



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Bautechnik und
Naturgefahren

Institut für Konstruktiven Ingenieurbau
Arbeitsgruppe Ressourcenorientiertes Bauen
Peter Jordanstraße 82
A-1190 Wien

Christian WERNER

Sanierung eines Wiener Wohngebäudes mit Passivhauskomponenten

Diplomarbeit

August, 2010

1. Betreuer

Univ. Prof. Arch. DI Dr. techn. Martin Treberspurg
Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Arbeitsgruppe ressourcenorientiertes Bauen, BOKU Wien

2. Betreuer

DI Roman Smutny
Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Arbeitsgruppe ressourcenorientiertes Bauen, BOKU Wien

PER ASPERA AD ASTRA

Danksagung

Aufrichtiger Dank gilt vor allem meinen Eltern, die mich lange Zeit unterstützt haben.

Ein herzliches Dankeschön gebührt auch dem Architekten Friedrich Mühling und dem Bauphysiker Wilhelm Hofbauer, welche mir bei der Ausarbeitung der Hochbaudetails für die thermische Gebäudehülle des Wohngebäudes in der Wiener Hütteldorfer Straße 252 zur Hand gingen.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
1.1 Persönliche Motivation.....	1
1.2 Fachliche Motivation.....	1
2 Ziel, Fragestellungen und Arbeitsmethoden.....	3
2.1 Ziel.....	3
2.2 Fragestellungen.....	3
2.3 Arbeitsmethoden.....	4
2.3.1 Bestandsaufnahme.....	4
2.3.2 Erstellung der Energieausweise für den Bestand.....	4
2.3.3 Zubau eines Dachgeschoßes.....	5
2.3.4 Erstellung der Energieausweise für die Sanierungsvarianten.....	5
2.3.5 Gebäudeschnitt und Hochbaudetails.....	5
2.3.6 Computerprogramm ArchiPHYSIK der Softwarefirma A-Null.....	5
3 Rechtliche und normative Rahmenbedingungen.....	7
3.1 Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.....	7
3.2 Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG).....	7
3.3 Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz (WWFSG 1989).....	10
3.3.1 Allgemeine Bestimmungen - Begriffsbestimmungen.....	10
3.3.2 Thermisch-energetische und bauökologische Mindestanforderungen.....	11
3.3.3 Umfassende thermisch-energetische Sanierung.....	12
3.4 ÖNORM B 8110 Teil 1.....	14
3.5 OIB-Richtlinie 6.....	15
4 Sanierungsmaßnahmen und ausgeführte Beispiele.....	17
4.1 Altbaumodernisierung und energetische Sanierung.....	17
4.2 Möglichkeiten der energetischen Sanierung von Gebäuden.....	17
4.2.1 Verbesserung der Wärmedämmung.....	17
4.2.1.1 Wärmedämm-Verbundsysteme.....	17
4.2.1.2 Innendämmung.....	18
4.2.2 Fenstersanierung.....	19
4.2.3 Zubau von Pufferräumen und Wintergärten.....	20
4.2.4 Modernisierung der Haustechnik.....	21
4.2.4.1 Wärmeerzeugung.....	21
4.2.4.2 Solarthermische Anlagen.....	21

4.3 Ausgeführte Beispiele.....	21
4.3.1 Wohnhaussanierung auf Passivhausstandard, Makartstraße 30, 32 und 34, Linz.....	22
4.3.2 Wohnhaussanierung auf Niedrigenergiehausstandard, Pötzleinsdorfer Straße 21 und 23, Wien 18.....	23
5 Bestandsaufnahme.....	25
5.1 Wohnhausanlage Hütteldorfer Straße 252.....	25
5.1.1 Baugrund.....	26
5.1.2 Baubewilligung.....	26
5.1.3 Grundbuch.....	26
5.1.4 Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan.....	27
5.2 Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3.....	29
5.2.1 Erschließung.....	30
5.2.2 Gebäudegrundriss und Abmessungen.....	30
5.2.3 Höhenlage und Orientierung des Wohngebäudes.....	30
5.2.4 Fassaden.....	30
5.2.4.1 Südfassade.....	31
5.2.4.2 Nordfassade.....	31
5.2.4.3 Westfassade.....	32
5.2.4.4 Ostfassade.....	32
5.2.5 Geschoße.....	33
5.2.5.1 Parterre und Kellergeschoß.....	33
5.2.5.2 Erdgeschoß.....	33
5.2.5.3 Erstes Obergeschoß.....	34
5.2.5.4 Zweites Obergeschoß.....	34
5.2.5.5 Dachboden.....	34
5.2.6 Wohnungstypen.....	35
5.2.7 Geschäftslokale.....	35
5.2.8 Dach.....	35
5.3 Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle.....	36
5.3.1 Außenwände.....	37
5.3.1.1 Vibro-Stein.....	37
5.3.1.1.1 Bescheid an die Wiener Baubedarfsgesellschaft m.b.H.....	37
5.3.1.1.2 Bescheid an die Ebenseer-Betonwerke, G.m.b.H.....	38
5.3.1.1.3 Bescheid an die Industrie-Baugesellschaft m.b.H.....	38
5.3.1.1.4 Katalog Betonbaustoffe mit dem „Schnellbaustein Kurz SBK 30“.....	40

5.3.1.2 Annahme für die Wärmeleitfähigkeit λ des Vibro-Steins.....	41
5.3.1.3 Annahme für den Aufbau der Außenwand.....	42
5.3.2 Kaminwand.....	43
5.3.2.1 Annahme für den Aufbau der Kaminwand	43
5.3.3 Geschoßdecke.....	44
5.3.3.1 Zeus bi-Stahl-Plattendecke.....	44
5.3.3.2 bi-Stahl.....	44
5.3.3.2.1 Annahme für den Aufbau der Deckenkonstruktion.....	45
5.3.3.3 Kellerdecke.....	45
5.3.3.3.1 Annahme für den Aufbau der Kellerdecke.....	46
5.3.3.4 Oberste Geschoßdecke.....	46
5.3.3.4.1 Annahme für den Aufbau der obersten Geschoßdecke.....	47
5.3.4 Fußboden im Parterre.....	48
5.3.4.1 Annahme für den Aufbau des Fußbodens im Parterre.....	48
5.3.5 Transparente Bauteile der thermischen Gebäudehülle.....	49
5.3.5.1 Wohnungsfenster.....	49
5.3.5.1.1 Annahme für die Wohnungsfenster.....	50
5.3.5.2 Stiegenhausfenster	50
5.3.5.2.1 Annahme für die Stiegenhausfenster.....	50
5.3.5.3 Schaufenster.....	50
5.3.5.3.1 Annahme für die Schaufenster.....	50
5.3.5.4 Eingangstüren.....	51
5.3.5.4.1 Annahme für die Hauseingangstüren.....	51
5.3.5.4.2 Annahme für die Eingangstüren zu den Geschäftslokalen.....	51
5.3.5.5 Loggien- und Balkontüren.....	52
5.3.5.5.1 Annahme für die Loggientüren.....	52
5.3.5.5.2 Annahme für die Balkontüren.....	52
5.3.5.6 Wohnungseingangstüren im Parterre.....	52
5.3.5.6.1 Annahme für die Wohnungseingangstüren im Parterre.....	52
5.3.5.7 Beschattung der transparenten Bauteile.....	52
5.4 Energieversorgung.....	54
5.5 Zubau Dachgeschoß.....	54
5.6 U-Werte und g-Werte der thermischen Gebäudehülle.....	56
5.6.1 Berechnung des exakten U-Wertes und des exakten g-Wertes.....	57
5.6.2 Wahl von Default-U-Werten und Wahl des Default-g-Wertes.....	58

5.7 Oberflächen-Volumen-Verhältnis der thermischen Gebäudehülle.....	60
5.7.1 Horizontale Oberflächen beim Bestand.....	60
5.7.2 Vertikale Oberflächen beim Bestand.....	60
5.7.3 Volumen beim Bestand.....	61
5.7.4 A/V-Verhältnis und Ic-Wert beim Bestand.....	62
5.8 Energiekennzahl Heizwärmebedarf beim Bestand.....	62
5.9 Energieausweise für den Bestand.....	63
5.9.1 Energieausweis Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK).....	64
5.9.2 Energieausweis Bestand (Default-U-Werte gemäß OIB-Leitfaden).....	67
6 Sanierungsvarianten.....	71
6.1 Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus.....	72
6.2 Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß.....	73
6.3 Sanierungsvariante Passivhaus.....	74
6.4 Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß.....	75
6.5 Fenstersanierung.....	77
6.5.1 Annahmen für die Fenstersanierung.....	77
6.5.2 Sonnenfenster.....	78
6.6 Brennwertkessel und thermische Solaranlage.....	79
6.6.1 Bestimmung der Kesselleistung Q_k	79
6.6.2 Bestimmung der Aperturfläche A der thermischen Solaranlage.....	80
6.6.3 Anlage zur kombinierten Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW).....	81
6.7 Sanierungsmaßnahmen.....	82
6.7.1 Sanierungsmaßnahmen der energetischen Gebäudesanierung.....	82
6.7.2 Sanierungsmaßnahmen der Altbaumodernisierung.....	83
6.8 U-Werte und g-Werte der thermischen Gebäudehülle.....	84
6.9 Energiekennzahl Heizwärmebedarf bei den Sanierungsvarianten.....	86
6.10 Energieausweis für die vier Sanierungsvarianten.....	87
6.10.1 Energieausweis für die Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus.....	88
6.10.2 Energieausweis für die Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß.....	91
6.10.3 Energieausweis für die Sanierungsvariante Passivhaus.....	94
6.10.4 Energieausweis für die Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß.....	97
7 Bautechnische Details.....	101
7.1 Gebäudeschnitt.....	101
7.2 Hochbaudetails.....	103
7.2.1 Detail A Dachhaut.....	104

7.2.2 Detail B Holzleichtbauelement.....	106
7.2.3 Detail C Außenwand.....	108
7.2.4 Detail D Stiege zur Dachterrasse.....	110
7.2.5 Detail E Dachterrasse.....	111
7.2.6 Detail F Holzleichtbauelement Sturz.....	113
7.2.7 Detail G-L Holzleichtbauelement Leibung.....	115
7.2.8 Detail G-P Holzleichtbauelement Parapet.....	116
7.2.9 Detail H Außenwand Sturz.....	117
7.2.10 Detail I-L Außenwand Leibung.....	119
7.2.11 Detail I-P Außenwand Parapet.....	120
7.2.12 Detail J Kaminwand.....	122
7.2.13 Detail K Kellerdecke.....	124
7.2.14 Detail L Sockel.....	126
7.2.15 Detail M Kellerwand.....	127
7.2.16 Detail N Fußboden Keller.....	128
7.2.17 Detail O Fußboden Parterre.....	129
8 Überblick, Ergebnisse, Interpretation und Ausblick.....	131
8.1 Überblick.....	131
8.1.1 Motivation.....	131
8.1.2 Ziel.....	131
8.1.3 Fragestellungen.....	131
8.2 Ergebnisse.....	133
8.2.1 Schwerpunkt Bestandsaufnahme.....	133
8.2.1.1 Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle.....	133
8.2.1.2 Energieversorgung.....	134
8.2.1.3 Wohneinheiten im Dachgeschoß.....	134
8.2.2 Schwerpunkt Sanierungsvarianten.....	139
8.2.2.1 Sanierungsvarianten.....	139
8.2.2.2 Sanierungsmaßnahmen.....	139
8.2.2.3 Passivhauskomponenten.....	141
8.2.2.4 Brennwertkessel und thermische Solaranlage.....	141
8.2.3 Schwerpunkt Hochbaudetails und Fenstersanierung.....	143
8.2.3.1 Hochbaudetails.....	143
8.2.3.2 Sonnenfenster.....	146
8.2.4 Energiekennzahlen.....	148

8.2.4.1 Entwicklung der U-Werte und der g-Werte der thermischen Gebäudehülle.....	148
8.2.4.2 Energiekennzahlen.....	151
8.2.4.3 Ausstoß an Treibhausgas.....	152
8.3 Interpretation der Ergebnisse.....	154
8.3.1 Bestand.....	154
8.3.2 Sanierungsvarianten.....	155
8.4 Ausblick.....	156
8.4.1 Altbaumodernisierung.....	156
8.4.2 Sanierungsrate.....	156
8.4.3 Maßnahmen zur Förderung der energetischen Gebäudesanierung.....	156

Abstract

In 2009 the European Commission adopted the so-called “energy and climate package”. The package sets legally binding targets to cut greenhouse gas emissions to 20 per cent below 1990 levels. The buildings sector has to make a contribution to the reduction of the greenhouse gas emissions, too.

Within the framework of this diploma thesis has been worked out a renovation concept for a multi-storey residential building. The three emphases have been put on: appraisal and calculation of Energy Performance Certificates of the existing residential building, planning of four renovation options and calculation of Energy Performance Certificates for the four renovation option as well as drawing structural engineering details of all important junctions of the thermal building envelope of the renovated residential building. All Energy Performance Certificates were calculated with the software ArchiPHYSIK. All structural engineering details were drawn with the software AutoCAD.

It could be shown, that the energy index “heating demand” of the existing multi-storey residential building is within in a normal range. Besides this could be proved, that the reduction of the greenhouse gas emissions is the biggest with both renovation options *passive house* and *passive house with attic floor*. By means of the drawn structural engineering details could be shown the right arrangement of the singular components of the heat insulation systems.

In the buildings sector the energetic building renovation makes the most important contribution to an effective reduction of the greenhouse gas emissions. In Austria the average renovation ratio is currently at 1 per cent only. Therefore radical measures for the aid programmes for the building renovation must be taken: on the one hand already existing aid programmes must be extended by additional financial incentives and on the other hand the legal framework must be adapted.

Kurzfassung

Im Jahre 2009 hat die Europäische Union das sogenannte „Klima- und Energiepaket“ verabschiedet. Das Paket enthält rechtsverbindliche Zielvorgaben, nach denen die Treibhausgasemission bis 2020 auf 20 Prozent unterhalb des Niveaus von 1990 gesenkt werden soll. Neben der Industrie, dem Verkehr und der Landwirtschaft muss auch der Gebäudesektor seinen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemission leisten. Bei Gebäudesanierungen geschieht dies etwa durch die konsequente Anwendung des Niedrigenergiehaus- bzw. des Passivhausstandards.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird ein Sanierungskonzept für ein mehrgeschoßiges Wohngebäude der Gemeinde Wien erarbeitet. Das Sanierungskonzept sieht sowohl eine Altbaumodernisierung als auch eine energetische Sanierung des bestehenden Wohngebäudes vor. Es umfasst drei Schwerpunkte: Bestandsaufnahme und Berechnung von Energieausweisen für das bestehende Wohngebäude, Erarbeitung von vier Sanierungsvarianten (*Niedrigenergiehaus*, *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*, *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß*) und Berechnung von Energieausweisen für die vier Sanierungsvarianten sowie Erstellung von Hochbaudetails für alle wichtigen Anschlüsse der thermischen Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes. Sämtliche Energieausweise wurden mit dem Programm ArchiPHYSIK der Softwarefirma A-Null berechnet. Die Hochbaudetails wurden mit dem Programm AutoCAD der Softwarefirma Autodesk gezeichnet.

Durch die Berechnung der Energieausweise für das bestehende Wohngebäude wird aufgezeigt, dass dessen Energiekennzahl Heizwärmebedarf in einem für Geschoßwohnbauten üblichen Bereich liegt. Die Berechnung der Energieausweise für die vier Sanierungsvarianten erbringt den Nachweis, dass bei den beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoss* die Senkung der Treibhausgasemission am größten ist. Die Hochbaudetails im Maßstab M 1:10 veranschaulichen die richtige Anordnung der einzelnen Komponenten der Wärmedämmsysteme in den Anschlüssen der thermischen Gebäudehülle.

Die Altbaumodernisierung stellt im Zusammenhang mit der energetischen Gebäudesanierung den mit Abstand wichtigsten Beitrag für eine wirkungsvolle Senkung der Treibhausgasmission im Gebäudesektor dar. Da in Österreich die durchschnittliche Sanierungsrate bei Wohngebäuden derzeit nur rund 1 Prozent beträgt, sind dringend Maßnahmen zur Förderung der energetischen Gebäudesanierung notwendig: Einerseits müssen bestehende Förderungen durch zusätzliche finanzielle Anreize erweitert werden, andererseits sind rechtliche Rahmenbedingungen anzupassen.

1 Einleitung

Zu Beginn dieser wissenschaftlichen Arbeit werden die persönlichen und fachlichen Gründe dargelegt, wieso die vorliegende Diplomarbeit mit dem Titel „Sanierung eines Wiener Wohngebäudes mit Passivhauskomponenten“ verfasst wurde.

1.1 Persönliche Motivation

Meine Familie wohnt in einem mehrgeschoßigen Wohngebäude in Meran, welches Ende der 1970er Jahre errichtet wurde. Das Gebäude hat vier Stiegenhauseingänge mit etwa 70 Wohnungen. Es ist nach Süden orientiert und hat einen L-förmigen Grundriss.

Die Fassade wies mehrere Sprünge auf. Darum entschloss man sich im Jahre 2007, die Fassade zu sanieren und diese mit 5 cm starken Wärmedämmplatten aus expandiertem Polystyrol zu versehen. Die verwendeten Wärmedämmplatten haben eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda=0,032 \text{ W/mK}$.

Um die Förderung aus der niedrigsten Förderstufe des Landes Südtirol zu beantragen, entschloss man sich zu zwei weiteren Sanierungsmaßnahmen:

- Das Gebäude steht auf Stützen und hat darum kein Erdgeschoß. Die Unterseite des Fußbodens des ersten Obergeschoßes ist der Umgebungsluft ausgesetzt. Aus diesem Grunde wurde sie bei Errichtung des Gebäudes Ende der 1970er Jahre mit einer 3 cm starken Schicht aus expandiertem Polystyrol versehen. Im Zuge der Gebäudesanierung wurde die bestehende Wärmedämmschicht mit einer 5 cm starke Wärmedämmschicht aus expandiertem Polystyrol ($\lambda=0,032 \text{ W/mK}$) verstärkt.
- Das Gebäude wurde ans Fernwärmenetz angeschlossen; der alte Heizkessel, welcher mit Öl befeuert wurde, wurde entfernt.

Aus meiner Sicht war die Sanierung zwar notwendig, wurde aber nur halbherzig durchgeführt: Wichtige Sanierungsmaßnahmen wie die Auswechslung der alten Fenster oder das Aufbringen einer zusätzlichen Wärmedämmung auf dem Flachdach wurden nicht ins Auge gefasst. Der Weg für eine umfassende thermisch-energetische Sanierung bleibt in den nächsten Jahren versperrt!

Für mich stellte sich nun die Frage, wie man ein mehrgeschoßiges Wohngebäude sinnvoll saniert. Aus diesem Grunde habe ich mich entschlossen, im Rahmen meiner Diplomarbeit ein Sanierungskonzept für ein mehrgeschoßiges Wohnhaus der Gemeinde Wien zu erarbeiten.

1.2 Fachliche Motivation

Neben der Industrie und dem Verkehr gehört der Gebäudesektor zu den größten Energieverbrauchern in Österreich. Die Raumheizung im Winter, die Gebäudekühlung im Sommer und die Warmwasserbereitung beanspruchen große Energiemengen. Industrie und Verkehr sind also nicht allein für den übermäßigen Ausstoß an Treibhausgas verantwortlich, auch der Gebäudesektor trägt einen wesentlichen Teil dazu bei. Somit ist auch die Auswirkung des Gebäudesektors auf den Klimawandel unbestreitbar.

1992 wurden im Rahmen der UNO-Rahmenkonvention zum Klimawandel Ziele zur Reduktion von Treibhausgasemissionen definiert. Bei der Klimakonferenz in Kyoto wurde 1997 das „Protokoll zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen“ verabschiedet, das eine Gesamtreduktion der Emissionen der sechs Treibhausgase (u.a. Kohlendioxid, Methan, wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe) durch die Industriestaaten bis 2012 um zumindest 5,2% gegenüber den Werten von 1990 vorsieht. Das Kyotoprotokoll trat 2005 offiziell in Kraft, wodurch es völkerrechtlich verbindlich geworden ist. Die EU hat sich zu einem Reduktionsziel von gemeinsam 8% bereit erklärt. Für ihre Mitglieder hat die Union eine

interne Lastenteilung vereinbart. Durch Entscheidung des Rates entfällt auf Österreich ein Reduktionsziel von 13%. Das Kyoto-Protokoll wurde im März 2002 vom österreichischen Parlament einstimmig ratifiziert. [Amann et al., 2007]

Der Sektor „Raumwärme und Kleinverbraucher“ machte 2005 mit 15,6 Mio. Tonnen CO_{2eq} 17% der österreichischen Gesamtemissionen aus, etwa drei Viertel davon entfällt auf Wohngebäude. Er wird seit je als ein Sektor mit besonders großen Einsparungspotenzialen angesehen. [Amann et al., 2007]

Aus den vorherigen Erläuterungen geht hervor, dass auch der Gebäudesektor einen Beitrag zum Klimaschutz leisten muss:

- Bei Neubauten kann dies durch die konsequente Anwendung des Niedrigenergiehaus- bzw. Passivhausstandards geschehen;
- bei Altbauten stellt die Altbaumodernisierung in Zusammenhang mit einer energetischen Gebäudesanierung den mit Abstand wichtigsten Beitrag für eine wirkungsvolle Reduktion der Treibhausgasemissionen im Gebäudesektor dar!

„In Österreich ist das Hauptaugenmerk auf Wohnbauten der Jahre 1945 bis 1980 zu richten, da hier die kosteneffizient zu realisierenden Potenziale am größten sind und ohnehin Generalsanierungen in großem Umfang anstehen.“ [Fechner, 2002, 18]

2 Ziel, Fragestellungen und Arbeitsmethoden

Im Kapitel 2.1 wird zunächst das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit definiert. Um das Ziel zu erreichen, müssen die im Kapitel 2.2 aufgeworfenen Fragen beantwortet werden. In Kapitel 2.3 wird ein Blick auf die Arbeitsmethoden geworfen, die bei der Erstellung der vorliegenden Diplomarbeit angewandt wurden.

2.1 Ziel

Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll ein Sanierungskonzept mit vier Sanierungsvarianten für ein mehrgeschoßiges Wohngebäude der Gemeinde Wien in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) erarbeitet werden. Das Sanierungskonzept umfasst folgende drei Schwerpunkte:

- Bestandsaufnahme und Berechnung von Energieausweisen für das bestehende Wohngebäude;
- Erarbeitung von vier Sanierungsvarianten und Berechnung von Energieausweisen für die vier Sanierungsvarianten;
- Erarbeitung von Hochbaudetails für die thermische Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes sowie Annahme von günstigen Kennwerten für die Fenstersanierung.

2.2 Fragestellungen

Bei der Erstellung des Sanierungskonzepts für das mehrgeschoßige Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) sind die unten aufgelisteten Fragen zu den drei Schwerpunkten zu beantworten:

Die Fragen zum Schwerpunkt „Bestandsaufnahme und Berechnung von Energieausweisen für das bestehende Wohngebäude“ lauten im Einzelnen:

- Wie sieht der genaue Aufbau der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes aus?
- Welchen U-Wert weisen die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes auf?
- Welchen U-Wert bzw. welchen g-Wert weisen die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes auf?
- Welchen Energiebedarf (Heizwärmebedarf HWB und Heizenergiebedarf HEB) weist das bestehende Wohngebäude auf?
- Wie hoch ist die Treibhausgasemission des bestehenden Wohngebäudes?
- Mit welchem Energieträger wird die zukünftige Energieversorgung sichergestellt?
- Kann im Rahmen der bestehenden Bauklasse ein Dachgeschoß errichtet werden und wie viele Wohneinheiten entstehen im neuen Dachgeschoß?

Die Fragen zum Schwerpunkt „Erarbeitung von vier Sanierungsvarianten und Berechnung von Energieausweisen für die vier Sanierungsvarianten“ lauten im Einzelnen:

- Welche Sanierungsvarianten können unter Berücksichtigung der geltenden rechtlichen und normativen Rahmenbedingungen sinnvoll umgesetzt werden?
- Welche Sanierungsmaßnahmen sind für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sinnvoll?
- Mit welchen Passivhauskomponenten sind die vier Sanierungsvarianten ausgestattet?

- Welchen U-Wert weisen die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei den vier Sanierungsvarianten auf?
- Welchen U-Wert bzw. welchen g-Wert weisen die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle bei den vier Sanierungsvarianten auf?
- Welchen Energiebedarf (Heizwärmebedarf HWB und Heizenergiebedarf HEB) weisen die vier Sanierungsvarianten auf?
- Wie hoch ist die Energieeinsparung (Energieeffizienz) bei den vier Sanierungsvarianten und welchen Beitrag zum Klimaschutz (Reduktion der Treibhausgasemission) leisten die vier Sanierungsvarianten?
- Welche Kesselleistung Q_k ist für den neuen Brennwertkessel bei den einzelnen Sanierungsvarianten erforderlich?
- Wie groß muss die Aperturfläche A der thermischen Solaranlage sein?

Die Fragen zum Schwerpunkt „Erarbeitung von Hochbaudetails für die thermische Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes sowie Annahme von günstigen Kennwerten für die Fenster-sanierung.“ lauten:

- Wie sehen die Hochbaudetails für die wichtigsten Anschlüsse an die thermische Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes aus?
- Eignen sich die sanierten Fenster als Sonnenfenster?

2.3 Arbeitsmethoden

In diesem Kapitel wird auf die Arbeitsmethoden eingegangen, die bei der Erstellung der vorliegenden Diplomarbeit angewandt wurden. Zudem werden jene Computerprogramme namentlich erwähnt, mit welchen die Energiekennzahlen ermittelt und die Hochbaudetails gezeichnet wurden.

2.3.1 Bestandsaufnahme

Zunächst wurden beim Wohnfonds Wien die Bestandspläne [Karabiberoff, 1970] des bestehenden Wohngebäudes in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) besorgt. Den Bestandsplänen lag die „Übergabe-Aufnahmeschrift“ [Gemeinde Wien, 1971] bei. Bei diesem Dokument handelt es sich um einen Technischen Bericht, der den Zustand des Wohngebäudes zum Zeitpunkt der Übergabe an die Mieter beschreibt.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wurde eine umfangreiche Recherche zur Wohnhausanlage in der Hütteldorfer Straße 252 durchgeführt. Die Nachforschungen bezogen sich einerseits auf das Grundstück, auf welchem die Wohnhausanlage errichtet wurde und andererseits auf die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle des Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3 (siehe Kap. 5).

Am 20. März 2009 wurde zudem eine Gebäudebegehung durchgeführt, bei welcher das Parterre, das Kellergeschoß und der Dachboden des Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3 in Augenschein genommen wurden (siehe Kap. 5).

2.3.2 Erstellung der Energieausweise für den Bestand

Bei der Erstellung der Energieausweise für das bestehende Wohngebäude (Bestand) in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) wurden Informationen aus den Bestandsplänen [Karabiberoff, 1970] und der „Übergabe-Aufnahmeschrift“ [Gemeinde Wien, 1971] genutzt. Außerdem flossen wichtige Erkenntnisse aus der Recherche zu den Gebäudeteilen der thermischen Gebäudehülle (siehe Kap. 5.3) und der Gebäudebegehung in die Berechnung ein.

Sämtliche Energiekennzahlen wurden mit dem Programm ArchiPHYSIK der Softwarefirma A-Null ermittelt.

2.3.3 Zubau eines Dachgeschoßes

Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* wird ein Dachgeschoß mit Pultdach errichtet (siehe Kap 5.5). Vorab war zu prüfen, ob das Dachgeschoß in den geplanten Abmessungen im Rahmen der bestehenden Bauklasse gebaut werden darf. Aus diesem Grunde wurde bei der Abteilungen „Stadtteilplanung und Flächennutzung Innen-West“ in der Wiener Rathausstraße 14-16 der aktuelle Flächenwidmungs- und Bebauungsplan für den 14. Wiener Gemeindebezirk ausgehoben.

2.3.4 Erstellung der Energieausweise für die Sanierungsvarianten

Bei der Erstellung des Energieausweise für die einzelnen Sanierungsvarianten wurden die vom Architekten und vom Bauphysiker vorgeschlagenen Wärmedämmstoffe für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle berücksichtigt (siehe Tab. 6.4). Außerdem wurden die vom Bauphysiker vorgeschlagenen Fensterkennwerte (siehe Tab. 8.8) berücksichtigt. Sämtliche Energiekennzahlen wurden mit dem Programm ArchiPHYSIK der Softwarefirma A-Null ermittelt.

2.3.5 Gebäudeschnitt und Hochbaudetails

In Zusammenarbeit mit dem Architekten Friedrich Mühling wurde ein Gebäudeschnitt für das sanierte Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 gezeichnet (siehe Kap. 7.1). Der Gebäudeschnitt diente als Grundlage für insgesamt 17 Hochbaudetails, anhand derer die wichtigsten Anschlüsse an die thermische Gebäudehülle des Wohngebäudes gezeichnet wurden (siehe Kap. 7.2). Sämtliche Hochbaudetails wurden vom Bauphysiker Wilhelm Hofbauer auf ihre bauphysikalische Funktionalität hin überprüft. Der Gebäudeschnitt, die Hochbaudetails und das 3d-Modell der einzelnen Sanierungsvarianten (siehe Kap. 6) wurde mit dem Zeichenprogramm AutoCAD 2005 gezeichnet.

2.3.6 Computerprogramm ArchiPHYSIK der Softwarefirma A-Null

Die Softwarefirma A-Null hat dem Verfasser der vorliegenden Diplomarbeit eine Studentenversion des Computerprogramms ArchiPHYSIK überlassen. Sämtliche Berechnungen wurden mit der Version ArchiPHYSIK 7.0.3.0043 durchgeführt:

- Für das bestehende Wohngebäude (Bestand) wurden die Energiekennzahlen Heizwärmebedarf (HWB) und Heizenergiebedarf (HEB) sowie die U-Werte sämtlicher Gebäudeteile berechnet; der g-Wert wurde aufgrund der für die transparenten Bauteile getroffenen Annahmen vom Programm ArchiPHYSIK ermittelt (siehe Tab. 6.6);
- für sämtliche Sanierungsvarianten wurde neben den beiden Energiekennzahlen Heizwärmebedarf (HWB) und Heizenergiebedarf (HEB) auch die Gebäudeheizlast C berechnet (siehe Tab. 6.7 bzw. Tab. 6.2); der g-Wert für die transparenten Bauteile beruht auf Vorgaben des Bauphysikers und wurde direkt ins Programm eingegeben.

Vom Computerprogramm ArchiPHYSIK wurden die unten aufgelisteten Berechnungsverfahren angewandt:

- Bauteile: EN ISO 6946, Oktober 2003
- Fenster: EN ISO 10077-1, Dezember 2006
- Unkonditionierte Teile: vereinfacht, ON B 8110-6, 1. August 2007
- Erdberührte Teile: vereinfacht, ON B 8110, August 2007
- Wärmebrücken: pauschal, ON B 8110-6, August 2007, Formel (21)
- Verschattung: detailliert, ON B 8110-6, August 2007

3 Rechtliche und normative Rahmenbedingungen

Im Kapitel 3 werden neben den rechtlichen Rahmenbedingungen (Richtlinie 2002/91/EG, EAVG, WWFSG und Sanierungsverordnung 2008) auch die normativen Rahmenbedingungen (ÖNORM B 8110 Teil 1 und OIB-Richtlinie 6) für die thermisch-energetische Sanierung des Wohngebäudes in der Hütteldorfer Straße 252 dargelegt.

3.1 Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

Am 16. Dezember 2002 haben das Europäische Parlament und der Rat die Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, ABl. Nr. L 1 vom 4. Jänner 2003, Seite 65 (im Folgenden nur mehr: „Gebäuderichtlinie“ oder „Richtlinie“) erlassen. [omtec Energiemanagement GmbH, 2010]

Der englische Titel der Gebäuderichtlinie lautet: DIRECTIVE 2002/91/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 December 2002 on the energy performance of buildings.

Ziel der Richtlinie ist es, die Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden unter Berücksichtigung der jeweiligen äußeren klimatischen und lokalen Bedingungen zu unterstützen (Art. 1 der Richtlinie). Damit soll ein wesentlicher Beitrag zur Erfüllung der im Rahmen des Kyoto-Protokolls eingegangenen Verpflichtungen zum Klimaschutz erfüllt werden, zumal nach den Erwägungsgründen der Richtlinie der Wohn- und Tertiärsektor, der zum größten Teil aus Gebäuden besteht, für über 40 % des Endenergieverbrauchs in der Europäischen Union verantwortlich ist. [omtec Energiemanagement GmbH, 2010]

Daher wird in der Richtlinie zunächst eine Methode zur einheitlichen Berechnung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden festgelegt. Kern der Richtlinie ist die in den Art. 4 bis 6 normierte Pflicht der Mitgliedstaaten, Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden festzulegen, wobei zwischen neu zu errichtenden und bestehenden Gebäuden differenziert wird und bestimmte Gebäudekategorien von diesen Anforderungen ausgenommen werden können. Art. 7 der Richtlinie verpflichtet die Mitgliedstaaten sicherzustellen, dass beim Bau von Gebäuden dem Eigentümer und beim Verkauf oder der Vermietung von Gebäuden dem potentiellen Käufer oder Mieter vom Eigentümer ein höchstens zehn Jahre alter Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz vorgelegt wird. Schließlich wird in den Art. 8 und 9 der Richtlinie eine regelmäßige Inspektion von Heizkesseln und Klimaanlage angeordnet. [omtec Energiemanagement GmbH, 2010]

3.2 Energieausweis-Vorlage-Gesetz (EAVG)

„137. Bundesgesetz über die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden und Nutzungsobjekten (Energieausweis-Vorlage-Gesetz – EAVG)

Der Nationalrat hat beschlossen:

Inhalt

§ 1. Dieses Bundesgesetz regelt die Pflicht des Verkäufers oder Bestandgebers, beim Verkauf oder bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden und Nutzungsobjekten dem Käufer oder Bestandnehmer einen Energieausweis vorzulegen.

Begriffsbestimmungen

§ 2. In diesem Bundesgesetz bezeichnet der Ausdruck

1. „Gebäude“ eine Konstruktion mit Dach und Wänden, deren Innenraumklima unter Einsatz von Energie konditioniert wird, und zwar sowohl das Gebäude als Ganzes als auch solche Gebäudeteile, die als eigene Nutzungsobjekte ausgestaltet sind;
2. „Nutzungsobjekt“ eine Wohnung, Geschäftsräumlichkeit oder sonstige selbständige Räumlichkeit;
3. „Energieausweis“ oder „Ausweis über die Gesamtenergieeffizienz“ den jeweils anwendbaren, der Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, ABl. Nr. L 1 vom 4. Jänner 2003, S. 65, dienenden bundes- oder landesrechtlichen Vorschriften entsprechenden Ausweis, der die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes angibt;
4. „Verkauf“ auch einen Vertrag über den Erwerb des Eigentums an einem zu errichtenden oder durchgreifend zu erneuernden Gebäude;
5. „In-Bestand-Gabe“ auch einen Vertrag über den Erwerb eines Bestandsrechts an einem zu errichtenden oder durchgreifend zu erneuernden Gebäude.

Vorlagepflicht

§ 3. (1) Beim Verkauf eines Gebäudes hat der Verkäufer dem Käufer, bei der In-Bestand-Gabe eines Gebäudes der Bestandsgeber dem Bestandnehmer bis spätestens zur Abgabe der Vertragserklärung des Käufers oder Bestandnehmers einen zu diesem Zeitpunkt höchstens zehn Jahre alten Energieausweis vorzulegen und ihm diesen, wenn der Vertrag abgeschlossen wird, auszuhändigen.

(2) Wird nur ein Nutzungsobjekt verkauft oder in Bestand gegeben, so kann der Verkäufer oder Bestandsgeber die Verpflichtung nach Abs. 1 durch Vorlage und Aushändigung eines Ausweises entweder über die Gesamtenergieeffizienz dieses Nutzungsobjekts oder über die Gesamtenergieeffizienz eines vergleichbaren Nutzungsobjekts im selben Gebäude oder über die Gesamtenergieeffizienz des gesamten Gebäudes erfüllen.

Ausnahmen

§ 4. Beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden, für die nach den jeweils anwendbaren bundes- oder landesrechtlichen Vorschriften kein Energieausweis erstellt werden muss, besteht die Vorlagepflicht nach § 3 nicht.

Rechtsfolge unterlassener Vorlage

§ 5. Wird dem Käufer oder Bestandnehmer entgegen § 3 nicht bis spätestens zur Abgabe seiner Vertragserklärung ein Energieausweis vorgelegt, so gilt zumindest eine dem Alter und der Art des Gebäudes entsprechende Gesamtenergieeffizienz als vereinbart.

Abweichende Vereinbarungen

§ 6. Vereinbarungen, die die Vorlagepflicht nach § 3 oder die Rechtsfolge unterlassener Vorlage nach § 5 ausschließen oder einschränken, sind unwirksam.

In-Kraft-Treten; Übergangsbestimmung

§ 7. (1) Dieses Bundesgesetz tritt zu dem Zeitpunkt in Kraft, in dem in allen Bundesländern Regelungen über den Inhalt und die Ausstellung des Energieausweises in Kraft stehen, spätestens jedoch am 1. Jänner 2008. Im Fall eines In-Kraft-Tretens vor dem 1. Jänner 2008 hat der Bundesminister für Justiz den Zeitpunkt desselben im Bundesgesetzblatt kundzumachen.

(2) Auf den Verkauf und die In-Bestand-Gabe von Gebäuden, die auf Grund einer vor dem 1. Jänner 2006 erteilten Baubewilligung errichtet wurden, ist dieses Bundesgesetz ab 1. Jänner 2009 anzuwenden.

Vollzug

§ 8. Mit der Vollziehung dieses Bundesgesetzes ist der Bundesminister für Justiz betraut.

Hinweis auf Umsetzung

§ 9. Dieses Bundesgesetz dient der Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, ABI. Nr. L 1 vom 4. Jänner 2003, S. 65.

Fischer

Schüssel“ [BGBL. 137, 2006, 1-2]

3.3 Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz (WWFSG 1989)

Für die Sanierung des bestehenden Wohngebäudes in der Hütteldorfer Straße 252, Stiege 1, 2 und 3, können laut Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz (WWFSG 1989) Förderungen beantragt werden. Die Sanierungsverordnung 2008, welche auf Grund des WWFSG 1989 erlassen wurde, beschreibt die Höhe des Förderungsausmaßes je Quadratmeter Nutzfläche aller Wohnungen und Geschäftsräume.

In den folgenden Kapiteln wird auf die für die vorliegende Gebäudesanierung wesentlichen Paragraphen § 1, § 2 und § 5 der Sanierungsverordnung 2008 eingegangen. Die Textpassagen „unter Anführungszeichen“ sind der Sanierungsverordnung 2008 entnommen. Die Bezeichnung der einzelnen Sanierungsvarianten ist *kursiv* gedruckt.

3.3.1 Allgemeine Bestimmungen - Begriffsbestimmungen

„§ 1. Im Zusammenhang mit der thermisch-energetischen Gebäudesanierung und den Maßnahmen zur Wärmedämmung und Energieverlustminimierung (§ 34 Abs. 1 Z 8 WWFSG 1989) gelten:

2. als **Niedrigenergiegebäude**, wenn folgende Energiekennzahl Heizwärmebedarf entsprechend der Referenzlinie für $HWB_{BGF\ HGT\ 3400}$ gemäß Ö-Norm B 8110 Teil 1 erreicht wird: $17 \times (1 + 2,5/l_c)$;“ [LGBL. 02, 2009, 5]

Das sanierte Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 gilt als Niedrigenergiegebäude, falls die Energiekennzahl Heizwärmebedarf des Standards Niedrigenergiegebäude erreicht wird (in Tab. 3.1 fett gedruckt und gelb hinterlegt). In der letzten Spalte der Tabelle 3.1 steht die tatsächliche Energiekennzahl Heizwärmebedarf der beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* (siehe auch Tab. 6.7). Diese ist kleiner als der Standard Niedrigenergiegebäude. Aus diesem Grunde gelten beide Sanierungsvarianten als Niedrigenergiegebäude.

Die Abkürzungen *NEH* und *NEH mit DG* in der Tabelle 3.1 stehen für die beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*. Die l_c -Werte sind der Tabelle 6.7 entnommen.

Tabelle 3.1: Standard Niedrigenergiegebäude

Sanierungs-variante	l_c -Wert [m]	Referenzlinie	Standard Niedrigenergiegebäude	EKZ HWB [kWh/m ² a]
<i>NEH</i>	2,35	$17 \times (1 + 2,5/l_c)$	35,09 kWh/m²a	31,00
<i>NEH mit DG</i>	2,53	$17 \times (1 + 2,5/l_c)$	33,80 kWh/m²a	28,00

3. „als **umfassende thermisch-energetische Sanierung** zeitlich zusammenhängende Sanierungsarbeiten an der Gebäudehülle und/oder den haustechnischen Anlagen eines Gebäudes, soweit zumindest drei der folgenden Teile der Gebäudehülle und/oder haustechnischen Gewerke gemeinsam erneuert werden oder zum überwiegenden Teil in Stand gesetzt werden: Fensterflächen, Dach oder oberste Geschoßdecke, Fassadenfläche, Kellerdecke, energetisch relevantes Haustechniksystem;“ [LGBL. 02, 2009, 5]

Folgende Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes werden saniert: die Außenwände, die oberste Geschoßdecke, die Kellerdecke, die Kaminwand im Parterre, der Fußboden im Parterre und die Fenster (siehe Kap. 5.3). Außerdem wird die Anlage zur kombinierten Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW) erneuert (siehe Kap. 6.6.3). Aus diesem Grunde handelt es sich bei der Sanierung des

Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3 um eine umfassende thermisch-energetische Sanierung.

- (5) „als innovative klimarelevante Systeme folgende Heizungs- und Warmwasserbereitungssysteme:

(...)

e) **Erdgas-Brennwert-Anlagen** in Kombination mit **thermischen Solaranlagen**, soweit keine Fernwärmeanschlussmöglichkeit gegeben ist oder aus Gründen der Luftreinhaltung oder auf Grund mangelnder Zulieferungs- oder Lagerhaltungsmöglichkeiten der Einsatz biogener Brennstoffe nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist. Der Anteil der solaren Erträge soll dabei optimiert werden. Sollte lagebedingt die Errichtung von thermischen Solaranlagen nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar sein, so kann von dieser Kombination Abstand genommen werden;“ [LGBL. 02, 2009, 5]

Bei sämtlichen Sanierungsvarianten wird ein neuer, zentraler Brennwertkessel installiert. Zur Deckung des Warmwasserwärmebedarfs in den Sommermonaten und in der Übergangszeit wird zusätzlich eine Solaranlage installiert (siehe Kap. 6.6).

- (6) „als Passivhaus ein Gebäude gemäß Ö-Norm B 8110 Teil 1 Pkt. 9.3, welches darüber hinaus eine Norm-Heizlast von 10 W/m² unterschreitet, also für eine Luftbeheizbarkeit geeignet ist;“ [LGBL. 02, 2009, 6]

Nur die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* erfüllt die in der Ö-Norm B 8110 Teil 1 Pkt. 9.3 gestellten Forderungen (siehe Kap. 3.3.3).

3.3.2 Thermisch-energetische und bauökologische Mindestanforderungen

„§ 2. (1) Für die umfassende thermisch-energetische Sanierung von Gebäuden, ausgenommen der Gebäude gemäß § 1 Z 7, werden Mindestanforderungen für Wärmeschutzstandards als Voraussetzung für die Gewährleistung einer Förderung festgelegt:“

Tabelle 3.2: Mindestanforderungen für Wärmeschutzstandards, (aus [LGBL. 02, 2009, 6])

	HWB _{BGF} in kWh/(m ² .a)
bis 31.12.2009	max. 1,57 x HWB - Niedrigenergiegebäude
ab 1.1.2010	max. 1,37 x HWB - Niedrigenergiegebäude

„Für i_c -Werte < 1,25 ist $i_c=1,25$ bzw. für i_c -Werte > 5,00 ist $i_c = 5,00$ in die Formel einzusetzen. Die zulässigen Grenzwerte sind auf ganze Zahlenwerte zu runden.“ [LGBL. 02, 2009, 6]

In Tabelle 3.3 sind die Mindestanforderungen für Wärmeschutzstandards für das bestehende Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 aufgelistet. Die Energiekennzahl Heizwärmebedarf für den Bestand (in Tab. 3.3 „HWB Bestand“) wurde der Tabelle 6.7 entnommen. Der Standard Niedrigenergiegebäude (in Tab. 3.3 „Niedrigenergiegebäude“) wurde der Tabelle 3.1 entnommen.

Tabelle 3.3: Mindestanforderungen für Wärmeschutzstandards für das Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3

Sanierungsvariante	Zeitraum	HWB Bestand [kWh/m ² a]	HWB _{BGF} in kWh/(m ² .a)
NEH	ab 1.1.2010	103	max. 1,37 x 103 – Niedrigenergiegebäude = 106
NEH mit DG	ab 1.1.2010	103	max. 1,37 x 103 – Niedrigenergiegebäude = 107

3.3.3 Umfassende thermisch-energetische Sanierung

„§ 5. (1) Förderbar sind im Rahmen eines thermisch-energetischen Sanierungskonzeptes Maßnahmen an bzw. in einem Wohnhaus zur **thermischen Sanierung der Gebäudehülle** bzw. von Teilen davon, die zu einer erheblichen Verringerung des Heizwärmebedarfs führen.“ [LGBL. 02, 2009, 8]

Wie bereits in Kapitel 3.3.1 erwähnt wurde, werden folgende Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes saniert: die Außenwände, die oberste Geschoßdecke, die Kellerdecke, die Kaminwand im Parterre und die Fenster.

- (2) „In diesem Zusammenhang kann auch die Schaffung bzw. Sanierung von **haustechnischen Anlagen zur Beheizung, zur Belüftung und Warmwasseraufbereitung** an und in Wohnhäusern, die zu einer Effizienzerhöhung und umwelttechnischen Optimierung der Energieversorgung führen, mitgefördert werden.“ [LGBL. 02, 2009, 8]

Wie bereits in Kapitel 3.3.1 erwähnt wurde, wird auch die Anlage zur kombinierten Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW) erneuert.

- (4) „Zu den Kosten der thermisch-energetischen Sanierungsmaßnahmen wird ein **einmaliger nichtrückzahlbarer Beitrag** und ein **Landesdarlehen** gewährt. Die Höhe des Förderungsausmaßes je Quadratmeter Nutzfläche aller Wohnungen und Geschäftsräume ist an die Verringerung des Heizwärmebedarfes und an den Standard Niedrigenergiegebäude gekoppelt:

(...)

c) 100 Euro nichtrückzahlbarer Beitrag und 260 Euro Landesdarlehen werden gewährt, wenn nach der Reduktion der Energiekennzahl Heizwärmebedarf der Standard Niedrigenergiegebäude nicht überschritten wird;

d) 130 Euro nichtrückzahlbarer Beitrag und 260 Euro Landesdarlehen werden gewährt, wenn nach der Reduktion der Energiekennzahl Heizwärmebedarf der 0,8-fache Betrag des Standards Niedrigenergiegebäude nicht überschritten wird;

e) 160 Euro nichtrückzahlbarer Beitrag und 320 Euro Landesdarlehen werden gewährt, wenn nach der Reduktion der Energiekennzahl Heizwärmebedarf der 0,6-fache Betrag des Standards Niedrigenergiegebäude nicht überschritten wird;

f) zusätzlich zum Förderungsausmaß nach lit. e) werden 60 Euro nichtrückzahlbaren Beitrages gewährt, wenn nach der Reduktion der Energiekennzahl Heizwärmebedarf der Passivhausstandard erreicht wird. [LGBL. 02, 2009, 8-9]

Das Landesdarlehen gemäß lit. b) und c) darf das Ausmaß des gewährten nichtrückzahlbaren Beitrages, das Landesdarlehen gemäß lit. d) und e) das doppelte Ausmaß des gewährten nichtrückzahlbaren Beitrags nicht überschreiten.“ [LGBL. 02, 2009, 9]

In Tabelle 3.4 ist das Förderungsausmaß laut § 5 Absatz (4) für die thermisch-energetische Gebäudesanierung des bestehenden Wohngebäudes aufgeschlüsselt. Insgesamt wurden vier Sanierungsvarianten für die thermisch-energetische Gebäudesanierung untersucht (siehe auch Kap. 6). Bei den vier Sanierungsvarianten konnte die Energiekennzahl Heizwärmebedarf des bestehenden Wohngebäudes von 103 kWh/m²a auf folgende Werte verringert werden (siehe auch Tab. 6.7):

Sanierungsvariante	Heizwärmebedarf
• <i>Niedrigenergiehaus (NEH)</i>	31 kWh/m ² a
• <i>Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)</i>	28 kWh/m ² a

- *Passivhaus (PH)* 6 kWh/m²a
- *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* 5 kWh/m²a

Mit Hilfe der Energiekennzahl Heizwärmebedarf der beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* wurde die Förderstufe des Standards Niedrigenergiegebäude (in Tab. 3.4 „Standard NEG“) bestimmt. Beide Sanierungsvarianten fallen in die Förderstufe des 1-fachen Betrags des Standards NEG (in Tab. 3.4 fett gedruckt und gelb hinterlegt).

Mit Hilfe der Energiekennzahl Heizwärmebedarf der beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus (PH)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* wurde überprüft, ob die beiden Sanierungsvarianten die Förderstufe für den Passivhausstandard (in Tab. 3.4 „Standard PH“) erreichen. Beide Sanierungsvarianten erreichen die Förderstufe des Standards PH (in Tab. 3.4 fett gedruckt und gelb hinterlegt).

Tabelle 3.4: Förderstufen laut § 5 Absatz (4) für die einzelnen Sanierungsvarianten

Förderstufe Standard NEG ab 01.01.2010	Sanierungs- variante <i>NEH</i> [kWh/m ² a]	Sanierungs- variante <i>NEH mit DG</i> [kWh/m ² a]	nicht- rückzahlbarer Beitrag *) [€]	Landes- darlehen *) [€]
1-fach	35,09	33,80	100,00	100,00
0,8-fach	28,07	27,04	130,00	260,00
0,6-fach	21,05	20,28	160,00	320,00
Standard PH	10,00		220,00	320,00

*) Der nichtrückzahlbare Beitrag und das Landesdarlehen werden pro Quadratmeter Nutzfläche gewährt. Balkon- und Terrassenflächen dürfen nicht berücksichtigt werden. Der nichtrückzahlbare Beitrag darf maximal ein Drittel und das Landesdarlehen darf maximal zwei Drittel der Gesamtbaukosten betragen.

In Bezug auf Tabelle 3.4, die Förderstufen laut § 5 Absatz (4) sowie die energetischen Sanierungsmaßnahmen laut § 5 Absatz (6) wird in den folgenden beiden Absätzen detailliert auf die vier Sanierungsvarianten für die thermisch-energetische Gebäudesanierung eingegangen:

Die beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* fallen in die Förderstufe des 1-fachen Betrags des Standards NEG (siehe Tab. 3.4). Es wird ein einmaliger nichtrückzahlbarer Beitrag von € 100,00 und ein Landesdarlehen von € 100,00 gewährt. Durch die Errichtung innovativer klimarelevanter Systeme (Erdgas-Brennwert-Anlage in Kombination mit einer thermischen Solaranlage) wird ein weiterer nichtrückzahlbarer Beitrag von € 30,00 gewährt (siehe § 5 Absatz 6).

Die beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus (PH)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* erfüllen die in der Ö-Norm B 8110 Teil 1 Pkt. 9.3 gestellten Anforderungen an den Passivhausstandard (in Tab. 3.4 „Standard PH“). Es wird ein einmaliger nichtrückzahlbarer Beitrag von € 220,00 und ein Landesdarlehen von € 320,00 gewährt. Durch die Errichtung innovativer klimarelevanter Systeme (Erdgas-Brennwert-Anlage in Kombination mit einer thermischen Solaranlage) wird ein weiterer nichtrückzahlbarer Beitrag von € 30,00 gewährt (siehe § 5 Absatz 6). Durch die Errichtung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung wird ein zusätzlicher nichtrückzahlbarer Beitrag von € 40,00 und ein Landesdarlehen von € 40,00 gewährt (siehe § 5 Absatz 6).

- (5) „Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten ist ein Energieausweis über die erreichte Energiekennzahl Heizwärmebedarf vorzulegen.“ [LGBL. 02, 2009, 9]

Der Energieausweis der einzelnen Sanierungsvarianten wird in den Kapiteln 6.10.1, 6.10.2, 6.10.3 und 6.10.4 vorgestellt.

- (6) „Werden zusätzlich zu den thermischen Verbesserungen energetische Sanierungsmaßnahmen gemäß Abs. 2 durchgeführt, so kann alternativ zu § 7, sofern **innovative klimarelevante Systeme** zum Einsatz kommen, je Quadratmeter Nutzfläche aller Wohnungen und Geschäftsräume ein weiterer nichtrückzahlbarer Beitrag in der Höhe von **30 Euro**, für die Errichtung einer **Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung** je **40 Euro** nichtrückzahlbarer Beitrag und Landesdarlehen, gewährt werden.“ [LGBL. 02, 2009, 9]

3.4 ÖNORM B 8110 Teil 1

In der ÖNORM B 8110 Teil 1 findet sich der Punkt 9.3 „Deklaration von Passivhäusern“. Unter diesem Punkt wird auf die besonderen Eigenschaften von Passivhäusern eingegangen:

„9.3 Deklaration von Passivhäusern (Wohngebäude)“

Das Passivhaus ist im Bereich der Niedrigstenergie-Gebäude angesiedelt, allerdings wird dabei der Entfall eines Haupt-Heizsystems angestrebt. In der Regel ist dazu ein $HWB_{BGF,Ref}$ -Wert von 10 kWh/m²a zu unterschreiten. Die tatsächliche Passivhaus-Tauglichkeit ist mit geeigneten Methoden nachzuweisen. Der n_{50} -Wert < 0,6 h⁻¹ ist einzuhalten.

ANMERKUNG: Der Heizwärmebedarf von 15 kWh/m²a, bezogen auf die Netto-Grundfläche, entspricht etwa einem Heizwärmebedarf von 12,5 kWh/m²a bezogen auf die Brutto-Grundfläche. Davon unbeschadet bleiben Nachweise von 15 kWh/m²a; bezogen auf die Netto-Grundfläche, mit gesondert für die Projektierung von Passivhäusern geeigneten Programmen.

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

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

Um störenden Kaltluftabfall an Fenstern ohne Wärmequellen zu vermeiden, darf der höchstzulässige U-Wert der Fensterkonstruktion $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ nicht überschritten werden; andernfalls müssen Nachweise des thermischen Komforts gemäß ÖNORM EN ISO 7730 erbracht werden.“ [ÖNORM B 8110-1, 2008, 14]

Die U-Werte für die Fenster der beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* sind in Tabelle 6.6 aufgelistet. Die U-Werte sämtlicher Fenster bleiben unter dem geforderten höchstzulässigen U-Wert für Fensterkonstruktionen von $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.5 OIB-Richtlinie 6

Die EU-Richtlinie 2002/91/EG, kurz EPBD (Energy Performance of Buildings Directive, siehe Kap. 3.1), verpflichtet die Mitgliedstaaten der Europäischen Union zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden beim Neubau und Sanierung von Gebäuden. [BuildDesk Österreich GmbH, 2010]

„Die Mitgliedstaaten legen die Mindestanforderungen und die Berechnungsmethode der Gesamtenergieeffizienz für Wohngebäude und für Nichtwohngebäude fest. Österreich definiert diese Anforderungen und den Energieausweis in der OIB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“.“ [BuildDesk Österreich GmbH, 2010]

„Der Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ ist ein technischer Anhang zur OIB-Richtlinie 6 und definiert die Berechnungsmethoden, das Referenzklima und die Nutzungsprofile. Bei der Berechnung der Gesamtenergieeffizienz wird neben dem Heizwärmebedarf nun auch der Endenergiebedarf des Gebäudes mit Heizung, Warmwasser, Raumluftechnik, Klimatisierung und Beleuchtung ermittelt.“ [BuildDesk Österreich GmbH, 2010]

„Ein weiteres Ziel der OIB-Richtlinien ist außerdem die Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften in den einzelnen Bundesländern. Die Erklärung einer rechtlichen Verbindlichkeit der OIB-Richtlinien bleibt jedoch den Ländern vorbehalten, wodurch sich die Energieausweise immer noch zum Teil erheblich unterscheiden.“ [BuildDesk Österreich GmbH, 2010]

4 Sanierungsmaßnahmen und ausgeführte Beispiele

Das Kapitel 4.1 beschäftigt sich eingangs mit der energetischen Sanierung des Gebäudebestands und der daraus folgenden Energieeinsparung im Gebäudesektor. Anschließend werden im Kapitel 4.2 verschiedene Möglichkeiten der energetischen Sanierung von Gebäuden aufgezeigt. Am Schluss wird in Kapitel 4.3 ein Blick auf erfolgreich umgesetzte Sanierungsprojekte geworfen.

4.1 Altbaumodernisierung und energetische Sanierung

„Die energetische Sanierung des Gebäudebestandes nach solartechnischen Gesichtspunkten, die in den nächsten Jahrzehnten sicherlich durchgeführt werden muss, kann aufgrund des Umfangs der möglichen Energieeinsparungen einen viel größeren Beitrag für die Umwelt leisten, als dies allein im Neubausektor möglich ist.“ [Fechner, 2002, 43]

„Für Altbauten wird durchschnittlich ein Bestandsalter von 80 Jahren angesetzt. Wenn die Möglichkeit einer energetischen Sanierung besteht, ist diese einem vorzeitigen Abbruch vorzuziehen.“ [Fechner, 2002, 43]

„Es sollten daher vor einem Abbruch eines Gebäudes immer alle Möglichkeiten einer energetischen Sanierung geprüft werden. Andererseits ist eine thermische Sanierung alleine, ohne Verbindung mit anderen, ohnehin erforderlichen Erhaltungs- bzw. Umbauarbeiten in den meisten Fällen nicht sinnvoll.“ [Fechner, 2002, 43]

Fazit: Die Altbaumodernisierung in Zusammenhang mit einer energetischen Gebäudesanierung stellt mit Abstand den wichtigsten Beitrag für eine wirkungsvolle Reduktion der Treibhausgasmission im Gebäudesektor dar. Ein jeder Neubau stellt hingegen einen zusätzlichen Energieverbraucher dar.

4.2 Möglichkeiten der energetischen Sanierung von Gebäuden

„Verglichen mit dem Heizenergieverbrauch eines Gebäudes aus den 60er Jahren kommt ein Neubau heute mit 25 bis 40% der Heizenergie aus. Ähnliche Verbrauchsreduktionen lassen sich auch bei bestehenden Gebäuden durch Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen erzielen.“ [Fechner, 2002, 44]

In den folgenden Kapiteln werden verschiedene Möglichkeiten der energetischen Sanierung von Gebäuden aufgezeigt. Dabei wird insbesondere auf jene Sanierungsmaßnahmen eingegangen, welche beim bestehenden Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 ergriffen wurden (siehe auch Kap. 6.7).

4.2.1 Verbesserung der Wärmedämmung

„Wärmedämmende Maßnahmen an den Außenwänden und Fenstern erhöhen die Temperaturen der inneren Oberflächen. Vereinfacht lässt sich sagen, dass ein Mensch in einem Raum jene Temperatur empfindet, die dem Mittelwert aus der Lufttemperatur und der Temperatur der ihn umgebenden Oberflächen entspricht. Bei höheren Oberflächentemperaturen muss die Luft nicht so stark aufgeheizt werden, um sich behaglich zu fühlen.“ [Fechner, 2002, 44-45]

4.2.1.1 Wärmedämm-Verbundsysteme

„Die einzelnen Komponenten eines Wärmedämm-Verbundsystems sind aufeinander abgestimmt, ihre Funktion kann daher nur bei systemkonformer Ausschreibung und Ausführung gewährleistet werden. Die Verarbeitung ist in Normen sowie durch Herstellerangaben geregelt. Wärmedämm-Verbundsysteme bestehen zumindest aus drei Schichten: Wärmedämmschicht, Grundsicht mit Armierung und Deckschicht.“ [Fechner, 2002, 46]

„Wärmedämm-Verbundsysteme haben sich wegen ihrer wesentlichen Verbesserung des Wärme- und Feuchteschutzes sehr stark durchgesetzt und vielfach bewährt. Mit der wärmedämmenden Wirkung dieses Systems gehen weitere Vorteile einher:

- Erhöhung der Wandinnentemperaturen
 - Verringerung der thermischen Belastung der tragenden Wandkonstruktion durch geringere Temperaturunterschiede
 - Verbesserung der Massivwand als speicherwirksame Masse
- (...)
- Ein substantieller Beitrag zum Umweltschutz hängt weniger von der Art des Dämmstoffes als viel mehr von der ausreichenden Dicke der Dämmschicht ab. Die Einsparungen an Energie, CO₂-Emission und sonstigen Emissionen betragen ein Vielfaches der Umweltbelastung bei der Herstellung. Die ökologisch optimalen Dämmdicken betragen 30 cm und mehr.“ [Fechner, 2002, 46]

„Zu geringe Dämmstärken sind nicht sinnvoll. Neben der nicht optimalen Dämmwirkung kann der Taupunkt im Mauerstein liegen, die Klebeschicht wird nass, und bei Frost kann im Extremfall die Fassade abgesprengt werden.“ [Fechner, 2002, 46]

„Die Befestigungssysteme sollten nicht überdimensioniert sein, da sie die Dämmeffekte durch ihre Wirkung als Wärmebrücke wieder verringern.“ [Fechner, 2002, 47]

„Die gegenüber der Dämmschicht relativ schwere Putzschicht kann gemäß den elastischen Eigenschaften der Dämmschicht schwingen und das Schalldämmmaß verringern. Eine dünne Putzschicht auf einer Polystyrol-Dämmung schwingt in einem Frequenzbereich, der sich negativ bemerkbar macht. Bei der Auswahl des Dämmsystems sind daher auch die Anforderungen des Schallschutzes zu beachten.“ [Fechner, 2002, 47]

„Silikatputz als Schlussbeschichtung bietet im Vergleich zu Kunstharzputz bessere Resistenz gegen Schmutz und Mikroorganismen und weist eine bessere Wasserdampfdiffusionsfähigkeit auf. Für die Endbeschichtung sollte keinesfalls ein dunkler Farbton gewählt werden. Durch die gute Dämmwirkung käme es zu hohen Temperaturen in der Oberfläche und in der Folge möglicherweise zu Rissen.“ [Fechner, 2002, 47]

Bei der thermischen Sanierung der Außenwand des bestehenden Wohngebäudes in der Hütteldorfer Straße 252 wurde ein Wärmedämmverbundsystem eingesetzt. Bei den beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* wird expandiertes Polystyrol als Dämmstoff verwendet; bei den beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus (PH)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* wird Resol-Hartschaum als Dämmstoff verwendet (siehe Kap. 7.2.3).

4.2.1.2 Innendämmung

„Mit der Innendämmung kann die Temperatur an der raumseitigen Wandoberfläche um mehr als 4 °C angehoben werden; dies wirkt sich unmittelbar auf das Wohlbefinden der Bewohner aus. Der entstehende Raumverlust muss in die Planung miteinbezogen werden.“ [Fechner, 2002, 48]

„Innendämmung birgt die Gefahr, durch Diffusion der Raumlufftfeuchte in die Außenwandkonstruktion und nachfolgende Kondensation an der kalten Seite der Dämmschicht Bauschäden zu verursachen. An der Grenzschicht zwischen dem äußeren Bauteil und Dämmung kann Schimmelpilzbildung die Folge sein. Aber auch anfallendes Tauwasser im Bauteil selbst kann Bauschäden durch Materialzerstörung, Schimmelpilzbildung und Frostsprengung nach sich ziehen.“ [Fechner, 2002, 48-49]

„Die nachträgliche Innendämmung reduziert den Wärmefluss von innen nach außen und verändert das ursprüngliche Temperaturfeld in der Außenwand. Dadurch dringt der Frost im Winter häufiger und tiefer in die Wand ein.“ [Fechner, 2002, 49]

„Eine entscheidende Größe für die Gefährdung durch Tauwasser ist das Baumaterial der Außenwand. Außenwandmaterialien wie Ziegel oder Kalkputz sind in der Lage, anfallendes Tauwasser durch Kapillareffekte zu verteilen. Dies unterstützt den Trocknungsprozess und verhindert ein langfristiges Anhäufen von Feuchte im Bauteil.“ [Fechner, 2002, 49]

„Inndämmkonstruktionen ohne Dampfbremse sind nach DIN 4108 Teil 3 und anderen Prüfzeugnissen unter bestimmten Voraussetzungen möglich: Die Außenwand besteht aus Mauerwerk, der Dämmstoff ist verputzt und der Aufbau nach außen diffusionsoffen, d.h. Außenputz, hinterlüftete Fassade oder Sichtmauerwerk.“ [Fechner, 2002, 50]

Bei der thermischen Sanierung des bestehenden Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3 wurde im Parterre und im Erdgeschoß eine Innendämmung angebracht. Die Innendämmung im Parterre soll die Wärmebrücke am Anschluss der Bodenplatte an die Außenwand bzw. an die Kaminwand entschärfen (siehe auch Kap. 7.2.17 und Kap. 17.2.16). Dadurch wird der Wärmefluss über die Bodenplatte in den Untergrund gehemmt. Die Innendämmung im Erdgeschoß soll die Wärmebrücke am Anschluss der Außenwand an die Kellerdecke entschärfen (siehe auch Kap. 7.2.13). Dadurch wird der Wärmefluss über Kellerdecke in den darunter liegenden Keller gehemmt. In der unten stehenden Abbildungen 1 und ist die Innendämmung grau eingezeichnet.

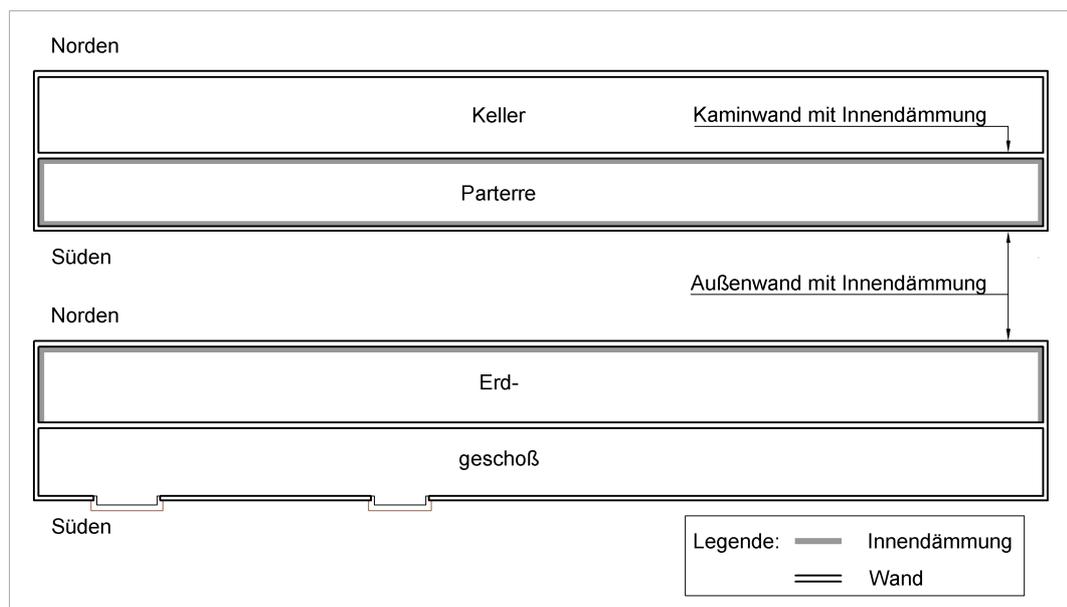


Abbildung 1: Innendämmung im Parterre und im Erdgeschoß

4.2.2 Fenstersanierung

„Fenster sind Bauteile, die besonders starkem Verschleiß unterliegen und daher bei Sanierungsmaßnahmen meist an erster Stelle erneuerungsbedürftig. In vielen Fällen, wie z.B. bei Holzverbundfenstern und wenn es aus architektonischen Gründen nicht störend auffällt, sollten die Fenster komplett erneuert werden.“ [Fechner, 2002, 52]

Bei den Wohnungsfenstern des bestehenden Wohngebäudes in der Hütteldorfer Straße 252 handelt es sich um Verbundfenster aus Holz (siehe Kap. 5.3.5.1). Im Zuge der thermischen Sanierung werden sämtliche Wohnungsfenster ausgetauscht. Bei den einzelnen Sanierungsvarianten kommen verschiedenen, moderne Fenster zum Einsatz (siehe Tab. 6.4).

„Moderne, hochwärmedämmende Fenster führen zudem zu einer deutlichen Verbesserung der Behaglichkeit, weil die Temperatur an der Glasinnenseite bei extrem tiefen Außentemperaturen vergleichsweise höher ist.“ [Fechner, 2002, 52]

„Bei einem Fenstertausch ist zu empfehlen, die Flügelbreiten mit maximal 85 cm auszuführen. Dies fördert wesentlich die Haltbar- und Bedienbarkeit und erleichtert auch die Möblierung der Wohnungen. Als einzige Verbesserungsmaßnahme erscheint der Einbau von wärmetechnisch hochwertigen Fenstern allein nicht zweckmäßig.“ [Fechner, 2002, 52-53]

4.2.3 Zubau von Pufferräumen und Wintergärten

„Sehr bewährt hat sich der nachträgliche Zubau von Raumschichten an Altbauten wie Glasvorbauten, verglaste Balkone, Wintergärten und Pufferräume. (...) Oft können hier Raumdefizite behoben und funktionelle Verbesserungen durchgeführt werden. Vergrößerungen bestehender Kleinwohnungen und eine wesentliche Anhebung der Wohnqualität können erreicht werden. Bei richtiger Ausführung und Orientierung kann durch passive Solargewinne und Pufferwirkung auch Energie gespart werden.“ [Fechner, 2002, 56]

Beim bestehenden Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 werden sämtliche Loggien und Balkone eingehaust (siehe Kap. 6). Das bestehende Parapet bei den Loggien wird abgebrochen (siehe Abb. 19). Dadurch wird die Nutzfläche der Wohnungen mit Loggia vergrößert. Durch den Abbruch des Parapets geht allerdings auch wichtige Speichermasse verloren: Die Loggien können nicht mehr als Pufferräume genutzt werden.

4.2.4 Modernisierung der Haustechnik

„Die Modernisierung von Heizungsanlagen und von Anlagen zur Trink- und Nutzwassererwärmung hat sich als die kurzfristig wirkungsvollste Maßnahme zur Energieeinsparung erwiesen.“ [Fechner, 2002, 59]

Beim bestehenden Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 werden die alten Gasetagenheizungen gegen einen zentralen Brennwertkessel ausgetauscht. Zur Deckung des Warmwasserwärmebedarfs in den Sommermonaten und in der Übergangszeit wird zusätzlich eine Solaranlage installiert (siehe Kap. 6.6).

4.2.4.1 Wärmeerzeugung

„Die Kesseltechnologie hat sich in den letzten Jahren erheblich verbessert. Heizkessel, die älter als 15 bis 20 Jahre sind, arbeiten immer unwirtschaftlich. Auch wenn die vorgeschriebenen Abgas-Grenzwerte eingehalten werden, haben sie im Teillastbereich einen stark reduzierten Nutzungsgrad. Das schlägt sich in unnötig hohen Betriebskosten nieder, denn in etwa $\frac{2}{3}$ der Heizperiode werden weniger als 30 % der ausgelegten Heizlast benötigt. Die Nachrüstung alter Kessel allein mit neuen Brennern ist daher nicht empfehlenswert.“ [Fechner, 2002, 59]

4.2.4.2 Solarthermische Anlagen

„Solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung (...) sind heute längst Stand der Technik, und ihr möglicher Einsatz ist in jedem Fall zu überprüfen.“ [Fechner, 2002, 64]

„Neben den Voraussetzungen im Verbrauchsprofil sind Vorbedingungen im Gebäude zu beachten, die den Einsatz von Solarthermie begünstigen:

- Flachdach bzw. Dachneigung zwischen 20 und 60 Grad für Anlagen zur Warmwassererwärmung;
- Südorientierung. Abweichungen bis $\pm 45^\circ$ (SO bis SW) haben nur eine geringe Auswirkung auf den Kollektorertrag. Bei stärkeren Abweichungen ist eine größere Kollektorfläche erforderlich;
- (...);
- Möglichst wenig Beschattung;
- Raumangebot im Heizraum bzw. Keller für Speicher;
- Installationsschacht zwischen Dach und Speicheraufstellung.“ [Fechner, 2002, 64]

„Im dicht bebauten innerstädtischen Gebiet verbessert der Einsatz von Sonnenkollektoren das Stadtklima, indem im Sommer die Sonnenwärme von den Dachflächen dem Warmwasser zugeführt wird und nicht zur Überhitzung beiträgt. Gleichzeitig entfällt die Abwärme der fossil befeuerten Warmwasserbeheizungen.“ [Fechner, 2002, 64]

4.3 Ausgeführte Beispiele

Im Kapitel 4.3 werden zwei Wohnhaussanierungen vorgestellt: Das sanierte Wohngebäude in der Makartstraße in Linz erreicht Passivhausstandard, das sanierte Wohngebäude in der Pötzleinsdorfer Straße im 18. Wiener Gemeindebezirk erreicht Niedrigenergiehausstandard.

Die beiden erwähnten Wohnhaussanierungen wurden bewusst gewählt, um einen Vergleich mit den Sanierungsvarianten für das Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252, welche im Rahmen dieser Diplomarbeit erarbeitet wurden, zu ziehen (siehe Kap. 6).

4.3.1 Wohnhaussanierung auf Passivhausstandard, Makartstraße 30, 32 und 34, Linz

Die Wohnhaussanierung in der Makartstraße 30, 32 und 34 in Linz war die erste Sanierung eines mehrgeschoßigen Wohngebäudes auf Passivhausstandard in Österreich. Das Wohnhaus wurde in den Jahren 1957 bis 1958 errichtet und weist 50 Wohneinheiten auf. Es steht im Besitz der „Gemeinnützigen Industrie-Wohnungs-AG GIWOG“. [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010]

Dieses Demonstrationsprojekt berücksichtigte alle Aspekte eines nachhaltigen Gesamtsanierungskonzeptes. Es wurden zukunftsweisende Sanierungsmaßnahmen zur größtmöglichen Energieeinsparung bei gleichzeitiger Steigerung der Nutzungsqualität und Funktionalität umgesetzt. [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010]

Ziel

Bei der ersten Altbausanierung eines Mehrfamilienwohngebäudes auf Passivhausstandard in Österreich wurden gleich hohe Ansprüche an die Luftqualität, den Komfort und die Behaglichkeit gestellt, wie bei einem bestehenden Gebäude. Gleichzeitig gelang es, einen äußerst niedrigen Energiebedarf zu erreichen. Ziel dieses Demonstrationsprojektes war die Beispielwirkung auf andere Altbauten:

- Erste Altbausanierung eines Mehrfamilienhauses auf Passivhausstandard
- Optimiertes Lüftungs- und Haustechnikkonzept für beste Luftqualität
- Ökologische Sanierung mit nachwachsenden Rohstoffen
- Hoher Vorfertigungsgrad
- Sanierung ohne wesentlicher Beeinträchtigung der Bewohner [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010].

Bearbeitungsmethode

- Berechnung von Ausführungsvarianten mit dem Passivhausprojektierungspaket PHPP
- Vergleich und Analyse verschiedener Lüftungskonzepte
- Untersuchung unterschiedlicher dezentraler Warmwasseraufbereitungen
- Entwicklung von vorgefertigten Fassadenelementen mit eingebauten Fenstern und Kanalführung für kontrollierte Wohnraumlüftung zur thermischen Sanierung
- Einsatz einer Solarwabenfassade in der Altbausanierung [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010]

Modernisierung des mehrgeschoßigen Wohnbaues mit 50 Wohneinheiten

Das Gebäude wurde durch folgende Sanierungsmaßnahmen den Ansprüchen eines Passivhauses gerecht: einer vorgefertigten, hinterlüfteten GAP Solarfassade, einer verstärkten Dachgeschoß- und Kellerdeckendämmung, der Einhausung und Vergrößerung der bestehenden Balkone samt Parapetdämmung, einer Verglasung mit Passivhausfenstern samt integriertem Sonnenschutz, einer neuen Dacheindeckung sowie einer kontrollierten Wohnraumlüftung mit Einzelraumlüftern. Die kontrollierte Wohnraumlüftung macht die Fensterlüftung überflüssig. [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010]

Aufgrund der Lage des Objektes an der stark befahrenen Makartstraße war die Benutzung der Balkone wegen der großen Luftverschmutzung und Lärmbelästigung bisher nur eingeschränkt möglich. Nach Einhausung und Vergrößerung der Balkone können diesen nun uneingeschränkt benutzt werden. Parapet und Seitenwände der Balkone wurden mit einer Wärmedämmung versehen. Bei den Fenstern der Einhausung handelt es sich um Passivhausfenster bzw. um

Fenster mit Fixverglasung. Die Gesamtwohnnutzfläche wurde durch die Einhausung der Balkone von 2.755,68 m² auf 3.106,11 m² erhöht. [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010]

Auswertung der Ergebnisse der Wohnhaussanierung auf Passivhausstandard

- Reduktion der Energiekennzahl Heizwärmebedarf von 179 kWh/m²a auf 13,3 kWh/m²a (bei praktisch erreichter Luftdichtheit $n_{50} < 1,30$ 1/h)
- Einsparung von 446.800 kWh/a – entspricht Faktor >10
- Verringerung des CO₂-Ausstoßes von ca. 160.000 kg/a auf 13.000 kg/a
- Mehrkosten zur Erreichung des Passivhausstandards ca. 27%
- Mehrkosten für Passivhaus u. ökologische Maßnahmen in Summe knapp 30% [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010]

Projekt- und Kooperationspartner

- Architekturbüro ARCH+MORE, Puchenau, Arch. DI Ingrid Domenig-Meisinger
- Planungsteam E-Plus, Egg, DI Bernd Krauß
- gap-solar GmbH, Perg, DI Mag. Johann Aschauer
- LANG consulting, Wien, Ing. Günter Lang



Abbildung 2: Wohnhaussanierung Makartstraße, Linz: vor und nach der Sanierung, nach [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010]

4.3.2 Wohnhaussanierung auf Niedrigenergiehausstandard, Pötzleinsdorfer Straße 21 und 23, Wien 18

Bei der Wohnhaussanierung in der Pötzleinsdorfer Straße 21 und 23 im 18. Wiener Gemeindebezirk handelt es sich um eine thermisch-energetische Sanierung im Rahmen des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes (siehe Kap. 3.3).

Die Wohnhausanlage aus dem Jahr 1969 besteht aus fünf Baukörpern mit insgesamt 34 Wohnungen. Die einzelnen Baukörper sind so konzipiert, dass in der Ebene des Hauseinganges jeweils unbeheizte Nebenräume wie Garage, Parteienkeller und Waschküchen angeordnet sind. Die thermischen Verbesserungsmaßnahmen betrafen die Außenwände samt Fenster, die Dächer sowie die Kellerdecken. [Treberspurg & Partner Architekten ZT GmbH, 2010]

Sanierungsmaßnahmen

Die bestehenden Außenwandflächen wurden mit 14 cm starken, hochwärmedämmenden Fasadendämmplatten aus expandiertem Polystyrol Hartschaum (EPS F-Plus) verkleidet. Die Zweischeibenverbundfenster wurden durch Holz-Alu-Fenster mit Zweischeibenwärmeschutzverglä-

sung ersetzt (U-Wert des Fensters $U_w=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, Gesamtenergiedurchlaßgrad $g=0,55$). Nach Abbruch der bestehenden Dachkonstruktion bis zur Rohdecke wurde ein neues Flachdach mit einer durchschnittlich 36 cm starken Wärmedämmung aufgebracht. Bei der bestehenden Kellerdecken handelt es sich um eine sogenannten Rippendecke. Die Hohlräume der Rippendecke wurden mit Mineralfaserdämmstoff ausgeblasen. Zusätzlich wurde die Rippendecke mit einer 6 cm starken Wärmedämmung an der Unterseite versehen. Der ursprünglich vorhandene Heizkessel der Zentralheizung, welcher mit Öl befeuert wurde, wurde durch einen Gas-Brennwertkessel ersetzt. [Treberspurg & Partner Architekten ZT GmbH, 2010]

Förderung laut Sanierungsverordnung 2008

Mit den durchgeführten Sanierungsmaßnahmen wurde die höchste Förderstufe im Rahmen der umfassenden thermisch-energetischen Sanierung laut Sanierungsverordnung 2008 erreicht.

Reduktion der Energiekennzahl Heizwärmebedarf

Die Energiekennzahl Heizwärmebedarf der Anlage betrug vor der Sanierung $114 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, nach der Sanierung liegt er bei $37,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, womit Niedrigenergiestandard erreicht wurde. [Treberspurg & Partner Architekten ZT GmbH, 2010]

Projekt- und Kooperationspartner

- Treberspurg & Partner Architekten ZT GmbH
- Technisches Büro Wilhelm Hofbauer



Abbildung 3: Wohnhaussanierung Pötzleinsdorfer Straße, Wien 18: nach der Sanierung, (aus [Treberspurg & Partner Architekten ZT GmbH, 2010])

5 Bestandsaufnahme

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wurde eine umfangreiche Recherche zur Wohnhausanlage in der Hütteldorfer Straße 252 durchgeführt. Die Nachforschungen bezogen sich in erster Linie auf die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle des Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3. Am 20. März 2009 wurde zudem eine Gebäudebegehung durchgeführt, bei welcher das Parterre, das Kellergeschoß und der Dachboden des Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3 in Augenschein genommen wurde.

Von zentraler Bedeutung sind die beiden Energieausweise für das bestehende Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3, die in Kapitel 5.9 vorgestellt werden. Die Energieausweise geben Aufschluss über die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) und dienen als wichtige Grundlage für die Erarbeitung der vier Sanierungsvarianten.

5.1 Wohnhausanlage Hütteldorfer Straße 252

Die Wohnhausanlage in der Hütteldorfer Straße 252 wurde vom Architekten Stefan Karabiberoff geplant; errichtet wurde sie in den Jahren 1969 bis 1971 vom Wiener Stadtbauamt (siehe Abb. 4). Die Anlage liegt in Penzing im 14. Wiener Gemeindebezirk an der Kreuzung Hütteldorfer Straße Ernst-Bergmann-Gasse (siehe Abb. 5). Eigentümerin der Wohnhausanlage ist die Gemeinde Wien.



Abbildung 4: Tafel an der Westfassade

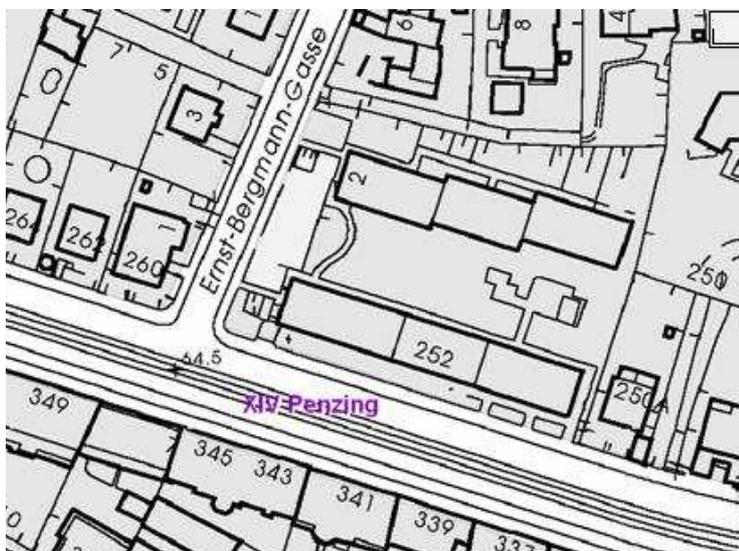


Abbildung 5: Lageplan Hütteldorfer Str. 252, (aus [Stadt Wien, 2009])

Die Anlage umfasst zwei Wohngebäude mit je drei Stiegen. Das vordere Gebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 liegt an der Hütteldorfer Straße. Das hintere Gebäude mit den Stiegen 4, 5 und 6 liegt parallel zum vorderen. Zwischen den beiden Wohngebäuden wurde eine Grünfläche belassen, auf der sich ein Kinderspielplatz befindet. Die beiden Parkplätze mit insgesamt sechzehn Stellplätzen liegen auf der Westseite der Wohnhausanlage. Man erreicht sie über die Ernst-Bergmann-Gasse. Beide Wohngebäude sind über einen Gehweg auf der Nordseite erschlossen (siehe Abb. 5).

5.1.1 Baugrund

Der Baugrund hatte ursprünglich eine Gesamtfläche von 5116,65 m². Davon wurden 1374,98 m² bebaut. Die restlichen 3741,67 m² wurden nicht bebaut und verteilten sich auf befestigte und unbefestigte Flächen. [Karabiberoff, 1970]

befestigte Flächen:

Ruheplatz	35,50 m ²
Gehwege	511,25 m ²
Spielplatz	89,25 m ²
Pkw-Einstellplätze	405,75 m ²
Kolonia	30,36 m ²

unbefestigte Flächen:

Restgartenfläche	2669,56 m ²
------------------	------------------------

„Der Bauplatz wurde erst im Jahr 1973 mit der Tagebuchzahl 4209/1973 im Grundbuch eingetragen. Die Eintragung beruht auf einem Teilungsplan, mit dem eine Grundstücksabtretung an das Öffentliche Gut durchgeführt wurde. Dabei wurde das Grundstück 157/16 an die Straßen abgetreten. Mit dem Teilungsplan aus dem Jahre 1973 wurde die Fläche des Bauplatzes mit 4691 m² festgelegt. Pläne oder Schriftstücke vor 1973, in denen ein anderes Flächenausmaß für den Bauplatz angeführt wird, können nur Vorverträge oder Vorbestandspläne sein.“ [Niegl, 2009, 1]

5.1.2 Baubewilligung

Der Wiener Gemeinderat hat mit Beschluss vom 29. März 1968, Protokollzahl 846, die Errichtung einer städtischen Wohnhausanlage in der Hütteldorfer Straße 252 im 14. Wiener Gemeindebezirk genehmigt. Die Baubewilligung hierfür wurde von der Magistratsabteilung 35 mit Bescheid vom 10. April 1968 ausgestellt. Sie ist mit der Zahl Bg/XIV/6/68 gekennzeichnet. [Gemeinde Wien, 1971]

5.1.3 Grundbuch

Die Wohnhausanlage in der Hütteldorfer Straße 252 wurde auf Grund der genehmigten Pläne und unter Einhaltung der von der Magistratsabteilung 35 bekannt gegebenen Baulinien und Höhenlagen auf den der Stadt Wien gehörenden Liegenschaften 158/2 EZ 112, 158/3 EZ 115, 161/3 EZ 115, 161/4 EZ 115, 167/2 EZ 363, 167/3 EZ 363, 167/4 EZ 363, 167/5 EZ 550, 158/1 EZ 666, 161/1 EZ 666, 161/2 EZ 666, 167/10 EZ 666 ÖFF. GUT des Grundbuches Oberbaumgarten errichtet. Die Grundbuchsordnung wurde von der Magistratsabteilung 41 hergestellt. [Gemeinde Wien, 1971]

Nach Anforderung einer Grundbuchsabschrift beim Bezirksgericht Fünfhaus - zuständig für den 14. und 15. Wiener Gemeindebezirk - konnte folgendes in Erfahrung gebracht werden: Die Liegenschaft, auf welcher sich die Wohnhausanlage befindet, ist mit der Einlagezahl 550 bezeichnet und befindet sich in der Katastralgemeinde Oberbaumgarten. Diese hat die Nummer 01208. Die letzte Tagebuchzahl TZ lautet 4209/1973.

Im A1-Blatt ist die Liegenschaft mit der Grundstücksnummer 167/5 (siehe auch Abb. 6) angeführt; die Liegenschaft besteht aus einem einzigen Grundstück, welches nicht in den Grenzka-

taster eingetragen ist. Die Grundstücksfläche hat ein Flächenausmaß von insgesamt 4691 m² und ist in zwei Benützungabschnitte eingeteilt: den Abschnitt „Baufläche (Gebäude)“ mit 1390 m² und den Abschnitt „Baufläche (begrünt)“ mit 3301 m². Der Stern links neben der Grundstücksfläche bedeutet, dass diese unter Zuhilfenahme von Koordinaten berechnet wurde. Abschließend wird darauf verwiesen, dass das Grundstück zwei identische Adressen hat: Ernst-Bergmann-Gasse 2 und Hütteldorfer Straße 252.

Das A2-Blatt listet die mit dem Grundstückseigentum verbundenen Rechte auf. Im A2-Blatt scheint für die besagte Liegenschaft nur die laufende Nummer 1 auf. Innerhalb der Nummer 1 wurde unter dem Kleinbuchstaben a der Eintrag „4209/1973 Bauplatz (auf) 167/5“ vermerkt.

Im B-Blatt ist unter der laufenden Nummer 1 die Stadt Wien als alleinige Eigentümerin der Liegenschaft ausgewiesen. Die eigentliche Eigentumseintragung ist unter dem Kleinbuchstaben a vermerkt: 1293/1965 Kaufvertrag 1965-02-09 Eigentumsrecht.

Das C-Blatt enthält die mit dem Grundstückseigentum verbundenen Belastungen. Im C-Blatt der vorliegenden Grundbuchsabschrift sind keine Pfandrechte, keine Veräußerungs- oder Belastungsverbote, keine Dienstbarkeiten sowie keine Vor- oder Wiederkaufsrechte eingetragen.

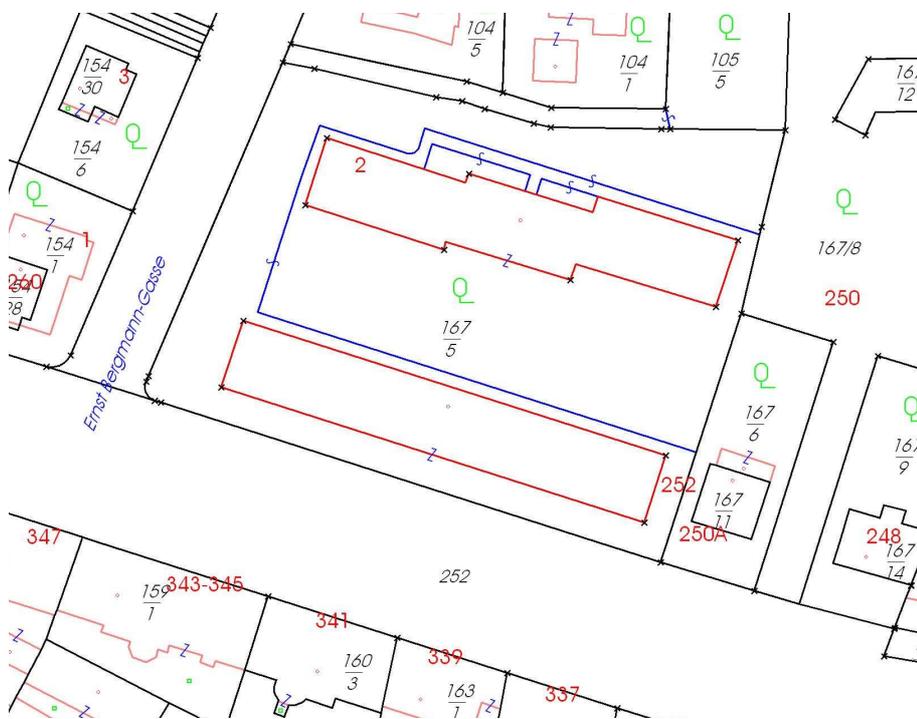


Abbildung 6: Auszug aus der digitalen Katastermappe, (aus [BEV, 2009])

5.1.4 Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan

Bei der „MA 21 A Stadtteilplanung und Flächennutzung Innen-West“ wurde der für die Katastralgemeinde Oberbaumgarten gültige Flächenwidmungs- und Bebauungsplan (siehe Abb. 7) angefordert. Er wurde vom Wiener Gemeinderat in seiner Sitzung am 9. September 1999 beschlossen und trägt die Bezeichnung „Plandokument 6972“. Aus dem genannten Plandokument geht folgendes hervor:

Der Großteil der Grundstücksfläche der Liegenschaft in der Hütteldorfer Straße 252 ist im Flächenwidmungs- und Bebauungsplan der Gemeinde Wien als Wohngebiet (W) ausgewiesen. Ein kleinerer Teil auf der Westseite ist als Parkplatz (P) ausgewiesen. Auf dem Grundstück dürfen ausschließlich Gebäude in geschlossene Bauweise (g) errichtet werden. Die Grundstücksfläche zwischen den bestehenden Wohngebäuden ist gärtnerisch zu gestalten (G).

Das vordere Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 unterliegt der Bauklasse III: Die Gebäudehöhe hat mindestens 9 m zu betragen und darf eine Höhe von 16 m nicht überschreiten; zusätzlich zur Bauklasse III ist im Flächenwidmungs- und Bebauungsplan eine Beschränkung der Gebäudehöhe von 14,00 m eingetragen. Die Baufuchtlinienbreite des vorderen Gebäudes beträgt 11,00 m. Der Abstand zwischen der Baufuchtlinie und der Straßenfuchtlinie hat 5,00 m zu betragen.

Das hintere Gebäude mit den Stiegen 4, 5 und 6 unterliegt der Bauklasse II: Die Gebäudehöhe hat mindestens 2,5 m zu betragen und darf eine Höhe von 12,00 m nicht überschreiten. Die Baufuchtlinienbreite des hinteren Gebäudes beträgt 10,5 m.

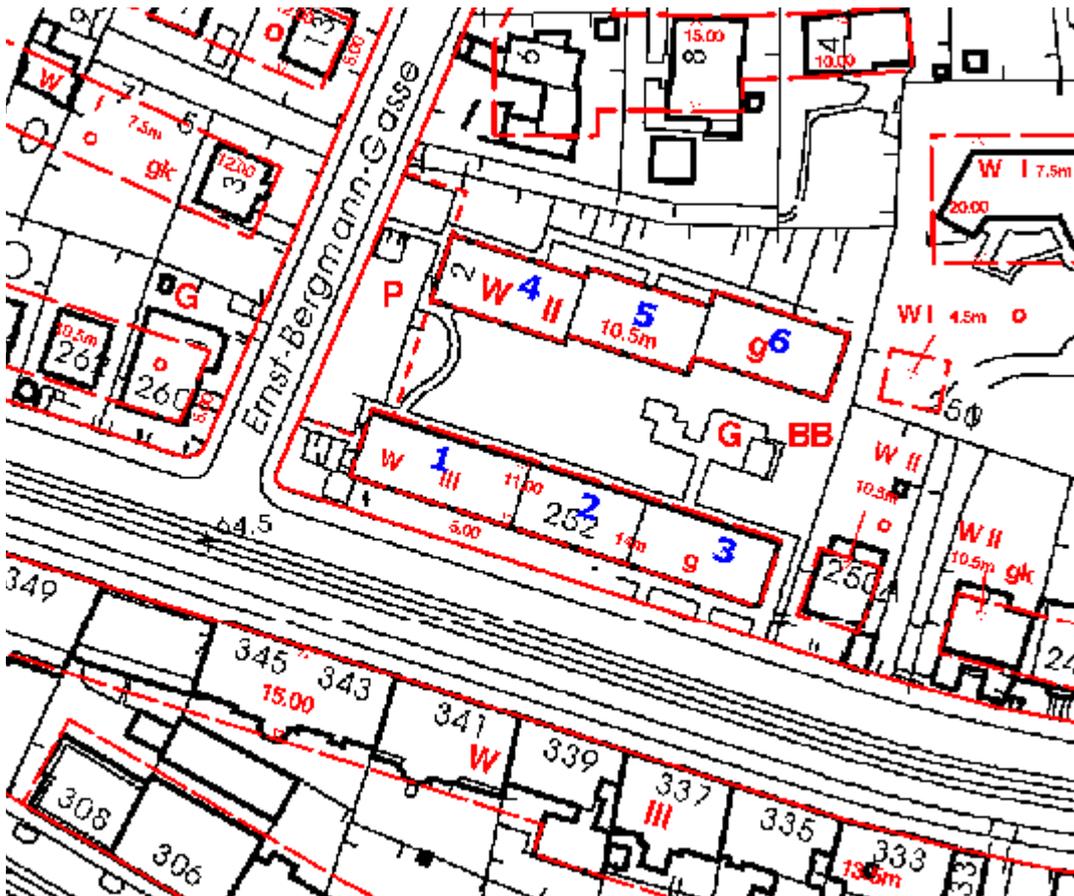


Abbildung 7: Auszug aus dem Flächenwidmungs- und Bebauungsplan, (aus [Stadt Wien, 2009])

5.2 Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3

Beim untersuchten Objekt Stiege 1, 2 und 3 handelt es sich um ein Wohngebäude, welches sich im Besitz der Gemeinde Wien befindet. Das Gebäude steht in der Hütteldorfer Straße 252 und gehört zu der oben beschriebenen städtischen Wohnhausanlage (siehe Kap. 5.1) der Gemeinde Wien.

In der unten stehenden Abbildung 8 sehen wir ein 3d-Modell des Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3. Es handelt sich um die Südwestansicht des Wohngebäudes; der Maßstab beträgt M 1 : 400.

Die Außenwände, die Giebelwand auf der Westseite und das Vordach sind im Modell gelb dargestellt; die Kellerwand auf der Westseite, der Fußboden im Keller sowie das Geländer der Loggien und der Balkone sind grau dargestellt. Das Blechdach des Wohngebäudes ist in grün abgebildet. Die Kamine sind in Abbildung 8 nicht eingezeichnet.

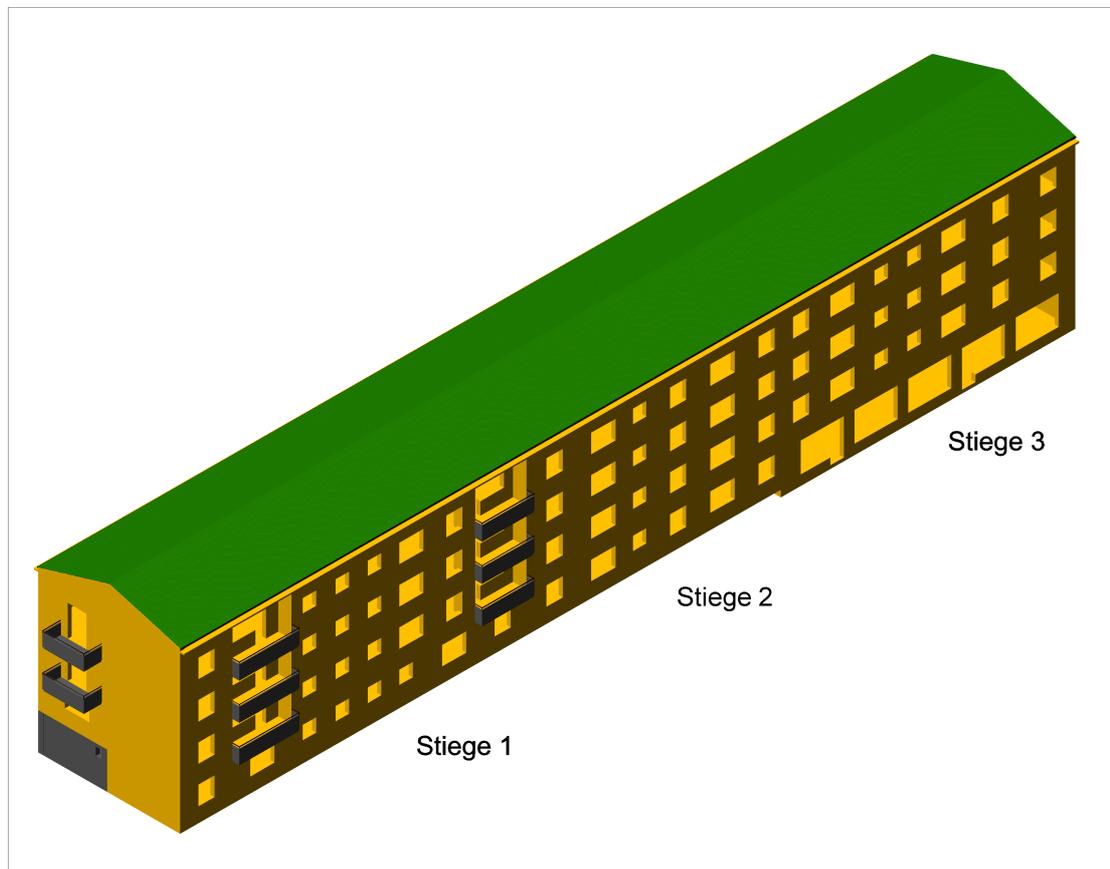


Abbildung 8: 3d-Modell des bestehenden Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3, Ansicht Südwest (M 1:400)

Auf der Westseite der Stiege 1 erkennt man die beiden Balkone im ersten und zweiten Obergeschoß (siehe Kap. 5.2.4.3). Auf der Südseite der Stiege 1 erkennt man die insgesamt sechs Loggien im Erdgeschoß, sowie im ersten und im zweiten Obergeschoß; auf Stiege 3 sieht man die fünf Schaufenster der beiden Geschäftslokale (siehe Kap. 5.2.4.1).

5.2.1 Erschließung

Das Wohngebäude ist über einen Gehweg auf der Nordseite erschlossen. Über den Gehweg gelangt man zu den Hauseingangstüren der Stiegen 1, 2 und 3. Durch die Hauseingangstüren betritt man zunächst das jeweilige Stiegenhaus über welches man die Wohnungen im Erdgeschoß sowie im ersten und zweiten Obergeschoß erreicht. Die Wohnungen im Parterre erreicht man über die Stiegenhäuser der Stiegen 1 und 2.

Die beiden Geschäftslokale im Parterre auf Stiege 3 haben die Eingangstüren auf der Südseite des Gebäudes. Man erreicht die Geschäftslokale über den Gehsteig der Hütteldorfer Straße.

Im bestehenden Gebäude ist kein Lift eingebaut. Bei einer umfassenden Gebäudesanierung wird ein Lifteinbau auf allen drei Stiegen ins Auge gefasst.

5.2.2 Gebäudegrundriss und Abmessungen

Das Gebäude hat einen rechteckigen Grundriss. Laut den Bestandsplänen misst die Gebäudelänge in Ost-West-Richtung 66,64 m und die Gebäudebreite in Nord-Süd-Richtung 10,58 m. [Karabiberoff, 1970]

Stiege 1 hat eine Länge von 26,07 m, Stiege 2 von 18,89 m und Stiege 3 von 21,66 m. Zwischen Stiege 1 und 2 sowie zwischen Stiege 2 und 3 ist eine 1,0 cm starke Fuge angeordnet.

5.2.3 Höhenlage und Orientierung des Wohngebäudes

Das Parterre und das Kellergeschoß liegen 66,06 m über Wiener Null. Der Fußboden in den Geschäftslokalen liegt einen halben Meter tiefer als der Fußboden in den Wohnungen. Darum liegen die Geschäftslokale 65,56 m über Wiener Null.

Die Längsachse des Gebäudes ist in Ost-West-Richtung orientiert. Allerdings weicht die Längsachse um ca. 14° von der Ost-West-Richtung ab, da der Gebäudegrundriss im Uhrzeigersinn um besagtes Maß gedreht ist.

5.2.4 Fassaden

Das Wohngebäude hat vier Fassaden, welche nach den Himmelsrichtungen Norden, Süden, Osten und Westen ausgerichtet sind. Aufgrund der vorher erwähnten Drehung des Gebäudegrundrisses (siehe Kap. 5.2.3) sind die vier Fassaden nicht exakt nach der jeweiligen Himmelsrichtung orientiert. Der Einfachheit halber werden die Gebäudefassaden im weiteren Verlauf als Süd-, Nord-, Ost- und Westfassade bezeichnet.

5.2.4.1 Südfassade

Die Südfassade blickt direkt auf die Hütteldorfer Straße. Sie ist auf Stiege 1 mit 6 Loggien ausgestattet. Die Südfassade hat insgesamt 77 Wohnungsfenster, 5 Schaufenster, 6 Loggientüren und 2 Eingangstüren zu den Geschäftslokalen auf Stiege 3.

Auf Stiege 1 ist zwischen dem Erdgeschoß und dem ersten Obergeschoß das Wappen der Gemeinde Wien sowie der Schriftzug „WOHNHAUSANLAGE DER GEMEINDE WIEN ERRICHTET IN DEN JAHREN 1669-1970“ angebracht.



Abbildung 9: Südfassade mit Loggien auf Stiege 1

5.2.4.2 Nordfassade

Die Nordfassade blickt auf die Grünfläche zwischen dem Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 und dem Wohngebäude mit den Stiegen 4, 5 und 6. Auf der Nordseite des Gebäudes befinden sich die Hauseingänge zu den Stiegen 1, 2 und 3. In die Nordfassade sind die drei Hauseingangstüren, 6 Stiegenhausfenster und 60 Wohnungsfenster eingelassen. Das Keller- geschoß hat 15 Kellerfenster.



Abbildung 10: Nordfassade

5.2.4.3 Westfassade

Die Westfassade blickt auf die Ernst-Bergmann-Gasse. Sie ist mit je einem Balkon im ersten und im zweiten Obergeschoß ausgestattet. In die Westfassade sind im Kellergeschoß ein Kellerfenster, im Erdgeschoß ein Wohnungsfenster sowie im ersten sowie im zweiten Obergeschoß je eine Balkontür eingelassen.

Die Westfassade ist mit Eternitplatten verkleidet und hinterlüftet. Die Verkleidung reicht vom Parterre bis zur Giebelwand, wobei die Verkleidung im Parterre etwa auf der Höhe der Fensterbänke der Südfassade beginnt. Die Westseite des Kellergeschoßes ist nur rings um das kleine Kellerfenster mit Eternitplatten verkleidet. Auf der Westseite des Kellergeschoßes ist zudem eine Marmortafel angebracht. In die Marmortafel sind die Bauzeit des Gebäudes, der Bauträger sowie die Namen des damaligen Bürgermeisters, der amtsführenden Stadträte und des Architekten eingemeißelt (siehe Abb. 4).



Abbildung 11: Westfassade, Verkleidung mit Eternitplatten

5.2.4.4 Ostfassade

Die Ostfassade blickt auf das angrenzende Nachbargrundstück. Die Ostfassade hat keine Fenster. Im Kellergeschoß befindet sich die Eingangstür zum Traforaum.



Abbildung 12: Ostfassade

5.2.5 Geschosse

Das bestehende Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 weist neben dem Parterre und dem Kellergeschoß ein Erdgeschoß sowie ein erstes und ein zweites Obergeschoß auf. Das Dachgeschoß ist nicht ausgebaut. Die einzelnen Geschosse beherbergen insgesamt 33 Wohnungen und 2 Geschäftslokale. Das Erdgeschoß sowie das erste und das zweite Obergeschoß sind auf der Südseite des Gebäudes mit je zwei Loggien ausgestattet. Das erste und das zweite Obergeschoß verfügen auf der Westseite des Gebäudes zudem über einen Balkon. Insgesamt verfügt das Gebäude also über 6 Loggien und 2 Balkone. Sämtliche Loggien und Balkone befinden sich auf Stiege 1.

5.2.5.1 Parterre und Kellergeschoß

Das Parterre liegt auf der Südseite des Gebäudes. Im Parterre befinden sich drei Wohnungen und zwei Geschäftslokale. Zwei Wohnungen befinden sich auf Stiege 1, die dritte befindet sich auf Stiege 2. Auf Stiege 3 sind die beiden Geschäftslokale untergebracht.

Auf der Nordseite des Gebäudes befindet sich das Kellergeschoß mit den einzelnen Kellerabteilen, dem Kinderwagenabstellraum, der Waschküche und dem Traforaum. Den Kinderwagenabstellraum erreicht man über das Stiegenhaus der Stiege 1; die Waschküche erreicht man über das Stiegenhaus der Stiege 2. Auf Stiege 3 befindet sich der Traforaum, welchen man durch eine Tür in der Ostfassade betritt. Da das Gelände gegen Norden hin ansteigt, liegt ein Teil des Kellergeschoßes unter der Erde.

Die Raumhöhe im Parterre und im Kellergeschoß beträgt 2,50 m; in den Geschäftslokalen auf Stiege 3 beträgt die Raumhöhe 3,00 m.

In der unten stehenden Tabelle 5.1 sind die Anteile des Parterres und des Kellergeschoßes der Stiegen 1, 2 und 3 an der gesamten Geschoßfläche aufgelistet.

Tabelle 5.1: Geschoßfläche des Parterres und des Kellergeschoßes

Stiege	Geschoß	Abmessungen [m]	Fläche [m ²]
1	Parterre (Wohnungen)	26,07 x 5,29	137,91
1	Kellergeschoß	26,07 x 5,29	137,91
2	Parterre (Wohnungen)	18,89 x 5,29	99,93
2	Kellergeschoß	18,89 x 5,29	99,93
3	Parterre (Geschäftslokale)	21,66 x 5,29	114,58
3	Keller	21,66 x 5,29	114,58
Geschoßfläche Parterre und Kellergeschoß:			704,84 m²

5.2.5.2 Erdgeschoß

Im Erdgeschoß befinden sich zehn Wohnungen. Vier Wohnungen befinden sich auf Stiege 1 und jeweils drei auf den Stiegen 2 und 3. Zwei Wohnungen auf Stiege 1 sind auf der Südseite mit einer Loggia ausgestattet. Die Loggia der Eckwohnung auf Stiege 1 wurde auf Betreiben der Mieter eingehaust. Das Erdgeschoß hat keine Balkone. Die Raumhöhe im Erdgeschoß beträgt 2,50 m.

In der unten stehenden Tabelle 5.2 ist der Anteil der Stiegen 1, 2 und 3 an der gesamten Geschoßfläche aufgelistet.

Tabelle 5.2: Geschoßfläche des Erdgeschoßes

Stiege	Geschoß	Abmessungen [m]	Fläche [m ²]
1	Erdgeschoß	26,07 x 10,58	275,82
2	Erdgeschoß	18,89 x 10,58	199,86
3	Erdgeschoß	21,66 x 10,58	229,16
Geschoßfläche Erdgeschoß:			704,84 m²

5.2.5.3 Erstes Obergeschoß

Im ersten Obergeschoß befinden sich zehn Wohnungen. Vier Wohnungen befinden sich auf Stiege 1 und jeweils drei auf den Stiegen 2 und 3. Zwei Wohnungen auf Stiege 1 sind auf der Südseite mit einer Loggia ausgestattet. Die nördliche Eckwohnung auf Stiege 1 verfügt über einen Balkon auf der Westseite. Die Raumhöhe im ersten Obergeschoß beträgt 2,50 m.

In der unten stehenden Tabelle 5.3 ist der Anteil der Stiegen 1, 2 und 3 an der gesamten Geschoßfläche aufgelistet.

Tabelle 5.3: Geschoßfläche des ersten Obergeschoßes

Stiege	Geschoß	Abmessungen [m]	Fläche [m ²]
1	Erstes Obergeschoß	26,07 x 10,58	275,82
2	Erstes Obergeschoß	18,89 x 10,58	199,86
3	Erstes Obergeschoß	21,66 x 10,58	229,16
Geschoßfläche erstes Obergeschoß:			704,84 m²

5.2.5.4 Zweites Obergeschoß

Im zweiten Obergeschoß befinden sich ebenfalls zehn Wohnungen. Vier Wohnungen befinden sich auf Stiege 1 und jeweils drei auf den Stiegen 2 und 3. Zwei Wohnungen auf Stiege 1 sind auf der Südseite mit einer Loggia ausgestattet. Die nördliche Eckwohnung auf Stiege 1 verfügt über einen Balkon auf der Westseite. Die Raumhöhe im zweiten Obergeschoß beträgt 2,50 m.

In der unten stehenden Tabelle 5.4 ist der Anteil der Stiegen 1, 2 und 3 an der gesamten Geschoßfläche aufgelistet.

Tabelle 5.4: Geschoßfläche des zweiten Obergeschoßes

Stiege	Geschoß	Abmessungen [m]	Fläche [m ²]
1	Zweites Obergeschoß	26,07 x 10,58	275,82
2	Zweites Obergeschoß	18,89 x 10,58	199,86
3	Zweites Obergeschoß	21,66 x 10,58	229,16
Geschoßfläche zweites Obergeschoß:			704,84 m²

5.2.5.5 Dachboden

Auf den Dachboden gelangt man durch den Dachbodenausstieg auf Stiege 2. Der Dachboden der Stiege 2 wird durch zwei Feuermauern vom Dachboden der Stiegen 1 und 3 getrennt. In die Feuermauern sind Brandschutztüren eingelassen, die den Zutritt zu den Dachböden der

Stiegen 1 und 3 ermöglichen. Der Dachboden der Stiege 1 wird teilweise durch die beiden Loggien des zweiten Obergeschoßes eingenommen.

5.2.6 Wohnungstypen

Das bestehende Wohngebäude hat insgesamt 33 Wohnungen, die den unterschiedlichen Wohnungstypen A, B, C und D zuzuordnen sind. Die Bezeichnung A steht dabei für Einzimmerwohnung, B für Zweizimmerwohnung, C für Dreizimmerwohnung und D für Vierzimmerwohnung.

In der unten stehenden Tabelle 5.5 sind einerseits die Anzahl der Wohnungen auf Stiege 1, 2 und 3 und andererseits die Anzahl der Wohnungen des gleichen Wohnungstyps auf den einzelnen Stiegen aufgelistet.

Tabelle 5.5: Wohnungstypen

Stiege	A	B	C	D	Σ Wohnungen
1	3	8	-	3	14
2	3	3	-	4	10
3	-	3	6	-	9
Σ Typen	6	14	6	7	33

5.2.7 Geschäftslokale

Auf Stiege 3 befinden sich zwei Geschäftslokale. Beide verfügen über einen Verkaufsraum, ein Magazin, einen Waschraum und ein WC. Das kleinere Geschäftslokal neben Stiege 2 hat eine Grundfläche von 39,43 m², das größere an der östlichen Gebäudeecke hat eine Grundfläche von 59,01 m². Das kleinere Geschäftslokal wird derzeit an einen Elektroinstallateur vermietet, das größere an eine Physiotherapeutin.

5.2.8 Dach

Das Wohngebäude hat ein Satteldach, dessen beide Dachflächen laut Schnitt A-A' auf dem Bestandsplan Nummer 8 [Karabiberoff, 1970] unter 15° geneigt sind. Weil Darstellung und Beschriftung im Schnitt A-A' nicht übereinstimmen, wurde eine Dachneigung von 16,5° angenommen (siehe Abb. 19). Die Dachdeckung besteht aus Welleternit. Das Dach hat auf der südlichen und der nördlichen Dachfläche je sechs Dachfenster. Die Giebelwände auf der Ost- und der Westseite des Gebäudes haben keine Fenster.

Die Lasten des Daches werden über einen Bockdachstuhl abgetragen. Die Sparren werden von den Bockpfetten und den Bockstreben abgestützt und liegen an ihrem unteren Ende auf der Mauerbank auf. Die Mauerbank ihrerseits liegt auf der 60 cm hohen Drempe wand auf.

5.3 Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle

Im Zuge einer längeren Recherche wurden grundlegende Informationen zu sämtlichen Gebäudeteilen eingeholt, die die thermische Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes bilden (siehe Abb. 13).

Zur thermischen Gebäudehülle zählen insbesondere die Außenwände, der Fußboden im Parterre und die oberste Geschoßdecke mit der Wärmedämmung aus Mineralwolle (siehe auch Kap. 5.3.3.4.1). Die Kaminwand im Parterre, welche die Wohnungen und Geschäftslokale vom Kellergeschoß trennt sowie die Kellerdecke zählen ebenso zur thermischen Gebäudehülle.

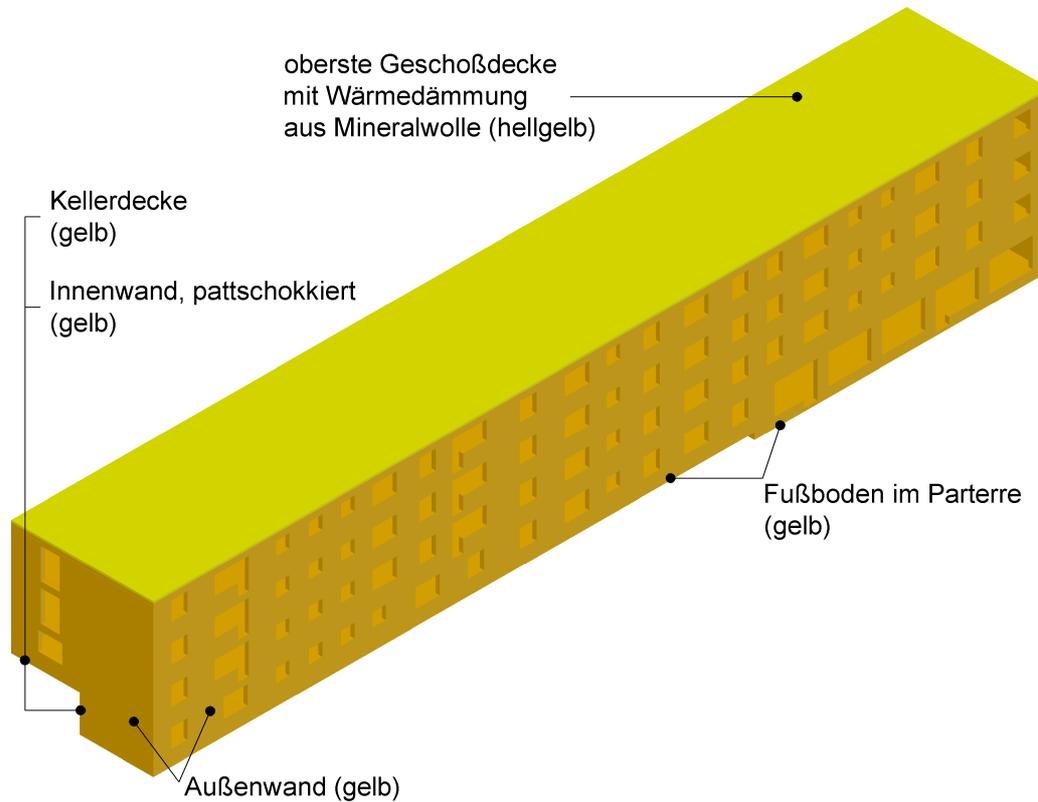


Abbildung 13: thermische Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes;
Ansicht Südwest, M 1:400

In Abbildung 13 ist die thermische Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes ersichtlich. Sämtliche Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sind gelb dargestellt. Eine Ausnahme bildet die oberste Geschoßdecke, welche hellgelb dargestellt ist. Das helle Gelb symbolisiert die Wärmedämmung aus Mineralwolle.

In den folgenden Kapiteln 5.3.1 Außenwände, 5.3.2 Kaminwand, 5.3.3.3 Kellerdecke, 5.3.3.4 Oberste Geschoßdecke und 5.3.4 Fußboden im Parterre wird detailliert auf die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle eingegangen.

5.3.1 Außenwände

Die Außenwände werden von der Süd-, Nord-, Ost- und Westfassade gebildet. Das Geschoßmauerwerk der Außenwände besteht laut Übergabe-Aufnahmeschrift [Gemeinde Wien, 1971] aus sogenannten Vibro-Steinen. Dabei handelt es sich um Steine aus Beton mit Leichtzuschlägen aus diversen Materialien. [Pöhn, 2009]

In der Übergabe-Aufnahmeschrift [Gemeinde Wien, 1971] ist der Vibro-Stein als alleiniger Baustein angeführt. Trotzdem besteht die Möglichkeit, dass je nach Verfügbarkeit unterschiedliche Bausteine verwendet wurden. Vor allem in den ersten Nachkriegsjahren herrschte in Wien ein großer Mangel an Baumaterial. Das führte mitunter dazu, dass bei der Errichtung mehrgeschoßiger Wohngebäude unterschiedliche Bausteine für die einzelnen Obergeschoße zum Einsatz kamen. [Rück, 2009]

5.3.1.1 Vibro-Stein

Unmittelbar nach dem Krieg mussten die zerstörten Wohngebäude wieder aufgebaut werden. Damals herrschte in Wien ein Mangel an Baumaterial und Baumaschinen. Schweden leistete einen wesentlichen Beitrag zur Aufbauhilfe, indem es Maschinen zur Herstellung von Bausteinen zur Verfügung stellte: „Es waren zwei eigens für Wien konstruierte Maschinenkombinationen, die aus Bauschutt Ziegeln pressten. Man nannte sie Vibro-Steine, weil das Material durch Vibration verfestigt wurde. Die Maschinen wurden auf dem Franz-Josef-Kai aufgestellt, weil dort enorme Mengen Schutt zur Verfügung standen.“ [Stadt Wien, 2010]

Die MA 64 „Rechtliche Bau-, Energie-, Eisenbahn- und Luftfahrtangelegenheiten“ in Wien führt ein Verzeichnis über Bauteile, Baustoffe und Bauarten, die in den vergangenen Jahrzehnten in Wien zugelassen wurden. Es konnten drei Bescheide über die Zulassung von Vibro-Steinen ausgehoben werden. Die Bescheide ergingen an folgende drei Herstellerfirmen: die Wiener Baubedarfsgesellschaft m.b.H., die Ebenseer-Betonwerke G.m.b.H. und die Industrie-Baugesellschaft m.b.H.

5.3.1.1.1 Bescheid an die Wiener Baubedarfsgesellschaft m.b.H.

Der erste Bescheid datiert auf den 15. März 1949 und erging an die Wiener Baubedarfsgesellschaft m.b.H. Zugelassen wurde das „Vibro-Hohlblockmauerwerk“, das wie folgt beschrieben wird:

„Das Vibro-Hohlblockmauerwerk wird aus den Vibro-Hohlblocksteinen in Verband voll auf fug in normgemässen Kalkzementmörtel gemauert. Die Vibro-Hohlblocksteine (...) haben die Abmessungen 25 cm x 25 cm x 14,2 cm, sind an der Oberfläche und an den Seitenflächen geschlossen und wiegen i.M. 10 kg je Stück. Von der Unterfläche aus reichen längs des Umfanges zylindrische und ansonsten schlitzförmige Hohlräume in den Stein. In den Stoßflächen sind zwei halbzylindrische Ausnehmungen vorhanden, die über die ganze Höhe reichen. Die Hohlraumschlitze liegen in Längsrichtung der Mauer. Die Vibro-Hohlblocksteine werden mit den zugehörigen Maschinen der einreichenden Firma im Rüttelverfahren aus Beton erzeugt. Für die Umschließung von Aufenthaltsräumen und Stallungen wird Ziegelsplitt oder Schlacke mit Feinsandzusatz (Sandschlacke), sonst auch Sandkies verwendet. Die Herstellung von Mauern über 25 cm Dicke und von Mauerabschlüssen erfolgt mit Halbsteinen (...).“ [Gemeinde Wien, 1949, 1]

Für die Errichtung des Vibro-Hohlblockmauerwerks galten mehrere Bedingungen. Unter Punkt 2 steht geschrieben:

„Mauerwerk aus Vibro-Hohlblocksteinen darf bei 25 cm Wanddicke ohne weitere Vorkehrung für die im § 115, Abs. 3, der B.O.f. Wien genannten Gebäude (Kleinwohnungshäuser usw.) und für Stallungen verwendet werden. Für andere Gebäude darf 25 cm dickes Hohlblockmauerwerk angewendet werden, wenn durch zusätzliche bauliche Maßnahmen sichergestellt ist, dass der Widerstand der Umfassungsmauern von Aufenthaltsräumen gegen Witterungseinflüsse nicht

nur bezüglich der Wärmedämmung, sondern auch bezüglich der Wärmespeicherung gleich dem einer 38 cm dicken, gemauerten Ziegelwand ist. In diesem Sinne gilt eine Verkleidung mit Platten von mindestens 5 cm Dicke und mindestens 30 kg je m² Wandgewicht als ausreichend. Die Platten sind mit verzinkten Haken an der Hohlblockmauer zu befestigen. Bei Mauerdicken über 25 cm sind solche Massnahmen nicht erforderlich.“ [Gemeinde Wien, 1949, 1]

Unter Punkt 17 steht geschrieben:

„Die Verwendung von Vibro-Hohlblockmauerwerk ist in den Plänen besonders anzuführen. Von der Ausführung ist ausser der örtlich zuständigen Dienststelle der Baubehörde auch die Magistratsabteilung 35 zeitgerecht zu verständigen.“ [Gemeinde Wien, 1949, 3]

5.3.1.1.2 Bescheid an die Ebenseer-Betonwerke, G.m.b.H.

Der zweite Bescheid datiert auf den 10. August 1953 und erging an die Ebenseer-Betonwerke, G.m.b.H. Zugelassen wurden die Ebenseer-Schnellbausteine in der Form von Normalsteinen, von Hacksteinen und von Längshalbsteinen. Die Bausteine werden wie folgt beschrieben:

„Die „Ebenseer-Schnellbausteine“ sind zementgebundene Hohlblocksteine, d.s. fünfteilig geschlossene Hohlsteine, deren Zuschlag aus Ziegelsplitt, Hochofenschlacke mit Sandzusatz oder Kalksplitt besteht; diese werden auf den zugehörigen Maschinen der einreichenden Firma (Vibroformern und Formstein-Automaten) im Rüttelverfahren hergestellt. Der Normalstein ist 50 cm lang, 25 cm dick und 21,9 cm hoch hat 4 Reihen von Hohlräumen (...) und Handgriffe an den Stoßflächen. Der Hackstein ist dem Normalstein entsprechend gestaltet 25 cm dick und weist insgesamt 3 Hackfugen auf. Der Längshalbstein ist 12 cm dick und hat 2 Reihen von Hohlräumen. Die Normalsteine werden unmittelbar so aneinander gesetzt, daß ein mindestens 25 cm dickes Mauerwerk entsteht; größere Mauerdicken werden mit den Längshalbsteinen hergestellt. Die Hacksteine werden zur Ausbildung der Fenstergewände und Mauerwerkschlüsse verwendet.“ [Gemeinde Wien, 1953, 1]

5.3.1.1.3 Bescheid an die Industrie-Baugesellschaft m.b.H.

Der dritte Bescheid datiert auf den 15. Februar 1954 und erging an die Industrie-Baugesellschaft m.b.H. Zugelassen wurden die IGB-Hohlblocksteine, welche wie folgt beschrieben werden:

„Die IGB-Hohlblocksteine sind zementgebundene Hohlblocksteine das sind fünfseitig geschlossene Hohlsteine, deren Zuschlag aus Ziegelsplitt mit Sandzusatz besteht; sie werden auf den zugehörigen Maschinen der einreichenden Firma (Formstein-Automaten) im Rüttelverfahren hergestellt. Der Normstein ist 373 mm lang, 250 mm dick und 219 mm hoch, hat drei Reihen von Hohlräumen und flache Ausnehmungen an den Stoßflächen. Der mittlere Hohlraum der mittleren Reihe reicht über die ganze Steinhöhe und dient dem Zurechtrücken des Steines. Die Teil- und Gewändesteine sind bezüglich der Anordnung der Hohlräume dem Normalstein entsprechend ausgebildet. Die Herstellung des Mauerwerks erfolgt derart, daß die Lagerflächen und die Stoßflächen bemörtelt werden.“ [Gemeinde Wien, 1954, 1]

Für die Verwendung der IGB-Hohlblocksteine galten mehrere Auflagen. Unter Punkt 8 steht geschrieben:

„Mit IGB-Hohlblocksteinen hergestellte Außenmauern, die Aufenthaltsräume umschließen, sind soferne der Wärmeschutz einer 38 cm bzw. 51 cm dicken Ziegelmauer gefordert wird, mit mindestens 1½ cm, bzw. 2½ cm dicken Holzwolledämmplatten oder gleichwertigen Platten zu belegen.“ [Gemeinde Wien, 1954, 1]

In der Tabelle 5.6 auf der folgenden Seite sind die wesentlichen Eigenschaften der Vibro-Steine der drei Herstellerfirmen zusammengefasst:

Tabelle 5.6: Zulassungsbescheide Vibro-Stein, nach [Gemeinde Wien, 1949], nach [Gemeinde Wien, 1953] und nach [Gemeinde Wien, 1954].

	Wiener Baubedarfs-gesellschaft m.b.H.	Ebenseer Betonwerke Gesellschaft m.b.H.	Industrie-Baugesellschaft m.b.H.
Bescheid vom:	15. März 1949	10. August 1953	15. Februar 1954
Abmessungen [cm] L x B x H	25,0 x 25,0 x 14,2	50,0 x 25,0 x 21,9	37,3 x 25,0 x 21,9
Masse Hohlblockstein je Stück	im Mittel 10 kg	im Mittel 22,5 kg bei Ziegelsplitt oder Schlacke mit Sand als Zuschlag i.M. 32,5 kg bei Kalksplitt als Zuschlag	im Mittel 24 kg
Dichte des Hohlblockmauer- werks	1100 kg/m ³ bei Ziegelsplittzuschlag 1600 kg/m ³ bei Sandkieszuschlag	900 kg/m ³ bei Ziegelsplitt oder Schlacke mit Sand 1200 kg/m ³ bei Kalksplitt	1200 kg/m ³
Druckfestigkeit der Hohlblocksteine	Mindestens 40kg/cm ²	40 kg/cm ² bei Ziegelsplitt oder Schlacke mit Sand 65 kg/cm ² bei Kalksplitt	im Mittel mindestens 70 kg/cm ²
Zuschlagstoffe	Ziegelsplitt oder Schlacke mit Feinsandzusatz (Sandschlacke) für die Umschließung von Aufenthaltsräumen Sandkies	Ziegelsplitt oder Schlacke mit Sand Kalksplitt	Ziegelsplitt mit Sandzusatz
Wärmedämmung	Für andere Gebäude darf 25 cm dickes Hohlblockmauerwerk angewendet werden, wenn durch zusätzliche bauliche Maßnahmen sichergestellt ist, dass der Widerstand der Umfassungsmauern von Aufenthaltsräumen gegen Witterungseinflüsse nicht nur bezüglich der Wärmedämmung sondern auch bezüglich der Wärmespeicherung einer 38 cm dicken , gemauerten Ziegelwand ist.	...Aussenmauern, die Aufenthaltsräume umschließen, müssen mindestens 25 cm dick sein.	...Außenmauern, die Aufenthaltsräume umschließen, sind sofern der Wärmeschutz einer 38 cm bzw. 51. cm dicken Ziegelmauer gefordert wird, mit mindestens 1,5 cm, bzw. 2,5 cm dicken Holzwolledämmplatten oder gleichwertige Platten zu belegen.

5.3.1.1.4 Katalog Betonbaustoffe mit dem „Schnellbaustein Kurz SBK 30“

Nach einer Anfrage an die Firma Ebenseer zum Vibro-Stein konnte folgendes in Erfahrung gebracht werden: Im Katalog „Betonbaustoffe“ der Firma Ebenseer Betonwerke Gesellschaft mbh aus dem Jahre 1967 ist der sogenannte „Ebenseer Schnellbaustein Kurz SBK 30“ angeführt. Dieser Stein wurde aus dem Baustoff Leichtbeton hergestellt. Als Sonderanfertigung wurde er auch aus dem Baustoff Kiesbeton hergestellt. [Ebenseer Betonwerke Gesellschaft mbh, 1967]

Laut Auskunft von DI René Prassé von der Firma Ebenseer Betonwerke Gesellschaft mbh entspricht der Stein aus Leichtbeton (siehe Tab. 5.7) einem Betonstein mit Ziegelsplittzuschlag. [Prassé, 2009]

Zum Wärmeschutz des „Ebenseer Schnellbaustein Kurz SBK 30“ werden folgende Angaben gemacht: Der damalige k-Wert des 30 cm breiten Schnellbausteins betrug $k_m=1,004 \text{ W/m}^2\text{K}$ (in Tab. 5.7 gelb hinterlegt). Dieser k-Wert entsprach dem k-Wert einer 52,5 cm starken Ziegelwand.

Laut DI Prassé ist die Bezeichnung Vibro-Stein noch heute im Salzkammergut gebräuchlich, da das Stammwerk der Firma Ebenseer in Ebensee in Oberösterreich stand. [Prassé, 2009]

Die wichtigsten technischen Daten zum „Schnellbaustein Kurz SBK 30“ sind in der unten stehenden Tabelle 5.7 fett eingetragen.

Tabelle 5.7: Schnellbaustein Kurz SBK 30, technische Daten, nach [Ebenseer Betonwerke Gesellschaft mbh, 1967]

Bezeichnung		Ebenseer Schnellbaustein Kurz SBK 30	
		Leichtbeton	Kiesbeton
Abmessungen in cm	Länge	37,2	37,2
	Breite	30,0	30,0
	Höhe	21,9	21,9
Transportgewicht kg/Stk.		23	31
Trockengewicht kg/Stk.		21	29
Bezogen auf Vollziegel d. F.	Stk.	10,8	10,8
Bedarf je m ²	Steine	Stk.	11,5
	Mörtel	Liter	30
	Arbeitszeit	Std.	ca. 1,62
Bedarf je m ³	Steine	Stk.	39
	Mörtel	Liter	100
	Arbeitszeit	Std.	ca. 5,4
k-Werte	k_m	1,004	1,194
Gleichdämmende Ziegeldicke	cm	52,5	42,0

In der Abbildung 14 ist ein „Ebenseer Schnellbaustein Kurz SBK 30“ vor einer Mauer aus den selben Bausteinen abgebildet.

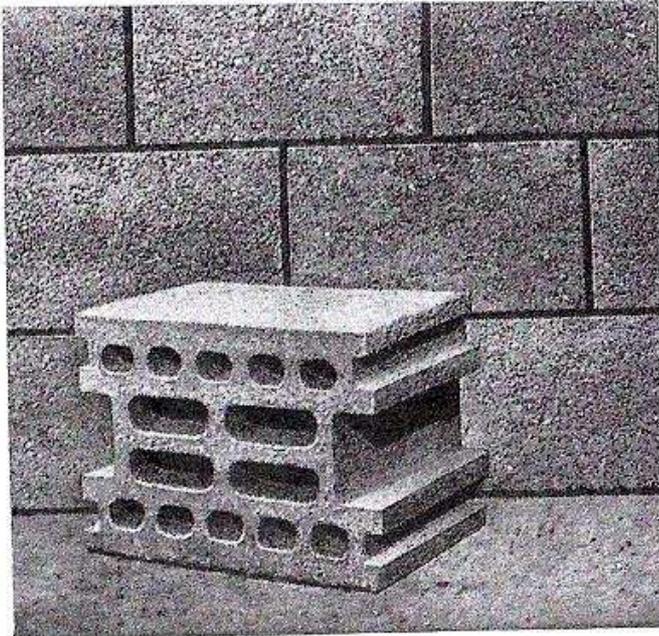


Abbildung 14: Ebenseer Schnellbaustein Kurz, (aus [Ebenseer Betonwerke Gesellschaft mbh, 1967])

5.3.1.2 Annahme für die Wärmeleitfähigkeit λ des Vibro-Steins

Die Wärmeleitfähigkeit λ des Vibro-Steins wurde zunächst aus dem mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten k_m (siehe Tab. 5.7) des „Ebenseer Schnellbausteins Kurz SBK 30“ errechnet. Die Berechnung ergab einen Wert von $\lambda=0,363$ W/mK. Für die Berechnung wurden folgende Formeln verwendet:

$$U = k_m = 1/R_T$$

$$R_T = R_{si} + \sum R_i + R_{se}$$

$$R_i = d/\lambda$$

U bzw. k_m	mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient in W/m ² K
R_T	Wärmedurchgangswiderstand in m ² K/W
R_{si}	Wärmeübergangswiderstand Innenraum in m ² K/W
R_{se}	Wärmeübergangswiderstand Außenraum in m ² K/W
R_i	Wärmedurchlasswiderstand einer Schicht in m ² K/W
d	Dicke der Schicht in m
λ	Nennwert der Wärmeleitfähigkeit in W/mK

Darüber hinaus wurden folgende Annahmen getroffen:

$$U = k_m = 1,004 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$d = 0,30 \text{ m}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Die Werte für die beiden Wärmeübergangswiderstände R_{si} und R_{se} beziehen sich auf den Wärmestrom in horizontale Richtung. [Bednar & Riccabona, 2008]

Für die Berechnung der Wärmeleitfähigkeit λ wurde folgende Gleichung aufgestellt:

$$1/1,004 \text{ W/m}^2\text{K} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W} + 0,30 \text{ m} / \lambda + 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Die Gleichung wird nach der Unbekannten λ aufgelöst:

$$\lambda = 0,30 \text{ m} / 0,8260 \text{ m}^2\text{K/W} \Rightarrow$$

$$\lambda = 0,363 \text{ W/mK}$$

Die Berechnung ergibt einen Wert von 0,363 W/mK für die Wärmeleitfähigkeit λ des Vibro-Steins. Mit diesem Rechenwert konnte die tatsächliche Wärmeleitfähigkeit λ des Vibro-Steins abgeschätzt werden.

Da der tatsächliche Wert der Wärmeleitfähigkeit λ des Vibro-Steins nicht eruiert werden konnte, musste eine plausible Annahme getroffen werden:

Auf Empfehlung von Dr. Christian Pöhn, dem Leiter des Bauphysiklabors der MA 39 in Wien, wurde aus dem Katalog ON-V 31 der Baustoff mit der Katalognummer 3.316.002 gewählt. Dabei handelt es sich um den Baustoff „Beton mit Ziegelsplitt-Zuschlag“. Dieser Baustoff entspricht dem Baustoff des Vibro-Steins. Er hat eine Dichte ρ von 1200 kg/m³ und eine **Wärmeleitfähigkeit λ von 0,390 W/mK**. [Pöhn, 2009]

Bei der Berechnung des U-Werts der Außenwand wurde die Wärmeleitfähigkeit λ von 0,390 W/mK für den Vibro-Stein eingesetzt.

5.3.1.3 Annahme für den Aufbau der Außenwand

Das Geschoßmauerwerk der Außenwand besteht laut Übergabe-Aufnahmeschrift [Gemeinde Wien, 1971] aus sogenannten Vibro-Steinen. Für das Geschoßmauerwerk aus Vibro-Steinen und die Stärke der bestehenden Außenwand wurden folgende Annahmen getroffen:

- Für die sogenannten Vibro-Steine des Geschoßmauerwerks wurde - gemäß der Empfehlung von Dr. Christian Pöhn - angenommen, dass sie aus dem Baustoff „Beton mit Ziegelsplitt-Zuschlag“ hergestellt wurden (siehe Kap. 5.3.1.2). Aus diesem Grunde wurde beim Aufbau der Außenwand für den Vibro-Stein ein „Betonstein mit Ziegelsplitt-Zuschlag“ gewählt (siehe unten).
- Die Außenwand hat laut Bestandsplänen [Karabiberoff, 1970] eine Stärke von 30 cm. Ob sich die Stärke von 30 cm auf die verputzte oder nicht verputzte Außenwand bezieht, geht aus den Bestandsplänen nicht eindeutig hervor. Es wurde angenommen, dass die Außenwand nicht verputzt ist, da der im Katalog „Betonbaustoffe“ der Firma Ebenseer Betonwerke Gesellschaft mbh angeführte „Ebenseer Schnellbausten Kurz SBK 30“ eine Breite von genau 30,0 cm hat (siehe Tab. 5.7).

Für den Aufbau der Außenwand wurde folgende Annahme getroffen:

	Bauteilschicht	Schichtstärke
außen	Außenputz	1,5 cm
	Betonstein mit Ziegelsplitt-Zuschlag	30,0 cm
innen	Kalkputz	1,5 cm

Die einzelnen Bauteilschichten in der Annahme haben in Summe eine Stärke von 33,0 cm.

5.3.2 Kaminwand

Die Kaminwand ist eine tragende Wand, in der die Kaminschächte der Wohnungen und der Geschäftslokale nach oben verlaufen. Sie reicht vom Parterre bis zum zweiten Obergeschoß. Auf die Kaminwand sind die Schornsteine aufgesetzt. Diese durchdringe den bestehenden Dachboden und das bestehende Satteldach.

Die Kaminwand im Parterre trennt die Wohnungen und Geschäftslokale vom Kellergeschoß. Weil im Keller nicht geheizt wird, zählt auch die Kaminwand im Parterre zur thermischen Gebäudehülle.

Auf Stiege 1 und 2 trennt die Kaminwand die Wohnungen im Parterre vom Kellergeschoß. Sie hat hier eine Höhe von 2,50 m. Auf Stiege 3 trennt sie die Geschäftslokale im Parterre vom Kellergeschoß. Sie hat hier eine Höhe von 3,00 m.

In der Abbildung 15 ist ein Teil der Kaminwand auf der Kellerseite zu sehen. Ein Riss durchzieht die Kaminwand vom Fußboden bis zur Kellerdecke. An den Rändern des Risses bröckelt der Pattschokk ab und man erkennt die roten Vollziegel unter dem Pattschokk.



Abbildung 15: Kaminwand aus Vollziegeln, auf der Kellerseite pattschokkiert

5.3.2.1 Annahme für den Aufbau der Kaminwand

Die Kaminwand hat eine Stärke von 38 cm. Bei der Gebäudebegehung im März 2009 konnte festgestellt werden, dass sie im Parterre verputzt und im Kellergeschoß pattschokkiert ist. Unter dem Pattschokk zeichnen sich Vollziegel ab (siehe Abb. 15). Da der Pattschokk eine Stärke von nur wenigen Millimetern hat, wurde er in der Annahme nicht berücksichtigt.

Für den Aufbau der Kaminwand wurde folgende Annahme getroffen:

	Bauteilschicht	Schichtstärke
Kellergeschoß	Pattschokk	0,0 cm
	Vollziegel, $\rho=1600 \text{ kg/m}^3$	38,0 cm
Parterre	Kalkputz	1,5 cm

Die einzelnen Bauteilschichten in der Annahme haben in Summe eine Stärke von 39,5 cm.

5.3.3 Geschoßdecke

Zur thermischen Gebäudehülle zählen die oberste Geschoßdecke sowie die Kellerdecke. Die Geschoßdecken im Parterre, im Erdgeschoß und im ersten Obergeschoß liegen innerhalb der thermischen Gebäudehülle und zählen somit nicht zu derselben.

Die Geschoßdecke trägt laut Übergabe-Aufnahmeschrift [Gemeinde Wien, 1971] die Bezeichnung „ZEUS BI-STAH-PLATTENDECKE“. Die Recherche zu diesem Gebäudeteil brachte leider kein eindeutiges Ergebnis. Sehr wohl konnte Einiges über den Bewehrungsstahl mit der Bezeichnung „bi-Stahl“ in Erfahrung gebracht werden. Über die Geschoßdecke selbst konnten nur Mutmaßungen angestellt werden.

5.3.3.1 Zeus bi-Stahl-Plattendecke

Auf eine Anfrage via E-Mail beim Planungsbüro Fritsch, Chiari und Partner Ziviltechniker GmbH bezüglich der Geschoßdecke mit der Bezeichnung „Zeus bi-Stahl-Plattendecke“ erteilte DI Martin Stejskal am 16. März 2009 folgende Auskunft:

„Als Plattendecke würde ich eine ebene Stahlbetondecke ansehen, im Unterschied zu den Rippendecken der 50er und 60er Jahre (System Katzenberger, Ast-Moulin o.ä.). Plattendecke bedeutet wahrscheinlich eine großformatige Halbfertigteil-Bauweise, wie sie heute als Elementdecke oder Filigrandecke von Katzenberger oder Oberndorfer hergestellt wird.“ [Stejskal, 2009, 1]

Auch Ao.Univ.Prof. Elemer Bölskey vom Institut für Hochbau und Technologie an der TU in Wien äußerte auf eine telefonische Anfrage zur Geschoßdecke mit der Bezeichnung „Zeus bi-Stahl-Plattendecke“ die Vermutung, dass es sich höchstwahrscheinlich um eine Halbfertigteildecke handle. [Bölskey, 2009]

Der emeritierte Universitätsprofessor Alfred Pauser vom Institut für Hochbau und Technologie an der TU in Wien bestätigte auf eine schriftliche Anfrage zur Geschoßdecke mit der Bezeichnung „Zeus-bi-Stahl-Plattendecke“, dass er das genannte System kenne. Leider konnte er keine weiteren Auskünfte zur „Zeus-bi-Stahl-Plattendecke“ erteilen. [Pauser, 2009]

5.3.3.2 bi-Stahl

Beim sogenannten bi-Stahl handelt es sich um einen besonders zugfesten Bewehrungsstahl, der im Produktdatenblatt der Herstellerfirma AVI (Alpenländische Veredelungsindustrie) wie folgt beschrieben wird:

„bi-Stahl besteht aus zwei parallelen, kalt gezogenen Drähten, zwischen die in regelmäßigen Abständen Querstege eingeschweißt werden. Der große Vorteil dieses leiterförmig geformten Bewehrungsstahls besteht darin, dass er in beliebigen Längen hergestellt werden kann.

Das Einschweißen der Stege erfolgt auf vollautomatischen Schweißmaschinen, die eine gleichbleibende Güte der Widerstandspunktschweißung gewährleisten. Die Querstege haben nahezu rechteckigen Querschnitt und bewirken durch ihre ebenen Angriffsflächen eine ausgezeichnete Kraftübertragung der Stahlzugkräfte in den Beton, ohne auf ihn eine Keilzugwirkung auszuüben. Die hervorragenden Verankerungseigenschaften rechtfertigen daher auch höhere zulässige Stahlspannungen als sie bei anderen Bewehrungsstählen üblich sind.

bi-Stahl wird im Werk in Ringen hergestellt, die einen Außendurchmesser von 1,80 bis 2,40 m, Massen von 50, 100 oder 150 kg und eine abgewickelte Länge in Abhängigkeit von der Dimension von 90 bis 280 m aufweisen. bi-Stahl wird vor seiner Verwendung im allgemeinen geradegerichtet und kann sodann auf jede gewünschte Länge geschnitten werden. Dies erfolgt auf eigens dafür entwickelten Maschinen der Firma EVG, wobei das Angebot vom einfachen Baustellengerät bis zum computergesteuerten Richt- und Schneideautomaten reicht.

In den Handel kommt bi-Stahl entweder in Ringen oder in Form von einbaufertigen, geraden Stangen jeder gewünschter Länge. Infolge der großen zur Verfügung stehenden Längen ergeben sich nicht nur Materialersparnisse, weil kein Verschnitt auftritt, sondern es lassen sich auch praktisch immer Stöße der Bewehrung vermeiden. Die Verwendung von bi-Stahl ist daher in Sonderfällen, wo große Längen der Bewehrung wünschenswert sind (Rundsilos, Wasserbehälter, Fertigteilträger, usw.) als besonders wirtschaftlich anzusehen. Die Bezeichnung des bi-Stahls bezieht sich auf die Durchmesser d der Längsdrähte in Zehntel Millimeter. (...).“ [AVI, 1985?, 1]

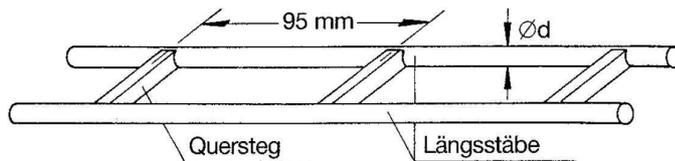


Abbildung 16: Bewehrungsstahl „bi-Stahl“, (aus [AVI, 1985?, 1])

5.3.3.2.1 Annahme für den Aufbau der Deckenkonstruktion

Die nähere Beschaffenheit der Geschoßdecke mit der Bezeichnung „Zeus bi-Stahl-Platten-decke“ konnte leider nicht eruiert werden. Aus diesem Grunde musste für den Aufbau der Deckenkonstruktion eine Annahme getroffen werden. Die Annahme orientiert sich am Aufbau der Geschoßdecke der Wohngebäude in der Pötzleinsdorfer Straße 21-23 im 18. Wiener Gemeindebezirk. Die Wahl fiel auf die Wohngebäude in der Pötzleinsdorfer Straße, da es sich bei ihnen um ähnliche Gebäude aus dem selben Zeitraum handelt (siehe Kap. 4.3.2).

Für den Aufbau der Deckenkonstruktion des Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3 wurden folgende Annahmen getroffen:

	Bauteilschicht	Schichtstärke
oben	Holzklebeparkett	0,8 cm
	Estrich	4,0 cm
	EPS-Trittschalldämmung	3,0 cm
	Sandschüttung	1,2 cm
	Stahlbetondecke	15,0 cm
unten	Kalkputz	1,0 cm

Die einzelnen Bauteilschichten in der Annahme haben in Summe eine Stärke von 25 cm, da laut Bestandsplan Nummer 8 [Karabiberoff, 1970] die Stärke der Geschoßdecke genau 25 cm beträgt.

5.3.3.3 Kellerdecke

Bei der Gebäudebegehung am 20. März 2009 wurde auch das Kellergeschoß in Augenschein genommen. Dabei wurde festgestellt, dass die Untersicht der Kellerdecke relativ glatt ist. Die relativ glatte Untersicht könnte auf eine Halfertigteildecke hinweisen.



Abbildung 17: Kellerdecke

5.3.3.3.1 Annahme für den Aufbau der Kellerdecke

	Bauteilschicht	Schichtstärke	
oben	Holzklebeparkett	0,8	cm
	Estrich	4,0	cm
	EPS-Trittschalldämmung	3,0	cm
	Sandschüttung	1,2	cm
	Stahlbetondecke	15,0	cm
unten	Kalkputz	1,0	cm

Die einzelnen Bauteilschichten in der Annahme haben in Summe eine Stärke von 25,0 cm.

5.3.3.4 Oberste Geschoßdecke

Bei der Gebäudebegehung am 20. März 2009 wurde auch der Dachboden in Augenschein genommen. Dabei konnte festgestellt werden, dass auf der obersten Geschoßdecke eine ca. 10 cm starke Mineralwollschicht verlegt wurde. Auf die Wärmedämmschicht aus Mineralwolle wurden ca. 3,5 cm starke Holzwolle-Leichtbauplatten gelegt. Dadurch ist der Dachboden begehbar. Die Wärmedämmung und die Holzwolle-Leichtbauplatten werden in regelmäßigen Abständen von den Schwellhölzern des Bockdachstuhls durchstoßen.



Abbildung 18: oberste Geschoßdecke mit Wärmedämmung und Holzwolle-Leichtbauplatten

5.3.3.4.1 Annahme für den Aufbau der obersten Geschoßdecke

	Bauteilschicht	Schichtstärke	
oben	Holzwohle-Leichtbauplatte	3,5	cm
	Mineralwolle	10,0	cm
	Dampfsperre	0,03	cm
	Estrich	4,8	cm
	EPS-Trittschalldämmung	3,0	cm
	Sandschüttung	1,2	cm
	Stahlbetondecke	15,0	cm
unten	Kalkputz	1,0	cm

Die einzelnen Bauteilschichten in der Annahme haben in Summe eine Stärke von 38,5 cm. Die 0,3 mm dicke Dampfsperre wurde auf Grund ihre geringen Dicke nicht berücksichtigt.

5.3.4 Fußboden im Parterre

Beim Fußboden im Parterre handelt es sich um einen die Erde berührenden Gebäudeteil. Der Fußboden im Parterre gehört genauso zur thermischen Gebäudehülle wie die Außenwand, die Kaminwand und die Kellerdecke (siehe auch Kap. 5.3).

5.3.4.1 Annahme für den Aufbau des Fußbodens im Parterre

Der Fußbodenaufbau im Parterre ist nicht bekannt. In den Bestandsplänen [Karabiberoff, 1970] wird außerdem keine Stärke des Fußbodens angegeben. In Anlehnung an die Annahme für den Aufbau der Deckenkonstruktion (siehe Kap. 5.3.3.2.1) wurde für den Fußbodenaufbau folgende Annahme getroffen:

	Bauteilschicht	Schichtstärke
oben	Holzklebeparkett	0,8 cm
	Estrich	5,0 cm
	Polyethylenfolie	0,03 cm
	EPS-Trittschalldämmung	3,0 cm
	Sandschüttung	1,2 cm
	Horizontalabdichtung	0,3 cm
unten	Bodenplatte	15,0 cm

Die einzelnen Bauteilschichten in der Annahme haben in Summe eine Stärke von 25,3 cm. Die Polyethylenfolie zwischen dem Estrich und der EPS-Trittschalldämmung wurde aufgrund ihrer geringen Stärke nicht berücksichtigt (siehe Kapitel 7.2.17).

5.3.5 Transparente Bauteile der thermischen Gebäudehülle

Zu den transparenten Bauteilen der thermischen Gebäudehülle zählen: die Fenster, die Stiegenhausfenster und die Schaufenster der Geschäftslokale, die Loggientüren und die Balkontüren sowie die Hauseingangstüren und die Eingangstüren der Geschäftslokale.

Sämtliche Fenster und Türen wurden ihrer Größe nach unterschiedlichen Fenster- und Türtypen zugeordnet. Diese Zuordnung war für die Eingabe der transparenten Bauteile ins Programm ArchiPHYSIK notwendig.

Die Abmessungen der Fenster und Türen in der unten stehenden Tabelle beziehen sich auf die Lichtmaße in den Bestandsplänen. [Karabiberoff, 1970]

Tabelle 5.8: Transparente Bauteile der thermischen Gebäudehülle, Fenster- und Türtypen

Fenster- und Türtyp	Beschreibung	Breite [m] x Höhe [m]
Fenstertyp A	Schlafzimmer-, Kinderzimmerfenster	1,20 x 1,40
Fenstertyp B	Wohnzimmer-, Kinderzimmerfenster	1,80 x 1,40
Fenstertyp C	Bad-, Küchenfenster	1,00 x 1,00
Fenstertyp D	Loggienfenster	1,75 x 1,365
Fenstertyp E	Stiegenhausfenster	1,40 x 1,40
Fenstertyp F	Schaufenster, klein	2,20 x 2,20
Fenstertyp G	Schaufenster, groß	3,20 x 2,20
Türtyp A	Hauseingangstür (Portal)	1,40 x 2,10
Türtyp B	Loggientür	0,80 x 2,315
Türtyp C	Balkontür	1,40 x 2,315
Türtyp D	Eingangstür Geschäftslokal	1,00 x 2,70
Türtyp E*	Wohnungseingangstür im Parterre	0,80 x 1,94

*Beim Türtyp E handelt es sich um ein opakes Bauteil!

5.3.5.1 Wohnungsfenster

Sämtliche Fenster (Fenstertypen A, B, C und D), welche ursprünglich eingebaut wurden, sind Holzfenster. Bei der Gebäudebegehung am 20. März 2009 wurde festgestellt, dass im Parterre auf Stiege 2 die Holzfenster gegen Kunststofffenster ausgewechselt wurden. Im Erdgeschoß auf Stiege 3 wurden in der Eckwohnung ebenfalls die alten Holzfenster gegen neue Fenster ausgewechselt.

Nach der Bauart des Fensterflügels handelte es sich bei den Holzfenstern um Verbundfenster. Das Verbundfenster hat einen Außen- und einen Innenflügel. Beide Flügel sind miteinander verbunden. [Königstein, 2009]

Die Verglasung der Fensterflügel besteht laut Übergabe-Aufnahmeschrift [Gemeinde Wien, 1971] aus Bauglas (4/4).

Die Fenstertypen A, B und D haben zwei Fensterflügel. Der Fenstertyp C hat nur einen Fensterflügel. Die Bad- und Küchenfenster (Fenstertyp C) werden in der Übergabe-Aufnahmeschrift [Gemeinde Wien, 1971] als „Lüftungsflügel“ bezeichnet.

5.3.5.1.1 Annahme für die Wohnungsfenster

Für den Fensterrahmen wurde oben und unten eine Höhe von $d_1=7,5$ cm angenommen. In der Mitte wurde eine Breite von $s_1=10,0$ cm angenommen.

Tabelle 5.9: Annahme für die Wohnungsfenster

Bauteil	Werkstoff	Beschreibung	U-Wert, Ψ -Wert
Verglasung	2fach-Verbundglas Klarglas	(6-30-6)	2,700 W/m ² K
Rahmen	Holzrahmen (Hartholz)	$d_1=7,5$ cm	2,050 W/m ² K
Glasrandverbund	Aluminium	(2-IV; U_g 1,4-1,9; $U_i>2,1$)	0,090 W/mK

5.3.5.2 Stiegenhausfenster

Auch die Stiegenhausfenstern (Fenstertyp E) sind Holzfenster mit zwei Fensterflügeln. Im Gegensatz zu den Wohnungsfenstern handelt es sich bei den Stiegenhausfenstern nicht um Verbundfenster, sondern um Einfachfenster: Der Flügelrahmen der Einfachfenster besteht aus nur einem Teil und die Verglasung der Fensterflügel besteht aus einer einzigen Fensterscheibe.

5.3.5.2.1 Annahme für die Stiegenhausfenster

Für den Fensterrahmen wurde oben und unten eine Höhe von $d_1=7,5$ cm angenommen. In der Mitte wurde eine Breite von $s_1=10,0$ cm angenommen.

Tabelle 5.10: Annahme für die Stiegenhausfenster

Bauteil	Werkstoff	Beschreibung	U-Wert, Ψ -Wert
Verglasung	Einfachglas	6 mm	5,800 W/m ² K
Rahmen	Holzrahmen (Hartholz)	$d_1=7,5$ cm	2,050 W/m ² K
Glasrandverbund	Aluminium	(2-IV; U_g 1,4-1,9; $U_i>2,1$)	0,090 W/mK

5.3.5.3 Schaufenster

Die beiden Geschäftslokale auf Stiege 3 haben insgesamt fünf Schaufenster: zwei kleinere (Fenstertyp F) und drei größere (Fenstertyp G). Das Geschäftslokal neben Stiege 2 hat ein größeres und ein kleineres Schaufenster. Das Geschäftslokal an der östlichen Gebäudeecke hat zwei größere und ein kleineres Schaufenster.

Die Schaufenster haben einen Stahlrahmen. An den Stahlrahmen des größeren Schaufensters (Fenstertyp G) schließen oben drei kleine Fenster an: Das mittlere Fenster ist feststehend, die beiden äußeren kann man kippen. Am Stahlrahmen des kleineren Schaufensters (Fenstertyp F) schließen oben zwei kleine Fenster an: Eines kann man kippen, eines ist feststehend.

5.3.5.3.1 Annahme für die Schaufenster

Bei der Eingabe der Abmessungen der Schaufenster ins Programm ArchiPHSYIK wurde eine Vereinfachung gemacht: Die Schaufenster und die an die Stahlrahmen der Schaufenster anschließenden kleinen Fenster wurden als ein Fenster betrachtet. Für den Rahmen des Schaufensters wurde oben und unten eine Breite von $d_1=7,5$ cm angenommen.

Tabelle 5.11: Annahme für die Schaufenster

Bauteil	Werkstoff	Beschreibung	U-Wert, Ψ -Wert
Verglasung	2fach-Verbundglas Klarglas	(6-30-6)	2,700 W/m ² K
Rahmen	Metallrahmen (ohne thermische Trennung)	d ₁ =7,5 cm	6,000 W/m ² K
Glasrandverbund	Edelstahl	(2-IV; U _g 1,4-1,9; U _i >2,1)	0,060 W/mK

5.3.5.4 Eingangstüren

Die Hauseingangstüren (Türtyp A) werden in der Übergabe-Aufnahmeschrift als Portale bezeichnet. Die Hauseingangstüren haben einen Stahlrahmen. Die Verglasung der Portale besteht laut Übergabe-Aufnahmeschrift aus Dickglas. [Gemeinde Wien, 1971]

Die Eingangstüren zu den Geschäftslokalen (Türtyp D) haben ebenfalls einen Stahlrahmen. Die Eingangstür des Geschäftslokals neben Stiege 2 hat einen Briefkastenschlitz, durch den die Wärme im Winter nach außen entweicht.

5.3.5.4.1 Annahme für die Hauseingangstüren

Auf der Nordseite des Gebäudes befinden sich die Hauseingänge zu den Stiegen 1, 2 und 3. Die Hauseingänge befinden sich im Halbstock zwischen dem Kellergeschoß und dem Erdgeschoß. Aus diesem Grund ragen die Aussparungen für die Hauseingangstüren mit dem oberen Teil in die thermische Gebäudehülle und mit dem unteren Teil in die Kellerwand. Bei der Eingabe der Hauseingangstüren ins Programm ArchiPHYSIK wurde die Situation vereinfacht: Es wurde angenommen, dass sich die Aussparungen für die Hauseingangstüren gänzlich in der thermischen Gebäudehülle befinden.

Für den Rahmen der Hauseingangstür wurde oben und unten eine Höhe von d₁=10,0 cm angenommen. In der Mitte wurde eine Breite von s₁=15,0 cm angenommen.

Tabelle 5.12: Annahme für die Hauseingangstüren

Bauteil	Werkstoff	Beschreibung	U-Wert, Ψ -Wert
Verglasung	Einfachglas	6 mm	5,800 W/m ² K
Rahmen	Metallrahmen (ohne thermische Trennung)	d ₁ =10,0 cm s ₁ =15,0 cm	6,000 W/m ² K
Glasrandverbund	Edelstahl	(2-IV; U _g 1,4-1,9; U _i >2,1)	0,060 W/mK

5.3.5.4.2 Annahme für die Eingangstüren zu den Geschäftslokalen

Für die Höhe des Türrahmens der Eingangstür zu den Geschäftslokalen wurde oben eine Höhe von d₁=7,5 cm und unten eine Höhe von d₂=10 cm angenommen.

Tabelle 5.13: Annahme für die Eingangstüren zu den Geschäftslokalen

Bauteil	Werkstoff	Beschreibung	U-Wert, Ψ -Wert
Verglasung	Einfachglas	6 mm	5,800 W/m ² K
Rahmen	Metallrahmen (ohne thermische Trennung)	d ₁ =7,5 cm d ₂ = 10,0 cm	6,000 W/m ² K
Glasrandverbund	Edelstahl	(2-IV; U _g 1,4-1,9; U _i >2,1)	0,060 W/mK

5.3.5.5 Loggien- und Balkontüren

Die Rahmen der Loggien- und Balkontüren (Türtypen B und C) bestehen aus Holz. Nach dem Augenschein konnte die Rahmenbauart der Türflügel nicht eindeutig bestimmt werden. Darum wurde angenommen, dass es sich um Verbundflügel handle. Die Verglasung der Loggien- und Balkontüren besteht laut Übergabe-Aufnahmeschrift [Gemeinde Wien, 1971] aus Bauglas (6/4).

5.3.5.5.1 Annahme für die Loggientüren

Für den Rahmen der Loggientüren wurde oben und unten eine Höhe von $d_1=d_2=20,0$ cm angenommen.

Tabelle 5.14: Annahme für die Loggientüren

Bauteil	Werkstoff	Beschreibung	U-Wert, Ψ -Wert
Verglasung	2fach-Verbundglas Klarglas	(6-30-6)	2,700 W/m ² K
Rahmen	Holzrahmen (Hartholz)	$d_1=20,0$ cm $d_2=20,0$ cm	2,050 W/m ² K
Glasrandverbund	Aluminium	(2-IV; U_g 1,4-1,9; $U_i>2,1$)	0,090 W/mK

5.3.5.5.2 Annahme für die Balkontüren

Für den Rahmen der Balkontüren wurde oben und unten eine Höhe von $d_1=15,0$ cm angenommen. In der Mitte wurde eine Breite von $s_1=25,0$ cm angenommen.

Tabelle 5.15: Annahme für die Balkontüren

Bauteil	Werkstoff	Beschreibung	U-Wert, Ψ -Wert
Verglasung	2fach-Verbundglas Klarglas	(6-30-6)	2,700 W/m ² K
Rahmen	Holzrahmen (Hartholz)	$d_1=15$ cm $s_1=25,0$ cm	2,050 W/m ² K
Glasrandverbund	Aluminium	(2-IV; U_g 1,4-1,9; $U_i>2,1$)	0,090 W/mK

5.3.5.6 Wohnungseingangstüren im Parterre

Die Wohnungseingangstüren im Parterre auf Stiege 1 und 2 sind keine transparenten Bauteile! Da in den Wohnungen im Parterre geheizt wird, zählen auch sie zur thermischen Gebäudehülle. Ein Austausch der Wohnungseingangstüren im Parterre ist im Zuge der Gebäudesanierung nicht vorgesehen.

5.3.5.6.1 Annahme für die Wohnungseingangstüren im Parterre

Im Programm ArchiPHYSIK wurden die Wohnungseingangstüren als „Innentüre gegen Pufferraum“ eingegeben. Der Pufferraum ist in diesem Fall das nicht beheizte Kellergeschoß. Für die Wohnungseingangstüren wurde eine Stärke von 4,0 cm angenommen.

5.3.5.7 Beschattung der transparenten Bauteile

Die Beschattung der transparenten Bauteile der Süd- und der Westfassade wurde mit Hilfe eines dreidimensionalen Gebäudemodells ermittelt. Das Modell umfasst das bestehende Gebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 sowie die Nachbarbebauung. Zur Nachbarbebauung zählt die Häuserzeile entlang der Hütteldorfer Straße mit den Hausnummern 337, 339, 341, 343 und 345 sowie das Gebäude in der Hütteldorfer Straße 260.

Die Häuserzeile entlang der Hütteldorfer Straße beschattet die transparenten Bauteile der Südfassade; das Gebäude in der Hütteldorfer Straße 260 beschattet die transparenten Bauteile der

Westfassade. Die transparenten Bauteile der Nordfassade werden durch die hohen Bäume auf der Grünfläche zwischen den beiden Wohngebäuden der Wohnhausanlage beschattet. Die Beschattung der transparenten Bauteile der Nordfassade wurde geschätzt.

5.4 Energieversorgung

Das bestehende Wohngebäude wird vom Wiener Kommunalbetrieb *WIEN ENERGIE* mit Strom und Gas versorgt. Der Energieträger Gas wird für die kombinierte Wärmebereitstellung für Raumheizung und Warmwasser herangezogen.

Laut derzeitigem Stand der Dinge (April 2010) wird das Fernwärmenetz in der Umgebung der Hütteldorfer Straße 252 nicht ausgebaut. Deshalb wird die Versorgung des sanierten Wohngebäudes mit Fernwärme ausgeschlossen. Der Energieträger Gas wird also auch in Zukunft für die kombinierte Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW) herangezogen.

Beim sanierten Wohngebäude soll auch die Sonnenenergie zur Warmwasserbereitung in den Sommermonaten und in der Übergangszeit genutzt werden. Die Bezeichnung „Solarthermie“ in Tabelle 5.16 steht für den Energieträger Sonnenenergie. In Tabelle 5.16 werden die üblichen Abkürzungen für die vier Sanierungsvarianten verwendet:

<i>NEH</i>	<i>Niedrigenergiehaus</i>
<i>NEH mit DG</i>	<i>Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß</i>
<i>PH</i>	<i>Passivhaus</i>
<i>PH mit DG</i>	<i>Passivhaus mit Dachgeschoß</i>

Tabelle 5.16: Zukünftige Energieversorgung

Bestand / Sanierungsvariante	Bestand	<i>NEH / NEH mit DG</i>	<i>PH / PH mit DG</i>
Energieversorgung	Gas	Gas u. Solarthermie	Gas u. Solarthermie

5.5 Zubau Dachgeschoß

Durch den Zubau eines Dachgeschoßes beim bestehenden Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 würden zusätzliche Wohneinheiten geschaffen. Außerdem würde der Zubau eines Dachgeschoßes eine interessante Sanierungsmaßnahme im Rahmen der Altbaumodernisierung darstellen (siehe Kap. 6.7.2). Darum stellte sich die Frage, ob innerhalb der bestehenden Bauklasse ein Dachgeschoß errichtet werden darf.

Das bestehende Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3 unterliegt der Bauklasse III: Die Gebäudehöhe hat mindestens 9 m zu betragen und darf eine Höhe von 16 m nicht überschreiten; zusätzlich zur Bauklasse III ist im Flächenwidmungs- und Bebauungsplan eine Beschränkung der Gebäudehöhe auf 14,00 m eingetragen (siehe Abb. 7).

Um die oben gestellte Frage zu klären, wurde zunächst ein Gebäudeschnitt im Maßstab M 1:100 angefertigt. Der Gebäudeschnitt verläuft durch die Loggien auf Stiege 1 (siehe Abb. 19). Anschließend wurde die mittlere Geländeoberkante (in Abb. 19 „mittlere GOK“) bestimmt und in den Gebäudeschnitt eingetragen. Von der mittleren Geländeoberkante wurde eine Höhe von 14,00 m aufgetragen. Darauf wurde der Dachraum mit einer Dachneigung von 45° konstruiert. Zum Schluss wurde das Dachgeschoß mit Pultdach in den Gebäudeschnitt eingezeichnet. Aus dem Gebäudeschnitt in Abbildung 19 geht eindeutig hervor, dass das Dachgeschoß innerhalb der Bauklasse III sowie der bestehenden Beschränkung der Gebäudehöhe auf 14,00 m gebaut werden darf.

Es wurden zwei Sanierungsvarianten mit Dachgeschoß ausgearbeitet: die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß* (siehe auch Kap. 6). Vor Errichtung des Dachgeschoßes wird das Satteldach des bestehenden Wohngebäudes, das eine Dachneigung von 16,5° hat, abgetragen. Das neu entstehende Dachgeschoß (in Abb. 19 mit „DG“ gekennzeichnet und braun dargestellt) hat ein Pultdach, welches nach Norden geneigt ist. Das Pultdach hat eine Dachneigung von 5°.

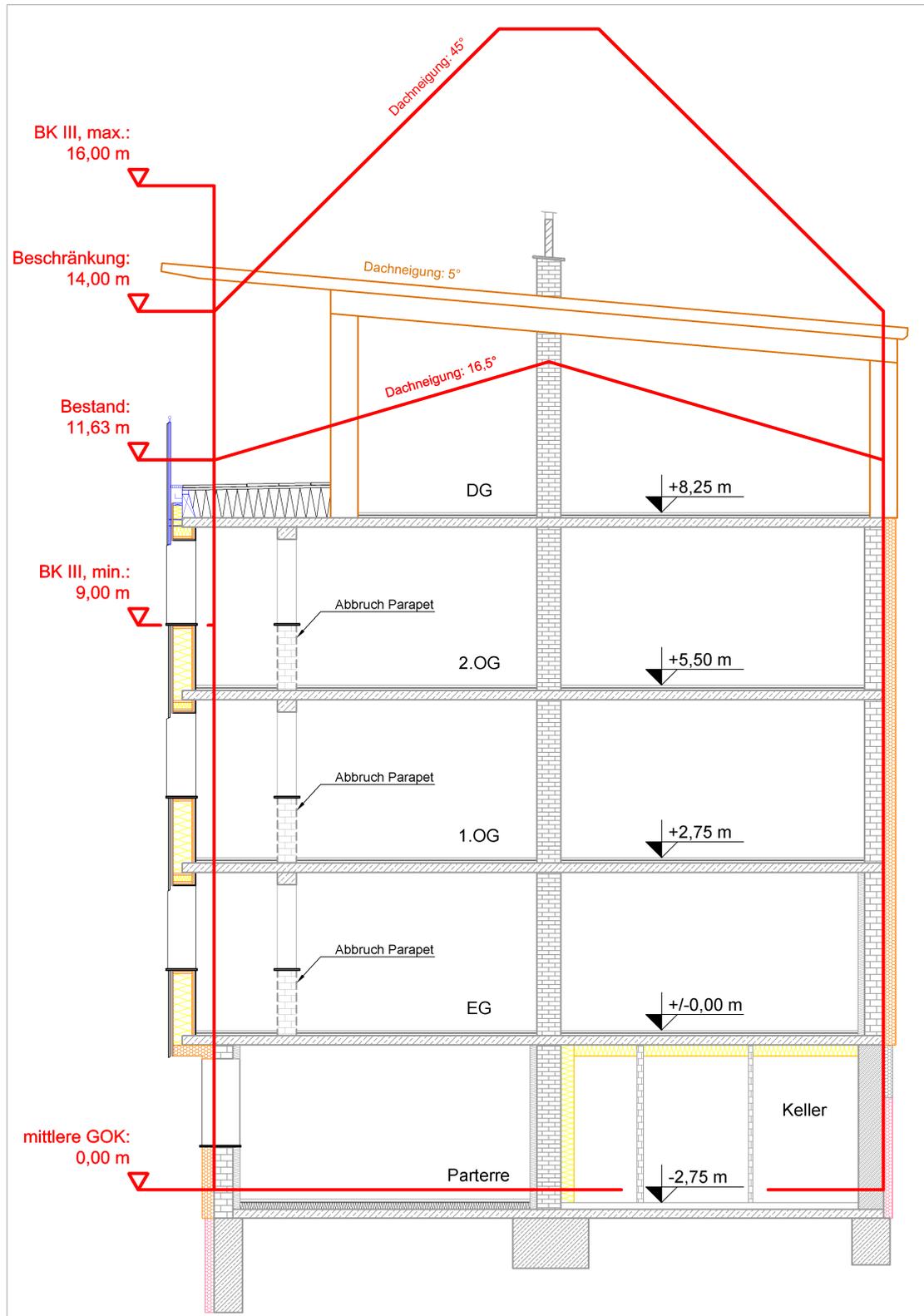


Abbildung 19: Gebäudeschnitt der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*, M 1:100
(der Schnitt verläuft durch die eingehausten Loggien auf Stiege 1)

5.6 U-Werte und g-Werte der thermischen Gebäudehülle

Der exakte U-Wert der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle (Außenwand, oberste Geschossdecke, etc.) sowie der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle (Fenster und Türen) wurde zunächst mit dem Programm ArchiPHYSIK berechnet; der exakte g-Wert wurde aufgrund der für die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle getroffenen Annahmen vom Programm ArchiPHYSIK ermittelt.

Anschließend wurde für den U-Wert und den g-Wert ein Default-U-Wert bzw. ein Default-g-Wert aus dem „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) gewählt (Der „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ ist ein technischer Anhang zur OIB-Richtlinie 6, siehe Kap. 3.5).

Durch dieses Vorgehen konnten die berechneten, also die exakten U-Werte und exakten g-Werte (siehe Tab. 5.17) sowie die gewählten Default-U-Werte und der gewählte Default-g-Wert (siehe Tab. 5.19) miteinander verglichen werden. Außerdem konnte so die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) des bestehenden Wohngebäudes einer Plausibilitätskontrolle unterzogen werden (siehe Kap. 5.8 und Tab. 5.24).

5.6.1 Berechnung des exakten U-Wertes und des exakten g-Wertes

Der exakte U-Wert der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sowie der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle wurde mit dem Programm ArchiPHYSIK berechnet. Die Berechnung des exakten U-Wertes beruht auf den oben getroffenen Annahmen für die Gebäudeteile und die transparenten Bauteile (siehe Kap. 5.3.1.3 bis Kap. 5.3.5.6.1).

Der exakte Gesamtenergiedurchlassgrad g der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle wurde ebenso vom Programm ArchiPHYSIK ermittelt. Die Ermittlung des exakten g-Wertes beruht auf den oben getroffenen Annahmen für die transparenten Bauteile (siehe Kap. 5.3.5 bis Kap. 5.3.5.6.1).

In der unten stehenden Tabelle 5.17 sind die vom Programm ArchiPHYSIK berechneten, exakten U-Werte für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sowie für die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle aufgelistet. Ebenso sind in Tabelle 5.17 die vom Programm ArchiPHYSIK ermittelten, exakten g-Werte für die transparenten Bauteile der Gebäudehülle aufgelistet.

Tabelle 5.17: Vom Programm ArchiPHYSIK berechnete, exakte U-Werte und exakte g-Werte

Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle	U-Wert [W/m²K]	g-Wert [%]
Außenwand	1,032	-
Außenwand, hinterlüftet (Westfassade)	0,944	-
Kaminwand im Parterre	1,205	-
Kellerdecke	0,766	-
oberste Geschoßdecke	0,252	-
Fußboden im Parterre	0,871	-
Transparente Bauteile der therm. Gebäudehülle	U-Wert [W/m²K]	g-Wert [%]
Fenstertyp A (Schlafzimmer-, Kinderzimmerfenster)	2,880	72
Fenstertyp B (Wohnzimmer-, Kinderzimmerfenster)	2,840	72
Fenstertyp C (Bad-, Küchenfenster)	2,760	72
Fenstertyp D (Loggienfenster)	2,840	72
Fenstertyp E (Stiegenhausfenster)	5,140	83
Fenstertyp F (Schaufenster, klein)	3,240	72
Fenstertyp G (Schaufenster, groß)	3,160	72
Türtyp A (Hauseingangstür)	6,070	83
Türtyp B (Loggientür)	2,540	72
Türtyp C (Balkontür)	2,660	72
Türtyp D (Eingangstür Geschäftslokal)	6,000	83
Türtyp E* (Wohnungseingangstür im Parterre)	1,961	-

*Beim Türtyp E handelt es sich um ein opakes Bauteil!

5.6.2 Wahl von Default-U-Werten und Wahl des Default-g-Wertes

Für den U-Wert der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sowie der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle wurden die Default-U-Werte aus dem „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ gewählt.

Für den Gesamtenergiedurchlassgrad g der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle wurde der Default-g-Wert aus dem „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ gewählt.

Die Default-U-Werte und der Default-g-Wert sind im „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ unter Punkt 4.3.1 in tabellarischer Form aufgelistet (siehe Tab. 5.18).

Für die Default-U-Werte in Tabelle 5.18 gilt die Einheit W/m^2K . Der Gesamtenergiedurchlassgrad g in Tabelle 5.18 ist ein Prozentwert.

Tabelle 5.18: Default-U-Werte und Default-g-Wert, nach [Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2007]

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

In der Tabelle 5.18 werden folgende Abkürzungen verwendet:

KD	Kellerdecke
OD	oberste Geschoßdecke
AW	Außenwand
DF	Dachfläche
FE	Fenster
G	Gesamtenergiedurchlassgrad g
AT	Außentüren
EFH	Einfamilienhaus
MFH	Mehrfamilienhaus

In der oben stehenden Tabelle 5.18 sind die gewählten Default-U-Werte und der gewählte Default-g-Wert fett eingetragen und gelb hinterlegt. Die gewählten Werte wurden direkt ins Programm ArchiPHYSIK eingegeben.

Für jene Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle, für welche keine Default-U-Werte in oben stehender Tabelle 5.18 angegeben sind, wurde der vom Programm ArchiPHYSIK berechnete, exakte U-Wert herangezogen. Es handelt sich hierbei um folgende Gebäudeteile: die Kaminwand und die Wohnungseingangstüren sowie den Fußboden im Parterre. Die U-Werte der genannten Gebäudeteile sind in unten stehender Tabelle 5.19 fett eingetragen.

In Tabelle 5.19 sind die gewählten Default-U-Werte für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sowie für die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle eingetragen. Ebenso ist in Tabelle 5.19 der gewählte Default-g-Wert für die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle eingetragen.

Tabelle 5.19: Gewählte Default-U-Werte und gewählter Default-g-Wert

Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle	U-Wert [W/m ² K]	g-Wert [%]
Außenwand	1,200	-
Außenwand, hinterlüftet (Westfassade)	1,200	-
Kaminwand im Parterre	1,205	-
Kellerdecke	1,350	-
oberste Geschoßdecke	0,550	-
Fußboden im Parterre	0,871	-
Transparente Bauteile der therm. Gebäudehülle	U-Wert [W/m ² K]	g-Wert [%]
Fenstertyp A	3,000	67
Fenstertyp B	3,000	67
Fenstertyp C	3,000	67
Fenstertyp D	3,000	67
Fenstertyp E (Stiegenhausfenster)	3,000	67
Fenstertyp F (Schaufenster, klein)	3,000	67
Fenstertyp G (Schaufenster, groß)	3,000	67
Türtyp A (Hauseingangstür)	2,500	67
Türtyp B (Loggientür)	3,000	67
Türtyp C (Balkontür)	3,000	67
Türtyp D (Eingangstür Geschäftslokal)	2,500	67
Türtyp E* (Wohnungseingangstür im Parterre)	1,961	-

*Beim Türtyp E handelt es sich um ein opakes Bauteil!

5.7 Oberflächen-Volumen-Verhältnis der thermischen Gebäudehülle

Das Oberflächen-Volumen-Verhältnisses (A/V -Verhältnis) wurde für die thermische Gebäudehülle (siehe Abb. 13) des bestehenden Wohngebäudes berechnet. Bei der Berechnung der Oberfläche und des Volumens des A/V -Verhältnisses wurde angenommen, dass sich alle Bauteile überlappen.

Außerdem wurde angenommen, dass es sich bei den in den Bestandsplänen [Karabiberoff, 1970] angeführten Gebäudeabmessungen um Rohbauabmessungen handelt. Aus diesem Grunde wurde bei der Berechnung des A/V -Verhältnisses eine 1,5 cm starke Außenputzschicht berücksichtigt.

Nicht berücksichtigt wurde der Umstand, dass die Südfassade der Stiege 1 bei den Loggien zurückspringt (siehe Abb. 8). Die zurückspringenden Oberflächen sind im Vergleich zur gesamten Oberfläche der thermischen Gebäudehülle relativ klein und beeinflussen darum die Energiekennzahl Heizwärmebedarf nur unwesentlich.

Mit Hilfe der folgenden Tabellen wird zunächst das Flächenausmaß der horizontalen (siehe Tab. 5.20) und der vertikalen Oberflächen (siehe Tab. 5.21) ermittelt. Anschließend wird das Volumen (siehe Tab. 5.22) der thermischen Gebäudehülle ermittelt. Mit den ermittelten Zahlenwerten wird abschließend das A/V -Verhältnis und der i_c -Wert berechnet.

In den Tabellen 5.20 bis 5.22 werden folgende Abkürzungen und Bezeichnungen verwendet:

l	Länge
b	Breite
h	Höhe
A	Oberfläche
V	Volumen
Bestand	bestehendes Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3

5.7.1 Horizontale Oberflächen beim Bestand

Zu den horizontalen Oberflächen der thermischen Gebäudehülle zählen der Fußboden im Parterre, die Kellerdecke und die oberste Geschoßdecke.

Tabelle 5.20: horizontale Oberflächen beim Bestand

Bauteil	l [m]	b [m]	A [m ²]
Fußboden im Parterre (Wohnungen)	44,975+0,015	5,48+0,015	247,22
Fußboden im Parterre (Geschäftslokale)	21,665+0,015	5,48+0,015	119,13
Kellerdecke	66,64+2*0,015	5,10+0,015	341,02
Oberste Geschoßdecke	66,64+2*0,015	10,58+2*0,015	707,37
			1414,74

5.7.2 Vertikale Oberflächen beim Bestand

Zu den vertikalen Oberflächen der thermischen Gebäudehülle zählen die Außenwände, die Kaminwand und der vertikale Sprung im Fußboden im Parterre (Die Raumhöhe im Parterre ist in den Wohnungen und den Geschäftslokalen verschieden, siehe Kap. 5.2.5.1). Aus diesem Grunde gibt es im Parterre zwischen Stiege 2 und 3 einen vertikalen Sprung im Fußboden.

Auf der obersten Geschoßdecke wurde eine 10,0 cm dicken Mineralwollschicht verlegt. Auf dieser Wärmedämmschicht liegen 3,5 cm dicke Holzwolle-Leichtbauplatten. Zusammen haben die Mineralwollschicht und die Holzwolle-Leichtbauplatten eine Dicke von 13,5 cm. Dies wurde bei der Berechnung der Höhe h der Außenwände berücksichtigt.

Tabelle 5.21: vertikale Oberflächen beim Bestand

Bauteil	l [m]	b [m]	h [m]	A [m ²]
Außenwand-SÜD, St. 1, 2	44,975+0,015		11,25+0,135	512,21
Außenwand-SÜD, St. 3	21,665+0,015		11,75+0,135	257,67
Außenwand-NORD	66,64+2*0,015		8,50+0,135	575,70
Außenw.-OST, Parterre		5,48+0,015	3,25	17,86
Außenw.-OST, EG, 1OG, 2OG		10,58+2*0,015	8,50+0,135	91,62
Auße.-WEST, Parterre		5,48+0,015	2,75	15,11
Auße.-WEST, EG, 1OG, 2OG		10,58+0,015	8,50+0,135	91,62
Kaminwand, St. 1, 2	44,975+0,015		2,75	123,72
Kaminwand, St. 3	21,665+0,015		3,25	70,46
Parterre: vert. Sprung im FB		5,48+0,015	0,50	2,75
				1758,71

In Tabelle 5.21 werden folgende Abkürzungen verwendet:

St. 1, 2	Stiege 1 und 2
St. 3	Stiege 3
Außenw./Auße.	Außenwand
EG	Erdgeschoß
1OG	erstes Obergeschoß
2OG	zweites Obergeschoß
vert. Sprung im FB	vertikaler Sprung im Fußboden

5.7.3 Volumen beim Bestand

Die thermische Gebäudehülle umschließt die Volumina des Parterres, des Erdgeschoßes sowie des ersten und des zweiten Obergeschoßes.

Auf der obersten Geschoßdecke wurde eine 10,0 cm dicken Mineralwollschicht verlegt. Auf dieser Wärmedämmschicht liegen 3,5 cm dicke Holzwolle-Leichtbauplatten. Zusammen haben die Mineralwollschicht und die Holzwolle-Leichtbauplatten eine Dicke von 13,5 cm. Dies wurde bei der Berechnung der Höhe h der Außenwände berücksichtigt.

Tabelle 5.22: Volumen beim Bestand

Geschoß	l [m]	b [m]	h [m]	V [m ³]
Parterre (Wohnungen)	44,975+0,015	5,48+0,015	2,75	679,86
Parterre (Geschäftslokale)	21,665+0,015	5,48+0,015	3,25	387,18
Erdgeschoß	66,64+2*0,015	10,58+2*0,015	2,75	1945,26
erstes Obergeschoß	66,64+2*0,015	10,58+2*0,015	2,75	1945,26
zweites Obergeschoß	66,64+2*0,015	10,58+2*0,015	3,00+0,135	2217,60
				7175,16

5.7.4 A/V-Verhältnis und l_c -Wert beim Bestand

Das Oberflächen-Volumen-Verhältnis der thermischen Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes (Bestand) beträgt 0,45 1/m; der l_c -Wert beträgt 2,26 m. Das A/V-Verhältnis liegt somit in einem für Geschoßwohnbauten typischen Bereich.

Tabelle 5.23: A/V-Verhältnis und l_c -Wert beim Bestand

Bezeichnung Objekt	A [m ²]	V [m ³]	l_c [m]	A/V [1/m]
Bestand	3173,45	7175,16	2,26	0,44

5.8 Energiekennzahl Heizwärmebedarf beim Bestand

Die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) für den Bestand wurde einerseits mit den exakten - vom Programm ArchiPHYSIK berechneten - U-Werten und andererseits mit den Default-U-Werten aus dem „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ ermittelt. Dieser Leitfaden wird vom Österreichischen Institut für Bauwesen (OIB) herausgegeben; es handelt sich um einen technischen Anhang zur OIB-Richtlinie 6 (siehe auch Kap. 5.6). Dieses Vorgehen war notwendig, um

- jene Energiekennzahl Heizwärmebedarf, die mit den exakten - vom Programm ArchiPHYSIK berechneten - U-Werten ermittelt wurde (Tab. 5.24, linke Seite: 103 kWh/m²a) einer Plausibilitätskontrolle zu unterziehen und
- um die Energiekennzahl Heizwärmebedarf für ähnliche Wohngebäude aus dem selben Zeitraum (Ende der 1960er bzw. Anfang der 1970er Jahre) zu schätzen (siehe Tab. 5.24, rechte Seite: 120 kWh/m²a).

Tabelle 5.24: Energiekennzahl Heizwärmebedarf beim Bestand

Exakte U-Werte gemäß Berechnung mit dem Programm ArchiPHYSIK	HWB [kWh/m ² a]	Default-U-Werte gemäß „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ *)	HWB [kWh/m ² a]
Bestand	103	Bestand	120

*) Herausgegeben vom Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB)

Bei der Berechnung der Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) für den Bestand wurde angenommen, dass sich die Stieghäuser der Stiegen 1, 2 und 3 innerhalb der thermischen Gebäudehülle befinden.

Nicht berücksichtigt wurde bei der Berechnung der Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) für den Bestand, dass die Südfassade der Stiege 1 bei den Loggien zurückspringt (siehe Abb. 8). Die zurückspringenden Oberflächen sind im Vergleich zur gesamten Oberfläche der thermischen Gebäudehülle relativ klein und beeinflussen darum die Energiekennzahl Heizwärmebedarf nur unwesentlich.

5.9 Energieausweise für den Bestand

In den folgenden Kapiteln 5.9.1 und 5.9.2 sind die beiden Energieausweise für das bestehende Wohngebäude (Bestand) in der Hütteldorfer Straße 252 mit den Stiege 1, 2 und 3 eingefügt. Es werden jeweils das Deckblatt, das Datenblatt und die Monatsbilanz der Energieausweise abgebildet. Auf dem Deckblatt sind die Wärmeschutzklassen dargestellt. Neben den Wärmeschutzklassen ist die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) in einem schwarzen Balken eingetragen. Die Energiekennzahl Heizenergiebedarf (HEB) geht aus dem Datenblatt hervor. Die Berechnung der Energieausweise für den Bestand stellt eine wichtige Grundlage für die Erarbeitung der vier Sanierungsvarianten dar.

5.9.1 Energieausweis Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK)

Die Abbildung 20 zeigt das Deckblatt des Energieausweises für den Bestand. Die exakten U-Werte sämtlicher Bauteile wurden vom Programm ArchiPHYSIK ermittelt. Die Energiekennzahl **Heizwärmebedarf (HWB)** beträgt **103 kWh/m²a**.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG

GEBÄUDE

Gebäudeart	Mehrfamilienhäuser	Erbaut	1970
Gebäudezone	Wohnen	Katastralgemeinde	Oberbaumgarten
Straße	Hütteldorfstraße 252	KG-Nummer	01208
PLZ/Ort	1140, Wien-Penzing	Einlagezahl	550
EigentümerIn	Gemeinde Wien	Grundstücksnummer	167/5

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)

A+++	
A++	
A+	
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	

103 kWh/m²a

ERSTELLT

ErstellerIn	ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL	Organisation	
ErstellerIn-Nr.		Ausstellungsdatum	00.00.00
GWR-Zahl		Gültigkeitsdatum	00.00.00
Geschäftszahl		Unterschrift	

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz des Österreichischen Institut für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage Gesetzes (EAVG).

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

Educ.

18.03.2010

Abbildung 20: Deckblatt des Energieausweises für den Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK)

Die Abbildung 20 zeigt das Datenblatt des Energieausweises für den Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK). Das Datenblatt enthält die wichtigsten Gebäudedaten, die der Berechnung des Heizwärmebedarfs zugrunde gelegten Klimadaten sowie eine Übersicht über den Wärme- und Energiebedarf. Die Energiekennzahl **Heizenergiebedarf (HEB)** beträgt **209 kWh/m²a**. Der Wert ist auf die Einerstelle gerundet.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG **OIB**
Österreichisches Institut für Baurecht

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche

beheiztes Brutto-Volumen

charakteristische Länge (lc)

Kompaktheit (AV)

mittlerer U-Wert (Um)

LEK-Wert

KLIMADATEN

Klimaregion

Seehöhe

Heizgradtage

Heiztage

Norm-Außentemperatur

Soll-Innentemperatur

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima		Standortklima		Anforderung	
	zonenbezogen	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	255,465 kWh/a	102,66 kWh/m2a	264,419 kWh/a	106,26 kWh/m2a	<input type="text"/>	<input type="text"/>
WWWB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	31,790 kWh/a	12,76 kWh/m2a	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HTEB-RH	<input type="text"/>	<input type="text"/>	142,455 kWh/a	57,25 kWh/m2a	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HTEB-WW	<input type="text"/>	<input type="text"/>	78,576 kWh/a	31,58 kWh/m2a	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HTEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	224,151 kWh/a	90,08 kWh/m2a	<input type="text"/>	<input type="text"/>
HEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	520,360 kWh/a	209,11 kWh/m2a	<input type="text"/>	<input type="text"/>
EEB	<input type="text"/>	<input type="text"/>	520,360 kWh/a	209,11 kWh/m2a	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PEB	<input type="text"/>					
CO2	<input type="text"/>					

ERLÄUTERUNGEN

Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge, die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20° C zu halten.

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB): Energiemenge, die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.

Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge, die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von der hier angegebenen abweichen.

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION
Educ.
18.03.2010

Abbildung 21: Datenblatt des Energieausweises für den Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK)

Die Abbildung 22 zeigt die Monatsbilanz im Energieausweis für den Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK). Auf der Abszisse sind die Monate des Jahres aufgetragen. Die Verluste (blau) werden den nutzbaren Gewinnen (gelb) und den Gewinnen (weiß) gegenübergestellt. Die Einheit auf der Ordinate ist kWh.

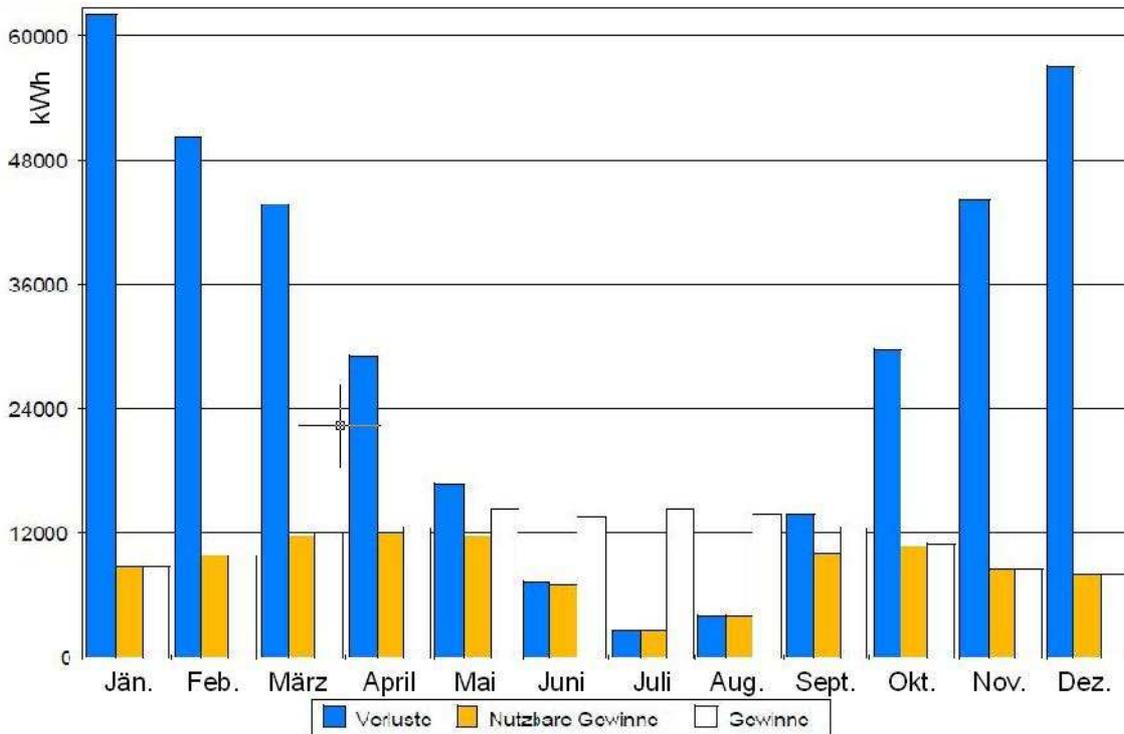


Abbildung 22: Monatsbilanz im Energieausweis für den Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK)

5.9.2 Energieausweis Bestand (Default-U-Werte gemäß OIB-Leitfaden)

Die Abbildung 23 zeigt das Deckblatt des Energieausweises für den Bestand. Für die U-Werte sämtlicher Bauteile wurden die Default-U-Werte aus dem „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) herangezogen. Die Energiekennzahl **Heizwärmebedarf (HWB)** beträgt **120 kWh/m²a**.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG **OIB**
Österreichisches Institut für Bautechnik

GEBÄUDE

Gebäudeart	<input type="text" value="Mehrfamilienhäuser"/>	Erbaut	<input type="text" value="1970"/>
Gebäudezone	<input type="text" value="Wohnen"/>	Katastralgemeinde	<input type="text" value="Oberbaumgarten"/>
Straße	<input type="text" value="Hütteldorferstraße 252"/>	KG-Nummer	<input type="text" value="01208"/>
PLZ/Ort	<input type="text" value="1140, Wien-Penzing"/>	Einlagezahl	<input type="text" value="550"/>
EigentümerIn	<input type="text" value="Gemeinde Wien"/>	Grundstücksnummer	<input type="text" value="167/5"/>

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)

The scale consists of eight horizontal bars of increasing length from top to bottom, labeled A+++ (lightest blue), A+ (blue), A (green), B (light green), C (yellow-green), D (yellow), E (orange), F (red-orange), and G (red). A black arrow points from the right towards the D level, with the text '120 kWh/m2.a' written inside the arrow.

ERSTELLT

ErstellerIn	<input type="text" value="ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL"/>	Organisation	<input type="text"/>
ErstellerIn-Nr.	<input type="text"/>	Ausstellungsdatum	<input type="text" value="00.00.00"/>
GWR-Zahl	<input type="text"/>	Gültigkeitsdatum	<input type="text" value="00.00.00"/>
Geschäftszahl	<input type="text"/>	Unterschrift	<input type="text"/>

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz des Österreichischen Institut für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage Gesetzes (EAVG).

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

Educ.

18.03.2010

Abbildung 23: Deckblatt des Energieausweises für den Bestand (Default-U-Werte gemäß OIB-Leitfaden)

Die Abbildung 24 zeigt das Datenblatt des Energieausweises für den Bestand (Default-U-Werte gemäß OIB-Leitfaden). Das Datenblatt enthält die wichtigsten Gebäudedaten, die der Berechnung des Heizwärmebedarfs zugrunde gelegten Klimadaten sowie eine Übersicht über den Wärme- und Energiebedarf. Die Energiekennzahl **Heizenergiebedarf (HEB)** beträgt **230 kWh/m²a**. Der Wert ist auf die Einerstelle gerundet.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG Österreichischer Institut für Bautechnik

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche 2.488,45 m²

beheiztes Brutto-Volumen 7.175,16 m³

charakteristische Länge (lc) 2,26 m

Kompaktheit (A/V) 0,44 1/m

mittlerer U-Wert (Um) 1,146 W/m²K

LEK-Wert 81 -

KLIMADATEN

Klimaregion Nord - außerhalb von Föhngebieten (N)

Seehöhe 171 m

Heizgradtage 3460 Kd

Heiztage 216 d

Norm-Außentemperatur -12,2 °C

Soll-Innentemperatur 20 °C

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima		Standortklima		Anforderung	
	zonenbezogen	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	299,695 kWh/a	120,43 kWh/m ² a	309,912 kWh/a	124,54 kWh/m ² a		
WWWB			31,790 kWh/a	12,78 kWh/m ² a		
HTEB-RH			150,632 kWh/a	60,53 kWh/m ² a		
HTEB-WW			77,894 kWh/a	31,30 kWh/m ² a		
HTEB			231,751 kWh/a	93,13 kWh/m ² a		
HEB			573,453 kWh/a	230,45 kWh/m ² a		
EEB			573,453 kWh/a	230,45 kWh/m ² a		
PEB						
CO ₂						

ERLÄUTERUNGEN

Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge, die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20° C zu halten.

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB): Energiemenge, die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.

Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge, die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von der hier angegebenen abweichen.

Die Abbildung 25 zeigt die Monatsbilanz im Energieausweis für den Bestand (Default-U-Werte gemäß OIB-Leitfaden). Auf der Abszisse sind die Monate des Jahres aufgetragen. Die Verluste (blau) werden den nutzbaren Gewinnen (gelb) und den Gewinnen (weiß) gegenübergestellt. Die Einheit auf der Ordinate ist kWh.

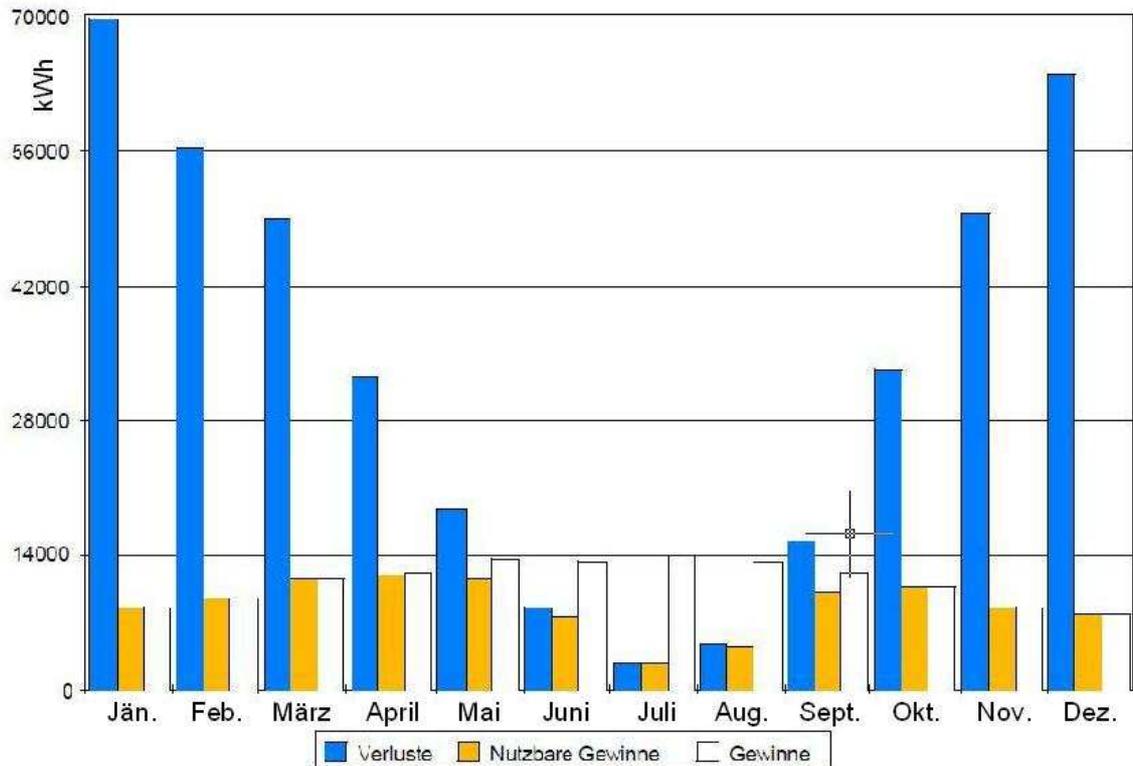


Abbildung 25: Monatsbilanz im Energieausweises für den Bestand (Default-U-Werte gemäß OIB-Leitfaden)

6 Sanierungsvarianten

Im Kapitel 6 werden vier Sanierungsvarianten für das bestehende Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) präsentiert: zwei Sanierungsvarianten auf Niedrigenergiehausstandard und zwei Sanierungsvarianten auf Passivhausstandard. Dabei handelt es sich um folgende vier Sanierungsvarianten:

- Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus (NEH)*,
- Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)*,
- Sanierungsvariante *Passivhaus (PH)*,
- Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)*.

Von zentraler Bedeutung sind die Energieausweise für die vier Sanierungsvarianten, die im Kapitel 6.10 vorgestellt werden. Sie stellen einen Schwerpunkt des Sanierungskonzepts für das bestehende Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) dar (siehe auch Kap. 2.1).

Für jede Sanierungsvariante wurde ein 3d-Modell der thermischen Gebäudehülle gezeichnet. Das 3d-Modell stellt die Sanierungsmaßnahmen für die einzelnen Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle dar: die Wärmedämmung, die Einhausung der Loggien und Balkone auf Stiege 1 sowie den Zubau des Dachgeschoßes. Der Modellmaßstab beträgt M 1:400; abgebildet ist jeweils die Südwestansicht des Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3.

Die Sanierungsmaßnahmen für die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle werden am 3d-Modell nicht veranschaulicht: Die ausgetauschten Fenster und Türen werden nur als Fenster- und Türöffnungen dargestellt, obwohl auch sie Teil der thermischen Gebäudehülle sind (die Fenstersanierung wird in Kapitel 6.5 ausführlich besprochen). Die Wärmedämmung des Fußbodens im Parterre ist im 3d-Modell nicht ersichtlich (siehe hierfür Kap. 7.2.17 Detail O Fußboden Parterre).

Bei allen vier oben aufgelisteten Sanierungsvarianten sollen folgende Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt werden:

- Einhausung aller Loggien und Balkone des bestehenden Wohngebäudes
- Austausch der alten Gasetagenheizungen gegen einen modernen, zentralen Brennkessel
- Errichtung einer thermischen Solaranlage auf dem Dach
- Lifteinbau

Die Lifttürme werden bei den Stiegenhauseingängen auf der Nordseite des Wohngebäudes - außerhalb der thermischen Gebäudehülle - errichtet. Für den Lifteinbau erfolgt im Rahmen dieser Diplomarbeit keine Detailplanung. Aus diesem Grunde sind die Lifttürme in den 3d-Modellen auch nicht dargestellt.

6.1 Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*

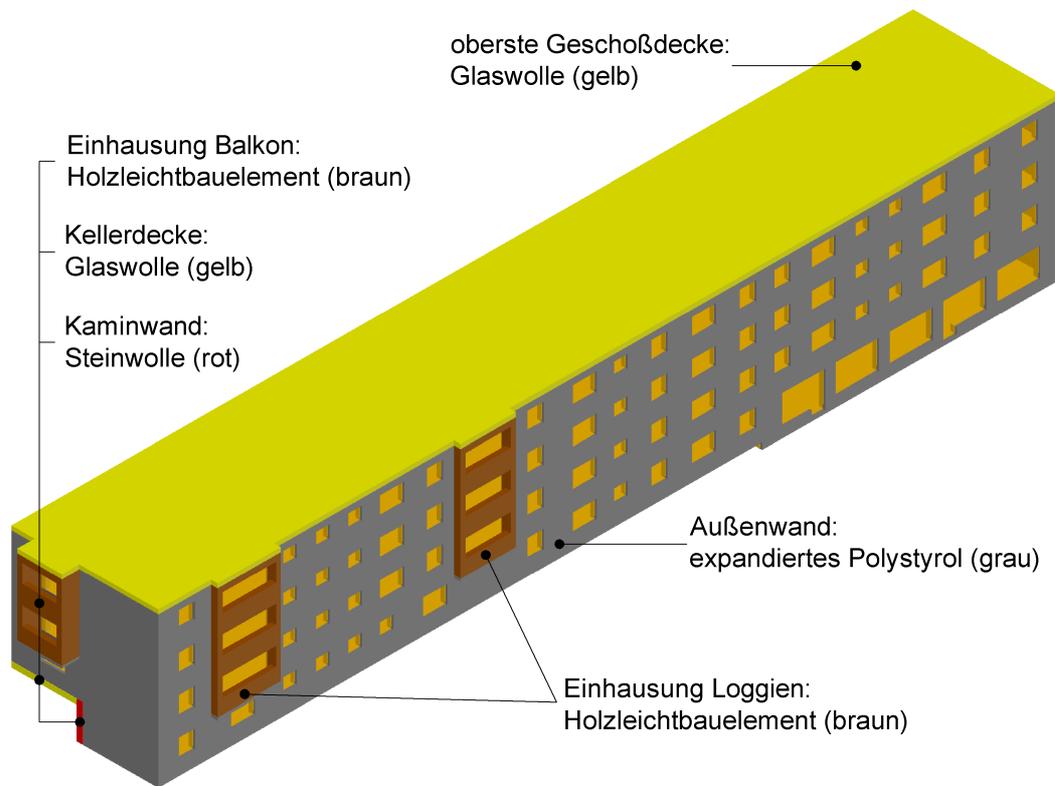


Abbildung 26: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*

Das 3d-Modell in Abbildung 26 zeigt die Sanierungsmaßnahmen für die einzelnen Gebäudeteile der thermische Gebäudehülle der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*. Die Sanierungsmaßnahmen sind mit verschiedenen Farben dargestellt.

Die Außenwände sind mit einem 17,2 cm starken Wärmedämmverbundsystem verkleidet (siehe Kap. 7.2.3). Hauptbestandteil des Wärmedämmverbundsystems ist eine Wärmedämmplatte aus expandiertem Polystyrol (in Abb. 26 grau). Zusammen mit der bestehenden - 1,5 cm starken - Außenputzschicht hat die Überdeckung der Außenwand eine Stärke von 18,7 cm.

Auf der obersten Geschößdecke wurde eine 30,0 cm dicke Wärmedämmschicht aus Glaswolle verlegt (in Abb. 26 gelb). Auf dieser Wärmedämmschicht liegen 3,5 cm dicke Holzwohle-Leichtbauplatten. Zusammen haben die Glaswollschicht und die Holzwohle-Leichtbauplatten eine Dicke von 33,5 cm.

Die Loggien und Balkone auf Stiege 1 werden eingehaust. Dabei kommt ein vorgefertigtes, insgesamt 43,3 cm starkes Holzleichtbauelement zum Einsatz (in Abb. 26 braun). Das Holzleichtbauelement ist hinterlüftet und weist Passivhausstandard auf (siehe Kap. 7.2.2).

Die Kaminwand ist mit einem 19,2 cm starken Wärmedämmverbundsystem verkleidet (siehe Kap. 7.2.12). Hauptbestandteil des Wärmedämmverbundsystems ist eine Wärmedämmplatte aus Steinwolle (in Abb. 26 rot). Zusammen mit der 1,5 cm starken Innenputzschicht hat die Überdeckung der Kaminwand auf der Kellerseite eine Stärke von 20,7 cm.

Die Kellerdecke wurde mit einer 16,0 cm starken Kellerdeckendämmplatte aus Glaswolle versehen (in Abb. 26 gelb). Diese ist auf der Unterseite mit einer 0,2 cm starken Schicht aus

Dünnputz verputzt (siehe Kap. 7.2.13). Zusammen haben die Kellerdeckendämmplatte und der Dünnputz eine Stärke von 16,2 cm.

6.2 Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*

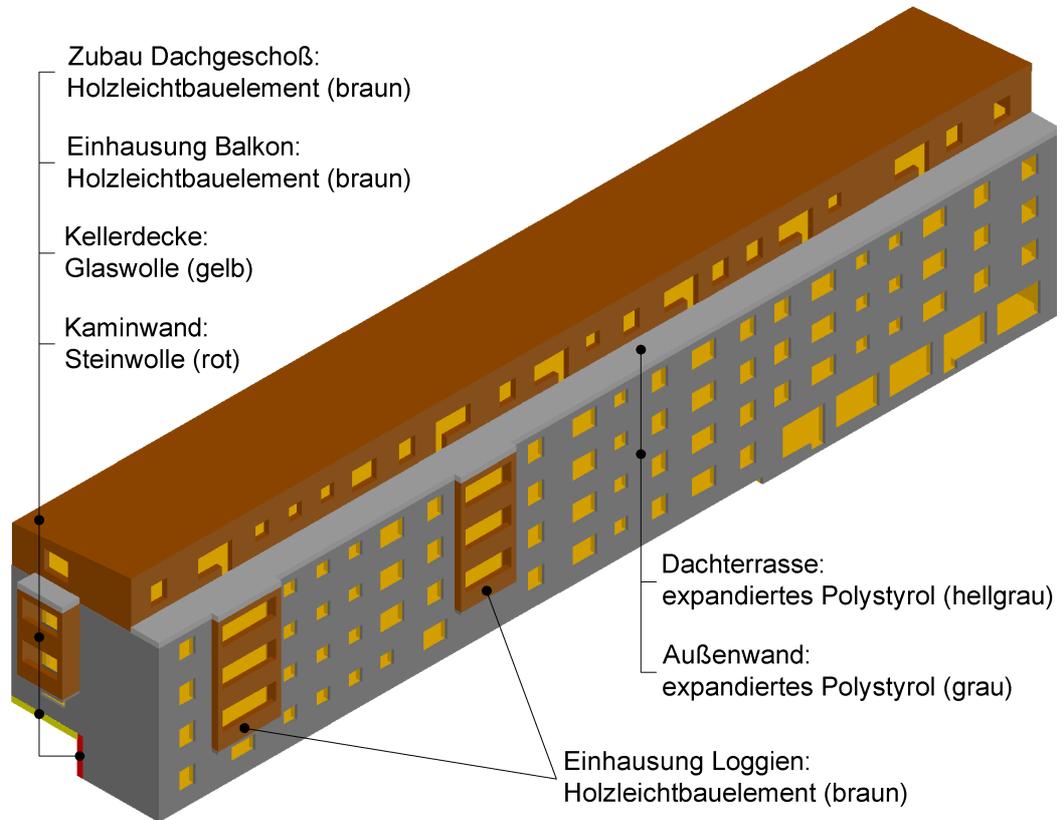


Abbildung 27: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*

Das 3d-Modell in Abbildung 27 zeigt die Sanierungsmaßnahmen für die einzelnen Gebäudeteile der thermische Gebäudehülle der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*. Die Sanierungsmaßnahmen sind mit verschiedenen Farben dargestellt.

Das Dachgeschoß sowie die Einhausung der Loggien und Balkone auf Stiege 1 sind in Abbildung 27 braun dargestellt. Für beide Sanierungsmaßnahmen wird ein insgesamt 43,3 cm starkes, vorgefertigtes Holzleichtbauelement verwendet; das Holzleichtbauelement ist hinterlüftet und weist Passivhausstandard auf (siehe Kap. 7.2.2).

Auf der Dachterrasse wird eine 30,0 cm dicke Wärmedämmschicht aus expandiertem Polystyrol verlegt (in Abb. 27 hellgrau).

Die Außenwände sind mit einem 17,2 cm starken Wärmedämmverbundsystem verkleidet (siehe Kap. 7.2.3). Hauptbestandteil des Wärmedämmverbundsystems ist eine Wärmedämmplatte aus expandiertem Polystyrol (in Abb. 27 grau). Zusammen mit der bestehenden - 1,5 cm starken - Außenputzschicht hat die Überdeckung der Außenwand eine Stärke von 18,7 cm.

Die Kaminwand ist mit einem 19,2 cm starken Wärmedämmverbundsystem verkleidet (siehe Kap. 7.2.12). Hauptbestandteil des Wärmedämmverbundsystems ist eine Wärmedämmplatte aus Steinwolle (in Abb. 27 rot). Zusammen mit der 1,5 cm starken Innenputzschicht hat die Überdeckung der Kaminwand auf der Kellerseite eine Stärke von 20,7 cm.

Die Kellerdecke wurde mit einer 16,0 cm starken Kellerdeckendämmplatte aus Glaswolle versehen (in Abb. 27 gelb). Diese ist auf der Unterseite mit einer 0,2 cm starken Schicht aus Dünnputz verputzt (siehe Kap. 7.2.13). Zusammen haben die Kellerdeckendämmplatte und der Dünnputz eine Stärke von 16,2 cm.

6.3 Sanierungsvariante *Passivhaus*

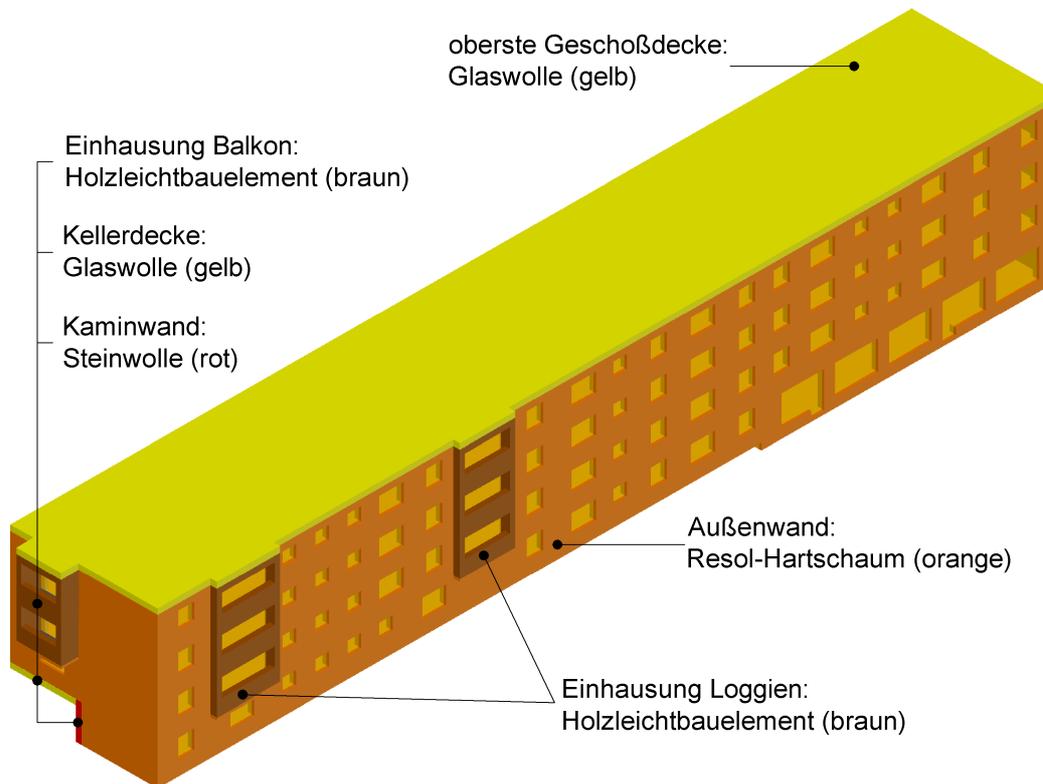


Abbildung 28: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei der Sanierungsvariante *Passivhaus*

Das 3d-Modell in Abbildung 28 zeigt die Sanierungsmaßnahmen für die einzelnen Gebäudeteile der thermische Gebäudehülle der Sanierungsvariante *Passivhaus*. Die Sanierungsmaßnahmen sind mit verschiedenen Farben dargestellt.

Die Außenwände sind mit einem 17,2 cm starken Wärmedämmverbundsystem verkleidet (siehe Kap. 7.2.3). Hauptbestandteil des Wärmedämmverbundsystems ist eine Wärmedämmplatte aus Resol-Hartschaum (in Abb. 28 orange). Zusammen mit der bestehenden - 1,5 cm starken - Außenputzschicht hat die Überdeckung der Außenwand eine Stärke von 18,7 cm.

Auf der obersten Geschößdecke wurde eine 40,0 cm dicke Wärmedämmschicht aus Glaswolle verlegt (in Abb. 28 gelb). Auf dieser Wärmedämmschicht liegen 3,5 cm dicke Holzwohle-Leichtbauplatten. Zusammen haben die Glaswollschicht und die Holzwohle-Leichtbauplatten eine Dicke von 43,5 cm.

Die Loggien und Balkone auf Stiege 1 werden eingehaust. Dabei kommt ein vorgefertigtes, insgesamt 43,3 cm starkes Holzleichtbauelement zum Einsatz (in Abb. 28 braun). Das Holzleichtbauelement ist hinterlüftet und weist Passivhausstandard auf (siehe Kap. 7.2.2).

Die Kaminwand ist mit einem 19,2 cm starken Wärmedämmverbundsystem verkleidet (siehe Kap. 7.2.12). Hauptbestandteil des Wärmedämmverbundsystems ist eine Wärmedämmplatte

aus Steinwolle (in Abb. 28 rot). Zusammen mit der 1,5 cm starken Innenputzschicht hat die Überdeckung der Kaminwand auf der Kellerseite eine Stärke von 20,7 cm.

Die Kellerdecke wurde mit einer 16,0 cm starken Kellerdeckendämmplatte aus Glaswolle versehen (in Abb. 28 gelb). Diese ist auf der Unterseite mit einer 0,2 cm starken Schicht aus Dünnputz verputzt (siehe Kap. 7.2.13). Zusammen haben die Kellerdeckendämmplatte und der Dünnputz eine Stärke von 16,2 cm.

6.4 Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

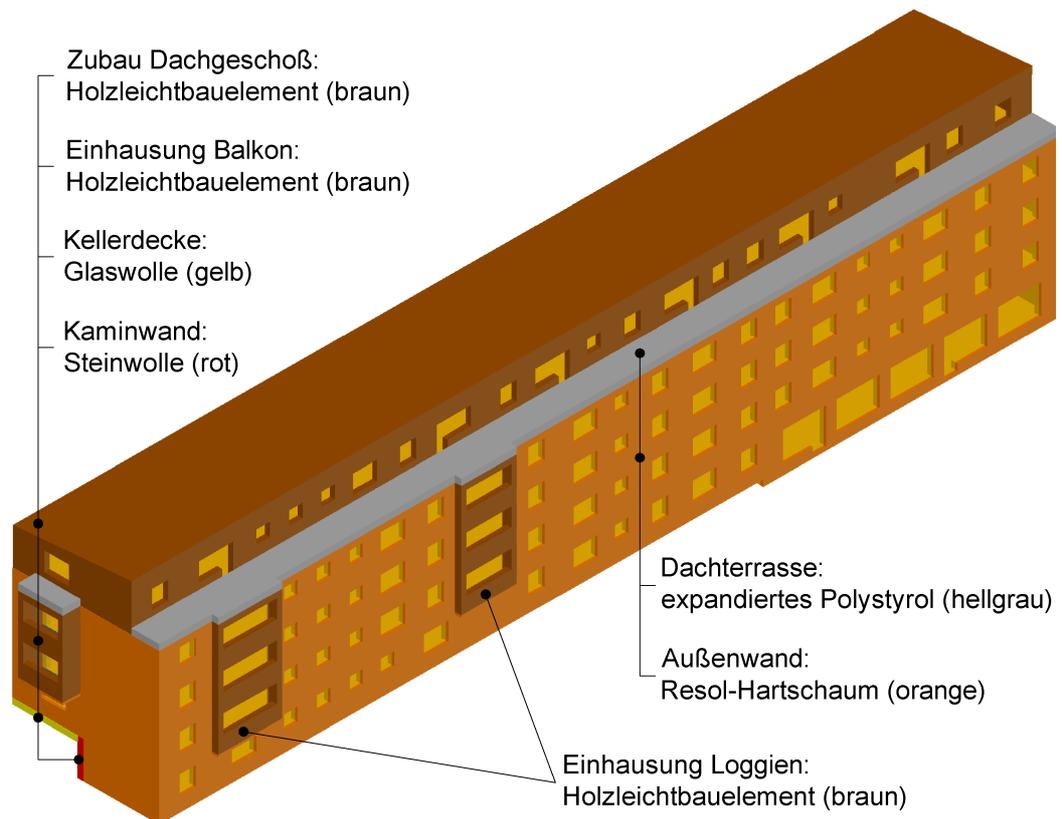


Abbildung 29: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

Das 3d-Modell in Abbildung 29 zeigt die Sanierungsmaßnahmen für die einzelnen Gebäudeteile der thermische Gebäudehülle der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*. Die Sanierungsmaßnahmen sind mit verschiedenen Farben dargestellt.

Das Dachgeschoß sowie die Einhausung der Loggien und Balkone auf Stiege 1 sind in Abbildung 29 braun dargestellt. Für beide Sanierungsmaßnahmen wird ein insgesamt 43,3 cm starkes, vorgefertigtes Holzleichtbauelement verwendet; das Holzleichtbauelement ist hinterlüftet und weist Passivhausstandard auf (siehe Kap. 7.2.2).

Auf der Dachterrasse wird eine 40,0 cm dicke Wärmedämmschicht aus expandiertem Polystyrol verlegt (in Abb. 29 hellgrau).

Die Außenwände sind mit einem 17,2 cm starken Wärmedämmverbundsystem verkleidet (siehe Kap. 7.2.3). Hauptbestandteil des Wärmedämmverbundsystems ist eine Wärmedämmplatte aus Resol-Hartschaum (in Abb. 29 orange). Zusammen mit der bestehenden - 1,5 cm starken - Außenputzschicht hat die Überdeckung der Außenwand eine Stärke von 18,7 cm.

Die Kaminwand ist mit einem 19,2 cm starken Wärmedämmverbundsystem verkleidet (siehe Kap. 7.2.12). Hauptbestandteil des Wärmedämmverbundsystems ist eine Wärmedämmplatte aus Steinwolle (in Abb. 29 rot). Zusammen mit der 1,5 cm starken Innenputzschicht hat die Überdeckung der Kaminwand auf der Kellerseite eine Stärke von 20,7 cm.

Die Kellerdecke wurde mit einer 16,0 cm starken Kellerdeckendämmplatte aus Glaswolle versehen (in Abb. 29 gelb). Diese ist auf der Unterseite mit einer 0,2 cm starken Schicht aus Dünnputz verputzt (siehe Kap. 7.2.13). Zusammen haben die Kellerdeckendämmplatte und der Dünnputz eine Stärke von 16,2 cm.

6.5 Fenstersanierung

Die Fenster und die Hauseingangstüren auf Stiege 1, 2 und 3 sowie die Fenstertüren im Dachgeschoß stellen als transparente Bauteile wichtige Bestandteile der thermischen Gebäudehülle dar.

Im Zuge der thermisch-energetischen Gebäudesanierung werden die bestehenden Fenster bei allen vier Sanierungsvarianten gegen moderne Holz-Aluminium-Fenster ausgetauscht. Auch die eingehausten Loggien auf der Südseite und die eingehausten Balkone auf der Westseite werden mit Holz-Aluminium-Fenstern ausgestattet. Beim Zubau des Dachgeschoßes werden ebenfalls Holz-Aluminium-Fenster bzw. Holz-Aluminium-Fenstertüren eingesetzt.

Auch die Schaufenster der Geschäftslokale auf Stiege 3 sowie die Hauseingangstüren auf Stiege 1, 2 und 3 werden ausgetauscht, allerdings nicht gegen Holz-Aluminium-Fenster bzw. Holz-Aluminium-Fenstertüren. Für die Schaufenster und die Hauseingangstüren ist eine gesonderte Lösung anzustreben, die im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht aufgezeigt wird.

6.5.1 Annahmen für die Fenstersanierung

Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* sowie *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* wurden unterschiedliche Verglasungen für die Holz-Aluminium-Fenster gewählt:

- Die Zweischeibenwärmeschutzverglasung bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* sorgt für einen möglichst hohen solaren Wärmegegewinn;
- die Dreischeibenwärmeschutzverglasung bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* sorgt für einen erhöhten Wärmeschutz.

Durch die Zweischeibenwärmeschutzverglasung bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* soll in den Wintermonaten und in der Übergangszeit möglichst viel Sonnenenergie eingefangen werden. Da die Wintersonne tief steht, dringen ihre Strahlen weit in die hinter den Fenstern und Fenstertüren liegenden Räume ein. Dadurch erwärmen sich die Fußböden und die dem Fenster zugewandten Wände, welche nicht durch Möbel verdeckt sind. Die tagsüber erwärmten Speichermassen geben die Wärme während der Nachtstunden an die Wohnräume ab.

Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* wurde für alle Fenster und Fenstertüren eine Dreischeibenwärmeschutzverglasung gewählt. Fenster, welche mit einer Dreischeibenwärmeschutzverglasung ausgestattet sind, können mit einem deutlich verbesserten Wärmeschutz aufwarten: Ihr Transmissionswärmeverlust ist im Vergleich zu Fenstern mit Zweischeibenwärmeschutzverglasung deutlich kleiner.

Die Dreischeibenwärmeschutzverglasung zeichnet sich dadurch aus, dass die Oberflächentemperatur der innersten Glasscheibe in etwa der Raumlufthtemperatur entspricht. Dadurch wird einerseits ein spürbarer Strahlungswärmeentzug verhindert und andererseits die Ausbildung einer störenden Konvektionswalze in der Nähe des Fensters unterbunden. Der Heizkörper unter dem Fenster wird also überflüssig. [Feist, 2001]

In der unten stehenden Tabelle 6.1 sind sämtliche Annahmen für die Fenstersanierung aufgelistet. Die Annahmen beziehen sich auf die sanierten Holz-Aluminium-Fenster, die sanierten Schaufenster und die sanierten Hauseingangstüren. In Wirklichkeit gelten für die Schaufenster und die Hauseingangstüren andere Werte, da es sich bei ihnen nicht um Holz-Aluminium-Fenster bzw. Holz-Aluminium-Fenstertüren handelt. Um die Situation zu vereinfachen, wurden bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w der Schaufenster und der Hauseingangstüren die in Tabelle 6.1 stehenden Annahmen herangezogen.

Bei den Annahmen für die Verglasung und den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_g handelt es sich um Empfehlungen des Bauphysikers. Die angenommenen Werte wurden bei der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w der sanierten Fenster direkt ins Programm ArchiPHYSIK eingegeben. Die Wärmedurchgangskoeffizienten U_w sämtlicher Fenstertypen sind in Tabelle 6.6 aufgelistet. Für die vier Sanierungsvarianten werden in der Tabelle 6.1 folgende Abkürzungen verwendet:

<i>NEH</i>	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus</i>
<i>NEH mit DG</i>	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß</i>
<i>PH</i>	Sanierungsvariante <i>Passivhaus</i>
<i>PH mit DG</i>	Sanierungsvariante <i>Passivhaus mit Dachgeschoß</i>

Tabelle 6.1: Annahmen für die Fenstersanierung

Süd-, Nord- u. Westfassade	<i>NEH / NEH mit DG</i>	<i>PH / PH mit DG</i>
Verglasung	Zweischeibenwärmeschutzverglasung: $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 63\%$	Dreischeibenwärmeschutzverglasung: $U_g = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g = 50\%$
längenbezogener Wdk. *)	$\Psi_g = 0,040 \text{ W/mK}$	$\Psi_g = 0,033 \text{ W/mK}$
Fensterrahmen	$U_f = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_f = 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$

*) längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient

Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* wurden für die Verglasung aller Fenster und Fenstertüren thermisch verbesserte Abstandhalter aus Kunststoff gewählt. Sie zeichnen sich durch einen längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ_g von nur $0,033 \text{ W/mK}$ aus (siehe Tab. 6.1). Dadurch wird die Wärmebrücke am Glasrandverbund entschärft, was wiederum zu einem kleineren Wärmedurchgangskoeffizienten U_w des gesamten Fensters führt.

6.5.2 Sonnenfenster

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird auch der Frage nachgegangen, ob sich die im Kapitel 6.5.1 besprochenen Holz-Aluminium-Fenster mit den getroffenen Annahmen für die Verglasung als Sonnenfenster eignen. Doch was versteht man nun eigentlich unter der Bezeichnung „Sonnenfenster“?

„Sonnenfenster werden definiert als Fenster, durch deren Verglasungsflächen innerhalb einer Heizperiode mehr Sonnenenergie den dahinterliegenden Innenräumen zugeführt wird, als infolge von Wärmetransmissionen innerhalb derselben Periode über die gesamte Fensterfläche verlorengeht.“ [Treberspurg, 1999, 78]

Voraussetzungen für die Nutzbarkeit eines Sonnenfensters sind ein erhöhter Wärmeschutz beim Gebäude und das Vorhandensein der erforderlich Speichermassen. Wichtig sind zudem Größe, Anordnung und Orientierung der Verglasungsflächen, die Strahlungsdurchlässigkeit und Wärmedämmung der Verglasung sowie ein ausreichender Sonnenschutz. Wärmespeicher müssen an Wänden und Boden des hinter dem Sonnenfenster liegenden Innenraumes ausreichend vorhanden sein, um Überhitzung während der Sonnenstunden zu vermeiden und die Abgabe von Sonnenwärme in kalten Nachtstunden zu ermöglichen. [Treberspurg, 1999]

Sämtliche Voraussetzungen für die Nutzbarkeit der sanierten bzw. der neu eingesetzten Fenster als Sonnenfenster scheinen gegeben zu sein: das sanierte Wohngebäude weist einen erhöhten Wärmeschutz auf, Speichermassen sind reichlich vorhanden und für den sommerlichen Wärmeschutz wird gesorgt. Die Frage, ob sich die modernen Holz-Aluminium-Fenster - die bei allen vier Sanierungsvarianten eingesetzt werden - tatsächlich als Sonnenfenster eignen, wird in Kapitel 8.2.3.2 beantwortet.

6.6 Brennwertkessel und thermische Solaranlage

Die alten Gasetagenheizungen werden gegen einen modernen, zentralen Brennwertkessel zur kombinierten Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW) ausgetauscht.

Bei allen Sanierungsvarianten wird eine thermische Solaranlage installiert, welche auf einen Deckungsgrad von 70% des Warmwasserwärmebedarfs ausgelegt wird.

Der Brennwertkessel und die thermische Solaranlage werden in weiterer Folge als Anlage zur kombinierten Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW) bezeichnet.

Die Rohrleitungen und Kabelstränge der Anlage zur kombinierten Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW) werden durch die neuen Versorgungsschächte geführt. Diese werden beim neu zu errichtenden Lift angeordnet und befinden sich somit außerhalb der thermischen Gebäudehülle.

Die Dämmstärke der Rohrleitungen in den Versorgungsschächten soll mindestens 200% des Durchmessers betragen. Für Verteilleitungen innerhalb der thermischen Gebäudehülle soll die Dämmstärke mindestens 100% des Durchmessers betragen.

6.6.1 Bestimmung der Kesselleistung Q_k

Während der Warmwasserbereitung wird kein Heizungswasser für die Raumheizung erwärmt. Aus diesem Grunde orientiert man sich bei der Wahl der Kesselleistung Q_k des Brennwertkessels ausschließlich an der Gebäudeheizlast C (siehe Tab. 6.2). Die Gebäudeheizlast C wurde mit dem Programm ArchiPHYSIK ermittelt.

Für die Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Passivhaus (PH)* wurde eine Kesselleistung Q_k von 80 kW gewählt; für die Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* wurde eine Kesselleistung Q_k von 90 kW gewählt (siehe Tab. 6.2).

Tabelle 6.2: Gewählte Kesselleistung Q_k für die einzelnen Sanierungsvarianten

Sanierungsvariante	WWWB [kW]	Gebäudeheizlast C [kW]	gewählte Kesselleistung Q_k
NEH	40.4	70.8	80 kW
PH	40,4	62,7	80 kW
NEH mit DG	45,2	87,1	90 kW
PH mit DG	45,2	77,0	90 kW

Die in Abbildung 30 dargestellte Tabelle wurde zur Ermittlung der Kesselleistung für den Warmwasserwärmebedarf (WWWB) herangezogen:

- Eingangsgrößen für die in Abbildung 30 dargestellte Tabelle sind für die Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Passivhaus (PH)* die Zahl der Wohnungen $n=33$ und die Anheizzeit $z_A=2$ h. Mit diesen Eingangsgrößen wurde die Kesselleistung für den Warmwasserwärmebedarf (WWWB) errechnet (40,4 kW, siehe Tab. 6.2).
- Eingangsgrößen für die in Abbildung 30 dargestellte Tabelle sind für die Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* die Zahl der Wohnungen $n=39$ und die Anheizzeit $z_A=2$ h. Mit diesen Eingangsgrößen wurde die Kesselleistung für den Warmwasserwärmebedarf (WWWB) errechnet (45,2 kW, siehe Tab. 6.2).

Zahl der Wohnungen n	Gleichzeitigkeitsfaktor φ	Max. Wärmebedarf in kW \dot{Q}	Kesselleistung \dot{Q}_K in kW bei z_A in h				Speichergröße V_S in l bei z_A in h			
			0,5	1	2	3	0,5	1	2	3
1	1,15	8	7	6	4	3	90	150	200	220
2	0,86	12	10	8	6	5	130	200	300	370
4	0,65	18	15	12	9	7	190	300	450	520
6	0,56	24	19	16	12	10	230	400	600	740
8	0,5	28	24	19	14	12	300	470	690	890
10	0,47	33	27	22	17	13	330	540	835	960
12	0,47	39	32	26	20	16	395	640	985	1180
15	0,44	46	37	31	23	18	455	765	1130	1330
18	0,42	53	42	35	27	21	520	860	1130	1550
20	0,4	56	45	37	28	22	555	910	1380	1620
25	0,38	67	54	45	34	27	665	1110	1670	2000
30	0,36	76	61	51	38	30	750	1250	1870	2220
40	0,33	93	74	62	46	37	910	1525	2260	2730
50	0,32	112	90	75	56	45	1110	1850	2750	3320
60	0,31	130	104	87	65	52	1280	2140	3200	3840
80	0,29	162	130	108	81	65	1600	2660	3990	4800
100	0,28	195	157	130	98	78	1930	3200	4820	5760
120	0,27	230	185	155	115	92	2280	3815	5660	6790
150	0,26	275	220	185	138	110	2700	4550	6790	8120
200	0,25	350	280	235	175	140	3450	5780	8610	10330

Abbildung 30: Tabelle zur Abschätzung der Kesselleistung für die Warmwasserbereitung, (aus [Recknagel, Sprenger, Schramek, 1997])

6.6.2 Bestimmung der Aperturfläche A der thermischen Solaranlage

Die Aperturfläche A der thermischen Solaranlage wurde für die beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* bestimmt. Für die Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Passivhaus* wurde die Aperturfläche A der beiden erstgenannten Sanierungsvarianten übernommen.

Die beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* haben je 39 Wohneinheiten (in Tab. 6.3 „WE“). Es wurde angenommen, dass in jeder Wohneinheit 4 Personen wohnen. Für jede Person wurde eine Kollektorfläche von 1,5 m² [Treberspurg, 1999] veranschlagt.

Bei der Bestimmung der Aperturfläche A der thermischen Solaranlage wurde die Anzahl der Wohneinheiten mit den in den Wohneinheiten wohnenden Personen multipliziert. Das daraus resultierende Produkt wurde mit der für eine Person veranschlagten Kollektorfläche multipliziert. Als Ergebnis erhält man eine Aperturfläche A von 234,0 m². Man nimmt an, dass in einem mehrgeschoßigen Wohngebäude nicht alle Bewohner das Warmwasser gleichzeitig nutzen. Aus diesem Grund wurde die Aperturfläche A auf 200,0 m² abgerundet (siehe Tab. 6.3).

Tabelle 6.3: Bestimmung der Aperturfläche A der Solaranlage

Anzahl WE	Personen / WE	m ² / Person	Aperturfläche A [m ²]	Gewählte Aperturfläche A
39	4	1,5	234,0	200,0 m²

Die Sonnenkollektoren werden bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Passivhaus* auf der südseitigen Dachfläche des Satteldaches installiert. Die Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* haben ein nach Norden geneigtes Pultdach (siehe Abb. 19). Darauf wird eine Ständerkonstruktion errichtet, auf der die Sonnenkollektoren montiert werden.

6.6.3 Anlage zur kombinierten Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW)

Im Kapitel 6.6.3 wird in Stichworten auf die Anlage zur kombinierten Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW) eingegangen. Die stichwortartige Beschreibung wurde dem Energieausweis der vier Sanierungsvarianten entnommen.

Wärmebereitstellung bei der Raumheizung (RH)

- RH-Bereitstellung: zentral, 80 kW Kessel (Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Passivhaus*) bzw. 90 kW Kessel (Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß*) ohne Gebläseunterstützung, gasförmige Brennstoffe, Brennwertgerät nach 1994, Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend, gleitende Betriebsweise.
- Speicherung: kein Speicher.
- Verteilung: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt.
- Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt.
- Anbindeleitungen: 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt.
- Abgabe: Einzelraumregelung mit Thermostatventilen, kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiatoren, Einzelraumheizer, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Heizkörper (60 °C / 35 °C).

Wärmebereitstellung beim Warmwasser (WW)

- WW- und RH-Wärmebereitstellung kombiniert, Raumheizung Anlage 1.
- Speicherung: indirekt beheizter Warmwasserspeicher, Solaranlage (1994-...), Anschlusssteile gedämmt, ohne E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert.
- Verteilungen: Leitungen pauschal, nicht konditioniert, 1/3 gedämmt, Armaturen unge-dämmt.
- Steigleitungen: Leitungen pauschal, nicht konditioniert, 1/3 gedämmt, Armaturen unge-dämmt.
- Anbindeleitungen: mit Zirkulation, Stahl (Stichleitungen).
- Abgabe: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung.
- Kollektor: vorrangig für WW-Wärmebedarf, Aperturfläche A: 200 m², Warmwasser Anlage 1, Raumheizung Anlage 1, einfach (z.B. Solarlack), Geländewinkel 10°, Kollektorverdrehung 15° aus der Südrichtung, Neigungswinkel 30° bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß*, Neigungswinkel 16,5° bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Passivhaus*, Bodenreflexionswert 0,6.
- Kollektorkreis - vertikale Leitungen: Länge pauschal, konditionierte Lage in Zone Wohnen, 3/3 gedämmt;
- Kollektorkreis - horizontale Leitungen: nicht konditioniert, 3/3 gedämmt.

6.7 Sanierungsmaßnahmen

Bei den vier Sanierungsvarianten für das bestehende Wohngebäude wurden verschiedene Sanierungsmaßnahmen ergriffen: Der Großteil ist der energetischen Gebäudesanierung zuzurechnen, einige der Altbaumodernisierung.

6.7.1 Sanierungsmaßnahmen der energetischen Gebäudesanierung

Die Sanierungsmaßnahmen der energetischen Gebäudesanierung beziehen sich einerseits auf die einzelnen Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bzw. auf die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle und andererseits auf die Haustechnik. Die Tabelle 6.4 gibt eine Übersicht über die Sanierungsmaßnahmen der energetischen Gebäudesanierung bei den vier Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* sowie *Passivhaus (PH)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)*.

Tabelle 6.4: Sanierungsmaßnahmen der energetischen Gebäudesanierung

Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle	Sanierungsvarianten <i>NEH / NEH mit DG</i>	Sanierungsvarianten <i>NEH / NEH mit DG</i>
oberste Geschoßdecke*)	Glaswolle Stärke: 30 cm $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$	Glaswolle Stärke: 40 cm $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$
Dachterrasse*)	Expandiertes Polystyrol Stärke: 30 cm $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$	Expandiertes Polystyrol Stärke: 40 cm $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$
Außenwand	Expandiertes Polystyrol Stärke: 16 cm $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$	Resol-Hartschaum Stärke: 16 cm $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$
Kaminwand	Steinwolle Stärke: 18 cm $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$	Steinwolle Stärke: 18 cm $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$
Kellerdecke	Glaswolle Stärke: 16 cm $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$	Glaswolle Stärke: 16 cm $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$
Kragplatte (EG) Loggia u. Balkon**)	Expandiertes Polystyrol Stärke: 16 cm $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$	Resol-Hartschaum Stärke: 16 cm $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$
Fußboden im Parterre	---	Expandiertes Polystyrol Stärke: 10 cm $\lambda = 0,044 \text{ W/mK}$
transparente Bauteile der therm. Gebäudeh.	Sanierungsvarianten <i>NEH / NEH mit DG</i>	Sanierungsvarianten <i>NEH / NEH mit DG</i>
Fenster (S-, N- und W-Fassade)	Zweischeibenwärmeschutzverglasung U_g -Wert: $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ g-Wert: 63%	Dreischeibenwärmeschutzverglasung U_g -Wert: $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ g-Wert: 50%
Haustechnik	Sanierungsvarianten <i>NEH / NEH mit DG</i>	Sanierungsvarianten <i>PH / PH mit DG</i>
Lüftung	---	kontrollierte Wohnraumlüftung: 85% Wärmebereitstellungsgrad $n_{50} < 0,6 \text{ 1/h}$
Wärmebereitstellung	Brennwertkessel	Brennwertkessel
Sonnenenergienutzung	therm. Solaranlage: 200 m^2	thermische Solaranlage: 200 m^2

*) Der Gebäudeteil „oberste Geschoßdecke“ kommt bei den beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Passivhaus (PH)* vor; der Gebäudeteil „Dachterrasse“ kommt bei den beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* vor.

**) Die Kragplatten der Loggien im Erdgeschoß sowie des Balkons im Erdgeschoß sind auf der Unterseite mit der selben Wärmedämmplatte versehen, wie der Gebäudeteil Außenwand. Dies trifft auf alle Sanierungsvarianten zu.

6.7.2 Sanierungsmaßnahmen der Altbaumodernisierung

Die Sanierungsmaßnahmen der Altbaumodernisierung beziehen sich auf folgende Gebäudeteile: die Loggien und die Balkone, das Dachgeschoß und den Lift. Die eingehausten Loggien und Balkone sowie das Dachgeschoß gehören zur thermischen Gebäudehülle; der Lift bei den Stiegen 1, 2 und 3 befindet sich außerhalb der thermischen Gebäudehülle. Die Tabelle 6.5 gibt eine Übersicht über die Sanierungsmaßnahmen der Altbaumodernisierung bei den vier Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* sowie *Passivhaus (PH)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)*.

Tabelle 6.5: Sanierungsmaßnahmen der Altbaumodernisierung

Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle / Lift	Sanierungsvarianten <i>NEH / NEH mit DG</i>	Sanierungsvarianten <i>PH / PH mit DG</i>
Loggien und Balkone	Einhausung	Einhausung
Dachgeschoß	Zubau	Zubau
Lift	Einbau eines Lifts	Einbau eines Lifts

6.8 U-Werte und g-Werte der thermischen Gebäudehülle

Sämtliche U-Werte der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei den vier Sanierungsvarianten wurden mit dem Programm ArchiPHYSIK berechnet. Bei den g-Werten der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle (Fenster und Türen) handelt es sich um Empfehlungen des Bauphysikers (siehe Tab. 6.1). In Tabelle 6.6 werden folgende Abkürzungen verwendet:

<i>NEH</i>	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus</i>
<i>NEH mit DG</i>	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß</i>
<i>PH</i>	Sanierungsvariante <i>Passivhaus</i>
<i>PH mit DG</i>	Sanierungsvariante <i>Passivhaus mit Dachgeschoß</i>

Tabelle 6.6: U-Wert der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sowie U-Wert und g-Wert der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle

Sanierungsvariante	<i>NEH / NEH mit DG</i>		<i>PH / PH mit DG</i>	
	U-Wert [W/m ² K]	g-Wert [%]	U-Wert [W/m ² K]	g-Wert [%]
Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle				
Holzleichtbauelement (Decke)	0,102	-	0,102	-
Holzleichtbauelement (Wand)	0,101	-	0,101	-
oberste Geschoßdecke (<i>NEH / PH</i> *)	0,102	-	0,079	-
Dachterrasse (<i>NEH mit DG / PH mit DG</i> **)	0,095	-	0,075	-
Außenwand (N-, S-, O- und W-Fassade)	0,167	-	0,121	-
Kaminwand im Parterre	0,171	-	0,171	-
Kellerdecke	0,162	-	0,162	-
Fußboden im Parterre	0,871	-	0,387	-
transparente Bauteile der thermischen Gebäudehülle	U-Wert [W/m²K]	g-Wert [%]	U-Wert [W/m²K]	g-Wert [%]
Fenstertyp A (Schlafzimmerfenster)	1,380	63	0,770	50
Fenstertyp B (Wohnzimmerfenster)	1,320	63	0,740	50
Fenstertyp C (Bad-, Küchenfenster)	1,350	63	0,750	50
Fenstertyp D (Dachterrasse)	1,330	63	0,740	50
Fenstertyp D1 (Einhausung Loggia)	1,250	63	0,700	50
Fenstertyp D2 (Einhausung Balkon)	1,280	63	0,710	50
Fenstertyp E (Stiegenhausfenster)	1,360	63	0,760	50
Fenstertyp F (Schaufenster, klein)	1,170	63	0,660	50
Fenstertyp G (Schaufenster, groß)	1,200	63	0,660	50
Türtyp A (Hauseingangstür)	1,390	63	0,760	50
Türtyp B1 (Terrassentür)	1,390	63	0,760	50
Türtyp D (Eingangstür Geschäftslokal)	1,310	63	0,710	50
Türtyp E (Wohnungseingangstür i. Part.)	1,961	-	1,961	-

*) Der Gebäudeteil „oberste Geschoßdecke“ kommt bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Passivhaus (PH)* vor (siehe Abb. 26 und Abb. 28).

**) Der Gebäudeteil „Dachterrasse“ kommt bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* vor (siehe Abb. 27 und Abb. 29).

Sämtliche Fenster und Türen der beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus (PH)* und *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)* weisen Passivhausstandard auf: ihr U-Wert ist kleiner als $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (siehe Tab. 6.6)! Eine Ausnahme bildet der Türtyp E, bei dem es sich nicht um ein transparentes Bauteil handelt.

In Kapitel 8.2.4.1 wird die Entwicklung der U-Werte beim bestehenden Wohngebäude und bei den vier Sanierungsvarianten dokumentiert. Im selben Kapitel finden sich auch Erläuterungen zu den U-Werten der einzelnen Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle.

6.9 Energiekennzahl Heizwärmebedarf bei den Sanierungsvarianten

Für die thermische Gebäudehülle der vier Sanierungsvarianten wurde der l_c -Wert und das A/V-Verhältnis bestimmt (siehe Tab. 6.7). Die beiden genannten Kennwerte beschreiben die Kompaktheit eines Gebäudes. Wenn man die Kompaktheit eines Gebäudes kennt, kann man eine ungefähre Aussage über die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) machen: Ein kleiner l_c -Wert und ein großes A/V-Verhältnis bedingen einen hohen HWB während ein großer l_c -Wert und ein kleines A/V-Verhältnis einen niedrigen HWB bedingen.

Bei der Berechnung der Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) für die vier Sanierungsvarianten bestätigte sich die oben geäußerte Vermutung. Ein Blick in die Tabelle 6.7 zeigt folgendes:

- Die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus (NEH)* weist einen l_c -Wert von 2,35 m und ein A/V-Verhältnis von 0,43 1/m auf. Ihr HWB beträgt 31 kWh/m²a. Zieht man einen Vergleich mit der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)*, so sieht man, dass der l_c -Wert auf 2,53 m ansteigt und das A/V-Verhältnis auf 0,40 1/m abfällt. Der HWB geht von 31 kWh/m²a auf 28 kWh/m²a zurück.
- Die Sanierungsvariante *Passivhaus (PH)* weist einen l_c -Wert von 2,36 m und ein A/V-Verhältnis von 0,42 1/m auf. Ihr HWB beträgt 6 kWh/m²a. Zieht man einen Vergleich mit der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)*, so sieht man, dass der l_c -Wert auf 2,53 m ansteigt und das A/V-Verhältnis auf 0,40 1/m abfällt. Der HWB geht von 6 kWh/m²a auf 5 kWh/m²a zurück.

Tabelle 6.7: Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) bei den vier Sanierungsvarianten

Sanierungsvarianten	A [m ²]	V [m ³]	l_c [m]	A/V [1/m]	HWB [kWh/m ² a]
NEH	3276,08	7687,37	2,35	0,43	31
NEH mit DG	3703,38	9361,06	2,53	0,40	28
PH	3291,69	7760,77	2,36	0,42	6
PH mit DG	3703,80	9375,02	2,53	0,40	5

Die Energiekennzahlen Heizwärmebedarf (HWB) aus Tabelle 6.7 sind den Deckblättern der Energieausweise der vier Sanierungsvarianten entnommen (siehe Abb. 31, 34, 37 und 40).

Die Mindestanforderungen an die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) der vier Sanierungsvarianten ergeben sich aus der Sanierungsverordnung 2008 und der Ö-Norm B 8110 Teil 1 Pkt. 9.3 (siehe Kap 3.3.1 bzw. Kap. 3.4).

Die Berechnungsmethode der Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) folgt den Vorgaben des „Leitfaden energetisches Verhalten von Gebäuden“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik (siehe Kap. 3.5).

Bei der Berechnung der Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) aller Sanierungsvarianten wurde angenommen, dass sich die Stiegenhäuser der Stiegen 1, 2 und 3 innerhalb der thermischen Gebäudehülle befinden.

6.10 Energieausweis für die vier Sanierungsvarianten

In den folgenden Kapiteln 6.10.1 bis 6.10.4 sind die Energieausweise der vier Sanierungsvarianten für das bestehende Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) eingefügt. Es werden jeweils das Deckblatt, das Datenblatt und die Monatsbilanz der Energieausweise abgebildet. Auf dem Deckblatt sind die Wärmeschutzklassen dargestellt. Neben den Wärmeschutzklassen ist die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) in einem schwarzen Balken eingetragen. Die Energiekennzahl Heizenergiebedarf (HEB) geht aus dem Datenblatt hervor. Die Berechnung der Energieausweise stellt einen Schwerpunkt des Sanierungskonzepts für das bestehende Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) dar (siehe auch Kap. 2.1).

6.10.1 Energieausweis für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*

Die Abbildung 31 zeigt das Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*. Die U-Werte sämtlicher Bauteile wurden vom Programm ArchiPHYSIK ermittelt. Die Energiekennzahl **Heizwärmebedarf (HWB)** beträgt **31 kWh/m²a**.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG Österreichisches Institut für Bautechnik

GEBÄUDE

Gebäudeart	<input type="text" value="Mehrfamilienhäuser"/>	Erbaut	<input type="text" value="1970"/>
Gebäudezone	<input type="text" value="Wohnen"/>	Katastralgemeinde	<input type="text" value="Oberbaumgarten"/>
Straße	<input type="text" value="Hütteldorfstraße 252"/>	KG-Nummer	<input type="text" value="01208"/>
PLZ/Ort	<input type="text" value="1140, Wien-Penzing"/>	Einlagezahl	<input type="text" value="550"/>
EigentümerIn	<input type="text" value="Gemeinde Wien"/>	Grundstücksnummer	<input type="text" value="167/5"/>

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)

A +++	
A +	
A	
B	31 kWh/m ² .a
C	
D	
E	
F	
G	

ERSTELLT

ErstellerIn	<input type="text" value="ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL"/>	Organisation	<input type="text"/>
ErstellerIn-Nr.	<input type="text"/>	Ausstellungsdatum	<input type="text" value="00.00.00"/>
GWR-Zahl	<input type="text"/>	Gültigkeitsdatum	<input type="text" value="00.00.00"/>
Geschäftszahl	<input type="text"/>	Unterschrift	<input type="text"/>

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz des Österreichischen Institut für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage Gesetzes (EAVG).

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

Educ.

01.05.2010

Abbildung 31: Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*

Die Abbildung 32 zeigt das Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*. Das Datenblatt enthält die wichtigsten Gebäudedaten, die der Berechnung des Heizwärmebedarfs zugrunde gelegten Klimadaten sowie eine Übersicht über den Wärme- und Energiebedarf. Die Energiekennzahl **Heizenergiebedarf (HEB)** beträgt **76 kWh/m²a**. Der Wert ist auf die Einerstelle gerundet.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG **OIB**
Österreichische Institut für Baubauwesen

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche 2.595,85 m²

beheiztes Brutto-Volumen 7.687,36 m³

charakteristische Länge (lc) 2,35 m

Kompaktheit (AV) 0,43 1/m

mittlerer U-Wert (Um) 0,325 W/m²K

LEK-Wert 23 -

KLIMADATEN

Klimaregion Nord - außerhalb von Föhngebieten (N)

Seehöhe 171 m

Heizgradtage 3460 Kd

Heiztage 216 d

Norm-Außentemperatur -12,2 °C

Soll-Innentemperatur 20 °C

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima		Standortklima		Anforderung	
	zonenbezogen	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	79,609 kWh/a	30,67 kWh/m ² a	83,356 kWh/a	32,11 kWh/m ² a		
WWWB			33,162 kWh/a	12,76 kWh/m ² a		
HTEB-RH			12,327 kWh/a	4,75 kWh/m ² a		
HTEB-WW			66,727 kWh/a	25,71 kWh/m ² a		
HTEB			80,084 kWh/a	30,85 kWh/m ² a		
HEB			196,602 kWh/a	75,74 kWh/m ² a		
EEB			196,602 kWh/a	75,74 kWh/m ² a		
PEB						
CO ₂						

ERLÄUTERUNGEN

Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge, die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20° C zu halten.

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB): Energiemenge, die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.

Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge, die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von der hier angegebenen abweichen.

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION
Educ.
01.05.2010

Abbildung 32: Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*

Die Abbildung 33 zeigt die Monatsbilanz im Energieausweis für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*. Auf der Abszisse sind die Monate des Jahres aufgetragen. Die Verluste (blau) werden den nutzbaren Gewinnen (gelb) und den Gewinnen (weiß) gegenübergestellt. Die Einheit auf der Ordinate ist kWh.

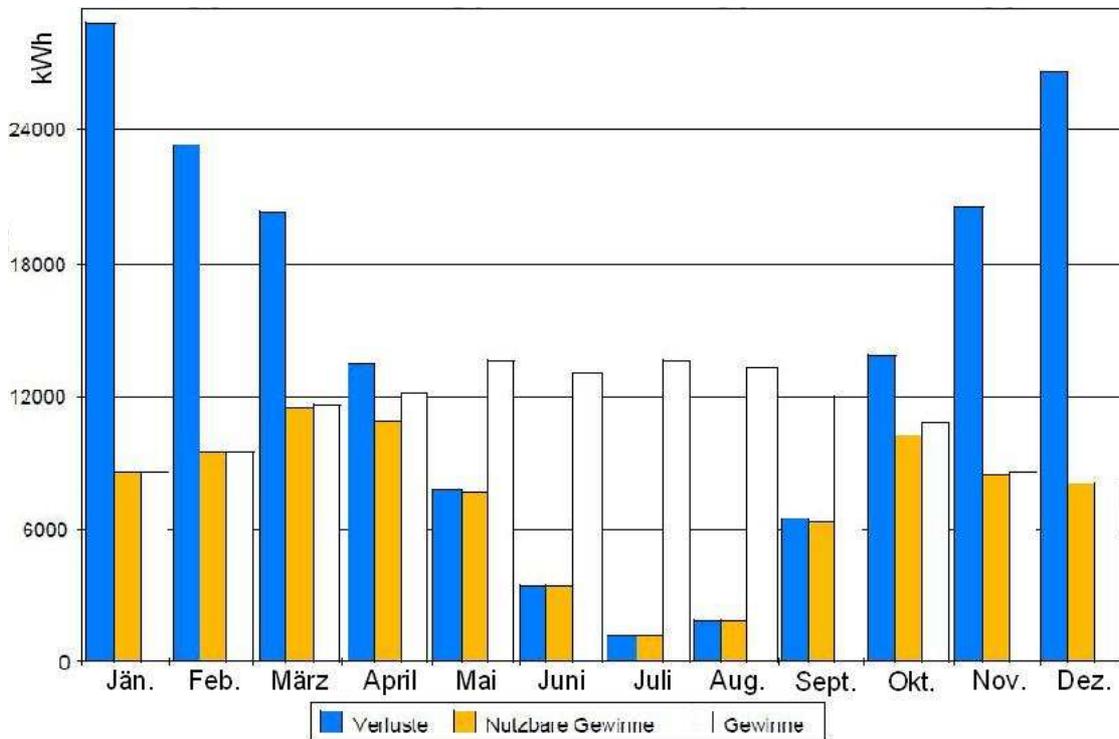


Abbildung 33: Monatsbilanz im Energieausweis der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus*

6.10.2 Energieausweis für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*

Die Abbildung 34 zeigt das Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*. Die U-Werte sämtlicher Bauteile wurden vom Programm ArchiPHYSIK ermittelt. Die Energiekennzahl **Heizwärmebedarf (HWB)** beträgt **28 kWh/m²a**.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG **GIB**
Gesamteffizienz Institut für Bautechnik

GEBÄUDE

Gebäudeart	<input type="text" value="Mehrfamilienhäuser"/>	Erbaut	<input type="text" value="1970"/>
Gebäudezone	<input type="text" value="Wohnen"/>	Katastralgemeinde	<input type="text" value="Oberbaumgarten"/>
Straße	<input type="text" value="Hütteldorfstraße 252"/>	KG-Nummer	<input type="text" value="01208"/>
PLZ/Ort	<input type="text" value="1140, Wien-Penzing"/>	Einlagezahl	<input type="text" value="550"/>
EigentümerIn	<input type="text" value="Gemeinde Wien"/>	Grundstücksnummer	<input type="text" value="167/5"/>

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)

The scale consists of horizontal bars of increasing length from top to bottom, representing energy classes A+++ (shortest), A+, A, B, C, D, E, F, and G (longest). A black arrow points from the right towards the B level, with the text '28 kWh/m2.a' written inside the arrow.

ERSTELLT

ErstellerIn	<input type="text" value="ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL"/>	Organisation	<input type="text"/>
ErstellerIn-Nr.	<input type="text"/>	Ausstellungsdatum	<input type="text" value="00.00.00"/>
GWR-Zahl	<input type="text"/>	Gültigkeitsdatum	<input type="text" value="00.00.00"/>
Geschäftszahl	<input type="text"/>	Unterschrift	<input type="text"/>

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeffizienz und Wärmeschutz des Österreichischen Institut für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage Gesetzes (EAVG).

Abbildung 34: Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*

Die Abbildung 35 zeigt das Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*. Das Datenblatt enthält die wichtigsten Gebäudedaten, die der Berechnung des Heizwärmebedarfs zugrunde gelegten Klimadaten sowie eine Übersicht über den Wärme- und Energiebedarf. Die Energiekennzahl **Heizenergiebedarf (HEB)** beträgt **72 kWh/m²a**. Der Wert ist auf die Einerstelle gerundet.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG Österreichischer Institut für Bautechnik

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche 3.187,98 m²

beheiztes Brutto-Volumen 9.361,05 m³

charakteristische Länge (l_c) 2,53 m

Kompaktheit (A/V) 0,40 1/m

mittlerer U-Wert (U_m) 0,334 W/m²K

LEK-Wert 22 -

KLIMADATEN

Klimaregion Nord - außerhalb von Föhngebieten (N)

Seehöhe 171 m

Heizgradtage 3460 Kd

Heiztage 216 d

Norm-Außentemperatur -12,2 °C

Soll-Innentemperatur 20 °C

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima		Standortklima		Anforderung	
	zonenbezogen	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	88,619 kWh/a	27,80 kWh/m ² a	93,147 kWh/a	29,22 kWh/m ² a		
WWWB			40,726 kWh/a	12,78 kWh/m ² a		
HTEB-RH			14,851 kWh/a	4,66 kWh/m ² a		
HTEB-WW			80,839 kWh/a	25,36 kWh/m ² a		
HTEB			96,878 kWh/a	30,39 kWh/m ² a		
HEB			230,751 kWh/a	72,38 kWh/m ² a		
EEB			230,751 kWh/a	72,38 kWh/m ² a		
PEB						
CO ₂						

ERLÄUTERUNGEN

Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge, die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20° C zu halten.

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB): Energiemenge, die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.

Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge, die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von der hier angegebenen abweichen.

Abbildung 35: Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*

Die Abbildung 36 zeigt die Monatsbilanz im Energieausweis für die Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*. Auf der Abszisse sind die Monate des Jahres aufgetragen. Die Verluste (blau) werden den nutzbaren Gewinnen (gelb) und den Gewinnen (weiß) gegenübergestellt. Die Einheit auf der Ordinate ist kWh.

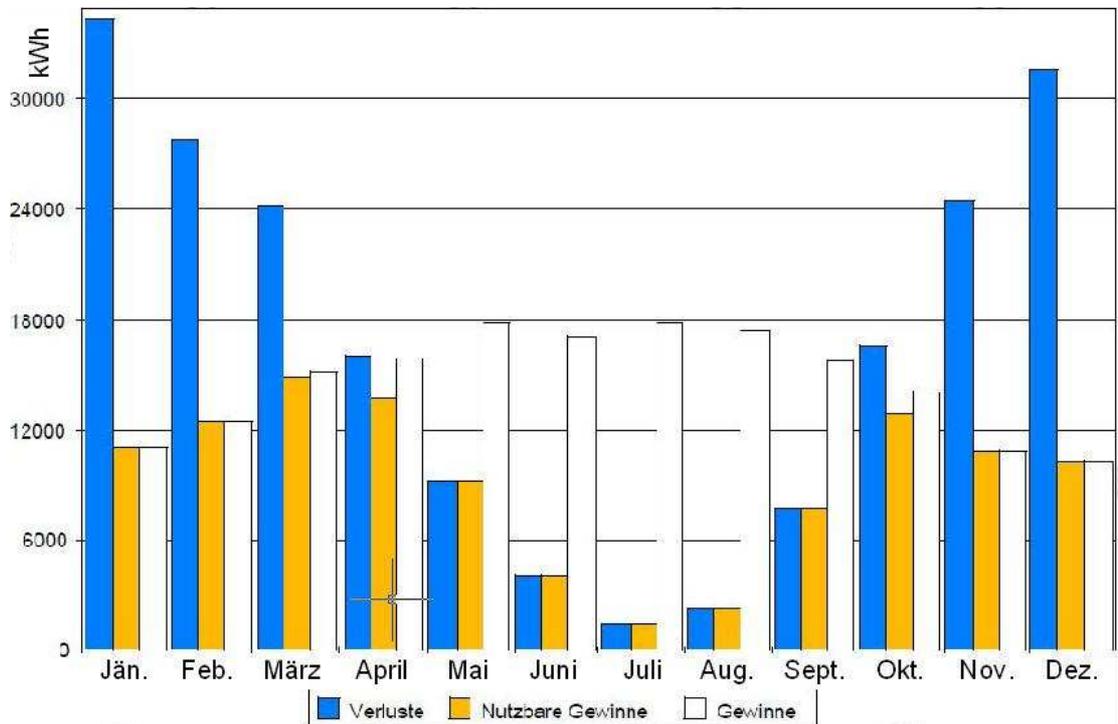


Abbildung 36: Monatsbilanz im Energieausweis der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*

6.10.3 Energieausweis für die Sanierungsvariante *Passivhaus*

Die Abbildung 37 zeigt das Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Passivhaus*. Die U-Werte sämtlicher Bauteile wurden vom Programm ArchiPHYSIK ermittelt. Die Energiekennzahl **Heizwärmebedarf (HWB)** beträgt **6 kWh/m²a**.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG OIB Österreichisches Institut für Bautechnik

GEBÄUDE

Gebäudeart	Mehrfamilienhäuser	Erbaut	1970
Gebäudezone	Wohnen	Katastralgemeinde	Oberbaumgarten
Straße	Hütteldorferstraße 252	KG-Nummer	01208
PLZ/Ort	1140, Wien-Penzing	Einlagezahl	550
EigentümerIn	Gemeinde Wien	Grundstücksnummer	167/5

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)

6 kWh/m².a

ERSTELLT

ErstellerIn	ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL	Organisation	
ErstellerIn-Nr.		Ausstellungsdatum	00.00.00
GWR-Zahl		Gültigkeitsdatum	00.00.00
Geschäftszahl		Unterschrift	

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeinsparung und Wärmeschutz" des Österreichischen Institut für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage Gesetzes (EAVG).

Die Abbildung 38 zeigt das Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Passivhaus*. Das Datenblatt enthält die wichtigsten Gebäudedaten, die der Berechnung des Heizwärmebedarfs zugrunde gelegten Klimadaten sowie eine Übersicht über den Wärme- und Energiebedarf. Die Energiekennzahl **Heizenergiebedarf (HEB)** beträgt **51 kWh/m²a**. Der Wert ist auf die Einerstelle gerundet.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG **OIB**
Österreichische Institut für Baubauwesen

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche 2.595,85 m²

beheiztes Brutto-Volumen 7.760,76 m³

charakteristische Länge (lc) 2,36 m

Kompaktheit (AV) 0,42 1/m

mittlerer U-Wert (Um) 0,202 W/m²K

LEK-Wert 14 -

KLIMADATEN

Klimaregion Nord - außerhalb von Föhngebieten (N)

Seehöhe 171 m

Heizgradtage 3460 Kd

Heiztage 216 d

Norm-Außentemperatur -12,2 °C

Soll-Innentemperatur 20 °C

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima		Standortklima		Anforderung	
	zonenbezogen	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	15,474 kWh/a	5,96 kWh/m ² a	16,919 kWh/a	6,52 kWh/m ² a		
WWWB			33,162 kWh/a	12,76 kWh/m ² a		
HTEB-RH			13,178 kWh/a	5,08 kWh/m ² a		
HTEB-WW			67,636 kWh/a	26,06 kWh/m ² a		
HTEB			81,566 kWh/a	31,42 kWh/m ² a		
HEB			131,647 kWh/a	50,71 kWh/m ² a		
EEB			131,647 kWh/a	50,71 kWh/m ² a		
PEB						
CO ₂						

ERLÄUTERUNGEN

Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge, die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20° C zu halten.

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB): Energiemenge, die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.

Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge, die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von der hier angegebenen abweichen.

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION
Educ.
01.05.2010

Abbildung 38: Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Passivhaus*

Die Abbildung 39 zeigt die Monatsbilanz im Energieausweis für die Sanierungsvariante *Passivhaus*. Auf der Abszisse sind die Monate des Jahres aufgetragen. Die Verluste (blau) werden den nutzbaren Gewinnen (gelb) und den Gewinnen (weiß) gegenübergestellt. Die Einheit auf der Ordinate ist kWh.

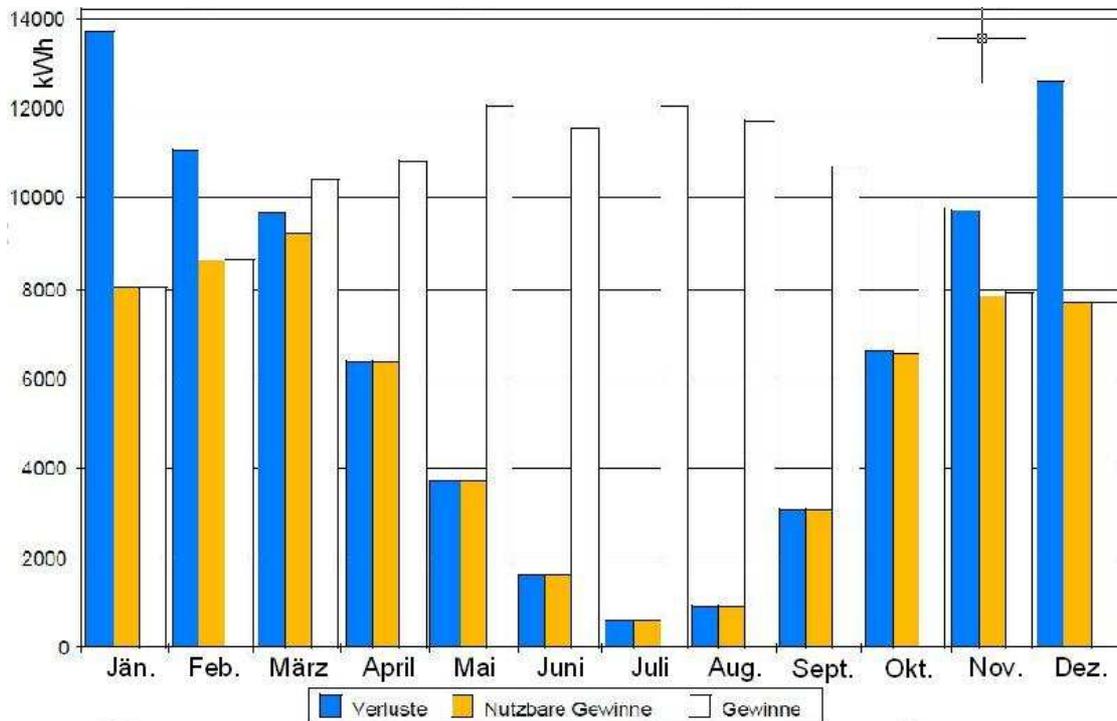


Abbildung 39: Monatsbilanz im Energieausweis der Sanierungsvariante *Passivhaus*

6.10.4 Energieausweis für die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

Die Abbildung 40 zeigt das Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*. Die U-Werte sämtlicher Bauteile wurden vom Programm ArchiPHYSIK ermittelt. Die Energiekennzahl **Heizwärmebedarf (HWB)** beträgt **5 kWh/m²a**.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG **GIB**
Gesamtspezifischer Energieeffizienz-Beurteilung

GEBÄUDE

Gebäudeart	<input type="text" value="Mehrfamilienhäuser"/>	Erbaut	<input type="text" value="1970"/>
Gebäudezone	<input type="text" value="Wohnen"/>	Katastralgemeinde	<input type="text" value="Oberbaumgarten"/>
Straße	<input type="text" value="Hütteldorferstraße 252"/>	KG-Nummer	<input type="text" value="01208"/>
PLZ/Ort	<input type="text" value="1140, Wien-Penzing"/>	Einlagezahl	<input type="text" value="550"/>
EigentümerIn	<input type="text" value="Gemeinde Wien"/>	Grundstücksnummer	<input type="text" value="167/5"/>

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF BEI 3400 HEIZGRADTAGEN (REFERENZKLIMA)

The scale shows energy efficiency classes from A++ (top, blue) to G (bottom, red). A black arrow points to the value 5 kWh/m².a on the A++ level.

ERSTELLT

ErstellerIn	<input type="text" value="ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL"/>	Organisation	<input type="text"/>
ErstellerIn-Nr.	<input type="text"/>	Ausstellungsdatum	<input type="text" value="00.00.00"/>
GWR-Zahl	<input type="text"/>	Gültigkeitsdatum	<input type="text" value="00.00.00"/>
Geschäftszahl	<input type="text"/>	Unterschrift	<input type="text"/>

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 "Energieeffizienz und Wärmeschutz des Österreichischen Institut für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Vorlage Gesetzes (EAVG).

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

Educ.

01.05.2010

Abbildung 40: Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

Die Abbildung 41 zeigt das Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*. Das Datenblatt enthält die wichtigsten Gebäudedaten, die der Berechnung des Heizwärmebedarfs zugrunde gelegten Klimadaten sowie eine Übersicht über den Wärme- und Energiebedarf. Die Energiekennzahl **Heizenergiebedarf (HEB)** beträgt **49 kWh/m²a**. Der Wert ist auf die Einerstelle gerundet.

Energieausweis für Wohngebäude

gemäß ÖNORM H 5055 und Richtlinie 2002/91/EG Österreichischer Institut für Bautechnik

GEBÄUDEDATEN

Brutto-Grundfläche 3.187,98 m²

beheiztes Brutto-Volumen 9.375,02 m³

charakteristische Länge (l_c) 2,53 m

Kompaktheit (A/V) 0,40 1/m

mittlerer U-Wert (U_m) 0,214 W/m²K

LEK-Wert 14 -

KLIMADATEN

Klimaregion Nord - außerhalb von Föhngebieten (N)

Seehöhe 171 m

Heizgradtage 3460 Kd

Heiztage 216 d

Norm-Außentemperatur -12,2 °C

Soll-Innentemperatur 20 °C

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF

	Referenzklima		Standortklima		Anforderung	
	zonenbezogen	spezifisch	zonenbezogen	spezifisch		
HWB	15,496 kWh/a	4,86 kWh/m ² a	17,254 kWh/a	5,41 kWh/m ² a		
WWWB			40,726 kWh/a	12,78 kWh/m ² a		
HTEB-RH			15,107 kWh/a	4,74 kWh/m ² a		
HTEB-WW			81,834 kWh/a	25,67 kWh/m ² a		
HTEB			97,806 kWh/a	30,68 kWh/m ² a		
HEB			155,787 kWh/a	48,87 kWh/m ² a		
EEB			155,787 kWh/a	48,87 kWh/m ² a		
PEB						
CO ₂						

ERLÄUTERUNGEN

Heizwärmebedarf (HWB): Vom Heizsystem in die Räume abgegebene Wärmemenge, die benötigt wird, um während der Heizsaison bei einer standardisierten Nutzung eine Temperatur von 20° C zu halten.

Heiztechnikenergiebedarf (HTEB): Energiemenge, die bei der Wärmeerzeugung und -verteilung verloren geht.

Endenergiebedarf (EEB): Energiemenge, die dem Energiesystem des Gebäudes für Heizung und Warmwasserversorgung inklusive notwendiger Energiemengen für die Hilfsbetriebe bei einer typischen Standardnutzung zugeführt werden muss.

Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich ihrer Energiekennzahlen von der hier angegebenen abweichen.

Abbildung 41: Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

Die Abbildung 42 zeigt die Monatsbilanz im Energieausweis für die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*. Auf der Abszisse sind die Monate des Jahres aufgetragen. Die Verluste (blau) werden den nutzbaren Gewinnen (gelb) und den Gewinnen (weiß) gegenübergestellt. Die Einheit auf der Ordinate ist kWh.

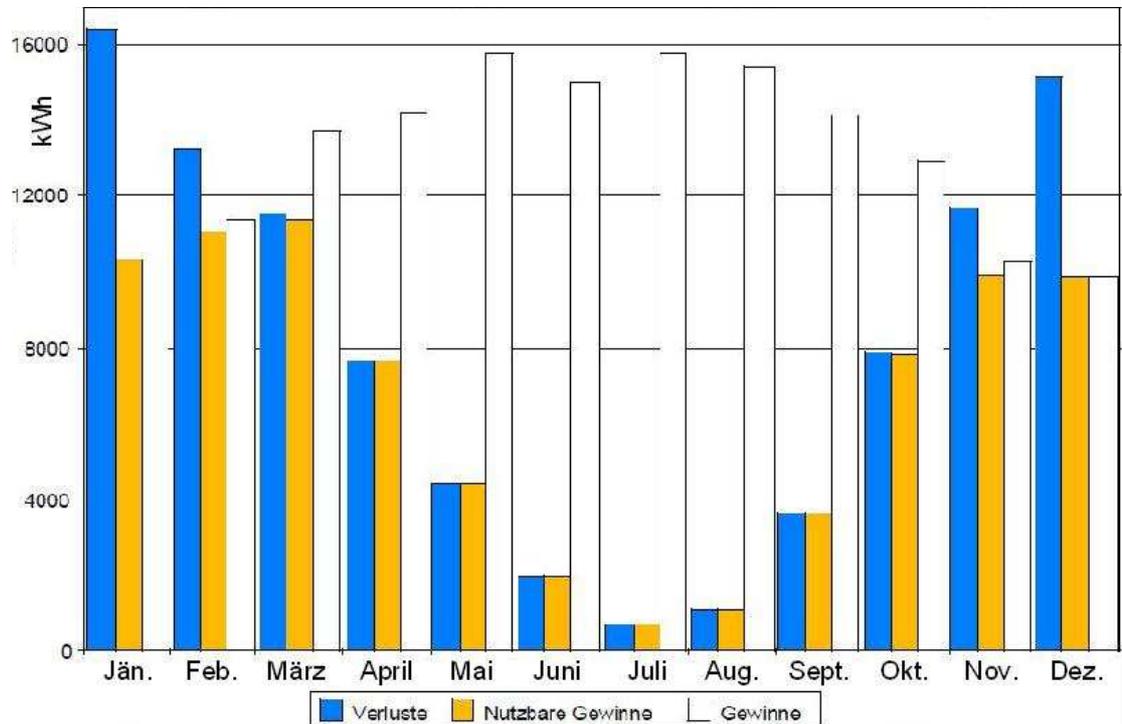


Abbildung 42: Monatsbilanz im Energieausweises der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

7 Bautechnische Details

Im Kapitel 7 „Bautechnische Details“ wird zunächst auf den Gebäudeschnitt des sanierten Wohngebäudes eingegangen, welcher im Rahmen dieser Diplomarbeit gezeichnet wurde. Anschließend werden die im Gebäudeschnitt markierten Hochbaudetails besprochen. Die Erstellung von Hochbaudetails für alle wichtigen Anschlüsse der thermischen Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes stellt einen Schwerpunkt des Sanierungskonzepts dar (siehe auch Kap. 2.1).

7.1 Gebäudeschnitt

Auf folgender Seite ist eine Übersicht über die in diesem Kapitel beschriebenen Hochbaudetails abgebildet. Bei der Übersicht handelt es sich um den oben genannten Gebäudeschnitt im Maßstab M 1:100, in dem die nachfolgend abgebildeten Hochbaudetails mit Kreisen markiert sind.

Im Gebäudeschnitt ist die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß* dargestellt. Der Gebäudeschnitt verläuft durch die Mitte der vormaligen Loggientüren auf Stiege 1 bzw. durch die nunmehr einghausten Loggien (das Parapet bei den Loggien wird im Zuge der Gebäudesanierung abgebrochen; der Abbruch ist in der Abbildung 43 auf der folgenden Seite strichliert eingezeichnet).

Im Gebäudeschnitt sind insgesamt 15 Hochbaudetails markiert. Für die beiden Details G und I wurde zusätzlich je ein Horizontalschnitt 1,50 m über der Fußbodenoberkante angefertigt. Aus diesem Grunde sind nachfolgend insgesamt 17 Hochbaudetails abgebildet. Unten sind alle 17 Hochbaudetails aufgelistet:

1. Detail A Dachhaut
2. Detail B Holzleichtbauelement
3. Detail C Außenwand
4. Detail D Stiege zur Dachterrasse
5. Detail E Dachterrasse
6. Detail F Holzleichtbauelement Sturz
7. Detail G-L Holzleichtbauelement Leibung
8. Detail G-P Holzleichtbauelement Parapet
9. Detail H Außenwand Sturz
10. Detail I-L Außenwand Leibung
11. Detail I-P Außenwand Parapet
12. Detail J Kaminwand
13. Detail K Kellerdecke
14. Detail L Sockel
15. Detail M Kellerwand
16. Detail N Fußboden Keller
17. Detail O Fußboden Parterre

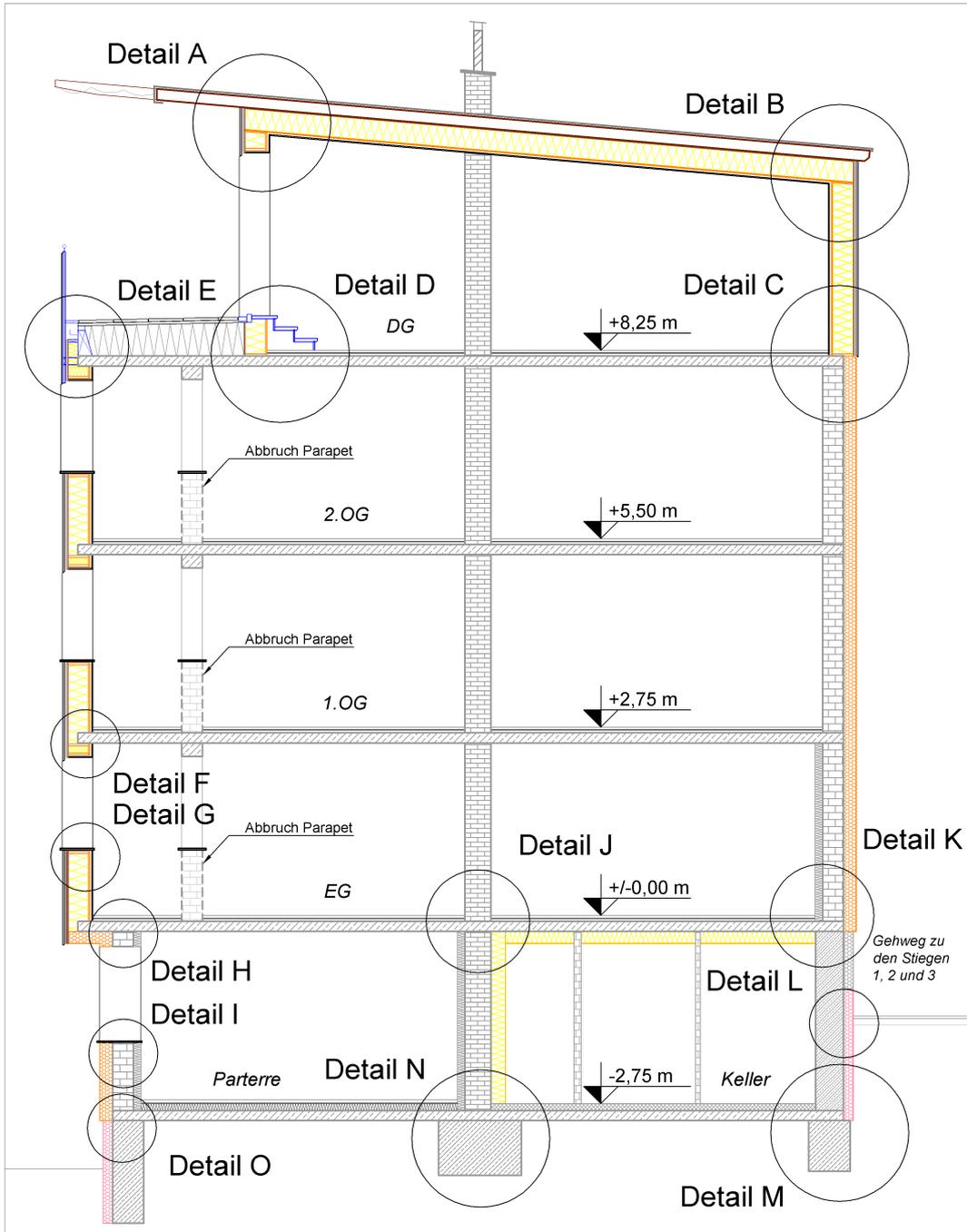


Abbildung 43: Gebäudeschnitt mit Hochbaudetails, Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*, M 1:100 (der Schnitt verläuft durch die eingehausten Loggien auf Stiege 1)

7.2 Hochbaudetails

Der Gebäudeschnitt diente als Grundlage für insgesamt 17 Hochbaudetails, anhand derer die wichtigsten Anschlüsse an die thermische Gebäudehülle gezeichnet wurden. Neben den Anschlüssen an die thermische Gebäudehülle wurden zusätzlich die Anschlüsse an den Sockel und an die Kellerwand gezeichnet. Alle Hochbaudetails sind im Maßstab M 1:10 abgebildet. Jene Hochbaudetails, die wichtige Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle darstellen (A Dachhaut, B Holzleichtbauelement, C Außenwand, E Dachterrasse, J Kaminwand, K Kellerdecke und O Fußboden Parterre) sind mit einem Schnitt versehen. Die einzelnen Bauteilschichten der geschnittenen Bauteile sind mitsamt ihrer Schichtdicke in cm und ihrer Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK tabellarisch aufgelistet.

7.2.1 Detail A Dachhaut

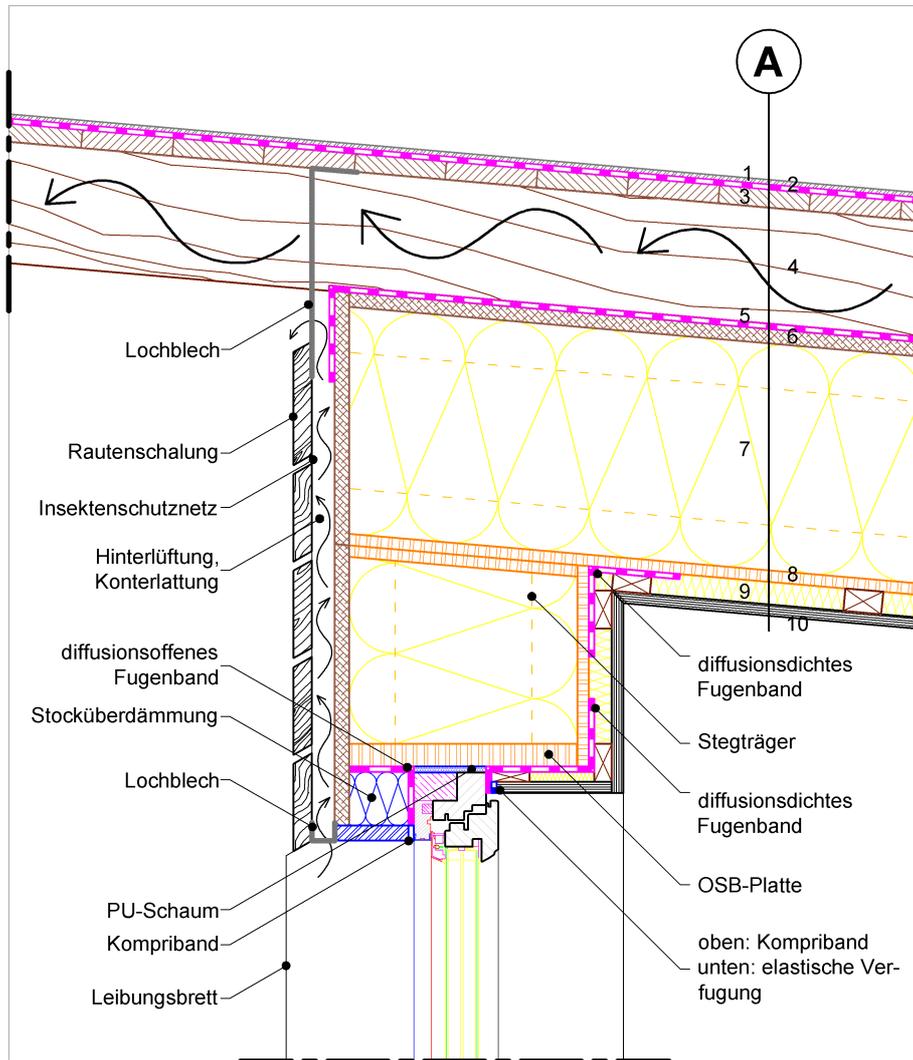


Abbildung 44: Detail A Dachhaut

Tabelle 7.1: Bauteilschichten der Dachhaut

Bauteil-Nr.	Dicke [cm]	Bauteilschichten im Schnitt A	λ [W/mK]
1	0,07	Dachblech	-
2	0,5	Trennlage	-
3	2,4	raue Schalung	-
4	16	Dachsparren, Lüftungsebene	-
5	0,065	diffusionsoffene Unterdachbahn	-
6	1,9	DWD-Platte mit Nut und Feder	0,100
7	30	Stegträger, im Gefach Mineralwolle	0,035
8	1,5	OSB-Platte mit Nut und Feder, Fugen dicht verklebt	0,130
9	3	Installationsebene: Lattung, Mineralwolle	0,035
10	2 x 1,5	Gipskartonplatte	0,210

Im „Detail A Dachhaut“ sind die Dachhaut, die Decke des Dachgeschoßes, der Türsturz der Fenstertür zur Dachterrasse und ein Teil des Vordaches der Dachterrasse abgebildet.

Der *Schnitt A* führt durch die Dachhaut und durch die Decke des Dachgeschoßes. Zunächst werden das *Dachblech* (1) und die *Trennlage* (2), auf der das Dachblech liegt, geschnitten. Anschließend wird die *raue Schalung* (3), die auf den *Dachsparren* (4) befestigt ist sowie die *Lüftungsebene* (4) geschnitten. Weiter hinten in der Lüftungsebene sieht man einen Dachsparren. Der Dachsparren im „Detail A Dachhaut“ hat eine Querschnittshöhe von 16 cm. Bei diesem Wert handelt es sich um einen Schätzwert. Bei tatsächlicher Errichtung des Dachgeschoßes ist ein statischer Nachweis für den Sparrenquerschnitt zu erbringen. Alle bisher genannten Bauteile gehören nicht zur thermischen Gebäudehülle.

Die thermische Gebäudehülle im *Schnitt A* wird von der Decke des Dachgeschoßes gebildet, welche aus vorgefertigten Holzleichtbauelementen besteht.

Die im *Schnitt A* auf die *Lüftungsebene* (4) folgenden Bauteile gehören zur thermischen Gebäudehülle. Die *diffusionsoffene Unterdachbahn* (5) ermöglicht einerseits das Entweichen des Wasserdampfs aus dem Holzleichtbauelement, andererseits verhindert sie das Eindringen von Wasser in das Holzleichtbauelement. Auf Grund ihrer geringen Dicke wurde sie bei der Berechnung des U-Wertes nicht berücksichtigt. Die diffusionsoffene Unterdachbahn liegt auf den *DWD-Platten* (6), welche mit Nut und Feder ineinander greifen. Die DWD-Platten dienen der äußeren Beplankung des Holzleichtbauelementes. Auf die DWD-Platten folgen im *Schnitt A* ein *Stegträger* (7) und das *Gefach* (7). Das sich zwischen den einzelnen Stegträgern befindende Gefach wird mit *Mineralwolle* (7) ausgefüllt. An den Stegträgern sind die *OSB-Platten* (8) befestigt, welche mit Nut und Feder ineinander greifen und deren Fugen dicht verklebt sind. Die OSB-Platten dienen nicht nur der inneren Beplankung des Holzleichtbauelements sondern übernehmen ebenso die Funktion einer Dampfsperre. Unterhalb der OSB-Platten befindet sich die *Installationsebene* (9), welche wie das Gefach mit *Mineralwolle* (9) ausgefüllt ist. An der *Lattung* (9) in der Installationsebene sind die beiden übereinander liegenden *Gipskartonplatten* (10) befestigt. Im „Detail A Dachhaut“ ist nur eine Gipskartonplatte dargestellt. Die Wiener Bauordnung sieht im Dachgeschoß aus Brandschutzgründen allerdings zwei Gipskartonplatten vor. Bei der Berechnung des U-Wertes wurden ebenfalls zwei Gipskartonplatten berücksichtigt.

Der **U-Wert** der **Decke des Dachgeschoßes** beträgt **0,102 W/m²K** (siehe Tab. 6.6). Die Decke besteht aus vorgefertigten Holzleichtbauelementen und ist hinterlüftet. Die Hinterlüftung der Decke wurde bei der Berechnung des U-Wertes berücksichtigt.

Die genaue Beschaffenheit des Sparrenaufagers über dem Türsturz ist bei tatsächlicher Errichtung des Dachgeschoßes auszuarbeiten.

Der vertikale Abstand der einzelnen Schalungsbretter der Rautenschalung muss weniger als 0,7 cm betragen. Das verhindert, dass diffuses Licht auf die dahinter liegende DWD-Platte fällt.

An den Anschluss der Decke an die Wand wird ein diffusionsdichtes Fugenband geklebt. Das Fugenband verhindert, dass Wasserdampf aus dem Wohnraum im Dachgeschoß in den genannten Anschluss eindringt. Dadurch wird eine mögliche Kondensation des Wasserdampfes zwischen dem Wand- und dem Deckenelement unterbunden.

An den Anschluss des Türstocks an den Türsturz wird auf der Innenseite ebenfalls ein diffusionsdichtes Fugenband geklebt. Es wird der OSB-Platte entlang und am Türsturz nach oben geführt. Dieses Fugenband verhindert einerseits, dass Wasserdampf in die Fuge zwischen Türstock und Türsturz eindringt; andererseits verhindert es das Eindringen des Wasserdampfs in die Wärmedämmung des Holzleichtbauelements.

Da man das Eindringen des Wasserdampfs in die Fuge zwischen Türstock und Türsturz nicht vollständig verhindern kann, wird auf der Außenseite ein diffusionsoffenes Fugenband angeklebt. Es ermöglicht das Entweichen des Wasserdampfs.

7.2.2 Detail B Holzleichtbauelement

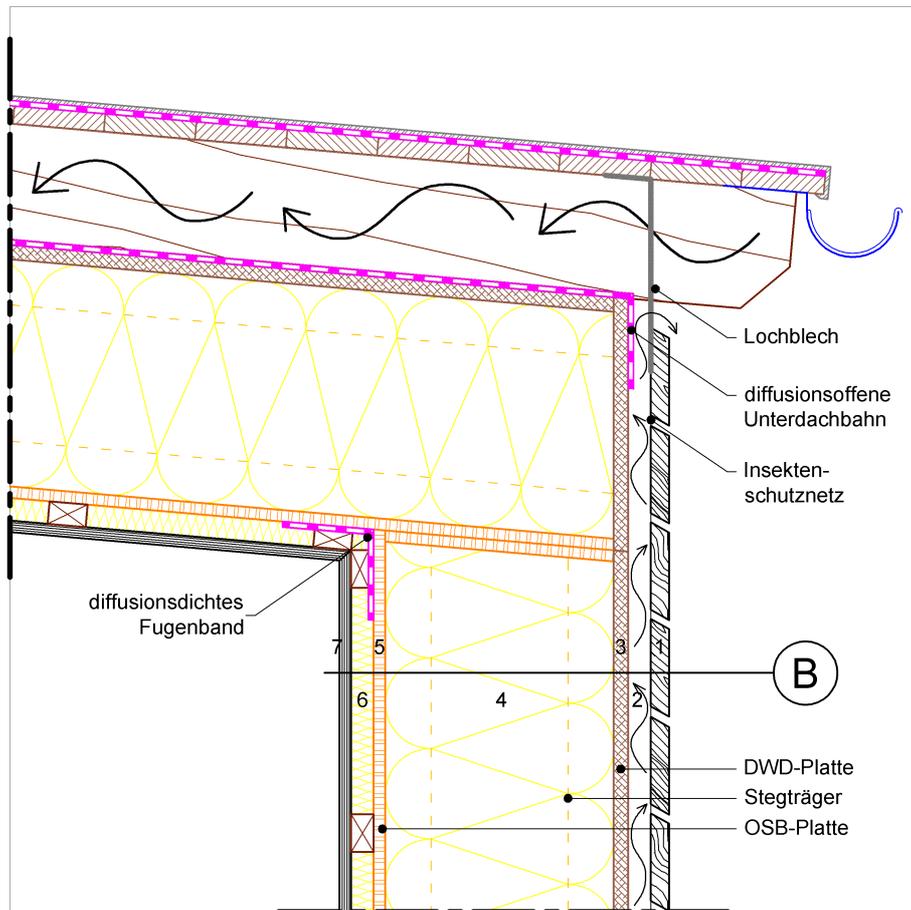


Abbildung 45: Detail B Holzleichtbauelement

Tabelle 7.2: Bauteilschichten des Holzleichtbauelementes

Bauteil-Nr.	Dicke [cm]	Bauteilschichten im Schnitt B	λ [W/mK]
1	2,4	Rautenschalung aus Lärchenholz	-
2	3,0	Hinterlüftung des Holzleichtbauelementes, Konterlattung	-
3	1,9	DWD-Platte mit Nut und Feder, Fugen dicht verklebt	0,100
4	30	Stegträger, im Gefach Mineralwolle	0,035
5	1,5	OSB-Platte mit Nut und Feder, Fugen dicht verklebt	0,130
6	3	Installationsebene: Lattung, Mineralwolle	0,035
7	2 x 1,5	Gipskartonplatte	0,210

Im „Detail B Holzleichtbauelement“ sind die Dachhaut, die Decke des Dachgeschoßes und die nördliche Außenwand des Dachgeschoßes abgebildet.

Der *Schnitt B* führt durch die nördliche Außenwand des Dachgeschoßes. Zunächst wird die *Rautenschalung aus Lärchenholz (1)* geschnitten. Lärchenholz ist reich an Harzen und somit wasserabweisend. Der vertikale Abstand der Schalungsbretter soll weniger als 0,7 cm betragen. Der geringe Abstand der Schalungsbretter verhindert, dass diffuses Licht auf die dahinter

liegenden DWD-Platten fällt. An der *Konterlattung* (2) ist nicht nur die Rautenschalung sondern auch ein Insektenschutznetz befestigt, welches das Eindringen von Insekten und Kleintieren in die *Hinterlüftung des Holzleichtbauelementes* (2) verhindert. Alle bisher genannten Bauteile gehören nicht zur thermischen Gebäudehülle.

Die nun folgenden Bauteile im *Schnitt B* gehören zur thermischen Gebäudehülle des Dachgeschoßes. Diese wird von der nördlichen Außenwand des Dachgeschoßes gebildet, welche aus vorgefertigten Holzleichtbauelementen besteht. Die äußere Beplankung des Holzleichtbauelementes besteht aus *DWD-Platten* (3), welche mit Nut und Feder ineinander greifen und deren Fugen dicht verklebt sind. Auf die DWD-Platten folgen im *Schnitt B* ein *Stegträger* (4) und das *Gefach* (4). Das sich zwischen den einzelnen Stegträgern befindende Gefach wird mit *Mineralwolle* (4) ausgefüllt. An den Stegträgern sind die *OSB-Platten* (5) befestigt, welche mit Nut und Feder ineinander greifen und deren Fugen dicht verklebt sind. Die OSB-Platten dienen nicht nur der inneren Beplankung des Holzleichtbauelements sondern übernehmen ebenso die Funktion einer Dampfsperre. Unterhalb der OSB-Platten befindet sich die *Installationsebene* (6), welche wie das Gefach mit *Mineralwolle* (6) ausgefüllt ist. An der *Lattung* (6) in der Installationsebene sind die beiden übereinander liegenden *Gipskartonplatten* (7) befestigt. Im „Detail B Holzleichtbauelement“ ist nur eine Gipskartonplatte dargestellt. Die Wiener Bauordnung sieht im Dachgeschoß aus Brandschutzgründen allerdings zwei Gipskartonplatten vor. Bei der Berechnung des U-Wertes wurden ebenfalls zwei Gipskartonplatten berücksichtigt.

Der **U-Wert** der **Wand des Dachgeschoßes** beträgt **0,101 W/m²K**; er ist somit geringfügig kleiner als der U-Wert der Decke des Dachgeschoßes, welcher 0,102 W/m²K beträgt (siehe Tab. 6.6). Die Wand des Dachgeschoßes besteht aus vorgefertigten Holzleichtbauelementen und ist hinterlüftet. Die Hinterlüftung der Wand wurde bei der Berechnung des U-Wertes berücksichtigt.

Die genaue Beschaffenheit des Sparrenaufagers über dem Anschluss der Wand des Holzleichtbauelementes an die Decke des Holzleichtbauelementes ist bei tatsächlicher Errichtung des Dachgeschoßes auszuarbeiten.

An den Anschluss der Decke an die Wand im Dachgeschoß wird ein diffusionsdichtes Fugenband geklebt. Das Fugenband verhindert, dass Wasserdampf aus dem Wohnraum im Dachgeschoß in den genannten Anschluss eindringt. Dadurch wird eine mögliche Kondensation des Wasserdampfes zwischen dem Wand- und dem Deckenelement unterbunden.

7.2.3 Detail C Außenwand

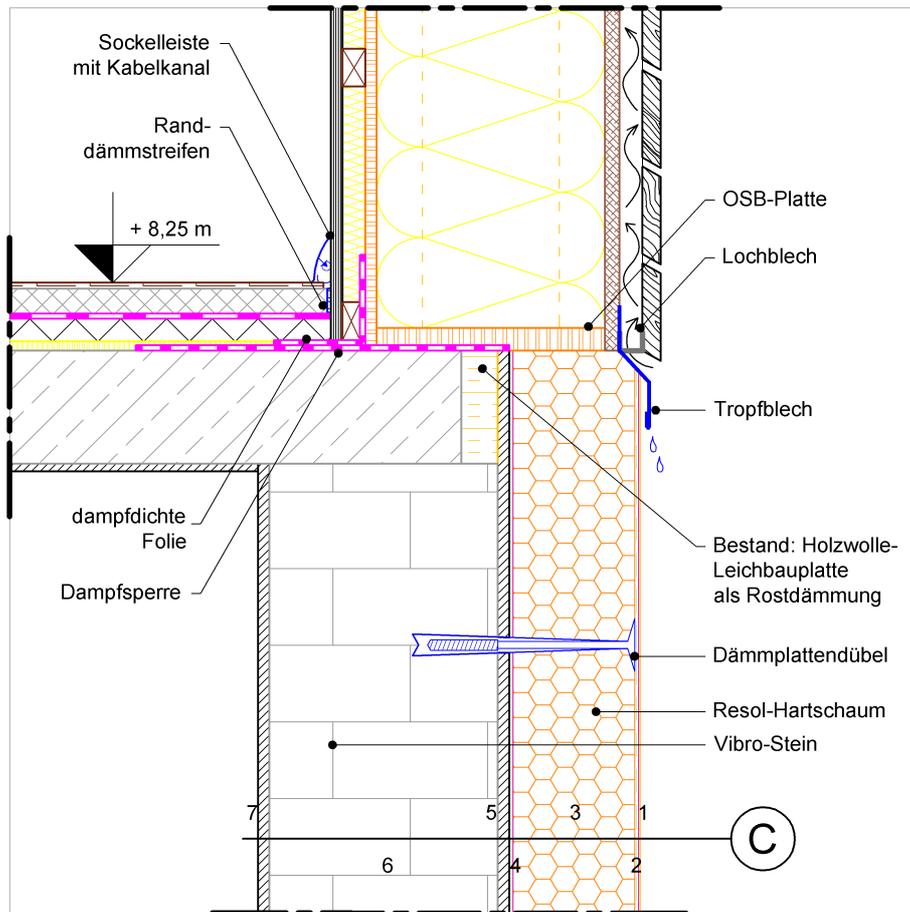


Abbildung 46: Detail C Außenwand

Tabelle 7.3: Bauteilschichten der Außenwand

Bauteil-Nr.	Dicke [cm]	Bauteilschichten im Schnitt C	λ [W/mK]
1	0,2	Leichtputz	0,600
2	0,5	Klebspachtel mit Armierungsnetz	1,200
3	16,0	Dämmplatte aus Resol-Hartschaum	0,022
4	0,5	Klebspachtel	1,200
5	1,5	Außenputz	1,400
6	30,0	Vibro-Stein	0,390
7	1,5	Kalkputz	0,800

Im „Detail C Außenwand“ ist die nördliche Außenwand des zweiten Obergeschoßes, die Decke des zweiten Obergeschoßes und die nördliche Wand des Dachgeschoßes abgebildet.

Der *Schnitt C* führt durch die nördliche Außenwand des zweiten Obergeschoßes. Zunächst wird der *Leichtputz* (1) geschnitten, anschließend die erste Schicht *Klebspachtel* (2), in welche ein *Armierungsnetz* (2) eingearbeitet ist. Das Armierungsnetz nimmt die Zugspannungen in der

Fassade auf und soll die Bildung von Rissen verhindern. Darauf führt der *Schnitt C* durch die 16,0 cm starke Dämmplatte. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um eine Dämmplatte aus expandiertem Polystyrol. Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um eine *Dämmplatte aus Resol-Hartschaum (3)* (siehe Kap. 7.2.3 Detail C Außenwand). Diese zeichnet sich durch die geringe Wärmeleitfähigkeit von 0,022 W/m²K aus. Die Dämmplatten aus Resol-Hartschaum werden mit *Klebespachtel (4)* an die bestehende Fassade geklebt. Die Klebespachtel wird in der Wulst-Punkt-Methode auf die Rückseite der Dämmplatte aufgebracht. Zusätzlich zur Klebespachtel werden die Dämmplatten mit Hilfe von Dübeln an die bestehende Fassade gedübelt. Die Dübel durchdringen die Dämmplatten und stellen eine Wärmebrücke dar. Im *Schnitt C* wird nach der Dämmplatte der bestehende *Außenputz (5)* geschnitten. Darauf wird die Außenwand aus *Vibro-Steinen (6)* geschnitten. Zum Schluss geht der *Schnitt C* durch den *Kalkputz (7)*, mit welchem die Innenseite der Außenwand verputzt ist.

Der **U-Wert** der **Außenwand** beträgt bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* **0,121 W/m²K**; bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* beträgt der U-Wert 0,167 W/m²K (siehe Tab. 6.6). Die Vergrößerung des U-Wertes durch die Dämmplattendübel geht nicht in die Berechnung des U-Wertes ein.

Die Außenwand ist mit einem neuen Wärmedämmstoff aus Resol-Hartschaum verkleidet, welcher Teil eines Wärmedämmverbundsystems ist. Es setzt sich aus folgenden Teilen zusammen: dem Dünnputz, der Klebespachtel mit dem Armierungsnetz, den Dübeln und der Wärmedämmplatte aus Resol-Hartschaum. Das Wärmedämmverbundsystem hat eine Stärke von 17,2 cm (siehe Tab. 7.3) und ragt über die Baufuchtlinie des bestehenden Wohngebäudes hinaus (siehe Abb. 7).

Wird im Rahmen einer Gebäudesanierung eine Wärmedämmung an der Außenwand angebracht, die eine Stärke von 16,0 cm überschreitet, so ist eine Baubewilligung erforderlich. Ragt die Wärmedämmung zusätzlich über Baulinien oder Baufuchtlinien, so ist eine Ausnahmege-nehmigung gemäß § 69 der Bauordnung für Wien zu erwirken. [Zimmermann, 2009]

Im „Detail C Außenwand“ liegt zwischen der Stahlbetondecke und dem Holzleichtbauelement eine Dampfsperre. Die Dampfsperre verhindert, dass der aus dem Wohnraum im zweiten Obergeschoß aufsteigende Wasserdampf in die Wärmedämmung des Holzleichtbauelementes im Dachgeschoß eindringt.

An die Dampfsperre und das Holzleichtbauelement wird zusätzlich eine dampfdichte Folie angeklebt. Diese Folie verhindert das Eindringen von Wasserdampf aus dem Wohnraum im Dachgeschoß in den Anschluss zwischen Dampfsperre und Holzleichtbauelement. Dadurch wird eine mögliche Kondensation des Wasserdampfes im genannten Anschluss unterbunden.

Es wurde angenommen, dass die bestehenden Geschoßdecken eine Rostdämmung aus Holz-wolle-Leichtbauplatten aufweisen. Andernfalls käme es beim bestehenden Gebäude bei den Anschlüssen der Geschoßdecken an die Außenwände zur Bildung von Kondenswasser.

7.2.4 Detail D Stiege zur Dachterrasse

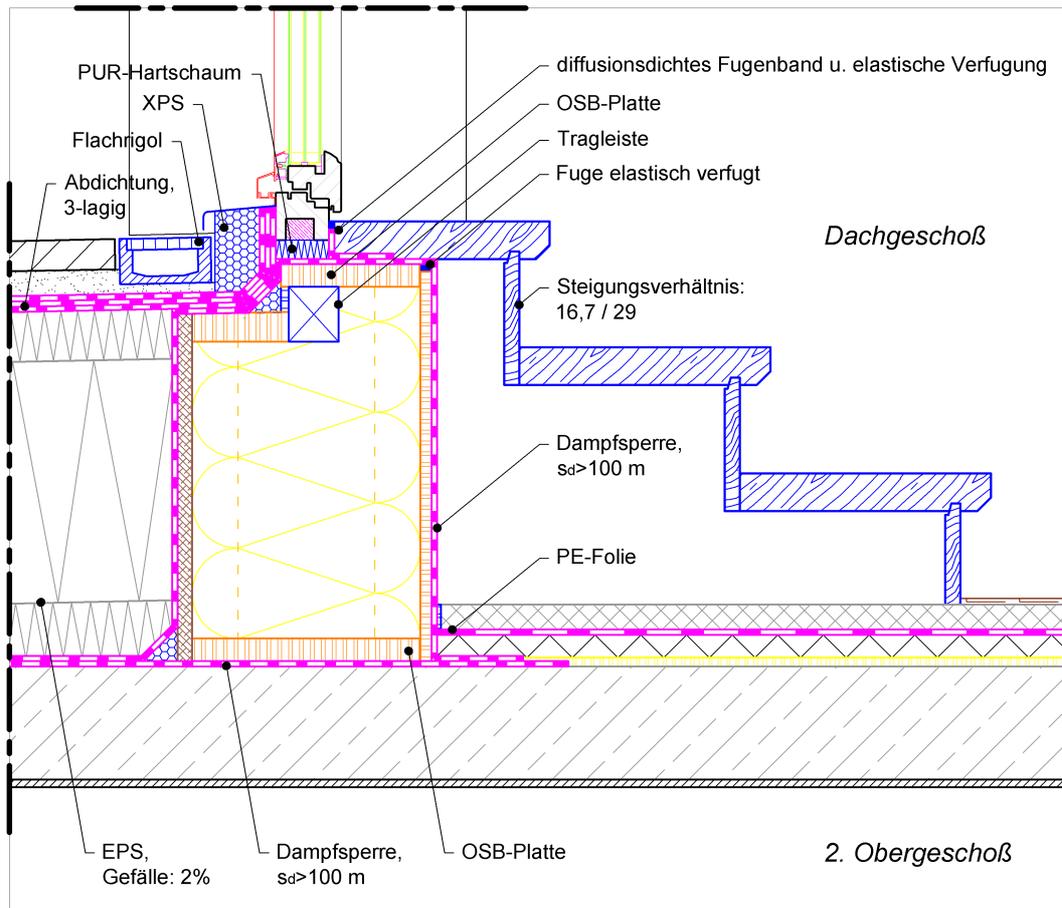


Abbildung 47: Detail D Stiege zur Dachterrasse

Im „Detail D Stiege zur Dachterrasse“ sind folgende Bauteile abgebildet: die Stiege zur Dachterrasse, der untere Teil des Holzleichtbauelements, der hintere Teil der Dachterrasse, der untere Teil der Türleibung und die Geschoßdecke im zweiten Obergeschoß.

Unter dem Holzleichtbauelement liegt eine Dampfsperre. Sie verhindert, dass aufsteigender Wasserdampf aus dem Wohnraum des darunter liegenden zweiten Obergeschoßes in die Wärmedämmung des Holzleichtbauelements eindringt. Der s_d -Wert dieser Dampfsperre soll größer als 100 m sein.

Eine weitere Dampfsperre hüllt den ganzen unteren Teil des Holzleichtbauelements ein. Sie verhindert, dass Wasserdampf aus dem Wohnraum des Dachgeschoßes in das Holzleichtbauelement eindringt. Sie verhindert ebenso, dass Feuchtigkeit von außen durch die DWD-Platte ins Holzleichtbauelement eindringt. Der s_d -Wert dieser Dampfsperre soll größer als 100 m sein.

Unter der obersten Trittstufe wird ein diffusionsdichtes Fugenband entlang der Leiste aus PUR-Hartschaum und dem Türstock nach oben gezogen. Es verhindert, dass Wasserdampf in die Fuge zwischen der Leiste aus PUR-Hartschaum und der OSB-Platte eindringt.

Auf der Wärmedämmung der Dachterrasse liegt eine dreilagige Abdichtung (Dachhaut). Die Abdichtung wird außen am Türstock festgemacht; sie verhindert, dass Niederschlagswasser in die Wärmedämmung der Dachterrasse eindringt.

7.2.5 Detail E Dachterrasse

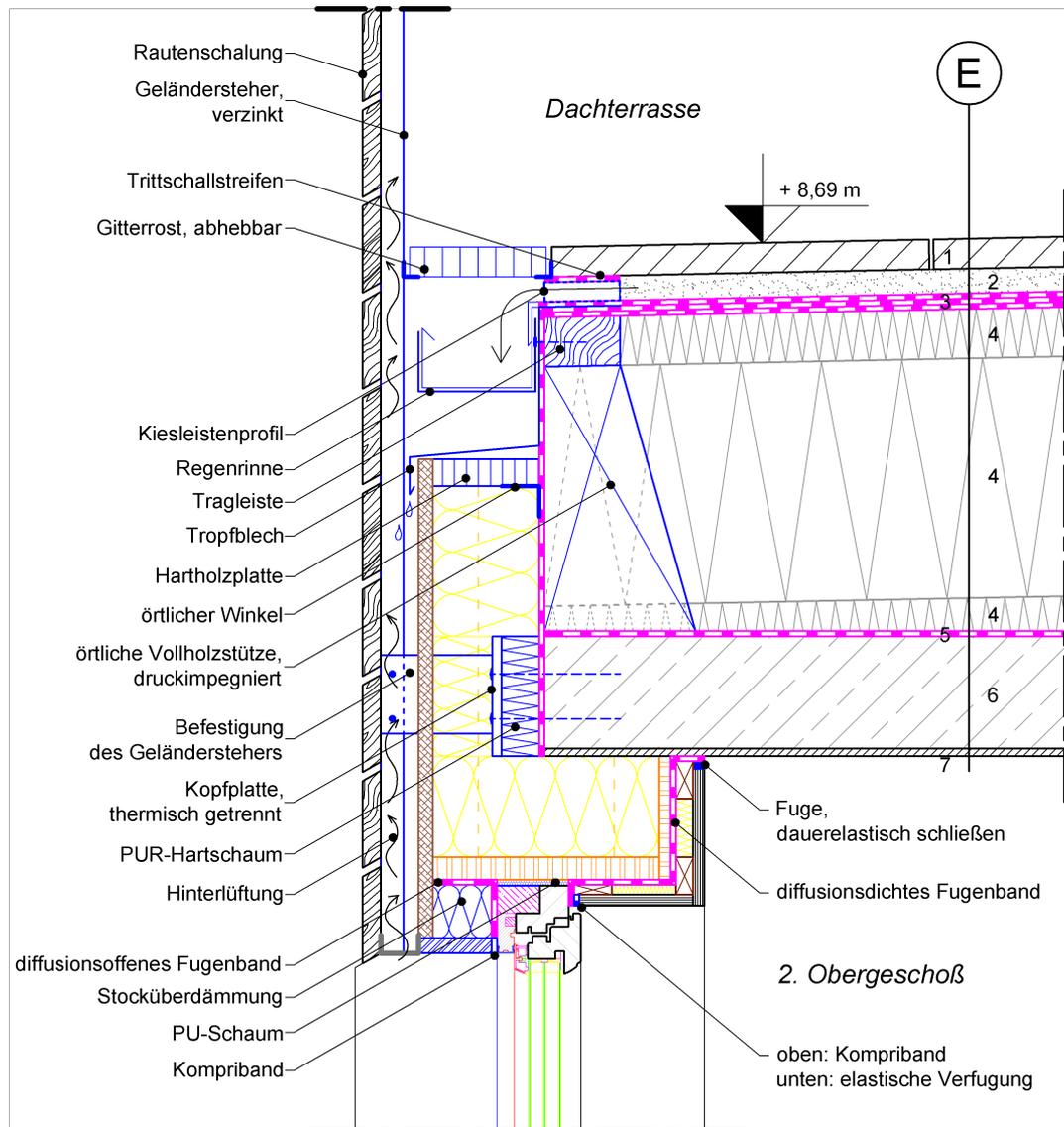


Abbildung 48: Detail E Dachterrasse

Tabelle 7.4: Bauteilschichten der Dachterrasse

Bauteil-Nr.	Dicke [cm]	Bauteilschichten im Schnitt E	λ [W/mK]
1	4,0	Terrassenplatten	2,100
2	5,0	Sandschicht	2,000
3	1,0	Abdichtung, dreilagig	0,230
4	46,9	Expandiertes Polystyrol (EPS), im Gefälle verlegt	0,360
5	0,04	Dampfsperre, $s_d > 100$ m	0,250
6	15,0	Stahlbetondecke	2,300
7	1,0	Kalkputz	0,800

Im „Detail E Dachterrasse“ sind folgende Bauteile abgebildet: die Dachterrasse über der eingehausten Loggia im zweiten Obergeschoß, das Geländer der Dachterrasse, der Fenstersturz der Loggia und die Geschoßdecke im zweiten Obergeschoß.

Im Zuge der Gebäudesanierung wird die Geschoßdecke im zweiten Obergeschoß um 1,50 m über die Loggia verlängert. Der Fenstersturz der eingehausten Loggia im zweiten Obergeschoß wird aus einem vorgefertigten Holzleichtbauelement hergestellt. Die Geschoßdecke und die Wärmedämmschicht der Dachterrasse ragen ins Holzleichtbauelement hinein, da die einzelnen Stegträger des Holzleichtbauelements L-förmig zugeschnitten sind.

Der *Schnitt E* führt durch die Dachterrasse und die Geschoßdecke im zweiten Obergeschoß. Zunächst werden die *Terrassenplatten (1)* und die *Sandschicht (2)*, in die die Terrassenplatten eingebettet sind, geschnitten. Anschließend verläuft der *Schnitt E* durch die *dreilagige Abdichtung (3)*. Die mittlere Lage wird über die Tragleiste nach vor und entlang der Vollholzstütze nach unten gezogen. Sie reicht bis an die Unterkante der obersten Geschoßdecke. Zwischen die mittlere und die obere Lage werden das Tropfblech des Holzleichtbauelements und das Blech der Regenrinne geschoben. Auf der oberen Lage liegt das Kiesleistenprofil. Auf die dreilagige Abdichtung folgt die *Wärmedämmschicht aus expandiertem Polystyrol (4)*. Die Dämmplatten der Wärmedämmschicht sind im Gefälle von 2% verlegt. Das Gefälle wird von einer keilförmigen Dämmplatte aus expandiertem Polystyrol hergestellt, die vom vorderen Ende der obersten Geschoßdecke bis an die DWD-Platte des Holzleichtbauelements reicht. Am vorderen Ende der obersten Geschoßdecke hat der Keil eine Höhe von 5,0 cm. Direkt an der DWD-Platte hat er eine Höhe von 8,8 cm. Im Mittel hat der Keil also eine Höhe von 6,9 cm. Die über dem Keil liegende Wärmedämmschicht aus EPS hat bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß* eine Höhe von 40,0 cm. Zusammen haben die Wärmedämmschicht und der Keil eine mittlere Höhe von 46,9 cm. Bei der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* hat die über dem Keil liegende Wärmedämmschicht aus EPS eine Höhe von 30,0 cm. Zusammen haben die Wärmedämmschicht und der Keil eine mittlere Höhe von 36,9 cm. Auf die Wärmedämmschicht aus Polystyrol folgt die *Dampfsperre (5)*. Sie verhindert, dass aufsteigender Wasserdampf aus der eingehausten Loggia und dem Wohnraum im zweiten Obergeschoß in die Wärmedämmung eindringt. Abschließend folgen im *Schnitt E* die *Stahlbetondecke (6)* und der *Kalkputz (7)*.

Der **U-Wert** der **Dachterrasse** beträgt bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß* **0,075 W/m²K**; bei der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* beträgt der U-Wert 0,095 W/m²K (siehe Tab. 6.6).

An den Anschluss des Fensterstocks an den Fenstersturz wird auf der Innenseite ein diffusionsdichtes Fugenband geklebt. Es wird der OSB-Platte entlang und am Fenstersturz nach oben geführt. Dort wird es an den Anschluss des Fenstersturzes an die Geschoßdecke geklebt. Dieses Fugenband verhindert einerseits, dass Wasserdampf in die Fuge zwischen Fensterstock und Fenstersturz eindringt; andererseits verhindert es das Eindringen des Wasserdampfs in die Wärmedämmung des Holzleichtbauelements.

Da man das Eindringen des Wasserdampfs in die Fuge zwischen Fensterstock und Fenstersturz nicht vollständig verhindern kann, wird auf der Außenseite ein diffusionsoffenes Fugenband angeklebt. Es ermöglicht das Entweichen des Wasserdampfs.

Die Befestigung des Geländerstehers an die Geschoßdecke stellt eine Wärmebrücke dar. Um diese Wärmebrücke zu entschärfen, wird eine Dämmplatte aus PUR-Hartschaum zwischen die Befestigung des Geländerstehers und die Vorderkante der Geschoßdecke eingefügt.

Die Rautenschalung des Holzleichtbauelements setzt sich am Geländersteher fort. Dadurch erhalten das Geländer der Dachterrasse und die Einhausung der Loggien ein einheitliches Erscheinungsbild.

7.2.6 Detail F Holzleichtbauelement Sturz

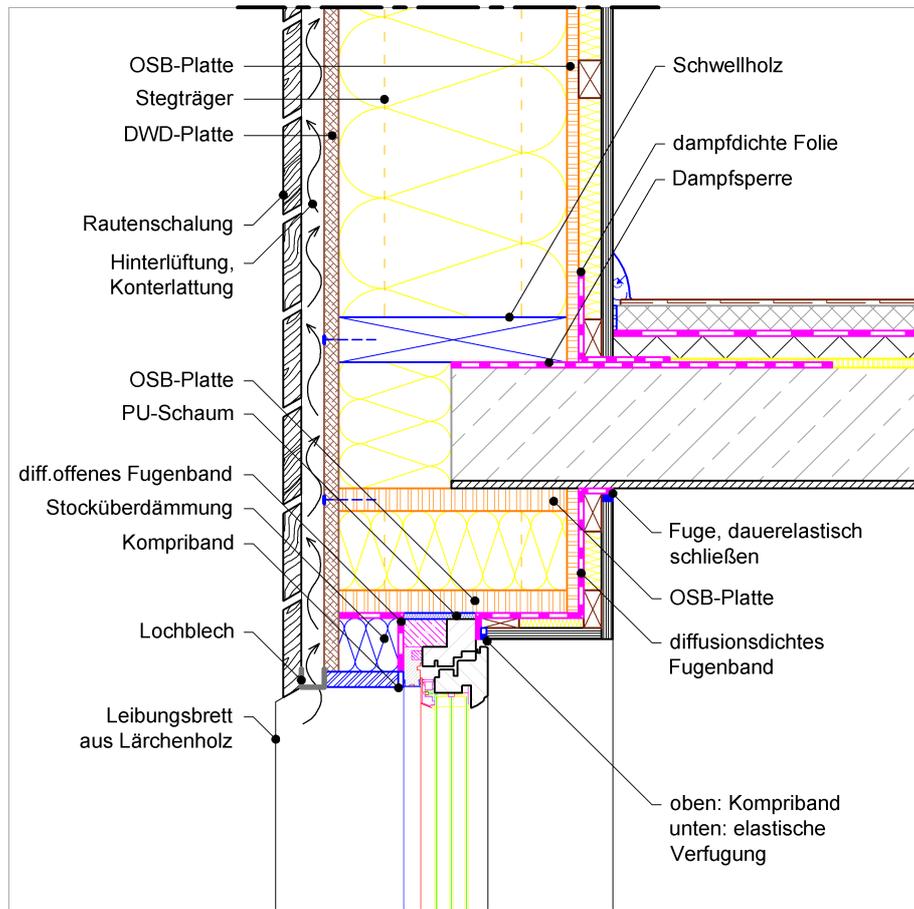


Abbildung 49: Detail F Holzleichtbauelement Sturz

Im „Detail F Holzleichtbauelement Sturz“ sind der Fenstersturz, der untere Teil des Parapets und die Kragplatte der eingehausten Loggia bzw. des eingehausten Balkons dargestellt.

Die abgebildete Situation ist am sanierten Wohngebäude an folgenden Stellen anzutreffen: auf der Südseite (eingehauste Loggien) im Erdgeschoß und im ersten Obergeschoß sowie auf der Westseite (eingehauste Balkone) im ersten Obergeschoß.

Der Fenstersturz und das Parapet bestehen aus einem vorgefertigten Holzleichtbauelement. Zwischen beide Holzleichtbauelemente schiebt sich die Kragplatte. Dadurch entsteht am Kopfende der Kragplatte ein Hohlraum; er wird mit Mineralwolle ausgefüllt und mit einer DWD-Platte abgedeckt. Diese ist am Schwellholz des Parapets und an der oberen OSB-Platte des Fenstersturzes befestigt.

Unter dem Schwellholz des Parapets befindet sich eine Dampfsperre. Sie verhindert, dass aufsteigender Wasserdampf aus den darunter liegenden eingehausten Loggien bzw. Balkonen in die Wärmedämmung des Holzleichtbauelements eindringt.

An die Dampfsperre und das Holzleichtbauelement wird zusätzlich eine dampfdichte Folie angeklebt. Diese Folie verhindert das Eindringen von Wasserdampf aus der eingehausten Loggia bzw. dem eingehausten Balkon in den Anschluss zwischen Dampfsperre und Schwellholz. Dadurch wird eine mögliche Kondensation des Wasserdampfes im genannten Anschluss unterbunden.

An den Anschluss des Fensterstocks an den Fenstersturz wird auf der Innenseite ein diffusionsdichtes Fugenband geklebt. Es wird der OSB-Platte entlang und am Fenstersturz nach oben geführt. Dort wird es an den Anschluss des Fenstersturzes an die Geschoßdecke geklebt. Dieses Fugenband verhindert einerseits, dass Wasserdampf in die Fuge zwischen Fensterstock und Fenstersturz eindringt; andererseits verhindert es das Eindringen des Wasserdampfs in den mit Mineralwolle ausgefüllten Hohlraum am Kopfende der Kragplatte.

Da man das Eindringen des Wasserdampfs in die Fuge zwischen Fensterstock und Fenstersturz nicht vollständig verhindern kann, wird auf der Außenseite ein diffusionsoffenes Fugenband angeklebt. Es ermöglicht das Entweichen des Wasserdampfs.

Im „Detail F Holzleichtbauelement Sturz“ auf der vorigen Seite ist nur eine Gipskartonplatte als innere Verkleidung des Holzleichtbauelements eingezeichnet. Die Wiener Bauordnung sieht aus Brandschutzgründen allerdings zwei Gipskartonplatten vor.

Das Leibungsbrett aus Lärchenholz ragt 1,0 cm über die Rautenschalung hinaus.

7.2.7 Detail G-L Holzleichtbauelement Leibung

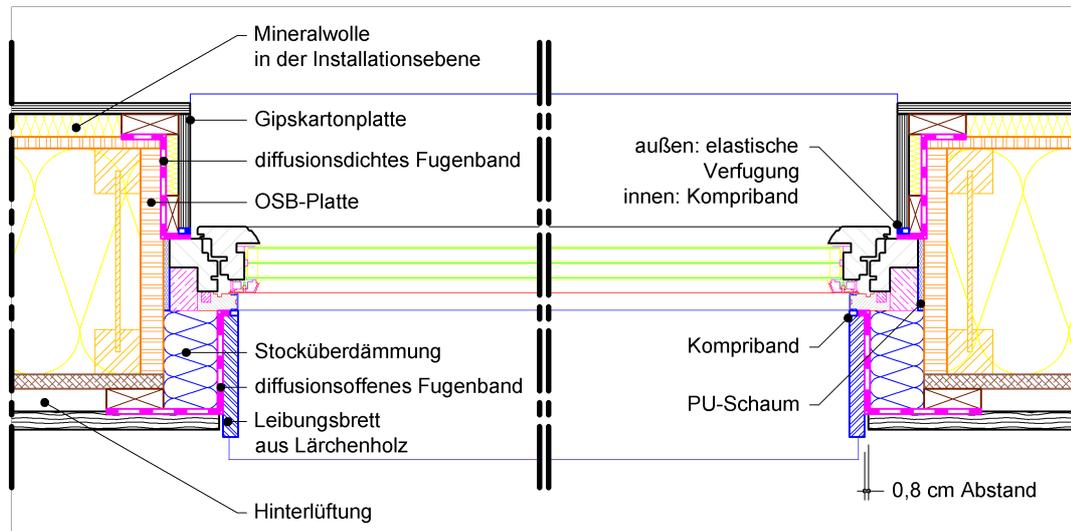


Abbildung 50: Detail G-L Holzleichtbauelement Leibung

Im „Detail G-L Holzleichtbauelement Leibung“ ist die Tür- bzw. Fensterleibung dargestellt, wie sie beim Holzleichtbauelement ausgebildet wird. Diese Situation findet man bei der Einhausung der Loggien und Balkone sowie bei der Außenwand im Dachgeschoß vor.

An den Anschluss des Fenster- bzw. Türstocks an die OSB-Platte der Leibung wird auf der Innenseite ein diffusionsdichtes Fugenband geklebt. Es wird der Leibung entlang und am Eck zur Seite geführt. Dort wird es an die innere Beplankung des Holzleichtbauelements geklebt. Dieses Fugenband verhindert, dass Wasserdampf in die Fuge zwischen Fenster- bzw. Türstock und Leibung eindringt.

Man kann das Eindringen des Wasserdampfs in die Fuge zwischen Fenster- bzw. Türstock und Leibung nicht vollständig verhindern. Aus diesem Grund wird an die Außenseite des Stocks ein diffusionsoffenes Fugenband angeklebt. Es wird um die Stocküberdämmung herumgeführt und an die erste Latte der Konterlattung geklebt. Dadurch ermöglicht es einerseits das Entweichen des Wasserdampfs aus den eingehausten Loggien und Balkonen sowie dem Wohnraum im Dachgeschoß; andererseits verhindert es das Eindringen von Niederschlagswasser in die Stocküberdämmung.

Der zwischen der OSB-Platte der Leibung und dem Steg des ersten Stegträgers entstehende Hohlraum wird mit Mineralwolle ausgefüllt. Die Installationsebene des Holzleichtbauelements wird ebenfalls mit Mineralwolle ausgefüllt.

Im „Detail G-L Holzleichtbauelement Leibung“ ist nur eine Gipskartonplatte als innere Verkleidung des Holzleichtbauelements eingezeichnet. Aus Brandschutzgründen sieht die Wiener Bauordnung allerdings zwei Gipskartonplatten vor.

7.2.8 Detail G-P Holzleichtbauelement Parapet

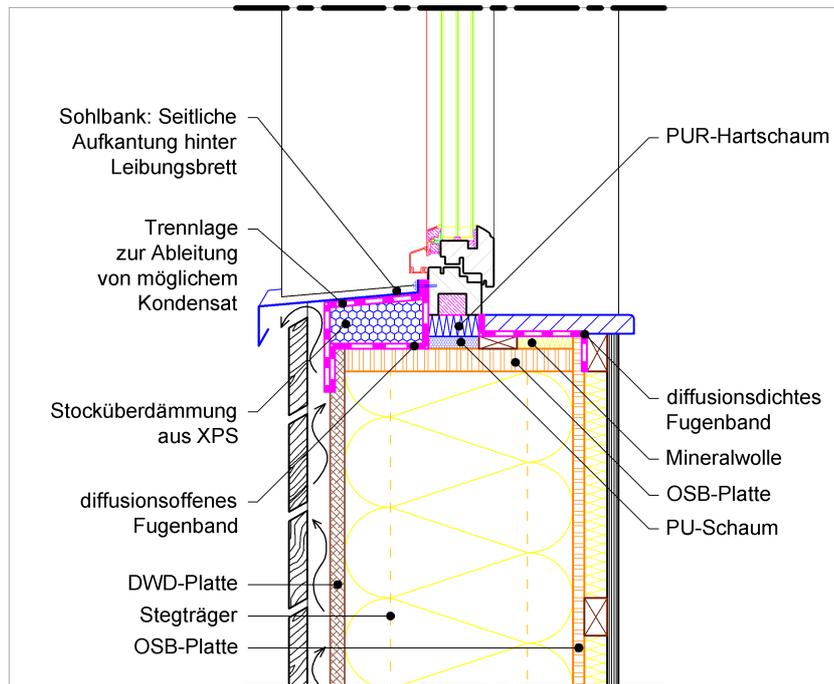


Abbildung 51: Detail G-P Holzleichtbauelement Parapet

Im „Detail G-P Holzleichtbauelement Parapet“ ist der obere Teil des Parapets dargestellt, wie er beim Holzleichtbauelement ausgebildet wird. Diese Situation findet man bei der Einhausung der Loggien und Balkone sowie bei der Außenwand im Dachgeschoß vor.

An den Anschluss an die Leiste aus PUR-Hartschaum und die Holzleiste wird auf der Innenseite ein diffusionsdichtes Fugenband angeklebt. Es wird zunächst über die Wärmedämmung aus Mineralwolle unter dem Fensterbrett geführt. An der Kante wird es anschließend nach unten geführt, wo es an die innere Beplankung (OSB-Platte) des Holzleichtbauelements geklebt wird. Dieses Fugenband verhindert, dass Wasserdampf in die Fuge zwischen der liegenden OSB-Platte und der Leiste aus PUR-Hartschaum eindringt.

Man kann das Eindringen des Wasserdampfs in die Fuge zwischen der liegenden OSB-Platte und der Leiste aus PUR-Hartschaum nicht vollständig verhindern. Aus diesem Grund wird an die Außenseite des Fensterstocks ein diffusionsoffenes Fugenband angeklebt. Es wird vorbei an der Leiste aus PUR-Hartschaum über die liegende OSB-Platte bis zur Kante und dort nach unten geführt. Hier wird es an die äußere Beplankung (DWD-Platte) des Holzleichtbauelements geklebt. Dieses Fugenband ermöglicht das Entweichen des Wasserdampfs aus den eingehausten Loggien und Balkonen sowie dem Wohnraum im Dachgeschoß.

Unter der Sohlbank aus Blech liegt die Trennlage zur Ableitung von möglichem Kondensat. Sie wird am Fensterstock an das diffusionsoffene Fugenband angeklebt und über die Stocküberdämmung aus XPS nach unten geführt. Dort wird sie an der äußeren Beplankung (DWD-Platte) des Holzleichtbauelements an das diffusionsoffene Fugenband geklebt.

Das Leibungsbrett aus Lärchenholz ragt 1,0 cm über die Rautenschalung hinaus; die Sohlbank aus Blech ragt 4,0 cm über die Rautenschalung hinaus.

Im „Detail G-P Holzleichtbauelement Parapet“ ist nur eine Gipskartonplatte als innere Verkleidung des Holzleichtbauelements eingezeichnet. Aus Brandschutzgründen sieht die Wiener Bauordnung allerdings zwei Gipskartonplatten vor.

7.2.9 Detail H Außenwand Sturz

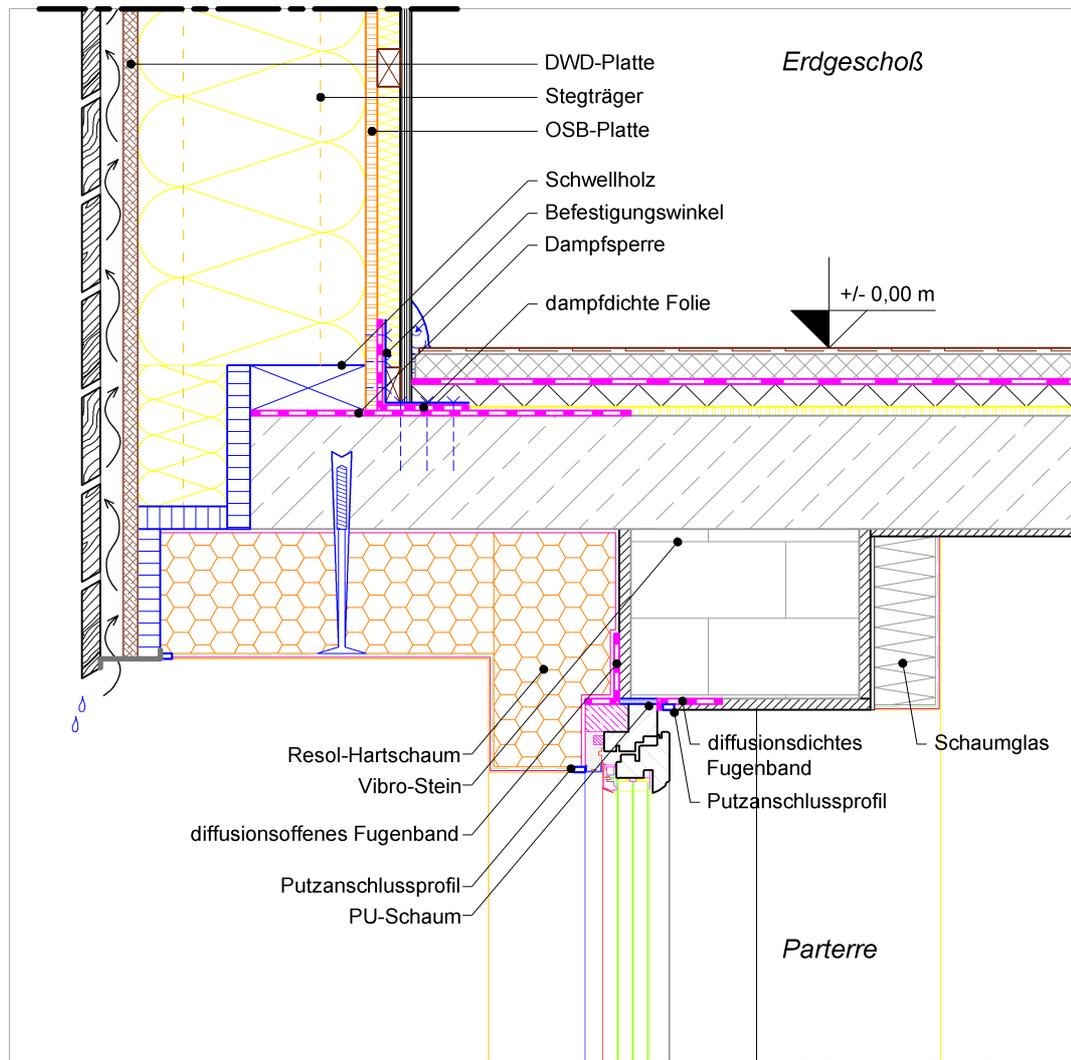


Abbildung 52: Detail H Außenwand Sturz

Im „Detail H Außenwand Sturz“ sind folgende Bauteile abgebildet: der Fenstersturz, die Fensterleibung und ein Teil der Geschoßdecke im Parterre sowie die Kragplatte der Loggia und der untere Teil des Parapets im Erdgeschoß.

Die abgebildete Situation ist nur auf der Südseite des sanierten Wohngebäudes anzutreffen. Eine ähnliche Situation findet man auf der Westseite des sanierten Wohngebäudes vor, wo die Geschoßdecke im Erdgeschoß in die Kragplatte des Balkons übergeht. Der Unterschied zum „Detail H Außenwand Sturz“ besteht darin, dass die Kragplatten der beiden Balkone im ersten und im zweiten Obergeschoß 1,30 m über die bestehende Fassade auf der Westseite auskragen. Auf der Südseite kragen die Kragplatten der Loggien nur 0,50 m über die bestehende Fassade aus.

Die Außenseite des Fenstersturzes und die Unterseite der Kragplatte sind mit einer 16,0 cm starken Dämmplatte verkleidet. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um eine Dämmplatte aus expandiertem Polystyrol. Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um eine Dämmplatte aus Resol-Hartschaum (siehe Kap. 7.2.9 Detail H Außenwand Sturz).

Die Innenseite des Fenstersturzes wird auf Empfehlung des Bauphysikers mit einer 8,0 cm starken Wärmedämmung aus Schaumglas verkleidet. Dieser Umstand trifft auf alle untersuchten Sanierungsvarianten zu. Die Innendämmung an der südlichen Außenwand im Parterre soll in erster Linie die Wärmebrücke am Anschluss des Parapets an die Bodenplatte entschärfen (siehe Kap. 7.2.17 Detail O Fußboden Parterre). Bei der Berechnung der Energiekennzahl Heizwärmebedarf für die unterschiedlichen Sanierungsvarianten wurde die Innendämmung nicht berücksichtigt.

Der Fensterstock ragt zur Hälfte in die Wärmedämmung auf der Außenseite des Fenstersturzes. Die Dämmplatte an der Außenseite des Fenstersturzes wird auf der unteren Seite L-förmig zugeschnitten. Dadurch entsteht die Stocküberdämmung. Die Befestigung des Fensterstocks am Fenstersturz ist im obigen Detail nicht eingezeichnet.

An den Anschluss des Fensterstocks an den Fenstersturz wird auf der Innenseite ein diffusionsdichtes Fugenband geklebt. Es liegt unter der Putzschicht und verhindert, dass Wasserdampf aus dem Wohnraum im Parterre in die Fuge zwischen dem Fensterstock und dem Fenstersturz eindringt.

Da man das Eindringen des Wasserdampfs in die Fuge zwischen dem Fensterstock und dem Fenstersturz nicht vollständig verhindern kann, wird auf der Außenseite ein diffusionsoffenes Fugenband angeklebt. Es ermöglicht das Entweichen des Wasserdampfs.

Das Parapet im Erdgeschoß besteht aus einem vorgefertigten Holzleichtbauelement. Die einzelnen Stegräger des Holzleichtbauelements sind am unteren Ende L-förmig zugeschnitten. Dadurch entsteht am Kopfende der Kragplatte ein Hohlraum, der mit Mineralwolle ausgefüllt wird.

Zwischen der Kragplatte der Loggia und dem Holzleichtbauelement liegt eine Dampfsperre. Die Dampfsperre verhindert, dass der aus dem Wohnraum im Parterre aufsteigende Wasserdampf in die Wärmedämmung des Holzleichtbauelements im Erdgeschoß eindringt.

An die Dampfsperre und das Holzleichtbauelement wird zusätzlich eine dampfdichte Folie angeklebt. Diese Folie verhindert das Eindringen von Wasserdampf aus dem Wohnraum im Erdgeschoß in den Anschluss zwischen Dampfsperre und Holzleichtbauelement. Dadurch wird eine mögliche Kondensation des Wasserdampfes im genannten Anschluss unterbunden.

7.2.10 Detail I-L Außenwand Leibung

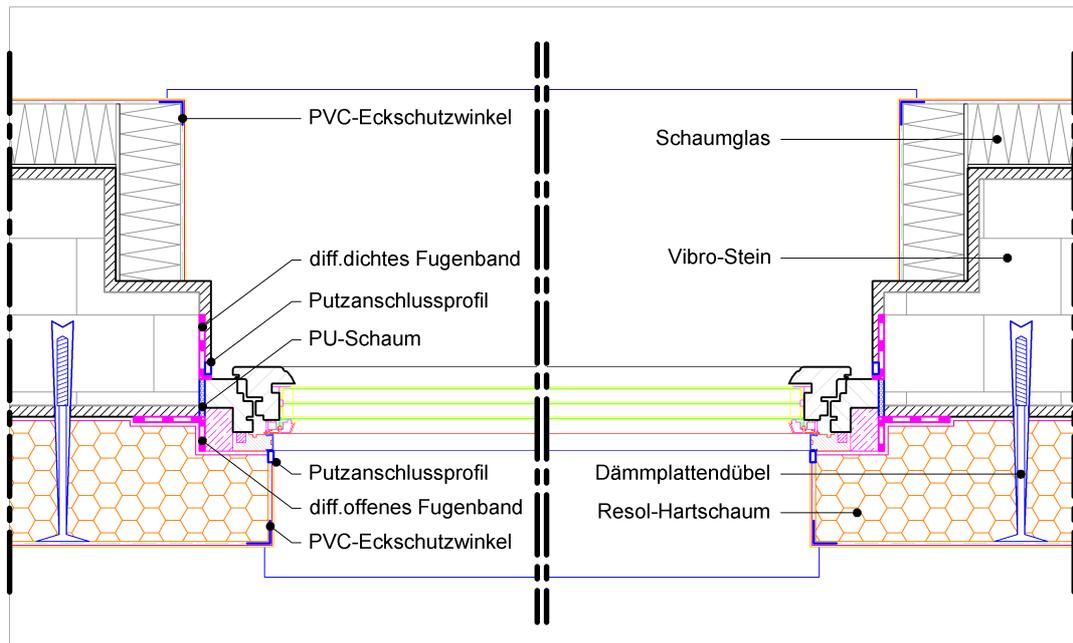


Abbildung 53: Detail I-L Außenwand Leibung

Im „Detail I-L Außenwand Leibung“ ist die Fensterleibung dargestellt, wie sie ausschließlich bei der südlichen Außenwand im Parterre sowie der nördlichen und der westlichen Außenwand im Erdgeschoß ausgebildet ist. An den Parapeten an der südlichen Außenwand im Erdgeschoß sowie an sämtlichen Parapeten im ersten und im zweiten Obergeschoß ist keine Innendämmung aus Schaumglas angebracht. Auf die Schaufenster der Geschäftslokale im Parterre trifft die im obigen Detail dargestellte Situation nicht zu.

Die abgestufte Leibung im „Detail I-L Außenwand Leibung“ orientiert sich an der Darstellung der Fensterleibungen in den Bestandsplänen. [Karabiberoff, 1970] Die tatsächliche Ausbildung und die genauen Abmessungen der Fensterleibungen müssen vor Ort erhoben werden.

An den Anschluss des Fensterstocks an die Leibung wird auf der Innenseite ein diffusionsdichtes Fugenband geklebt. Es liegt unter der Putzschicht und verhindert, dass Wasserdampf aus dem Wohnraum in die Fuge zwischen dem Stock und der Leibung eindringt.

Da man das Eindringen des Wasserdampfs in die Fuge zwischen dem Fensterstock und der Leibung nicht vollständig verhindern kann, wird auf der Außenseite ein diffusionsoffenes Fugenband angeklebt. Es ermöglicht das Entweichen des Wasserdampfs.

Der Fensterstock ragt zur Hälfte in die Wärmedämmung auf der Außenseite der Leibung. Die Dämmplatte an der Außenseite der Leibung wird auf der Seite L-förmig zugeschnitten. Dadurch entsteht die Stocküberdämmung. Die Befestigung des Stocks an der Leibung ist im obigen Detail nicht eingezeichnet.

Die Wärmedämmung an der Außenseite der Außenwand wird mit Klebspachtel an die Fassade geklebt. Hierbei wird die Wulst-Punkt-Methode angewandt. Zusätzlich werden die Dämmplatten mit Dübeln an die Fassade gedübelt. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um Dämmplatten aus expandiertem Polystyrol. Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um Dämmplatten aus Resol-Hartschaum (siehe Kap. 7.2.10 Detail I-L Außenwand Leibung). Die Wärmedämmung an der Innenseite der Außenwand wird mit Bitumenkaltkleber an die Wand geklebt. Es handelt sich hierbei um Wärmedämmplatten aus Schaumglas.

7.2.11 Detail I-P Außenwand Parapet

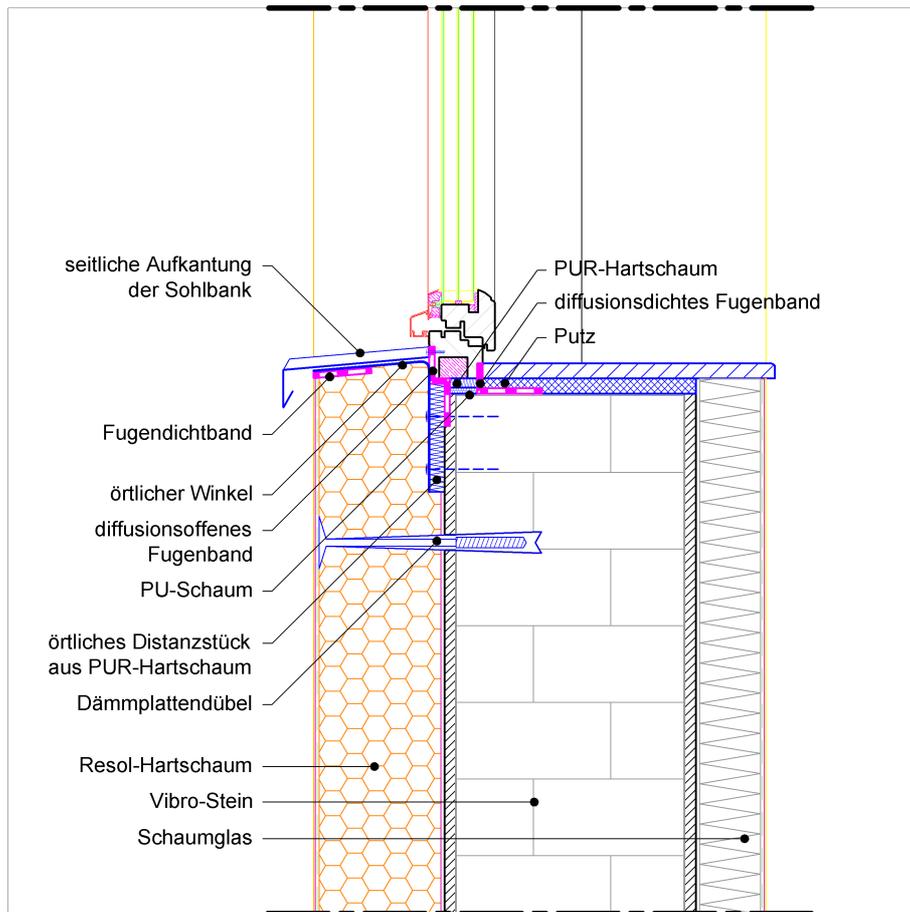


Abbildung 54: Detail I-P Außenwand Parapet

Im „Detail I-P Außenwand Parapet“ ist das Parapet so dargestellt, wie es ausschließlich bei der südlichen Außenwand im Parterre sowie der nördlichen und der westlichen Außenwand im Erdgeschoß ausgebildet ist: mit einer Innendämmung aus Schaumglas.

Die Innendämmung wurde auf Empfehlung des Bauphysikers angebracht. Sie soll an der südlichen Außenwand im Parterre die Wärmebrücke am Anschluss des Parapets an die Bodenplatte entschärfen (siehe Kap. 7.2.17 Detail O Fußboden Parterre); an der nördlichen und der westlichen Außenwand im Erdgeschoß soll sie die Wärmebrücke am Anschluss des Parapets an die Kellerdecke entschärfen (siehe Kap. 7.2.13 Detail K Kellerdecke).

An den Parapeten der südlichen Außenwand im Erdgeschoß sowie an sämtlichen Parapeten im ersten und im zweiten Obergeschoß ist keine Innendämmung angebracht. Abgesehen von der nicht vorhandenen Innendämmung ist dort das Parapet so ausgebildet, wie es im Kapitel 7.2.11 Detail I-P Außenwand Parapet beschrieben wird und wie es in der obigen Abbildung 54 dargestellt ist.

Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* beträgt der U-Wert der Außenwand $0,121 \text{ W/m}^2\text{K}$ (siehe Kap. 7.2.3 Detail C Außenwand). Wenn die Außenwand beim Parapet mit einer Innendämmung aus Schaumglas versehen wird, so sinkt der U-Wert auf $0,101 \text{ W/m}^2\text{K}$ ab. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* beträgt der U-Wert der Außenwand $0,167 \text{ W/m}^2\text{K}$ (siehe Kap. 7.2.3 Detail C Außenwand). Wenn die Außenwand beim Parapet mit einer Innendämmung aus Schaumglas versehen wird, so sinkt der U-Wert auf $0,131 \text{ W/m}^2\text{K}$ ab. Bei der Berechnung der Energiekosten-

nzahl Heizwärmebedarf für die unterschiedlichen Sanierungsvarianten wurde die Innendämmung aus Schaumglas allerdings nicht berücksichtigt.

An den Anschluss des Fensterstocks ans Parapet wird auf der Innenseite ein diffusionsdichtes Fugenband geklebt. Es liegt unter der Putzschicht und verhindert, dass Wasserdampf aus dem Wohnraum in die Fuge zwischen dem Stock und der Parapet eindringt.

Da man das Eindringen des Wasserdampfs in die Fuge zwischen dem Fensterstock und dem Parapet nicht vollständig verhindern kann, wird auf der Außenseite ein diffusionsoffenes Fugenband angeklebt. Es ermöglicht das Entweichen des Wasserdampfs.

Zur Unterstützung der Sohlbank dienen örtliche Winkel. Da diese eine Wärmebrücke darstellen, werden örtliche Distanzstücke aus PUR-Hartschaum zwischen die Winkel und dem Parapet eingefügt. Sie dienen zudem als punktuelle Auflager für den Fensterstock.

Unter der Sohlbank aus Blech liegt ein Fugendichtband. Es verhindert das Eindringen von Feuchtigkeit in die Wärmedämmung. Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um 16,0 cm starke Dämmplatten aus Resol-Hartschaum (siehe Kap. 7.2.11 Detail I-P Außenwand Parapet); bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um 16,0 cm starke Dämmplatten aus expandiertem Polystyrol.

7.2.12 Detail J Kaminwand

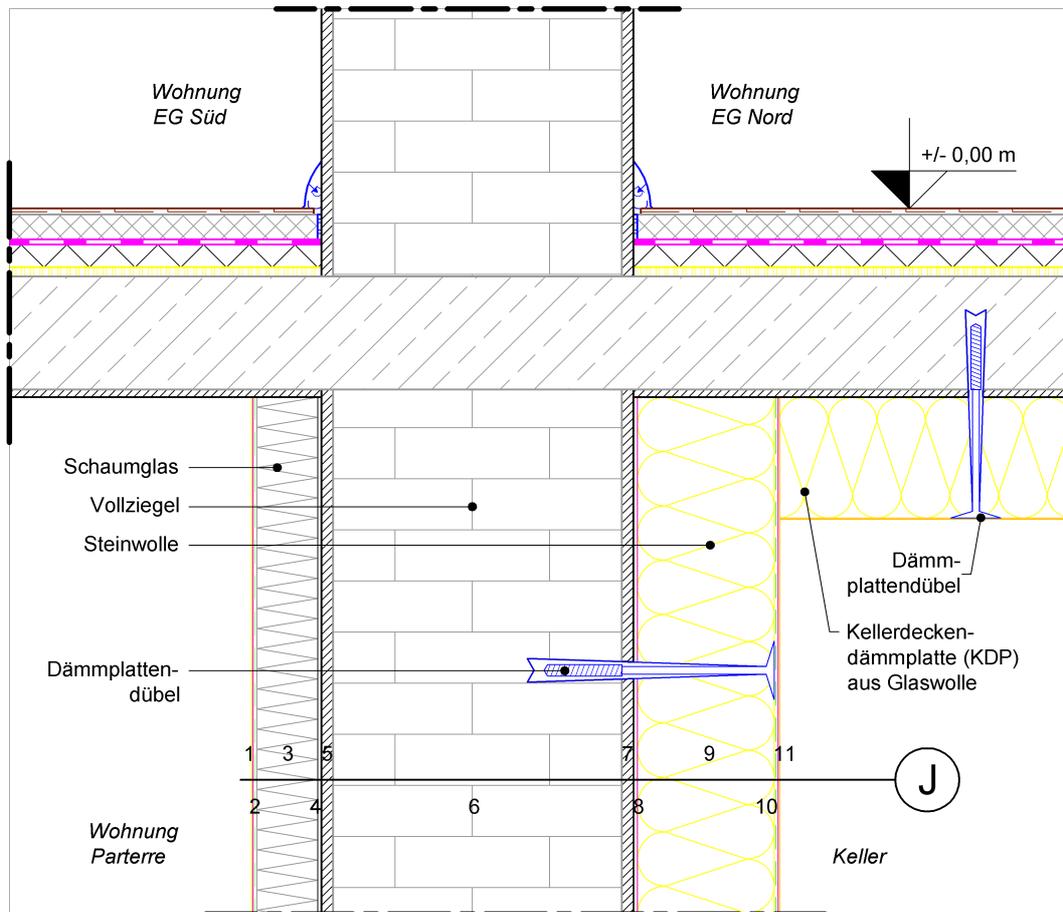


Abbildung 55: Detail J Kaminwand

Tabelle 7.5: Bauteilschichten der Kaminwand

Bauteil-Nr.	Dicke [cm]	Bauteilschichten im Schnitt J	λ [W/mK]
1	0,2	Dünnputz	0,930
2	0,5	Grundputz und Armierungsgewebe	0,400
3	8,0	Schaumglas	0,050
4	0,5	Bitumenkaltkleber	0,800
5	1,5	Kalkzementputz	0,800
6	30,0	Vollziegel	0,690
7	1,5	Kalkzementputz	0,800
8	0,5	Klebspachtel	1,200
9	18,0	Steinwolle	0,036
10	0,5	Klebspachtel mit Armierungsnetz	1,200
11	0,2	Leichtputz	0,600

Im „Detail J Kaminwand“ ist der obere Teil der Kaminwand im Parterre, der untere Teil der Kaminwand im Erdgeschoß, der hintere Teil der Geschoßdecke im Parterre und der vordere Teil der Kellerdecke abgebildet.

Der *Schnitt J* führt durch die Kaminwand, welche das Parterre vom Keller trennt. Da im Keller nicht geheizt wird, gehört die Kaminwand zur thermischen Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes. Anfänglich verläuft der *Schnitt J* durch den *Dünnputz (1)* sowie den *Grundputz (2)* und das *Armierungsgewebe (2)*. Anschließend wird die 8,0 cm starke Innendämmung aus *Schaumglas (3)* geschnitten, die in erster Linie die Wärmebrücke zwischen der Bodenplatte im Parterre und dem unteren Teil der Kaminwand entschärfen soll (siehe Kap. 7.2.16 Detail N Fußboden Keller). Die Innendämmung wird mit *Bitumenkaltkleber (4)* an die Kaminwand geklebt. Sie wurde bei der Berechnung des U-Werts der Kaminwand nicht berücksichtigt. Der *Schnitt J* führt anschließend durch den *Kalkzementputz (5)* im Parterre, durch die Kaminwand aus *Vollziegel (6)* und durch den *Kalkzementputz (7)* auf der Kellerseite. Die bestehende Kaminwand ist auf der Kellerseite pattschokkiert (siehe Kap. 5.3.2.1). Sie weist also keine ebene Oberfläche auf. Durch den *Kalkzementputz (7)* auf der Kellerseite, der im Zuge der Gebäudesanierung aufgebracht wird, erhält die Kaminwand eine ebene Oberfläche. Darauf wird auf der Kellerseite die erste Schicht *Klebspachtel (8)*, mit der die 18,0 cm starke Wärmedämmung aus *Steinwolle (9)* an die Kaminwand geklebt wird, aufgebracht. Abschließend führt der *Schnitt J* durch die zweite Schicht *Klebspachtel (10)* - in die ein *Armierungsnetz (10)* eingearbeitet ist - und durch den *Leichtputz (11)*.

Der **U-Wert** der **Kaminwand** beträgt **0,171 W/m²K** (siehe Tab. 6.6). Bei der Berechnung des U-Werts wurde die Innendämmung nicht berücksichtigt. Sie geht also nicht in die Berechnung der Energiekennzahl Heizwärmebedarf der unterschiedlichen Sanierungsvarianten ein. Bei Berücksichtigung der Innendämmung würde der U-Wert der Kaminwand auf 0,134 W/m²K absinken. Die Vergrößerung des U-Wertes durch die Dämmplattendübel der Dämmplatte aus Steinwolle geht nicht in die Berechnung des U-Werts ein.

Die Kamine des bestehenden Wohngebäudes verlaufen durch die Kaminwand nach oben. Im „Detail J Kaminwand“ werden keine Kaminöffnungen geschnitten.

Die Kellerdecke gehört ebenso wie die Kaminwand zur thermischen Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes. Sie ist mit einer 16,0 cm starken Kellerdeckendämmplatte (KDP) aus Glaswolle verkleidet (siehe Kap. 7.2.13 Detail K Kellerdecke).

7.2.13 Detail K Kellerdecke

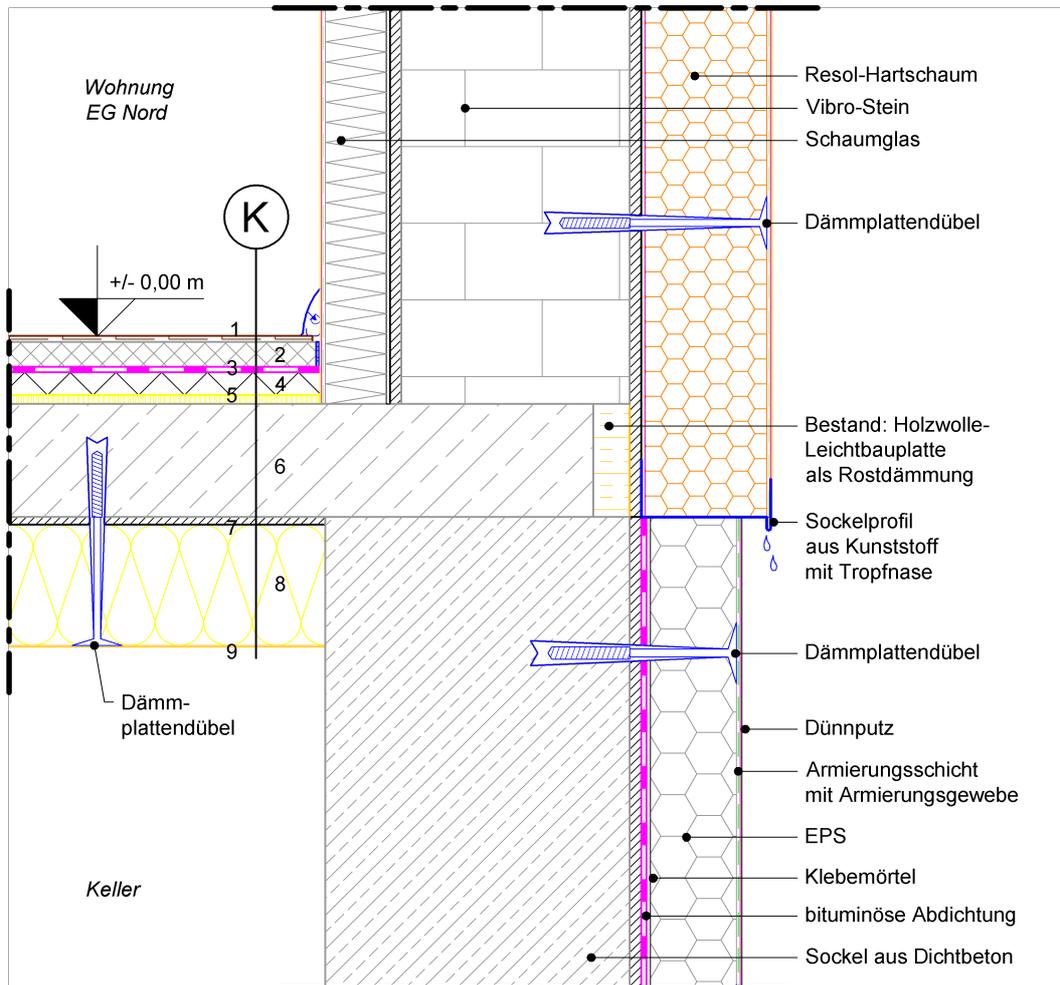


Abbildung 56: Detail K Kellerdecke

Tabelle 7.6: Bauteilschichten der Kellerdecke

Bauteil-Nr.	Dicke [cm]	Bauteilschichten im Schnitt K	λ [W/mK]
1	0,8	Holzklebeparkett	0,150
2	4,0	Estrich	1,330
3	0,03	Polyethylenfolie	0,230
4	3,0	Trittschalldämmung	0,380
5	1,2	Sandschüttung	0,700
6	15,0	Kellerdecke	2,300
7	1,0	Kalkputz	0,800
8	16,0	Kellerdeckendämmplatte (KDP) aus Glaswolle	0,033
9	0,2	Dünnputz	0,700

Im „Detail K Kellerdecke“ ist der hintere Teil der Kellerdecke, der obere Teil des Sockels auf der Nordseite des Wohngebäudes und der unterste Teil der nördlichen Außenwand abgebildet.

Der *Schnitt K* führt durch die Kellerdecke. Da im Keller nicht geheizt wird, ist auch sie Teil der thermischen Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes. Der *Schnitt K* verläuft anfänglich durch das *Holzklebeparkett* (1), den *Estrich* (2), die *Polyethylenfolie* (3), die *Trittschalldämmung* (4) und die *Sandschüttung* (5). Die genannten Bauteile gehören zum Fußbodenaufbau im Erdgeschoß. Anschließend schneidet der *Schnitt K* die *Kellerdecke* (6) und den *Kalkputz* (7). Der Fußbodenaufbau und die Stärke der Kellerdecke beruhen auf Annahmen (siehe Kap. 5.3.3.3.1). Abschließend führt der *Schnitt K* durch die *Kellerdeckendämmplatte* (8) aus Mineralwolle und den *Dünnputz* (9). Die Kellerdeckendämmplatten werden ausschließlich mit Dübeln an der Kellerdecke befestigt.

Der **U-Wert** der **Kellerdecke** beträgt **0,162 W/m²K** (siehe Tab. 6.6). Die Vergrößerung des U-Wertes durch die Dämmplattendübel geht nicht in die Berechnung des U-Werts ein.

Auf Empfehlung des Bauphysikers wird die nördliche Außenwand im Erdgeschoß auf der Innenseite mit einer 8,0 cm starken Wärmedämmung aus Schaumglas versehen. Die Innendämmung an der nördlichen Außenwand im Erdgeschoß soll die Wärmebrücke am Anschluss der Außenwand an die Kellerdecke entschärfen. Sie wird bei der Berechnung des U-Werts der nördlichen Außenwand nicht berücksichtigt (siehe Kap. 7.2.3 Detail C Außenwand).

Die Nordfassade ist mit 16,0 cm starken Dämmplatten verkleidet. Sie reichen bis an die Unterkante der Rostdämmung der Kellerdecke. Dort verleiht ihnen ein Sockelprofil aus Kunststoff mit Tropfnase Halt. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um Dämmplatten aus expandiertem Polystyrol. Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um Dämmplatten aus Resol-Hartschaum (siehe Kap. 7.2.13 Detail K Kellerdecke).

Am oberen Ende des Sockels auf der Nordseite ist eine 12,0 cm starke Dämmplatte aus EPS angebracht; am unteren Ende des Sockels auf der Nordseite (siehe Kap. 7.2.14 Detail L Sockel) und am unteren Ende der Kellerwand (siehe Kap. 7.2.15 Detail M Kellerwand) ist eine 12,0 cm starke Dämmplatte aus XPS angebracht. XPS hat eine dichtere Zellstruktur als EPS und wird deshalb oft für Perimeterdämmungen im Sockelbereich verwendet.

Unter der Dämmung aus EPS wird eine bituminöse Abdichtung angebracht. Sie verhindert die Durchfeuchtung des Sockels und der Kellerwand aus Dichtbeton.

Es wurde angenommen, dass die bestehende Kellerdecke eine Rostdämmung aus Holzwolle-Leichtbauplatten aufweist. Andernfalls käme es beim bestehenden Gebäude am Anschluss der Kellerdecke an den Sockel zur Bildung von Kondenswasser.

7.2.14 Detail L Sockel

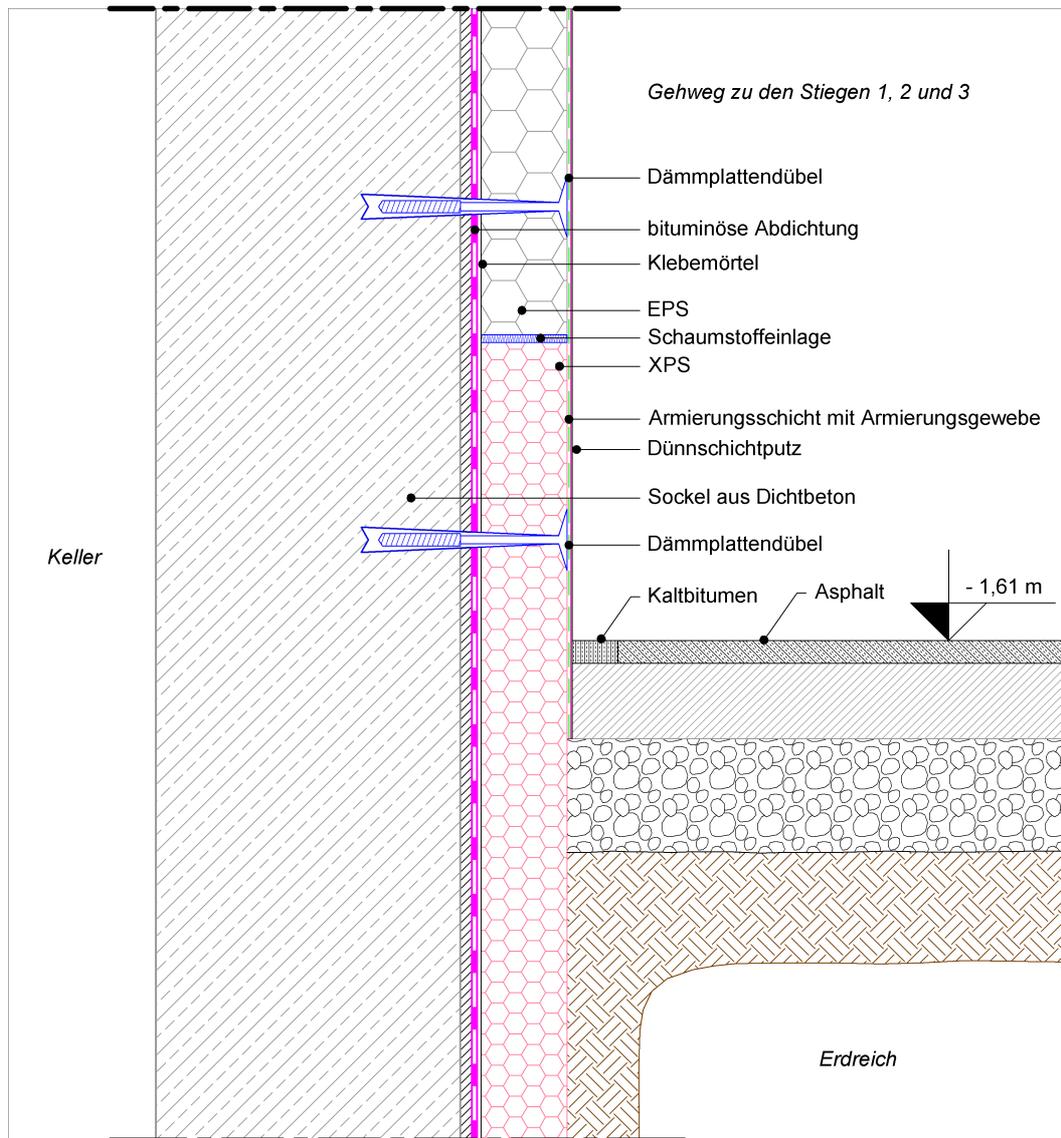


Abbildung 57: Detail L Sockel

Im „Detail L Sockel“ ist der Sockel, das obere Ende der Kellerwand und der Gehweg zu den Stiegen 1, 2 und 3 abgebildet. Der Sockel und die Kellerwand sind ein Bauteil: der untere Teil (Kellerwand) steckt in der Erde, der obere Teil (Sockel) ragt aus der Erde heraus.

Am oberen Ende des Sockels ist eine 12,0 cm starke Dämmplatte aus EPS angebracht. Am unteren Ende des Sockels und an der Kellerwand ist eine 12,0 cm Dämmplatte aus XPS angebracht. Dazwischen wird eine Schaumstoffeinlage eingefügt, da beide Dämmplatten ein unterschiedliches Ausdehnungsverhalten haben. Zudem hat XPS im Vergleich zu EPS eine dichtere Zellstruktur; die kapillare Wasseraufnahme von XPS ist gleich null. Es bietet daher einen optimalen Schutz vor Spritzwasser im Sockelbereich und vor Bodenfeuchte entlang der Kellerwand.

Unter der Dämmung wird entlang des Sockels und der Kellerwand eine bituminöse Abdichtung angebracht. Sie verhindert die Durchfeuchtung des Sockels und der Kellerwand.

An den Anschluss des Sockels an den Gehweg schüttet man eine Schicht Kaltbitumen. Dadurch verhindert man, dass der heiße Asphalt die Dämmplatte aus XPS beschädigt.

7.2.15 Detail M Kellerwand

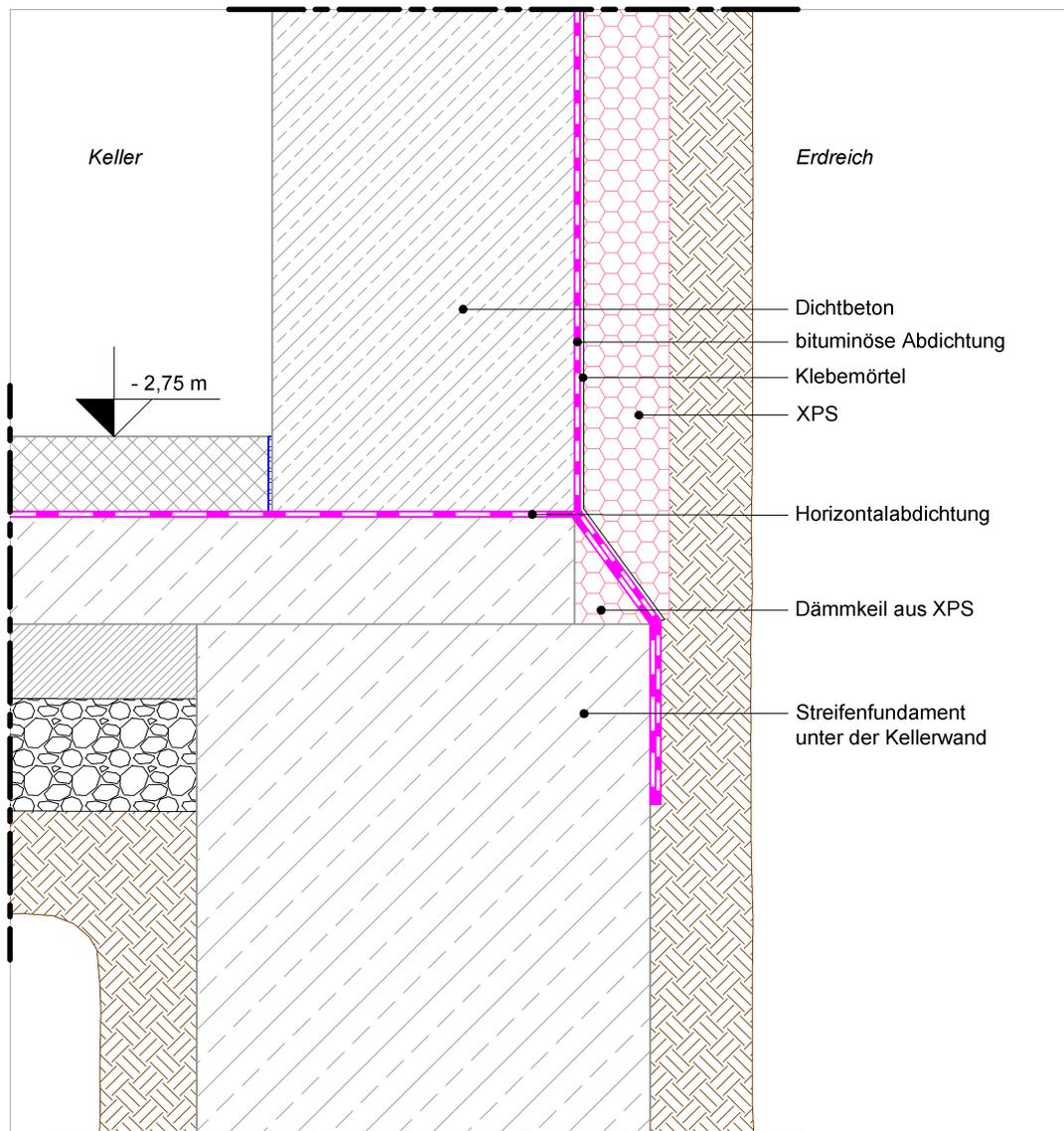


Abbildung 58: Detail M Kellerwand

Im „Detail M Kellerwand“ sind das untere Ende der Kellerwand, der hintere Teil des Fußbodens im Keller und ein Teil des Streifenfundaments unter der Kellerwand abgebildet.

Die Horizontalabdichtung unter dem Estrich verhindert das kapillare Aufsteigen von Bodenfeuchte aus dem Erdreich. Die Kiesschicht unter der Sauberkeitsschicht sorgt für den Kapillarbruch.

Unter der 12,0 cm starken Dämmung aus XPS wird entlang der Kellerwand eine bituminöse Abdichtung angebracht. Sie verhindert die Durchfeuchtung der Kellerwand.

An den Anschluss der Bodenplatte im Keller an das Streifenfundament wird ein Dämmkeil aus XPS angeklebt. Die Horizontaldichtung und die bituminöse Abdichtung werden über den Dämmkeil nach unten gezogen und seitlich ans Streifenfundament geklebt.

Im Keller gibt es keinen Fußbodenbelag und vermutlich auch keine Trittschalldämmung unter dem Estrich. Damit sich der Körperschall nicht fortpflanzt wird zwischen dem Estrich und der Kellerwand ein Trittschalldämmstreifen eingefügt.

7.2.16 Detail N Fußboden Keller

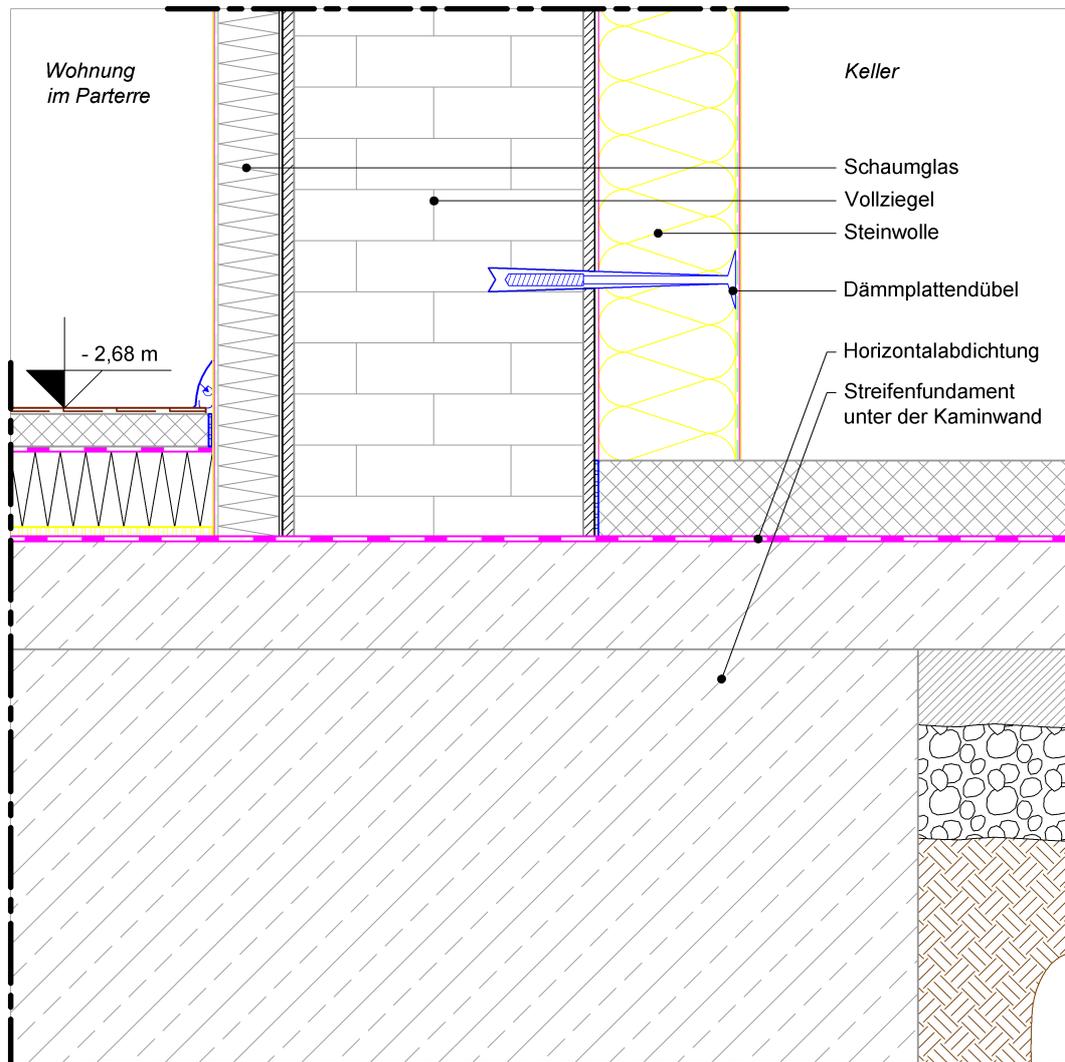


Abbildung 59: Detail N Fußboden Keller

Im „Detail N Fußboden Keller“ sind neben dem Fußboden im Keller und dem Fußboden im Parterre auch das untere Ende der Kaminwand und ein Teil des Streifenfundaments unter der Kaminwand abgebildet.

Die Horizontalabdichtung unter dem Estrich verhindert den kapillaren Aufstieg von Bodenfeuchte aus dem Erdreich. Der Rollschotter unter der Sauberkeitsschicht sorgt für den Kapillarbruch.

Im Keller gibt es keinen Fußbodenbelag und vermutlich auch keine Trittschalldämmung unter dem Estrich. Damit sich der Körperschall nicht fortpflanzt wird zwischen dem Estrich und der Kaminwand ein Trittschalldämmstreifen eingefügt.

Die Kaminwand gehört zur thermischen Gebäudehülle. Sie ist auf der Kellerseite mit einer 18,0 cm starken Wärmedämmung aus Steinwolle verkleidet. Auf der Seite der Wohnungen und Geschäftslokale im Parterre wird sie auf Empfehlung des Bauphysikers mit einer 8,0 cm starken Wärmedämmung aus Schaumglas verkleidet. Diese wird bei der Berechnung des U-Werts allerdings nicht berücksichtigt (siehe Kap. 7.2.12 Detail J Kaminwand). Die Innendämmung soll in erster Linie die Wärmebrücke am Anschluss der Kaminwand an die Bodenplatte entschärfen.

7.2.17 Detail O Fußboden Parterre

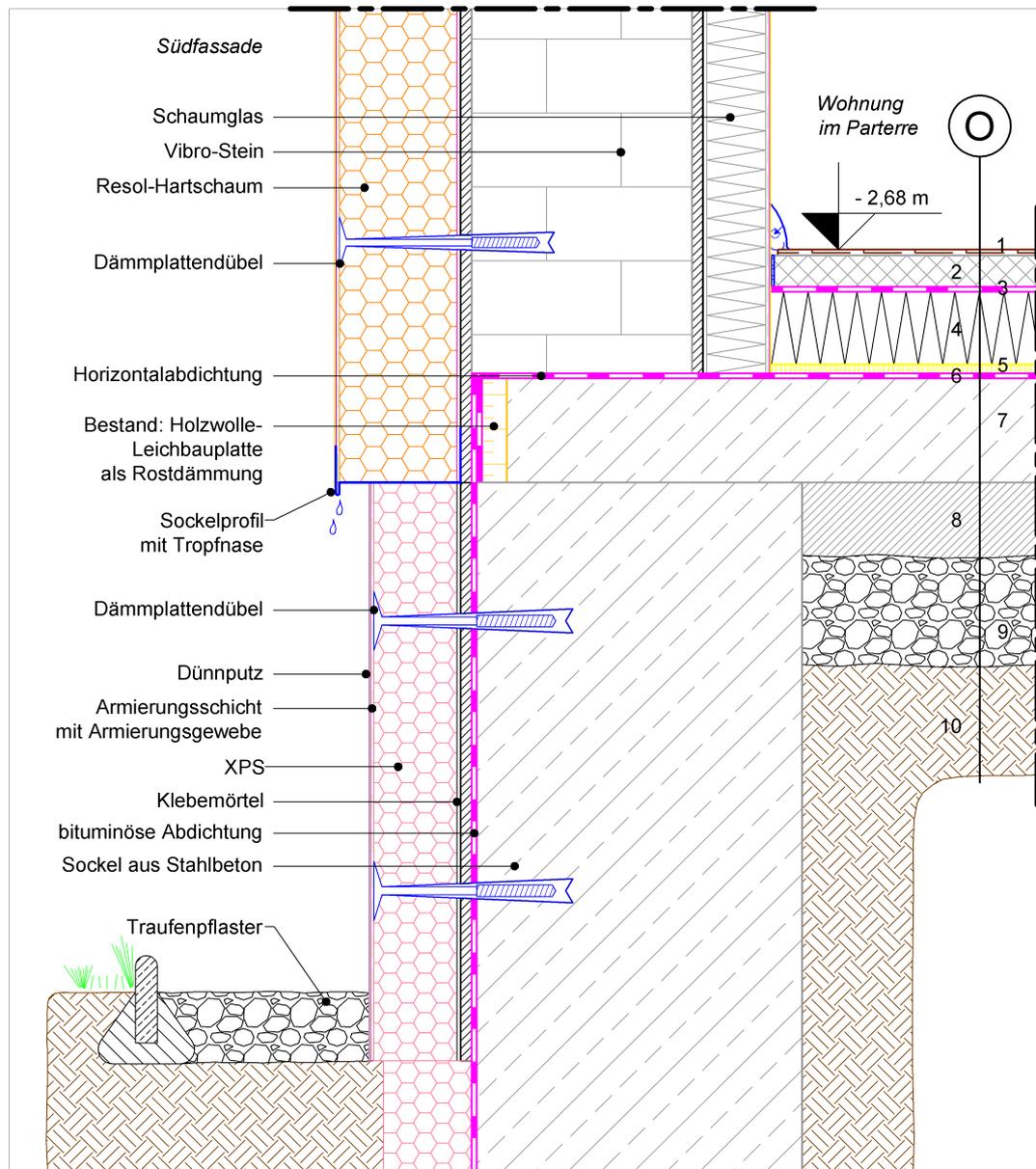


Abbildung 60: Detail O Fußboden Parterre

Im „Detail O Fußboden Parterre“ sind neben dem Fußboden im Parterre auch die südliche Außenwand und der Sockel auf der Südseite abgebildet.

Der *Schnitt O* führt sowohl durch den Fußboden im Parterre als auch durch die an den Fußböden angrenzenden Bauteilschichten. Anfänglich verläuft der *Schnitt O* durch das *Holzklebeparkett* (1), den *Estrich* (2), die *Polyethylenfolie* (3), die *Wärme- und Trittschalldämmung aus EPS* (4) sowie die *Sandschüttung* (5). Die *Wärme- und Trittschalldämmung aus EPS* (4) wird bei den beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* unter dem Estrich des Fußbodens eingezogen. Bei den beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* wird der bestehende Fußboden belassen wie er ist; es gilt die in Kapitel 5.3.4.1 getroffene Annahme für den Aufbau des Fußbodens im Parterre.

Anschließend führt der *Schnitt O* durch die *Horizontalabdichtung* (6) und die *Bodenplatte* (7). Sämtliche bisher aufgeführten Bauteile zählen zur thermischen Gebäudehülle des Wohngebäu-

des. Die nachfolgend aufgeführten Bauteile zählen nicht mehr zur thermischen Gebäudehülle und wurden deshalb bei der Berechnung des U-Werts nicht berücksichtigt.

Der *Schnitt O* führt abschließend durch die an die *Bodenplatte (7)* angrenzenden Schichten: durch die *Sauberkeitsschicht (8)*, durch den *Rollschotter für den Kapillarbruch (9)* und durch die oberste Schicht des anstehenden *Erdreichs (10)*.

Tabelle 7.7: Bauteilschichten des Fußbodens im Parterre

Bauteil-Nr.	Dicke [cm]	Bauteilschichten im Schnitt O	λ [W/mK]
1	0,8	Holzklebeparkett	0,150
2	5,0	Estrich	1,330
3	0,03	Polyethylenfolie	0,230
4	10	Wärme- und Trittschalldämmung aus EPS	0,440
5	1,2	Sandschüttung	0,700
6	0,3	Horizontalabdichtung	0,170
7	15,0	Bodenplatte	2,300
8	10,0	Sauberkeitsschicht	-
9	15,0	Rollschotter für den Kapillarbruch	-
10	-	Erdreich	-

Der **U-Wert des Fußbodens im Parterre** beträgt bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* **0,380 W/m²K**; bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* beträgt der U-Wert des Fußboden im Parterre 0,871 W/m²K (siehe Tab. 6.6).

Die Horizontalabdichtung zwischen der Bodenplatte und der Sandschüttung verhindert den kapillaren Aufstieg von Bodenfeuchte aus dem Erdreich. Die Horizontalabdichtung wird bis ans Kopfende der Bodenplatte geführt und dort über die Holzwolle-Leichtbauplatte nach unten gespannt.

Die bituminöse Abdichtung wird unter dem Verputz den Sockel entlang nach oben gezogen. Am Kopfende der Bodenplatte überlappt sie sich mit der Horizontalabdichtung. Die bituminöse Abdichtung verhindert die Durchfeuchtung des Sockels aus Stahlbeton.

Am Sockel ist eine 12,0 cm starke Dämmung aus extrudiertem Polystyrol (XPS) angebracht. Sie hat zwei Funktionen: Einerseits entschärft sie die Wärmebrücke am Anschluss der Bodenplatte an den Sockel; andererseits verhindert sie die Durchfeuchtung des Sockels, indem sie ihn vor Schlagregen und Spritzwasser schützt.

Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* ist die südliche Außenwand auf der Außenseite mit einer Dämmplatte aus Resol-Hartschaum verkleidet. Sie hat eine Stärke von 16,0 cm und zeichnet sich durch eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit λ von 0,022 W/mK aus. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* ist die südliche Außenwand mit einer 16,0 cm starken Dämmplatte aus expandiertem Polystyrol (EPS) verkleidet. Sie hat eine Wärmeleitfähigkeit von 0,032 W/mK.

Auf Empfehlung des Bauphysikers wird die südliche Außenwand im Parterre auf der Innenseite mit einer 8,0 cm starken Innendämmung aus Schaumglas verkleidet. Diese wird bei der Berechnung des U-Werts der Außenwand allerdings nicht berücksichtigt. Die Innendämmung soll die Wärmebrücke am Anschluss der Bodenplatte an die Außenwand entschärfen.

8 Überblick, Ergebnisse, Interpretation und Ausblick

Im Kapitel 8.1 wird das Ziel der vorliegenden Diplomarbeit vorgestellt. Von zentraler Bedeutung sind die Ergebnisse der Bestandsaufnahme, die Energiekennzahlen für das bestehende Wohngebäude und die vier Sanierungsvarianten sowie die Hochbaudetails für die Anschlüsse der thermische Gebäudehülle, die im Kapitel 8.2 vorgestellt werden. Eine Interpretation der Ergebnisse wird in Kapitel 8.3 geliefert. Abschließend gibt das Kapitel 8.4 eine Empfehlung für die zukünftige Sanierung von Wohngebäuden.

8.1 Überblick

In den folgende drei Kapiteln erfährt der Leser, warum die vorliegende Diplomarbeit verfasst wurde (Motivation), welches Ziel sie verfolgt und welchen Fragen bei der Erstellung dieser Diplomarbeit nachgegangen wurde (Fragestellungen).

8.1.1 Motivation

Eingangs wurde im Kapitel 1.2 das Kyoto-Protokoll erwähnt. Dieses sieht die Senkung der Treibhausgasemission durch die Industriestaaten bis 2012 um zumindest 5,2% gegenüber den Werten von 1990 vor.

Bislang gibt es kein völkerrechtlich verbindliches Nachfolgeabkommen für die Jahre nach 2012. Aus diesem Grunde hat die Europäische Union in ihren Strategien für die kommenden 10 Jahre auch wirksame Maßnahmen für den Klimaschutz beschlossen:

Es ist erklärtes Ziel der 27 EU-Länder, die Emission von Treibhausgasen bis 2020 um 20 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu verringern und 20 Prozent des Energiebedarfs aus erneuerbaren Ressourcen – wie Wasserkraft, Solar- oder Windenergie – zu decken. [Bundeskanzleramt, 2010]

Auch der Gebäudesektor muss seinen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Hier stellt gerade die **Altbaumodernisierung** in Zusammenhang mit einer **energetischen Gebäudesanierung** einen wichtigen Beitrag für die wirkungsvolle Reduktion der Treibhausgasemission dar!

8.1.2 Ziel

Ziel dieser Diplomarbeit war es, ein Sanierungskonzept mit vier Sanierungsvarianten für ein mehrgeschoßiges Wohngebäude der Gemeinde Wien in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) vorzulegen. Das Sanierungskonzept umfasst folgende drei Schwerpunkte:

- Bestandsaufnahme und Berechnung von Energieausweisen für das bestehende Wohngebäude (siehe Kap. 5 Bestandsaufnahme);
- Erarbeitung von vier Sanierungsvarianten und Berechnung von Energieausweisen für die vier Sanierungsvarianten (siehe Kap. 6 Sanierungsvarianten);
- Erarbeitung von Hochbaudetails für die thermische Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes sowie Annahme von günstigen Kennwerten für die Fenstersanierung (siehe Kap. 7 Bautechnische Details und Kap. 6 Sanierungsvarianten).

8.1.3 Fragestellungen

Bei der Erstellung des Sanierungskonzepts für das mehrgeschoßige Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) ergaben sich mehrere wichtige Fragen, die im folgenden Kapitel 8.2 beantwortet werden.

Die Fragen zum Schwerpunkt „Bestandsaufnahme und Berechnung von Energieausweisen für das bestehende Wohngebäude“ lauten im Einzelnen:

- Wie sieht der genaue Aufbau der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes aus?
- Welchen U-Wert weisen die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes auf?
- Welchen U-Wert bzw. welchen g-Wert weisen die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes auf?
- Welchen Energiebedarf (Heizwärmebedarf HWB und Heizenergiebedarf HEB) weist das bestehende Wohngebäude auf?
- Wie hoch ist die Treibhausgasemission des bestehenden Wohngebäudes?
- Mit welchem Energieträger wird die zukünftige Energieversorgung sichergestellt?
- Kann im Rahmen der bestehenden Bauklasse ein Dachgeschoß errichtet werden und wie viele Wohneinheiten entstehen im neuen Dachgeschoß?

Die Fragen zum Schwerpunkt „Erarbeitung von vier Sanierungsvarianten und Berechnung von Energieausweisen für die vier Sanierungsvarianten“ lauten im Einzelnen:

- Welche Sanierungsvarianten können unter Berücksichtigung der geltenden rechtlichen und normativen Rahmenbedingungen sinnvoll umgesetzt werden?
- Welche Sanierungsmaßnahmen sind für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sinnvoll?
- Mit welchen Passivhauskomponenten sind die vier Sanierungsvarianten ausgestattet?
- Welchen U-Wert weisen die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei den vier Sanierungsvarianten auf?
- Welchen U-Wert bzw. welchen g-Wert weisen die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle bei den vier Sanierungsvarianten auf?
- Welchen Energiebedarf (Heizwärmebedarf HWB und Heizenergiebedarf HEB) weisen die vier Sanierungsvarianten auf?
- Wie hoch ist die Energieeinsparung (Energieeffizienz) bei den vier Sanierungsvarianten und welchen Beitrag zum Klimaschutz (Reduktion der Treibhausgasemission) leisten die vier Sanierungsvarianten?
- Welche Kesselleistung Q_k ist für den neuen Brennwertkessel bei den einzelnen Sanierungsvarianten erforderlich?
- Wie groß muss die Aperturfläche A der thermischen Solaranlage sein?

Die Fragen zum Schwerpunkt „Erarbeitung von Hochbaudetails für die thermische Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes sowie Annahme von günstigen Kennwerten für die Fenster-sanierung.“ lauten:

- Wie sehen die Hochbaudetails für die wichtigsten Anschlüsse an die thermische Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes aus?
- Eignen sich die sanierten Fenster als Sonnenfenster?

Die hellblau hinterlegten Fragen zum U-Wert und zum g-Wert, zum Energiebedarf, zur Energieeffizienz sowie zur Reduktion der Treibhausgasemission werden in Kapitel 8.2.4 beantwortet.

8.2 Ergebnisse

Im Kapitel 8.2 werden die oben angeführten Fragen zu den drei Schwerpunkten des Sanierungskonzepts für das mehrgeschoßige Wohngebäude in der Hütteldorfer Straße 252 (Stiege 1, 2 und 3) der Reihe nach beantwortet. Die in Kapitel 8.1.3 hellblau hinterlegten Fragen zum U-Wert und zum g-Wert, zum Energiebedarf, zur Energieeffizienz sowie zur Reduktion der Treibhausgasemission werden in Kapitel 8.2.4 beantwortet.

8.2.1 Schwerpunkt Bestandsaufnahme

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wurde eine umfangreiche Recherche zu den Gebäudeteilen der thermischen Gebäudehülle des Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3 durchgeführt. Am 20. März 2009 wurde zudem eine Gebäudebegehung durchgeführt, bei der das Parterre, das Kellergeschoß und der Dachboden in Augenschein genommen wurden. Außerdem wurden die beiden Fragen geklärt, ob innerhalb der bestehenden Bauklasse ein Dachgeschoß errichtet werden darf und mit welchem Energieträger die zukünftige Energieversorgung sichergestellt wird.

8.2.1.1 Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle

Die Recherche zu den Gebäudeteilen der thermischen Gebäudehülle sowie die Gebäudebegehung des bestehenden Wohngebäudes waren notwendig, um den genauen Aufbau der Gebäudeteile zu ermitteln. Nur so konnten plausible Annahmen bei der Berechnung der exakten U-Werte der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle getroffen werden. In den nächsten Absätzen werden beispielhaft die Ergebnisse der Bauteilrecherche und der Gebäudebegehung für die Mauersteine der Außenwand, die oberste Geschoßdecke und die Fenster präsentiert:

- Von großer Bedeutung war die genaue Annahme für die Wärmeleitfähigkeit λ der sogenannten Vibro-Steine, der Mauersteine aus welchen die Außenwand errichtet wurde. Auf Empfehlung von Dr. Christian Pöhn [Pöhn, 2009] wurde der Wert $\lambda=0,039$ W/mK gewählt. Dadurch konnte ein exakter U-Wert für die Außenwand des bestehenden Wohngebäudes errechnet werden, die einen Großteil der thermischen Gebäudehülle ausmacht.
- Bei der Gebäudebegehung wurde auch der Dachboden in Augenschein genommen. Es konnte festgestellt werden, dass auf der obersten Geschoßdecke eine 10 cm starke Mineralwollschicht verlegt wurde, auf welche 3,5 cm starke Holzwolle-Leichtbauplatten gelegt wurden (siehe Abb. 61 auf der nächsten Seite). Bei der exakten Berechnung des U-Werts der obersten Geschoßdecke wurden sowohl die Wärmedämmung aus Mineralwolle als auch die Holzwolle-Leichtbauplatten berücksichtigt.
- Bei der Gebäudebegehung wurde festgestellt, dass es sich bei sämtlichen Fenstern - mit Ausnahme der Stiegenhausfenster - um Verbundfenster handelt. Die Verglasung der Fensterflügel besteht laut Übergabe-Aufnahmeschrift [Gemeinde Wien, 1971] aus Bauglas (4/4). Mit diesen Informationen konnte der exakte U-Wert der Verbundfenster berechnet werden.



Abbildung 61: oberste Geschößdecke mit Wärmedämmung und Holzwolle-Leichtbauplatten

8.2.1.2 Energieversorgung

Das Fernwärmenetz wird in der Umgebung der Hütteldorfer Straße 252 laut derzeitigem Stand der Dinge (April 2010) nicht ausgebaut. Deshalb wird die Versorgung des sanierten Wohngebäudes mit Fernwärme ausgeschlossen. Weil bereits das bestehende Wohngebäude (in Tab. 8.1 „Bestand“) mit Gas versorgt wird, wird der Energieträger Gas auch in Zukunft für die kombinierte Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW) herangezogen.

Die Sonnenenergie wird zur Warmwasserbereitung in den Sommermonaten und in der Übergangszeit genutzt. Die Bezeichnung „Solarthermie“ in Tabelle 8.1 steht für den Energieträger Sonnenenergie. In der Tabelle 8.1 werden folgende Abkürzungen für die vier Sanierungsvarianten verwendet:

<i>NEH</i>	<i>Niedrigenergiehaus</i>
<i>NEH mit DG</i>	<i>Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß</i>
<i>PH</i>	<i>Passivhaus</i>
<i>PH mit DG</i>	<i>Passivhaus mit Dachgeschoß</i>

Tabelle 8.1: Energieversorgung

Bestand / Sanierungsvariante	Bestand	NEH / NEH mit DG	PH / PH mit DG
Energieversorgung	Gas	Gas u. Solarthermie	Gas u. Solarthermie

8.2.1.3 Wohneinheiten im Dachgeschoß

Durch den Zubau des Dachgeschoßes beim bestehenden Wohngebäude werden zusätzliche Wohneinheiten geschaffen. Außerdem stellt der Zubau des Dachgeschoßes eine interessante Sanierungsmaßnahme im Rahmen der Altbaumodernisierung dar. Vor der Planung des Dachgeschoßes stellte sich also die Frage, ob ein solches innerhalb der bestehenden Bauklasse errichtet werden darf. Durch Anfertigung eines Gebäudeschnittes konnte diese Frage eindeutig mit ja beantwortet werden (siehe Abb. 19).

Der Zubau des Dachgeschoßes wurde für die beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* geplant. Vor seiner Errichtung muss das bestehende Satteldach abgetragen werden. Anschließend können die Außenwände, welche aus vorgefertigten Holzleichtbauelementen bestehen und Passivhausstandard aufweisen, aufgestellt werden. Es entsteht ein neues Dachgeschoß mit Pultdach, welches nach Norden geneigt ist. Das Dachgeschoß wird bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* genau gleich ausgeführt.

Insgesamt entstehen im Dachgeschoß sechs neue Wohnungen, die sich gleichmäßig auf die Stiegen 1, 2 und 3 verteilen. Das bedeutet, dass auf jeder Stiege zwei neue Wohnungen entstehen. Dadurch steigt die Anzahl der Wohneinheiten im Wohngebäude von 33 auf 39 an. In der unten stehenden Tabelle 8.2 wird die Nettogrundrissfläche aller sechs Wohneinheiten (WE) aufgeschlüsselt. Dabei wird die Fläche aller Räume sowie der jeweilige Anteil an der Fläche der Dachterrasse berücksichtigt.

Tabelle 8.2: Nettogrundrissfläche der Wohneinheiten (WE) im Dachgeschoß

Stiege	Stiege 1		Stiege 2		Stiege 3	
	WE 1	WE 2	WE 3	WE 4	WE 5	WE 6
Wohnzimmer	28,13	27,44	17,78	17,30	16,14	22,45
Schlafzimmer	12,57	12,57	12,57	12,57	12,57	12,57
Kinderzimmer	11,39	8,84	-	-	-	8,49
Küche	8,92	7,60	8,92	8,13	9,57	11,47
Bad	9,00	8,72	9,32	8,37	8,37	8,25
WC	2,45	2,58	3,11	2,73	2,94	2,45
Vorraum	6,84	6,97	4,32	3,45	4,08	8,02
Gang	7,99	8,29	4,53	4,96	5,13	7,52
Abstellraum	2,85	1,59	2,86	2,10	3,46	1,47
Wohneinheit [m²]	90,14	84,60	63,41	59,61	62,26	82,69
Dachterrasse	27,29	25,41	18,14	17,3	17,48	23,2
Σ Flächen [m²]	117,43	110,01	81,55	76,91	79,74	105,89

In den folgenden Abbildungen 62, 63 und 64 sind die Grundrisse der 6 Wohneinheiten im Dachgeschoß dargestellt. Die einzelnen Räume (Wohnzimmer, Schlafzimmer, etc.) sind beschriftet; die Nettogrundrissfläche aller Räume sowie der jeweilige Anteil an der Fläche der Dachterrasse wird angegeben. Bei den Fensterabmessungen handelt es sich um Lichtmaße.

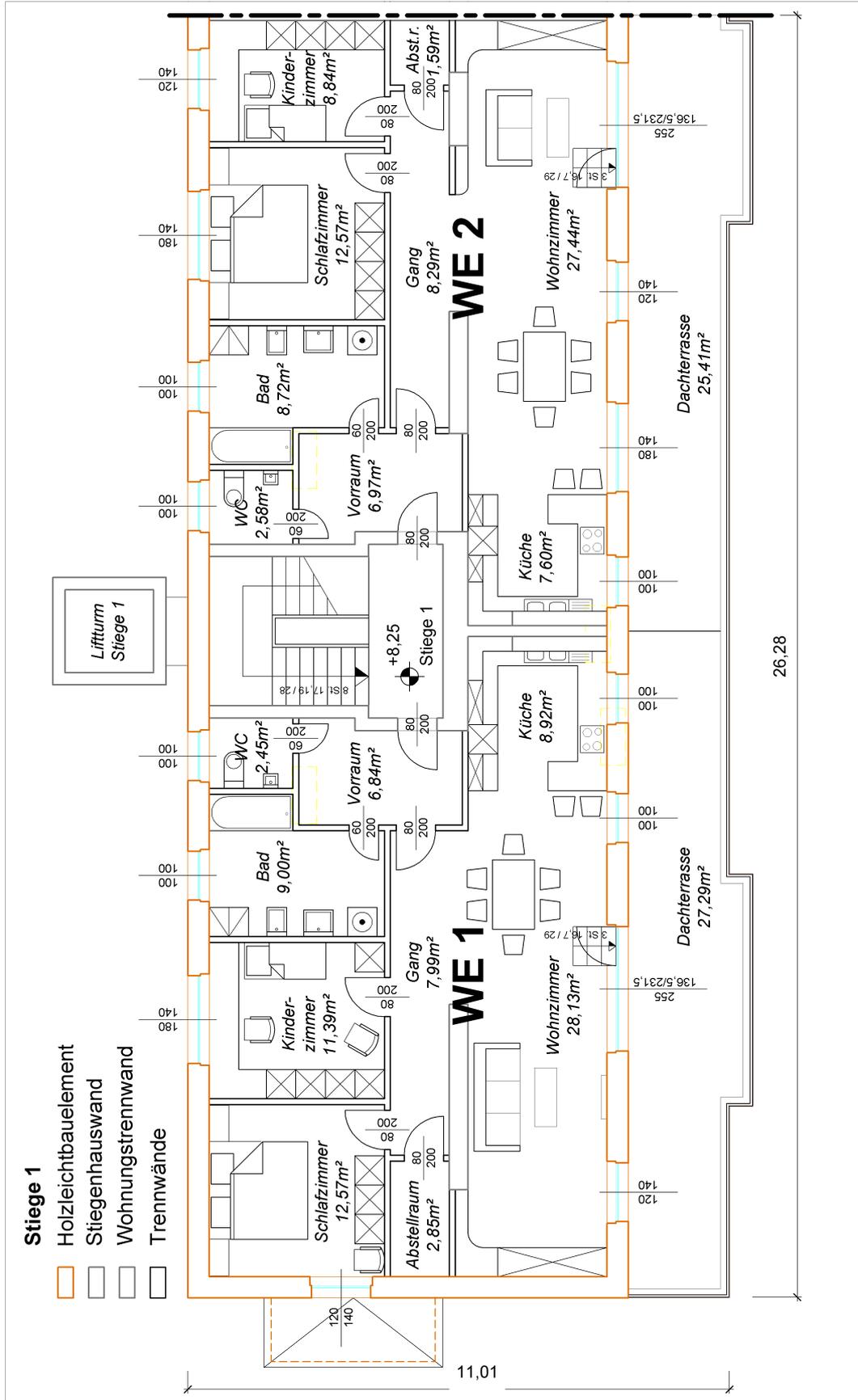


Abbildung 62: Dachgeschoß, Stiege 1, Wohneinheiten WE 1 und WE 2 (M 1:125)

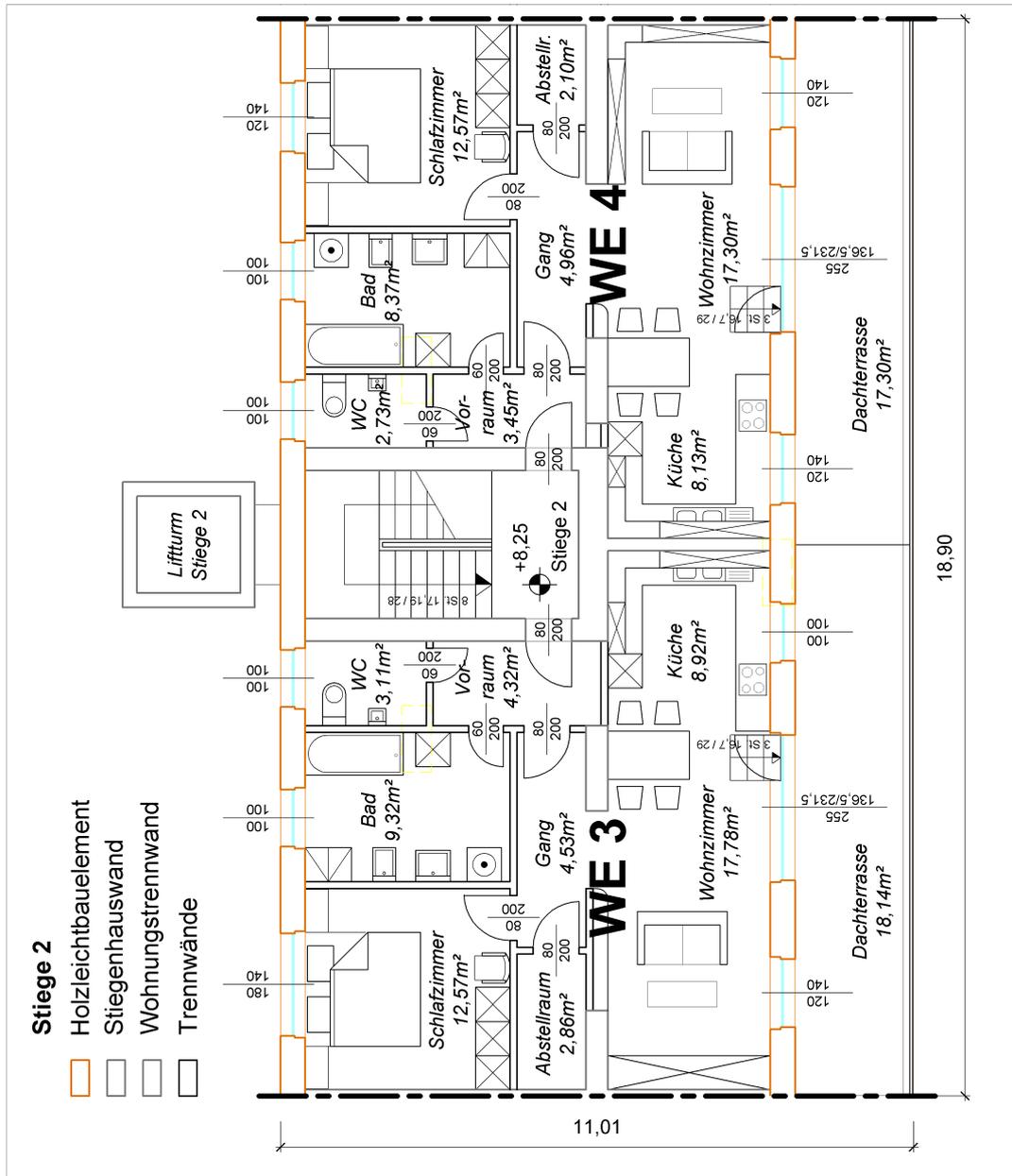


Abbildung 63: Dachgeschoss, Stiege 2, Wohneinheiten WE 3 und WE 4 (M 1:125)

8.2.2 Schwerpunkt Sanierungsvarianten

Zunächst werden die vier erarbeiteten Sanierungsvarianten vorgestellt. Anhand der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß* werden die Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile und die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle, den Lift sowie die Haustechnik aufgezeigt. Dann wird ein Blick auf die eingesetzten Passivhauskomponenten geworfen. Abschließend wird auf den Brennwertkessel und die thermische Solaranlage eingegangen.

8.2.2.1 Sanierungsvarianten

Nach eingehendem Studium der rechtlichen und normativen Rahmenbedingungen - insbesondere des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes WWFSG sowie der ÖNORM B 8110 Teil 1- wurden insgesamt vier Sanierungsvarianten erarbeitet:

- Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus (NEH)*
- Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)*
- Sanierungsvariante *Passivhaus (PH)*
- Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG)*

8.2.2.2 Sanierungsmaßnahmen

Bei den vier Sanierungsvarianten für das bestehende Wohngebäude wurden verschiedene Sanierungsmaßnahmen ergriffen: Der Großteil ist der energetischen Gebäudesanierung zuzuordnen, einige der Altbaumodernisierung. In den unten stehenden Tabellen 8.3, 8.4 und 8.5 werden beispielhaft sämtliche Sanierungsmaßnahmen für die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß* aufgelistet. Ein „x“ ordnet die jeweilige Sanierungsmaßnahme entweder der energetischen Gebäudesanierung oder der Altbaumodernisierung zu.

Tabelle 8.3: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

Gebäudeteile der therm. Gebäudeh.	Sanierungsmaßnahmen	Energet. Gebäudesan.	Altbaumodernisierung
Dachterrasse	Expandiertes Polystyrol Stärke: 40 cm $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$	x	-
Außenwand	Resol-Hartschaum Stärke: 16 cm $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$	x	-
Kaminwand	Steinwolle Stärke: 18 cm $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$	x	-
Kellerdecke	Glaswolle Stärke: 16 cm $\lambda = 0,033 \text{ W/mK}$	x	-
Kragplatte Loggia u. Balkon (EG)	Resol-Hartschaum Stärke: 16 cm $\lambda = 0,022 \text{ W/mK}$	x	-
Fußboden im Parterre	Expandiertes Polystyrol Stärke: 10 cm $\lambda = 0,044 \text{ W/mK}$	x	-
Loggien und Balkon	Einhausung	-	x
Dachgeschoß	Zubau	-	x

Tabelle 8.4: Sanierungsmaßnahmen für die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoss*

transparente Bauteile der therm. Gebäudeh.	Sanierungsmaßnahmen	Energet. Gebäudesan.	Altbaumodernisierung
Fenster, Türen (S-, N- und W-Fassade)	Dreischeibenwärmeschutzverglasung U _g -Wert: 0,60 W/m ² K g-Wert: 50%	x	-

Die unten stehende Abbildung 65 zeigt ein 3d-Modell der thermischen Gebäudehülle der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoss*. Die wichtigsten Sanierungsmaßnahmen, welche sich auf die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle beziehen, sind in Abbildung 65 schriftlich gekennzeichnet.

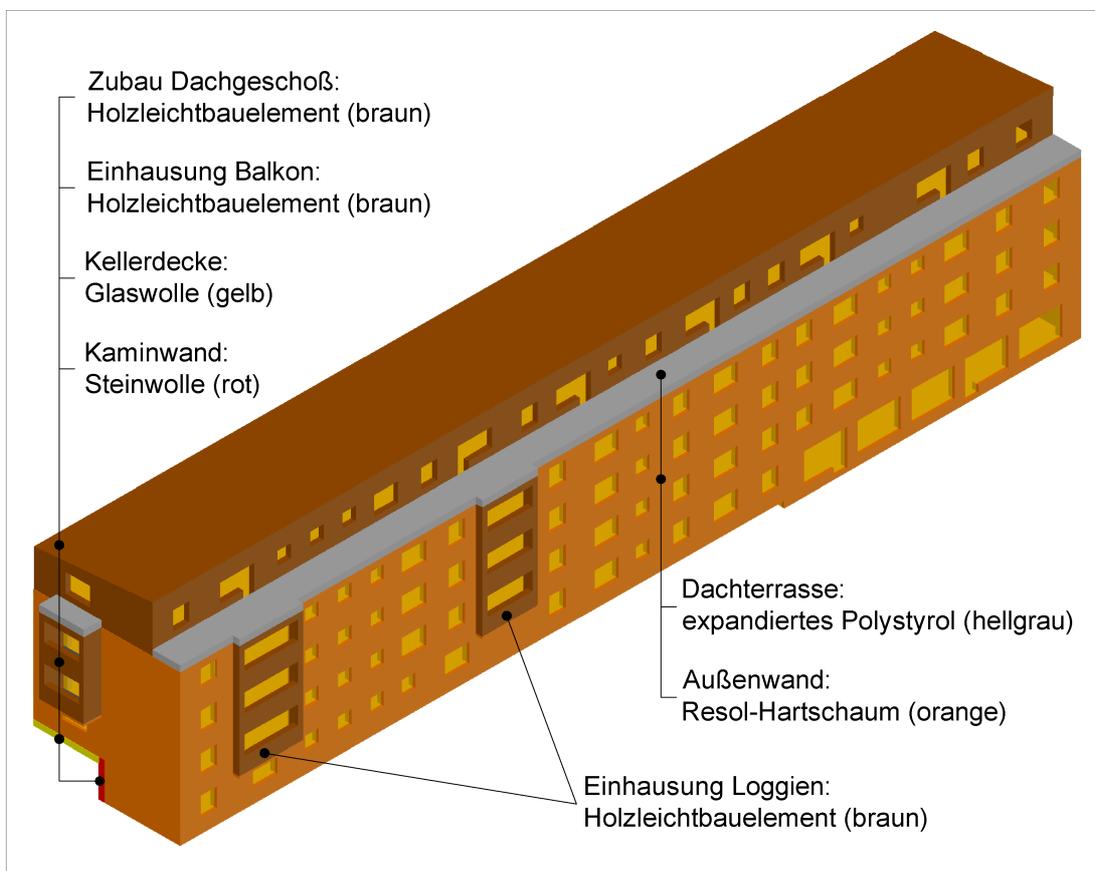


Abbildung 65: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoss* (Ansicht Südwest, M 1:400)

In der unten stehenden Tabelle 8.5 werden die Sanierungsmaßnahmen für die Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*, welche sich auf die Haustechnik und den Lift beziehen, aufgelistet.

Tabelle 8.5: Sanierungsmaßnahmen für die Haustechnik und den Lift bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

Haustechnik / Lift	Sanierungsmaßnahmen	Energet. Gebäudesan.	Altbaumodernisierung
Lüftung	kontrollierte Wohnraumlüftung: 85% Wärmebereitstellungsgrad $n_{50} < 0,6$ 1/h	x	-
Wärmebereitstellung	Brennwertkessel	x	-
Sonnenenergienutzung	thermische Solaranlage: 200 m ²	x	-
Lift	Einbau eines Lifts	-	x

8.2.2.3 Passivhauskomponenten

Die vorliegende Diplomarbeit trägt den Titel „Sanierung eines Wiener Wohngebäudes mit Passivhauskomponenten“. Bisher wurden bloß die Sanierungsmaßnahmen für die thermisch-energetische Gebäudesanierung aufgezeigt. Welche Bauweisen und Baukomponenten auch beim Neubau von Passivhäusern eingesetzt werden und somit als Passivhauskomponenten gelten, wurde bisher nicht erwähnt. In Tabelle 8.6 sind die bei den verschiedenen Sanierungsvarianten vorkommenden Passivhauskomponenten durch ein „x“ gekennzeichnet; es werden die üblichen Abkürzungen verwendet:

<i>NEH</i>	<i>Niedrigenergiehaus</i>
<i>NEH mit DG</i>	<i>Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß</i>
<i>PH</i>	<i>Passivhaus</i>
<i>PH mit DG</i>	<i>Passivhaus mit Dachgeschoß</i>

Tabelle 8.6: Passivhauskomponenten bei den vier Sanierungsvarianten

Passivhauskomponenten bei den vier Sanierungsvarianten	<i>NEH / NEH mit DG</i>	<i>PH / PH mit DG</i>
verstärkte Wärmedämmung der thermischen Gebäudehülle	x	x
Fenster mit Passivhausstandard	-	x
kontrollierte Wohnraumlüftung	-	x
Brennwertkessel	x	x
thermische Solaranlage	x	x

8.2.2.4 Brennwertkessel und thermische Solaranlage

Die alten Gasetagenheizungen werden gegen einen modernen Brennwertkessel zur kombinierten Wärmebereitstellung für Raumheizung (RH) und Warmwasser (WW) ausgetauscht. Zusätzlich wird bei allen vier Sanierungsvarianten eine thermische Solaranlage installiert, welche auf einen Deckungsgrad von 70% des Warmwasserwärmebedarfs ausgelegt wird.

Die Sonnenkollektoren der thermischen Solaranlage werden bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus (NEH)* und *Passivhaus (PH)* auf der südseitigen Dachfläche des Satteldaches installiert. Die Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß (NEH mit DG)* und

Passivhaus mit Dachgeschoß (PH mit DG) haben ein nach Norden geneigtes Pultdach (siehe Abb. 66). Darauf wird eine Ständerkonstruktion errichtet, auf der die Sonnenkollektoren montiert werden. In Tabelle 8.7 ist die Kesselleistung Q_k des Brennwertkessels und die Aperturfläche A der thermischen Solaranlage für die vier Sanierungsvarianten aufgelistet.

Tabelle 8.7: Kesselleistung Q_k und Aperturfläche A bei den vier Sanierungsvarianten

Sanierungsvariante	Gewählte Kesselleistung Q_k	Aperturfläche A
<i>NEH</i>	80 kW	200 m²
<i>PH</i>	80 kW	200 m²
<i>NEH mit DG</i>	90 kW	200 m²
<i>PH mit DG</i>	90 kW	200 m²

Sämtliche Hochbaudetails - mit Ausnahme von Detail L und Detail M - sind wichtige Anschlüsse an die thermische Gebäudehülle des sanierten Wohngebäudes.

Der Gebäudeschnitt verläuft durch die eingehausten Loggien auf Stiege 1. Das Parapet bei den Loggien wird im Zuge der Gebäudesanierung abgebrochen; der Abbruch ist in der Abbildung 66 strichliert eingezeichnet.

Insgesamt sind 15 Hochbaudetails im oben dargestellten Gebäudeschnitt der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß* markiert. Für die beiden Details G und I wurde zusätzlich je ein Horizontalschnitt 1,50 m über der Fußbodenoberkante angefertigt, in dem die Fensterleibung dargestellt ist. Aus diesem Grunde sind in der unten stehenden Liste insgesamt 17 Hochbaudetails angeführt:

1. Detail A Dachhaut
2. Detail B Holzleichtbauelement
3. Detail C Außenwand
4. Detail D Stiege zur Dachterrasse
5. Detail E Dachterrasse
6. Detail F Holzleichtbauelement Sturz
7. Detail G-L Holzleichtbauelement Leibung
8. Detail G-P Holzleichtbauelement Parapet
9. Detail H Außenwand Sturz
10. Detail I-L Außenwand Leibung
11. Detail I-P Außenwand Parapet
12. Detail J Kaminwand
13. Detail K Kellerdecke
14. Detail L Sockel
15. Detail M Kellerwand
16. Detail N Fußboden Keller
17. Detail O Fußboden Parterre

Sämtliche Hochbaudetails wurden in Zusammenarbeit mit dem Architekten Friedrich Mühling erstellt. Der Architekt hat insbesondere den Bauteil Aufbau des Holzleichtbauelements, aus dem der Zubau im Dachgeschoß und die Einhausung der Loggien errichtet werden, festgelegt. Auch bei der Planung des relativ komplizierten Hochbaudetails „Detail E Dachterrasse“ war er maßgeblich beteiligt. Der Bauphysiker Wilfried Hofbauer hat die Hochbaudetails auf ihre bauphysikalische Funktionstauglichkeit hin überprüft. Zudem hat er geeignete Wärmedämmstoffe für die verschiedenen Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle ausgewählt.

An dieser Stelle soll das „Detail C Außenwand“, welches in Abbildung 67 auf der folgenden Seite dargestellt ist, genauer unter die Lupe genommen werden. Bei diesem Hochbaudetail handelt es sich um einen wichtigen Anschluss an die thermische Gebäudehülle, da hier zwei verschiedene Gebäudeteile zusammentreffen: die nördliche Außenwand aus Vibro-Steinen, die mit einer 16,0 cm starken Wärmedämmplatte verkleidet ist und die nördliche Wand des Dachgeschoßes, welche aus vorgefertigten Holzleichtbauelementen besteht. Außerdem eignet sich das „Detail C Außenwand“, um folgende Frage zu klären: Ist eine Baubewilligung erforderlich,

wenn im Rahmen einer Gebäudesanierung eine Wärmedämmung an der Außenwand angebracht wird, die eine Stärke von 16,0 cm überschreitet?

Der *Schnitt C* in Abbildung 67 führt durch die nördliche Außenwand des zweiten Obergeschoßes. Zunächst wird der *Leichtputz* (1) geschnitten, anschließend die erste Schicht *Klebespachtel* (2), in welche ein *Armierungsnetz* (2) eingearbeitet ist. Darauf führt der *Schnitt C* durch die 16,0 cm starke Dämmplatte. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um eine Dämmplatte aus expandiertem Polystyrol. Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um eine *Dämmplatte aus Resol-Hartschaum* (3) (siehe Abb. 67). Diese zeichnet sich durch die geringe Wärmeleitfähigkeit von $0,022 \text{ W/m}^2\text{K}$ aus. Die Dämmplatten aus Resol-Hartschaum werden mit *Klebespachtel* (4) an die bestehende Fassade geklebt. Im *Schnitt C* wird nach der Dämmplatte der bestehende *Außenputz* (5) geschnitten. Darauf wird die Außenwand aus *Vibro-Steinen* (6) geschnitten. Zum Schluss geht der *Schnitt C* durch den *Kalkputz* (7), mit welchem die Innenseite der Außenwand verputzt ist.

Der U-Wert der Außenwand beträgt bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* $0,121 \text{ W/m}^2\text{K}$; bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* beträgt der U-Wert $0,167 \text{ W/m}^2\text{K}$ (siehe Tab. 8.10). Die Vergrößerung

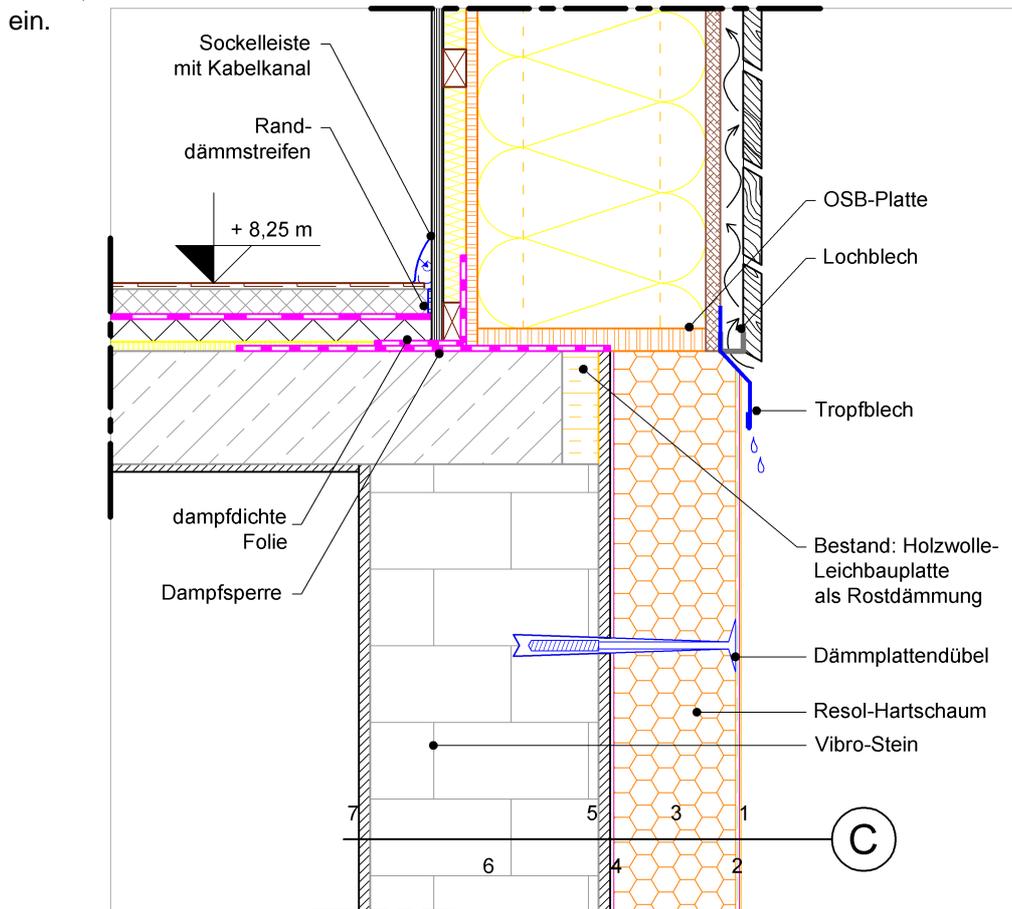


Abbildung 67: Detail C Außenwand, Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

Die Außenwand ist mit einem neuen Wärmedämmstoff aus Resol-Hartschaum verkleidet, welcher Teil eines Wärmedämmverbundsystems ist. Es setzt sich aus folgenden Teilen zusammen: dem Dünnputz, der Klebespachtel mit dem Armierungsnetz, den Dübeln und der Wärmedämmplatte aus Resol-Hartschaum.

Das Wärmedämmverbundsystem hat eine Stärke von 17,2 cm (siehe Tab. 7.3) und ragt über die Baufuchtlinie des bestehenden Wohngebäudes hinaus (siehe Abb. 7). Wird im Rahmen einer Gebäudesanierung eine Wärmedämmung an der Außenwand angebracht, die eine Stärke von 16,0 cm überschreitet, so ist eine Baubewilligung erforderlich. Ragt die Wärmedämmung zusätzlich über Baulinien oder Baufuchtlinien, so ist eine Ausnahmegenehmigung gemäß § 69 der Bauordnung für Wien zu erwirken. [Zimmermann, 2009]

8.2.3.2 Sonnenfenster

Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll auch die Frage geklärt werden, ob sich die bei den vier Sanierungsvarianten eingesetzten Holz-Aluminium-Fenster als Sonnenfenster eignen. Ob sich ein Fenster tatsächlich als Sonnenfenster eignet, hängt von der Verglasung ab und lässt sich mit dem äquivalenten U-Wert U_{eq} abschätzen:

Der äquivalente U-Wert U_{eq} (U_{eq} -Wert, Einheit: W/m^2K) wird für die energetische Bewertung eines Fensters herangezogen. Er gibt die Differenz zwischen Transmissionswärmeverlust und Energiegewinn während einer Heizsaison an. Dieser Wert ist nur für erste grobe Berechnungen zulässig; es wird zu wenig Rücksicht auf die genaue Lage und die davon abhängigen Faktoren genommen. [Treberspurg, 1999]

Der äquivalente U-Wert U_{eq} soll möglichst niedrig sein, denn ein positiver Wert bedeutet Energieverlust, während ein negativer Wert einen Energiegewinn anzeigt. Den äquivalente U-Wert U_{eq} einer Verglasung berechnet man mit folgender Formel [Treberspurg, 1999]:

$$U_{eq} = U_g - S_f \times g$$

U_g U-Wert der Verglasung

S_f Strahlungsgewinnfaktor, hängt z.B. von der Himmelsrichtung ab

Nord: $S_f = 0,95$

West, Ost $S_f = 1,65$

Süd: $S_f = 2,40$

g Gesamtenergiedurchlassgrad

Bei einer Verglasung, die die besten Eigenschaften für Sonnenfenster aufweist, sollte der U_g -Wert möglichst niedrig und der g -Wert möglichst hoch sein, wodurch sich in Abhängigkeit von der Orientierung ein möglichst großer, negativer U_{eq} -Wert ergibt. [Treberspurg, 1999]

Beschattung und Verschmutzung der Fenster werden in obiger Formel nicht berücksichtigt. Fensterrahmen und Einbausituation bleiben ebenfalls unberücksichtigt.

In der Tabelle 8.8 sind die U_{eq} -Werte für alle Fenster der Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* aufgelistet. Die Orientierung der Fenster wird durch den Strahlungsgewinnfaktor S_f berücksichtigt. Sobald der U_{eq} -Wert negativ ist spricht man von einem Sonnenfenster, da durch die Verglasung mehr Energie gewonnen wird als durch Transmission verloren geht. Die Fenster auf der Südseite eignen sich als Sonnenfenster; die Fenster auf der Nord- und der Westseite eignen sich nicht als Sonnenfenster.

In der Tabelle 8.9 sind die U_{eq} -Werte für alle Fenster der Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* aufgelistet. Die Orientierung der Fenster wird durch den Strahlungsgewinnfaktor S_f berücksichtigt. Sobald der U_{eq} -Wert negativ ist spricht man von einem Sonnenfenster, da durch die Verglasung mehr Energie gewonnen wird als durch Transmission verloren geht. Die Fenster auf der Südseite und auf der Westseite eignen sich als Sonnenfenster; die Fenster auf der Nordseite eignen sich nicht als Sonnenfenster.

Tabelle 8.8: U_{eq} -Werte bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*

Südseite	U_g [W/m²K]	S_f Süd [-]	g [%]	U_{eq} [W/m²K]
Fenstertyp A	1,1	2,40	63	-0,41
Fenstertyp B	1,1	2,40	63	-0,41
Fenstertyp C	1,1	2,40	63	-0,41
Fenstertyp D	1,1	2,40	63	-0,41
Fenstertyp F	1,1	2,40	63	-0,41
Fenstertyp G	1,1	2,40	63	-0,41
Türtyp B1 *)	1,1	2,40	63	-0,41
Nordseite	U_g [W/m²K]	S_f Nord [-]	g [%]	U_{eq} [W/m²K]
Fenstertyp A	1,1	0,95	63	0,50
Fenstertyp B	1,1	0,95	63	0,50
Fenstertyp C	1,1	0,95	63	0,50
Fenstertyp E	1,1	0,95	63	0,50
Westseite	U_g [W/m²K]	S_f West [-]	g [%]	U_{eq} [W/m²K]
Fenstertyp B	1,1	1,65	63	0,06
Fenstertyp D	1,1	1,65	63	0,06

*) Fenstertür zur Dachterrasse bei der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß*

Tabelle 8.9: U_{eq} -Werte bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß*

Südseite	U_g [W/m²K]	S_f Süd [-]	g [%]	U_{eq} [W/m²K]
Fenstertyp A	0,60	2,40	50	-0,60
Fenstertyp B	0,60	2,40	50	-0,60
Fenstertyp C	0,60	2,40	50	-0,60
Fenstertyp D	0,60	2,40	50	-0,60
Fenstertyp F	0,60	2,40	50	-0,60
Fenstertyp G	0,60	2,40	50	-0,60
Türtyp B1 *)	0,60	2,40	50	-0,60
Nordseite	U_g [W/m²K]	S_f Nord [-]	g [%]	U_{eq} [W/m²K]
Fenstertyp A	0,60	0,95	50	0,13
Fenstertyp B	0,60	0,95	50	0,13
Fenstertyp C	0,60	0,95	50	0,13
Fenstertyp E	0,60	0,95	50	0,13
Westseite	U_g [W/m²K]	S_f West [-]	g [%]	U_{eq} [W/m²K]
Fenstertyp B	0,60	1,65	50	-0,23
Fenstertyp D	0,60	1,65	50	-0,23

*) Fenstertür zur Dachterrasse bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß*

8.2.4 Energiekennzahlen

Im Kapitel 8.2.4 wird zunächst die Entwicklung des U-Werts und des g-Werts beim Bestand und bei den Sanierungsvarianten dokumentiert. Anschließend werden die Energiekennzahlen für den Bestand und die Sanierungsvarianten präsentiert. Abschließend wird die Frage nach dem Energiebedarf und der Treibhausgasemission des bestehenden Wohngebäudes sowie die Frage nach der Energieeinsparung und der Verringerung der Treibhausgasemission bei den vier Sanierungsvarianten beantwortet. Die in diesem Kapitel präsentierten Energiekennzahlen sind den Energieausweisen für den Bestand (siehe Kap. 5.9) und den Sanierungsvarianten (siehe Kap. 6.10) entnommen.

8.2.4.1 Entwicklung der U-Werte und der g-Werte der thermischen Gebäudehülle

In Tabelle 8.10 auf der folgenden Seite ist die Entwicklung des U-Werts der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle dokumentiert. Ebenso ist in Tabelle 8.10 die Entwicklung des U-Werts und des g-Werts der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle dokumentiert.

Am Gebäudeteil „Außenwand“ (siehe Abb. 67) ist sehr gut ersichtlich, wie der U-Wert abnimmt: Während er beim Bestand mit $1,032 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ noch relativ hoch ist, geht er bei den beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* auf $0,167 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ zurück um sich schließlich bei den beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* bei $0,121 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ einzupendeln.

Sämtliche U-Werte wurden mit dem Programm ArchiPHYSIK berechnet. Der g-Wert der transparenten Bauteile (Fenster und Türen) des bestehenden Wohngebäudes wurde vom Programm ArchiPHYSIK ermittelt, und zwar aufgrund der bei der Bestandsaufnahme getroffenen Annahmen (siehe Kap. 5.3.5). Bei den g-Werten der transparenten Bauteile der vier Sanierungsvarianten handelt es sich um Empfehlungen des Bauphysikers (siehe Tab. 6.1).

Alle Fenster und Türen der beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* weisen Passivhausstandard auf: ihr U-Wert ist kleiner als $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$! Eine Ausnahme bildet der Türtyp E, bei dem es sich nicht um ein transparentes Bauteil handelt.

Unterhalb der Tabelle 8.10 ist eine Erläuterung zum jeweiligen Gebäudeteil der thermischen Gebäudehülle und dessen U-Wert vermerkt. Dasselbe gilt für die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle.

In Tabelle 8.10 werden die übliche Bezeichnung für das bestehende Wohngebäude und die üblichen Abkürzungen für die vier Sanierungsvarianten verwendet:

Bestand	bestehendes Wohngebäude
NEH	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus</i>
NEH mit DG	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß</i>
PH	Sanierungsvariante <i>Passivhaus</i>
PH mit DG	Sanierungsvariante <i>Passivhaus mit Dachgeschoß</i>

Tabelle 8.10: Entwicklung des U-Werts der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sowie des U-Werts und des g-Werts der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle

Bestand / Sanierungsvarianten	Bestand		NEH / NEH mit DG		PH / PH mit DG	
	U-Wert [W/m ² K]	g-Wert [%]	U-Wert [W/m ² K]	g-Wert [%]	U-Wert [W/m ² K]	g-Wert [%]
Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle						
Holzleichtbauelement (Decke)	-	-	0,102	-	0,102	-
Holzleichtbauelement (Wand)	-	-	0,101	-	0,101	-
oberste Geschoßdecke *)	0,252	-	0,102	-	0,079	-
Dachterrasse **)	-	-	0,095	-	0,075	-
Außenwand (N-, S- u. O-Fassade)	1,032	-	0,167	-	0,121	-
Außenwand, hinterlüftet (W-Fass.)	0,944	-	-	-	-	-
Kaminwand im Parterre	1,205	-	0,171	-	0,171	-
Kellerdecke	0,766	-	0,162	-	0,162	-
Fußboden im Parterre	0,871	-	0,871	-	0,380	-
transparente Bauteile der thermischen Gebäudehülle						
Fenstertyp A (Schlafzimmerfenster)	2,880	72	1,380	63	0,770	50
Fenstertyp B (Wohnzimmerfenster)	2,840	72	1,320	63	0,740	50
Fenstertyp C (Bad-, Küchenfenster)	2,760	72	1,350	63	0,750	50
Fenstertyp D (Loggia; Dachterrasse)	2,840	72	1,330	63	0,740	50
Fenstertyp D1 (Einhausung Loggia)	-	-	1,250	63	0,700	50
Fenstertyp D2 (Einhausung Balkon)	-	-	1,280	63	0,710	50
Fenstertyp E (Stiegenhausfenster)	5,140	83	1,360	63	0,760	50
Fenstertyp F (Schaufenster, klein)	3,240	72	1,170	63	0,660	50
Fenstertyp G (Schaufenster, groß)	3,160	72	1,200	63	0,660	50
Türtyp A (Hauseingangstür)	6,070	83	1,390	63	0,760	50
Türtyp B (Loggientür)	2,540	72	-	-	-	-
Türtyp B1 (Terrassentür)	-	-	1,390	63	0,760	50
Türtyp C (Balkontür)	2,660	72	-	-	-	-
Türtyp D (Eingangstür Geschäftslok.)	6,000	83	1,310	63	0,710	50
Türtyp E (Wohnungseingangstür i.P.)	1,961	-	1,961	-	1,961	-

*) Der Gebäudeteil „oberste Geschoßdecke“ kommt bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Passivhaus* vor (siehe Abb. 26 und Abb. 28).

**) Der Gebäudeteil „Dachterrasse“ kommt bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* vor (siehe Abb. 27 und Abb. 29).

Das Dachgeschoß wird mit vorgefertigten **Holzleichtbauelementen** errichtet, die Einhausung der Loggien und Balkone auf Stiege 1 ebenso. Der Wärmestrom durch die **Decke** im Dachgeschoß erfolgt in vertikale Richtung; der Wärmestrom durch die **Wand** im Dachgeschoß sowie

durch die Wände der Einhausung der Loggien und Balkone erfolgt in horizontale Richtung. Dadurch ergeben sich für Decke und Wand U-Werte mit geringem Unterschied.

Auf der **obersten Geschoßdecke** wurde beim bestehenden Wohngebäude eine 10 cm starke Mineralwollschicht verlegt. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Passivhaus* wird auf der obersten Geschoßdecke eine 30 cm bzw. 40 cm starke Wärmedämmschicht aus Glaswolle verlegt. Das erklärt den kleiner werdenden U-Wert bei den genannten Sanierungsvarianten.

Auf der **Dachterrasse** wird bei der Sanierungsvariante *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* eine 30 cm starke Schicht aus expandiertem Polystyrol verlegt; bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß* wird eine 40 cm starke Schicht aus expandiertem Polystyrol verlegt. Aus diesem Grunde ist der U-Wert der Dachterrasse bei der Sanierungsvariante *Passivhaus mit Dachgeschoß* kleiner.

Die **Außenwand** des bestehenden Wohngebäudes ist mit einer 1,5 cm starken Putzschicht verputzt. Nur die Außenwand auf der Westseite (W-Fassade) ist hinterlüftet. Sie weist deshalb einen kleineren U-Wert als die Außenwand auf der Nord-, Süd- und Ostseite (N-, S- u. O-Fassade) des Wohngebäudes auf. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* wird die Außenwand mit einer 16 cm starken Wärmedämmschicht aus expandiertem Polystyrol (EPS) verkleidet. Das EPS hat eine Wärmeleitfähigkeit λ von 0,032 W/mK. Bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* wird die Außenwand mit einer Wärmedämmschicht aus Resol-Hartschaum verkleidet. Der neue Wärmedämmstoff Resol-Hartschaum hat eine sehr kleine Wärmeleitfähigkeit λ von nur 0,022 W/mK. Hierin liegt die Erklärung für den deutlich kleineren U-Wert der Außenwand bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß*.

Die **Kaminwand im Parterre** ist beim bestehenden Wohngebäude pattschokkiert. Bei den vier Sanierungsvarianten wird die Kaminwand mit einer 18 cm starken Wärmedämmung aus Steinwolle verkleidet. Darum ist der U-Wert der Kaminwand im Parterre bei allen Sanierungsvarianten gleich groß.

Für die **Kellerdecke** des bestehenden Wohngebäudes gelten die im Kapitel 5.3.3.3.1 getroffenen Annahmen. Bei den vier Sanierungsvarianten wird die Kellerdecke mit einer 16 cm starken Kellerdeckendämmplatte aus Glaswolle verkleidet. Aus diesem Grunde ist der U-Wert der Kellerdecke bei allen Sanierungsvarianten gleich groß.

Der bestehende **Fußboden im Parterre** wird bei den beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* in seinem bisherigen Zustand belassen; es gelten die im Kapitel 5.3.4.1 getroffenen Annahmen. Aus diesem Grund ist der U-Wert des Fußbodens im Parterre beim Bestand und den beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* gleich groß. Bei den beiden Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* wird die bestehende Wärmedämmung des Fußbodens im Parterre entfernt und gegen eine 10 cm starke Wärmedämmung aus expandiertem Polystyrol ($\lambda=0,044$ W/mK) ausgetauscht. Darum nimmt der U-Wert bei den beiden zuletzt genannten Sanierungsvarianten deutlich ab.

Beim **Fenstertyp D** handelt es sich beim Bestand um die Loggienfenster. Bei den Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* handelt es sich um jene Fenster im Dachgeschoß, welche neben den nach Süden ausgerichteten Türen zur Dachterrasse angeordnet sind.

Der **Türtyp B1 (Terrassentür)** kommt bei den beiden Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* vor. Es handelt sich um die nach Süden ausgerichteten Türen zur Dachterrasse der Wohnungen im Dachgeschoß.

Der U-Wert des **Türtyps E** ändert sich nicht, da ein Austausch der Wohnungseingangstüren im Parterre nicht vorgesehen ist.

8.2.4.2 Energiekennzahlen

In Tabelle 8.11 werden die beiden Energiekennzahlen Heizwärmebedarf (HWB) und Heizenergiebedarf (HEB) für das bestehende Wohngebäude (Bestand) und die vier Sanierungsvarianten aufgelistet. Die Energiekennzahlen sind den Energieausweisen für den Bestand (siehe Kap. 5.9) und den vier Sanierungsvarianten (siehe Kap. 6.10) entnommen. In Tabelle 8.11 werden die üblichen Abkürzungen für die vier Sanierungsvarianten verwendet:

<i>NEH</i>	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus</i>
<i>NEH mit DG</i>	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß</i>
<i>PH</i>	Sanierungsvariante <i>Passivhaus</i>
<i>PH mit DG</i>	Sanierungsvariante <i>Passivhaus mit Dachgeschoß</i>

Aus Tabelle 8.11 geht eindeutig hervor, dass die Energiekennzahlen HWB und HEB mit größer werdendem l_c -Wert und mit kleiner werdendem A/V-Verhältnis zurückgehen. Der l_c -Wert und das A/V-Verhältnis beziehen sich auf die thermische Gebäudehülle des Bestands bzw. auf die thermische Gebäudehülle der Sanierungsvarianten. Beide Kennwerte werden auch als Kompaktheit bezeichnet. Über die Kompaktheit kann man bereits eine ungefähre Aussage über den HWB bzw. den HEB des Wohngebäudes machen.

Tabelle 8.11: Energiekennzahlen beim Bestand und den vier Sanierungsvarianten

Bestand, Sanierungsvarianten	l_c [m]	A/V [1/m]	HWB [kWh/m²a]	HEB [kWh/m²a]
Bestand (Default-U-Werte)	2,26	0,44	120	230
Bestand (exakte U-Werte)	2,26	0,44	103	209
<i>NEH</i>	2,35	0,43	31	76
<i>NEH mit DG</i>	2,53	0,40	28	72
<i>PH</i>	2,36	0,42	6	51
<i>PH mit DG</i>	2,53	0,40	5	49

Die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) für das bestehende Wohngebäude (Bestand) wurde auf zweierlei Art berechnet:

- einerseits mit den Default-U-Werten aus dem „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“, herausgegeben vom Österreichischen Institut für Bautechnik (in Tab. 8.11 „Bestand (Default-U-Werte)“, HWB=120 kWh/m²a),
- andererseits mit den exakten - vom Programm ArchiPHYSIK berechneten - U-Werten (in Tab. 8.11 „Bestand (exakte U-Werte)“, HWB=103 kWh/m²a).

Dieses Vorgehen war notwendig, um jene Energiekennzahl Heizwärmebedarf, die mit den exakten - vom Programm ArchiPHYSIK berechneten - U-Werten ermittelt wurde, einer Plausibilitätskontrolle zu unterziehen (in Tab. 8.11: HWB=103 kWh/m²a) und um die Energiekennzahl Heizwärmebedarf für ähnliche Wohngebäude aus dem selben Zeitraum (Ende der 1960er bzw. Anfang der 1970er Jahre) zu schätzen (in Tab. 8.11: HWB=120 kWh/m²a).

Die Mindestanforderungen an die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) der vier Sanierungsvarianten ergeben sich aus der Sanierungsverordnung 2008 und der Ö-Norm B 8110 Teil 1 Pkt. 9.3 (siehe Kap 3.3.1 bzw. Kap. 3.4).

Die Energiekennzahl Heizenergiebedarf (HEB) beim Bestand und den vier Sanierungsvarianten errechnet sich durch Addition des Heizwärmebedarfs (HWB), des Warmwasserwärmebe-

darfs (WWWB) und des Haustechnikenergiebedarfs (HTEB). Sie erlaubt Rückschlüsse auf die Effizienz der Haustechnikanlage.

Abbildung 68 veranschaulicht die Entwicklung der Energiekennzahlen Heizwärmebedarf (HWB, blau) und Heizenergiebedarf (HEB, rot) beim Bestand und den vier Sanierungsvarianten (siehe auch Tab. 8.11).

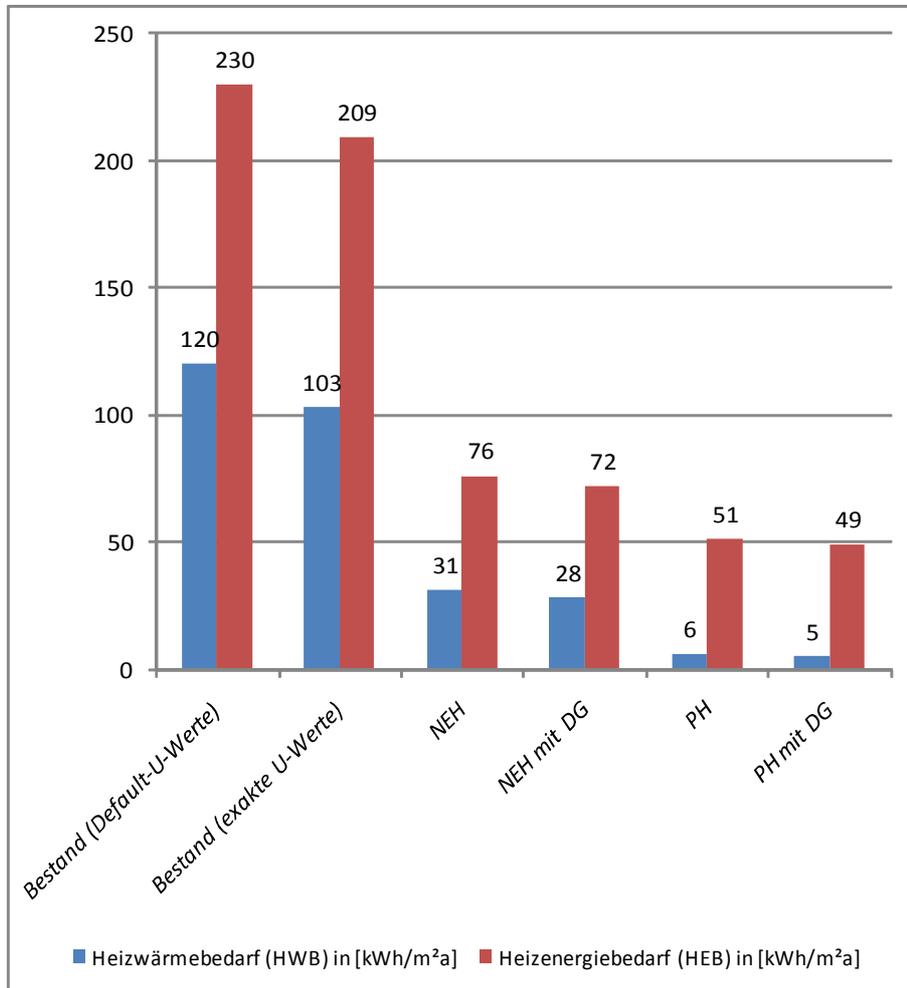


Abbildung 68: Entwicklung des Heizwärmebedarfs (HWB) und des Heizenergiebedarfs (HEB) beim Bestand und bei den vier Sanierungsvarianten

8.2.4.3 Ausstoß an Treibhausgas

Wenn man die Energiekennzahl Heizenergiebedarf (HEB, siehe Abb. 68) mit dem CO₂-Emissionsfaktor für den betreffenden Energieträger multipliziert, erhält man den Ausstoß an Treibhausgas. Im folgenden Absatz wird erklärt, wie der Ausstoße an Treibhausgas beim bestehenden Wohngebäude und bei den vier Sanierungsvarianten ermittelt wurde:

Die alten Gasetagenheizungen beim bestehenden Wohngebäude werden mit Erdgas versorgt. Der moderne Brennwertkessel bei den vier Sanierungsvarianten wird ebenfalls mit Erdgas befeuert. Aus diesem Grunde wird die Energiekennzahl Heizenergiebedarf (HEB) mit dem CO₂-Emissionsfaktor für Erdgas multipliziert, welcher 0,244 kg CO_{2eq}/kWh beträgt. [IWU, 2009] Als Ergebnis erhält man den Ausstoß an Treibhausgasen in kg CO_{2eq}/m²a. Die Buchstabenkombination „eq“ in der Einheit kg CO_{2eq}/m²a steht für das englische Wort „equivalent“.

In Abbildung 69 wird die Entwicklung des Ausstoßes an Treibhausgas beim bestehenden Wohngebäude und den vier Sanierungsvarianten veranschaulicht: Vom Bestand (56 kg CO_{2eq}/m²a

bzw. 51 kg CO_{2eq}/m²a) über die Sanierungsvarianten *Niedrigenergiehaus* und *Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß* (19 kg CO_{2eq}/m²a bzw. 18 kg CO_{2eq}/m²a) bis zu den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* (beide 12 kg CO_{2eq}/m²a) nimmt der Ausstoß an Treibhausgas ständig ab.

Die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) fließt in die Berechnung der Energiekennzahl Heizenergiebedarf (HEB) ein, mit der der Ausstoß an Treibhausgas ermittelt wurde. Der HWB für den Bestand wurde einerseits mit den Default-U-Werten aus dem „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ und andererseits mit den exakten - vom Programm ArchiPHYSIK berechneten - U-Werten ermittelt (siehe Kap. 8.2.4.2). Aus diesem Grunde gibt es in der unten stehenden Abbildung 69 zwei Balken für den Ausstoß an Treibhausgas beim Bestand:

- Bestand (Default-U-Werte), Ermittlung des HWBs mit den Default-U-Werten;
- Bestand (exakte U-Werte), Ermittlung des HWBs mit den exakten U-Werten.

In Abbildung 69 werden die üblichen Abkürzungen für die vier Sanierungsvarianten verwendet:

<i>NEH</i>	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus</i>
<i>NEH mit DG</i>	Sanierungsvariante <i>Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß</i>
<i>PH</i>	Sanierungsvariante <i>Passivhaus</i>
<i>PH mit DG</i>	Sanierungsvariante <i>Passivhaus mit Dachgeschoß</i>

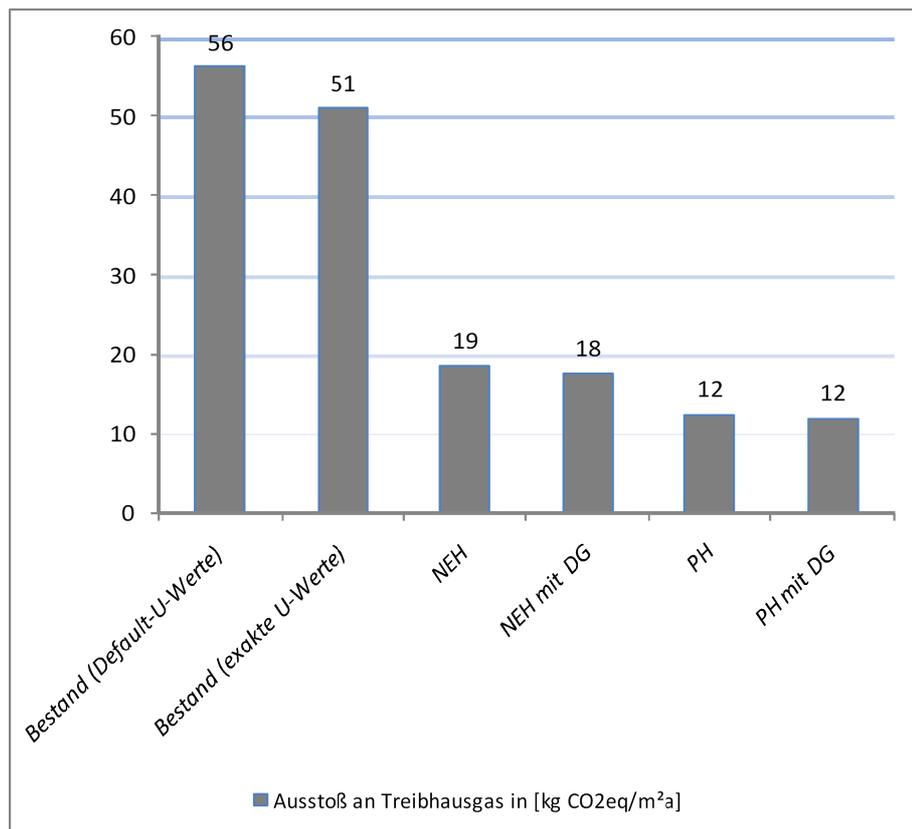


Abbildung 69: Ausstoß an Treibhausgas beim Bestand und den vier Sanierungsvarianten

8.3 Interpretation der Ergebnisse

Das Kapitel 8.3.1 befasst sich mit den beiden verschieden großen Energiekennzahlen Heizwärmebedarf (HWB) beim Bestand. Im Kapitel 8.3.2 wird der Frage nachgegangen, welcher bzw. welchen der vier Sanierungsvarianten der Vorzug zu geben sei.

8.3.1 Bestand

Die Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) für das bestehende Wohngebäude (Bestand) wurde auf zweierlei Art berechnet:

- einerseits mit den Default-U-Werten aus dem „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“, herausgegeben vom Österreichischen Institut für Bautechnik (in Tab. 8.12: HWB=120 kWh/m²a),
- andererseits mit den exakten - vom Programm ArchiPHYSIK berechneten - U-Werten (in Tab. 8.12: HWB=103 kWh/m²a).

Tabelle 8.12: Heizwärmebedarf des bestehenden Wohngebäudes (Bestand)

Exakte U-Werte gemäß Berechnung mit dem Programm ArchiPHYSIK	HWB [kWh/m ² a]	Default-U-Werte gemäß „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ *)	HWB [kWh/m ² a]
Bestand	103	Bestand	120

*) Herausgegeben vom Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB)

Aus Tabelle 8.12 geht eindeutig hervor, dass der mit den exakten U-Werten ermittelte HWB deutlich kleiner ist, als der mit den Default-U-Werten des „Leitfadens energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ ermittelte HWB. Das wirft natürlich die Frage auf, wieso dem so ist:

- Auf der obersten Geschoßdecke wurde nachträglich eine 10 cm starke Mineralwollschicht mit darüber liegenden 3,5 cm starken Holzwolle-Leichtbauplatten verlegt (siehe Kap. 5.3.3.4.1). Die insgesamt 13,5 cm starke Wärmedämmung der obersten Geschoßdecke verringert den HWB des bestehenden Wohngebäudes.
- Der exakte U-Wert der Außenwand, der Kellerdecke und der Wohnungsfenster (Fenster Typen A, B, C und D) ist kleiner als deren Default-U-Wert (siehe Tab. 5.17, Tab. 5.18 und Tab. 5.19). Das verringert den HWB des bestehenden Wohngebäudes zusätzlich.

Fazit: Die beiden in Tabelle 8.12 aufgelisteten Energiekennzahlen Heizwärmebedarf für den Bestand sind für ein mehrgeschoßiges Wohngebäude mit diesem Alter (Bauzeit: 1969 - 1971) und diesem A/V-Verhältnis (A/V=0,44 1/m) durchaus üblich. Die Energiekennzahl Heizwärmebedarf, welche mit den Default-U-Werten aus dem „Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ ermittelt wurde (HWB=120 kWh/m²a), liegt auf der sicheren Seite.

8.3.2 Sanierungsvarianten

Welcher oder welchen der vier in Kapitel 8.2.2.1 aufgezeigten Sanierungsvarianten ist der Vorzug zu geben, falls die energetische Gebäudesanierung des bestehenden Wohngebäudes in der Hütteldorfer Straße 252 tatsächlich in Angriff genommen wird? Das kommt in erster Linie darauf an, in welchem Licht man die anstehende energetische Gebäudesanierung sieht:

Im Jahre 2009 hat die Europäische Union das sogenannte Klima- und Energiepaket verabschiedet. Das Paket enthält rechtsverbindliche Zielvorgaben, nach denen die Treibhausgasemission bis 2020 auf 20 Prozent unterhalb des Niveaus von 1990 gesenkt und der Anteil erneuerbarer Energiequellen - ebenfalls bis 2020 - auf 20 Prozent erhöht werden soll. Außerdem wird es der EU bei der Verwirklichung ihres Ziels helfen, die Energieeffizienz im selben Zeitraum um 20 Prozent zu steigern. [Europäische Kommission, 2010]

Doch sind nicht nur diese Zielsetzungen einzuhalten, darüber hinaus wurden auf europäischer Ebene bereits weitere Zielvorgaben für das Jahr 2050 definiert. Diese sind noch strenger und sehen die Reduktion der Treibhausgasemission auf 80 bis 95 Prozent unterhalb des Niveaus von 1990 vor. [Ertl-Balga & Treberspurg, 2010]

Die Reduktion der Treibhausgasemission im Gebäudesektor kann nur durch die Reduktion des Heizenergieverbrauchs erreicht werden. Der Einsatz der hocheffizienten Passivhaustechnologie scheint hier unumgänglich zu sein:

- Falls bis zum Jahre 2040 sämtliche anstehenden Gebäudesanierungen auf Passivhausstandard durchgeführt werden, so ist eine Reduktion des Heizenergieverbrauchs auf 50 Prozent unterhalb des Niveaus von 1990 möglich.
- Falls hingegen bis zum Jahre 2040 sämtliche anstehenden Gebäudesanierungen auf Niedrigenergiehausstandard durchgeführt werden, so ist nur eine Reduktion des Heizenergieverbrauchs auf 25 Prozent unterhalb des Niveaus von 1990 möglich. [Feist, 2007]

Wenn man dem Klimaschutz oberste Priorität einräumt und bedenkt, dass der Ausstoß an Treibhausgas bei den Sanierungsvarianten *Passivhaus* und *Passivhaus mit Dachgeschoß* am kleinsten ist (12 kg CO_{2eq}/m²a, siehe Abb. 68), so ist eindeutig diesen beiden Sanierungsvarianten der Vorzug zu geben!

8.4 Ausblick

Durch die Sanierung des Gebäudebestands soll eine deutliche Reduktion des Heizenergieverbrauchs mit einhergehender Reduktion der Treibhausgasemission erreicht werden. In Österreich ist besonderes Augenmerk auf die Gebäude aus der Bauperiode von 1945 bis 1980 zu legen. Bei diesen Gebäuden können die größten Effizienzsteigerungen erzielt werden. [Ertl-Balga & Treberspurg, 2010]

8.4.1 Altbaumodernisierung

Die Sanierung eines Gebäudes ist eine komplexe Aufgabe: Neben der thermischen sollte auch eine funktionale und technische Verbesserung des bestehenden Gebäudes ins Auge gefasst werden. Die Altbaumodernisierung ist also zu einem wichtigen Aufgabengebiet für Architekten geworden: Sie stellt hohe Anforderungen an die technische und gestalterische Kompetenz des Planers. Von punktuellen Maßnahmen – wie der ausschließlichen Anbringung einer Wärmedämmung – ist abzusehen (siehe auch Kap. 1.1). Stattdessen sind umfassende Sanierungskonzepte gefragt. Andernfalls wird das Potential bei der Reduktion des Heizenergieverbrauchs nicht vollständig ausgeschöpft. Eine umfassende Gebäudesanierung bringt viele Vorteile mit sich:

- Eine Verbesserung der Wohn- und Arbeitsplatzqualität durch Verbesserung des Komforts;
- eine Entlastung der Haushalte durch Reduktion der Betriebskosten;
- eine Investition in die heimische Bauwirtschaft: bestehende Arbeitsplätze werden erhalten und neue werden geschaffen;
- die Werthaltigkeit des österreichischen Immobilienbestandes wird gesichert;
- wirkungsvoller Klimaschutz durch Reduktion der Treibhausgasemission. [Ertl-Balga & Treberspurg, 2010]

8.4.2 Sanierungsrate

Trotz der in Kapitel 8.4.1 angeführten Vorteile einer umfassenden Gebäudesanierung beträgt die durchschnittliche Sanierungsrate in Österreich bei Wohngebäuden nur rund 1 Prozent. Angesichts der großen Schere zwischen Sanierungsbedarf und den tatsächlich durchgeführten Gebäudesanierungen ist das viel zu wenig! Bis zum Jahr 2020 soll ein jährlicher Anstieg der Sanierungsrate auf 3 Prozent und in weiterer Folge ein jährlicher Anstieg auf 5 Prozent erzielt werden. [Ertl-Balga & Treberspurg, 2010]

8.4.3 Maßnahmen zur Förderung der energetischen Gebäudesanierung

In Kapitel 8.4.3 sind Maßnahmen zur Förderung der energetischen Gebäudesanierung dargelegt. Durch sie soll ein möglichst rascher und deutlicher Anstieg der Sanierungsrate herbeigeführt werden. Dazu ist es einerseits notwendig, bestehende Förderungen durch zusätzliche Anreize zu erweitern und andererseits rechtliche Rahmenbedingungen anzupassen:

1. **Thermische Sanierungsoffensive**

Erhöhung der Sanierungsförderung für energieeffiziente Sanierungen mit engagierten Mindestkriterien durch entsprechende rechtliche Voraussetzungen und finanzielle Anreize.

1.1 **Sanierungsförderung durch den Bund**

Neuaufgabe und Institutionalisierung der erfolgreichen Förderaktion 2009 zur thermischen Sanierung, dem „Sanierungsscheck“ des Bundes und der Bausparkassen.

- **Erhöhung und Verstetigung der Sanierungsförderung**
Mittel- und langfristig ist die Förderung der thermischen Sanierung von Gebäuden mit 500 Millionen Euro Fördervolumen pro Jahr sicherzustellen. Dabei darf eine Mindestfördersumme von 300 Millionen Euro nicht unterschritten werden. Die Finanzierung soll über eine zweckgebundene Klimaschutzabgabe auf fossile Energieträger nach dem Verursacherprinzip erfolgen.
Eine Mindestfördersumme von 300 Millionen Euro würde dazu führen, dass ein Investitionsvolumen für die Gebäudesanierung von rund 2 Milliarden Euro angeregt wird. Zudem erhält der Bund 506 Millionen Euro an Lohn- und Umsatzsteuer aus dieser Maßnahme, 244 Millionen Euro an Sozialversicherungsbeiträgen können zusätzlich eingehoben werden, durch die Schaffung und Sicherung von Beschäftigung können Arbeitslosengelder im Ausmaß von 295 Millionen Euro eingespart werden und ca. 150.000 Tonnen CO₂-Einsparungen erzielt werden.
- **Ausweitung der Förderwerber**
von Eigenheimen auf Mehrfamilienhäuser in Eigentum und Miete
- **Forcierung umfassender Sanierungen statt Einzelmaßnahmen**

1.2 Einführung der Zweckbindung für Wohnbauförderungsmittel

Durch die Wiedereinführung der Zweckbindung der Wohnbauförderungsmittel kann die Voraussetzung geschaffen werden, notwendigen und leistbaren Wohnraum sowie eine Steigerung der Sanierungsrate zu erzielen. „Sollte dies auf Bundesebene nicht möglich sein, ist eine Zweckbindung per Landesgesetz – wie z.B. in der Steiermark – anzustreben. Nur so ist es möglich, den Bedarf von über 50.000 Wohneinheiten jährlich abzudecken.“

1.3 Maßnahmen im rechtlichen Umfeld

Adaptierung des Mietrechtsgesetzes um private Sanierungsinvestitionen zu stimulieren, sowie das Wohnungseigentumsgesetzes und des Raumordnungsgesetzes hinsichtlich Energieeffizienz.

1.4 Aufbau des Gewerbes „Sanierungs-Generalunternehmer“

Etablierung im Bereich der sanierenden Bauwirtschaft von „Sanierungs-Generalunternehmern“, die Gebäudesanierungen mit Qualitäts-, Kosten- und Termingarantie durchführen, auch Einfamilienhäuser.

1.5 Steuerabschreibemodelle für energieeffiziente Sanierungen

Steuerliche Maßnahmen für Firmen und private Bauherren für energieeffiziente Sanierungen

1.6 Adaptierung der Energietarife

für Wohn- und Bürogebäude (höhere Preise für Mehrverbrauch statt Mengenrabatt) als Anreiz zur Steigerung der Energieeffizienz und des Klimaschutzes

1.7 Erweiterung des Energieausweises

Ergänzend zum Heizwärmebedarf soll auch der gesamte Endenergiebedarf und Primärenergiebedarf grafisch dargestellt werden, da der Heizwärmebedarf nur einen Teilbereich darstellt.

2. Startfinanzierung nachhaltiger, energieeffizienter Projekte

Startfinanzierung als Anreiz für verstärkte Projektentwicklung energieeffizienter Neubauten und Sanierungen mit nachhaltigem, also ganzheitlichem und hohem architektonischem Anspruch (vor allem Planung und Qualitätssicherung).

3. **Österreichweite Vorbildwirkung öffentlicher Bauten**

In mehreren Dokumenten, z.B. der jüngsten Art. 15a B-VG Vereinbarung zwischen Bund und Ländern, beanspruchen Bund, Länder und Gemeinden Vorbildwirkungen bei der thermischen Qualität ihrer eigenen Bauten für private Bauträger. Dieser Anspruch wird bisher erst ansatzweise eingelöst. Nach der EU-Richtlinie 2020 müssten öffentliche Gebäude die Klimaziele schon zwei Jahre vorher, also 2018 erreichen. Daher sollte ein drittes Konjunkturpaket zur Sanierung von Bundesgebäuden mit einem zusätzlichen Investitionsvolumen von einer Milliarde Euro bis 2020 gestartet werden. [Ertl-Balga & Treberspurg, 2010]

Literaturverzeichnis

- AMANN, W.; FRÜHSTÜCK, M.; KOSKARTI, P.; LUGGER, K.; HÜTTLER, W.; WEILER, T. (2007): *Ökologisierung der Wohnbauförderung im mehrgeschoßigen Wohnbau*. IIBW – Institut für Immobilien, Bauen und Wohnen. Wien.
- AVI – ALPENLÄNDISCHE VEREDELUNGS-INDUSTRIE GESELLSCHAFT M.B.H (1985?): *bi-Stahl*.
- BEDNAR, T.; RICCABONA, C. (2008): *Baukonstruktionslehre 4 Bauphysik*. Manz. Wien.
- BGBL. 137 (2006): *Bundesgesetz über die Pflicht zur Vorlage eines Energieausweises beim Verkauf und bei der In-Bestand-Gabe von Gebäuden und Nutzungsobjekten (Energieausweis-Vorlage-Gesetz - EAVG)*. Republik Österreich.
- BÖLCSKEY, E. (2009): *Mündliche Mitteilung betreffend Zeus bi-Stahl-Plattendecke*. Institut für Hochbau und Technologie, Technische Universität Wien. Auskunft vom 22.03.2009
- BUILDDesk ÖSTERREICH GMBH (2010): *BuildDesk - Tools und Software*, <http://www.builddesk.at/tools+und+software/geb%C3%A4uderechner/eu-geb%C3%A4udeausweis+%28oib+richtlinie+6%29> (Abgerufen am 28.04.2010)
- BUNDESKANZLERAMT (2010): *Klima: Themen: Zukunft Europa*, http://www.zukunfteuropa.at/site/cob__37495/currentpage__0/6752/default.aspx (Abgerufen am 03.05.2010)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR INNOVATION UND TECHNOLOGIE – BMVIT (2010): *Wohnhaussanierung auf Passivhausstandard, Makartstraße, Linz*, <http://www.hausderzukunft.at/results.html/id3872> (Abgerufen am 28.04.2010)
- EBENSEER BETONWERKE GESELLSCHAFT MBH (1967): *Betonbaustoffe*.
- ERTL-BALGA, U.; TREBERSPURG, M. (2010): *Energieeffizienz-Offensive für den Gebäudebereich*.
- EUROPÄISCHE KOMMISSION (2009): *EUROPA - Press Releases - Kommission begrüßt Annahme des Klima- und Energiepakets*, <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/628&format=HTML&aged=0&language=DE&guiLanguage=en> (Abgerufen am 26.07.2010)
- FECHNER, J. (HRSG.) (2002): *ALTBAUMODERNISIERUNG Der praktische Leitfaden*. Springer-Verlag. Wien.
- FEIST, W. (2001): *Gestaltungsgrundlagen Passivhäuser*. Das Beispiel. Darmstadt.
- FEIST, W. (2007): *Aufbruch zur Energieeffizienz*.
- GEMEINDE WIEN (1971): *Übergabe-Aufnahmeschrift*.
- GEMEINDE WIEN (1953): *Bescheid über die Zulassung der Ebenseer-Schnellbausteine*.
- GEMEINDE WIEN (1954): *Bescheid über die Zulassung der IGB-Hohlblocksteine*.
- GEMEINDE WIEN (1949): *Bescheid über die Zulassung des Vibro-Hohlblockmauerwerks*.
- IWU - INSTITUT WOHNEN UND UMWELT (HRSG.) (2009): *Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und -versorgungen. Basierend auf der GEMIS-Datenbank V.4.5*.
- KARABIBEROFF, S. (1971): *Bestandsplan Nr. 1 bis Nr. 10*.

- KÖNIGSTEIN, T. (2009): *Ratgeber energiesparendes Bauen*. Eberhard. Taunusstein.
- LGBL. 02 (2009): 2. *Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gewährung von Förderungen im Rahmen des II. Hauptstückes des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnbausanierungsgesetzes - WWFSG 1989 (Sanierungsverordnung 2008)*. Land Wien.
- NIEGL, R. (2009): *Elektronische Mitteilung betreffend Anfrage 01208 Gst. 167/5*. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV). Auskunft vom 26.11.2009
- OMTEC ENERGIEMANGAGEMENT GMBH (2010): *12EAVG_Erläuterungen2006.pdf (application/pdf-Objekt)*,
http://www.omtec.at/sites/omt/uploads/12EAVG_Erläuterung2006.pdf
(Abgerufen am 27.04.2010)
- ÖNORM B 8110-1 (2008): *Wärmeschutz im Hochbau Teil 1: Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf*. ON – Österreichisches Normungsinstitut. Wien.
- PAUSER, A. (2009): *Elektronische Mitteilung bezüglich Zeus bi-Stahl-Plattendecke*. Auskunft vom 17.03.2009
- PÖHN, C. (2009): *Elektronische Mitteilung betreffend Vibro-Stein*. Magistratsabteilung 39 - Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien. Auskunft vom 12.02.2009
- PRASSÉ, R. (2009): *Schriftliche Mitteilung betreffend Vibro-Stein*. Ebenseer Betonwerke Gmbh & Co KG. Auskunft vom 25.03.2009
- RICCABONA, C. (1994): *Baukonstruktionslehre 2 Stiegen, Dächer, Fenster, Türen*. Manz. Wien.
- RÜCK, C. (2009): *Persönliche Mitteilung betreffend Verwendung verschiedener Bausteine bei mehrgeschoßigen Wohnbauten in der Nachkriegszeit*. Wiener Wohnen. Auskunft vom 21.04.2009
- STADT WIEN (2010): *planungsgeschichte-03.pdf (application/pdf-Objekt)*,
<http://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/grundlagen/pdf/planungsgeschichte-03.pdf>
(Aufgerufen am 28.04.2010)
- STEJSKAL, M. (2009): *Elektronische Mitteilung betreffend Zeus bi-Stahl-Plattendecke*. Fritsch, Chiari & Partner ZT Gmbh. Auskunft vom 16.03.2009
- TREBERSPURG & PARTNER ARCHITEKTEN ZT GMBH (2010): *Treberspurg & Partner Architekten >> Thermische Sanierung WHA Pötzleinsdorfer Straße, Wien 18*,
<http://www.treberspurg.com/projekte/sanierung/thermische-sanierung-wha-potzleinsdorfer-strase-wien-18/> (Abgerufen am 28.04.2010)
- TREBERSPURG, M. (1999): *Neues Bauen mit der Sonne Ansätze zu einer klimagerechten Architektur*. Springer-Verlag. Wien.
- ZIMMERMANN, R. (2009): *Elektronische Auskunft betreffend Wärmedämmung mit Stärke größer als 16 cm auf der Außenwand*. Gemeinde Wien Magistratsabteilung 37.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Innendämmung im Parterre und im Erdgeschoß.....	17
Abbildung 2: Wohnhaussanierung Makartstraße, Linz: vor und nach der Sanierung, nach [Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010].....	21
Abbildung 3: Wohnhaussanierung Pötzleinsdorfer Straße, Wien 18: nach der Sanierung, (aus [Treberspurg & Partner Architekten ZT GmbH, 2010]).....	22
Abbildung 4: Tafel an der Westfassade.....	23
Abbildung 5:Lageplan Hütteldorfer Str. 252, (aus [Stadt Wien, 2009]).....	23
Abbildung 6: Auszug aus der digitalen Katastermappe, (aus [BEV, 2009]).....	25
Abbildung 7: Auszug aus dem Flächenwidmungs- und Bebauungsplan, (aus [Stadt Wien, 2009])	26
Abbildung 8: 3d-Modell des bestehenden Wohngebäudes mit den Stiegen 1, 2 und 3, Ansicht Südwest (M 1:400).....	27
Abbildung 9: Südfassade mit Loggien auf Stiege 1.....	29
Abbildung 10: Nordfassade.....	29
Abbildung 11: Westfassade, Verkleidung mit Eternitplatten.....	30
Abbildung 12: Ostfassade.....	30
Abbildung 13: thermische Gebäudehülle des bestehenden Wohngebäudes; Ansicht Südwest, M 1:400.....	34
Abbildung 14: Ebenseer Schnellbaustein Kurz, (aus [Ebenseer Betonwerke Gesellschaft mbh, 1967]).....	39
Abbildung 15: Kaminwand aus Vollziegeln, auf der Kellerseite pattschokkiert.....	41
Abbildung 16: Bewehrungsstahl „bi-Stahl“, (aus [AVI, 1985?, 1]).....	43
Abbildung 17: Kellerdecke.....	44
Abbildung 18: oberste Geschoßdecke mit Wärmedämmung und Holzwolle-Leichtbauplatten...	44
Abbildung 19: Gebäudeschnitt der Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß, M 1:100 (der Schnitt verläuft durch die eingehausten Loggien auf Stiege 1).....	52
Abbildung 20: Deckblatt des Energieausweises für den Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK).....	61
Abbildung 21: Datenblatt des Energieausweises für den Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK).....	62
Abbildung 22: Monatsbilanz im Energieausweis für den Bestand (exakte U-Werte gemäß ArchiPHYSIK).....	63
Abbildung 23: Deckblatt des Energieausweises für den Bestand (Default-U-Werte gemäß OIB-Leitfaden).....	64
Abbildung 24: Datenblatt des Energieausweises für den Bestand (Default-U-Werte gemäß OIB-Leitfaden).....	65
Abbildung 25: Monatsbilanz im Energieausweises für den Bestand (Default-U-Werte gemäß OIB-Leitfaden).....	66

Abbildung 26: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäude-hülle bei der Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus.....	68
Abbildung 27: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäude-hülle bei der Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß	69
Abbildung 28: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäude-hülle bei der Sanierungsvariante Passivhaus.....	70
Abbildung 29: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäude-hülle bei der Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß.....	71
Abbildung 30: Tabelle zur Abschätzung der Kesselleistung für die Warmwasserbereitung, (aus [Recknagel, Sprenger, Schramek, 1997]).....	75
Abbildung 31: Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus	83
Abbildung 32: Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus	84
Abbildung 33: Monatsbilanz im Energieausweis der Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus...85	
Abbildung 34: Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß.....	86
Abbildung 35: Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß.....	87
Abbildung 36: Monatsbilanz im Energieausweis der Sanierungsvariante Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß.....	88
Abbildung 37: Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante Passivhaus.....	89
Abbildung 38: Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante Passivhaus.....	90
Abbildung 39: Monatsbilanz im Energieausweis der Sanierungsvariante Passivhaus.....	91
Abbildung 40: Deckblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß.....	92
Abbildung 41: Datenblatt des Energieausweises für die Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß.....	93
Abbildung 42: Monatsbilanz im Energieausweises der Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß.....	94
Abbildung 43: Gebäudeschnitt mit Hochbaudetails, Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß, M 1:100 (der Schnitt verläuft durch die eingehausten Loggien auf Stiege 1).....	96
Abbildung 44: Detail A Dachhaut.....	97
Abbildung 45: Detail B Holzleichtbauelement.....	99
Abbildung 46: Detail C Außenwand.....	101
Abbildung 47: Detail D Stiege zur Dachterrasse.....	103
Abbildung 48: Detail E Dachterrasse.....	104
Abbildung 49: Detail F Holzleichtbauelement Sturz.....	106
Abbildung 50: Detail G-L Holzleichtbauelement Leibung.....	108
Abbildung 51: Detail G-P Holzleichtbauelement Parapet.....	109

Abbildung 52: Detail H Außenwand Sturz.....	110
Abbildung 53: Detail I-L Außenwand Leibung.....	112
Abbildung 54: Detail I-P Außenwand Parapet.....	113
Abbildung 55: Detail J Kaminwand.....	115
Abbildung 56: Detail K Kellerdecke.....	117
Abbildung 57: Detail L Sockel.....	119
Abbildung 58: Detail M Kellerwand.....	120
Abbildung 59: Detail N Fußboden Keller.....	121
Abbildung 60: Detail O Fußboden Parterre.....	122
Abbildung 61: oberste Geschoßdecke mit Wärme-dämmung und Holzwolle-Leichtbauplatten	127
Abbildung 62: Dachgeschoß, Stiege 1, Wohneinheiten WE 1 und WE 2 (M 1:125).....	129
Abbildung 63: Dachgeschoß, Stiege 2, Wohneinheiten WE 3 und WE 4 (M 1:125).....	130
Abbildung 64: Dachgeschoß, Stiege 3, Wohneinheiten WE 5 und WE 6 (M 1:125).....	131
Abbildung 65: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäude-hülle bei der Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß (Ansicht Südwest, M 1:400).....	133
Abbildung 66: Gebäudeschnitt mit Hochbaudetails, Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß, M 1:100 (der Schnitt verläuft durch die eingehausten Loggien auf Stiege 1)....	136
Abbildung 67: Detail C Außenwand, Sanierungsvariante Passivhaus mit Dach-geschoß.....	138
Abbildung 68: Entwicklung des Heizwärmebedarfs (HWB) und des Heizenergiebedarfs (HEB) beim Bestand und bei den vier Sanierungsvarianten.....	145
Abbildung 69: Ausstoß an Treibhausgas beim Bestand und den vier Sanierungsvarianten.....	146

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1: Standard Niedrigenergiegebäude.....	9
Tabelle 3.2: Mindestanforderungen für Wärmeschutzstandards, (aus [LGBL. 02, 2009, 6]).....	10
Tabelle 3.3: Mindestanforderungen für Wärmeschutzstandards für das Wohngebäude mit den Stiegen 1, 2 und 3.....	10
Tabelle 3.4: Förderstufen laut § 5 Absatz (4) für die einzelnen Sanierungsvarianten.....	12
Tabelle 5.1: Geschoßfläche des Parterres und des Kellergeschoßes.....	31
Tabelle 5.2: Geschoßfläche des Erdgeschoßes.....	32
Tabelle 5.3: Geschoßfläche des ersten Obergeschoßes.....	32
Tabelle 5.4: Geschoßfläche des zweiten Obergeschoßes.....	32
Tabelle 5.5: Wohnungstypen.....	33
Tabelle 5.6: Zulassungsbescheide Vibro-Stein, nach [Gemeinde Wien, 1949], nach [Gemeinde Wien, 1953] und nach [Gemeinde Wien, 1954].....	37
Tabelle 5.7: Schnellbaustein Kurz SBK 30, technische Daten, nach [Ebenseer Betonwerke Gesellschaft mbh, 1967].....	38
Tabelle 5.8: Transparente Bauteile der thermischen Gebäudehülle, Fenster- und Türtypen.....	47
Tabelle 5.9: Annahme für die Wohnungsfenster.....	48
Tabelle 5.10: Annahme für die Stiegenhausfenster.....	48
Tabelle 5.11: Annahme für die Schaufenster.....	49
Tabelle 5.12: Annahme für die Hauseingangstüren.....	49
Tabelle 5.13: Annahme für die Eingangstüren zu den Geschäftslokalen.....	49
Tabelle 5.14: Annahme für die Loggientüren.....	50
Tabelle 5.15: Annahme für die Balkontüren.....	50
Tabelle 5.16: Zukünftige Energieversorgung.....	52
Tabelle 5.17: Vom Programm ArchiPHYSIK berechnete, exakte U-Werte und exakte g-Werte.....	55
Tabelle 5.18: Default-U-Werte und Default-g-Wert, nach [Leitfaden energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2007].....	56
Tabelle 5.19: Gewählte Default-U-Werte und gewählter Default-g-Wert.....	57
Tabelle 5.20: horizontale Oberflächen beim Bestand.....	58
Tabelle 5.21: vertikale Oberflächen beim Bestand.....	59
Tabelle 5.22: Volumen beim Bestand.....	59
Tabelle 5.23: A/V-Verhältnis und I _c -Wert beim Bestand.....	60
Tabelle 5.24: Energiekennzahl Heizwärmebedarf beim Bestand.....	60
Tabelle 6.1: Annahmen für die Fenstersanierung.....	75
Tabelle 6.2: Gewählte Kesselleistung Q _k für die einzelnen Sanierungsvarianten.....	76
Tabelle 6.3: Bestimmung der Aperturfläche A der Solaranlage.....	77

Tabelle 6.4: Sanierungsmaßnahmen der energetischen Gebäudesanierung.....	79
Tabelle 6.5: Sanierungsmaßnahmen der Altbaumodernisierung.....	80
Tabelle 6.6: U-Wert der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sowie U-Wert und g-Wert der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle.....	81
Tabelle 6.7: Energiekennzahl Heizwärmebedarf (HWB) bei den vier Sanierungsvarianten.....	83
Tabelle 7.1: Bauteilschichten der Dachhaut.....	100
Tabelle 7.2: Bauteilschichten des Holzleichtbauelementes.....	102
Tabelle 7.3: Bauteilschichten der Außenwand.....	104
Tabelle 7.4: Bauteilschichten der Dachterrasse.....	107
Tabelle 7.5: Bauteilschichten der Kaminwand.....	118
Tabelle 7.6: Bauteilschichten der Kellerdecke.....	120
Tabelle 7.7: Bauteilschichten des Fußbodens im Parterre.....	126
Tabelle 8.1: Energieversorgung.....	130
Tabelle 8.2: Nettogrundrissfläche der Wohneinheiten (WE) im Dachgeschoß.....	131
Tabelle 8.3: Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle bei der Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß.....	135
Tabelle 8.4: Sanierungsmaßnahmen für die transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle bei der Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoss.....	136
Tabelle 8.5: Sanierungsmaßnahmen für die Haustechnik und den Lift bei der Sanierungsvariante Passivhaus mit Dachgeschoß.....	137
Tabelle 8.6: Passivhauskomponenten bei den vier Sanierungsvarianten.....	137
Tabelle 8.7: Kesselleistung Q_k und Aperturfläche A bei den vier Sanierungsvarianten.....	138
Tabelle 8.8: U_{eq} -Werte bei den Sanierungsvarianten Niedrigenergiehaus und Niedrigenergiehaus mit Dachgeschoß.....	143
Tabelle 8.9: U_{eq} -Werte bei den Sanierungsvarianten Passivhaus und Passivhaus mit Dachgeschoß.....	143
Tabelle 8.10: Entwicklung des U-Werts der Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle sowie des U-Werts und des g-Werts der transparenten Bauteile der thermischen Gebäudehülle.....	145
Tabelle 8.11: Energiekennzahlen beim Bestand und den vier Sanierungsvarianten.....	147
Tabelle 8.12: Heizwärmebedarf des bestehenden Wohngebäudes (Bestand).....	150