sup> Dieser Wert wurde anhand des jährlichen Wärmebedarfs und durchschnittlichen Volllaststunden von  $1.500\text{ h/a}$  ermittelt.

Im Zuge der Sanierung wird von einer Erneuerung sowie Dämmung der Heizungs- bzw. Warmwasserleitungen ausgegangen, um die Brennwertnutzung zu gewährleisten und Verluste im Verteilsystem zu reduzieren.

Der Einsatz von Brennwertkessel erfordert wiederum einen säurebeständigen Kamin welcher durch einen Lichthof oder in bestehende Kamine integriert werden kann.

Die Lüftung der Wohnungen erfolgt in dieser Variante mittels Fensterlüftung ausgenommen der Sanitärbereiche. Hier empfiehlt sich der Einsatz von mechanischen Lüftungsgeräten um feuchtigkeits- und geruchsbehaftete Luft abzuführen.

Die durchschnittliche Heizlast der Referenzgruppe beträgt pro Objekt rund  $213\text{kW}^2$ . Für den Kessel und die Heizungstechnik ist im Durchschnitt eine Fläche von rund  $6\text{m}^2$  erforderlich. In Gebäuden mit bestehendem Fernwärmeanschluss wurde diese Maßnahme nicht berücksichtigt.

Durch einen Sanierung der Haustechnik mit zentraler Erdgaswärmebereitstellung lässt sich der durchschnittliche Endenergiebedarf des Objektes auf  $174\text{kWh/m}^2\text{a}$  senken.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	131	11	16	2	160
Eckhäuser	129	10	17	2	158
Straßenrakter	141	12	22	2	177

**Tabelle 22: Endenergiebedarf zentraler Wärmeversorgung mit Erdgas je Gebäudeklasse**

### 8.2.1.2.3 Zentrale Wärmeversorgung mit Erdgas/ Mikrogasturbine

Eine Kraft- Wärme- Kopplung in Form einer Mikrogasturbine ermöglicht eine kombinierte Wärme und Stromerzeugung. Mikrogasturbinen zeichnen sich durch eine kompakte Bauform und einem hohen Nutzungsgrad für die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung aus.

In den Referenzgebäuden wird von einem wärmegeführten Betrieb ausgegangen. Der Jahresnutzungsgrad und die Wirtschaftlichkeit einer Kraft- Wärme- Kopplung ist an die Volllaststunden gekoppelt. Üblicherweise wird die Mikrogasturbine auf den Grundlastbetrieb ausgelegt und mit einem Spitzenlastkessel kombiniert um möglichst hohe Volllaststunden zu erreichen.

Die durchschnittliche Heizlast je Gebäude beträgt rund  $213\text{kW}^2$  woraus sich ein durchschnittlicher Flächenbedarf für die Aufstellung sowie der erforderlichen Technik für

<sup>2</sup> Dieser Wert wurde anhand des jährlichen Wärmebedarfs und durchschnittlichen Volllaststunden von 1.500 h/a ermittelt.

Mikrogasturbinen von etwa 16m<sup>2</sup> ergibt. Für Feuerungen mit mehr als 50kW ist ein Heizungsraum auszuführen, was für alle Objekte der Referenzgruppe zutrifft. Dieser Raum muss so dimensioniert werden, dass eine Bedienung, Wartung und Reinigung des Kessels durchgeführt werden kann. Dieser Heizraum sollte raumluftunabhängig ausgeführt werden um die notwendige Frischluftzufuhr für den Kessel zu gewährleisten.

Mit Mikrogasturbinen kann in Gründerzeithäusern der Referenzgruppe jährlich rund 4.580.000 kWh Strom erzeugt werden. Der Endenergiebedarf in dieser Variante steigt im Durchschnitt auf 335 kWh/m<sup>2</sup>a durch den erhöhten Erdgasbedarf für die Stromerzeugung. Dieser wurde dem Heiztechnikenergiebedarf zugerechnet.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	131	11	187	1	330
Eckhäuser	129	10	184	1	324
Straßentrakter	141	12	217	1	371

**Tabelle 23: Endenergiebedarf zentraler Wärmeversorgung mit Mikrogasturbinen je Gebäudeklasse**

#### 8.2.1.2.4 Erneuerbare Energieträger/ Pelletsanlage

Erneuerbare Energieträger insbesondere Biomasse in Form von Pellets sind für eine klimaneutrale Wärmeversorgung von Gründerzeitgebäude unverzichtbar.

Für die Lagerung der Pellets ist ein Pelletsspeicher erforderlich. In der Referenzgruppe konnten keine Feuchtigkeitsprobleme in den Kellerbereichen vorgefunden werden, jedoch muss bei der Lagerung von Pellets die Feuchtigkeitsproblematik berücksichtigt werden. Für die Lagerung von Pellets in Kellern von Gründerzeithäusern kann ein feuchtigkeits- und staubdichter Lagerraum, Edelstahltank oder Gewebetank realisiert werden. Üblicherweise werden Gewebetanks eingesetzt da diese relativ kostengünstig und einfach realisierbar sind, jedoch erhöht sich dadurch auch der erforderliche Platzbedarf. Der durchschnittliche Platzbedarf für die Lagerung des Brennstoffs in Bestandsgebäuden beträgt 57m<sup>2</sup>. Diese Fläche kann durch eine mehrmalige jährliche Befüllung des Speichers reduziert werden. Bei der Ausführung eines Lagerraums muss die maximale Förderlänge für die Befüllung des Speichers und die Zugänglichkeit von außen berücksichtigt werden. Je nach Fahrzeug beträgt die maximale Länge in etwa 30m.

Da die durchschnittliche Heizlast der Referenzgruppe 50kW übersteigt, ist die Ausführung eines Heizraums erforderlich.

In der Referenzgruppe wird eine Wärmeversorgung mit Pellets in erster Linie durch den verfügbaren Platz für Heiz- und Lagerraum sowie die baulichen Gegebenheiten in den Kellern beschränkt. In rund 50% der Gebäude in der Referenzgruppe kann aufgrund der verfügbaren Fläche eine Wärmeversorgung mit Pellets realisiert werden.

Die Heizungsleitungen werden im Stiegenhausbereich in die Stockwerke geführt und damit dezentrale Heizungsunterstationen versorgt. Die Warmwasserverteilung erfolgt mit Hilfe einer Zirkulationsleitung zu den jeweiligen Verbrauchern. Die Lüftung der Wohnungen erfolgt in dieser Variante mittels Fensterlüftung. In den Sanitärbereichen empfiehlt sich der Einsatz von mechanischen Lüftungsgeräten um feuchtigkeits- und geruchsbehaftete Luft abzuführen. Der bauliche Aufwand dieser Variante beinhaltet die Herstellung eines Heiz- und Lagerraums, die Erneuerung der Wärmeverteilung und die Erneuerung der Kaminanlage. Damit kann der jährliche Endenergiebedarf der Objekte auf 200 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	131	11	49	1	192
Eckhäuser	129	10	62	1	202
Straßenrakter	141	12	62	2	217

**Tabelle 24: Endenergiebedarf zentraler Wärmeversorgung mit Pellets je Gebäudeklasse**

#### 8.2.1.2.5 Erneuerbare Energieträger/ Solarthermische Anlage

Solarenergie als erneuerbare und kostenlos verfügbare Energieform ist ein wesentliches Instrument zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen aktiver und passiver Solarenergienutzung. In diesem Kapitel wird der Fokus auf eine aktive Solarenergienutzung gelegt. Dazu wird das Potenzial von Solarkollektoren im Gründerzeithausbestand erhoben.

Die Anbringung von Solarkollektoren ist bei denkmalgeschützten Objekten grundsätzlich untersagt. Eine Installation von Solarkollektoren auf Gebäuden in Schutzzonen bedarf eines Gutachtens des Sachverständigenbeirats des Bundesdenkmalamtes. Dabei soll die Anlage möglichst dachintegriert und straßenseitig nicht einsehbar sein. Da jedes Objekt einzeln bewertet wird, gibt es keine pauschale Aussage über die Genehmigungsfähigkeit von Solarkollektoren. In der Referenzgruppe wurden somit 2 Objekte aufgrund des Denkmalschutzes für die Installation von Solarkollektoren ausgenommen. Von den 5 Objekten in Schutzzonen kann auf 2 Objekten hofseitig eine Solaranlage installiert werden. Die Genehmigung dieser Anlagen muss jedoch mit dem Bundesdenkmalamt abgestimmt werden. Bei der Installation einer Solaranlage empfiehlt sich eine Kombianlage zur Warmwasser- und Heizungsunterstützung für die Erhöhung des solaren Deckungsgrads. Die Anlage sollte optimaler Weise bei einem Winkel von 30-45° in Süd- Richtung ausgerichtet werden.

Aufgrund der begrenzten Flächen können die Kollektoren ausschließlich zur solaren Warmwasser- bzw. Heizungsunterstützung eingesetzt werden und können nicht autark betrieben werden. In dieser Variante wurde ausschließlich die Anwendbarkeit solarthermischer Anlagen in der Referenzgruppe erhoben ohne Sanierung des Heizungssystems.

Der bauliche Aufwand für Solarkollektoren erfordert den Anschluss der Solaranlage an den Heizungsspeicher, welcher sich voraussichtlich im Keller befindet. Da diese Maßnahme keine vollständige Wärmeversorgung darstellt, sind, je nach eingesetzter Technologie, weitere bauliche Maßnahmen für die Herstellung einer zentralen Wärmeversorgung erforderlich.

Bei rund 60% der Gebäude der Referenzgruppe bietet sich die Installation von Solarkollektoren auf freien Dachflächen an. Die durchschnittlich verfügbare Freifläche für Solarkollektoren beträgt innerhalb der Referenzgruppe 23m<sup>2</sup>. Daraus kann ein durchschnittlicher solarer Deckungsgrad für die Warmwasserbereitung von 51% erzielt werden.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	131	11	51	1	190
Eckhäuser	129	10	65	1	198
Straßentrakter	141	12	68	2	216

**Tabelle 25: Endenergiebedarf solarer Heizungs- und Warmwasserunterstützung je Gebäudeklasse**

#### 8.2.1.2.6 Fernwärme

Durch hocheffiziente Erzeugung bzw. durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger weist Fernwärme eine gute CO<sub>2</sub>-Bilanz auf. Besonders in größeren Städten ist Fernwärme häufig verfügbar und stellt somit eine sehr gute Alternative zu fossilen Energieträgern dar.

Der geringe Platzbedarf für die Wärmebereitstellung ist ein weiterer Vorteil von Fernwärme, da kein Kessel oder Brennstoffspeicher erforderlich ist.

Von der zentralen Fernwärmeübergabestation wird die Wärme in ein zentrales Heizungssystem eingespeist und damit dezentrale Heizungsunterstationen mit Wärmemengenzähler versorgt.

Innerhalb der Referenzgruppe wird im Bestand 1 Objekt mit Fernwärme versorgt. An weiteren 10 Objekten ist die Fernwärmeversorgung lt. Auskunft der Fernwärme Wien möglich.

Die Warmwasserversorgung sollte über einen externen Kreis mit einem zentralen Warmwasserspeicher erfolgen. Eine Zirkulationsanlage gewährleistet die stetige Verfügbarkeit von Warmwasser in den Wohnungen.

Im Zuge dieser Sanierung wird ebenfalls die Erneuerung und Dämmung des Heizungs- und Warmwassersystems betrachtet, um die Verteilverluste zu minimieren.

Durch diese Maßnahme kann der Endenergiebedarf der Referenzgruppe im Durchschnitt auf 195 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	131	11	42	1	185
Eckhäuser	129	10	48	1	188
Straßentrakter	141	12	47	2	202

**Tabelle 26: Endenergiebedarf zentraler Wärmeversorgung mit Fernwärme je Gebäudeklasse**

### 8.2.1.3 Erneuerbare Energieträger/ Photovoltaik

Photovoltaikanlagen ermöglichen eine dezentrale Stromerzeugung auf Basis solarer Energie. Eine Photovoltaikanlage kann für eine Energieversorgung der Wohnungen, der Energieversorgung des Heizungssystems oder für die Einspeisung in das öffentliche Netz eingesetzt werden. In dieser Betrachtung wird von einer Einspeisung in das öffentliche Netz ausgegangen. Grundsätzlich stehen Photovoltaikanlagen im Zuge einer Sanierung von Gründerzeitgebäuden, aufgrund der begrenzten frei verfügbaren Dachflächen, in Konkurrenz zu solarthermischen Anlagen.

Wie bei solarthermischen Anlagen ergibt sich daraus eine durchschnittlich verfügbare Fläche von 23m<sup>2</sup> je Objekt. Unter Anwendung von polykristallinen Silizium Modulen entspricht dies einer durchschnittlichen Leistung von rund 3kW<sub>p</sub>. Daraus ergibt sich für die Referenzgruppe ein jährlicher Stromertrag von 76.000kWh/a. Der Strombedarf für die Haustechnik im Gebäudebestand ohne Beleuchtung und Kühlung beträgt 65.000 kWh. Somit könnte innerhalb der Referenzgruppe dieser Bedarf mittels Photovoltaikanlagen gedeckt werden.

Unter Berücksichtigung von Beleuchtung und Kühlung ergibt sich ein Strombedarf von 610.400 kWh/a woraus rund 12% mit Photovoltaikanlagen gedeckt werden können.

In dieser Variante wird die eingespeiste elektr. Energiemenge dem Primärenergiebedarf zugerechnet, da sich im bestehenden Heizsystem nichts ändert.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	131	11	59	1	202
Eckhäuser	129	10	66	1	206
Straßenrackter	141	12	74	2	229

**Tabelle 27: Endenergiebedarf Photovoltaikanlage je Gebäudeklasse**

#### 8.2.1.4 Einsatz kontrollierter Wohnraumlüftungen

Werden im Zuge einer Sanierung die bestehenden Fenster gegen luftdichte Fenster getauscht, so kann der erforderliche Luftwechsel bzw. Feuchtigkeitsaustausch durch Fugenlüftung oft nur durch erhöhte Fensterlüftung bewerkstelligt werden und somit die Behaglichkeit senken. Bei Gründerzeithäusern in innerstädtischen Bereichen kann auch die Lärmbelastung ein Argument für eine kontrollierte Wohnraumlüftung sein.

Mit steigender Optimierung der Gebäudehülle rücken auch die Verluste der Lüftung immer deutlicher in den Vordergrund. Durch den Einsatz von hocheffizienten Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung können rund 80% der Abwärme rückgewonnen werden. Anhand dieser Punkte ist ersichtlich, dass im Zuge einer Sanierung eine Lüftungsanlage erforderlich oder höchst sinnvoll sein kann.

Im Durchschnitt ist für die Aufstellung von zentralen Lüftungsanlagen in der Referenzgruppe eine Fläche von 12m<sup>2</sup> erforderlich. Das Lüftungsgerät kann entweder im Keller oder in einem nicht ausgebauten Dachgeschoß aufgestellt werden. Der durchschnittliche Luftleitungsquerschnitt für Zu- und Abluft beträgt 1m<sup>2</sup>. Durchschnittlich weisen Gründerzeithäuser eine Lichthofffläche von 3,8m<sup>2</sup> auf, welche zur Leitungsführung von zentralen Wohnraumlüftungen eingesetzt werden kann. Die Lüftungsleitungen können auch im Stiegenhaus in die einzelnen Stockwerke verteilt werden. Da diese Flächen für die Leitungsführung und für das Lüftungsgerät häufig nicht vorhanden sind bzw. eine Leitungsführung im Stiegenhaus nur mit hohem Aufwand möglich ist, kann nur in 9 Objekten eine zentrale Wohnraumlüftung eingesetzt werden. In den restlichen 16 Objekten wird eine dezentrale Lüftungsanlage mit einem Lüftungsgerät je Wohneinheit eingesetzt. Aufgrund der hohen Raumhöhen kann die Leitungsführung bei diesen Geräten in einer abgehängten Decke erfolgen. Durch die erhöhte Lärmentwicklung sollte das Lüftungsgerät in einen nicht ständig benutzten Raum (Vorraum, Abstellraum) aufgestellt werden.

Die Lüftungsanlagen erreichen einen Wärmerückgewinnungsgrad von 80% wodurch damit eine große Energieeinsparung erreicht werden kann. Bei den dezentralen Lüftungsgeräten sollte eine zentrale Station mit Wärmerückgewinnung installiert werden, um einen möglichst effizienten Betrieb zu gewährleisten. Von dieser Station wird die Zu- und Abluft zu dezentralen Geräten in den einzelnen Wohnungen geführt.

Durch den Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung kann der Endenergiebedarf der Referenzgruppe auf durchschnittlich 193 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden. Dazu wurden sowohl dezentrale Lüftungsanlagen mit einer Einheit je Wohnung als auch zentrale Anlagen berücksichtigt. Im Endenergiebedarf wurde der Strombedarf für die Lüftungsanlagen berücksichtigt.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	114	11	47	4	176
Eckhäuser	110	10	63	5	188
Straßentrakter	121	12	63	6	202

**Tabelle 28: Endenergiebedarf kontrollierter Wohnraumlüftung je Gebäudeklasse**

### 8.2.1.5 Gesamtanierung des Heizungssystems

Auf Basis der ökologischen und ökonomischen Bewertung der jeweiligen Technologien werden in diesem Kapitel energetisch sowie wirtschaftlich effiziente Maßnahmenkombinationen für die Referenzgruppe betrachtet.

Anhand der Ergebnisse aus den Einzelmaßnahmen wurde für jedes Gebäude die ökologisch effizienteste Maßnahme ausgewählt.

Zur Erreichung eines klimaneutralen Gründerzeithauses stellt eine solare Warmwasser bzw. Heizungsunterstützung eine wichtige Maßnahme dar. Somit soll im ersten Schritt der Einsatz einer solarthermischen Anlage geprüft werden.

Im nächsten Schritt soll an Standorten mit der Möglichkeit eines Fernwärmeanschlusses dieser auch genutzt werden. Da der verwendete Emissionskoeffizient für Fernwärme nur unwesentlich höher ist als der Faktor für Holz und ein Fernwärmeanschluss mit geringem baulichem Aufwand realisiert werden kann, sollte eine Fernwärmeanschlussmöglichkeit auch genutzt werden.

Biomasse z.B. in Form von Pellets bieten das höchste Potenzial zur Reduktion von Emissionen im Gründerzeithausbestand aufgrund des geringen Emissionskoeffizienten. Stehen ausreichend Flächen für einen Heiz- bzw. Lagerraum zur Verfügung, empfiehlt sich der Einsatz eines Pelletskessels.

Stehen diese Möglichkeiten nicht zur Verfügung so soll im nächsten Schritt der Einsatz einer Wärmepumpe geprüft werden. Wärmepumpen weisen einen geringen

Emissionskoeffizienten auf und können einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion von Emissionen im Gründerzeitbestand leisten.

Können alle vorangegangenen Maßnahmen nicht umgesetzt werden, so können fossile Energieträger in den meisten Fällen eingesetzt werden. Durch den Einsatz von Brennwertgeräten können die Emissionen im Bestand dennoch deutlich reduziert werden. Aufgrund der höheren Effizienz von zentralen Geräten sollte im ersten Schritt die Möglichkeit der Aufstellung eines zentralen Brennwertkessels geprüft werden. Steht nicht ausreichend Platz zur Verfügung so sollen dezentrale Erdgasbrennwertthermen eingesetzt werden.

Dadurch ergibt sich für eine Erneuerung des Heizungssystems folgende Reihenfolge:

- Solare Wärmeerzeugung
- Fernwärme
- Pelletskessel
- Wärmepumpe
- Zentraler Erdgasbrennwertkessel
- Dezentrale Brennwertgeräte

Auf Basis dieser Reihenfolge wurde die Sanierung des Heizungssystems an jedem Objekt der Referenzgruppe überprüft.

In 15 Objekten der Referenzgruppe bietet sich die Möglichkeit der Aufstellung solarthermischer Kollektoren. An diesen Objekten bietet sich die Möglichkeit, durchschnittlich 23m<sup>2</sup> Solarkollektorflächen zu installieren sowie die Fläche für Speicher und weitere Komponenten der Anlage.

Da das Fernwärmenetz in Wien sehr dicht ausgeprägt ist, bietet sich an 11 Objekten die Möglichkeit eines Fernwärmeanschlusses.

Da in vielen Objekten der notwendige Platz für die Lagerung von Pellets nicht zur Verfügung steht kann lediglich in 8 Objekten eine Pelletsanlage installiert werden.

In 5 Objekten wird eine Luftwärmepumpe in Kombination mit einem Erdgasbrennwertgerät für die Spitzenabdeckung vorgesehen.

In einem Objekt wird aufgrund einer sehr hohen Heizlast und in Folge eines hohen Flächenbedarfs für die Brennstofflagerung ein zentraler Erdgasbrennwertkessel vorgesehen. Die Heizungs- bzw. Warmwasserleitungen werden in allen Objekten erneuert um die Wärmeverteilverluste zu minimieren. Die Wärmeabgabe wird in den Wohnungen mittels Radiatoren vorgesehen.

Der erforderliche Luftwechsel erfolgt in dieser Variante mit Hilfe von Fensterlüftung.

Im Zuge einer Sanierung des Heizungssystems der Referenzgruppe kann der durchschnittliche Endenergiebedarf der Referenzgruppe auf 145 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	131	11	15	2	135
Eckhäuser	129	10	13	1	141
Straßentrakter	141	12	38	2	166

**Tabelle 29: Endenergiebedarf nach Sanierung des Heizungssystems je Gebäudeklasse**

Durch den Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung können auch die Lüftungswärmeverluste minimiert werden. Da die erforderliche Fläche für eine Lüftungszentrale häufig nicht vorhanden ist, kann nur in 8 Objekten eine zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung eingesetzt werden. In den restlichen 17 Objekten kommt daher eine dezentrale Lösung mit einem Lüftungsgerät je Wohneinheit zur Anwendung. Die Wärmeabgabe in den Wohnungen erfolgt aufgrund der hohen spezifischen Heizlast mit Radiatoren.

Im Zuge der Sanierung der haustechnischen Anlagen in der Referenzgruppe kann der durchschnittliche Endenergiebedarf der Referenzgruppe auf 132 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	113	11	15	4	122
Eckhäuser	111	10	14	5	126
Straßentrakter	125	12	28	5	153

**Tabelle 30: Endenergiebedarf nach Sanierung haustechnischer Komponenten je Gebäudeklasse**

### **8.2.1.6 Gesamt energetische Bewertung haustechnischer Sanierungsvarianten der Referenzgruppe**

Die energetische Gesamtbewertung der Einzelmaßnahmen bezieht sich auf die erstellten Gebäudeenergieausweise, ermittelt nach OIB Richtlinie 6. Die Energieausweise wurden getrennt nach Wohnbereichen und Geschäftsbereichen erstellt.

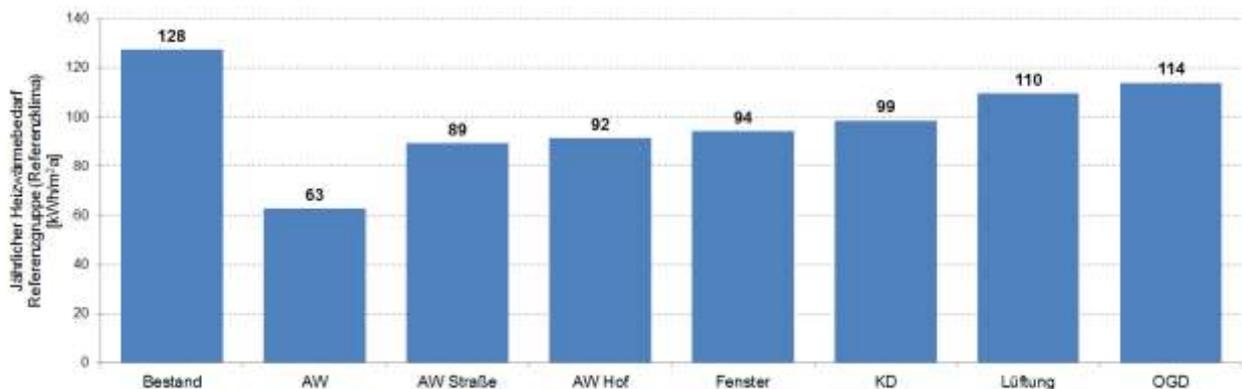
Die energetische Gesamtbewertung beinhaltet Ergebnisse des jährlichen Heizwärmebedarfs (HWB), dem Endenergiebedarf (EEB), dem Primärenergiebedarf (PEB) und den Treibhausgas-Äquivalenten Emissionen (CO<sub>2</sub>). Ein möglicher Ausbau des Dachgeschoßes

wird in diesem Projekt und somit auch in der Energiebewertung nicht berücksichtigt, da die Auswirkungen der jeweiligen Sanierungsmaßnahmen detailliert dargestellt werden sollen.

#### 8.2.1.6.1 Heizwärmebedarf

Die höchste energetische Einsparung bei einer Sanierung des Gebäudes kann mit einer Dämmung der Außenbauteile sowie der Feuermauern erzielt werden. Diese Maßnahme reduziert den durchschnittlichen Heizwärmebedarf der Referenzgruppe auf 63 kWh/m<sup>2</sup>a was einer Verbesserung um rund 51% im Vergleich zum Bestand entspricht. Ein Fenstertausch reduziert den durchschnittlichen Heizwärmebedarf der Referenzgruppe um 27%. Durch eine Dämmung der Kellerdecke bzw. der obersten Geschosdecke kann eine Einsparung von 23% bzw. 11% erzielt werden. Der Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung reduziert den durchschnittlichen Heizwärmebedarf im Bestand um 14%.

Der durchschnittliche Heizwärmebedarf einzelner Sanierungsvarianten ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:



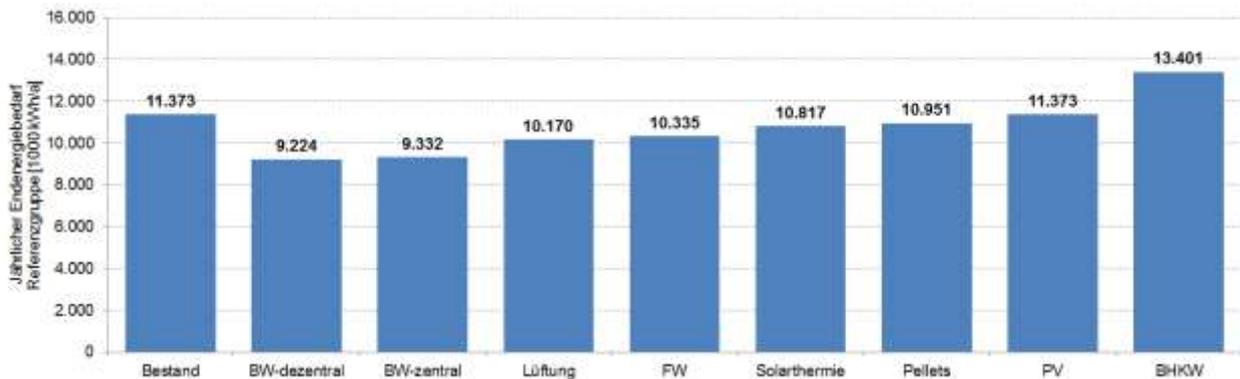
**Abbildung 55: Energetische Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsvarianten auf den Heizwärmebedarf der Referenzgruppe**

#### 8.2.1.6.2 Endenergiebedarf

Der Endenergiebedarf der Referenzgruppe beträgt im Bestand 11.373 MWh/a. Die Erneuerung der bestehenden Heizungsanlage mit Erdgasbrennwertgeräten kann den Endenergiebedarf der Referenzgruppe auf 9.224 MWh/a senken. Dabei ist bei der Sanierung mit dezentralen Geräten aufgrund der geringeren Verluste bzw. Hilfsenergieverbräuche des Wärmeverteilungssystems ein etwas geringerer Endenergiebedarf zu erwarten.

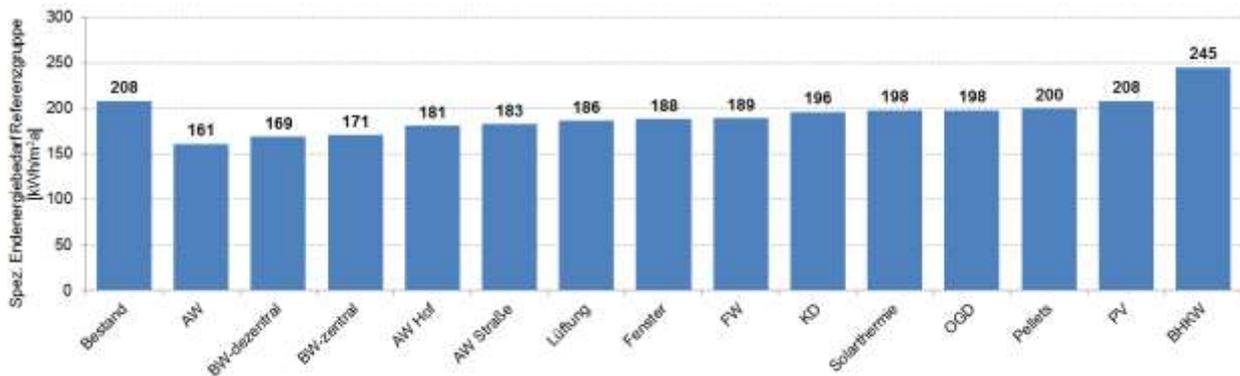
Eine Wärmeversorgung mit Fernwärme erreicht aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit eine Reduktion des Endenergiebedarfs um 9%. Durch den Einsatz von solarthermischen Anlagen für die Warmwasser- und Heizungsunterstützung reduziert sich der Endenergiebedarf um 556 MWh/a bzw. um 5%. Eine Wärmeversorgung mit Pellets reduziert den jährlichen Endenergiebedarf der Referenzgruppe auf 10.951 MWh/a.

Durch den Einsatz einer Kraft- Wärme- Kopplung erhöht sich der jährliche Endenergiebedarf, durch die zusätzliche Stromerzeugung, auf 13.401 MWh/a. In der folgenden Abbildung ist der Vergleich unterschiedlicher haustechnischer Sanierungsvarianten dargestellt.



**Abbildung 56: Jährlicher Endenergiebedarf unterschiedlicher Sanierungsvarianten der Referenzgruppe**

Der durchschnittliche spez. Endenergiebedarf der Referenzgruppe ist in der folgenden Abbildung dargestellt:



**Abbildung 57: Auswirkungen von Einzelmaßnahmen auf den spez. Endenergiebedarf der Referenzgruppe**

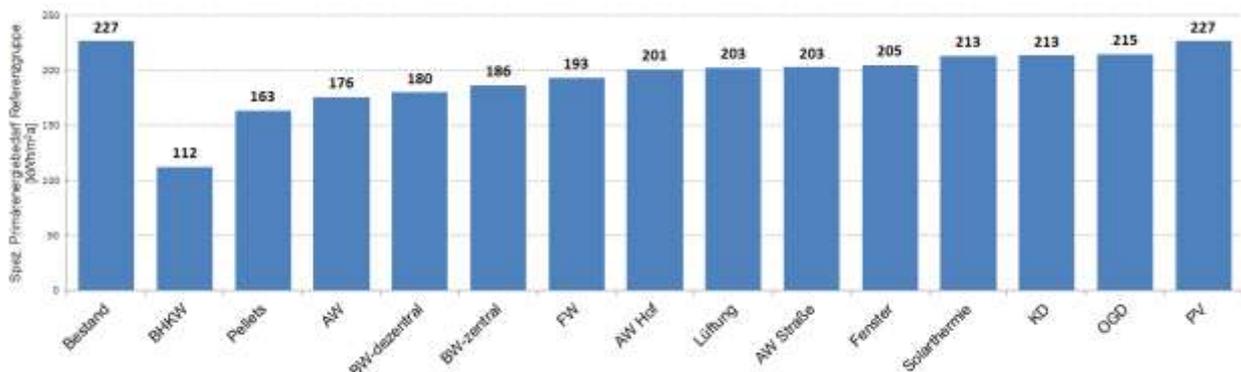
Aus endenergetischer Sicht kann die höchste Einsparung durch die Dämmung der Außenwände erreicht werden. Bei einer Erneuerung der Haustechnik weisen Erdgasbrennwertgeräte das größte Einsparpotenzial auf. Hintergrund dafür ist die breite Anwendbarkeit dieser Technologie und der geringe Hilfsenergiebedarf für die Wärmeversorgung.

Wählt man für die Sanierung der einzelnen Objekte Maßnahmen mit möglichst hoher Wirkungseffizienz, wie in Kapitel 8.2.1.5 angeführt, so lässt sich der durchschnittliche Endenergiebedarf der Referenzgruppe auf  $142 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  senken. Dies entspricht einer Minderung des Endenergiebedarfs um 32%.

Durch den Einbau einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung kann der Endenergiebedarf auf  $129 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  reduziert werden, was einer Reduktion um 38% entspricht.

### 8.2.1.6.3 Primärenergiebedarf

Im Vergleich zur Endenergiebetrachtung spielt in der Primärenergiebetrachtung die Sanierung der Haustechnik eine wesentliche Rolle. In dieser Betrachtung wirkt sich der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern sehr positiv aus. Beim Einsatz von Mikrogasturbinen erhöht sich einerseits der Endenergiebedarf, aufgrund des hohen Emissionsfaktors von elektr. Energie kann der Primärenergiebedarf durch diese Technologie deutlich reduziert werden. Abgesehen von einer Kraft- Wärme- Kopplung erreichen erneuerbare Energieträger in Form von Pellets trotz begrenzter Einsatzmöglichkeit das höchste Einsparpotenzial einer Sanierung innerhalb der Referenzgruppe. Die Reduktion des Primärenergiebedarfs der Referenzgruppe mittels Fernwärme wird stark durch die begrenzte Verfügbarkeit des Energieträgers eingegrenzt.

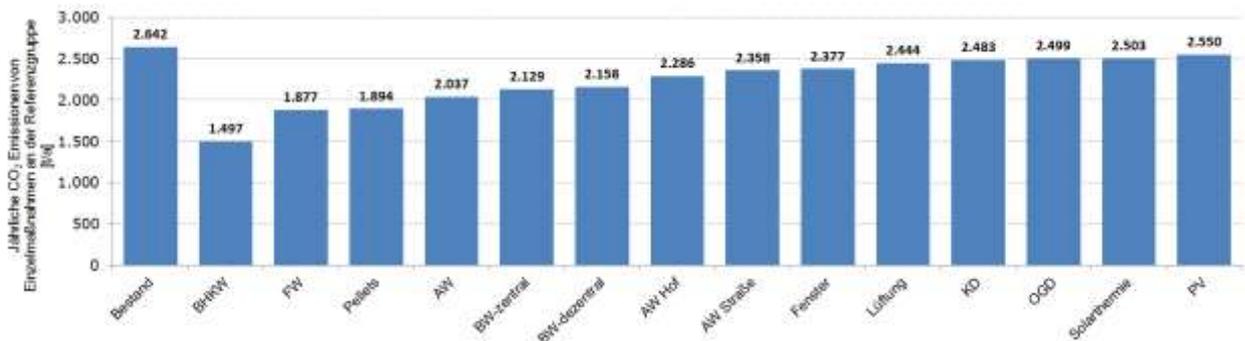


**Abbildung 58: Auswirkungen von Einzelmaßnahmen auf den spez. Primärenergiebedarf der Referenzgruppe**

Durch eine Sanierung des Heizungssystems in der Referenzgruppe, mittels Kombination möglichst effizienter Maßnahmen, kann der Primärenergiebedarf der Referenzgruppe auf 151 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden. Dies entspricht einer Reduktion um 33%. Eine zusätzliche kontrollierte Wohnraumlüftung lässt den Primärenergiebedarf der Referenzgruppe auf 134 kWh/m<sup>2</sup>a sinken.

### 8.2.1.6.4 Treibhausgasemissionen

Aus Sicht des Ausstoß treibhausgasrelevanter Emissionen kann eine Kraft- Wärme- Kopplung die höchsten Einsparungen aufgrund der produzierten elektr. Energie erzielen. Der höhere Erdgaseinsatz wird durch die verminderten Emissionen einer Stromproduktion kompensiert. Fernwärme und Pellets besitzen in etwa das gleiche Potenzial der Reduktion klimarelevanter Treibhausgasemissionen. Durch den Anschluss sämtlicher Gründerzeitgebäude an das Fernwärmenetz der Stadt Wien können jährlich 765 t CO<sub>2</sub> bzw. durch eine zentrale Wärmeversorgung mit Pellets 748 t CO<sub>2</sub> Emissionen innerhalb der Referenzgruppe eingespart werden. Eine Unterstützung der Wärmeversorgung durch solare Wärmeerzeugung reduziert die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen der Referenzgruppe um 139 t. Beim Einsatz von Photovoltaik anstatt solarthermischen Anlagen reduziert sich der jährliche Emissionsausstoß um 93 t.



**Abbildung 59: Jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen der Referenzgruppe bei Anwendung unterschiedlicher Sanierungsvarianten**

Die jährlichen Treibhausgasemissionen der Referenzgruppe sinken durch die Kombination möglichst effizienter Energieversorgungsvarianten auf 998 t/a bzw. um 62%. Kombiniert man diese Maßnahmen mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung so lassen sich die jährlichen Emissionen auf 895 t/a bzw. um 66%, bezogen auf den Bestand, senken.

#### 8.2.1.6.5 Wirkungseffizienz haustechnischer Sanierungsvarianten

Für die Bewertung der ökologischen und ökonomischen Wirkungseffizienz der einzelnen Maßnahmen, wurden im ersten Schritt die durchschnittlichen Investitionskosten für die Sanierungsmaßnahmen erhoben. Dabei wurden ausschließlich die energetischen zurechenbaren Kosten der eingesetzten Sanierungsmaßnahmen erhoben. Die baulichen Kosten für die einzelnen Maßnahmen sind somit nicht berücksichtigt, da diese Mehrkosten im Zuge einer durchgeführten Sanierung nicht pauschal bewertet werden können.

Zur Entscheidungsfindung für die einzelnen Varianten wurde ergänzend anhand von durchschnittlichen Errichtungskosten, basierend auf Erfahrungswerten, versucht die voraussichtlichen Investitionskosten abzuschätzen. Dabei fanden notwendige bautechnische Maßnahmen (Stemmarbeiten, ...) keinen Einfluss. Die Flächen für Wohnbereich und Geschäftsbereich wurden zusammen betrachtet.

Die durchschnittlichen Investitionskosten einzelner Maßnahmen innerhalb der Referenzgruppe sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

<b>Maßnahme</b>	<b>Durchschnittliche Investitionskosten je Objekt [€]</b>
Dezentrale Erdgasbrennwertgeräte	169.000
Zentrale Erdgasbrennwertgeräte	144.000
Pellets	341.400
Fernwärme	123.600
Solarthermische Anlagen	17.400
Photovoltaik	20.100
BHKW	615.100
Kontrollierte Wohnraumlüftung	104.800
Heizungssanierung	139.200
Haustechniksanierung	261.900

**Tabelle 31: Energetisch zurechenbarer Kosten unterschiedlicher Sanierungsvarianten je Objekt der Referenzgruppe**

Die jährlichen Kapitalkosten für die einzelnen Maßnahmen wurden mit Hilfe der dynamischen Annuitätenmethode ohne Verzinsung und ohne Betriebskosten mit der rechnerischen Nutzungsdauer der Bauteile gemäß VDI2067 bewertet. Daraus ergeben sich die tatsächlichen Investitionskosten bezogen auf die erzielbare Energieeinsparung und demzufolge kann mit Hilfe dieser Betrachtung die ökonomische Wirkungseffizienz bestimmt werden. Für die Bewertung der ökologischen Wirkungseffizienz können die absoluten Primärenergie- bzw. Emissionseinsparungen herangezogen werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die spezifischen Investitionskosten haustechnischer Maßnahmen bezogen auf den Primärenergiebedarf dargestellt:

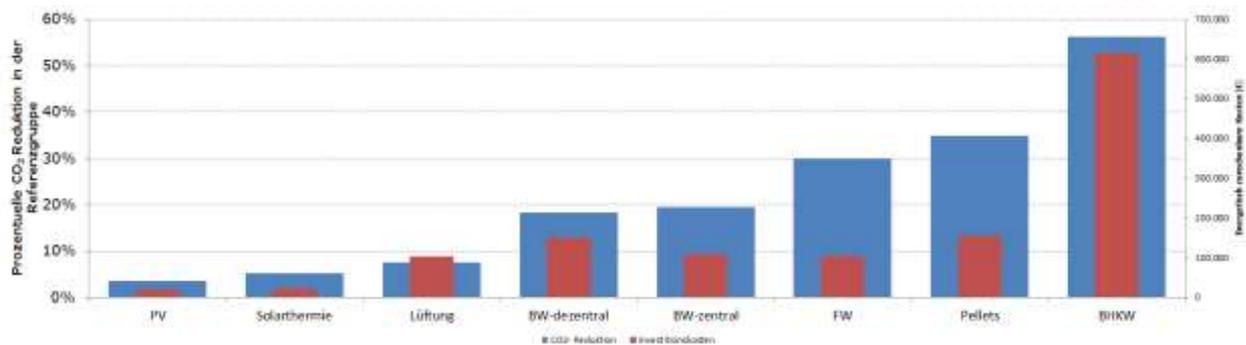
<b>Maßnahme</b>	<b>Spez. Investitionskosten Referenzgruppe [cent/kWh<sub>PE</sub>]</b>
Dezentrale Erdgasbrennwertgeräte	9,1
Zentrale Erdgasbrennwertgeräte	6,1
Pellets	3,5
Fernwärme	2,1
Solarthermische Anlagen	2,7
Photovoltaik	7,6
Mikrogasturbine	20
Kontrollierte Wohnraumlüftung	10
Heizungssanierung	4,5
Haustechniksanierung	6

**Tabelle 32: Spez. Investitionskosten je kWh eingesparte Primärenergie**

Aufgrund der geringen Investitionskosten bei hohen Primärenergieeinsparungen erzielt Fernwärme die höchste Wirkungseffizienz der betrachteten Maßnahmen. Durch die höheren Investitionskosten von Pelletsanlagen sind die spez. Investitionskosten bezogen auf die Primärenergieeinsparung dieser Maßnahme etwas höher. Eine solare Heizungsunterstützung hat nur geringfügig höhere Kosten als eine Wärmeversorgung mit Pellets. Bei fossiler Wärmeversorgung erreicht ein BHKW durch den hohen Emissionsfaktor von elektr. Energie sehr geringe Investitionskosten je eingesparter Primärenergie. Durch die geringeren Investitionskosten für zentrale Erdgasbrennwertgeräte ergeben sich kostenspezifische Vorteile im Vergleich zu dezentralen Lösungen.

Kontrollierte Wohnraumlüftungen weisen die geringste Kosteneffizienz der Maßnahmen auf, dennoch sind diese im Zuge einer Sanierung für die Senkung des Heizwärmebedarfs bzw. für eine Gewährleistung eines hygienischen Luftwechsels unverzichtbar.

Trotz der höchsten absoluten Primärenergieeinsparung haben Mikrogasturbinen bezogen auf die Primärenergieeinsparungen die höchsten Kosten.



**Abbildung 60: Ökologisch und ökonomische Bewertung untersuchter Heizungssanierungsvarianten**

### 8.2.1.7 Zusammenfassung einzelner Sanierungsmaßnahmen

Am Beginn einer haustechnischen Sanierung eines Gebäudes sollte das Ziel der Sanierung genau definiert werden. Mögliche Ziele einer Sanierung können sein:

- Anhebung der Wohn- bzw. Arbeitsqualität
- Reduktion von Betriebskosten
- Reduktion der Umweltauswirkungen
- Erhöhung der Behaglichkeit
- Wertsteigerung

Eine energieeffiziente bzw. ökologische Gebäudesanierung erfordert einerseits eine Schonung natürlicher Ressourcen und andererseits den nachhaltigen Einsatz erneuerbarer Energieträger. Durch eine thermische Sanierung der Gebäudehülle kann im ersten Schritt der Energiebedarf eines Gebäudes deutlich gesenkt werden. Durch den Einsatz einer Außenwanddämmung sind hohe Einsparungen auch bei Gründerzeitgebäuden erzielbar. Da der Einsatz dieser Dämmung durch denkmalschützerische Aspekte begrenzt wird und die Dämmung verbauter Feuermauern nur mit Innendämmung möglich ist, reduzieren sich auch die erzielbaren energetischen Einsparungen. Im Durchschnitt kann durch eine Sanierung der Außenwandbauteile der Endenergiebedarf um 23% gesenkt werden.

Die selbigen Restriktionen gelten für den Fenstertausch. Durch eine Modernisierung der bestehenden Fensterflächen reduziert sich der Endenergiebedarf der Referenzgruppe um rund 10%. Durch eine Dämmung der obersten Geschoßdecke (ohne Dachgeschoßausbau) und der Dämmung der Kellerdecken reduziert sich der Endenergiebedarf in Summe um 10%.

Im nächsten Schritt erfordert es eine effiziente bzw. ökologische Bereitstellung des verbleibenden Energiebedarfs.

Im Bereich der Haustechnik gibt es unterschiedliche Möglichkeiten den Energiebedarf effizient bzw. ökologisch zu decken. Der Einsatz von fossilen Energieträgern stellt eine kostengünstige Lösung dar, die in der derzeitigen Praxis häufig eingesetzt wird.

Fernwärme aus hocheffizienter Produktion kann einen großen Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen leisten. In der Referenzgruppe steht in 11 Objekten die Möglichkeit einer Fernwärmeversorgung zur Verfügung. Damit können die jährlichen Emissionen der Referenzgruppe um 30% im Vergleich zum Bestand reduziert werden. Vorteil von Fernwärme ist einerseits der geringe Platzbedarf für die Wärmeversorgung und andererseits die verhältnismäßig geringen Investitionskosten. Diese betragen innerhalb der Referenzgruppe im Durchschnitt auf 123.600 € je Objekt. Die Investitionskosten einer Fernwärmeversorgung bezogen auf die Emissionsminderung belaufen sich auf 48 €/tCO<sub>2</sub>.

Das CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial von erneuerbaren Energieträgern ist im Vergleich zur Kraft-Wärme- Kopplung, aufgrund des hohen Flächenbedarfs für die Brennstofflagerung, etwas geringer. Eine Wärmeversorgung mit Pellets mindert die Emissionen im Vergleich zum Bestand um 35%. In 13 Objekten der Referenzgruppe kann eine Wärmeversorgung mit Pellets erfolgen. Die energetisch relevanten Investitionskosten von Pelletsanlagen betragen in der Referenzgruppe 155.600€ je Objekt. Unter Betrachtung der Investitionskosten dieser Maßnahme bezogen auf die Emissionsminderung ergeben sich Kosten von 130 €/tCO<sub>2</sub>.

Der Einsatz solarthermischen Kollektoren wird in erster Linie durch frei verfügbare Flächen auf den Objekten begrenzt. Durch eine solare Heizungsunterstützung können die Treibhausgasemissionen der Referenzgruppe um 5% reduziert werden.

Der solare Deckungsgrad von solarthermischen Anlagen für die Warmwasserbereitung beträgt etwa 50% wodurch diese Sanierungsmaßnahme immer in Kombination mit einer zentralen Wärmeversorgung zu betrachten ist. Dies entspricht innerhalb der Referenzgruppe durchschnittlicher Kosten von 17.400 € je Objekt. Die daraus resultierenden Kosten für die Reduktion von Treibhausgasemissionen betragen 143 €/tCO<sub>2</sub>.

Photovoltaikanlagen ermöglichen eine solare Stromerzeugung auf Gründerzeithäusern. Das Potenzial dieser Technologie bei Gründerzeithäusern ist mit den nutzbaren Dachflächen begrenzt. Im Zuge einer Sanierung konkurriert diese Technologie mit solarthermischen Kollektoren. Der Einsatz von Photovoltaikanlagen auf Gründerzeithäuser kann die jährlichen Emissionen der Referenzgruppe um 3,5% reduzieren. Dabei wird von einer Netzeinspeisung der elektr. Energie ausgegangen und von dem bestehenden Emissionen abgezogen. Die durchschnittlichen Investitionskosten dieser Maßnahme in der Referenzgruppe betragen 20.100 € je Objekt. Die Investitionskosten dieser Maßnahme bezogen auf die Minderung von Treibhausgasen beträgt 152 €/tCO<sub>2</sub>.

Die Erneuerung dezentraler Gasthermen durch zentrale Brennwertsysteme erhöht die Effizienz des Heizungssystems im Vergleich zum Ausgangszustand. Eine zentrale Wärmeversorgung ermöglicht, trotz erforderlichen Wärmeverteilnetzes, geringfügig höhere Einsparungen im Vergleich zu einem dezentralen Heizungssystem. Dadurch können jährlich

19,4% der jährlichen Emissionen vermieden werden. Diese Form der Wärmeversorgung stellt die kostengünstigste Variante dar. Die durchschnittlichen Investitionskosten je Objekt liegen bei 110.100 €. Die Investitionskosten bezogen auf die möglichen Einsparungen betragen 259 €/t CO<sub>2</sub>.

Dezentrale Erdgasbrennwertthermen ermöglichen eine wohnungsweise Wärmeversorgung in Gründerzeitgebäuden. Durch die Brennwertnutzung können mit dieser Maßnahme 18,3% der derzeitigen Treibhausgase reduziert werden. Die Investitionskosten betragen in dieser Variante 110.100 € je Objekt. Die Investitionskosten bezogen auf die erzielbare Einsparungen betragen 388 €/tCO<sub>2</sub>.

Der Einsatz von Lüftungsanlagen in Bestandsgebäuden reduziert die Lüftungswärmeverluste. Beim Einbau zentraler Lüftungsanlagen im Zuge einer Sanierung stellt der Platzbedarf für das Lüftungsgerät und der Leitungsführung die limitierende Größe dar. In diesen Fällen können semidezentrale- oder dezentrale Lösungen für die Lüftung in den Wohneinheiten eingesetzt werden. Durch den Einbau von Lüftungsanlagen können die Emissionen der Referenzgruppe um 7,5% gesenkt werden. Die durchschnittlichen Investitionskosten je Referenzobjekt betragen 104.800 €. Daraus ergeben sich Kosten von 660 €/tCO<sub>2</sub> für die Minderung der Treibhausgasemissionen.

Das größte Potenzial zur Minderung von Treibhausgasemissionen bietet eine Kraft- Wärme-Kopplung. Bei dieser Variante erhöht sich der Erdgasbedarf für die Wärmeerzeugung, jedoch reduzieren sich die Gesamtemissionen bei Gegenrechnung der elektr. Energieerzeugung. Im derzeitigen Bestand der Referenzgruppe entspricht dies 615.100€ je Objekt. Betrachtet man die Investitionskosten dieser Maßnahme bezogen auf die Emissionsminderung so ergeben sich die höchsten Kosten von 705 €/tCO<sub>2</sub>.

Mit der Auswahl der effizientesten Variante für die einzelnen Referenzobjekte können 56% der derzeitigen Treibhausgasemissionen vermieden werden. Bezieht man die Investitionskosten der Maßnahme auf die mögliche Emissionsminderung so ergeben sich Kosten in der Höhe von rund 115 €/tCO<sub>2</sub>.

Die Kombination einer Heizungssanierung mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung und einem Niedertemperaturheizsystem reduziert die jährlichen Treibhausgasemissionen um 66% im Vergleich zum Bestand. Die Investitionskosten bezogen auf die mögliche Emissionsminderung betragen in dieser Variante 174 €/tCO<sub>2</sub>.

## **8.3 Anwendung von Maßnahmenkombinationen auf die Referenzgruppe**

Wichtigstes Ziel einer Sanierung stellt in diesem Projekt die energetische Verbesserung der thermischen Gebäudehülle dar. Somit kann der Energieverbrauch des Objektes auf ein Minimum gesenkt werden und muss nicht durch die Haustechnik bereitgestellt werden. Da die bestehende Haustechnik auf den Ausgangszustand ausgelegt ist, sollte diese im Anschluss angepasst werden. Nur mit diesem Ansatz kann das Ziel eines klimaneutralen Gründerzeithauses erreicht werden.

In diesem Kapitel werden unterschiedliche Maßnahmenkombinationen der Sanierung von Gebäudehülle sowie Haustechnik mit unterschiedlicher Wirkungseffizienz innerhalb der Referenzgruppe angewendet. Im ersten Schritt wird eine Minimumvariante einer Sanierung betrachtet. Damit soll das Potenzial einer geringen thermischen Sanierung am Gründerzeithausbestand aufgezeigt werden. Dabei steht eine kostengünstige Sanierung mit möglichst hoher Flexibilität im Vordergrund. Die Wärmebereitstellung wird von Erdgasbrennwertthermen übernommen.

Im nächsten Schritt sollen Maßnahmen, welche einem üblichen Sanierungsstandard entsprechen auf die Objekte der Referenzgruppe angewendet werden um den bisherigen Sanierungsstandard zu verdeutlichen. Die Sanierung der thermischen Gebäudehülle entspricht dabei den Anforderungen der OIB- Richtlinie für die jeweiligen Bauteile. Bei der Erneuerung der Haustechnik wird in dieser Variante von einer Standardsanierung mit Brennwertthermen ausgegangen.

In einer zweiten Variante soll eine möglichst ökologische Sanierung erfolgen. Dazu werden die im vorigen Kapitel gewonnenen Erkenntnisse auf die Referenzgruppe angewendet mit dem Ziel einer möglichst hohen Emissionsminderung.

### **8.3.1 Minimum Variante**

#### **8.3.1.1 Thermische Gebäudehülle**

Im Zuge der Variantenstudien für die Referenzobjekte und in weiterer Folge näherer Bearbeitung dreier Objekte in Form von Machbarkeitstudien wurden für die Mindestverbesserung die in der nachstehenden Tabelle ersichtlichen Maßnahmen kombiniert.

Bauteil:	Wärmedämm-Maßnahme	Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]
Außenwände - Straßenfassaden geschützte Hoffassaden, Feuermauern	Innendämmung 6 cm Calciunsilikatplatte	<b>0,47 W/m<sup>2</sup>K</b>
Außenwände - nicht gesch. Hoffassaden freistehende Feuermauern	Aussendämmung, Vollwärmeschutz 6 cm Polystyrol-Fassaden-Dämmung (EPS-F)	<b>0,47 W/m<sup>2</sup>K</b>
Fenster	Sanierung der Kastenfenster Innenflügel mit 2-Scheibenisolierverglasung	<b>1,3 W/m<sup>2</sup>K</b>
Oberste Geschoßdecke	Mineralwolle Dämmblock C 1cm Gipsfaserplatte + 15 cm MW	<b>0,17 W/m<sup>2</sup>K</b>
Kellerdecke	Abgehängte Decke 6cm Mineralwolleauflage	<b>0,38 W/m<sup>2</sup>K</b>

**Tabelle 33: Wärmetechnische Sanierungsmaßnahmen „Minimum- Variante“**

Diese Mindestvariante wurde unter dem oben angeführten Aspekt, dass an einem Großteil der Außenwände nur Innendämmungen ausgeführt werden können und diese Art der Dämmung die in Punkt 7.2.6 beschriebenen Details der Diffusionsvorgänge, Reduktion der Speichermassen und Flächenverluste aufweist, untersucht.

Die Innendämmung mit Calciunsilikatplatten ist hinsichtlich dieser Problempunkte bis zu einer Dicke von 6cm noch ohne maßgebende Beeinträchtigung für die Taupunktverschiebung und Wärmebrückenwirkung der Übergänge bei an die Außenwände anschließenden Innenwände sowie Fensteranschlüssen machbar.

Obwohl die Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) der Außenwände noch nicht den derzeit geltenden Anforderungen der Bauordnung (OIB-Richtlinie 6) entsprechen, stellt die Reduktion von U ~ 1,8 W/m<sup>2</sup>K (30 cm Vollziegel beidseitig verputzt) W/m<sup>2</sup>K auf U ~ 0,47 W/m<sup>2</sup>K eine wesentliche Verbesserung des Bestandes bei Gründerzeithäusern dar.

Die Verbesserung der Fenster auf den OIB-Standard durch Ausstattung der Innenflügel mit 2-Scheiben Isolierverglasung und Verbesserung der Innenflügeldichtungen oder genereller Tausch der Fenster ist auch bei dieser Variante schon zweckmäßig und empfehlenswert. Aufgrund der bautechnisch sehr einfach herstellbaren Wärmedämm-Maßnahmen bei den Obersten Geschosdecken und Kellerdecken ist der OIB- Standard bei diesen Bauteilen jedenfalls erreichbar.

Aufgrund der erzielten Ergebnisse ist als weitere Verbesserung die Erhöhung der Dämm-Maßnahmen an den Außenwänden vorzunehmen.

### **8.3.1.2 Haustechnik**

Diese Variante soll im Bereich der Haustechnik einem Standard Sanierungsstand entsprechen. Derzeit werden häufig Stockwerksheizungen eingesetzt, in der sich die Wärmeerzeuger und Wärmeabgabesysteme meist im selben GeschloÙ befinden. Dies bietet die Möglichkeit einer wohnungsweisen Sanierung und ermöglicht den unabhängigen Betrieb der Heizung für jede Wohnpartei. Somit kann jede Wohnung nach eigenem Bemessen beheizt werden und Streitigkeiten über die Abrechnung der Heizkosten können gemindert werden. Der Nachteil dieser Heizungsform sind die höheren Investitionskosten und eine etwas geringere Effizienz im Vergleich zu einer zentralen Wärmeversorgung. Diese wird jedoch durch das fehlende Zirkulationssystem zu einem Teil kompensiert.

Die Wärmeversorgung in den Wohnungen erfolgt mit dezentralen Erdgasbrennwertthermen. Die durchschnittliche Heizlast je Wohnung beträgt in dieser Variante rund 12kW. In den einzelnen Wohnungen sind dezentrale Warmwasserspeicher installiert. Die Wärmeverteilung in den Wohnungen wird im Zuge der Sanierung erneuert und mit Wärmedämmung versehen.

In einem Objekt mit derzeitiger Erdgasversorgung wird der bestehende Kessel gegen ein Erdgasbrennwertgerät getauscht. Zusätzlich wird das Wärmeverteilnetz in diesem Objekt erneuert.

## **8.3.2 OIB- Variante**

### **8.3.2.1 Thermische Gebäudehülle**

Da die in Pkt. 8.3.1 dargestellten Maßnahmen der Mindestverbesserung der Außenwände noch nicht zu befriedigenden Ergebnissen führte wurden in einem nächsten Schritt alle Bauteile der beheizten Außenhülle auf den in der OIB-Richtlinie 6 angegebenen Wärmeschutz gehoben.

Bauteil:	Wärmedämm-Maßnahme	Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]
Außenwände - Straßenfassaden geschützte Hoffassaden, Feuermauern	Innendämmung 10cm Calciumsilikatplatte	<b>0,35 W/m<sup>2</sup>K</b>
Außenwände - nicht gesch. Hoffassaden freistehende Feuermauern	Vollwärmeschutz 10 cm Polystyrol-Fassaden-Dämmung (EPS-F)	<b>0,35 W/m<sup>2</sup>K</b>
Fenster	Sanierung der Kastenfenster Innenflügel mit 2-Scheibenisolierverglasung	<b>1,3 W/m<sup>2</sup>K</b>
Oberste Geschoßdecke	Mineralwolle Dämmblock C 1cm Gipsfaserplatte + 15 cm MW	<b>0,17 W/m<sup>2</sup>K</b>
Kellerdecke	Abgehängte Decke 6cm Mineralwolleauflage	<b>0,38 W/m<sup>2</sup>K</b>

**Tabelle 34: Wärmetechnische Sanierungsmaßnahmen „OIB- Variante“**

Zur Erreichung eines gemäß OIB-Richtlinie 6 geforderten Mindestwärmeschutzes bei Außenwänden und Feuermauern (Wärmedurchgangskoeffizient  $U < 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) ist bei den Vollziegelmauern von Gründerzeithäusern eine Dicke von 10 cm erforderlich.

Bei Außenwänden, an denen eine Außendämmung ausgeführt werden kann, weist die Wärmedämmungsdicke von 10 cm den Vorteil auf, dass auch bei Gebäuden mit drei und mehr Geschossen und Einsatz von Polystyrol-Vollwärmeschutzsystemen noch keine Brandschutzriegel aus unbrennbarer Wärmedämmung (z.B. Steinwolle) über den Fensterstürzen ausgeführt werden müssen.

Für die Innendämmung mit Calciumsilikatplatten sind ab der Dicke 10 cm Dampfdiffusionsnachweise gemäß ÖNORM B 9110-2 (Glaser-Verfahren) nicht mehr möglich. Es sind Untersuchungen des Diffusionsverhaltens mit dynamischen Rechenverfahren, die realistische Feuchtebeanspruchungen berücksichtigen, durchzuführen, um die Feuchteverteilung in der Wand und kritischen Bereichen (Balkenlager) zu simulieren. Weiters sind für, an die Außenwand anschließende, Innen-Ziegelwände und Fensteranschlüsse Wärmebrückenberechnungen zu empfehlen.

Die Verbesserung der Fenster auf den OIB-Standard durch Ausstattung der Innenflügel mit 2-Scheiben Isolierverglasung und Verbesserung der Innenflügeldichtungen oder genereller Tausch der Fenster ist selbstverständlich erforderlich.

Ebenfalls ist aufgrund der bautechnisch sehr einfach herstellbaren Wärmedämm-Maßnahmen bei den Obersten Geschossdecken und Kellerdecken der OIB- Standard bei diesen Bauteilen jedenfalls leicht erreichbar.

### **8.3.2.2 Haustechnik**

Die Sanierung der Haustechnik erfolgt in dieser Variante ident mit der vorigen Variante. In den einzelnen Objekten ohne bestehende zentrale Wärmeversorgung werden dezentrale Erdgasbrennwertthermen für die Warmwasser und Heizwärmeerzeugung eingesetzt. Dezentrale Wärmespeicher ermöglichen einen effizienten Betrieb der Wärmeversorgung und eine ständige Wärmeverfügbarkeit. Die Heizungs- bzw. Warmwasserleitungen werden erneuert und mit einer entsprechenden Wärmedämmung versehen. Da bestehende Radiatoren häufig großzügig dimensioniert sind, können diese in einzelnen Wohnungen ev. bestehen bleiben. Da im Zuge des Projektes die Wärmeabgabesysteme nicht überprüft werden konnten, wird in dieser Variante eine Erneuerung der Radiatoren berücksichtigt. Aufgrund der relativ hohen spezifischen Heizlast in den Objekten werden wiederum Radiatoren für die Wärmeabgabe in den Wohnungen eingesetzt. Ein Objekt wird derzeit im Bestand mit Fernwärme versorgt. Diese Form der Wärmebereitstellung wird beibehalten jedoch das Wärmeverteilnetz erneuert und thermisch optimiert.

In einem Objekt mit derzeitiger Erdgasversorgung wird der bestehende Kessel gegen ein Erdgasbrennwertgerät getauscht. Zusätzlich wird das Wärmeverteilnetz in diesem Objekt erneuert.

### **8.3.3 Öko- Variante**

#### **8.3.3.1 Thermische Gebäudehülle**

Als Dritte Variante wurde die in der nachstehenden Tabelle angegebenen Maßnahmen der Verbesserung der Gebäudehülle vorgenommen.

Bauteil:	Wärmedämm-Maßnahme	Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]
Außenwände - Straßenfassaden geschützte Hoffassaden, Feuermauern	Innendämmung 10cm Calciumsilikatplatte	<b>0,35 W/m<sup>2</sup>K</b>
Außenwände - nicht gesch. Hoffassaden freistehende Feuermauern	Vollwärmeschutz 30 cm Mineralschaumplatten	<b>0,14 W/m<sup>2</sup>K</b>
Fenster	Sanierung der Kastenfenster Innenflügel mit 2-Scheibenisolierverglasung	<b>1,3 W/m<sup>2</sup>K</b>
Oberste Geschoßdecke	Mineralwolle Dämmblock C 1cm Gipsfaserplatte + 15 cm MW zus.darunter: 10 cm Mineralwolleplatten	<b>0,12 W/m<sup>2</sup>K</b>
Kellerdecke	Abgehängte Decke 6cm Mineralwolleauflage	<b>0,38 W/m<sup>2</sup>K</b>

**Tabelle 35: Wärmetechnische Sanierungsmaßnahmen „Öko- Variante“**

Bei Außenwänden, an denen eine Außendämmung ausgeführt werden kann, werden die Wärmedämmungsdicke auf 30 cm erhöht und anstelle eines EPS- Vollwärmeschutzsystems Mineralschaumplatten eingesetzt, die bis zu einer Dicke von 30 cm einlagig verlegt werden können. Da dieses Material nicht brennbar ist, müssen keine zusätzlichen Brandschutzriegel aus unbrennbarer Wärmedämmung (z.B. Steinwolle) über den Fensterstürzen ausgeführt werden. Verschnittmaterial ist reiner mineralischer Bauschutt, im Falle eines Abbruches ist die bessere Trennbarkeit des Verputzes von der Dämmplatte(es bleiben keine Dämmfasern auf dem Putzabbruch), sodass diese Platten als ökologischere Variante zu EPS gewählt wurde. (Amann et al., 2010)

Die Dicke der Innendämmung mit Calciumsilikatplatten wurde mit 10 cm beibehalten. Diese Dicke stellt einen guten Kompromiss zwischen wirksamer Wärmedämmung und den Problempunkten Dampfdiffusion, Wärmebrücken und Reduktion der Speichermassen sowie Raumflächenverlusten dar. Die Untersuchungen des Diffusionsverhaltens mit dynamischen Rechenverfahren, die realistische Feuchtebeanspruchungen berücksichtigen, um die Feuchteverteilung in der Wand und kritischen Bereichen (Balkenlager) zu simulieren, sind wie bei der OIB-Variante durchzuführen bzw. gleich. Weiters sind für, an die Außenwand anschließende, Innen-Ziegelwände und Fensteranschlüsse sowie besonders bei Übergängen von Außendämmung zu Innendämmung(z.B. bei angebauten Feuermauern und Außenwänden mit Außendämmung) Wärmebrückenberechnungen durchzuführen.

Die Verbesserung der Fenster auf den OIB-Standard ( $U_w < 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) durch Ausstattung der Innenflügel mit 2-Scheiben Isolierverglasung und Verbesserung der Innenflügeldichtungen oder genereller Tausch der Fenster wurde beibehalten, da eine weitere Senkung der U-Werte ( $U_w < 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) nur sehr aufwändig (3-Scheiben-

Verglasungen, Umbau der Fensterstöcke, praktisch nur durch Tausch der Fenster) möglich ist.

Aufgrund der bautechnisch sehr einfach herstellbaren Wärmedämm-Maßnahmen bei obersten Geschossdecken sind diese mit einer zusätzlichen Mineralwollewärmeeisung (10 cm) unter den Dachbodendämmelementen berücksichtigt.

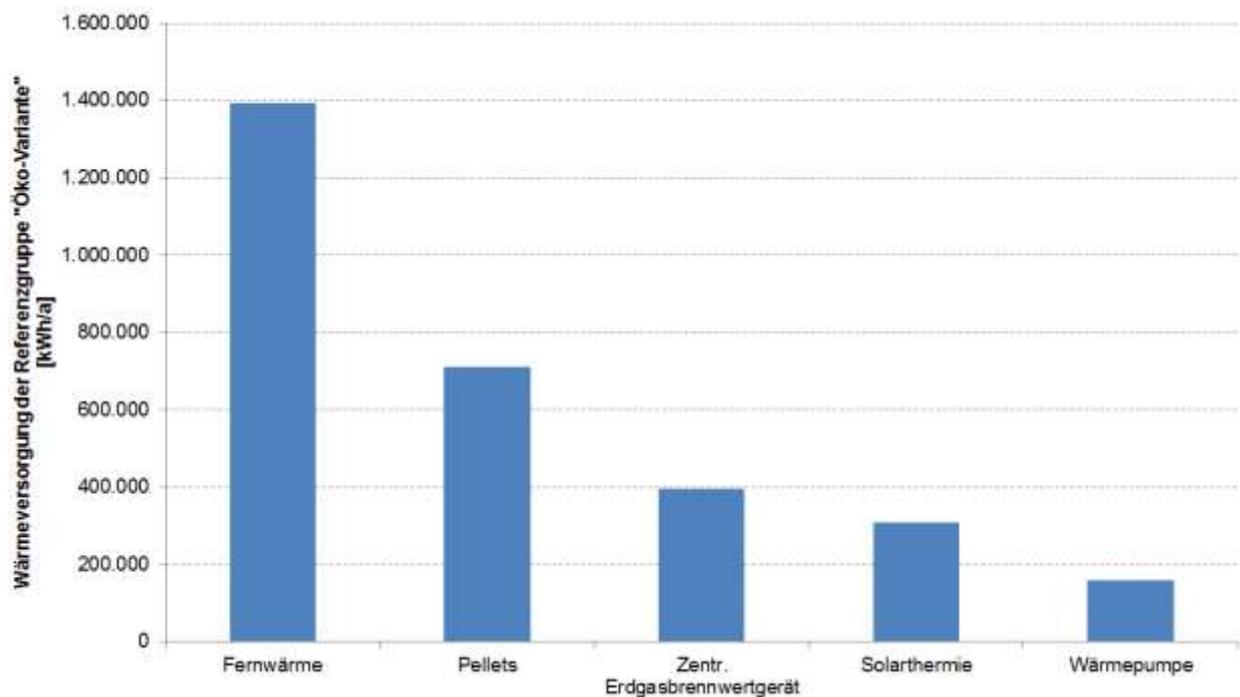
Bei den Kellerdecken wurde der OIB- Standard beibehalten, da aufgrund der physikalischen Tatsache, dass warme Luft aufsteigt, die Wärmeverluste nach unten nicht den gleichen Stellenwert wie Wärmeverluste bei der obersten Geschossdecke nach oben haben. Bei umfassenden Sanierungen mit Neuherstellung der Fußbodenaufbauten ist aber auch bei diesen Bauteilen eine weitere Verbesserung der Wärmedämmung möglich und empfehlenswert.

### **8.3.3.2 Haustechnik**

Die Sanierung der thermischen Gebäudehülle sowie der Haustechnik erfolgt in dieser Variante im Hinblick auf eine hohe Wirkungseffizienz der eingesetzten Maßnahmen. In erster Linie wird das Ziel einer möglichst klimaneutralen Wärmeversorgung festgelegt. Für die Erreichung dieses Ziels erfolgte die Auswahl der Wärmeversorgung in den einzelnen Objekten anhand folgender Reihenfolge (siehe Kapitel 8.2.1.7):

- Fernwärme
- Pellets
- Solare Warmwasser- und Heizungsunterstützung
- Wärmepumpe
- Zentrale Erdgasbrennwertgeräte
- Dezentrale Erdgasbrennwertgeräte

Durch die Sanierung der thermischen Gebäudehülle reduziert sich der natürliche Luftwechsel. Um den erforderlichen Luftwechsel dennoch bereitzustellen und gleichzeitig die Lüftungswärmeverluste zu reduzieren, wird eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung eingesetzt. Um die Wärmerückgewinnung möglichst effizient zu gestalten, soll eine zentrale Lüftungsanlage eingesetzt werden. Da der Platzbedarf für die Aufstellung des Lüftungsgerät bzw. der Luftleitungsführung sehr hoch ist, wird in 9 Objekten eine zentrale Lüftungsanlage vorgesehen. Die restlichen 16 Objekte werden mit einer dezentralen Lösung mit einem Lüftungsgerät je Wohnung und gemeinsamer Frisch- und Fortluftleitung ausgeführt. Der Wärmerückgewinnungsgrad der Lüftungsanlage beträgt 80%. Die Wärmebereitstellung der jeweiligen Technologien ist in der folgenden Abbildung dargestellt:



**Abbildung 61: Wärmebereitstellung unterschiedlicher Technologien „Öko- Variante“**

Die durchschnittlich geschätzte Heizlast der Referenzgruppe beträgt nach einer Sanierung der thermischen Gebäudehülle  $71 \text{ kW}^3$  je Objekt. Die spezifische Heizlast bezogen auf die Bruttogrundfläche beträgt  $44 \text{ W/m}^2$ .

Die Wärmeabgabe in den einzelnen Wohnungen wird in dieser Variante mit einer Flächenheizung in Form einer Fußbodenheizung realisiert.

Warmwasser- Verteil-, Steig- und Zweigleitungen führen das Warmwasser vom zentralen Warmwasserspeicher zu den Abnehmern. Diese Wärmeverteilung wird als Zirkulationsleitung ausgeführt um die erforderliche Warmwassertemperatur auch bei längeren Verbrauchspausen zu halten und jederzeit Wärme zur Verfügung zu stellen. Dabei wird in einer Rücklaufleitung von der obersten Zapfstelle das Warmwasser in den Speicher rückgeführt. Mittels Umwälzpumpen wird diese Wasserzirkulation gewährleistet.

## 8.4 Energetische Gesamtbetrachtung der Anwendung von Maßnahmenkombinationen auf die Referenzgruppe

Die energetische Gesamtbewertung der Maßnahmenkombination bezieht sich auf die erstellten Energieausweise nach OIB- Richtlinie 6. In dieser Betrachtung werden die Ergebnisse von Heizwärmebedarf, Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und der daraus

<sup>3</sup> Dieser Wert wurde anhand des jährlichen Wärmebedarfs und durchschnittlichen Volllaststunden von 1.500 h/a ermittelt.

folgende Emissionsausstoß für die einzelnen Sanierungsvarianten dargestellt. Zusätzlich wurden für die Sanierung der Haustechnik Schätzkosten der einzelnen Maßnahmenkombinationen erhoben.

#### 8.4.1 Minimum Variante

In dieser Variante wird eine Sanierung mit geringem Aufwand betrachtet. Diese Form der Sanierung wurde teilweise in der Referenzgruppe vorgefunden. Dabei wurden vereinzelt die Innenhoffassaden im Zuge einer Gebäudesanierung mit einer Außendämmung versehen. Die Wohnungen wurden ebenfalls saniert und oftmals wiederum mit Erdgastermen ausgestattet.

Die Anwendung dieser Sanierungsstrategie reduziert den durchschnittlichen Heizwärmebedarf der Referenzgruppe auf 60 kWh/m<sup>2</sup>a was einer Einsparung um 53% entspricht. Durch den Einsatz von Erdgasbrennwertgeräten und einer Sanierung des Heizungssystems in den Wohnungen kann der Endenergiebedarf der Referenzgruppe auf durchschnittlich 93 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden. Da in dieser Variante weiterhin fossile Energieträger für eine wohnungsweise Sanierung eingesetzt werden, reduziert sich der Primärenergiebedarf der Referenzgruppe auf 99 kWh/m<sup>2</sup>a. Daraus resultieren jährliche Emissionen von 47 t/a je Objekt. Dies entspricht einer Reduktion um 56%.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Kennwerte je Gebäudeklasse angeführt.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	63	11	13	1	88
Eckhäuser	58	10	27	1	96
Straßenrakter	71	12	16	2	101

Tabelle 36: Energetische Gesamtbetrachtung „Minimum- Variante“

#### 8.4.2 OIB- Variante

Diese Sanierungsvariante soll eine Sanierung nach derzeitigem Stand wiedergeben. Der durchschnittliche Heizwärmebedarf der Referenzgruppe beträgt in dieser Variante 48,4 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf das Referenzklima. Dies entspricht einer Verbesserung im Vergleich zum Bestand um 62%. Die Sanierung des Warmwasser- und Heizungssystems reduziert den Heiztechnikenergiebedarf auf durchschnittlich rund 10 kWh/m<sup>2</sup>a bzw. um 85% im Vergleich zum Bestand. Dies kann durch die Erneuerung des Wärmeerzeugers und durch die Dämmung des Wärmeverteilsystems erreicht werden. Der Hilfsenergiebedarf für den Betrieb der Anlagen erhöht sich nur geringfügig, da die Systemkomponenten annähernd gleich bleiben und die Lüftung mittels Fensterlüftung erfolgt. Der Endenergiebedarf wird zu 92% mittels Erdgas gedeckt. Davon werden in 95% der Wohnungen dezentrale

Gasetagenheizungen eingesetzt. Da in den restlichen 15% derzeit bereits Fernwärme eingesetzt wird, bleibt die Wärmeerzeugung bestehen. Dabei wird lediglich das Wärmeverteilungssystem innerhalb des Gebäudes erneuert.

Der durchschnittliche Endenergiebedarf der Referenzgruppe beträgt in dieser Variante 71 kWh/m<sup>2</sup>a. Dies entspricht einer Minderung aufgrund der geringeren Verluste um 65%.

In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Kennwerte je Gebäudeklasse angeführt.

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	53	11	7	1	72
Eckhäuser	49	10	7	1	67
Straßentrakter	50	12	9	1	73

**Tabelle 37: Energetische Gesamtbetrachtung „OIB- Variante“**

Der durchschnittliche Primärenergiebedarf der Referenzgruppe beträgt in dieser Variante 80 kWh/m<sup>2</sup>a. Im Vergleich zum Bestand entspricht dies einer Minderung um 70%.

Der jährliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Referenzgruppe reduziert sich von 2.640 t auf 944 t was einer Reduktion um 64% entspricht.

### 8.4.3 Öko- Variante

In dieser Variante werden Maßnahmen höchster Wirkungseffizienz eingesetzt werden um den Emissionsausstoß auf ein Minimum zu reduzieren. Das Heizungs- bzw. Warmwassersystem wird durch Solaranlagen unterstützt.

Für die Wärmeversorgung werden folgende Hauptenergieträger eingesetzt:

- Fernwärme
- Pellets
- Solare Warmwasser- und Heizungsunterstützung
- Wärmepumpe
- Zentrale Erdgasbrennwertgeräte

Die Lüftung erfolgt in dieser Variante mit einer mechanischen Lüftungsanlage und Wärmerückgewinnung. In 8 Objekten kommt eine zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung zum Einsatz. In den restlichen Objekten kommt eine dezentrale Lösung mit einem Lüftungsgerät je Wohnung zum Einsatz.

Ein Zirkulationssystem übernimmt die Warmwasserverteilung in den Objekten. Der Hilfsenergiebedarf für das Zirkulationssystem beträgt im Durchschnitt rund 580 kWh/a pro

Objekt. Durch das Zirkulationssystem treten zusätzliche Wärmeverluste in den Verteilungen auf. Diese betragen im Durchschnitt aufgrund der großen Flächen trotz Dämmung rund 22.500 kWh/a je Objekt bzw. 12 kWh/m<sup>2</sup>a. Der Stromverbrauch für die Pumpen beträgt im Durchschnitt 1.700 kWh/a pro Objekt. Durch die Verwendung drehzahl geregelter Pumpen, Ausführung von Ring bzw. Reihenleitungen und Anbringung von Zirkulationssammler lassen sich die Wärmeverluste eines Zirkulationssystems um bis zu 25% und der Strombedarf um bis zu 30% reduzieren.

Die bestehenden Radiatoren werden in dieser Variante gegen eine Fußbodenheizung getauscht.

Der durchschnittliche Endenergiebedarf der Referenzgruppe für Raumwärme und Warmwasser beträgt in dieser Variante 49 kWh/m<sup>2</sup>a. Dies entspricht einer Minderung aufgrund der geringeren Verluste um 77%.

In der nachfolgenden Tabelle sind die energetisch relevanten Kennzahlen dieser Variante aufgelistet:

Gebäudeklasse	HWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	WW- Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	HTEB WW& RH [kWh/m <sup>2</sup> a]	HE Bedarf [kWh/m <sup>2</sup> a]	Umweltenergie [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB [kWh/m <sup>2</sup> a]
Verzweigte Gebäude	33	11	11	3	10	48
Eckhäuser	29	10	12	4	10	45
Straßenrakter	30	12	21	5	11	57

**Tabelle 38: Energetische Gesamtbetrachtung „Öko- Variante“**

Der durchschnittliche Primärenergiebedarf der Referenzgruppe für Raumwärme und Warmwasser beträgt in dieser Variante 43 kWh/m<sup>2</sup>a. Im Vergleich zum Bestand entspricht dies einer Minderung um 81%.

Der jährliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Referenzgruppe reduziert sich von jährlich 2.640 t auf 380 t was einer Reduktion um 86% entspricht.

## 8.5 Klimaneutralität

Das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung von Gründerzeithäusern soll in diesem Projekt in erster Linie durch die Vermeidung von Treibhausgasen erreicht werden. Durch die thermische Verbesserung der Gebäudehülle kann somit bereits ein großer Anteil an Treibhausgasemissionen vermieden werden. Im zweiten Schritt soll die erforderliche Wärme durch effiziente Haustechnik möglichst auf Basis von erneuerbaren Energieträgern

bereitgestellt werden. Da die Treibhausgasemissionen im Zuge einer ökologisch ambitionierten Sanierung nicht zur Gänze reduziert werden können, wird im dritten Schritt die Kompensation der verbleibenden Emissionen herangezogen, wodurch nochmals ein Beitrag zum Umweltschutz geleistet werden kann. Da Treibhausgasemissionen einen globalen Einfluss nehmen, ist es somit nicht relevant an welchem geographischen Ort Emissionen entstehen bzw. vermieden werden. Eine Kompensation bedient sich diesem Sachverhalt und kompensiert die entstehenden Emissionen an einem örtlichen Punkt durch Klimaschutzmaßnahmen an einem anderen Ort durch Emissionsminderungszertifikaten aus anerkannten Klimaschutzprojekten.

Geht man von den Ergebnissen der Öko-Variante aus, so ergeben sich durchschnittliche Emissionen von rund 15 t/a je Objekt. Geht man von einem Zertifikatspreis von rund 10 €/t aus und den Kosten für die Emissionsermittlungen so ergeben sich jährliche Kosten von rund 1.000 €/a je Objekt. Geht man von der geringsten Nutzungsdauer der Einzelkomponenten aus, so ergeben sich über diese Nutzungsdauer Kosten in der Höhe von 18.000€.

## **9 Potenzialermittlung für Gebäudetypen (AP7)**

Ziel dieses Kapitels ist die Ermittlung des Sanierungspotenzials von Gründerzeitgebäuden ausgehend von der Referenzgruppe bis hin zu den Donauländern.

Ausgehend von den Ergebnissen der Referenzgruppe soll mit Hilfe von statistischen Daten auf das Potenzial von Wiener Gründerzeitgebäuden hochgerechnet werden.

Im zweiten Schritt wird anhand dieser Ergebnisse und statistischer Daten auf das österreichische Potenzial hochgerechnet. Das österreichische Potenzial wird wiederum auf das Potenzial in den Donauländern hochgerechnet.

### **9.1 Wien**

Im Jahr 2001 betrug die Anzahl an Häusern erbaut vor 1919 rund 35.014. Darin sind sowohl Wohngebäude als auch Nichtwohngebäude zusammengefasst. Die Anzahl in Österreich betrug im selben Jahr 353.379. Dies entspricht einem Anteil von rund 10% in Wien. In dieser Zahl sind jedoch sowohl Gründerzeithäuser als auch ältere Gebäude inkludiert.

Der Kulturgüterkataster, erstellt von der Stadt Wien, umfasst wesentliche Identitätsmerkmale der Stadt Wien. Umfangreiches Kartenmaterial zeigt die kulturgeschichtliche und stadtplanerische Entwicklung Wiens von der Frühzeit bis in die Gegenwart. Unter anderem wurden Gebäude nach ihrer Architektur erfasst und in Form von Kartenmaterial dargestellt. Dabei umfasst der Kulturgüterkataster für die einzelnen Objekte, beispielhaft, folgende Merkmale:

- Bautypologie
- Bauperioden
- Schutzbereiche

Im Wiener Kulturgutkataster sind derzeit 6.643 Objekte, erbaut vor 1919, dokumentiert. Diese Anzahl entspricht etwa einem Anteil von 19% aller in Österreich vor 1919 erbauter Objekte [Statistik Austria I]. Die Anzahl der im Kulturgüterkataster dokumentierten Gründerzeithäuser beläuft sich auf 6.170. Daraus folgt eine Anzahl von 473 Gebäuden erbaut vor 1848 bzw. 7% der dokumentierten Gebäude. Gemäß der Klassifizierung der Objekte nach der Bautypologie in dieser Studie, können 4.473 Objekte für die weitere Auswertung herangezogen werden. Daraus ergibt sich die folgende Anzahl an Objekten in Abhängigkeit nach der Bautypologie:

Bautypologie	Anzahl Objekte	Anteil an erfassten Objekten Baujahr <1919
Straßenrakter	1.440	21,7%
Eckhäuser	1.215	18,3%
Verzweigte Gebäude	1.818	27,4%

Im Jahr 2001 gab es in Wien 309.416 Wohnungen in Gebäuden erbaut vor 1919. Davon beliefen sich 249.227 Wohnungen auf Hauptwohnsitze mit einer gesamten Nutzfläche von 17.889.100m<sup>2</sup>. Die Anzahl an Hauptwohnsitzen in Österreich im selben Jahr betrug 618.452 mit einer gesamten Nutzfläche von 53.060.800m<sup>2</sup>. Daraus folgt, 40% an Wohnungen in Objekten erbaut vor 1919 befinden sich in Wien. (Statistik Austria I 69, Statistik Austria II, 91)

Anhand der Auswertung aus dem Kulturgüterkataster Wiens, beträgt der Anteil von Gründerzeithäusern an Gebäuden erbaut vor 1919 93%. Die Anzahl an Gründerzeitobjekten mit den durchschnittlichen Nutzflächen ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Bezeichnung	Anzahl Gründerzeithäuser	Ø Wohnungen je Gründerzeithaus	Ø Nutzfläche je Gründerzeithaus [m <sup>2</sup> ]
Wohngebäude mit 1-2 Wohnungen	7.107	1	130
Wohngebäude mit 3-10 Wohnungen	9.188	7	569
Wohngebäude mit 11 oder mehr Wohnungen	10.958	19	1.272
Nichtwohngebäude	5.275	1	94,5

Innerhalb der Referenzgruppe gibt es lediglich Objekte mit 11 oder mehr Wohnungen. Eine Analyse der Referenzgruppe, bestehend aus 25 Gründerzeithäusern, ergibt folgendes Ergebnis:

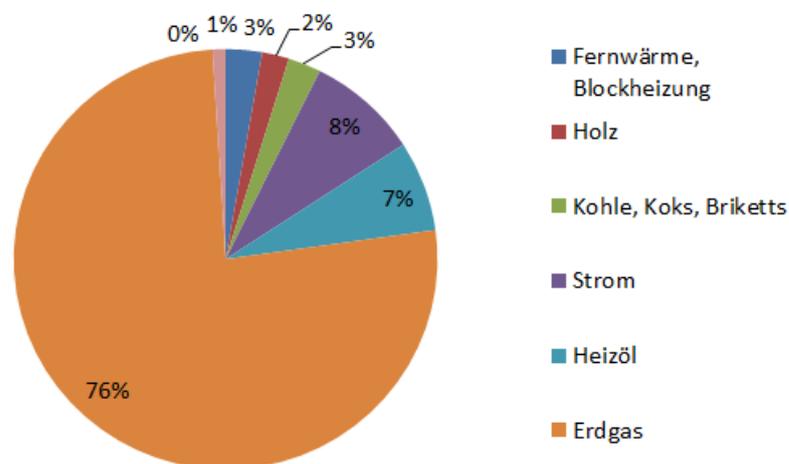
	Anzahl Wohnungen je Objekt	Ø Nutzfläche je Wohnung	Ø Nutzfläche je Objekt
Straßentrakter	17	105	1.311
Eckhäuser	16	101	1.716
Verzweigte Gebäude	18	58	1.054
<b>Mittelwert</b>	<b>17</b>	<b>80,6</b>	<b>1.360</b>

Berücksichtigt man diese Auswertung in der Gebäude- und Wohnungsstatistik, so ergibt sich eine Anzahl von 12.389 Gründerzeithäusern mit mehr als 11 Wohnungen in Wien.

In Wien beträgt die Anzahl von Gebäuden errichtet vor 1919 rund 35.000. Dies entspricht etwa 10% der österreichweiten vor 1919 erbauten Gebäude. Berücksichtigt man die Ergebnisse aus dem Kulturgutkataster so beträgt die Anzahl an Gründerzeithäusern in Wien rund 32.500. Diese Zahl unterteilt sich in etwa in 28.700 Wohngebäude und 3.800 Nichtwohngebäude.

Die Fläche von Hauptwohnsitzen in Gebäuden in Wien erbaut vor 1919 laut Statistik Austria 17.889.000 m<sup>2</sup>.

Die Wärmeversorgung der bestehenden Wohnungen in Wien ist in Abbildung 62 dargestellt.



**Abbildung 62: Wärmeversorgung privater Haushalte Wien [Quelle: Statistik Austria I]**

In der Referenzgruppe wird 1 Objekt bzw. 4% mit Fernwärme versorgt. In Wien werden derzeit rund 3% der bestehenden Wohnungen mit Fernwärme beheizt. Durch die geringe Abweichung wird für die Hochrechnung des Potenzials in Wien Fernwärme voll berücksichtigt. Gemäß der Nutzenergieanalyse der Stadt Wien aus dem Jahr 2006 ergibt sich ein jährlicher Verbrauch privater Haushalte für Raumwärme von 8.028 GWh. Berücksichtigt man auch den Energiebedarf für die Bereitstellung und der Verluste für die Warmwasserbereitung so erhöht sich dieser Bedarf auf rund 8.856 GWh.

Der derzeitige Endenergiebedarf für Gründerzeitgebäude der Stadt Wien wurde mit den Ergebnissen der Endenergieverbräuche der Referenzgruppe ermittelt.

Anhand der Ergebnisse aus Kapitel 7 und der oben genannten statistischen Daten ergibt sich ein durchschnittlicher Endenergiebedarf für Gründerzeitgebäude von 210 kWh/m<sup>2</sup>a. Hochgerechnet ergibt sich daraus ein jährlicher Endenergiebedarf für Gebäude erbaut vor 1919 von 4.534 GWh. Dies entspricht einem Anteil von rund 50% des Endenergieverbrauchs für Raumwärme und Warmwasserbereitung der Stadt Wien. Der Anteil der Wohnflächen in Gründerzeitgebäuden beträgt rund 32% der gesamten Hauptwohnsitze. Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Wärmebereitstellung in Gründerzeithäusern der Stadt Wien werden auf rund 1.357.000 t/a geschätzt.

Eine Hochrechnung des Endenergiebedarfs der Variante „OIB- Variante“ von 71kWh/m<sup>2</sup>a ergibt einen jährlichen Endenergiebedarf für den Wiener Gründerzeitbestand von 1.513 GWh/a. Der daraus resultierende jährliche Emissionsausstoß beträgt 373.000t/a bzw. beträgt die jährliche Einsparung im Vergleich zum derzeitigen Bestand 73%.

Für eine Sanierung der Gebäude der Referenzgruppe nach der „Öko-Variante“ wurde in Kapitel 8 ein spezifischer Endenergiebedarf von 49 kWh/m<sup>2</sup>a ermittelt.

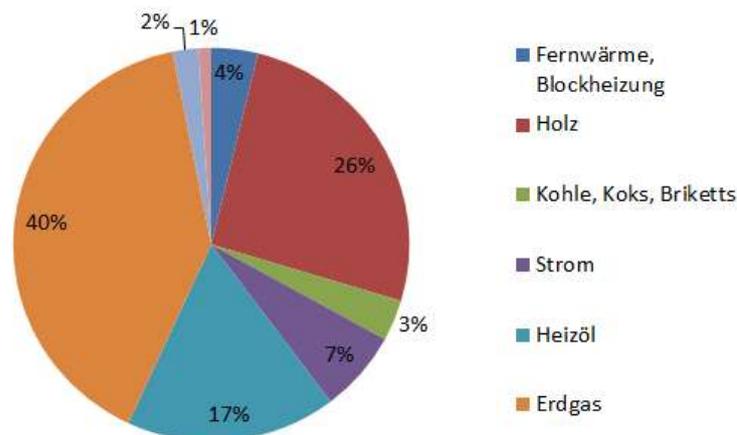
Hochgerechnet auf die Wohnflächen in Gebäuden erbaut vor 1919 ergibt sich daraus ein jährlicher Endenergiebedarf von rund 1.050 GWh. Der jährliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Gründerzeithäuser beträgt rund 149.000 t/a was einer Reduktion um 89% entspricht.

## 9.2 Österreich

Die Anzahl von Gebäuden errichtet vor 1919 betrug bei der letzten Gebäude- und Wohnungszählung aus dem Jahr 2001 etwa 350.000. Die Anzahl an Gründerzeitobjekten mit den durchschnittlichen Nutzflächen ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Bezeichnung	Anzahl Objekte	Ø Wohnungen je Objekt	Ø Nutzfläche je Objekt [m <sup>2</sup> ]
Wohngebäude mit 1-2 Wohnungen	244.686	1	126,7
Wohngebäude mit 3-10 Wohnungen	32.877	6	430
Wohngebäude mit 11 oder mehr Wohnungen	14.202	19	1.217
Nichtwohngebäude	5.275	1	94,5

Die Wohnfläche von Hauptwohnsitzen in Gebäuden erbaut vor 1919 in Österreich beträgt lt. Statistik Austria 53.061.000m<sup>2</sup>. Dies entspricht einem österreichweiten Anteil von 17,7% aller Hauptwohnsitzwohnungen.



**Abbildung 63: Wärmeversorgung privater Haushalte Österreich [Quelle: Statistik Austria II, 82f]**

Berücksichtigt man wiederum die Ergebnisse aus Kapitel 7 und die statistischen Daten so ergibt sich daraus ein durchschnittlicher Endenergiebedarf von 188 kWh/m<sup>2</sup>a. Der jährliche Endenergiebedarf von Gründerzeitgebäuden in Österreich beträgt rund 13.000 GWh, was einem Anteil von 16% des Endenergiebedarfs für die Raumwärme und Warmwasserbereitstellung privater Haushalte entspricht. Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen von Gründerzeitgebäuden in Österreich werden auf 3.270.000 t/a geschätzt.

Der Endenergiebedarf nach einer Sanierung österreichischer Gebäude erbaut vor 1919 mittels „OIB“ Variante lässt eine Reduktion des Endenergiebedarfs um rund 9.237 GWh/a erwarten. Die Einsparung der jährlichen Emissionen der Gründerzeitgebäude beträgt rund 2.359.000 t/a. bzw. 72%.

Eine Sanierung von Gründerzeitgebäuden mittels „Öko- Variante“ reduziert den Endenergiebedarf von österreichischen Gründerzeitgebäuden auf 2.580 GWh. Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen können auf 366.000 t/a bzw. um 89% reduziert werden.

### 9.3 Donauländer

Die Österreich- Ungarische Monarchie streckte sich während der Gründerzeit über sämtliche Länder in der Donauregion. Im Zuge des wirtschaftlichen Aufschwungs während dieser Zeit, wurden viele Gebäude in diesen Regionen errichtet.

Daraus lässt sich erahnen, dass auch in diesem Gebiet Sanierungen von Gründerzeitgebäuden von hoher Interesse sind.

Im Zuge dieses Projektes wurden folgende Donauanrainerstaaten näher betrachtet:

- Bulgarien
- Deutschland
- Kroatien
- Moldawien
- Österreich

- Rumänien
- Serbien und Montenegro
- Slowakei
- Ukraine
- Ungarn

Im Zuge des Historismus ab den 1860er Jahre, welcher als Gründerzeitstil bezeichnet wird, gab es aus baukonstruktiver Sicht wenige Abweichungen. Demzufolge gibt es große Ähnlichkeiten der Gebäude wodurch die Ergebnisse dieses Projektes auch auf diese Länder reproduzierbar sind.

Dennoch muss immer berücksichtigt werden, dass die Infrastruktur der Gebäude in den osteuropäischen Ländern nicht dem österreichischen Standard entspricht. Dabei soll das Ziel von Sanierungen in diesen Bereichen in erster Linie auf die Schaffung der erforderlichen Infrastruktur (fließendes Wasser, elektr. Stromzugang, etc.) dienen.

Da der Energiepreisanstieg auch in diesen Ländern keinen Halt nimmt, steigen auch die Haushaltsausgaben für den Energiezugang sehr stark. Eine thermische Sanierung leistet in diesem Fall sowohl einen wesentlichen sozialen, ökonomischen und ökologischen Beitrag.

Die Datenlage über den Gebäudebestand ist in den osteuropäischen Ländern oftmals sehr rar. Die in diesem Projekt verwendeten Daten beziehen sich meist auf unterschiedliche Quellen, da von offizieller Seite oftmals nur wenige Daten zur Verfügung stehen.

Aufgrund der oben genannten Situation wurden Daten über Gebäude, errichtet vor 1919 herangezogen. Damit umfassen diese Daten Gebäude aus der Gründerzeit sowie Gebäude aus den vorangegangenen Zeitepochen. Geht man von den vorliegenden Daten der Stadt Wien aus, so beträgt der Anteil von Gründerzeitgebäuden am Gebäudebestand errichtet vor 1919 93%. Da es in den anderen Ländern keine konkreten Daten dazu gibt, wird dieser Anteil für die gesamten Donauländer verwendet.

Der durchschnittliche Anteil an Gebäuden erbaut vor 1919 der EU-27 beträgt 14,3%. Dieser Anteil schwankt in den Ländern sehr stark. So beträgt der relative Anteil Österreichs an Wohnungen in Gebäuden errichtet vor 1919 17,7% und in Bulgarien lediglich 2,4%.

Deutschland hat die höchste Anzahl an Wohnungen in Gebäuden errichtet vor 1919 wobei Moldawien die wenigsten Wohnungen aus dieser Epoche aufweist.

In der nachfolgenden Tabelle sind die statistischen Daten über Wohnungen und Wohnflächen aus der Zeit vor 1919 aus den Donauanrainerstaaten aufgelistet:

Land	Wohnungs- Anteil v. 1919	Wohnungen	Wohnflächen	Ø Wohnungsfläche	Geschätzte Wohnungsfläche vor 1919
	[%]		[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
Bulgarien	2,4	3.686.000	232.218.000	63	5.573.232
Deutschland	8	37.050.000	3.334.500.000	90	266.760.000
Kroatien	9,1	1.422.000	100.962.000	71	9.187.542
Moldawien	16	1.202.110	75.372.297	62,72	12.059.568
Österreich	17,7	3.315.347	299.607.908	90,373	53.060.800
Rumänien	4,5/ 6,7	8.111.000	364.995.000	45	16.424.775
Serbien und Montenegro	5,6	2.610.000	195.750.000	75	10.962.000
Slowakei	3,4	1.666.000	93.462.600	56,1	3.177.728
Ukraine	3,6	17.539.000	596.326.000	34	21.467.736
Ungarn		4.173.000	325.494.000	78	50.777.064
<b>Summe Donauländer</b>	<b>8%</b>	<b>80.774.457</b>	<b>5.618.687.805</b>	<b>69,56</b>	<b>449.450.445</b>

**Tabelle 39: Wohnungen in allen Gebäuden sowie in Gebäuden errichtet vor 1919 und Wohnungsflächen in den Donauanrainerstaaten [Quelle: Erhebung Allplan GmbH]**

	<b>Feste fossile Brennstoffe</b>	<b>Heizöl</b>	<b>Erdgas</b>	<b>Fernwärme</b>	<b>Biomasse</b>	<b>Strom</b>
Bulgarien	11%	1%	1%	17%	31%	39%
Kroatien	0%	15%	30%	8%	15%	32%
Ungarn	2%	2%	58%	11%	9%	18%
Moldawien	3%	19%	37%	17%	9%	15%
Serbien	13%	3%	3%	12%	27%	41%
Rumänien	0%	8%	25%	15%	41%	12%
Slowakei	3%	1%	50%	27%	0%	18%
Ukraine	6%	8%	49%	17%	2%	18%
Österreich	5%	19%	21%	10%	24%	22%
Deutschland	2%	20%	41%	6%	10%	21%

**Tabelle 40: Wärmeversorgung privater Haushalte in Donauanrainerstaaten [Quelle: Erhebung Allplan GmbH]**

Um eine Gesamtenergetische Bewertung der Gebäude für die gesamten Donauländer durchzuführen, wurde eine Heizgradtagkorrektur sowie Korrektur der solaren Einstrahlung für die einzelnen Länder durchgeführt.

Land	Spez. EEB	Spez. PEB	CO <sub>2</sub>
	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kWh/m <sup>2</sup> a]	[kg/m <sup>2</sup> a]
Bulgarien	154,9	215	54,5
Deutschland	190,5	252,4	62,4
Kroatien	134,4	193,7	47,8
Moldawien	193,5	235,7	55,3
Österreich	188	193,2	47,5
Rumänien	184,1	164,9	37,1
Serbien und Montenegro	166,4	244,3	62
Slowakei	199,3	265	57,4
Ukraine	217,8	290,3	68,4
Ungarn	177,1	225,6	52,7

**Tabelle 41: Gesamtenergetische Bewertung des Gebäudebestandes erbaut vor 1919 in den Donauländern**

Anhand dieser Daten ergibt sich ein jährlicher Endenergiebedarf für die Raumwärme und Warmwasserbereitung in Gebäuden erbaut vor 1919 der gesamten Donauländer von 102.820 GWh. Dies entspricht in etwa 7% des Endenergiebedarfs privater Haushalte in den Donauländern. Der jährliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß selbiger Gebäude beläuft sich auf 31.871.000 t/a.

Eine Sanierung nach den OIB- Anforderungen ergibt eine Reduktion des jährlichen Endenergiebedarfs für Raumwärme und Warmwasserbereitung in den Donauländern um rund 55.000 GWh bzw. 65%. Der jährliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Gebäuden erbaut vor 1919 in den Donauländern kann um rund 18.900.000 t/a oder um 72% gemindert werden.

Durch eine Sanierung mittels „Öko- Variante“ kann der jährliche Endenergiebedarf für die Raumwärme und Warmwasserbereitung von Gründerzeitgebäuden in Donauländern auf 17.330 GWh reduziert werden. Dies entspricht einer Reduktion um 83%. Der jährliche CO<sub>2</sub>-Ausstoß dieser Gebäude kann jährlich um 29.400.000 t/a bzw. um 92% reduziert werden.

## **10 Machbarkeitsstudien/ Identifikation eines Demonstrationsobjekts (AP9)**

Die in den vorigen Kapiteln ermittelten Maßnahmenkombinationen werden in diesem Kapitel auf potentielle Demonstrationsobjekte angewendet. Dazu soll an 3 Objekten die Machbarkeit dieser Maßnahmenkombinationen und deren Wirkungseffizienz demonstriert werden.

Es soll für mehrere Varianten untersucht werden in welchem Ausmaß mit Hilfe baulicher und haustechnischer Maßnahmen eine Verbesserung des Heizwärmbedarfes erzielt werden kann. Aus diesen Demonstrationsobjekten sollte ein Objekt für eine anschließende Sanierung ausgewählt werden.

### **10.1 Argentinierstraße 58**

#### **10.1.1 Ziel der Machbarkeitsstudie**

Im Vorfeld einer energetischen Gebäudesanierung sollte eine Erhebung möglicher Sanierungsvarianten, mit unterschiedlicher Kosten- bzw. Einsparungseffizienz im Falle einer Sanierung eines Gründerzeithauses erfolgen. Dabei wird in erster Linie eine Energieanalyse sowie eine monetäre Betrachtung der Sanierungsvarianten durchgeführt.

Anhand unterschiedlicher Maßnahmenkombinationen (Varianten) werden die umweltrelevanten Auswirkungen und erforderlichen Mehrinvestitionen gegenübergestellt. Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist die Ermittlung von Maßnahmen mit maximaler Wirkungseffizienz sowie ökologischer und ökonomischer Aspekte. Dazu sollen 3 Varianten mit unterschiedlicher Wirkungseffizienz definiert und ausführlich betrachtet werden. Hauptziel ist, neben einer üblichen wirtschaftlichen Betrachtung, insbesondere die ökologischen Faktoren einer Sanierung in den Mittelpunkt zu stellen.

#### **10.1.2 Ausgangssituation**

Das Mehrfamilienhaus Argentinierstraße 58, im 4. Wiener Gemeindebezirk, wurde im Jahr 1883 erbaut und verfügt über 6 Stockwerke. Das Objekt weist alle Merkmale eines typischen Gründerzeithauses auf und wurde anhand der festgelegten Strukturierung der Gebäudetypen, als Verzweigtes Gebäude definiert. Das Objekt wird in erster Linie als Wohngebäude genutzt, wobei im Erdgeschoß zwei Geschäftslokale eingerichtet sind. Das Objekt besteht aus einem Straßentrakt und einem Hoftrakt. Das Gebäude verfügt über einen Lichthof, ein nicht ausgebautes Dachgeschoß und über einen Keller.



**Abbildung 64: Außenansicht Argentinierstraße 58**  
(Quelle: Allplan GmbH)



**Abbildung 65: Hofansicht**  
**Argentinierstraße 58**  
(Quelle: Allplan GmbH)

Die Straßenseite ist mit Zierelementen über den Fenstern gegliedert und soll im Erscheinungsbild nicht verändert werden. Die Hofseite weist zwar auch über den Fenstern Zierelemente auf, die Gliederung ist aber wesentlich geringer als an der Straßenseite und nicht denkmalgeschützt, sodass unter Umständen an der Hofseite eine wärmetechnische Sanierung mit außenliegendem Wärmeschutz erfolgen kann.

Die Außenwände sind grundsätzlich Vollziegelwände mit Dicken zwischen 30 und 60 cm. Die Feuermauern weisen eine Dicke von 30 cm auf, die zu Nachbargebäude ohne erkennliche Fuge an diese anstoßen. Die Geschoßdecken bestehen aus - für Gründerzeithäuser typischen - Tramdecken, die oberste Geschoßdecke ist eine Dippelbaumdecke mit Schüttung und Plattenbelag.

Die Kellerdecke ist eine Platzdecke (Ziegelgewölbedecke zwischen Stahltraversen) die zur Gänze ungedämmt ist. Der Kellerfußboden ist ein gestampfter Lehmbooden mit Platten. Die Kellerwände sind teilweise durch aufsteigende Feuchtigkeit geschädigt.

Der Zustand und die Art der Fenster sind sehr unterschiedlich. Im EG, das der gewerblichen Nutzung dient, wurden die Verglasungen (Auslagenscheiben) als 1-fach-Scheiben in Alurahmen ausgeführt. Die Fenster zu den Wohnungen wurden zum Teil schon getauscht und bestehen dann aus Kunststoffrahmen mit 2-Scheiben-Isolierverglasungen. Der überwiegende Teil der Fenster besteht jedoch aus alten Kastenfenstern. Die Fenster der Hofseite im Bereich des Stiegenhauses sind Holzfenster mit einfachen Verglasungen.

Mit Ausnahme der teilweise sanierten Fenster in Einzelwohnungen ist das zur Gänze bewohnte Haus nicht saniert und weist daher das zu erwartende Sanierungspotential und wärmetechnische Verbesserungsmöglichkeiten auf.

Der Heizwärmebedarf des Objektes beträgt 118 kWh/m<sup>2</sup>a bezogen auf das Referenzklima. Dieser Wert liegt unter dem durchschnittlichen Heizwärmebedarf von Gründerzeithäusern. Die Wärmeversorgung für sowohl Heizung als auch Warmwasser wird derzeit mit dezentralen Erdgasthermen in den einzelnen Wohnungen bereitgestellt. Im Zuge der Machbarkeitsstudie wird von einer Sanierung des derzeitigen Zustandes ausgegangen. Ein Dachgeschoßausbau ist im Zuge dieser Machbarkeitsstudie nicht berücksichtigt.

### 10.1.3 Sanierungsvarianten

Hauptziel dieser Machbarkeitsstudien ist die Anwendung sowie die Ermittlung der Auswirkungen ökologisch und ökonomisch effizienter Technologien auf das betrachtete Objekt. Dazu wurden 3 Varianten definiert, welche das Ziel haben, in ansteigender Reihenfolge den Primärenergiebedarf des untersuchten Objektes zu senken. Im Zuge dieser Machbarkeitsuntersuchung wurden folgende 3 Varianten definiert:

#### Variante 1: OIB- Standard

Die Variante 1 entspricht einer Standardsanierung eines Gebäudes unter Einhaltung der Anforderungen an die Bauteile gemäß OIB Richtlinie Nr. 6.

Im ersten Schritt werden die maßgebenden Außenbauteile (oberste Decke, Außenwände, Kellerdecken, Fenster) als Einzelbauteile auf die Anforderungswerte der Tabelle in Pkt. 5.1 der OIB-Richtlinie Nr. 6 (April 2007) aufgerüstet.

- Straßenfassade: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hoffassade: EPS-F Vollwärmeschutz 12cm  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Oberste Geschoßdecke: WD 16cm, Dämmblock C16  $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Decke zu Keller u. über EG: Abgehängte Decke mit 6cm MW- WD  $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fenster: Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung (2-Scheiben)  $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- EG- Geschäftsportale: Neue Rahmen und Verglasung  $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Tausch der Außentüren  $U=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die Wärmeversorgung in der vorliegenden Variante erfolgt mit fossilen Energieträgern. Dazu werden in den jeweiligen Wohnungen dezentrale Erdgasbrennwertthermen für die Heizwärme- und Warmwasserbereitstellung eingesetzt. Die Wärmeeinbringung in den Räumen erfolgt über Radiatoren. Die Lüftung wird in dieser Variante durch eine Fensterlüftung realisiert.

## Variante 2: Erhöhter Standard

Diese Variante basiert auf Variante 1 jedoch werden für den erhöhten Standard die Wärmedämmungsdicken im Bereich der Möglichkeiten der obersten Geschoßdecke sowie der Kellerdecke und bei möglicher Außenwand Außendämmung erhöht. Für die Außenwände in denen die Innenwärmedämmung im ersten Schritt schon mit 10 cm vorgesehen ist, scheint eine weitere Erhöhung der Wärmedämmungsdicke nicht zweckmäßig, da mit diesen Erhöhungen wesentliche Nachteile hinsichtlich der Dampfdiffusion, Wärmbrückenwirkung im Bereich der Balkenköpfe von Tramdecken sowie Abschirmung der speicherwirksamen Massen gegeben sind.

- Straßenfassade: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hoffassade: EPS-F Vollwärmeschutz 20cm  $U=0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Feuermauern: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35$
- Oberste Geschoßdecke: WD 21cm, Dämmblock C16 + 5cm MW-WD  $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Decke zu Keller u. über EG: Abgehängte Decke mit 6cm MW- WD  $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fenster: Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung (3-Scheiben)  $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- EG- Geschäftsportale: Neue Rahmen und Verglasung  $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Tausch der Außentüren  $U=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die thermische Energieversorgung in dieser Variante wird wiederum mit fossilen Energieträgern betrachtet. Ein zentraler Brennwärtekessel übernimmt die Heizwärme- und Warmwasserbereitstellung. Die Wärmeeinbringung in die Räume erfolgt mit Radiatoren wobei diese mit einem Heizverteilsystem versorgt werden. Für die Lüftung kommen zentrale Lüftungsanlagen in den Wohneinheiten zum Einsatz.

## Variante 3: Öko- Variante

Bei der ÖKO-Variante werden die Wärmedämmungsdicken im Bereich der obersten Geschoßdecke weiter erhöht und an Außenwänden an denen Außendämmung möglich ist mit ökologisch besser bewerteten Materialien sowie weiter erhöhten Wärmedämmungsdicken die weitere Verbesserung erreicht.

- Straßenfassade: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hoffassade: VWS Mineralschaumplatte 30cm  $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Feuermauern: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35$
- Oberste Geschoßdecke: WD 26cm, Dämmblock C16 + 10cm MW-WD  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Decke zu Keller u. über EG: Abgehängte Decke mit 6cm MW- WD  $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fenster: Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung (3-Scheiben)  $U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- EG- Geschäftsportale: Neue Rahmen und Verglasung  $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Tausch der Außentüren  $U=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die thermische Energieversorgung in dieser Variante erfolgt mit Fernwärme. Dabei übernimmt eine zentrale Fernwärmeübergabestation sowohl die Heizwärme- als auch die Warmwasserbereitstellung. Unterstützend ist ein Solarkollektor am Dach angebracht. Über einen Schichtenspeicher werden somit beide Systeme in das Heizungsnetz eingebunden. Die Wärmeeinbringung in die Räume erfolgt über Radiatoren, welche über ein Heizverteilstück versorgt werden. Für die Lüftung der jeweiligen Wohnungen kommt eine zentrale Lüftungsanlage zum Einsatz.

#### **10.1.4 Energetische Gesamtbewertung**

Die Variante „OIB- Standard“ entspricht einer Standardsanierung, welche sich an die Anforderungen der OIB- Richtlinie hält. Durch diese Sanierung kann der Heizwärmebedarf des Objektes um 51% auf  $76,4 \text{ kWh/m}^2_{\text{aRef}}$  gesenkt werden. Die Lüftung erfolgt in dieser Variante mit einer Fensterlüftung. Die Wärmebereitstellung erfolgt über dezentrale Erdgasbrennwertgeräte wodurch der  $\text{CO}_2$ -Ausstoß des Gebäudes jährlich um 47% auf 54 t/a reduziert werden kann.

In der Variante „Erhöhter Standard“ werden die wärmetechnischen Eigenschaften der Bauteile über die Anforderungen verbessert. Daraus reduziert sich in dieser Variante der Heizwärmebedarf des Objektes um 72% auf  $32,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Die Lüftung erfolgt mit einer semidezentralen Lüftungsanlage. Ein zentraler Erdgasbrennwertkessel stellt die Wärme für die Heizung sowie Warmwasserbereitung zur Verfügung. Daraus ergeben sich jährliche  $\text{CO}_2$ -Emissionen von 68,8 t/a was einer Reduktion von 65% entspricht.

In der Variante „Öko-Variante“ wurde der wärmetechnische Standard der Bauteile im Vergleich zur Variante „Erhöhter Standard“ nochmals gesteigert. Diese Variante zielt auf einen sehr effizienten energetischen Standard bei hoher Wirkungseffizienz ab. Mit dieser Variante reduziert sich der Heizwärmebedarf um 85% auf  $22,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Eine zentrale Wohnraumlüftung versorgt die einzelnen Wohnungen mit Frischluft. Die Wärmeversorgung erfolgt mit Fernwärme wodurch die jährlichen  $\text{CO}_2$ -Emissionen dieser Variante auf 57,4 t/a gesenkt werden was einer Reduktion um 82% entspricht.

Details zu den einzelnen Varianten sowie die gesamte Machbarkeitsstudie befindet sich im Anhang.

Sanierungs- variante	Fläche BGF	Maßnahme Gebäudehülle	Heizwärmebedarf (HWB) für Referenzklima		Maßnahmen Haustechnik	Endenergiebedarf (EEB) standortbezogen		CO <sub>2</sub> - Emissionen
			[kWh/m <sup>2</sup> a]	Einsparung		[kWh/m <sup>2</sup> a]	Einsparung	
Bestands- gebäude	1.530	Bestandsgebäude (Vollziegel „Altes Wr. Format, Tramdecken) keine Wärmedämmung	154,6	-	Dezentrale Heizwärme- und Warmwassererzeugung mittels Gasthermen	246,7	-	101
Variante 1 OIB Standard	1.530	AW- straßenseitig gegliedert mit 10cm Innendämmung, AW- hofseitig 12cm EPS, OGD 16cm Dämmblock, KD 6cm MW- Wärmedämmung, Fenstertausch U <sub>w</sub> =1,3 W/m <sup>2</sup> K	76,4	51%	Dezentrale Heizwärme- und Warmwasserzeugung mittels Gasthermen, Fensterlüftung	121,5	51%	54
Variante 2 Erhöhter Standard	1.530	AW- straßenseitig gegliedert mit 10cm Innendämmung, AW- hofseitig 20cm EPS, Feuermauern 10cm Innendämmung, OGD 21cm Dämmblock & 5cm MW- Wärmedämmung, KD 6cm MW- Wärmedämmung, Fenstertausch U <sub>w</sub> =1 W/m <sup>2</sup> K	32,1	79%	Zentrale Heizwärme- und Warmwassererzeugung mittels zentralem Erdgasbrennwertgerät, Zirkulationsleitung, Raumlüftungsanlage mit Wärmebereitstellungsgrad 70%	68,8	72%	35
Variante 3 Öko-Variante	1.530	AW- straßenseitig gegliedert mit 10cm Innendämmung, AW- hofseitig 30cm EPS, Feuermauern 10cm Innendämmung, OGD 26cm Dämmblock & 10cm MW- Wärmedämmung, KD 6cm MW- Wärmedämmung, Fenstertausch U <sub>w</sub> =0,8 W/m <sup>2</sup> K	22,8	85%	Zentrale Heizwärme- und Warmwassererzeugung mittels Fernwärme, Zirkulationsleitung, Raumlüftungsanlage mit Wärmebereitstellungsgrad 80%	57,4	77%	18

**Tabelle 42: Zusammenfassung der betrachteten Sanierungsvarianten**

## **10.2 Novaragasse 49**

### **10.2.1 Ziel der Machbarkeitsstudie**

Im Vorfeld einer energetischen Gebäudesanierung sollte eine Erhebung möglicher Sanierungsvarianten, mit unterschiedlicher Kosten- bzw. Einsparungseffizienz im Falle einer Sanierung eines Gründerzeithauses erfolgen. Dabei wird in erster Linie eine Energieanalyse sowie eine monetäre Betrachtung der Sanierungsvarianten durchgeführt.

Anhand unterschiedlicher Maßnahmenkombinationen (Varianten) werden die umweltrelevanten Auswirkungen und erforderlichen Mehrinvestitionen gegenübergestellt. Ziel dieser Machbarkeitsstudie ist die Ermittlung von Maßnahmen mit maximaler Wirkungseffizienz ökologischer und ökonomischer Aspekte. Dazu sollen 3 Varianten mit unterschiedlicher Wirkungseffizienz definiert und ausführlich betrachtet werden. Hauptziel ist, neben einer üblichen wirtschaftlichen Betrachtung, insbesondere die ökologischen Faktoren einer Sanierung in den Mittelpunkt zu stellen.

### **10.2.2 Ausgangssituation**

Das Mehrfamilienhaus Novaragasse 49, im 2. Wiener Gemeindebezirk wurde im Jahr 1864 errichtet. Das Objekt wird in erster Linie als Wohngebäude genutzt jedoch wird ein Teil des Erdgeschoßes für Geschäftslokale genutzt. Das Gebäude besteht aus einem Straßentrakt und zwei Nebentrakten die durch einen Verbindungsgang verbunden sind. Beim Stiegenhaus, welches im rechten Nebentrakt liegt, ist ein Innenhof vorhanden. Ein weiterer Lichthof befindet sich im linken Nebentrakt der lt. Plänen nur durch die Wohnungen zugänglich ist. Die Feuermauern sind größtenteils freistehend.



**Abbildung 66: Straßenansicht Novaragasse 49**  
(Quelle: Allplan GmbH)



**Abbildung 67: Hofansicht Novaragasse 49**  
(Quelle: Allplan GmbH)

Die Fassaden sind nicht künstlerisch gestaltet. Die Außenwände sind planlich als Ziegelwände mit Dicken zwischen 25 und 60 cm dargestellt. Die Art der Fenster sind sehr unterschiedlich. Im EG im Bereich der befindlichen Lokale sind Einfachglasfenster mit Aluminiumrahmen eingebaut. In den Geschossen sind alte Holzkastenfenster und 2-Scheiben-Isolierglasfenster mit Kunststoffrahmen vorhanden.

Die oberste Geschosßdecke zum Dachraum ist eine Holztram- oder Dippelbaumdecke auf der eine Beschüttung und Pflasterung aufliegt.

Die Kellerdecken sind alte Ziegelgewölbedecken. Die Kellermauern sind stark durchfeuchtet. Der Fußboden ist mit einem gestampfter Lehm Boden ausgeführt.

Die Stiegenhauswände sind Ziegelwände. Die Wohnungseingangstüren bestehen teilweise aus alten, sowie neuen einflügeligen Holztüren. Zum Verbindungsgang (hofseitig) hin sind größtenteils einfachverglaste Holzfenster vorhanden, aber auch Isolierglaskunststofffenster mit Gittern zum Einbruchschutz.

Der Heizwärmebedarf des Gebäudes beträgt  $169,8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  bezogen auf das Referenzklima. Dies entspricht einem überdurchschnittlichen Wert vergleichbarer Gründerzeitgebäude.

Die Wärmeversorgung der Wohnungen erfolgt wie bei Gründerzeithäusern üblich mittels dezentralen Erdgasthermen. In den Wohnungen sind Radiatoren für die Wärmeabgabe installiert.

### 10.2.3 Sanierungsvarianten

Ziel dieser Machbarkeitsstudien ist die Anwendung und Ermittlung der Auswirkungen ökologisch und ökonomisch möglichst effizienter Technologien auf die ausgewählten Objekte. Im Zuge dieser Machbarkeitsuntersuchung wurden folgende 3 Varianten definiert:

- Variante 1: OIB- Standard
- Variante 2: Erhöhter Standard
- Variante 3: Öko- Variante

#### Variante 1: OIB- Standard

Die Variante „OIB- Standard“ entspricht einer Standardsanierung eines Gebäudes unter Einhaltung der Anforderungen an die Bauteile aus der OIB Richtlinie Nr. 6.

- Straßenfassade und Hoffassade: EPS-F Vollwärmeschutz 12cm  $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Wand zu Durchfahrt: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Oberste Geschoßdecke: WD 16cm, Dämmblock C16  $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Decke über Durchfahrt: Abgeh. Decke mit 6cm MW-WD  $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Decke zu Keller und über EG: Abgeh. Decke mit 6cm MW-WD  $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fenster: Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung (2-Scheiben)  $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Verbindungsgangverglasung neue Rahmen und Verglasungen  $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Tausch der Außentüren  $U=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die thermische Energieversorgung in der vorliegenden Variante erfolgt mittels Erdgas. Dazu werden in den jeweiligen Wohnungen dezentrale Erdgastermen für die Heizwärme- und Warmwasserbereitstellung eingesetzt. Die Wärmeeinbringung in den Räumen erfolgt weiterhin über Radiatoren. Die Lüftung erfolgt in dieser Variante durch eine Fensterlüftung wodurch in dieser Variante keine Heiztechnikzentrale erforderlich ist.

#### Variante 2: Erhöhter Standard

Diese Variante basiert auf Variante „OIB- Standard“ jedoch wird die Dämmstärke in den relevanten Außenbauteilen erhöht. Hieraus ergeben sich für die jeweiligen Bauteile folgende wärmetechnischen Kennwerte:

- Straßenfassade und Hoffassade: EPS-F Vollwärmeschutz 20cm  $U=0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Wand zu Durchfahrt: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Feuermauern: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Oberste Geschoßdecke: WD 21cm, Dämmblock C16 + 5cm MW- WD  $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Decke über Durchfahrt: Abgeh. Decke mit 20cm MW- WD  $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Decke zu Keller und über EG: Abgeh. Decke mit 6cm MW-WD  $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fenster: Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung (3-Scheiben)  $U=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Verbindungsgangverglasung neue Rahmen und Verglasungen  $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Tausch der Außentüren  $U=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die thermische Energieversorgung in dieser Variante wird mit Erdgas bewerkstelligt. Ein zentraler Brennwertkessel übernimmt die Heizwärme- und Warmwasserbereitstellung. Die Wärmeeinbringung in die Räume erfolgt mit Radiatoren wobei diese mit einem Heizverteilsystem versorgt werden. Für die Lüftung kommen zentrale Lüftungsanlagen in den einzelnen Wohnungen zum Einsatz.

### **Variante 3: Öko- Variante**

Diese Variante basiert wiederum auf Variante „Erhöhter Standard“, unterscheidet sich jedoch in einer Erhöhung der Dämmstärken im Bereich der obersten Geschoßdecke und an den außenluftangrenzenden Bauteilen. Die daraus resultierenden wärmetechnischen Kennwerte sind in folgender Tabelle angeführt:

- Straßenfassade und Hoffassade: VWS- Mineralschaumplatte 30cm  $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Wand zu Durchfahrt: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Feuermauern: CS- Innendämmung 10cm  $U=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Oberste Geschoßdecke: WD 26cm, Dämmblock C16 + 10cm MW-WD  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Decke über Durchfahrt: Abgeh. Decke mit 25cm MW- WD  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Decke zu Keller und über EG: Abgeh. Decke mit 6cm MW-WD  $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Fenster: Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung (3-Scheiben)  $U=0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Verbindungsgangverglasung neue Rahmen und Verglasungen  $U=1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Tausch der Außentüren  $U=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die thermische Energieversorgung in dieser Variante erfolgt mit Pellets. Dabei übernimmt ein zentraler Pelletskessel sowohl die Heizwärme- als auch die Warmwasserbereitstellung. Unterstützend ist ein Solarkollektor am Dach angebracht. Über einen Schichtenspeicher werden somit beide Systeme in das Heizungsnetz eingebunden. Die Wärmeeinbringung in die Räume erfolgt über Radiatoren, welche über ein Heizverteilsystem versorgt werden. Für die Lüftung der jeweiligen Wohnungen kommt eine zentrale Lüftungsanlage zum Einsatz.

#### 10.2.4 Energetische Gesamtbewertung

Der Heizwärmebedarf des Bestandgebäudes beträgt 169,8 kWh/m<sup>2</sup>a, bezogen auf das Referenzklima, was einem erhöhten durchschnittlichen Wert von Gründerzeithäusern entspricht. Der Primärenergiebedarf des bestehenden Gebäudes liegt bei 267,7 kWh/m<sup>2</sup>a. Daraus ergeben sich jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Höhe von 124 t/a.

Durch eine Sanierung nach Variante „OIB-Standard“ kann der Heizwärmebedarf des Objektes um 45% auf 93,6 kWh/m<sup>2</sup>a gesenkt werden. Der erforderliche Luftwechsel wird in dieser Variante mit einer Fensterlüftung bewerkstelligt. Die Wärmebereitstellung in dieser Variante erfolgt mit dezentralen Erdgasbrennwertgeräten wodurch sich eine Reduktion der jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40% auf 75t/a ergibt.

Eine Sanierung nach Variante „Erhöhter Standard“ reduziert den jährlichen Heizwärmebedarf des Gebäudes auf 28,2 kWh/m<sup>2</sup>a was einer Reduktion um 83% entspricht. Eine dezentrale Raumlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung übernimmt die notwendige Frischluftzufuhr. Die Wärmebereitstellung erfolgt in dieser Variante mit einem zentralen Brennwertgerät woraus sich jährliche Emissionen von 39 t/a ergeben was einer Reduktion um 69% entspricht.

Eine Sanierung mit Variante „Öko- Standard“ reduziert den jährlichen Heizwärmebedarf auf 21,7 kWh/m<sup>2</sup>a oder um 87%. In dieser Variante wird eine hocheffiziente zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für den Luftwechsel eingesetzt. Für die Wärmeversorgung kommt ein Pelletskessel zum Einsatz. Damit lassen sich die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 85% auf 18t/a reduzieren.

Sanierungs- variante	Fläche BGF	Maßnahme Gebäudehülle	Heizwärmebedarf (HWB) für Referenzklima		Maßnahmen Haustechnik	Endenergiebedarf (EEB) standortbezogen		CO <sub>2</sub> - Emissionen
			[kWh/m <sup>2</sup> a]	Einsparung		[kWh/m <sup>2</sup> a]	Einsparung	
Bestands- gebäude	1.939	Bestandsgebäude (Vollziegel „Altes Wr. Format, Tramdecken) keine Wärmedämmung, Hoffassade Gangbereich verglast	169,8	-	Dezentrale Heizwärme- und Warmwassererzeugung mittels Gasthermen	241	-	124
Variante 1 OIB Standard	1.939	AW ohne Zierelemente 12 cm EPS, Herstellung Verbindungsverglasung UW=1,3W/m <sup>2</sup> K, OGD 16cm Dämmblock, KD 6cm MW-Wärmedämmung, Fenstertausch Uw=1,3 W/m <sup>2</sup> K	93,6	45%	Dezentrale Heizwärme- und Warmwassererzeugung mittels Gasthermen, Fensterlüftung	140,3	42%	75
Variante 2 Erhöhter Standard	1.939	AW ohne Zierelemente 20 cm EPS, Herstellung Verbindungsverglasung UW=1,3W/m <sup>2</sup> K, Feuermauern 10cm Innendämmung, OGD 21cm Dämmblock + 5cm MW-Wärmedämmung, KD 6cm MW-Wärmedämmung, Fenstertausch Uw=1 W/m <sup>2</sup> K	28,2	83%	Zentrale Heizwärme- und Warmwassererzeugung mittels zentralem Erdgasbrennwertgerät, Zirkulationsleitung, Raumlüftungsanlage mit Wärmebereitstellungsgrad 70%	63,1	74%	39
Variante 3 Öko-Variante	1.939	AW ohne Zierelemente 30 cm VWS, Herstellung Verbindungsverglasung UW=1,3W/m <sup>2</sup> K, Feuermauern 10cm Innendämmung, OGD 26cm Dämmblock + 10cm MW-Wärmedämmung, KD 6cm MW-Wärmedämmung, Fenstertausch Uw=0,8 W/m <sup>2</sup> K	21,7	87%	Zentrale Heizwärme- und Warmwassererzeugung mittels Pelletskessel, Zirkulationsleitung, Raumlüftungsanlage mit Wärmebereitstellungsgrad 80%	51,7	79%	18

**Tabelle 43: Zusammenfassung der betrachteten Sanierungsvarianten**

## 10.3 Davidscorner

Diese Machbarkeitsstudie wurde im Zuge einer Synergienutzung in der Folge des Leitprojektes gemeinsam mit der Firma e7 Energie Markt Analyse GmbH durchgeführt.

### 10.3.1 Ziel der Machbarkeitsstudie

Die Sanierung von Gründerzeitgebäuden stellt ein hohes Potenzial zur Einsparung von Energie und zur Verringerung von Treibhausgasemissionen dar. Die im Anhang vorliegende Machbarkeitsstudie untersucht, welche technischen Maßnahmen bei der thermischenergetischen Sanierung von Gründerzeitgebäuden grundsätzlich zur Verfügung stehen, worauf bei der Anwendung der Maßnahmen zu achten ist und welche Auswirkungen die Anwendung der Maßnahmen in energetischer und bauphysikalischer Hinsicht erwarten lassen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die gestalterischen und technischen Gegebenheiten in Gründerzeitgebäuden gelegt.

### 10.3.2 Ausgangssituation



Abbildung 68: Luftbild Ensemble "David's Corner"

Die drei Wohnhäuser Davidgasse 23, Muhrengasse 16 und Muhrengasse 18 bilden die Ecke einer typischen Blockrandbebauung in Wien. Alle drei Gebäude stammen ursprünglich aus den Jahren 1884/1885 und waren ebenerdig bzw. einstöckig, wurden aber in den 1890er Jahren aufgestockt. Im Zuge der Aufstockung wurde das Haus Muhrengasse 16 erweitert, sodass das ursprünglich außen liegende Stiegenhaus nunmehr eine untypische Position im Inneren des Gebäudes erhielt. Die derzeitige Eingangssituation geht auf diesen Umbau zurück, die Obergeschoße konnten so vom Gewerbebetrieb unabhängig erreicht werden. In späteren Jahren wurden die Häuser Muhrengasse 16 und Muhrengasse 18 verbunden, Keller und Erdgeschoß dem damals bestehenden Bäckereibetrieb angeschlossen, sodass auch hier eine unabhängige Erschließung der Obergeschoße nötig wurde. Die originalen

Zierelemente der gegliederten Fassade sind einzig in der Muhrengasse 18 erhalten geblieben. Die Muhrengasse 16 und die Davidgasse 23 weisen eine abgeräumte, glatte Fassade auf.



**Abbildung 69: Straßenansicht Muhrengasse 18, Muhrengasse 16, Davidgasse 23 (v.l.n.r.)**

Bis auf wenige Ausnahmen bestehen die ursprünglichen Zimmer-Küche Wohnungen heute noch in ihrer ursprünglichen Konfiguration. Auch die Erdgeschoßzonen wurden wenig verändert. Auffällig ist insbesondere die oben erläuterte Eingangssituation, die die beiden Häuser in der Muhrengasse gemeinsam erschließt. Der Hof ist derzeit zum überwiegenden Teil mit Lagerhallen bebaut, der Zustand der Häuser desolat.

Der gesamte Block ist als Wohngebiet mit der Bauklasse 3 mit einer Trakttiefe von 12 m gewidmet, der Hofbereich als Wohngebiet Geschäftsviertel mit einer Beschränkung auf 4,5m Höhe. Für allfällige Hofbebauungen sind Gründächer auszubilden, ihre Nutzung zu Wohnzwecken ist untersagt. Der Heizwärmebedarf liegt bei Betrachtung des gesamten Ensembles bei ca. 116 kWh/m<sup>2</sup>a. Dies stellt einen durchschnittlichen guten Wert für gründerzeitliche Bauten dar.

Allgemein ist jedoch festzuhalten, dass sich das Ensemble in einem desolaten Zustand befindet, der überwiegende Teil der Wohnungen entspricht der Wohnungskategorie C/D. Um die Bausubstanz der drei Gebäude erhalten zu können muss eine Sanierung durchgeführt werden. Gebäudehülle, Haustechnik sowie Wohnungsausstattung sind zu sanieren bzw. zu erneuern.

### **10.3.3 Sanierungsvarianten**

Neben einer detaillierten Beschreibung von technischen Maßnahmen zur Sanierung von Gründerzeitgebäuden werden in dieser Machbarkeitstudie auch verschiedene Sanierungsvarianten entwickelt, die eine detaillierte Analyse der energetischen Effekte bei der Umsetzung von technischen Sanierungsmaßnahmen ermöglicht. Die beschriebenen und untersuchten Varianten haben jeweils unterschiedliche Zielsetzungen, sind aber so gewählt, dass sie mit realen Sanierungszielen korrespondieren können. Ausgangspunkt für alle

Varianten ist das vorab beschriebene räumlich-funktionale Konzept, wobei insbesondere der vorgesehene Dachgeschoßausbau beim Variantenvergleich nicht variiert wird. Der Fokus der vorliegenden Machbarkeitsstudie liegt somit klar auf der Beschreibung und Analyse der thermisch-energetischen Sanierung des Gebäudebestandes.

Die untersuchten Varianten werden im Folgenden kurz anhand ihrer wesentlichen Eigenschaften beschrieben. Als Unterscheidungskriterien werden dabei die folgenden Elemente herangezogen:

- Energetischer Standard nach der Gebäudesanierung (HWB)
- Investitionskosten
- Auswahl der verwendeten Materialien (konventionell versus ökologisch/nachhaltig)
- Auswahl von Energieträgern (fossil versus erneuerbar)

### **Variante 1: Standardsanierung („Standard“)**

Bei dieser Variante wird ein technisches Sanierungskonzept unterstellt, das gerade ausreicht, für das Gesamtensemble (Gebäudebestand ohne Dachgeschoßausbau) den von der OIB-Richtlinie 6 geforderten Grenzwert für den Heizwärmebedarf (HWB) einzuhalten. Bei der Auswahl der technischen Maßnahmen wurden vor allem auf die Minimierung der Investitionskosten und eine einfache Umsetzung geachtet. So wird beispielsweise die gegliederte Außenfassade nicht gedämmt, es wird keine Lüftungsanlage eingebaut und als Heizungssystem kommen Gasetagenheizungen mit konventionellen Radiatoren zur Anwendung. Diese Variante stellt quasi den Referenzfall für die weiteren Sanierungsvarianten dar. Wie oben erwähnt betreffen diese Annahmen jedoch nur das zu sanierende Bestandsobjekt, der Dachgeschoßausbau erfolgt auch bei Variante 1 in der selben Art und Weise wie bei den folgenden Varianten. Das führt u.a. dazu, dass über die oberste Geschoßdecke des Bestandsgebäudes keine Transmissionswärmeverluste vorkommen, da das angrenzende Geschoß beheizt ist.

### **Variante 2: Konventionelle Sanierung mit erhöhtem energetischen Standard („erhöhter Standard“)**

Im Unterschied zur Standardsanierung wird bei dieser Variante ein hoher energetischer Standard gemäß den Vorgaben des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“ angestrebt. Das umfasst neben stark verbesserten energetischen Kennwerten der einzelnen Bauteile (Fenster, Fassadendämmung etc.) auch den Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung (Wärmebereitstellungsgrad 70%) und den Einbau einer zentralen Wärme- und Warmwasserversorgung. Wie in Variante 1 wird auch hier weitgehend mit konventionellen Materialien gearbeitet und auch bei der Auswahl der haustechnischen Anlagen auf möglichst geringe Investitionskosten gesetzt. Zur Anwendung kommt daher ein zentrales Gas-Brennwert-Heizungssystem mit einer Energieabgabe über konventionelle Radiatoren. Zur Abschätzung der energetischen Auswirkungen der Innendämmung wurden

Sub-Varianten, eine mit (Var. 2a), die andere ohne Innendämmung der gegliederten Fassaden (Var. 2b), entwickelt und analysiert. Für den Gesamtvergleich wurde die Variante mit Innendämmung herangezogen.

### **Variante 3: Nachhaltig-ökologische Gebäudesanierung („Öko-Variante“)**

Bei dieser Variante wurden neben der Erreichung eines hohen energetischen Standards auch bei der Wahl der Materialien und der Energieversorgung nachhaltig-ökologische Ziele verfolgt. Für die Dämmung der Fassade kommen im Gegensatz zu Variante 2 soweit als möglich ökologische Baustoffe zum Einsatz, bei der kontrollierten Wohnraumlüftung wird ein höherer Wärmebereitstellungsgrad (80%) unterstellt und bei der Energieversorgung kommen verschiedene erneuerbare Energieträger zum Einsatz. Die Wärmeabgabe erfolgt über Fußbodenheizungen. Im Detail untersucht werden hier die 3 Sub-Varianten Fernwärmeversorgung (Var. 3a), Fernwärme mit Unterstützung einer thermischen Solaranlage (Var. 3b) und eine Sub-Variante mit Pelletsheizung, Wärmepumpe und thermischer Solaranlage (Var. 3c).

#### **10.3.4 Energetische Gesamtbewertung**

Die energetische Gesamtbewertung zeigt, dass bei der Umsetzung von innovativen Sanierungsmaßnahmen und einer entsprechenden Energieversorgung Faktor- 10-Sanierungen möglich sind, und zwar bezogen auf den Heizwärmebedarf und den Endenergiebedarf! Dazu wird der Gebäudebestand mit 3 Sanierungsvarianten verglichen :

Variante 1 („Standard“) stellt eine Standardsanierung gemäß OIB-RL 6 dar, bei der weder eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung noch eine zentrale Energie und Warmwasserversorgung eingebaut wird.

In Variante 2 („erhöhter Standard“) wird neben der Errichtung einer zentralen Gasheizung auch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung installiert und die Fassade wesentlich ambitionierter saniert als in Variante 1.

Variante 3 („Öko-Variante“) zielt auf einen hohen energetischen Standard und zeichnet sich durch den Einsatz von ökologischen Baustoffen und erneuerbare Energieträger aus. Anhand von 3 Sub-Varianten wird untersucht, welchen Einfluss die Einbindung einer thermischen Solaranlage und der Einsatz einer Pelletsheizung, kombiniert mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe, auf den Endenergie- und den (nicht erneuerbaren) Primärenergieeinsatz haben. Beim Endenergieeinsatz schneidet die Kombination von Pelletsheizung, Wärmepumpe und thermischer Solaranlage am besten ab, es lassen sich Einsparungen über 90% erzielen (Faktor-10-Sanierung), beim Primärenergieeinsatz ist – bedingt durch den hohen Primärenergiefaktor für Strom – die Fernwärmeversorgung mit solarer Warmwasserbereitung am günstigsten zu bewerten.

(Christof Amman et. al)

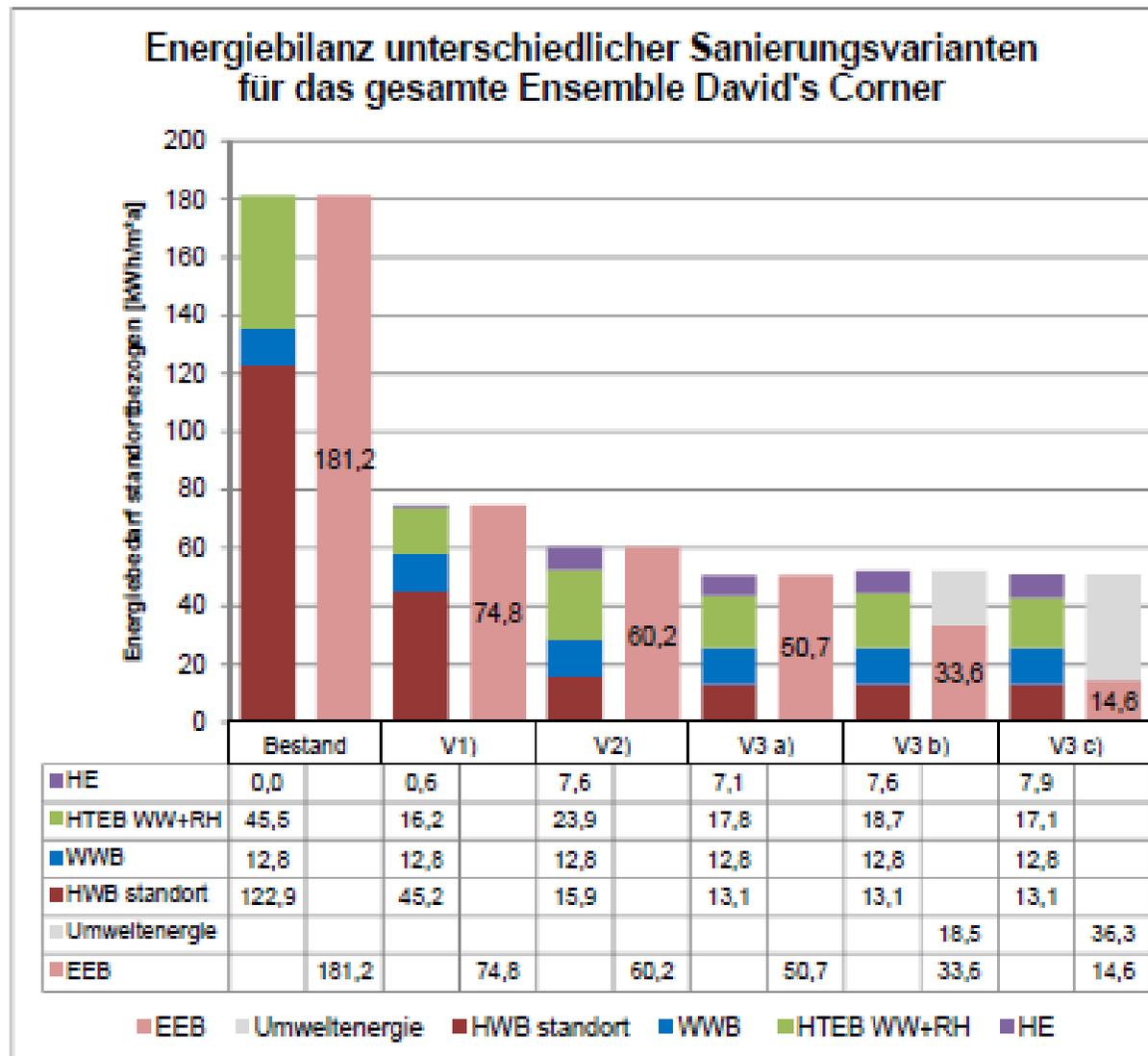


Abbildung 70: Energiebilanz unterschiedlicher Sanierungsvarianten für das gesamte Ensemble Davidscorner

# 11 Durchgeführte Veranstaltungen

## 11.1 Workshop Technologievorstellung (AP3)

Am 24. Februar 2010 wurde durch den Auftragnehmer ein Workshop mit dem Thema „Technologien für die energetische- und wärmetechnische Sanierung und der Einsatz von alternativen Energieversorgungssystemen in Gründerzeithäusern“ durchgeführt

### 11.1.1 Agenda Workshop Technologievorstellung

Der Workshop Technologievorstellung beinhaltete die folgende Agenda:

08:45 Registrierung

09:00 Begrüßung und Vorstellung des Projektes

Dr. Herbert Greisberger, ÖGUT; DI Dr. Klaus Reisinger, ALLPLAN

09:15 Verfügbare Technologien aus dem Bereich der Haustechnik und Anwendungsmöglichkeiten bei Altbausanierungen

DI Dr. Klaus Reisinger, ALLPLAN

09:45 Energieeffiziente Energiebereitstellung durch Mikrogasturbinen und deren Implementierung in Bestandsobjekten

Leopold Berger, Wels Strom GmbH

10:15 Energiegewinnende Bauwerksentfeuchtung mittels Wärmepumpen

Dr. Sieghard Groér Prosenet Ltd.

11:00 Bauphysikalische Besonderheiten bei der thermischen Sanierung und neueste Entwicklungen aus dem Bereich der Bauphysik

DI Heinz Feix, Zivilingenieurbüro Prause

11:20 Dämmstoffe zur thermischen Sanierung von Fassaden, Geschoßdecken und Dächern bei Gründerzeithäusern

DI Karl Zlabinger, Isover Austria GmbH

11:50 Thermische Sanierung von Gründerzeithäusern und Einsatz von modernen Dämmstoffkomponenten  
Rudolf Höhenwarter, Xella Porenbeton

12:20 Diskussionsrunde

Moderation DI Dr. Klaus Reisinger, ALLPLAN

13:00 Mittagsbuffet und Gelegenheit zum informellen Austausch

### **11.1.2 Inhalte des Workshops Technologievorstellung**

Das Ziel der Veranstaltung war es das gegenständliche Projekt einem breiten Publikum vorzustellen sowie in ausgewählten Kurzreferaten über verfügbare Technologien (zur Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes) aus dem Bereich der Haustechnik und der Bauphysik zur Sanierung von Gründerzeithäusern und deren ökologischen und ökonomischen Auswirkungen zu berichten. Außerdem wurde die Veranstaltung dazu genutzt, um zu den interessierten ObjektbesitzerInnen Kontakt herzustellen und auf diese Weise die potenziellen Referenzobjekte für die späteren Machbarkeitsstudien zu gewinnen.

Am Ende des offiziellen Teils wurde eine Podiumsdiskussion im Format „Frage-Antwort“ veranstaltet, in der die Referenten die Gelegenheit hatten, näher auf die spezifischen Fragen einzugehen. Zum Ausklang wurde ein Buffet angeboten, das dazu diente einen informellen Austausch unter den Teilnehmern anzuregen.

## **11.2 Workshop Sanierungspotenziale (AP8)**

Am 12. Dezember 2011 wurde durch den Auftragnehmer ein Workshop mit dem Thema „Technologien und Potentiale energetisch- und wärmetechnischer Sanierungen und der Einsatz von alternativen Energieversorgungssystemen in Gründerzeithäusern“ durchgeführt.

### **11.2.1 Agenda Workshop Technologievorstellung**

Der Workshop Technologievorstellung beinhaltete die folgende Agenda:

12:45 Registrierung

13:00 Begrüßung und Vorstellung des Projektes

DI Dr. Klaus Reisinger, ALLPLAN

13:15 Analyse, Anwendung und Potentiale bauphysikalischer und haustechnischer Maßnahmen bei Altbausanierungen

DI Walter Prause; Zivilingenieurbüro Prause, DI Dr. Klaus Reisinger, ALLPLAN

15:00 GRUEFF- Gründerzeit Fenster und Fassadenelemente

Arch. Fritz Oetl, pos architekten, Wien

15:30 Gründerzeit mit Zukunft: Innovative Modernisierung von Gründerzeitgebäuden

Dipl.-Ing. Walter Hüttler, e7 Energie Markt Analyse GmbH

### **11.2.2 Inhalte des Workshops Technologievorstellung**

Ziel dieses Workshops war die Präsentation der Ergebnisse aus dem laufenden Forschungsprojektes. Dabei wurden im ersten Teil die Ergebnisse der Analyse der Referenzgruppe präsentiert. Diese Analyse soll den aktuellen Bestand an Gründerzeitgebäuden der Stadt Wien darstellen. Im zweiten Teil wurde die Anwendung der unterschiedlichen Maßnahmen auf die Referenzgruppe und die erzielbaren

Einsparungspotenziale erläutert. Die Ergebnisse sollen einerseits für Objektbesitzer als auch für öffentliche Stellen dienen, um die Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen sowohl aus ökologischer als auch ökonomischer Sicht zu erläutern.

In weiterer Folge wurden die Ergebnisse aus dem Leitprojekt präsentiert, welche die Umsetzbarkeit der Technologie auf reale Objekte und die erzielbaren Auswirkungen demonstrieren sollen. Da ein Fenstertausch bei Gründerzeitobjekten immer sehr kritisch zu bewerten ist, wurden die Ergebnisse eines Forschungsprojektes zur Sanierung von Kastenfenster ohne wesentliche Änderungen des Erscheinungsbildes präsentiert.

## **12 Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms**

### **12.1 Einpassung in das Programm**

Laut Leitfaden für die Projekteinreichung (Kap. 3) adressiert das Projektvorhaben die folgenden Themen:

- Intelligente Fassadenkomponenten und –systeme, Neue Bau- und Dämmstoffe
- Intelligente Haustechniksysteme, Innovative Gesamtkonzepte
- Gebäudeintegrierte Energieerzeugung, -speicherung und -nutzung

Alle diese Bereiche werden im Zuge des Projektes „Klimaneutrale Gründerzeithäuser - Wege – Potenziale und Umsetzungsmöglichkeiten“ bearbeitet.

### **12.2 Beitrag zum Gesamtziel des Programms**

Das vorliegende Projekt unterstützt demnach die Erreichung der Programmziele in folgenden Bereichen:

- Sanierung von Objekten in Richtung CO<sub>2</sub>-neutrale Gebäude
- Systematische Bearbeitung des großen Potenzials der Objekte aus der Gründerzeit
- Schaffung der technologischen Basis für Gebäude der Zukunft mit dem Schwerpunkt: Gebäudemodernisierung/-sanierung
- Wissenstransfer an GründerzeithausbesitzerInnen sowie andere Beteiligte (TechnologieherstellerInnen, BaumeisterInnen sowie planende und ausführende Firmen)

### **12.3 Einbeziehung der Zielgruppen und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt**

Die Zielgruppen dieses Projektes wurden in erster Linie Objektbesitzer, Bauherren, Planer, Ausführende und Fördergeber definiert.

Innerhalb des Leitprojektes wurden die Bedürfnisse und Ergebnisse durch laufende Abstimmungen und Präsentationen in dem Leitprojekt tätigen PlanerInnen und FachexpertInnen abgestimmt.

Die weiteren Zielgruppen wurden einerseits im Rahmen der durchgeführten Objektstudien und andererseits im Zuge der Bearbeitung der Referenzobjekte in die Projektbearbeitung miteinbezogen. Durch die Anwendung von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkombinationen an Referenz- bzw. Demonstrationsobjekten in Form von Machbarkeitsstudien konnten die Anforderungen und Bedürfnisse der Objektbesitzer berücksichtigt werden. Die Anforderungen bzw. Bedürfnisse aus dem Bereich

Denkmalschutz konnten durch die Abstimmung von Sanierungsmaßnahmen einzelner Objekte mit dem Bundesdenkmalamt berücksichtigt werden.

Durch die Verbreitung der Projektergebnisse im Zuge der durchgeführten Workshops konnten wesentliche Ergebnisse des Projektes an die breite Öffentlichkeit weitervermittelt werden.

## **12.4 Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale für die Projektergebnisse**

Der Zielmarkt umfasst zunächst im weiten Sinne sämtliche PrivateigentümerInnen, die ihre Immobilien nun in Richtung Passivhausstandard trimmen lassen können und dadurch einen viel höheren Wohn- bzw. Arbeitskomfort erreichen sowie eine längerfristige Nachhaltigkeit hinsichtlich der Energieversorgung für sich bzw. ihre MieterInnen sichern, ohne dabei die Einhaltung der denkmalschützenden und weiteren, Anwendung findenden Vorschriften zu verletzen.

Die Altbauten, die sich in Staatsbesitz befinden, stellen aufgrund ihrer großen Anzahl ebenfalls ein enormes Marktpotenzial dar. Dabei haben auch die Kommunen oder der Staat selbst Interesse daran, ihre Immobilien möglichst energieeffizient zu machen, um längerfristig Kosten zu sparen.

Außerdem wird die wärmeschutztechnische Verbesserung solcher Objekte als Paradebeispiel dienen und für Nachahmung sorgen.

Zudem führt die wärmeschutztechnische Modernisierung eines Gebäudes automatisch zu seiner Wertsteigerung, d.h. auch beim möglichen Verkauf stehen solche „intelligenten Immobilien“ gegenüber den anderen besser da.

Geographisch gesehen, können nach Wien nicht nur weitere österreichische Städte mit einer breit präsenten gründerzeitlichen Gebäudesubstanz mit ihren reich dekorierten Fassaden vom Projekt „Klimaneutrale Gründerzeithäuser - Wege - Potenziale und Umsetzungsmöglichkeiten“ profitieren, sondern auch viele andere europäische Groß- und Kleinsiedlungen von Frankreich bis in den Baltikum. Als ein gesondertes Marktsegment sollen hierbei die europäischen Städte mit UNESCO-Kulturerbestatus behandelt werden. In ihrem Falle können beispielsweise auch internationale Förderprogramme zur Projektfinanzierung herangezogen werden. Des Weiteren ist die Entstehung der sog. Verbundprojekte, die von mehreren Beteiligten (privat und öffentlich) getragen werden können, zu erwarten.

Ein erhebliches Marktpotenzial haben auch Städte auf dem Gebiet der ehemaligen Donaumonarchie wie z. B. Budapest, Prag, Zagreb, Lemberg, Krakau u.a. Diese verfügen ähnlich wie Wien über ganze Stadtviertel mit historischem Baubestand, der sich besonders für energieeffiziente Maßnahmen mit gleichzeitiger Innen- und Außensanierung der Gebäude eignen würde. Insbesondere in den osteuropäischen Groß- und Kleinstädten mit großer Anzahl an sanierungsbedürftiger historischer Bausubstanz sollte sich diese Kombination als besonders sinnvoll und zielführend erweisen.

## **13 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen**

Das Ziel dieses Projektes war die Ausarbeitung eines systematischen Ansatzes zum bestmöglichen Ressourceneinsatz bei der Sanierung von gründerzeitlichen Altbauten so wie diese in Wien bzw. in den anderen europäischen Groß- und Kleinstädten vorzufinden sind. Dieses Ziel konnte im Zuge dieses Projektes erreicht werden. Durch die Erarbeitung von Grundlagen, unterschiedlichster Sanierungsmaßnahmen für den Gründerzeitbestand unter Erarbeitung der Wirkungseffizienz der unterschiedlichen Maßnahmen und einer Potenzialabschätzung stehen hiermit multiplizierbare Lösungen für Projektverantwortliche für Sanierung, PlanerInnen, BaumeisterInnen, Hausverwaltungen, ArchitektInnen, BauphysikerInnen sowie die GründerzeithausbesitzerInnen zur Verfügung. Die Anwendung herkömmlicher Sanierungstechnologien an Gründerzeitobjekten wird durch die Gegebenheiten und Anforderungen an den Schutz historischer Gebäude beschränkt. Die Ergebnisse dieses Projektes zeigen, dass auch im Gründerzeitbestand erhebliche Effizienzsteigerungen in diesem Bereich möglich sind. Die Abschätzung des Potenzials im Zuge des Projektes zeigt das erhebliche Marktpotenzial für zukünftige Aktivitäten auf.

Da bei einer Sanierung des historischen Gebäudebestandes keine Standardmaßnahmen angewendet werden können, muss bei jeder Sanierung ein genaues Konzept erarbeitet werden. Anhand dieses systematischen Ansatzes liegen unterschiedliche Konzepte vor, die je nach Rahmenbedingungen angewendet bzw. kombiniert werden können. Da die Ansätze sowohl für Gebäude mit höchsten denkmalschützerischen Anforderungen sowie Objekten ohne Anforderungen angewendet werden können, ergibt sich eine breite Anwendbarkeit dieser Projektergebnisse.

## 14 Ausblick und Empfehlungen

Die Ergebnisse dieses Projektes zeigen die Möglichkeiten und Potenziale verfügbarer Technologien für die Sanierung von Gründerzeitgebäuden. In derzeitigen Sanierungen von Gründerzeitgebäuden standen derzeit meist Einzelsanierungsmaßnahmen im Vordergrund. Da eine Sanierung von Baudenkmälern jedoch kein Standardprodukt ist, bedarf es in den meisten Fällen einer detaillierten Planung der Sanierungsmaßnahmen. Anhand des systematischen Ansatzes können somit abgestimmte Lösungen für zukünftige Sanierungen von Gründerzeitgebäude angeboten werden. Durch die Ergebnisse dieses Projektes können beteiligte Personen zukünftige Auswirkungen unterschiedlicher Sanierungsmaßnahmen demonstriert werden. Durch die systematische Kombination einzelner Maßnahmen stehen beteiligten Personen unterschiedliche Sanierungsvarianten und deren Wirkungseffizienz bereits vor bzw. in einem frühen Stadium einer Sanierung zur Verfügung.

Wie aus den Ergebnissen der Hochrechnung auf Wien, Österreich und der Donauanrainerstaaten ersichtlich bietet sich durch eine Sanierung von Gründerzeitgebäuden ein großes Einsparpotenzial.

Die Projektergebnisse zeigen dass Sanierungen mit dem Faktor 10 auch in Gründerzeitgebäuden vereinzelt möglich sind, jedoch ist dies keine Standardsanierung und muss deshalb für jeden Fall einzeln betrachtet werden.

## 15 Literaturverzeichnis

Ahnert R., Krause K.H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin 1986.

Aerex: Sanierung mit Lüftung – Fakten aus der Praxis. AEREX HaustechnikSysteme, Siblik Elektrik Ges.m.b.H. & Co.KG, Wien 2007.

Ammer Christian: Nachhaltigkeitsbericht 05/06. Wien Energie GmbH, Wien 2006.

Bergmeister Konrad et al.: Überblick von Komponenten und Systemen für eine Sanierung auf Passivhausstandard des Türkenwirtes. Endbericht einer Untersuchung im Rahmen des klima:aktiv Programms ecofacility, Wien 2008.

Bramkamp Anja et al.: Baunetz Wissen Altbaumodernisierung. BauNetz Media GmbH, Berlin 2009.

BWE: German Wind Energy Association (BWE). [http://www.wind-energy-market.com/index.php?id=16&no\\_cache=1](http://www.wind-energy-market.com/index.php?id=16&no_cache=1) (Abgerufen 27. Oktober 2009; 11:18).

CAIT: <http://cait.wri.org/downloads/DN-HCDD.pdf> (Abgerufen 28.11.2011 09:25)

Drexel & Weiss: Broschüre Automatische Komfortlüftung. Drexel & Weiss Energieeffiziente Haustechniksysteme GmbH, Wolfurt 2009.

Christof Amman et. al: Thermisch-energetische Sanierung eines Gründerzeitgebäudes in Wien. e7 Energie Markt Analyse GmbH, Wien 2010.

Dena: Das EU-Energielabel. Deutsche Energie-Agentur, <http://www.stromeffizienz.de/eu-label.html> (Abgerufen 02. November 2009; 11:23).

Ertex - Solar: Broschüre Ortsplatz-Überdachung Gemeinde Ludesch. Ertl Glas AG Abt. Photovoltaik ertex-solar, Amstetten 2009.

Ettl Wolf-Peter: Baustoffe gestern und heute. Bauwerk Verlag GmbH, Berlin 2006.

Feka: Schulungsunterlagen Abwasser – Wärmerückgewinnung. Feka – Energiesysteme AG, Bad Ragaz 2006.

Fleischhacker Nikolaus: Modul Air Einzelraumlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung – Technische Information. Oranier Heiz- und Kochtechnik GmbH, Gladenbach 2009.

Fercher Bernhard: <http://www.fercher.at> (Abgerufen 28. Oktober 2009; 10:28).

Gemis: Gesamt Emissionsmodell Integrierter Systeme. Gemis Österreich, Version 4.42-2007, Umweltbundesamt, Wien 2007.

Greml Andreas: Komfortlüftung – Gesund, komfortabel und energieeffizient wohnen. Vorlesungsunterlagen FH OÖ – Campus Wels, Wels 2008.

Groér Sieghard: Kurzinformation Gebrauchsmuster Bauwerksentfeuchtungsanlage mit Wärmerückgewinnung für Altbau-Kellerräume, Zeulenroda-Triebes 2009.

Guschlbauer-Hronek Katharina, Grabler-Bauer Gertraud et al.: Altbauanierung mit Passivhauspraxis. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2003.

Haas Reinhard, Biermayr Peter: Erneuerbare Energie in Zahlen - Entwicklung erneuerbarer Energie in Österreich im Jahr 2007. Technische Universität Wien, Wien 2008.

Haselsteiner Edeltraud et al.: Neue Standards für alte Häuser. Leitfaden zur ökologisch nachhaltigen Sanierung, 3. überarbeitete Auflage, Forschungsprojekt im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“, Wien 2007.

Hemmerle Claudia, Jakubetz Sven: Zukunftsstrom aus historischen Mauern. In: Jörg Peter Matthes:  $\eta$  green. succidia AG, Darmstadt 2010.

IBZ: Initiative Brennstoffzelle. [http://www.initiative-brennstoffzelle.de/live/menu\\_wissenswertes/ww\\_architekten/show.php?id=1](http://www.initiative-brennstoffzelle.de/live/menu_wissenswertes/ww_architekten/show.php?id=1) (Abgerufen 16. Oktober 2009; 10:44).

Kniefacz Robert: Fotovoltaik- und Solaranlagen - Antrag auf architektonische Begutachtung. <http://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/stadtentwicklung/fotovoltaik-solaranlage.html> (Abgerufen 22. Oktober 2009; 16:04).

Kone: KONE R-Serie – Aufzüge für Wohngebäude. KONE Aktiengesellschaft, Wien 2008.

Krapmeier Helmut et al.: Cepheus Cost Efficient Passive Houses As European Standards. bmvit, Wien 2001.

Leeb Kurt et al.: Solar Guide. Handbuch zur Planung von thermischen Solaranlagen für Mehrfamilienhäuser, ASIC (Austrian Solar Innovation Center), Wels 2001.

Mehlkopf Marcus et al.: Capstone Microturbine. E-quad Power Systems GmbH, Herzogenrath 2009.

Meister Franz: Life Cycle Umweltbilanz von österreichischen Heizsystemen. Umweltbundesamt, Wien 2000.

OIB: OIB Richtlinie 6 – Energieeinsparungen und Wärmeschutz. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien 2007.

OIB-300.6-039/7: Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien 2007.

OIB2011: OIB Richtlinie 6 – Energieeinsparungen und Wärmeschutz. Österreichisches Institut für Bautechnik, Wien 2011.

ÖNORM B 8110-1:2008: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 1: Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf. Wien 2008.

Ortlieb Olaf: PowerPlus Technologies GmbH. <http://www.ecopower.de/ecopower-mini-bhkw/wie-funktioniert-ein-bhkw.html> (Abgerufen 15. Oktober 2009; 09:28).

Pfeiffer Martin et al.: Atlas Bauen im Bestand – Katalog für nachhaltige Modernisierungslösungen im Wohnungsbaubestand. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co KG, Köln 2008.

Rehau: Technische Information von Rehau Flächenheizung/ -kühlung. Rehau GmbH, Guntramsdorf 2008.

Scheuchel Peter: <http://www.magwien.gv.at/stadtentwicklung/architektur/planungen/schutzzone/begrbau.htm> (Abgerufen 13. Oktober 2009; 14:35)

Schlagitweit Helmut et al.: Sanitär- und Klimatechnik Heizungs- und Lüftungsinstallation. Verlag Jugend & Volk GmbH, Wien 2006.

Schramek Ernst-Rudolf et al.: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. Oldenbourg Industrieverlag, München 2007.

Schütz Peter: Ökologische Gebäudeausrüstung Neue Lösungen. Springer-Verlag Wien, Wien 2003.

Statistik Austria I: Gebäude- und Wohnungszählung 2001 Hauptergebnisse Österreich. Verlag Österreich GmbH, Wien 2004.

Statistik Austria II: Gebäude- und Wohnungszählung 2001 Hauptergebnisse Wien. Verlag Österreich GmbH, Wien 2004.

Statistik Austria III: Classification of Types of Construction – CC. [http://www.statistik.at/KDBWeb/kdb\\_Einstieg.do?FAM=BAU&NAV=DE&KlassID=10505&EXT=J&KDBtoken=?](http://www.statistik.at/KDBWeb/kdb_Einstieg.do?FAM=BAU&NAV=DE&KlassID=10505&EXT=J&KDBtoken=?) (Abgerufen 11.12.2009; 10:10).

Streicher Wolfgang: Solarthermische Wärmenutzung. In: Kaltschmitt, Martin / Streicher, Wolfgang / Wiese, Andreas (Hrsg.) (2006): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Berlin – Heidelberg 2006.

Streicher Wolfgang et al.: Benutzerfreundliche Heizungssysteme für Niedrigenergie- und Passivhäuser. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2004.

UNECE I: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/prgm/hsstat/2006docs/pubHB06.pdf> (Abgerufen 28.11.2011 09:10)

UNECE II: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/prgm/cph/countries/moldova/Chapter%20II.pdf> (Abgerufen 28.11.2011 09:15)

UNECE III:

<http://www.unece.org/fileadmin/DAM/hlm/prgm/cph/countries/serbia%20and%20montenegro/Chapter%20II.pdf> (Abgerufen 28.11.2011 09:20)

Wacker Alfred: Energieeffiziente Beleuchtung. Workshop Energiesparende Beleuchtung, Osram GmbH, 2007.

Wagner Alexander: Vorsicht bei Investitionen in Kleinwindkraftanlagen, AEE Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie NÖ-Wien, Wien 2009.

WTA: Sanierputzsysteme WTA-Merkblatt 2-2-91/D. Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V., Fraunhofer IRB Verlag, Zürich 1992.

Zehnder: Zehnder GmbH Heizkörpersysteme. <http://www.zehnder-online.de/> Produktübersicht,98.html (Abgerufen 09. November 2009; 10:44).

## 16 Glossar

### **Endenergiebedarf (für Wärmebereitstellung)**

Unter Endenergiebedarf wird der Energieinhalt der Endenergieträger verstanden, die der Endverbraucher bezieht. Sie resultieren aus Sekundär- oder ggf. Primärenergieträgern, vermindert um die Umwandlungs- und Verteilverluste, den Eigenverbrauch und den nicht energetischen Verbrauch. Die Bewertung erfolgt ebenso in [kWh/(m<sup>2</sup>a)] und bezieht sich auf die konditionierte Bruttogrundfläche. Dieser Wert wird bei einem Energieausweis gemäß OIB Richtlinie 6 ausgegeben.

### **Energieausweis**

Gemäß der EU-Gebäuderichtlinie benötigt jedes neu errichtete Gebäude einen Energieausweis bereits beim behördlichen Bauverfahren. Auch bei umfassender Sanierung, bei Zu- und auch bei Umbauten ist ein Energieausweis nötig. Seit 2009 ist ein Energieausweis ebenfalls bei Verkauf, Verpachtung oder Vermietung von Häusern, Wohnungen, Büros oder Betriebsobjekten vorzulegen. Die Gültigkeitsdauer des Energieausweises beträgt zehn Jahre. Verantwortlich für das Vorliegen ist der Bauherr, der Vermieter bzw. der Verkäufer des Objekts. Ziel des Energieausweises ist eine energetische Vergleichbarkeit von Gebäuden (mittels Effizienzskala und detaillierter Ergebnisdaten) und eine Auflistung von Verbesserungsmaßnahmen, welche dem Stand der Technik entsprechen müssen.

### **Erneuerbare Energie**

Der Begriff „erneuerbare Energie“ umfasst jene Energiequellen, die erneuernd zur Verfügung stehen und durch technische Umwandlung zur Nutzung im vorhandenen Energiesystem bereitgestellt werden. Es sind die Energiequellen Solarenergie, Windenergie, Wasserkraft, Biomasse und Geothermie anzuführen.

Der Begriff wird auch synonym mit „regenerativer Energie“ verwendet.

### **Heizlast**

Die Heizlast bezeichnet den erforderlichen Energiestrom, der infolge von Transmissions- und Lüftungswärmeverluste eines Gebäudes/Raumes diesem zugeführt werden muss, um eine bestimmte Soll-Raumlufttemperatur aufrecht zu erhalten.

### **Heizwärmebedarf**

Nutzenergie wird aus Endenergie mit entsprechenden Umwandlungsverlusten bereit gestellt. Der Wärmeenergiebedarf (Nutzenergie) zur Befriedigung der Raumwärmebedürfnisse des Verbrauchers wird durch die Heizwärmebedarf – Kennzahl ausgewiesen. Die Bewertung erfolgt ebenso in [kWh/(m<sup>2</sup>a)] und bezieht sich auf die konditionierte Bruttogrundfläche. Dieser Wert wird bei einem Energieausweis gemäß OIB Richtlinie 6 ausgegeben. Für den Begriff Heizwärmebedarf wird häufig die Abkürzung HWB verwendet.

### **Kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung**

Eine Lüftungsanlage dieses Typs ermöglicht eine kontrollierte und effiziente Lüftung von Gebäuden bzw. Wohnungen, wobei die verbrauchte Luft aus geruchsbelasteten Räumen wie z.B. Küche oder Bad

abgesogen und ein Großteil der darin befindlichen Wärmeenergie zur Vorwärmung der von außen zugeführten Frischluft genutzt wird.

### **Legionellengefahr**

Legionellen sind bakterielle Erreger von Lungeninfektionen, die sich in ca. 30 bis 35°C warmem Wasser vermehren und als Aerosol (durch Dusche, Luftbefeuchter, Whirlpools usw.) verbreitet werden können. Diese wie auch andere im Trinkwasser vorhandene Keime werden bei Temperaturen von 50°C aufwärts abgetötet.

### **Passivhaus – Komponenten**

Bauliche Elemente wie z.B. Dämmsysteme mit hohen Stärken, Wärmeschutzfenster usw. sind für den Passivhausbau Voraussetzung. Seit einigen Jahren werden diese Komponenten auch erfolgreich bei Sanierungsobjekten eingesetzt, um höhere Energieeinsparungen zu erzielen.

### **Primärenergiebedarf (für Wärmebereitstellung)**

Die Gesamtenergiemenge die für die Beheizung und Warmwasserversorgung eines Gebäudes aufgebracht werden muss, inklusive des Aufwands für Gewinnung, Aufbereitung und Transport der Energie zum Gebäude sowie Energieverluste im Gebäude, wird als Primärenergiebedarf bezeichnet. Die Bewertung des Primärenergiebedarfs im Gebäudebereich erfolgt typischerweise in [kWh/(m<sup>2</sup>a)]. Die [m<sup>2</sup>] beziehen sich auf die konditionierte Bruttogrundfläche.

### **Treibhausgasemissionen**

Treibhausgase (auch klimarelevante Gase genannt) sind strahlungsbeeinflussende gasförmige Stoffe in der Erdatmosphäre, welche sowohl einen natürlichen als auch einen anthropogenen Ursprung haben können. Die Störung des natürlichen Gleichgewichts der Atmosphäre durch Eingriffe in den Naturhaushalt und durch anthropogene Emission von Treibhausgasen verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt und führt zur globalen Erwärmung. Eines der bedeutendsten Treibhausgase ist Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), welches bei Verbrennungsvorgängen freigesetzt wird. Die Verbrennung fossiler Energieträger führt zu einer Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre, welches für einen Großteil der globalen Erwärmung verantwortlich ist.

### **U-Wert**

Dieser Wert bildet die ausschlaggebende wärmeschutztechnische Eigenschaft von Außenbauteilen. Je geringer der U-Wert, desto besser ist die Dämmqualität des Bauteils. Er informiert darüber, wie viel Watt pro Quadratmeter Bauteilfläche und Temperaturunterschied Kelvin [W/(m<sup>2</sup>K)] als Verlustleistung zwischen innen und außen anfallen.

### **Wärmebrücke**

Energetisch geschwächte Stelle in einer Baukonstruktion (Gebäudehülle), welche deutlich größere Wärmeverluste im Vergleich zu den angrenzenden Bereichen aufweist.

### **Wärmeschutzverglasung**

Bei dieser Verglasung wird der Scheibenzwischenraum mit einem Edelgas gefüllt, dessen Wärmeleitfähigkeit geringer ist als die von Luft. Weiters werden mehrere Glasscheiben verwendet, deren Oberflächen häufig eine dünne Metallbedampfung aufweisen, um bessere Wärmeschutzeigenschaften zu erreichen.