

Gründerzeit mit Zukunft

Subprojekt 2: Grundlagen und Machbarkeitsstudien

Thermisch-energetische Sanierung eines Gründerzeitgebäudes in Wien

Machbarkeitsstudie Demonstrationsprojekt „David's Corner“

C. Amann, J. Rammerstorfer, D. Wirth, M. Fiebinger,
F. Oettl, G. Hanninger, J. Obermayer, R. Hanic

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

1e/2013

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>

Gründerzeit mit Zukunft

Subprojekt 2: Grundlagen und Machbarkeitsstudien

Thermisch-energetische Sanierung eines Gründerzeitgebäudes in Wien

Machbarkeitsstudie Demonstrationsprojekt „David’s Corner“

Christof Amann, Johannes Rammerstorfer
e7 Energie Markt Analyse GmbH

Doris Wirth, Moritz Fiebinger
BLUEWATERS – Environmental Consultants

Fritz Oettl, Günter Hanninger
pos architekten

Jürgen Obermayer
Allplan GmbH

Rado Hanic
Schöberl&Pöll GmbH

Wien, Oktober 2010

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



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

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	6
2	Einleitung.....	10
3	Ausgangssituation.....	11
4	Sanierungsziele.....	14
4.1	Anforderungskatalog für Demonstrationsprojekte im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“	14
4.2	Räumlich-funktionale und gestalterische Ziele der Gebäudesanierung.....	16
4.2.1	Erschließung	16
4.2.2	Grundrisse.....	16
4.2.3	Äußere Gestalt	17
4.2.4	Organisation.....	19
4.2.5	Hofgestaltung	20
5	Sanierungsvarianten.....	21
6	Technische Maßnahmen	23
6.1	Sanierung der Gebäudehülle	23
6.1.1	Typische Konstruktionen in Gründerzeitgebäuden	24
6.1.2	Grundaussagen zur Sanierung	27
6.1.2.1	Dämmsysteme	27
6.1.2.2	Luftdichtheit der Gebäudehülle	31
6.1.2.3	Vermeidung von Wärmebrücken.....	32
6.1.3	Sanierungsvarianten: Ungegliederte Fassade - Außendämmung	34
6.1.3.1	Außenwandaufbauten für die untersuchten Sanierungsvarianten	36
6.1.3.2	Anschluss Tramdecke an Fassade	40
6.1.3.3	Anschluss Innenwand an Außenwand	40
6.1.3.4	Sockelanschluss	41
6.1.3.5	Fassadenanschluss zum Nachbargebäude	45
6.1.3.6	Fenster einschließlich Wandanschlüsse	47
6.1.4	Sanierungsvarianten: Gegliederte Fassade – mögliche Innendämmung	51
6.1.4.1	Innendämmung der Außenwand.....	53

6.1.4.2	Anschluss Decke an Fassade.....	57
6.1.4.3	Anschluss Innenwand an Außenwand.....	60
6.1.4.4	Sockelanschluss	64
6.1.4.5	Fassadenanschluss zum Nachbargebäude	64
6.1.4.6	Fenster einschließlich Wandanschlüsse	65
6.1.5	Decke über unbeheiztem Keller	66
6.1.6	Decke zu Dachraum.....	69
6.1.7	Kosten von thermisch-energetischen Sanierungen	69
6.2	Haustechnik	72
6.2.1	Lüftungsanlage.....	72
6.2.1.1	Zentrale Lüftungsanlage	74
6.2.1.2	Semizentrale Lüftungsanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung und individueller Regelung in allen Wohnungen	75
6.2.1.3	Dezentrales Lüftungsgeräte, 1 Lüftungsgerät mit WRG pro Wohneinheit	76
6.2.1.4	Raumlüftungsgerät, mehrere Geräte pro Wohneinheit	77
6.2.1.5	Kellerentfeuchtung über die Lüftung	78
6.2.2	Heizungssystem, Verteil- und Wärmeabgabesystem, Warmwasserversorgung	79
6.2.2.1	Flächenheizung (Fußboden-, Wand- und Deckenheizung)	79
6.2.2.2	Radiatorheizung.....	82
6.2.2.3	Heiz-Verteilssysteme	83
6.2.2.4	Warmwasserversorgung	85
6.3	Energieversorgung.....	89
6.3.1	Gasheizung	89
6.3.2	Fernwärmeversorgung.....	91
6.3.3	Versorgung mit Pelletskessel.....	91
6.3.4	Wärmepumpe.....	93
6.3.5	Thermische Solaranlage	96
6.3.6	Photovoltaik.....	97
6.3.7	Auswahlkriterien Haustechnik und Energieversorgung.....	98
6.3.8	Kostenübersicht	103

6.3.9	Pirmärenergiefaktoren.....	104
6.3.10	Haustechnik und Energieversorgung – David's Corner	106
6.3.10.1	Projektspezifische Grundlagen David's Corner.....	106
6.3.10.2	Variante 1 – Standardsanierung	113
6.3.10.3	Variante 2 – Sanierung mit erhöhtem energetischen Standard	114
6.3.10.4	Variante 3 – ambitionierte energetische Sanierung – ökologisch / nachhaltig / innovativ.....	116
7	Energetische Gesamtbewertung	124
7.1	Heizwärmebedarf	124
7.2	Gesamtenergieeffizienz	128
7.3	Einsparungen an Treibhausgasemissionen	134
8	Verzeichnisse	136
8.1	Abbildungsverzeichnis	136
8.2	Tabellenverzeichnis	138
8.3	Literatur und Quellen.....	139

1 Zusammenfassung

Ziele der Machbarkeitsstudie

Die Sanierung von Gründerzeitgebäuden stellt ein hohes Potenzial zur Einsparung von Energie und zur Verringerung von Treibhausgasemissionen dar. Die vorliegende Machbarkeitsstudie untersucht, welche technischen Maßnahmen bei der thermisch-energetischen 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.

Ausgangssituation „David's Corner“ und Sanierungsziele

Am Beispiel des Gründerzeit-Ensembles „David's Corner“ im 10. Wiener Gemeindebezirk werden an Hand von verschiedenen Sanierungsvarianten Maßnahmen beschrieben und in ihrer Auswirkung detailliert analysiert. Beim untersuchten Ensemble handelt es sich um 3 Gebäude – eines davon mit einer erhaltenswerten gegliederten Fassade – in desolatem baulichen Zustand, die einer Sockelsanierung unterzogen werden sollen. Dabei werden neben der Verbesserung der Gebäudehülle und der Erneuerung der haustechnischen Anlagen das Dachgeschoß ausgebaut, die räumlich-funktionale Struktur auf zeitgemäßen Standard gebracht und die Freifächensituation verbessert. Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt jedoch auf der thermisch-energetischen Sanierung des Bestandsobjekts.

Sanierung der Gebäudehülle – kritische Elemente

Kritische Elemente bei der Sanierung der Gebäudehülle von Gründerzeitgebäuden sind die Dämmung der gegliederten Fassade und der Feuermauer sowie die Ausgestaltung der Bauteilanschlüsse. Für die wesentlichen Elemente wurden Wärmebrückensimulationen durchgeführt und die Auswirkungen auf die Bauteilsicherheit (Kondensatbildung, Schimmelbildung) untersucht. Es zeigt sich deutlich, dass bei der Anwendung der Innendämmung auf detaillierte Analysen nicht verzichtet werden kann und dass zur Vermeidung von Bauschäden extrem hohe Anforderungen an eine sachgerechte Ausführung gelegt werden müssen. Schon kleinste Baumängel können sich langfristig nachteilig auf die Bauteilsicherheit auswirken.

Haustechnik – kontrollierte Wohnraumlüftung

Bei der haustechnischen Ausstattung nimmt der Einbau einer Lüftungsanlage aus zweierlei Hinsicht einen besonderen Stellenwert ein: Einerseits lässt sich ein hoher energetischer Standard – zumindest was den Heizwärmebedarf betrifft – ohne Lüftungsanlage mit hohem Wärmerückgewinnungsgrad kaum realisieren, andererseits ist durch die Schaffung einer möglichst luftdichten Gebäudehülle der erforderliche Luftwechsel durch Fensterlüftung nicht zu gewährleisten, somit lässt sich das Problem der Schimmelbildung nur durch einen kontrollierten Luftwechsel hintan halten. Im Prinzip sind Gründerzeitgebäude für den Einbau von Lüftungsanlagen durch die großen Raumhöhen gut geeignet. Aber auch hier ist auf eine sachgerechte Konzeption und Installation zu achten.

Energieversorgung

Bei der Auswahl der Energieversorgung stehen für Gründerzeitgebäude eine Vielzahl an Systemen zur Verfügung, eine Einschränkung kann jedoch aus baulichen Gegebenheiten gegeben sein, etwa, wenn der erforderliche Raum für die Anlagen nicht oder nicht in entsprechender Qualität zur Verfügung steht.

Energetische Gesamtbewertung – Faktor 10-Sanierung

Die energetische Gesamtbewertung (Abbildung 1) 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 (Abbildung 2): 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.

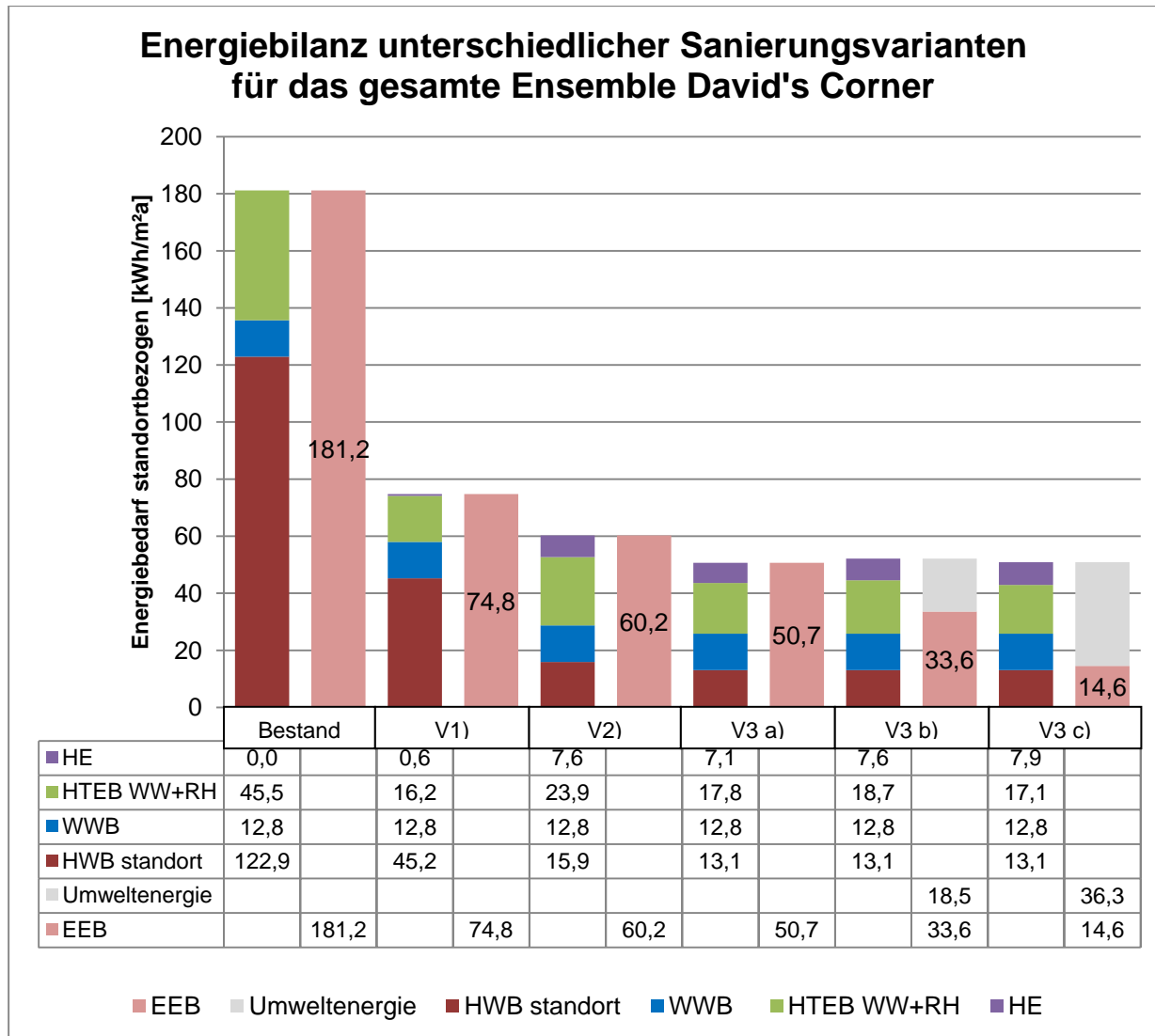


Abbildung 1: Energiebilanz unterschiedlicher Sanierungsvarianten für das gesamte Ensemble

Sanierungsvarianten	Fläche BGF	Maßnahmen Gebäudehülle	Heizwärmebedarf (HWB) für Referenzklima		Maßnahmen Energieversorgung	Endenergiebedarf (EEB) standortbezogen	
			[kWh/m²a]	Einsparung		[kWh/m²a]	Einsparung
Bestandsgebäude	3256	bestehende Gebäudekonstruktion (Vollziegelmauerwerk, Tramdecken) ohne Dämmmaßnahmen , Fensterlüftung	116	Ref.	dezentrale Energieversorgung durch Einzelöfen , dezentrale Warmwassererzeugung	181	Ref.
Variante 1) Standard	3334	Dämmung AW mit 12cm EPS , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 nicht gedämmt, Fenstertausch U_w= 1,3 W/mK , Fensterlüftung	43	-63%	dezentrale Wärmeversorgung durch Gastetagenheizung kombiniert mit Warmwasserbereitung	75	-59%
Variante 2) erhöhter Standard	3334	Dämmung AW mit 30cm EPS , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 nicht gedämmt , Fenstertausch U_w= 1,0 W/mK , zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 70%	19	-84%			
		Dämmung AW mit 30cm EPS , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 mit 6cm Innendämmung Mineralschaumplatte, Fenstertausch U_w= 1,0 W/mK , zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 70%	15	-87%	Wärmeversorgung durch zentrales Gas-Brennwertgerät , zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulationsleitung	60	-67%
Variante 3) Öko-Variante	3334	Dämmung AW mit 30cm Mineralschaumplatte , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 nicht gedämmt , Fenstertausch U_w= 0,8 W/mK , zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 80%	16	-86%			
					zentrale Wärmeversorgung durch Fernwärme , zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulation	51	-72%
		Dämmung AW mit 30cm Mineralschaumplatte , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 mit 6cm Innendämmung Holzfaserplatte und Lehmputz, Fenstertausch U_w= 0,8 W/mK , zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 80%	12	-90%	zentrale Wärmeversorgung durch Fernwärme , 150m² solarthermische Anlage für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützend, zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulation	34	-81%
					zentrale Wärmeversorgung durch bivalenten Betrieb von Wärmepumpe und Pelletsanlage , 150m² solarthermische Anlage für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützend, zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulation	15	-92%

Abbildung 2: Übersicht Sanierungsvarianten

2 Einleitung

Entgegen vielfach verbreiteter Ansicht weisen Gründerzeitgebäude nur ein geringes wärmetechnisches Niveau auf und bergen daher ein hohes Einsparpotential im Hinblick auf einen CO₂-neutralen Gebäudesektor. Dabei handelt es sich um ein erhebliches Segment des Gebäude- und Wohnungsbestands. Österreichweit befinden sich knapp ein Fünftel aller Hauptwohnsitzwohnungen in Gebäuden, die vor 1919 errichtet wurden, der Anteil in Wien beträgt ein Drittel. Dabei handelt es sich um ca. 32.000 Gebäude mit rund 250.000 Wohnungen.¹

Der Heizwärmebedarf (HWB) von Gründerzeitgebäuden beträgt im Durchschnitt etwa 120 kWh/m².a. Mit derzeit üblichen Sanierungsmaßnahmen (Fenstertausch) kann die energetische Performance nur geringfügig verbessert werden. Ausnahmen bilden Gründerzeitgebäude mit nicht gegliederten Fassaden, wo mit Standardmaßnahmen (Fenstertausch und Fassadendämmung) ein Niveau von etwa 50 bis 60 kWh/m².a erreicht werden kann (Faktor 2).

Im Rahmen des Projekts „Gründerzeit mit Zukunft“ mit dem Ziel einer forcierten gesamtheitlichen Modernisierung von Gründerzeitgebäuden werden Wege aufgezeigt, wie technische, wirtschaftliche, soziale und rechtliche Hindernisse bei der innovativen Sanierung von Gründerzeitgebäuden überwunden werden können. Im Zuge des Projekts ist eine Umsetzung von 5 Demonstrationsprojekten geplant, welche unter Anwendung innovativer technischer und organisatorischer Lösungen nach der Sanierung einen Heizwärmebedarf von 10-30 kWh/m².a (Sanierung mit Faktor 4 bis Faktor 10) aufweisen. Darüber hinaus wird durch den Einsatz klimaneutraler Haustechniksysteme auf Basis erneuerbarer Energieträger bzw. Abwärme (Solarthermie, Biomasse, Fernwärme) die CO₂-Bilanz der Gebäude wesentlich verbessert.

Die vorliegende Machbarkeitsstudie beschreibt und bewertet technische Maßnahmen zur Sanierung des Demonstrationsprojekts „David's Corner“. Ausgangspunkt sind die Anforderungen, die im Leitprojekt „Gründerzeit mit Zukunft“ dargelegt sind (vgl. Tabelle 2).

Die Machbarkeitsstudie dient einerseits der Vorbereitung der Demonstrationsprojekte, andererseits sollen die Ergebnisse einer interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Konkret angesprochen sind insbesondere Bauherren und Planer, die mit der Sanierung von Gründerzeitgebäuden befasst sind, die aber Unterstützung für die Entscheidungsfindung benötigen.

Die Machbarkeitsstudie soll dabei folgende Fragen beantworten:

- Welche technischen Maßnahmen stehen bei der Sanierung von Gründerzeitgebäuden grundsätzlich zur Verfügung?

¹ Statistik Austria, GWZ 2001 und Mikrozensus 2006

- Worauf ist bei der Umsetzung der Maßnahmen konkret zu achten?
- Welche Auswirkungen haben die einzelnen Maßnahmen (energetisch, bauphysikalisch)?

3 Ausgangssituation



Abbildung 3: 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 4: 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/m²a. Dies stellt einen durchschnittlichen Wert für gründerzeitliche Bauten dar.

Bestandsgebäude	Fläche (BGF) Bestandsgebäude	Heizwärmebedarf für Referenzklima
	[m ²]	[kWh/m ² a]
Muhrengasse 16	1.548	100
Muhrengasse 18	1.059	125
Davidgasse 23	648	142
Ensemble David's Corner	3.256	116

Tabelle 1: Heizwärmebedarf Bestandsgebäude

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.

4 Sanierungsziele

4.1 Anforderungskatalog für Demonstrationsprojekte im Rahmen des Leitprojekts „Gründerzeit mit Zukunft“

Für die konkrete Beschreibung des „Plus“ und der zentralen Innovationen hat sich das Projektteam im Zuge der Vorbereitung dieses Leitprojekts auf ein Anforderungsprofil für die innovative Sanierung von Gründerzeitgebäuden verständigt, das als Leitlinie die wichtigsten Zielgrößen für die Umsetzung der Demonstrationsprojekte herangezogen wird.

Sanierungsbereich	Maßnahmen/ Kriterien	derzeit üblicher Sanierungsstandard	innovativer Ansatz im Rahmen von „Gründerzeit mit Zukunft“
Energieperformance	Heizwärmebedarf HWB _{BGF} (OIB)	ca. 50-80 kWh/m ² a	10-30 kWh/m ² a
	Endenergiebedarf für heizung, Warmwasserbereitung und Haushaltsstrom	ca. 110-150 kWh/m ² a	50-75 kWh/m ² a
	Primärenergiebedarf	ca. 210-260 kWh/m ² a (Gaskessel)	95-105 kWh/m ² a (Fernwärme Wien)
Umweltfreundlichkeit	CO ₂ Bilanz	spielt keine Rolle	deutliche CO ₂ -Einsparung
Gebäudehülle	Gebäudehülle-Dichtheit	keine besonderen Anforderungen	Dichte Hülle, Blower-Door Test laut Passivhausstandard
	Anschlüsse, Fugen	teilweise werden Wärmebrücken in Kauf genommen	Vermeidung jeder Wärmebrücke im wirtschaftlich darstellbaren Bereich
	Fenster, U-Wert gesamt	1,1 W/m ² K	0,8 W/m ² K
	Innendämmung	kaum eingesetzt	Klärung der technischen Erfordernisse für sicheren Einsatz
Gestaltung, Funktion	Außendämmung bei gegliederter Fassade	keine Dämmung	Klärung der Alternativen
	Gründerzeit-Fenster	Sanierung Altfenster oder Ersatz durch voluminöse moderne Profile	Klärung möglicher Alternativen in Form eines neuen Fenstertyps mit gestalterischem und funktionellem Mehrwert.
Wohnkomfort, Gesundheit	hygienisch erforderliche Lüftung	über Fensterlüftung oder Abluftanlage	Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung
	Baumaterialien	keine besondere Behandlung	ökologische Baustoffe, Chemikalienmanagement auf der Baustelle

Energieversorgung	Heizungserneuerung	Gasthermentausch	Zentrale Versorgung
	Erneuerung Warmwasserversorgung	Gasthermentausch	Zentrale Versorgung
	Energieträger	Fossil, Gas	Fernwärme, Erneuerbare
	Stromversorgung	Netz	möglichst hoher Anteil aus hauseigener Photovoltaik
	Stromverbrauch	keine Berücksichtigung	stromsparende Ausführung der Allgemeinbeleuchtung und Haustechnik (Pumpen)
Wasserversorgung	Leitungen	komplette Erneuerung	ökologische Materialwahl, Doppelleitersystem für Trink- und Brauchwasser
	Wasser-System	konventionelle 100% Versorgung durch Trinkwasser	alternativ prüfen auf wesentliche Trinkwassereinsparung durch Brauchwassersystem über Regenwasser.
Wohnqualität	privater Freiraum	kaum behandelt	privater Freiraum-Balkon, Dachterrassen,
Objektübergreifende Synergien	Wärmeversorgung	nicht behandelt	gemeinsame Versorgung mehrer Häuser, Gruppensanierung
	Stellplätze	nicht behandelt	sinnvolle Zusammenlegung, Eignung für Car-Sharing

**Tabelle 2: Anforderungsprofil für innovative Sanierung im Rahmen
des Projekts "Gründerzeit mit Zukunft"**

Anhand der dargestellten Kriterien wird deutlich, dass die angestrebten Konzepte und Lösungen deutlich über den bisherigen Sanierungsstandard von Gründerzeitgebäuden hinausgehen und nur unter Einsatz hoch innovativer Technologien und Maßnahmen erreichbar sind. So ist zu erwarten, dass mit den umgesetzten Demonstrationsprojekten erstmals der Einsatz von modernen kontrollierten Lüftungsanlagen in Gründerzeitgebäuden erfolgen wird.

4.2 Räumlich-funktionale und gestalterische Ziele der Gebäudesanierung

4.2.1 Erschließung

Die Machbarkeitsstudie geht prinzipiell von einer gemeinsamen Sanierung aller drei Objekte aus, sodass einzelne konzeptionelle und gestalterische Elemente parzellenübergreifend sind. Insbesondere betrifft das die Möglichkeit der behindertengerechten Erschließung aller Räume, die Anordnung der Nebenräume, die Gestaltung der Außenräume und Freiflächen, die Gestaltung der Dachlandschaft und deren Nutzung für haustechnische Zwecke (Solarkollektoren) sowie ein gemeinsames haustechnisches Konzept. Die Neugestaltung der Wohnungen erfolgt selbstverständlich hausweise unabhängig.

Wesentliches Kriterium des Entwurfes ist eine grundlegende Veränderung des Erschließungsprinzips. Derzeit werden alle drei Häuser über hofseitige Gänge erschlossen. In Anbetracht des Verkehrsaufkommens und der Orientierung nach Norden und Osten haben die Straßenseitenfassaden an Attraktivität verloren, wogegen die Süd- und West orientierten Hoffassaden insbesondere nach Abbruch aller Hofeinbauten beste Wohnqualität aufweisen. Die Machbarkeitsstudie sieht daher eine Innengängerschließung mit zum Hof orientierten Wohnungen und Freiflächen vor. Durch die Vergrößerung der Wohnnutzflächen entfallen im Fall Davidgasse 23 sämtliche Gangflächen. Es entsteht ein Zweispännertyp mit durchgesteckten Wohnungen. In den beiden anderen Fällen werden die Gangflächen verringert und ins Innere verlegt. Die Teilung der Grundrisse erfolgt zunächst entlang der Mittelwand, wobei jeweils die an der Straßenseite gelegene Wohnung größer ist und auch über ein zum Hof orientiertes Zimmer verfügt. Wo dies möglich ist werden die süd- und west-orientierten Räume mit Freiflächen ergänzt.

4.2.2 Grundrisse

Das räumlich Funktionale Konzept für die Sanierung des Ensembles sieht Ein- bis Vierraumwohnungen zwischen 40 und 100 m² vor. Die Grundrisse sind zweckmäßig und gut proportioniert. Die Konfiguration der straßenseitigen Räume nimmt auf die bestehenden, aussteifenden Zwischenwände Rücksicht. Hofseitig werden größere Veränderungen vorgenommen. Die ehemaligen Erschließungsgänge werden aufgelassen und auch die Trennwände der ehemaligen Gangzimmer (Küchen) nur insoweit beibehalten, als sie der neuen Grundrissgestaltung entsprechen. Hier nutzen großzügige Wohnräume mit offenen Kochnischen die günstigen Belichtungsverhältnisse. Die Erker der ehemaligen WC-Einheiten werden in die neuen Wohnungen integriert. Zum einen werden wohnungsinterne WC's daraus, zum anderen dienen die Erker als Erweiterung der Wohnräume und schaffen mit großzügigen Verglasungen sonnige Innenräume.

Nassräume und Küchen werden an die Mittelmauer verlegt, Entsprechende Schächte von allen übereinanderliegenden Wohnungen genutzt. Da die bestehenden Kamine auf ein Minimum reduziert werden können, besteht auch die Möglichkeit der Integration der nötigen Lüftungen in die Kaminwand.

Die straßenseitigen Einheiten im Erdgeschoß sind so konzipiert, dass sie auch als Büros vermietet werden können, da sie für Wohnzwecke weniger attraktiv sind und die Möglichkeit einer zusätzlichen Erschließung von der Ecke aus sie für eine Nutzung als Büro oder Geschäftsfläche geeignet erscheinen lassen. In den Kellerräumen werden neben den Einlagerungsräumen, den Kinderwagenabstellräumen und den notwendigen Technikräumen auch Hobbyräume angeboten, die separat vermietet werden können. Eine Verbindung der Erdgeschoßwohnungen mit den darunterliegenden Hobbyräumen ist prinzipiell möglich.

Sämtliche Dachgeschoße werden zu Wohnzwecken genutzt. Die neuen Dachgeschoße erhalten ein Flachdach, das zu den Außenfronten hin in ein Steildach mit 45° Neigung – ausgehend vom bestehenden Gesimse- übergeht. Straßenseitig wird die Kontur des Steildaches ca. 1,2 m über das Flachdach hinaus verlängert und bildet die Unterkonstruktion für die nach Süden und nach Westen orientierten Sonnenkollektoren. Die Dachflächen werden – wo dies notwendig und sinnvoll ist – durch Gaupen verschiedenen Ausmaßes bzw. durch Einschnitte mit Dachterrassen ergänzt. Davon ausgehend, dass die Dachwohnungen im 4. OG gute Besonnung erhalten, wurden auch straßenseitig Dachterrassen angeordnet.

4.2.3 Äußere Gestalt

Wesentliches Gestaltungselement der Straßenfassaden sind die Gaupen und die bestehenden Gesimse, die auch nach Auftragen der Wärmedämmung erhalten bleiben sollen. Die reiche Fassadengliederung im Fall des Hauses Muhrengasse 18 ist erhaltenswürdig, sodass auf eine Vollwärmeschutzverkleidung in diesem Bereich verzichtet werden muss.

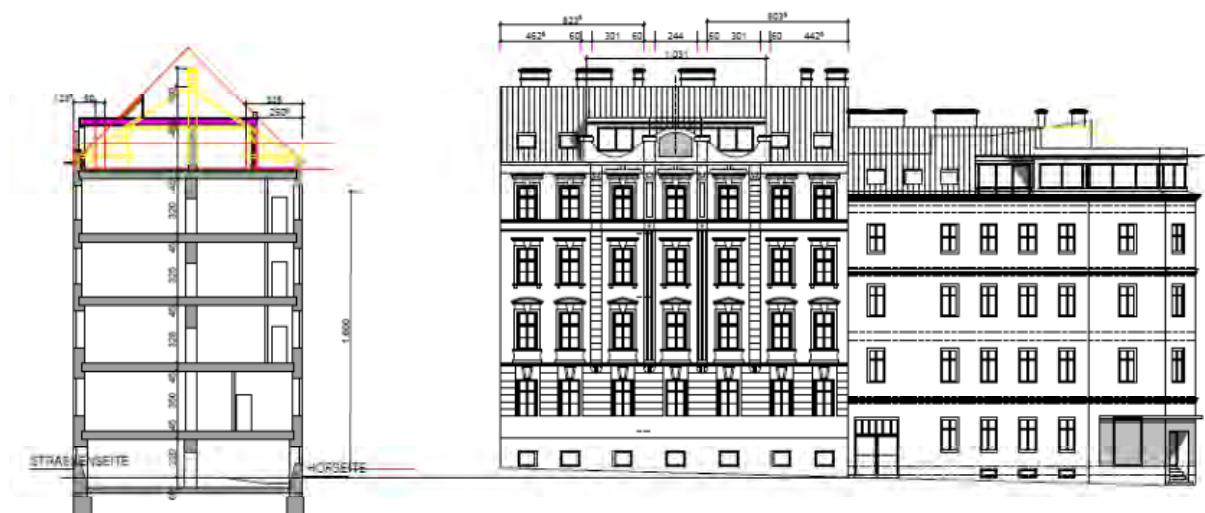


Abbildung 5: Straßenansicht Muhrengasse nach der Sanierung

Die Gestaltung der Hoffassaden ist maßgeblich einerseits von den verglasten Liftzubauten und andererseits von den Wohnungsbezogenen Freiflächen wie Terrassen, Balkonen und Loggien geprägt.



Abbildung 6: Hofansicht Richtung Norden zur Davidgasse nach der Sanierung

Diese werden in den verschiedenen Geschoßen unterschiedlich angeordnet und variieren auch in der Tiefe sodass sich über die gesamte Fassade ein aufgelockertes und lebhaftes Bild ergibt, das durch die Nutzung noch verstärkt werden wird. Die bestehenden Fenster werden dadurch zum Teil durch Fenstertüren ersetzt, sollen aber dem Erscheinungsbild der originalen Fenster (mit Fensterteilung) treu bleiben. Dies gilt nicht für die zusätzlichen Fenster im Bereich der derzeitigen Gang- WC's, wo diese zu Wohnraum umfunktioniert werden. Hier sollen Fassadengestaltung und Form der Fenster deutlich zeigen, dass eine zeitgemäße Nutzung der betreffenden Erker gegeben ist.

4.2.4 Organisation

Alle drei Objekte werden mit Liften ausgerüstet. Im Fall Davidgasse 23 und Muhrengasse 18 wird jeweils ein verglaster Liftzubau im Bereich des bestehenden Stiegenhauses vorgelagert. Im Haus Muhrengasse 16 wird der bestehende Lichthof herangezogen. Neben dem Lift können hier auch Schächte über alle Geschoße geführt werden. Die derzeitige Erschließung des 1. Obergeschoßes über zwei Treppenläufe von der bestehenden Durchfahrt aus wird abgebrochen und die bestehende Stiege nach unten bis in den Keller verlängert (dies entspricht auch dem Originalzustand). Der so erhaltene Raum im Erdgeschoß wird als Foyer genutzt.



Abbildung 7: Hofansicht Richtung David's Corner nach der Sanierung

Der Höhenunterschied zwischen Erdgeschoß und Durchfahrt wird einerseits mit einer neuen Stiegenanlage im Bereich der derzeitigen WC's, andererseits behindertengerecht mit einer Hubbühne überwunden. Die bestehende Stiege bleibt erhalten und wird um einen weiteren Treppenlauf ins Dachgeschoß verlängert. Stiegenhaus und ehemaliger Lichthof werden über die Höhe des Flachdaches verlängert sodass eine Belichtung des Stiegenhauses über Fenster im Dachaufbau möglich ist.

Die beiden Häuser in der Muhrengasse sollen wie bisher gemeinsam über die bestehende Einfahrt erschlossen werden. Für das Haus Muhrengasse 18 bedeutet das eine Erschließung ca. 60 cm über Kellerniveau. Über eine kleine Rampe gelangt man vom Eingang behindertengerecht zum Aufzug und über eine weitere Rampe zu den Kellerräumen und Kinderwagenabstellräumen. Neben dem Aufzug befindet sich auch ein direkter Ausgang in den Hofbereich. Die im Keller befindlichen Hobbyräume werden intern und extern vom Hof aus erschlossen.

Da für die Häuser Muhrengasse 16 und Muhrengasse 18 keine geeigneten Flächen zur Verfügung stehen ist in der Innenecke des Hofes ein neuer Müllraum geplant, der beide Häuser bedienen soll. Im Haus Davidgasse 23 kann ein straßenseitiger Erdgeschoßraum zum Müllraum umfunktioniert werden. Die Erforderlichen Kinderwagenabstellräume können in allen Fällen im Kellergeschoß eingerichtet werden. Fahrradabstellmöglichkeiten werden im Hofbereich untergebracht, ebenso der für das Haus Muhrengasse 18 notwendige Pflichtstellplatz.

4.2.5 Hofgestaltung

Sämtliche Hofeinbauten werden abgebrochen, der Hof so weit wie möglich begrünt. Befestigte Flächen werden so gering wie möglich gehalten. Die Gestaltung der Hofflächen nimmt die verschiedenen Niveaus der Häuser auf und gleicht sie mit sanften Rampen aus. Den Erdgeschoßwohnungen werden Terrassen mit entsprechendem Abstandsgrün zugeordnet. In zentraler Lage wird ein Kinderspielplatz mit Sitzplatz angeordnet. Die Fahrradschuppen werden in das Freiraumkonzept integriert und dienen zum Teil als Raumbildner. Wichtig für das Kleinklima des Hofes ist die Pflanzung von Sträuchern und Bäumen. Die Außenraumgestaltung soll mit dem anschließenden Grundstück in der Davidgasse abgestimmt werden. Ergänzung findet das Grünraumkonzept in den Balkonen und Terrassen die zum Bepflanzen anregen und zur Belebung des Hofes beitragen.

Zusätzlich werden auf geeigneten Hofmauerflächen durch die Anbringung von Pflanzentrögen mit integriertem Bewässerungssystem vertikale Mietergärten geschaffen.

5 Sanierungsvarianten

Neben einer detaillierten Beschreibung von technischen Maßnahmen zur Sanierung von Gründerzeitgebäuden werden in dieser Machbarkeitsstudie 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 (HWB²)
- 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) einzuhalten³. 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

² Nach wie vor ist der Heizwärmebedarf (HWB) in der Praxis die wesentliche energetische Kennzahl, die z.B. bei der Wohnbauförderung herangezogen wird und die auch beim Energieausweis einen prominenten Platz einnimmt. Umfassendere Kennzahlen wie der Endenergiebedarf (EEB) oder der Primärenergiebedarf (PEB) werden aller Voraussicht nach jedoch in Zukunft eine wesentlich wichtigere Rolle spielen, etwa in der neuen Gebäuderichtlinie. Dem wurde bei der energetischen Gesamtbewertung Rechnung getragen.

³ Aus der Wiener Bauordnung und den entsprechenden Rechtsnormen lässt sich durch mehrere Ausnahmebestimmungen kein eindeutiger und allgemein gültiger energetischer Standard für die Sanierung von Gründerzeitgebäuden ableiten.

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 2 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).

Für alle Varianten wurden für alle thermisch relevanten Bauteile detaillierte Aufbauten entwickelt, für die entsprechenden Energieversorgungssystem die Auslegung grob abgeschätzt und darauf aufbauend Energieausweise erstellt. Detaillierte Auswertungen für alle 3 Gebäude finden sich im Kapitel 7.

6 Technische Maßnahmen

6.1 Sanierung der Gebäudehülle

Bei der Sanierung von gründerzeitlichen Häusern stellen die Fassade und ihre Bauteilanschlüsse einen der wesentlichsten Teile der Gebäudehülle dar. Ob eine klassische thermische Sanierung mit Außenwärmedämmung in Frage kommt, hängt weitgehend davon ab, ob die Bestandsfassade des Gebäudes gegliedert, also mit originalen Zierteilen versehen ist. Außendämmung bei intakten, stark gegliederten Fassaden kommt auf Grund des unverhältnismäßigen technischen und finanziellen Aufwandes bzw. auch durch mögliche Auflagen aus dem Denkmalschutz meist nicht in Frage. Ein weiterer Grund liegt darin, dass selbst unter der Annahme der Entfernung der Zierelemente mit einer glatten Außendämmung keine gleichwertige stadtgestalterische Lösung angeboten werden kann. Innendämmung stellt eine Speziallösung dar und ist in ihrer Langzeitauswirkung auf Gründerzeithäuser im Wesentlichen unerforscht.

Die relevanten Detail-Anschlusspunkte bei den Sanierungs- bzw. Dämmmaßnahmen werden hier in Anlehnung der Sanierungsmöglichkeit daher in zwei Kategorien besprochen:

- Ungegliederte Fassade – Außendämmung
- Gegliederte Fassade – mögliche Innendämmung

Da sich im Gründerzeithaus die Bauteile und die daraus bedingten Anschlusspunkte vom heutigem Stand der Technik und der üblichen Bauweise erheblich unterscheiden, soll die folgende allgemeine Typenbeschreibung das Verständnis dafür verbessern:

6.1.1 Typische Konstruktionen in Gründerzeitgebäuden

Außenwände

Das alte Wiener Ziegelformat gibt in der Regel den Modul für die Wandstärken vor. Die straßenseitigen Schauffassaden sind meist durch Gesimse, Lisenen u.ä. plastisch gegliedert ausgebildet.

Außenwände weisen die Funktionen Raumabschluss und Lastabtragung auf, da die Decken in der Gründerzeit ausschließlich quer zur Straßen- und Hoffassade gespannt sind.

Eine konstruktive Notwendigkeit, die Außenmauer von Geschoß zu Geschoß, von oben nach unten zu verstärken, bestand jedenfalls dann, wenn durchgehend Dippelbaumdecken eingesetzt wurden. Wurden Tramdecken verwendet, so bestand diese konstruktive Notwendigkeit nicht.⁴

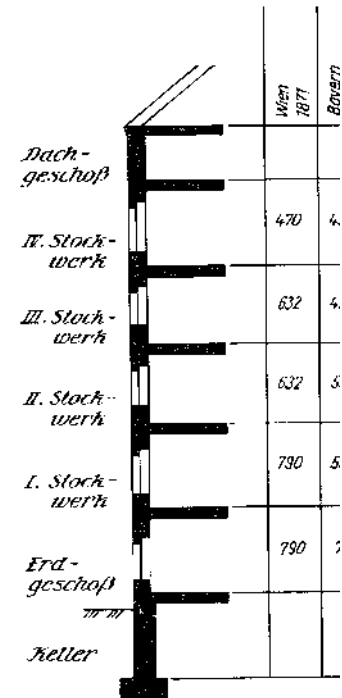


Abbildung 8: Relevante Mauerwerksstärken in Wiener Gründerzeithäusern um 1871 (Ahnert/Krause, 1986)

Feuermauern

Feuermauern besitzen in Gründerzeithäusern meist nur eine raumabschließende aber keine lastabtragende Funktion, da die Decken von der Außenmauer zur Mittelmauer gespannt sind. Sie sind daher üblicherweise 1 Stein, also 29 cm stark, in den unteren Geschoßen (EG, KG) zumeist 1 ½ Stein, also 44 cm ohne Verputz. Im Dachbereich sind sie zumeist nur ½ Stein, also 14 cm stark, und im Bereich der Stuhlsäulen durch 1 Stein dicke Mauerpfeiler verstärkt. Diese Bereiche stellen für den modernen Dämmstandard eine erhebliche Wärmebrücke dar, da der finanzielle Aufwand, sie abzutragen und mit außenliegender Wärmedämmung wieder zu errichten ökonomisch kaum vertretbar ist.⁵

Decken

Regelgeschoßdecken

Die Tramdecke ist der häufigste Fall der Decke über Aufenthaltsräumen zwischen den Obergeschoßen. Kanthölzer überhöhten Querschnittes aus Tannen- oder Kiefernholz liegen in Abständen von rund 85 cm, sofern ein Mauerabsatz vorhanden ist, auf diesem, sonst in kastenartigen Aussparungen des Mauerwerkes. Als Unterlage dient bei einem Mauerabsatz ein 3-5 cm hoher und halbsteinbreiter "Rastladen", aus Föhrenholz. Ist kein Mauerabsatz

⁴ Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: „ALtes Haus: Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus, 12/2005, S. 62

⁵ Ebenda, S. 62ff.

vorhanden, so dienen 5 cm starke – etwa 4 cm breiter als der Balken bemessene – Föhrenbretter als Unterlage.

Auf den Trämen liegt eine 2,4 cm starke sägeraue Sturzschalung mit Fugendeckleisten oder eine zweite, versetzte Schalung, darauf eine min. 7 cm starke Beschüttung aus trockenem Sand, säurefreier Schlacke oder geröstetem Bauschutt, darauf eingebettet sog. Polsterhölzer (5/8 cm), darauf der Oberboden (s. Fußböden). Die Unterseite der Balken bildet eine Schalung, aufgenagelt wird das sog. Stukaturrohr als Putzträger, die Unterseite bildet ein ca. 1,5 cm starker Verputz.⁶

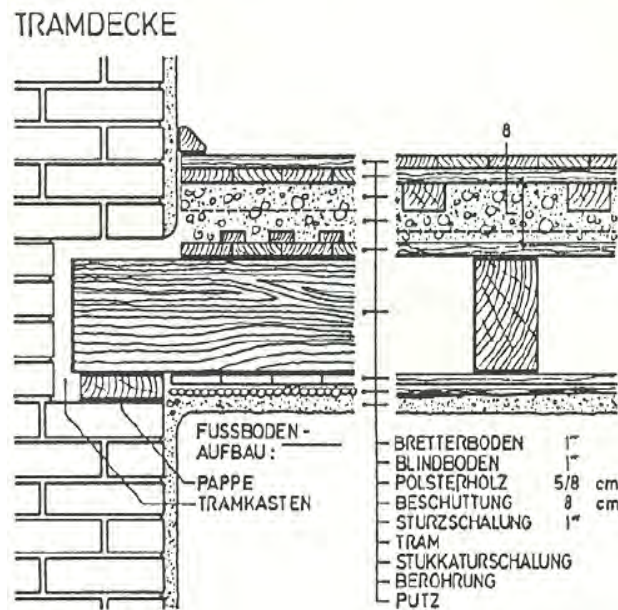


Abbildung 9: Detail Tramdeckenkonstruktion⁷

Oberste Geschoßdecken

Die zweite in der Gründerzeit hauptsächlich gebräuchliche Deckenform ist die sog. Dippelbaumdecke. Sie wurde jedenfalls aus Brandschutzgründen als oberste Geschoßdecke gegenüber dem Dachboden eingesetzt, fand aber auch zwischen den Geschossen Verwendung. Sie besteht aus direkt aneinander liegenden Balken (Mann an Mann verlegt), die dreiseitig bearbeitet waren und an der Oberseite „baumwälgig,, blieben, also der unbearbeitete Baumstamm. Die einzelnen Balken sind durch Eichendübel miteinander verbunden, die Decke erreicht dadurch eine gewisse flächige Tragwirkung. Auf der Unterseite Putzträger und Putz wie bei der Tramdecke, über den Balken Beschüttung und

⁶ Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: „ALtes Haus: Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus, 12/2005, S. 62

⁷ Riccabona, Baukonstruktionslehre 1

Ziegelplatten. Die Nachteile dieser Ausführung lagen im großen Holzverbrauch und in der Notwendigkeit der Mauerverstärkung (um ein Deckenaufleger zu ermöglichen).⁸

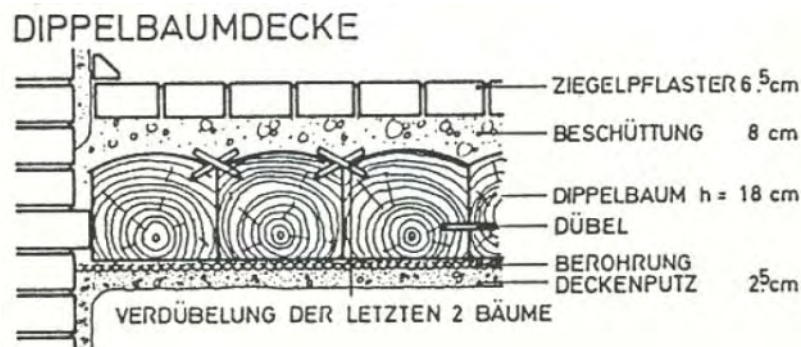


Abbildung 10: Detail Dippelbaumdecke⁹

Massivdecken zu Kellern

Die Decken über Erdgeschoß wurden in der Gründerzeit fast ausschließlich als Ziegel-Massivdecken errichtet. Hier fand allerdings schon in der Frühgründerzeit relativ häufig die sog. Preußische Kappe Verwendung.

Fenster

Die Fenster in Gründerzeithäusern sind in der Regel Kastenfenster aus Holz mit Einfachverglasungen. Die Flügelrahmen sind auf Grund der verfügbaren Glasgrößen oft durch Fenstersprossen zusätzlich unterteilt. Es ergibt sich also ein geschlossener „Kasten“ aus den äußeren und inneren Flügeln und dem Rahmen mit einer Tiefe von etwa 8–25 cm.

Da die Fenster – als außerordentlich beanspruchte Teile der Gebäudehülle – zumeist über die Jahrzehnte nicht ausreichend gewartet und gängig gehalten wurden, weisen viele heute Undichtheiten im Bereich der Fälze auf und sind schwer zu bedienen. Auch die Bauanschlussfugen entsprechen nicht zeitgemäßen Standardanforderungen an die Luftdichtheit, was zu erheblichen Lüftungswärmeverlusten führen kann.¹⁰

⁸ Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: „ALTES Haus: Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus, 12/2005, S. 62

⁹ Riccabona, Baukonstruktionslehre 1

¹⁰ Programm Haus der Zukunft Plus, Projektnummer 822236: Verfasser: Fa. Allplan GmbH: Klima-neutrale Gründerzeithäuser – Wege – Potenziale und, Umsetzungsmöglichkeiten, 2010, S. 10-12

6.1.2 Grundaussagen zur Sanierung

6.1.2.1 Dämmsysteme

Zu den unterschiedlichen Strategien für thermische Sanierungen bei Gründerzeithäusern ist vorab grundsätzlich festzuhalten: Bei Gebäuden, die nicht außerordentliche kunsthistorische Qualitäten aufweisen und daher denkmalpflegerisch professionell konserviert werden sollen, ist es aus heutiger Sicht überlegenswert, ästhetisch minderwertigen Fassadenschmuck abzubrechen und so die Möglichkeiten für eine bauphysikalisch einwandfreie Außen-dämmung und eine Neugestaltung der Fassade zu eröffnen. In der bauphysikalischen Entwicklung der letzten Jahrzehnte hat sich herausgestellt, dass eine außen liegende Wärmedämmung neben einem stark reduzierten Energieverbrauch warme innere Wandoberflächen und damit ein deutlich behaglicheres Raumklima schafft, was inzwischen allgemein bekannt ist. Dies bedeutet eine Steigerung der Qualität des Innenklimas, die in ihrer Bedeutung nicht überschätzt werden kann.¹¹ Weiters wird der Isothermenverlauf in der Außenwand wesentlich verbessert in Hinsicht auf Kondensation und Bauteilsicherheit der Auflagerbereiche der Holzbalkendecken. Dass aber gleichzeitig die Aneinanderreihung abgeräumten Fassaden dem Stadtbild aus Gründerzeitfassaden in ihrer Differenziertheit und Wirkung nicht ebenbürtig ist, bleibt aus städtebaulicher Sicht ein Problem und bedarf einer breiten Palette an zeitgemäßen gestalterischen Antworten.

Eine innenliegende Wärmedämmung kann laut heutigen Regeln der Technik auf Grund der großen Wärmebrückenflächen im Bereich der Zwischenwände und Geschoßdecken in keiner Weise mit dem Energieeinsparpotential und der Bauteilsicherheit der außenliegenden Wärmedämmung mithalten. Sie schafft neue Probleme, wie im Kapitel 6.1.4 noch detailliert dargestellt wird. Für gründerzeitliche Zweckbauten an denen Außendämmung möglich wäre, ist eine Innendämmung daher auf alle Fälle nicht zu empfehlen.¹²

¹¹ Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: „ALtes Haus: Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus, 12/2005, S. 62

¹² Ebenda, S. 62

Dämmstoffübersicht				
Künstliche Dämmstoffe			Nachwachsende Dämmstoffe	
Künstliche Mineralfasern	Anorgan. Dämmstoffe	Geschäumte organ. Dämmstoffe	Zellulose-Holzdämmstoffe	Pflanzl. + tier. Dämmstoffe
Glaswolle	Blähglimmer	Expandiertes Polystyrol (EPS)	Holzweichfaserplatte	Baumwolle
Steinwolle	Blähperlit	Extrudiertes Polystyrol (XPS)	Holzwohle-leichtbauplatte	Flachs
	Blähton	Polyurethanschaum (PU)	Zellulosefaser	Hanf
	Schaumglas			Kokos
				Kork
				Schafwolle
				Schilf
				Stroh

Abbildung 11: Übersicht Dämmstoffe, in künstliche und nachwachsende Dämmstoffe eingeteilt¹³

Im Bauwesen werden Dämmstoffe hauptsächlich für zwei Aufgabenbereiche angewendet: Wärmedämmung und Schalldämmung.

Nicht jeder Dämmstoff ist für alle Einsatzbereiche geeignet. Wichtige Dämmstoff-Eigenschaften sind: Raumgewicht, Wärmeleitfähigkeit, Speicherfähigkeit, Feuchte-eigenschaft, dynamische Steifigkeit (Schallschutz), Brennbarkeit.

Das wichtigste Kriterium bei der Beurteilung der wärmetechnischen Eigenschaften eines Baustoffes ist die spezifische Wärmeleitfähigkeit λ in Watt pro Meter Kelvin (W/m²*K). Sie bezeichnet die Wärmemenge, die bei einem Temperaturunterschied von 1 K durch eine 1 m² große, 1 m dicke Schicht des Bauteiles strömt. Je niedriger der Wert ist, umso besser sind die wärmedämmtechnischen Eigenschaften des Bauteiles“ (Bergmeister et al., 2008, 41).¹⁴ Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über technische Eigenschaften verschiedener Dämmmaterialien (Tabelle 3).

¹³ Quelle: Internet: <http://www.gesundbauen.at/BER3-WD.htm>, Stand: 15.09.2010

¹⁴ Programm Haus der Zukunft Plus, Projektnummer 822236; Verfasser: Fa. Allplan GmbH: Klimaneutrale Gründerzeithäuser – Wege – Potenziale und, Umsetzungsmöglichkeiten, 2010, S. 41

	Rohdichte	Wärmeleitfähigkeit	Spezifische Wärmekapazität	Diffusionswiderstand	Brennbarkeitsklasse
	[kg/m ³]	[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
Blähperlit	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
Holzwolleleichtbauplatte	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) ¹⁾	100	0,0456	2, ²⁾	2,5 ²⁾	B2 ³⁾
Vakuumdämmung	150-200	0,0045-0,008	0,8	praktisch dampfdicht	A1

¹⁾ 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

²⁾ lt. TGL 35424/2

³⁾ nach ÖNORM bzw. E nach E-Norm

Tabelle 3¹⁵: Übersicht und Kennwerte erhältlicher Dämmstoffe (Haselsteiner et al., 2007, 75)

¹⁵ Programm Haus der Zukunft Plus, Projektnummer 822236: Verfasser: Fa. Allplan GmbH: Klimaneutrale Gründerzeithäuser – Wege – Potenziale und, Umsetzungsmöglichkeiten, 2010, S. 47

Zusammenfassung möglicher Einsatzgebiete:¹⁶

Dämmmaterial	Einsatzgebiet
Mineralwolle, Steinwolle, Glaswolle	Schrägdächer, Hinterlüftete Fassaden, Decken, Innenwanddämmungen
Holzwoleplatten	An Deckenuntersichten z.B. zu Kellern als Mehrschichtplatten, an Wänden als Putzträger und Installationsebene, leichte Trennwände mit Putzoberfläche
Zellulose	Dachschrägendämmungen und Wanddämmungen im Leichtbau.
Hanf	Dachschrägen oder Hohlziegelkonstruktionen
Flachs	Dachschrägdämmung oder in Leichtbauwänden eingesetzt werden.
Baumwolle	In untergeordneten Bereichen als Stopfwolle, Filz oder Matte zur Dämmung zwischen Sparren verwendbar.
Schafwolle	Schafwolle ist praktisch in allen Konstruktionen verwendbar, wo es nicht auf Druckfestigkeit ankommt
Kork	Am häufigsten werden Platten als Vollwärmeschutz verwendet, da sie eine gute ökologische Alternative zu Polystyrolplatten darstellen
Expandiertes Polystyrol (EPS)	Fassadendämmplatten oder auch Deckendämmelemente, in Fußbodenaufbauten unter Estrichen.
Extrudiertes Polystyrol (XPS):	feuchtigkeitsbelastete Bereiche (Perimeterdämmung, Balkone, Flachdächer)
Polyurethanschaum (PU):	Als alukaschierte Platten für Aufsparrendämmungen oder als Schaum zum Dichten von Fenstern, Türen oder Mauerdurchführungen.
Schaumglas	Vorwiegend als Aufsparrendämmung und als Deckendämmung bei einer Erfordernis an hohen Druckfestigkeiten (Befahrbarkeit). Aufgrund der Dampfdichtheit auch als Innendämmung einsetzbar
Blähton	Vorwiegend als Schüttung bzw. gebundene Schüttung, an der Oberseite von Gewölbedecken
Perlite (Blähperlite)	Dämmende Schüttung, z.B. unter Estrich
Kapillar-Dämmplatte (Kalziumsilikatplatte)	Als Dämmplatte im WDVS oder als Innendämmung einsetzbar
Vakuumdämmplatten	Spezieller Einsatz wie z.B. in Paneelkonstruktionen oder wo konstruktiv nur wenig Aufbauhöhe möglich ist, Wärmebrückendämmung, sehr teuer
Transparente Wärmedämmung	Als Fassadendämmung, nur bei ausreichender Besonnung
Hybrid-Foliendämmstoff (HD-PE-Luftpolsterfolien)	Prototypischer Baustoff

Tabelle 4: Einsatzgebiete unterschiedlicher Dämmmaterialien

¹⁶ Programm Haus der Zukunft Plus, Projektnummer 822236: Verfasser: Fa. Allplan GmbH: Klimaneutrale Gründerzeithäuser – Wege – Potenziale und, Umsetzungsmöglichkeiten, 2010, Zusammenfassung d. Einsatzgebiete S. 40-46

6.1.2.2 Luftdichtheit der Gebäudehülle

Die Dichtheit der Gebäudehülle ist ein wesentlicher Faktor für die Energieeffizienz, da aufgrund unkontrollierten Luftaustauschs durch Bauteilfugen hohe Wärmeverluste auftreten. Die Mindestanforderung an Luftdichtheit bei Neubauten lt. OIB-Richtlinie 6¹⁷ liegt bei einem n50 Wert von 3/h, bei Gebäuden mit mechanischer Lüftungsanlagen muss ein n50-Wert von 1,5/h eingehalten werden. Demnach muss jede Gebäudehülle beim Neubau dauerhaft luft- und winddicht ausgeführt sein.

Den derzeit besten Standard für die Luftdichtheit von Gebäuden hat das Passivhaus, dieser ist bei Zertifizierung auch mittels Luftdichtheitsprüfung (Blower Door Test) nachzuweisen. Hier darf die Luftwechselrate n50 – gemessen bei 50 Pascal Druckdifferenz zwischen innen und außen, gemittelt über Unter- und Überdruck und bei geschlossenen Ab- und Zuluftöffnungen – lt. aktueller ÖNORM B 8110-1 den Wert von 0,6/h nicht überschreiten.

Um die unkontrollierten Lüftungswärmeverluste zu minimieren muss es bei Sanierung von Gründerzeithäusern Ziel sein, die Bauteilanschlussfugen gemäß Stand der Technik herzustellen, welcher mit der ÖNORM B5320, Stand 2006-09-01, geregelt ist und im Anschluss in einigen wesentlichen Punkten zitiert wird:

Pkt. 4, Hinweise für die Planung:

- 4.1 Ausbildung der Bauanschlussfuge
- 4.2 Wärme-, Feuchtigkeits- und Schallschutz
- 4.4 Einbausituation: Fugenbreite zwischen Stockrahmen, und massiver Wandöffnung > 10 mm
- 4.6 Befestigung: Abstände und Befestigungsmittel
- 4.7 Bauanschlussfuge: Fugenbreiten in Abhängigkeit des Dichtstoffes

Pkt. 5, Hinweise für die Ausführung:

- 5.1 Ausführung der Abdichtung
- 5.2 Verträglichkeit der Materialien
- 5.3 Befestigung
- 5.4 Fugenausbildung mit Fugendichtstoff
- 5.5 Hinterfüllmaterial
- 5.6 Bemaßung des Fugendichtstoffes
- 5.7 Fugenausbildung mit Füllschaum

¹⁷ Österreichisches Institut für Bautechnik OIB-300.6-038/07 OIB-Richtlinie 6, Ausgabe April 2007 Seite 8 von 19; Quelle: Internet: http://www.oib.or.at/RL6_250407.pdf, Stand 15.09.2010

Pkt. 6, Hinweise für Werkstoffe und Verwendungsbereiche:

- 6.1 Dichtstoffe: Vorbehandlung d. Oberflächen, Temperaturen, Hinterfüllprofile, Dichtungsbänder
- 6.2 Dämmstoffe: Gemäß ÖN B6000
- 6.3 Füllschäume: Gemäß DIN 18159-1
- 6.4 Anforderungen an die Abdichtungsfolien: Kriterien : bauphysikalische Kennwerte (z.B. Dampfdiffusionswiderstand), mechanische Eigenschaften (z. B. Dehnverhalten), bauchemische Eigenschaften (z. B. Verklebbarkeit)

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Vermeidung der Hinterströmung der Wärmedämmung. Unkontrollierte Lufträume zwischen Dämmung und Außenbauteil können sowohl bei Außen- als auch Innendämmung die Dämmwirkung drastisch herabsetzen, daher wird auch in den Ausführungsrichtlinien der Hersteller i.d.R. darauf hingewiesen:

- Z.B. sind durchlaufende Klebemörtel-Randwulste beim Aufkleben von WDVS-Dämmplatten auf die Fassade erforderlich.
- Bei Innendämmung ist ein vollflächiges Auftragen von Klebemörteln auf die zu versetzenden Mineralschaumplatten erforderlich.

6.1.2.3 Vermeidung von Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Bereiche der Gebäudehülle, an denen ein erhöhter Wärmestrom nach außen auftritt, welcher lokal tiefere Temperaturen verursacht. Wärmebrücken treten normalerweise an jedem bestehenden Gebäude auf.

Die häufigsten Wärmebrücken treten bei Bauteilübergängen auf, wobei grundsätzlich in vier Typen unterschieden werden kann:

- konstruktiv bedingte Wärmebrücken (z.B. Ecken, Überleger bei Fenster),
- Wärmebrücken aufgrund von Strömungen (z.B. Wasserleitung durch Bauteile, Luftundichtheit),
- materialbedingte Wärmebrücken aufgrund von unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten der Werkstoffe und
- Wärmebrücken aufgrund lokal erhöhter Temperaturunterschiede (z.B. Heizkörper vor Außenwänden).

Die Transmissionswärmeverluste aufgrund von Wärmebrücken berechnen sich aus dem längenbezogene Wärmebrückenverlustkoeffizient Ψ [W/m²*K] und der Ausdehnung l [m]. Der Wärmebrückenverlustkoeffizient kann Wärmebrückenkatalogen entnommen werden oder mittels Wärmebrückensimulationsprogramm berechnet werden.

Bei nachträglich angebrachtem Wärmeschutz können meist nicht alle Wärmebrücken vermieden werden. Besonders bei mehrgeschossigen Bauten ist ein wesentlicher Einfluss

auf die Energiebilanz zu erwarten, da die wärmetechnischen Schwachstellen große Längen aufweisen.

Bei den nachfolgenden in der Machbarkeitsstudie dargestellten Detailknotenpunkten (WB-Berechnungen ohne Quellenangabe) wird ausschließlich auf linienförmige Wärmebrücken eingegangen. Es werden Isothermenbilder (Liniendarstellung bzw. Falschfarbendarstellung), außenmaßbezogene Psi-Werte und die niedrigsten Oberflächentemperaturen dargestellt.

Die U-Werte der zugehörigen Bauteile wurden gemäß der ÖNORM EN ISO 6946 berechnet. Die Materialkennwerte wurden entweder den Herstellerangaben oder der ON V 31 „Katalog für wärmeschutztechnische Rechenwerte“ entnommen. Die zweidimensionalen Wärmeströme wurden mit dem Programm Therm 5.2 von Lawrence Berkeley National Laboratories berechnet. Die Berechnung erfolgte gemäß ÖNORM EN ISO 10211 und ÖNORM EN ISO 10077-2, für erdberührte Bauteile auch gemäß ÖNORM EN ISO 13370. Die Wärmeübergangswiderstände wurden aus ÖNORM EN ISO 6946 bzw. aus ÖNORM EN ISO 10077-2 herangezogen.

Angenommene Temperaturen für die zweidimensionale Wärmebrückenberechnung:

- Innen: 20°C
- Außen: -12°C

Bei einer angenommenen relativen Innenluftfeuchtigkeit von 50% und 20°C Raumtemperatur liegt die Schimmelpilztemperatur bei 12,6 °C und die Taupunkttemperatur bei 9,3°C. Genaue Nachweise der Einhaltung der Schimmelfreiheit bzw. Kondensatfreiheit gemäß ÖNORM B 8110-2 sind nicht Bestandteil dieser Untersuchung.

Bei der Berechnung des Ψ -Wertes ist zu beachten, dass dieser von den Regelwärmeverlusten der umgebenden Bauteile abhängig ist. Daher kann der Wärmebrückenverlustkoeffizient von Bauteilen mit unterschiedlichem Dämmstandard nicht verglichen werden.

6.1.3 Sanierungsvarianten: Ungegliederte Fassade - Außendämmung

Grundsätzlich ist anzumerken, dass ein Außendämmsystem bauphysikalisch zu bevorzugen ist. Im Gegensatz zu Innenwärmedämmung kommt es zu weniger Temperaturschwankungen im Bestandsmauerwerk, die Speichermasse bleibt raumseitig erhalten und ein Kondensatanfall im Außenbauteil kann mit wesentlich größerer Sicherheit vermieden werden¹⁸. Bei Gründerzeithäusern kann diese Dämmvariante jedenfalls bei den fast ausnahmslos schmucklosen Fassadenflächen auf der Hofseite, an Feuermauern und in Lichthöfen zum Einsatz kommen.

Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)

Ein Wärmedämmverbundsystem (abgekürzt *WDVS*) ist ein System zum außenseitigen Dämmen von Gebäudeaußenwänden. Das Dämmmaterial (Dämmstoff) wird in Form von Platten oder Lamellen mit Hilfe von Kleber und/oder Dübel (Tellerdübel) auf dem bestehenden Untergrund (zum Beispiel Ziegel, Kalksandstein, Beton, ...) befestigt und mit einer Armierungsschicht versehen. Die Armierungsschicht besteht aus einem Armierungsmörtel (Unterputz), in dem ein Armierungsgewebe eingebettet wird. Das Armierungsgewebe ist im oberen Drittel der Armierungsschicht angeordnet. Den Abschluss des Systems bildet ein Außenputz (Oberputz), der je nach Anforderung oder gestalterischen Aspekten noch gestrichen wird.

Vor allem aus ökonomischen Gründen kommen heute bei Fassadensanierungen fast ausschließlich WDV-Systeme mit Expandiertem Polystyrol (EPS) zum Einsatz. Hinsichtlich eines nachhaltigen Einsatzes von Rohstoffen und Recyclierbarkeit ist diese Lösung suboptimal weil EPS ein Erdölprodukt ist und bei späterem Abbruch nur unter hohem Aufwand wiederverwertbar ist (z. B. EPS-Loop¹⁹) und i.d.R. heute als vermischter Baustellen-schutt entsorgt werden muss.

Die Auswahl und Verfügbarkeit an ökologischem Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen hat zwar in den letzten Jahren zugenommen, aber auch hier sind wie bei WDVS mit EPS die Recyclierbarkeit aufgrund des hohen energetischen Aufwandes zur (mechanisch, chemisch od. thermischen) Zerlegung in möglichst sortenreine sekundäre Rohstoffe noch weitgehend ungelöst.

¹⁸ Wenn warme und feuchte Raumluft in die kalten Bauteile eindringt, kann es zu Kondensation und Tauwasseranfall an kühleren Bauteiloberflächen kommen. Durch diese Feuchtigkeit wird das Baumaterial in der Konstruktion gefährdet (z.B. Durchfeuchtung und Zusammenfallen des Dämmstoffs). Weiters begünstigt diese Feuchtigkeit die Schimmelbildung in der Konstruktion, v.a. bei Holzträmen.

¹⁹ Weiterführende Informationen im Internet:

http://www.ivv.fraunhofer.de/load.html?/mainframes/germany/business/gf6_eps_loop.html, Stand 10.09.2010

In den technischen Standards für WDV-Systemen (ÖN B4600, 4610, 6124, EN 13495-13500, ETAG 004, in Wien: Hinweisblatt d. MA37B, 2003)²⁰ sind die Ausführungsrichtlinien detailliert geregelt.

WDV-Systeme mit Mineralschaumplatten²¹ stellen eine interessante Alternative dar:

- Wärmeleitfähigkeit 0,045 W/mK – in eingebautem Zustand
- Dämmstärke bis 30 cm können einlagig aufgebracht werden, bei Steinwolle z.B. nur bis 20 cm einlagig möglich.
- Geringes spez. Gewicht von 115 kg/m³ (Steinwolle: 145 kg/m³)
- Verschnittmaterial ist reiner mineralischer Bauschutt
- Bei Abbruch: Bessere Trennbarkeit des Verputzes von der Dämmplatte; es verbleiben keine Dämmfasern auf dem Putzabbruch
- Unbrennbarkeit Klasse A1 (Vorteil gegenüber EPS)

Aus diesen Gründen werden Mineralschaumplatten als „ökologischere“ Variante zu EPS vorgeschlagen.

Hinterlüftete WD-Fassade

Hinterlüftete Wärmedämm-Fassaden bestehen aus mehreren Schichten. Dabei ist die äußerste Schicht, die dem Schutz gegen Schlagregen dient, durch eine Luftschicht von den dahinterliegenden Schichten getrennt. Die Konstruktion setzt sich aus der Fassadenbekleidung, der Hinterlüftungszone, der Dämmung und der Unterkonstruktion zusammen. Voraussetzung ist ein statisch tragender Verankerungsgrund. Das System erlaubt die Wahl unterschiedlichster Fassadenbekleidungen.

Da bei diesem Aufbau die tragende Unterkonstruktion, Dämmung und Außenschale konstruktiv getrennt sind, wird ein später Austausch von Komponenten erleichtert, was die prinzipielle Langlebigkeit und Recyclierbarkeit dieser Systems gegenüber WDV-System wesentlich erhöht. Weiters kann bei dieser Lösung ein flexibler Dämmstoff eingesetzt werden, der vor allem im Gründerzeithaus große Vorteile beim Ausgleich von Unebenheiten in der Bestandsfassade bietet. Bei schadhafte Oberflächen wie es bei Fassaden-sanierungen von Gründerzeithäusern i.d.R. der Fall ist, sollte auf ausreichend tragfähigen Untergrund zur Befestigung der Unterkonstruktion geachtet werden.²²

Bei hohen Dämmstärken verdient die Unterkonstruktion als Wärmebrücke eine stärkere Beachtung. Hochwertige Ausführungen mit thermisch getrennten Halterungen sind am Markt verfügbar, wie z.B. „System WDK Phönix Vertikal“ von der Schweizer Fa. Wagner-System AG.

²⁰ Aus Internet: <http://www.wdvsfachbetrieb.at/deutsch/1355/cms/>, Stand 20.08.2010

²¹ Kalziumsilikat-Dämmstoff aus mineralischen Rohstoffen (Quarzmehl, Kalkhydrat, Zement) und wässriger Hydrophobierung. Beidseitige silikatische, transparente Grundierung.

²² Programm Haus der Zukunft Plus, Projektnummer 822236; Verfasser: Fa. Allplan GmbH: Klimaneutrale Gründerzeithäuser – Wege – Potenziale und, Umsetzungsmöglichkeiten, 2010, S. 57

Ein möglicher Nachteil von Vorhangsystemen liegt bei kurzfristiger ökonomischer Bewertung in den höheren Material- und Herstellungskosten.

Perimeterdämmung von Kellerwänden im Sockelbereich

Die Perimeterdämmung entspricht der logischen Fortführung eines WDVS im unteren Fassadenabschluss. Hier müssen über die Wärmedämmfunktion hinaus auch die zusätzlichen Anforderungen an Feuchtigkeitsresistenz (Spritzwasser, Erdfeuchtigkeit), Stoßresistenz und Druckfestigkeit unter Terrain (Erddruck) erfüllt werden. Als ökologischere Variante zu den Standardaufbauten mit XPS stehen Glasschaumplatten zur Verfügung. Beide Systeme werden auf den Untergrund verklebt und im Sockelbereich mit einem armierten Gewebe verputzt.

6.1.3.1 Außenwandaufbauten für die untersuchten Sanierungsvarianten

Neben der generellen Voraussetzung, dass nur zugelassene Gesamtsysteme zur Anwendung gelangen können, ist jedenfalls auch auf die Brandschutzbestimmungen zu achten. Laut Wiener Bauordnung und OIB-Richtlinien sind bei brennbaren Dämmstoffen ab 10 cm Stärke waagrechte Brandriegel herzustellen.

Auf Grund des höheren Vergleichsgewichts bei der Verwendung von Mineralschaumplatten²³ (Platten von Fa. Xella; Systemanbieter Fa. Röfix, STO, Baumit usw.) ist bei großen Dämmstärken auf Grund des max. zulässigen Gesamtgewichts von WDVS die Limitierung und Vorschrift für Dübelung mit dem Produkthersteller abzuklären. Lt. Rücksprache mit Fa. Xella, ist die Dämmstärke mit Mineralschaumplatten bei allen Anbietern von WDVS auf 30 cm (einlagig) limitiert.²⁴

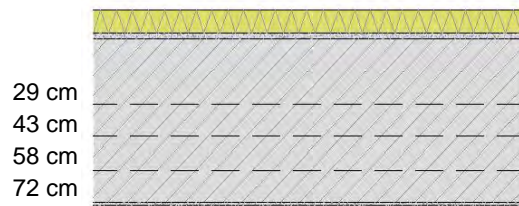
Im Handel werden Mineralschaumplatten auch als „Mineraldämmplatten (Xella)“, „Mineralschaumdämmplatten“ (z.B.: www.baubook.at) oder nach ihrem Materialbestandteil „Kalziumsilikatplatten“ genannt. Zwischen den zur Verfügung stehenden Dämmplatten bei Innendämmsystemen und denen in einer Außendämmung im WDVS gibt es nach Rücksprache mit Fa. Xella inzwischen keinen technischen Unterschied. Die Platten sind anorganisch, an der Oberfläche beschichtet und dadurch schwach hydrophob, dürfen aber bei größerem Feuchtigkeitsangriff, wie z.B. im Sockelbereich, als Außendämmung nicht eingesetzt werden.

²³ Ausführliche Darstellung der Eigenschaften einer Mineralschaumplatte aus Kalziumsilikat siehe Kapitel Innendämmung 6.1.4

²⁴ Fa. Xella Porenbeton Österreich GmbH: Auskunftsperson Hr. Beneder, 09/2010

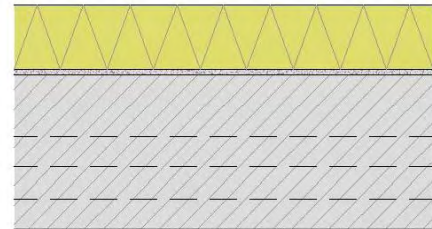
Aufbauten für ungegliederte Fassade

V1) Wandaufbau Standard:



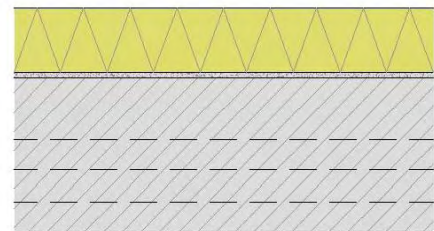
	Nr.	[cm]		
AW 01		88,50	Bestandswand mit Dämmung der Außenseite	U-Wert = 0,242 W/m2K
	1	0,50	Silikatputz mit Gewebeerstärkung	
	2	12,00	EPS-F (λ -Wert = 0,040 W/mK)	Fa. Baumit , Plattenstärke 10
	3	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	4	72,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	5	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

V2) Wandaufbau Erhöhter Standard:



	Nr.	[cm]		
AW 01		106,50	Bestandswand mit Dämmung der Außenseite	U-Wert = 0,115 W/m2K
	1	0,50	Silikatputz mit Gewebeerstärkung	
	2	30,00	EPS-F (λ - Wert = 0,040 W/mK)	Fa. Baumit, Plattenstärke 12+18
	3	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	4	72,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	5	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

V3) Wandaufbau Öko-Variante:



	Nr.	[cm]		
AW 01		106,50	Bestandswand mit Dämmung der Außenseite	U-Wert = 0,128 W/m2K
	1	0,50	Silikatputz mit Gewebeerstärkung	
	2	30,00	Mineralschaumplatten (λ - Wert = 0,045 W/mK)	Fa. Xella Multipor (Röfix), Fa. Sto
	3	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	4	72,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	5	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

Aufbauten für Feuermauern

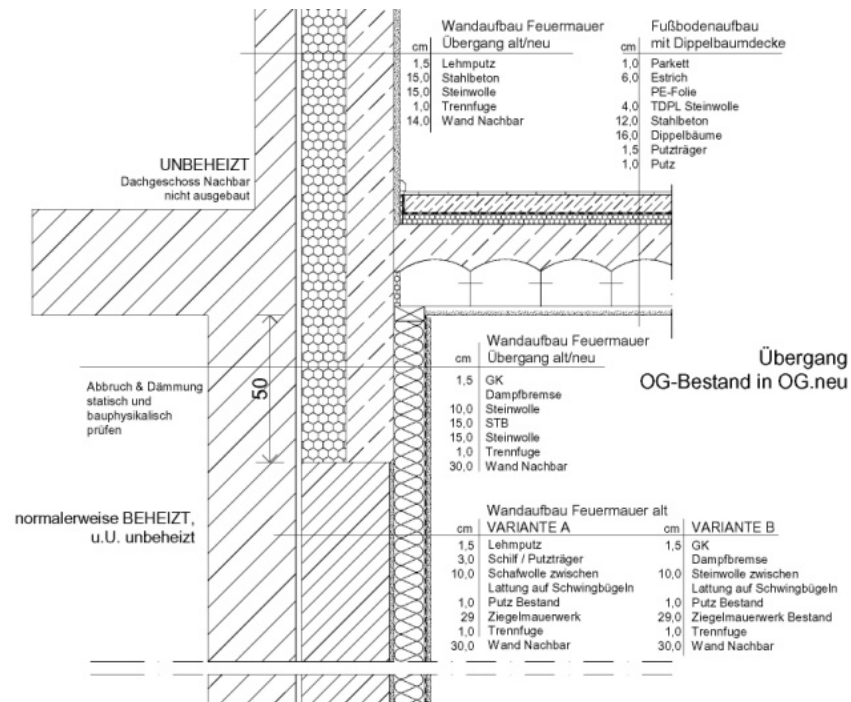


Abbildung 12: Herstellung einer neuen Feuermauer mit Außenwärmedämmung im Dachgeschoß, Symbolbild²⁵

Feuermauern haben besondere Anforderungen an den Brandschutz. I.d.R. werden heute für Außenwärmedämmungen von sichtbaren Feuermauern in Wien unbrennbare Dämmmaterialien baupolizeilich vorgeschrieben. Üblicherweise wird Steinwolle verwendet, Mineralschaumplatten (Brandverhalten Klasse A1) sind ein ökologische Alternative.

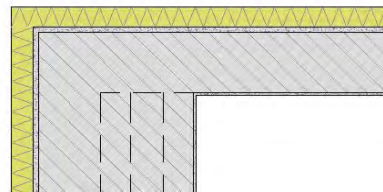
Bei den Regelgeschoßen von Gründerzeithäusern in Wien ist es der weitaus häufigste Fall, dass auf Grund der vorherrschenden geschlossenen Bauweise, keine Außendämmung möglich ist.

Bei der Herstellung von Neubauten im Dachbereich empfiehlt sich grundsätzlich die Möglichkeit, die bestehenden dünnwandigen Giebelwände, durch neue Wände mit hochwertiger Außendämmung zu ersetzen.²⁶ Unten angeführt sind beispielhafte Aufbauten für Außendämmung, analog zu den Aufbauten der Außenwände.

²⁵ Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: „ALtes Haus: Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus, 12/2005, S. 181, Detaillierte Berechnungen, S. 213

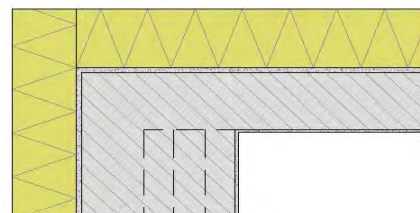
²⁶ Ebenda S. 213

V1) Wandaufbau Feuermauer sichtbar, Standard:



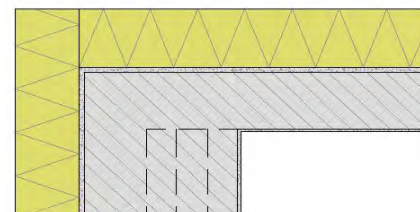
		[cm]		
AW 03		43,50	Feuermauer mit Dämmung auf Außenseite	U-Wert = 0,321 W/m2K
	1	0,50	Silikatputz mit Gewebeerstärkung	
	2	10,00	Fassadendämmplatte (Steinwolle) ($\lambda= 0,040$ W/mK)	Fa. Baunit
	3	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	4	29,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	5	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

V2) Wandaufbau Feuermauer sichtbar, erhöhter Standard:



		[cm]		
AW 03		59,50	Feuermauer mit Dämmung auf Außenseite	U-Wert = 0,123 W/m2K
	1	0,50	Silikatputz mit Gewebeerstärkung	
	2	30,00	Fassadendämmplatte (Steinwolle) ($\lambda= 0,040$ W/mK)	Fa. Baunit
	3	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	4	29,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	5	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

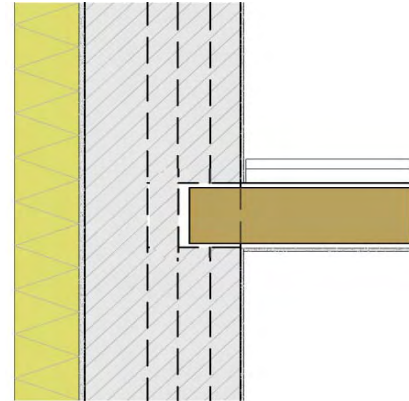
V3) Wandaufbau Feuermauer sichtbar, Öko- Variante:



		[cm]		
AW 03		59,50	Feuermauer mit Dämmung auf Außenseite	U-Wert = 0,137 W/m2K
	1	0,50	Silikatputz mit Gewebeerstärkung	
	5	30,00	Mineralschaumplatten ($\lambda= 0,045$ W/mK)	Fa. Xella Multipor (Röfix)
	3	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	4	29,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	5	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

6.1.3.2 Anschluss Tramdecke an Fassade

Tramdecken vermindern durch die Tramköpfe im Auflager lokal die Außenwandstärke. Spezielle Simulationsberechnungen mit einer ca. 49 cm dicken Außenwand eines Gründerzeitgebäudes und einem 25 cm starken WDV-System als Sanierungsmaßnahme haben gezeigt, dass die starke außenseitige Dämmung die bauphysikalische Sicherheit der Konstruktion beträchtlich erhöht.

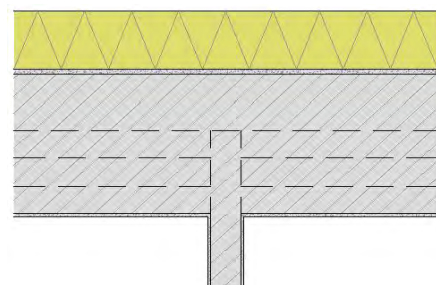


Die absolute Feuchte sinkt im kritischen Bereich des Balkenkopfes von ca. 18% auf 12% ab (75 kg/m^3 auf 50 kg/m^3), d.h. nunmehr hat auch die Stirnseite einen Feuchtegehalt wie der raumseitige Tram. Die relative Feuchte sinkt von Maximalwerten von 80% auf Kennwerte zwischen 50 und 60% ab, d.h. in einen bauphysikalisch sehr günstigen Bereich, eine Schimmelbildung ist praktisch ausgeschlossen. Bei ungedämmter Fassade, neuen und dichten Fenstern und unsachgemäßem Nutzerverhalten gerät man im Balkenkopfbereich sehr nahe an den kritischen Bereich eines Wassergehaltes von 90 kg/m^3 , womit Kondensatbildung und Schäden durch Pilzbefall nicht mehr auszuschließen sind. Eine präzise bauphysikalische Abschätzung ist für diese Fälle jedenfalls im Detail durchzuführen.²⁷

Eine hochwertige Außendämmung bietet einen sehr guten Schutz vor Kondensat und erhöht wesentlich die langfristige Sicherheit der Konstruktion, speziell im Trambereich. Eine kontrollierte Wohnraumlüftung bietet jedenfalls einen wesentlichen Beitrag zur Bauteilsicherheit hinsichtlich Kondensat und Baufeuchte, da das Risiko von Bauschäden durch unsachgemäßes Nutzerverhalten verringert wird.

6.1.3.3 Anschluss Innenwand an Außenwand

Im Fall einer außen gedämmten Fassade stellt der Anschluss einer Innenwand an die Außenwand thermisch keine relevante Beeinträchtigung dar und verbessert gleichzeitig die 3 dimensionale Wärmebrücke in den Raumecken, was bei unsachgemäßem Nutzerverhalten einer möglichen Schimmelbildung positiv entgegenwirkt.



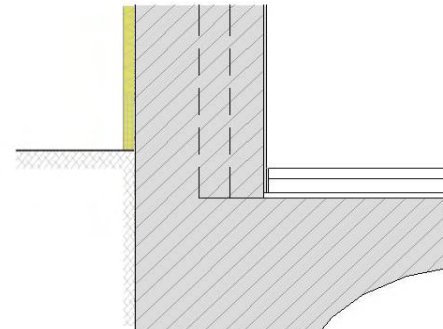
²⁷ Machbarkeitsstudie zur Verbesserung der Wohnqualität mit Passivhauskomponenten, Am Beispiel des Wohnhauses Lerchenfelder Gürtel 1, 1160 Wien, Verfasser: pos-Architekten ZT-KG, Auftraggeber wohnfonds Wien, S. 63

6.1.3.4 Sockelanschluss

Um den Wärmeabfluss aus dem EG- Fußboden zu verhindern ist prinzipiell eine Dämmung der Sockelzone (Kellergeschoss) bis zur frostfreien Tiefe zu empfehlen.²⁸ Für den Standardaufbau wurde unter Terrain keine Dämmmaßnahme gewählt, da bei heute üblichen Fassadensanierungen auf aufwändige Aufgrabungen im Gehsteigbereich verzichtet wird. Beim exemplarischen Aufbau erhöhten Standards wurde von einer Perimeterdämmung aus XPS-Platten bis 1m unter Terrain ausgegangen. Die „Öko-Variante“ ersetzt das XPS mit der lt. ökologischer Produktbewertung besseren Glasschaumplatte (Quelle: www.baubook.at).²⁹

Bei Herstellung einer Sockeldämmung mit Feuchtigkeitsisolierung ergibt sich im gründerzeitlichen Bestand zusätzlich die mögliche Problematik mit aufsteigender Feuchtigkeit. Hier ist für jeden Einzelfall jedenfalls mit genauer Analyse der Ursachen ein tragfähiges bauphysikalisch-technisches Konzept zu erarbeiten. Einige Modellvarianten sind im Forschungsprojekt „ALTES.Haus“ dargestellt.³⁰

V1) Sockelaufbau Standard:

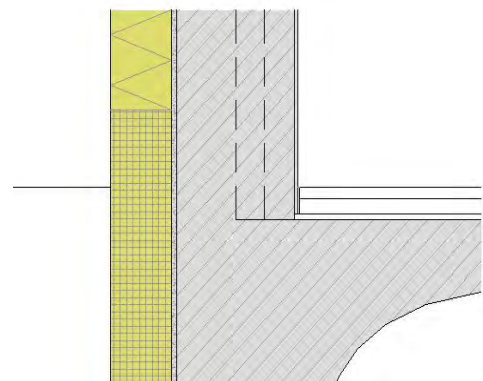


	[cm]		
SO 01	76,00		Sockel
		*)	<i>Keine Dämmung üblich</i>
	5	2,50	Außenputz Bestand
	6	72,00	Ziegelmauerwerk Bestand
	7	1,50	Innenputz Bestand
			Kalkputz

*) WDV-System bis OK Terrain gezogen. Keine Dämmmaßnahme im unterirdischen Sockelbereich.

V2) Sockelaufbau erhöhter Standard:

Wärmedämmung bis frostfreie Zone unter Terrain geführt, ca. 1m



²⁸ Programm Haus der Zukunft Plus, Projektnummer 822236: Verfasser: Fa. Allplan GmbH: Klimaneutrale Gründerzeithäuser – Wege – Potenziale und, Umsetzungsmöglichkeiten, 2010, S.58

²⁹ Gesamtbewertung XPS-Produkt : 38%, Glasschaumplatte: 60%

³⁰ Aus: Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: „ALTES Haus: Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus, 12/2005, S. 181, Detaillierte Berechnungen, S. 213

	[cm]		
SO 01	96,00	Sockel	
1	3,00	Steinsockel, mechanisch befestigt	
2	1,00	Hinterlüftung	
3	16,00	XPS	
5	2,50	Außenputz Bestand	
6	72,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
7	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

Bei der Wärmebrückensimulation wurde die Situation im Sockelbereich detailliert untersucht. Um den Einfluß des Kellers auszuschließen (Keller siehe 0) wurde die Raumtemperatur im Keller gleich der Raumtemperatur gesetzt (vergleiche auch ÖNORM EN ISO 10211 und ÖNORM EN ISO 13370). Wenn die Außenwanddämmung nicht unter das Terrain gezogen wird, ist der Wärmebrückenkoeffizient relativ hoch und sollte nicht unbeachtet gelassen werden. Durch das ziehen der Dämmung ca. 1 m unter das Terrainniveau wird die Situation entschärft und der Wärmebrückenkoeffizient deutlich verringert.

Bemerkung: Die Oberflächentemperaturen wurden bei den folgenden Abbildungen nicht dargestellt, da bei dieser Untersuchung der Wärmestrom zum Keller hin ausgeschlossen wurde, was eine Abweichung der Oberflächentemperatur zu den realen Verhältnissen zur Folge hat.

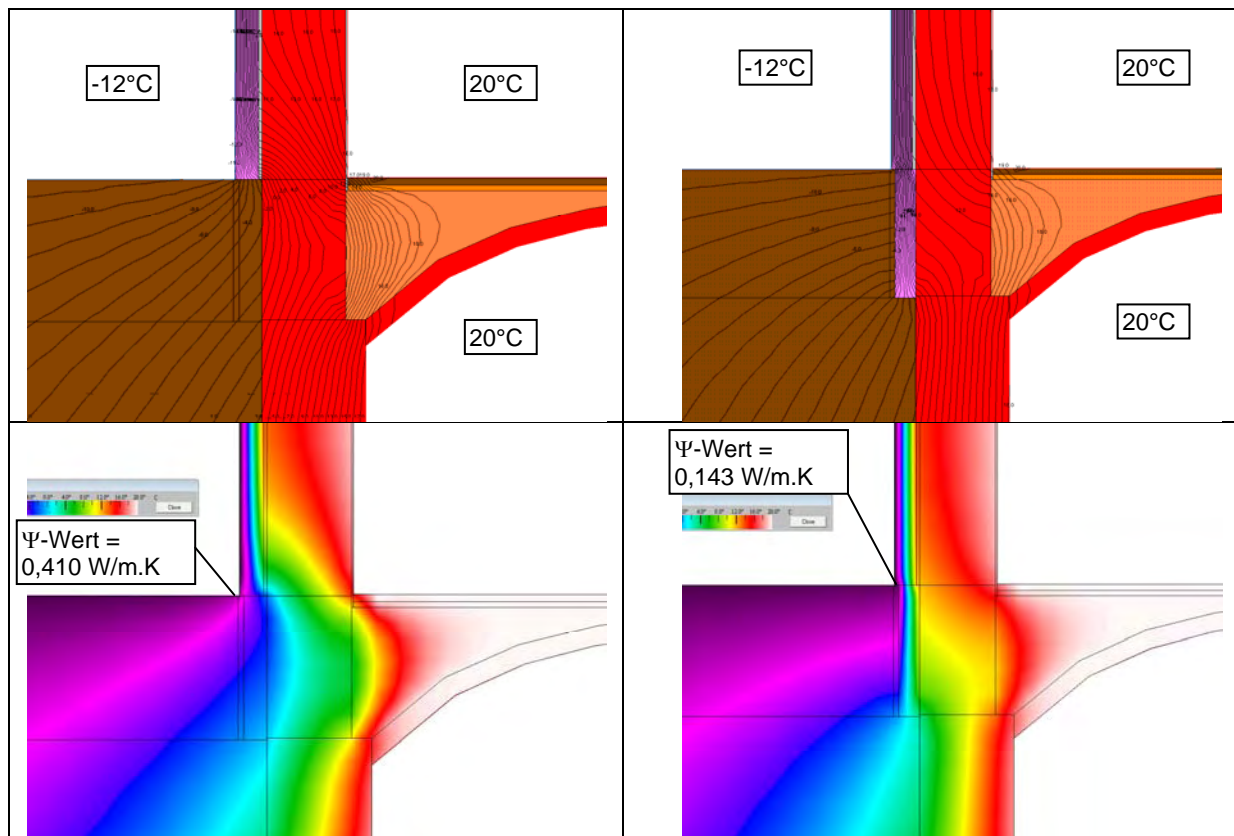
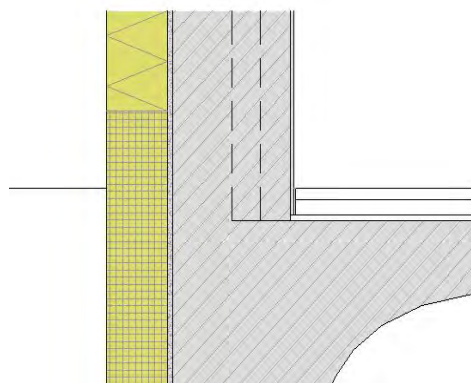


Abbildung 13: Sockel mit 16 cm XPS an der Außenwand und Sockel mit 16 cm XPS an der Außenwand und bis 1 m unter dem Terrain-Niveau

V3) Sockelaufbau Öko- Variante:

Wärmedämmung bis frostfreie Zone unter Terrain geführt, ca. 1m



	[cm]		
SO 01	100,00	Sockel	
1	3,00	Steinsockel, mechanisch befestigt	
2	1,00	Hinterlüftung	
4	20,00	Glasschaumplatten T4+	Fa. Foamglas
5	2,50	Außenputz Bestand	
6	72,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
7	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

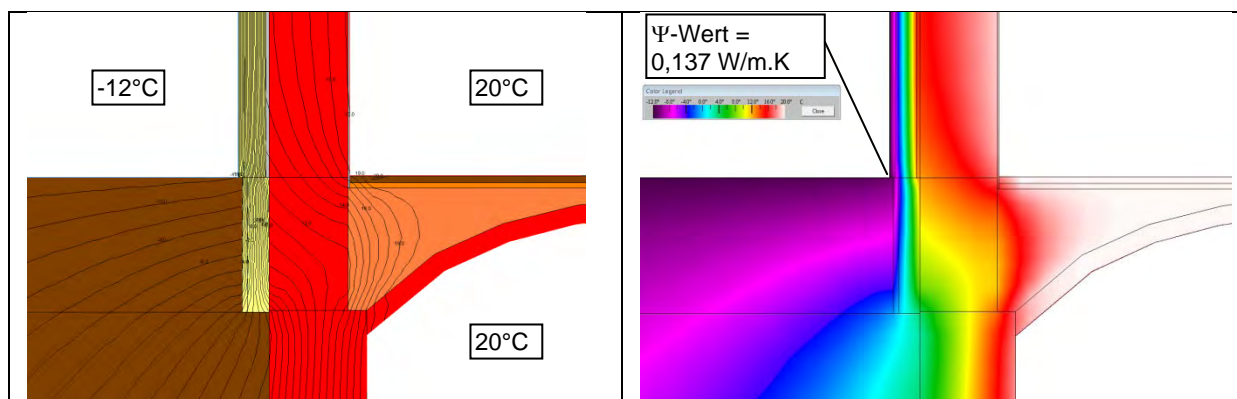


Abbildung 14: Sockel mit 20 cm Glasschaumplatten an der Außenwand bis 1 m unter dem Terrain-Niveau

Durch den in der Öko-Variante erhöhten Dämmstandard mit einer Perimeterdämmung mit 20 cm Glasschaumplatten wird die Situation weiter entschärft und der Wärmebrückenkoeffizient verringert.

Sockeldetails unter üblichen Temperaturrandbedingungen

Folgende Anschlussdetails wurden unter realitätsnahen Temperaturbedingungen berechnet. Die Innenraumtemperatur ist mit 20°C angenommen, die Kellertemperatur mit 10°C und die Außentemperatur liegt bei -12°C. Die minimale Oberflächentemperatur im Eckbereich der EG-Wohneinheit bei der jeweiligen Sanierungsvariante sind in Abbildung 15 ausgewiesen.

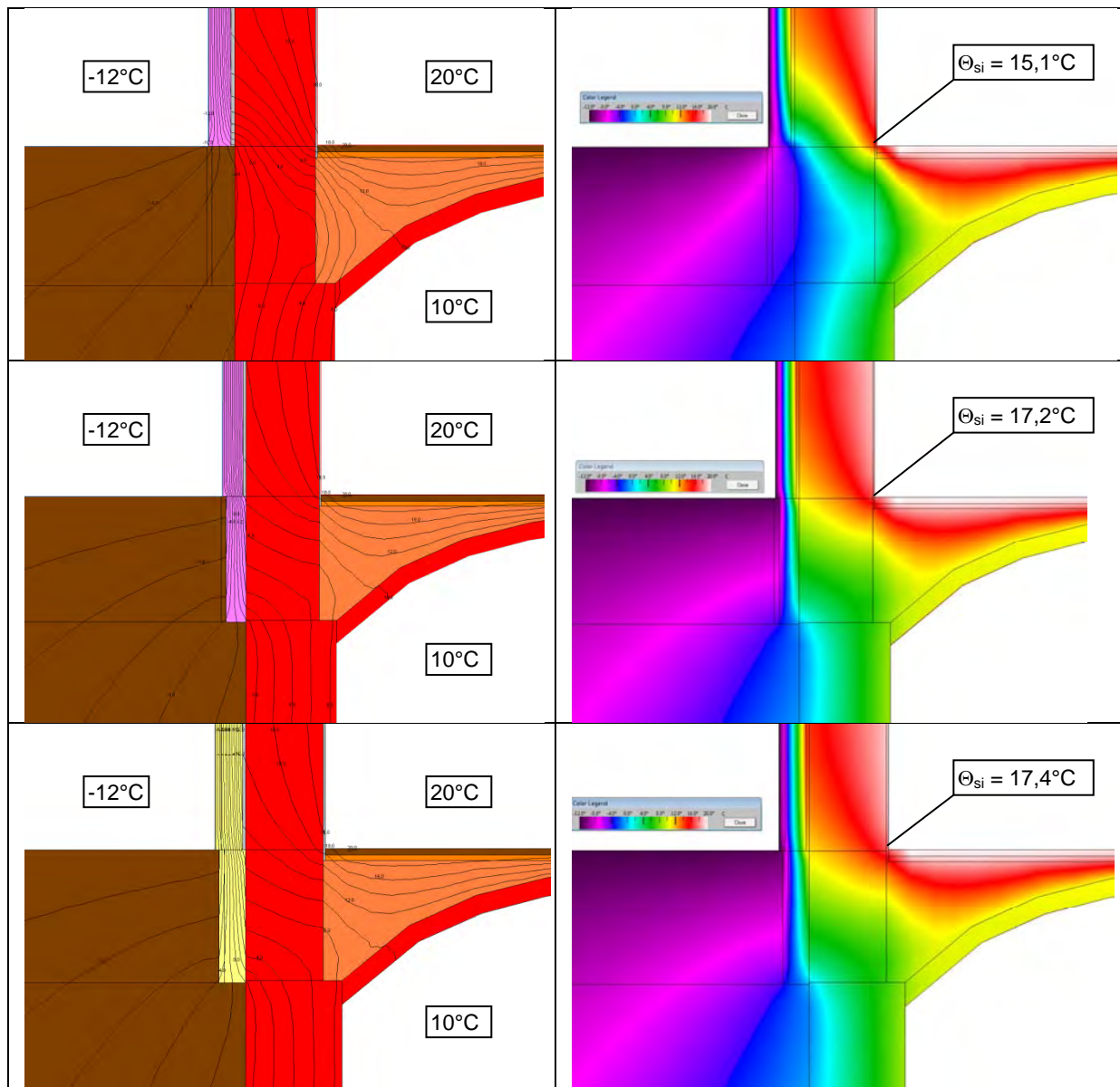


Abbildung 15: Sockelanschlussdetails der Sanierungsvarianten 1-3 unter üblichen Temperaturrandbedingungen

Die hier untersuchten Sockeldetails besitzen relativ hohe Innenoberflächentemperatur im kritischen Eckbereich, dadurch ist das Kondensat- bzw. Schimmelrisiko sehr gering. Durch Ausführung der Perimeterdämmung unter das Terrain-Niveau kann die Temperatur um ca. 2°C erhöht werden. Eine Verbesserung der Dämmeigenschaften (Wärmeleitfähigkeit bzw. Dicke) der Dämmung unter dem Terrain-Niveau bringt eine vergleichsweise geringe Verbesserung der minimalen Oberflächentemperatur.

6.1.3.5 Fassadenanschluss zum Nachbargebäude

Eine weitere potentielle Wärmebrücke bei Sanierungen ist der Anschluss an eine ungedämmte Nachbarfassade. Wärmebrückenberechnungen³¹ für die Variante mit verschiedenen Dämmungen in einem gefrästen Schlitz in der Baufuge zum Nachbargebäude haben gezeigt, dass die Transmissionswärmeverluste im Bereich von 1% zu liegen kommen. Insbesondere würden breitere Schlitzte (für Standarddämmplatten) auch eine Schwächung der Tragstruktur bedeuten und eine statische Neubemessung erfordern.

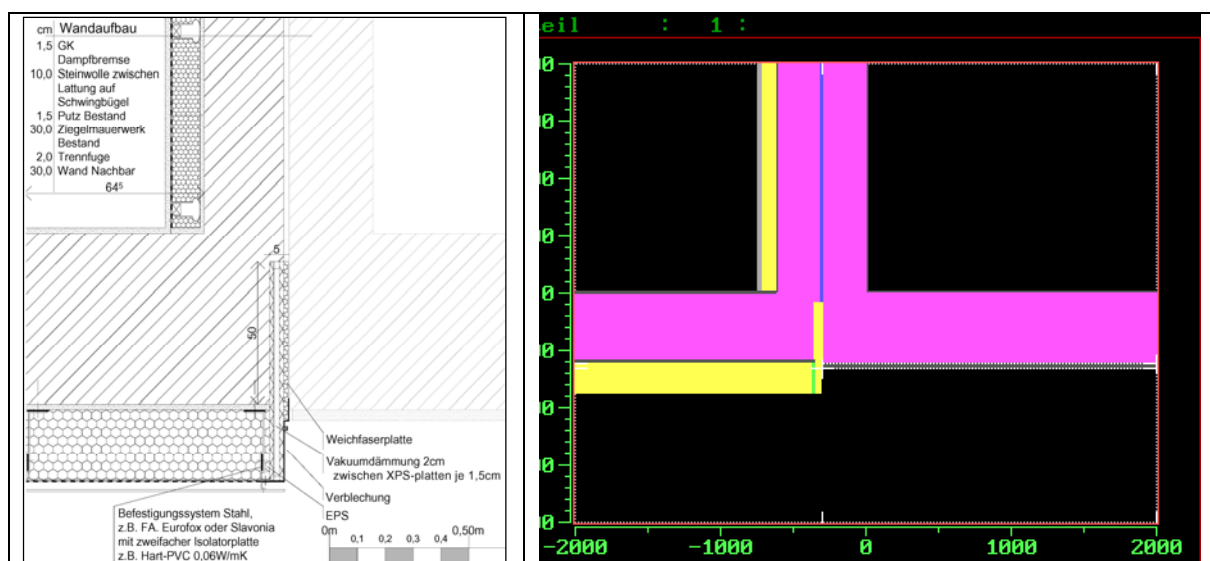
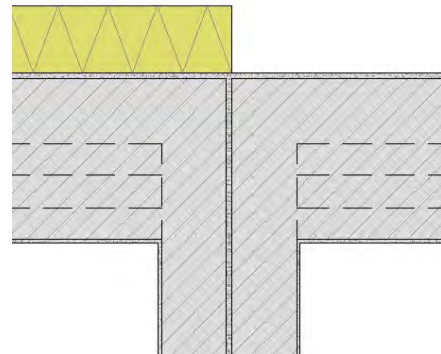


Abbildung 16: Beispiel für Dämmung der Gebäudefuge mit VIP³²

Die Anschlusssituation der gedämmte Fassade (30 cm EPS-F) des untersuchten Gebäudes an eine ungedämmte Bestandsfassade eines Nachbargebäudes verursacht einen erhöhten Wärmeverlust. Der an dieser Stelle auftretende Wärmebrückenkoeffizient sollte nicht vernachlässigt werden. Die Wärmedämmung an der betrachteten Fassade hat eine positive Beeinflussung des Nachbargebäudes zur Folge – die Isothermen werden in der Wanddecke nach außen „gezogen“ und somit die Innenraum Ecke des Nachbargebäudes wärmer. Der Wärmebrückenkoeffizient ändert sich nur unwesentlich mit der Dicke der Vollziegelaußenwand (Abbildung 18). Eine deutliche Verbesserung des Ψ -Wertes und auch der Oberflächentemperaturen kann durch eine in die Gebäudetrennfuge eingeschlitze Wärmedämmung erzielt werden (Abbildung 17).

³¹ Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: „ALtes Haus: Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus, 12/2005, S. 181, Detaillierte Berechnungen, S. 203

³² Ebenda, S. 203

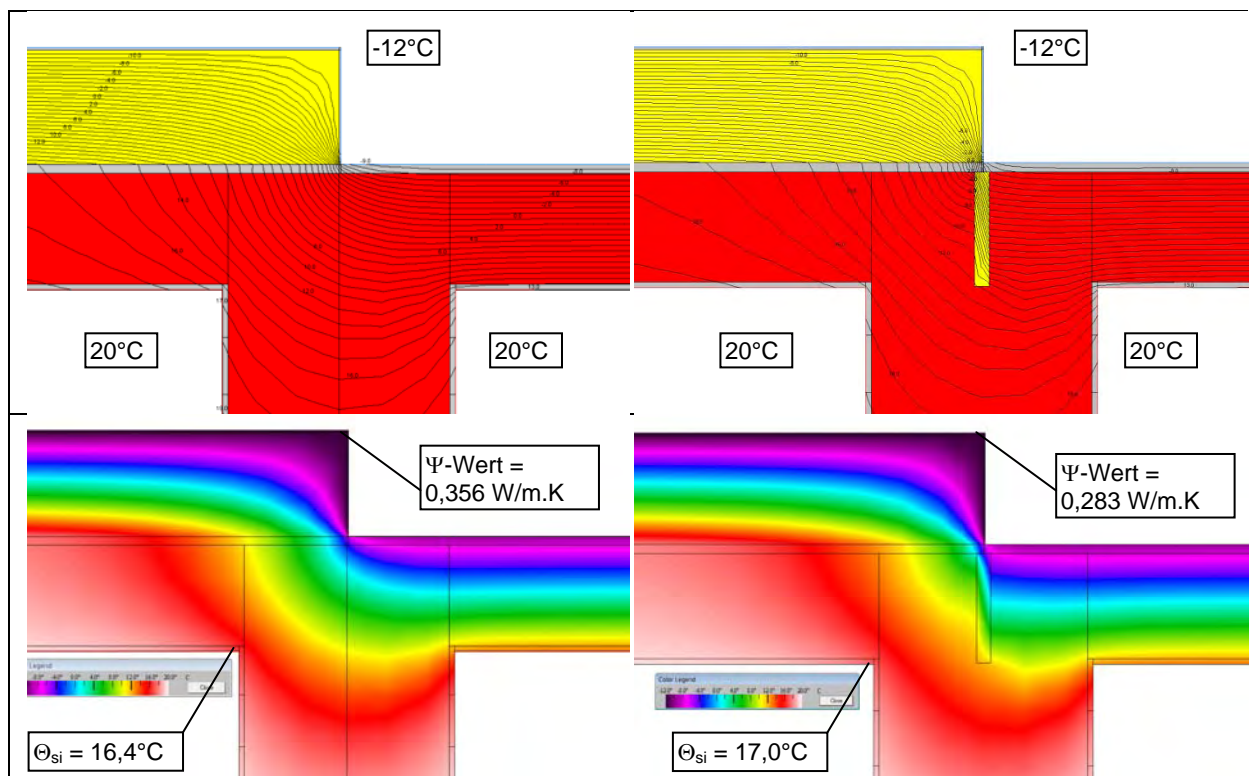


Abbildung 17: Anschluss von außen gedämmter Fassade an ungedämmte Nachbarfassade, rechte Abbildung mit zusätzlichen Dämmstreifen eingeschlitzt in die Gebäudefuge

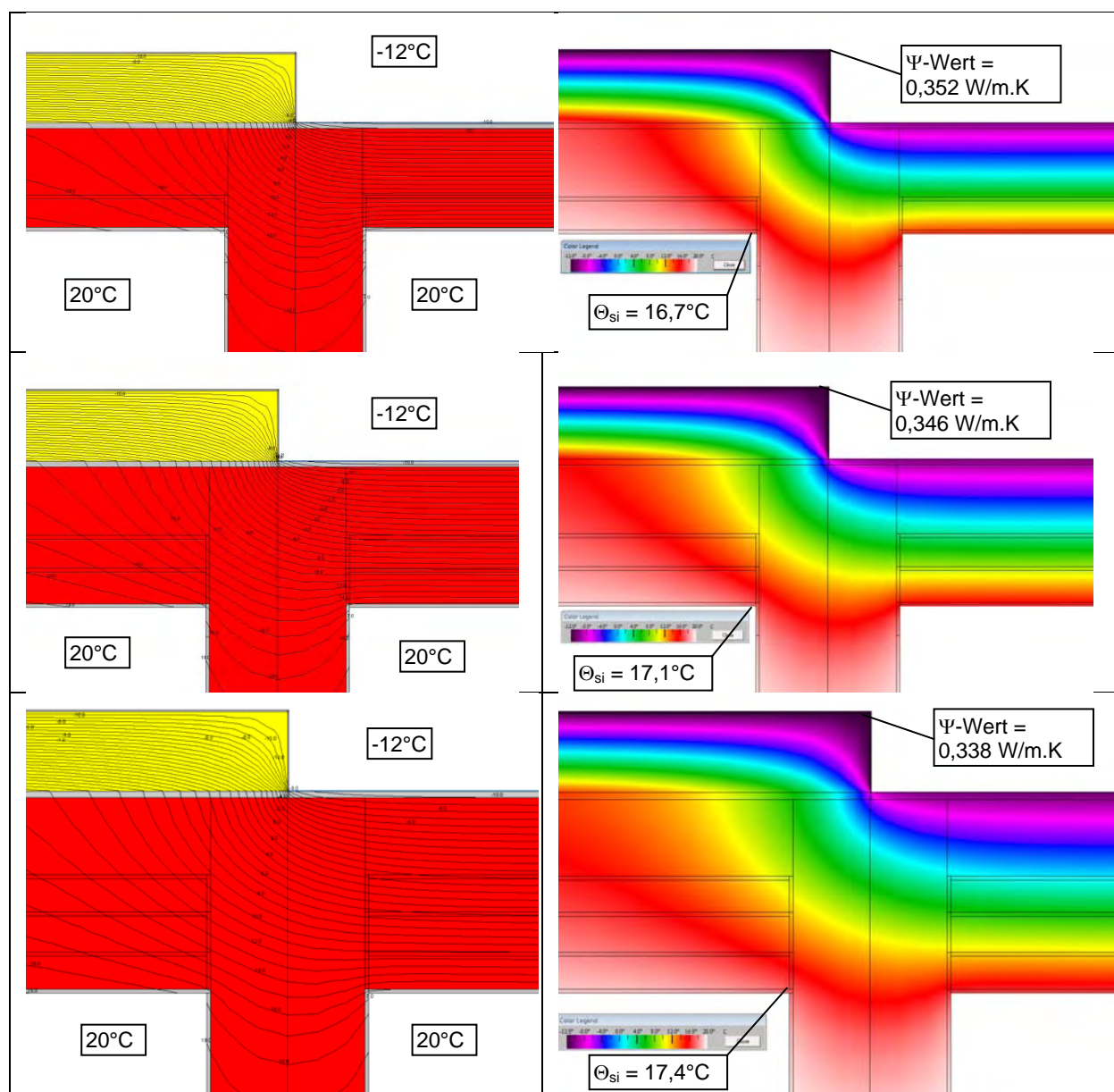


Abbildung 18: Anschluss von außen gedämmter Fassade an ungedämmte Nachbarfassade, Bestandsmauerwerk mit 43, 58 cm und 72 cm

6.1.3.6 Fenster einschließlich Wandanschlüsse

Häufig werden schlecht erhaltene Kastenfenster aus Kostengründen durch ein marktübliches einteiliges Fenster mit Isolierverglasung ersetzt. Das verschiebt den inneren Leibungsanschluss um ca. 15 cm nach außen und verschlechtert somit die bestehende Wärmebrücke in der Fensterleibung und muss im Sanierungskonzept Berücksichtigung finden.

In gestalterisch hochwertigen Fassaden, in Denkmälern und Schutzzonen werden die bestehenden Kastenfenster totalüberholt oder originalgetreu nachgebaut. Thermische

Verbesserungen sind bei dieser Variante möglich, wenn die raumseitigen Flügel mit modernen Rahmen und Isolierverglasung ausgeführt werden.

Die Machbarkeitsstudie geht bei dem Ensemble David's Corner von einem Tausch der Fenster aus. Die Wiener Wohnbauförderung schreibt einen maximalen U-Wert für Fenster gegen Außenluft von maximal 1,35 W/m²K vor und es werden nur PVC-freie Fenster von der Förderung erfasst. Aufgrund dieser Situation werden für alle drei Varianten Fenster mit Holz/Alu Rahmen gewählt.

V1) Fenster Standard

FE 01	Fenster	
	Holz/Alu Rahmen	$U_f = 1,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	2-Scheiben Wärmeschutzverglasung	$U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
		g-Wert = 0,58

V2) Fenster erhöhter Standard

FE 01	Fenster	
	Holz/Alu Rahmen	$U_f = 1,27 \text{ W/m}^2\text{K}$
	3-Scheiben Wärmeschutzverglasung	$U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
		g-Wert = 0,51

V3) Fenster Öko-Variante

FE 01	Fenster	
	Holz/Alu Rahmen	$U_f = 0,89 \text{ W/m}^2\text{K}$
	3-Scheiben Wärmeschutzverglasung	$U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
		g-Wert = 0,51

Als Einbauvariante für den erhöhten Standard bzw. die Öko-Variante mit Außenwärmedämmung wird der Fenstereinbau bündig zur Bestandsfassade vorgeschlagen. Bei Einsatz von Leibungsdämmplatten sollte grundsätzlich WDVS-kompatibles Material verwendet werden. Der Stand der Technik verlangt eine umseitig vollständige Dämmung der Fensterleibungen mit Anschluss des Oberputzes an die Fensterebene mittels Anputzleisten. Eine klassische Schwachstelle bilden Anschlüsse unterhalb von Fensterbänken. Hier ist besonders auf eine fachgemäße Anbindung des Oberputzes an das Fenster (nicht der Fensterbank) zu achten. Die Fensterbänke werden seitlich nicht in die Dämmung eingeschnitten, sondern in die fertige Fensteröffnung mit einer dauerelastischen Fuge eingeklebt.

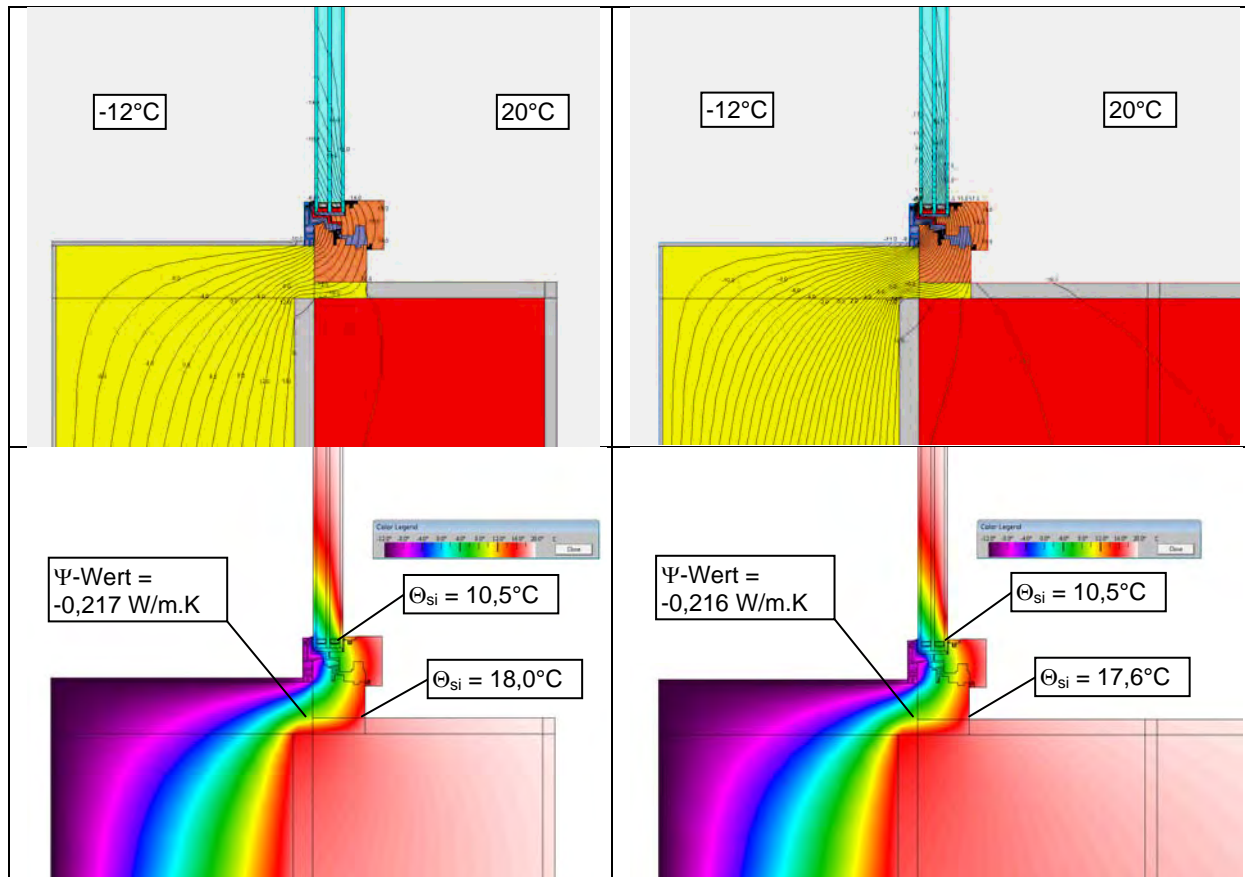


Abbildung 19: Typischer Fensteranschluss seitlich bzw. oben bei gedämmter 29 cm (links) und 72 cm dicker (rechts) Bestandsaußenwand

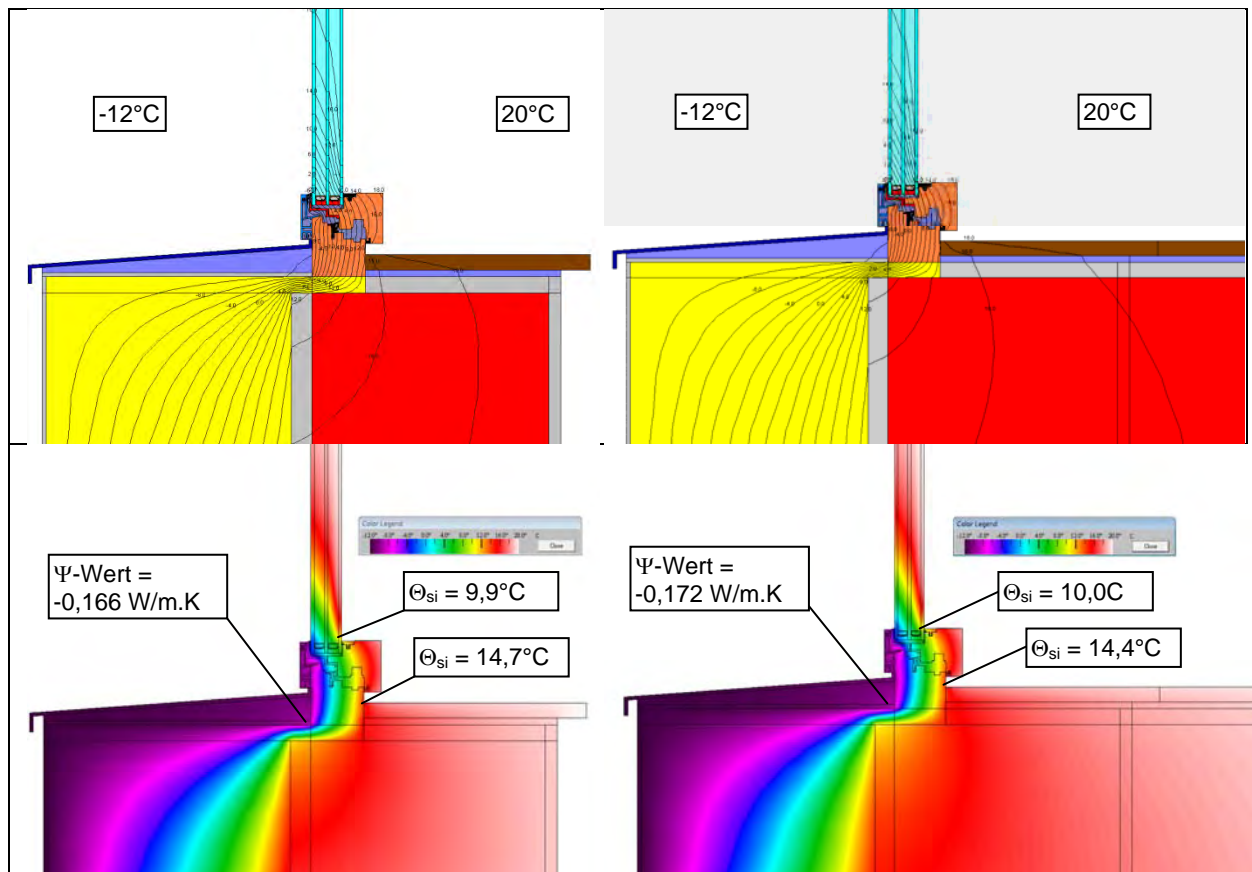


Abbildung 20: Typischer Fensteranschluss unten bei gedämmter 29 cm (links) und 72 cm dicker (rechts) Bestandsaußenwand

Untersuchungen dieser Einbauvariante bringen sehr positive Ergebnisse. Der längenbezogene Wärmebrückenverlustkoeffizient weist negative Werte auf (aufgrund Außenmaßbezug), was bedeutet dass keine erhöhten Wärmeverluste im Bereich des Fensteranschlusses zu erwarten sind. Die minimal auftretende Oberflächentemperatur beim Rahmen-Anschluss innenseitig liegt über der Grenztemperatur für Schimmelbildung. Die Oberflächentemperatur im Bereich des Glasrandverbundes liegt bei einer angenommenen Außentemperatur von -12°C über der Grenztemperatur für Kondensatbildung. Unterschiede in den Ergebnissen abhängig von der dicke des Bestandsmauerwerks sind bei dieser Einbauvariante marginal.

Außentüren und Tore in der thermisch sanierten Gebäudehülle müssen ebenso wie Fenster eine entsprechende thermische Qualität aufweisen. Auch hier bilden unkontrollierte Lüftungswärmeverluste durch offene Fälze und schlechte Dämmwerte erhebliche Wärmebrücken. Verbesserungen können z.B. durch den Einsatz von neuen, gedämmten Kassettenelementen im Türblatt, doppeltem Türfalz und Überdämmung des Stockes erzielt werden. Ausführungsrichtlinien für Türanschlüsse können grundsätzlich analog Fensteranschlüssen behandelt werden.

6.1.4 Sanierungsvarianten: Gegliederte Fassade – mögliche Innendämmung

Bei der Sanierung von gründerzeitlichen Gebäuden mit intakten Zierfassaden, wo keine Außendämmung erwünscht ist, wäre eine Innendämmung eine mögliche Option. Dies wird in Folge diskutiert. Grundsätzlich ist dazu zu bemerken, dass eine Innendämmung einen massiven Eingriff in das bauphysikalische Konzept der Gründerzeithäuser darstellt und dass bei unsachgemäßer Planung und Ausführung gravierende Langzeitschäden am Bestand entstehen können.

Flächenverlust

Der dadurch entstehende Flächenverlust beträgt bei angenommenen 250 m² Nutzfläche, bei exemplarischen 6 cm Innendämmung, knapp 2%. Dies ist insbesondere hinsichtlich der Verrechnungseinheit für bestehende Mietverhältnisse und Nutzwerte problematisch.

Bauphysik

Durch die Innendämmung kühlt der außenliegende Teil der Wand stärker ab, was zu einer zusätzlichen Belastung der Fassade führt, wie mögliche Frostabplatzungen im Außenputz und in den Gliederungselementen. Weiters neigen Wasserleitungen in Außenwänden eher zum Einfrieren. Die in der Außenwand liegenden Balkenköpfe werden wegen der Wärmebrücke stärker durchfeuchtet und in der Bestandsdauer verkürzt.

Der Wärmebrückenanteil steigt dramatisch, wenn die Dämmung der Anschlüsse von Innenwänden und Decken aus Kostengründen unterbleibt, auch die technische Durchführung und schadensfreie Ausbildung dieser Anschlüsse erfordert wesentliches Know-how und präziseste Arbeit, weil kleinste Leckagen zu schweren Bauteilschäden führen.

Der Anschluss von Tramdecke an Außenfassade ist auf Grund der komplizierten Geometrie und der erschwerten Zugänglichkeit technisch und kostenmäßig kaum beherrschbar.

Aufwand

Die Dämmung im Fensterbereich erlaubt nur dünne Dämmstärken und ist aufwändig und teuer. Außerdem muss fassadenseitig der Parkettboden geöffnet und neu angeschlossen werden.

Gestaltung

Durch die Innendämmung wird die originale Raumwirkung stark verändert, weil alle Hohlkehlen entfallen und weil bei Anschlussdämmung von Innenwänden Wandsprünge entstehen.

Fazit

Durch die deutliche Darstellung von Problempunkten und Schwachstellen der Innenwärmedämmungssysteme muss Bauherrn verdeutlicht werden, dass das bewährte und langlebige

System Gründerzeithaus nicht durch problematische Maßnahmen mit mangelnder bauphysikalischer Absicherung gefährdet werden sollte.

Grundsätzlich stehen für Innendämmungen folgende Systeme zur Verfügung:

Innendämmung mit Dampfsperren ($sd \geq 100 \text{ m}$) oder Dampfbremsen

Innendämmung mit Dampfbremse kann in Form von Vorsatzschalen mit Verkleidungsplatten ausgeführt werden. Dieser Aufbau erfordert eine absolut dichte und perfekt angeschlossene Dampfsperre, die in der Praxis nur sehr schwer fehlerfrei in der geforderten Präzision herstellbar ist. Besondere Problempunkte sind die Decken- und Bodenanschlüsse, da die Tramdecken elastisch sind und schwingen und damit dauerhaft dichte Anschlüsse kaum herstellbar sind. Zu möglichen Alternativen mit feuchteadaptiven Dampfbremsen³³ gibt es keine langfristigen Erfahrungswerte und Forschungen, um deren Brauchbarkeit verlässlich einschätzen zu können.

Innendämmung mit dampfdichtem Dämmstoff

Geeignete Dämmstoffe sind nach Stand der Technik Schaumglasplatten oder Vacuumisulationspaneele (VIP) mit zusätzlicher, raumseitiger Verkleidung. Die Schwachstellen sind die dichten Plattenstöße und Bauwerksanschlüsse wie vorhin. Die Platten an sich bilden hier die Dampfsperre und müssen mit speziellen Systemklebern an den Bestandputz und aneinander verklebt werden.

Abgesehen von Bedenken aus baubiologischer Sicht und dem hohen Primärenergieverbrauch von VIP bei der Herstellung, sprechen die hohen Kosten und die unflexible Plattengrößen nur für einen Einsatz, wenn andere Dämmsystem aus Platzgründen nicht zum Einsatz kommen können.

Bei Glasschaumplatten sind Stoßverklebungen mit Bitumen erforderlich. Weil dadurch ein kaum recycelbarer Verbundstoff³⁴ entsteht, ist der Einsatz als Innendämmung nur in speziellen Fällen wie z.B. Kellergeschoße mit feuchten Wänden empfohlen. Der Vorteil von Glasschaumplatten gegenüber VIPs liegt in der relativen Robustheit des Materials. Verletzungen an der Oberfläche verursachen bei Schaumplatten keine gravierenden Dämmverluste, wo hingegen VIPs durch Leckagen im Hüllmaterial einen Großteil der Dämmwirkung einbüßen.

Auch für diese Ausführungsvarianten liegen keine langfristigen und belastbaren Erfahrungen vor.

³³ Bei der feuchteadaptiven Dampfbremse wird die Größe des Diffusionswiderstandes in Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit (also eigentlich jahreszeitlich) angepasst. Anfallende Bauteilfeuchtigkeit wird z.B. im Sommer durch die Dampfbremse raumseitig wieder abgegeben, weil das Material in diesem Fall weniger Dampfdiffusionswiderstand hat. Quelle: Internet; http://www.energiesparhaus.at/fachbegriffe/feuchteadaptive_dampfbremse.htm, Stand 20.09.2010

³⁴ Siehe 6.1.3: WDV- Systeme

Innendämmung mit dampfdurchlässigen Platten mit kapillaraktiven Eigenschaften – Kalziumsilikatplatten

Diese Lösung erscheint unter den sehr problematischen Rahmenbedingungen insgesamt noch als machbarste, obwohl festzuhalten ist, dass seitens Hersteller **keine generelle Gewährleistung für mögliche Schäden am Bestand übernommen wird** und lt. detaillierter Berechnungen nachgewiesen ist, dass die Feuchtigkeit des Mauerwerks im Bereich der Schichtgrenze zwischen Wärmedämmung und Mauerwerk geringfügig zunimmt³⁵. Die Vorteile des Baustoffes sind seine grundsätzlich diffusionsoffene und kapillaraktive Eigenschaft und dass zur Herstellung einer malfertigen Oberfläche keine zusätzlichen Verkleidung bzw. Ständerkonstruktion notwendig ist. Nachteil ist die erforderliche höhere Dämmstoffstärke gegenüber gleichwertigen Dämmstoffen (z.B. Steinwolle) und dass bei Verwendung dieser Platten spezielle Nachweise mittels dynamischer Dampfdiffusions-Berechnung zu führen sind. **Jede Lösung mit diesem System erfordert eine bauphysikalische Expertise, es gibt keine geprüften Aufbauten.** Die Bauphysik und der Hersteller sind bei der Konzeption mit einzubinden und die Bauaufsicht hat für die ordnungsgemäße Umsetzung der umfangreichen Ausführungsrichtlinien Sorge zu tragen. Für 3D-Anschlüsse wie z.B. Innenwand/Außenwand/Tramaufleger sind unbedingt gesonderte Nachweise erforderlich.

6.1.4.1 Innendämmung der Außenwand

Auf Grund der oben gebrachten Bedenken und unter Vorbehalt einer gründlichen bauphysikalischen Analyse wird im vorliegenden Fall nur probeweise ein Dämmsystem mit Mineralschaumplatten vorgeschlagen, um die Auswirkungen dieser problematischen Maßnahme im Gesamtkomplex Haus und Energiebedarf besser einschätzen zu können.

Sollte sich in der erforderlichen bauphysikalische Expertise jedoch bei den dynamischen Dampfdiffusions-Berechnungen ungünstige Werte ergeben und sich herausstellen, dass keine geeigneten Kompensationsmaßnahmen für die oben erwähnten Schwachstellen möglich sind, ist von einer Ausführung mit Innendämmung jedenfalls abzuraten.

Da Mineralschaumplatten zum Unterschied von den meisten herkömmlichen Dämmplatten größere Sprödigkeit besitzen und anderer Behandlung bedürfen, sind spezielle Verarbeitungsrichtlinien erforderlich, welche mit dem jeweiligen Systemanbieter auf das Gebäude individuell abgestimmt werden müssen.

³⁵ Programm Haus der Zukunft Plus, Projektnummer 822236: Verfasser: Fa. Allplan GmbH: Klimaneutrale Gründerzeithäuser – Wege – Potenziale und, Umsetzungsmöglichkeiten, S. 32

Holzfaserdämmplatten mit Lehm als Bindemittel – Öko-Variante

Als innovative Variante im Sinne von Nachhaltigkeit, baubiologischer und raumklimatischer Sicht, wählen wir als Vergleichsvariante ein Dämmsystem aus Holzfaserdämmplatten und Lehmputz, wobei bei dieser Variante anzumerken ist, dass keine relevanten wissenschaftlichen Untersuchungen in Hinblick auf Kondensat und Feuchteschäden im Bestandsmauerwerk bei Gründerzeithäusern zur Verfügung stehen. Seitens Hersteller gibt es nur Referenzlisten für bereits sanierte Gebäude. Das Sanierungskonzept ist auch hier mit dem Hersteller abzustimmen und unter Einbeziehung detaillierter bauphysikalischer Berechnungen auszuarbeiten. Die allgemeine, feuchteregulierende Wirkung von Lehmputzen auf das Raumklima wurde bereits in mehreren wissenschaftlichen Arbeiten behandelt und könnte günstig auf das Gesamtsystem einwirken:

- Schnögass Christoph: Einflüsse auf das Raumklima unter besonderer Berücksichtigung der Wasserdampfsorption von Innenputzen, Diplomarbeit an der TU Wien, Fakultät für Raumplanung und Architektur, 09/1997
- Schillberg Klaus, Knieriemen Heinz: Bauen und Sanieren mit Lehm, AT Verlag, Aarau, 2001
- Schneider, Schwimann, Bruckner: Lehmbau – Konstruktion, Baustoffe und Bauverfahren, Prüfungen und Normen, Rechenwerte, Werner Verlag, Düsseldorf, 1996

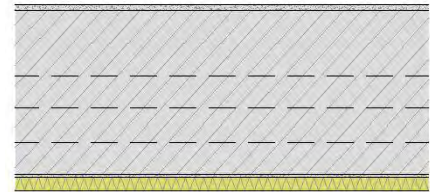
Die Verarbeitungsrichtlinien des Dämmsystems sind analog der Mineralschaumplatten lt. Hersteller einzuhalten.

V1) Wandaufbau Standard:



		[cm]		
AW 02		62,00	Bestandswand mit Dämmung auf Innenseite	U-Wert = 1,014 W/m2K
	1	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	2	58,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	3	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz
			<i>Keine Dämmung üblich</i>	

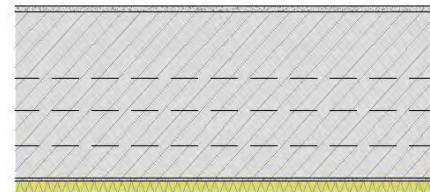
V2) Wandaufbau Erhöhter Standard:



		[cm]		
AW 02		69,00	Bestandswand mit Dämmung auf Innenseite	U-Wert = 0,430 W/m2K
	1	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	2	58,00 *	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	3	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz
	4		Klebemörtel	Fa. Xella Multipor (Röfix)
	5	6,00	Mineralschaumplatten ($\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$)	Fa. Xella Multipor (Röfix)
	6	1,00	Deckputz, mineralisch	Kalkputz

*Bei sämtlichen Wandstärken sind - gegen tiefe raumseitige Oberflächentemperaturen - Dämmstoffkeile an den anschließenden Innenwänden anzubringen.

V3) Wandaufbau Öko-Variante:

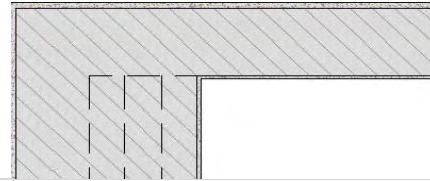


		[cm]		
AW 02		69,50	Bestandswand mit Dämmung auf Innenseite	U-Wert = 0,430 W/m2K
	1	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	2	58,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	3	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz
	4	1,00	Lehmmörtel	Fa. Claytec
	5	6,00	Holzfaserdämmplatte Pavadentro 60 ($\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$)	Fa. Claytec
	6	0,50	Lehmoberputz	Fa. Claytec

Innendämmung von Feuermauern

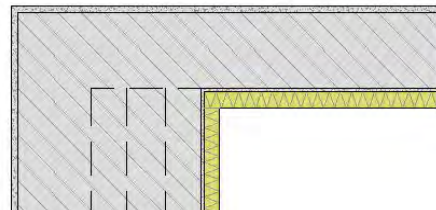
Die Wandstärken sind in der Regel dünner als die Außenmauern der Hauptfassade und sollten wenn möglich, generell außen gedämmt werden. Wenn aus baulichen Gründen nur innen gedämmt werden kann, sind die Wände analog Außenwände (siehe oben) zu behandeln. Probleme mit Tramköpfen gibt es bei Hoftrakten quer zur Straße, wo die Träme in der Feuermauer auflagern. Falls Nachbargebäude direkt an die Feuermauer angrenzen sollten unbedingt Temperaturdifferenzen evaluiert und berücksichtigt werden. Kühlrippen-effekt durch direkt anschließende Loggien im Nachbargebäude oder unbeheizte Räume z.B. durch Nutzungsänderung sind ebenso in das Sanierungskonzept mit einfließen zu lassen, d.h. grundsätzlich sollte ein saniertes Haus auch ohne Nachbarhaus schadensfrei bleiben.

V1) Feuermauer Wandaufbau Standard:



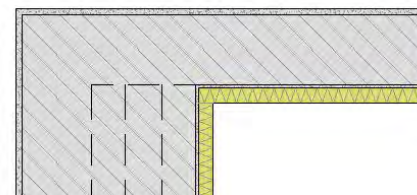
		[cm]		
AW04		33,00	Feuermauer ohne Dämmung	U-Wert = 1,655 W/m2K
	1	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	2	29,00 *	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	3	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz
			<i>Keine Dämmung üblich</i>	

V2) Feuermauer Wandaufbau Erhöhter Standard:



		[cm]		
AW 04		11,00	Feuermauer mit Dämmung auf Innenseite	U-Wert = 0,514 W/m2K
	1	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	2	29,00 *	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	3	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz
	4		Klebemörtel	Fa. Xella Multipor (Röfix)
	5	6,00	Mineralschaumplatten ($\lambda = 0,045$ W/mK)	Fa. Xella Multipor (Röfix)
	6	1,00	Deckputz, mineralisch	Kalkputz

V3) Feuermauer Wandaufbau Öko-Variante:



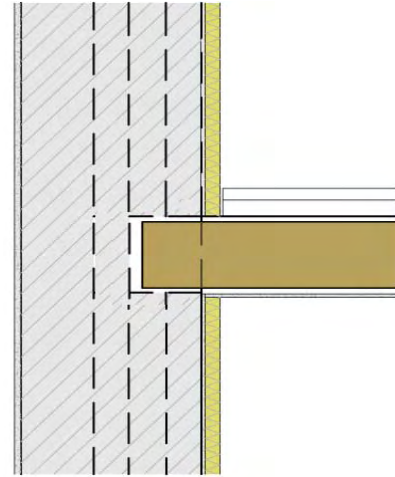
		[cm]		
AW 04		11,50	Feuermauer mit Dämmung auf Innenseite	U-Wert = 0,514 W/m2K
	1	2,50	Außenputz Bestand	KZM- Putz
	2	29,00 *	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	3	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz
	4	1,00	Lehmmörtel	Fa. Claytec
	5	6,00	Holzfaserdämmplatte Pavadentro 60($\lambda = 0,045$ W/mK)	Fa. Claytec
	6	0,50	Lehmoberputz	Fa. Claytec

6.1.4.2 Anschluss Decke an Fassade

Tramdecke

Die umfangreichen Simulationen im Rahmen des Programms Haus der Zukunft Plus: Klimaneutrale Gründerzeithäuser³⁶ haben gezeigt, dass bei Innenwärmedämmung das größte Problem in der Entstehung von Kondensat und Feuchtigkeit im Auflagerbereich der Tramdecken liegt.

Die Ausführung von Innenwärmedämmungen führt zu einer Verschiebung der kälteren Temperaturzonen im Mauerwerk zum Raum hin, somit sinkt auch an den Balkenköpfen tendenziell die Temperatur, was zu Kondensat- und Feuchteschädigungen an dieser konstruktiv sehr heiklen Stelle führt.³⁷ Bisher sind für diesen Problempunkt keine praktikablen, dauerhaften und wirtschaftlichen Lösungen bekannt.



Aktuelle Forschungsergebnisse³⁸ schlagen vor, 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.

Bereits die Ausführung der 6 cm starken Innendämmung verschärft die Balkenkopf-Situation im Auflagerbereich der Außenwand. Die Taupunkttemperatur wird bei tiefen Außentemperaturen unterschritten und es ist Kondensatanfall im Bereich des Balkenkopfes zu erwarten. Neben dem Feuchteintrag durch Diffusion stellt bei einer nicht luftdicht ausgeführten Anschlusssituation der Innendämmung an die Holzbalken die einströmende warme Raumluft ein Problem dar. Bei Hinterströmung des Balkenkopfes mit feuchter Raumluft kommt es zu starkem Kondensatanfall, welche langfristig gesehen eine Schädigung der Holzträme zur Folge hat. Eine luftdichte Ausführung der Innendämmung und derer Bauteilschlüsse ist daher Voraussetzung für eine schadensfreie Konstruktion. Ebenfalls müssen Maßnahmen getroffen werden, um die Temperatur im Balkenkopfbereich zu erhöhen, z.B durch Begleitheizung oder Dämmung des Tramkasten und des Auflagerbereichs.

³⁶ Programm Haus der Zukunft Plus: Klimaneutrale Gründerzeithäuser, S. 26-27

³⁷ Ebenda, S. 26

³⁸ Bauphysik 32. Jahrg., April 2010

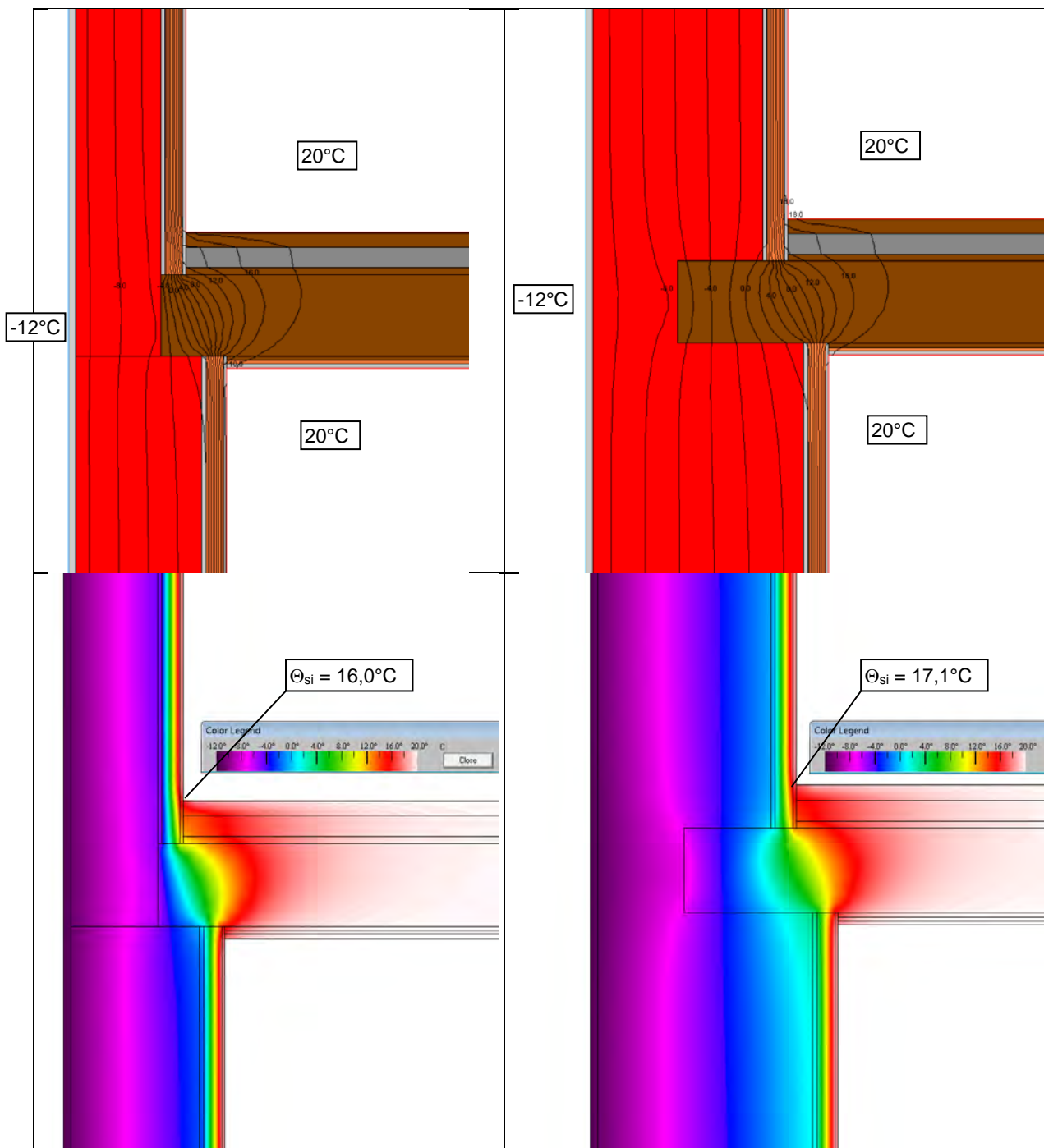


Abbildung 21: Tramdecke an innen gedämmte AW bei Bestandswand 29 auf 43 cm (linke Darstellung) und 58 auf 72 cm (rechte Darstellung)

Unabhängig vom Problempunkt Außenwandanschluss sind bei Nutzungsänderung von Räumen im Zuge einer Sanierung von Gründerzeithäusern außerdem folgende Anforderungen für Tramdecken zu beachten:

- Neue thermische Anforderungen zwischen den Geschoßen, z.B. durch Dämmmaßnahmen
- Schallschutzanforderungen
- Balkenaufleger, Prüfung bestehende Schäden durch Feuchtigkeit
- Zusätzliche Anforderungen an Erdbbensicherheit bei größeren Gebäuden
- Mögliche Schäden an Putzoberflächen durch temporäres Abtragen des Fussboden-Aufbaues (Entlastungsschäden)

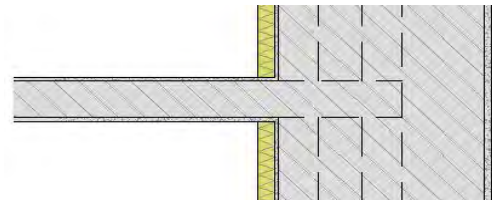
Dippelbaumdecke

Neben den Tramdecken gibt es vor allem in der Frühgründerzeit auch Regel-Geschoßdecken die als Dippelbaumdecken ausgeführt sind. Wie eingangs beschrieben, nimmt in diesem Fall die Mauerwerksstärke geschoßweise um die Auflagertiefe ab. Hier müssen die Einflüsse von zusätzlicher Mauerwerksfeuchtigkeit durch Innenwärmedämmung über die gesamte Mauerwerkslänge (= Auflagerlänge) untersucht und gelöst werden. Die Möglichkeit, geeignete Maßnahmen z.B. zur Entfeuchtung der Tramköpfe zu ergreifen, gestaltet sich hier einfacher als bei Tramdecken, da die Dippelbäume nicht oder kaum in die Wand eingebunden sind.

6.1.4.3 Anschluss Innenwand an Außenwand

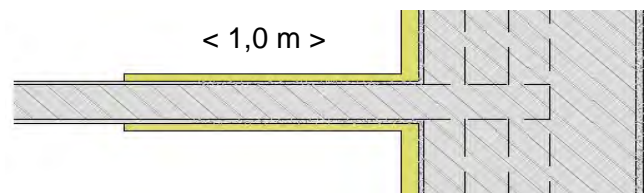
Bei Innendämmung durchdringen die Innenwände die Dämmschicht und stellen somit eine nicht vernachlässigbare Wärmebrücke dar. Dämmkeile bzw. Kragendämmung entschärfen die Wärmebrückenwirkung der durchstoßenden Wand und heben dadurch die Temperatur an der raumseitigen Oberfläche.

Innenwand Aufbau:



		[cm]		
IW 01		17,00	Innenwand	
	1	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz
	2	14,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	3	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

Innenwand, Aufbau mit Kragendämmung: deutlich wird hier der Sprung in der Wandoberfläche, wegen der Aufdopplung mit Wärmedämmung.



		[cm]		
IW 02		22,50	Innenwand mit Dämmkeil	
	1	0,50	Deckputz, mineralisch	Kalkputz
	2	3,00 *)	Mineralschaumplatte ($\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$)	Fa. Xella Multipor (Röfix)
	3	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz
	4	14,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	5	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz
	6	3,00 *)	Mineralschaumplatte ($\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$)	Fa. Xella Multipor (Röfix)
	1	0,50	Deckputz, mineralisch	Kalkputz

Es wurde eine 14 cm dicke Vollziegelinnenwand, die an eine mit 6 cm Innendämmung ($\lambda = 0,045 \text{ W/m.K}$) versehene Außenwand anschließt, untersucht. Dabei wurden Varianten mit unterschiedlichen Wandstärken der Vollziegelaußenwand betrachtet.

Bei der Ausführung von Innendämmung ist darauf zu achten, dass eventuell anfallendes Kondensat an der Stoßstelle der Außenwand und der Innendämmung abgeführt werden kann. Die Auswahl des Dämmmaterials spielt hier ebenfalls eine Rolle. Vorteilhaft sind kapillarsaugfähige Materialien, da das anfallende Kondensat näher an den Innenraum transportiert wird und dort schneller trocknen kann.

Aus den Wärmebrückenuntersuchungen geht hervor, dass das Durchdringen der Dämmebene durch die Innenwand erhöhte Wärmeverluste in diesem Bereich verursacht. Der lineare Wärmebrückenkoeffizient (Ψ -Wert) ist variabel je nach Dicke der Bestandswand. Je dicker die Außenwand, desto kleiner wird der Einfluss der zusätzlichen Wärmeverluste, verursacht durch die Durchdringung der Innendämmung durch die Innenwand.

Die raumseitige Oberflächentemperatur bei der kritischsten Variante (29 cm dicke Außenwand) liegt knapp über der Grenztemperatur für Schimmelpilzbildung ($12,6^\circ\text{C}$). Eine Gefahr der Schimmelbildung ist somit nicht gegeben. Von Interesse sind ebenfalls die Temperaturen an der Innenseite der Bestandsaußenwand (Stoßstelle zur Innendämmung), da durch das Anbringen der Innendämmung tiefere Temperaturen zum Innenraum gezogen werden. Deshalb treten an der Stoßstelle von Innendämmung und Außenwand Temperaturen um 0°C auf. Ab einer Außenwanddicke von 58 cm kommt die Stoßstelle in den Bereich von Plus-Temperaturen. Bei geringeren Außenwanddicken könnte evtl. Eisbildung an dieser Stelle auftreten. Der Verarbeitung der Innendämmplatten muss daher besondere Sorgfalt gewidmet werden, damit ein Hinterströmen der Innendämmung mit Raumluft verhindert wird. Die warme Innenluft würde ansonsten Feuchtigkeit in die Trennfuge transportieren.

Die Anbringung einer Kragdämmung an der Innenwand (1 m entlang der Innenwand), aus demselben Material wie die Innendämmung, reduziert den Ψ -Wert um mehr als 35%. Durch die Kragdämmung werden auch die Oberflächentemperaturen in der Ecke Innenwand-Außenwand erhöht. Die Temperaturen in der Stoßstelle Innendämmung zu Außenwand ändern sich nicht wesentlich.

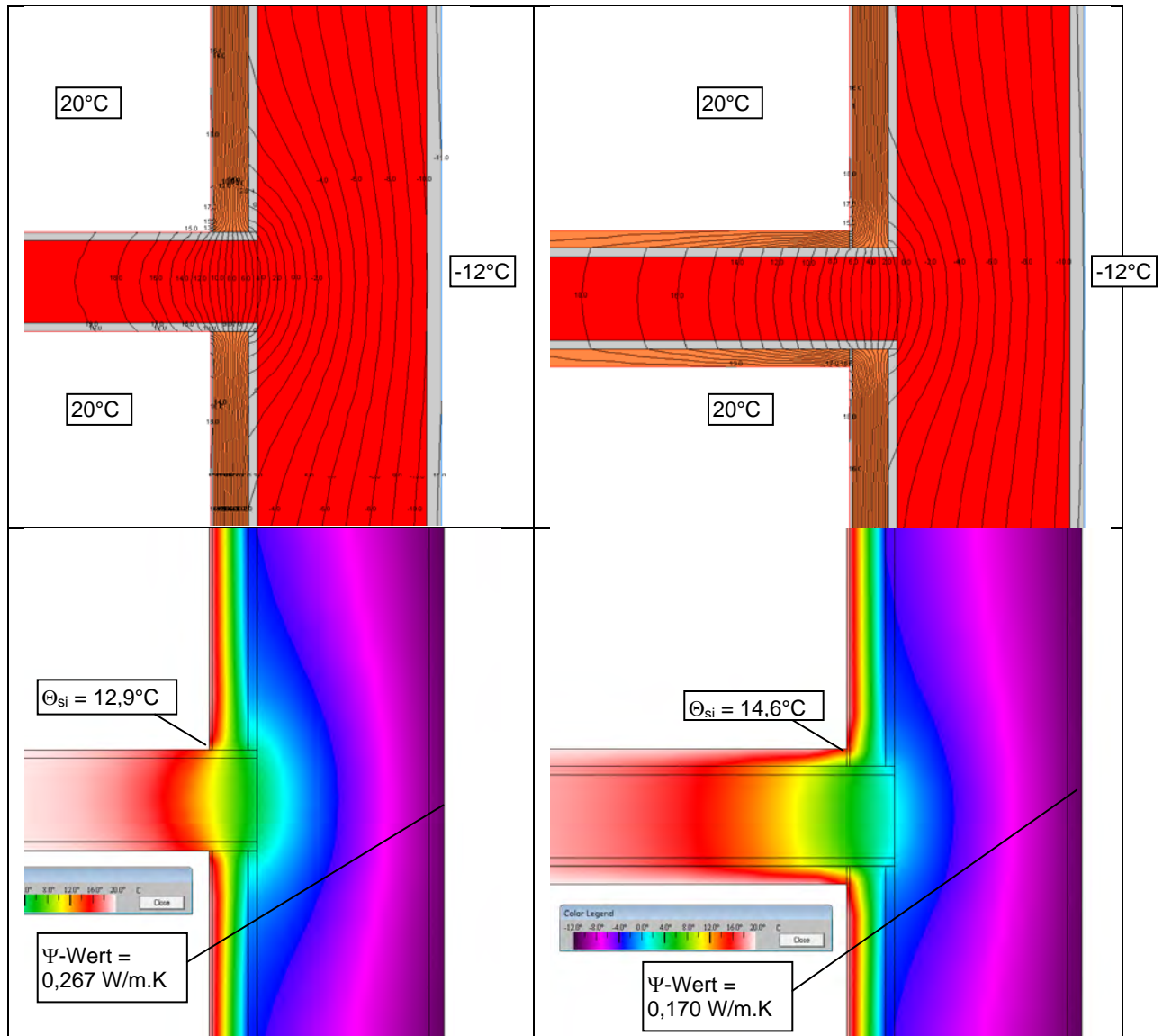


Abbildung 22: Bestandswand 29 cm mit 6 cm Innendämmung mit (linke Darstellung) und ohne 3 cm dicker Kragendämmung (rechte Darstellung) an der Innenwand

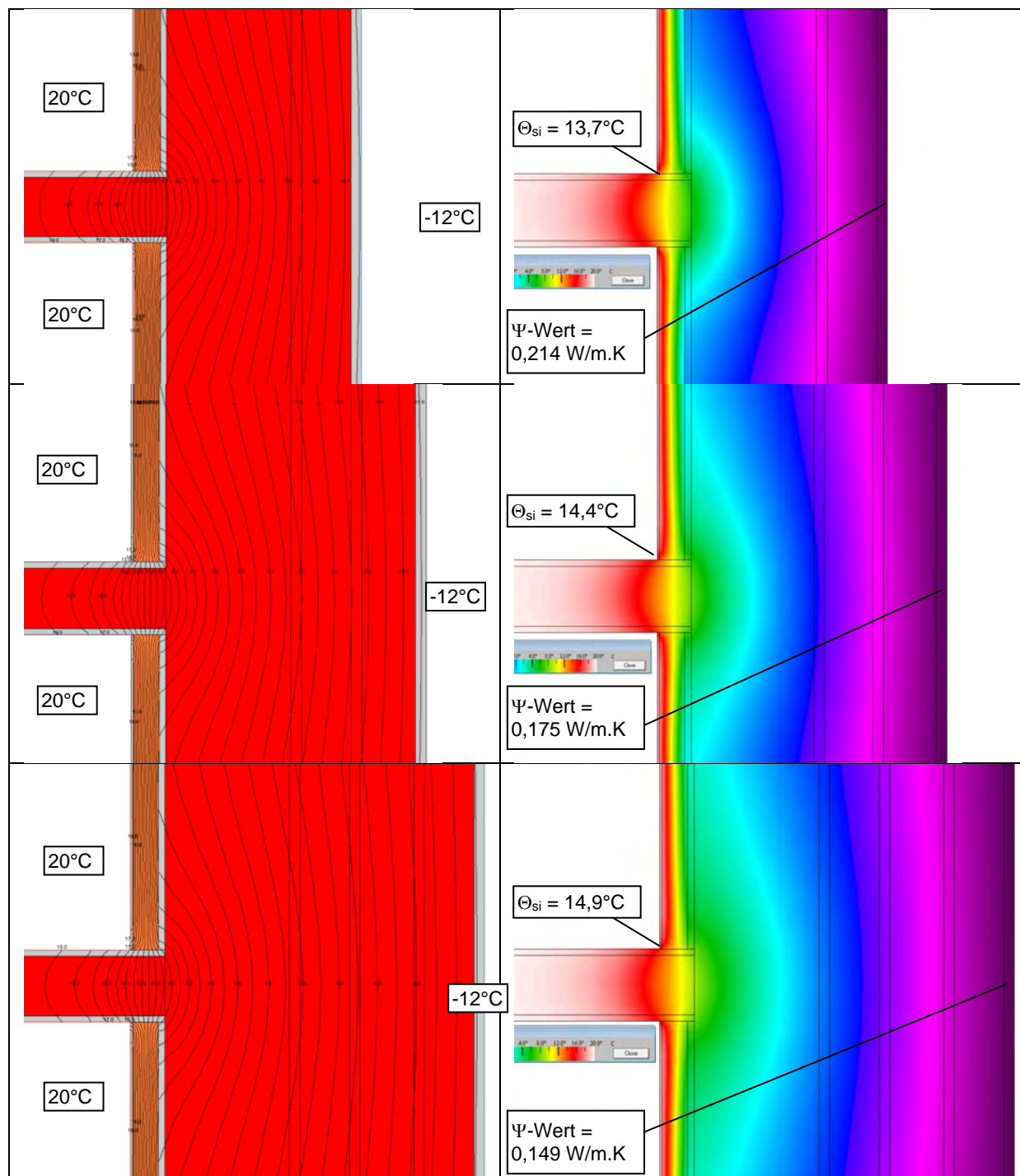


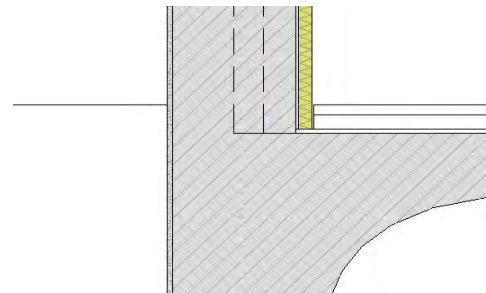
Abbildung 23: Bestandmauerwerk 43 cm (oben), 58 cm (mitte) und 72 cm (unten) mit jeweils 6 cm Innendämmung

6.1.4.4 Sockelanschluss

Wärmebrückenberechnungen für Gründerzeithäuser haben gezeigt, dass auf Grund der hohen Dicke der Kellerwände bei Dämmung der Oberseite der Erdgeschoßdecken und gleichzeitiger Halskrause an der Innenseite der Kellerwände (= senkrechte Verlängerung einer kellerseitigen Wärmedämmung entlang der Mauern 1 m nach unten) ein schlechterer Wärmebrückenbeiwert produziert wird. Siehe dazu auch Kap. 6.1.5. Daher wird für den prototypischen Standardfall für Innendämmung beim Sockelanschluss von einer nicht gedämmten Kellerinnenwand ausgegangen.³⁹

Wenn zusätzlich der Fußboden nicht gedämmt wird, entsteht in diesem Bereich daher eine große Wärmebrücke, deren Auswirkungen für den jeweiligen Fall mittels Bauphysik präzise zu analysieren sind, weil auch Fragen der aufsteigenden Feuchtigkeit hineinspielen.

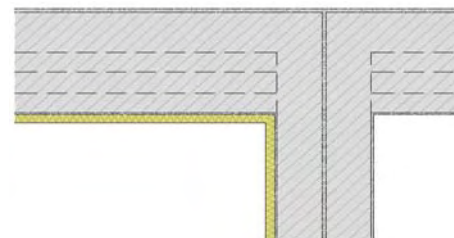
Sockelzone Wandaufbau Standard:



		[cm]		
SO 01		76,00	Sockel	
			<i>Keine Dämmung üblich</i>	
	5	2,50	Außenputz Bestand	
	6	72,00	Ziegelmauerwerk Bestand	Klassischer Wiener Ziegel
	7	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

6.1.4.5 Fassadenanschluss zum Nachbargebäude

Bei der Verwendung von Innendämmung wie Kalziumsilikatplatten bzw. Holzfaserplatten mit Lehmputz muss wegen der entstehenden Abkühlung in der Gebäudeecke (Kühlrippe) (analog 6.1.4.3) unbedingt ein Nachweis in Hinblick auf entstehendes Kondensat bzw. Schimmelbildung im Eckbereich geführt werden.



³⁹ Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: „ALtes Haus: Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus, 12/2005, S. 183-184,

6.1.4.6 Fenster einschließlich Wandanschlüsse

Ausreichend hohe Temperaturen im Bereich der Bauanschlussfuge können auf Grund der fehlenden gedämmten Speichermasse bei Innendämmung nur durch entsprechend gute Ausbildung der Leibungsdämmung und Rahmenüberdeckungen erreicht werden.

Außenwand 50 cm Ziegelmauerwerk mit 6 cm Calziumsilikat-Innendämmung bei verschiedenen Lagen der Fensterebene:

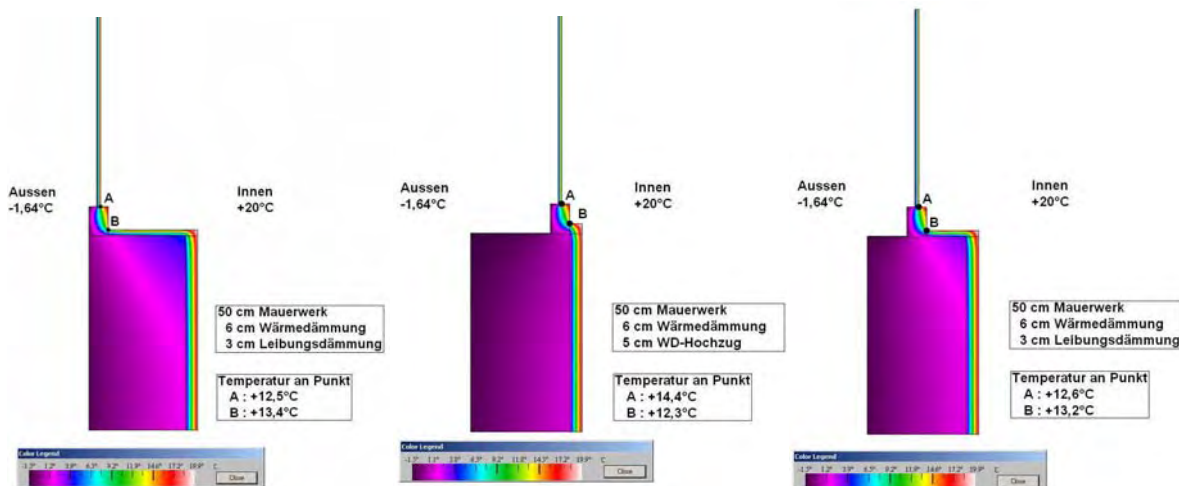


Abbildung 24: Fensteranschluss bei Innendämmung⁴⁰

Der Anschluss der Innendämmung an die Fensterleibung erfolgt hier mit 3 cm Mineral-schaumplatten als Leibungsdämmung. Das Anpassen der Dämmung an die Fensterrahmen stellt bei Fensteranschlüssen mit Innendämmung einen erheblichen Aufwand dar.

Parapete

Speziell in Gründerzeithäusern stellen auch die Parapetbereiche mit geringeren Wandstärken (29 cm) eine wiederkehrende Schwachstelle über alle Regelgeschosse dar und müssen bei der Wahl eines Innenwärmedämmsystems vor allem in Einflussnahme auf die darunter liegenden Tramauflagern und des Fensteranschlusses untersucht werden.⁴¹

⁴⁰ Programm Haus der Zukunft Plus, Projektnummer 822236; Verfasser: Fa. Allplan GmbH: Klimaneutrale Gründerzeithäuser – Wege – Potenziale und, Umsetzungsmöglichkeiten, S. 29

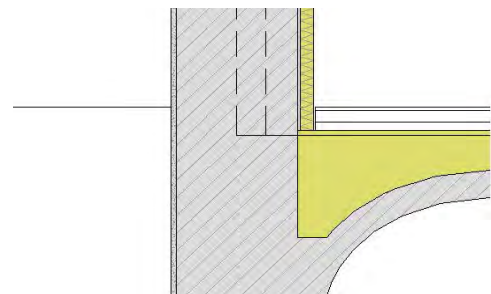
⁴¹ Siehe 40

6.1.5 Decke über unbeheiztem Keller

Kellerdecken in Gründerzeithäusern können prinzipiell von oben oder von unten bzw. in Kombination thermisch saniert werden. Die Häuser verfügen zumeist über eine Kellerdecke in Form eines Gewölbes oder zumindest in Form von sog. „preußischen Kappen“. Sie ist jedenfalls in der Regel nicht eben wie im Neubau. Eine Wärmedämmung an der Unterseite ist daher aufwendig und eigentlich nur mit einem Spritzverfahren oder mit aufwändig anzubringenden Gewölbedämmplatten zu bewältigen. Außerdem wären die durch Innendämmung verursachten Auswirkungen vom geänderten Verhalten einer möglichen Mauerwerksfeuchtigkeit im Keller mit einzubeziehen. Kellerseitige Dämmung bewirkt, dass die Raumlufthemperatur im Keller sinkt und es so zu Feuchteproblemen kommen kann. Eine ausreichend natürliche oder mechanische Lüftung, die abhängig vom Feuchtegehalt der Außenluft geregelt ist, wird erforderlich.

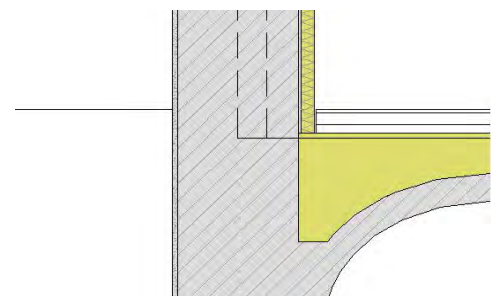
Im gegenständlichen Fall wird davon ausgegangen, dass die Kellerdecke im Zuge einer Fußbodensanierung an der Oberseite wärmegeklärt wird und keine Innendämmung an der Unterseite der Kellerdecke ausgeführt wird.

Deckenaufbau Kellerdecke – Variante Stiegenhaus:



		[cm]		
DE 01		37,00	Kellerdecke	Öffentliche Bereiche z.B.: Stiegenhaus
	1	2,00	Steinplatten in Mörtelbett	
	2	6,00	Zementestrich	
	3		Rollpappe, z.B. Thermo-RP	
	4	15,00	Dämmschüttung, z.B.: Europerl	Fa. Thermofloor
	5		Auffüllung Zwickel ca. 1- 15 cm, z.B.: Europerl	Fa. Thermofloor
	6	14,00	Bestehendes Ziegelgewölbe	Klassischer Wiener Ziegel

Deckenaufbau Kellerdecke – Variante Wohnbereich:



		[cm]		
DE 02		38,50	Kellerdecke	z.B.: Wohnbereich
	1	5,00	Parkettfußboden auf Blindhölzer	
	2	4,00	Holzfaserdämmplattensystem Pavaterm	Fa. Pavatec: Pavaterm
	3		Diffusionsoffene Folie	
	4	14,00	Dämmschüttung, z.B.: Europerl	Fa. Thermofloor
	5		Auffüllung Zwickel ca. 1- 15 cm, z.B.: Europerl	Fa. Thermofloor
	6	14,00	Bestehendes Ziegelgewölbe	Klassischer Wiener Ziegel
	7	1,50	Innenputz Bestand	Kalkputz

Kellerdecke

Bei diesen Anschlussdetails wurde die Situation der Kellerdecke untersucht. Um den Einfluß des Sockels (d.h. Wärmestrom vom Innenraum an die Außenluft) auszuschließen wurde die Raumtemperatur im Keller gleich der Raumtemperatur gesetzt (vergleiche auch ÖNORM EN ISO 10211 und ÖNORM EN ISO 13370).

Die Oberflächentemperaturen wurden bei den folgenden Abbildungen (Abbildung 25 und Abbildung 26) nicht dargestellt, da bei dieser Untersuchung der Wärmestrom zum Keller hin ausgeschlossen wurde, was eine Abweichung der Oberflächentemperatur zu den realen Verhältnissen zur Folge hat.

Der Wärmeverlust bei einer Kellerdecke wird durch eine reine U-Wert-Berechnung („vorsichtshalber“ berechnet an der dünnsten Stelle) unterschätzt. Der Einfluss zeigt sich deutlicher bei der unsanierten Variante, wo der Wärmeverlust über die Decke fast doppelt so hoch ist als bei einer reinen U-Wert-Berechnung bestimmt. Um den erhöhten Wärmeverlust zu berücksichtigen, sollte dieser aus einer 2D-Wärmebrückenberechnung kommen oder mit einem zusätzlichen Ψ -Wert vom Innenraum zum Keller hin berücksichtigt werden.

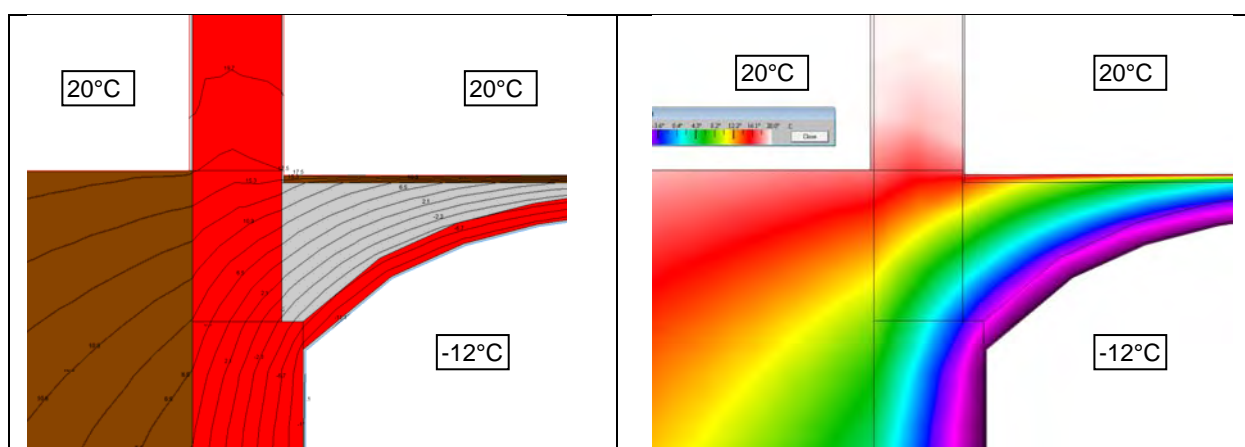


Abbildung 25: Anschlussdetail Kellerdecke unsaniert

Der U-Wert bei der unsanierten Kellerdecke berechnet an der dünnsten Stelle („sichere Seite“) beträgt $U = 1,33 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Der U-Wert ermittelt durch eine 2D-Wärmebrückenberechnung liegt bei $2,45 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Dies entspricht einem Ψ -Wert bezogen auf die Sockellänge von $U = 1,667 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

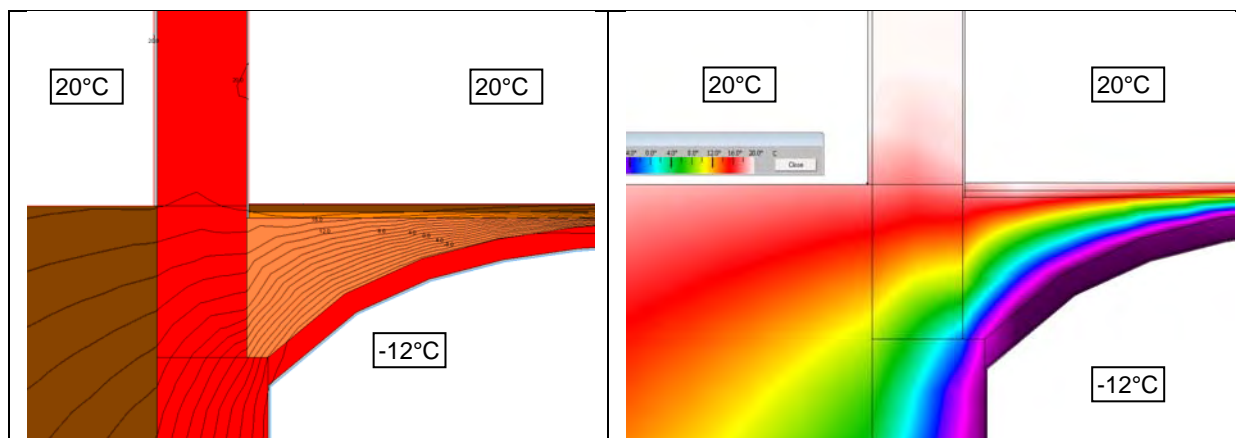


Abbildung 26: Anschlussdetail Kellerecke saniert

Im Fall der sanierten Kellerdecke z.B. mit dem Schüttmaterial Europerl ($\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$) liegt der berechnete U-Wert an der dünnsten Stelle („sichere Seite“) bei $U = 0,52 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Der U-Wert ermittelt durch eine 2D-Wärmebrückenberechnung beträgt $U = 0,69 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Dies entspricht einem Ψ -Wert bezogen auf die Sockellänge von $U = 0,241 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

6.1.6 **Decke zu Dachraum**

Auf Grund der Tatsache, dass Dachböden und Dachgeschoße bei der Sanierung von Gründerzeithäusern üblicherweise mit ausgebaut werden und keiner besonderen thermischen Sanierung bedürfen, wird dieser Punkt hier nur kurz umrissen.

Unbeheizter Dachraum

Im unausgebauten Dachgeschoß sind bei Sanierungen die Themen Brandschutz und Begehbarkeit die wesentlichsten Punkte. Auf Grund der untergeordneten Raumfunktion gelten i.d.R. ökonomische Überlegungen und die Anforderung, das bestehende Deckensystem durch Auflasten nicht wesentlich zu verändern. Die Wahl fällt meist auf mineralische Dämmungen od. gleichwertiges in Form von fest verpressten, begehbaren Dämmplatten. Die Begehbarkeit an sich und der Brandschutz sind durch die Verlegung von Trockenestrichplatten gewährleistet.

Der Anschluss der Außenwand an unbeheizte Dachräume stellt bei Sanierungen mit WDVS eine potentielle Wärmebrücke in die darunterliegenden Räume dar. Hier kann durch umseitiges Überdämmen der Aufmauerungen im Dachgeschoss die Dämmung verbessert werden. Eine bauphysikalische Analyse ist für jeden Einzelfall notwendig.

Beheizter Dachraum

Die Umwandlung des Dachbodens in Wohnnutzung erfordert aus statischen Gründen meist eine Verstärkung der Bestandsdecke und einen neuen Fußbodenaufbau. Exemplarischer Deckenaufbau gerichtet für Dachbodenausbau:

		[cm]		
DE 04		39,50	Doppelbaumdecke zu Dachgeschoß	
	1	1,00	Klebeparkett	
	2	6,00	Estrich	
	3		Trennschicht	
	4	3,00	TDP-T Mineralwolle 35/30	Öko- Variante: Fa. Pavatex: Pavapor*)
	5	3,00	Ausgleichschicht, z.B. geb. Beschüttung	
	6	8,00	STB- Verbunddecke	
	7		Trennschicht	
	8	16,00	Doppelbaumdecke	
	9	1,00	Schilfrohmatten/Putzträger	
	10	1,50	Putz	Kalkputz

*) Ökologische Gesamtproduktbewertung lt. www.baubook.at, Stand 30.08.2010: 71%

6.1.7 **Kosten von thermisch-energetischen Sanierungen**

Erwartungsgemäß ist die Datenlage zur Abschätzung der Kosten von Sanierungsmaßnahmen wenig befriedigend. Das liegt insbesondere daran, dass die zu erwartenden Kosten im Gegensatz zu Neubauprojekten bei Sanierungen maßgeblich vom Ausgangszustand und der Sanierungstiefe des zu sanierenden Bauteils bzw. des gesamten Objekts abhängen. Es liegen zwar eine Vielzahl an Studien vor, die Kostendaten enthalten, in den

wenigsten Fällen ist es jedoch möglich, diese Daten auch nur grob zu vergleichen, da nur in Ausnahmefällen dokumentiert ist, welche Kostenpositionen in den publizierten Daten im Detail enthalten sind. So ist in vielen Fällen nicht klar, ob es sich um Brutto- oder Nettobeträge handelt, ob die Arbeitszeit mitgerechnet wurde und ob Nebenkosten anteilig inkludiert sind. Vor allem aber sind es die sehr variablen Rahmenbedingungen von Sanierungen, die einen Vergleich praktisch unmöglich machen.

Somit sind die im folgenden genannten Daten nur als grobe Anhaltspunkte zu verstehen, die im Einzelfall stark abweichen können. Im Projekt „passive house retrofit kit“ (www.energieinstitut.at/retrofit/) wurde Kostendaten für ausgewählte Sanierungsmaßnahmen systematisch ausgewertet, diese geben unserer Einschätzung nach einen guten Rahmen ab zur Einschätzung der Kosten für die Sanierung einzelner Bauteile. Es handelt sich dabei um Bruttokosten (Bezugsjahr 2005).

Außendämmung der Fassade mit WVDS

OIB-Richtlinie 6 (Dämmstoffstärke ca. 8 cm):	79-134 EURO je m ² Wandfläche
Passivhaus-Sanierung (Dämmstoffstärken 18-30 cm):	95-150 EURO je m ² Wandfläche

Außenwanddämmung mit hinterlüfteter Fassade

OIB-Richtlinie 6 (Dämmstoffstärke ca. 10 cm):	130-200 EURO je m ² Wandfläche
Passivhaus-Sanierung (Dämmstoffstärken 20-35 cm):	145-215 EURO je m ² Wandfläche

Innendämmung

OIB-Richtlinie 6 (Dämmstoffstärke 4 cm):	42-56 EURO je m ² Wandfläche
Passivhaus-Sanierung (Dämmstoffstärke 10 cm):	47-61 EURO je m ² Wandfläche

Fenster (inkl. Ausbau, Einbau, Leibung)

OIB-Richtlinie 6:	390-510 EURO je m ² Fenster
Passivhaus-Fenster:	510-660 EURO je m ² Fenster

Vergleichbare Daten liegen für eine größere Anzahl von thermisch sanierten Gebäuden in Wien vor (THEWOSAN). Eine Auswertung von 668 Förderfällen zwischen den Jahren 2000 und 2008 (Tabelle 5) ergab folgende durchschnittliche Sanierungskosten für thermisch-energetische wirksame Maßnahmen (Netto-Kosten, inkl. Nebenkosten, ohne Haustechnische Maßnahmen und ohne Kosten für thermisch nicht relevante Maßnahmen, ohne wertmäßige Bereinigung):

Förderstufe	Kriterien	HWB David's Corner (Ic = 3)	Sanierungskosten in EURO je m ² Nutzfläche
1	2-facher NEH-Standard bzw. Reduktion um 50 kWh/m ² *a	66 kWh/m ² *a	124,-
2	1,6-facher NEH-Standard bzw. Reduktion um 70 kWh/m ² *a	53 kWh/m ² *a	188,-
3	1,3-facher NEH-Standard bzw. Reduktion um 90 kWh/m ² *a	43 kWh/m ² *a	223,-
4	NEH-Standard bzw. Reduktion um 110 kWh/m ² *a	33 kWh/m ² *a	233,-

Tabelle 5: Durchschnittliche Sanierungskosten für thermisch-energetische Maßnahmen in Abhängigkeit der THEWOSAN-Förderstufe (Q: wohnfonds Wien 2008)

Für die in dieser Machbarkeitsstudie untersuchten Varianten wurde eine grobe Abschätzung der erwarteten Mehrkosten (verursacht vor allem durch höhere Kosten für Baumaterialien wie Dämmstoffe, Dübel etc.) für die thermisch-energetische Sanierung (Gebäudehülle) vorgenommen. Es zeigt sich, dass gegenüber der Variante 1 für die Variante 2 mit ca. 50 EURO/m² Nutzfläche gerechnet werden muss, bei Variante 3 betragen die Mehrkosten gegenüber Variante 1 ca. 120,- EURO/m² Nutzfläche.

Es ist zu beachten, dass die oben genannten Kosten bei umfassenden Sanierungen, die nicht nur das Gebäude, sondern auch die einzelnen Wohnungen umfassen, nur einen verhältnismäßig geringen Anteil der Gesamtsanierungskosten ausmachen. Bei der Sockelsanierung etwa werden von der Wohnbauförderungsstelle bis zu 1.660,- EURO je m² Nutzfläche (bei Erreichen des Passivhausstandards sogar 1.720,- EURO) als förderbare Kosten (Gesamtbaukosten inkl. Nebenkosten) anerkannt.

6.2 Haustechnik

Die Haustechnik umfasst alle technischen, gebäudeinternen Anwendungen, welche zur Nutzbarmachung eines Gebäudes notwendig sind. Dazu zählen die Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, Sanitär- und Elektro-, Meß-, Steuer- und Regeltechnik sowie Anlagen zur Kommunikation und Mobilität (z.B. Liftanlagen).

Im Zuge von umfassenden Sanierungen ist zu beachten, dass es durch solche Maßnahmen zu einer Über- oder Unterdimensionierung vorhandener, evtl. erst vor geraumer Zeit sanierter, Systeme der Haustechnik kommen kann. So ist durch entsprechende bautechnische Maßnahmen der Wärmebedarf nach der Sanierung um ein vielfaches geringer, wodurch allfällig vorhandene Heizungssysteme überdimensioniert sein können. Im anderen Fall ist es durch den Angleich des sanitären Standards an heute übliche Ausstattungen sehr wahrscheinlich, dass das vorhandene Wasserversorgungssystem voraussichtlich unterdimensioniert ist (Stichwort Bleileitungen). Daher ist bei einer Sanierung die Haustechnik immer in Kombination mit bautechnischen Maßnahmen zu betrachten, und die vorhandenen Gegebenheiten genau zu erfassen und zu prüfen. Bei der Entscheidung für oder gegen ein spezielles haustechnisches System ist auch immer zu berücksichtigen, inwieweit der zukünftige Wohnungsnutzer (Mieter, Eigentümer, ...) die Verantwortung, (Betriebs-)Kosten, usw. dafür direkt übernehmen soll / kann / darf.

6.2.1 Lüftungsanlage

Aufgrund der Dichtigkeit heute üblicher Fenster und Türen ist kein ausreichender, hygienischer Luftwechsel durch natürliche Lüftung mehr gewährleistet. Eine reine Fensterlüftung kann einerseits zu einem unbehaglichen Raumklima führen, andererseits sind hiermit auch Energieverluste verbunden beziehungsweise kann eine hygienische Mindestversorgung mit Frischluft nicht gewährleistet werden. Aufgrund eines nicht ausreichenden Luftwechsels sind weiters, speziell in Naßräumen, entsprechende Bauschäden wie z.B. Schimmelbildung zu erwarten.

Die wichtigsten Einflussfaktoren für den Feuchteanfall in Wohnräumen sind neben Personen auch Einrichtungsgegenstände, wie z.B. Pflanzen, Waschmaschine (vgl. Abbildung 27).

Feuchteanfall in Wohnräumen	
durch	
Person, ruhend	40 g/h
Person, wohnungsübliche Tätigkeit	90 g/h
Topfpflanze	10 g/h
Koch- und Feuchtreinigungsprozeß	1000 g/h
Waschmaschine	300 g/h
Duschbad	2600 g/h
Freie Wasseroberflächen	200 g/h

Abbildung 27: Feuchteanfall in Wohnräumen

Wie am Beispiel einer 4-Personen-Wohnung (Abbildung 28) ersichtlich ist, fallen hier pro Tag ungefähr 12 kg Wasserdampf an, welcher bei unkontrollierter (Fenster-) Lüftung sehr wahrscheinlich zu Bauschäden wie Schimmelbildung führen kann.

Feuchteanfall in einer 4-Personen-Modellwohnung Geschosswohnung mit 100 m² Wohnfläche				
Feuchtequellen		Gl.zeitigkeitsfaktor	Rechnung	Wasserdampfabgabe
8 h	Schlafruhe	1,0	4P x 1,0 x 40 g/h x 8h/d	1280 g/d
14 h	wohnungsübliche Tätigkeit	0,6	4P x 0,6 x 90 g/h x 14 h/d	3024 g/d
15	Topfpflanzen		15 x 10 g/h x 24 h/d	3600 g/d
3 h	Kochen und Feuchtreinigen		1000 g/h x 3h/d	3000 g/d
0,5	Waschmaschinenläufe		0,5 x 300 g/d	150 g/d
20 min	Duschbad		2600 g/h x 20/60 h/d	867 g/d
1000 cm ²	Freie Wasseroberfläche (z.B. Aquarium)			480 g/d
	Sonstiges (z.B. regennasse Kleidung)			200 g/d
			Summe	12601 g/d

diese 12,6 Kg Wasserdampf müssen über die Lüftung entsorgt werden.

Abbildung 28: Beispielhafter Feuchteanfall in einer 4-Personen-Wohnung

Mittels Fensterlüftung sind abhängig von verschiedenen Faktoren wie Nutzerverhalten, Wetterverhältnisse (Wind, Sommer/Winter, ...) und Lage der Fenster Luftwechselraten im Bereich von 0,1/h bis zu extremen 40/h möglich. Dadurch wird ersichtlich, dass einerseits keine kontinuierliche Abfuhr der überschüssigen Luftfeuchtigkeit gewährleistet werden kann, andererseits ein nicht mehr vertretbarer Energieverlust mit der unkontrollierten Fensterlüftung verbunden sein kann.

Daher besteht die Notwendigkeit, eine mechanische, kontrollierte Wohnraumlüftung vorzusehen, welche entweder eine konstante Menge an Frischluft zur Verfügung stellt oder bedarfsabhängig über z.B. Luftqualitätsfühler (CO₂, Feuchte, ...) die Luftmenge automatisch regelt.

Für einen ordnungsgemäßen Betrieb einer Lüftungsanlage muss die Gebäudehülle an sich eine gewisse Mindestdichtigkeit aufweisen, um den effizienten Betrieb der Lüftungsanlage zu gewährleisten.

Für die Dichtigkeit der Gebäudehülle sind folgende Werte einzuhalten (gemäß ÖNORM B 8110-1):

- Gebäude ohne Lüftungsanlage max. 3,0facher Luftwechsel
- Gebäude mit integrierter Lüftungsanlage max. 1,5facher Luftwechsel
- Passivhaus max. 0,6facher Luftwechsel

Der Luftwechsel wird bei einer Druckdifferenz von 50 Pascal zwischen innen und außen, gemittelt über Unter- und Überdruck und bei geschlossenen Ab- und Zuluftöffnungen gemessen (z.B. mittels Blower-Door-Test). Die genauen Anforderungen und Prüfverfahren sind unter anderem in der OIB-Richtlinie 6, Pkt. 7.2, sowie der ÖNORM EN 13829 festgehalten.

Sind in den Räumen bzw. Wohneinheiten der Betrieb von raumluftabhängigen Gerätschaften wie z.B. Dunstabzug oder Gasthermen geplant, so sind unbedingt Maßnahmen zu treffen, dass diese entweder im Umluftbetrieb (z.B. Dunstabzug) oder raumluftunabhängig (z.B. Gasthermen, Primärofen) betrieben werden können.

Bei der Leitungsführung ist zu beachten, dass beim Durchdringen von Brandabschnitten (z.B. Eintritt der Lüftungsleitungen in die Wohneinheiten) wartungsfreie Brandschutzklappen vorzusehen sind, um die Brandschutzanforderungen zu erfüllen.

Grundsätzlich ist der Einbau einer Feuchterückgewinnung (z.B. Rotationswärmetauscher, Wärmetauschermembran) bei starrer Betriebsweise (keine individuelle Luftmengenreduzierung möglich) zu empfehlen, um ein übermäßiges Austrocknen speziell im Winter zu vermeiden. Eine weitere Variante ist die individuelle, feuchteabhängige Luftmengenregulierung je Wohneinheit.

Auf ausreichende schalldämmende Maßnahmen (z.B. Schalldämpfer, Reduzierung der Luftgeschwindigkeit, Wahl der Luftauslässe) ist besonders in Schlafräumen zu achten.

Bei der Planung der Luftleitungen und den darin eingebauten Komponenten ist auf einen möglichst geringen Druckverlust zu achten, um den Energieaufwand für den Lufttransport so gering wie zu möglich zu halten. Um das Passivhauskriterium $0,45\text{W}/\text{m}^3\text{h}$ für das gesamte Lüftungssystem (Zu- und Abluftventilator, inkl. Regelungssystem und Hilfsantriebe) zu gewährleisten, sind besondere Maßnahmen zu treffen (z.B. vordrucklose Volumenstromregler, Quellluftauslässe)

Folgende Möglichkeiten stehen grundsätzlich zur Verfügung:

6.2.1.1 Zentrale Lüftungsanlage

Hierbei wird für ein oder mehrere Objekt(e) (Gebäude) ein zentrales Lüftungsgerät vorgesehen. Die Filterung und Erwärmung (evtl. im Sommer auch Kühlung) der angesaugten Außenluft erfolgt zentral pro Objekt. Die Geräteaufstellung kann z.B. entweder im Keller oder am Dachboden erfolgen. Idealerweise sollte die Aufstellung innerhalb der thermischen Gebäudehülle erfolgen, andernfalls sind spezielle Geräte zu verwenden (sogenannte wetterfeste Geräte). Auf möglichste kurze Leitungslängen ist zu achten.

Die Verteilung der Lüftungsleitungen erfolgt über bereits vorhandene oder neu herzustellende Steigschächte. Die Verteilung in den jeweiligen Geschoßen sollte idealerweise hauptsächlich in den Gängen erfolgen, da in diesen Bereichen eine Reduzierung der üblicherweise großzügigen Raumhöhe, insbesondere bei Gründerzeitgebäuden in der Regel vernachlässigbar ist.

Zur Einregulierung der Luftmengen sind für jede Wohneinheit entsprechende Volumenstromregler zu berücksichtigen, welche optional entweder über manuelle Regler oder Luftqualitätsfühler gesteuert werden können.

Über eine zentrale Außenluftansaugung und Fortluftausblasung wird sichergestellt, dass die Wärmeenergie der Abluft mittels Wärmetauscher auf die frisch angesaugte Außenluft übertragen wird.

Für Wartung und Reparatur genügt der Zutritt zu den betreffenden Technikräumen, welcher unabhängig von der Anwesenheit der Wohnungsnutzer erfolgen kann und nur befugtem Personal möglich sein soll.

6.2.1.2 Semizentrale Lüftungsanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung und individueller Regelung in allen Wohnungen

Hierbei wird pro Objekt ein zentrales Lüftungsgerät vorgesehen. Die Filterung und Erwärmung (evtl. im Sommer auch Kühlung) der angesaugten Außenluft erfolgt zentral pro Objekt. Für die Geräteaufstellung und die Verteilleitungen gilt das gleiche wie bei zentralen Geräten.

Die individuelle Regelung der Luftmenge erfolgt jedoch durch einzelne Ventilatoren je Wohneinheit, welche z.B. durch Luftqualitätsfühler gesteuert werden. Hierdurch lassen sich die individuell benötigten Luftmengen je Wohneinheit sehr genau erreichen. Durch eine entsprechende – individuell je Objekt unterschiedliche – Berücksichtigung von Gleichzeitigkeiten sind bei den primären Ventilatoren evtl. Optimierungen durch kleinere Geräte möglich. Optional ergibt sich auch die Möglichkeit einer thermischen Nachbehandlung (Nacherwärmung oder -Kühlung) der eingebrachten Zuluft.

Über eine zentrale Außenluftansaugung und Fortluftausblasung wird sichergestellt dass die Wärmeenergie der Abluft mittels Wärmetauscher auf die frisch angesaugte Außenluft übertragen wird.

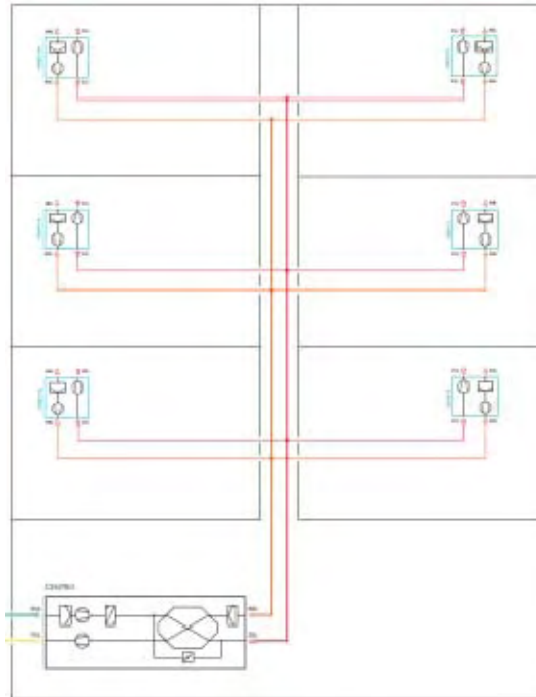


Abbildung 29: Semizentrales Komfortlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung⁴²

Für Wartung und Reparatur ist einerseits der Zutritt zu den Räumlichkeiten der zentralen Anlagenteile notwendig, welcher auch ohne Anwesenheit der einzelnen Wohnungsnutzer erfolgen kann, und nur befugtem Personal möglich sein soll. Für Wartung und Reparatur der Anlagenteile für die betreffenden Wohnungseinheiten ist die Anwesenheit der jeweiligen Wohnungsnutzer notwendig.

6.2.1.3 Dezentrales Lüftungsgeräte, 1 Lüftungsgerät mit WRG pro Wohneinheit

Hierbei wird pro Wohneinheit ein dezentrales Lüftungsgerät vorgesehen. Die Filterung und Erwärmung der angesaugten Außenluft erfolgt individuell je Wohneinheit. Die Außenluft kann entweder pro Wohneinheit direkt von außen angesaugt werden, zu bevorzugen ist jedoch die Außenluftversorgung über einen zentralen Außenluftschaft. Die Fortluft ist ebenfalls bevorzugt über einen zentralen Fortluftschaft aus dem Gebäude zu führen. Die Geräteaufstellung erfolgt entweder in einem eigenen Technikraum oder -abteil bzw. sind bei entsprechender vorhandener Raumhöhe auch Deckeneinbaugeräte möglich.

Die Verteilung der Lüftungsleitung erfolgt innerhalb der Wohnung über z.B. den Vorraum (Gang). Aufgrund der bei individueller Außenluft- und Fortluftführung je Wohneinheit notwendigen Durchdringungen der Außenhaut ist auf die qualitative einwandfreie Abdichtung dieser Durchdringungen zu achten, um die Luftdichtheit als solche zu gewährleisten und einen erhöhten Energieaufwand durch Luftundichtigkeiten zu vermeiden.

⁴² Angaben Lüftungsgerätehersteller Drexel&Weiss, 2009

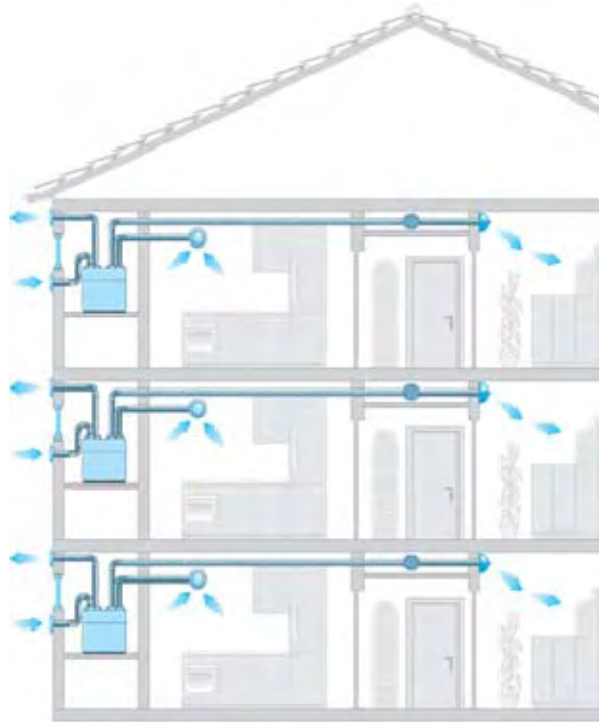


Abbildung 30: Dezentrale Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung⁴³ (Aerex, 2007, 13)

Die individuelle Regelung erfolgt z.B. durch Luftqualitätsfühler für jede Wohneinheit völlig unabhängig von anderen Lüftungsgeräten / Wohneinheiten.

Für Wartung und Reparatur ist jeweils der Zutritt zu den betreffenden Wohneinheiten zu gewährleisten. Aufgrund der Anzahl der Einzelgeräte ergeben sich auf das ganze Objekt betrachtet bei dieser Variante erhöhte Energieverluste und ein erhöhter Wartungsaufwand. Weiters können keine möglichen Gleichzeitigkeiten aufgrund der Nutzung berücksichtigt werden.

6.2.1.4 Raumlüftungsgerät, mehrere Geräte pro Wohneinheit⁴⁴

Hierbei wird pro Raum ein dezentrales Lüftungsgerät vorgesehen. Die Filterung und Erwärmung der angesaugten Außenluft erfolgt individuell je Raum. Die Gerätemontage erfolgt vorzugsweise im Bereich der Außenwand.

Auf Lüftungsleitungen kann bei dieser Variante großteils verzichtet werden, sie ist nur bei innenliegenden Räumen gegebenenfalls vorzusehen. Zu berücksichtigen ist das für jeden Raum mit einem Raumlüftungsgerät Öffnungen in der Außenwand zu berücksichtigen sind. Aufgrund der damit verbunden Durchdringungen der Außenhaut ist auf die qualitative

⁴³ Angaben Lüftungsgerätehersteller Aerex, 2007

⁴⁴ Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: Wohnhaussanierung Markatstraße Linz, Ingrid Domenig Meisinger et al.

einwandfreie Abdichtung dieser Durchdringungen zu achten, um die Luftdichtheit als solche zu gewährleisten und einen erhöhten Energieaufwand durch Luftundichtigkeiten vermeiden.

Zu beachten ist, dass bei dieser Variante das anfallende Kondensat mit der Fortluftleitung austritt. **ACHTUNG:** Gefahr von Eiszapfen und Eisbildung am Gehsteig im Winter möglich!

Die individuelle Regelung erfolgt z.B. durch Luftqualitätsfühler für jeden Raum völlig unabhängig.

Für Wartung und Reparatur ist jeweils der Zutritt zu den betreffenden Räumen zu gewährleisten. Aufgrund der Anzahl der Einzelgeräte ergeben sich auf das ganze Objekt betrachtet erhöhte Energieverluste und ein erhöhter Wartungsaufwand. Weiters können keine möglichen Gleichzeitigkeiten aufgrund der Nutzung berücksichtigt werden.

6.2.1.5 Kellerentfeuchtung über die Lüftung

Aufgrund des Alters der typischen Gründerzeitobjekte ist häufig die Problematik von aufsteigender Feuchte anzutreffen. Für eine nachhaltige Sanierung und Trockenlegung ist es unverzichtbar, das Eindringen von Feuchtigkeit in die Bausubstanz nachhaltig zu verhindern. Die Trocknung des Mauerwerks über die Lüftung kann dann anschließend z.B. über die Lüftung erfolgen, dies ist jedoch nur ein einmaliger Effekt. Eine Trocknung nur über die Lüftung führt zum gegenteiligen gewünschten Effekt, da durch den Abtransport der Feuchte an der Bauteiloberfläche, neue Feuchtigkeit wieder quasi "nachgesaugt" wird, und der Trocknungseffekt dadurch aufgehoben wird.

Weiters ist die dafür benötigte Luftmenge zu berücksichtigen, welche das ganze Jahr über bei dieser Variante durch die Kellerräumlichkeiten geführt werden muss. Im Frühjahr/Sommer kann es bei entsprechender Witterung zu einem Feuchteeintrag (Kondensation) in den Keller kommen. Im Winter ist aufgrund der Außenlufttemperatur mit einer Auskühlung der Bauteile und in Folge mit Bauschäden zu rechnen, welche nur durch entsprechende Dämmmaßnahmen zu verhindern sind. Wärmedämmungen im Bereich der Kellerdecke sind jedoch aufgrund der häufig vorkommenden Gewölbedecken schwierig zu realisieren. Hinzu kommt, dass durch die Dämmung die Austrocknung des Mauerwerks erheblich erschwert ist und ebenfalls Bauschäden (z.B. Schimmelbildung) zu erwarten sind.

Aus diesem Grund ist eine Kellerentfeuchtung rein über die Lüftungsanlage nicht zu empfehlen. Als Maßnahmen zur Trockenlegung sind bautechnische Maßnahmen, welche ein nachhaltiges Aufsteigen von Feuchtigkeit in die Bauteile verhindern, zu prüfen und umzusetzen. Eine Trockenlegung kann dann unter einmaligem Einsatz mobiler Lüftungsgeräte (so genannte Kondensationstrockner) oder über den Einbau einer "Bauteiltrocknung,, erfolgen. Dabei wird im Sesselleistenbereich ein Kupferrohr in die Wand eingestemmt und damit die Wand "beheizt".

6.2.2 Heizungssystem, Verteil- und Wärmeabgabesystem, Warmwasserversorgung

Kriterien für die Entscheidung für oder gegen ein Wärmeabgabesystem sind neben den Investitionskosten, den baulichen Gegebenheiten und Möglichkeiten, auch die Auswirkungen auf die Behaglichkeit durch die durchschnittliche Temperaturverteilung im Raum, bzw. die Akzeptanz von Abweichungen von der idealen Temperaturverteilung.

Wie in Abbildung 31 ersichtlich kommt eine Fußbodenheizung dem idealen Temperaturverlauf am nächsten, gefolgt von der Radiatorenheizung an der Außenwand. Der Investitionsaufwand ist für die Fußbodenheizung im Vergleich am höchsten, jedoch ermöglichen die relativ tiefen Vorlauftemperaturen eine Einsparung bei den Betriebskosten. Eine Beheizung mit Einzelöfen stellt zwar im Gegensatz dazu von den Investitionskosten die günstigste Variante dar, nur ergibt sich dadurch neben einer ungünstigen durchschnittlichen Temperaturverteilung auch ein erheblicher Aufwand für den Betrieb (Brennstofflagerung und -transport).

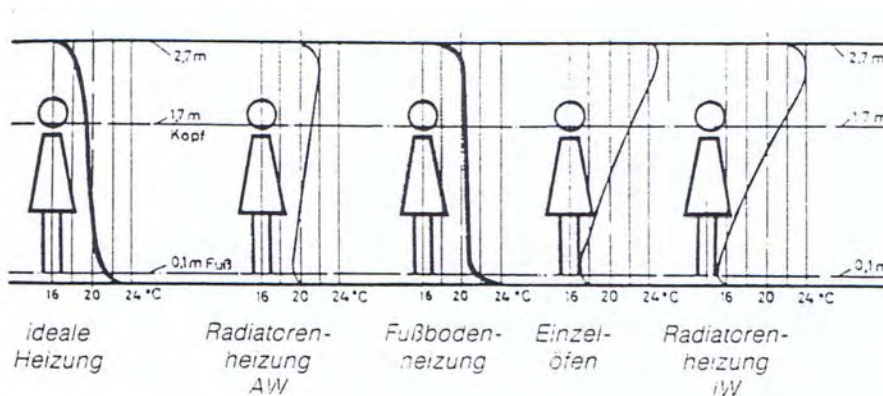


Abbildung 31: Temperaturverlauf verschiedener Wärmeabgabesysteme⁴⁵

Im Folgenden werden die verschiedenen Wärmeabgabesysteme näher betrachtet.

6.2.2.1 Flächenheizung (Fußboden-, Wand- und Deckenheizung)

Bei Flächenheizungen können aufgrund der großen Wärmeabgabefläche die Vorlauftemperaturen gegenüber konventionellen Heizkörper stark abgesenkt werden. Dadurch eignen sich die Systeme besonders für den Einsatz von Wärmepumpen oder Solaranlagen.

Die Wärmeabgabe erfolgt aufgrund der großen Fläche überwiegend durch Strahlung und nur zu einem geringen Anteil durch Konvektion. Dadurch entfallen speziell die sich bei Heizkörpern oder Konvektoren bildenden Staubbester. Weiters ist durch den hohen

⁴⁵ Skriptum zur Vorlesung Heizungstechnik II, FH-Pinkafeld, DI Rudolf Hochwarter, WS 1999/2000

Strahlungsanteil eine Absenkung der Lufttemperatur bei gleicher Behaglichkeit möglich, wodurch ein weiteres Energiesparpotential gegeben ist.

Zu berücksichtigen ist jedoch, speziell bei Fußbodenheizungen, der benötigte Platzbedarf im Fußbodenaufbau. Naßverlegte Systeme (im Estrich verlegte Heizungsrohre) benötigen einen Fußbodenaufbau von mindestens 14 cm. Trockenverlegte Systeme (Heizungsrohre verlaufen in der Dämmung, auf welche Holzplatten und der Bodenbelag direkt verlegt werden) benötigen je nach System weniger Fußbodenaufbau, sind aber mit einer höheren Vorlauftemperatur zu betreiben.

Bei Wandheizungen ist die Platzsituation ähnlich der Fußbodenheizung mit den möglichen Putzstärken.

Fußbodenheizung

Bei der Fußbodenheizung werden die Heizrohre in Verbindung mit einer Warmwasserzentralheizung im Fußboden verlegt. Aufgrund der niedrigen Vorlauftemperatur von unter 40°C (optimal unter 30°C) eignet sie sich besonders für den Einsatz von Wärmepumpen oder Solarenergie als Wärmequelle.

Sie bietet den Vorteil des Entfalls von unter Umständen störenden Heizkörpern (= Entfall Staubnester), ein günstiges Temperaturprofil über die Raumhöhe, Reduzierung der Lufttemperatur durch erhöhten Strahlungsanteil. Die durchschnittliche Temperaturverteilung im Raum entspricht fast der idealen Temperaturverteilung laut Abbildung 31, links dargestellt.

- Nasssystem

Unter Nasssystem wird hier ein Bodenaufbau mittels Mörtel- oder Fliessestrich verstanden, welcher vor Ort auf der Baustelle verarbeitet wird und innerhalb des Estrich die Heizungsrohre für die Wärmeabgabe verlaufen. Durch die flüssige Konsistenz während der Verlegung speziell von Fliessestrich umfließt der Mörtel die Heizleitung vollständig und sorgt aufgrund des bündigen Kontaktes zum Rohr für einen optimalen Kontakt vom Heizrohr zum Estrich. Es entstehen so gut wie keine Lufteinschlüsse wie sie zum Beispiel bei konventionellem Mörtelstrich auftreten können.

Vor dem Belegen muss der Heizestrich aufgeheizt werden. Darüber ist ein Aufheizprotokoll zu führen, welches dem Bodenleger vorgelegt werden muss. Das Aufheizen dient der Trocknung des Estrichs und dem Spannungsabbau in der Estrichscheibe. Wird ein Heizestrich vor der Belagsverlegung nicht ausreichend trockengeheizt, kann dies später zu Schäden an Estrich und Belag führen. Auch ein bereits natürlich getrockneter Estrich muss vor der Belegung aufgeheizt werden. Der Beginn des Aufheizens des Estrichs und die Dauer der Aufheizphase bzw. der Trocknung sind abhängig von der Estrichart, Estrichdicke, Lüftung, Vorlauftemperatur und Witterung.

Um Schäden im Estrich durch unterschiedliche Belastungen – sowohl thermische als auch mechanische – zu vermeiden, sind unter Berücksichtigung der räumlichen Flächen Dehnungsfugen beim Anschluss an die Wände, aber unter Umständen bei größeren Flächen

auch innerhalb dieser, unbedingt in ausreichendem Maße zu berücksichtigen (der so genannte "Kellenschnitt" ist in der Regel nicht ausreichend!).

- Trockenbausystem

Trockenbausysteme werden aus plattenförmigen Elementen auf der Baustelle zusammengesetzt. Sie haben gegenüber dem Nasssystem einige Vorteile:

- Geringere Aufbauhöhe (ab ca. 18 mm, je nach Hersteller und Type unterschiedlich)
- Deutlich geringeres Gewicht
- Kein Feuchtigkeitseintrag in das Gebäude
- In der Regel am nächsten Tag belegreif

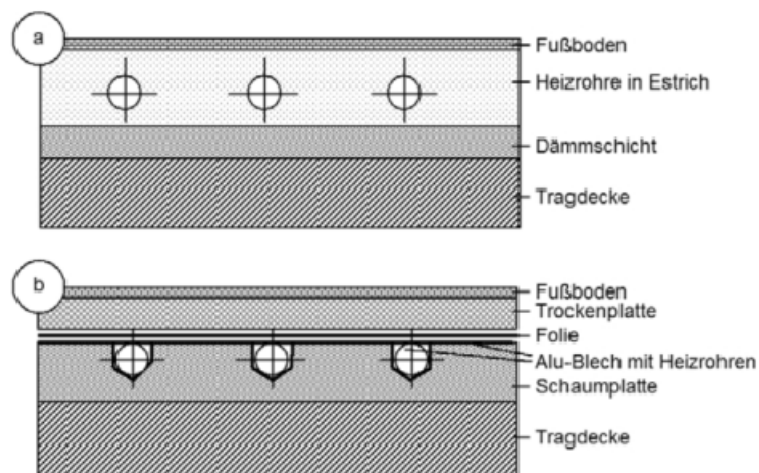


Abbildung 32: Fußbodenheizung – Nassverlegung (a), Trockenverlegung (b) ⁴⁶

Dies macht dieses System besonders interessant für die Modernisierung von Gebäuden bzw. bei begrenzten zeitlichen Rahmenbedingungen. In der Sanierung ist dieses System die Lösung bei begrenzter Aufbauhöhe und bei geringer Deckentragfähigkeit.⁴⁷

Zu berücksichtigen ist, dass aufgrund der geringeren Masse ein geringfügiges schnelleres Ansprechverhalten bei Temperaturänderungen gegenüber Nasssystemen gegeben ist, für den Betrieb aber andererseits auch geringfügig höhere Vorlauftemperaturen notwendig bzw. möglich sind.

Wandheizung

Hier ist zu beachten, dass die zur Beheizung genutzten Flächen nicht durch Schränke oder andere Möbel verstellt werden. Weiters ist die nachträgliche Montage von Bildern oder Regalen nur sehr bedingt möglich (wasserführende Leitungen im Putzaufbau!).

⁴⁶ Schramek et al., 2007, S. 952

⁴⁷ Uponor, Handbuch der Gebäudetechnik, 2009

- Nasssystem

Die Rohre sind an der massiven Wand mit entsprechenden Rohrträgern befestigt und werden mit üblichem Wandputz gegebenenfalls in mehreren Lagen überdeckt.

- Trockenbausystem

Die Rohre liegen im Zwischenraum einer Unterkonstruktion aus Holz-, Stahlblech- oder Aluminium-Profilen in der Wärmedämmung, die Wärmeübertragung an die Trockenausbauplatten wird durch Stahl- oder Aluminium-Wärmeleitlamellen verbessert. Die Trockenausbauplatten werden flächenbündig, aber unabhängig von der Heizebene, montiert.

Deckenheizung

Bei der Deckenheizung ist auf eine geringe Vorlauftemperatur und eine ausreichende verbleibende Raumhöhe für ein behagliches Raumklima zu achten.

- Nasssystem

Die Rohre sind an der massiven Decke mit entsprechenden Rohrträgern befestigt und werden mit üblichem Deckenputz gegebenenfalls in mehreren Lagen überdeckt.

- Trockenbausystem

Die Rohre liegen meist vorgefertigt in einer werksseitig gefrästen Trockenausbauplatte, die an einer von der Decke abgehängten Unterkonstruktion befestigt ist.

6.2.2.2 Radiatorheizung

Bei der Radiatorheizung erfolgt die Wärmeabgabe an den Raum über Metallplatten, welche vom Heizungswasser durchströmt werden. Die Wärmeabgabe erfolgt fast ausschließlich über konvektivem Wege (= natürliche Luftzirkulation). Zur Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche werden Heizkörper je nach Type und Leistung mit zusätzlichen, vertikal verlaufenden Lamellen ausgestattet. Diese Lamellen sind gleichzeitig ideale Punkte zur Bildung von sogenannten Staubnestern, welche speziell für sehr empfindliche Personen negative Auswirkungen haben können.

Für die Wärmeabgabe werden deutlich höhere Temperaturen als bei einer Flächenheizung benötigt (ungefähr 60°C). Wenngleich auch der benötigte Heizbedarf aufgrund umfangreicher (bautechnischer) Maßnahmen stark gesenkt werden kann, ergibt sich nach wie vor aufgrund der Art der Wärmeübertragung die Notwendigkeit nach diesen relativ hohen Vorlauftemperaturen.

Aufgrund des Funktionsprinzips der Wärmeübertragung mittels Konvektion und der damit verbunden im Raum vorherrschenden Luftströmung sind Heizkörper bevorzugt auf der Außenwandseite im Fensterbereich zu situieren. Ausnahmen können bei Objekten in Passivhausbauweise bei Fenstern mit einem U-Wert kleiner 1,0 W/m²K berücksichtigt werden. In

diesen Fällen ist auch eine Situierung an Innenwänden möglich. Zu beachten ist dennoch, dass der Glasflächenanteil nicht übermäßig groß ist.

Generell ist dabei zu beachten, dass die natürliche Luftzirkulation nicht durch diverse Ein- oder Verbauten behindert wird, da dann unter Umständen die benötigte Heizleistung nicht mehr erreicht wird und die Heizkörper größer dimensioniert werden müssen.

Mittlerweile gibt es jedoch auf dem Markt eine Vielzahl von verschiedensten Ausführungen von Heizkörpern, welche eine optisch ansprechende Integration von Heizkörpern in die Raumgestaltung ermöglichen.

6.2.2.3 Heiz-Verteilsysteme

Um eine nutzergerechte und bedarfsabhängige Verrechnung der Heizkosten zu ermöglichen ist der Einbau entsprechender Wärmemengenzähler, z.B. in sogenannten Wohnungstationen, von Beginn an einzuplanen und auszuführen. Dies können entweder Wärmemengenzähler in den Vor- und Rücklaufleitungen sein oder konventionelle Verdunstungswärmezähler, welche jedoch nur bei Heizkörpern zum Einsatz kommen können. Beim Einbau von Wärmemengenzählern in Vor- und Rücklaufleitungen besteht auch die grundsätzliche Möglichkeit, diese über ein Gebäudeleittechniksystem (GLT) mittels Fernablese auszuwerten und die Daten über einen längeren Zeitraum einfach auszuwerten.

Zentrales Heizverteilsystem

Beim zentralen Heizverteilsystem befindet sich in der Heizungszentrale eine Hauptpumpe (eventuell in Doppelpumpenausführung bezüglich Ausfallsicherheit), welche das Heizungsmedium (-wasser) durch das ganze Verteilsystem fördert. Die Temperatur wird über einen Außentemperaturfühler erfasst und wirkt über eine Heizkurve auf ein Mischventil. An sich wäre bei modernen Heizkesseln durch eine gleitenden Betriebsweise auch der Verzicht des Mischventiles (und Heizungspufferspeicher) möglich, nur können sich dadurch unter Umständen Taktungen des Heizkessel ergeben, welche sich negativ auf die Lebensdauer und die emittierten Schadstoffkonzentrationen auswirken. Bei Fehlen eines Heizungspufferspeichers ist auch keine Einbindung einer thermischen Solaranlage in das System möglich.

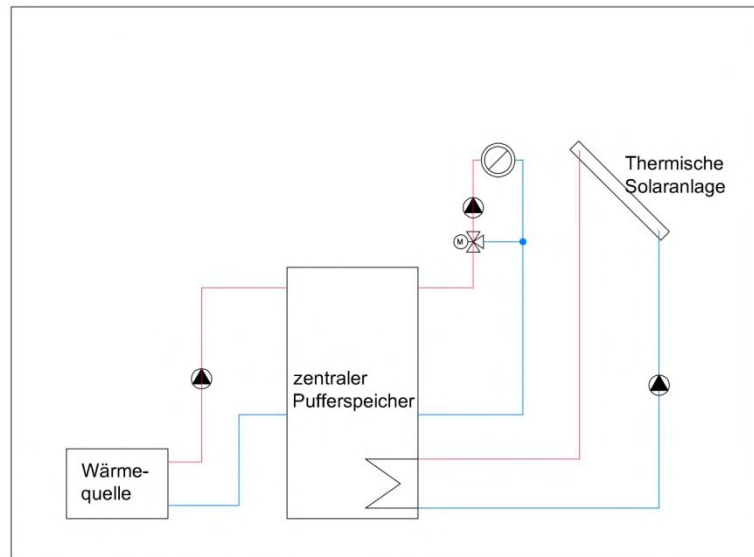


Abbildung 33: Prinzipschema zentrales Heizverteilsystem mit Pufferspeicher und thermischer Solaranlage

Die individuelle Raumtemperaturregelung in den einzelnen Wohneinheiten bzw. Wohnräumen erfolgt je nach gewähltem Wärmeabgabesystem entweder über Thermostatventile am Heizkörper oder ein Raumthermostat welches z.B. auf ein Motorventil wirkt. Hierbei wird in aller Regel der Massenstrom mehr oder weniger reduziert, wodurch es aufgrund der Anlagengröße unter Umständen bei mangelhafter hydraulischer Dimensionierung und Ausführung zu unangenehmen Auswirkungen wie z.B. erhöhten Strömungsgeräuschen (pfeifen, rauschen) kommen kann.

Dezentrales Heizverteilsystem

Beim dezentralen Heizverteilsystem befindet sich in der Heizungszentrale zwar auch eine Heizungspumpe, diese fördert das Heizungsmedium (-wasser) aber nur mehr zu sogenannten Wohnungsstationen (meist Plattenwärmetauscher). Hier findet eine Wärmeübergabe und hydraulische Trennung zwischen der Wärmeerzeugung (Kessel und Versorgungsleitungen) und Wärmeabgabe (Heizflächen in den Wohneinheiten) statt. Innerhalb der Wohnungseinheiten erfolgt die Verteilung dann mittels eigener Umwälzpumpe, optional mit eigenem Mischventil um die gewünschte Raumtemperatur (bevorzugt über ein Raumthermostat) zu erreichen.

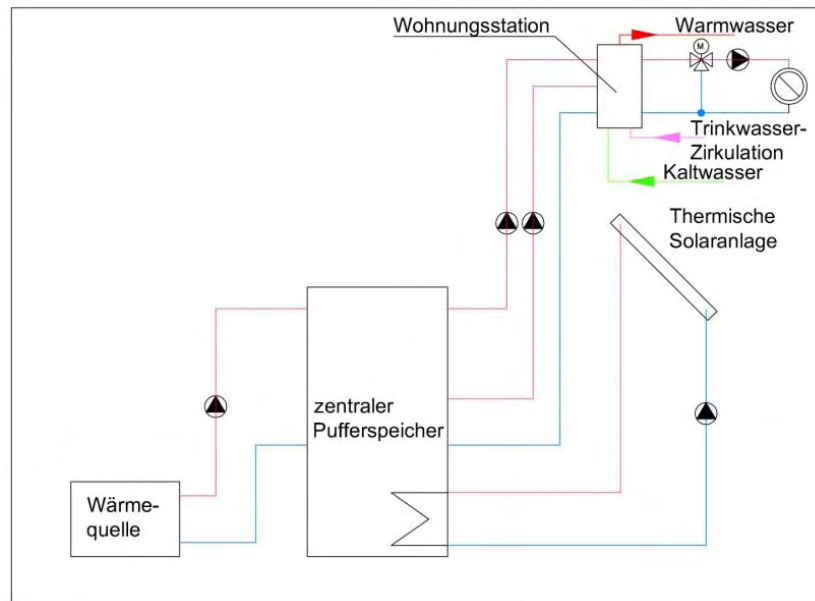


Abbildung 34: Prinzipschema dezentrales Heizverteilensystem mit Pufferspeicher, thermischer Solaranlage, Wohnungsstation und getrennter Vorlaufleitungen zur optimalen Ausnutzung der Solarenergie

Bei dieser Variante ist idealerweise die Warmwasserbereitung ebenfalls mittels der Wohnungsübergabestationen zu realisieren, da hierbei neben einer zusätzlichen Warmwasserleitungsverrohrung auch ein zentraler Warmwasserspeicher mit notwendiger Zirkulationsleitung entfallen kann. Das Trinkwarmwasser wird über die Wohnungsübergabestation bedarfsgerecht und hygienisch einwandfrei zur Verfügung gestellt.

Für eine optimale Ausnutzung einer thermischen Solaranlage bietet sich an, für die Versorgung der Wärmeabgabe (speziell Fußbodenheizung) und der Warmwasserbereitung getrennte Vorlaufleitungen zu planen, da für die Beheizung in Kombination mit Flächenheizung deutlich niedrigere Vorlauftemperaturen benötigt werden als für die Warmwasserbereitung.

6.2.2.4 Warmwasserversorgung

Zentrale Warmwasserbereitung

Bei der zentralen Warmwasserbereitung gibt es folgende Möglichkeiten der Erwärmung und Speicherung

- Heizungs-Pufferspeicher mit
 - Warmwasserbereitung über integrierten Wärmetauscher, z.B. Edelstahlwellrohr, oder
 - Warmwasserbereitung über externen Wärmetauscher, z.B. Frischwasserstation mit Plattenwärmetauscher

oder

- Warmwasserbereitung in getrenntem Trinkwasserspeicher

Bei diesen Varianten ist allgemein zu beachten, dass aufgrund der zu erwartenden Leitungslängen nicht automatisch die sofortige Verfügbarkeit von Warmwasser in den Wohnungen gegeben ist. Aus diesem Grund ist die Installation einer zusätzlichen Zirkulationsleitung, welche ständig warmes Wasser bis zur letzten Verbrauchsstelle transportiert, vorzusehen bzw. zu prüfen.

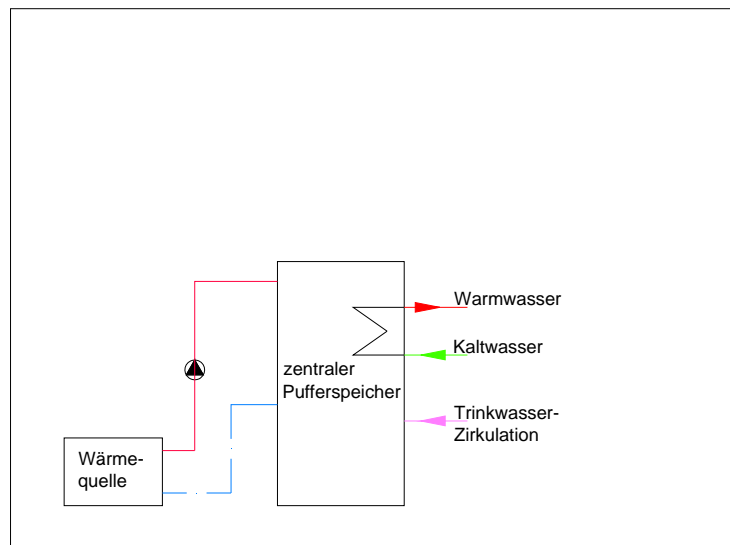


Abbildung 35: Prinzipschema zentrale Warmwasserbereitung mit internem Wärmetauscher im Pufferspeicher und Zirkulationsleitung

Bei zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen, im besonderen bei Einsatz eines zentralen Trink-Warmwasserspeichers, ist zur Minimierung des Risikos einer Legionellenbelastung eine Temperatur von mindestens 55°C im gesamten Warmwasserverteilsystem (inkl. Zirkulationsleitungen) bzw. bei Austritt aus dem Warmwasserbereiter von mind. 60°C ständig sicherzustellen (siehe auch ÖNORM B 5019 Hygienerrelevante Planung, Ausführung, Betrieb, Wartung, Überwachung und Sanierung von zentralen Trinkwasser-Erwärmungsanlagen).

Im Fall, dass die Wärmeenergie in einem Heizungs-Pufferspeicher gespeichert wird, ergibt sich die vorteilhafte Möglichkeit, auch Temperaturen unter 55°C im Speicher zuzulassen, um z.B. die Energie einer thermischen Solaranlage oder Wärmepumpe bestmöglich ausnutzen zu können. Eine allfällige Nachheizung auf die erforderliche Temperatur zur Warmwasserbereitung kann dann entweder über einen E-Heizstab erfolgen oder über eine andere, bereits vorhandene Wärmequelle (z.B. Fernwärme, Pelletskessel) erfolgen.

Dezentrale Warmwasserbereitung

Bei der dezentralen Warmwasserbereitung erfolgt die Speicherung der Wärmeenergie in einem z.B. Pufferspeicher im Keller. Die Wärme wird dann mittels Heizungsleitungen zu sogenannten Wohnungsstationen (Frischwasserstationen) in den jeweiligen Wohneinheiten gefördert, wo das jeweilig benötigte Warmwasser bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt wird.

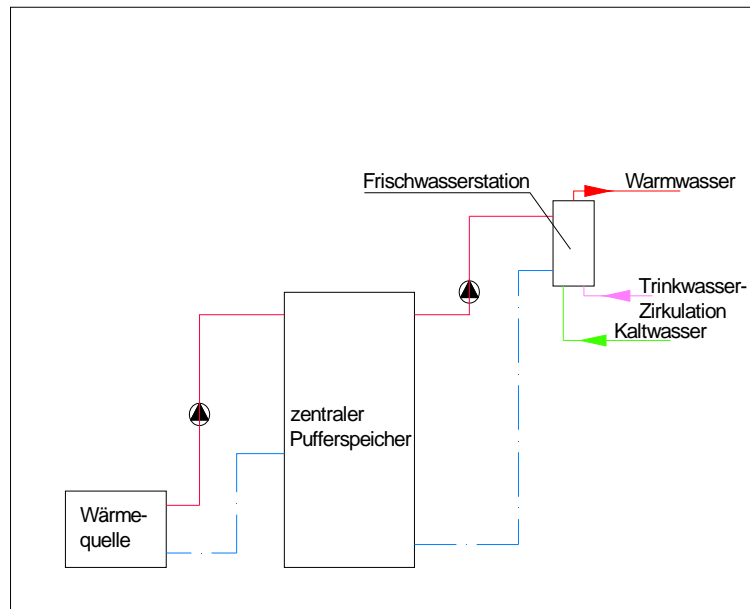


Abbildung 36: Prinzipschema dezentrale Warmwasserbereitung

Für eine jederzeitige Verfügbarkeit von Warmwasser ist es notwendig auf der Heizungsseite ständig die entsprechende Wärmemenge zur Verfügung zu stellen.

Vorteil dieser Variante ist das auf der Trinkwasserseite keine großen Mengen bevorratet werden müssen. Weiters sind aufgrund der relativ kurzen Leitungen und damit verbunden Wassermengen keine besonderen Vorkehrungen bezüglich Legionellen zu treffen – die allgemeinen Installations- und Hygienevorschriften sind jedoch auf jeden Fall einzuhalten.

Zirkulationsleitung, Wasserhygiene⁴⁸

Bereits seit einigen Jahrzehnten werden Zirkulationssysteme zur Komfortsteigerung in die Trinkwarmwasseranlage eingebaut. Seit der Entdeckung der Legionellen als Erreger von Krankheiten mit teils tödlichem Ausgang vor etwa 30 Jahren und aufgrund darauf folgender Forschungen nach deren Verbreitungswegen hat sich die Bedeutung von Trinkwasserzirkulationsanlagen jedoch grundlegend gewandelt. Statt lediglich den Komfort durch die schnelle Bereitstellung von Warmwasser zu steigern, sind Zirkulationsanlagen heute wichtiger Bestandteil bei der Sicherstellung der Hygiene in Trinkwarmwasseranlagen.

Damit bei kleineren Anlagen, bei denen der Wasserinhalt im Trinkwassererwärmer und in den Rohrleitungen durch die Benutzung relativ häufig ausgetauscht wird, nicht

⁴⁸ Uponor, Praxishandbuch der Gebäudetechnik, 2009

unverhältnismäßig hoher Aufwand für einen, hygienisch gesehen, relativ geringen Nutzen betrieben wird, wird im allgemeinen zwischen Groß- und Kleinanlagen unterschieden.

Als Kleinanlagen bezeichnet man

- Generell alle Anlagen in Ein- und Zweifamilienhäusern
- Anlagen mit einem definierten Wasserinhalt

Alle anderen Anlagen bezeichnet man als Großanlagen, insbesondere Anlagen mit Trinkwassererwärmungsanlagen in bzw. auf

- Wohngebäuden (Mehrfamilienhäusern)
- Hotels und Campingplätzen
- Altenheimen und Krankenhäusern
- Bädern, Schwimmbädern und Sportanlagen
- Industriegebäuden

Das Trinkwasser im Warmwasserspeicher- und -verteilssystem sollte mit konstanter Temperatur betrieben werden. Das regelmäßige Aufheizen des gesamten Warmwassersystems ist bei normgerechter Planung und Installation nicht notwendig und nicht zielführend. Dies ist nur eine Maßnahme um bei einem Auftreten von entsprechenden Belastungen im Trinkwarmwasser eine entsprechende „Sanierung“ durchführen zu können. Daher muss das System sehr wohl für diesen Fall ausgelegt sein. Das bedeutet, dass zum hydraulischen Abgleich innerhalb des Warmwasserverteil- und -zirkulationssystems z.B. eingebaute thermostatische Strangreguliertventile für den Fall der thermischen Desinfektion Spülungen mit 70°C Wassertemperatur zulassen müssen.

Für den Fall der Notwendigkeit einer Trinkwasserzirkulationsanlage sind jedenfalls die einschlägigen Vorschriften wie z.B. ÖNORM H 5019, DVGW-Arbeitsblatt W 551 und W 553 usw. heranzuziehen. In jedem Fall sind jedoch für eine Sicherstellung der Hygiene die allgemeinen Installationsvorschriften, Richtlinien, Gesetze usw. zu berücksichtigen (z.B. Vermeidung von Toteleitungen, Stagnation, verwendete Rohrmaterialien). Im Zuge der Planung bzw. spätestens vor Inbetriebnahme ist die Durchführung einer Wasseranalyse zu empfehlen.

6.3 Energieversorgung

Bei der Energieversorgung sind neben der Auswahl des Energieträgers selbst auch noch diverse andere Überlegungen wie Verfügbarkeit, Platzangebot usw. zu berücksichtigen.

Im Zuge einer umfassenden Sanierung ist in der Regel aus den bautechnischen Maßnahmen ein deutlicher Rückgang im Heizenergiebedarf zu erwarten. In Kombination mit Flächenheizungen und den damit verbunden niedrigeren Betriebstemperaturen ergeben sich somit Einsatzmöglichkeiten für neue, regenerative und umweltschonende Energiequellen (z.B. Wärmepumpen, Solarenergie).

Generell sollten die Räumlichkeiten für die Energieversorgung möglichst zentral und leicht zugänglich situiert werden. Einerseits ist für eine später anfallende Wartung oder Reparatur eine einfache Einbringung von größeren Ersatzteilen vorzusehen, andererseits sollen diese Räumlichkeiten aber nur befugtem Personal zugänglich sein. Weiters ist eine einfache und möglichst kurze Leitungsführung zu berücksichtigen.

Bei der Wahl der Energiequelle ist neben dem eigentlichen Energiebedarf auch die Energiemenge zu berücksichtigen, welche durch vorgelagerte Prozesse (Transport, Aufbereitung) außerhalb der Systemgrenze für Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der Energie benötigt wird. Eine Auflistung dieser sogenannten Primärenergiefaktoren ist unter 6.3.7 in Tabelle 13: Auflistung von Primärenergiefaktoren lt. DIN V 4701-10 angeführt.

6.3.1 Gasheizung

Bei einer Gasheizung erfolgt die Wärmeerzeugung meist mittels zentralem Gaskessel unter Einbezug der Brennwerttechnologie für einen größtmöglichen Wirkungsgrad. Diese Technologie hat sich in den letzten Jahren etabliert, ist als ausgereift anzusehen und kann als Standard bezeichnet werden. Es sind keine Räumlichkeiten für die Brennstoffbevorratung vorzusehen. Die Situierung der Gaszählereinrichtung hat jedoch in der Regel außerhalb des Heizraumes zu erfolgen. Die Situierung der Gaszähleinrichtung erfolgt im Idealfall in Abstimmung mit dem Gasversorgungsunternehmen, um in weiterer Folge eine ungehinderte Ablesbarkeit der verbrauchten Gasmenge durchführen zu können. Die Leitungsführung ist unter Beachtung der entsprechenden Richtlinien und Vorschriften in den meisten Fällen problemlos herstellbar und sollte ebenfalls in Abstimmung mit dem Gasversorgungsunternehmen, bzw. dessen spezifischen Vorgaben, Richtlinien erfolgen.

Voraussetzung für die Nutzung einer Gasheizung ist, dass entweder ein Gasanschluss bereits vorhanden ist bzw. kostengünstig hergestellt werden kann. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, unabhängig eines Gasversorgers mittels Flüssiggas zu heizen. Hierfür sind jedoch entsprechende Lagermöglichkeiten zu schaffen. Die typische Situierung eines Flüssiggastanks erfolgt entweder im Freien oder unterirdisch, wobei jeweils entsprechende

Sicherheitszonen um den Tank zu berücksichtigen sind. Auch muss die Möglichkeit einer Betankung mittels LKW berücksichtigt werden. Aufgrund des damit verbundenen Aufwands und der typischerweise zu erwartenden räumlichen Gegebenheiten bei Gründerzeitbauten wird die Variante einer Flüssiggasversorgung hier nicht näher betrachtet.

Zu unterscheiden ist

- Ein zentrales Gasheizgerät pro gesamten Wohnobjekt („Zentralheizung“)
- Dezentrale Gasheizgeräte in den einzelnen Wohneinheiten („Etagenheizung“)

Bei einem zentralen Heizgerät pro Wohnobjekt ist ein eigener Aufstellraum notwendig, welcher aber auch für die restliche Heiz- und Haustechnik mitgenutzt werden kann. Besondere Anforderungen hinsichtlich z.B. Brandschutz hängen von der notwendigen Kesselleistung ab und sind den entsprechenden Normen, Landesgesetzen und Vorschriften der Gasversorger zu entnehmen.

Grundsätzlich bieten moderne Gasheizgeräte die Möglichkeit eines gleitenden Betriebes an. Das bedeutet, dass die Kesseltemperatur (in weiterer Folge die Vorlauftemperatur) in Abhängigkeit der Außentemperatur gleitend angepasst wird. Damit ist jedoch nicht automatisch die Notwendigkeit, einen sogenannten Pufferspeicher vorzusehen, verbunden. Allerdings wird durch die Einbindung eines Pufferspeichers ein eventuell mögliches Takten des Kessel (= wiederholtes, häufiges Ein- und Ausschalten des Brenners) vermieden, was sich sowohl positiv auf die Lebensdauer des Gerätes als auch auf die emittierten Abgase auswirkt (in der Startphase kommt es zu einer mehr oder weniger unvollständigen Verbrennung, verbunden mit dem Ausstoß von entsprechenden Schadstoffen). Weiters lässt sich z.B. eine thermische Solaranlage nur mittels Pufferspeicher in ein Heizungs- bzw. Warmwasserbereitungssystem integrieren.

Bei der dezentralen Variante befindet sich in jeder Wohneinheit ein eigenes Gasheizgerät, typischerweise eine sogenannte Therme. Diese dient in den meisten Fällen auch zur Warmwasserbereitung, entweder im Durchlaufprinzip oder mit eigenem Warmwasserspeicher. Dazu ist es notwendig, dass in jeder Wohneinheit ein eigener Gasanschluss (kann eventuell auch für Kochzwecke mitgenutzt werden) und ein eigener Kaminanschluss vorhanden ist. Beim Einsatz von raumluftunabhängigen Geräten ist die Abgasführung und Außenluftansaugung über eine Außenwand möglich.

Durch die hohe Anzahl der dezentralen Geräte summieren sich aufgrund des gesamt betrachtet schlechteren Wirkungsgrades die Verluste. Weiters ist aufgrund der damit verbundenen Anzahl von Durchdringungen durch die Außenhülle besonderes Augenmerk auf die richtige Ausführung der Abdichtung zu legen, um die Luftdichtheit des Gebäudes als Ganzes nicht auf ein unzulässig hohes Maß zu bringen. Weiters ist die optische Auswirkung auf das Gesamtbild des Gebäudes von außen zu berücksichtigen.

Sowohl bei Installation eines zentralen Gaskessels als auch bei dezentralen Thermen sind allfällig vorhandene Kamine auf ihren Zustand und die Verwendbarkeit zu prüfen und wenn

notwendig instand zu setzen. Speziell bei Brennwertgeräten ist eine umfangreiche Sanierung bestehender Kamine notwendig.

6.3.2 Fernwärmeversorgung

Die Fernwärme an sich ist weitgehend ein Nebenprodukt bei der thermischen Stromerzeugung oder thermischen Abfallverwertung. Aus diesem Grund ist die Fernwärme eine ökologisch sehr positive Energieform.

Da keine Verbrennung stattfindet entfällt die Notwendigkeit von Kaminen. Für die Verlegung der Versorgungsleitungen ist im konkreten Fall mit dem entsprechenden Fernwärmelieferanten Kontakt aufzunehmen.

Je nach Fernwärmelieferant besteht die Möglichkeit einer zentralen Übergabestation, beziehungsweise alternativ die Möglichkeit von dezentralen Übergabestationen, welche auch als so genannten Wohnungsstationen ausgeführt werden können und dann direkt in den einzelnen Wohneinheiten eingebaut sind.

Bei einer zentralen Übergabestation besteht die Notwendigkeit, einen eigenen Raum oder Abschnitt zur Verfügung zu stellen, der möglicherweise auch nur dem Personal des Fernwärmelieferanten zugänglich sein darf.

Bei dezentralen Übergabestationen ist der Zugang je nach Anordnung dieser Stationen entweder unabhängig von der Anwesenheit von Hauspersonal bzw. Wohnungsnutzern möglich oder aber deren Anwesenheit notwendig.

6.3.3 Versorgung mit Pelletskessel

Pellets bestehen aus naturbelassenem Holz. Als Rohstoff für die Produktion dienen Hobel- und Sägespäne, die im Holzverarbeitenden Bereich bisher wenig bis gar nicht genutzt wurden. Die anfallenden Mengen sind teilweise doch recht beträchtlich, so dass sich eine Weiterverwendung sehr gut rechtfertigen lässt. Die Produktion der Pellets geschieht ohne Zugabe von chemischen Bindemitteln indem sie mit hohem Druck zu kleinen zylindrischen Röllchen gepresst werden. Dadurch entsteht ein kompakter Brennstoff mit genau definierten Eigenschaften (siehe hierzu ÖNORM M7135, bzw. DIN 51731).

Der Transport der Holzpellets erfolgt idealerweise per LKW im Silo, alternativ ist auch eine Lieferung in Säcken zu z.B. 50kg möglich. Letzteres ist aber nur bei Pelletkesseln bzw. -öfen anzuwenden, welche vorrangig als sogenannte Primäröfen dienen und z.B. im Wohnzimmer aufgestellt sind. Vom LKW aus werden die Pellets in den Lagerraum eingeblasen, während gleichzeitig Luft aus dem Lagerraum abgesaugt wird um ein Austreten von Staub aus dem Lagerraum zu verhindern. Die Austragung aus dem Lagerraum erfolgt mittels Schnecke, oder über ein so genanntes Vakuumsaugsystem mittels Gebläse. Hierbei wird Luft im Kreis

über Kunststoffschläuche geblasen, die beim Lagerraumaustritt der Schnecke die Pellets aufnimmt und diese beim Kessel über einen Zyklonfilter an einen Zwischenbehälter wieder abgibt. Bei der Ausführung des Lagerraums als Gewebetank, bei welchem das Vakuumsaugsystem direkt ohne Schnecke an den Tank angeschlossen werden kann, entfällt die Notwendigkeit einer Transportschnecke.

Der Lagerraum sollte in unmittelbarer Nähe zum Heizraum liegen, keine Wasser-, Ablauf- oder Elektroinstallationen haben, sowie trocken sein. Außerdem sollte er nicht weiter als 30m weg zu Straße sein, da ansonsten eine Befüllung per LKW nicht mehr möglich ist. Die Lagermenge sollte ungefähr dem 1,2 – 1,5fachen Jahresbedarf entsprechen.

Für die Abschätzung des Jahresbedarf bzw. des Lagervolumens können folgende Richtwerte verwendet werden

- 400kg Pellets/kW Heizlast
- 0,9m³ Lagerraum (inkl. Totraum)/kW Heizlast
- 4,7 kWh Heizwert/kg

Gegenüber dem zentralen Pelletskessel bietet sich auch der alternative bzw. zusätzliche Einsatz von so genannten Primäröfen an. Diese bieten neben der direkten Beheizung des Raumes optional auch die Möglichkeit, über einen integrierten Wasserwärmetauscher in eine vorhandene Etagenheizung eingebunden zu werden und somit die komplette Wohneinheit mit Wärme zu versorgen.

Beim geplanten Einsatz von Primäröfen sind folgende Punkte zu berücksichtigen

- Ausreichende Zufuhr von Verbrennungsluft
- Lagerung und Transport der Pellets
- Stehen anderen Heizgeräte (z.B. Gastherme, Fernwärestation) zur Verfügung?
- Kaminanschluss notwendig
- Ascheentsorgung

Sollen im Zuge der Dachsanierung auch Balkonflächen geschaffen werden, so ist sowohl bei einem zentralen Pelletskessel als auch bei dezentralen Primäröfen die Lage und Höhe der Mündungsöffnungen von Kaminen zu beachten. Während der Anfahrphase des Kessel (Start des Brennvorganges) kann es aufgrund einer zu Beginn unvollständigen Verbrennung und oder von Wetterbedingungen (Wind, Niederdruck) zu Geruchsbelästigungen im Bereich des Kamins kommen, welche je nach Nutzer unterschiedlich wahrgenommen werden (mit entsprechend unterschiedlichen Reaktionen der Nutzer).

6.3.4 Wärmepumpe

Die Wärmepumpe wandelt Wärme niedriger Temperatur in Wärme hoher Temperatur um. Dies geschieht in einem geschlossenen Kreisprozess durch ständiges Ändern des Aggregatzustandes des Arbeitsmittels (Verdampfen, Komprimieren, Verflüssigen, Expandieren).

Die Wärmepumpe entzieht der Umgebung – Erdreich, Wasser, Luft – gespeicherte Sonnenwärme und gibt diese, ergänzt um die Antriebsenergie, in Form von Wärme an den Heiz- und Warmwasserkreislauf ab.

Die Leistungszahl der Wärmepumpe hängt von der Temperaturdifferenz zwischen der Wärmequelle und der Wärmenutzung (Wärmeverteilung) ab: Je geringer dieser „Temperaturhub“, ausfällt, umso wirtschaftlicher arbeitet jede Wärmepumpe. Daher ist die optimale Planung der Gesamtanlage so bedeutend.

Die im Laufe einer gesamten Heizperiode gelieferte Nutzenergie im Verhältnis zu der zugeführten elektrischen Antriebsenergie ergibt die Jahresarbeitszahl. Die Jahresarbeitszahl hängt bei einer Wärmepumpen-Heizanlage nicht ausschließlich von der Leistungszahl der Wärmepumpe, sondern auch von der Anlagenauslegung (Temperaturhub) und dem Benutzerverhalten und der Klimazone ab.

Der europäische Wärmepumpenverband EHPA benennt den heutigen Stand der Technik für die Jahresarbeitszahl für den Neubau mit

- 4,0 für Erdwärme – Sole
- 4,2 für Erdwärme – Direktverdampfung
- 4,5 für Wärmequelle Grundwasser
- 3,5 für Wärmequelle Luft

Die Werte für Niedertemperatur-Radiatorenheizung (meist Altbau) liegen in etwa um den Wert 0,5 darunter. Durch Anlagenoptimierungen lassen sich jedoch auch höhere Werte erzielen⁴⁹.

Grundsätzlich bieten Wärmepumpen – abhängig von Typ, System und Hersteller – auch die Möglichkeit des reversiblen Betriebes, um als Kältemaschine betrieben zu werden. Dieser Punkt ist bei einer gewerblichen Nutzung (ganz oder teilweise) von Wohnobjekten zu berücksichtigen, da in diesen Bereichen oft nicht unerhebliche Kühllasten anfallen können. Für den reinen Wohnbereich sollte eine aktive Kühlung nicht notwendig sein, bzw. durch andere Maßnahmen (z.B. Verschattung) weitestgehend reduziert werden.

⁴⁹ Angaben Wärmepumpenhersteller Karl Ochsner, 2009

Wärmequelle Erdreich

Beim Einsatz von Erdwärmepumpen sind folgende Punkte zu berücksichtigen

- Flächenkollektor: ist aufgrund des benötigten Platzbedarfes von ca. dem Doppelten der beheizbaren Fläche in der Regel keine zu realisierende Möglichkeit beim mehrgeschossigen Wohnbau
- Tiefenbohrung: auf vorhandene Ver- und Entsorgungsleitungen ist zu achten, bzw. auch auf eventuelle unterirdische Verkehrsmittel (z.B. U-Bahn) ist Rücksicht zu nehmen. Werden bei der geplanten Tiefenbohrung Grundwasserschichten durchstoßen ist unter Umständen mit aufwändigen und langwierigen Genehmigungsverfahren zu rechnen.

Wärmequelle Grundwasser

Bei der Nutzung des Grundwassers als Wärmequelle wird in der Regel über einen Entnahmekollektor das Grundwasser entnommen, zur Wärmepumpe gefördert und anschließend über einen Schluckbrunnen wieder dem Erdreich zugeführt. Der Abstand der beiden Brunnen hat eine gewisse Mindestgröße zu betragen, die je nach Entnahmemenge, Untergrundbeschaffenheit, Mächtigkeit der Grundwasserschicht, Fließgeschwindigkeit in der Grundwasserschicht individuell zu ermitteln ist.

Für die Genehmigung der Grundwassernutzung ist mit einem unter Umständen aufwändigen und langwierigen Behördenverfahren zu rechnen.

Besonderes Augenmerk ist auf die Einhaltung der vorgeschriebenen Temperaturen (Temperaturbegrenzung bei der Rückführung des Grundwassers), und damit der zur Verfügung stehenden nutzbaren Wärmemenge zu legen. Zu berücksichtigen sind ebenso bereits installierte Grundwasserwärmepumpen in der Umgebung und deren Auswirkungen auf die Temperatur des Grundwassers.

Wärmequelle Außenluft

Beim Einsatz von Luftwärmepumpen ist speziell in Verbindung mit einer zentralen, kontrollierten Wohnraumlüftung ein erhöhter Platzbedarf für die Lüftungskanalführung – je nach Situierung der Geräte – speziell bei der Schaffung bzw. Nutzung von Versorgungsschächten zu berücksichtigen.

Als Richtwerte für die Luftmengen können folgende Angaben herangezogen werden (je nach Hersteller und Typ unterschiedlich):

Pro 1.000 m³/h Außenluft können bei Auslegungstemperatur in etwa 3 bis 4 kW Heizleistung mittels Wärmepumpe entzogen werden, bei einer typischen Jahresarbeitszahl von etwa 2,7 bis 3,3.

Grundsätzlich bieten moderne Wärmepumpen zwar die Möglichkeit, auch bei tiefen Lufttemperaturen mit noch akzeptablen Leistungszahlen zu arbeiten, jedoch empfiehlt es sich in Abhängigkeit des Gesamtsystems zu prüfen, ob beim Einsatz einer Wärmepumpe mit Luft als Wärmequelle eine zweite Wärmequelle zur Abdeckung der Spitzenlasten – ab einer individuell festzulegenden Außentemperatur (je nach Wärmepumpentyp, -fabrikat, alternativen Wärmequellen) – einzusetzen (= bivalenter Betrieb). Bei dieser sogenannten bivalenten Betriebsweise gibt es zwei unterschiedliche Betriebsarten:

- Bei einem bivalent-parallel Betrieb stellt die Wärmepumpe bis zum Zuschaltzeitpunkt die Wärme allein zur Verfügung und sichert danach gemeinsam mit einer weiteren Wärmequelle, z.B. Fernwärme, die Wärmebereitstellung.
- Bei einem bivalent-alternativen Betrieb stellt die Wärmepumpe bis zum Zuschaltzeitpunkt die Wärme allein zur Verfügung, und danach übernimmt eine weitere Wärmequelle, z.B. Fernwärme, alleine die weitere Versorgung mit Wärme.

Den dadurch sehr hohen Investitionskosten und einem entsprechend hohen Leistungspreis bei elektrischem Antrieb stehen eine relativ geringe Nutzungsdauer gegenüber, Außentemperaturen von unter -5°C herrschen nur während etwa 300 Stunden pro Jahr (Stadtgebiet Mitteleuropa, in anderen Gegenden eventuell deutlich abweichend).⁵⁰

Zu berücksichtigen ist speziell bei einer Außenaufstellung, dass es durch Ventilator- und Ansaugergeräusche speziell in der Nacht zu relevanten Lärmbelastungen kommen kann, welche zu entsprechenden Reklamationen der Anrainer führen können. Es gibt zwar die Möglichkeit, durch den Einsatz von Schalldämpfern die Lärmbelastung entsprechend zu reduzieren, jedoch sind solche Maßnahmen immer im Einzelfall auf den Aufwand und Nutzen hin zu untersuchen.

Eine beispielhafte Ermittlung der Luftmengen für den Betrieb einer Luftwärme-Pumpe ist in Tabelle 16 am Beispiel David's Corner enthalten.

Für den Fall der Kellerentfeuchtung – wie im Projekt angedacht bzw. vorgesehen – wäre es grundsätzlich möglich, eine Luft-Wärmepumpe im Umluftbetrieb zu betreiben. Dabei wird die feuchte Luft angesaugt, in der Wärmepumpe zum Kondensieren gebracht, wodurch die Verdampfungswärme frei wird, und die getrocknete Luft wieder in den Keller eingeblasen. Wie schon unter Punkt 6.2.1 angeführt ist für eine nachhaltige Trocknung die Setzung von bautechnischen Maßnahmen unabdingbar. Falls jedoch im Keller eine Waschküche betrieben wird, so kann eine Wärmepumpe zur z.B. Warmwasserbereitung im Sommer durchaus in die Planungsüberlegungen miteinbezogen werden.

Wärmequelle Umgebungswärme (Luft, Sonne, Regen) – “Energiekollektoren“

Durch den Einsatz von sogenannten “Energiekollektoren“, besteht die Möglichkeit, ähnlich wie bei klassischen thermischen Solarkollektoren die solare Einstrahlung als Wärmequelle

⁵⁰ Recknagel, Taschenbuch für Heizung + Klima Technik, 2000

zu nutzen. Dazu kommt jedoch auch die Möglichkeit, die Wärme der Umgebung wie Außenluft, kondensierende Luftfeuchtigkeit, Regen zu nutzen.

Dabei werden spezielle Kollektoren durch eine Sole (Wasser – Frostschutzgemisch) durchströmt und ermöglichen so den Energiegewinn auch bei fehlender solarer Einstrahlung (Nebel, Nacht).

6.3.5 **Thermische Solaranlage**

Bei der thermischen Solaranlage wird die solare Einstrahlung von bis zu 1.000W/m² mittels Kollektoren eingefangen, in Wärme umgewandelt und über ein Heizmedium (Wasser-Frostschutzgemisch) in das System weitergeleitet und verteilt. Bei den Kollektoren unterscheidet man Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren. Der Hauptunterschied besteht in der maximalen Betriebstemperatur welche bei Vakuumröhrenkollektoren bis zu 120°C liegt. Am meisten verbreitet sind jedoch Flachkollektoren.

Für eine optimale Ausrichtung (ideal nach Süden, ca. 45° Aufstellwinkel) besteht die Möglichkeit, die Kollektoren direkt auf das Dach zu montieren. Hierbei wird noch die sogenannte Indachmontage – dabei wird der Kollektor in die Dachdeckung integriert, optimal wenn das Dach neu aufgebaut wird – und die Aufdachmontage unterschieden. Bei letzterer Variante werden die Kollektoren mittels spezieller Konsolen ohne Demontage der bestehenden Dachdeckung in geringfügigen Abstand über der bestehenden Dachdeckung montiert, was bei Sanierung aufgrund des geringeren Aufwandes die übliche Methode darstellt.

Ist die vorhandene Dachschräge nicht ausreichend (z.B. bei Flachdach), oder die Ausrichtung nicht optimal, so besteht die Möglichkeit, mittels einer sogenannten Ständerkonstruktion (meist flexible, standardisiertes Schienensystem der Hersteller) trotzdem eine optimale Ausrichtung der Kollektoren zu erzielen.

Um den Eingriff in die Wahrnehmung des Gebäudes von außen so gering wie möglich zu halten, empfiehlt sich, wenn möglich die Installation von Indachkollektoren. Bei einer notwendigen Aufdachmontage, eventuell sogar mit Aufständigung, empfiehlt sich auf alle Fälle die Sichtbarkeit und die Auswirkungen der Anlage auf angrenzende Bereiche zu prüfen.

Als Alternative zur Dachmontage gibt es noch die fassadenintegrierte Montage, welche in Abstimmung mit der Architektur in das Gesamtbild des Gebäudes integriert werden kann. Aufgrund der senkrechten Ausrichtung ergeben sich zwar Minderleistungen (bei idealer Ausrichtung nach Süden ca. 30% weniger Leistung gegenüber 45°-Aufstellung), jedoch lässt sich speziell bei mehrgeschoßigen Gebäuden bei der Fassadenmontage eine größere Kollektorfläche als bei der Dachmontage realisieren.

Generell ist auf die Verschattungsfreiheit (Hausvorsprünge, Balkone, Kollektorreihen) der Kollektoren zu achten, um Minderleistungen zu vermeiden.

Um auch bei länger anhaltenden Schlechtwetter- oder Nebelperioden eine kontinuierliche Versorgung mit Wärme zu gewährleisten sind entsprechende Nachheizmöglichkeiten zu schaffen. Üblicherweise wird in diesem Fall nur ein kleiner Teil der zur Verfügung stehenden Speichervolumina erwärmt.

Für eine erste Abschätzung der benötigten Kollektorflächen beziehungsweise Speichervolumina für die solare Warmwasserbereitung können folgende Richtwerte herangezogen werden:

1,25 m² Kollektorfeld für 50 l Trinkwarmwasser (60°C) pro Tag

50-70 l Speichervolumen pro m² Kollektorfeld

Die Werte gelten für einen angestrebten Deckungsgrad von 50% und sind im Rahmen der Planung mit den tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort mittels Simulation zu überprüfen und zu optimieren.

Soll mit der thermischen Solaranlage auch eine Heizungsunterstützung realisiert werden, so sind folgende Richtwerte für eine erste Dimensionierung heranzuziehen

1 m² Kollektorfeld / 5 m² Wohnfläche

10 m² Kollektor / 1000 l Pufferspeichervolumen

Mit diesen Richtwerten wird eine Einsparung des Heizenergiebedarfes von ca. 30% angestrebt.

In Bezug auf die Klimaneutralität ist die solare (sowohl aktive als auch passive) Wärmeenergienutzung sehr positiv zu bewerten, da während des Betriebes der Anlage bis auf den (geringen) Hilfsenergieeinsatz keine CO₂-Emissionen erfolgen. Wird die Hilfsenergie (z.B. Elektrizität für Umwälzpumpen, Regelung) durch erneuerbare Ressourcen bereitgestellt, kann von einer weitgehend klimaneutralen Nutzung gesprochen werden.

6.3.6 **Photovoltaik**

Im Gegensatz zur thermischen Solarnutzung wird bei der Photovoltaik die eintreffende Sonnenstrahlung zur Gewinnung von elektrischer Energie genutzt. Durch die eintreffende Sonnenstrahlung wird in den einzelnen Photovoltaikzellen durch den so genannten Photoeffekt eine Gleichspannung erzeugt, welcher in weiterer Folge über einen Wechselrichter in den bei uns üblichen Wechselstrom umgewandelt wird (50 Hz, 230/400 V).

Bei den Photovoltaikzellen unterscheidet man Monokristalline und Polykristalline Silizium-Zellen. Neben dem Preis liegt der Hauptunterschied im Wirkungsgrad der Zellen. Monokristalline Zellen kommen heutzutage auf Wirkungsgrade von bis zu 21%,

polykristalline Zellen erreichen teilweise Wirkungsgrade bis zu 16%. Eine weitere Photovoltaik-Technologie mit einem Wirkungsgrad von ca. 8-10% stellen die so genannte Dünnschichtmodule aus beispielsweise amorphen Silizium dar.

In Verbindung mit einem elektrischen Anschluss an das öffentliche Stromnetz wird diese Variante als netzgekoppelte PV-Anlage bezeichnet, welche die am häufigsten vorkommende Anlagentype ist.

Als Alternative zur Dachmontage gibt es wie bei der thermischen Solaranlage auch die fassadenintegrierte Montage, welche in Abstimmung mit der Architektur in das Gesamtbild des Gebäudes integriert werden kann. Aufgrund der senkrechten Ausrichtung ergeben sich auch hier Minderleistungen (bei idealer Ausrichtung nach Süden ca. 30% weniger Leistung gegenüber 45°-Aufstellung), jedoch lässt sich speziell bei mehrgeschossigen Gebäuden bei der Fassadenmontage eine größere Kollektorfläche als bei der Dachmontage realisieren. Speziell bei der Montage von PV-Modulen in der Fassade sollte auf eine hinterlüftete Fassadenkonstruktion zur Kühlung der PV-Module geachtet werden. Auf eine ausreichende Hinterlüftung der PV-Module ist auch bei der Indachmontage zu achten.

Besonders bei PV-Anlagen ist auf die völlige und ständige Verschattungsfreiheit (Hausvorsprünge, Balkone, Modulreihen) der Module zu achten, um Minderleistungen der Anlage bzw. Ausfälle von Anlagenteilen zu vermeiden.

6.3.7 Auswahlkriterien Haustechnik und Energieversorgung

Bei der Sanierung von einem Gebäude sind neben den technischen und finanziellen Punkten für die Entscheidung Pro oder Contra zu einem System noch weitere Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Wer ist der Mieter/Nutzer?
- Wieviel soll/muss/darf der Wohnungsnutzer selbst entscheiden/verantworten?
- Wer übernimmt die Wartung?

Die unten stehenden Auflistungen ergänzen und fassen die Ausführungen der vorangegangenen Kapitel zusammen und dienen der Unterstützung bei der Entscheidungsfindung.

Abhängig von dem geplanten Wohnungsstandard ergeben sich unterschiedliche Möglichkeiten das Lüftungs- und Heizungssystem auszuführen.

Lüftungssystem	Mietwohnungen Standard	Mietwohnungen Komfort	Wohnungseigentum (hochwertig)
Zentrale Lüftungsanlage <u>konstanter</u> Volumenstrom	o	o	-
Zentrale Lüftungsanlage <u>variabler</u> Volumenstrom	+	+	o
Semizentrale Lüftungsanlage mit zentraler Wärmerückgewinnung und individueller Regelung in allen Wohnungen	o	o	+
Dezentrale Lüftungsgeräte 1 Lüftungsgerät mit WRG/WE	-	+	+
Raumlüftungsgerät, mehrere Geräte pro Wohneinheit	-	-	-
+ ... gut geeignet 0 ... neutral - ... weniger geeignet			

Tabelle 6: Bevorzugte Einsatzgebiete von unterschiedlichen Lüftungssystemen

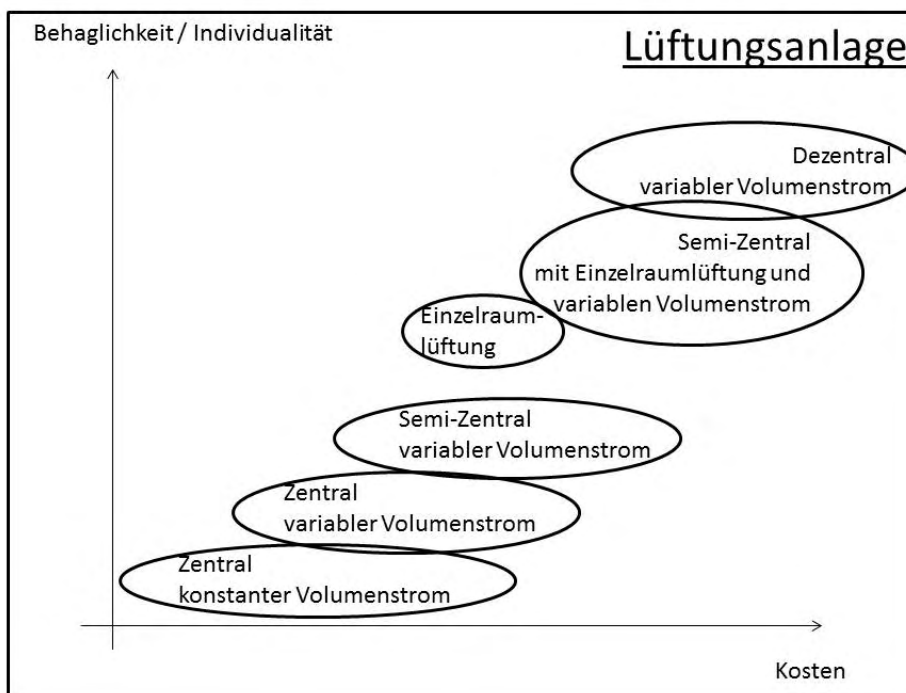


Abbildung 37: Gegenüberstellung der Kosten im Verhältnis zu Behaglichkeit / Individualität bei verschiedenen Lüftungsanlagenssystemen

Heizungssystem	Mietwohnungen Standard	Mietwohnungen Komfort	Wohnungseigentum (hochwertig)
Etagenheizung ("Gastherme") mit Heizkörper (Radiatoren)	+	+	o
Zentrale Heizungsanlage mit Heizkörper (Radiatoren)	+	+	+
Zentrale Heizungsanlage mit Flächenheizung	-	+	+
Zentrale Heizungsanlage mit Wohnungsstationen mit Heizkörper	o	+	+
Zentrale Heizungsanlage mit Wohnungsstationen mit Flächenheizung	-	+	+
Primäröfen mit Einbindung in Heizungssystem	-	o	+
+ ... gut geeignet 0 ... neutral - ... weniger geeignet			
Flächenheizung = Fußboden-, Wand- oder Deckenheizung			

Tabelle 7: bevorzugte Einsatzgebiete von unterschiedlichen Heizungssystemen

Folgende Entscheidungskriterien sind den vorangegangenen Auflistungen zu Grunde gelegt:

- Wartung/Reparatur/Betreuung
- Individuelle Einstellmöglichkeit
- Voraussichtliche Fluktuation Wohnungsnutzer
- Akzeptanz durch Wohnungsnutzer

Für die Energieversorgung ergeben sich im Stadtgebiet mehrere Möglichkeiten und sind in erster Linie folgende Voraussetzungen zu prüfen:

Energieversorgung	Fernwärme	Gas (Brennwert)	Wärmepumpe (sh. extra Auflistung)	Solarthermie und Photovoltaik	Biogene Brennstoffe (Pellets, ...)
Techn. Voraussetzungen					
Versorgungsleitung vor dem Haus	Ja	Ja	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nicht notwendig
Südorientierte Aufstellflächen	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nur bei Energiekollekt or notwendig	Notwendig	Nicht notwendig
Lagerräumlichkeiten	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Notwendig
Zufahrtmöglichkeit für LKW für Brennstoff-lieferung	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Nicht notwendig	Notwendig (max. 30m Abstand)

Tabelle 8: technische Voraussetzungen für verschiedene Energieversorgungen

In Folge sind noch weitere Kriterien zu berücksichtigen:

Energieversorgung	Fernwärme	Gas (Brennwert)	Wärmepumpe (sh. extra Auflistung)	Solarthermie	Biogene Brennstoffe (Pellets, ...)
Aufwand für/durch					
Herstellung (Aufwand, Kosten, ...)	gering bis mittel	gering	Je nach Wärmequelle hoch	mittel	mittel - hoch
Betrieb (Wartung, Reparatur, ...)	gering	mittel	gering	gering	hoch
Lärmbelastung	gering	gering	Je nach Wärmequelle	gering	gering bis mittel
Schadstoffbelastung	gering	mittel bis hoch	gering	gering	mittel bis hoch
Platzbedarf (Technik, Lager, ...)	gering	gering	Je nach Wärmequelle	gering	hoch

Tabelle 9: Kriterien für die Herstellung und Betrieb unterschiedlicher Energieversorgungen

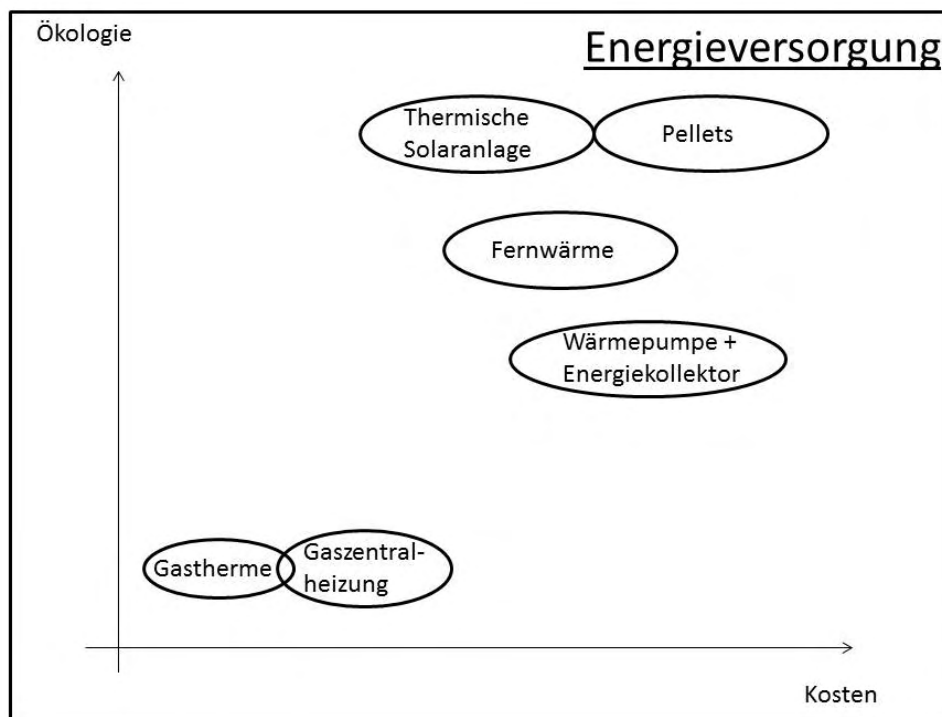


Abbildung 38: Gegenüberstellung der Kosten zur Ökologie verschiedener Arten der Energieversorgung

Bei der Entscheidung, eine Wärmepumpe als Energieversorgung zu nutzen sind verschiedene Punkte für die unterschiedlichen Möglichkeiten der Wärmequelle zu beachten. Besonders bei Luft als Wärmequelle ist auf die schlechter werdende Leistungszahl bei sinkender Außentemperatur (steigender Heizbedarf!) und die betriebsbedingt nicht zu unterschätzende Geräuschentwicklung zu berücksichtigen.

Wärmepumpe	Erdwärme - Tiefensonde	Erdwärme - Flächenkollektor	Luft	Grund- wasser	Energie- kollektor
Aufwand für					
Flächenbedarf außen	gering	hoch	gering	mittel bis hoch	gering
Herstellung (Aufwand, Kosten, ...)	hoch	hoch	gering	mittel bis hoch	gering
Lärmentwicklung	gering	gering	mittel bis hoch	gering	gering
Leistungszahl bei tiefen Außentemperaturen	konstant	leicht fallend	schlecht	konstant	leicht fallend
Nutzung versch. Wärmequellen (Sonne, Luft, Nebel, diffuses Licht, Wind)	nicht möglich	nicht möglich	nicht möglich	nicht möglich	möglich

**Tabelle 10. Entscheidungskriterien für verschiedene Wärmequellen
bei Einsatz einer Wärmepumpe**

Je nach gewähltem Lüftungssystem ergeben sich mitunter nicht zu vernachlässigende Auswirkungen auf bautechnische Gegebenheiten – speziell Schachtgrößen, aber auch die Notwendigkeit, die bestehende, strukturierte Fassade bestehen zu lassen – die Auswirkungen auf die Wahl des Lüftungssystem haben können.

Lüftungssystem	Lüftungsschacht (Querschnitt größer 1m²)	Lüftungszentrale (evtl. gemeinsam mit restlicher Haus- technik)	Originalfassade (Stuck, strukturiert)
Zentrale Lüftungsanlage	notwendig	notwendig	unproblematisch
Semizentrale Lüftungsanlage mit zentraler Wärme-rückgewinnung u. individueller Regelung in allen Wohnungen	notwendig	notwendig	unproblematisch
Dezentrale Lüftungsgeräte, 1 Lüftungsgerät mit WRG / Wohneinheit	bedingt notwendig	bedingt notwendig	bei dezentraler Außenluftansaugung oder Fortluftausblasung problematisch
Raumlüftungsgerät, mehrere Geräte pro Wohneinheit	nicht für Lüftung notwendig	nicht für Lüftung notwendig	problematisch (Dichtheit der Gebäudehülle, Kondensatableitung, ...)

Tabelle 11: bautechnisch relevante Anforderungen bei unterschiedlichen Lüftungssystemen

6.3.8 **Kostenübersicht**

Neben den Faktoren bzgl. der zukünftigen Nutzer und der bautechnischen Aspekten stellen natürlich auch die Kosten einen wichtigen Aspekt bei der Entscheidung für oder gegen ein Energieversorgungssystem dar.

In Tabelle 12: Kostenkennwerte für verschiedene Energiequellen und Wärmeabgabesysteme sind grobe Anhaltswerte für die Investitionskosten zusammengestellt. Örtliche Gegebenheiten (z.B. Anschlusslängen, Raumverhältnisse) werden hier jedoch nicht berücksichtigt.

Grundlage stellt die effiziente „Ökosanierungsvariante“ des Ensembles David's Corner mit einer berechneten Gebäudeheizlast von rund 40kW dar. Die 37 Wohneinheiten sind mit je 3,5 Personen angenommen. Diese Annahmen ergeben einen hohen Warmwasserbedarf. Hierfür wird bei einem 2.000 l Warmwasserspeicher eine zusätzliche Heizlast von 64kW benötigt⁵¹. Die Warmwasserzusatzleistung steigt bei Aufteilung in 3 Versorgungseinheiten, da die Gleichzeitigkeit geringer angesetzt wird. Das heißt, dass durch die gemeinsame Versorgung der 3 Gebäude die Heizlast und in Folge die erforderlichen Investitionen verringert werden können. Kosten für 100kW Heizleistung (Heizung und Warmwasser) und spezifische Verbrauchskosten pro kWh (Richtwerte) sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst (Tabelle 12).

⁵¹ "Brüner - der Zentralheizungsbauer" - Fernwärmewarmwasserbereitung

Kostenkennwerte	Errichtung 100kW in [€]	Betrieb [ct/kWh]	Anmerkung
Energieversorgung			
Fernwärme 100kW	0 - 15.000,-	8,55	Bei Großkundenvertrag (Finanzierung über ca. 10- 20a Vertragsbindung) ohne Verteilsystem
Gas (Brennwert) 100kW	38.000,-	6,0	Ohne Verteilsystem
Gasthermen (Brennwert) 100kW (37 Stück)	60.000,- - 90.000,-	6,0	Kein Verteilsystem (nur Gasleitung) erforderlich also insgesamt günstigste Variante (Varianz je nach Thermen Qualität)
Wärmepumpe Luft/Luft	86.000,-	5,5	Ohne Verteilsystem
Biogene Brennstoff (Pellets) inkl. Lagerraum und Technik	140.000,-	4,5	Ohne Verteilsystem
Aktive Solarenergienutzung			
Solarthermie [€/m ² Kollektorfläche]	330,- - 400,-		In der Dachfläche, ohne Pufferspeicher
Photovoltaik [€/m ² Kollektorfläche]	400,- - 600,- €/m ²		In der Dachfläche, ca. 15% Wirkungsgrad
Wärmeabgabesystem			
Heizkörper 40 kW	20.000,-		Einfache Radiatoren
Fußbodenheizung 40 kW	37.000,-		Relativ teuer da man die ganze Fläche aus Komfortgründe belegt obwohl es zur Heizlastabdeckung nicht benötigt.

Tabelle 12: Kostenkennwerte für verschiedene Energiequellen und Wärmeabgabesysteme

Auf die Unterschiede der sanitärtechnischen Aspekte (z.B. Warmwasserbereitung zentral vs. dezentral) wird hier nicht näher eingegangen, da die Unterschiede bei Betrachtung der gesamten notwendigen Maßnahmen in der Regel nicht die ausschlaggebenden Kriterien sind. Die entsprechenden Richtlinien, Normen und Verordnungen, wie z.B. zum Schutz vor Legionellen, sind für alle Varianten gleich wirksam und jedenfalls einzuhalten.

6.3.9 Primärenergiefaktoren

Der Primärenergiebedarf eines Systems (einer Energiequelle) umfasst zusätzlich zum eigenen Energiebedarf an einem Energieträger die Energiemenge, welche durch vorgelagerte Prozesse (Transport, Aufbereitung etc.) außerhalb der Systemgrenze bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung des Energieträgers benötigt wird (Primärenergie).

Er beschreibt die Energieeffizienz und den ressourcenschonenden Umgang der Energienutzung. Zur Ermittlung der Energiebilanz wird der entsprechende Energiebedarf unter Berücksichtigung der beteiligten Energieträger mit dem Primärenergiefaktor multipliziert.

Tabelle der Primärenergiefaktoren und CO ₂ -Äquivalent-Emissionsfaktoren von verschiedenen Energieträgern				
Energieart		Energieträger	PE (nicht regenerativ) kWh _{prim} /kWh _{End}	CO ₂ GEMIS 3.0 kg/kWh _{End}
Brennstoffe	1	keine		
	2	Heizöl	1,1	0,31
	3	Erdgas	1,1	0,25
	4	Flüssiggas	1,1	0,27
	5	Steinkohle	1,1	0,44
Strom	6	Holz	0,2	0,05
	7	Strom-Mix	2,6	0,68
	8	Photovoltaik-Strom	0,7	0,25
Fernwärme	1	keine	0	0
	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
	5	Gas-BHKW 70%KWK	0,7	-0,07
Gas-BHKW	6	Gas-BHKW 35%KWK	1,1	0,13
	7	Gas-BHW 0%KWK	1,5	0,32
Heizöl-EL-BHKW	8	Öl-BHKW 70% KWK	0,8	0,1
	9	Öl-BHKW 35% KWK	1,1	0,25
	10	Öl-BHW 0% KWK	1,5	0,41

Datenquelle: DIN V 4701-10/GEMIS 4.14

Tabelle 13: Auflistung von Primärenergiefaktoren lt. DIN V 4701-10

In Tabelle 13 ist der nicht regenerative Primärenergiefaktor für verschiedene Energieträger dargestellt. In Österreich liegen derzeit keine belastbaren Daten zu Primärenergiefaktoren vor, deswegen wurde auf die DIN V 4701-10 zurückgegriffen. Werte für Fernwärme und Strom sind in der unterschiedlichen Literatur sehr unterschiedlich dargestellt, bedingt durch regionale Spezifika. Für weitere Berechnungen des Primärenergiebedarfs von Fernwärme wird hier auf den Mittelwert der Fernwärme Wien von 2006-2008 zurückgegriffen. Der Primärenergiefaktor beträgt 0,21 kWh_{prim}/kWh_{end}. Die gesamten Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalentemissionen) für Fernwärme inkl. Vorketten können normgemäß gleich Null gesetzt werden.⁵²

⁵² Österreichische Energieagentur, Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissionen Fernwärme Wien, 2010

6.3.10 Haustechnik und Energieversorgung – David's Corner

6.3.10.1 Projektspezifische Grundlagen David's Corner

Für eine Abschätzung des voraussichtlichen Endenergiebedarfs wurde der Heizwärmebedarf in Abhängigkeit

- der Außendämmung (Standard, erhöhter Standard, Öko-Variante)
- dem Wärmerückgewinnungsgrad der Lüftungsanlage (70% bzw. 80%)
- der Innendämmung beim Objekt Muhrengasse 18 (erhöhter Standard, Öko-Variante)

ermittelt, für die weitere Berechnung zu Grunde gelegt und der Heizenergiebedarf pro Jahr sowie die benötigte Heizleistung ermittelt. Vereinfacht wurden für die Ermittlung der Heizleistung in Tabelle 14 die Heizstunden pro Jahr mit 1.500 h/a angenommen (aus Erfahrungswerten können durch diese vereinfachte Annahme eine Abweichung von ca. 10% entstehen). Der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung wurde nicht berücksichtigt, da dieser unabhängig von den Sanierungsvarianten notwendig ist.

Varianten	Heizwärmebedarf Wohnobjekte einzeln			Wohnobjekte Gesamt	
	Davidgasse 23 [kWh/m ² a]	Muhrengasse 16 [kWh/m ² a]	Muhrengasse 18 [kWh/m ² a]	Heizenergie [kWh/a]	Heizleistung [kW]
Standard - Fensterlüftung	45	33	55	141.850	95
Standard - Lüftung 70%	33	21	43	101.890	68
Standard - Lüftung 80%	30	18	40	91.900	61
erhöhter Standard - Fensterlüftung	27	22	46	102.300	68
erhöhter Standard - Lüftung 70%	16	11	33	63.550	42
erhöhter Standard - Lüftung 80%	14	9	31	56.890	38
erhöhter Standard inkl. ID - Fensterlüftung	27	22	31	86.400	58
erhöhter Standard inkl. ID - Lüftung 70%	16	11	19	48.710	32
erhöhter Standard inkl. ID - Lüftung 80%	14	9	17	42.050	28
Öko-Variante - Fensterlüftung	27	22	45	101.240	67
Öko-Variante - Lüftung 70%	15	11	33	62.830	42
Öko-Variante - Lüftung 80%	13	9	30	55.110	37
Öko-Variante inkl. ID - Fensterlüftung	27	22	30	85.340	57
Öko-Variante inkl. ID - Lüftung 70%	15	11	18	46.930	31
Öko-Variante inkl. ID - Lüftung 80%	13	9	16	40.270	27
	BGF ohne Keller		Heizstunden / Jahr	1500 h/a	
	Muhrengasse 16	1550 m ²	vereinfacht für alle Objekte		
	Muhrengasse 18	1060 m ²	gleich angenommen		
	Davidgasse 23	720 m ²			

Tabelle 14: Auflistung Heizwärmebedarf verschiedenen Dämm- und Lüftungsvarianten mit den Brutto-Grundflächen der einzelnen Objekte, ohne Energiebedarf zur Warmwasserbereitung.

Die Ermittlung des Heizwärmebedarfes (kWh/m²a) erfolgte für jedes Wohnobjekt individuell. Für die Ermittlung der Jahresheizenergie (kWh/a) sowie der Heizleistung (kW) wurden die einzelnen Wohnobjekte zusammengefasst betrachtet.

Für die Ermittlung der voraussichtlich benötigten Primärenergie wurden folgende Varianten untersucht (siehe auch Tabelle 15).

- Gasthermen pro Wohneinheit (Standard)
- Zentraler Gas-Brennwertkessel für alle drei Wohnobjekte (erhöhter Standard)
- Fernwärmeanschluss (Öko-Variante)
- Zentrale Luftwärmepumpe (ambitionierte Öko-Variante)

Die Primärenergiefaktoren sind entsprechend Tabelle 13 entnommen (nicht regenerativ)

- Erdgas 1,1
- Fernwärme 0,21 (Mittelwert 2006-2008 lt. Fernwärme Wien)
- Strom 2,6

Zur Bewertung der Heizungsanlage an sich (Stillstandsverluste etc.) wurden folgende Anlagenwirkungsgrade bei den einzelnen Systemen angenommen:

- dezentrale Gasthermen 87% Anlagenwirkungsgrad
- zentraler Gas-Brennwertkessel 94% Anlagenwirkungsgrad
- Fernwärme 94% Anlagenwirkungsgrad
- Luft-Wärmepumpe 94% Anlagenwirkungsgrad

Bei den jeweiligen Varianten wurde der Energiebedarf für Regelung, Energieverteilung (= Umwälzpumpen) im Objekt nicht berücksichtigt, da dieser Aufwand für jede Variante in etwa ein gleiches Ausmaß hat. Einzig bei der Variante mit dezentrale Gasthermen wäre ein geringfügig höherer Energieaufwand für die Energieverteilung in Rechnung zu stellen, jedoch ist der Energieaufwand bei Einsatz von drehzahlgeregelten Umwälzpumpen im Gegensatz zu den anderen Energieaufwendungen auch hier vernachlässigbar.

Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass das Heizungssystem exakt dimensioniert, den Plänen entsprechend gebaut ist und der hydraulische Abgleich entsprechend der Dimensionierung durchgeführt wurde.

Varianten	HWB - Gesamt kWh/a	Primärenergie			
		Gastherme kWh/a	zentr.	Fernwärme kWh/a	Luftwärmepumpe Strombedarf kWh/a
			Gaskessel kWh/a		
Standard - Fensterlüftung	141.850	176.320	165.397	31.576	130.313
Standard - Lüftung 70%	101.890	126.649	118.804	22.681	93.603
Standard - Lüftung 80%	91.900	114.232	107.155	20.457	84.425
erhöhter Standard - Fensterlüftung	102.300	127.159	119.282	22.772	93.980
erhöhter Standard - Lüftung 70%	63.550	78.993	74.099	14.146	58.381
erhöhter Standard - Lüftung 80%	56.890	70.714	66.334	12.664	52.263
erhöhter Standard inkl. ID - Fensterlüftung	86.400	107.395	100.742	19.233	79.373
erhöhter Standard inkl. ID - Lüftung 70%	48.710	60.547	56.796	10.843	44.748
erhöhter Standard inkl. ID - Lüftung 80%	42.050	52.268	49.030	9.360	38.630
Öko-Variante - Fensterlüftung	101.240	125.841	118.046	22.536	93.006
Öko-Variante - Lüftung 70%	62.830	78.098	73.260	13.986	57.720
Öko-Variante - Lüftung 80%	55.110	68.502	64.258	12.267	50.628
Öko-Variante inkl. ID - Fensterlüftung	85.340	106.078	99.506	18.997	78.399
Öko-Variante inkl. ID - Lüftung 70%	46.930	58.334	54.720	10.447	43.113
Öko-Variante inkl. ID - Lüftung 80%	40.270	50.056	46.955	8.964	36.995
Primärenergiefaktor lt. Tabelle					
Erdgas	1,1				
Fernwärme	0,21	Mittelwert 2006-2008 Fernwärme Wien			
Strom (Wärmepumpe)	2,6				
Jahresarbeitszahl einer Luft/Wasser-Wärmepumpe lt. Empfehlung European Heat Pump Association					
	3,5				
	3,0	bei Niedertemperatur-Radiatorenheizung (Altbau)			
Anlagenwirkungsgrad					
dezentrale Gasthermen	87%				
zentraler Gas-Kessel	94%				
Fernwärme	94%				
Wärmepumpe	94%				

Tabelle 15: Ermittlung des Primärenergiebedarfs unter Berücksichtigung der Primärenergiefaktoren und Anlagenwirkungsgrade, ohne Berücksichtigung der Energie für Regelung, Energieverteilung im Objekt, Warmwasserbereitung.

Anmerkungen zur Luft-Wärmepumpe

Für die Ermittlung des Strombedarfes der Luft-Wärmepumpe (ambitionierter Öko-Standard) wurde für die Jahresarbeitszahl die Empfehlung zum Stand der Technik der European Heat Pump Association herangezogen, wo für Luftwärmepumpen eine Mindest-Jahresarbeitszahl von 3,5 angegeben wird. Beim Einsatz von Niedertemperatur-Radiatorenheizungen (meist Altbau) liegen die Werte der Jahresarbeitszahl in etwa um den Wert von 0,5 darunter. Durch Anlagenoptimierungen lassen sich jedoch auch höhere Werte der Jahresarbeitszahl erreichen. Für die Luftwärmepumpe wird für die Berechnungen eine Jahresarbeitszahl von 3,0 herangezogen.

Für die Berechnung des Primärenergieverbrauches wurde die Deckung des Heizenergiebedarfs alleine über die Luftwärmepumpe angenommen. Im Zuge der Detailplanung ist jedoch zu prüfen ob die Spitzenlasten (= tiefe Außentemperaturen) über

eine zweite Heizenergiequelle, z.B. Fernwärme, abgedeckt werden kann (bivalenter Betrieb). Dadurch ließe sich die Jahresarbeitszahl erhöhen und in Folge dessen der Strombedarf senken. Der genauen Zuschaltzeitpunkt ist im Zuge einer Detailplanung zu prüfen und festzulegen. Beim Betrieb einer Luft-Wärmepumpe sind aufgrund der benötigten Luftmengen bei einer Aufstellung im Kellerbereich unbedingt die notwendigen Querschnitte für die Luftführung zu berücksichtigen. In der Tabelle 16 ist beispielhaft die Luftmenge für die Erbringung der Heizleistung bei den einzelnen Dämmvarianten ermittelt worden. Im Zuge der Detailplanung sind die Luftmengen mit den ausgewählten Geräten abzustimmen und gegebenenfalls zu korrigieren. Etwaige Luftmengen für die Kontrollierte Wohnraumlüftung sind hierbei noch nicht berücksichtigt, und benötigen je nach Einbausituation der Anlagen entsprechend zusätzlichen Platzbedarf.

Im Besonderen ist bei der Führung der Luftkanäle für die Luftwärmepumpe darauf zu achten, dass im Bereich der Ansaug- und Ausblasöffnungen die Schallemissionen so gering wie möglich gehalten werden, um eine unnötig hohe Lärmbelastung durch z.B. Strömungsgeräusche zu vermeiden. Gegebenenfalls sind entsprechende Schalldämpfer vorzusehen.

Luftmengenermittlung für Betrieb einer Luft-Wärmepumpe						
Varianten	Heizleistung [kW]	Wärme- entzugs- leistung kW	benötigte Luftmenge m³/h	benötigter Schachtquerschnitt		
				nur AUL m²	AUL + FOL m²	
Standard - Fensterlüftung	95	63	34.931	2,43	4,85	
Standard - Lüftung 70%	68	45	25.091	1,74	3,48	
Standard - Lüftung 80%	61	41	22.631	1,57	3,14	
erhöhter Standard - Fensterlüftung	68	45	25.192	1,75	3,50	
erhöhter Standard - Lüftung 70%	42	28	15.650	1,09	2,17	
erhöhter Standard - Lüftung 80%	38	25	14.009	0,97	1,95	
erhöhter Standard inkl. ID - Fensterlüftung	58	38	21.276	1,48	2,96	
erhöhter Standard inkl. ID - Lüftung 70%	32	22	11.995	0,83	1,67	
erhöhter Standard inkl. ID - Lüftung 80%	28	19	10.355	0,72	1,44	
Öko-Variante - Fensterlüftung	67	45	24.931	1,73	3,46	
Öko-Variante - Lüftung 70%	42	28	15.472	1,07	2,15	
Öko-Variante - Lüftung 80%	37	24	13.571	0,94	1,88	
Öko-Variante inkl. ID - Fensterlüftung	57	38	21.015	1,46	2,92	
Öko-Variante inkl. ID - Lüftung 70%	31	21	11.557	0,80	1,61	
Öko-Variante inkl. ID - Lüftung 80%	27	18	9.917	0,69	1,38	
Jahresarbeitszahl		3,0 laut EHPA für Luft-Wärmepumpen, für Niedertemperaturradiatoren				
spez. Wärmekapazität	1,005	kJ/kgK		Luftgeschwindigkeit im Schacht 4 m/s		
Dichte	1,293	kg/m³				
Luft Eintrittstemperatur	10	°C				
Luft Austrittstemperatur	5	°C				
genutzte Temperaturdifferenz	5	K				

Tabelle 16: Luftmengenermittlung für den Betrieb einer Luft-Wärmepumpe

Überschlägige Ermittlung der Luftmengen für die kontrollierte Wohnraumlüftung

Zur Abschätzung der benötigten Luftmenge für eine kontrollierte Wohnraumlüftung (zentral/dezentral) wurden anhand beispielhafter Wohneinheiten aus den einzelnen Wohnobjekten die notwendigen Luftmengen ermittelt. In weiterer Folge wurde für die Installation einer zentralen Lüftungsanlage die Luftmengen anhand der Anzahl der geplanten Wohneinheiten hochgerechnet und unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeiten eine Abschätzung für den Platzbedarf der Lüftungsanlage ermittelt.

Muhrengasse 18, Top 2

Raum Nr.	Fläche [m ²]	RH [m]	Volumen [m ³]	Pers. [-]	m ³ /h/Pers [m ³ /h/P]	LW [-]	ZUL [m ³ /h]	ABL [m ³ /h]
VR	3,96	3,0	11,88			0	0	
WC	1,85	3,0	5,55			5,4	0	30
Zimmer	28,02	3,0	84,06	2	25	0,6	50	
Küche	8,78	3,0	26,34			1,5	0	40
Zimmer	16,90	3,0	50,7	2	30	1,2	60	
VR	4,27	3,0	12,81			0	0	
Bad	4,35	3,0	13,05			3,1	0	40
VR	3,14	3,0	9,42			0	0	
AR	1,00	3,0	3			0	0	
AR	1,30	3,0	3,9			0	0	
Zimmer	11,19	3,0	33,57	1	30	0,9	30	
Zimmer	11,19	3,0	33,57	1	30	0,9	30	
	95,95				SUMME		110	110

Muhrengasse 16, Top 4

Raum Nr.	Fläche [m ²]	RH [m]	Volumen [m ³]	Pers. [-]	m ³ /h/Pers [m ³ /h/P]	LW [-]	ZUL [m ³ /h]	ABL [m ³ /h]
VR	5,07	3,0	15,21			0	0	
Zimmer	19,6	3,0	58,8	1	30	0,5	30	
Küche	6,23	3,0	18,69			0	0	40
Zimmer	27,87	3,0	83,61	2	25	0,6	50	
SR	5,8	3,0	17,4			0	0	
WC	2,12	3,0	6,36			0	0	30
Bad	4,58	3,0	13,74			0	0	40
Zimmer	11,82	3,0	35,46	1	30	0,8	30	
	83,09				SUMME		110	110

Muhrengasse 16, Top 6

Raum Nr.	Fläche [m²]	RH [m]	Volumen [m³]	Pers. [-]	m³/h/Pers [m³/h/P]	LW [-]	ZUL [m³/h]	ABL [m³/h]
VR	4,54	3,0	13,62			2,2	30	
WC	1,33	3,0	3,99			7,5	0	30
Wohnküche	30,46	3,0	91,38	2	25	0,5	50	40
Bad	3,98	3,0	11,94			0	0	40
Zimmer	13,39	3,0	40,17	1	30	0,7	30	
	53,7				SUMME		110	110

Davidgasse 23, Top 2

Raum Nr.	Fläche [m²]	RH [m]	Volumen [m³]	Pers. [-]	m³/h/Pers [m³/h/P]	LW [-]	ZUL [m³/h]	ABL [m³/h]
AR	0,99	3,0	2,97			0	0	
VR	2,63	3,0	7,89			2,5	0	20
Wohnküche	21,58	3,0	64,74	2	30	0,9	60	50
Zimmer	12,48	3,0	37,44			0	0	
VR	2,92	3,0	8,76			0	0	
Bad/WC	4,94	3,0	14,82			2,7	0	40
Zimmer	13,27	3,0	39,81	2	25	1,3	50	
	58,81				SUMME		110	110

Hochrechnung der Luftmengen

Wohnobjekt	Luftmenge / Wohneinheit [m³/h/WE]	Anzahl der Wohneinheiten [WE]	gesamte Luftmenge [m³/h]	Gleichzeitigkeit pro Objekt 80% [m³/h]	Stromver- brauch * [kWh/a]	Strom- kosten ** [€/a]	
Muhrengasse 18	110	13	1.430	1.144	7.015	1.122,40	
Muhrengasse 16	110	18	1.980	1.584	9.713	1.554,09	
Davidgasse 23	110	10	1.100	880	5.396	863,39	
Gesamtes Ensemble David's Corner				Gleichzeitigkeit [%]	gesamte Luftmenge [m³/h]	Stromver- brauch * [kWh/a]	Strom- kosten ** [€/a]
				100%	4.510	27.655	4.424,85
				80%	3.608	22.124	3.539,88
				65%	2.932	17.976	2.876,15
* Es wurden 1Wh/(m³/h) und eine generelle 70%ige Nennleistungsmenge und ein volljährige Betriebsdauer angenommen. Bei einer gemeinsamen Anlage werden weitere 10% abgezogen um die Einzelverluste zu kompensieren. Standardanlagen haben zwischen 0,8 und 1,5 Wh/m² Stromaufnahmen- also zumeist doppelt so hoch.							
** Es wurden 0,16€/kWh für den variablen Strompreis angesetzt							

Tabelle 17: Ermittlung der Luftmengen für zentrale, kontrollierte Wohnraumlüftung

Aufgrund der Möglichkeit bei einer zentralen Lüftungsanlage Gleichzeitigkeiten zu berücksichtigen, welche unterschiedliche Anwesenheiten der Nutzer und benötigte Luftmengen in den einzelnen Wohneinheiten widerspiegeln, ergibt sich die Möglichkeit, die

zentralen Anlagenteile (Ventilator, Filter etc.) geringer zu dimensionieren als bei einer dezentralen Lüftungsanlage.

Beispielhafte Ermittlung der Kosten für die Heizkörper anhand einer Wohnung

Anhand der Wohnung Top 4, Muhrengasse 16, werden die Kosten für die Radiatorheizung ermittelt. Folgende Randbedingungen wurden berücksichtigt

- Raumtemperatur generell 22°C, Badezimmer 24°C
- Vorlauftemperatur 70°C, Rücklauftemperatur 55°C
- In den Kosten ist keine Verrohrung enthalten, da diese in jedem Fall vorzusehen ist und aufgrund der konkreten Heizleistungen keine relevanten Dimensionsunterschiede bei der Verrohrung wirksam werden.
- In den Kosten sind keine Ventile oder ähnliches enthalten, da diese unabhängig von der Heizkörpergröße notwendig sind.
- Die in Tabelle 18 angeführten Kosten gelten nur bei einer Neuinstallation einer Radiatorenheizung. Bei der Nutzung einer allfällig bereits bestehenden Radiatorenheizung ist anhand der vorhandenen Heizflächen die notwendige Vorlauftemperatur zu ermitteln und die Anlage darauf einzustellen.
- Die Heizkörperdimensionierung erfolgt in der Regel mit 20% Sicherheitszuschlag

Muhrengasse 16, Top 4				
83,09 m ² Wohnfläche				
Betriebsstunden pro Jahr				
1500 h/a				
		HWB	Heizleistung	Heizkörper
		kWh/m ² a	kW	EUR
Standard - Fensterlüftung		33	1,828	€ 492
Standard - Lüftung 70%		21	1,163	€ 419
Standard - Lüftung 80%		18	0,997	€ 404
erhöhter Standard - Fensterlüftung		22	1,219	€ 447
erhöhter Standard - Lüftung 70%		11	0,609	€ 304
erhöhter Standard - Lüftung 80%		9	0,499	€ 296
Öko-Variante - Fensterlüftung		22	1,219	€ 436
Öko-Variante - Lüftung 70%		11	0,609	€ 292
Öko-Variante - Lüftung 80%		9	0,499	€ 285
Kosten Heizkörper				
nur Heizkörper ohne Verrohrung, keine Ventile				

Tabelle 18: Beispielhafte Kostenermittlung für Radiatorenheizung

6.3.10.2 Variante 1 – Standardsanierung

Energieversorgung

Für die Energieversorgung wird Erdgas vorgeschlagen. Der bestehende Gasanschluss in der Muhrengasse 16 ist zu prüfen und gegebenenfalls neu herzustellen.

Heizungssystem

Für das Heizungssystem werden Gasthermen mit Heizkörpern vorgeschlagen (= Etagenheizung). Die Regelung erfolgt individuell über Thermostatventile am Heizkörper. In einem Referenzraum (gewöhnlich das Wohnzimmer) ist ein Raumthermostat mit Zeitschaltuhr vorzusehen, über welches eine Nachtabsenkung bzw. eine längerdauernde Absenkung (z.B. Urlaub im Winter) realisiert werden kann.

Weiters soll über die Therme die Warmwasserbereitung, vorzugsweise über einen Kleinspeicher (ca. 100 l) für jede Wohneinheit, erfolgen. Entsprechende vorgefertigte Geräte-kombinationen sind bei mehreren Herstellern verfügbar. Bei der Warmwasserbereitung im Durchlaufprinzip („Kombi-Therme,“) ist die jeweils von Gerätehersteller und Typ abhängige Warmwasserleistung zu prüfen.

Lüftung

Die Lüftung soll bei dieser Variante grundsätzlich über die Fensterlüftung erfolgen. In der Praxis hat sich jedoch der Einbau von Abluftventilatoren im WC zur Minderung der größten Geruchsbelästigung bewährt.

Aufgrund der Dichtigkeit von heutzutage üblichen Fenstern wird weiters der Einbau von so genannten „Fensterbanklüftern,“ angeregt. Diese sind äußerst kompakte Lüftungsgeräte, welche im Bereich ober- oder unterhalb (bevorzugt oberhalb) der Fenster eingebaut werden und einen kontinuierlichen, mindestens notwendigen Luftwechsel bei gleichzeitiger Energieeinsparung durch integrierte Wärmerückgewinnung ermöglichen.

Haustechnikzentrale

Bei dieser Variante entfällt die Notwendigkeit nach einer Haustechnikzentrale. Einzig für die Situierung der Gaszähleinrichtungen wird empfohlen, diese zentral im Wohnobjekt zu situieren.

Lüftungsschächte

Für die Ausblasung der optionalen WC-Lüfter ist eine eigene Fortluftleitung vorzusehen. Diese kann aber in der Regel aufgrund des zu erwartenden Querschnittes in einem sowieso herzustellenden Versorgungsschacht für Schmutzwasserleitungen und Kaltwasserleitungen mitgeführt werden.

6.3.10.3 Variante 2 – Sanierung mit erhöhtem energetischen Standard

Energieversorgung

Für die Energieversorgung wird eine Zentralheizung mit Erdgas vorgeschlagen. Der bestehende Gasanschluss in der Muhrengasse 16 ist zu prüfen und gegebenenfalls neu herzustellen.

Heizungssystem

Für das Heizungssystem wird ein zentraler Gaskessel mit Brennwertechnik für alle drei Wohnobjekte vorgeschlagen. Über das Heizverteilsystem werden Heizungsunterstationen mit Wärmemengenzähler – mindestens je Wohnobjekt, idealerweise je Wohneinheit – versorgt.

Die Wärmeabgabe soll über Heizkörper erfolgen. Die Regelung erfolgt individuell über Thermostatventile am Heizkörper. In einem Referenzraum (gewöhnlich das Wohnzimmer) ist ein Raumthermostat mit Zeitschaltuhr vorzusehen, über welches eine Nachtabenkung bzw. eine längerdauernde Absenkung (z.B. Urlaub im Winter) realisiert werden kann, und welches auf ein Misch- oder zentrales Thermostatventil je Wohneinheit wirkt.

Der bestehende Gaskessel und die Heizkörper im Erdgeschoss der Muhrengasse 16 sind hierbei zu demontieren und fachgerecht zu entsorgen.

Die Warmwasserbereitung erfolgt ebenfalls über einen zentralen Warmwasserspeicher. Zur Sicherstellung der kurzfristigen und jederzeitigen Verfügbarkeit von Warmwasser in den Wohneinheiten ist eine Warmwasser-Zirkulationsanlage zu errichten. Die Warmwasseranlage ist besonders unter dem Aspekt der Legionellenvermeidung entsprechend den einschlägigen Normen und Vorschriften zu errichten und zu betreiben.

Lüftung

Es soll eine zentrale Lüftungsanlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad von 70% für alle 3 Wohnobjekte errichtet werden. Um ein möglichst großes Energieeinsparungspotenzial auszunutzen wird der Einbau von Volumenstromregler in den einzelnen Wohneinheiten empfohlen, welche über Sensoren (CO₂, Luftfeuchte) die Luftmenge individuell reduzieren können. Hierdurch lassen sich durch zu überprüfende Gleichzeitigkeiten gegebenenfalls zentrale Anlagenteile (Ventilator) kleiner dimensionieren bzw. kann die Anlage ressourcenschonender betrieben werden.

Haustechnikzentrale

Bei dieser Variante besteht aufgrund des zentralen Gas-Brennwerteckel und der zentralen Lüftungsanlage die Notwendigkeit einer eigenen Haustechnikzentrale. Bei der Situierung ist auf kurze Leitungsführungen (Gasleitung, Außen-, Fort-, Zu- und Abluft) zu achten.

Empfohlen wird die Situierung der Haustechnikzentrale im Kellergeschoß. Grundsätzlich besteht zwar auch die Möglichkeit, die Anlage im Dachgeschoss zu realisieren, was speziell

für die Lüftungsanlage aufgrund der kurzen Außen- und Fortluftleitungen Vorteile hätte, was aber aufgrund der aufwendigen Geräteeinbringung und dem damit verbundenen Entfall von potenzieller Wohnfläche beim Wohnungsbau üblicherweise nicht realisiert wird.

Platzbedarf für RLT-Anlagen nach VDI3803 (abgelöst durch VDI2050)

10.000 m ³ /h	LRH = 2,5 m	nur Heizen	30 m ²
25.000 m ³ /h	LRH = 3,5 m	nur Heizen	40 m ²
30.000 m ³ /h	LRH = 4,0 m	nur Heizen	60 m ²

Aufgrund der voraussichtlichen Luftmenge gemäß Tabelle 17 von ca. 2.500 m³/h ergeben sich für ein beispielhaftes Lüftungsgerät folgende Abmessungen

- Lüftungsgerät für 5.000 m³/h: 4.180 x 1.050 x 1.410 mm (LxBxH)
- Schalldämpfer je nach Dämmmass 0,5 bis 1,5 m Baulänge, gewählt 1,5m Länge

Für die Lüftungsanlage inkl. Nebenflächen (für Wartung etc.) ergibt sich daraus eine Fläche von ca. 7,5 x 2,1 x 1,5 m (LxBxH) => ca. 16 m² Grundfläche.

Für Heizkessel, Pufferspeicher, Heizungsverteiler, Elektroschaltschränke und sonstige haustechnischen Facilities kann man ungefähr den gleichen Platzbedarf annehmen.

Somit sollte der Raum folgende, ungefähre Mindestabmessungen haben:

- Breite ca. 4,5 m
- Länge ca. 8,0 m
- Lichte Raumhöhe ca. 2,5 m
- Ungefähr benötigte Raumfläche ca. 36,0m²

Lüftungsschächte

Bei der in Wohnobjekten üblichen Variante, die Lüftungszentrale im Kellergeschoß zu situieren, ergeben sich speziell in den untersten Geschoßen nicht zu vernachlässigende Lüftungsquerschnitte die in der Planung zu berücksichtigen sind.

Pro 10.000 m³/h sind ungefähr 1,0m² Schachtquerschnitt zu berücksichtigen

- Für Außen- und Fortluft über die gesamte Leitungshöhe.
- Für Zu- und Abluft können mit zunehmender Entfernung zum Lüftungsgerät die Querschnitte reduziert werden.

	Kanalgeschwindigkeit	Kanalquerschnitt	Zuschlag f. Dämmung, Formstücke usw.	Benötigter Platzbedarf (gerundet)
	[m/s]	[m ²]	10%	[m ²]
Außenluft	3,0	0,3	0,03	0,4
Fortluft	3,0	0,3	0,03	0,4
Zuluft	2,5	0,4	0,04	0,5
Abluft	2,5	0,4	0,04	0,5
Benötigter Schachtquerschnitt [m ²]				1,8
Berücksichtigte Luftmenge für kontrollierte Wohnraumlüftung 3.500 m ³ /h				

Tabelle 19: Beispielhafte Ermittlung des erforderlichen Schachtquerschnittes für Variante 2 für Lüftungsleitungen in unmittelbarer Nähe des Lüftungsgerätes bei Aufstellung im Keller

6.3.10.4 Variante 3 – ambitionierte energetische Sanierung – ökologisch / nachhaltig / innovativ

Variante 3a – Öko-Variante mit Wärmebereitstellung durch Fernwärme

Energieversorgung

Für die Energieversorgung wird Fernwärme vorgeschlagen. Ein Anschlussschacht befindet sich unmittelbar im Kreuzungsbereich Davidgasse-Muhrengasse und entsprechende Stichleitungen sind bereits in den Straßen verlegt. Ein Anschluss ist somit mit relativ wenig Aufwand herstellbar.

Die vordergründig höheren Wärmekosten der Fernwärme beinhalten alle Betriebs- Wartungs- und Instandhaltungskosten. Ein großer Vorteil besteht darin, dass der Mieter direkter Kunde beim Fernwärmerversorger ist – gleich wie beim Strom. Es fallen auch keine Reinvestitionskosten an.

Heizungssystem

Von einer zentralen Übergabestation der Fernwärme erfolgt die Einspeisung in einen zentralen Pufferspeicher. Über das Heizverteilsystem werden Heizungsunterstationen mit Wärmemengenzähler – mindestens je Wohnobjekt, idealerweise je Wohneinheit – versorgt.

Die Wärmeabgabe soll über Heizkörper erfolgen. Die Regelung erfolgt individuell über Thermostatventile am Heizkörper. In einem Referenzraum (gewöhnlich das Wohnzimmer) ist ein Raumthermostat mit Zeitschaltuhr vorzusehen, über welches eine Nachtabsenkung bzw. eine längerdauernde Absenkung (z.B. Urlaub im Winter) realisiert werden kann, und welches auf ein Misch- oder zentrales Thermostatventil je Wohneinheit wirkt.

Die Warmwasserbereitung erfolgt über eine externe Frischwasserstation. Um in allen Wohneinheiten eine kurzfristige Verfügbarkeit von Warmwasser zu gewährleisten ist die Installation einer Warmwasser-Zirkulationsleitung notwendig.

Lüftung

Es soll eine zentrale Lüftungsanlage mit einem Wärmebereitstellungsgrad von 80% für alle 3 Wohnobjekte errichtet werden. Um ein möglichst großes Energieeinsparungspotenzial auszunutzen, wird der Einbau von Volumenstromregler in den einzelnen Wohneinheiten empfohlen, welche über Sensoren (CO₂, Luftfeuchte) die Luftmenge individuell reduzieren können. Hierdurch lassen sich durch zu überprüfende Gleichzeitigkeiten gegebenenfalls zentrale Anlagenteile (Ventilator) kleiner dimensioniert beziehungsweise ressourcenschonender betrieben werden.

Haustechnikzentrale

Bei dieser Variante besteht aufgrund des zentralen Pufferspeicher und der zentralen Lüftungsanlage die Notwendigkeit einer eigenen Haustechnikzentrale. Weiters ist für die Fernwärmeübergabestation entsprechend den Vorgaben des Fernwärmelieferanten ein eigener Bereich für die Station bereitzustellen. Bei der Situierung ist auf kurze Leitungsführungen (Außen-, Fort-, Zu- und Abluft) zu achten.

Empfohlen wird auch hier die Situierung der Haustechnikzentrale im Kellergeschoß. Grundsätzlich besteht zwar auch die Möglichkeit, die Zentralen im Dachgeschoß zu realisieren, was speziell für die Lüftungsanlage aufgrund der kurzen Außen- und Fortluftleitungen Vorteile hätte, aber aufgrund der aufwendigen Geräteeinbringung und den weiters damit verbunden Entfall von potenzieller Wohnfläche beim Wohnungsbau üblicherweise nicht realisiert wird.

Platzbedarf für RLT-Anlagen nach VDI3803 (abgelöst durch VDI2050?)

10.000 m³/h LRH = 2,5 m nur Heizen 30 m²

25.000 m³/h LRH = 3,5 m nur Heizen 40 m²

30.000 m³/h LRH = 4,0 m nur Heizen 60 m²

Aufgrund der voraussichtlichen Luftmenge ergeben sich für ein beispielhaftes Lüftungsgerät folgende Abmessungen

- Lüftungsgerät für 5.000 m³/h 4.180 x 1.050 x 1.410mm (LxBxH)
- Schalldämpfer je nach Dämmmass 0,5 bis 1,5m Baulänge, gewählt 1,5m Länge

Für die Lüftungsanlage inkl. Nebenflächen (für Wartung etc.) ergibt sich daraus ein Flächenbedarf von ca. 7,5 x 2,1 x 1,5 m (LxBxH) => ca. 16 m² Grundfläche.

Für Heizkessel, Pufferspeicher, Heizungsverteiler, Elektroschaltschränke und sonstige haustechnischen Facilities kann man ungefähr denselben Platzbedarf annehmen.

Somit sollte der Raum folgende, ungefähre Mindestabmessungen haben:

- Breite ca. 4,5m
- Länge ca. 8,0m
- Lichte Raumhöhe ca. 2,5m
- Ungefähr benötigte Raumfläche ca. 36,0m²

Lüftungsschächte

Bei der in Wohnobjekten üblichen Variante, die Lüftungszentrale im Kellergeschoss zu situieren, ergeben sich speziell in den untersten Geschossen nicht zu vernachlässigende Lüftungsquerschnitte, die in der Planung zu berücksichtigen sind.

Pro 10.000 m³/h sind ungefähr 1,0 m² Schachtquerschnitt zu berücksichtigen

- Für Außen- und Fortluft über die gesamte Leitungshöhe
- Für Zu- und Abluft können mit zunehmender Entfernung zum Lüftungsgerät die Querschnitte reduziert werden.

	Kanalgeschwindigkeit	Kanalquerschnitt	Zuschlag f. Dämmung, Formstücke usw.	Benötigter Platzbedarf (gerundet)
	[m/s]	[m ²]	10%	[m ²]
Außenluft	3,0	0,3	0,03	0,4
Fortluft	3,0	0,3	0,03	0,4
Zuluft	2,5	0,4	0,04	0,5
Abluft	2,5	0,4	0,04	0,5
Benötigter Schachquerschnitt [m ²]				1,8
Berücksichtigte Luftmenge für kontrollierte Wohnraumlüftung 3.500 m ³ /h				

Tabelle 20: Beispielhafte Ermittlung des erforderlichen Schachtquerschnittes für Variante 3 für Lüftungsleitungen in unmittelbarer Nähe des Lüftungsgerätes bei Aufstellung im Keller

Variante 3b – Öko-Variante mit Wärmebereitstellung durch Fernwärme und Einbindung einer solarthermischen Anlage

Variante 3b entspricht zur Gänze der Variante 3a. Einzige Abweichung stellt die zusätzliche solarthermische Anlage dar.

Die Solaranlage sollte grundsätzlich aus wirtschaftlichen Überlegungen nur zur Warmwasserbereitung herangezogen werden. Hierzu ist eine Deckungsrate von 60-70% anzustreben. Zu beachten ist hierzu, dass bei sehr guten Dämmstandard der Warmwasser-

bedarf in Abhängigkeit der Belegungsdichte ca. 50% des Gesamtenergiebedarfs (ohne Strom) beträgt.

Auf den Dächern der Süd- und Westseitig ausgerichteten Gebäudeteile können thermische Solarkollektoren zweireihig angeordnet werden. So kann eine Kollektorfläche von rund 150 m² erreicht werden. Die über die Anlage gewonnene Wärme wird an den Pufferschichtspeicher in der Heizzentrale abgegeben und vorrangig zur Warmwasserbereitung verwendet. In geringfügigem Ausmaß erfolgt bei überschüssigem solaren Wärmeangebot eine Unterstützung der Raumheizung durch die thermische Solaranlage. Der zentrale Pufferspeicher (auch mehrere Pufferspeicher nebeneinander möglich) mit einem Mindestvolumen von 8.000 Litern wird ebenfalls von der zentralen Übergabestation der Fernwärme gespeist. Dieser Pufferspeicher ist für die optimale Einbindung der thermischen Solaranlage notwendig. Für die Warmwasserbereitung wird nur der obere Teil des Pufferspeichers auf hoher Temperatur (ca. 65°C) betrieben, der untere kühle Teil garantiert eine möglichst optimale Ausnutzung der solaren Einstrahlung.



Abbildung 39: Solarthermische Anlage am Objekt David's Corner

Haustechnikzentrale

Bei dieser Variante ist ein erhöhter Platzbedarf für die Haustechnikzentrale aufgrund des Pufferspeichervolumens der Solaranlage zu berücksichtigen.

Variante 3c – Öko-Variante mit alternativer Energieversorgung Wärmepumpe/Pellets/Solar

Energieversorgung

Als primäre Energiequelle wird eine Außenluft-Wärmepumpe vorgeschlagen. Zusätzlich ist eine thermische Solaranlage zu installieren, welche primär zur Deckung des Warmwasserbedarfs dient. In geringfügigen Ausmaß erfolgt eine Unterstützung der Raumheizung durch die thermische Solaranlage. Zur Abdeckung der Spitzenlasten (= bei

tiefen Außentemperaturen) ist eine zusätzliche Zentral-Heizanlage zu installieren (bivalenter Betrieb). Bei dieser Variante wird die Ausführung einer Pellets-Heizanlage gewählt.

Im Zuge der Detailplanung ist abzuklären, ob die Luftwärmepumpe mit der Fernwärme alternativ oder parallel betrieben werden soll.

Beim bivalent-parallelen Betrieb stellt die Wärmepumpe bis zum Zuschaltzeitpunkt die Wärme alleinig zur Verfügung und sichert danach gemeinsam mit der Pellets-Anlage die Wärmebereitstellung.

Beim bivalent-alternativen Betrieb stellt die Wärmepumpe bis zum Zuschaltzeitpunkt die Wärme alleinig zur Verfügung, und danach übernimmt die Pellets-Anlage alleine die weitere Versorgung mit Wärme.

Die Luftwärmepumpe hat ihren optimalen Einsatz in der Übergangszeit bis minimal 3°C, der Bivalenzpunkt (darunter wird der Spitzenlastkessel aktiv) liegt bei -5°C. Da bei sehr gut gedämmten Gebäuden die Heizgrenztemperatur sinkt, reduziert sich auch die Einsatzdauer der Wärmepumpe – und somit deren Wirtschaftlichkeit.

Bei der Pelletsanlage ist zu berücksichtigen, dass eine gewisse Belastung der Umwelt durch Abgase/Emissionen verursacht wird. Nachteilig zu bewerten sind ebenfalls das benötigte Raumvolumen für die Brennstofflagerung und den Kamin und vor allem die Betriebs-, Wartungs- und Reinvestitionskosten, die vom Anlagenbetreiber zu tragen sind.

Es fallen regelmäßig folgende exemplarische Arbeiten an, die jeweils Kosten verursachen: Ascheentsorgung, Störfälle, Rauchfangkehrer, Abrechnungsaufwand – direkte Verträge mit den Mietern, Eichgebühren, Pelletseinkauf, Sanierungen, Kesseleratz etc..

Heizungssystem

Fußbodenheizung, Wärmehohlräume

Die Wärmepumpe liefert die Wärme in einen zentralen Wärmespeicher, in welchen auch die thermische Solaranlage eingebunden ist. Für die Warmwasserbereitung wird nur der obere Teil des Pufferspeichers auf hoher Temperatur (ca. 65°C) betrieben, der untere Teil garantiert eine möglichst optimale Ausnutzung der solaren Einstrahlung.

Die Warmwasserbereitung erfolgt über eine externe Frischwasserstation. Um in allen Wohneinheiten eine kurzfristige Verfügbarkeit von Warmwasser zu gewährleisten, ist die Installation einer Warmwasser-Zirkulationsleitung notwendig.

Über das Heizverteilsystem werden Heizungsunterstationen mit Wärmemengenzähler – mindestens je Wohnobjekt, idealerweise je Wohneinheit – versorgt.

Die Wärmeabgabe soll über eine Fußbodenheizung erfolgen. Die Regelung erfolgt über in Raumthermostat mit Zeitschaltuhr, welches in einem Referenzraum (üblicherweise Wohnzimmer) platziert ist. Dieses Thermostat wirkt auf ein Mischventil je Wohneinheit.

Lüftung

Es soll eine zentrale Lüftungsanlage für alle 3 Wohnobjekte errichtet werden. Um ein möglichst großes Energieeinsparungspotential auszunutzen, wird der Einbau von Volumenstromregler in den einzelnen Wohneinheiten empfohlen, welche über Sensoren (CO₂, Luftfeuchte) die Luftmenge individuell reduzieren können. Hierdurch lassen sich durch zu überprüfende Gleichzeitigkeiten gegebenenfalls zentrale Anlagenteile (Ventilator) kleiner dimensioniert beziehungsweise ressourcenschonender betrieben werden.

Haustechnikzentrale

Auch bei dieser Variante besteht aufgrund des zentralen Pufferspeicher und der zentralen Lüftungsanlage die Notwendigkeit einer eigenen Haustechnikzentrale. Weiters ist für die Luftwärmepumpe ein entsprechender Platz zur Verfügung zu stellen, welcher einerseits eine möglichst kurze Luftkanalführung ermöglicht, andererseits den Einbau von Schalldämpfer erlaubt.

Empfohlen wird die Situierung der Haustechnikzentrale im Kellergeschoß. Grundsätzlich besteht zwar auch die Möglichkeit, die Zentralen im Dachgeschoß zu realisieren, was speziell für die Lüftungsanlage und die Luftwärmepumpe aufgrund der kurzen Außen- und Fortluftleitungen Vorteile hätte, aber aufgrund der aufwendigen Geräteeinbringung und den weiters damit verbunden Entfall von potenzieller Wohnfläche beim Wohnungsbau üblicherweise nicht realisiert wird. Besonders kritisch ist in diesem Zusammenhang eine eventuelle Lärmbelästigung von Nachbarn durch die Luft-Wärmepumpe.

Platzbedarf für RLT-Anlagen nach VDI3803 (abgelöst durch VDI2050?)

10.000 m³/h LRH = 2,5 m nur Heizen 30 m²

25.000 m³/h LRH = 3,5 m nur Heizen 40 m²

30.000 m³/h LRH = 4,0 m nur Heizen 60 m²

Aufgrund der voraussichtlichen Luftmenge ergeben sich für ein beispielhaftes Lüftungsgerät folgende Abmessungen

- Lüftungsgerät für 5.000 m³/h 4.180 x 1.050 x 1.410mm (LxBxH)
- Schalldämpfer je nach Dämmmass 0,5 bis 1,5 m Baulänge, gewählt 1,5m Länge

Für die Lüftungsanlage inkl. Nebenflächen (für Wartung etc.) ergibt sich daraus eine ungefähre Fläche von ca. 7,5x2,1x1,5 m (LxBxH) => ca. 16 m² Grundfläche.

Für Pufferspeicher, Heizungsverteiler, Elektroschaltschränke und sonstige haustechnischen Facilities kann man ungefähr den selben Platzbedarf annehmen.

Für eine Luftwärmepumpe für eine Heizleistung von ca. 30-35 kW ist folgender Platzbedarf zu berücksichtigen:

- 2 Stk. Luftwärmepumpen zu je ca. 18kW Heizleistung, Abmessungen 1.931 x 1.050 x 1.780 mm (BxTxH)
- Schalldämpfer je nach Dämmass 0,5 bis 1,5 m Baulänge, gewählt 1,5m Länge
- Platzbedarf für die Luftkanalführung (Annahme doppelter Platzbedarf wie Gerät)

Für die Luftwärmepumpe(n) inkl. Nebenfläche (für Wartung, usw.) ergibt sich daraus eine ungefähre Fläche von ca. 7,5 x 3,0 x 2,0 m (LxBxH) => ca. ca. 22 m² Grundfläche

Somit sollte der Raum folgende, ungefähre Mindestabmessungen haben

- Breite ca. 7,0m
- Länge ca. 8,0m
- Lichte Raumhöhe mind. 2,5m
- Ungefähr benötigte Raumfläche ca. 55,0m²

Lüftungsschächte

Bei der bei Wohnobjekten in der Praxis üblichen Variante, bei der die haustechnischen Anlagen im Kellergeschoß aufgestellt werden, ergibt sich die Situation, dass speziell in den untersten Geschoßen nicht zu vernachlässigende Lüftungsquerschnitte zu berücksichtigen sind.

Pro 10.000 m³/h sind ungefähr 1,0m² Schachtquerschnitt anzunehmen.

- Für Außen- und Fortluft für die kontrollierte Wohnraumlüftung über die gesamte Gebäudehöhe
- Für Außen- und Fortluft für die Luftwärmepumpe über die gesamte Gebäudehöhe
- Für Zu- und Abluft können mit zunehmender Entfernung zum Lüftungsgerät die Querschnitte reduziert werden.

	Kanal- geschwindigkeit	Kanalquer- schnitt	Zuschlag f. Dämmung, Formstücke usw.	Benötigter Platzbedarf (gerundet)
	[m/s]	[m ²]	10%	[m ²]
Kontrollierte Wohnraumlüftung				
Außenluft	3,0	0,3	0,03	0,4
Fortluft	3,0	0,3	0,03	0,4
Zuluft	2,5	0,4	0,04	0,5
Abluft	2,5	0,4	0,04	0,5
Luftwärmepumpe (Öko-Variante inkl. ID – Lüftung 80%)				
Außenluft	4,0	0,63	0,06	0,7
Fortluft	4,0	0,63	0,06	0,7
Benötigter Schachquerschnitt [m ²]				3,2
Berücksichtigte Luftmenge für kontrollierte Wohnraumlüftung 3.500 m ³ /h				
Berücksichtigte Luftmenge für Luftwärmepumpe (Öko-Variante inkl. ID – Lüftung 80%) 9.000 m ³ /h				

Tabelle 21: Beispielhafte Ermittlung des erforderlichen Schachtquerschnittes für Variante 3c für Lüftungsleitungen in unmittelbarer Nähe des Lüftungsgerätes bei Aufstellung im Keller

7 Energetische Gesamtbewertung

Die energetische Bewertung der Sanierungsvarianten für das Ensemble David's Corner erfolgte gemäß den nach OIB-Richtlinie 6 berechneten Energieausweisen über die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes. Die Berechnung erfolgte mit dem Energieausweisberechnungsprogramm Archiphysik 8.

Im Folgenden werden die einzelnen Sanierungsvarianten anhand der Kennzahlen Heizwärmebedarf (HWB), Endenergiebedarf (EEB), Primärenergiebedarf (PEB) und Treibhausgas-Äquivalenten Emissionen (CO₂) bewertet. Die Vergleiche beziehen sich auf die Bestandsgebäude Davidgasse 23, Muhrengasse 16 und Muhrengasse 18. Ein Ausbau bzw. Neubau des Dachraumes wird in der Betrachtung der Energiebilanz nicht berücksichtigt. Der Fokus liegt auf der Sanierung des Gebäudebestands. Die oberste Geschoßdecke bildet die Grenze der thermischen Gebäudehülle und wird als Decke gegen beheizt angenommen.

7.1 Heizwärmebedarf

Ein Kriterium für die Bewertung der thermischen Qualität der Gebäudehülle stellt der Heizwärmebedarf (HWB) dar. Der HWB beschreibt jene Wärmemenge, die den konditionierten Räumen zugeführt werden muss, um deren vorgegebene Solltemperatur einzuhalten. Als Kennzahl wird der jährliche Heizwärmebedarf pro m² konditionierter Brutto-Grundfläche und bezogen auf ein Referenzklima angegeben.

Übersicht Maßnahmen thermische Gebäudehülle (Tabelle 22):

Variante 1) Standardsanierung

- Dämmung AW mit 12 cm EPS,
- gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 nicht gedämmt,
- Fenstertausch $U_w = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- Fensterlüftung

Variante 2) erhöhter Standard

- Dämmung AW mit 30cm EPS,
- gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 mit/ohne 6 cm Innendämmung Mineralschaumplatte,
- Fenstertausch $U_w = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$,
- zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 70%

Variante 3) Öko-Variante

- Dämmung AW mit 30 cm Mineralschaumplatte,

- gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 mit/ohne 6 cm Innendämmung Holzfaserverplatte und Lehmputz,
- Fenstertausch $U_w = 0,8 \text{ W/mK}$,
- zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 80%

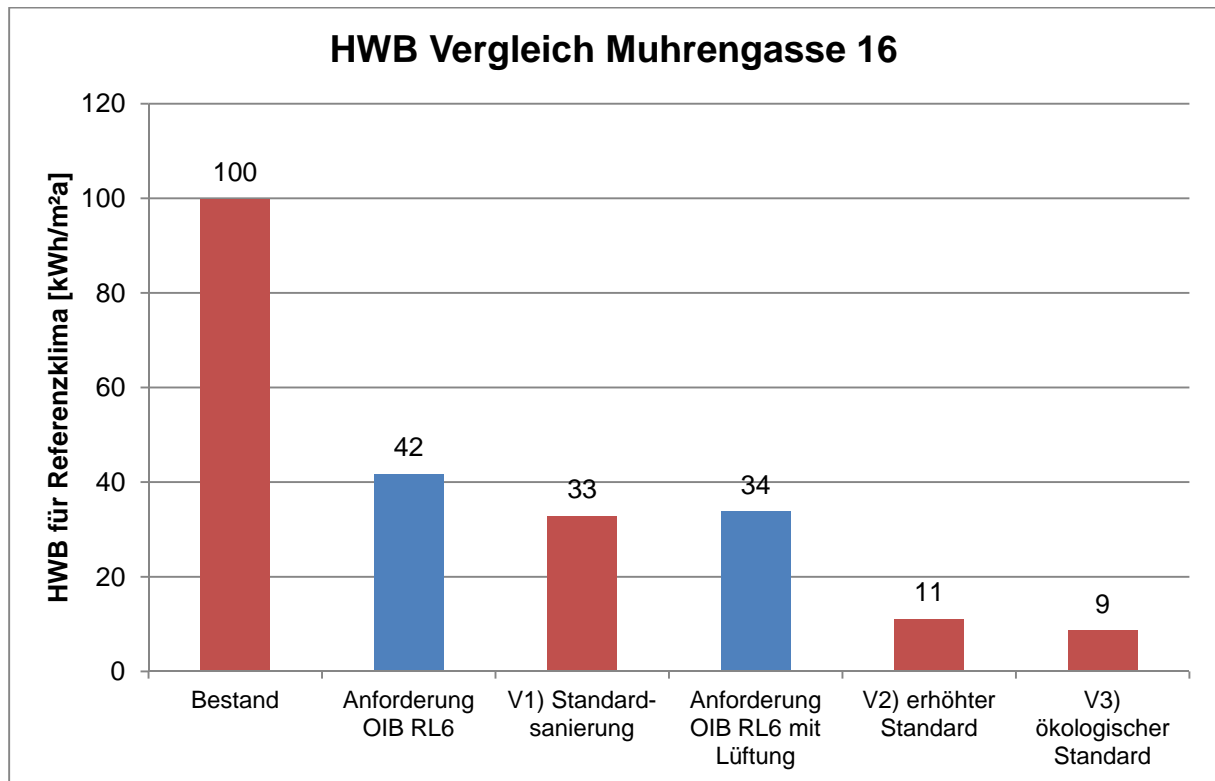


Abbildung 40: HWB Variantenvergleich Muhrengasse 16

Die Anforderung an den HWB nach OIB Richtlinie 6 bei umfassender Sanierung liegt bei der bestehenden Gebäudegeometrie der Muhrengasse 16 bei rund $42 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Bei Einbau einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung steigt diese Anforderung um $8 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ auf $34 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Das Bestandsgebäude weist im unsanierten Zustand einen überdurchschnittlich guten HWB von $100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ auf. Ein Grund dafür ist das niedrige Oberflächen-Volumen-Verhältnis (A/V) des Gebäudes von $0,27 \text{ m}^{-1}$. Die Standard-Sanierungsvariante ohne Rückgewinnung der Lüftungswärmeverluste mit Dämmmaßnahmen wie den Ersatz der Bestands-Fenster durch 2-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ($U_w = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$) und 12 cm Außenwanddämmung liegt $9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ unter den gesetzlichen Anforderungen. Bei erhöhten thermischen Standard und Einbau einer kontrollierten Be- und Entlüftung mit einem Wärmebereitstellungsgrad von 70% kann ein HWB von $11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ erreicht werden. Die ökologische Variante mit einer weiter optimierten Gebäudehülle und einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit 80% Wärmebereitstellungsgrad entspricht mit $9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ den Passivhauskriterien nach OIB RL6.

Durch die in Variante 3 vorgestellten Maßnahmen kann der HWB gegenüber dem Bestandsgebäude um 91% reduziert werden.

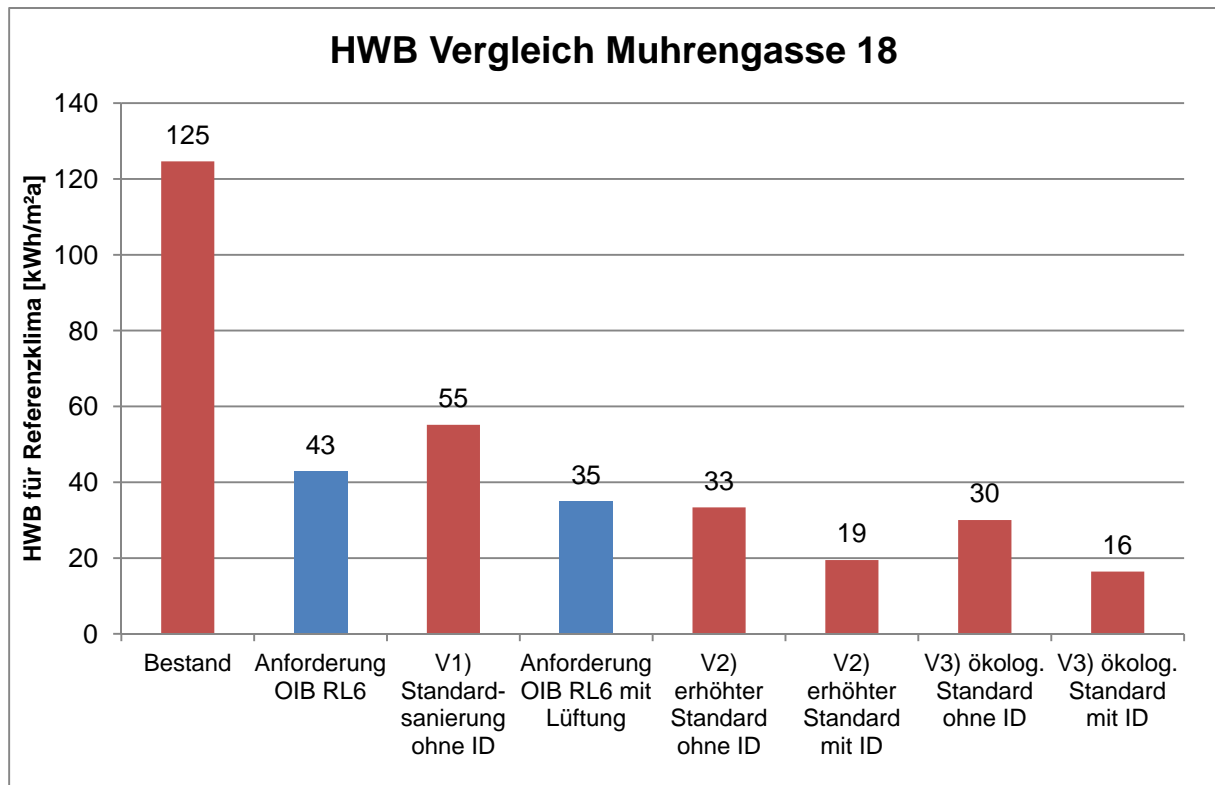


Abbildung 41: HWB Variantenvergleich Muhrengasse 18

Die Muhrengasse 18 stellt das einzige Gebäude des Ensembles mit original erhaltenen Zierelementen auf der Straßenfassade dar. Zur thermischen Aufwertung der erhaltungswürdigen historischen Fassade kann nur auf Innendämmung zurückgegriffen werden. Die Sanierungsvarianten V2 und V3 wurden jeweils mit und ohne Ausführung einer 6 cm starken Innendämmung betrachtet. Bei der Standardsanierungsvariante ohne Innendämmung können die gesetzlichen Rahmenbedingungen gemäß OIB-RL 6 nicht eingehalten werden. Erst mit erhöhtem thermischen Standard und einer kontrollierten Lüftung mit WRG wird der Grenzwert unterschritten. Bei Ausführung einer Innendämmung sinkt der HWB um weitere 14 kWh/m²*a. Die ambitionierte Variante V3 mit Innendämmung entspricht mit einem HWB von 16 kWh/m²*a dem Niedrigstenergiehaus-Standard und reduziert gegenüber der Ausgangssituation trotz historischer Fassade den HWB um 87%.

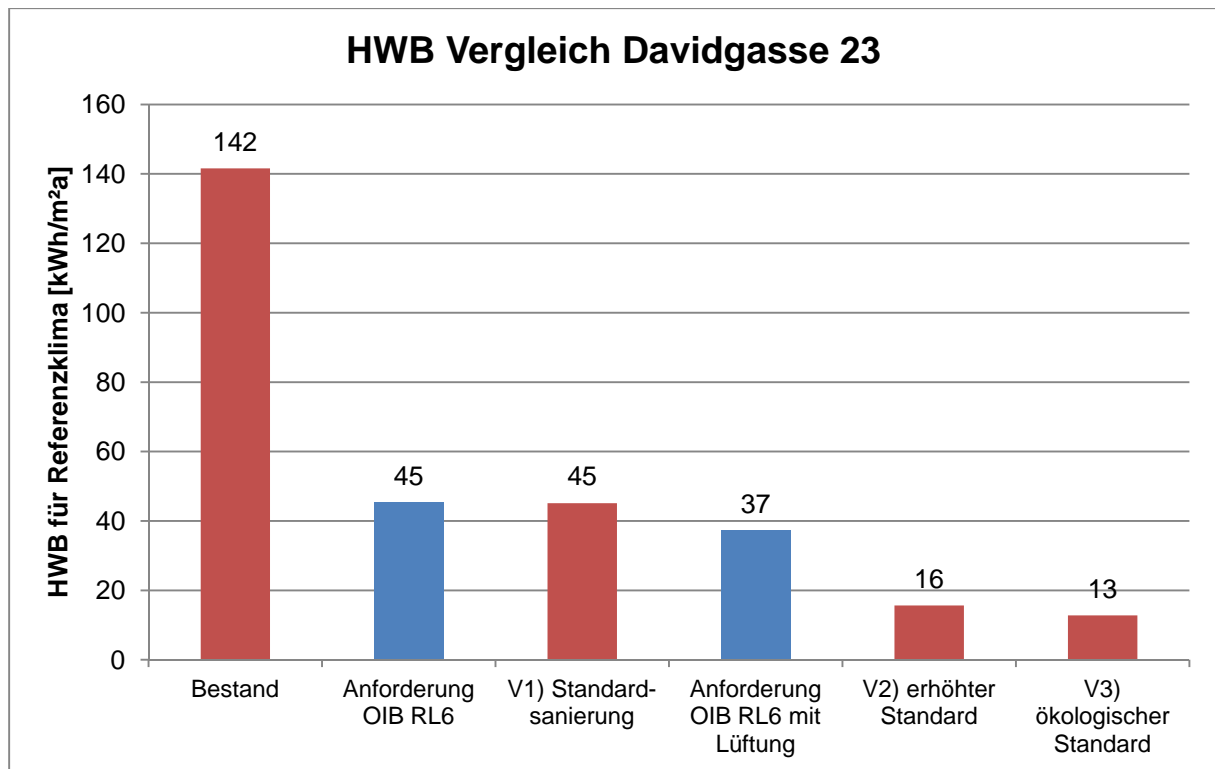


Abbildung 42: HWB Variantenvergleich Davidgasse 23

Die Davidgasse 23 weist mit einem etwas ungünstigeren A/V-Verhältnis einen HWB des Bestandgebäudes von 142 kWh/m²*a auf. Mit den angenommenen Standard-Dämmmaßnahmen können die Anforderungen nach OIB erreicht werden. Durch Modernisierungsmaßnahmen wie in Variante 2 bzw. Variante 3 dargestellt kann annähernd der Passivhaus-Standard realisiert werden. Eine Sanierung mit Faktor 10 bezüglich des Heizwärmebedarfs ist laut Bedarfsberechnung möglich.

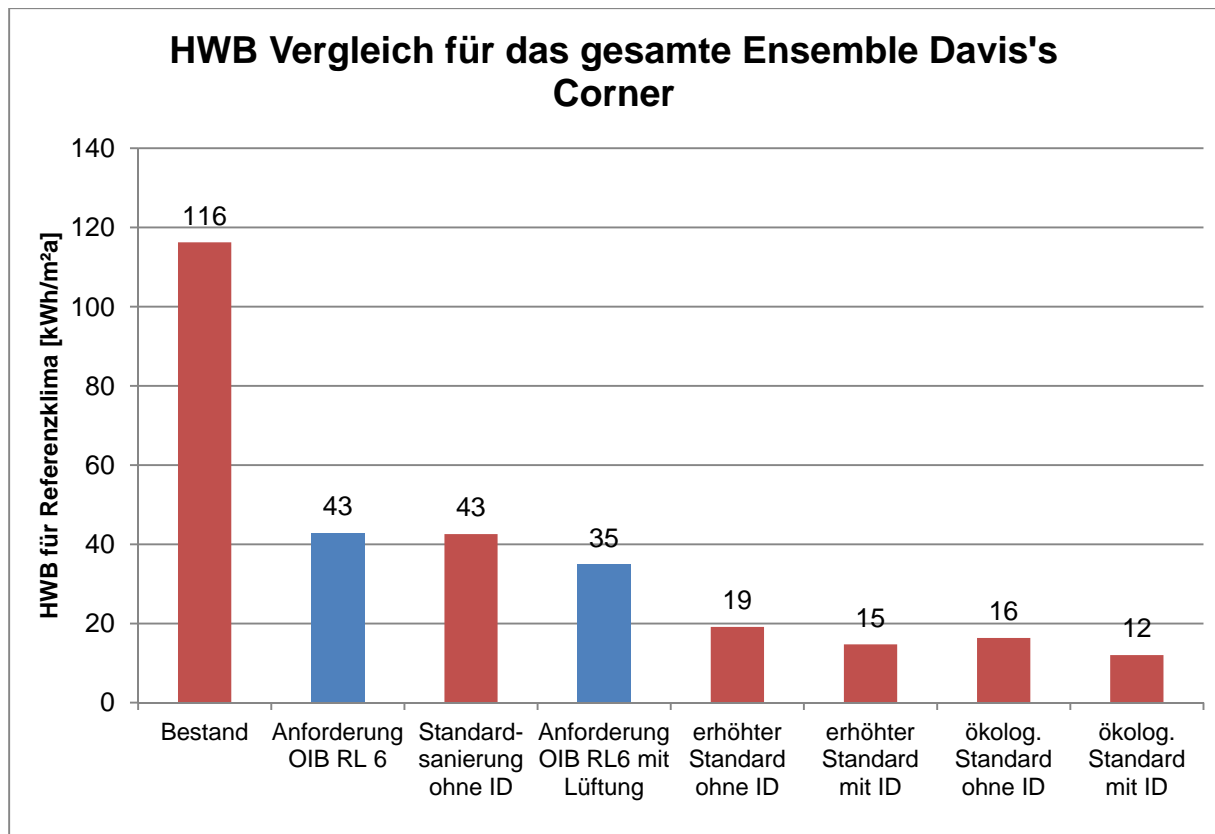


Abbildung 43: HWB Variantenvergleich für das gesamte Ensemble

Wird das Ensemble – bestehend aus drei Gebäuden – als Gesamtes betrachtet, so liegt der HWB der unsanierten Häuser bei 116kWh/m²*a. Durch Anwendung der beschriebenen Standard-Sanierungsmaßnahmen kann die gesetzliche Anforderung an den Heizwärmebedarf bei umfassender Sanierung eingehalten werden. Eine Sanierung mit erhöhtem Standard unter Einsatz einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung lässt den HWB des Ensembles unter 20 kWh/m²a sinken. Die Differenz zwischen einer Ausführung mit bzw. ohne Innendämmung in der Muhrengasse 18, beträgt 4 kWh/m²*a und führt zu einem HWB von 15 kWh/m²*a. Sanierungsvariante 3, die Ausführungsvariante unter dem Leitsatz „ökologisch/nachhaltig/innovativ“, stellt mit einem spezifischen Heizwärmebedarf von 12 kWh/m²a für das gesamte Ensemble eine sehr ambitionierte Lösung dar. Gegenüber der Ausgangssituation kann eine Einsparung von 90% erzielt werden.

7.2 Gesamtenergieeffizienz

Der Endenergiebedarf (EEB) gibt Auskunft über die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes. Der EEB beschreibt die Energiemenge, die dem Heizsystem und allen anderen energietechnischen Systemen zugeführt werden muss, um den Heizwärmebedarf, den Warmwasserwärmebedarf, den Kühlbedarf sowie die erforderlichen Komfortanforderungen

an Belüftung und Beleuchtung decken zu können, ermittelt an der Systemgrenze des betrachteten Gebäudes. Im Falle von Wohngebäuden beschränkt sich der EEB auf jenen Teil, der für die Heizungs- und Warmwasserversorgung aufzubringen ist.

Der Primärenergiebedarf (PEB) (siehe 6.3.9) umfasst zusätzlich zum Endenergiebedarf die Energiemenge, welche durch vorgelagerte Prozesse (Transport, Aufbereitung, ...) außerhalb der Systemgrenze bei der Gewinnung, Umwandlung und Verteilung des Energieträgers benötigt wird. Er beschreibt die Energieeffizienz und den ressourcenschonenden Umgang der Energienutzung. In den folgenden Darstellungen ist der nicht regenerative Anteil des Primärenergiebedarfs abgebildet.

Ausgehend vom Endenergiebedarf können durch Multiplikation mit dem Konversionsfaktor des einzelnen Energieträgers die jährlichen Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) ermittelt werden. Diese Kennzahl ist vor allem von politischer Relevanz.

Jährlicher EEB und PEB sind spezifisch pro m² konditionierter Brutto-Grundfläche und bezogen auf das Standortklima Wien angegeben. Die jährlichen CO₂-Emissionen sind als Absolut-Wert dargestellt.

Übersicht Maßnahmen Haustechnik und Energieversorgung (Tabelle 22):

Variante 1) Standardsanierung

- dezentrale Wärmeversorgung durch Gastetagenheizung kombiniert mit Warmwasserbereitung

Variante 2) erhöhter Standard

- Wärmeversorgung durch zentrales Gas-Brennwertgerät,
- zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulationsleitung

Variante 3a) Öko-Variante

- zentrale Wärmeversorgung durch Fernwärme,
- zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulation

Variante 3b) Öko-Variante mit Solar

- zentrale Wärmeversorgung durch Fernwärme,
- 150m² solarthermische Anlage für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung,
- zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulation

Variante 3c) Öko-Variante mit alternativer Energieversorgung

- zentrale Wärmeversorgung durch bivalenten Betrieb von Wärmepumpe und Pelletsanlage,

- 150 m² solarthermische Anlage für Warmwasserbereitung und heizungsunterstützend,
- zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulation

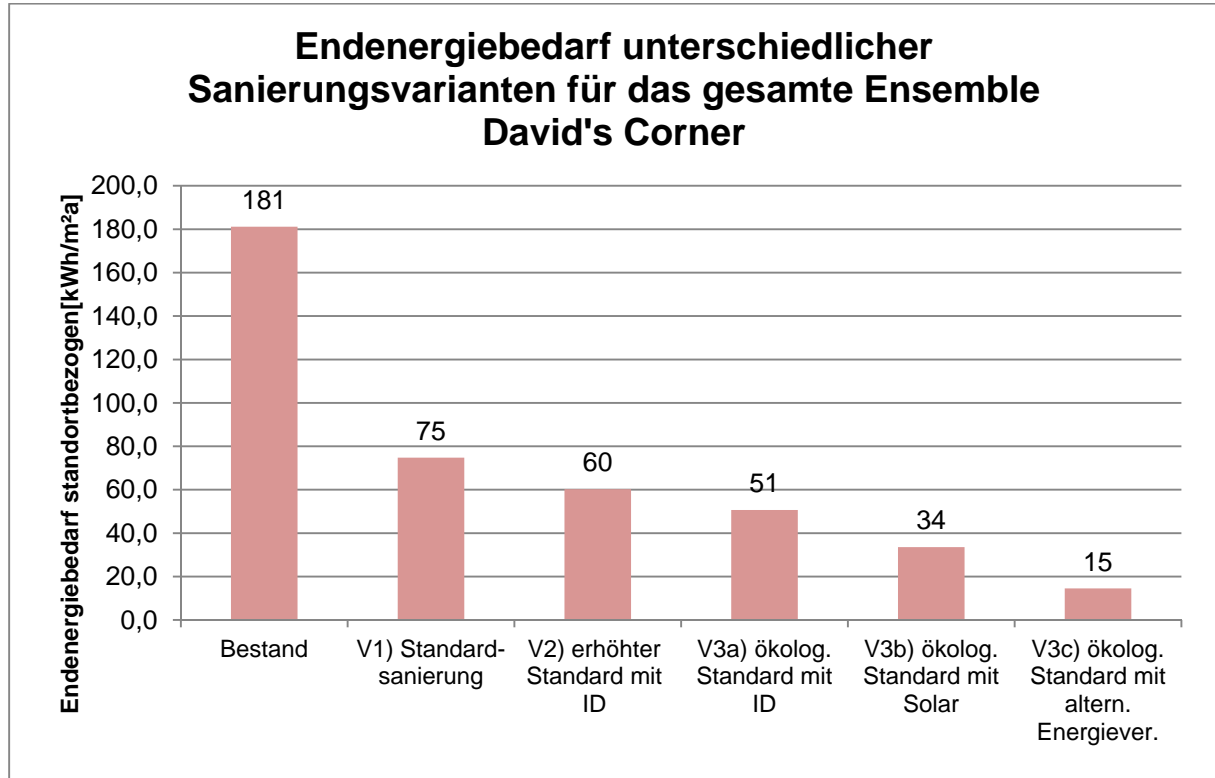


Abbildung 44: EEB Variantenvergleich für das gesamte Ensemble

Der rechnerische Endenergiebedarf für den derzeitigen Gebäudebestand liegt bei 181 kWh/m²*a. Derzeitige Verbrauchsdaten konnten nicht erhoben werden und wären auch nicht aussagekräftig, da nur ein geringer Anteil der Wohneinheiten genutzt wird. Allgemein ist zu erläutern, dass der berechnete Endenergiebedarf bei Bestandsgebäuden meist zu hoch angesetzt ist, da bei weniger komfortablen Heizungssystemen meist ein geringerer Nutzungsfaktor vorliegt.

Die Endenergie auf der Bedarfsseite (EEB) setzt sich zusammen aus:

- Heizwärmebedarf (HWB)
- Warmwasserbedarf (WWB), pauschaler Wert (12,78 kWh/m²*a), bei allen Varianten gleich
- Heiztechnikenergiebedarf (HTEB), beinhaltet alle Wärmeverluste des Heiztechniksystems zur Warmwasser- (WW) und Raumwärmebereitstellung (RH)

- Hilfsenergie (HE), stellt den elektrischen Energiebedarf für Betrieb von Heiztechniksystem und Lüftungsanlage dar

Auf der Erzeugerseite muss dieser Energiebedarf durch den jeweiligen Energieträger gedeckt werden. Positiv auf die Energiebilanz wirkt sich die Umweltenergie aus (z.B. Solarthermie, Wärmepumpe mit Nutzung der Umgebungswärme), da ihr Anteil nicht dem Endenergiebedarf zugerechnet wird.

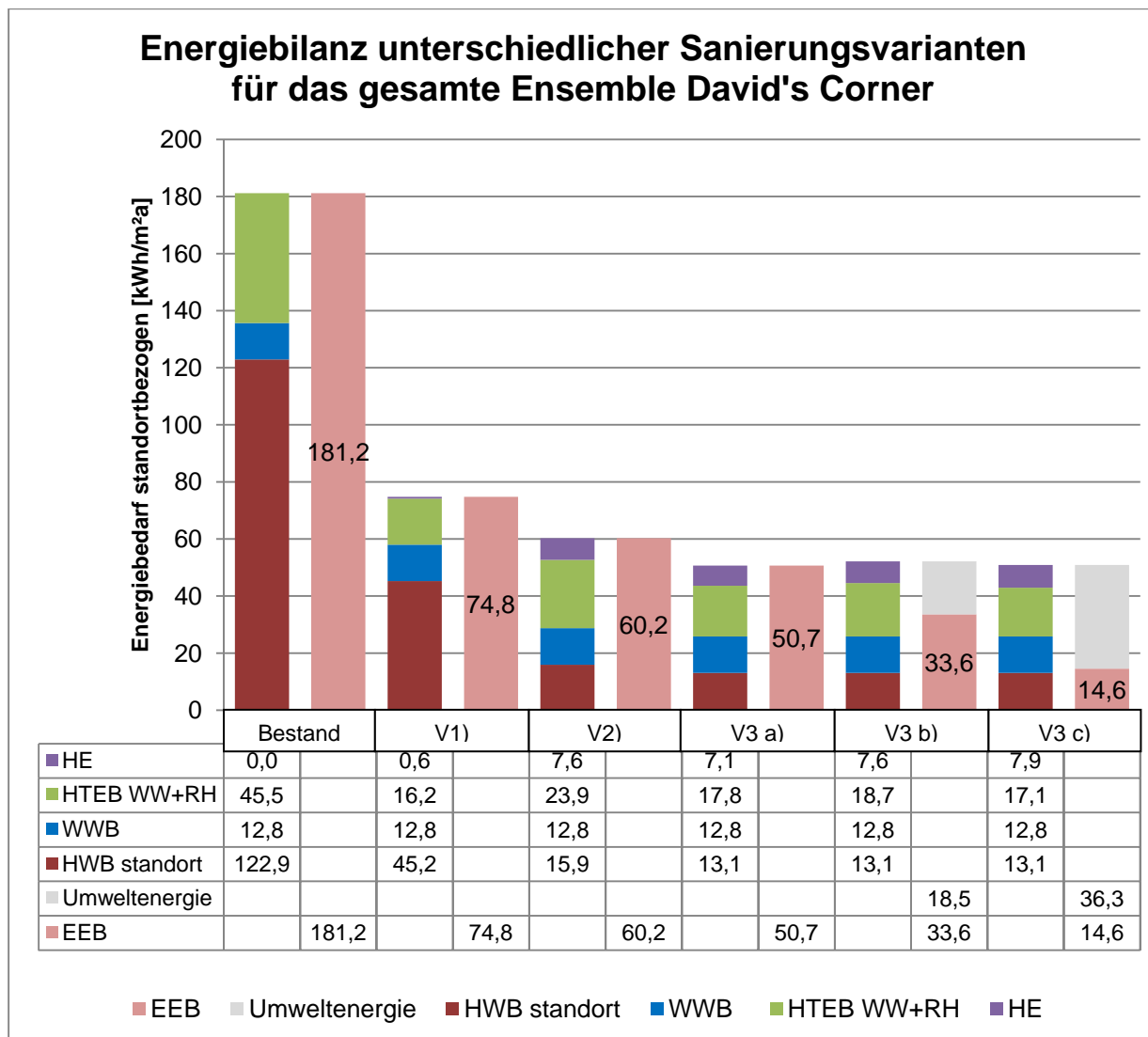


Abbildung 45: Energiebilanz unterschiedlicher Sanierungsvarianten für das gesamte Ensemble

Das Bestandgebäude weist gegenüber der Standard-Sanierungsvariante hohe Verluste des Heiztechniksystems (HTEB) auf. Die Verteil- und Wärmeerzeugungsverluste (grüner Balken) werden bei Variante 1 gegenüber den restlichen Sanierungsvarianten am geringsten gehalten, trotz des schlechteren Wirkungsgrades von dezentralen Gasthermen. Grund dafür ist der Entfall von Wärmeverlusten der Verteilleitungen für Warmwasser und Heizung.

Erkennbar wird dies bei zentraler Versorgung des Ensembles (Variante 2), hier steigt der HTEB um annähernd 8 kWh/m²*a.

Im Unterschied zur „Standard-Variante“ wird bei Variante 2 eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung empfohlen. Diese wirkt sich sehr positiv auf den Heizwärmebedarf aus, jedoch ist ein erhöhter Einsatz von Hilfsenergie für den Betrieb der Anlage zu verzeichnen. Der Anstieg des Hilfsenergiebedarfs beträgt 7 kWh/m²*a. Die Maßnahmen an der Gebäudehülle des erhöhten Standards veranlassen eine Senkung des HWB von 65% gegenüber Variante 1. Der Endenergiebedarf reduziert sich jedoch nur um 20%. Grund dafür ist der mit 1,5 Wh/(m³/h) angesetzte luftmengenbezogene Hilfsenergiebedarf, welcher für den heutigen Stand der Technik etwas pessimistisch angenommen ist. Als Richtwert für Passivhäuser beispielsweise, wird ein luftmengenspezifischer Stromverbrauch von max. 0,5Wh/(m³/h) angegeben.

Durch weitere Optimierung der Gebäudehülle bei Variante 3 und der Energieversorgung durch Fernwärme kann der EEB weiter auf 60kWh/m²a gesenkt werden. Die zentrale Versorgung durch Fernwärme weist geringere Haustechnikverluste auf. Ein nicht vernachlässigbarer Anteil wird durch die Warmwasser-Zirkulation, welche sich vorteilhaft für den Nutzerkomfort auswirkt, verursacht. Eine hochwertige Dämmung von Versorgungs- und Verteilleitungen trägt maßgeblich zur Reduktion der Haustechnikverluste bei.

Der Einsatz einer solarthermischen Anlage (Variante 3b) zur Warmwasserbereitung mit zusätzlicher heizungsunterstützender Wirkung kombiniert mit Fernwärmeversorgung übt einen sehr positiven Effekt auf den EEB aus. Der Absolut-Wert bleibt gleich, jedoch kann durch die Solaranlage ein Drittel des EEB der „Umweltenergie“ entzogen werden.

In Variante 3c) ist dieser Effekt noch besser erkennbar. Die Energiebereitstellung mit Pellets, Wärmepumpe und Solar kann zu zwei Drittel von frei zur Verfügung stehender Umweltenergie gedeckt werden.

Bei Gegenüberstellung der Varianten 3a bis 3c ist ein geringer Anstieg des Hilfsenergiebedarfs aufgrund der steigenden Komplexität des Haustechniksystems zu verzeichnen.

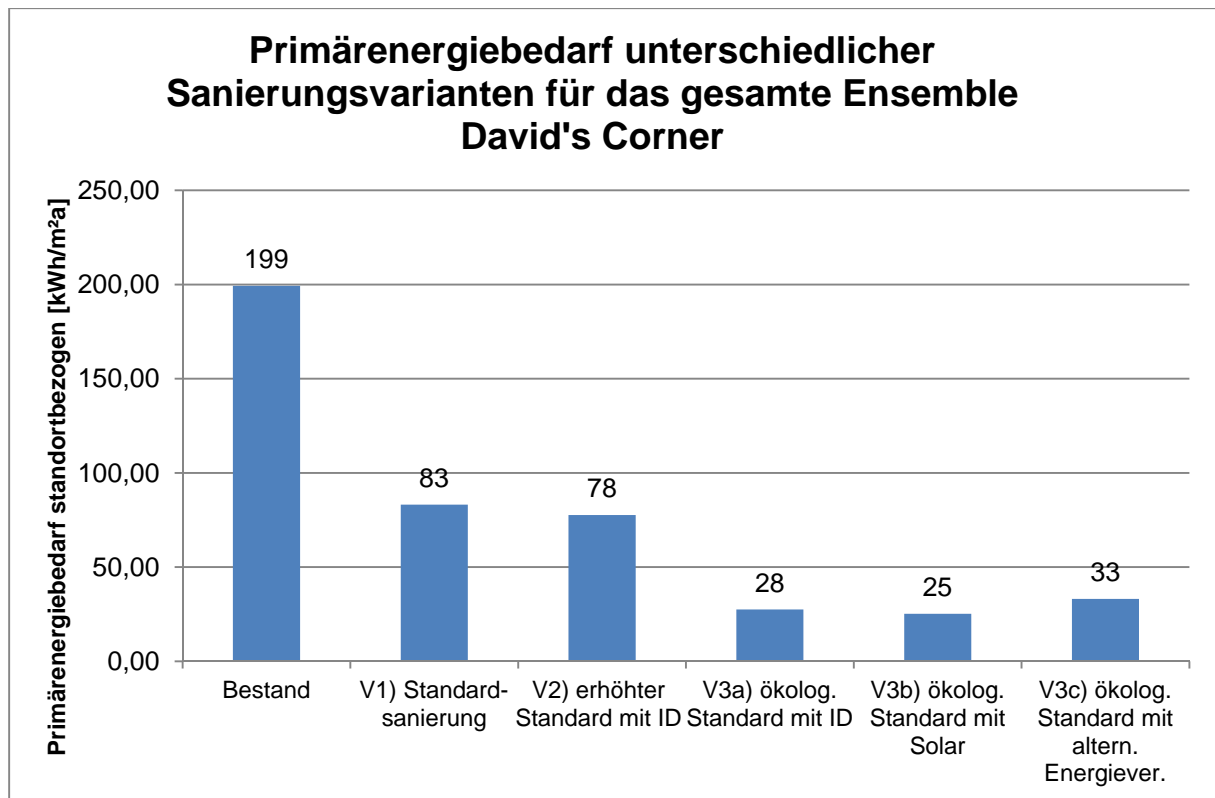


Abbildung 46: PEB Variantenvergleich für gesamtes Ensemble

Bei Betrachtung des Primärenergiebedarfs der unterschiedlichen Sanierungsvarianten, unter Anwendung der in Kapitel 6.3.9 dargestellten Primärenergiefaktoren, ist klar erkennbar, dass Systeme mit Fernwärmeversorgung einen geringeren Primärenergiebedarf aufweisen. In Variante 3a wird nur ein Drittel des PEB durch die Fernwärme verursacht, die restlichen zwei Drittel sind dem elektrischen PEB zuzurechnen. Das Bestandsgebäude mit Energiebereitstellung durch Kohle und Gas weist einen PEB von ca. 200 kWh/m²·a auf. Zwischen Variante 1 und 2 (beide Wärmeversorgung durch Gas) ist trotz der gestiegenen thermischen Qualität der Gebäudehülle nur eine geringe Differenz erkennbar. Dies kann auf den hohen PE-Faktor für die elektrische Hilfsenergie von 2,6 zurückgeführt werden. Variante 3c verursacht trotz des konsequenten Einsatzes von erneuerbaren Energieträgern (Pellets, Solar) einen höheren PEB gegenüber der Variante mit Fernwärmeversorgung. Dies ist wiederum auf den Strombedarf der Wärmepumpe zurückzuführen. Generell wirkt sich ein hoher Bedarf an elektrischer Energie negativ auf den Primärenergiebedarf aus, da der Stromproduktion ein aufwändiger Prozess vorgelagert ist.

7.3 Einsparungen an Treibhausgasemissionen

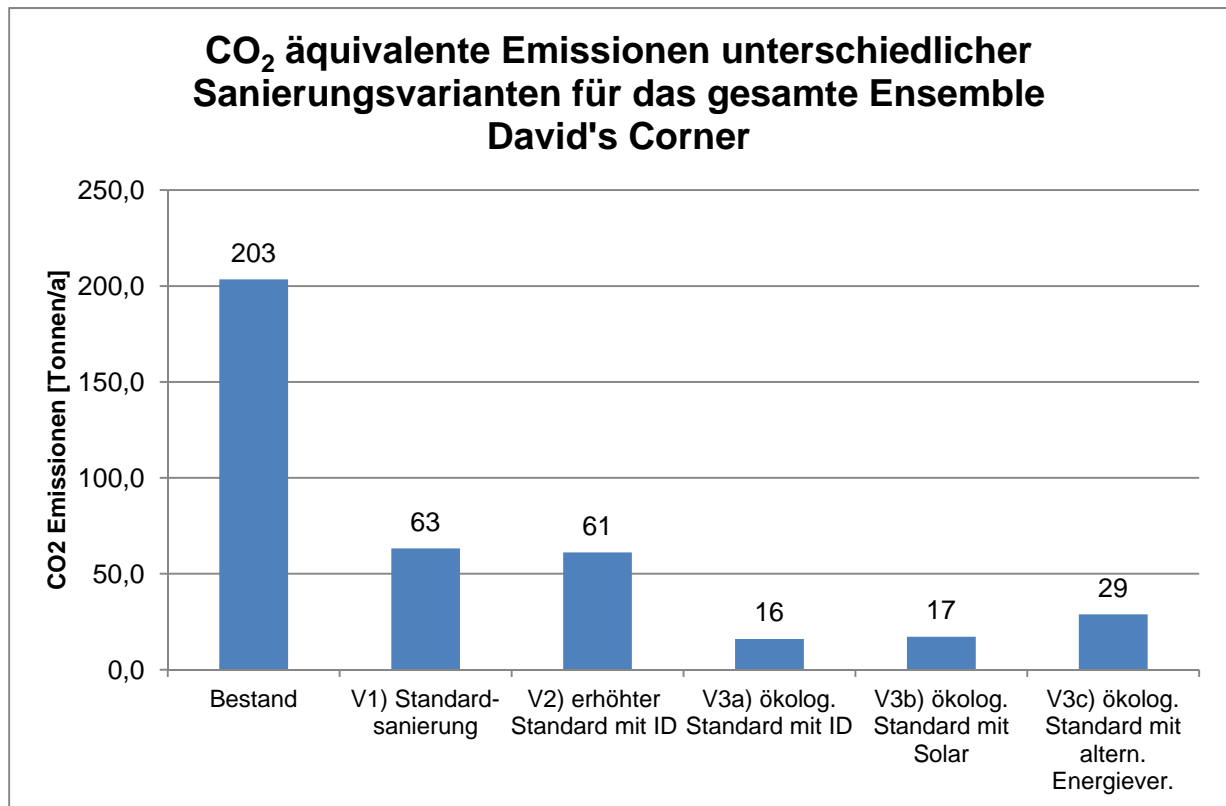


Abbildung 47: CO₂ äquivalente Emissionen unterschiedlicher Sanierungsvarianten für das gesamte Ensemble

Die CO₂ äquivalenten Emissionen der unterschiedlichen Sanierungsvarianten für das gesamte Ensemble verhalten sich ähnlich wie der in Abbildung 46 dargestellte Primärenergiebedarf. Systeme mit hohem Strombedarf verursachen einen erhöhten Ausstoß an Treibhausgasemissionen. Am günstigsten verhält sich Variante 3 mit Nutzung von Fernwärme. Der Fernwärme in Wien werden keine CO₂ äquivalente Emissionen zugerechnet, da diese zu hohen Anteilen aus Abwärme erzeugt wird. Die Emissionen der Variante V3a werden ausschließlich vom Strombedarf der Hilfsenergie verursacht. Gegenüber der Ausgangssituation kann eine Einsparung von 187 Tonnen CO₂ äquivalente pro Jahr erzielt werden, was einem Wert von mehr als 4,5 Tonnen je Wohneinheit entspricht.

Sanierungsvarianten	Fläche BGF	Maßnahmen Gebäudehülle	Heizwärmebedarf (HWB) für Referenzklima		Maßnahmen Energieversorgung	Endenergiebedarf (EEB) standortbezogen	
			[kWh/m²a]	Einsparung		[kWh/m²a]	Einsparung
Bestandsgebäude	3256	bestehende Gebäudekonstruktion (Vollziegelmauerwerk, Tramdecken) ohne Dämmmaßnahmen , Fensterlüftung	116	Ref.	dezentrale Energieversorgung durch Einzelöfen , dezentrale Warmwassererzeugung	181	Ref.
Variante 1) Standard	3334	Dämmung AW mit 12cm EPS , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 nicht gedämmt, Fenstertausch U_w= 1,3 W/mK , Fensterlüftung	43	-63%	dezentrale Wärmeversorgung durch Gastetagenheizung kombiniert mit Warmwasserbereitung	75	-59%
Variante 2) erhöhter Standard	3334	Dämmung AW mit 30cm EPS , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 nicht gedämmt , Fenstertausch U_w= 1,0 W/mK , zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 70%	19	-84%			
		Dämmung AW mit 30cm EPS , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 mit 6cm Innendämmung Mineralschaumplatte, Fenstertausch U_w= 1,0 W/mK , zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 70%	15	-87%	Wärmeversorgung durch zentrales Gas-Brennwertgerät , zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulationsleitung	60	-67%
Variante 3) Öko-Variante	3334	Dämmung AW mit 30cm Mineralschaumplatte , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 nicht gedämmt , Fenstertausch U_w= 0,8 W/mK , zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 80%	16	-86%			
		Dämmung AW mit 30cm Mineralschaumplatte , gegliederte Fassade von Muhrengasse 18 mit 6cm Innendämmung Holzfaserplatte und Lehmputz, Fenstertausch U_w= 0,8 W/mK , zentrale kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmebereitstellungsgrad 80%	12	-90%	zentrale Wärmeversorgung durch Fernwärme , zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulation	51	-72%
					zentrale Wärmeversorgung durch Fernwärme , 150m² solarthermische Anlage für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützend, zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulation	34	-81%
				zentrale Wärmeversorgung durch bivalenten Betrieb von Wärmepumpe und Pelletsanlage , 150m² solarthermische Anlage für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützend, zentrale Warmwasserversorgung mit Zirkulation	15	-92%	

Tabelle 22: Übersicht Sanierungsvarianten

8 Verzeichnisse

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energiebilanz unterschiedlicher Sanierungsvarianten für das gesamte Ensemble	8
Abbildung 2: Übersicht Sanierungsvarianten	9
Abbildung 1: Luftbild Ensemble "David's Corner"	11
Abbildung 2: Straßenansicht Muhrengasse 18, Muhrengasse 16, Davidgasse 23 (v.l.n.r.)...	12
Abbildung 3: Straßenansicht Muhrengasse nach der Sanierung	18
Abbildung 4: Hofansicht Richtung Norden zur Davidgasse nach der Sanierung	18
Abbildung 5: Hofansicht Richtung David's Corner nach der Sanierung	19
Abbildung 6: Relevante Mauerwerksstärken in Wiener Gründerzeithäusern um 1871 (Ahnert/Krause, 1986)	24
Abbildung 7: Detail Tramdeckenkonstruktion	25
Abbildung 8: Detail Dippelbaumdecke	26
Abbildung 9: Übersicht Dämmstoffe, in künstliche und nachwachsende Dämmstoffe eingeteilt	28
Abbildung 10: Herstellung einer neuen Feuermauer mit Außenwärmedämmung im Dachgeschoß, Symbolbild.....	38
Abbildung 11: Sockel mit 16 cm XPS an der Außenwand und Sockel mit 16 cm XPS an der Außenwand und bis 1 m unter dem Terrain-Niveau.....	42
Abbildung 12: Sockel mit 20 cm Glasschaumplatten an der Außenwand bis 1 m unter dem Terrain-Niveau.....	43
Abbildung 13: Sockelanschlussdetails der Sanierungsvarianten 1-3 unter üblichen Temperaturrandbedingungen.....	44
Abbildung 14: Beispiel für Dämmung der Gebäudefuge mit VIP	45
Abbildung 15: Anschluss von außen gedämmter Fassade an ungedämmte Nachbarfassade, rechte Abbildung mit zusätzlichen Dämmstreifen eingeschlitzt in die Gebäudefuge	46
Abbildung 16: Anschluss von außen gedämmter Fassade an ungedämmte Nachbarfassade, Bestandsmauerwerk mit 43, 58 cm und 72 cm	47
Abbildung 17: Typischer Fensteranschluss seitlich bzw. oben bei gedämmter 29 cm (links) und 72 cm dicker (rechts) Bestandsaußenwand	49
Abbildung 18: Typischer Fensteranschluss unten bei gedämmter 29 cm (links) und 72 cm dicker (rechts) Bestandsaußenwand.....	50
Abbildung 19: Tramdecke an innen gedämmte AW bei Bestandswand 29 auf 43 cm (linke Darstellung) und 58 auf 72 cm (rechte Darstellung).....	58
Abbildung 20: Bestandswand 29 cm mit 6 cm Innendämmung mit (linke Darstellung) und ohne 3 cm dicker Kragendämmung (rechte Darstellung) an der Innenwand	62
Abbildung 21: Bestandsmauerwerk 43 cm (oben), 58 cm (mitte) und 72 cm (unten) mit jeweils 6 cm Innendämmung.....	63

Abbildung 22: Fensteranschluss bei Innendämmung	65
Abbildung 23: Anschlussdetail Kellerdecke unsaniert.....	67
Abbildung 24: Anschlussdetail Kellerecke saniert.....	68
Abbildung 26: Feuchteanfall in Wohnräumen	72
Abbildung 27: Beispielhafter Feuchteanfall in einer 4-Personen-Wohnung	73
Abbildung 28: Semizentrales Komfortlüftungssystem mit Wärmerückgewinnung	76
Abbildung 29: Dezentrale Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung (Aerex, 2007, 13) ..	77
Abbildung 30: Temperaturverlauf verschiedener Wärmeabgabesysteme	79
Abbildung 31: Fußbodenheizung – Nassverlegung (a), Trockenverlegung (b)	81
Abbildung 32: Prinzipschema zentrales Heizverteilsystem mit Pufferspeicher und thermischer Solaranlage	84
Abbildung 33: Prinzipschema dezentrales Heizverteilsystem mit Pufferspeicher, thermischer Solaranlage, Wohnungsstation und getrennter Vorlaufleitungen zur optimalen Ausnützung der Solarenergie.....	85
Abbildung 34: Prinzipschema zentrale Warmwasserbereitung mit internem Wärmetauscher im Pufferspeicher und Zirkulationsleitung	86
Abbildung 35: Prinzipschema dezentrale Warmwasserbereitung	87
Abbildung 36: Gegenüberstellung der Kosten im Verhältnis zu Behaglichkeit / Individualität bei verschiedenen Lüftungsanlagensystemen	99
Abbildung 37: Gegenüberstellung der Kosten zur Ökologie verschiedener Arten der Energieversorgung	101
Abbildung 38: Solarthermische Anlage am Objekt David's Corner	119
Abbildung 39: HWB Variantenvergleich Muhrengasse 16	125
Abbildung 40: HWB Variantenvergleich Muhrengasse 18	126
Abbildung 41: HWB Variantenvergleich Davidgasse 23	127
Abbildung 42: HWB Variantenvergleich für das gesamte Ensemble	128
Abbildung 43: EEB Variantenvergleich für das gesamte Ensemble.....	130
Abbildung 44: Energiebilanz unterschiedlicher Sanierungsvarianten für das gesamte Ensemble	131
Abbildung 45: PEB Variantenvergleich für gesamtes Ensemble.....	133
Abbildung 46: CO ₂ äquivalente Emissionen unterschiedlicher Sanierungsvarianten für das gesamte Ensemble.....	134

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Heizwärmebedarf Bestandsgebäude	12
Tabelle 2: Anforderungsprofil für innovative Sanierung im Rahmen des Projekts "Gründerzeit mit Zukunft"	15
Tabelle 4: Übersicht und Kennwerte erhältlicher Dämmstoffe (Haselsteiner et al., 2007, 75)	29
Tabelle 5: Einsatzgebiete unterschiedlicher Dämmmaterialien.....	30
Tabelle 7: Durchschnittliche Sanierungskosten für thermisch-energetische Maßnahmen in Abhängigkeit der THEWOSAN-Förderstufe (Q: wohnfonds Wien 2008)	71
Tabelle 8: Bevorzugte Einsatzgebiete von unterschiedlichen Lüftungssystemen	99
Tabelle 9: bevorzugte Einsatzgebiete von unterschiedlichen Heizungssystemen	100
Tabelle 10: technische Voraussetzungen für verschiedene Energieversorgungen	100
Tabelle 11: Kriterien für die Herstellung und Betrieb unterschiedlicher Energieversorgungen	101
Tabelle 12. Entscheidungskriterien für verschiedene Wärmequellen bei Einsatz einer Wärmepumpe.....	102
Tabelle 13: bautechnisch relevante Anforderungen bei unterschiedlichen Lüftungssystemen	102
Tabelle 14: Kostenkennwerte für verschiedene Energiequellen und Wärmeabgabesysteme	104
Tabelle 15: Auflistung von Primärenergiefaktoren lt. DIN V 4701-10.....	105
Tabelle 16: Auflistung Heizwärmebedarf verschiedenen Dämm- und Lüftungsvarianten mit den Brutto-Grundflächen der einzelnen Objekte, ohne Energiebedarf zur Warmwasserbereitung.	106
Tabelle 17: Ermittlung des Primärenergiebedarfs unter Berücksichtigung der Primärenergiefaktoren und Anlagenwirkungsgrade, ohne Berücksichtigung der Energie für Regelung, Energieverteilung im Objekt, Warmwasserbereitung.	108
Tabelle 18: Luftmengenermittlung für den Betrieb einer Luft-Wärmepumpe	109
Tabelle 19: Ermittlung der Luftmengen für zentrale, kontrollierte Wohnraumlüftung	111
Tabelle 20: Beispielhafte Kostenermittlung für Radiatorenheizung.....	112
Tabelle 21: Beispielhafte Ermittlung des erforderlichen Schachtquerschnittes für Variante 2 für Lüftungsleitungen in unmittelbarer Nähe des Lüftungsgerätes bei Aufstellung im Keller116	
Tabelle 22: Beispielhafte Ermittlung des erforderlichen Schachtquerschnittes für Variante 3 für Lüftungsleitungen in unmittelbarer Nähe des Lüftungsgerätes bei Aufstellung im Keller118	
Tabelle 23: Beispielhafte Ermittlung des erforderlichen Schachtquerschnittes für Variante 3c für Lüftungsleitungen in unmittelbarer Nähe des Lüftungsgerätes bei Aufstellung im Keller123	
Tabelle 24: Übersicht Sanierungsvarianten	135

8.3 Literatur und Quellen

Aerex: Herstellerangaben Lüftungsgeräte, 2007

Ahnert R., Krause K.H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, 1986.

Brünner H.: Der Zentralheizungsbauer – Eine Fachkunde für Schule und Praxis, Fernwärmewarmwasserbereitung. Bohmann, Wien, 1995

Domenig Meisinger I. et al: Haus der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften: Wohnhaussanierung Markatstraße Linz.

Drexel&Weiss: Herstellerangaben Lüftungsgeräte, 2009

Fa. Allplan GmbH, Zivilingenieurbüro Di Walter Prause: Programm Haus der Zukunft Plus, Projektnummer 822236: Klimaneutrale Gründerzeithäuser – Wege – Potenziale und, Umsetzungsmöglichkeiten. 06/2010

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.

Hochwarter R.: Skriptum zur Vorlesung Heizungstechnik II WS 1999/2000. FH-Pinkafeld

Ochsner, K.: Herstellerangaben Wärmepumpen. 2009

Österreichische Energieagentur: Primärenergiefaktoren und Treibhausgasemissionen Fernwärme. Wien, 2010

POS- Architekten ZT-KG: Machbarkeitsstudie zur Verbesserung der Wohnqualität mit Passivhauskomponenten, Am Beispiel des Wohnhauses Lerchenfelder Gürtel, 1160 Wien, i. A Ma21 und Wohnfond Wien. 08/2008

Riccabona C. et. Al.: Baukonstruktionslehre 1. Manz Schulbuch, Wien, 2005

Schillberg K., Knieriemen H.: Bauen und Sanieren mit Lehm. AT Verlag, Aarau, 2001

Schneider, Schwimann, Bruckner: Lehm- und Ziegelbau – Konstruktion, Baustoffe und Bauverfahren, Prüfungen und Normen, Rechenwerte. Werner Verlag, Düsseldorf, 1996

Schneider, U., Brakhan F., Zeliger T.: Programm Haus der Zukunft: ALTes Haus, Barrierefreies Wohnen im GründerzeitPassivHaus; 12/2005

Schnögass C.: Einflüsse auf das Raumklima unter besonderer Berücksichtigung der Wasserdampfsorption von Innenputzen. Diplomarbeit an der TU Wien, Fakultät für Raumplanung und Architektur, 09/1997

Schramek et al.: Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 2000. Oldenbourg Industrieverlag, München, 2000

Schramek et al.: Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 07/08. Oldenbourg Industrieverlag, München, 2007

Statistik Austria: GWZ 2001 und Mikrozensus. 2006

Verlag Ernst&Sohn, Bauphysik 32 (2010), Heft 2: Messergebnisse und bauphysikalische Lösungsansätze zur Problematik der Holzbalkenköpfe in Außenwänden mit Innendämmung.

Uponor GmbH: Praxishandbuch der technischen Gebäudeausrüstung (TGA). Beuth, Berlin, 2009

Internetquellen:

<http://www.gesundbauen.at/BER3-WD.htm>, (15.09.2010)

Österreichisches Institut für Bautechnik OIB-300.6-038/07 OIB-Richtlinie 6, Ausgabe April 2007 Seite 8 von 19; Quelle: Internet: http://www.oib.or.at/RL6_250407.pdf, (15.09.2010)

http://www.ivv.fraunhofer.de/load.html?/mainframes/germany/business/gf6_eps_loop.html,
(10.09.2010)

<http://www.wdvsfachbetrieb.at/deutsch/1355/cms/>, (20.08.2010)

http://www.energiesparhaus.at/fachbegriffe/feuchtheadaptive_dampfbremse.htm, (20.09.2010)

Fa. Xella: Verarbeitungsrichtlinien Minerale Dämmplatte Multipor.

http://www.xella.at/html/aus/at/multipor_verarbeitung_innendaemmung.php, (23.08.2010)