

Diploma Thesis

Holistic Modernization of Gründerzeit Buildings for Sustainable Urban Development in Vienna

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur / Diplom-Ingenieurin
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

DIPLOMARBEIT

Ganzheitliche Modernisierung von Gründerzeitbauten für eine nachhaltige Stadtentwicklung in Wien

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines / einer
Diplom-Ingenieurs/ Diplom-Ingenieurin
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Alan Andres Fierro, BSc.

Matr.Nr.: 01129305

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Andreas Kolbitsch**
Univ.Ass.in Dipl.-Ing. BSc **Verena Sophia Hammerschmidt**

Institut für Hoch- und Industriebau
Forschungsbereich Hochbau und Gebäudeerhaltung
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/210-02, A-1040 Wien

Wien, im März 2023

Kurzfassung

Diese Diplomarbeit untersucht die ganzheitliche Modernisierung von Gründerzeitbauten in Wien und ihre Bedeutung für eine nachhaltige Stadtentwicklung. Eines der Ziele ist es, die Einflussfaktoren auf die Rentabilität und Attraktivität von Sanierungen von Gründerzeithäusern zu untersuchen. Dabei werden Aspekte wie thermisch-energetische Sanierung, Energieeffizienz, Fördermöglichkeiten und wirtschaftliche Machbarkeit berücksichtigt. Zudem wird eine Analyse der aktuellen Förderprogramme und des rechtlichen Rahmens durchgeführt, um festzustellen, ob diese ausreichend sind, um die ambitionierten CO₂-Reduktionsziele Wiens zu erreichen.

Die Umstellung auf erneuerbare Energien spielt eine zentrale Rolle bei der Erreichung der Klimaziele der Stadt Wien. Eine der wesentlichen Herausforderungen im Gebäudesektor besteht darin, von Gasheizungen auf umweltfreundlichere Alternativen umzusteigen, da nahezu 90 Prozent der CO₂-Emissionen in diesem Sektor auf Gasheizungen zurückzuführen sind. Es wird außerdem ein Überblick über die relevanten rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen für die Altbau-sanierung von Gründerzeitbauten in Wien geschaffen und deren Bedeutung bei der Erhaltung des kulturellen Erbes und des historischen Stadtbildes hervorgehoben.

Anhand einer praktischen Fallstudie eines Wiener Gründerzeithauses werden der Dachgeschossausbau, die thermisch-energetische Sanierung und die Fördermöglichkeiten exemplarisch vorgestellt. Die Fallstudie zeigt, wie durch die Umgestaltung bestehender Gebäude mittels Dachgeschossausbau zusätzlicher Wohnraum geschaffen werden kann und verdeutlicht dabei, welche statischen und planerischen Vorgaben zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus werden verschiedene Optionen für die thermisch-energetische Sanierung analysiert, einschließlich ihres Energieeinsparungspotenzials, der Folgekosten und der Umweltauswirkungen. Abschließend werden die aktuellen Finanzierungsmodelle und Förderungen für die ganzheitliche Modernisierung von Gründerzeitgebäuden untersucht.

Zusammenfassend betont diese Arbeit die entscheidende Rolle der ganzheitlichen Modernisierung von Gründerzeithäusern für eine nachhaltige Stadtentwicklung und die Fortschritte Wiens auf dem Weg zur CO₂-Neutralität. Um dieses Ziel zu erreichen, sind Überarbeitungen der Förderprogramme und rechtlichen Rahmenbedingungen unerlässlich. Dies soll dazu beitragen, attraktive und umweltfreundliche Lösungen für die thermisch-energetische Sanierung zu schaffen, während die einzigartige kulturelle Identität der Stadt bewahrt wird.

Abstract

This thesis explores the significance of the holistic modernization of *Gründerzeit* buildings in Vienna for sustainable urban development. The research investigates the factors influencing the profitability and attractiveness of the renovation of *Gründerzeit* buildings, taking into account aspects such as thermal renovation, energy efficiency, funding opportunities, and economic feasibility. It also analyzes the current funding programs and legal framework to determine their adequacy in achieving Vienna's ambitious CO₂ reduction targets.

The transition to renewable energy plays a central role in achieving the climate goals of the city of Vienna. One of the main challenges in the building sector is to switch from gas heating to more environmentally friendly alternatives, as nearly 90 percent of CO₂ emissions in this sector are attributed to gas heating. Additionally, an overview of the relevant legal and technical framework for the renovation of *Gründerzeit* buildings in Vienna is provided, highlighting their importance in preserving cultural heritage and the historical cityscape.

A practical case study of a *Viennese Gründerzeit* building is presented to illustrate attic conversion, thermal renovation, and funding opportunities. The case study demonstrates how the conversion of existing buildings through attic conversion can create additional living space, while highlighting the structural and planning requirements that need to be considered. Additionally, various options for thermal renovation are analyzed, including their potential for energy savings, follow-up costs, and environmental impact. Finally, the case study examines current financing models and support programs available for the holistic modernization of *Gründerzeit* buildings.

In conclusion, this thesis emphasizes the crucial role of a holistic modernization of *Gründerzeit* buildings for sustainable urban development and advancing Vienna's efforts towards CO₂ neutrality. To achieve this goal, revisions of funding programs and legal frameworks are essential. This is intended to contribute to the creation of attractive and environmentally friendly solutions for thermal renovation while preserving the city's unique cultural identity.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	2
Abstract.....	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Einleitung	7
1.1 Problemstellung.....	8
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise	9
2 Allgemeine Grundlagen	11
2.1 Gründerzeit	11
2.2 Begriffe und Definitionen	13
2.3 Bedeutung der Nachhaltigkeit im Bausektor.....	14
2.4 Klimapolitik.....	14
2.4.1 Klimaschutzziele auf internationaler Ebene	14
2.4.2 Klimaschutzziele auf europäischer und nationaler Ebene.....	15
2.4.3 Klimaschutzziele der Stadt Wien	16
2.5 Förderungen.....	17
2.5.1 Bundesförderungen	17
2.5.2 Landesförderungen in Wien.....	18
2.6 Energiekarten im Stadtplan.....	22
2.6.1 Solarpotenzialkataster	22
2.6.2 Erdwärmepotenzialkataster	23
3 Rechtliche und Technische Rahmenbedingungen.....	24
3.1 Wiener Bauordnung	24
3.1.1 Wesentliche Änderungen der Wiener Bauordnung im Jahr 2018	26
3.1.2 Wesentliche Änderungen der Wiener Bauordnung im Jahr 2020	27
3.1.3 Wesentliche Änderungen der Wiener Bauordnung im Jahr 2021	29
3.2 Denkmalschutz.....	29
3.3 OIB-Richtlinien	30
3.4 Eurocodes.....	31
3.5 Das österreichische Mietrechtsgesetz (MRG)	32
3.5.1 Anwendungsbereich des Mietrechtsgesetzes in Österreich.....	33
3.5.2 Verschiedene Mietzinse in Gründerzeithäuser	34
3.5.3 Mietrechtliche Rahmenbedingungen bei Sanierung/Modernisierung von Gründerzeithäusern.....	36
3.6 Erneuerbaren-Wärme-Gesetzes (EWG).....	38
4 Grundlagen der Altbausanierung.....	39
4.1 Bauweise der Gründerzeit.....	39
4.1.1 Fundamente	40
4.1.2 Mauerwerk	42
4.1.3 Massivdecken.....	44
4.1.4 Holzdeckensysteme.....	46
4.1.5 Dachkonstruktionen	49
4.2 Erfassung des Gebäudezustandes.....	51
4.3 Klassifizierung des Energieverbrauchs / Energieausweis	54

4.4 Warmwasseraufbereitung- und Heizsysteme55

4.4.1 Nah- und Fernwärme.....55

4.4.2 Wärmepumpen.....56

4.4.3 Biomasseheizungen.....58

4.4.4 Solarenergie.....59

4.4.5 Brennwertgeräte62

4.5 Thermisch-energetische Sanierung62

4.5.1 Außenwände62

4.5.2 Oberste Geschossdecke und Dach64

4.5.3 Kellerdecke/Sockelbereich65

4.5.4 Fenster und Türen.....65

5 Mustersanierung Gründerzeithauses: Dachgeschossausbau.....67

5.1 Projektbeschreibung67

5.2 Berechnungsgrundlagen68

5.3 Materialkennwerte.....68

5.4 Bodenkenngrößen69

5.5 Baupläne.....69

5.6 Lastannahmen70

5.6.1 Schnee- und Windlast.....70

5.6.2 Dach und Decken (Bestand)70

5.6.3 Dach und Decken (nach Ausbau).....71

5.6.4 Wände.....72

5.7 Lastkombinationen72

5.8 Nachweis Mauerwerk unter vertikaler Belastung73

5.8.1 Berechnung der Lasten74

5.8.2 Nachweis nach ÖNORM B 1996-3:2016 und ÖNORM EN 1996-3:200976

5.9 Nachrechnung der Fundamente79

5.9.1 Berechnung der Lasten79

5.9.2 Nachweis nach ÖNORM B 1997-1-2:202180

5.10 Zusammenfassung der Ergebnisse: vertikale Lastabtragung.....82

5.11 Nachweis Kellerwand unter Erddruckbeanspruchung.....82

5.11.1 Lasten Außenmauer straßenseitig82

5.11.2 Nachweis nach ÖNORM EN 1996-3:2009 (Außenmauer straßenseitig)83

5.12 Berechnung der verstärkten Doppelbaumdecke.....84

5.13 Nachrechnung Mauerwerk unter horizontaler Belastung (Erdbebennachweis).....84

6 Mustersanierung Gründerzeithauses: thermisch-energetische Sanierung87

6.1 Klassifizierung Energieverbrauch.....87

6.1.1 Heizwärmebedarf Bestand.....87

6.2 Thermische-energetische Sanierung: Gebäudehülle89

6.2.1 Folgekosten und Umweltbilanz89

6.2.2 Sanierungsoptionen zur Senkung des Heizenergiebedarfs90

6.2.3 Zusammenfassung Sanierungsoptionen Gebäudehülle..... 100

6.3 Thermisch-energetische Sanierung: Energieversorgung 100

6.3.1 Außenluftnutzung 100

6.3.2 Solarpotenzial 101

6.3.3 Erdwärmepotenzial 102

6.3.4 Zusammenfassung thermisch-energetische Sanierung: Energieversorgung..... 105

7	Mustersanierung Gründerzeithaus: Förderungen.....	106
7.1	Bundesförderungen	106
7.1.1	Raus aus Öl und Gas für Private im mehrgeschossigen Wohnbau [24].....	106
7.1.2	Sanierungsscheck für Private im mehrgeschossigen Wohnbau [26].....	107
7.1.3	EAG – Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher [138].....	108
7.2	Landesförderungen.....	109
7.2.1	Dachgeschossausbau und Zubau von vollständigen Wohnungen	109
7.2.2	THEWOSAN: thermisch-energetische Sanierung	110
7.2.3	Photovoltaik Landesförderung Wien	112
7.3	Zusammenfassung Förderungen Mustersanierung Gründerzeithaus	113
8	Zusammenfassung und Ausblick	114
9	Literaturverzeichnis	116
10	Anhang	124
10.1	Bestandspläne	124
10.1.1	Bestandsplan KG (Souterrain).....	124
10.1.2	Bestandsplan EG (Hochparterre).....	125
10.1.3	Bestandsplan 1.OG (1. Stock)	126
10.2	Neue digitale Pläne.....	127
10.2.1	KG (Souterrain) – Grundriss M1:100	127
10.2.2	EG (Parterre) – Grundriss M1:100.....	128
10.2.3	1.OG (1. Stock) – Grundriss M1:100.....	129
10.2.4	Überlagerung Grundrisse Lastabtragung – KG & EG M1:100.....	130
10.2.5	Überlagerung Grundrisse Lastabtragung – EG & 1.OG M1:100	131
10.3	Berechnungsprotokoll Risikoanalyse Dr. Pech	132
10.4	Berechnungsprotokoll Holz-Beton-Verbunddecke.....	133

1 Einleitung

Die Stadt Wien hat das ambitionierte Ziel bis 2040 klimaneutral zu werden. Das bedeutet, ein Gleichgewicht zwischen Kohlenstoffemissionen und der Aufnahme von Kohlenstoff aus der Atmosphäre in Kohlenstoffsinken herzustellen [1]. Dies ist für eine Millionenstadt keine leichte Aufgabe, weshalb umfassende Strategien vom Magistrat der Stadt Wien erarbeitet wurden.

Der Gebäudesektor spielt eine wesentliche Rolle, um die CO₂-Neutralität zu erzielen. Knapp 30 Prozent der leitzielrelevanten¹ Treibhausgasemissionen in Wien fielen auf den Gebäudesektor, konkret auf Heizen, Kühlen und Warmwasserbereitung. Fast 90 Prozent der CO₂-Emissionen im Gebäudesektor werden von Gasheizungen verursacht [2].

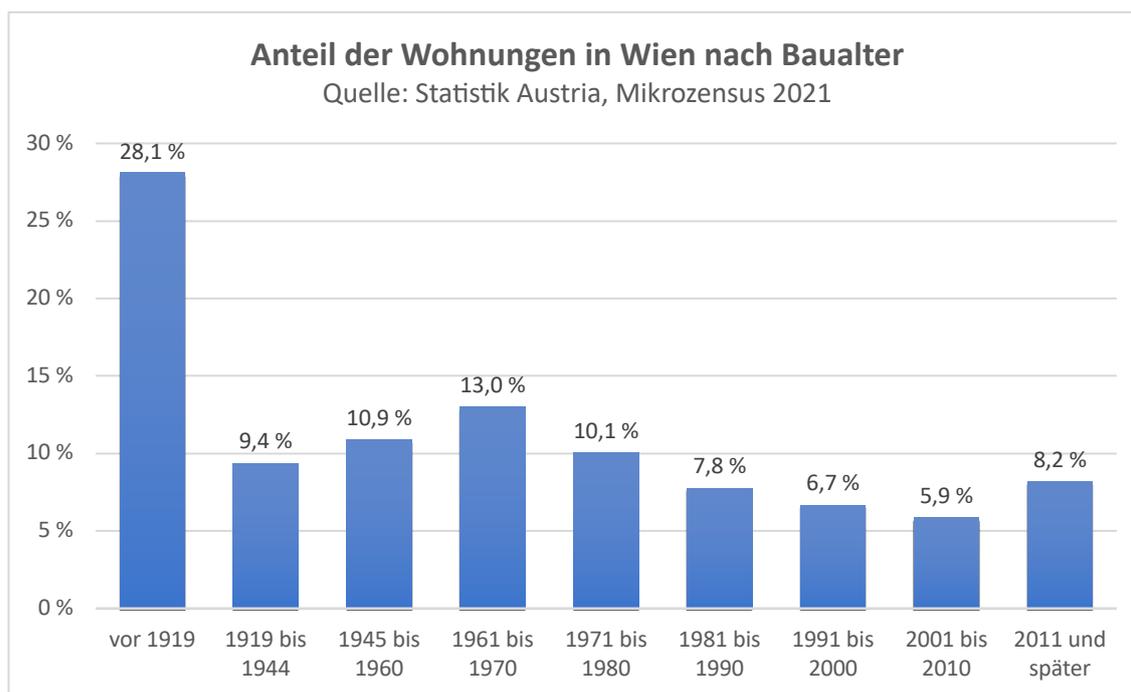


Abb. 1.1: Anteil der Wohnungen in Wien nach Baualter [3]

Vor dem Hintergrund des kontinuierlichen Stadtwachstums wird die Baustruktur der *Wiener Gründerzeit* ständig umgeformt und hat bereits einen erheblichen Teil der neu hinzukommenden Bevölkerung aufgenommen. Unter dem Begriff der *Wiener Gründerzeit* versammelt sich ein breites Spektrum an Gebiets- und Gebäudetypologien, die zwischen den Jahren 1848 und 1918 errichtet wurden [4]. Neben grundlegender Infrastruktur und monumentalen Gebäuden wurden in dieser Zeit eine Vielzahl von Wohnungsbauten errichtet, hauptsächlich auf der Grundlage von privatem Kapital, jedoch unter der Einhaltung von strukturellen und baukulturellen Ansprüchen. In Abb. 1.1 ist ersichtlich, dass die Gründerzeithäuser einen wesentlichen Bestandteil der Bausubstanz in Wien stellen. Ca. 38 % der Wiener Bevölkerung leben in gründerzeitlichen Gebäuden (Stand 1. Jänner 2017) [5].

Das charakteristische *Flair* der Stadt Wien wird von dieser Gebäudetypologie stark beeinflusst. Um das örtliche Stadtbild zu schützen, hat die Stadt Wien mit der Wiener Bauordnung 2018 eine grundlegende Änderung geschaffen und folgendes stipuliert:

¹ Das Leitziel der Smart City Strategie Wien berücksichtigt traditionell alle Treibhausgasemissionen in Wien, außer jene in Anlagen, die derzeit vom EU-Emissionshandel erfasst werden. D. h., dass Emissionen in Zusammenhang mit der Strom- oder Fernwärmenutzung in Gebäuden nicht im Gebäude-, sondern im Energiesektor berücksichtigt werden, dessen Anlagen aber fast ausschließlich in den Regelungsbereich des EU-Emissionshandels fallen [2].

„Der Abbruch von Bauwerken in Schutzzonen, Gebieten mit Bausperre und von Gebäuden, die vor dem 1. Jänner 1945 errichtet wurden, ist nur möglich, wenn es kein öffentliches Interesse an der Erhaltung des Bauwerkes infolge seiner Wirkung auf das örtliche Stadtbild gibt“ [6].

Somit wurde festgestellt, dass für den Abbruch eines Gründerzeithauses ausnahmslos eine Bewilligung vom Magistrat Wien erforderlich ist.

1.1 Problemstellung

Um die Klimaziele der Stadt Wien und ein städtebaulich verträgliches Wachstum zu sichern, sind umfangreiche Maßnahmen umzusetzen. Ein Schlüsselfaktor dabei ist die Umstellung auf erneuerbare Energien. Entscheidend im Gebäudesektor ist der Umstieg von Gasheizungen auf klimafreundliche Alternativen. Versorgungstechnologien mit Gasverbrennung im Gebäude sind bei Neubauten heutzutage nahezu unbedeutend. Stattdessen liegt die große Herausforderung darin, bestehende Gebäude, die mit Gas versorgt werden, durch passende Maßnahmen auf nachhaltige Systeme umzurüsten. Dies wird durch Förderungsaktionen wie zum Beispiel *Raus aus Öl und Gas* unterstützt und soll durch das *Erneuerbare-Wärme-Gesetz*² (EWG) geregelt werden. Die derzeitige Gasabhängigkeit wird in Abb. 1.2 dargestellt. Laut *Statistik Austria* wurden im Jahr 2019 in Wien 4.162 GWh Gas verbraucht, was 57 % des gesamten Energieverbrauchs für die Raumwärmenutzung im privaten Haushalt entspricht. Bis 2040 unabhängig von dieser Energiequelle zu werden, stellt daher eine große Herausforderung dar. Die aktuelle geopolitische Lage mit dem Angriffskrieg Russlands in der Ukraine hat zu einer außergewöhnlichen Situation geführt. Hohe Gaspreise und eine höchst unsichere zukünftige Versorgungslage fördern dadurch auch aus wirtschaftlicher Perspektive den Umstieg von Gas auf erneuerbare Energien [7].

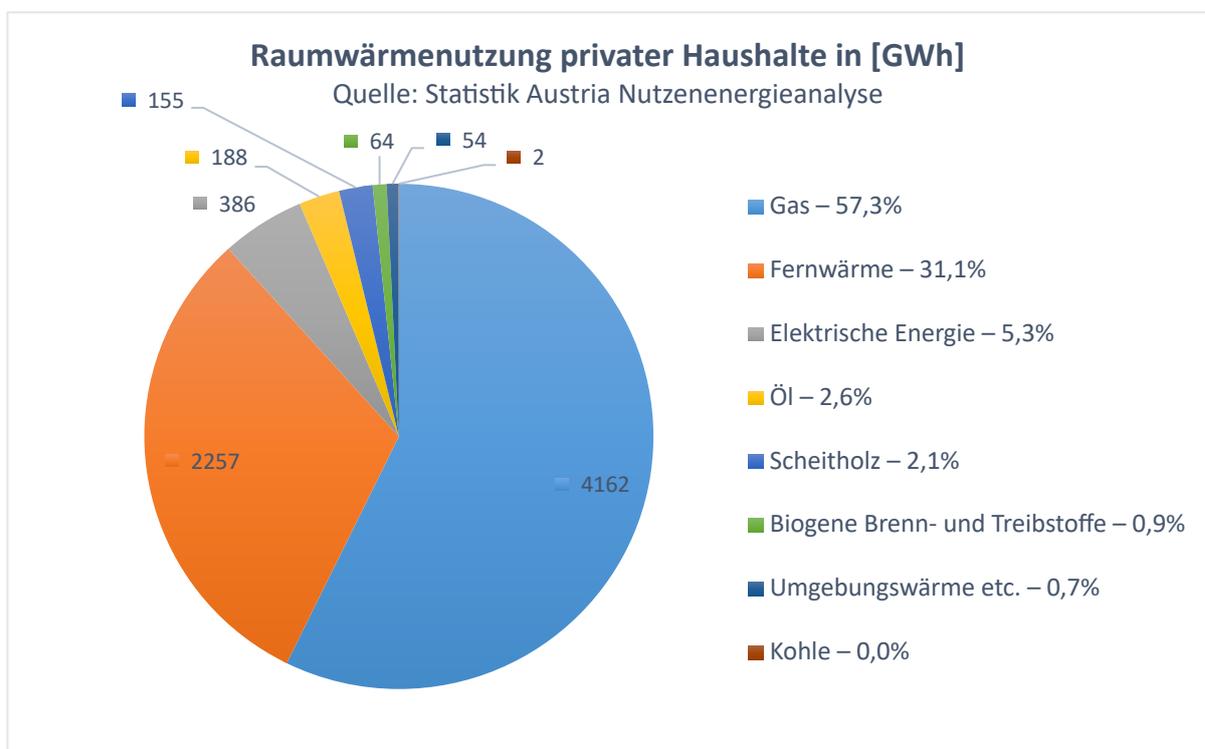


Abb. 1.2: Raumwärmenutzung privater Haushalte, Wien 2019 [8]

² Die Regierungsvorlage des *Erneuerbare-Wärme-Gesetz* wurde vom Ministerrat beschlossen und befindet sich derzeit im parlamentarischen Verfahren – im Parlament braucht der Gesetzesbeschluss eine Zweidrittelmehrheit. (Stand 10.02.2023) [142].

Die Initiative der Stadt Wien zum Schutz der Gründerzeithäuser sollte dazu führen, dass der Gebäudebestand nicht abgerissen, sondern saniert wird. Die Kriterien des städtebaulichen Erscheinungsbildes sowie die *Schutzzonen*, die von der Stadt Wien ausgewiesen wurden, können die Durchführung von thermisch-energetischen Sanierungen erschweren. So müssen bei der Planung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen nicht nur die technischen Anforderungen, sondern auch die rechtlichen Rahmenbedingungen, wie z.B. der Denkmalschutz, beachtet werden. Besonders bei Gründerzeithäusern, die oft unter Denkmalschutz stehen, sind die Sanierungsmöglichkeiten begrenzt. Hier müssen beispielsweise Fassaden oder Dachgeschosse so saniert werden, dass das städtebauliche Erscheinungsbild nicht verändert wird. Auch bei Gebäuden in *Schutzzonen* müssen besondere Auflagen beachtet werden, um das charakteristische Bild der jeweiligen Zone zu erhalten.

Im Allgemeinen wird empfohlen, zunächst den bestehenden Energiebedarf von Gebäuden durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen zu reduzieren, bevor man sich haustechnischen Maßnahmen zuwendet. Insbesondere durch eine gute Wärmedämmung kann der Energieverbrauch deutlich gesenkt werden, was sich positiv auf nachfolgende technische Maßnahmen und deren Wirtschaftlichkeit auswirkt. Zudem kann eine thermisch-energetische Sanierung zu einem angenehmeren Raumklima und einem höheren Wohnkomfort beitragen. Insgesamt sollten Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen also als wichtige Vorstufe zu weiteren technischen Maßnahmen betrachtet werden, um die Energieeffizienz von Gebäuden nachhaltig zu verbessern.

In Österreich ist die Höhe der Miete bei Häusern, die vor 1945 bzw. 1953 errichtet wurden, durch das Mietrechtsgesetz (MRG) geregelt [9]. Im Gegensatz zu freifinanzierten Neubauten können Vermieter bei älteren Gebäuden die Kosten für Sanierungsmaßnahmen nicht ohne Weiteres auf die Mieter umlegen. Dies kann zu einer Problemstellung führen, da Vermieter dadurch möglicherweise weniger Anreize haben, in Sanierungsmaßnahmen zu investieren. Insbesondere bei älteren und wenig rentablen Gebäuden können Vermieter daher zögern, Sanierungsmaßnahmen durchzuführen (z.B. eine thermisch-energetische Sanierung), da sich diese nicht unmittelbar auf ihre Einnahmen auswirken.

1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die ganzheitliche Modernisierung eines Gründerzeithauses in Wien zu untersuchen, einschließlich des Ausbaus des Dachgeschosses. Dabei werden alle relevanten Aspekte wie thermisch-energetische Sanierung, Fördermöglichkeiten und Wirtschaftlichkeit berücksichtigt. Insbesondere soll die Arbeit die Frage beantworten, ob eine Investition in die Sanierung eines Gründerzeithauses unter Berücksichtigung aller relevanten Randbedingungen und staatlichen Förderungen rentabel und attraktiv genug für Investierende oder Eigentümer:innen ist.

Ein weiteres Ziel der Arbeit besteht darin zu untersuchen, ob die vorhandenen Förderungen und rechtlichen Rahmenbedingungen angemessen sind, um die Klimaziele der Stadt Wien zu erreichen. Die Stadt Wien hat ehrgeizige Ziele bezüglich der Verringerung von CO₂-Emissionen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob die bestehenden Förderprogramme und gesetzlichen Rahmenbedingungen ausreichend sind, um die Sanierung von Gründerzeithäusern zu fördern und somit den Klimazielen der Stadt Wien gerecht zu werden.

Zunächst werden in Kapitel 2 dieser Arbeit die allgemeinen Grundlagen dargestellt, die für das Verständnis der nachfolgenden Kapitel erforderlich sind. Dabei werden die Besonderheiten der Gründerzeit erläutert. Im Anschluss werden wichtige Begriffe und Definitionen definiert, um eine klare Terminologie zu schaffen. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der in diesem Kapitel behandelt wird, ist die Klimapolitik auf internationaler und nationaler Ebene. Darüber hinaus werden auch

die aktuellen Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene vorgestellt, die für die ganzheitliche Modernisierung von Gründerzeithäusern in Wien relevant sind.

Kapitel 3 beschäftigt sich mit den rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen. Dabei werden unter anderem die Wiener Bauordnung, OIB-Richtlinien und das österreichische Mietrechtsgesetz dargestellt. In Kapitel 4 werden die Grundlagen der Altbausanierung erfasst, wobei besonders auf die Bauweise von Gründerzeithäusern eingegangen wird. Zudem werden in diesem Kapitel die für die Erarbeitung des praktischen Beispiels notwendigen Informationen ausgeführt, wie mögliche Warmwasseraufbereitungs- und Heizsysteme sowie Maßnahmen bei einer thermisch-energetischen Sanierung.

Nachfolgend wird anhand eines *Wiener Gründerzeithauses* aus dem Jahr 1890 ein praktisches Beispiel erarbeitet, das verschiedene Aspekte der Altbausanierung betrachtet. Es dient als Musterbeispiel für einen Dachgeschossausbau, eine thermisch-energetische Sanierung sowie die Betrachtung von Fördermöglichkeiten. In Kapitel 5 wird der geplante Dachgeschossausbau unter Berücksichtigung konstruktiver Aspekte durchgearbeitet, wobei insbesondere die Erdbebenbemessung eine wichtige Rolle spielt. Kapitel 6 stellt verschiedene thermisch-energetische Sanierungsoptionen vor und analysiert Aspekte wie Energieeffizienz, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit. Abschließend wird ein Überblick über die relevanten Fördermöglichkeiten gegeben, sowie die Ergebnisse und Schlussfolgerungen der erörterten Punkte zusammengefasst.

2 Allgemeine Grundlagen

In diesem Kapitel werden die allgemeinen Grundlagen für die ganzheitliche Modernisierung eines Gründerzeithauses in Wien behandelt. Zu Beginn wird eine Einführung in das Thema Gründerzeit gegeben. Nachhaltigkeit ist eines der wichtigsten Leitbilder der Zukunft und wird in diesem Kapitel in Bezug zur Altbausanierung behandelt. Basierend auf der *Smart Klima City Strategie Wien* [10] und dem *Wiener Klimafahrplan* [2] wird auf die Klimaziele der Stadt Wien eingegangen.

Ferner werden die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Sanierung eines Gründerzeitbaus definiert. Hierbei sind insbesondere die Vorgaben der Wiener Bauordnung, des Denkmalschutzes, sowie die OIB-Richtlinien zu berücksichtigen. Im Hinblick auf die Attraktivität für Investoren und Investorinnen zur Sanierung von Gründerzeithäusern ist es wichtig, die geltenden Mietvorschriften zu berücksichtigen, welche in Unterkapitel 3.5 erläutert werden. Anschließend wird ein Überblick über die aktuellen Förderungen gegeben, die in Zusammenhang mit einer ganzheitlichen Gebäudemodernisierung zur Verfügung stehen.

2.1 Gründerzeit

Die Gründerzeit bezeichnet einen Abschnitt der österreichischen Wirtschafts- und Baugeschichte zwischen 1848 und 1918. Sie wird in Früh-, Hoch- und Spätgründerzeit unterteilt. Eine exakte Abgrenzung der einzelnen Bauperioden ist nicht nach Jahren festzulegen, da die Übergänge zwischen den Stilperioden meist fließend sind. In der entsprechenden Fachliteratur findet man daher auch immer wieder unterschiedliche Angaben zum Baualter [4]. Die Industrialisierung stellte damals neue ästhetische Anforderungen an die Architektur, welche die Weiterentwicklung vorhandener Formen prägte [11]. Eines der prägnantesten Merkmale dieser Gebäudetypologie sind ihre Fassaden und werden in Abb. 2.1 dargestellt.

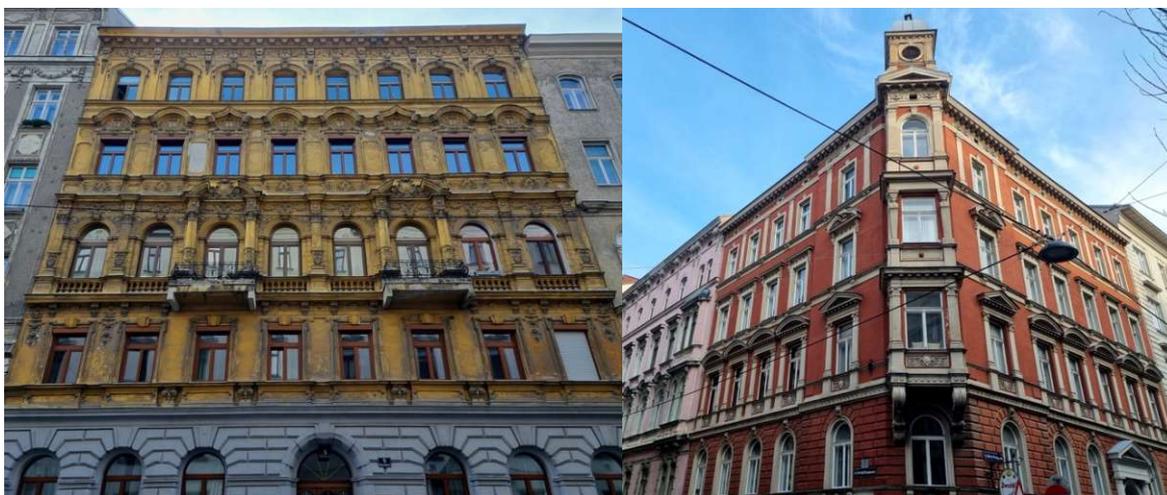


Abb. 2.1: Fassaden von Gründerzeitgebäuden

Kennzeichnend für die Gründerzeit ist ein starkes Bevölkerungswachstum, bedingt durch Zuwanderung und einen Anstieg der Geburtenrate, sowie ein Wandel in der Gesellschaftsstruktur und der Wirtschaft. Im Jahr 1840 hatte Wien eine Bevölkerung von 440.000 Einwohnern:innen. Innerhalb von 30 Jahren steigt sie auf das Doppelte an und zählt 1918 schlussendlich 2.238.545 Menschen. Daraus folgt, aufgrund verstärkter Wohnungsnot, ein regelrechter *Boom* in der Errichtung neuer Wohnbauten und eine Umstrukturierung der Stadt mit zahlreichen öffentlichen baulichen Veränderungen [11].

Ein weiteres Merkmal der Zeit war, dass der Wohnungsneubau hauptsächlich von privaten Investorinnen und Investoren getragen wurde, da Vermietung und Immobilienentwicklung ein lukratives Geschäft waren [12]. Diese damalige Privatisierung fördert in der heutigen Zeit eine zunehmende Verlagerung von Haus- zu Wohnungseigentümerinnen und Wohnungseigentümern. Dadurch entstand auch eine gewisse Dynamik, die immer wieder zum Abbruch des Bestands verleitet und im Neu- oder Umbau die gründerzeitlichen Standards nicht eingehalten werden müssen, wodurch das Stadtsystem nachhaltig unterlaufen wurde. Vor allem ging durch den Abbruch zunehmend leistbarer Wohnraum verloren, da vor 1945 errichtete Wohnungen dem Mietrechtsgesetz (MRG) unterliegen und somit in Gründerzeithäusern der Richtwertmietzins gilt [5].

Diese Problematik wurde im *Masterplan Gründerzeit* dargestellt, der einen Leitfaden für das Bestandsmanagement und die Weiterentwicklung eben jener Gebäude- und Stadtstrukturen bietet. Somit wurde im Jahr 2018 eine grundlegende Änderung in der Wiener Bauordnung durchgeführt, die besagt, dass der Abbruch eines Gründerzeithauses bewilligungspflichtig wird und nur noch möglich ist, wenn es kein öffentliches Interesse an der Erhaltung des Bauwerkes infolge seiner Wirkung auf das örtliche Stadtbild gibt [6].

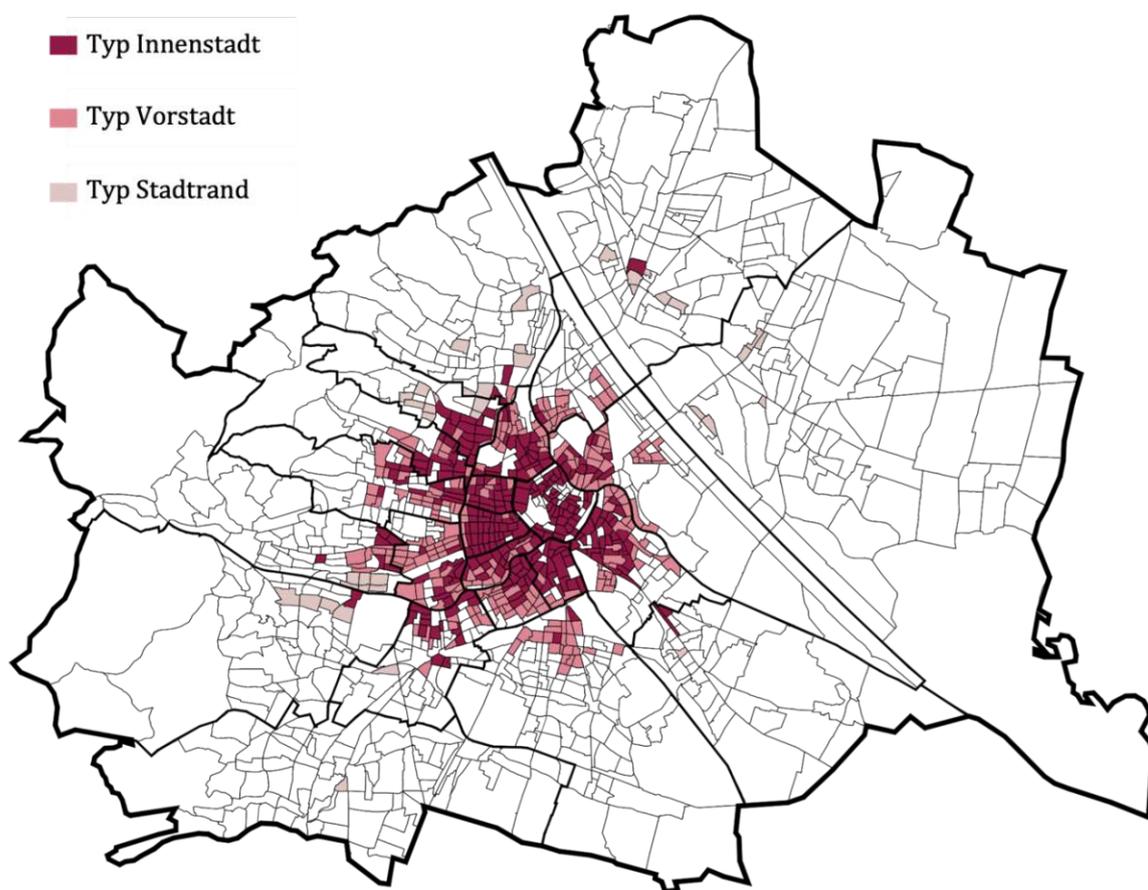


Abb. 2.2: Gebietstypologien der Wiener Gründerzeit. Quelle: Masterplan Gründerzeit, 2018, S.18 [5]

Die Wiener Bevölkerung betrug im Jahr 2017 1.867.960, wovon 713.000 Personen (38 %) in Gründerzeitgebäuden leben [5]. Laut dem *Masterplan Gründerzeit* lassen sich in Wien stadträumlich drei gründerzeitliche Gebietstypologien feststellen, welche in Abb. 2.2 dargestellt werden.

Der Typ Innenstadt beherbergt etwa 290.000 Personen und zeichnet sich durch eine hohe bauliche Dichte und eine niedrige Bevölkerungsdichte aus. Das vorherrschende *bürgerliche Zinshaus* wird durch eine hohe Bauqualität und große Wohnungen charakterisiert. Mittlere und große Gebäudeblöcke weisen zahlreiche Nichtwohnnutzungen auf und sind oft auch in den Innenhöfen

drei- bis fünfgeschossig verbaut. Die abnehmenden Gebäudehöhen von dem Stadtzentrum zu den Außenbezirken basieren auf dem 1893 beschlossenen Bauzonenplan und werden für den Typ Innenstadt in der Regel maximal ausgenutzt [5].

Der Typ Vorstadt beherbergt etwa 388.000 Personen und zeichnet sich durch eine hohe Bebauungs- und Bevölkerungsdichte aus. Das vorherrschende *Arbeiterzinshaus* wird durch eine billigere Bauweise als das *bürgerliche Zinshaus* gekennzeichnet. Vorwiegend findet man in diesem Gebiet kleine Wohnungen, die über längere Gänge erschlossen sind. Laut Bauzonenplan (1893) unterschreitet die Höhe der Gebäude mit drei bis vier Geschossen teilweise die maximal zulässige Gebäudehöhe [5].

Der Typ Stadtrand beherbergt etwa 35.000 Personen und zeichnet sich durch eine niedrige Bebauungs- und Bevölkerungsdichte aus. Diese Gebäudetypologie befindet sich am ehemaligen Stadtrand und ist durch Stadtvillen (meist dreigeschossig) gekennzeichnet [5].

2.2 Begriffe und Definitionen

Bauliche Maßnahmen an bestehenden Gebäuden können aufgrund unterschiedlicher Anforderungen und Zielsetzungen sehr variieren. Darüber hinaus werden in der Literatur Begriffe wie Renovierung, Sanierung oder Modernisierung unterschiedlich verwendet. Zum besseren Verständnis werden die Begriffe zunächst definiert.

- **Sanierung:** leitet sich vom lateinischen Wort *sanare* (heilen, verbessern) ab. Ziel der Sanierung ist die Wiederherstellung der Gebrauchsfähigkeit einer Baukonstruktion oder eines Gebäudes. Es geht dabei um die Behebung von Missständen und nicht um eine generelle Verbesserung des Gebäudezustandes. Beispiele für Sanierungsmaßnahmen sind Schimmel- und Hausschwambeseitigung, das Trockenlegen eines nassen Kellers, die Reparatur von Rissen im Putz, Balkonabdichtung oder die Reparatur eines undichten Daches [13].
- **Renovierung:** stammt von dem lateinischen Wort *renovare* (erneuern, wiederaufnehmen). Ziel der Renovierung ist die Wiederherstellung des ursprünglichen Gebäudezustandes. Es geht also nicht um die Beseitigung von Schäden, die durch ein Unglück entstanden sind, sondern um die Ausbesserung von Schäden bzw. Abnutzungserscheinungen, die durch den täglichen Gebrauch entstanden sind. Zur Renovierungsmaßnahmen zählen z.B. das Tapezieren von Wänden, das Erneuern von Anstrichen im Innen- und Außenbereich, das Lackieren von Türen und die Erneuerung von Bodenbelägen [13].
- **Modernisierung:** Modernisierungsmaßnahmen dienen der bautechnischen, gebäudetechnischen oder funktionalen Verbesserung eines Bauwerkes. Dabei geht es nicht um die Behebung von ernstesten Schäden (Sanierung) oder kleineren Abnutzungserscheinungen (Renovierung), sondern um die Verbesserung und Erweiterung des ursprünglichen Zustandes. Beispiel dafür ist der Einbau eines modernen Heizungssystems oder ein Umbau zur Herstellung der Barrierefreiheit im Gebäude [13].
- **Thermisch-energetische Sanierung:** bei einer Modernisierung steht oft der Wunsch im Vordergrund, die Energiekosten langfristig zu senken. In solchen Fällen spricht man über eine thermisch-energetische Sanierung, wobei es sich im Grunde genommen um eine Gebäudemodernisierung handelt. Zweck der thermisch-energetischen Sanierung ist die Reduktion des Energieverbrauches. Zu den Maßnahmen zählen beispielsweise der Austausch und die Erneuerung von Fenstern und Türen, der Einbau einer Lüftungsanlage zur Wärmerückgewinnung, der Austausch einer veralteten Heizungsanlage, sowie die Verbesserung der Dämmung der Gebäudehülle [13].
- **Altbausanierung:** dabei handelt es sich um die grundlegende Erneuerung der Bausubstanz, mit dem Ziel, die Wohnqualität zu steigern. Altbauten entsprechen nämlich häufig nicht mehr

den heutigen Wohnstandards und weisen auch Schäden auf. Die Sanierung kann beispielsweise eine Erneuerung der Dachkonstruktion, des Daches, der Fassade, des Heizungssystems, der Elektrik und des Innenraums beinhalten. Bei der Altbauanierung handelt es sich häufig um umfangreiche Projekte, bei denen das Gebäude gleichzeitig saniert und modernisiert wird [13].

- **Adaptierung:** umfasst jegliche baulichen Veränderungen, die Auswirkungen auf die Form des Baukörpers haben. Ziel dieser Maßnahmen kann die Verbesserung der Funktionalität oder die Behebung von Mängeln sein. Dabei kann es sich sowohl um Sanierungen, als auch um Modernisierungen handeln, abhängig davon, ob lediglich Fehler behoben oder eine Aufwertung des Wohnwertes angestrebt wird. Beispiele für Adaptierungen sind Aufstockungen, Anbauten, Umbauten und Ausbauten [14].

2.3 Bedeutung der Nachhaltigkeit im Bausektor

Der Begriff Nachhaltigkeit oder nachhaltige Entwicklung ist die herkömmliche Übersetzung des englischen Begriffs *sustainable development* oder auch *sustainability* und bezieht sich auf eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Fähigkeit künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen [14]. Dabei ist es wichtig, die drei Säulen der Nachhaltigkeit gleichberechtigt zu betrachten, nämlich Ökologie, Ökonomie und Soziales.

Allgemein kann festgehalten werden, dass der Bausektor einen großen Einfluss auf die ökologische, ökonomische und soziokulturelle Entwicklung einer Gesellschaft hat. Rund 40 Prozent des EU-weiten Energieverbrauchs und rund 36 Prozent der EU-weiten CO₂-Emissionen können dem Bausektor zugerechnet werden [15]. Aus der Sicht einer nachhaltigen Entwicklung ist es wichtig, einerseits den heutigen Gebäudebestand optimal zu nutzen und andererseits neue Wege im Bauwesen zu finden, um Ressourcen in Zukunft effizienter zu nutzen, Mensch und Umwelt zu schützen und die Voraussetzungen für eine wirtschaftlich und sozial verträgliche Weiterentwicklung zu schaffen. Elementar ist auch die Lebenszyklusbetrachtung, denn nachhaltiges Bauen bedeutet, in allen Phasen des Lebenszyklus des jeweiligen Gebäudes den Einsatz von Rohstoffen und Energie zu optimieren [16].

2.4 Klimapolitik

Die Klimapolitik auf internationaler und europäischer Ebene beschäftigt sich mit der Ausgestaltung von Strategien und Maßnahmen zum Schutz des Klimas durch die Vermeidung von Treibhausgasen und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels [17]. In den letzten Jahren ist dieses Thema immer wichtiger geworden, da sich die Auswirkungen des Klimawandels zunehmend bemerkbar machen und es immer dringlicher wird gegenzusteuern. Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die aktuellen internationalen und nationalen Klimaschutzziele.

2.4.1 Klimaschutzziele auf internationaler Ebene

Die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) wurde im Jahr 1992 auf der Konferenz der Vereinten Nationen über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro verabschiedet. Das UNFCCC ist die internationale Rechtsgrundlage für den weltweiten Klimaschutz und hat 198 Vertragsparteien, darunter auch die EU [18].

Das übergeordnete Ziel der internationalen Klimapolitik ist es, die Konzentrationen von Treibhausgasen in der Atmosphäre auf so einem Niveau zu stabilisieren, dass eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Dieses Ziel sollte innerhalb eines Zeitrahmens erreicht werden, der es den Ökosystemen ermöglicht, sich auf natürliche Weise an die

Klimaveränderungen anzupassen, der die Nahrungsmittelproduktion nicht gefährdet und eine nachhaltige Wirtschaftsentwicklung ermöglicht (Artikel 2 der Klimarahmenkonvention). Der Klimawandel, der bereits eingetreten ist, ist ein Ergebnis der globalen Erwärmung. Die zunehmende Freisetzung von Treibhausgasen durch den Menschen, insbesondere seit Beginn der Industrialisierung, verstärkt den Treibhauseffekt und gilt als Hauptursache für die Erwärmung [18].

Am 12. Dezember 2015 verabschiedeten die Vertragsstaaten das Übereinkommen von Paris, das unter der Klimarahmenkonvention angesiedelt ist. Das Übereinkommen war ein großer Durchbruch in der internationalen Klimapolitik und führte zu den folgenden Zielen [19]:

- Die globale Erwärmung soll auf maximal zwei Grad Celsius im Vergleich zum vorindustriellen Niveau begrenzt werden und es sollen Anstrengungen unternommen werden, um den Anstieg auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen.
- Die globalen Treibhausgasemissionen sollen so bald wie möglich ihren Höhepunkt erreichen und bis Mitte des 21. Jahrhunderts auf (netto) Null reduziert werden.
- Alle Staaten der Welt müssen alle fünf Jahre nationale Beiträge (*Nationally Determined Contributions*, NDCs) zur Emissionsreduzierung vorlegen und umsetzen, wobei das Ziel ist, die Ambitionen kontinuierlich zu steigern.
- Die Anpassung an die unvermeidlichen Folgen des Klimawandels werden umfassend behandelt.
- Unterstützung für Entwicklungsländer bei Klimaschutz und Anpassungen (durch Kapazitätsaufbau, Technologietransfer und Finanzierung).

2.4.2 Klimaschutzziele auf europäischer und nationaler Ebene

Mit dem *Europäischen Green Deal* (EGD) verbindet die Europäische Kommission 2019 das übergreifende Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2050 mit einer breit angelegten Wachstumsstrategie, um Europa auf einen klimaneutralen, ressourcenschonenden und wettbewerbsfähigen Entwicklungspfad zu bringen. Dieses Ziel wurde 2021 in dem EU-Klimaschutzgesetz gesetzlich verankert. Zusätzlich wurden darin negative Emissionen nach 2050 festgeschrieben. Um dieses langfristige Ziel zu erreichen, hatten die Staats- und Regierungschefs der EU bereits im Dezember 2020 auf der Grundlage einer Folgenabschätzung beschlossen, das Zwischenziel für 2030 von 40 % auf 55 % Emissionsminderung gegenüber 1990 anzupassen. Dies ist ersichtlich in Abb. 2.3. Außerdem wurde ein Prozess zur Festlegung eines Ziels für 2040 eingeleitet. Zahlreiche Legislativvorschläge zur Umsetzung dieser Klimaziele, bekannt als *Fit-For-55-Paket*, werden derzeit in der EU verhandelt [17].

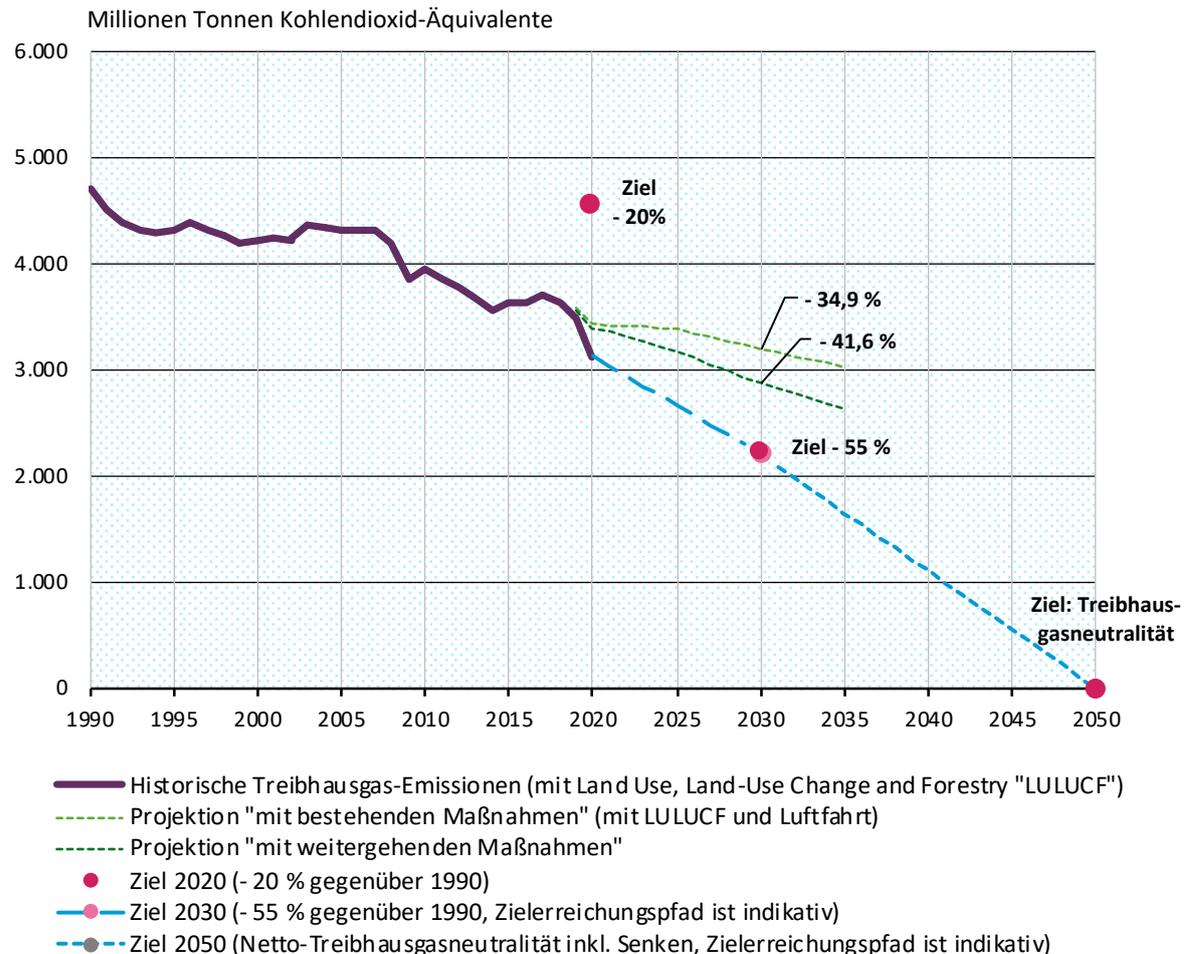


Abb. 2.3: Treibhausgas-Emissionen der EU bis 2020, Projektionen bis 2035 und Minderungsziele bis 2050.
Quelle: European Environment Agency [20]

Die derzeitige *Effort-Sharing-Verordnung* sieht für Österreich eine Verringerung der Treibhausgasemissionen (außerhalb des Emissionshandels) um 36 % bis 2030 gegenüber dem Jahr 2005 vor. Dieses Ziel ist jedoch nicht mit dem aktualisierten Ziel für 2030 vereinbar, das eine EU-weite Netto-Treibhausgasreduzierung von mindestens 55 % vorsieht, und sollte nach dem vorliegenden Vorschlag auf minus 48 % erhöht werden [21].

2.4.3 Klimaschutzziele der Stadt Wien

Die *Smart Klima City Strategie Wien* und der *Wiener Klimafahrplan* bilden gemeinsam den Rahmen und weisen den Weg vor, wie Wien bis 2040 klimaneutral werden soll. Wie bereits erwähnt, entfielen knapp 30 Prozent der leitzielrelevanten Treibhausgasemissionen in Wien im Zeitraum 2014 bis 2018 auf den Gebäudesektor, konkret auf Heizen, Kühlen und Warmwasserbereitung. Im Vergleich zu anderen Bundesländern spielen Heizöl- und Kohlenheizungen in Wien nur noch eine untergeordnete Rolle (siehe Abb. 1.2). Daher kann die CO₂-Neutralität in Wien nur durch einen stärkeren Ausbau der Fernwärme und durch Wärmepumpen (und in seltenen Fällen durch Biomasse) erreicht werden [22].

Im Rahmen der *Smart Klima City Strategie Wien* wurden folgende klimaschutzrelevanten Ziele für den Gebäudesektor festgelegt:

- 1) Der Endenergieverbrauch für Heizen, Kühlen und Warmwasser in Gebäuden sinkt pro Kopf bis 2030 um 20 Prozent und bis 2040 um 30 Prozent.³

³ Gegenüber dem Durchschnittswert der Jahre 2005–2010

- 2) Die damit verbundenen CO₂-Emissionen sinken pro Kopf bis 2030 um 55 Prozent und bis 2040 auf null.⁴
- 3) Gebäude werden zur maximalen solaren Energiegewinnung genutzt.
- 4) Begrünung, Beschattung, und passive Kühlung von Gebäuden sind Standard, aktive Kühlung erfolgt durch erneuerbare Energien.
- 5) Kreislauffähiges Planen und Bauen zur maximalen Ressourcenschonung ist ab 2030 Standard bei Neubau und Sanierung.
- 6) 2040 ist die Wiederverwendbarkeit von mindestens 70 Prozent der Bauelemente, -produkte und -materialien von Abrissgebäuden und Großumbauten sichergestellt.
- 7) Wien stellt auch künftig einen ausreichend hohen Anteil an gefördertem Wohnbau in hoher Qualität bereit, um den Anteil jener, die von einer Wohnkostenüberbelastung betroffen sind, zu senken.
- 8) Bauträgerwettbewerbe im geförderten Wohnbau treiben soziale Innovationen und neue Lösungen für Klimaschutz und Klimaanpassung – insbesondere Begrünungsmaßnahmen – voran.

Zur Zielerreichung sind unterschiedliche Förderungen und Initiativen vorgesehen, die unter Kapitel 2.5 dargestellt werden. Im Januar 2023 stellte der Magistrat der Stadt Wien das Konzept *Raus aus Gas – Wiener Wärme und Kälte 2040* vor [23]. Es basiert auf dem *Wiener Klimafahrplan* und skizziert den Weg zur Klimaneutralität im Gebäudebereich in Wien.

2.5 Förderungen

Dieses Unterkapitel gibt einen Überblick über die aktuellen Fördermöglichkeiten, die für die thermisch-energetische Sanierung eines Gründerzeitgebäudes relevant sind. In Kapitel 7 werden die wichtigsten Förderungen im Detail beschrieben. Welche Förderungen beantragt werden können, hängt von verschiedenen Faktoren ab und muss in jedem Einzelfall genau analysiert werden. Zunächst werden die Förderungen auf Bundesebene dargestellt, gefolgt von den Landesförderungen der Stadt Wien.

2.5.1 Bundesförderungen

2.5.1.1 Raus aus Öl und Gas: Mehrgeschossiger Wohnbau

Diese Förderungsaktion soll Privaten und Betrieben den Umstieg von einer fossil betriebenen Raumheizung auf ein nachhaltiges Heizungssystem erleichtern. Es wird die Neuerrichtung, Umstellung und Erneuerung von umwelt- und klimafreundlichen Wärmeerzeugern gefördert. Gefördert wird unter anderem:

- Nah-/Fernwärmeanschluss
- Holzheizungen
- Wärmepumpen
- Zentralisierung des Heizungssystems im mehrgeschossigen Wohnbau
- *Solarbonus* (bei gleichzeitiger Umsetzung einer thermischen Solaranlage)

Die Förderung wird als einmaliger, nicht rückzahlbarer Investitionskostenzuschuss vergeben und ist auf höchstens 50 % der förderfähigen Investitionskosten begrenzt [24].

2.5.1.2 Sanierungsscheck: Mehrgeschossiger Wohnbau

Im Rahmen der *Sanierungsoffensive* [25] werden thermische Gebäudesanierungen gefördert. Der *Sanierungsscheck* richtet sich an Privatpersonen. Für Betriebe, Vereine und konfessionelle Einrichtungen sowie für Gemeinden steht die thermische Gebäudesanierung zur Verfügung.

⁴ Gegenüber dem Durchschnittswert der Jahre 2005–2010

Für private Eigentümer:innen werden im mehrgeschossigen Wohnbau thermisch-energetische Sanierungen durch den *Sanierungsscheck* gefördert, sofern das privat genutzte Wohngebäude älter als 20 Jahre ist. Dabei sind folgende Maßnahmen förderungsfähig:

- Dämmung der Außenwände
- Dämmung der obersten Geschossdecke bzw. des Daches
- Dämmung der untersten Geschossdecke bzw. des Kellerbodens
- Sanierung bzw. Austausch der Fenster und Außentüren

Die Förderung wird als einmaliger, nicht rückzahlbarer Investitionskostenzuschuss vergeben und ist auf höchstens 30 % der förderfähigen Investitionskosten begrenzt [26].

2.5.1.3 EAG – Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher

Das Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz (EAG) hat die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Netzanschluss von erneuerbaren Energieanlagen vereinfacht. Dies beinhaltet auch finanzielle Unterstützung in Form eines pauschalierten Netzzutrittsentgelts. Mit den EAG-Investitionszuschüssen wird die Einrichtung neuer Photovoltaikanlagen und damit verbundener Stromspeicher gefördert. Die maximalen Fördersätze im Jahr 2022 betragen 285 €/kWp für die PV-Anlage und 200 €/kWh für das Stromspeichersystem [27].

2.5.2 Landesförderungen in Wien

2.5.2.1 Wohnfonds Wien

Die Stadt Wien fördert zeitgemäßes Wohnen in alter Bausubstanz. Die Wohnqualität sowie das Wohnumfeld werden im Rahmen der sanften Stadterneuerung aufgewertet. Der Schwerpunkt liegt auf der Verbesserung der thermischen und energetischen Eigenschaften der Gebäude [28].

Es wurden Sanierungszielgebiete anhand der Größe der Wohnungen, der Ausstattung und dem Alter der Gebäude im Gebiet festgelegt. Ebenfalls berücksichtigt werden die Neubautätigkeit als Korrekturfaktor, der Erwerbssituation der Bewohner und die Möglichkeit der Schaffung zusätzlichen Wohnraums [29]. Die Sanierungen werden nicht ausschließlich in den definierten Sanierungszielgebieten gefördert, jedoch dort begünstigt gefördert bzw. profitieren von zusätzlichen Fördermöglichkeiten. Ziel ist es, in diesen Gebieten einen besonderen Anreiz für Modernisierungen und Erneuerungen zu setzen. Es handelt sich um Zählgebiete, die nach baulichen und sozialen Kriterien ausgewählt wurden [30].

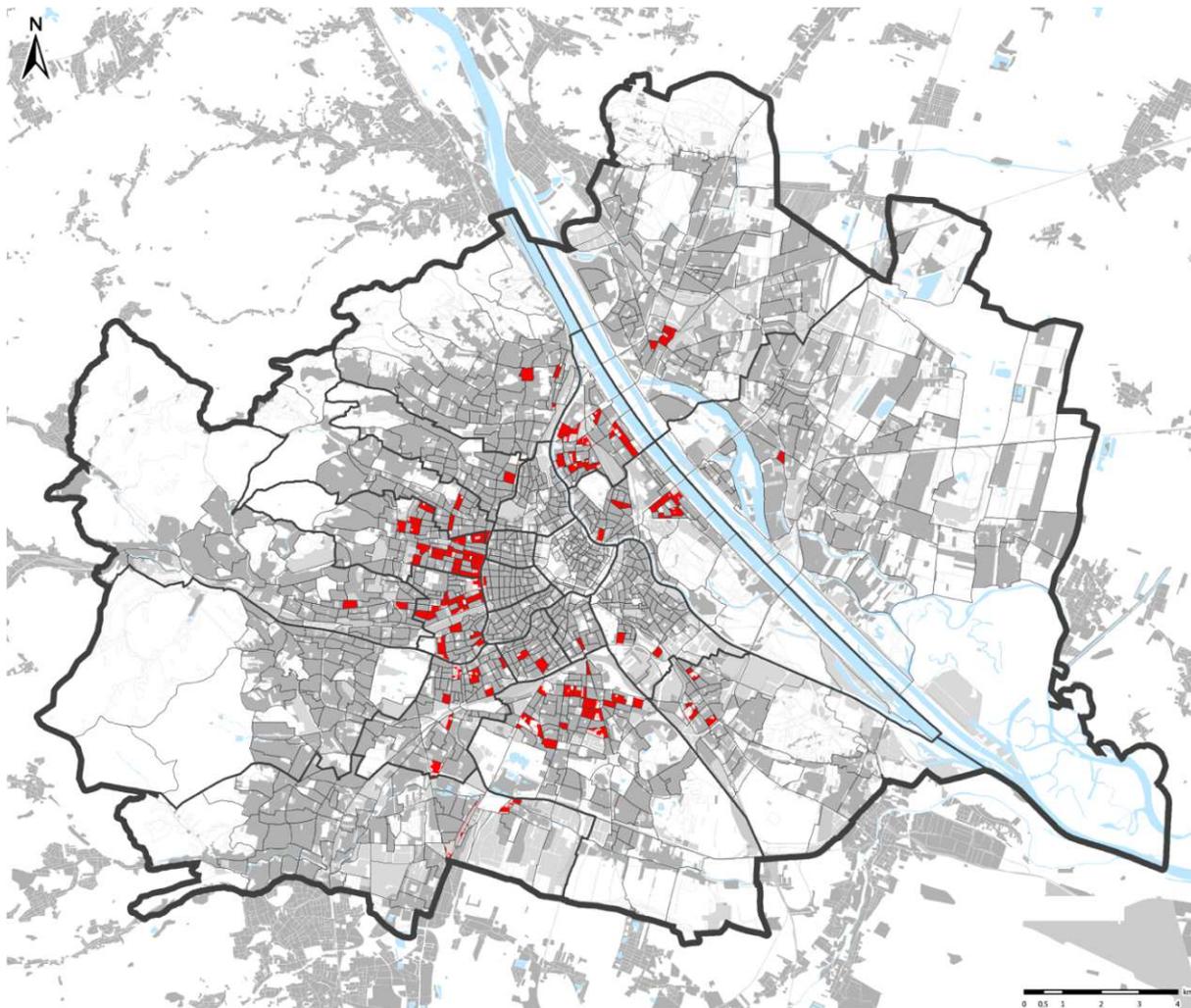


Abb. 2.4: Sanierungszielgebiete der Wohnfonds Wien [31]

Wohnfonds Wien fördert folgende Sanierungsarten:

Sockelsanierung

Diese Sanierungsart ist eine durchgreifende Sanierung eines bewohnten Gebäudes. Folgende Maßnahmen werden gefördert:

- notwendige Erhaltungsarbeiten an den allgemeinen Teilen des Hauses
- hausseitige Verbesserungsarbeiten
- Verbesserung von Wohnungen (leerstehend oder bewohnt)
- Adaptierung von Erdgeschoss- und Souterrainflächen zu Geschäftslokalen [32].

Die zweite und jede weitere vierte beantragte Wohnung zur Sanierung, die entweder bestandsfrei oder neu geschaffen wird, muss der Stadt Wien zur Vergabe angeboten werden. Während der Förderdauer ist die Vermietung dieser Wohnungen nur gemäß dem Kostendeckungsprinzip zulässig. Bei der Durchführung einer thermisch-energetischen Sanierung können nicht zurückzahlbare Beiträge analog zur Förderung *THEWOSAN* gewährt werden. Durch die Förderung wird ein Landesdarlehen in Höhe von 25 % der gesamten förderfähigen Baukosten mit einer Laufzeit von 15 Jahren gewährt. Darüber hinaus wird ein jährlicher Annuitätenzuschuss bzw. ein laufender, nicht zurückzahlbarer Zuschuss von max. 6 % gewährt [33].

THEWOSAN

Dabei handelt es sich um die **thermisch-energetische Wohnhaussanierung** eines Wohngebäudes, das aufgrund fehlender oder zu geringer Dämmung einen hohen Energieverbrauch aufweist.

Dieser kann durch geeignete Maßnahmen ohne Komfortverlust reduziert werden, was die Versorgungssicherheit erhöht und die Betriebskosten senkt. Ziel ist es, sowohl den Heizbedarf als auch die CO₂-Emissionen und den Brennstoffverbrauch des Gebäudes wesentlich zu reduzieren. Gleichzeitig bietet eine gut gedämmte Gebäudehülle Schutz vor sommerlicher Überwärmung. Gefördert werden bauliche und anlagentechnische Maßnahmen zur thermischen Sanierung der gesamten Gebäudehülle so wie:

- die Wärmedämmung aller Außenbauteile
- die Erneuerung von Fenstern und Außentüren
- Maßnahmen zur Beseitigung von Wärmebrücken
- Maßnahmen zur Erhöhung passiv-solarer Wärmegewinne
- außenliegender Sonnenschutz
- Umstellung oder Errichtung der Heizungs- und Warmwasseraufbereitungsanlage mit primärenergieeffizientem und/oder CO₂-reduziertem oder erneuerbaren Energieträgern
- Umstellung auf Systeme mit hoher Energieeffizienz
- Maßnahmen zur Verbesserung des Wirkungsgrades an bestehenden Anlagen [34].

Der nicht rückzahlbare Zuschuss ist auf maximal 40 % der förderfähigen Investitionskosten begrenzt [33].

Dachbodenausbau und Zubau

Unter Dachgeschossausbau versteht man die Nutzung des Dachbodens, der bisher nicht als Wohnfläche genutzt wird, zu Wohnzwecken. Die Schaffung von Wohnraum kann sowohl vertikal durch Aufstockungen als auch horizontal durch den Zubau im Hof oder durch Baulückenverbauung erfolgen. Gefördert wird die Schaffung neuer Wohnungen durch Dachgeschossausbau und/oder Zubau [35].

Die zweite und jede weitere vierte neu geschaffene Wohnung muss der Stadt Wien zur Vergabe angeboten werden. Während der Förderdauer ist die Vermietung dieser Wohnungen ausschließlich gemäß dem Kostendeckungsprinzip erlaubt. Analog zur Förderung einer *Sockelsanierung* wird ein jährlicher Annuitätenzuschuss oder ein laufender, nicht zurückzahlbarer Zuschuss von etwa 4,5 % (abhängig vom zulässigen variablen Darlehenszinssatz) gewährt [33].

Zentralheizung

Diese Förderung beinhaltet den Neuanschluss oder die Umstellung einer vorhandenen Heizungsanlage an das Fernwärmenetz oder ein hocheffizientes alternatives System. Gefördert wird:

- Fernwärmeanschluss als Einzelmaßnahme
- Errichtung einer Zentralheizung mit hocheffizienten alternativen Systemen
- Umstellung oder Nachrüstung einer vorhandenen Heizungsanlage auf Fernwärme oder hocheffiziente alternative Systeme (außerhalb des Fernwärmeversorgungsgebietes)
- Steig- und Verteilungsleitungen [36]

Die Förderung wird als einmaliger, nicht rückzahlbarer Investitionskostenzuschuss vergeben und ist auf höchstens 35 % der förderfähigen Investitionskosten begrenzt [33].

Erhaltungsarbeiten

Unter Erhaltungsarbeiten im Sinne des Mietrechtsgesetzes (MRG) fallen Maßnahmen an jenen allgemeinen Teilen des Gebäudes, die nicht Teil der thermischen Gebäudehülle sind. Dazu gehören beispielsweise:

- Maßnahmen zur Abwendung einer Gesundheitsgefährdung für die Bewohnerinnen und Bewohner
- Aufrechterhaltung des Betriebs von bestehenden, für die gemeinsame Benutzung vorgesehenen Anlagen
- Installation von öffentlich-rechtlich vorgeschriebenen Einrichtungen [37].

Abhängig von den Erhaltungsarbeiten kann ein Landesdarlehen oder ein nicht zurückzahlbarer Beitrag gewährt werden.

Totalsanierung

Das Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz (WWFSG) ermöglicht auch die Förderung der durchgreifenden Sanierung eines zur Gänze bestandsfreien (leeren) Gebäudes, gegebenenfalls einschließlich Aufstockung, Zubau und Dachbodenausbau. Ziel ist die Schaffung von Wohnungen der Kategorie A. Das kann die Sanierung eines Wohngebäudes sein, aber auch der Umbau eines Nichtwohngebäudes in ein Wohngebäude [38].

Totalsanierung Abbruch und Neubau

Voraussetzung für die Förderung eines Neubaus nach der Sanierungsverordnung 2008 ist, dass das bestehende Gebäude einen städtebaulichen Missstand darstellt, der nur durch Abriss und Neubau behoben werden kann. Die WWFSG-MA21-Kommission, bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der Stadt Wien und des Wohnfonds Wien, ist für die Ermittlung der städtebaulichen Missstände zuständig [39].

Sonstige Sanierungsarten die vom Wohnfonds Wien gefördert werden

- Wohnheime
- Maßnahmen für Menschen mit besonderen Bedürfnissen
- Personenaufzüge
- Wohnkomfort
- *wiener Projekt* (kleine Blocksanierung) [28].

2.5.2.2 Sanierungskonzept für Mehrfamilienwohnhäuser

Die Stadt Wien fördert die Erstellung von Sanierungskonzepten, die der Richtlinie für die Förderung eines Sanierungskonzeptes für Wohngebäude entsprechen. Damit wird die thermisch-energetische Sanierung von Mehrfamilienwohnhäusern optimal vorbereitet. Die Förderungen können folgende Sanierungsmaßnahmen umfassen:

- Dämmung der Fassade
- Erneuerung oder energietechnische Verbesserungen der Fenster
- Dämmung der obersten Geschosdecke und der Kellerdecke
- Erneuerung oder Verbesserung des gebäudetechnischen Systems
- Umstellung des Energieträgers für Heiz- und Warmwasseraufbereitung auf hocheffiziente alternative Energiesysteme
- Prüfung des Potenzials für die Erzeugung erneuerbarer Energie
- Möglichkeiten der kontrollierten Wohnraumlüftung [40].

2.5.2.3 Förderung für Wärmenetze (Anergienetze) in Verbindung mit Wärmepumpen für bis zu 3 Objekte

Die Stadt Wien fördert die Nutzung von Wärmenetzen (Anergienetzen) in Verbindung mit Erd- oder Grundwasserwärmepumpen. Daher muss die bestehende Versorgung mit fossilen Brennstoffen vollständig ersetzt werden [41].

2.5.2.4 Wiener Photovoltaik-Offensive

Das Ziel der *Wiener Sonnenstrom-Offensive* ist es, so viel Sonnenstrom wie möglich auf Dächern, Fassaden und versiegelten Flächen im Wiener Stadtgebiet zu gewinnen. Das Programm ist für 10 Jahre angelegt und das Ziel ist es, bis 2030 rund 350.000 der insgesamt 926.000 Wiener Haushalte mit krisensicherem und kostengünstigem Sonnenstrom zu versorgen [42].

Die Wiener Photovoltaik-Offensive umfasst folgende Förderungen:

Wiener Standardförderung für Photovoltaik-Anlagen

Die Stadt Wien unterstützt Photovoltaik-Anlagen, die auf Gebäuden, baulichen Anlagen oder Betriebsflächen (mit Ausnahme von Grünflächen) installiert werden, mit einer Förderung von bis zu 250 Euro pro kWp. Diese Förderung kann beantragt werden, solange kein *Fördercall* des EAG offen ist [43].

Förderung von Photovoltaik-Anlagen auf Gründächern

Die Stadt Wien bietet einen Zuschlag von bis zu 150 Euro pro kWp für Photovoltaik-Anlagen, die auf Gründächern installiert werden oder als Verschattungseinrichtung für Dachlandschaften mit Aufenthaltscharakter und Dachbegrünung dienen. Diese Förderung kann zusätzlich zur Standardförderung für Photovoltaik-Anlagen beantragt werden [43].

Förderung von Photovoltaik-Anlagen auf Flugdächern

Für Photovoltaik-Anlagen, die auf Flugdächern, wie Parkplätzen oder Lagerbereichen, installiert werden, kann eine zusätzliche Förderung zur Standardförderung gewährt werden. Die maximale Förderung beträgt 500 Euro pro kWp für Anlagen mit einer Fläche von bis zu 100 Quadratmetern oder einer Leistung von 15 kWp [43].

Förderung von elektrischen Speichern

Die Stadt Wien fördert den Einsatz von Stromspeicherlösungen in Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie betrieblichen Gebäuden, um den Strom aus einer bestehenden Photovoltaik-Anlage auch dann verwenden zu können, wenn die Sonne nicht scheint. Dies reduziert den Bedarf an Energie aus dem Netz und entlastet die Netze in sonnenreichen Stunden. Die Förderung umfasst die Neuerrichtung oder Nachrüstung eines stationären Stromspeichers. Hierbei werden bis zu 10 kWh gefördert und die Förderhöhe beträgt 200 Euro pro kWh Speichernennkapazität oder einen Höchstbetrag von 30 Prozent der förderfähigen Gesamtkosten in Form eines einmaligen Investitionskostenzuschusses. Diese Förderung kann beantragt werden, solange kein *Fördercall* des EAG offen ist [43].

2.6 Energiekarten im Stadtplan

Der *Themenstadtplan Energie* [44] ermöglicht den Zugang zu energierelevanten Informationen in Wien. Ein Überblick über lokal vorhandene Energiepotenziale wurde von der MA 20 (Energieplanung) in Kooperation mit verschiedenen Partnern der *Themenstadtplan Energie* erstellt. Darin werden unter anderem Informationen zum Solar-, Erdwärme-, Wind- und Abwärmepotenzial dargestellt [45].

2.6.1 Solarpotenzialkataster

Der Solarpotenzialkataster ist ein praktisches Instrument zur einfachen Ermittlung und Darstellung des Potenzials der Wiener Dachflächen für die solare Nutzung. Dies bezieht sich sowohl auf die Nutzung zur Wärmeerzeugung (Solarthermie) als auch zur Stromerzeugung (Photovoltaik). Durch die Berücksichtigung der Dachform sowie die Verwendung von Erfahrungswerten kann die zu erwartende Anlagenleistung realitätsnahe abgeschätzt werden [46].

Gebäudespezifische Faktoren wie bauliche und statische Eigenschaften können bei der Berechnung jedoch nicht berücksichtigt werden. Der Solarpotenzialkataster ersetzt keine gebäudespezifische Planung der Photovoltaik-Anlage. Die Erfahrungswerte zeigen, dass durchschnittlich 30 Prozent der geeigneten Dachflächen tatsächlich für die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen nutzbar sind [46].

2.6.2 Erdwärmepotenzialkataster

Ungefähr ein Drittel des Wiener Stadtgebietes ist für die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme sowie des Grundwassers für energetische Zwecke besonders gut geeignet. Für die regenerative Wärmeerzeugung eignen sich in manchen Gebieten eher geschlossene Systeme, wie zum Beispiel Anlagen mit Erdwärmesonden. In anderen Gebieten sind offene Systeme wie Wasser-Wasser-Wärmepumpen sinnvoller. Ob und für welche Nutzungsformen ein Standort geeignet ist, ist im Erdwärmepotenzialkataster ersichtlich [47].

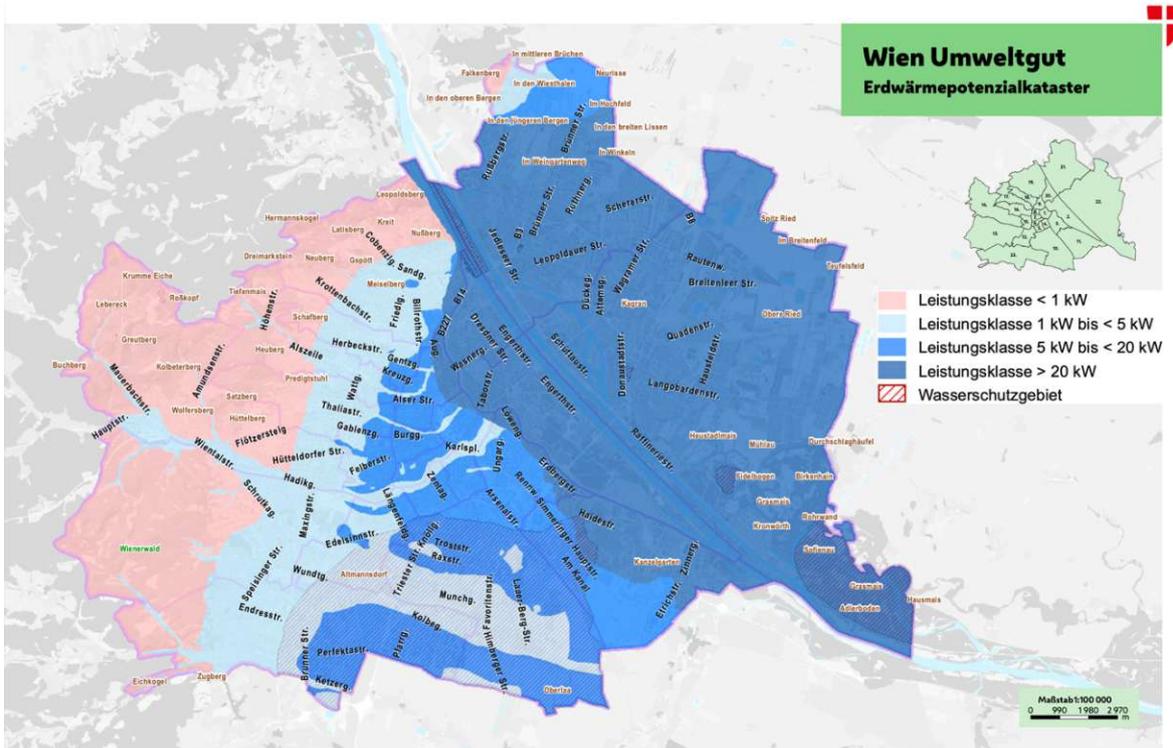


Abb. 2.5: Erdwärmepotenzialkataster Wien [48]

3 Rechtliche und Technische Rahmenbedingungen

Unter diesem Kapitel werden die wichtigsten Gesetze und Richtlinien im Zusammenhang mit der Altbausanierung eines Gründerzeithauses in Wien dargestellt. Hierzu müssen vor allem die Vorgaben der Wiener Bauordnung, des Denkmalschutzes, der OIB-Richtlinien und der Eurocodes berücksichtigt werden. Für die Beurteilung des Tragverhaltens bestehender Bauwerke bei Umbau- und Instandsetzungsmaßnahmen oder bei beabsichtigten Nutzungsänderungen können zusätzliche oder ergänzende Regelungen zu den aktuellen Eurocodes maßgebend sein. Die ÖNORM B 4008-1:2018 [49] gilt für die Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Hochbauten, die vor Einführung der Eurocodes errichtet wurden. Dieses Thema wird in Unterkapitel 4.2 eingehend behandelt.

3.1 Wiener Bauordnung

Die Bauordnung für Wien umfasst eine Vielzahl an Bestimmungen, die das Bauen in Wien regeln und somit das Fundament des Wiener Baurechts bilden. Neben den Materien Stadtplanung und Flächenwidmung regelt die Wiener Bauordnung die Ausnutzbarkeit von Bauplätzen, definiert die Nachbarrechte im Bauverfahren und legt Vorschriften und Verantwortlichkeiten für die Ausführung und Fertigstellung von Bauvorhaben fest [50].

Die erste Bauordnung Wiens erschien offiziell am 13. Dezember 1829 und umfasste 30 Paragraphen. Die aktuelle Bauordnung basiert auf der fünften Bauordnung, die am 25. November 1929 formuliert wurde. Durch die fünfte Novelle wurde bereits beispielsweise das Verbot von Kellerwohnungen, der Verbauungsgrad und der Schutz von Erholungsflächen sowie ein Lichteinfall von 45 Grad geregelt [50].

Im Jahr 2018 trat eine größere Änderung der Wiener Bauordnung in Kraft. Ziel war die Zerstörung von Gebäuden, die vor 1945 erbaut wurden, zu verhindern. Vor Einführung dieser Novelle wurden beinahe ungehindert Zinshäuser aufgekauft, abgerissen und durch lukrativere Neubauten ersetzt. Bei gleicher Gebäudehöhe könnten Neubauten durch eine geringere Geschosshöhe oft bis zu zwei Geschosse mehr beinhalten. Bauten, welche vor dem 8. Mai 1945 errichtet wurden, unterliegen dem Mietrechtsgesetz und somit dem Richtwertzins, welcher 2018 in Wien ca. 5,6 € pro m² betrug. Im Neubau hingegen kann eine *marktkonforme Miete* verlangt werden, die im Jahr 2018 in vielen Stadtteilen Wiens bereits über 14 € netto pro m² liegen konnte. Die zunehmende Spekulation auf hohe Renditen aus dem Ankauf alter Zinshäuser und die Errichtung von Neubauten ist daher ein wesentlicher Grund für die zahlreichen Abrisse und auch ein Indikator für die Bauordnungsnovelle von 2018 [51].

OTTO Immobilien führt seit Herbst 2009 eine Bestandsanalyse der Gründerzeit-Zinshäuser in Wien nach klar definierten Kriterien:

- Baujahr 1848-1918
- geschlossene Bauweise (keine Zinsvillen)
- im Stil des Historismus mit zahlreichen klassischen dekorativen Stilelementen
- keine Sondernutzung (öffentliche Gebäude, Palais etc.)
- kein Wohnungseigentum

Nach diesen Kriterien zählte OTTO Immobilien im Herbst 2009 insgesamt 15.529 Gründerzeit-Zinshäuser, am Stichtag 16.8.2022 sind es nur noch 13.675. Dies bedeutet, dass die Zahl seit Beginn der Analyse um 1.854 gesunken ist, was einem Rückgang des Bestands von etwa 11,9 Prozent entspricht. Nach Angaben von OTTO Immobilien ist der Hauptgrund für den Verlust von Gründerzeit-Zinshäuser die Schaffung von Wohnungseigentum. Ein weiterer Grund für den Rückgang der

Bestände ist die Nutzungsänderung, so z.B. die Umwandlung in Hotels. Abrisse von Gründerzeit-Zinshäuser sind laut OTTO Immobilien derzeit selten [52].

Abb. 3.1 zeigt den Rückgang der Gründerzeit-Zinshäuser pro Berichtsperiode. Die Berichtsperiode Herbst 2018 sticht mit einem Rückgang von 368 Gründerzeitwohnungen hervor, der stark von der sogenannten *Abrisswelle* beeinflusst wurde und ein wichtiger Indikator für die Bauordnungsnovelle 2018 war.

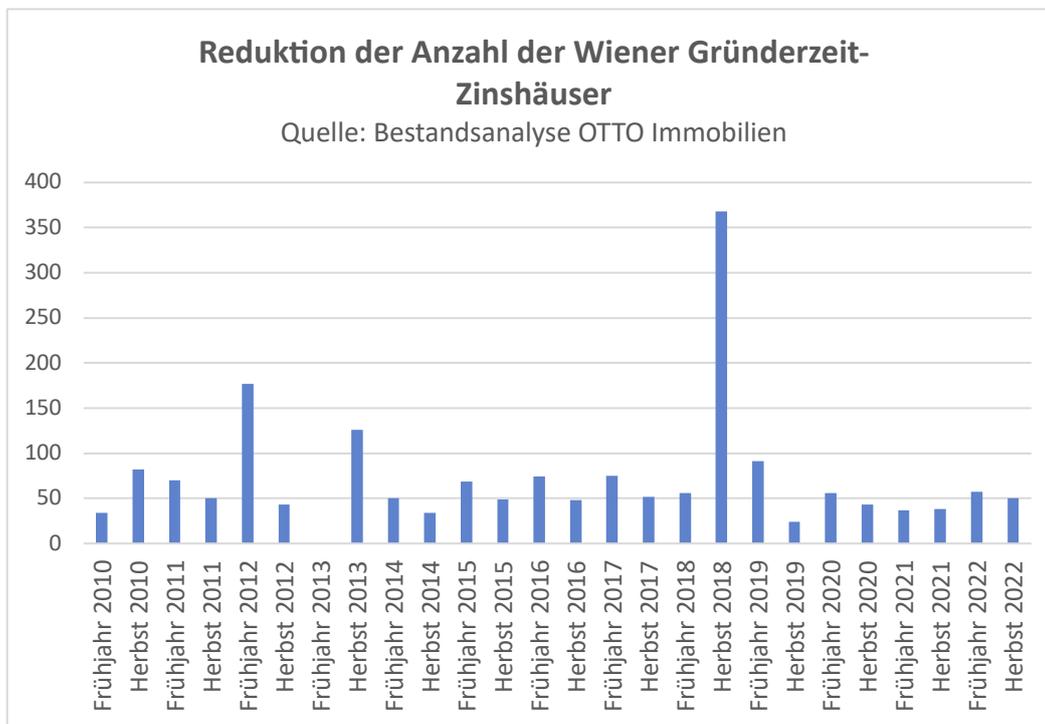


Abb. 3.1: Reduktion der Anzahl der Wiener Gründerzeit-Zinshäuser [52]

Laut den *Wiener Grünen* waren es im Jahr 2007 17.829 Zinshäuser, die durch Parifizierung und Abriss bis zum Jahr 2019 um 11,9 Prozent (das sind 2117 Zinshäuser) gesunken sind. Davon entfielen 81,5 Prozent auf Parifizierung und 18,5 Prozent auf Abriss. Das bedeutet, dass zwischen 2007 und 2019, knapp 400 Gründerzeit-Häuser abgerissen wurden [53].

Eine der wesentlichen Änderungen der Bauordnungsnovelle von 2018 war, dass für den Abbruch von Gebäuden, die vor 1945 errichtet wurden, eine Bestätigung der MA 19 (Architektur und Stadtgestaltung) benötigt wird.

Die aktuelle Wiener Bauordnung (LGBL Nr. 70/2021) umfasst 140 Paragraphen und 7 Artikel. Die Bauordnung wird unterteilt in:

- Artikel (§§ Art. 1 – Art. 7)
- 1. Teil-Stadtplanung (§§ 1 – 12)
- 2. Teil-Änderung von Liegenschaftsgrenzen (§§ 13 – 37)
- 3. Teil-Enteignungen (§§ 38 – 46)
- 4. Teil-Andere Eigentumsbeschränkungen (§§ 47 – 49)
- 5. Teil-Anliegerleistungen (§§ 50 – 56)
- 6. Teil-Entschädigungen (§§ 57 – 59)
- 7. Teil-Formelle Erfordernisse bei Bauvorhaben (§§ 60 – 74)
- 8. Teil-Bauliche Ausnützbarkeit der Bauplätze (§§ 75 – 86)
- 9. Teil-Bautechnische Vorschriften (§§ 87 – 122)

- 10. Teil-Vorschriften betreffend die Ausführung, Benützung und Erhaltung der Bauwerke (§§ 123 – 129b)
- 11. Teil-Ersichtlichmachungen und Verlautbarungen (§§ 130 – 131a)
- 12. Teil-Behörden; Parteien und Beteiligte (§§ 132 – 140)

Einige der wesentlichsten Änderungen der Verordnung seit 2018 in Bezug auf ganzheitliche Modernisierungen von Gründerzeithäusern werden in den folgenden Abschnitten dargestellt.

3.1.1 Wesentliche Änderungen der Wiener Bauordnung im Jahr 2018

Am 22. November 2018 fand die Beschlussfassung der großen Bauordnungsnovelle statt und einen Monat später, am 21. Dezember 2018, fand die Kundmachung im Landesgesetzblatt Nr. 69/2018 statt. Ein Teil der Bauordnungsnovelle, betreffend den Schutz alter Gebäude, wurde vorgezogen, die Kundmachung fand am 29. Juni mit dem Landesgesetzblatt Nr. 37/2018 statt und trat einen Tag später ohne Übergangsbestimmungen in Kraft. Ziel und Inhalt der Novelle waren:

- Verfahrensvereinfachung und -beschleunigung
- Leistbares Wohnen
- Klimaschutz
- Sicherheit
- Größerer Gestaltungsspielraum
- Sonstiges
- Schutz alter Gebäude (Novelle Juni 2018)

Änderung Artikel V

Art. V Abs. 5 wird ergänzt (Änderungen werden fett hervorgehoben):

*„An zum Zeitpunkt des Inkrafttretens der Bauordnungsnovelle LGBl. für Wien Nr. 33/2004 bereits bestehenden Gebäuden dürfen Wärmedämmungen bis 20 cm über Fluchtlinien und in Abstandsflächen sowie in Abstände gemäß § 79 Abs. 5 vorragen. **Zur Anbringung einer Wärmedämmung, zur Herstellung einer Hinterlüftungsebene oder einer Kombination dieser Maßnahmen darf bei diesen Gebäuden die bestehende Gebäudehöhe bzw. der oberste Gebäudeabschluss um nicht mehr als 30 cm überschritten werden.**“*

Ergänzung § 2b: Energieraumpläne

In der Wiener Bauordnung § 2b wurde festgelegt, dass die Festlegung von *Klimaschutzgebieten* durch die Verordnung von Energieraumplänen erfolgt.

Durch die Verordnung wird hauptsächlich die Entscheidung bezüglich des Heizungs- und Warmwasserbereitungssystems von Neubauten beeinflusst, während Bestandsgebäude davon unberührt bleiben. Es wird festgelegt, dass in einem Neubau, der innerhalb eines *Klimaschutzgebiets* errichtet wird, nur eines der sogenannten *hocheffizienten alternativen Systeme* nach der Wiener Bauordnung (§ 118 Abs. 3) zur Beheizung und Warmwasserbereitung verwendet werden darf.

Ende Juni 2020 hat der Wiener Gemeinderat die ersten *Klimaschutzgebiete* für die Bezirke 2, 7 und 16 beschlossen, gefolgt von den Bezirken 3, 8, 9, 18 und 19 Ende September 2020. Im Dezember 2022 folgten die Bezirke 4, 5, 6, 20, 21 und 22 folgen. Bis zum Herbst 2023 sollen dann in allen Wiener Bezirken Klimaschutzgebiete verordnet sein [54].

Änderung § 7: Schutzzonen

In § 7 Abs. 1 entfällt die Wortfolge *„als in sich geschlossenes Ganzes“*. Das bedeutet, dass auch einzelne Gebäude eine *Schutzzone* darstellen können.

„In den Flächenwidmungs- und Bebauungsplänen können die wegen ihres örtlichen Stadtbildes in ihrem äußeren Erscheinungsbild erhaltungswürdigen Gebiete (Schutzzonen) ausgewiesen werden.“

Änderung § 60: Ansuchen um Baubewilligung

Mit der Novellierung fanden Ergänzungen bezüglich der Gebäude, welche vor 1945 erbaut wurden, sowie die Änderung bezüglich der Definition der Abbruchreife statt. Die Änderungen werden hier fett hervorgehoben:

*„Der Abbruch von Bauwerken in Schutzzonen und Gebieten mit Bausperre sowie der Abbruch von Gebäuden, die vor dem 1.1.1945 errichtet wurden, wenn der Anzeige des Abbruchs gemäß § 62a Abs. 5a keine Bestätigung des Magistrats angeschlossen ist, dass an der Erhaltung des Bauwerkes infolge seiner Wirkung auf das örtliche Stadtbild kein öffentliches Interesse besteht. Für Bauwerke in Schutzzonen **und Gebäude, die vor dem 1.1.1945 errichtet wurden**, darf die Abbruchbewilligung nur erteilt werden, wenn an der Erhaltung des Bauwerkes infolge seiner Wirkung auf das örtliche Stadtbild kein öffentliches Interesse besteht **oder sein Bauzustand derart schlecht ist, dass die Instandsetzung technisch unmöglich ist oder nur durch wirtschaftlich unzumutbare Aufwendungen bewirkt werden kann.**“*

Somit dürfen Gebäude, welche vor 1945 errichtet wurden, nur mehr mit einer Bestätigung der MA19 abgebrochen werden. Erstmals taucht in diesem Paragraphen der Begriff der *technischen Unmöglichkeit* auf.

Änderung § 62a: Bewilligungsfreie Bauvorhaben

In § 62a wird folgender Abs. 5a eingefügt:

„Der Abbruch von Bauwerken in Schutzzonen und Gebieten mit Bausperre sowie der Abbruch von Gebäuden, die vor dem 1.1.1945 errichtet wurden, ist spätestens vier Wochen vor dem geplanten Beginn der Arbeiten der Behörde vom Bauherrn schriftlich anzuzeigen. Der Anzeige ist eine Bestätigung des Magistrats anzuschließen, dass an der Erhaltung des Bauwerkes infolge seiner Wirkung auf das örtliche Stadtbild kein öffentliches Interesse besteht. Nach Vorlage einer solchen Bestätigung darf mit dem Abbruch begonnen werden.“

Änderung § 81: Gebäudehöhe und Gebäudeumrisse; Bemessung

Eine Gaube ist ein Dachaufbau, der die Einsetzung senkrechter Dachfenster zur Belüftung und Belichtung der Dachräume ermöglicht. Bisher war es mit Zustimmung des Bezirksausschusses möglich, Gauben bis zu 50 Prozent der Gebäudelänge zu errichten. Dadurch entstand zusätzlicher Platz, der insbesondere für den Dachausbau genutzt werden konnte. Nun wurde der Begriff Gaube gänzlich durch den Begriff Dachaufbau ersetzt und die maximale Länge auf ein Drittel beschränkt. Ausnahmen von dieser Regel sind nicht mehr möglich. § 81 Abs. 6 lautet:

*„Der nach den Abs. 1 bis 5 zulässige Gebäudeumriss darf durch einzelne, nicht raumbildende Gebäudeteile untergeordneten Ausmaßes sowie **durch Aufzugsschächte samt deren Haltestellenanbindungen** und durch Treppenhäuser im unbedingt notwendigen Ausmaß überschritten werden; **mit weiteren raumbildenden Aufbauten darf der Gebäudeumriss bis zum obersten Abschluss des Daches nur überschritten werden, wenn diese den Proportionen der Fenster der Hauptgeschosse sowie dem Maßstab des Gebäudes entsprechen und insgesamt höchstens ein Drittel der Länge der betreffenden Gebäudefront in Anspruch nehmen.**“*

Änderung § 118: Allgemeine Anforderungen an Energieeinsparung und Wärmeschutz

Die Änderung zielt auf die Verringerung der Treibhausgasemissionen ab. Da § 118 erneut mit der Baunovelle 2020 geändert wird, werden zu diesem Abschnitt keine weiteren Details angegeben.

3.1.2 Wesentliche Änderungen der Wiener Bauordnung im Jahr 2020

Die Novellierung der Wiener Bauordnung LGBL Nr. 60/2020 und LGBL 61/2020 steht im Zeichen der Digitalisierung und des Klimaschutzes. Zum einen wird eine Rechtsgrundlage für die elektronische Abwicklung von Bauverfahren (DBV) geschaffen. Andererseits wurde die Solarverpflichtung ausgeweitet. Diese gilt nun auch für neue Wohngebäude und Bildungsbauten. Auch neu ist die Sicherstellung der Solarverpflichtung auf Ersatzflächen, wenn die Errichtung von

Photovoltaikanlagen aus rechtlichen, technischen oder wirtschaftlichen Gründen im Einzelfall nicht möglich ist, wobei Wohnbauten von der Ersatzverpflichtung ausgenommen sind.

Änderung § 118: Allgemeine Anforderungen an Energieeinsparung und Wärmeschutz

Die Absätze 1, 3, 3a, 4, 6 und 7 entsprechen inhaltlich der bisherigen Rechtslage. Bei § 118 Abs. 2 wird mit Z 3 und Z 4 ergänzt (Änderungen werden fett hervorgehoben):

„Bei der Beurteilung, ob die Energiemenge gemäß Abs. 1 nach dem Stand der Technik begrenzt wird, ist insbesondere Bedacht zu nehmen auf

- 1. die Art und den Verwendungszweck des Bauwerks,*
- 2. die Gewährleistung eines dem Verwendungszweck entsprechenden Raumklimas; insbesondere sind ungünstige Auswirkungen, wie unzureichende Belüftung oder sommerliche Überwärmung, zu vermeiden,*
- 3. die Sicherstellung, dass bei Neu-, Zu- und Umbauten und bei Änderungen und Instandsetzungen von mindestens 25 vH der Oberfläche der Gebäudehülle die Verluste von Warmwasserleitungen, deren Leitungsführungen an Wohnräume angrenzen, so gering wie möglich gehalten werden, um einen die Überwärmung begünstigenden permanenten Wärmeeintrag zu vermeiden; bei Änderungen und Instandsetzungen von mindestens 25 vH der Oberfläche gilt diese Verpflichtung jedoch nur dann, wenn dies aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen zweckmäßig ist,***
- 4. die Durchführung eines hydraulischen Abgleichs durch ein befugtes Unternehmen bei jeder Neuinstallation und bei Änderungen und Instandsetzungen des Heizungssystems,***
- 5. die Verhältnismäßigkeit von Aufwand und Nutzen hinsichtlich der Energieeinsparung.“*

Bei Abs. 3b wird die Verpflichtung zum Einsatz solarer Energieträger oder anderer technischer Systeme zur Nutzung umweltschonender Energieträger für Neubauten mit Ausnahme von Wohngebäuden geregelt. Die Änderung lautet:

„Neubauten mit Ausnahme von Wohngebäuden sind unabhängig von der Verpflichtung gemäß Abs. 3 unter Einsatz solarer Energieträger auf Gebäudeoberflächen mit einer Spitzen-Nennleistung von mindestens 1 kWp für je 100 m² konditionierter Brutto-Grundfläche oder unter Einsatz anderer technischer Systeme zur Nutzung umweltschonender Energieträger mit gleicher Leistung am Gebäude zu errichten. Stehen der geplanten Ausführung andere Bauvorschriften bzw. sonstige Vorschriften des Bundes- oder Landesrechtes entgegen oder ist der Einsatz der genannten technischen Systeme aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht möglich oder zweckmäßig, sind diese technischen Systeme auf einem oder mehreren geeigneten Grundstücken innerhalb des Gemeindegebietes von Wien einzusetzen (Ersatzflächen). Der Einsatz auf Ersatzflächen ist durch eine im Grundbuch ersichtlich gemachte öffentlich-rechtliche Verpflichtung sicherzustellen.“

Der Abs. 3c regelt die Verpflichtung zum Einsatz solarer Energieträger für Wohngebäude:

„Neubauten von Wohngebäuden sind unabhängig von der Verpflichtung gemäß Abs. 3 unter Einsatz solarer Energieträger mit einer Spitzen-Nennleistung von mindestens 1 kWp pro charakteristischer Länge des Gebäudes und für je 300 m² konditionierter Brutto-Grundfläche oder unter Einsatz anderer technischer Systeme zur Nutzung umweltschonender Energieträger mit gleicher Leistung am Gebäude zu errichten. Diese Verpflichtung entfällt, wenn der geplanten Ausführung andere Bauvorschriften bzw. sonstige Vorschriften des Bundes- oder Landesrechtes entgegenstehen. Auf Antrag hat die Behörde für einzelne Bauvorhaben von der Verpflichtung zum Einsatz der oben genannten technischen Systeme abzusehen, wenn ein solcher Einsatz aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen nicht zweckmäßig ist. Diese Gründe sind im Antrag nachvollziehbar darzulegen. Das Ansuchen um Baubewilligung gilt zugleich als Antrag auf Gewährung einer solchen Ausnahme.“

Mit dem Abs. 3f bleibt daher das seit 2018 geltende Verbot (Abs. 3e aF) für feste und flüssige fossile Energieträger auch im Bestand weiter aufrecht, sofern das betreffende Gebäude einer größeren Änderung bzw. Instandsetzung unterzogen wird.

„Bei Änderungen und Instandsetzungen von mindestens 25 vH der Oberfläche der Gebäudehülle von Gebäuden ist die Errichtung von Wärmebereitstellungsanlagen für feste und flüssige fossile Energieträger nicht zulässig.“

3.1.3 Wesentliche Änderungen der Wiener Bauordnung im Jahr 2021

Am 24 November 2021 wurde im Wiener Landtag die Bauordnungsnovelle 2021 (LGBl. Nr. 70/2021) beschlossen. In Kraft trat sie mit ihrer Kundmachung am 13 Dezember 2021. Die neue Bauordnung brachte insbesondere Änderungen im Hinblick auf die Bebaubarkeit von Grundstücken in der Bauklasse I. Zusätzlich wurde der Planungszielkatalog erweitert, um den Schutz des UNESCO-Weltkulturerbes zu festigen und das Unionsrecht zu Seveso-Betriebe im Wiener Landesrecht verankert. Was Gründerzeithäuser betrifft, wurden die Strafen für den illegalen Abriss verschärft.

Änderung § 115: Baustrafen

Die Änderungen von § 115, Abs. 3 werden fett hervorgehoben:

„Wer durch eine Übertretung dieses Gesetzes oder einer auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Verordnung bewirkt, dass

- 1. eine Gefahr für Leben oder Gesundheit von Personen eintritt oder*
- 2. ein Gebäude ohne die gemäß § 60 Abs. 1 lit. d erforderliche Baubewilligung ganz oder teilweise abgebrochen wird,*

ist mit Geldstrafe bis zu 300.000 Euro, im Fall der Uneinbringlichkeit mit Ersatzfreiheitsstrafe bis zu sechs Wochen, oder mit Freiheitsstrafe bis zu sechs Wochen zu bestrafen. Wird die Verwaltungsübertretung gemäß Z 2 vorsätzlich begangen, beträgt die Mindeststrafe 30.000 Euro. Handelt es sich bei dem Bestraften um einen Gewerbetreibenden, hat die Behörde das Straferkenntnis zusätzlich der Gewerbebehörde zu übermitteln, um eine Überprüfung der für die Ausübung des Gewerbes erforderlichen Zuverlässigkeit zu ermöglichen.“

3.2 Denkmalschutz

Das Bundesdenkmalamt (BDA) ist die in Österreich zuständige Behörde für Denkmalschutz und Denkmalpflege. Sie ist die Fachinstanz, die im öffentlichen Interesse und im gesetzlichen Auftrag das kulturelle Erbe Österreichs erhält, schützt, pflegt und erforscht [55].

Nach österreichischem Bundesrecht soll ein Denkmal, als Teil des österreichischen Kulturgutbestands, für die Zukunft als geschichtliche Dokumentation dienen. Definiert wird im §1 des Denkmalschutzgesetz (DMSG) ein Denkmal als ein *„von Menschen geschaffene unbewegliche und bewegliche Gegenstände von geschichtlicher, künstlerischer oder sonstiger kultureller Bedeutung Anwendung, wenn ihre Erhaltung dieser Bedeutung wegen im öffentlichen Interesse gelegen ist“* [56]. Demzufolge können historische Gebäude mit erhaltungswürdiger Substanz unter Denkmalschutz stehen.

Die praktische Denkmalpflege umfasst die laufende Betreuung von Restaurierungen, die Konservierung und Instandhaltung von denkmalgeschützten Objekten und legt den Rahmen für mögliche bauliche Veränderungen fest [55]. Darüber hinaus wird der geschützte Baubestand erfasst, analysiert und der Zustand der Gebäude dokumentiert.

§ 5 des DMSG regelt die Veränderungen eines Denkmals. Kurz ausgedrückt ist jede Zerstörung oder Veränderung eines Denkmals bewilligungspflichtig. Das Bundesdenkmalamt entscheidet, ob der geplante Eingriff den Prinzipien der Denkmalpflege entspricht und genehmigt werden kann.

Wenn Anträge auf Bewilligung für Änderungen gestellt werden, die gleichzeitig eine dauerhafte wirtschaftliche Absicherung des Objekts gewährleisten, so ist dieser Umstand besonders zu berücksichtigen [57].

Das Bundesdenkmalamt ist gesetzlich verpflichtet, eine Liste der unter Denkmalschutz stehenden unbeweglichen Denkmale zu veröffentlichen. Eine aktuelle Liste unter Denkmalschutz stehenden Objekte in Österreich ist auf der Website des BDA veröffentlicht und ergibt gegenwärtig etwa 39.000 Objekte. Insgesamt macht dies etwa 1,8% der österreichischen Bausubstanz aus [58].

3.3 OIB-Richtlinien

Ziel der OIB-Richtlinien ist die Harmonisierung der österreichischen Bauordnungen. Sie werden vom Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) nach Beschluss in der Generalversammlung herausgegeben und stehen damit den Bundesländern zur Verfügung. Die OIB-Richtlinien können in den Bauordnungen der einzelnen Länder als verbindlich erklärt werden.

Die OIB-Richtlinien 2019 wurden bei der OIB-Generalversammlung am 12. April 2019 beschlossen. Ein Überblick der aktuellen Fassung der OIB-Richtlinien ist in Tab. 1 ersichtlich. OIB-Richtlinien 1 bis 5 sind bereits in allen Bundesländern in Kraft getreten. Die OIB-Richtlinie 6 aus dem Jahr 2019 ist zurzeit in allen Bundesländern außer in Salzburg in Kraft, wo noch die OIB-Richtlinie 6 aus dem Jahr 2015 gültig ist [59].

Tab. 1: OIB-Richtlinien, aktuelle Fassung 2019 [59]

OIB-Richtlinien	Bezeichnung (Schutzziele)
OIB-Richtlinie 1	Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
OIB-Richtlinie 2	Brandschutz
OIB-Richtlinie 2.1	Brandschutz bei Betriebsbauten
OIB-Richtlinie 2.2	Brandschutz bei Garagen, überdachten Stellplätzen und Parkdecks
OIB-Richtlinie 2.3	Brandschutz bei Gebäuden mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m
OIB-Richtlinie 3	Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
OIB-Richtlinie 4	Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit
OIB-Richtlinie 5	Schallschutz
OIB-Richtlinie 6	Energieeinsparung und Wärmeschutz

Eine Abweichung von den OIB-Richtlinien ist jedoch gemäß den Bestimmungen in den diesbezüglichen Verordnungen der Bundesländer möglich, wenn der Bauwerber nachweist, dass ein gleichwertiges Schutzniveau wie bei Einhaltung der OIB-Richtlinien erreicht wird [59].

Die bautechnischen Vorschriften sind im 9. Teil der Wiener Bauordnung enthalten. Gemäß § 1 der Wiener Bautechnikverordnung (LGBl. Nr. 4/2020) sind die Bestimmungen erfüllt, wenn die OIB-Richtlinien eingehalten werden:

„§ 1. Den im 9. Teil der Bauordnung für Wien festgelegten bautechnischen Vorschriften wird entsprochen, wenn die in den Anlagen enthaltenen Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik, soweit in ihnen bautechnische Anforderungen geregelt werden, eingehalten werden. Ausgenommen ist Punkt 2.1.5 der Anlage 11.“

Eine Abweichung unter Einhaltung des Schutzniveaus der OIB-Richtlinien wird in § 2 der Wiener Bautechnikverordnung definiert:

„§ 2. Von den in den Anlagen enthaltenen Richtlinien kann abgewichen werden, wenn der Bauwerber nachweist, dass das gleiche Schutzniveau wie bei Anwendung der Richtlinien erreicht wird.“

Die in Tab. 1 genannten Schutzziele stellen eine primäre Anforderung an Bauwerke dar. Um eine Beurteilung zu ermöglichen, wird das Konzept der leistungsorientierten bautechnischen

Vorschriften angewandt. Die drei Ebenen der leistungsorientierten bautechnischen Vorschriften werden in Tab. 2 dargestellt.

Tab. 2: Drei Ebene leistungsorientierten bautechnischer Vorschriften [60]

Ebene 1	zielorientierte Anforderungen	Gesetz oder Verordnung
Ebene 2	technische Anforderungen	OIB-Richtlinien
Ebene 3	Methoden und Lösungen	Normen, technische Regelwerke

Ebene 1 beinhaltet die zielorientierten Anforderungen, die durch Gesetze und Verordnungen formuliert werden. Sie definieren, was das jeweilige Schutzziel sicherstellen muss, aber nicht wie. Ebene 2 umfasst technische Anforderungen, die entweder als Leistungsanforderung mit quantitativen Kennwerten formuliert werden können, die durch Berechnung, Prüfung oder Simulation nachgewiesen werden können, oder als vorgeschriebene Ausführung mit konkreten Bauweisen, Produkten, Klassen oder Planungselementen. Die technischen Anforderungen werden in Österreich durch die OIB-Richtlinien festgelegt, auf die in den Rechtsvorschriften der Bundesländer verwiesen wird. Während bautechnische Vorschriften sich auf die ersten beiden Ebenen (zielorientierte und technische Anforderungen) beschränken, können in der dritten Ebene Normen und technische Regelwerke zur Festlegung konkreter Lösungen herangezogen werden. Allerdings sollten Anforderungen immer in den Bauvorschriften der Länder festgelegt werden und nicht in der Ebene 3. Es ist jedoch zweckmäßig, auf der dritten Ebene vereinfachte Berechnungsmethoden und Leistungsbeschreibungen genormter Standardbauteile bereitzustellen. Weiters können Normen und sonstige technische Regelwerke auch konkrete konstruktive und technische Lösungen anbieten, die bereits gezeigt haben, dass sie die zielorientierten Anforderungen der bautechnischen Vorschriften erfüllen. Sie sollten jedoch nicht das in den Bauvorschriften der Länder festgelegte Anforderungsniveau verschärfen [60].

Der große Vorteil des leistungsorientierten Konzepts ist zum einen, dass es eine gute Rechtssicherheit bietet, da es klare und systematisch aufgebaute technische Anforderungen enthält, deren Erfüllung leicht überprüft und nachgewiesen werden kann. Andererseits ist es auch möglich, unter Einhaltung des Schutzniveaus von diesen technischen Anforderungen abzuweichen, was eine gewisse Flexibilität ermöglicht, die insbesondere bei innovativen architektonischen Lösungen oder komplizierten Bauaufgaben eine große Erleichterung darstellt [60].

3.4 Eurocodes

Die Eurocodes sind eine Gruppe von europäischen Normen für das Bauwesen, deren Anwendung durch die Wiener Bautechnikverordnung in Wien praktisch zwingend vorgegeben ist. Die Erarbeitung des aktuellen Eurocodes wurde 1990 von der Europäischen Kommission beschlossen. Für die Ausarbeitung und Veröffentlichung war die Europäische Normungsorganisation (CEN) verantwortlich. Nach einer mehrjährigen Übergangszeit traten die Eurocodes im Jahr 2009 in Kraft und alle widersprüchlichen nationalen Normen mussten überarbeitet oder außer Kraft gesetzt werden [61]. Die europäische Vereinheitlichung der konstruktiven Normen beruhte auf den folgenden Vorgaben:

- Schaffung europaweiter einheitlicher Entwurfskriterien
- Gewährleistung einer materialunabhängigen Sicherheit
- Europaweite Harmonisierung
- Schaffung einer einheitlichen Basis für Forschung und Entwicklung
- Umsetzung der Bauproduktenrichtlinie, der Sektoren-Vergaberichtlinie und Vergaberichtlinien
- Abstimmung mit nationalen Normenwerke [62].

Tab. 3: Übersicht Eurocodes

Eurocodes	Norm Nr.	Inhalt
Eurocode 0	EN 1990	Grundlagen der Tragwerksplanung
Eurocode 1	EN 1991	Einwirkungen auf Tragwerke
Eurocode 2	EN 1992	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten
Eurocode 3	EN 1993	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten
Eurocode 4	EN 1994	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahl-Beton-Verbundbauten
Eurocode 5	EN 1995	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten
Eurocode 6	EN 1996	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Mauerwerksbauten
Eurocode 7	EN 1997	Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
Eurocode 8	EN 1998	Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben
Eurocode 9	EN 1999	Entwurf, Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen

Die Eurocodes gliedern sich in 9 Hauptgruppen und werden in Tab. 4 aufgelistet. Außerdem bietet die Norm die Möglichkeit für länderspezifische Festlegungen im nationalen Anhang, sodass die jeweiligen Gegebenheiten, z.B. Teilsicherheitsbeiwerte, berücksichtigt werden können. Es darf jedoch keinen Widerspruch zwischen dem nationalen Anhang und den Eurocodes geben. Der nationale Anhang wird in Österreich mit ÖNORM B 199x-x-x bezeichnet und ist gemeinsam mit der europäischen Norm anzuwenden. Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Normen wird durch ein nationales Vorwort hergestellt.

Tab. 4: Nationale Festlegungen zu den Eurocodes [62]

Vorwort	Nationalen Anwendungsdokument
ÖNORM EN 199x-x-x	ÖNORM B 199x-x-x
Nationales Vorwort	Nationale festgelegte Kenngrößen Erläuterungen Weitere Anwendungsregeln

3.5 Das österreichische Mietrechtsgesetz (MRG)

Das österreichische Mietrechtsgesetz trat im Jahr 1982 in Kraft und definiert wichtige rechtliche Grundlagen von Mietverhältnissen. Der Geltungsbereich des Mietrechtsgesetzes ist in § 1 MRG festgelegt. Grundsätzlich gilt es für die Miete (beziehungsweise genossenschaftliche Nutzung) von:

- Wohnungen
- Einzelnen Wohnungsteilen
- Geschäftsräumlichkeiten wie Werkstätten, Arbeits-, Amts- und Kanzleiräumen

In einigen Fällen greift jedoch nicht ausschließlich das Mietrechtsgesetz. Darüber hinaus können Auszüge aus dem Allgemeinen Bürgerlichen Gesetzbuch (ABGB), dem Steuerrecht oder dem Wohnungsgemeinnützigkeitsgesetz (WGG) zur Geltung kommen.

Laut dem Mikrozensus 2021 [3] wohnen 43 % der Österreicher in Mietverhältnissen. Wien liegt hier im Vergleich mit den anderen Bundesländern mit 77 % der Hauptwohnsitze in Mietverhältnissen hoch über dem Durchschnitt. Diese Zahlen kommen aus dem Mikrozensus 2021 von Statistik Austria und sind in Abb. 3.2 ersichtlich.

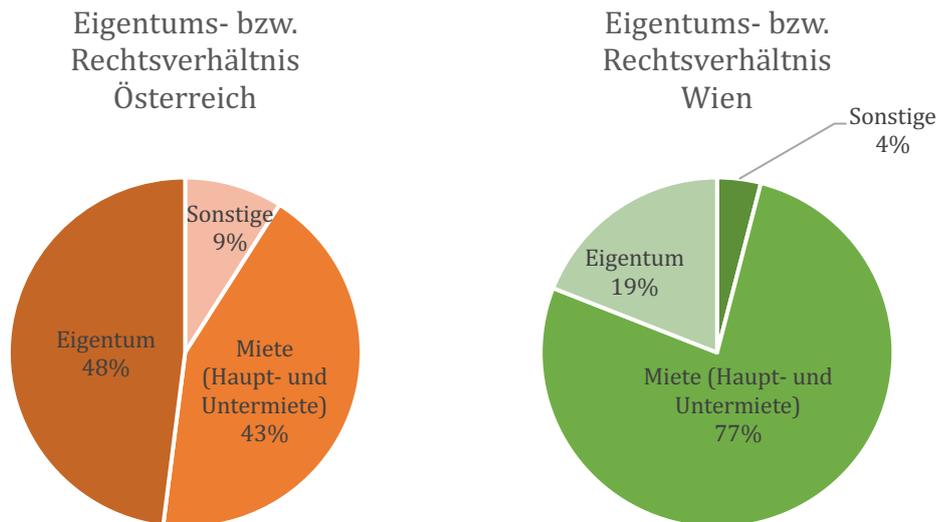


Abb. 3.2: Eigentums- und Mietquote von Hauptwohnsitzwohnungen nach Mikrozensus 2021 [3]

3.5.1 Anwendungsbereich des Mietrechtsgesetzes in Österreich

In Österreich gilt das Mietrechtsgesetz nicht in gleicher Weise für alle Mietverhältnisse. Die Rechtsprechung differenziert bei der Anwendung des Mietrechtsgesetzes in Österreich zwischen drei Bereichen, die im Folgenden kurz dargelegt werden:

Vollanwendungsbereich

Der Anwendungsbereich des Mietrechtsgesetzes erfasst alle Mietverträge und gleich zu behandelnde Verträge. In diesem Zusammenhang besteht eine Vermutung für die (Voll-)Anwendung des MRG, die nur durch den Nachweis eines bestimmten Ausnahmetatbestandes (§ 1 Abs. 2–5) widerlegt werden kann [63].

Teilanwendungsbereich

In § 1 Absatz 4 und 5 des MRG werden die Teilanwendungsbereiche angeführt, bei welchen hauptsächlich die Bestimmungen betreffend den Kündigungsschutz sowie die Eintrittsrechte naher Angehöriger bei Wohnungen gelten. Der wesentliche Unterschied zum Vollanwendungsbereich liegt darin, dass § 16 MRG nicht anwendbar ist und somit die Mietzinsbeschränkungen für die betreffenden Mietverträge nicht gelten [63].

Das MRG kommt nur teilweise zur Anwendung bei:

- Nicht geförderten Neubauten (Baubewilligung nach dem 30.6.1953)
- Dachbodenausbauten und damit verbundenen Aufbauten
 - Erteilung der Baubewilligung nach dem 31.12.2001
 - Neuerrichtung des Mietgegenstands aufgrund dieser Baubewilligung
 - Mietvertragsabschluss nach dem 31.12.2001
- Sonstige (nicht mit einem Dachbodenausbau verbundene) Aufbauten
 - Erteilung der Baubewilligung nach dem 31.12.2001
 - Neuerrichtung des Mietgegenstands aufgrund dieser Baubewilligung
 - Mietvertragsabschluss nach dem 30.9.2006
- Nicht ausgebauten Dachböden
 - Mietvertragsabschluss nach dem 31.12.2001
 - Vermietung mit der Abrede, dass im Dachboden oder in einem an seiner Stelle durchgeführten Aufbau eine Wohnung oder Geschäftsräumlichkeit errichtet wird
- Zubauten

- Erteilung der Baubewilligung nach dem 30.9.2006
- Neuerrichtung des Mietgegenstands aufgrund dieser Baubewilligung
- Mietvertragsabschluss nach dem 30.9.2006
- Eigentumswohnungen in einem nach dem 8.5.1945 errichteten Gebäude [64].

Vollausnahmebereich

In § 1 Absatz 2 des MRG werden die Vollausnahmebereiche aufgelistet. Das MRG gilt nicht für folgende Mietgegenstände:

- Vermietung im Rahmen des Betriebes eines
 - Beherbergungsunternehmens
 - Garagierungsunternehmens
 - Verkehrsunternehmens
 - Flughafenbetriebs
 - Speditionsunternehmens
 - Lagerhausunternehmens
 - Heimes für
 - ledige oder betagte Menschen
 - Lehrlinge
 - jugendliche Arbeitnehmer
 - Schüler oder Studenten
- Betreutes Wohnen durch karitative oder humanitäre Organisationen
- Dienst-/Werkwohnungen
- Geschäftsräumlichkeiten, wenn das Mietverhältnis auf ein halbes Jahr oder weniger befristet ist
- Wohnungen der Ausstattungskategorie A oder B, wenn sie
 - zum schriftlich vereinbarten Zweck der Nutzung als Zweitwohnung wegen eines durch Erwerbstätigkeit verursachten vorübergehenden Ortswechsels gemietet wurden und
 - das Mietverhältnis auf ein halbes Jahr oder weniger befristet ist
- Ferienwohnungen
- Gebäude mit maximal zwei Mietobjekten (z.B. Ein- und Zweifamilienhäuser) [64].

3.5.2 Verschiedene Mietzinse in Gründerzeithäuser

Die Bestimmung des anzuwendenden Mietzinses ist ebenso komplex wie die Bestimmung des Anwendungsbereiches des MRG. Im Rahmen des Vollausnahmebereichs des MRG kann der Mietzins, unter Bedachtnahme der Bestimmungen des ABGB, frei vereinbart werden (*freier Mietzins*).

Im Vollenwendungsbereich des MRG gibt es grundsätzlich folgende Arten von Mietzinsen [65]:

- der angemessene Hauptmietzins
- der Kategoriemietzins
- der Richtwertmietzins
- der verminderter Hauptmietzins infolge Befristung
- der wertbeständige Mietzins
- der Mietzins aufgrund förderungsrechtlicher Vorschriften

Bei Gründerzeitgebäuden ist es in der Regel nur für Wohnungen in einem Dachgeschossausbau oder einem Zubau möglich, einen freien Mietzins zu vereinbaren. Die Art des Mietzinses in den übrigen Stockwerken hängt von vielen Bedingungen ab und kann daher unterschiedlich sein. Im Folgenden werden die wesentlichen Mietzinsarten und deren Anwendung in einem Gründerzeithaus kurz erläutert.

Freier Mietzins

Beim freien Mietzins steht dem Vermieter die Festlegung des Hauptmietzinses frei. Es gelten jedoch die allgemeinen zivilrechtlichen Beschränkungen des ABGB. Der Anwendungsbereich des freien Mietzinses in Gründerzeitgebäuden ergibt sich bei:

- Dachbodenausbau oder Aufbau (Voraussetzungen laut § 1 Abs. 4 Z 2 MRG)
- Zubauten (Voraussetzungen laut § 1 Abs. 4 Z 2a MRG)

Angemessener Hauptmietzins

Die Höhe des angemessenen Hauptmietzinses wird unter § 16 Abs.1 MRG definiert und ist oft nur unwesentlich geringer als der freie Mietzins, kann jedoch über Antrag des Mieters durch ein behördliches Verfahren (Schlichtungsstelle, Gericht) überprüft und gegebenenfalls herabgesetzt werden. Die Kriterien für die Angemessenheit sind Größe, Art, Beschaffenheit, Lage, Ausstattungs- und Erhaltungszustand des Objektes [66]. Darüber hinaus vermindert sich der Mietzins um 25 Prozent, wenn das Mietverhältnis befristet wird (§ 16 Abs. 7 MRG).

Anwendungsbereich des angemessenen Mietzinses:

- Mietobjekte, die nicht zu Wohnzwecken dienen (Geschäftsräumlichkeiten).
- Mietobjekte in einem Gebäude, das nach dem 8.5.1945 neu errichtet wurde (Datum der Baubewilligung).
- Mietobjekte, die nach dem 8.5.1945 durch Um-, Auf-, Ein- oder Zubau neu geschaffen wurden (Datum der Baubewilligung).
- Mietobjekt in einem denkmalgeschützten Gebäude, wenn der Vermieter zu dessen Erhaltung nach dem 8.5.1945 erhebliche Eigenmittel aufgewendet hat.
- Wohnungen der Kategorie A oder B mit einer Nutzfläche von über 130 m², wenn die Wohnung innerhalb von sechs Monaten nach Auszug des Mieters oder einer nicht eintrittsberechtigten Person wieder vermietet wird. Eine Ausdehnung auf 18 Monate ist möglich, wenn der Vermieter Verbesserungsarbeiten durchführt.
- Ein unbefristetes Mietverhältnis, das bereits ein Jahr dauert und nunmehr die Höhe des Hauptmietzinses schriftlich vereinbart wird (nicht höher als die Grenze der Angemessenheit).

Kategoriemietzins

Der Kategoriemietzins kommt heutzutage nur zur Anwendung bei [66]:

- Altmietverträgen (zwischen 1.1.1982 und 28.2.1994 abgeschlossen) in Gebäuden mit mehr als zwei Wohnungen, die vor dem 30.6.1953 errichtet wurden.
- Hauptmietverträgen von Kategorie-D-Wohnungen, die nach dem 28.2.1994 abgeschlossen wurden.

Der Kategoriebetrag wird vom Gesetzgeber laufend valorisiert und in § 15a Abs. 3 MRG festgelegt.

Richtwertmietzins

Der Richtwertmietzins ist ein Hauptmietzins mit einem feststehenden Ausgangswert, dem Richtwert. Dieser Richtwert wurde pro Bundesland für die *mietrechtliche Normwohnung* festgelegt und wird mit Zu- und Abschlägen versehen. Nach oben hin ist der Richtwertmietzins begrenzt durch den angemessenen Mietzins und nach unten hin durch den Kategoriemietzins [66].

Im Vollenwendungsbereich des MRG wird ein Richtwertmietzins vereinbart für:

- Vermietung von Wohnungen der Kategorie A, B oder C ab dem 1.3.1994 in Gebäuden, die vor dem 9.5.1945 geschaffen wurden und bei denen die Vereinbarung eines freien oder angemessenen Mietzinses nicht zulässig ist.
- Bei Abtretung von Mietrechten oder bei Eintritt im Todesfall jedoch mit betraglichen Obergrenzen.

Tab. 5: Richtwert für Kategorie-A-Wohnungen (Stand 1.4.2022) [67]

Bundesland	Richtwert (in Euro/m ²)
Burgenland	€ 5,61
Kärnten	€ 7,20
Niederösterreich	€ 6,31
Oberösterreich	€ 6,66
Salzburg	€ 8,50
Steiermark	€ 8,49
Tirol	€ 7,50
Vorarlberg	€ 9,44
Wien	€ 6,15

Der Richtwert für Kategorie-A-Wohnungen je Quadratmeter Nutzfläche wird in Tab. 5 dargestellt. Entspricht die Wohnungsausstattung nicht der Kategorie A, ist bei Kategorie-B-Wohnungen ein Abschlag von 25 % und bei Kategorie-C-Wohnungen ein Abschlag von 50 % vom Richtwert vorzunehmen [68].

3.5.3 Mietrechtliche Rahmenbedingungen bei Sanierung/Modernisierung von Gründerzeithäusern

Ein Gründerzeitgebäude, das durchgreifend saniert und thermisch verbessert wurde, kann sowohl wirtschaftlich als auch hinsichtlich seiner baulichen Ausstattungsstandards mit den Anforderungen eines Neubaus mithalten. Trotzdem bleibt es in Bezug auf das Mietrecht weiterhin ein im Vollanwendungsbereich des MRG. Daher gelten auch für umfassend sanierte Gründerzeitgebäude weiterhin die gesetzlichen Mietzinsbegrenzungen [69].

Folglich bestehen auch bei umfassend sanierten Gebäuden der Gründerzeit die jeweiligen gesetzlichen Mietzinsbeschränkungen des MRG. Grundsätzlich sieht das Gesetz nur Ausnahmen für neu geschaffene Mietgegenstände in Dachausbauten und Dachaufbauten (Baubewilligung nach 2001) oder für Mietgegenstände in einem Gründerzeithaus vor, die durch einen Zubau mit einer Baubewilligung nach 2006 neu geschaffen wurden [69].

Tab. 6: Mietzinsbegrenzungen nach erfolgter Modernisierung nach [69]

	Frei finanzierte Sanierung, Erhaltungsförderung, Thewosan	Sockelsanierung	Totalsanierung
Aufrechte Mietverhältnisse	Mietzinsanhebung infolge Sanierung ausschließlich über: <ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung gemäß § 18 • Freiwillige (schriftliche) Vereinbarung (§ 16 Abs. 1 Z 5 oder § 16 Abs. 10 MRG) 	Mietzinsanhebung infolge Sanierung ausschließlich über: <ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung (diese ersetzt Deckungsmiete) oder • freiwillige (schriftliche) Vereinbarung, höchstens jedoch der kostendeckende Mietzins 	
Mietzins bei Neuverträgen	Jeweils gesetzlich zulässiger Mietzins: <ul style="list-style-type: none"> • Richtwert • Angemessener Mietzins • Freier Mietzins 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Objekten, an denen geförderte wohnungssinnseitige Maßnahmen (Kategorieanhebungen) durchgeführt wurden: Deckungsmiete auf Förderdauer; danach gesetzlich zulässiger MZ. <ul style="list-style-type: none"> • Für alle übrigen Objekte (z.B. Geschäfte, Wohnungen, an denen keine geförderten Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt wurden): gesetzlich zulässiger MZ 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Objekten, an denen geförderte wohnungssinnseitige Maßnahmen (Kategorieanhebungen) durchgeführt wurden: Deckungsmiete auf Förderdauer; danach gesetzlich zulässiger MZ. <ul style="list-style-type: none"> • Für alle übrigen Objekte (z.B. Geschäfte, Wohnungen, an denen keine geförderten Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt werden): gesetzlich zulässiger MZ

Erhöhung des Mietzinses gemäß § 18 MRG

In § 3 Abs. 1 MRG wird zum Thema Erhaltung folgendes festgelegt:

„Der Vermieter hat nach Maßgabe der rechtlichen, wirtschaftlichen und technischen Gegebenheiten und Möglichkeiten dafür zu sorgen, dass das Haus, die Mietgegenstände und die der gemeinsamen Benützung der Bewohner des Hauses dienenden Anlagen im jeweils ortsüblichen Standard erhalten und erhebliche Gefahren für die Gesundheit der Bewohner beseitigt werden.“

Zur Deckung der Kosten für größere Erhaltungsarbeiten ist eine Erhöhung der Hauptmietzinsen laut § 18 Abs. 1 MRG möglich. Definiert wird:

„Finden die Kosten einer vom Vermieter durchzuführenden, unmittelbar heranstehenden größeren Erhaltungsarbeit einschließlich der nach § 3 Abs. 3 Z 1 anrechenbaren Verzinsung und Geldbeschaffungskosten in der Summe der sich in den vorausgegangenen zehn Kalenderjahren ergebenden Mietzinsreserven oder Mietzinsabgänge keine Deckung und übersteigen sie die während des Verteilungszeitraums zu erwartenden Hauptmietzinseinnahmen, so kann zur Deckung des Fehlbetrags eine Erhöhung des Hauptmietzinses begehrt werden.“

Freiwillige (schriftliche) Vereinbarung (§ 16 Abs. 1 Z 5 oder § 16 Abs. 10 MRG)

Vereinbarungen über die Höhe des Hauptmietzinses werden in § 16 dargestellt. § 16 Abs. 1 und § 16 Abs. 1 Z 5 legen fest:

„Vereinbarungen zwischen dem Vermieter und dem Mieter über die Höhe des Hauptmietzinses für einen in Hauptmiete gemieteten Mietgegenstand sind ohne die Beschränkungen der Abs. 2 bis 5 bis zu dem für den Mietgegenstand im Zeitpunkt des Abschlusses des Mietvertrages nach Größe, Art, Beschaffenheit, Lage, Ausstattungs- und Erhaltungszustand angemessenen Betrag zulässig, wenn“

„ein unbefristetes Mietverhältnis vorliegt, seit Übergabe des Mietgegenstandes mehr als ein Jahr verstrichen ist und die Vereinbarung über die Höhe des Hauptmietzinses in Schriftform getroffen wird.“

Auch § 16 Abs. 10 MRG stellt fest, dass die „Beschränkungen der Abs. 2 bis 7 gelten nicht für Vereinbarungen über die zeitlich begrenzte Erhöhung des Hauptmietzinses zur Deckung der Kosten der Erhaltung und von nützlichen Verbesserungen im Sinn der §§ 3 und 4 sowie zur Deckung der Kosten von geförderten Sanierungsmaßnahmen.“

Deckungsmiete nach dem Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz (WWFSG):

Die *Deckungsmiete* wird in § 64 Abs. 2 und 4 WWFSG definiert. Der Mietzins für alle Wohnungen, die mit Fördermitteln angehoben oder neu hergestellt wurden, darf nur so hoch sein, dass er anteilig für die Rückzahlung der geförderten Darlehen während ihrer Laufzeit ausreicht. Die *Deckungsmiete* ist jedoch nur bei Überlassung eines Mietgegenstands anwendbar, der mit wohnungsinnesseitigen Sanierungsmaßnahmen gefördert wurde oder durch Dachgeschossausbauten, Auf- und Zubauten neu geschaffen wurde. Für jene Mietobjekte der Liegenschaft, die wohnungsinnesseitig nicht mit Fördermitteln saniert wurden, sind weiterhin die Mietzinsbildungsvorschriften des MRG heranzuziehen [69].

3.6 Erneuerbaren-Wärme-Gesetzes (EWG)

Mit dem *Erneuerbare-Wärme-Gesetz* soll der Ausstieg aus fossilen Heizsystemen geregelt werden. Damit wird nicht nur festgelegt, welche Heizsysteme in neuen Gebäuden eingebaut werden dürfen, sondern auch die Umstellung auf umweltfreundliche Heizsysteme in Bestandsgebäuden definiert. Der Entwurf des *Erneuerbare-Wärme-Gesetzes* ging am 2.11.2022 durch den Ministerrat und wird im nächsten Schritt im Nationalrat behandelt (Stand 15.11.2022) [70].

Der Weg zu umweltfreundlichen Heizungen in Österreich wird somit schrittweise festgelegt. Unter anderem werden im EWG die folgenden Punkte definiert:

- Ab 2023 dürfen in Neubauten keine Gasheizungen mehr errichtet werden. Es gibt Ausnahmen für genehmigte, fertig geplante und in Errichtung befindliche Gebäude.
- Ab 2023 dürfen kaputte Öl- und Kohleheizungen nur mehr durch erneuerbare Heizsysteme ersetzt werden. Im Neubau sind Öl- und Kohleheizungen bereits seit 2020 verboten.
- Ab 2025 beginnt der verbindliche Austausch von besonders alten Kohle- und Ölheizungen. Das betrifft alle Ölheizungen, die vor 1980 gebaut wurden. Zu diesem Zweck stehen umfangreiche Fördermittel zur Verfügung.
- Bis 2035 müssen alle alten Kohle- und Ölheizungen durch ein modernes, erneuerbares Heizsystem ersetzt werden.
- Bis 2040 müssen alle Gasheizungen durch ein modernes, erneuerbares Heizsystem ersetzt oder mit erneuerbarem Gas betrieben werden.
- Bei dezentralen Anlagen (Gasetagenheizungen in Wohnungen) in Gebieten mit ausgebauter Fernwärme soll bis spätestens 2040 umgestellt werden. Es soll den Eigentümern jeder einzelnen Nutzungseinheit (Wohnung) ermöglicht werden, sich an ein klimafreundliches zentrales Wärmeversorgungssystem anschließen zu lassen [71].

4 Grundlagen der Altbausanierung

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Aspekte der Bauweise von Gründerzeitgebäuden erläutert, einschließlich der Fundamente, des Mauerwerks, der Massivdecken, der Holzdeckensysteme und der Dachkonstruktionen. Eine umfassende Bestandsaufnahme ist notwendig, um eine erfolgreiche Altbausanierung durchzuführen. Dabei werden der Zustand des Gebäudes und dessen energetische Effizienz erfasst. Die ÖNORM B 4008-1:2018 in Kombination mit der ÖNORM B 1998-3:2018 und in Abstimmung mit dem Leitfaden zur OIB-Richtlinie 1 bilden die Grundlage für die Bewertung der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit bestehender Hochbauten. Die Einstufung des Energieverbrauchs erfolgt durch den Energieausweis.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei der Altbausanierung ist die Auswahl der richtigen Systeme zur Warmwasserbereitung und Heizung. Hier werden mögliche Systeme für die Erzeugung von Warmwasser und Heizung vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf umweltfreundlichen Systemen liegt.

Im Rahmen einer thermisch-energetischen Sanierung sind zahlreiche Maßnahmen möglich, um den Energieverbrauch zu reduzieren. Hierzu zählen beispielsweise die Wärmedämmung von Außenwänden, Feuermauern, obersten Geschossdecken, Dächern und Kellerdecken sowie der Austausch von Fenstern und Türen. In diesem Kapitel wird ein nicht projektspezifischer Überblick über die Möglichkeiten gegeben und die jeweiligen Vor- und Nachteile der Maßnahmen erläutert.

4.1 Bauweise der Gründerzeit

Der Aufbau eines typischen Gründerzeitinshauses in Wien besteht aus 4 bis 6 Geschossen mit einer großen Raumhöhe (3,5 bis 4,5 m). Die Wände bestehen aus unterschiedlich starkem Mauerwerk (Abstufung über die Etagen). Die Geschossdecken sind oft als Holztramdecken (Holzbalkendecken) ausgeführt und werden quer zum Straßenverlauf gespannt, zwischen Lochfassade, Mittelwand und Hoffassade. Als Abschluss zum Dachraum wurde meistens eine Dippelbaumdecke mit Beschüttung verwendet [72].

Ein Zwischengeschoss wird als *Mezzanin* (italienisch *mezzo* = halb) bezeichnet und ist typisch für die Bauweise der Gründerzeit. Durch das *Mezzanin*, meist vor dem Erdgeschoss oder Hochparterre angeordnet, gelang es, den ersten Stock höher zu legen und die damaligen Bauvorschriften (Anzahl der Stockwerke) durch Unterteilung zu umgehen [73].

Abb. 4.1 zeigt einen typischen Schnitt durch ein Gründerzeithaus und die wichtigsten Konstruktionselemente. Die folgenden Unterabschnitte befassen sich mit der Beschreibung dieser Konstruktionselemente.

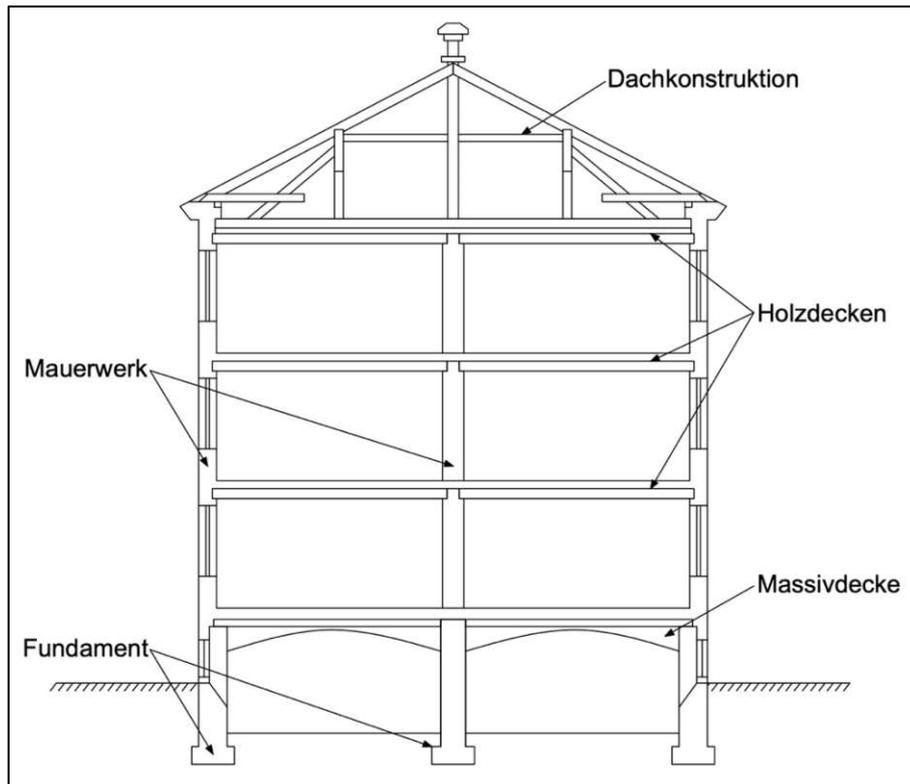


Abb. 4.1: Schnitt und wichtigste Konstruktionselemente eines typischen Gründerzeitzinshauses nach [74]

4.1.1 Fundamente

Unterlagen zu ausgeführten Fundierungskonstruktionen bei Gründerzeit-Wohnbauten sind kaum zu finden, da sie meist nach tradierten Bemessungsregeln aufgrund einer groben Bodenklassifizierung errichtet wurden. In vielen Fällen führten Setzungsrisse oder Eingriffe in die Bausubstanz zu einer Sanierung oder Unterfangung der bestehenden Fundamente. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurden grobe Bemessungstabellen entwickelt, mit denen sich beispielsweise die Fundamentart, die Lastverteilung oder die zulässige Bodenbelastung bestimmen ließ. Dies war jedoch keine statische Berechnung, was in zahlreichen Fällen zu einer Unterdimensionierung der Fundamente führte [75].

In der Gründerzeit wurden im Allgemeinen sowohl Flach-, als auch Tieffundierungen eingesetzt. Bei tragfähigem Untergrund wurde oft ein einfaches Streifenfundament aus Ziegel oder Natursteinmauerwerk unter der Keller- oder Erdgeschossmauer errichtet. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurden auch Beton- und Eisenbetonfundamente ausgeführt, allerdings nicht im großen Umfang bei Wohnbauten. Die Tiefe solcher Streifenfundamente war oft sehr gering. Wenn der tragfähige Untergrund zu tief unter der Baugrubensohle lag, aber dennoch im Trockenbereich, wurden auch die sogenannten Pfeilerfundamente errichtet [75]. In Abb. 4.2 sind Streifenfundamente aus Mauerwerk dargestellt, die bei zahlreichen Wiener Gründerzeithäusern zur Anwendung kamen.

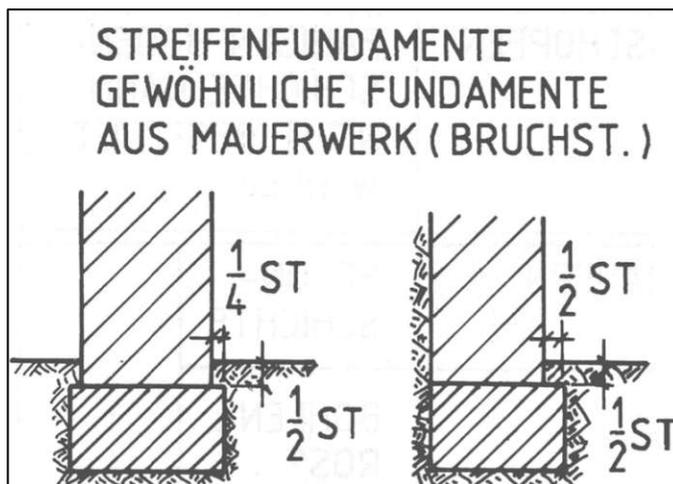


Abb. 4.2: Flachfundierung bei tragfähigem Untergrund: Streifenfundament [76]

Falls die Fundamentsohle unterhalb des Grundwasserspiegels lag, wurden je nach Belastung und Tiefe der tragenden Schichten Pfostenroste, Schwellenroste oder Pfahlroste gewählt. Für diese Varianten wurde Eichen-, Lärchen-, Kiefer- oder Rotbuchenholz verwendet. Allerdings musste die Holzkonstruktion dauerhaft unter dem niedrigsten Grundwasserspiegel liegen, denn sonst könnte das Eindringen von Luft zu Fäulnis führen. In Abb. 4.3 wird die Konstruktion einer Tieffundierung mit Hilfe von Pfählen dargestellt [75].

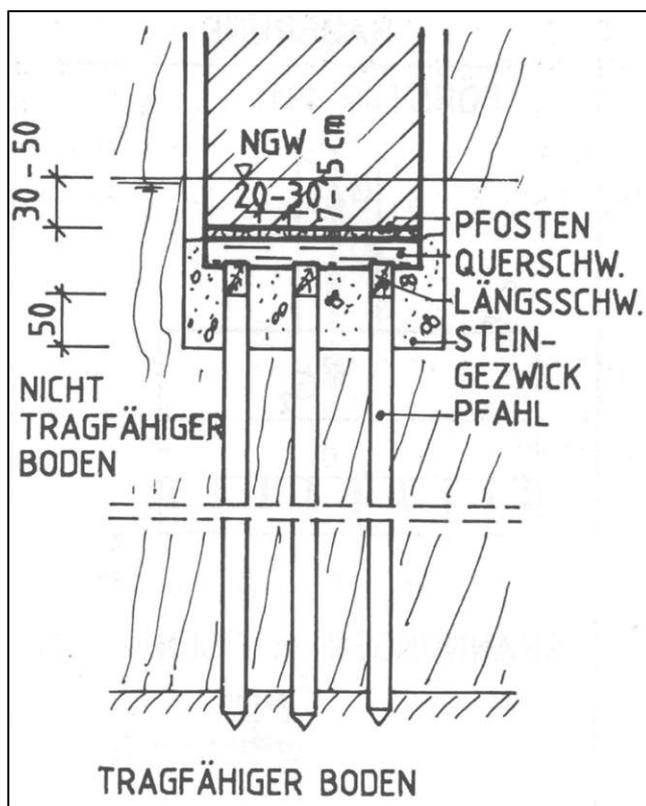


Abb. 4.3: Tieffundierung: Pfahlroste [76]

4.1.1.1 Typische Schadensbilder aufgrund von Fundamentschäden

Aufgrund von Fundamentschäden sind vor allem Rissbildung und Setzungserscheinungen am betroffenen Bauwerk zu erkennen. Die tatsächlichen Ursachen können auf verschiedene Faktoren zurückzuführen werden:

Konsolidation

Der Begriff Konsolidation bezieht sich auf die Verdichtung von bindigen Böden, die mit einer Erhöhung der Steifigkeit und einer Abnahme der Durchlässigkeit einhergeht. Somit wird Wasser aus dem Boden ausgepresst und es kann zu ungleichmäßigen Setzungserscheinungen kommen. Setzungen treten häufig auch als Folge von Zusatzbelastungen des Bodens oder Änderung des Feuchtigkeitsgehaltes auf (Sekundärkonsolidation) [74].

Volumentreue Bodenverformungen: Grundbruch

Infolge von massiver Lasterhöhung oder Veränderung der Lastabtragung kann zu einem seitlichen Wegbrechen des Bodens führen, dem sogenannten Grundbruch [74].

Korrosionserscheinungen

Fundierungen im Grundwasserbereich sind zusätzlich mit Korrosionserscheinungen sowie Bindemittelauswaschungen des Mörtels gefährdet. Durch die Absenkung oder Schwankung des Grundwasserspiegels wird die Holzkonstruktion, die ursprünglich immer unter Wasser geplant war, durch Fäulnis beeinträchtigt [74].

Änderung der Lastabtragung

Bei umfangreichen Umbaumaßnahmen, wie zum Beispiel Dachgeschosszubauten, kann es zum lokalen Versagen von Fundamentteilen kommen, daher ist eine genaue Untersuchung der Fundierungen unbedingt durchzuführen [74].

4.1.2 Mauerwerk

Bei etwa 95 % der europäischen Gründerzeitbauten bestehen die Außenwände der oberirdischen Geschosse aus Ziegelmauerwerk. Grund dafür war eine Mischung aus technischem Fortschritt und den traditionellen Baugesetzen der damaligen Zeit, die den Bau von Ziegelwänden ohne statischen Nachweis erlaubten [77].

Im Zuge der Industrialisierung verlagerte sich die Herstellung von keramischen Mauersteinen von den Manufakturen in die Fabriken. Die ersten Ringöfen zur Ziegelproduktion in Wien wurden im Jahr 1865 am Wienerberg errichtet, wodurch einigermaßen gleichmäßige mechanische Eigenschaften der Ziegel gewährleistet wurden. Die Ziegelabmessungen wurden mit der Bauordnung von 1883 standardisiert (29/14/6,5 cm) [74].

Wie in früheren Zeiten wurde das Mauerwerk nicht bemessen, sondern zunächst nach tradierten Vorgaben dimensioniert. Ab 1859 wurden in der Wiener Bauordnung die Mindestquerschnitte von tragenden Wänden in Abhängigkeit von den zu übertragenden Kräften, den Deckensystemen und den verwendeten Steinen festgelegt [74]. Ein Beispiel dafür sind die Wandabmessungen für Tramdecken, die in Abb. 4.4 dargestellt werden.

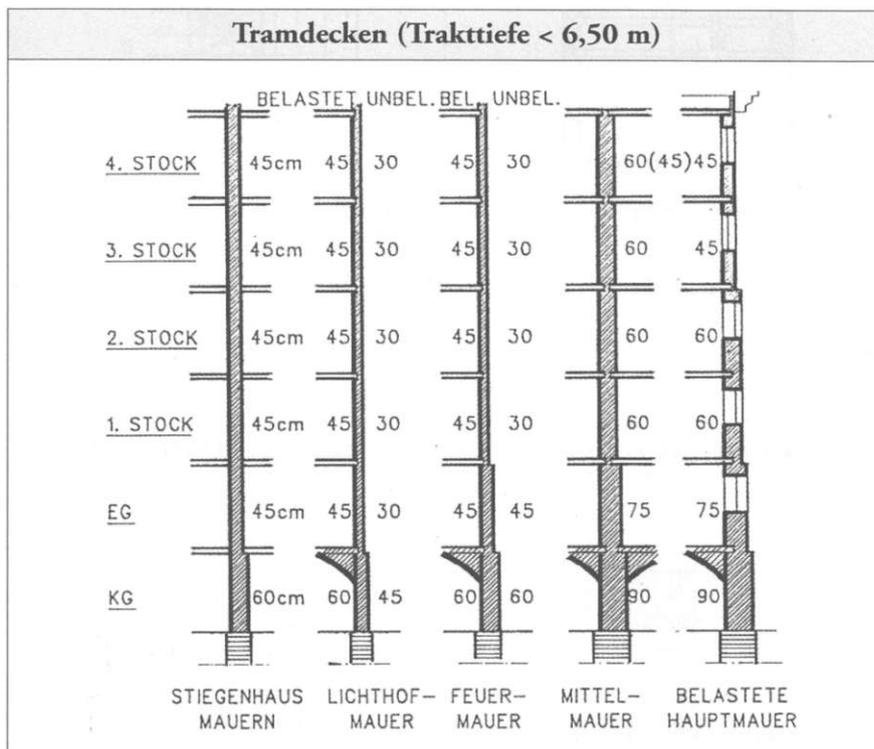


Abb. 4.4: Festlegungen zur Wandabmessung lt. Wiener BO 1859 [74]

Die Techniken des Mauerwerksbaus wurden während der Hochgründerzeit weiter perfektioniert. Die Mauerwerkkonstruktionen wurden vorwiegend aus Normalformat-Vollziegel und mit Mörtel (vermehrt Zementmörtel) höherer Festigkeit hergestellt. Es entstanden auch neue Ziegelformen, insbesondere für die formbildende Gestaltung von Fassaden. Für Zwischenwände wurden zunehmend neue Materialien verwendet, wie z.B. Schlackziegel, die vor allem für unbelastete Scheidewände eingesetzt wurden und hinsichtlich der heutigen Festigkeitswerte als eher problematisch eingestuft werden müssen [74].

4.1.2.1 Typische Schadensbilder von Mauerwerk

Typische Schäden am Außenmauerwerk sind Ausblühungen von Salzen (insbesondere am Sockelbereich), abfallender bzw. hohl liegender Putz und tief abgesandete Außenfugen [77]. Moderne Mauerwerksuntersuchung zeigen, dass die Festigkeitswerte von Wandkonstruktionen der Gründerzeit stark unterschiedlich sind, mögliche Ursachen werden nachfolgend angeführt.

Schwankende Mörtelfestigkeit

Schwankungen in der Mörtelfestigkeit können durch abweichende Mischrezepturen und unterschiedlichem Bindemittelgehalt, sowie durch Bindemittelauswaschung in durchfeuchteten Mauerwerksbereichen auftreten.

Unterschiedliche Ziegelqualität in einem Bauwerk

Insbesondere bei Gebäuden, die vor der industriellen Herstellung von Ziegeln errichtet wurden, sind erhebliche Abweichungen in der Festigkeit der Ziegel festzustellen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Ziegel noch von Hand gefertigt wurden. Eine weitere mögliche Erklärung liegt in der Wiederverwendung von Ziegeln.

Störung des Mauerwerkverbandes

Das Mauerwerksgefüge kann durch Erschütterungen (Kriegszerstörung, Folgen des Wiederaufbaus, Verkehrseinwirkungen usw.) entscheidend geschwächt werden, weil sich der Verbund zwischen Stein und Mörtelband auflösen kann.

Stemmarbeiten

Durch wiederkehrende Stemmarbeiten im Laufe der Zeit werden tragende Wände oft auf einen Bruchteil des ursprünglichen Wandquerschnitts geschwächt, was zu einer Minderung der Tragfähigkeit führt [74].

4.1.3 Massivdecken

Die Decken der Obergeschosse der Gründerzeithäuser wurden in der Regel als flache Holzbalkendecken gebaut. Anders war jedoch die Ausführung der Decken über Kellergeschoss und teilweise Erdgeschoss, die in Massivbauweise errichtet wurden. Dabei ging es zum einen darum, eine luftdichte und feuchtigkeitsbeständige Deckenkonstruktion zu schaffen und zum anderen darum, die größeren Lasten (Geschäfts- und Lagerräume) zu tragen. Dies war durch die jeweils gültigen Bauvorschriften geregelt [76].

Die Überdeckung von Kellergeschossen wurde fast immer als Gewölbe oder Teilgewölbe ausgeführt. Die häufigste Gewölbeart für Kellerdecken ist das Tonnengewölbe. Nur in öffentlichen und repräsentativen Gebäuden wurden Kuppeln und Kreuzgewölbe auch in den oberen Geschossen errichtet, insbesondere in Treppenhäusern und Fluren [77].

Die üblichen Tonnengewölbe der Gründerzeitbauten hatten relativ geringe Stichhöhen und waren als Bogensegmente ausgeführt, um eine bestmögliche Raumausnutzung zu erreichen. Durch die flache, schalenförmige Konstruktion entstanden im Auflagerbereich sehr hohe Schubkräfte, die in das Mauerwerk eingeleitet werden mussten [77]. Um diesem *Gewölbeschub* entgegenzuwirken, wurden oft sogenannte Schliessen verwendet, die in Abb. 4.5 ersichtlich sind [74]. Eine andere Möglichkeit war, das Mauerwerk im Bereich der Gurtbögen mit zusätzlichen Mauerwerkspfeilern zu verstärken [77].

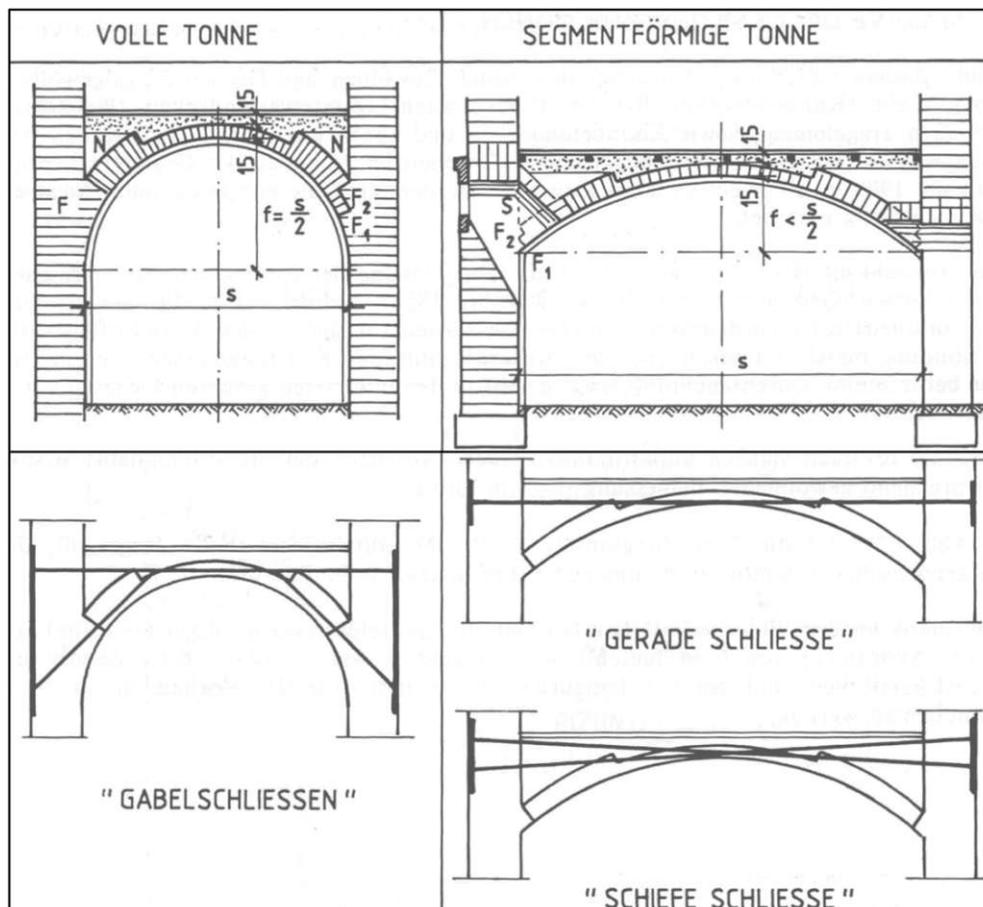


Abb. 4.5: Tonnengewölbe und Gewölbeschiessen [76]

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts, mit der Entwicklung der Eisenindustrie, hat sich bei Wohnbauten der Gründerzeit die sogenannte *Platzdecke* etabliert, die als Massivkonstruktion hauptsächlich im Kellergeschoss und Erdgeschoss verwendet wurden. Diese Massivdecke entspricht einem flachen Ziegelgewölbe zwischen eisernen Trägern und wird in Abb. 4.6 dargestellt. Vorteile dieser Deckenkonstruktion waren die relativ hohe Belastbarkeit und die Möglichkeit, größere Spannweiten zu überdecken. So wie bei dem Tonnengewölbe waren Schliessen zur horizontalen Lage-sicherung vorgesehen. Die Dimensionierung der Decken, insbesondere die Bestimmung der Abstände und die Wahl des Eisenträgerprofils, erfolgten anhand von einfachen Vorbemessungstabellen [74].

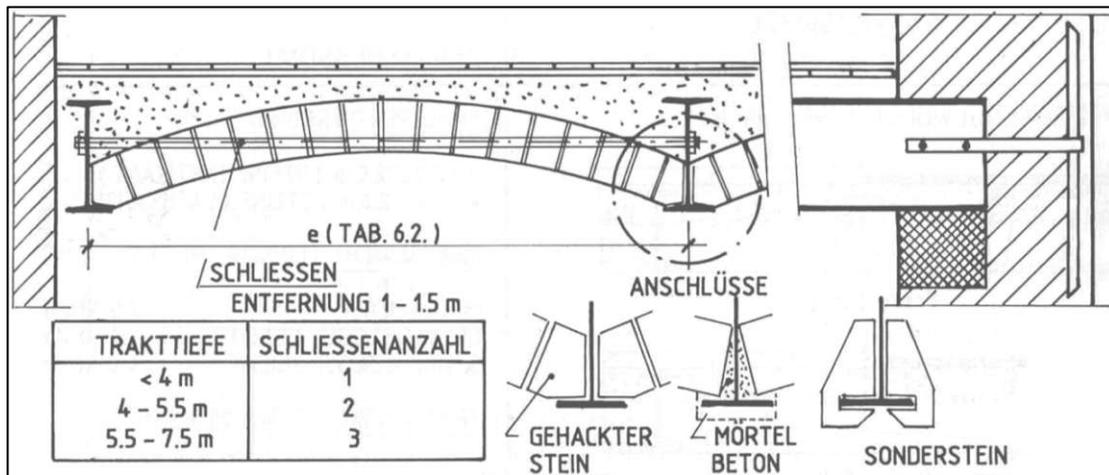


Abb. 4.6: Flache Ziegelgewölbe zwischen Walzeisenträgern – *Platzdecke* [76]

Da Platzdecken, sowie die Tonnengewölbe den Nachteil einer gewölbten Untersicht hatten, wurden ab etwa 1880 zahlreiche *Patentdecken* entwickelt. Ein Vorteil dieser Deckenkonstruktionen war eine ebene Untersicht. Die Entwicklung von Beton- und Eisenbetondecken fand auch um 1900 statt, wobei zunächst die Form der flachen Ziegelgewölbe nachgeahmt wurde [74]. Beispielweise wird eine Patentdecke und eine Betondecke mit Betonkappen in Abb. 4.7 bzw. Abb. 4.8 dargestellt. Trotz Entwicklung und Erfindung dieser neuen Deckensysteme ist die Verbreitung in gründerzeitlichen Wohnbauten im Vergleich zu Tonnengewölbe und Platzdecken eher gering.

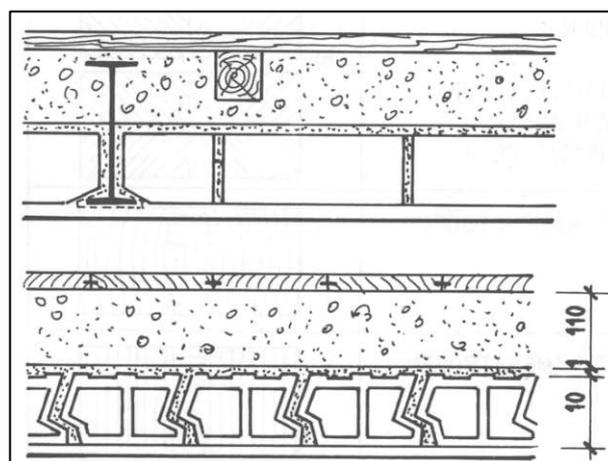


Abb. 4.7: Patentdecke: System Förster [76]

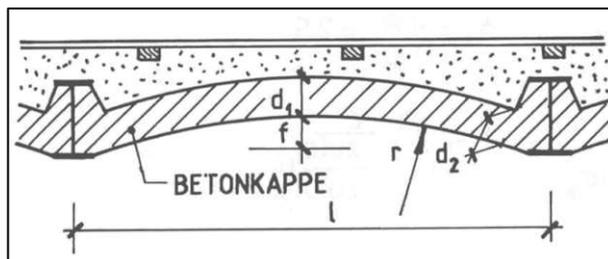


Abb. 4.8: Betondecke mit Betonkappen [76]

4.1.3.1 Typische Schadensbilder von Massivdecken der Gründerzeit

Bei den meistverbreiteten Massivdeckensystemen der Gründerzeitbauten (Tonnengewölbe und Platzdecken) sind kaum Schäden festzustellen. Wenn Risse vorhanden sind, gehen diese meistens auf die Verschiebungen der Widerlager zurück. In feuchten Bereichen von Tonnengewölben kann es durch Auswaschung der Bindemittel im Fugenmörtel zur Ablösung von Mörtelteilen und einzelnen Steinen kommen. In extremen Fällen führt dies zu einer Veränderung der Gewölbeform. Die Korrosion von Walzeisenträger in Platzdecken ist meist nur oberflächlich und daher für die statische Sicherheit des Gebäudes nicht von Bedeutung [76].

4.1.4 Holzdeckensysteme

Holzdeckensysteme hatten den Vorteil der geringeren Baukosten und des kleineren Gewichts, weshalb sie in der Gründerzeit standardmäßig für die Obergeschosse von Wohngebäuden verwendet wurden. Die Spannweiten von bis zu 6 m, die bei Gründerzeithäuser vorkommen, konnten mit diesen Deckentypen problemlos überdeckt werden. Aufgrund der Brandschutzbestimmungen der damaligen Bauordnungen wurden die Abschlussdecken zum Dachgeschoss als Dippelbaumdecken oder Tramtraversendecken ausgeführt. Die wichtigsten Holzdeckenkonstruktionen werden in den folgenden Unterpunkten beschrieben [76].

Dippelbaumdecke

Die Dippelbaumdecke ist eine der ältesten und materialaufwendigsten Deckenarten. Sie besteht aus direkt aneinander gelegten Fichten- oder Tannenbalken, die mit Dübeln (Dippel) aus Eichenholz verbunden werden. Aufgrund des guten Brandverhaltens dieser Deckenart wurde sie in den Bauvorschriften von 1868 als zwingender Abschluss zum Dachraum vorgeschrieben, außer man entschied sich für eine Massivdecke. Die Nachteile dieser Deckenart waren der hohe Materialverbrauch und die durchgehenden notwendigen Mauerabsätze. Dippelbaumdecken wurden auch häufig durch Feuchtigkeitseinwirkung beschädigt [76].

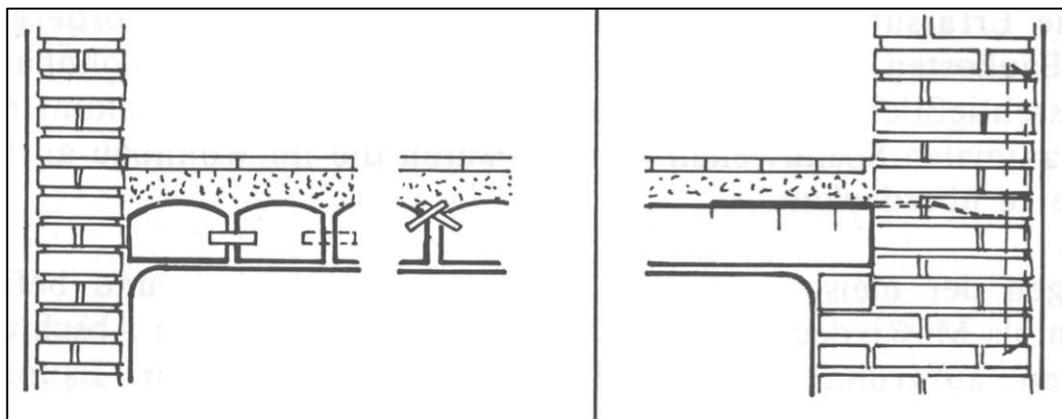


Abb. 4.9: Dippelbaumdecke (links: Querschnitt – rechts: Längsschnitt) [76]

Einfache Tramdecke

Das primäre Tragelement der Tramdecken sind die an allen vier Seiten behauenen Balken (Träme), die in einem Abstand von 75 bis 100 cm zwischen den tragenden Wänden verlegt wurden. Die Deckenstärke bei einer maximalen Stützweite von 6 m betrug etwa 30 bis 45 cm. Das für die Träme verwendete Material war Tannenholz, selten auch Kiefernholz. Meistens wurden die Tramköpfe auf Rastbretter aus imprägniertem oder harzreichem Holz gelegt, da dies nicht direkt auf dem Mauerwerk oder auf einem Mörtelbett liegen durften. Dafür wurden auch die sogenannte Tramkasteln ausgebildet, die den direkten Kontakt verhinderten und eine gewisse Belüftung der Tramköpfe erlaubten. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts imprägnierte man zumindest die Tramköpfe mit Karbolineum, um diese gegen Fäulnis zu schützen. Ein großer Vorteil dieser Deckenkonstruktion war, dass sie kein durchgehendes Auflager brauchten, wodurch die Verbreiterung der tragenden Wände um eine Ziegelbreite (15 cm) pro Geschoss entfiel. Die Hohlräume zwischen den Holzbalken reduzieren die flächenbezogene Masse, erschweren aber die Einhaltung der vorgeschriebenen Werte des Trittschall- und Luftschallschutzes [74].

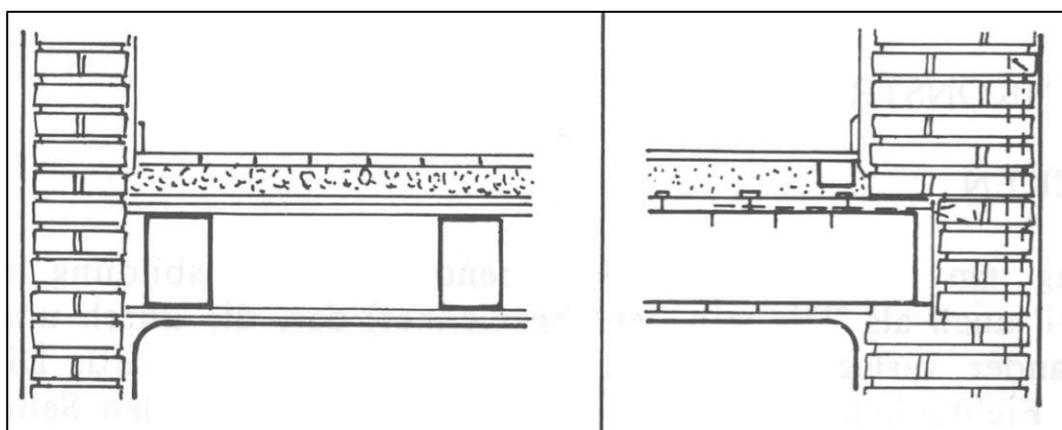


Abb. 4.10: Einfache Tramdecke (links: Querschnitt – rechts: Längsschnitt) [76]

Tramdecke mit versenkter Sturzschalung

Diese Deckenart wurde vorwiegend in Wohnhäusern mit niedrigerem Standard verwendet, z.B. bei *Arbeiterzinshäusern*. Die obere Sturzschalung wurde nicht wie bei den einfachen Tramdecken direkt auf den Trämen verlegt, sondern auf Leisten, die seitlich an den Trämen befestigten waren. Das Ergebnis war eine schlankere Deckenkonstruktion. Die Tramdecke mit versenkter Sturzschalung erwiesen sich als eine der häufigsten Deckenarten bei gründerzeitlichen Sanierungsobjekten [74].

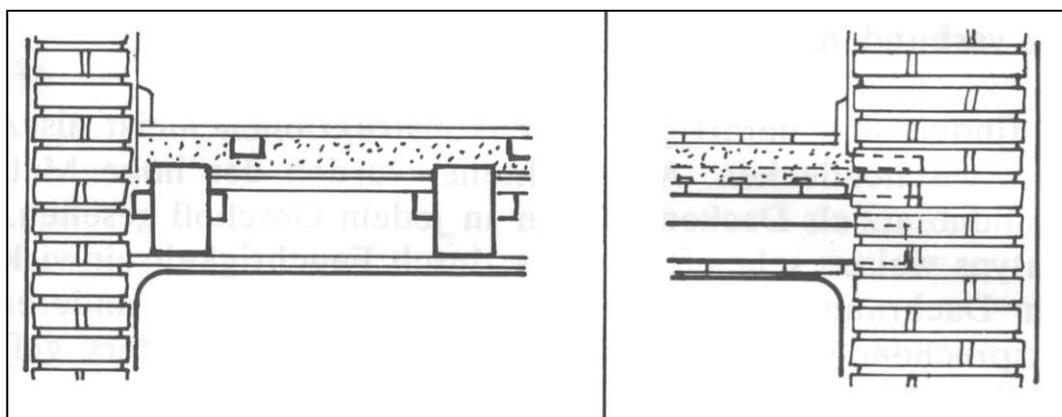


Abb. 4.11: Tramdecke mit versenkter Sturzschalung (links: Querschnitt – rechts: Längsschnitt) [76]

Fehltramdecke

Eine Sonderform der Tramdecken sind die Fehltramdecken. Diese Decken wurden konzipiert, um wertvolle Deckenuntersichten zu schützen. Dabei wurde die Decke vom darunterliegenden Geschoss von der Primärkonstruktion entkoppelt, dies verhinderte die Übertragung von Erschütterungen auf die Deckenuntersicht [74].

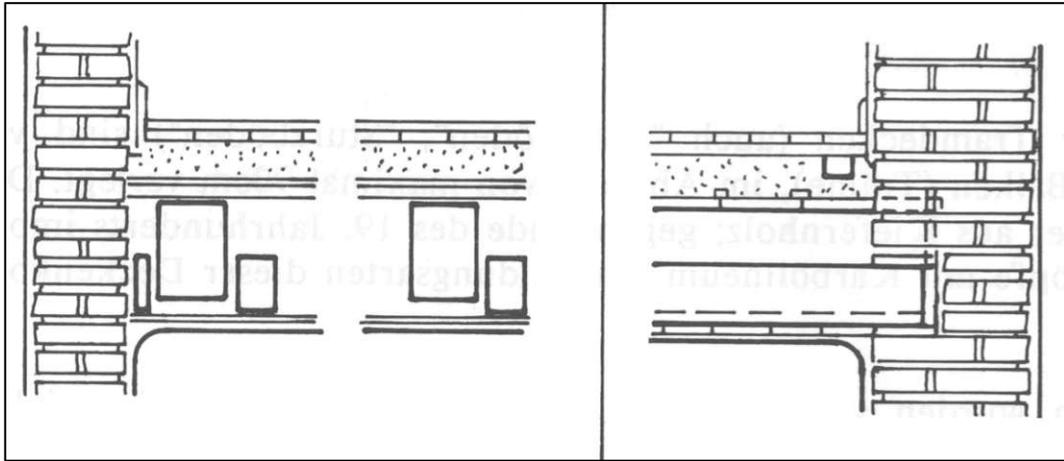


Abb. 4.12: Fehltramdecke (links: Querschnitt – rechts: Längsschnitt) [76]

Tramtraversendecke

Tramtraversendecken wurden gegen 1870 entwickelt und bilden den Übergang zu stählernen Deckenkonstruktionen. Sie wurden für die Überdeckung größerer Spannweiten konzipiert und vor allem bei Prunkbauten oder Schul- und Verwaltungsbauten verwendet. Tramtraversendecken bestehen aus Walzprofilen (C- oder I-Profile), die zwischen den tragenden Wänden, im Abstand von 3 bis 4 m liegen. Quer zu den Walzprofilen, auf den Unterflanschen dieser Träger, findet sich eine Tramdecke entsprechende Holzkonstruktion aufgelagert [74].

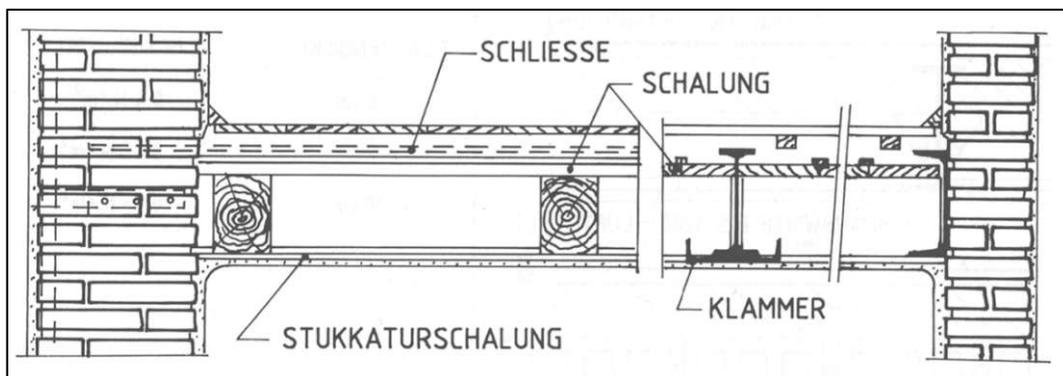


Abb. 4.13: Tramtraversendecke (links: Querschnitt – rechts: Längsschnitt) [76]

4.1.4.1 Typische Schadensbilder von Holzdecken der Gründerzeit

Wie im Allgemeinen bei Holzkonstruktionen ist Pilz- und/oder Insektenbefall der Hauptgrund für den Abbau des Materials. Die Bedingungen für die Entwicklung dieser Lebewesen werden durch den Feuchtigkeitsgehalt des Holzes sowie durch die Umgebungstemperatur bestimmt. Die prinzipielle Schadensursache bei Holzdeckenkonstruktionen der Gründerzeit ist die zirkulierende Luft bei den besonders gefährdeten Tramköpfen, da im Hirnholz durch die in Stammrichtung orientierten Fasern das Eindringen der Pilze bzw. Insekten und der Feuchtigkeit erleichtert wird [74].

4.1.5 Dachkonstruktionen

Im 19. Jahrhundert wurden die Mehrzahl von Hochbauten mit hölzernen Dachkonstruktionen versehen. Eiserne Dachkonstruktionen wurden auch bei Gründerzeitbauten eingesetzt, allerdings fast ausschließlich bei Industrie- und Repräsentationsbauten, bei denen große Spannweiten besonders wichtig waren [74].

Im gründerzeitlichen Wohnbau überwiegen weiterhin die tradierten Holzkonstruktionen, eiserne Dachkonstruktionen kamen kaum zur Anwendung. Die Bemessung erfolgte meist nach Handwerksregeln ohne statische Bemessung, was oft zu überdimensionierten Tragelementen mit entsprechenden Reserven führte. Als Verbindungsmittel wurden eiserne Elemente verwendet, die zunehmend industriell gefertigt wurden. Die Knotenpunkte entsprachen noch den traditionellen Formen aus dem vorigen Jahrhundert [74].

Die am häufigsten vorkommenden hölzernen Dachkonstruktionen bei gründerzeitlichen Wohnhäusern in Wien sind:

- Doppelt stehender Pfettendachstuhl (*Wiener Dachstuhl*)
- Kehlbalkendach mit und ohne Kniestock
- Trapezhängewerk mit und ohne Kniestock sowie mit Bundtram
- Liegende Dachstühle

Doppelt stehender Pfettendachstuhl (*Wiener Dachstuhl*)

Der sogenannte *Wiener Dachstuhl* war die am weitesten verbreitete Dachkonstruktion bei Wohngebäuden der Gründerzeit. Die übliche Spannweite von etwa 12 m, mit Dachneigungen von 25° bis 45°, waren optimal für die Dimensionierung dieser Dachkonstruktion [74]. Eine zusätzliche Auflagerung der Mittelpfetten wurde mithilfe von Kopfbändern geschaffen. Der Brustriegel verband beide Stuhlsäulen miteinander, womit eine Aussteifung geschaffen wird. Der Bundtram übernahm die Lasten der Stuhlsäulen und leitete sie in die umliegenden Mauern ab. Dazwischen lagen die sogenannten Leergespärre, bei denen nur die Sparren auf den Pfetten auflagerten. Die Konstruktion sieht im Grunde wie ein doppeltes Hängewerk aus, wobei die Säulen ausschließlich auf Druck belastet werden [78].

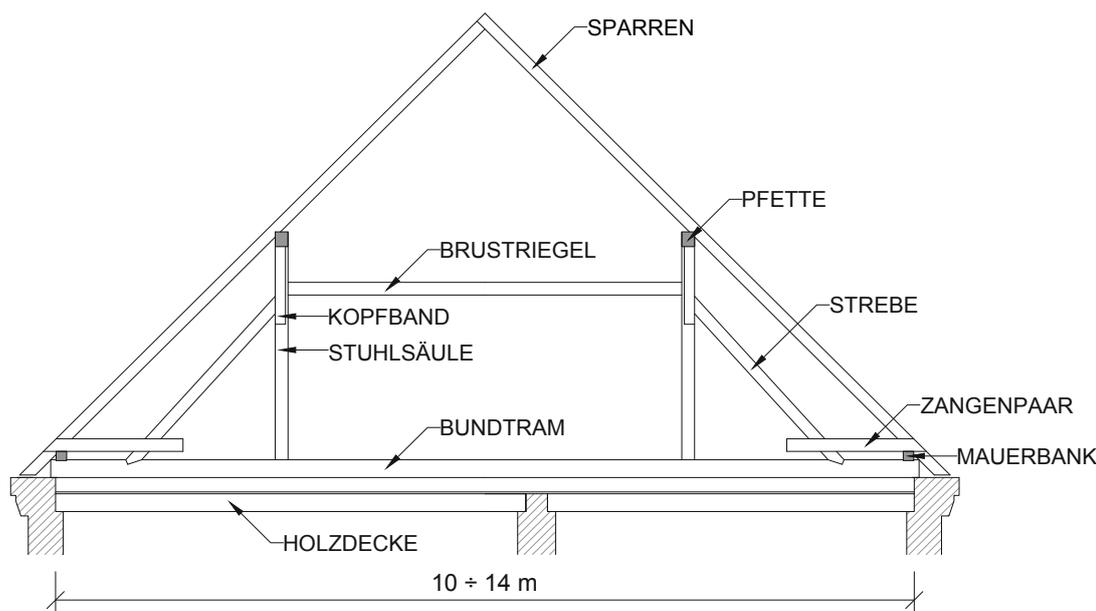


Abb. 4.14: Doppelt stehender Pfettendachstuhl (*Wiener Dachstuhl*) nach [74]

Kehlbalkendach mit und ohne Kniestock

Das Kehlbalkendach kann als Sonderform des Sparrendachs bezeichnet werden und wurde bevorzugt bei Spannweiten unter 12 m und Dachneigungen über 35° ausgeführt [74]. Der Bundtram wirkt in dieser Konstruktion als Zugband, während der Kehlbalken die Sparrenspannweiten teilt und für zusätzliche Aussteifung sorgt.

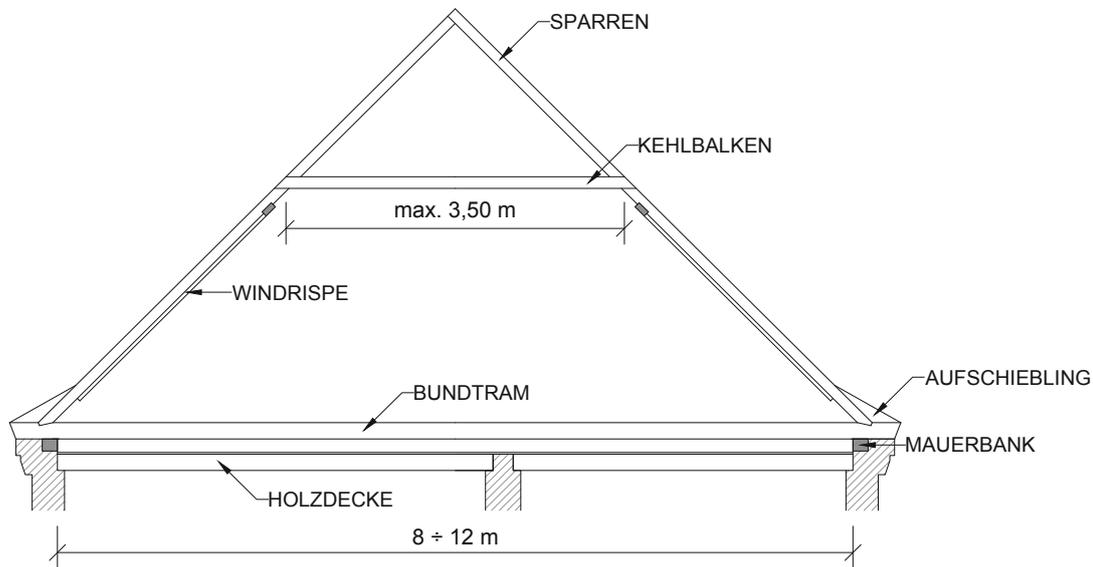


Abb. 4.15: Kehlbalkendach ohne Kniestock nach [74]

Trapezhängewerk mit und ohne Kniestock sowie mit Bundtram

Wenn es keine Möglichkeit gibt, die Lasten von den Stuhlsäulen auf die darunter liegende Decke zu übertragen, oder wenn die Deckenlasten ins Dachtragwerk hochzuhängen sind, besteht die Möglichkeit der Ausbildung von Hängewerken [79]. Beim doppelten Hängewerk werden die Stuhlsäulen durch eine Konstruktion aus Streben und einem Brustriegel entlastet und zu Zugsäulen umfunktioniert, an denen der Bundtram aufgehängt wird. So kann mit dieser Dachkonstruktion eine freie Spannweite von bis zu ca. 14 m erreicht werden [78].

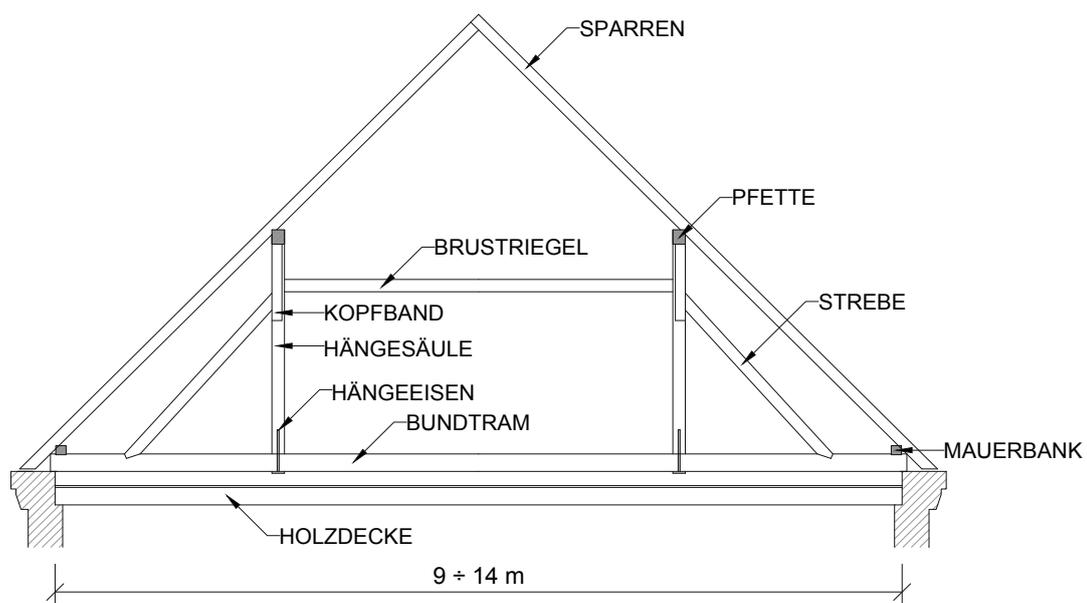


Abb. 4.16: Doppeltes Hängewerk nach [79]

Liegende Dachstühle

Aus statischer Sicht entspricht der liegende Dachstuhl dem Kehlbalkendach, die Lasten aus den Sparren werden jedoch über die Pfetten zu den Dachstühlen (bestehend aus Brustriegel und Streben) geleitet. Die Kopfbänder übernehmen die Aussteifungsfunktion in Querrichtung [74].

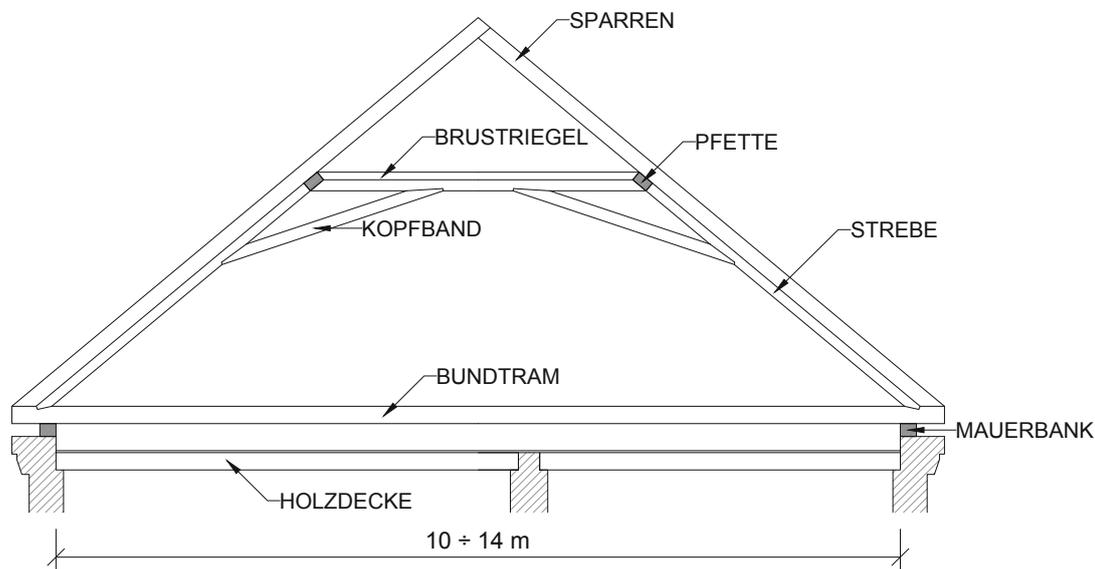


Abb. 4.17: Dachtragwerk mit liegendem Stuhl nach [74]

4.2 Erfassung des Gebäudezustandes

Dieses Unterkapitel soll einen Überblick über die Vorschriften geben, die bei der Bestandserhebung von älterer Bausubstanz oder von Gebäuden, die nicht nach den aktuellen technischen Vorschriften (Normen, Gesetze) errichtet wurden, in Österreich einzuhalten sind. Grundsätzlich wird die Bewertung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Bestandsgebäuden in der ÖNORM B 4008-1:2018 [49] in Kombination mit der ÖNORM B 1998-3:2018 [80] und in Abstimmung mit dem Leitfaden zur OIB-Richtlinie 1 [81] geregelt. Diese und andere Regelwerke, die bei vorgesehenen maßgebenden baulichen Veränderungen eines bestehenden Gebäudes anzuwenden sind, werden im Folgenden erläutert.

OIB-Richtlinie 1

Die wesentlichen Anforderungen der OIB-Richtlinie 1: Mechanische Festigkeit und Standsicherheit lauten:

„Tragwerke sind so zu planen und herzustellen, dass sie eine ausreichende Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit aufweisen, um die Einwirkungen, denen das Bauwerk ausgesetzt ist, aufzunehmen und in den Boden abzutragen“ [82].

„Für die Neuerrichtung von Tragwerken oder Tragwerksteilen ist dies jedenfalls erfüllt, wenn der Stand der Technik eingehalten wird. Die Zuverlässigkeit der Tragwerke hat den Anforderungen gemäß ÖNORM EN 1990 in Verbindung mit ÖNORM B 1990-1 zu genügen“ [82].

Bei Änderungen an bestehenden Bauwerken, welche Auswirkungen auf bestehende Tragwerke haben, wird auf den OIB-Leitfaden „Festlegung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von bestehenden Tragwerken“ verwiesen.

Leitfaden zur OIB-Richtlinie 1

Eine Bestandserhebung ist eine dokumentierte Erfassung des *IST-Zustands* eines Gebäudes unter Berücksichtigung aller relevanten Bauteile für die Standsicherheit. Die Tragsicherheit des Bestandes wird durch ein Gutachten bestimmt, das in schematisch-konstruktiver Darstellung feststellt, ob das Gebäude in einem gebrauchstauglichen Zustand ist und ob die maßgeblichen Bauteile trag-sicher sind. Eine Bestandsaufnahme ist nicht erforderlich, wenn ein Gutachten vorliegt, das aufgrund der Geringfügigkeit des Bauvorhabens (keine statisch relevanten Veränderungen) aus bau-technischer Sicht keine Gefahr für das Leben oder die Gesundheit von Personen darstellt [81].

Je nach Umfang des geplanten Bauvorhabens werden drei verschiedene Stufen der Bestandserhebung unterschieden:

- Stufe 1: geringfügige Baumaßnahmen mit statisch relevanten Auswirkungen (z.B. Türdurchbrüche, Aufzugseinbauten in Treppenaugen, usw.)
- Stufe 2: Änderung des Bestandes mit geringer Lasterhöhung in mehreren Geschossen (z.B. Aufzugs-, Treppenhaus- und/oder Nassgruppeneinbau)
- Stufe 3: Vollständige Bestandserhebung, Änderungen des bestehenden Tragwerkes und der bestehenden Tragwerksteile mit wesentlicher Lasterhöhung sowie bei Neu-, Zu- und Umbauten.

Die wesentlichen Bestandteile einer vollständigen Bestandserhebung (Stufe 3) sind:

- 1) Fundierung
- 2) Wände und Stützen
- 3) Mittelmauer – Abgasanlagen und umschließendes Mauerwerk
- 4) Aussteifungssituation
- 5) Querschnittsschwächungen
- 6) Decken und Träger
- 7) Dachstuhl und Gesimse
- 8) Haupttreppen

Der Ablauf zur Feststellung des rechtmäßigen Bestandes gemäß OIB-Richtlinie 1 wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

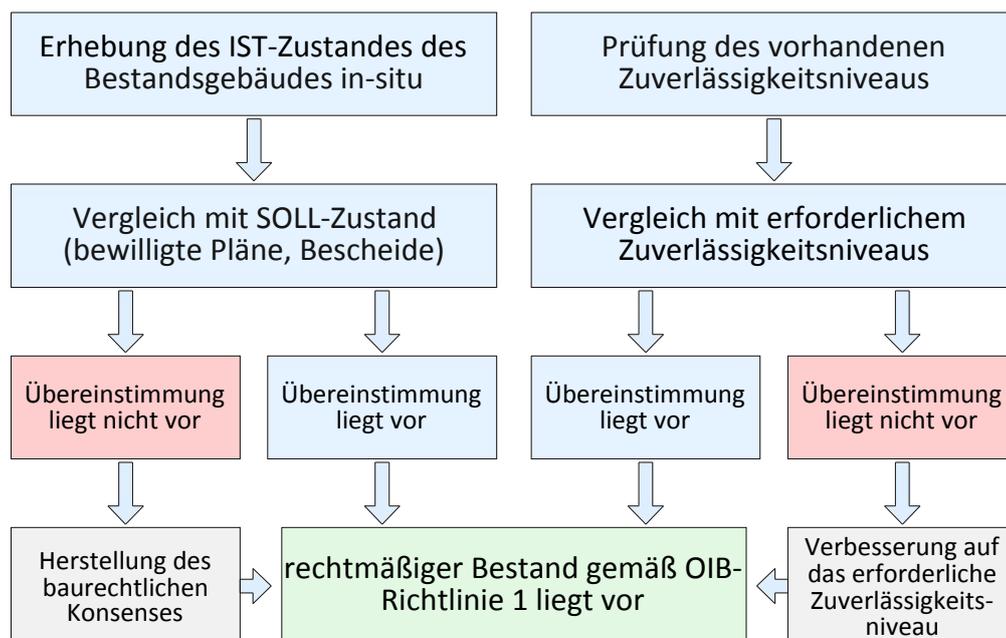


Abb. 4.18: Ablaufschema zur Feststellung des rechtmäßigen Bestandes gemäß OIB-Richtlinie 1 nach [81]

Im Prinzip dürfen sich bestehende Bauwerke, die zum Zeitpunkt der Baubewilligung ein bestimmtes oder ein höheres Zuverlässigkeitsniveau aufweisen, nicht verschlechtern. Ausgenommen sind Bauwerke, deren Zuverlässigkeitsniveau bereits über den heutigen Stand der Technik hinausgeht [81].

Hinsichtlich der Bewertung von Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit wird auf ÖNORM B 4008-1:2018 verwiesen. Die dort in Unterpunkt 5.4 behandelte Nachrechnung mit reduzierter Zuverlässigkeit setzt voraus, dass die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- Bestandserhebung
- Verbesserung des Gebäudes auf Erdbeben
- Nachweis der Grundkombinationen lt. Eurocodes ohne jede Erleichterung
- Nachweis der zu erreichenden Redundanzen laut Risikoanalyse gemäß ÖNORM B 1998-3:2018
- Nachweis, dass die Zunahme der rechnerisch ermittelten Personenanzahl gemäß ÖNORM B 1998-3:2018 (Ermittlung mit Zeitfaktoren) nach Änderungen am Bestand bezogen auf die Personenanzahl des rechtmäßigen Bestandes 50 % nicht übersteigt.

Bezüglich der Bewertung der Mindestanforderungen (*3 % Regel*) wird auf Punkt A.3.2 der ÖNORM B 1998-3:2018 verwiesen. Gemäß dieser Norm liegt eine geringfügige Auswirkung vor, wenn entweder die Lasteinwirkung, der Bauteilwiderstand oder eine Kombination beider Aspekte die Zuverlässigkeit um nicht mehr als 3% verschlechtert. In solchen Fällen sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich [81].

ÖNORM B 4008-1: Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Tragwerke – Teil 1: Hochbau

Diese Norm ersetzt die Ausgaben ONR 21990:2008 und ONR 24009:2013. Ziel der ÖNORM B 4008-1:2018 ist es, einerseits mögliche Beeinträchtigungen der Zuverlässigkeit rechtzeitig zu erkennen und andererseits die wirtschaftlich sinnvolle Weiternutzung und Erweiterung von bestehenden Gebäuden zu ermöglichen.

Die Beurteilung der Tragfähigkeit eines bestehenden Hochbaus oder einzelner Bauteile kann in den folgenden Fällen erforderlich sein:

- bei konstruktiven Eingriffen in das Tragwerk
- bei statisch relevanten Änderungen von Einwirkungen
- bei größeren Investitionen zur Verbesserung des Bauwerks hinsichtlich anderer Faktoren als der Tragfähigkeit (z.B. thermische Sanierung)
- bei Änderungen der Schadensfolgekategorie oder der Bedeutungskategorie
- bei Feststellung von Bauschäden
- bei Feststellung von konstruktiven Mängeln
- bei Auftreten neuer Erkenntnisse, die die Tragfähigkeit beeinflussen können
- bei der Beurteilung der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks
- nach außergewöhnlichen Ereignissen
- bei Eingriffen in den Grundbau und die Geotechnik

Die Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Bauwerke nach den neuen Erkenntnissen bzw. Rechenvorschriften ist nur dann erforderlich, wenn dies ausdrücklich in den Neufassungen der entsprechenden Normen vorgeschrieben ist [49].

Die Basis für die Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Tragwerke bildet in jedem Fall eine Bestandserhebung am Bauwerk. Dabei wird auf die ÖNORM B 1998-3:2018 verwiesen, in welcher die drei verschiedenen Kenntnisstände (KL1 bis KL3) definiert sind. Für globale Aussagen über die Tragfähigkeit des Gebäudes sind Kenntnisstand KL1, KL2 oder KL3 geeignet, während für die Beurteilung von einzelnen Bauteilen bestehender Gebäude der Kenntnisstand KL3 unbedingt erforderlich ist.

Die Zuordnung der Bedeutungskategorien (gemäß ÖNORM EN 1998-1:2013) und der Versagensfolgeklassen (gemäß ÖNORM EN 1991-1-7:2007) kann, basierend auf den Schadensfolgeklassen CC 1 bis CC 3 gemäß Tab. 7, vorgenommen werden.

Tab. 7: Festlegung der Bedeutungskategorien und Versagensfolgeklassen auf Basis der Schadensfolgeklassen

Schadensfolgeklasse gemäß ÖNORM B 1990-1:2013	Bedeutungskategorie gemäß ÖNORM EN 1998-1:2013	Risikogruppe gemäß ÖNORM EN 1991-1-7:2007
CC 1	I	1
CC 2	II, IV ^a	2a, 2b
CC 3	III, IV ^a	3

^a Die Anwendung der Bedeutungskategorie IV ist der ÖNORM EN 1998-1:2013, Tabelle 4.3 zu entnehmen, wobei die Einordnung dieser Gebäude in die Schadensfolgeklasse CC 2 oder CC 3 entsprechend ihrer Bedeutung vorzunehmen ist.

Hinsichtlich der Bewertungsmethoden unterscheidet die ÖNORM B 4008-1:2018 folgende Möglichkeiten:

- Rechnerischer Nachweis der Tragfähigkeit
 - Nachweis nach aktuellem Normenstand
 - Nachweis nach aktuellem Normenstand mit reduzierte Zuverlässigkeit
 - Nachweis nach altem Normenstand
- Qualitative Bewertung der Tragfähigkeit
- Experimentelle Tragfähigkeitsbewertung am Bauwerk

ÖNORM B 1998-3: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 3: Beurteilung und Erächtigung von Gebäuden

Die ÖNORM B 1998-3:2018 definiert die nationalen Parameter der ÖNORM EN 1998-3:2013, gilt für die seismische Beurteilung bestehender Bauwerke und legt darüber hinaus den Untersuchungsumfang für Bestandserhebungen im Zuge der Beurteilung der Tragfähigkeit bestehender Gebäude fest [80].

4.3 Klassifizierung des Energieverbrauchs / Energieausweis

Der Energieverbrauch eines Gebäudes wird in der Regel anhand des Energieausweises klassifiziert. Er ermöglicht die Bewertung verschiedener Immobilien nach ihrem Energieverbrauch und den normativen Vorgaben. Die OIB-Richtlinie 6 gilt als baurechtliche Grundlage und definiert den Stand der Technik hinsichtlich der zu erreichenden Energiekennzahlen sowie den Inhalt und die Form des Energieausweises, welcher bei Neu-, Zu- und größeren Umbauten bzw. Renovierungen den baubehördlichen Einreichunterlagen beigelegt werden muss.

Tab. 8: Energieeffizienzklassen nach OIB-Richtlinie 6

Klasse	HWB _{Ref,SK} [kWh/m ² a]	PEB _{SK} [kWh/m ² a]	CO _{2eq,SK} [kg/m ² a]	F _{GEE,SK} [-]
A++	≤ 10	≤ 60	≤ 8	≤ 0,55
A+	≤ 15	≤ 70	≤ 10	≤ 0,70
A	≤ 25	≤ 80	≤ 15	≤ 0,85
B	≤ 50	≤ 160	≤ 30	≤ 1,00
C	≤ 100	≤ 220	≤ 40	≤ 1,75
D	≤ 150	≤ 280	≤ 50	≤ 2,50
E	≤ 200	≤ 340	≤ 60	≤ 3,25
F	≤ 250	≤ 400	≤ 70	≤ 4,00
G	> 250	> 400	> 70	> 4,00

Die Gebäude werden im Energieausweis in Energieeffizienzklassen unterteilt, laut OIB-Richtlinie 6 müssen folgende Werte (jeweils unter Standortklima-(SK)-Bedingungen) angegeben werden:

- Spezifischer Referenzheizwärmebedarf
- Primärenergiebedarf
- Kohlendioxidemissionen
- Gesamtenergieeffizienzfaktor

4.4 Warmwasseraufbereitung- und Heizsysteme

In diesem Kapitel werden mögliche Systeme zur Warmwasseraufbereitung und Heizung vorgestellt, die in Gründerzeithäusern bzw. sanierten Gebäuden zu finden sind.

Das Heizungs- und Warmwasseraufbereitungssystem ist in der Regel der wichtigste Bestandteil des häuslichen Energiekonzeptes. Weitere Hauptbestandteile des Heizungssystems sind die Wärmespeicherung, die Wärmeverteilung und die Wärmeübertragung. Die Installation der Heizungsanlage innerhalb der thermischen Gebäudehülle sowie die konsequente Führung der Heizungsverteilung innerhalb des Gebäudes erhöhen die Energieeffizienz der Heizungsanlage. Die Wärmeübertragung sorgt für die kontrollierte Abgabe von Wärmeenergie über die Verteilung an die Räumlichkeiten. Für eine hohe Behaglichkeit muss eine gleichmäßige Wärmeabgabe gewährleistet sein. Moderne Wärmeübertragungssysteme zeichnen sich durch gute Regelbarkeit und schnelle Reaktionszeiten aus. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Isolierung des Verteilungssystems, da ungedämmte Leitungen zu hohen Wärmeverlusten führen können [83].

In Österreich ist im Rahmen des Ziels der Klimaneutralität eine schrittweise Dekarbonisierung der Wärmeversorgung geplant. Dies bedeutet, dass fossile Energieträger durch klimafreundliche Alternativen ersetzt werden sollen. Ein Stufenplan zur schrittweisen Umsetzung dieser Maßnahmen mit gesetzlichen Grundlagen ist derzeit in Arbeit und wird im *Erneuerbare-Wärme-Gesetz* [71] verankert. Bereits in Kraft getreten ist das Ölheizungsverbot für Neubauten seit dem 1.1.2020 [84].

Im Folgenden werden einige Heizsysteme vorgestellt, die als umweltfreundlich und energieeffizient klassifiziert werden können.

4.4.1 Nah- und Fernwärme

Fernwärme bezeichnet im Allgemeinen die zentrale Versorgung von Wohn- und Gewerbebauten mit Warmwasser und Heizwärme über die Liegenschaftsgrenzen hinweg. Dabei wird die Wärme über Rohrleitungsnetze von den Versorgern (heutzutage hauptsächlich von Heizkraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung) über Pump- und Übergabestationen an die Verbraucher geliefert. Wenn die Wärmeversorgung auf ein räumlich kleines Gebiet beschränkt ist, spricht man von Nahwärme [85].

4.4.1.1 Fernwärme Wien

Das Wiener Fernwärmenetz ist mit einer Länge von knapp 1.200 km das größte in Österreich und wird von Wien Energie betrieben. Es ist in ein Primär- und ein Sekundärnetz unterteilt. Im Primärnetz werden große Wärmemengen unter hohem Druck und mit hohen Temperaturen von bis zu 160°C durch Wien transportiert. Das Sekundärnetz transportiert das Warmwasser aus dem Primärnetz über Umformerstationen zu den einzelnen Gebäuden.

Derzeit setzt sich die Fernwärme in Wien wie folgt zusammen:

- Rund zwei Drittel der Wiener Fernwärme stammen aus hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, die gleichzeitig Strom und Wärme erzeugen, sowie aus der Industrie.

- Rund ein Drittel der Fernwärme kommt aus den Müllverbrennungsanlagen Spittelau, Flötzersteig, Simmeringer Haide und Pfaffenu sowie dem Wald-Biomasse-Kraftwerk in Simmering.
- Die verbleibenden ein bis fünf Prozent werden von Fernheizwerken geliefert, die nur bei Bedarf zum Einsatz kommen.

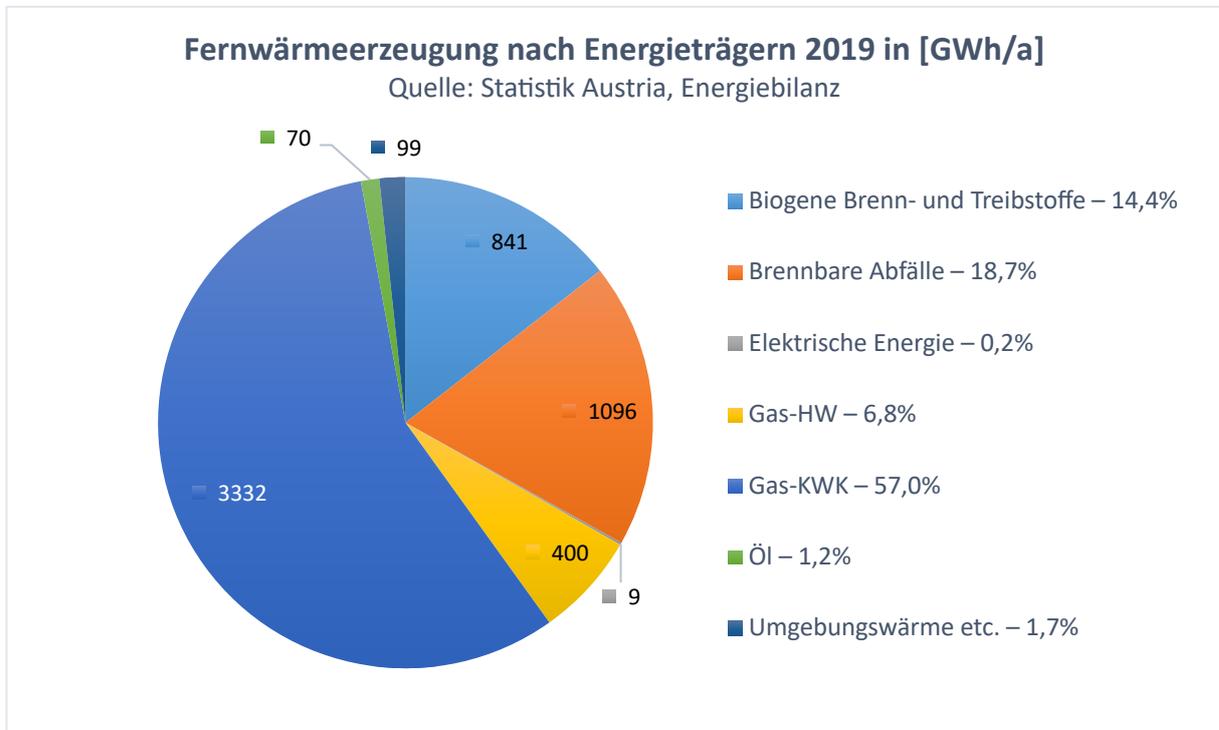


Abb. 4.19: Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern im Jahr 2019 nach [8]

Trotz der vielen Vorteile der Fernwärme zeigt Abb. 4.17, dass die Fernwärmeerzeugung in Wien derzeit stark vom Gas abhängig ist. Um 2040 Klimaneutralität zu erreichen, sind Emissionssenkungen in allen Sektoren erforderlich. Wie dieser Weg aussehen könnte, zeigt die Studie *Wärme & Kälte, Mobilität, Strom: Szenarien für die Dekarbonisierung des Wiener Energiesystems bis 2040* [86], die von *Compass Lexecon* im Auftrag von Wien Energie erstellt wurde. Vorgesehen ist bis 2040 eine Fernwärmeversorgung zu 100 % aus erneuerbaren Energien, dabei soll Geothermie und Großwärmepumpen mehr als die Hälfte der Fernwärme produzieren. Der Anteil an Heizkraftwerken soll massiv zurückgehen. Während die Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen heute rund 57 % der Fernwärme-Produktion ausmachen, soll ihr Anteil 2040 nur mehr bei 13 % liegen. Ab den 2030er Jahren sollen diese zunehmend mit grünem Gas betrieben werden, um bis 2040 Null-Emissionen zu erreichen. Der übrige Teil der Fernwärmeversorgung soll im Wesentlichen durch die thermische Abfallverwertung und die Abwärmenutzung aus der Industrie abgedeckt werden [87].

4.4.2 Wärmepumpen

Eine Wärmepumpe nutzt die Umgebungswärme, die im Boden, im Grundwasser, in der Luft oder einer anderen Quelle (industrielle Abwärme, Abwasser usw.) vorhanden ist, „pumpt“ sie mithilfe von elektrischer Energie auf ein höheres Temperaturniveau und leitet sie an ein zu beheizendes System ab. Je nach Art der Wärmepumpe funktioniert dieses „Pumpen“ unterschiedlich. Die häufigste Art ist die Kompressionswärmepumpe. Zum Einsatz kommt ein Kältemittel (Arbeitsmedium), das sich dadurch auszeichnet, dass es bei der Temperatur der verwendeten Quelle unter niedrigem Druck verdampft. Dabei entzieht sie der Quelle Wärme. Das Arbeitsmedium wird dann

in einem Kompressor verdichtet und durch Abkühlung in einem Wärmeübertrager wieder flüssiggemacht, wodurch Wärme an das zu beheizende System abgegeben wird. Anschließend wird es wieder entspannt (d. h. der Druck wird verringert) und wieder in Richtung Wärmequelle zum Verdampfer geleitet. Die vier wesentlichen Bestandteile dieses Prozesses sind: der Kondensator, die Drossel, der Verdampfer und der Kompressor [88].

Allgemein gilt: je geringer der Temperaturunterschied zwischen Quelle und Heizsystem, desto besser. Mit vielen Wärmepumpen ist auch eine Kühlung möglich, der Kreisprozess wird in diesem Fall einfach umgedreht.

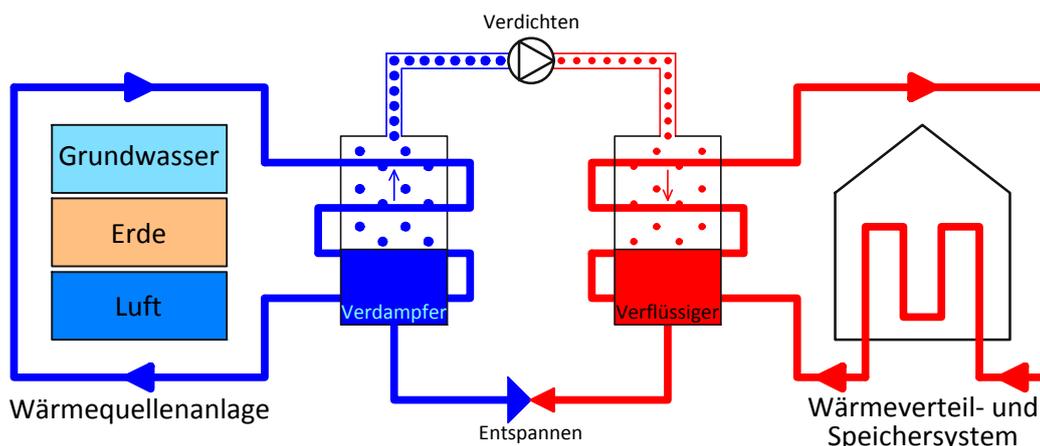


Abb. 4.20: Funktionsprinzip Wärmepumpe nach [89]

4.4.2.1 Luft-Wasser-Wärmepumpen

Die Luft-Wasser-Wärmepumpe entzieht der Umgebungsluft Energie und überträgt sie auf ein Heizsystem. Da die Quelle hier sehr leicht zugänglich ist, ist diese Variante sowohl in der Anschaffung als auch in der Montage kostengünstiger als andere Bauarten. Da die Luft jedoch kälter ist als z.B. der Boden, ist der Stromverbrauch höher und die Wärmepumpe nicht so energieeffizient wie andere Technologien. Außerdem wird ein Außengerät benötigt, um die Luft an das Kältemittel zu bringen, was nicht nur aus Platzgründen, sondern auch aus ästhetischen Gründen oder aufgrund von Lärmemissionen problematisch sein kann [88].

4.4.2.2 Sole-Wasser-Wärmepumpen

Eine Sole-Wasser-Wärmepumpe entzieht dem Erdreich die Wärme. Um diese Energie nutzbar zu machen, kann die Erdwärme auf zwei verschiedene Arten gewonnen werden:

- mithilfe von Erdkollektoren, die auf einer großen Fläche relativ nah unter der Erdoberfläche (mindestens 1,20 Meter) angebracht werden. Hier sollte genügend Fläche für einen Flachkollektor vorhanden sein.
- mithilfe von Erdwärmesonden, die vertikal bis zu einer Tiefe von etwa 100 Metern in den Boden gebohrt werden. Dort ist es viel wärmer, sodass keine große Fläche benötigt wird. Tiefe Bohrungen sind in der Regel kostenintensiver [88].

4.4.2.3 Wasser-Wasser-Wärmepumpen

Wasser-Wasser-Wärmepumpen nutzen die im Grundwasser enthaltene Wärme. Da Grundwasser das ganze Jahr über eine ähnliche Temperatur hat, ist es als Wärmequelle sehr gut geeignet. Für die Installation ist zunächst ein Förderbrunnen erforderlich, dessen Tiefe von der Höhe des Grundwasserspiegels abhängt. Von diesem Brunnen fließt das Grundwasser zur eigentlichen

Wärmepumpe, wo der Wärmeaustausch stattfindet. Das thermisch genutzte Grundwasser wird über einen Schluckbrunnen in den Boden zurückgeführt. Je nach Standort kann es sein, dass die Nutzung aufgrund von fehlendem Grundwasser oder aus rechtlichen Gründen nicht möglich ist [88].

4.4.3 Biomasseheizungen

Bei der Biomasse, die in einer Biomasseheizung verwendet wird, handelt es sich hauptsächlich um Pflanzenmaterial in fester Form. Dazu gehören z.B. Hackschnitzel, Holzscheite, Pellets, Sägeholzreste, Holzrinde und Altholz. Biomasseheizungen sind bei hohen Heizungsvorlauftemperaturen und hohem Energieverbrauch zu bevorzugen. Sie erzeugen deutlich weniger CO₂-Emissionen als Gas- und Ölkessel. Das Potenzial für nachhaltige Biomasse ist jedoch nicht unbegrenzt.

Folgende Aspekte sind unbedingt zu berücksichtigen:

- Für die entsprechend großen Brennstoffreserven muss ein trockenes Lager zur Verfügung stehen. Die Energiedichte pro Kubikmeter ist etwa halb so hoch wie die von Heizöl.
- LKW-Zufahrt für regelmäßige Kraftstoffversorgung. Pellets können bis zu 30 Meter weit geblasen werden.
- Im Vergleich zu Gas- oder Ölkesseln sind die Anschaffungskosten höher und auch die Wartungskosten sind in der Regel etwas höher. Andererseits ist der Kraftstoff billiger, und mittel- bis langfristig (aufgrund der höheren Besteuerung fossiler Brennstoffe und steigender Ölpreise) sollte der Betriebskostenvorteil weiter zunehmen [90].

Biomassekessel lassen sich, je nach eingesetzten Brennstoff, in drei verschiedene Arten unterteilen, die im Folgenden erläutert werden.

4.4.3.1 Stückholzkessel

Bei Stückholz ist die richtige Lagerung besonders wichtig. Frisches Holz enthält zu viel Feuchtigkeit, was zu einer suboptimalen Verbrennung führt, die einen niedrigeren Heizwert und höhere Schadstoffemissionen verursacht. Daher spielen die Lüftung, die Aufstellung und der Durchmesser der Holzstücke eine wichtige Rolle. Stückholzheizungen können nicht automatisch beschickt werden, sondern müssen manuell nachgefüllt werden, was mit einem geringem Bedienungscomfort im Vergleich mit anderen Heizungssystemen verbunden ist [90].

4.4.3.2 Hackgutkessel

Hackgut ist ein günstiger Brennstoff, sodass die Heizkosten vergleichsweise niedrig gehalten werden können. Da es sich bei der Hackgutheizung um ein automatisches System handelt, ist sie auch sehr bequem zu bedienen. Allerdings muss ein ausreichend großer Lagerplatz für Hackgut vorhanden sein. Im Vergleich zu Pellets oder Stückholz muss dieser Lagerraum größer sein. Wenn die Hackschnitzel aus der Region kommen, entfallen lange Transportwege und es sorgt für regionale Wertschöpfung [90].

4.4.3.3 Pelletkessel

Pelletheizungen sind vollautomatisiert und stellen die logische Nachfolgetechnologie für Ölheizungen in Gebäuden mit Heizkörpern dar. Allerdings sind handelsübliche Heizkessel oft zu groß für Passiv- oder Niedrigstenergiegebäude. Im Gegensatz zu Hackgut und Stückholz handelt es sich bei Pellets um einen genormten Brennstoff, der immer mehr oder weniger die gleiche Qualität aufweist. Pellets können in Säcken gekauft oder alternativ in loser Form per LKW transportiert und über ein Schlauchsystem in den Pellets-Tank eingeblasen werden [90].

4.4.4 Solarenergie

Solarenergie kann zur Versorgung von Heizung, Warmwasser oder Strom genutzt werden. Es ist allerdings zwischen Solarthermie und Photovoltaik zu unterscheiden. Erwähnenswert ist auch, dass es Hybridkollektoren gibt, die Solarthermie und Photovoltaik in einem Bauteil vereinen und gleichzeitig Strom und Wärme erzeugen. Die Kombination einer Solaranlage mit anderen Wärmearaufbereitungs- und Heizsystemen kann sehr gut funktionieren, z.B. kann eine PV-Anlage die Stromversorgung einer Wärmepumpe unterstützen.

Für die Anbringung einer Solaranlage am Baudenkmal bzw. in *Schutzzone*n ist die Integration in das Erscheinungsbild einer der entscheidenden Faktoren. Außerdem müssen statische, materialtechnische und bauhistorische Faktoren berücksichtigt werden. In vielen Fällen ist die Anbringung von Sonnenkollektoren an Nebengebäuden oder an wenig einsehbaren Flächen eine denkmalverträgliche Lösung.

Ausrichtung der Solaranlage

Bei einer Ausrichtung der Solaranlage in Österreich nach Süden mit einer Neigung zwischen 30 und 40 Grad werden die höchsten Energieerträge erzielt. Sogar bei einer Ost- oder Westausrichtung kann ein Wirkungsgrad von 80 bis 85 % erreicht werden. Um einen möglichst hohen Ertrag zu erzielen, ist es sehr wichtig, dass die Module nicht durch andere Gebäude, Bäume oder Verschmutzung abgeschattet werden [91].

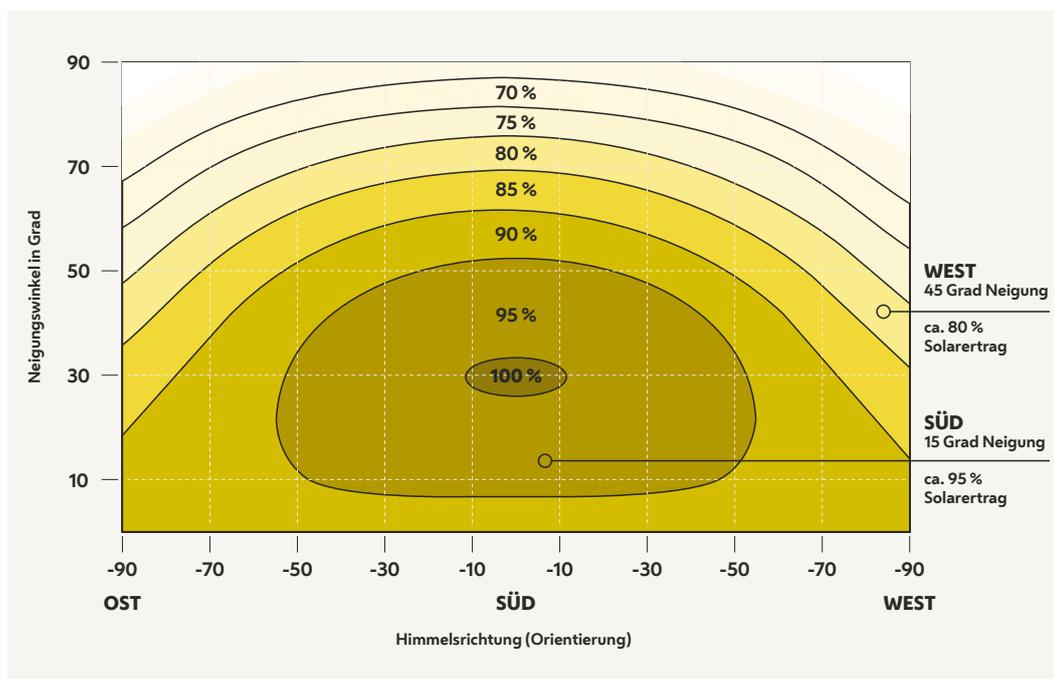


Abb. 4.21: Einfluss von Orientierung und Neigung auf den jährlichen Solarertrag [91]

4.4.4.1 Solarthermie

Solarthermie steht für die Gewinnung nutzbarer thermischer Energie aus der Umwandlung von Sonnenenergie. Die Grundelemente einer Solarwärme-Anlage sind der Solarkollektor, die Pumpe, der Wärmetauscher und der Pufferspeicher bzw. Boiler. Die Solarkollektoren sammeln die im Sonnenlicht enthaltene Energie und wandeln sie in Wärme um. Zentraler Bestandteil eines Solarkollektors ist der Solarabsorber, durch den ein Wärmeträgermedium zirkuliert, die Wärme aufnimmt und an den Wärmetauscher weiterleitet. Im Wärmetauscher wird die Wärmeenergie an den Pufferspeicher übertragen. Die abgekühlte Wärmeträgerflüssigkeit wird dann zurück zum Kollektor gepumpt, wo sie erneut erhitzt wird [91].

Arten von Solarkollektoren

- Unverglaste Flachkollektoren: sind die günstigste Option in Bezug auf Produktion und Anbringung. Sie liefern einen durchschnittlichen jährlichen Energieertrag von rund 300 kWh/m² und sind für Niedertemperatursysteme geeignet (Schwimmbädern oder zur Warmwasservorwärmung).
- Verglaste Flachkollektoren: kosten etwa doppelt so viel wie unverglaste Flachkollektoren. Der jährliche Energieertrag ist mit 400-600 kWh/m² vergleichsweise höher. Verglaste Flachkollektoren sind das in der EU am weitesten verbreitete System und werden hauptsächlich zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung eingesetzt.
- Vakuum-Röhrenkollektoren: sind für besonders hohe Betriebstemperaturen ausgelegt, können aber auch für die Warmwasserbereitung und zur Unterstützung der Raumheizung eingesetzt werden. Kosten etwa das Dreifache von unverglasten Flachkollektoren und haben einen jährlichen Energieertrag von etwa 450-650 kWh/m².
- Luftkollektoren: im Gegensatz zu den vorgenannten Kollektortypen erwärmen Luftkollektoren nicht das Wasser, sondern die im System zirkulierende Luft. Aufgrund der geringeren Wärmekapazität von Luft im Vergleich zu Wasser werden Luftkollektoren in der Regel nicht in Wohngebäuden, sondern zur Trocknung landwirtschaftlicher Produkte eingesetzt.
- Wärmespeicher und Wärmetauscher: um das von der Sonne erwärmte Wasser an Tagen, an denen die Sonne nicht scheint, speichern zu können, wird häufig ein Pufferspeicher verwendet. Ein Wärmetauscher hat die Aufgabe, die Wärme aus dem solarbeheizten Wasserkreislauf an den Brauchwasserkreislauf zu übertragen [91].

4.4.4.2 Photovoltaik

Unter Photovoltaik versteht man die Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie mithilfe von Solarzellen. Eine PV-Anlage besteht grundsätzlich aus PV-Modulen, der entsprechenden Verkabelung, Sicherungen und einem Wechselrichter. Zur Erhöhung des Eigennutzens kann zusätzlich ein Stromspeicher eingebaut werden [91].

PV-Anlagen werden in netzgekoppelte und Inselanlagen unterschieden. Eine netzgekoppelte Anlage ist mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden, was bedeutet, dass der erzeugte Strom ins Netz eingespeist und bei Bedarf auch Strom aus dem Netz bezogen werden kann. Die Betreiberinnen und Betreiber von netzgekoppelten Anlagen erhalten für die Einspeisung von Strom ins öffentliche Netz eine Vergütung, die als Einspeisevergütung bezeichnet wird. Inselanlagen hingegen sind Photovoltaik-Anlagen, die nicht mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden sind und den erzeugten Sonnenstrom vollständig für den eigenen Bedarf nutzen. Inselanlagen werden im städtischen Raum selten eingesetzt und findet beispielsweise auf Berghütte, Wohnmobilen oder Booten Verwendung [91].

In Abb. 4.22 wird eine netzgekoppelte Anlage dargestellt, die in städtischen Gebieten von größerer Relevanz ist als Inselanlagen. Die Solarenergie wird durch die Technologie der PV-Module in elektrische Energie umgewandelt. In einem ersten Schritt erzeugen die Module Gleichstrom. Um die Sonnenenergie im Gebäude nutzen zu können, muss der Gleichstrom mithilfe eines Wechselrichters in Wechselstrom umgewandelt werden. Der Solarstrom kann dann direkt im Gebäude für den Betrieb von Elektrogeräten, für die Elektromobilität oder für die Wärmeversorgung genutzt werden. Überschüssiger Strom wird entweder im Gebäude gespeichert (Gleichstromseitiger oder wechselstromseitiger Batteriespeicher) oder in das Stromnetz eingespeist und vom Energieversorgungsunternehmen nach Zählung vergütet [91].

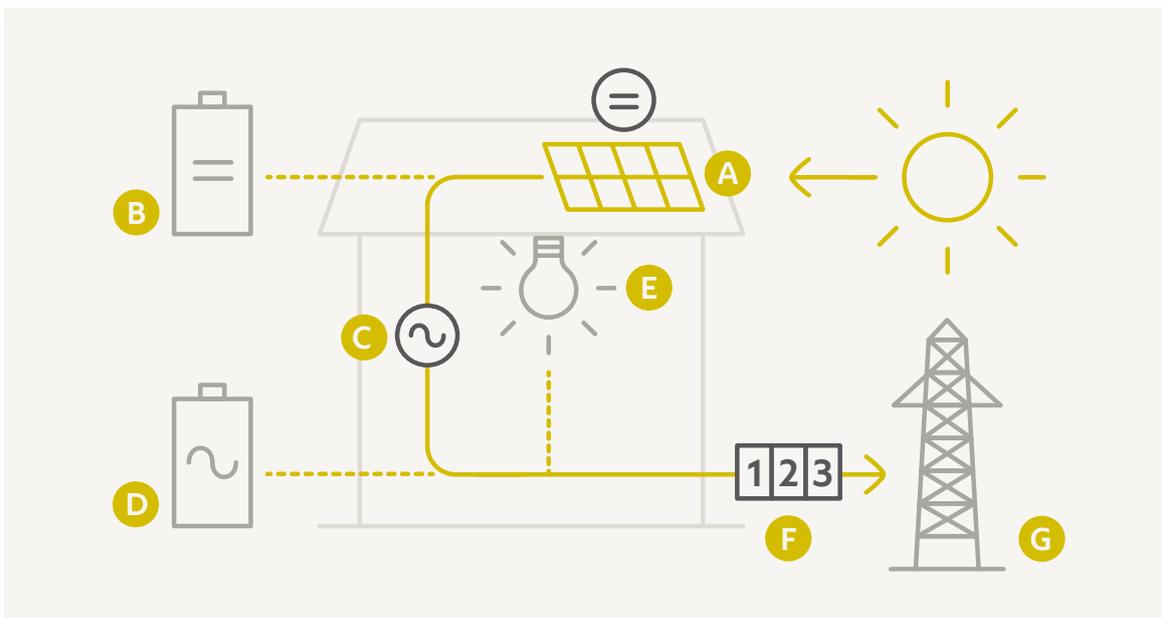


Abb. 4.22: Schema einer netzgekoppelten Photovoltaik-Anlage [91]

- | | |
|---|---------------|
| A PV-Module | E Verbraucher |
| B Gleichstromseitiger | F Stromzähler |
| C Wechselrichter | G Stromnetz |
| D Wechselstromseitiger Batteriespeicher | |

Photovoltaik-Technologien

Die kleinste Einheit eines PV-Moduls ist die Solarzelle, die das Sonnenlicht in elektrische Energie umwandelt. Durch die Zusammenschaltung mehrerer Solarzellen entsteht das Photovoltaik-Modul. Am häufigsten kommen kristalline, meist mono- oder polykristalline Siliziumzellen zum Einsatz.

- Polykristalline Silizium-Solarzellen: diese Art von Solarzellen ist die am weitesten verbreitetste. Ihr charakteristisches Merkmal ist die kristalline Struktur, die ein eisblumenartiges Erscheinungsbild erzeugt. Die Herstellung ist etwas günstiger im Vergleich zu monokristallinen Solarzellen, allerdings weisen sie auch einen etwas geringeren Wirkungsgrad auf.
- Monokristalline Silizium-Solarzellen: im Vergleich zu polykristallinen Solarzellen werden monokristalline Zellen aus einem einzigen Siliziumkristall hergestellt und haben dadurch einen höheren Wirkungsgrad.
- Dünnschicht-Solarzellen: es gibt verschiedene Aufbauten und Materialkompositionen für Dünnschicht-Solarzellen. Der größte Vorteil der Dünnschicht-Module ist ihre Flexibilität und ihr geringes Gewicht. Im Vergleich zu den oben genannten Solarzellen haben sie einen geringeren Wirkungsgrad (siehe Tab. 9).
- Spezielle-Solarzellen: Neben den Standardzellen gibt es auch Sonderanfertigungen wie farbige, bedruckte oder gelochte Zellen. Diese können beispielsweise auf denkmalgeschützte Gebäude Anwendung finden, bei denen das Erscheinungsbild eine bedeutende Rolle spielt [83].

Photovoltaik-Modultypen

- Standard-Photovoltaik-Module: die am häufigsten verwendeten Module bestehen aus miteinander verbundenen Solarzellen (Voll- oder Halbzellen), die durch einen mehrschichtigen Aufbau vor äußeren Einwirkungen geschützt sind. Das Glas bildet die äußere Hülle, während die Rückseite von einer Kunststoffolie bedeckt ist. Die gesamte Struktur ist von einem Aluminiumrahmen eingefasst.
- Glas-Glas-Module: Haben sowohl auf der Vorder- als auch auf der Rückseite eine Glasschicht. Die doppelseitige Glasschicht bietet mehr Schutz und damit auch mehr Robustheit. Als

Nachteile gelten der etwas geringere Wirkungsgrad, die etwas höheren Anschaffungskosten und die aufwändigere Installation.

- Flexible Photovoltaik-Module: Durch ihre große Flexibilität und geringe Last bieten sie vielseitige Einsatzmöglichkeiten (z.B. rollbare Beschattungselemente und gewölbten Dächer). Der Wirkungsgrad fällt jedoch unter den Standard-Wert [91].
- Solarziegel: Solarziegel können zwar auf die gleiche Weise wie herkömmliche Ziegel verlegt werden, doch muss Fachpersonal die Solarziegel einzeln elektrisch miteinander verbinden. Dies ist zeitaufwändig und daher kostenintensiv. Aus diesem Grund werden Solarziegel in der Regel nur in Ausnahmefällen eingesetzt, zum Beispiel bei denkmalgeschützten Bauten [92].

Tab. 9: Wirkungsgrad und Gewicht von Solarzellentypen nach [93] [94]

Solarzellentyp	Wirkungsgrad [%]	Gewicht [kg/m ²]
Monokristalline Zellen	bis zu über 26	ca. 16 – 24
Polykristalline Zellen	bis zu über 23	ca. 16 – 24
Dünnschicht-Zellen	14 – 23	ca. 3,3

4.4.5 Brennwertgeräte

Bei Brennwertgeräten werden fossile Brennstoffe wie Gas und Öl effizienter als bei herkömmlichen Heizwertgeräten verwendet. Wird Warmwasser mit einer herkömmlichen Öl- oder Gasheizung erwärmt, geht ein erheblicher Teil der Energie für immer durch den Kamin verloren. Eine Brennwerttherme nutzt den Wasserdampf, der bei der Verbrennung von Erdgas entsteht, um zusätzliche Wärme zu erzeugen. Dazu wird der Wasserdampf auf ca. 50 °C abgekühlt, damit dieser kondensiert. Zur Abkühlung wird bei den meisten Brennwertthermen das Rückflusswasser der Heizung genutzt. Somit erzielen Brennwertgeräte sehr hohe Wirkungsgrade [95].

4.5 Thermisch-energetische Sanierung

Unter thermisch-energetischer Sanierung versteht man alle Maßnahmen, die das Ziel verfolgen, die energetische und thermische Effizienz eines Gebäudes zu verbessern. Mögliche Sanierungsmaßnahmen sind z.B. die Wärmedämmung von Außenwänden, Feuermauern, obersten Geschossdecken, Dächern, Kellerdecken oder der Austausch von Fenstern und Türen. Die Umstellung auf energieeffiziente und umweltfreundliche Haustechnik gehört ebenfalls dazu [96].

In diesem Unterkapitel werden mögliche Maßnahmen zur Erhöhung der thermischen und energetischen Standards von Gründerzeithäusern aufgeführt. Diese sollen einen nicht projektspezifischen Überblick über die Möglichkeiten geben und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile erläutern.

4.5.1 Außenwände

Die Außenwände sind ein wesentlicher Bestandteil der Gebäudehülle, sodass gute Dämmeigenschaften der Wände einen erheblichen Einfluss auf die Gesamtenergieeffizienz des Gebäudes haben.

Der historische und ästhetische Wert eines Gründerzeithauses wird oft stark durch seine Fassade bestimmt. Die Fassadengliederungen, Oberflächen und Bearbeitungsspuren spiegeln den Gestaltungswillen der jeweiligen Epoche wider und geben Aufschluss über die Baugeschichte des Objekts (Bauphasen, Stilepochen, lokale Handwerkstechniken, verfügbare Materialien). Die Entscheidung über die Art der zu verwendenden Dämmung wird daher stark von Kriterien beeinflusst, die mit dem städtebaulichen Erscheinungsbild im Zusammenhang mit dem Denkmalschutz stehen [97].

Die Lebensdauer von Außendämmsystemen hängt sehr stark von den Umwelteinflüssen und den klimatischen Randbedingungen ab. Laut dem *Österreichischen Institut für Bauen und Ökologie* beträgt die Lebensdauer von Wärmedämmverbundsystemen (inkl. Putz) etwa 35 Jahre [98]. Die Lebensdauer einer Innendämmung entspricht in etwa der des Innenputzes [99], wobei bei richtiger Ausführung mit einer höheren Lebensdauer als bei Außendämmsystemen gerechnet werden kann (keine äußeren Einwirkungen wie solare Wärmeeinstrahlung, Frost-Tau-Wechsel, usw.).

4.5.1.1 Außendämmung

Die Außendämmung wird in der Praxis, wenn dies möglich ist, meist der Innendämmung vorgezogen. Zum einen hat die Außendämmung bauphysikalische Vorteile, zum anderen gibt es bei guter Ausführung weniger Wärmebrücken bei Bauteilanschlüssen.

Im Folgenden werden einige der wichtigsten Vorteile der Außendämmung aufgelistet:

- Kein Verlust von Raumflächen bei nachträglicher thermischer Sanierung.
- Das Hausinnere bleibt von der Sanierung verschont und somit bewohnbar.
- Kombinationsmöglichkeit mit Fassadensanierung (das spart Kosten, z.B. für den Gerüstbau).
- Auch die Tauwasserbildung im Wandaufbau ist weniger wahrscheinlich. Daher ist die Außendämmung im Hinblick auf Feuchtigkeitsschäden, wie z.B. Schimmel, weit weniger kritisch als die Innendämmung.
- Die Konstruktion liegt im warmen Bereich (Aktivierung von Speichermasse und weniger Schadensanfällig).
- Bessere Gestaltungsmöglichkeiten für Bauteilanschlüsse und somit Minimierung von Wärmebrücken.
- Höherer sommerlicher Wärmeschutz [100].

In vielen Fällen wird eine nachträgliche Außendämmung mit dem Austausch der Fenster kombiniert. Insbesondere im Anschlussbereich der Fenster ist darauf zu achten, dass keine Wärmebrücken entstehen.

Weitere Problemstellen können der Anschluss an die Dachhaut bzw. oberste Geschossdecke, an die Fußbodendämmung oder den Sockelbereich bilden. Es ist sehr wichtig, Schäden zu vermeiden, indem die Dämmung nicht auf nassem Mauerwerk angebracht wird. Besonderes Augenmerk sollte auf ältere Gebäude gelegt werden, die im Fundamentbereich oft unzureichend abgedichtet sind [100].

Bei geschlossener Bauweise ist eine nachträgliche Außendämmung der Feuermauer in den meisten Fällen nicht oder nur teilweise (bei unterschiedlichen Gebäudehöhen) möglich. Wenn das Nachbargebäude ebenfalls beheizt wird, sind zusätzliche Wärmedämmungsanforderungen an die Feuermauern nicht erforderlich. Wird das Gebäude jedoch nicht beheizt oder ist es eine Zeit lang unbewohnt, können ungedämmte Feuermauern erhebliche Energieverluste verursachen. In den meisten Fällen wäre hier nur eine nachträgliche Innendämmung möglich, da die Gebäude meist direkt an der Grundstücksgrenze liegen.

Wie bereits in Unterkapitel 3.1 erwähnt, darf nach Wiener Bauordnung eine nachträglich angebrachte Wärmedämmung in bestehenden Gebäuden bis zu 20 cm über die bestehenden Fluchtlinien und Abstandsflächen hinausragen.

4.5.1.2 Innendämmung

Die Anbringung einer Außendämmung ist bei Gebäuden nicht immer möglich. In einigen Fällen stellt sie eine zu große Veränderung der Bausubstanz dar und ist aus Sicht des Denkmalschutzes nicht zu rechtfertigen. Unter bestimmten Umständen kann eine Innendämmung eine sinnvolle

Alternative sein. Im Folgenden werden die Gründe aufgeführt, die dennoch für eine nachträgliche Innendämmung in Altbauten sprechen können:

- Die Fassade und das äußere Erscheinungsbild müssen erhalten bleiben. Dies ist zum Beispiel bei der Sanierung von vielen Gründerzeithäusern eine Voraussetzung. In diesen Fällen gibt es nur zwei Möglichkeiten: Innendämmung oder gar keine Dämmung.
- Das Haus sollte im Winter in kürzester Zeit beheizt werden können, was z.B. für Wochenendhäuser wünschenswert ist. Dies lässt sich am besten mit einer Innendämmung erreichen. Bei gedämmten Außenwänden würde das Aufheizen sehr lange dauern und das Haus würde nur langsam auf Temperaturänderungen reagieren, da die kalten Außenwände und Zwischendecken erst aufgeheizt werden müssten [101].

Einige der Nachteile der Innendämmung sind im Folgenden aufgelistet:

- Bei der Innenwanddämmung ist die tragende Außenwand kalt. Bei falschem Wandaufbau, fehlerhafter Ausführung oder zu wenig Raumlüftung kann es relativ leicht passieren, dass zwischen Dämmung und kalter Außenwand Feuchtigkeit kondensiert und es zu Feuchteschäden kommt.
- Innendämmung führt zur Auskühlung von Bauteilen außerhalb der Innendämmung (erhöhte Schadensanfälligkeit und fehlende Speichermasse).
- Im Allgemeinen führt die nachträgliche Innendämmung zu einem Verlust an Nutzfläche.
- Ein höherer Planungsaufwand (hygrothermische Simulationen usw.) und eine genauere Ausführung sind erforderlich.
- Eine nachträglich angebrachte Innendämmung führt in der Regel zu Wärmebrücken an den Bauteilanschlüssen [101].

Bei der Innendämmung kann prinzipiell zwischen folgende Ausführungsvarianten unterschieden werden:

- Dampfdiffusionsdichte Systeme
- Dämmsysteme mit Dampfbremse/feuchteadaptiver Dampfbremse
- Dampfdiffusionsoffene und kapillaraktive Systeme.

Dampfdichte Konstruktionen erfordern absolut dichte und fehlerfrei angeschlossene Dampfsperren bzw. dampfdichte Dämmstoffe im Bereich der Bauteilanschlüsse. Besonders bei schwingenden Bauteilen, wie z.B. Tramdecken, ist es schwierig, eine dauerhaft dichte Verbindung zu gewährleisten. Daher sollten bei Gründerzeithäusern dampfdiffusionsoffene und kapillaraktive Systeme bevorzugt werden.

Für die Innendämmung können verschiedene Materialien in Betracht gezogen werden. Die Machbarkeitsstudie *Thermische Sanierung von Gründerzeitgebäuden – Innendämmung* [102] hat innovative Lösungen für die ganzheitliche Sanierung von Gründerzeitgebäuden in Wien entwickelt und umgesetzt. Aktive Kapillarsysteme transportieren die anfallende Feuchtigkeit in die Verdunstungszone und leisten so einen positiven Beitrag zur Feuchtigkeitsregulierung und zur Vermeidung von Tauwasserbildung (z.B. Kalziumsilikatplatten und Mineraldämmplatten). Zudem eignen sich auch Schilfrohrmatten mit Lehmputz, Holzfaser- und Korkdämmplatten sowie Dämmputze als dampfdiffusionsoffene Innendämmsysteme [102].

4.5.2 Oberste Geschossdecke und Dach

Bei nicht ausgebauten Dachgeschossen kann die oberste Geschossdecke als Teil der Gebäudehülle betrachtet werden. Die Dämmung der obersten Geschossdecke ist eine wirksame Maßnahme zur Senkung des Energieverbrauchs des Gebäudes und kann in der Regel mit vergleichsweise geringem Aufwand durchgeführt werden. Die oberste Geschossdecke besteht bei den klassischen Gründerzeithäusern üblicherweise aus Dippelbäumen, darüberliegender Schüttung und

Klinkerziegeln [97]. So könnten beispielsweise Mineraldämmplatten und eine begehbare Brandschutzplatte auf die bestehende Konstruktion aufgebracht werden.

Bei Gebäuden ohne Dachboden ist eine Dämmung der Dachhaut erforderlich. Je nach Konstruktion wird die Dämmung normalerweise auf der Innenseite vorgenommen, da sonst die Dachdeckung erneuert werden müsste. Grundsätzlich werden für die Dachdämmung Aufsparren- und Zwischensparrendämmung sowie Kombinationen aus beiden Systemen angewendet. Bei der Aufsparrendämmung wird die Dämmung oberhalb der Sparren angebracht, was zu einer Erhöhung der Dachkonstruktion bzw. Demontage der Dachdeckung und manchmal zu einer Beeinträchtigung des äußeren Erscheinungsbildes führen kann. Mit dieser Variante kann jedoch ein homogener Dämmbau realisiert werden. Bei der Zwischensparrendämmung wird der Raum zwischen den Sparren mit Dämmstoff gefüllt. Aufgrund zahlreicher Durchdringungen stellt diese Variante jedoch bauphysikalisch eine größere Herausforderung dar [97].

4.5.3 Kellerdecke/Sockelbereich

Grundsätzlich können die unbeheizten Kellerdecken von Gründerzeithäusern von oben, von unten oder in Kombination thermisch saniert werden. Die meisten Gründerzeithäuser haben gewölbte oder teilgewölbte Kellerdecken. Daher ist der Einbau normaler Dämmplatten oft nicht zielführend oder mit großem Aufwand verbunden [103].

Eine Möglichkeit wäre, spezielle Unter- oder Tragkonstruktionen zu errichten, bei denen alle Fugen hermetisch abgedichtet sind, um den Kaltluftstrom hinter der Dämmung zu verhindern. Alternative gibt es spezielle Lamellendämmplatten, die sich individuell an das Gefälle des Gewölbes anpassen können und somit einen fugendichten Anschluss an die vorhandene Konstruktion ermöglichen. Um Wärmebrücken zu minimieren, sollte die Dämmschicht seitlich an den Wänden nach unten gezogen werden und die Fensteröffnungen im oberen Bereich gedämmt werden. Es ist zu beachten, dass eine kellerseitige Dämmung ein Absinken der Raumlufttemperatur im Keller verursacht, was zu Feuchtigkeitsproblemen führen kann. Eine ausreichend natürliche oder mechanische Belüftung, die abhängig vom Feuchtegehalt der Außenluft geregelt ist, wird in den meisten Fällen benötigt [103].

Wenn die Kellerräume zum Teil oberhalb des Straßenniveaus liegen, wie es bei Gründerzeithäusern üblich ist, kann die Dämmung der Kellerdecke auch mit einer Sockeldämmung im Außenbereich kombiniert werden. In vielen Fällen ist dies jedoch aus Denkmalschutzgründen nicht möglich.

4.5.4 Fenster und Türen

Fenster und Türen prägen ebenso wie Fassade und Dach das Erscheinungsbild eines Gebäudes. Sie sind auch ein wichtiger Teil der Gebäudehülle und müssen deshalb auch wärme- und schallschutztechnische Anforderungen erfüllen.

4.5.4.1 Fenster

Im Rahmen einer thermischen Sanierung werden in der Regel Fenster, die schlechte Wärmedämmeigenschaften aufweisen, durch neue Fenster ersetzt. Bei Gründerzeithäusern ist dies aufgrund des Denkmalschutzes oft nicht so einfach umzusetzen und es müssen alternative Optionen in Betracht gezogen werden.

In Gründerzeithäusern wurden in der Regel Holzkastenfenster mit Einfachverglasung eingebaut. Der Wärmedurchgangskoeffizient dieser Fenster liegt bei ca. $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ [104]. Moderne Fenster haben hingegen in der Regel einen U-Wert unter $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Passivhausstandard $< 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) [105].

Es besteht die Möglichkeit, diese Fenster gemäß ihren charakteristischen Eigenschaften zu optimieren (z.B. Abdichtung oder Glastausch durch beschichtete Einfachgläser). Bei richtiger Planung und Ausführung hat die Maßnahme normalerweise nur minimale Auswirkungen auf das Erscheinungsbild der Fenster. Der Einbau einer zusätzlichen Fensterebene oder der Wechsel zu einer Wärmeschutzverglasung innerhalb eines Kastenfensters sind weitere mögliche Maßnahmen, die nach genauer Überprüfung zu einer deutlichen Verringerung der Wärmeverluste führen können [97].

4.5.4.2 Türen

Im Zuge einer Sanierung ist es oft notwendig, Außentüren instand zu setzen oder auszutauschen. Wenn das Erscheinungsbild des Gebäudes nicht verändert werden soll, ist eine Instandsetzung vorzuziehen. Wie bei den Fenstern gibt es auch hier mehrere Möglichkeiten, z.B. die Optimierung des Glases oder des Türrahmens bzw. des Türblatts. Eine weitere Möglichkeit ist eine zweite Tür in Form eines Windfangs oder Ähnlichem [97].

5 Mustersanierung Gründerzeithauses: Dachgeschossausbau

Angesichts des kontinuierlichen Stadtwachstums ist die Schaffung von zusätzlichem Wohnraum ein äußerst wichtiger Aspekt. Dieses Kapitel stellt anhand eines Beispiels den Dachgeschossausbau von Gründerzeithäusern exemplarisch dar und erläutert, wie durch die Umgestaltung bestehender Gebäude zusätzlicher Wohnraum geschaffen werden kann. Konkret soll das Bestandsobjekt durch einen Dachgeschossausbau in Leichtbauweise aufgestockt werden, für den umfangreiche Nachweise und Berechnungen erforderlich sind. In diesem Kapitel werden die dafür notwendigen Schritte erläutert, darunter die Massenermittlung und Lastaufstellung, die Nachrechnung des Mauerwerks unter vertikaler Belastung, die Nachrechnung der Fundamente, die Berechnung der verstärkten Doppelbaumdecke sowie die Nachrechnung des Mauerwerks unter horizontaler Belastung. Da nicht alle benötigten Informationen verfügbar waren, wurden verschiedene Annahmen getroffen.

Das Ziel dieses Kapitels ist es, anhand eines konkreten Fallbeispiels die relevanten Normen und technischen Aspekte zu veranschaulichen, die bei der Durchführung eines Dachgeschossausbaus zu berücksichtigen sind. Hierbei wird aufgezeigt, welche Normen und Vorschriften bei der Nachweisführung relevant sind. Darüber hinaus werden auch technische Aspekte behandelt, die bei einem solchen Projekt von Bedeutung sind.

5.1 Projektbeschreibung

Das betrachtete Gründerzeithaus wurde im Jahr 1890 erbaut und befindet sich in der Hadikgasse im 14. Wiener Gemeindebezirk. Die verfügbaren Baupläne sind im Unterkapitel 10.1 zu finden. Es handelt sich um ein Gebäude, bestehend aus Souterrain, Hochparterre, einem Obergeschoss sowie einem Dachgeschoss.

Wie bei Gründerzeithäusern üblich, wurde die Decke über dem 1. Obergeschoss als Doppelbaumdecke ausgeführt. Die Decke über dem Hochparterre ist eine Tramdecke und die über dem Souterrain ist ein flaches Ziegelgewölbe zwischen Walzeisenträgern oder auch als *Platzdecke* bezeichnet. Die Decken spannen sich jeweils als Einfeldträger von der straßenseitigen Außenmauer zur Mittelmauer und von der Mittelmauer zur hofseitigen Außenmauer. Alle Geschosslasten werden somit über diese drei Mauern abgetragen und anschließend über Streifenfundamente in den Boden geleitet.

Es ist vorweg anzumerken, dass das in den Bestandsplänen als Souterrain bezeichnete Geschoss in dieser Arbeit als Kellergeschoss (KG), das Hochparterre als Erdgeschoss (EG) und das erste Obergeschoss als 1. Obergeschoss (1.OG) bezeichnet wird.

Es ist geplant, das Dachgeschoss in Leichtbauweise auszubauen und die Doppelbaumdecke zu verstärken. Vor dem Ausbau beinhaltet das Gebäude vier Wohnungen, jeweils zwei im Erdgeschoss und zwei im 1. Obergeschoss. Im Zuge des Dachgeschossausbaus sollen zwei weitere Wohnungen entstehen.

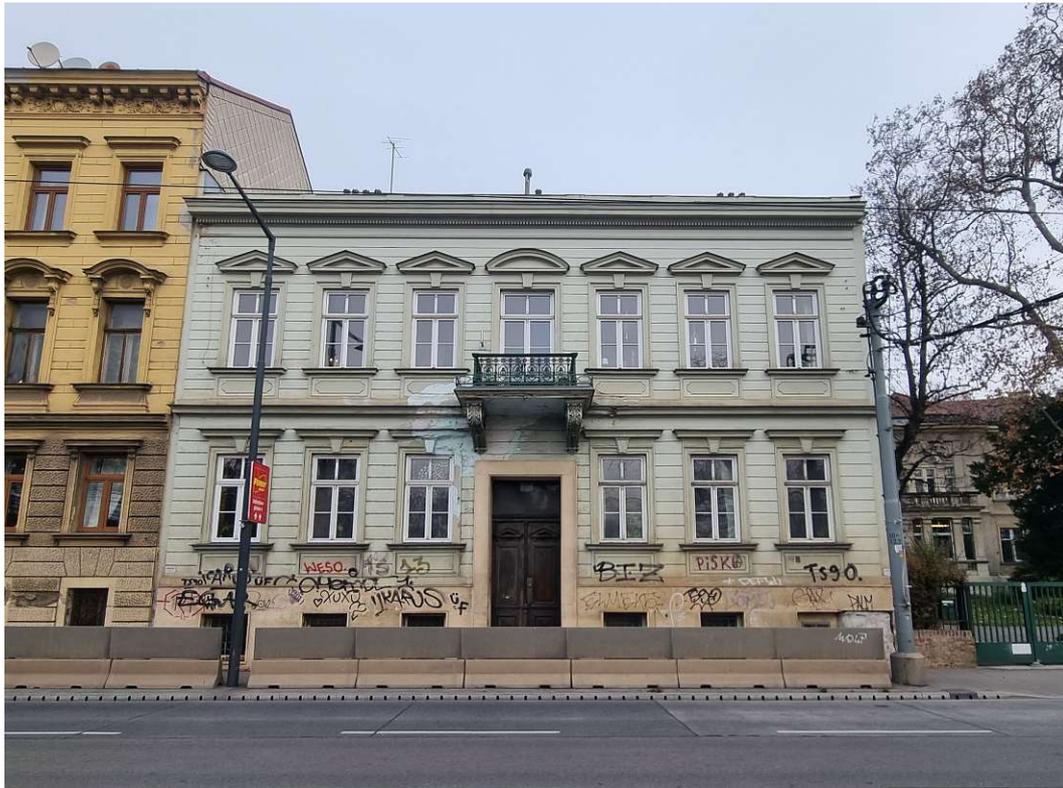


Abb. 5.1: Fassade des Gründerzeithauses in der Hadikgasse

5.2 Berechnungsgrundlagen

- ÖNORM B 1991-1-1:2020 und ÖNORM EN 1991-1-1:2011
- ÖNORM B 1991-1-3:2022 und ÖNORM EN 1991-1-3:2016
- ÖNORM B 1995-1-1:2019 und ÖNORM EN 1995-1-1:2019
- ÖNORM B 1996-3:2016 und ÖNORM EN 1996-3:2009
- ÖNORM B 1997-1-2:2021
- ÖNORM B 1998-1:2017 und ÖNORM EN 1998-1:2013
- ÖNORM B 1998-3:2018 und ÖNORM EN 1998-3:2013
- ÖNORM B 4008-1:2018
- OIB-Richtlinie 1:2019 und Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 1:2019
- OIB-Leitfaden zu OIB-Richtlinie 1: Festlegung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von bestehenden Tragwerken.

5.3 Materialkennwerte

Es wird nach ÖNORM EN 1998-1:2013 ein vollständiger Kenntnisstand (KL 3) vorausgesetzt, der Konfidenzbeiwert beträgt demnach $CF_{KL3} = 1,0$. Die Mauern bestehen aus Vollziegeln nach altem österreichischem Format, mit folgenden Kennwerten:

Mittelwert der Steindruckfestigkeit	$f_b = 21,25 \text{ N/mm}^2$
Mittelwert der Mörteldruckfestigkeit	$f_m = 1,00 \text{ N/mm}^2$
Charakteristischer Wert der Mauerwerksdruckfestigkeit	$f_k = 3,50 \text{ N/mm}^2$
Charakteristischer Wert der Anfangshafschersfestigkeit	$f_{vk,0} = 0,10 \text{ N/mm}^2$
Elastizitätsmodul, 5% Quantil	$E_k = 1050 \text{ N/mm}^2$
Schubmodul, 5% Quantil	$G_k = 420 \text{ N/mm}^2$

5.4 Bodenkenngrößen

Es wird angenommen dass der Boden aus Ablagerungen aus sehr dichtem Sand, Kies oder sehr steifem Ton besteht, mit einer Dicke von mindestens einigen zehn Metern, gekennzeichnet durch einen allmählichen Anstieg der mechanischen Eigenschaften mit der Tiefe.

Feuchtraumgewicht	$\gamma = 21,50 \text{ kN/m}^3$
Wichte unter Auftrieb	$\gamma' = 12,00 \text{ kN/m}^3$
Reibungswinkel	$\varphi = 35^\circ$
Kohäsion des Bodens	$c = 5,00 \text{ kN/m}^2$
Steifemodul	$E_s = 30.000 \text{ kN/m}^2$

5.5 Baupläne

Wie in den Bestandsplänen ersichtlich ist, gibt es zwischen den Plänen einige Unstimmigkeiten und wenige Maßlinien. Für die Ausarbeitung dieses Beispiels wurden zunächst alle vorhandenen Informationen (Maßlinien und Wandstärken) entnommen und anschließend neue digitale Pläne erstellt. Die neuen Pläne aller Geschosse sind im Anhang beigefügt. Mithilfe der digitalen Pläne konnte auch eine Überlagerung der Geschosse betrachtet werden, wodurch die Lastabtragung der tragenden Bauteile gut sichtbar wurde. In Abb. 5.2 ist beispielsweise die Überlagerung des 1. Obergeschosses und des Hochparterres dargestellt. Abb. 5.3 zeigt einen Schnitt durch das Gründerzeithaus und die Höhenkoten der Geschosse.

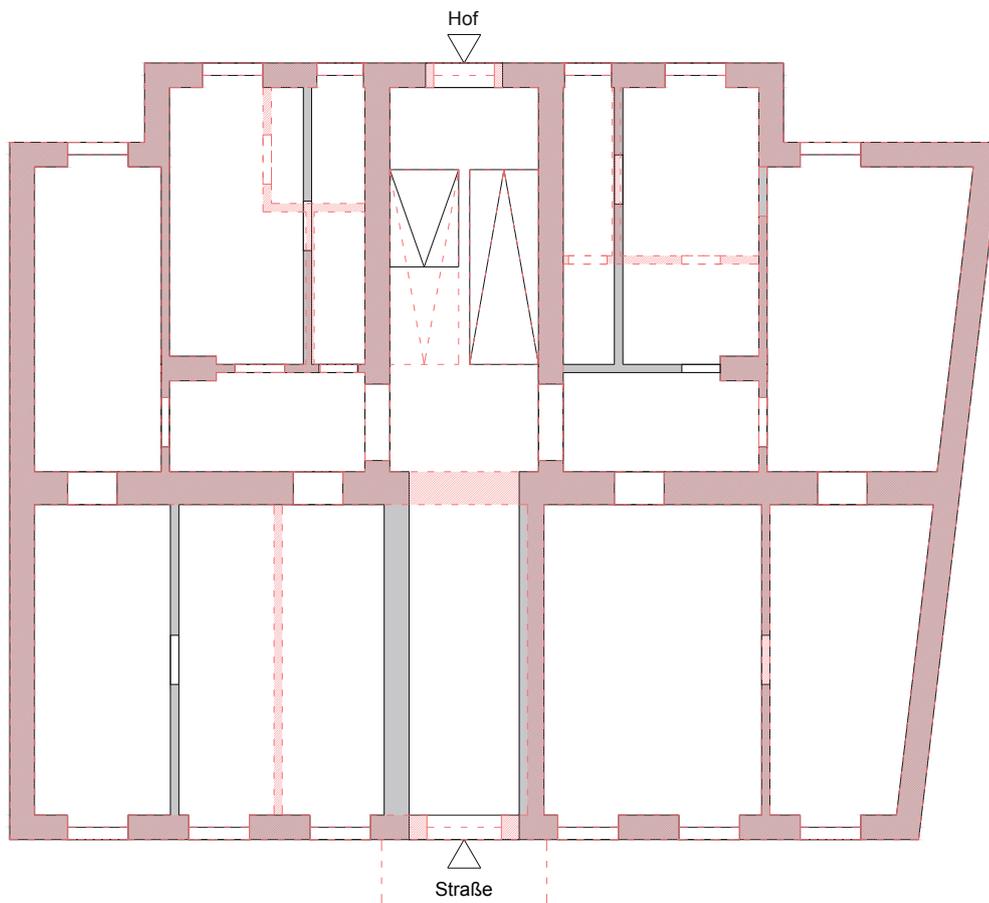


Abb. 5.2: Überlagerung 1.OG und EG der digitalen Planversion

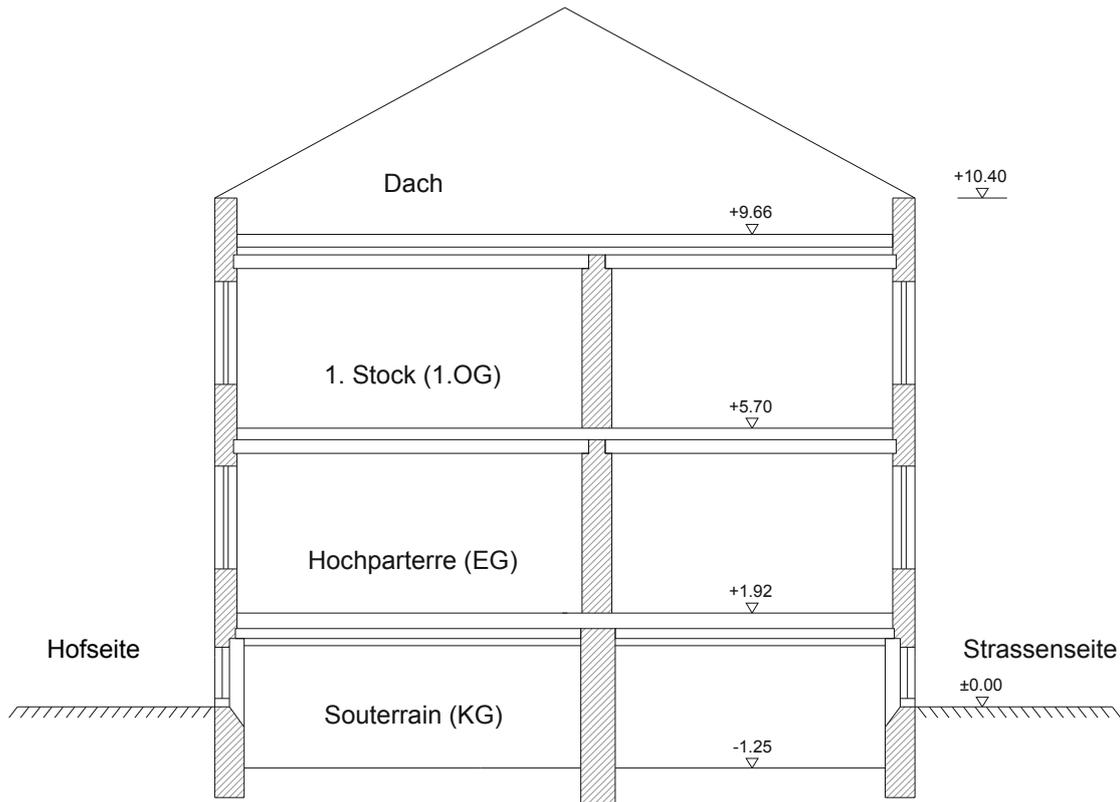


Abb. 5.3: Schnitt und Darstellung der Höhenkoten

5.6 Lastannahmen

5.6.1 Schnee- und Windlast

Für die Lastannahmen wurden folgende Lasten ermittelt:

- Schneelast: die charakteristische Schneelast für die Hadikgasse beträgt $s_k = 0,80 \text{ kN/m}^2$. Es wird vereinfacht ein Formbeiwert von 0,8 angenommen (Neigungswinkel von 0° bis 30°).

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

$$s = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,80 = 0,64 \text{ kN/m}^2$$

- Windlast: der Grundwert der Basiswindgeschwindigkeit für die Hadikgasse beträgt $v_{b,0} = 25,10 \text{ m/s}$. Die Windlast wird für den Erdbebennachweis vernachlässigt.

Die Schnee- und Windlast wurde mit dem Online-Tool *HORA* [106] ermittelt.

5.6.2 Dach und Decken (Bestand)

Dachkonstruktion Bestand		
Decke	Charakteristische Last [kN/m^2]	Anmerkungen
Ständige Lasten		
Doppeltes Ziegeldach + Dachstuhl Holz	2,60	Nach [74]
Veränderliche Lasten		
Schneelast	0,64	ÖNORM EN 1991-1-1 6.3.4.2 (1)

Dippelbaumdecke (vor Ausbau)		
Decke	Charakteristische Last [kN/m ²]	Anmerkungen
Ständige Lasten		
Dippelbaumdecke (Bestandskonstruktion) inkl. 4cm Beschüttung + Ziegelpflaster	3,35	ÖNORM B 1991-1-1 Tab. A.14
Veränderliche Lasten		
Dachräume - Nutzlastangaben Hochbau um 1900	1,55	Normalien des ÖIAV 1902

Tramdecke		
Decke	Charakteristische Last [kN/m ²]	Anmerkungen
Ständige Lasten		
Tramdecken (Bestandskonstruktion) inkl. Aufbau	2,30	ÖNORM B 1991-1-1 Tab. A.14
Veränderliche Lasten		
Nutzlastkategorie A1	2,00	ÖNORM B 1991-1-1 Tab. 6.1

Flache Ziegelgewölbe zwischen Walzeisenträgern – Platzdecke		
Decke	Charakteristische Last [kN/m ²]	Anmerkungen
Ständige Lasten		
Ziegeldecken (Bestandskonstruktion) inkl. Aufbau	5,00	ÖNORM B 1991-1-1 Tab. A.14
Veränderliche Lasten		
Nutzlastkategorie A1	2,00	ÖNORM B 1991-1-1 Tab. 6.1

5.6.3 Dach und Decken (nach Ausbau)

Dachkonstruktion (nach Ausbau)		
Decke	Charakteristische Last [kN/m ²]	Anmerkungen
Ständige Lasten		
Stahl-Holz Dachkonstruktion (Leichtbauweise)	5,00	Annahme nach [107]
Veränderliche Lasten		
Nutzlastkategorie H	1,00	ÖNORM EN 1991-1-1 6.3.4.2 (1)

Dippelbaumdecke (nach Ausbau)		
Decke	Charakteristische Last [kN/m ²]	Anmerkungen
Ständige Lasten		
Dippelbaumdecke (abzüglich Beschüttung und Ziegelpflaster) + Aufbetonschicht 8cm + massiver Fußbodenaufbau	5,91	3,35 - 0,56 - 0,48 + 2,00 + 1,60 = 5,91
Veränderliche Lasten		
Nutzlastkategorie A1	2,00	ÖNORM B 1991-1-1 Tab. 6.1
Zwischenwandzuschlag	0,80	ÖNORM EN 1991-1-1 6.3.1.2 (8)

5.6.4 Wände

Lastaufstellung Wände			
Bezeichnung	Material (altes österr. Format)	Dicke [cm]	Charakteristische Last [kN/m ²]
KG (Souterrain)			
Außenmauer & Feuermauer	Mauerziegel	60	11,20
Mittelmauer	Mauerziegel	75	13,90
TH- & Zwischenmauer	Mauerziegel	45	8,50
Zwischenmauer d15	Mauerziegel	15	3,10
EG (Hochparterre)			
Außenmauer & Feuermauer	Mauerziegel	45	8,50
Mittelmauer	Mauerziegel	60	11,20
Treppenhaus Mauer	Mauerziegel	45	8,50
Zwischenmauer d15	Mauerziegel	15	3,10
1.OG (1. Stock)			
Außenmauer & Feuermauer	Mauerziegel	45	8,50
Mittelmauer	Mauerziegel	60	11,20
Treppenhaus Mauer	Mauerziegel	45	8,50
Zwischenmauer d30	Mauerziegel	30	5,80
Zwischenmauer d15	Mauerziegel	15	3,10

5.7 Lastkombinationen

Zur Ermittlung der Lastkombinationen sind die nachfolgend ausgeführten Grenzzustände zu berücksichtigen. Der Erdbebennachweis wird geführt, daher wird vereinfacht keine Nachrechnung für Wind durchgeführt. Für die Bemessung der Tragfähigkeit wird bei den veränderlichen Lasten die gesamte Nutzlast angesetzt und die Schneelast mit dem Kombinationsbeiwert $\psi_0 = 0,0$ abgemindert. Für den Nachweis der Erdbebensicherheit wird die Nutzlast mit dem Kombinationsbeiwert $\psi_2 = 0,3$ und die Schneelast mit $\psi_2 = 0,0$ angenommen.

- Grenzzustand der Tragfähigkeit (**ULS**)

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

- Grenzzustand der Tragfähigkeit (**ULS**)

$$E_{dAE} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_1 \cdot A_{Ed} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Mit A_{Ed} als Bemessungswert der Erdbebeneinwirkung.

5.8 Nachweis Mauerwerk unter vertikaler Belastung

Im Rahmen des Beispiels wird aufgrund der neuen Dachkonstruktion und der Sanierung der Dipelbaumdecke der Nachweis der Tragsicherheit für die bestehenden Mauerwerkswände im Souterrain geführt. Die maßgebenden Mauerwerkswände sind einerseits die Mittelmauer mit 75 cm Wandstärke und die Außenwand mit 60 cm Wandstärke.

Für die Berechnung der auftretenden Belastung werden zunächst die Lasteinflussflächen der Mauerwerkspfeiler der Außenwände ermittelt. Die Tragstruktur zeigt, dass für die Mittelmauer eine Massenermittlung und entsprechende Belastung für einen 1 m Streifen eine ausreichende Betrachtung liefert. Der Nachweis erfolgt nach ÖNORM B 1996-3:2016 und ÖNORM EN 1996-3:2009.

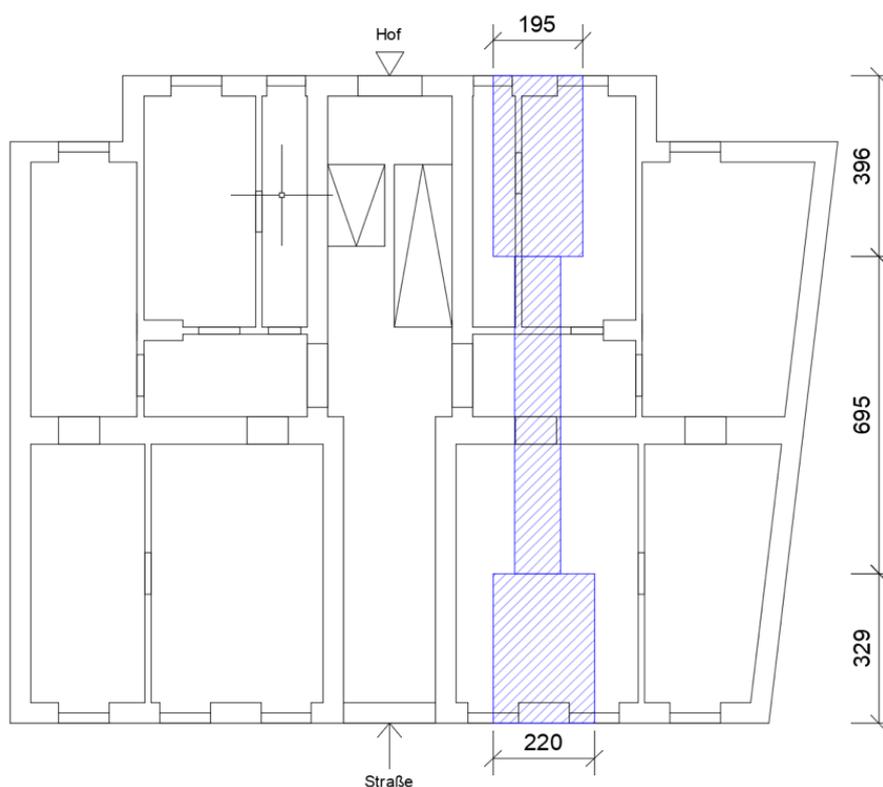


Abb. 5.4: Lasteinflussfläche der einzelnen Wandabschnitte

5.8.1 Berechnung der Lasten

5.8.1.1 Lasten Mauerwerkspfeiler hofseitig

Außenmauer hofseitig									
Geschoss	Bauteil	Decke			Mauer			Σ Geschoss	Σ Gesamt
	Pfeiler 1,02m x 0,60m	Einflussfläche	Deckenlast	Einzellast	Raumhöhe	Mauerlast	Einzellast		
		[m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[kN]	[kN]
DG	Dachausbau	7,73	8,25	63,75				63,75	63,75
1.OG	Doppelbaumdecke	7,73	12,18	94,10				140,45	204,20
	Außenmauer				3,96	11,48	46,35		
EG	Tramdecke	7,73	6,11	47,17				90,55	294,75
	Außenmauer				3,78	11,48	43,38		
KG	Platzdecke	7,80	9,75	76,05				123,98	418,73
	Außenmauer				3,17	15,12	47,93		

5.8.1.2 Lasten Mittelmauer

Mittelmauer									
Geschoss	Bauteil	Decke			Mauer			Σ Geschoss	Σ Gesamt
	1m Streifen	Einflusslänge	Deckenlast	Linienlast	Raumhöhe	Mauerlast	Linienlast		
		[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
DG	Dachausbau	6,95	8,25	57,34				57,34	57,34
1.OG	Doppelbaumdecke	6,95	12,18	84,64				144,52	201,85
	Mittelmauer				3,96	15,12	59,88		
EG	Tramdecke	6,95	6,11	42,43				99,58	301,44
	Mittelmauer				3,78	15,12	57,15		
KG	Platzdecke	6,88	9,75	67,03				126,52	427,95
	Mittelmauer				3,17	18,77	59,49		

5.8.1.3 Lasten Außenmauer straßenseitig

Außenmauer straßenseitig									
Geschoss	Bauteil	Decke			Mauer			Σ Geschoss	Σ Gesamt
		Einflussfläche	Deckenlast	Einzellast	Raumhöhe	Mauerlast	Einzellast		
	Pfeiler 1,10m x 0,60m								
		[m ²]	[kN/m ²]	[kN]	[m]	[kN/m ²]	[kN]	[kN]	[kN]
DG	Dachausbau	7,23	8,25	59,67				59,67	59,67
1.OG	Doppelbaumdecke	7,23	12,18	88,08				133,52	193,19
	Außenmauer				3,96	11,48	45,44		
EG	Tramdecke	7,23	6,11	44,15				87,53	280,72
	Außenmauer				3,78	11,48	43,38		
KG	Platzldecke	7,32	9,75	71,32				119,25	399,97
	Außenmauer				3,17	15,12	47,93		

5.8.2 Nachweis nach ÖNORM B 1996-3:2016 und ÖNORM EN 1996-3:2009

5.8.2.1 Nachweis Außenmauer hofseitig

Materialkennwerte	
<u>Außenmauer hofseitig (Vollziegel)</u>	
Teilsicherheitsbeiwert (Kat. I, Mauermörtel nach Rezept)	$\gamma_M = 2,20$
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	$f_d = f_k/\gamma_M = 1,59 \text{ N/mm}^2$
Wandabmessung	
<u>Außenmauer</u>	
Dicke	$t = 0,60 \text{ m}$
Länge (Wandpfeiler)	$l = 1,02 \text{ m}$
Lichte Höhe	$h = 3,17 \text{ m}$
Fläche der Wand	$A = 612000 \text{ mm}^2$
Einwirkung	
<u>Außenmauer</u>	
Vertikale Bemessungsnormalkraft	$N_{Ed} = 418,73 \text{ kN}$
Nachweis	
<u>Grenzzustand der Tragfähigkeit</u>	
$N_{Ed} \leq N_{Rd}$	
<u>Abminderungsfaktoren</u>	
Außenmauer:	
$\phi = 1,30 - \frac{l_{ef}}{8} \leq 0,85$	
Wirksame Deckenspannweite in m l_{ef}	$l_{ef} = 6,80 \text{ m}$
	$\phi_1 = 0,45$
<i>oder</i>	
$\phi = 0,85 - 0,0011 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{t_{ef}}\right)^2$	
mit $\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \leq 27$	
Knicklänge der Wand h_{ef} (gel-gel, nicht eingespannt)	$h_{ef} = 3,17 \text{ m}$
Effektive Wanddicke t_{ef} (einschaliges Mauerwerk)	$t_{ef} = 0,60 \text{ m}$
	$h_{ef}/t_{ef} = 5,28 \text{ m}$
	$\phi_2 = 0,819$
Abminderungsfaktor ϕ ist Minimum von ϕ_1 und ϕ_2	$\phi = 0,450$
<u>Trägerwiderstand</u>	
am Wandkopf bzw. -fuß	$N_{RD} = \phi \cdot f_d \cdot A = 438,14 \text{ kN}$
<u>Ausnutzungsgrad</u>	
Außenmauer am Wandkopf bzw. -fuß	$\mu = N_{Ed}/N_{RD} = 0,96$
Nachweis erfüllt	

5.8.2.2 Nachweis Mittelmauer

Materialkennwerte	
<u>Mittelmauer (Vollziegel)</u>	
Teilsicherheitsbeiwert (Kat. I, Mauermörtel nach Rezept)	$\gamma_M = 2,20$
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	$f_d = f_k/\gamma_M = 1,59 \text{ N/mm}^2$
Wandabmessung	
<u>Mittelmauer</u>	
Dicke	$t = 0,75 \text{ m}$
Länge (1 m Streifen)	$l = 1,00 \text{ m}$
Lichte Höhe	$h = 3,17 \text{ m}$
Fläche der Wand	$A = 750000 \text{ mm}^2$
Einwirkung	
<u>Mittelmauer</u>	
Vertikale Bemessungsnormalkraft	$N_{Ed} = 427,95 \text{ kN}$
Nachweis	
<u>Grenzzustand der Tragfähigkeit</u>	
$N_{Ed} \leq N_{Rd}$	
<u>Abminderungsfaktoren</u>	
Mittelmauer	$\phi = 0,85 - 0,0011 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{t_{ef}}\right)^2$
	mit $\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \leq 27$
Knicklänge der Wand h_{ef} (gel-gel, nicht eingespannt)	$h_{ef} = 3,17 \text{ m}$
Effektive Wanddicke t_{ef} (einschaliges Mauerwerk)	$t_{ef} = 0,75 \text{ m}$
	$h_{ef}/t_{ef} = 4,23 \text{ m}$
	$\phi_2 = 0,830$
<u>Trägerwiderstand</u>	
am Wandkopf bzw. -fuß	$N_{RD} = \phi_1 \cdot f_d \cdot A = 990,76 \text{ kN}$
<u>Ausnutzungsgrad</u>	
Mittelmauer am Wandkopf bzw. -fuß	$\mu = N_{ED}/N_{RD} = 0,43$
Nachweis erfüllt	

5.8.2.3 Nachweis Außenmauer straßenseitig

Materialkennwerte	
<u>Außenmauer straßenseitig(Vollziegel)</u>	
Teilsicherheitsbeiwert (Kat. I, Mauer Mörtel nach Rezept)	$\gamma_M = 2,20$
Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit	$f_d = f_k/\gamma_M = 1,59 \text{ N/mm}^2$
Wandabmessung	
<u>Außenmauer</u>	
Dicke	$t = 0,60 \text{ m}$
Länge (Wandpfeiler)	$l = 1,10 \text{ m}$
Lichte Höhe	$h = 3,17 \text{ m}$
Fläche der Wand	$A = 660000 \text{ mm}^2$
Einwirkung	
<u>Außenmauer</u>	
Vertikale Bemessungsnormalkraft	$N_{Ed} = 399,97 \text{ kN}$
Nachweis	
<u>Grenzzustand der Tragfähigkeit</u>	
$N_{Ed} \leq N_{Rd}$	
<u>Abminderungsfaktoren</u>	
Außenmauer:	
$\phi = 1,30 - \frac{l_{ef}}{8} \leq 0,85$	
Wirksame Deckenspannweite in m l_{ef}	$l_{ef} = 5,45 \text{ m}$
	$\phi_1 = 0,62$
<i>oder</i>	
$\phi = 0,85 - 0,0011 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{t_{ef}}\right)^2$	
mit $\frac{h_{ef}}{t_{ef}} \leq 27$	
Knicklänge der Wand h_{ef} (gel-gel, nicht eingespannt)	$h_{ef} = 3,17 \text{ m}$
Effektive Wanddicke t_{ef} (einschaliges Mauerwerk)	$t_{ef} = 0,60 \text{ m}$
	$h_{ef}/t_{ef} = 5,28 \text{ m}$
	$\phi_2 = 0,819$
Abminderungsfaktor ϕ ist Minimum von ϕ_1 und ϕ_2	$\phi = 0,619$
<u>Trägerwiderstand</u>	
am Wandkopf bzw. -fuß	$N_{RD} = \phi_i \cdot f_d \cdot A = 649,69 \text{ kN}$
<u>Ausnutzungsgrad</u>	
Außenmauer am Wandkopf bzw. -fuß	$\mu = N_{Ed}/N_{RD} = 0,62$
Nachweis erfüllt	

5.9 Nachrechnung der Fundamente

Der Berechnung der Fundamente wird auf Grundlage der ÖNORM B 1997-1-2:2021 [108] durchgeführt. Da es sich hierbei um ein Bestandsgebäude handelt, wird angenommen, dass der Boden bereits konsolidiert ist. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass sich die Gleitfläche zur Gänze außerhalb des Grundwassers befindet und dass kein geschichteter Untergrund vorherrscht. Es wird auch angenommen, dass die Breite sowie die Einbindetiefe des Fundaments gleich der Wandstärke sind und dass die Fundamente mittig belastet werden. Es wird auch keine Auflast an der Geländeoberkante angesetzt (sichere Seite). Zudem wird das Eigengewicht des Fundaments nicht berücksichtigt, da es im Vergleich zur restlichen Belastung vernachlässigbar klein ist.

5.9.1 Berechnung der Lasten

5.9.1.1 Lasten Streifenfundament Außenmauer hofseitig

Außenmauer hofseitig									
Geschoss	Bauteil	Decke			Mauer			Σ Geschoss	Σ Gesamt
	1m Streifen	Einflusslänge	Deckenlast	Linienlast	Raumhöhe	Mauerlast	Linienlast		
		[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
DG	Dachausbau	3,96	8,25	32,67				32,67	32,67
1.OG	Doppelbaumdecke	3,96	12,18	48,23				93,67	126,34
	Außenmauer				3,96	11,48	45,44		
EG	Tramdecke	3,96	6,11	24,18				67,55	193,89
	Außenmauer				3,78	11,48	43,38		
KG	Platzdecke	4,00	9,75	39,00				86,93	280,82
	Außenmauer				3,17	15,12	47,93		

5.9.1.2 Lasten Streifenfundament Mittelmauer

Entsprechend der Berechnung der Lasten für die Mittelmauer im Unterabschnitt 5.8.1.2.

5.9.1.3 Lasten Streifenfundament Außenmauer straßenseitig

Außenmauer straßenseitig									
Geschoss	Bauteil	Decke			Mauer			Σ Geschoss	Σ Gesamt
	1m Streifen	Einflusslänge	Deckenlast	Linienlast	Raumhöhe	Mauerlast	Linienlast		
		[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
DG	Dachausbau	3,29	8,25	27,14				27,14	27,14
1.OG	Doppelbaumdecke	3,29	12,18	40,07				85,51	112,65
	Außenmauer				3,96	11,48	45,44		
EG	Tramdecke	3,29	6,11	20,09				63,46	176,11
	Außenmauer				3,78	11,48	43,38		
KG	Platzdecke	3,33	9,75	32,47				80,40	256,51
	Außenmauer				3,17	15,12	47,93		

5.9.2 Nachweis nach ÖNORM B 1997-1-2:2021

5.9.2.1 Nachweis Außenmauer (hofseitig Maßgebend)

Materialkennwerte	
<u>Außenmauer</u>	
Teilsicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand (BS1)	$\gamma_{R,v} = 1,40$
Fundamentabmessungen	
<u>Außenmauer</u>	
Breite	$b = b' = 0,60 \text{ m}$
Länge (1m Streifen)	$l = l' = 1,00 \text{ m}$
Einbindetiefe	$d = 0,60 \text{ m}$
Fläche	$A = 600000 \text{ mm}^2$
Einwirkung	
<u>Außenmauer</u>	
Wirksamen Normalkomponente der Sohldruckkraft	$E_d = 280,82 \text{ kN}$
Nachweis	
<u>Grundbruchsicherheit</u>	
$E_d \leq R_{G,Rd}$	
<u>Tragfähigkeitsbeiwerte (Grundfall)</u>	
	$N_v = N_{v,0} = 22,61$
	$N_q = N_{q,0} = 33,30$
	$N_c = N_{c,0} = 46,12$
<u>Grundbruchwiderstand</u>	
$R_{Gr,k} = A' \cdot (\gamma \cdot b' \cdot N_v + \gamma \cdot t \cdot N_q + c_k \cdot N_c)$	$R_{Gr,k} = 571,11 \text{ kN}$
$R_{Gr,d} = R_{Gr,k} / \gamma_{R,v}$	$R_{Gr,d} = 407,94 \text{ kN}$
<u>Ausnutzungsgrad</u>	
	$\mu = E_D / R_{Gr,d} = 0,69$
Nachweis erfüllt	

5.9.2.2 Nachweis Mittelmauer

Materialkennwerte	
<u>Mittelmauer</u>	
Teilsicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand (BS1)	$\gamma_{R,v} = 1,40$
Fundamentabmessungen	
<u>Mittelmauer</u>	
Breite	$b = b' = 0,75 \text{ m}$
Länge (1m Streifen)	$l = l' = 1,00 \text{ m}$
Einbindetiefe	$d = 0,75 \text{ m}$
Fläche	$A = 750000 \text{ mm}^2$
Einwirkung	
<u>Mittelmauer</u>	
Wirksamen Normalkomponente der Sohldruckkraft	$E_d = 427,95 \text{ kN}$
Nachweis	
<u>Grundbruchsicherheit</u>	
$E_d \leq R_{G,Rd}$	
<u>Tragfähigkeitsbeiwerte (Grundfall)</u>	
	$N_v = N_{v,0} = 22,61$
	$N_q = N_{q,0} = 33,30$
	$N_c = N_{c,0} = 46,12$
<u>Grundbruchwiderstand</u>	
$R_{Gr,k} = A' \cdot (\gamma \cdot b' \cdot N_v + \gamma \cdot t \cdot N_q + c_k \cdot N_c)$	$R_{Gr,k} = 849,13 \text{ kN}$
$R_{Gr,d} = R_{Gr,k} / \gamma_{R,v}$	$R_{Gr,d} = 606,52 \text{ kN}$
<u>Ausnutzungsgrad</u>	$\mu = E_d / R_{Gr,d} = 0,71$
Nachweis erfüllt	

5.10 Zusammenfassung der Ergebnisse: vertikale Lastabtragung

Die Ergebnisse der vertikalen Lastabtragung sind in Tab. 10 dargestellt. Unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen wurde der Nachweis vom Mauerwerk unter vertikaler Belastung sowie der Grundbruchsicherheitsnachweis des Streifenfundaments erfüllt. Der maximale Ausnutzungsgrad von 0,96 wurde beim Nachweis des Mauerwerks der Außenmauer hofseitig unter vertikaler Belastung erreicht. Basierend auf diesen Ergebnissen können die zusätzlichen vertikalen Lasten des Dachgeschossausbaus von der Bestandskonstruktion ohne zusätzliche Maßnahmen aufgenommen werden.

Tab. 10: Zusammenfassung der Ergebnisse: vertikale Lastabtragung – Gründerzeithaus Hadikgasse

Nachweis	Bauteil	Ausnutzungsgrad
Nachweis Mauerwerk unter vertikaler Belastung	Außenmauer hofseitig	0,96
	Mittelmauer	0,43
	Außenmauer straßenseitig	0,62
Nachrechnung der Fundamente	Außenmauer (hofseitig Maßgebend)	0,69
	Mittelmauer	0,71

5.11 Nachweis Kellerwand unter Erddruckbeanspruchung

Zusätzlich wird für die Außenmauer ein vereinfachter Nachweis für Kellerwände nach ÖNORM EN 1996-3:2009 [109] geführt. Dieser Nachweis basiert auf der Abtragung des Erddrucks durch eine Gewölbewirkung in der Kellerwand zwischen dem Streifenfundament und der Kellerdecke. Es handelt sich dabei allerdings um einen vereinfachten Nachweis. Die Erddruckbelastung sollte deswegen zusätzlich noch genauer untersucht werden.

5.11.1 Lasten Außenmauer straßenseitig

Außenmauer straßenseitig (Kellerwand unter Erddruckbeanspruchung)									
Geschoss	Bauteil	Decke			Mauer			Σ Geschoss	Σ Gesamt
		Einflusslänge	Deckenlast	Linienlast	Raumhöhe	Mauerlast	Linienlast		
	1 m Streifen	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]
DG	Dachausbau	3,29	8,25	27,14				27,14	27,14
1.OG	Doppelbaumdecke	3,29	12,18	40,07				85,51	112,65
	Außenmauer				3,96	11,48	45,44		
EG	Tramdecke	3,29	6,11	20,09				63,46	176,11
	Außenmauer				3,78	11,48	43,38		
KG	Platzdecke	3,33	9,75	32,47				61,50	237,61
	Außenmauer				1,92	15,12	29,03		

5.11.2 Nachweis nach ÖNORM EN 1996-3:2009 (Außenmauer straßenseitig)

Wandabmessung	
<u>Außenmauer</u>	
Breite der Wand (1 m Streifen)	b = 1,00 m
Breite zwischen aussteifenden Elementen	b _c = 4,20 m
Lichte Höhe der Kellerwand	h = 2,50 m
Höhe der Anschüttung	h _e = 1,25 m
Wanddicke	t = 0,60 m
Wichte der Anschüttung	ρ _e = 21,25 kN/m ³
Einwirkung	
<u>Mittelmauer</u>	
Vertikale Bemessungsnormalkraft	N _{Ed} = 237,61 kN
Nachweis	
<u>Grenzzustand der Tragfähigkeit</u>	
$N_{Ed,min} \leq N_{Ed} \leq N_{Ed,max}$	
$\beta = 60 - 20 \cdot \frac{b_c}{h}$ für h < b _c < 2·h	
$\beta = 26,4$	
Bemessungswert der größten vertikalen Belastung der Wand in halber Höhe der Anschüttung	
$N_{Ed,max} \leq \frac{t \cdot b \cdot f_d \cdot 1000}{3}$	
$N_{Ed,max} = 318,18 \text{ kN}$	
Bemessungswert der kleinsten vertikalen Belastung der Wand in halber Höhe der Anschüttung	
$N_{Ed,min} \geq \frac{\rho_e \cdot b \cdot h_e^2}{\beta \cdot t}$	
$N_{Ed,min} = 2,12 \text{ kN}$	
$N_{Ed,min} \leq N_{Ed} \leq N_{Ed,max}$	
2,12 kN ≤ 237,61 kN ≤ 318,18 kN	
Nachweis erfüllt	

5.12 Berechnung der verstärkten Doppelbaumdecke

Im Zuge des Dachgeschossausbaus wird die bestehende Doppelbaumdecke als Verbundkonstruktion ausgeführt und somit eine Verstärkung durchgeführt. Die maximale Spannweite der Doppelbaumdecke beträgt 7,55 m. Die Bemessung der Holzbetonverbunddecke erfolgt mit der Software *SFS Intec – Bemessungsprogramm Holz-Beton-Verbundsystem VB*. Die Bemessung erfolgt auf Basis des γ -Verfahrens. Die Berechnung und die Wahl der Verbindungsmittel kann dem Berechnungsprotokoll im Anhang entnommen werden. Es ergeben sich 48 Verbinder und eine Aufbetonschicht von 8 cm.

5.13 Nachrechnung Mauerwerk unter horizontaler Belastung (Erdbebennachweis)

Für den Nachweis des Mauerwerks im Erdgeschoss unter horizontaler Belastung werden die Normen ÖNORM EN 1998-1:2013 [110] und ÖNORM EN 1998-3:2013 [111] (einschließlich der jeweiligen Nationalanträge [112] [80]) sowie die Musterbeispiele, Erläuterungen und Bemessungshilfen der Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien, Niederösterreich und Burgenland [113] herangezogen.

Wie von der Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien, Niederösterreich und Burgenland festgestellt wurde, können mit einem nichtlinearen Verfahren (*Pushover*) wesentlich realistischere Ergebnisse erzielt werden, als mit einem kraftbasierten quasi-statischen Modell. Da jedoch der Schwerpunkt dieser Arbeit nicht auf der Statik liegt, wird im Folgenden nur die Vorgehensweise für diesen Nachweis erläutert.

Die Massenzusammenstellung nach den Einflussbereichen und die Verteilung der horizontalen Kräfte werden in Abb. 5.5 dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass das Kellergeschoss bzw. das Souterrain als starr angenommen werden kann und daher das Ersatzsystem nur zwei Ersatzmassen aufweist. Das betrachtete Gründerzeithaus liegt in der Erdbebenzone 3 und wird mit einer Referenzbodenbeschleunigung $a_{gr} = 0,80 \text{ m/s}^2$ beansprucht [106]. Die Schadensfolgekategorie gemäß ÖNORM B 1990-1:2013 [114] entspricht CC2.

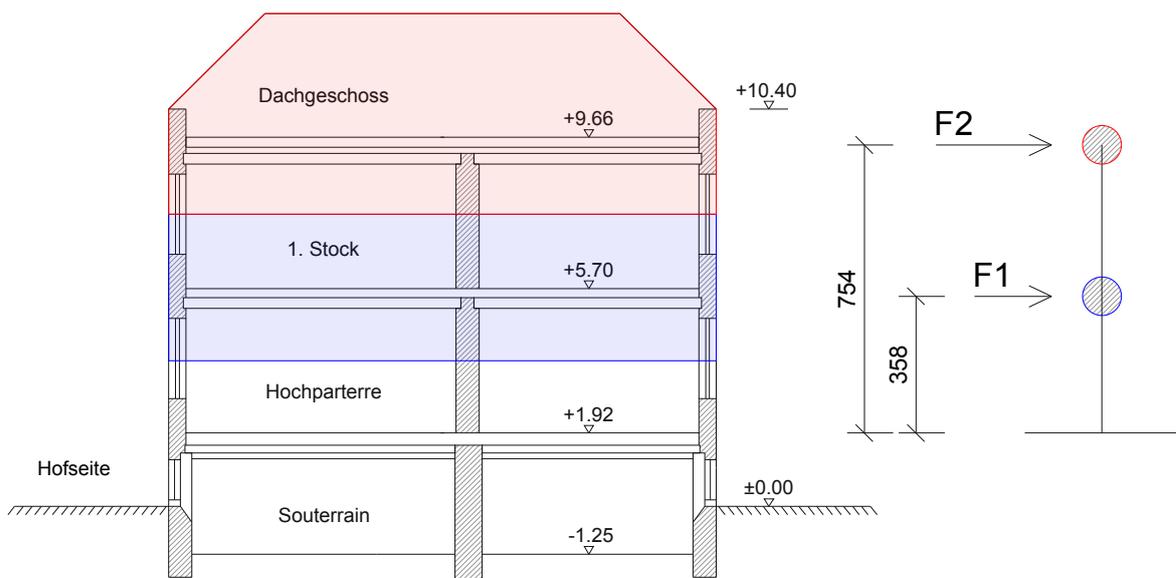


Abb. 5.5: Geschossweise Zuordnung der Massen (links) und diskretisiertes Ersatzsystem (rechts)

Der Erdbebennachweis wird in 3 Schritte unterteilt:

- 1) Ermittlung des Erdbebenerfüllungsfaktors α_{ist} für das Gebäude vor dem Dachgeschossausbau
- 2) Festlegung des Erdbebenerfüllungsfaktors α_{soll} auf Basis von α_{ist} und der Steigerung der Personanzahl
- 3) Berechnung der Erdbebenerfüllungsfaktors α_{neu} für das Gebäude nach dem Dachgeschossausbau

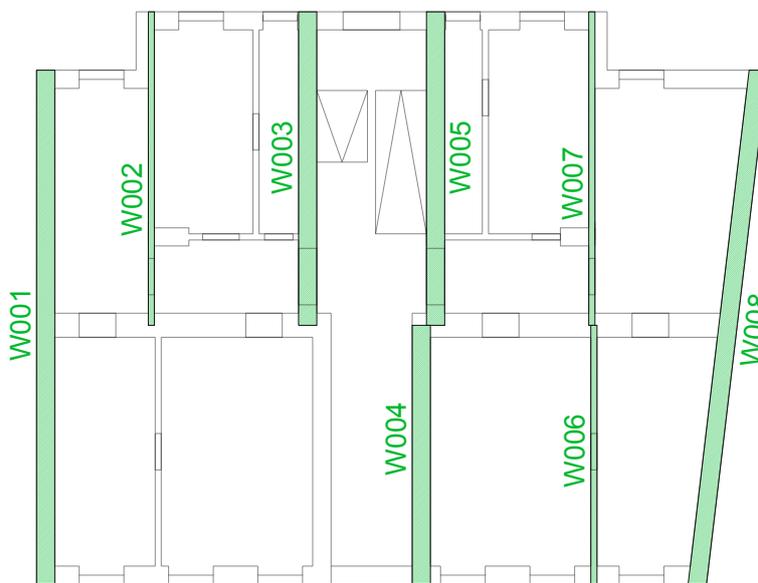


Abb. 5.6: Lastabtragende Wände – Erdbebennachweis

Es sollte die maßgebende Querrichtung normal zum First untersucht werden. Welche Wände für den Nachweis berücksichtigt werden, ist Abb. 5.6 zu entnehmen. Bei der Auswahl der Wände wird anhand der Bestandspläne überprüft, ob sie sich über alle Geschosse erstrecken. Es ist vor dem Dachgeschossausbau nicht möglich, die lastverteilende und aussteifende Wirkung der obersten Geschossdecke (Doppelbaumdecke) bei der Ermittlung des Erdbebenerfüllungsfaktors α_{ist} zu berücksichtigen. Der maßgebende Erdbebenerfüllungsfaktor α wird durch die Wand mit dem geringsten Erdbebenerfüllungsfaktor bestimmt und exemplarisch mit einem Wert von 0,5 für die weitere Berechnung angenommen.

Der Erdbebenerfüllungsfaktor α_{soll} wird auf der Grundlage von α_{ist} und der Erhöhung der Anzahl von Personen berechnet, wobei davon ausgegangen wird, dass durch den Dachgeschossausbau zwei zusätzliche Wohnungen entstehen. Es darf nach dem Dachgeschossausbau kein niedrigeres Zuverlässigkeitsniveau vorliegen als vor dem Ausbau. Durch die Verstärkung der Doppelbaumdecke im Dachgeschoss als Holz-Beton-Verbunddecke wird eine schubsteife oberste Geschossdecke in das Gebäude eingebracht. Diese schubsteife Scheibe bewirkt eine Verteilung der Horizontalkräfte auf Wände, die eine verfügbare Tragreserve aufweisen.

Die Berechnung des Erdbebenerfüllungsfaktors α_{soll} nach dem Dachgeschossausbau kann mithilfe des Berechnungstools *RISIKOANALYSE für Bestandsgebäude gemäß ÖNORM B 1998-3 und ÖNORM B 4008-1* des ZT-Büros Dr. Pech [115] berechnet werden. Der vollständige Bericht befindet sich im Anhang.

Die Eingabeparameter sind:

- Schadensfolgeklasse CC2
- $PZ_{ist} = 9,40$ (Personenzahl Bestandsgebäude; 2,35 Personen pro Wohnung)
- $\alpha_{ist} = 0,5$ (Erdbebenerfüllungsfaktor Bestandsgebäude, Annahme)
- $PZ_{neu} = 14,10$ (Personenzahl nach Dachgeschossausbau; 2,35 Personen pro Wohnung)

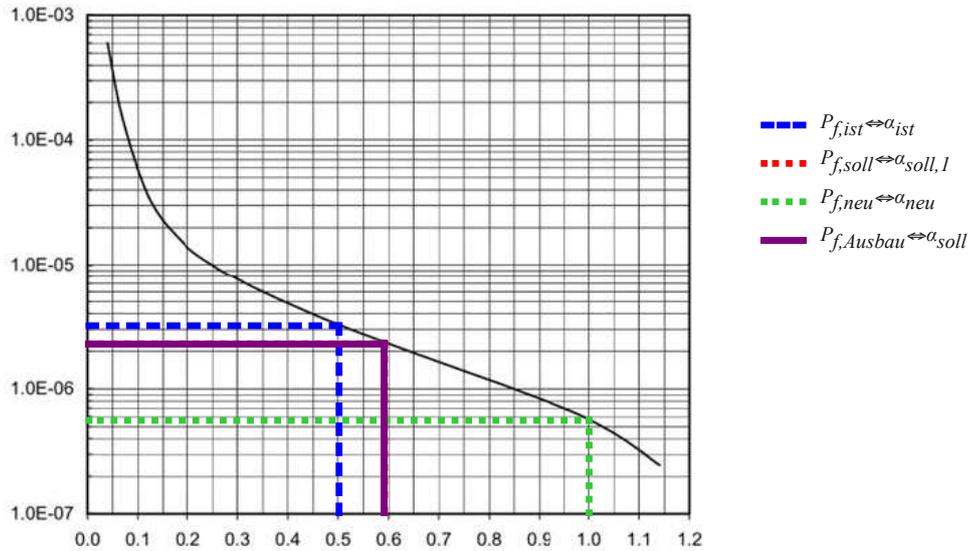


Abb. 5.7: Ergebnisse des Berechnungstools – Risikoanalyse von Dr. Pech [115]

Das Ergebnis des Berechnungstools unter den getroffenen Annahmen ist $\alpha_{soll} = 0,59$. Aus diesem Grund sollte der Erdbebenerfüllungsfaktor α_{neu} nach dem Dachgeschossausbau einen Wert größer als 0,59 aufweisen. Die Berechnung der Wand mit dem maßgebenden Erdbebenerfüllungsfaktor (nach dem Dachgeschossausbau) soll mit einem nichtlinearen Verfahren (z.B. *Pushover*) durchgeführt werden.

6 Mustersanierung Gründerzeithauses: thermisch-energetische Sanierung

Im vorliegenden Kapitel werden die Maßnahmen zur Erhöhung des thermisch-energetischen und ökologischen Standards von Gründerzeithäusern am Beispiel der Hadikgasse untersucht. Zunächst wird die Energieeffizienz des Gebäudes mithilfe des Energieausweises ermittelt, um eine Ausgangsbasis für die Sanierungsplanung zu schaffen. Anschließend werden verschiedene Sanierungsoptionen für die Gebäudehülle erarbeitet und die jeweiligen Vor- und Nachteile unter Berücksichtigung der Randbedingungen von Gründerzeithäusern untersucht. Es sei darauf hingewiesen, dass der Dachgeschossausbau aus den vorherigen Kapiteln in dieser Analyse nicht berücksichtigt wird. Neben der Sanierung der Gebäudehülle wird auch die Möglichkeit der Energieversorgung am Standort untersucht. Hierbei wird das Potenzial der verfügbaren Energiequellen analysiert.

6.1 Klassifizierung Energieverbrauch

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse im Rahmen dieser Arbeit zu gewährleisten, wird die Energieeffizienz des Bestandsgebäudes in der Hadikgasse sowie der verschiedenen Sanierungsoptionen mithilfe eines Energieausweises berechnet. Dazu wird das Programm *Ecotech* verwendet und die Daten des Nutzungsprofils werden gemäß normativen Vorgaben für Wohngebäude (WG) übernommen.

Die Gebäudehülle wird wie in Abb. 6.1 dargestellt berücksichtigt. Zur Vereinfachung wird das Treppenhaus als Teil der Gebäudehülle angenommen. Somit beträgt die Bruttogrundfläche pro Geschoss 236,8 m².

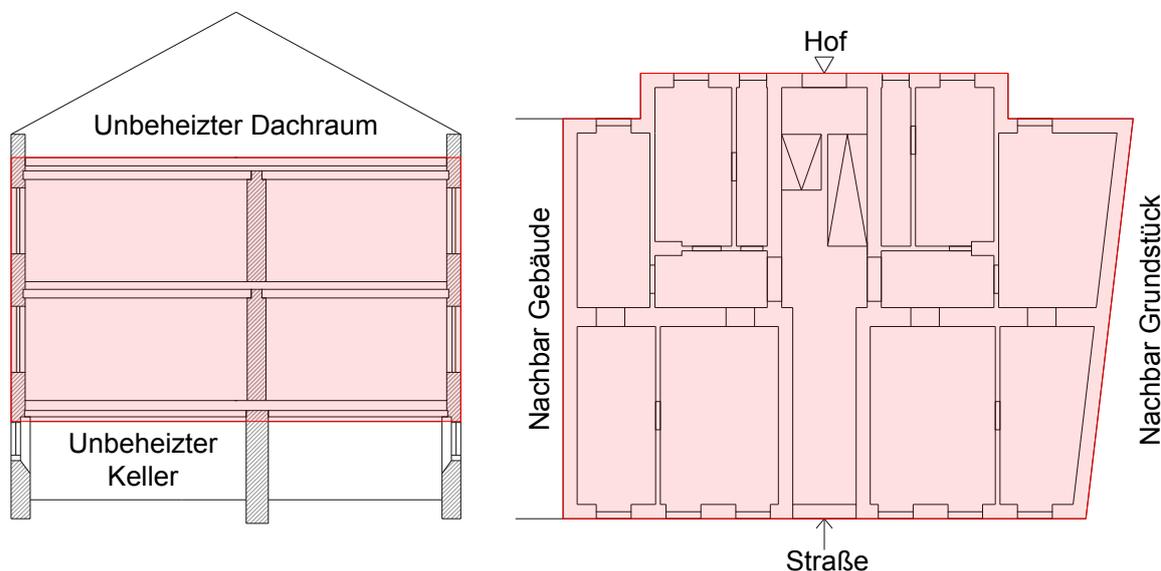


Abb. 6.1: Gebäudehülle Gründerzeithaus Hadikgasse

6.1.1 Heizwärmebedarf Bestand

Folgende Aufbauten werden für die Berechnung des Heizwärmebedarfs angenommen:

- Holz Kastenfenster U-Wert = 2,3 [W/m²K]
- Holz Außentür U-Wert = 5,0 [W/m²K]

Tab. 11: Deckenaufbau und U-Werte Bestand Hadikgasse nach [116]

Kellerdecke: Kappendecke (Platzdecke)		Oberste Geschossdecke: Doppelbaumdecke	
Stärke [cm]	Bauteile [-]	Stärke [cm]	Bauteile [-]
2,5	Parkettboden	4,0	Klinkerziegel
2,5	Blindboden	6,0	Schüttung
5,0	Schüttung, Polsterhölzer	20	Doppelbaumdecke
3,0	Schüttung	2,5	Kalkputz auf Schilf-Stukkatur
14,0	Ziegelgewölbe, schmalste Stelle		
U-Wert	0,99 [W/m ² K]	U-Wert	0,59 [W/m ² K]

Tab. 12: Wandaufbau und U-Werte Bestand Hadikgasse nach [116]

Außenwand Mauerwerk	
Stärke [cm]	Bauteile [-]
2,5	Kalkputz, außen
44,0	Vollziegelmauerwerk
1,5	Kalkputz, innen
U-Wert	0,18 [W/m ² K]

Auf Grundlage der angenommenen Aufbauten und den getroffenen Vereinfachungen ergibt sich für das Gründerzeithaus in der Hadikgasse laut Energieausweis ein Heizwärmebedarf $HWB_{Ref,SK}$ von 196,10 kWh/m²a.

Die mittels Energieausweis errechneten Wärmeverluste des Bestandsgebäudes werden in Abb. 6.2 dargestellt. Dabei ist ersichtlich, dass die größten Wärmeverluste durch die Außenwände (41 MWh/a) und Decken (30 MWh/a) verursacht werden. Durch die Fenster und Türen gehen etwa 19 MWh/a verloren. Der Rest der Wärmeverluste setzt sich aus Wärmebrücken (9 MWh/a) und Lüftung (13 MWh/a) zusammen. Es ist anzumerken, dass die Wärmebrücken im Programm *Eco-tech* vereinfacht bzw. pauschal nach ÖNORM B 8110-6:2019 [117] berücksichtigt wurden.

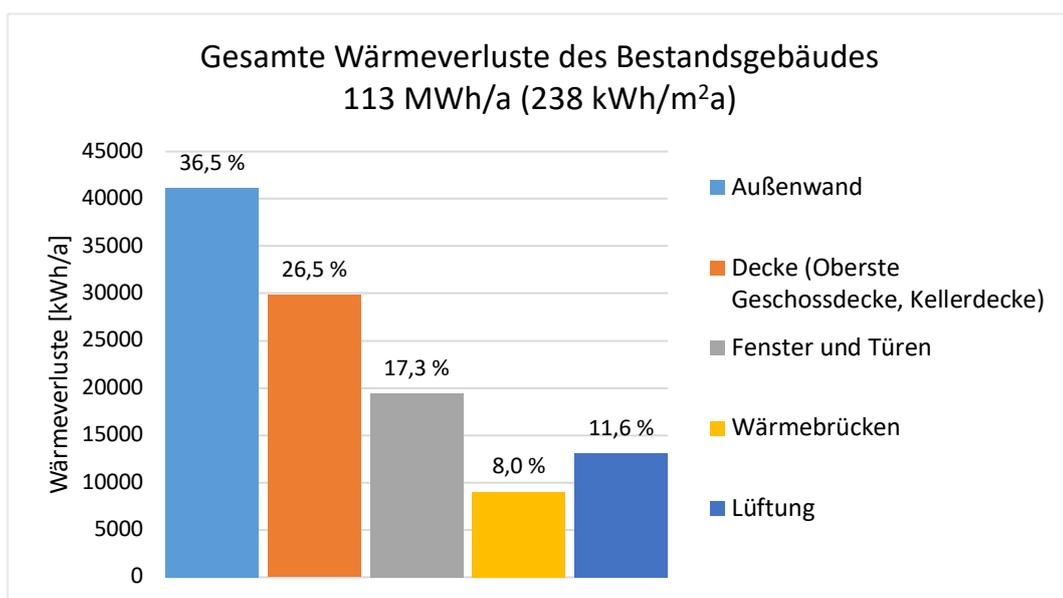


Abb. 6.2: Wärmeverluste des Bestandsgebäudes

6.2 Thermische-energetische Sanierung: Gebäudehülle

6.2.1 Folgekosten und Umweltbilanz

Um eine ökonomische Bewertung der verschiedenen Sanierungsoptionen zur Reduktion der Wärmeverluste zu ermöglichen, werden in einem ersten Schritt die Herstellungskosten abgeschätzt. Die Basis dafür bilden die Kostenkennwerte aus dem *Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern* (BKI) [118]. Darin sind Referenzwerte für verschiedene Bauprojekte enthalten, die auf der Auswertung fertiggestellter Gebäude basieren. Da der verfügbare BKI die Kostenkennwerte aus dem Jahr 2017 angibt, müssen diese Zahlen mithilfe einer Indexanpassung auf das Jahr 2022 umgerechnet werden. Basierend auf dem Baukostenindex für den Wohnhaus- und Siedlungsbau, Gesamtbaukosten ab Basisjahr 1990 [119], wird ein Indexkorrekturwert von 28 % verwendet. Wenn nicht anders angegeben, beziehen sich die Kostenwerte in den nachfolgenden Berechnungen auf den Jahresdurchschnitt 2022.

Der BKI enthält Referenzwerte, die sich einfach für die Kostenschätzung von Neubauten verwenden lassen. Für Sanierungsprojekte fehlen jedoch konkrete Kostenstellen. Der zusätzliche Aufwand, der durch den Abbruch von Bauteilschichten, die Entsorgung von Baustoffen, die Schaffung einer Arbeitsoberfläche usw. entstehen kann, muss durch Zuschläge berücksichtigt werden. Daher sind die berechneten Kosten lediglich als grobe Schätzungen zu betrachten.

Da bei der Auswahl von Baumaterialien für die Sanierung auch ökologische Aspekte berücksichtigt werden, werden in dieser Optionenstudie einige noch nicht weit verbreitete Materialien (z.B. Schilfrohrmatten, Korkdämmung, usw.) verwendet. Da die Kosten nicht im BKI enthalten sind, werden sie im Rahmen der Untersuchung anhand von Informationen von Händlern ermittelt.

Die verschiedenen thermischen Sanierungsoptionen führen zu einer Reduktion des Heizwärmebedarfs HWB_{SK} bzw. zu einem geringeren Gasverbrauch im Fall des Gründerzeithauses in der Hadikgasse. Um die Einsparungen monetär bewerten und mit den Errichtungskosten vergleichen zu können, muss ein Gaspreis angenommen werden.

In den letzten zehn Jahren bewegte sich der durchschnittliche Gaspreis zwischen 5 und 35 Euro/MWh. Im Jahr 2022 beschloss Russland einseitig, die Gaslieferungen an mehrere EU-Länder zu unterbrechen, was die Versorgungssicherheit beeinträchtigte und auch die Gaspreise auf ein Rekordhoch von über 300 EUR/MWh trieb [120]. Die große Unsicherheit über die künftige Gasversorgung in Europa macht es sehr schwierig, die Gaspreise langfristig abzuschätzen. Für die monetäre Bewertung der Sanierungsoptionen wird ein Gaspreis von 150 EUR/MWh angenommen, was in etwa dem aktuellen Endverbraucherpreis (Februar 2023) für einen Haushalt in Wien entspricht [121]. Eine jährliche Anpassung dieses Wertes ist derzeit nicht absehbar.

In der Regel werden bei der Ermittlung der Lebenszykluskosten die Kosten für die Instandhaltung und Wartung der Bauteile berücksichtigt. Diese Kosten fallen jedoch auch ohne Sanierungsarbeiten an und sind somit nicht relevant für die Gegenüberstellung der zusätzlichen Investitionen mit der Kostenersparnis durch die Reduzierung des Energieverbrauchs. Daher wurden sie bei der Berechnung der Lebenszykluskosten nicht berücksichtigt.

Zur weiteren Bewertung der Sanierungsoptionen werden auch ökologische Faktoren berücksichtigt, und es wird eine Umweltbilanz gemäß dem OI3-Berechnungsleitfaden erstellt. Dabei werden folgende Umweltindikatoren betrachtet:

- PENRT bzw. PEI – Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie [MJ]
Der nicht erneuerbare Primärenergiegehalt (total) ist der erforderliche Energiebedarf, der zur Herstellung an stofflich und energetisch genutzten Ressourcen (Erdöl, Kohle, usw.) verbraucht wird [122].

- GWP – Globales Erwärmungs- bzw. Treibhausgaspotenzial [kg CO₂ äqu./kg]
Der GWP-Wert (total) gibt das Treibhauspotenzial eines Stoffes an und damit seinen Beitrag zur Erwärmung der bodennahen Luftschicht. Der Indikator GWP (total) setzt sich aus der Summe von GWP-fossil und GWP-biogen zusammen. Das Treibhauspotenzial wird für einen Zeitraum von 100 Jahren angegeben [123].

Die Umweltbilanz-Richtwerte für Baustoffe werden aus dem *baubook* [124] bezogen, einer umfangreichen Datenbank für ökologisches Bauen. Diese beinhaltet stufenkumulierte Werte über alle Prozesse von Rohstoffgewinnung bis zur Produktionsphase (*Werkbilanz*). Die Ergebnisse der Umweltbilanz können dann mit den jährlichen CO₂- und Primärenergieeinsparungen verglichen werden, die sich aus der Reduktion des Heizwärmebedarfs ergeben. Auf diese Weise lässt sich auf den ersten Blick beurteilen, inwieweit die Sanierungsoption Auswirkungen auf die Umwelt hat.

6.2.2 Sanierungsoptionen zur Senkung des Heizenergiebedarfs

Im Folgenden werden fünf verschiedene Sanierungsoptionen vorgestellt und hinsichtlich ihres baulichen Aufwands sowie ihres Einsparungspotenzials bewertet. In Option A wird die oberste Geschossdecke gedämmt. In den folgenden Optionen werden zusätzliche Sanierungsbereiche einbezogen und das Gesamtenergieeinsparungspotenzial der kombinierten Sanierungsoptionen aufgezeigt, wobei sich in der letzten Option die größten Energieeinsparungspotenziale ergeben.

Anschließend werden die Herstellungskosten, sowie die Einsparungen durch den geringeren Energieverbrauch und die ökologischen Auswirkungen (Primärenergiebedarf/CO₂-Emissionen) der einzelnen Sanierungsoptionen verglichen. Dabei werden nur die zusätzlichen Maßnahmen jeder Option berücksichtigt, um eine bessere Übersicht über die Auswirkungen und Kosten der einzelnen Sanierungsmaßnahmen zu erhalten.

Es ist zu beachten, dass bei der Berechnung der Energieeinsparungen bestimmte Baumaterialien und Baustoffe verwendet wurden, ohne dass eine detaillierte bauphysikalische Prüfung hinsichtlich ihrer Eignung für den jeweiligen Bestand durchgeführt wurde. Die Verwendung dieser Materialien und Stoffe diente lediglich dem Zweck, die ökologischen Vorteile der Energieeinsparungen zu demonstrieren. Natürlich können diese Materialien durch andere, besser geeignete Baustoffe und Materialien ersetzt werden, die den Anforderungen des jeweiligen Bestands entsprechen.

Tab. 13: Sanierungsoptionen Gründerzeithaus Hadikgasse

Unterschiedliche Sanierungsoptionen	
Option A	Dämmung oberste Geschossdecke
Option B	O _A + Dämmung Kellerdecke
Option C	O _B + Außendämmung + Fenstertausch
Option D	O _C + Innendämmung gegliederte Fassade
Option E	O _D + Außendämmung gegliederte Fassade

Die Sanierung der Bauteile wurde mit folgenden Maßnahmen vorgenommen:

- Neue Fenster U-Wert = 1,0 [W/m²K]
- Neue Türen U-Wert = 1,0 [W/m²K]

Tab. 14: Deckenaufbau und U-Werte nach Sanierung des Gründerzeithauses in der Hadikgasse

Kellerdecke: Kappendecke (Platzdecke)		Oberste Geschossdecke: Doppelbaumdecke	
Stärke [cm]	Bauteile [-]	Stärke [cm]	Bauteile [-]
2,5	Parkettboden	1,5	Brandschutzplatte
2,5	Blindboden	20,0	Mineralwolldämmplatte
5,0	Schüttung, Polsterhölzer	4,0	Klinkerziegel
3,0	Schüttung	6,0	Schüttung
14,0	Ziegelgewölbe, schmalste Stelle	20	Doppelbaumdecke
16,0	Mineralwolldämmplatte	2,5	Kalkputz auf Schilf-Stukkatur
U-Wert	0,20 [W/m ² K]	U-Wert	0,15 [W/m ² K]

Tab. 15: Wandaufbau und U-Werte nach Sanierung des Gründerzeithauses in der Hadikgasse

Außenwand Mauerwerk (Innendämmung)		Außenwand Mauerwerk (Außendämmung)	
Stärke [cm]	Bauteile [-]	Stärke [cm]	Bauteile [-]
2,5	Kalkputz, außen	20,0	Korkdämmplatte
44,0	Vollziegelmauerwerk	1,0	Kalkputz, außen
1,5	Kalkputz, innen	2,5	Kalkputz, außen
1,0	Lehmmörtel	44,0	Vollziegelmauerwerk
8,0	Schilfrohrmatte	1,5	Kalkputz, innen
1,0	Lehmmörtel		
U-Wert	0,45 [W/m ² K]	U-Wert	0,15 [W/m ² K]

6.2.2.1 Sanierungsoptionen A: Dämmung oberste Geschossdecke

Die Dämmung der obersten Geschossdecke kann relativ einfach durchgeführt werden, da der Dachboden leer steht und druckfeste Dämmplatten direkt auf die bestehende Oberfläche aufgebracht werden können, gefolgt von einer Brandschutzplatte als Gehbelag. Für die Mineralwolldämmplatten wird eine Dicke von 20 cm angenommen. Im Bereich der Dachstühle ist zwischen Bundtram und Deckenoberseite nicht immer ausreichend Platz vorhanden, weshalb in diesem Bereich eine variable Dämmstärke (ca. 5-15 cm) gewählt werden sollte, um Energieverluste zu minimieren. Die bestehenden Aufbauten bleiben erhalten und die nachträgliche Sanierung kann jederzeit rückgängig gemacht werden. Es ist zu beachten, dass bei der Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen zusätzliche Lasten auf das Bestandsgebäude entstehen können. Daher ist eine detaillierte Bewertung der vorhandenen Tragstruktur notwendig.

Durch die zusätzliche Dämmung der obersten Geschossdecke verringern sich die rechnerischen Wärmeverluste um etwa 11 MWh/a (ca. 9 %) im Vergleich zum Ausgangszustand.

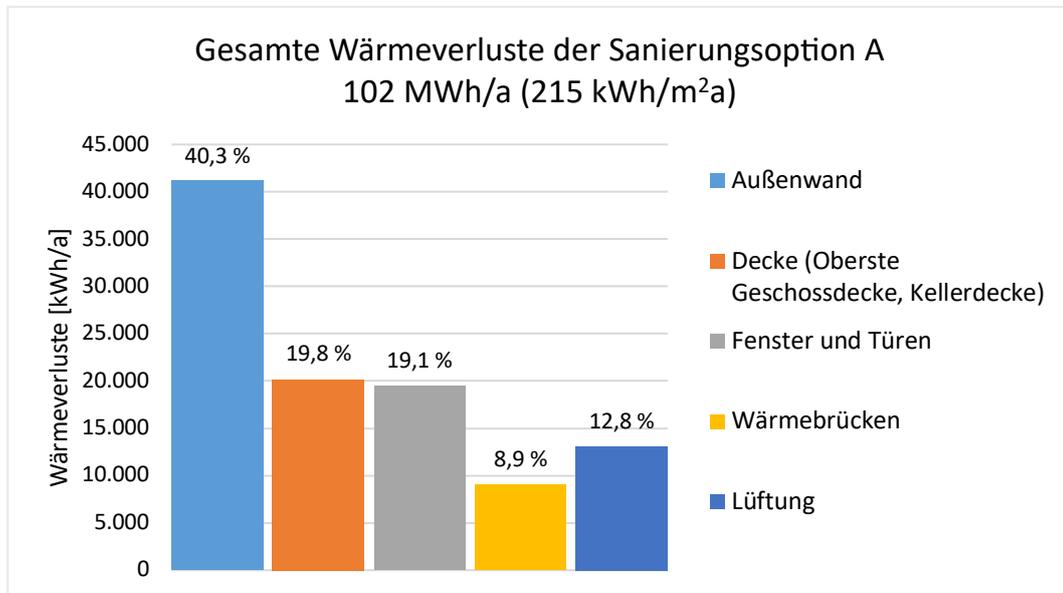


Abb. 6.3: Wärmeverluste der Sanierungsoption A

Kostenvergleich der Sanierungsmaßnahme: Dämmung oberste Geschossdecke

Die Gesamtkosten für diese Sanierungsoption belaufen sich auf ca. 12.000 Euro, basierend auf einem Kostenkennwert von 20 Euro/m² (10 Euro/m² für Material und 10 Euro/m² für Verlegung) für die Brandschutzplatte (z.B. von der Firma *Fermacell*) und einem Kostenkennwert von 2x15 Euro/m² (für die Verlegung von zwei Dämmplatten) für die Mineralwolldämmung. Die Annahmen wurden mit Hilfe des Baukostenrechners von *daibau.at* [125] sowie des *BKI 2017* getroffen und durch Recherchen bei Herstellern bestätigt.

Abb. 6.4 zeigt den Vergleich der Investitionskosten der Sanierungsmaßnahme und der Einsparungen durch den geringeren Energieverbrauch. Unter den getroffenen Annahmen wird sich diese Investition monetär in etwa 8 Jahren amortisieren.

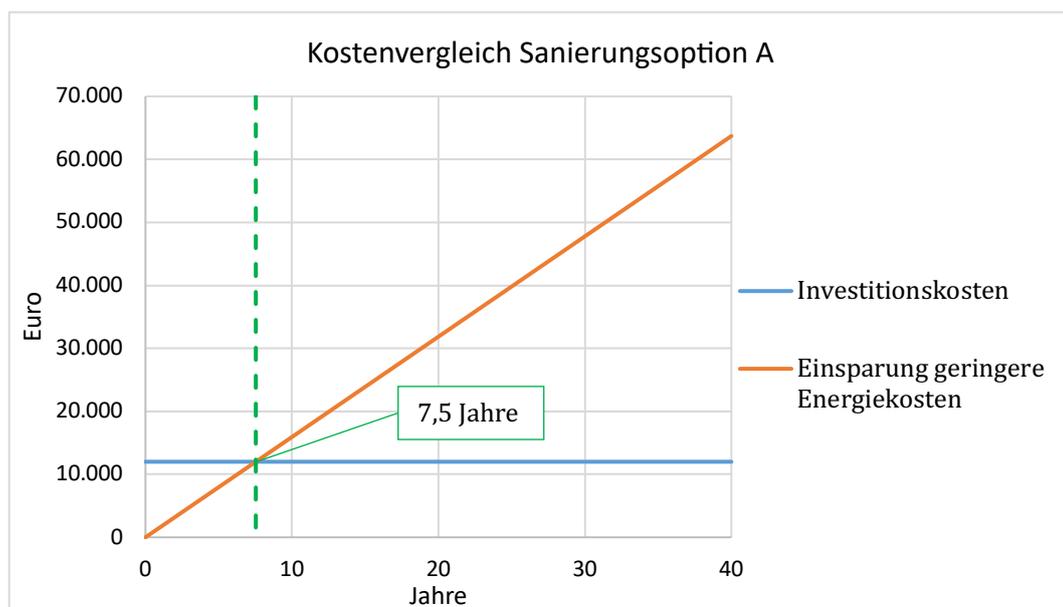


Abb. 6.4: Vergleich der Investitionskosten der Sanierungsoption A (Dämmung der obersten Geschossdecke) mit den Einsparungen durch den geringeren Energieverbrauch

Umweltbilanz der Sanierungsmaßnahme: Dämmung oberste Geschossdecke

In Abb. 6.5 wird die Umweltbilanz der Sanierungsmaßnahme dargestellt. Unter den getroffenen Annahmen wird sich diese Investition ökologisch betrachtet nach etwa 1 bis 2 Jahren amortisieren.

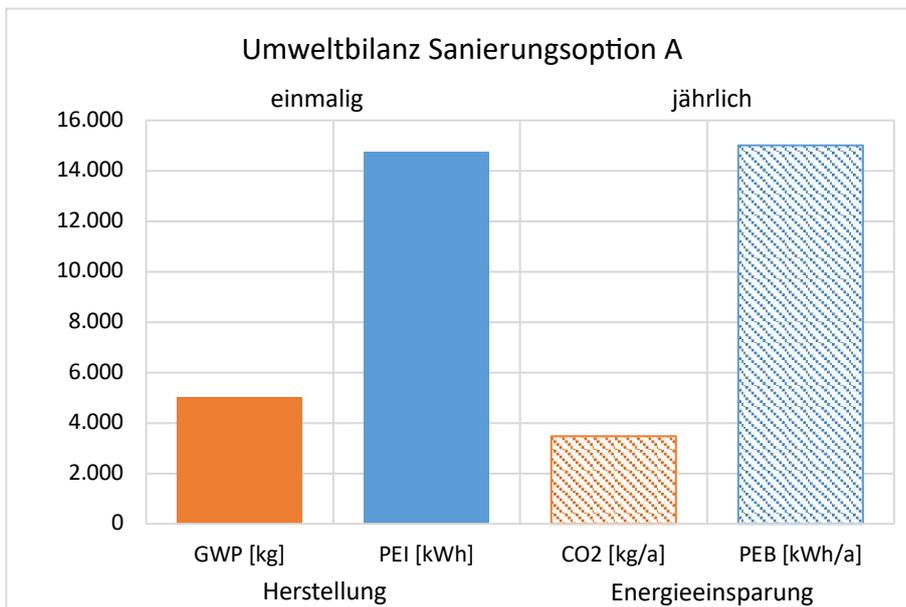


Abb. 6.5: Umweltbilanz Sanierungsoption A: Gegenüberstellung Primärenergieinhalt (PEI)/CO₂-Äquivalent (GWP) der Sanierungsbaustoffe und Primärenergiebedarf (PEB)/CO₂ der jährlichen Ersparnisse des Energieverbrauchs durch die Sanierungsmaßnahme

6.2.2.2 Sanierungsoption B: Dämmung oberste Geschossdecke und Kellerdecke

Sanierungsoption B umfasst die Dämmung der obersten Geschossdecke sowie der Kellerdecke mit Mineralwollplatten. Durch die Dämmung der Kellerdecke können die Wärmeverluste um zusätzlich ca. 15 MWh/a verringert werden.

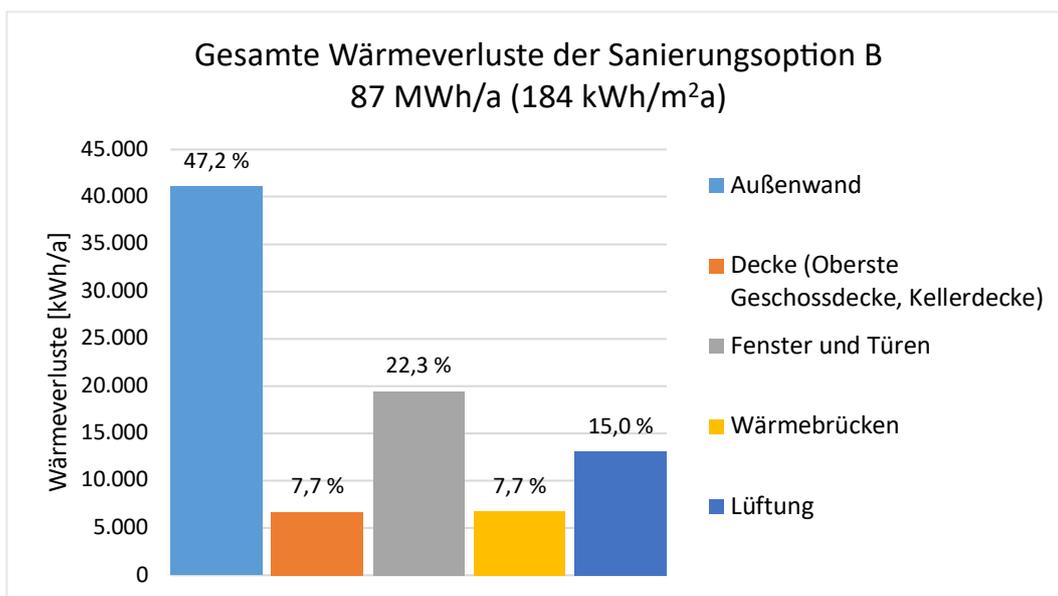


Abb. 6.6: Wärmeverluste der Sanierungsoption B

Um die Energieverluste durch die Kellerdecke zu minimieren, könnte eine Bodendämmung im Erdgeschoss oder eine Deckendämmung im Kellergeschoss angebracht werden. In diesem Fall

wird die Option der Deckendämmung gewählt, um sicherzustellen, dass die Erdgeschosswohnungen während der Bauarbeiten bewohnbar bleiben. Die Dämmung muss seitlich an den Kellerwänden nach unten gezogen werden und die Fensterlaibungen sollten ebenfalls mitgedämmt werden, um Wärmebrücken zu vermeiden. Bei der Dämmung eines Gewölbes können Lamellendämmplatten verwendet werden.

Die Dämmung der Kellerdecke ist im Vergleich zur Dämmung der obersten Geschossdecke aufwendiger, und es muss aufgrund der Bauteilanschlüsse, der Führung von Leitungen und diversen Befestigungen mit vermehrten Wärmebrücken gerechnet werden.

Kostenvergleich der Sanierungsmaßnahme: Dämmung Kellerdecke

Die Gesamtkosten für diese Sanierungsoption belaufen sich auf rund 19.000 Euro, wobei ein Kostenkennwert von 80 Euro/m² für die Dämmung (Mineralwolle) zugrunde gelegt wurde. Darin ist bereits ein Aufschlag von 100 % gegenüber den Werten aus dem BKI enthalten. Der Grund dafür ist, dass eine Gewölbedecke eine größere Oberfläche hat als eine horizontale Decke und dass die Dämmung über die Wände nach unten gezogen werden muss, um Wärmebrücken zu vermeiden. Zusätzlich müssen auch die Fensterlaibungen gedämmt werden.

Abb. 6.7 zeigt den Vergleich der Investitionskosten der Sanierungsmaßnahme und der Einsparungen durch den geringeren Energieverbrauch. Unter den getroffenen Annahmen wird sich diese Investition monetär in etwa 9 Jahren amortisieren.

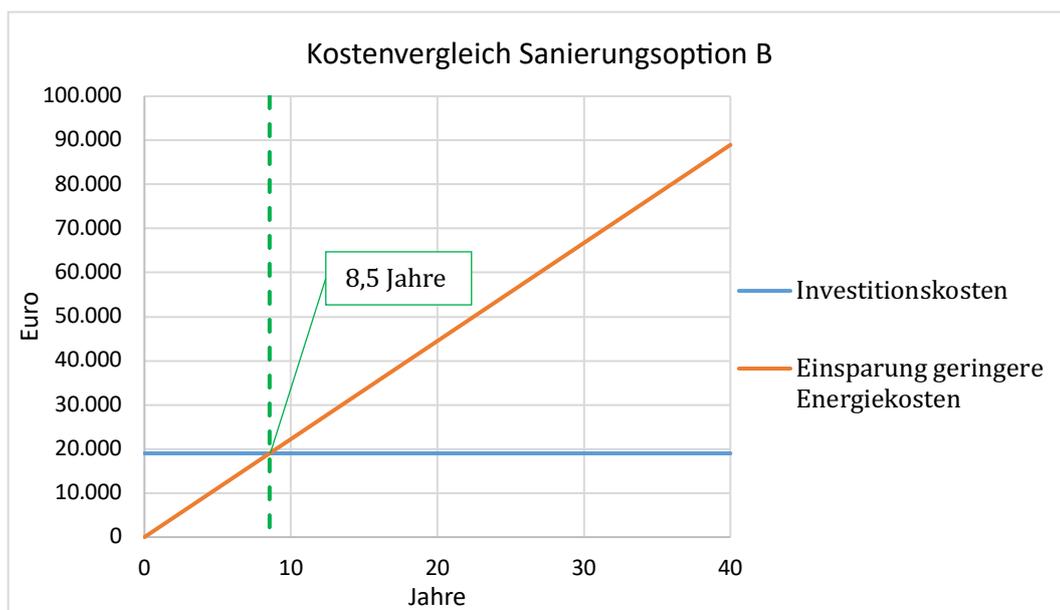


Abb. 6.7: Vergleich der Investitionskosten der Sanierungsoption B (Dämmung der Kellerdecke) mit den Einsparungen durch den geringeren Energieverbrauch

Umweltbilanz der Sanierungsmaßnahme: Dämmung Kellerdecke

In Abb. 6.8 wird die Umweltbilanz der Sanierungsmaßnahme dargestellt. Unter den getroffenen Annahmen wird sich diese Investition ökologisch betrachtet nach etwa 2 bis 3 Jahren amortisieren.

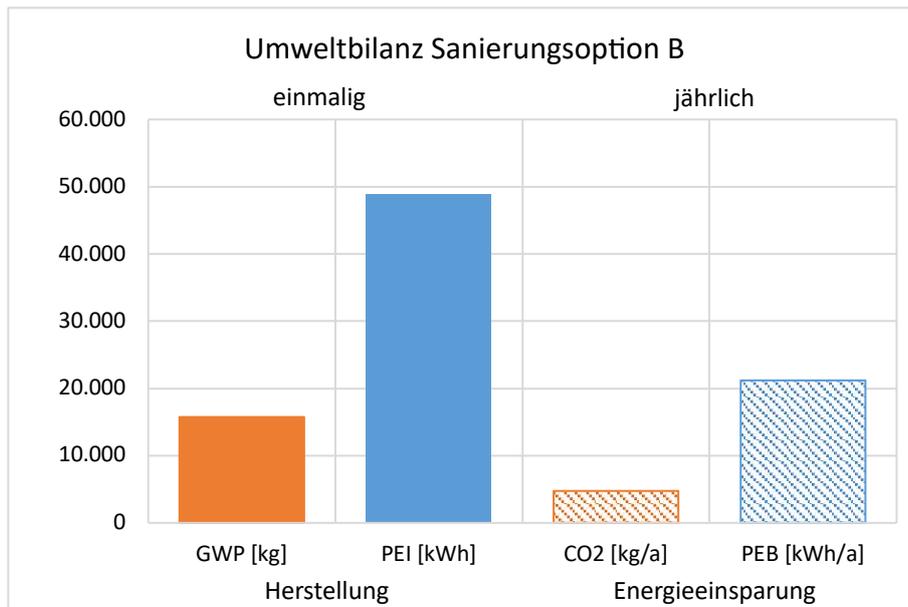


Abb. 6.8: Umweltbilanz Sanierungsoption B: Gegenüberstellung Primärenergieinhalt (PEI)/CO₂-Äquivalent (GWP) der Sanierungsbaustoffe und Primärenergiebedarf (PEB)/CO₂ der jährlichen Ersparnisse des Energieverbrauchs durch die Sanierungsmaßnahmen

6.2.2.3 Sanierungsoption C: Dämmung oberste Geschossdecke und Kellerdecke, Außendämmung und Fenstertausch

Die Anbringung einer Außendämmung ist nicht bei allen Außenwänden leicht umsetzbar. Die Fassade und das äußere Erscheinungsbild müssen erhalten bleiben, sodass eine Außendämmung der straßenseitigen Wand im Rahmen der vorliegenden Sanierungsoption als nicht realisierbar oder nicht wirtschaftlich angesehen wird. Eine nachträgliche Außendämmung der rechten Feuermauer (siehe Abb. 6.1) ist nur mit der Zustimmung des Nachbarn möglich, da diese direkt an der Grundstücksgrenze liegt.

Für die Bewertung dieser Sanierungsoption wird angenommen, dass die Zustimmung des Nachbarn zur Anbringung einer Außendämmung an der rechten Feuermauer gegeben ist. Daher wird eine 20 cm Außendämmung hofseitig und an der rechten Feuermauer angebracht. Die linke Feuermauer im Bereich des Nachbargebäudes wurde als Innenwand ohne Wärmeverluste berücksichtigt.

Bei dieser Option werden auch die Fenster und Außentüren saniert. Bei den Kastenfenstern bleibt der Außenflügel erhalten, und nur das Innenfenster wird ersetzt. Der U-Wert der sanierten Außentüren und Fensterkonstruktionen wird mit 1,0 W/m²K angenommen (Passivhausstandard < 0.8 W/m²K).

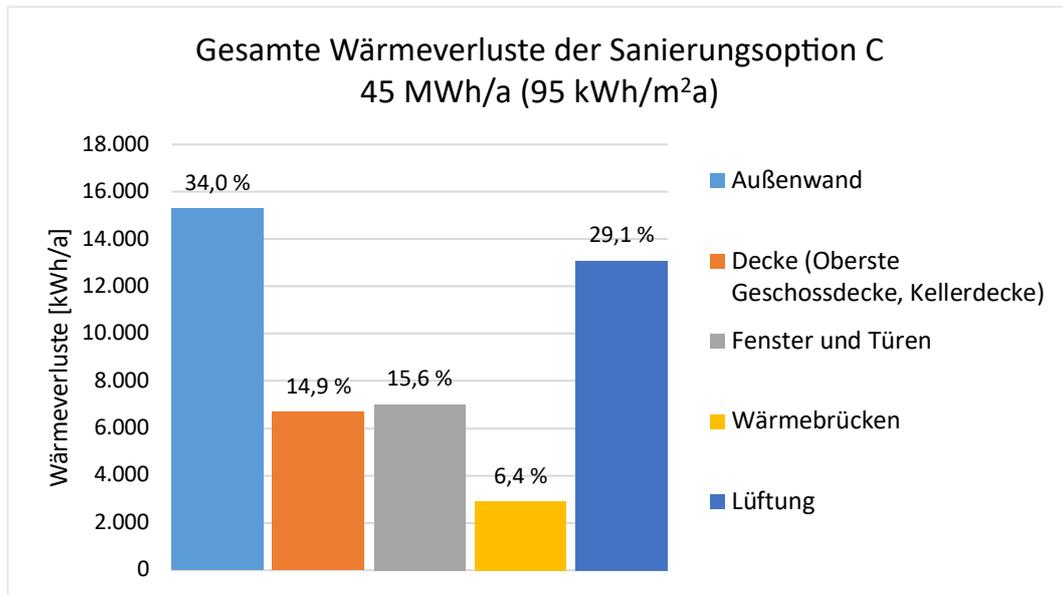


Abb. 6.9: Wärmeverluste der Sanierungsoption C

Durch die Außendämmung der rechten Feuermauer bzw. der hofseitigen Wände (ca. 27 MWh/a), sowie den Austausch bzw. die Modernisierung der Fenster und Türen (ca. 15 MWh/a), verringern sich die Wärmeverluste zusätzlich um ca. 42 MWh/a.

Kostenvergleich der Sanierungsmaßnahme: Außendämmung und Fenstertausch

Die gesamten Herstellungskosten dieser Sanierungsoption belaufen sich auf ca. 93.000 €, wobei für die Herstellung des WDVSs mit 20 cm Korkdämmplatten ein Kostenkennwert von 130 €/m² mit einem Zuschlag für die Abtragung und Entsorgung der bestehenden Fassade in Höhe von 20 €/m² angenommen wird. Für den Fenstertausch wird ein Kostenkennwert von 800 € pro m² Fensterfläche angenommen. Die Annahmen wurden unter Zuhilfenahme des Baukostenrechners von *daibau.at* [125] und des *BKI 2017* sowie durch Recherchen bei Herstellern getroffen.

Abb. 6.10 zeigt den Vergleich der Investitionskosten der Sanierungsmaßnahme und der Einsparungen durch den geringeren Energieverbrauch. Es ist zu erkennen, dass sich aufgrund der getroffenen Annahmen die Investition monetär nach knapp 15 Jahren rentieren würde.

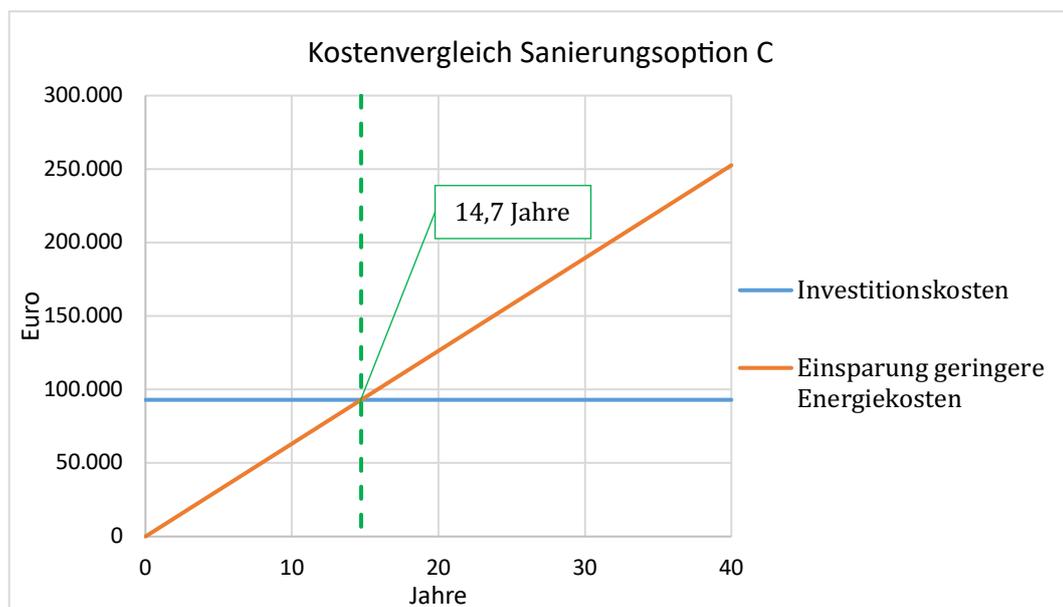


Abb. 6.10: Vergleich der Investitionskosten der Sanierungsoption C (Außendämmung und Fenstertausch) mit den Einsparungen durch den geringeren Energieverbrauch

Umweltbilanz der Sanierungsmaßnahme: Außendämmung und Fenstertausch

In Abb. 6.11 wird die Umweltbilanz der Sanierungsmaßnahme dargestellt. Die Bestimmung der Umweltindikatoren Primärenergiegehalt (PEI) und GWP-Wert ist bei Fenstern und Türen nur sehr schwer möglich, deshalb werden sie in diesem Fall nicht betrachtet. Somit kann nur die jährliche Einsparung an Energieverbrauch (PEB) und CO₂-Belastung dargestellt werden. Zu beachten ist, dass die thermische Sanierung der Außenwände, ohne Berücksichtigung von Fenstern und Türen, aufgrund der gewählten Baustoffe (Korkdämmplatten) in sehr kurzer Zeit ökologisch rentabel wäre.

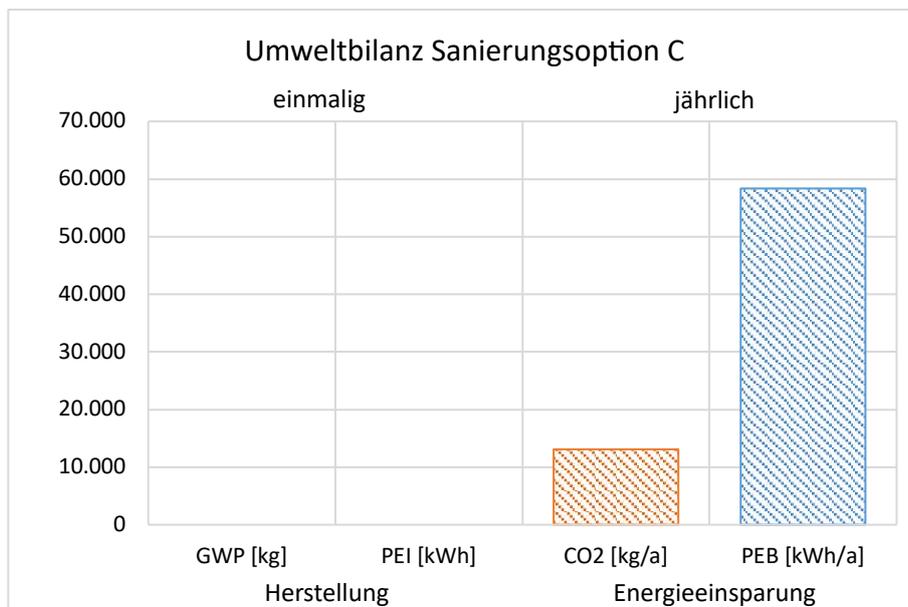


Abb. 6.11: Umweltbilanz Sanierungsoption C: Gegenüberstellung Primärenergieinhalt (PEI)/CO₂-Äquivalent (GWP) der Sanierungsbaustoffe und Primärenergiebedarf (PEB)/CO₂ der jährlichen Ersparnisse des Energieverbrauchs durch die Sanierungsmaßnahmen

6.2.2.4 Sanierungsoption D: Dämmung oberste Geschossdecke und Kellerdecke, Außendämmung, Innendämmung Fassadenwand und Fenstertausch

Der Einbau einer nachträglichen Innendämmung ist aufgrund der Nutzungseinschränkung und der Umlegung bestehender Leitungen mit einem hohen baulichen und organisatorischen Aufwand verbunden. Die Maßnahmen sollten im Voraus detailliert geplant werden, wobei den Bauteilanschlüssen (Fenster-, Dach- und Wandanschlüsse) besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte, um Wärmebrücken zu reduzieren. Die Eignung des Innendämmsystems und die dauerhafte Schadenfreiheit wird in der Regel durch umfangreiche hygrothermische Berechnungen und Simulationen nachgewiesen (vgl. Abschnitt 4.5.1.2).

In diesem Beispiel wurde ein Innendämmsystem aus Schilfrohmatten und Lehmputz gewählt. Diese Baustoffe haben sehr gute bauphysikalische Eigenschaften, weisen eine gute Diffusionsfähigkeit auf, sind bei richtiger Anwendung dauerhaft, haben eine positive Gesamtumweltbilanz und eignen sich für die Sanierung von Altbauten. Die Verwendung von Schilfdämmplatten ist nicht nur auf Innendämmsysteme beschränkt, sondern kann auch als Dach-, Decken- oder Außendämmung verwendet werden. Schilfrohre sind außerdem sehr gute Putzträger. Lehm ist ein nicht brennbares Baumaterial, das leicht wiederverwendet werden kann und meist lokal verfügbar ist, sodass kurze Transportwege eingehalten werden können. Die Kombination von Lehm und Schilf ist besonders geeignet, da Lehm feuchtigkeitsausgleichende Eigenschaften hat und dadurch die Schilfdämmplatten relativ trocken hält [126].

Die Wärmeverluste können durch die Anbringung einer Innendämmung um ca. 8 MWh/a reduziert werden. Bei dieser Sanierungsoption entstehen die größten rechnerischen Wärmeverluste durch die natürliche Lüftung (35 %).

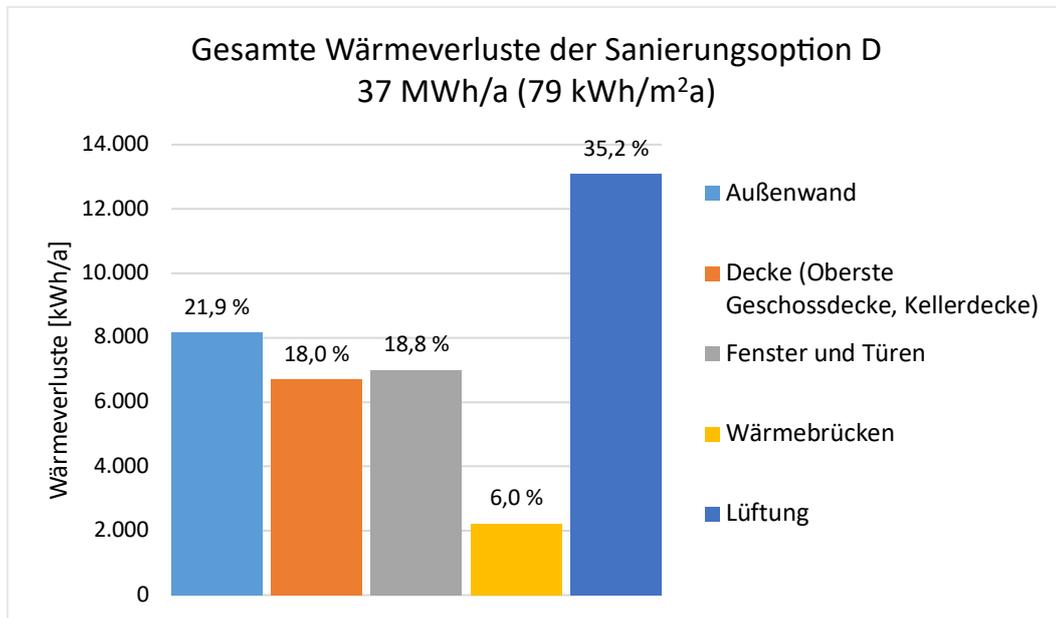


Abb. 6.12: Wärmeverluste der Sanierungsoption D

Kostenvergleich der Sanierungsmaßnahme: Innendämmung Fassadenwand

Die gesamten Herstellungskosten dieser Sanierungsoption belaufen sich auf etwa 13.000 €. Dabei wurde für die Schilfrohrmatten ein Kostenkennwert von 55 €/m² und für den Lehmputz ein Kostenkennwert von 50 €/m² angenommen. Die Annahmen wurden unter Zuhilfenahme von *energieheld.de* [127] für die Schilfrohrmatten, *daibau.at* [128] für den Lehmputz und dem *BKI 2017* getroffen.

Abb. 6.13 zeigt den Vergleich der Investitionskosten der Sanierungsmaßnahme und der Einsparungen durch den geringeren Energieverbrauch. Monetär betrachtet amortisiert sich diese Investition nach etwa 11 Jahren.

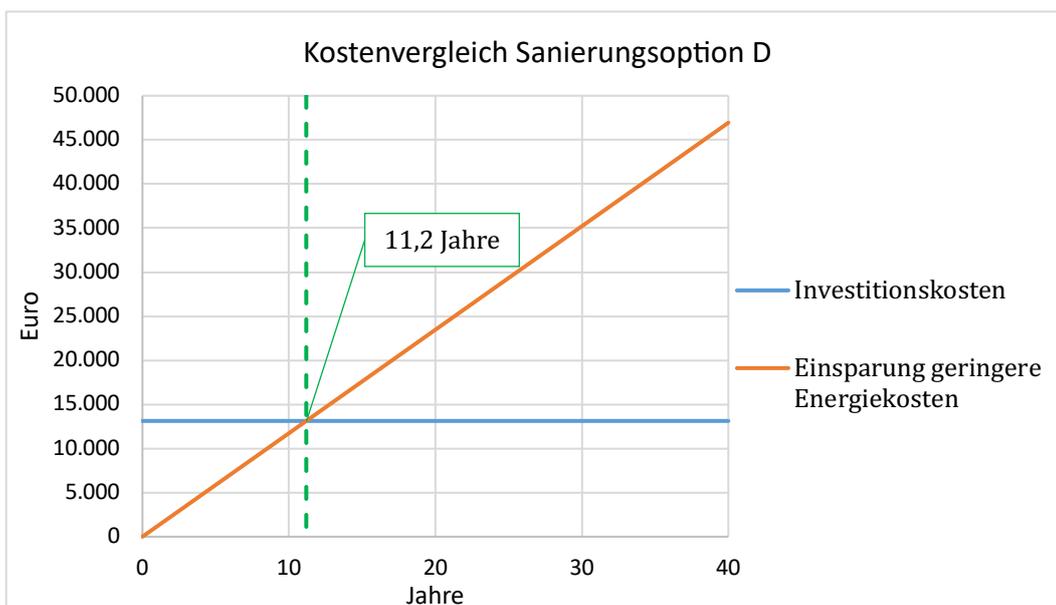


Abb. 6.13: Vergleich der Investitionskosten der Sanierungsoption D (Außendämmung und Fenstertausch) mit den Einsparungen durch den geringeren Energieverbrauch

Umweltbilanz der Sanierungsmaßnahme: Innendämmung Fassadenwand

In Abb. 6.14 wird die Umweltbilanz der Sanierungsmaßnahme dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Innendämmung der Fassadenwand mit Schilfrohrmatten eine ökologisch rentable Sanierungsmaßnahme ist. Die jährlichen Einsparungen des Energieverbrauchs (PEB) und der CO₂-Belastung sind deutlich höher als der Primärenergiegehalt (PEI) oder der GWP-Wert dieser Sanierungsoption und amortisieren sich daher in sehr kurzer Zeit. Durch die Schilfrohrmatten und den Lehmputz kann bei dieser Sanierungsoption sogar mehr CO₂ gespeichert werden als bei der Produktion anfällt, was zu einem negativen GWP-Wert führt.

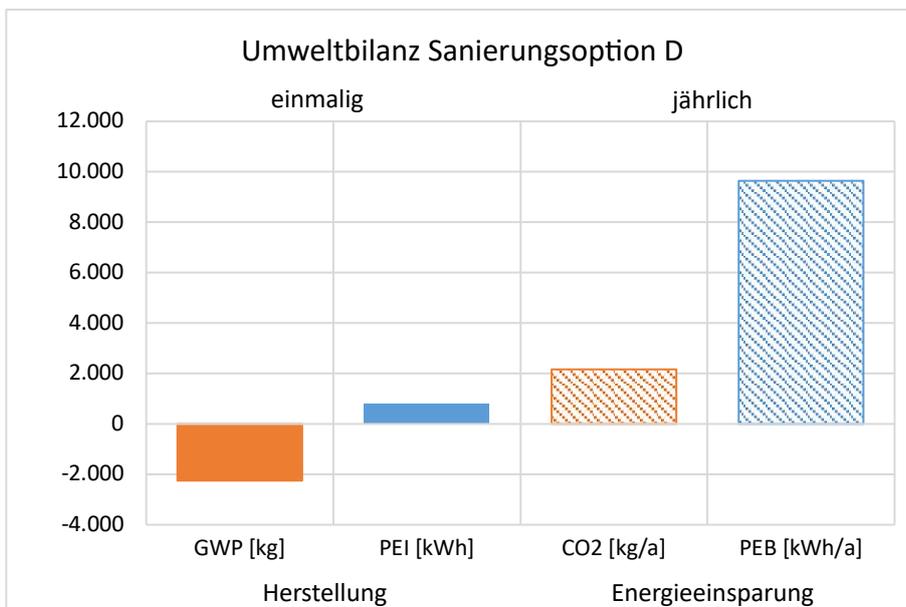


Abb. 6.14: Umweltbilanz Sanierungsoption D: Gegenüberstellung Primärenergieinhalt (PEI)/CO₂-Äquivalent (GWP) der Sanierungsbaustoffe und Primärenergiebedarf (PEB)/CO₂ der jährlichen Ersparnisse des Energieverbrauchs durch die Sanierungsmaßnahmen

6.2.2.5 Sanierungsoption E: Dämmung oberste Geschossdecke und Kellerdecke, Außendämmung (inkl. Fassade) und Fenstertausch

Aufgrund der hohen Baukosten und der Denkmalpflege-Bedingungen kommt eine nachträgliche Außendämmung bei Gründerzeitbauten mit gegliederten Fassaden in *Schutzzonen* der Stadt Wien nur selten in Frage. Um jedoch einen Vergleich der Energieeinsparungen zwischen Innen- und Außendämmung zu erhalten, wird bei dieser Option eine Außendämmung von 20 cm an der Fassade angebracht.

Durch eine nachträgliche Außendämmung im Vergleich zu einer Innendämmung konnten die Wärmeverluste um nochmals rund 8 % verringert werden.

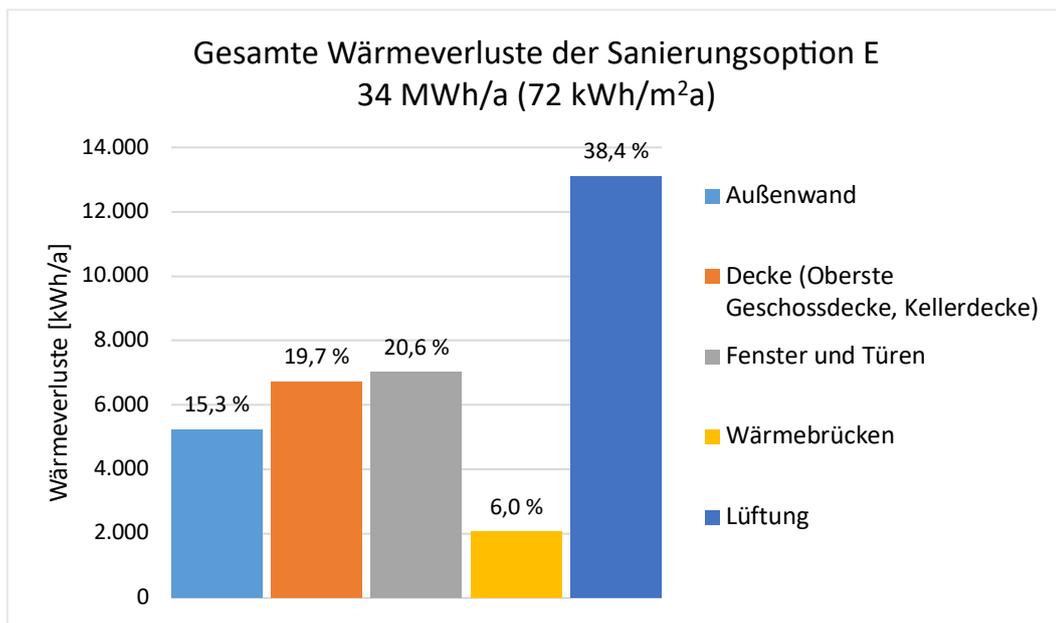


Abb. 6.15: Wärmeverluste der Sanierungsoption E

Der Kostenvergleich und die Umweltbilanz werden für diese Sanierungsoption aus den oben genannten Gründen nicht durchgeführt.

6.2.3 Zusammenfassung Sanierungsoptionen Gebäudehülle

In Tab. 16 wird ein Überblick über das Einsparungspotenzial des Heizwärmebedarfs $HWB_{Ref,SK}$ der unterschiedlichen Sanierungsoptionen gegeben.

Tab. 16: Übersicht Einsparungspotenzial des Referenz Heizwärmebedarfs am Standortklima ($HWB_{Ref,SK}$)

Überblick	Maßnahmen	$HWB_{Ref,SK}$ [kWh/m ² a]	Einsparung $HWB_{Ref,SK}$ [kWh/m ² a]	Kosten der zusätzlichen Maßnahme
Bestand		196,1		
Option A	Dämmung oberste Geschossdecke	173,9	22,2	12.000 €
Option B	O _A + Dämmung Kellerdecke	143,2	52,9	19.000 €
Option C	O _B + Außendämmung + Fenstertausch	58,3	137,8	93.000 €
Option D	O _C + Innendämmung Fassade	43,5	152,6	13.000 €
Option E	O _D + Außendämmung Fassade	37,7	158,4	-
Gesamtkosten Sanierungsoption D				137.000 €

6.3 Thermisch-energetische Sanierung: Energieversorgung

6.3.1 Außenluftnutzung

Das technische Potenzial zur Wärmeentnahme aus Außenluft wird durch den Platzbedarf der Wärmepumpe und den maximalen Luftvolumenstrom begrenzt. Es ist wichtig zu beachten, dass es für den Lärmpegel von Wärmepumpen rechtliche Einschränkungen gibt, die von der Art des Wohngebiets und der Tageszeit abhängen. Die Lautstärke einer Luft-Wärmepumpe beträgt durchschnittlich zwischen 40 und 60 dB (Schalleistungspegel) [129]. Es ist wichtig sicherzustellen, dass Nachbarn nicht unzulässig gestört werden.

Die Lärmkarte am Standort des Untersuchungsobjekts wird in der folgenden Abbildung dargestellt. Gemäß der Lärmkarte [130] beträgt der Nachtlärmpegel an der Straßenseite in 4 Metern Höhe 65 bis 70 dBA, während er sich hofseitig zwischen 45 und 60 dBA bewegt.

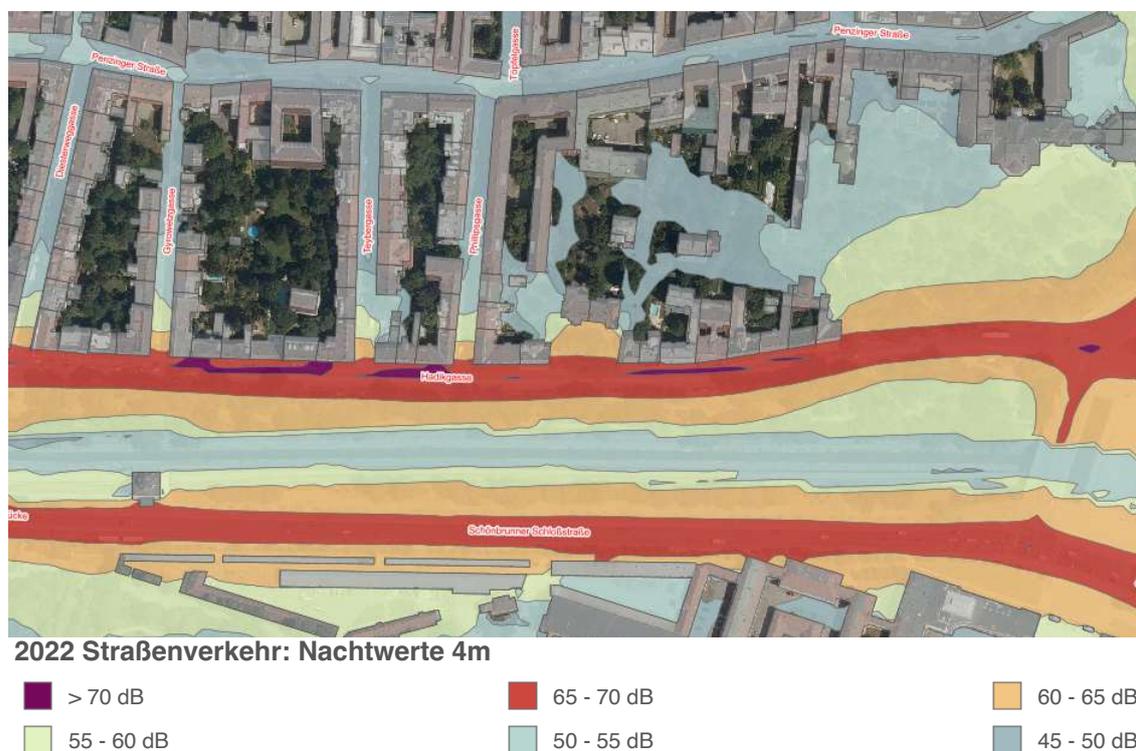


Abb. 6.16: Lärmkarte mit dem Nachtlärmpegel in 4 m Höhe am Standort – Hadikgasse [130]

Die Stadt Wien stellt einen Leitfaden zur Verfügung, mit dem geprüft werden kann, ob eine Genehmigungspflicht vorliegt (*Leitfaden Schallschutz haustechnischer Anlagen* [131]). Wärmepumpen dürfen das Stadtbild nicht stören. Insbesondere in *Schutzonen* wird eine Abklärung mit der Abteilung für Architektur und Stadtgestaltung empfohlen [132].

6.3.2 Solarpotenzial

Die Dachfläche des Gründerzeithauses in der Hadikgasse weist eine Neigung von ca. 30° Richtung Straße und ca. 25° Richtung Hof auf. Abb. 6.17 zeigt das Solarpotenzial des Daches des Gründerzeithauses. Die roten Bereiche stehen für eine sehr gute Eignung (>1250 kWh/m²a), orange Bereiche für eine gute Eignung (900-1250 kWh/m²a) und gelbe Bereiche für eine mittlere Eignung (600-900 kWh/m²a) zur Nutzung des Solarpotenzials. Es ist erkennbar, dass die hofseitigen Dachflächen (Nordausrichtung) keine gute Eignung für die Solarnutzung haben, während die straßenseitige Dachfläche (Südausrichtung) gut geeignet ist.

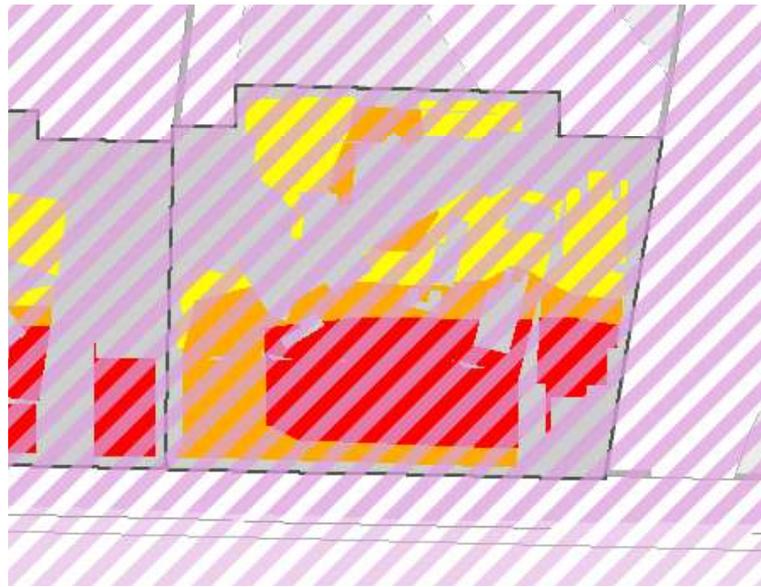


Abb. 6.17: Ausschnitt Solarpotenzialkataster Stadt Wien – Hadikgasse

Folgende Informationen stammen aus dem *Solarpotenzialkataster*:

- Dachflächenpotenzial:
 - Sehr gute Eignung: 59 m²
 - Gute Eignung: 46 m²
 - Mittlere Eignung: 44 m²
- Geschätzte Anlageleistung: 7 kWp (unter Berücksichtigung der Flächen mit sehr guter und guter Eignung)

Zu beachten ist, dass die geschätzte Anlagenleistung keine gebäudespezifischen Faktoren wie die Statik, den Zustand der Dachhaut oder die Elektrotechnik sowie eigentumsrechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigt und keine Planung vor Ort ersetzt [46].

Da sich das Gründerzeithaus in einer *Schutzzone* befindet und die Anbringung einer Photovoltaikanlage das äußere Erscheinungsbild beeinflussen kann, ist eine Baubewilligung erforderlich [133]. Mittlerweile ist die Entwicklung der Photovoltaik-Elemente so weit fortgeschritten, dass es auch Lösungen gibt, z.B. integrierte Module oder Solarziegel, die sich gut an das Erscheinungsbild von Gründerzeithäusern anpassen lassen. Diese Art von Solaranlagen ist jedoch deutlich teurer und weist normalerweise einen geringeren Energieertrag auf. Bei anstehenden Dachsanierungen oder einem Dachgeschossausbau können integrierte Module jedoch eine gute Lösung darstellen (vgl. Abschnitt 4.4.4).

Betrachtet man die oben genannten Faktoren, besteht die Möglichkeit für dieses Gebäude, eine Photovoltaikanlage zu installieren. Die zur Straße gerichtete Dachfläche (Südausrichtung) beträgt etwa 120 m² und weist eine Neigung von 30° auf.

6.3.3 Erdwärmepotenzial

6.3.3.1 Grundwasser

Zur thermischen Nutzung von Grundwasser müssen sowohl technische als auch rechtliche Voraussetzungen erfüllt werden.

Zu den technischen Voraussetzungen gehören insbesondere [47] [134]:

- Grundwasserverfügbarkeit
 - Grundwassertemperatur
 - Hydraulische Produktivität

- Eignung des Grundwasserleiters
- Möglichkeit einer *Brunnendublette* (Entnahme- und Schluckbrunnen)
- Kontaminationsfreies Grundwasser (z.B. keine Deponien oder Halden)
- Konzentrationen von gelösten Stoffen im Grundwasser (Eisen, Mangan, Chlorid, Nitrat)

Zu den rechtlichen Voraussetzungen gehören insbesondere [47] [134]:

- Die Grundwassernutzung in Wasser- und Naturschutzgebieten kann ausgeschlossen oder mit strengen Auflagen verbunden sein
- Eine Grundwassernutzung darf nicht zu Beeinträchtigungen bereits bestehender Nutzungen führen
- Bedarf auf wasserrechtliche Bewilligung (für Wien: MA 58 Wasserrechtbehörde)

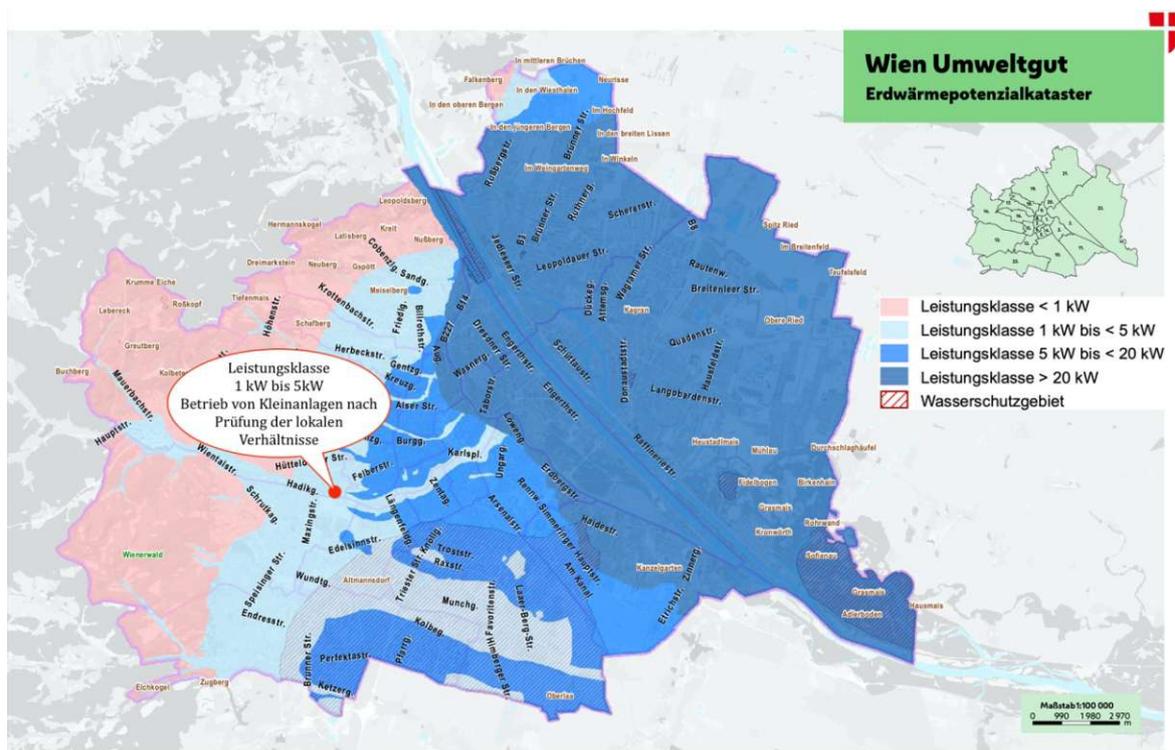


Abb. 6.18: Erdwärmepotenzialkataster – Grundwasser am Standort des Untersuchungsobjekts [48]

Das Potenzial der Erdwärmennutzung des obersten Wasserkörpers am Standort des Untersuchungsobjekts wird über den *Erdwärmepotenzialkataster* der Stadt Wien erhoben.

Folgende Informationen stammen aus dem *Erdwärmepotenzialkataster*:

- Leistungsklasse von 1kW bis 5kW
- Eignung für den Betrieb von Kleinanlagen nach Prüfung der lokalen Verhältnisse möglich

6.3.3.2 Erdsonden

Der *Erdwärmepotenzialkataster* zeigt durch die Verwendung von Erdwärmesonden die konduktive Wärmeleitfähigkeit im Boden auf, gemittelt über drei Tiefenbereiche (0 bis 30, 0 bis 100 und 0 bis 200 Meter), in der Einheit W/m/K. Dieser Faktor hängt von geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen ab und dient als Basis für die Berechnung der verfügbaren Energiemenge. Um diese vollständig zu berechnen, sind sowohl die mittlere Bodentemperatur als auch die Funktionsweise der Erdsondenanlage (Heizen/Kühlen, Volllaststunden) von Bedeutung [135].

Die mittlere Bodentemperatur für die Dimensionierung der Erdwärmesonden kann für Wien wie folgt abgeschätzt werden [135]:

- Tiefenintervall 0 bis 30 Meter: $12 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tiefenintervall 0 bis 100 Meter: $12 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tiefenintervall 0 bis 200 Meter: $14 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$

Die Berechnung der konduktiven Wärmeleitfähigkeit erfolgte auf Basis der Bohrprofile des Baugrunderkaters der Stadt Wien und kann als erste Schätzung für die Auslegung von Erdsondenanlagen dienen. Es wird wie folgt unterteilt [135]:

- Gering: die prognostizierte gemittelte Wärmeleitfähigkeit ist für das angegebene Tiefenintervall kleiner als $1,7 \text{ W/m/K}$
- Durchschnittlich: die prognostizierte gemittelte Wärmeleitfähigkeit liegt für das angegebene Tiefenintervall zwischen $1,7$ und $1,9 \text{ W/m/K}$
- Gut: die prognostizierte gemittelte Wärmeleitfähigkeit ist für das angegebene Tiefenintervall größer als $1,9 \text{ W/m/K}$

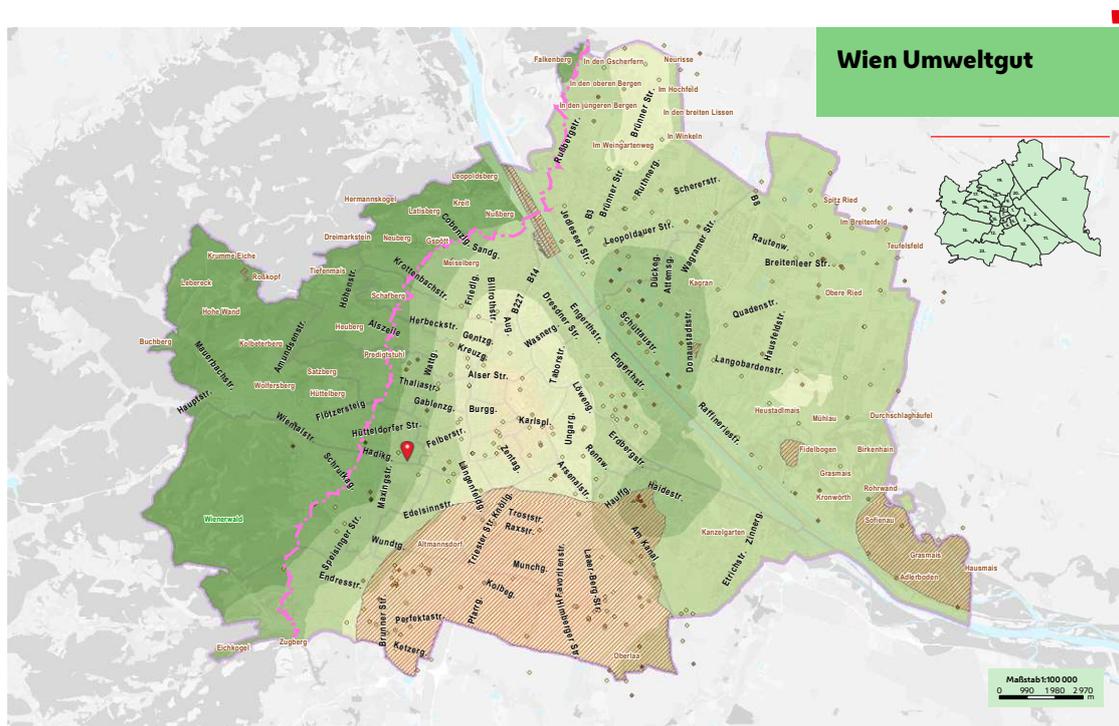


Abb. 6.19: Erdwärmepotenzialkataster – Erdwärmesonde (Schicht 0 bis 100m) [48]

Folgende Informationen sind für den Standort des Untersuchungsobjekts aus dem *Erdwärmepotenzialkataster* verfügbar [48]:

- Durchschnittliche konduktive Wärmeleitfähigkeit 0–30m: $1,9 \text{ W/m/K}$ ($\pm 0,2 \text{ W/m/K}$)
- Durchschnittliche konduktive Wärmeleitfähigkeit 0–100m: $2,0 \text{ W/m/K}$ ($\pm 0,2 \text{ W/m/K}$)
- Durchschnittliche konduktive Wärmeleitfähigkeit 0–200m: $2,0 \text{ W/m/K}$ ($\pm 0,2 \text{ W/m/K}$)
- Die Genehmigung für Erdsonden ist für alle Schichten bewilligungspflichtig

Die Bohrpunkte sollten sich mindestens 2,5 m von der Grundstücksgrenze entfernt befinden und der Abstand zwischen den Sonden sollte etwa 8 m betragen [136]. Obwohl es keine direkte Einfahrt zum Innenhof des Untersuchungsobjekts gibt, ist eine Zufahrt über das benachbarte Grundstück möglich. Aufgrund der großen Fläche des Innenhofs (ca. 380 m^2) und der prognostizierten guten Wärmeleitfähigkeit ist die Verwendung von Erdwärmesonden als eine praktikable Option für das Untersuchungsobjekt anzusehen.

6.3.4 Zusammenfassung thermisch-energetische Sanierung: Energieversorgung

In diesem Abschnitt wurden einige der vor Ort verfügbaren erneuerbaren Energiequellen vorgestellt. Es ist ersichtlich, dass verschiedene Energieversorgungssysteme möglich sind, mit jeweils unterschiedlichen technischen und rechtlichen Herausforderungen.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird keine genauere Studie der Energieversorgung durchgeführt. Dieser Abschnitt soll letztendlich eine Übersicht schaffen, die als Grundlage für weitere Untersuchungen dienen kann. Faktoren wie technische Machbarkeit, wirtschaftliche Rentabilität, Umweltauswirkungen und Rechtsvorschriften müssen jedoch in jedem Fall bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden. Nur durch eine solide und ausführliche Prüfung kann eine informierte Entscheidung getroffen werden.

7 Mustersanierung Gründerzeithaus: Förderungen

Dieses Kapitel stellt mögliche Finanzierungsmodelle und Förderungen dar, die für die ganzheitliche Modernisierung des Gründerzeithauses in der Hadikgasse zur Verfügung stehen. Dabei müssen folgende Rahmenbedingungen berücksichtigt werden:

- Die Berechnung der Förderungen basiert auf der Durchführung der Sanierungsoption D aus Unterkapitel 6.2.
- Das aktuelle Warmwasser- und Heizungssystem besteht aus Gasetagenheizungen (in jeder Wohnung).
- Das Gründerzeithaus verfügt über einen Innenhof mit einer Fläche von ca. 380 m².
- Ein Anschluss an das Fernwärmenetz ist zurzeit nicht möglich.
- Für die energetische Sanierung kommt eine Wärmepumpe (Anlageleistung 50 kW bis 100 kW) in Verbindung mit einer PV-Anlage (Anlageleistung bis max. 10 kWp) in Frage.

Die Förderungen werden so wie in Unterkapitel 2.5 in Bundes- und Landesförderungen unterteilt.

7.1 Bundesförderungen

7.1.1 Raus aus Öl und Gas für Private im mehrgeschossigen Wohnbau [24]

Mit der Förderung *Raus aus Öl und Gas* wird der Ersatz eines fossilen Heizsystems durch klimafreundliche Technologien in mehrgeschossigen Wohngebäuden und Reihenhausanlagen gefördert. Wenn neben dem Heizungstausch auch eine thermische Gebäudesanierung durchgeführt wird, kann hierfür ein separater Antrag im Rahmen des *Sanierungsschecks* im mehrgeschossigen Wohnbau gestellt werden.

Die Förderung bezieht sich auf den Wechsel von fossilen Heizsystemen wie Öl, Gas, Kohle/Koks-Allesbrenner und strombetriebene Nacht- oder Direktspeicheröfen zu hocheffizienten oder klimafreundlichen Alternativen wie Nah-/Fernwärmeanschlüssen. Wo ein solcher Anschluss nicht verfügbar ist, wird der Umstieg zu einer Holzzentralheizung oder einer Wärmepumpe gefördert. Wird gleichzeitig eine thermische Solaranlage installiert, kann ein zusätzlicher *Solarbonus* gewährt werden.

Es werden nur Wärmeversorgungssysteme gefördert, die eine wasserbasierte Verteilung von Wärme nutzen. Wird die klimafreundliche Heizungsanlage zentralisiert, werden die zusätzlichen Kosten für den Austausch der einzelnen Gasthermen oder fossilen Heizöfen in den Wohnungen gefördert. Die bestehenden Anlagen müssen in allen Fällen stillgelegt und ordnungsgemäß entsorgt werden. Die förderfähigen Kosten bestehen aus den Kosten für Material, Planung und Installation. Auch die Kosten für die Demontage und Entsorgung von stillgelegten Kessel- und Tankanlagen sind förderfähig. Wärmeabgabesysteme wie Fußbodenheizungen oder Radiatoren sind jedoch nicht förderfähig.

Die Förderung wird durch einen Pauschalsatz berechnet, der die Nennwärmeleistung berücksichtigt und mögliche Zuschläge einbezieht. Planungskosten werden bis zu 10 % aller förderfähigen Kosten bei der Förderungsberechnung berücksichtigt. Die Förderung wird als einmaliger, nicht rückzahlbarer Investitionszuschuss in Form einer *De-minimis-Beihilfe* gewährt. Die Gesamtförderung ist auf 50 % der förderfähigen Investitionskosten beschränkt.

Tab. 17: Übersicht Förderung *Raus aus Öl und Gas* nach [24]

Förderungsfähige Maßnahme	Förderung
Ersatz des fossilen Heizungssystems durch klimafreundliche oder hocheffiziente Nah-/Fernwärme, Holzzentralheizung oder Wärmepumpe	
Anlagen < 50 kW	7.500 Euro*
Anlagen 50 kW bis 100 kW	12.000 Euro*
Anlagen > 100 kW	15.000 Euro*
* Für Wärmepumpen mit einem Kältemittel mit einem GWP zwischen 1.500 und 2.000 wird die ermittelte Förderung um 20 % reduziert.	
Zentralisierung des Heizungssystems – je neu angeschlossener Wohnung	3.000 Euro/Wohneinheit
Zuschlag Raus aus Gas (kann nicht mit dem Ortskern-Zuschlag kombiniert werden)	
Bei Ersatz von Gas-Heizungen (Erdgas/Flüssiggas) ergeben sich folgende Zuschlagsmöglichkeiten	
Anlagen < 50 kW	+ 2.000 Euro
Anlagen 50 kW bis 100 kW	+ 3.200 Euro
Anlagen > 100 kW	+ 4.000 Euro
Zentralisierung des Heizungssystems – je neu angeschlossener Wohnung	+ 600 Euro/Wohneinheit
Zuschlag Ortskern	
Bei Anschlüssen von Gebäuden in Ortskernen in Erdgas versorgten Gebieten an hocheffiziente Fernwärme ergeben sich folgende Zuschlagsmöglichkeiten	
Anlagen < 50 kW	+ 2.000 Euro
Anlagen 50 kW bis 100 kW	+ 3.200 Euro
Anlagen > 100 kW	+ 4.000 Euro
Zentralisierung des Heizungssystems – je neu angeschlossener Wohnung	+ 600 Euro/Wohneinheit
Zuschlag Solar	
Solarbonus bei gleichzeitiger Umsetzung einer thermischen Solaranlage	
Bei Anlagen < 50 kW (mind. 6 m ² Kollektorfläche)	+ 1.500 Euro
Bei Anlagen 50 kW bis 100 kW (mind. 9 m ² Kollektorfläche)	+ 2.500 Euro
Bei Anlagen > 100 kW (mind. 12 m ² Kollektorfläche)	+ 4.000 Euro
Die Gesamtförderung ist mit max. 50 % der förderungsfähigen Investitionskosten begrenzt.	

7.1.1.1 Schlussfolgerung Förderung *Raus aus Öl und Gas*

Für den Wechsel von einer Gasetagenheizung zu einem zentralisierten, umweltfreundlichen Heizungssystem wie einer Wärmepumpe bei einer Leistung von 50 bis 100 kW, kann eine Förderung von 12.000 € plus ein Zuschlag von 3.200 € (für den Ausstieg aus Gas) beantragt werden. Die Gesamtförderung beträgt für das Gründerzeithaus in der Hadikgasse maximal 15.200 € und deckt bis zu 50 % der förderfähigen Investitionskosten ab.

7.1.2 Sanierungsscheck für Private im mehrgeschossigen Wohnbau [26]

Im Rahmen des *Sanierungsschecks* für den mehrgeschossigen Wohnbau werden thermische Sanierungen von Gebäuden, die älter als 20 Jahre sind, gefördert. Sowohl umfassende Sanierungen des gesamten Gebäudes nach *klimaaktiv-Standard* als auch die Einzelbauteilsanierung von Fenstern sind förderfähig. Darüber hinaus können auch Dach- und Fassadenbegrünungen bei gleichzeitiger umfassender thermischer Sanierung gefördert werden.

Umfassende Sanierungen *klimaaktiv-Standard*

Die Förderung für eine umfassende Sanierung nach *klimaaktiv-Standard* beträgt bis zu 100 EUR/m² Wohnnutzfläche. Werden Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen verwendet (mindestens 25 % aller gedämmten Flächen), erhöht sich der Zuschuss auf 175 EUR/m² Wohnnutzfläche.

Folgende Maßnahmen sind förderungsfähig:

- Dämmung der Außenwände

- Dämmung der obersten Geschossdecke bzw. des Daches
- Dämmung der untersten Geschossdecke bzw. des Kellerbodens
- Sanierung bzw. Austausch der Fenster und Außentüren
- Dach- und Fassadenbegrünungen

Bei einer umfassenden thermischen Sanierung nach *klimaaktiv-Standard* darf ein bestimmter Heizwärmebedarf (HWB) nicht überschritten werden. Folgende Bedingungen müssen eingehalten werden:

- Reduktion des spezifisches $HWB_{Ref,RK}$ auf max. 44 kWh/m²a bei einem Oberflächen-/Volumenverhältnis (A/V-Verhältnis) des Gebäudes $\geq 0,8$ bzw. max. 28 kWh/m²a bei einem A/V-Verhältnis $\leq 0,2$
- Bei einem A/V-Verhältnis zwischen 0,8 und 0,2 gelten die Werte der Tabelle *HWB-Grenzwerte* [137]

Tab. 18: Übersicht Förderung *Sanierungsscheck* nach [26]

Förderungsfähige Maßnahme	Förderung
Umfassende Sanierung klimaaktiv-Standard	100 Euro/m ² Wohnnutzfläche
Umfassende Sanierung klimaaktiv-Standard mit NAWARO Bei Verwendung von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (mind. 25 % aller gedämmten Flächen)	175 Euro/m ² Wohnnutzfläche
Die Förderung ist mit max. 30 % der förderungsfähigen Investitionskosten begrenzt.	

Einzelbauteilsanierung Fenster

Bei einer Einzelbauteilsanierung Fenster müssen mindestens 75 % der vorhandenen Fenster in der Wohnung ausgetauscht werden. Der U-Wert der neuen Fenster darf max. 1,1 W/m²K betragen (U-Wert des Gesamtfensters). In diesem Fall beträgt die Förderung bis zu 3.000 EUR bzw. maximal 50 % der förderfähigen Investitionskosten.

7.1.2.1 Schlussfolgerung Förderung *Sanierungsscheck*

Unter Betrachtung der Sanierungsoption D aus Unterkapitel 6.2, in dem folgende Werte ermittelt wurden:

- Bestand (*IST-Zustand*): $HWB_{Ref,RK} = 175,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Sanierung (*SOLL-Zustand*): $HWB_{Ref,RK} = 38,1 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Sanierung (*SOLL-Zustand*): A/V-Verhältnis = 0,461/m

Dieses A/V-Verhältnis führt gemäß der Tabelle *HWB-Grenzwerte* [137] zu einem Grenzwert von $HWB_{Ref,RK} = 34,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Das bedeutet, dass die Anforderungen für eine umfassende Sanierung gemäß den *klimaaktiv-Standards* nicht erfüllt werden. Als Alternative kann die Einzelbauteilsanierung der Fenster in Betracht gezogen werden, mit einer Förderung von bis zu 3.000 €.

Es ist zu beachten, dass der Energieausweis mit vereinfachten Berechnungen erstellt wurde. Um festzustellen, ob der Grenzwert erreichbar ist oder welche zusätzlichen Maßnahmen erforderlich sind, wäre eine detaillierte Berechnung notwendig.

7.1.3 EAG – Investitionszuschuss Photovoltaik und Stromspeicher [138]

Das *Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz* fördert die Neuerrichtung oder Erweiterung von PV-Anlagen und damit in Zusammenhang gleichzeitig errichtete neue Stromspeicher. Die Investitionszuschüsse sind einmalige Förderungen für Photovoltaik- und Stromspeicheranlagen. Jedes kWp einer PV-Anlage oder jede kWh eines Stromspeichersystems wird mit einem bestimmten Betrag (€/kWp oder €/kWh) gefördert.

Tab. 19: Übersicht EAG-Investitionszuschuss – Fördersätze 2022 [138]

Kategorie	Förderung
Kategorie A (0,01 – 10 kWp)	285 €/kWp
Kategorie B (>10 – 20 kWp)	250 €/kWp
Kategorie C (>20 – 100 kWp)	180 €/kWp
Kategorie D (>100 – 1000 kWp)	170 €/kWp
Stromspeicher (0,5 – 50 kWh/kWp) nur in Kombination mit einer neu errichteten oder erweiterten PV-Anlage	200 €/kWh

7.1.3.1 Schlussfolgerung EAG-Investitionszuschuss

Im Abschnitt 6.3.2 wird für das Gründerzeithaus in der Hadikgasse eine geschätzte Anlageleistung von 7 kWp angegeben. Dadurch ergibt sich eine Förderung für eine PV-Anlage der Kategorie A mit einem Investitionszuschuss von 285 €/kWp über insgesamt 1.995 Euro. Zusätzlich kann für den Stromspeicher eine Förderung von 200 €/kWh berechnet werden. Diese Werte beruhen auf den Fördersätzen des Jahres 2022.

7.2 Landesförderungen

7.2.1 Dachgeschossausbau und Zubau von vollständigen Wohnungen

Der Dachgeschossausbau zu Wohnzwecken sowie der Zubau von vollständigen Wohnungen wird sowohl vertikal durch Aufstockung als auch horizontal durch den Zubau im Hof oder die Baulückenverbauung gefördert. Die Förderung beruht auf Landesdarlehen, Annuitätenzuschüssen sowie Einmal- oder Zinszuschüssen. Die genauen Förderbedingungen hängen unter anderem von der Funktion der neuen Wohnungen (Mietwohnungen, Eigentumswohnungen oder Eigenbedarf) ab.

Unterteilt werden diese in:

- Finanzierungsvarianten nur für Mietwohnungen bei Sockelsanierung, thermisch-energetischer Gebäudesanierung (*THEWOSAN*).
- Finanzierungsvarianten nur für Mietwohnungen bei Sockelsanierung.
- Finanzierungsvarianten für Mietwohnungen unabhängig von hausseitigen Sanierungsarten (mind. 3 Wohneinheiten).
- Finanzierungsvarianten für Miet- und Eigentumswohnungen nach den Bestimmungen des I. Hauptstückes des WWFSG 1989 [35].

Für den Fall des Gründerzeithauses in der Hadikgasse sollte die Finanzierungsvariante für Mietwohnungen bei einer thermisch-energetischen Gebäudesanierung in Betracht gezogen werden. Voraussetzung ist, dass bei der Errichtung neuer Mietwohnungen das Gebäude entweder in einem ordnungsgemäßen Erhaltungszustand ist oder in gleicher Bauführung (gefördert oder ungefördert) gebracht wird. Außerdem müssen die Stadt Wien die zweite und jede weitere vierte neu geschaffene Wohnung zur Vergabe anbieten. Während der Förderungsdauer ist nur eine Vermietung nach dem Prinzip der Kostendeckung (*Mietzinsklausel*) erlaubt [35].

Somit kann ein Landesdarlehen in Höhe von 25 % der förderbaren Gesamtbaukosten mit einer Laufzeit von 15 Jahren gewährt werden, welches mit einem jährlichen Annuitätenzuschuss bzw. laufenden nichtrückzahlbaren Zuschuss von etwa 4,5 % (abhängig vom zulässigen variablen Darlehenszinssatz) einhergeht. Die Restfinanzierung kann durch die Aufnahme eines Darlehens mit einer Laufzeit von 15 Jahren oder durch den Einsatz von Eigenmitteln erfolgen. Vor der Berechnung des Landesdarlehens oder des Zuschusses müssen im Falle einer Gewährung eines nichtrückzahlbaren Beitrags die förderfähigen Gesamtbaukosten um die Höhe der Gesamtsumme der nichtrückzahlbaren Beiträge reduziert werden [33].

Die Grundlagen für die Förderung betragen gemäß [33]:

- € 1.760 je m² Nutzfläche bei DG-Ausbau/Zubau/Totalsanierung
- + € 160 je m² Nutzfläche DG-Ausbau/Zubau/Totalsanierung für außergewöhnliche Erschwernisse und ökologische Maßnahmen

Als Nutzfläche gilt die vermietbare Fläche sowie 1/3 der Balkon- und Terrassenflächen, die im Rahmen der Sanierung neu geschaffen werden (maximal jedoch 6% der zugehörigen Wohnnutzfläche).

7.2.1.1 Schlussfolgerung Förderung Dachgeschossausbau und Zubau von vollständigen Wohnungen

Als Schlussfolgerung lässt sich festhalten, dass die Förderung des Dachgeschossausbaus und des Zubaus von vollständigen Wohnungen eine finanzielle Unterstützung bietet, die je nach individueller Situation attraktiv sein kann. Allerdings müssen spezifische Voraussetzungen erfüllt werden, wie beispielsweise der ordnungsgemäße Erhaltungszustand des Gebäudes oder die Vergabe einiger Wohnungen der Stadt Wien zu überlassen. Während der Förderungsdauer ist zudem nur eine Vermietung nach dem Prinzip der Kostendeckung erlaubt, was die Rentabilität des Projekts beeinflussen kann. Daher ist es von großer Bedeutung, die individuelle finanzielle Situation und die Förderungsvoraussetzungen genau zu prüfen, um eine fundierte Entscheidung zu treffen, ob die Förderung sinnvoll ist oder nicht. In jedem Fall stellt das Landesdarlehen in Höhe von maximal 25 % der förderfähigen Gesamtbaukosten mit einer Laufzeit von 15 Jahren eine wertvolle Finanzierungsoption dar, die bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden sollte.

7.2.2 THEWOSAN: thermisch-energetische Sanierung

Grundsätzlich stehen für die thermisch-energetische Sanierung von Wohngebäuden (*THEWOSAN*), je nach Umfang der Sanierungsmaßnahmen, drei Fördermöglichkeiten zur Verfügung, die in den nächsten Unterabschnitten erläutert werden.

7.2.2.1 Umfassende thermisch-energetische Sanierung

Sofern mindestens drei der folgenden Teile der Gebäudehülle und/oder haustechnischen Gewerke gemeinsam erneuert oder zum überwiegenden Teil instandgesetzt werden, liegt eine umfassende thermisch-energetische Sanierung vor: Fenster, Dach oder oberste Geschossdecke, Fassade, Kellerdecke oder energetisch bedeutendes Haustechniksystem. Voraussetzung für die Förderung ist eine Einsparung von mindestens 20 kWh/m²a bei der Energiekennzahl Heizwärmebedarf sowie eine Verminderung des Gesamtenergieeffizienzfaktors (f_{GEE}) um mindestens 0,05 bei Kombination mit energetischen Verbesserungsmaßnahmen.

Tab. 20: Übersicht THEWOSAN: Umfassende thermisch-energetische Sanierung nach [33]

Nichtrückzahlbarer Beitrag ⁵	max. der förderbaren GBK	max. Standard Niedrigstenergiegebäude	oder max. f _{GEE}
60 €	25 %	1,45 fach	0,95
90 €	30 %	1,30 fach	0,90
140 €	35 %	1,15 fach	0,85
190 €	40 %	1,00 fach	0,75
Zusätzliche nichtrückzahlbare Beiträge			
max. 50 €	40 %	für die zusätzlichen Kosten bei Einsatz von hocheffizienten alternativen Energiesystemen	
20 €		für die Schaffung von zusätzlichen Wohnungen	

7.2.2.2 Deltaförderung

Kann der Wärmeschutzstandard einer umfassenden thermisch-energetischen Sanierung aus technischen, wirtschaftlichen oder rechtlichen Gründen nicht erreicht werden, kann eine *Deltaförderung* gewährt werden, wenn mindestens 40 % des ursprünglichen Heizbedarfs eingespart werden und die folgenden Anforderungen an die Bauteile erfüllt sind [139]:

- Fenster und Fenstertüren in Wohngebäuden gegen Außenluft: 1,00 W/m²K
- Fensterglas (bei Tausch nur des Glases): 0,80 W/m²K
- Wände gegen Außenluft: 0,25 W/m²K
- Decken gegen Außenluft, gegen Dachräume (durchlüftet und ungedämmt) und über Durchfahrten sowie Dachschrägen gegen Außenluft: 0,20 W/m²K
- Kellerdecke, Fußboden gegen Erdreich: 0,35 W/m²K

Tab. 21: Übersicht THEWOSAN: Deltaförderung nach [33]

Nichtrückzahlbarer Beitrag ⁵	max. der förderbaren GBK	Mindesteinsparung HWB
30 €	20 %	40 kWh/m ² BGF
60 €	20 %	70 kWh/m ² BGF
100 €	25 %	100 kWh/m ² BGF
140 €	30 %	130 kWh/m ² BGF
Zusätzliche nichtrückzahlbare Beiträge		
max. 50 €	40 %	für die zusätzlichen Kosten bei Einsatz von hocheffizienten alternativen Energiesystemen
20 €		für die Schaffung von zusätzlichen Wohnungen

7.2.2.3 Förderung von Einzelbauteilsanierungen

Die Einzelbauteilsanierung kann gefördert werden, wenn die genannten Anforderungen an die Bauteile von Unterabschnitt 7.2.2.2 erfüllt sind und Überlegungen für eine schrittweise Gesamtsanierung des Gebäudes vorgelegt werden.

⁵ je m² Nutzfläche aller Wohnungen und Geschäftsräume inkl. anteiliger Balkon- und Terrassenflächen. Der Förderwerber hat die Sanierungsmaßnahmen zumindest zu 1/3 der förderbaren Gesamtbaukosten aus Eigenmitteln zu finanzieren (Darlehen, Eigenmittel, Rücklagen).

Tab. 22: Übersicht THEWOSAN: Einzelbauteilsanierungen nach [33]

Nichtrückzahlbarer Beitrag ⁵	max. der förderbaren GBK	Anforderung
30€	20 %	U-Wert Nachweis für Bauteil(e) gem. Unterabschnitt 7.2.2.2
Zusätzliche nichtrückzahlbare Beiträge		
max. 50€	40 %	für die zusätzlichen Kosten bei Einsatz von hocheffizienten alternativen Energiesystemen
20€		für die Schaffung von zusätzlichen Wohnungen

7.2.2.4 Schlussfolgerung Förderung THEWOSAN

Im Fall des Gründerzeithauses in der Hadikgasse werden die höchsten Fördersätze durch die *Deltaförderung* erreicht. Die Einsparung des Heizwärmebedarfs bei Sanierungsoption D beträgt 159,2 kWh/m² BGF, sodass eine Förderung von 140 Euro pro m² Nutzfläche bzw. maximal 30 % der förderfähigen Investitionskosten möglich wäre. Für die Zusatzkosten, die durch den Einsatz hocheffizienter alternativer Energiesysteme entstehen, ist mit einem Zuschlag von 50 Euro pro m² Nutzfläche bzw. maximal 40 % der förderfähigen Investitionskosten zu rechnen. Daraus ergibt sich ein maximaler Zuschuss von 190 Euro pro m² Nutzfläche.

Die Fassadenwand mit Innendämmung erfüllt nicht die Anforderung einer Wand gegen Außenluft (U-Wert $\leq 0,25$ W/m²K) und wird daher bei den förderfähigen Kosten nicht berücksichtigt. Die geschätzten Gesamtbaukosten für die Sanierungsoption D von Abschnitt 6.3.4 belaufen sich auf 137.000 Euro. Die förderfähigen Kosten betragen 124.000 Euro, wovon maximal 37.200 Euro (30 %) gefördert werden können.

7.2.3 Photovoltaik Landesförderung Wien

Während des Zeitraums der *EAG-Fördercalls* können nur *EAG-Investitionszuschüsse* des Bundes für Photovoltaikanlagen beantragt werden.

Das Land Wien fördert die Neuinstallation von PV-Anlagen im Netzparallelbetrieb, die jährlich mindestens 800 Volllaststunden bzw. 500 Volllaststunden für vertikal montierte PV-Anlagen generieren [140]. Ebenfalls förderfähig ist die Neuerrichtung oder Nachrüstung eines stationären Stromspeichers mit einer Kapazität von bis zu 10 kWh. Die Förderhöhe beträgt 200 Euro pro kWh Speicherkapazität in Form eines einmaligen Investitionskostenzuschusses. Der maximale Förderbetrag beträgt 30 % der förderfähigen Gesamtkosten [43].

Tab. 23: Übersicht Landesförderung Wien: Photovoltaik nach [141] [43]

Förderungsfähige Maßnahme	Förderung
für jene Anlagenleistung bis 100 kWp	250 €/kWp
für jene Anlagenleistung, die über 100 kWp hinausgeht	200 €/kWp
Stromspeicher (bis maximal 10 kWh)	200 €/kWh
Photovoltaik-Anlagen können bis zu einer Obergrenze von 500 kWp und Stromspeicher bis zu 10 kWh gefördert werden. Die Förderung ist mit 30 % der förderungsfähigen Kosten begrenzt.	

7.2.3.1 Schlussfolgerung Photovoltaik Landesförderung Wien

Für eine PV-Anlage der Kategorie bis 100 kWp kann mit einem Zuschuss von 250 €/kWp gerechnet werden. Diese Werte liegen 35 €/kWp unter dem *EAG-Investitionszuschuss* für eine PV-Anlage der Kategorie A (Fördersätze 2022). Für Stromspeicher können bis zu 10 kWh gefördert werden, wobei der einmalige Investitionskostenzuschuss bei einer Förderhöhe von 200 €/kWh Speichernennkapazität liegt. Die maximale Förderung beträgt 30 % der förderfähigen Gesamtkosten.

7.3 Zusammenfassung Förderungen Mustersanierung Gründerzeithaus

In Tab. 24 sind die in diesem Kapitel analysierten Förderungen und deren Schlussfolgerungen aufgeführt. Aus dieser Tabelle geht hervor, dass es verschiedene Förderungsmöglichkeiten für die ganzheitliche Modernisierung des Gründerzeithauses in der Hadikgasse gibt, die von verschiedenen Faktoren abhängig sind. Allerdings zeigt sich auch, dass trotz dieser Unterstützungsmöglichkeiten der Großteil der Investitionen von den Eigentümer:innen getragen werden muss. Eine Kombination von Bundes- und Landesförderungen im Umweltbereich ist zwar grundsätzlich möglich, muss aber im Einzelfall genau geprüft werden.

Tab. 24: Zusammenfassung Förderungen Mustersanierung Gründerzeithaus Hadikgasse

Förderung	Schlussfolgerung
<i>Raus aus Öl und Gas</i> für Private im mehrgeschossigen Wohnbau	15.200 € bzw. bis zu 50 % der förderfähigen Investitionskosten
<i>Sanierungsscheck</i> für Private im mehrgeschossigen Wohnbau	Anforderungen einer umfassenden Sanierung nach <i>klimaaktiv-Standards</i> werden nicht erfüllt
<i>EAG-Investitionszuschuss</i> Photovoltaik und Stromspeicher	Investitionszuschuss PV-Anlage 285 €/kWp Investitionszuschuss Stromspeicher 200 €/kWh
Dachgeschossausbau und Zubau von vollständigen Wohnungen	Eine Finanzierung in Form eines Landesdarlehens ist möglich, jedoch maximal in Höhe von 25% der förderfähigen Kosten.
<i>THEWOSAN – Deltaförderung</i>	190 € pro m ² Nutzfläche (140 €/m ² thermische Sanierung und 50 €/m ² hocheffiziente alternative Energiesysteme). Die max. Förderung für Sanierungsoption D beträgt 37.200 Euro (30 %).
Photovoltaik Landesförderung Wien	Investitionszuschuss PV-Anlage 250 €/kWp Investitionszuschuss Stromspeicher 200 €/kWh (nicht kombinierbar mit <i>EAG-Investitionszuschuss</i>)

8 Zusammenfassung und Ausblick

Die Stadt Wien hat sich das ambitionierte Ziel gesetzt, bis 2040 klimaneutral zu werden. Der Gebäudesektor spielt dabei eine entscheidende Rolle. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Altbausanierung eines Gründerzeithauses in Wien hinsichtlich technischer, rechtlicher und wirtschaftlicher Gesichtspunkte sowie deren Relevanz für den Klimawandel untersucht.

In den ersten Kapiteln werden die allgemeinen Grundlagen von Gründerzeitbauten sowie die aktuelle Situation in Wien im Hinblick auf den Klimaschutz dargestellt. Dabei wird die Definition der Klimaziele der Stadt Wien als wichtiger Schritt zur Erreichung der Klimaneutralität hervorgehoben. Die Änderung der Wiener Bauordnung im Jahr 2018 wird als wirksame Schutzmaßnahme dargestellt, um das kulturelle Erbe von Wien zu bewahren und das historische Stadtbild auch in Zukunft zu erhalten.

Die Umstellung auf erneuerbare Energien ist ein Schlüsselfaktor für die Erreichung der Klimaziele der Stadt Wien und ein wichtiger Aspekt des städtebaulichen Wachstums. Eine der größten Herausforderungen im Gebäudesektor besteht darin, von Gasheizungen auf klimafreundliche Alternativen umzusteigen, da fast 90 Prozent der CO₂-Emissionen im Gebäudesektor durch Gasheizungen verursacht werden. Es ist daher notwendig, auf ein Energiesystem umzusteigen, das auf Basis erneuerbarer Energien ohne Treibhausgasemissionen funktioniert und idealerweise regional erzeugt wird.

Angesichts des kontinuierlichen Stadtwachstums ist die Schaffung zusätzlichen Wohnraums ein äußerst wichtiger Aspekt. Im Kapitel 5 wird am Beispiel des Dachgeschossausbaus eines Gründerzeithauses dargestellt, wie durch die Umgestaltung bestehender Gebäude zusätzlicher Wohnraum geschaffen werden kann. Der Fokus liegt dabei auf der statischen Betrachtung, um zu verdeutlichen, welche planerischen Vorgaben erforderlich sind, um den Dachgeschossausbau erfolgreich umzusetzen.

Um die Klimaziele zu erreichen, ist es wichtig, Altbauten möglichst flächendeckend thermisch-energetisch zu sanieren. In den Kapiteln 3 und 4 wurden die rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen erläutert, die bei der Altbausanierung von Gründerzeithäusern in Wien zu beachten sind. Welche Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden, hängt von den spezifischen baulichen Gegebenheiten, den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln, sowie den Nutzungsmöglichkeiten während der Sanierung ab. Im Kapitel 6 werden am Beispiel eines Gründerzeithauses die thermisch-energetische Sanierung geplant und unterschiedliche Sanierungsoptionen hinsichtlich ihres Energieeinsparungspotenzials, der Folgekosten und der Umweltbilanz überblicksmäßig dargestellt.

Abschließend werden die aktuellen Finanzierungsmodelle und Förderungen für eine ganzheitliche Modernisierung eines Gründerzeithauses dargestellt. Trotz zahlreicher Unterstützungsmöglichkeiten müssen dennoch die Eigentümerinnen und Eigentümer den Großteil der Investitionen tragen. Vor diesem Hintergrund stellt sich eine zentrale Fragestellung dieser Arbeit: Ist die Investition in die Sanierung eines Gründerzeithauses unter Berücksichtigung aller relevanten Rahmenbedingungen und staatlichen Förderungen rentabel und attraktiv genug für Investierende oder Eigentümer:innen?

Insbesondere in Wien wohnen viele Menschen in Mietverhältnissen, was das Problem des *Nutzer-Investor-Dilemmas* verschärft. Investitionen in die thermisch-energetische Sanierung von Gebäuden bleiben oft aus, da der Investor langfristig keinen Ertrag aus seiner Investition erzielen kann, während der Nutzer (Mieter:innen) von sinkenden Energiekosten profitiert. Das liegt daran, dass auch wenn ein Gründerzeitgebäude umfassend saniert und thermisch-energetisch verbessert werden, es in Bezug auf das Mietrecht weiterhin im Vollanwendungsbereich des MRG bleibt. Im Vergleich dazu ist eine Investition in Neubauten im Regelfall attraktiver, da der Hauptmietzins in

der Regel höher ist als beim Altbau. Deshalb ist es wichtig, dass bei der Sanierung von Bestandsgebäuden nicht nur die energetische Effizienz, sondern auch die Attraktivität und Rentabilität für alle Investierenden und Eigentümer:innen berücksichtigt werden. Nur so kann gewährleistet werden, dass die Sanierung von Gründerzeithäusern langfristig erfolgreich ist und dazu beiträgt, die CO₂-Emissionen im Gebäudesektor zu reduzieren.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war es zu untersuchen, ob die vorhandenen Förderungen und rechtlichen Rahmenbedingungen ausreichen, um die Klimaziele der Stadt Wien zu erreichen. Hierbei wurde deutlich, dass finanzielle Investitionen unerlässlich sind. Allerdings stellt sich die Frage, ob auf Landes- und Bundesebene genügend Maßnahmen ergriffen werden und ob diese rechtzeitig umgesetzt werden können. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die soziale Gerechtigkeit, welche sicherstellen sollte, dass die Umsetzung für alle Bevölkerungsschichten erschwinglich ist.

Auf Landesebene in Wien werden Maßnahmen ergriffen, um den Einsatz hocheffizienter und alternativer Energiesysteme zu fördern. Die Wiener Bauordnung schreibt beispielsweise vor, dass bei Neubauten in den Klimaschutzgebieten nur noch hocheffiziente Heizsysteme eingesetzt werden dürfen. Auf Bundesebene ist es jedoch besonders herausfordernd, da das EWG 2022 noch nicht in Kraft war und selbst im Februar 2023 immer noch nicht in Kraft getreten ist. Erst wenn das EWG im Nationalrat beschlossen und kundgemacht wurde, können die ergänzenden Landesgesetze erlassen werden. Dadurch entstehen Unsicherheiten und ein gewisser Zeitdruck, da ordnungsrechtliche Maßnahmen rechtzeitig ergriffen werden müssen, um das Ziel von 2040 erreichen zu können. Es ist daher von großer Bedeutung, dass auf Landes- und Bundesebene zeitnah angemessene Maßnahmen ergriffen werden, um die Klimaziele der Stadt Wien zu erreichen. Eine transparente und verlässliche rechtliche Grundlage ist dabei unerlässlich, um allen Investierenden und Eigentümerschaften die nötige Planungssicherheit zu geben.

9 Literaturverzeichnis

- [1] G. K. E. Europäisches Parlament, „Europäisches Parlament,“ 2019. [Online]. Verfügbar: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926ST062270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitat>.
- [2] Magistrat der Stadt Wien, „Wiener Klimafahrplan,“ März 2022. [Online]. Verfügbar: <https://wien.gv.at/klimafahrplan>. [Zugriff am 04 10 2022].
- [3] Statistik Austria, „Mikrozensus 2021,“ 17 03 2022. [Online]. Verfügbar: https://www.statistik.at/fileadmin/pages/350/Ergebnisse_im_Ueberblick_Wohnsituation.ods. [Zugriff am 29 09 2022].
- [4] Projektleitung Wien Kulturgut, „Stadt Wien, Wien Kulturgut: Bauperioden,“ 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/kultur/kulturgut/architektur/bauperioden.html>. [Zugriff am 22 09 2022].
- [5] G. Puscher, C. Demcisin, T. Titz, E. Herrmann und S. Lutz, „Masterplan Gründerzeit,“ 2018. [Online]. Verfügbar: <https://www.digital.wienbibliothek.at/wbrup/download/pdf/3935368?originalFilename=true>. [Zugriff am 01 03 2023].
- [6] Magistrat der Stadt Wien, *Bauordnung für Wien - Landesrecht konsolidiert*, 28.09.2022.
- [7] Österreichische Energieagentur, „Strategische Handlungsoptionen für eine österreichische Gasversorgung ohne Importe aus Russland,“ Wien, 2022.
- [8] Magistrat der Stadt Wien, „Energiebericht 2021 der Stadt Wien,“ 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/spezial/energiebericht/files/Energiebericht2021.pdf>. [Zugriff am 2022 10 04].
- [9] Magistrat der Stadt Wien, „Geltungsbereich des Mietrechtsgesetzes,“ 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/wohnen/schlichtungsstelle/geltungsmrg.html>. [Zugriff am 30 09 2022].
- [10] Magistrat der Stadt Wien, „Wiener Smart Klima City Strategie,“ 11 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.digital.wienbibliothek.at/wbrup/download/pdf/4312569?originalFilename=true>. [Zugriff am 10 02 2023].
- [11] C. Abrihan, „Wien - Dekorative Fassadenelemente in der Gründerzeit zwischen 1840 und 1918: Gestaltungsgrundsätze,“ 2013. [Online]. Verfügbar: <https://www.digital.wienbibliothek.at/wbrup/download/pdf/4007803?originalFilename=true>. [Zugriff am 2022 10 04].
- [12] H. Fassmann und G. Hatz, *Wien: städtebauliche Strukturen und gesellschaftliche Entwicklung, Wien-Köln-Weimar: Böhlau*, 2009.
- [13] DaiBau Magazin, „Renovierung, Sanierung und Modernisierung,“ [Online]. Verfügbar: https://www.daibau.at/artikel/733/renovierung_sanierung_und_modernisierung. [Zugriff am 10 10 2022].
- [14] S. Friedrichsen, *Nachhaltiges Planen, Bauen und Wohnen – Kriterien für Neubau und Bauen im Bestand*, Münster: Springer, 2018.
- [15] Europäischen Kommission, „Im Blickpunkt – Energieeffizienz von Gebäuden,“ 17 02 2020. [Online]. Verfügbar: https://ec.europa.eu/info/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-lut-17_de. [Zugriff am 2022 10 07].
- [16] Institut Bauen und Umwelt e.V., „Nachhaltiges Bauen,“ [Online]. Verfügbar: <https://ibu-epd.com/nachhaltiges-bauen/>. [Zugriff am 07 10 2022].
- [17] Umweltbundesamt Deutschland, „Internationale und EU-Klimapolitik,“ 13 10 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik#internationale-klimapolitik>. [Zugriff am 08 11 2022].
- [18] Umweltbundesamt Deutschland, „Klimarahmenkonvention,“ 06 10 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/klimarahmenkonvention>. [Zugriff am 8 11 2022].

- [19] BMK, „Das Übereinkommen von Paris,“ 12 01 2022. [Online]. Verfügbar: https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/klimaschutz/1/Seite.1000325.html. [Zugriff am 8 11 2022].
- [20] Umweltbundesamt Deutschland, „Europäische Energie- und Klimaziele,“ 18 02 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/europaeische-energie-klimaziele>. [Zugriff am 09 11 2022].
- [21] BMK, „Die österreichische Klimaschutzstrategie/Politik,“ 12 02 2022. [Online]. Verfügbar: https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/klimaschutz/1/Seite.1000310.html. [Zugriff am 09 11 2022].
- [22] Magistrat der Stadt Wien, „Wiener Klimafahrplan,“ März 2022. [Online]. Verfügbar: <https://wien.gv.at/klimafahrplan>. [Zugriff am 04 10 2022].
- [23] Magistrat der Stadt Wien, „Raus aus Gas – Wiener Wärme und Kälte 2040,“ 01 2023. [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/pdf/waerme-und-kaelte-2040.pdf>. [Zugriff am 10 02 2023].
- [24] BMK, „„Raus aus Öl und Gas“ für Private 2023/2024,“ 2023. [Online]. Verfügbar: https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/umweltfoerderung/private/TGS_Priv_2023/Infoblatt_raus_aus_Oel_2023_2024_MGW.pdf. [Zugriff am 05 02 2023].
- [25] BMK, „Sanierungsoffensive 2023/2024,“ [Online]. Verfügbar: https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/energie_sparen/1/sanierungsoffensive.html. [Zugriff am 02 03 2023].
- [26] BMK, „Sanierungsscheck für Private 2023/2024,“ 2023. [Online]. Verfügbar: https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/umweltfoerderung/private/TGS_Priv_2023/Infoblatt_Sanierungsscheck_2023_2024_MGW.pdf. [Zugriff am 05 02 2023].
- [27] oesterreich.gv.at-Redaktion, „Photovoltaik-Förderaktionen und weitere Umweltförderungen,“ [Online]. Verfügbar: https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/energie_sparen/1/Seite.2430320.html. [Zugriff am 12 10 2022].
- [28] wohnfonds_wien, „Sanierungsarten,“ [Online]. Verfügbar: <http://www.wohnfonds.wien.at/sanierung>. [Zugriff am 14 10 2022].
- [29] wohnfonds_wien, „Sanierungszielgebiete,“ [Online]. Verfügbar: <http://www.wohnfonds.wien.at/sanierungszielgebiete>. [Zugriff am 13 11 2022].
- [30] Magistrat der Stadt Wien, „Sanierungszielgebiete 2017 Wien,“ 15 4 2020. [Online]. Verfügbar: <https://www.data.gv.at/katalog/dataset/4b3faa0c-345f-412a-927e-e0df37737c5a>. [Zugriff am 13 11 2022].
- [31] Magistrat der Stadt Wien: MA18, MA21, MA23, MA41, Wohnfonds Wien; Statistik Austria; Synthesis Forschung, „wohnfonds_wien: sanierungszielgebiete,“ 31 10 2016. [Online]. Verfügbar: <http://www.wohnfonds.wien.at/media/Website%20PDF-INFO%20Downloads/Sanierung/sanierungszielgebiete2017.pdf>. [Zugriff am 13 10 2022].
- [32] wohnfonds_wien, „Sockelsanierung,“ [Online]. Verfügbar: http://www.wohnfonds.wien.at/erstinfo_sockelsanierung. [Zugriff am 14 10 2022].
- [33] wohnfonds_wien, „Finanzierungsarten lt. Sanierungsverordnung 2008,“ 21 12 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.wohnfonds.wien.at/media/Website%20PDF-INFO%20Downloads/Sanierung/finanzierungsarten.pdf>. [Zugriff am 08 02 2023].
- [34] wohnfonds_wien, „THEWOSAN,“ [Online]. Verfügbar: http://www.wohnfonds.wien.at/erstinfo_thewosan. [Zugriff am 14 10 2022].
- [35] wohnfonds_wien, „Dachbodenausbau und Zubau,“ [Online]. Verfügbar: http://www.wohnfonds.wien.at/erstinfo_dachbodenausbau_und_zubau. [Zugriff am 14 10 2022].
- [36] wohnfonds_wien, „Zentralheizung,“ [Online]. Verfügbar: http://www.wohnfonds.wien.at/erstinfo_zentralheizung. [Zugriff am 14 10 2022].

- [37] wohnfonds_wien, „Erhaltungsarbeiten,“ [Online]. Verfügbar: http://www.wohnfonds.wien.at/erstinfo_erhaltungsarbeiten. [Zugriff am 14 10 2022].
- [38] wohnfonds_wien, „Totalsanierung,“ [Online]. Verfügbar: http://www.wohnfonds.wien.at/erstinfo_totalsanierung. [Zugriff am 14 10 2022].
- [39] wohnfonds_wien, „Totalsanierung Abbruch&Neubau,“ [Online]. Verfügbar: http://www.wohnfonds.wien.at/erstinfo_totalsanierung_abbruch-neubau.
- [40] Magistrat der Stadt Wien, „Sanierungskonzept für Mehrfamilienwohnhäuser - Förderungsantrag,“ Wohnbauförderung und Schlichtungsstelle für wohnrechtliche Angelegenheiten, [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbaufoerderung/wohnungsverbesserung/sanierungskonzept-mehrfamilienwohnhaus.html>. [Zugriff am 13 10 2022].
- [41] Magistrat der Stadt Wien, „Förderung für Wärmenetze,“ [Online]. Verfügbar: [https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbautechnik/foerderungen/anergienetze.html#:~:text=Stadtgestaltung,F%C3%B6rderung%20f%C3%BCr%20W%C3%A4rmenetze%20\(Anergienetze\)%20in%20Verbindung%20mit%20W%C3%A4rmepumpen%20f%C3%BCr%20bis,muss%20dadurch%20](https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbautechnik/foerderungen/anergienetze.html#:~:text=Stadtgestaltung,F%C3%B6rderung%20f%C3%BCr%20W%C3%A4rmenetze%20(Anergienetze)%20in%20Verbindung%20mit%20W%C3%A4rmepumpen%20f%C3%BCr%20bis,muss%20dadurch%20.). [Zugriff am 13 11 2022].
- [42] Magistrat der Stadt Wien, „Wiener Sonnenstrom-Offensive,“ [Online]. Verfügbar: <https://sonnenstrom.wien.gv.at>. [Zugriff am 11 02 2023].
- [43] Magistrat der Stadt Wien, „Wiener Sonnenstrom-Offensive: Förderungen,“ [Online]. Verfügbar: https://sonnenstrom.wien.gv.at/foerderungen#foerderungen_wien. [Zugriff am 11 01 2023].
- [44] Magistrat der Stadt Wien, „Themenstadtplan Energie,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/>. [Zugriff am 11 01 2023].
- [45] Magistrat der Stadt Wien, „Energieerzeugungspotenziale in der Stadt,“ [Online]. Verfügbar: <https://smartcity.wien.gv.at/themenstadtplan-energie/>. [Zugriff am 14 11 2022].
- [46] Magistrat der Stadt Wien, „Solarpotenzialkataster,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/solarpotenzial/index.html>. [Zugriff am 17 10 2022].
- [47] Magistrat der Stadt Wien, „Erdwärmepotenzialkataster,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/erdwaerme/index.html>. [Zugriff am 14 11 2022].
- [48] Magistrat der Stadt Wien, „Wien Umweltgut: Erdwärmepotenzialkataster,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/umweltgut/public/grafik.aspx?bookmark=CuAcRDJmhkPNtwlHcSynRjnCzpYzRcmAG9PhyFndEuR6S6-cHaP-cYbMgAOp6YgBrnliZA-cQA-b>. [Zugriff am 17 10 2022].
- [49] Austrian Standards International, „ÖNORM B 4008-1,“ 15 10 2018.
- [50] Magistrat der Stadt Wien, „Wien Geschichte Wiki,“ Basis auf Czeike, Historisches Lexikon Wien, 12 8 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.geschichtewiki.wien.gv.at/Bauordnung#tab=Sonstiges>. [Zugriff am 13 11 2022].
- [51] M. Lang, „Die Wiener Abrisswelle. Ursachen, Hindergründe und eine parlamentarische Anfrage,“ 29 01 2019. [Online]. Verfügbar: <https://www.wohnungspolitik.at/diewiener-abrisswelle/>. [Zugriff am 27 10 2022].
- [52] OTTO Immobilien GmbH, „Bestandsanalyse,“ *Zinshausmarktbericht*, p. 52, Herbst 2022.
- [53] J. Pühringer und G. Prack, „Die Grünen: Abriss-Spekulation stoppen,“ 7 7 2022. [Online]. Verfügbar: <https://wien.gruene.at/news/wohnen/abriss-spekulation-stoppen/>. [Zugriff am 23 11 2022].
- [54] Magistrat der Stadt Wien, „Klimaschutz-Gebiete - Energieraumpläne für Wien,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/erp/uebersicht.html>. [Zugriff am 22 02 2023].

- [55] Bundesdenkmalamt, „Leitbild des Bundesdenkmalamtes,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.bda.gv.at/ueber-uns/mission-statement.html>. [Zugriff am 10 17 2022].
- [56] BMF, „Gesamte Rechtsvorschrift für Denkmalschutzgesetz,“ 17 06 2013. [Online]. Verfügbar: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009184>. [Zugriff am 18 10 2022].
- [57] B. Neubauer, „Was bedeuten Denkmalschutz und Denkmalpflege heute?,“ 04 2015. [Online]. Verfügbar: <https://widab.gerichts-sv.at/website2016/wp-content/uploads/2016/08/Sach-2015-184-190-Neubauer.pdf>. [Zugriff am 18 10 2022].
- [58] Statistik Austria, „Gebäudebestand,“ Registerzählung 2011, 04 12 2012. [Online]. Verfügbar: <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/wohnen/gebaeudebestand>. [Zugriff am 18 10 2022].
- [59] OIB, „Österreichische Institut für Bautechnik,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien>. [Zugriff am 31 10 2022].
- [60] R. Mikulits, „Das Konzept der leistungsorientierten bautechnischen Vorschriften,“ 2013. [Online]. Verfügbar: https://www.oib.or.at/sites/default/files/leistungsorientierte_vorschriften_heft_2_2013.pdf. [Zugriff am 31 10 2022].
- [61] Austrian Standards International, „Eurocodes,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.austrian-standards.at/de/themengebiete/bau-immobilien/eurocodes>. [Zugriff am 09 11 2022].
- [62] K. P. Kirchmayer, Dachgeschoßausbau in Wien, Wien: Verlag Österreich GmbH, 2016.
- [63] Würth/Zingher/Kovanyi/Etzersdorfer, „Miet- und Wohnrecht,“ Manz, 2016.
- [64] Magistrat der Stadt Wien, „Geltungsbereich des Mietrechtsgesetzes (§ 1 MRG),“ [Online]. Verfügbar: [https://www.wien.gv.at/wohnen/schlichtungsstelle/geltungmrg.html#:~:text=Das%20Mietrechtsgesetz%20\(MRG%20\)%20enth%C3%A4lt%20zahlreiche,der%20Mieterinnen%20und%20Mieter%20dienen..](https://www.wien.gv.at/wohnen/schlichtungsstelle/geltungmrg.html#:~:text=Das%20Mietrechtsgesetz%20(MRG%20)%20enth%C3%A4lt%20zahlreiche,der%20Mieterinnen%20und%20Mieter%20dienen..) [Zugriff am 03 11 2022].
- [65] ÖVI, „Österreichischer Verband der Immobilienwirtschaft,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.ovi.at/recht/miete/mietzins-und-betriebskosten>. [Zugriff am 05 11 2022].
- [66] ÖVI, „Österreichischer Verband der Immobilienwirtschaft,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.ovi.at/recht/miete/anwendungsbereich-mrg#:~:text=Vollanwendung%20des%20Mietrechtsgesetzes,Ungunsten%20des%20Mieters%20abge%C3%A4ndert%20werden..> [Zugriff am 03 11 2022].
- [67] BMF, „Rechtsinformationssystem des Bundes,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20011872>. [Zugriff am 10 11 2022].
- [68] Sozialministerium, „Konsumentenfragen,“ [Online]. Verfügbar: https://www.konsumentenfragen.at/konsumentenfragen/Bauen_Wohnen_und_Versorgungsleistungen/Wohnen/Rund_um_die_Miete/Mietzins.html. [Zugriff am 05 11 2022].
- [69] K. Sammer, „Mietzinsrechtliche Aspekte der innovativen Sanierung und Modernisierung von Gründerzeitgebäuden,“ *Immolex*, Bd. Manz, Nr. 12/2011, 2011.
- [70] Parlament Republik Österreich, „Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EWG,“ [Online]. Verfügbar: https://www.parlament.gv.at/PAKT/VHG/XXVII/ME/ME_00212/index.shtml. [Zugriff am 15 11 2022].
- [71] BMK, „Erneuerbaren-Wärme-Gesetz im Ministerrat beschlossen,“ [Online]. Verfügbar: https://www.bmk.gv.at/service/presse/gewessler/20221103_ewg.html#:~:text=Das%20Erneuerbaren-W%C3%A4rme-Gesetz%20regelt,russischem%20Erdgas%20rasch%20zu%20beenden.. [Zugriff am 15 11 2022].
- [72] D. Gass, Gründerzeithaus Wien: Vergleichsrechnung nach PushOver, Erlenbach: IngWare GmbH, 2013.
- [73] F. Czeike, Historisches Lexikon Wien: in 6 Bänder, Wien: Kremayr & Scheriau, 2004.

- [74] Kolbitsch, Erhaltung und Erneuerung von Hochbauten, Wien: TU-MV Media Verlag GmbH, 2020.
- [75] A. Kolbitsch, „Dachgeschoßausbau in Wien,“ in *Statisch konstruktive Grundlagen*, Wien, Verlag Österreich GmbH, 2016, pp. 256-261.
- [76] A. Kolbitsch, *Altbaukonstruktionen*, Wien: Springer-Verlag Wien, 1989.
- [77] Giebeler, Fisch, Krause, Musso, Petzinka und Rudolphi, *Atlas Sanierung*, Basel - Boston - Berlin: Birkhäuser Verlag AG, 2008.
- [78] C. Riccabona und K. Mezera, *Baukonstruktionslehre: 1. Rohbauarbeiten*, Wien: Manz, 2008.
- [79] A. Pech und K. Hollinsky, *Dachstühle*, Wien: Birkhäuser, 2017.
- [80] Austrian Standards International, „ÖNORM B 1998-3,“ 15 10 2018.
- [81] OIB, „Leitfaden OIB-RL 1,“ April 2019. [Online]. Verfügbar: https://www.oib.or.at/sites/default/files/leitfaden_richtlinie_1_12.04.19.pdf.
- [82] OIB, „OIB-Richtlinie 1,“ April 2019. [Online]. Verfügbar: https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_1_12.04.19_0.pdf.
- [83] N. Beckmann, *Energieeffizientes Bauen und wie es sich lohnt*, Kaltenkirchen, Schleswig-Holstein Deutschland: Springer, 2020.
- [84] BMK, „Die österreichische Wärmestrategie,“ [Online]. Verfügbar: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/energiewende/waermestrategie/strategie.html. [Zugriff am 16 01 2023].
- [85] D. r. Paschotta, „RP-Energie-Lexikon,“ 12 06 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.energie-lexikon.info/fernwaerme.html>. [Zugriff am 16 01 2023].
- [86] Compass Lexecon, „Wärme & Kälte, Mobilität, Strom: Szenarien für die Dekarbonisierung des Wiener Energiesystems bis 2040,“ 08 10 2021. [Online]. Verfügbar: <https://positionen.wienenergie.at/wp-content/uploads/2021/10/WE-DECARB21-Studie.pdf>. [Zugriff am 27 02 2023].
- [87] Wien Energie, „Fernwärme,“ [Online]. Verfügbar: <https://positionen.wienenergie.at/themen/waermewende/fernwaerme/#:~:text=Das%20knapp%201.200%20km%20lange,C%20durch%20ganz%20Wien%20transportiert..> [Zugriff am 16 01 2023].
- [88] BMK, „Klimaaktiv: Wärmepumpen,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.topprodukte.at/services/kauf Tipps/heizung-warmwasserklima/waermepumpen>. [Zugriff am 17 01 2023].
- [89] BWP, „Bundesverband Wärmepumpen,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.waermepumpe.de/presse/mediengalerie/grafiken/>. [Zugriff am 17 01 2023].
- [90] BMK, „Klimaaktiv: Holzheizungen,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.topprodukte.at/services/kauf Tipps/heizung-warmwasserklima/holzheizungen>. [Zugriff am 17 01 2023].
- [91] Magistrat der Stadt Wien, „Solarleitfaden der Stadt Wien,“ Wien, 2022.
- [92] Solarwatt, „Solardachziegel,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.solarwatt.de/ratgeber/solardachziegel>. [Zugriff am 18 01 2023].
- [93] Photovoltaik Austria, „Photovoltaische zellen,“ [Online]. Verfügbar: <https://pvaustria.at/pv-zellen-und-potenziale/>. [Zugriff am 18 01 2023].
- [94] Rechnerphotovoltaik, „Photovoltaik und die Statik,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.rechnerphotovoltaik.de/photovoltaik/voraussetzungen/statik>. [Zugriff am 18 01 2023].
- [95] C. Riccabona und K. Mezera, *Baukonstruktionslehre: 3. Haustechnik*, Wien: Manz, 2011.
- [96] Magistrat der Stadt Wien, „Umfassende thermisch-energetische Sanierung - Förderungsantrag,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/wohnbaufoerderung/wohnungsverbesserung/thewosan.html>. [Zugriff am 19 01 2023].

- [97] Bundesdenkmalamt, „Standards Energieeffizienz am Baudenkmal,“ 2021. [Online]. Verfügbar: <https://www.bda.gv.at/service/publikationen/standards-leitfaeden-richtlinien/standards-energieeffizienz.html>. [Zugriff am 19 01 2023].
- [98] IBO, „Leitfaden zur Berechnung des Oekoindex OI3 für Bauteile und Gebäude,“ 2018. [Online]. Verfügbar: https://www.ibo.at/fileadmin/ibo/materialoekologie/OI3_Berechnungsleitfaden_V4.0_20181025_01.pdf. [Zugriff am 19 01 2023].
- [99] K. Hartwig, K. Helmut und S. Klaus, Hygrothermische Beanspruchung und Lebensdauer von Wärmedämm-Verbundsystemen, Bauphysik 28, Heft 3, Ernst & Sohn, 2006.
- [100] K.R., „Baugorilla: Aussenwanddämmung,“ [Online]. Verfügbar: <https://baugorilla.com/aussenwanddaemmung>. [Zugriff am 19 01 2023].
- [101] K.R., „Baugorilla: Innenwanddämmung,“ [Online]. Verfügbar: <https://baugorilla.com/innenwanddaemmung>. [Zugriff am 19 01 2023].
- [102] H. Schöberl, C. Lang und R. Hofer, „Thermische Sanierung von Gründerzeitgebäuden – Innendämmung,“ 2011. [Online]. Verfügbar: https://www.gruenderzeitplus.at/downloads/Gruenderzeit-mit-Zukunft_MBS_Innendaemmung_final.pdf. [Zugriff am 19 01 2023].
- [103] BMVIT, „Thermisch-energetische Sanierung eines Gründerzeitgebäudes in Wien,“ 2010. [Online]. Verfügbar: <https://www.gruenderzeitplus.at/downloads/index.php>. [Zugriff am 20 01 2023].
- [104] Hausjournal, „Kastenfenster,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.hausjournal.net/kastenfenster-u-wert>. [Zugriff am 20 01 2023].
- [105] Energiesparhaus, „Fenster: Gesamt-U-Wert ermitteln,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.energiesparhaus.at/gebaeudehuelle/fenster-u-wert.htm>. [Zugriff am 20 01 2023].
- [106] BML, „eHORA: natural hazard overview & risk assesment Austria,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.hora.gv.at/>. [Zugriff am 16 02 2023].
- [107] A. Krakora, „ERDBEBENBEANSPRUCHUNG EINES GRÜNDERZEITHAUSES MIT DACHGESCHOSSAUSBAU „LEICHT“,“ 07 2008. [Online]. Verfügbar: https://wien.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure_wnb/D_Service/D_1_1_Baurecht/Richtlinien/Erla%CC%88uterung03_Erdbebenbeanspruchung_E03_18072008.pdf. [Zugriff am 23 01 2023].
- [108] Austrian Standards International, „ÖNORM B 1997-1-2,“ 15 08 2021.
- [109] Austrian Standards International, „ÖNORM EN 1996-3,“ 01 12 2009.
- [110] Austrian Standards International, „ÖNORM EN 1998-1,“ 15 06 2013.
- [111] Austrian Standards International, „ÖNORM EN 1998-3,“ 01 10 2013.
- [112] Austrian Standards International, „ÖNORM B 1998-1,“ 01 07 2017.
- [113] Fachgruppe Bauwesen der LK W/Nö/Bgld, „Berechnungsbeispiele anhand des wiener Gründerzeit-Mustergebäude,“ 31 03 2014. [Online]. Verfügbar: https://wien.arching.at/fileadmin/user_upload/redakteure_wnb/D_Service/D_13_Technisches%20Service/Normen_OENORM_B_1998_3_Erlaeuterungen_2013/E03_Anhang_B_B%20E%20I%20S%20P%20I%20E%20L_20140331_final.pdf. [Zugriff am 23 01 2023].
- [114] Austrian Standards International, „ÖNORM B 1990-1,“ 01 01 2013.
- [115] Dr. Pech, „RISIKOANALYSE für Bestandsgebäude gemäß ÖNORM B 1998-3 und ÖNORM B4008-1,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.zt-pech.at/risikoanalyse/>. [Zugriff am 24 01 2023].
- [116] Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie, Passivhaus-Bauteilkatalog: Sanierung: Ökologisch bewertete Konstruktionen, Basel, Switzerland: Birkhauser, 2017.
- [117] Austrian Standards International, „ÖNORM B 8110-6,“ 15 01 2019.
- [118] BKI Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH, „BKI Statistische Kostenkennwerte 2017,“ Stuttgart, 2017.

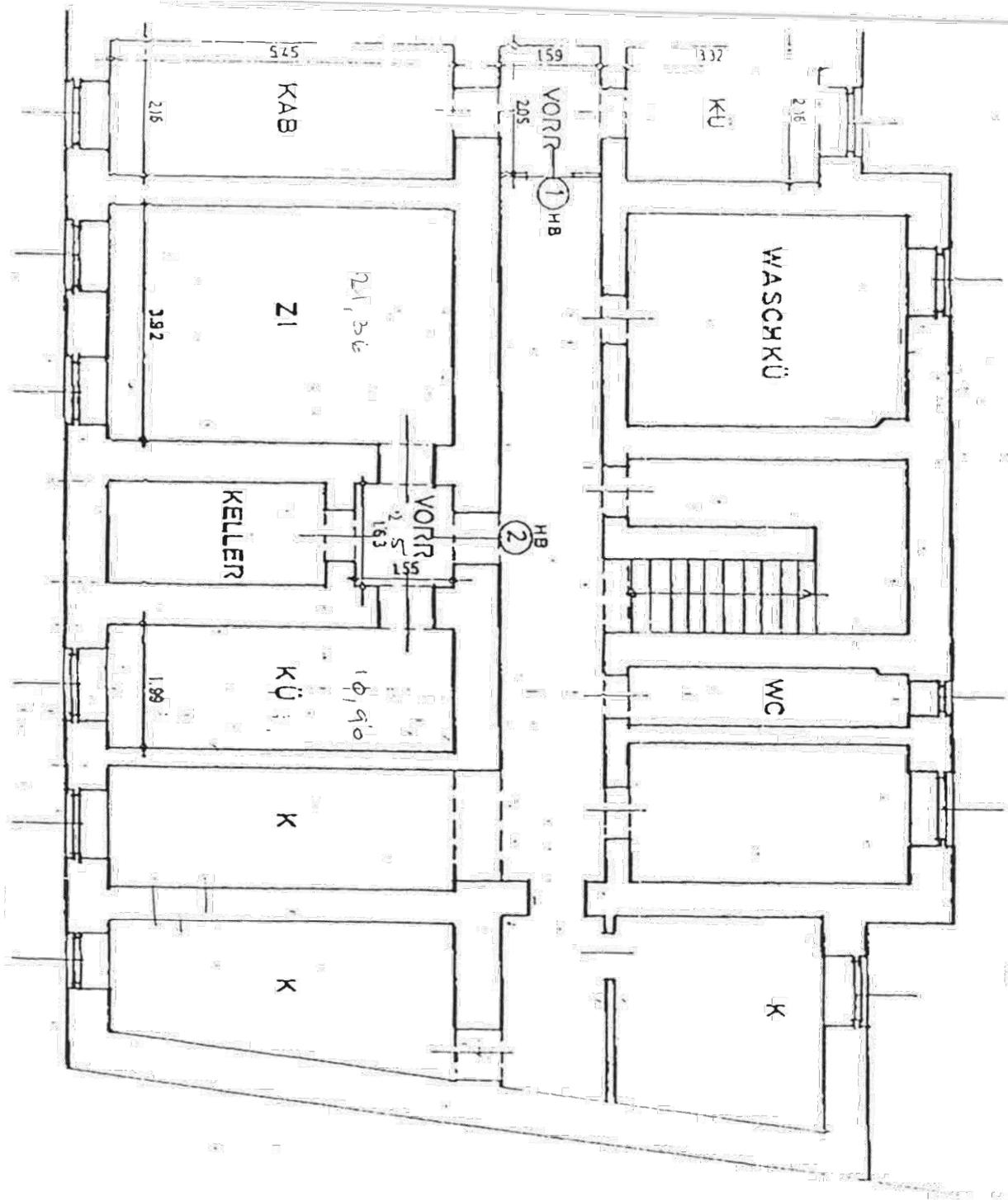
- [119] Statistik Austria, „Wertsicherungsrechner,“ [Online].
Verfügbar: <https://www.stat.at/Indexrechner/>. [Zugriff am 26 01 2023].
- [120] Europäischer Rat, „Infografik – A market mechanism to limit excessive gas price spikes,“ 20 12 2022. [Online]. Verfügbar: <https://www.consilium.europa.eu/de/infographics/a-market-mechanism-to-limit-excessive-gas-price-spikes/>. [Zugriff am 29 01 2023].
- [121] E-Control, „TARIFkalkulator,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.e-control.at/konsumenten/service-und-beratung/toolbox/tarifkalkulator/#/>. [Zugriff am 29 01 2023].
- [122] baubook.info, „PENRT Primary energy non-renewable - total,“ [Online].
Verfügbar: https://www.baubook.at/m/PHP/Fragezeichen.php?S_oekez_Typ=1&SW=16&lng=2. [Zugriff am 31 01 2023].
- [123] baubook.info, „GWP-total Global warming potential - total,“ [Online].
Verfügbar: https://www.baubook.at/m/PHP/Fragezeichen.php?S_oekez_Typ=4&SW=27&lng=2&SG_open=11379. [Zugriff am 31 01 2023].
- [124] baubook.info, „baubook: Reinschauen. Ökologisch bauen,“ [Online].
Verfügbar: <https://www.baubook.info/de>. [Zugriff am 29 01 2023].
- [125] daibau.at, „Baukostenrechner,“ [Online].
Verfügbar: <https://www.daibau.at/baukostenrechner>. [Zugriff am 30 01 2023].
- [126] W. Paul, Beurteilung von Innendämmsystemen – Langzeitmessung und hygrothermische Simulation am Beispiel einer Innendämmung aus Schilfdämmplatten, Diplomarbeit TU Wien, 2010.
- [127] energieheld.de, „Schilf - ökologisch und ökonomisch eine sehr gute Dämmung,“ [Online].
Verfügbar: <https://www.energieheld.de/daemmung/daemmstoffe/schilf>. [Zugriff am 31 01 2023].
- [128] daibau.at, „Baukostenrechner: Lehmputz Preis,“ [Online]. Verfügbar:
<https://www.daibau.at/baukostenrechner/naturmaterialien>. [Zugriff am 31 01 2023].
- [129] vaillant.at, „Lautstärke Wärmepumpe,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.vaillant.at/pri-vatanwender/tipps-und-wissen/heiztechnologien/warmepumpen/lautstarke-warmepumpe/>. [Zugriff am 03 02 2023].
- [130] BMK, „Lärminfo.at – Straßenverkehr 2022 Nachtwerte 4m,“ [Online].
Verfügbar: <https://maps.laerminfo.at/#>. [Zugriff am 03 02 2023].
- [131] Stadt Wien Baupolizei, „Leitfaden Schallschutz haustechnischer Anlagen,“ [Online].
Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/schallschutz-haustechnischer-anlagen.pdf>. [Zugriff am 03 02 2023].
- [132] Stadt Wien Baupolizei, „Merkblatt Technische Anlagen Klima-, Lüftungsanlagen, Wärmepumpen, etc.,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/merkblatt-klima-lueftungsanlagen-waermepumpen.pdf>. [Zugriff am 03 02 2023].
- [133] Magistrat der Stadt Wien, „Fotovoltaik- und Solaranlagen - Begutachtung,“ [Online].
Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/amtshelfer/bauen-wohnen/stadtentwicklung/baulicheanlagen/fotovoltaik-solaranlage.html>. [Zugriff am 31 01 2023].
- [134] D. Stuckey, Technische und wirtschaftliche Machbarkeitsstudie von Wärme- und Kälteversorgungssystemen für Wiener Gründerzeithäuser, auf Basis von erneuerbaren Umweltenergien, Wien: Masterarbeit FH Technikum Wien, 2019.
- [135] Magistrat der Stadt Wien, „Erläuterungen zur Applikation - Erdwärmepotenzialkataster,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/themenstadtplan/erdwaerme/erlaeuterungen.html>. [Zugriff am 03 02 2023].
- [136] Magistrat der Stadt Wien, „Erdwärme Wien – Erdwärmesonden,“ [Online]. Verfügbar:
<https://www.erdwaerme-wien.info/technologie/sonden/>. [Zugriff am 01 03 2023].
- [137] BMK, „Sanierungsscheck für Private 2023/2024: Heizwärmebedarf (HWB) – Grenzwerttabelle,“ 2023. [Online]. Verfügbar: https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/umweltfoerderung/private/TGS_Priv_2023/hwb_grenzwerttabelle_sanierungsscheck_2023_2024.pdf. [Zugriff am 08 02 2023].

- [138] Bundesverband Photovoltaic Austria , „INVESTITIONSZUSCHUSS PHOTOVOLTAIK UND STROMSPEICHER,“ [Online].
Verfügbar: <https://pv-austria.at/eag-investzuschuss/>. [Zugriff am 06 02 2023].
- [139] wohnfonds_wien, „Spezielle Förderungsvoraussetzungen THEWOSAN,“ 03 05 2021.
[Online]. Verfügbar: http://www.wohnfonds.wien.at/downloads/san/spezielle_foerderungsvoraussetzungen_thewosan.pdf. [Zugriff am 09 02 2023].
- [140] Kommunalkredit Public Consulting GmbH (KPC), „Wiener Landesförderung Photovoltaik,“ [Online]. Verfügbar: <https://www.umweltfoerderung.at/betriebe/wiener-landesfoerderung-photovoltaik>. [Zugriff am 09 02 2023].
- [141] wohnfonds_wien, „Photovoltaik Landesförderung Wien,“ 06 2022. [Online]. Verfügbar: https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/umweltfoerderung/testdateien/infoblatt_pv_wien.pdf. [Zugriff am 09 02 2023].
- [142] Parlament Republik Österreich, „PARLAMENTS KORRESPONDENZ NR. 1328,“ 23 11 2022. [Online]. Verfügbar: https://www.parlament.gv.at/aktuelles/pk/jahr_2022/pk1328#XXVII_I_01773. [Zugriff am 10 02 2023].

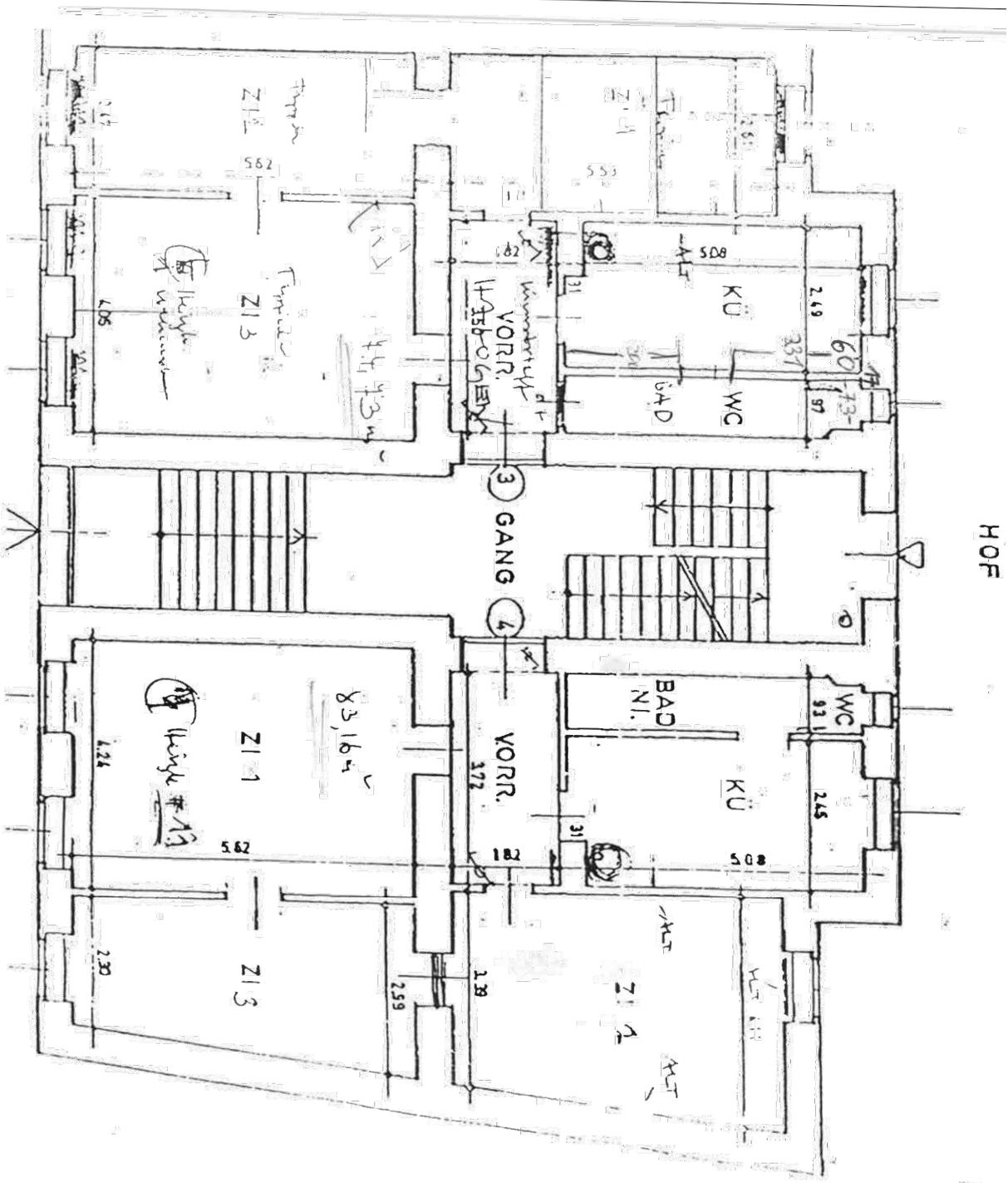
10 Anhang

10.1 Bestandspläne

10.1.1 Bestandsplan KG (Souterrain)



10.1.2 Bestandsplan EG (Hochparterre)

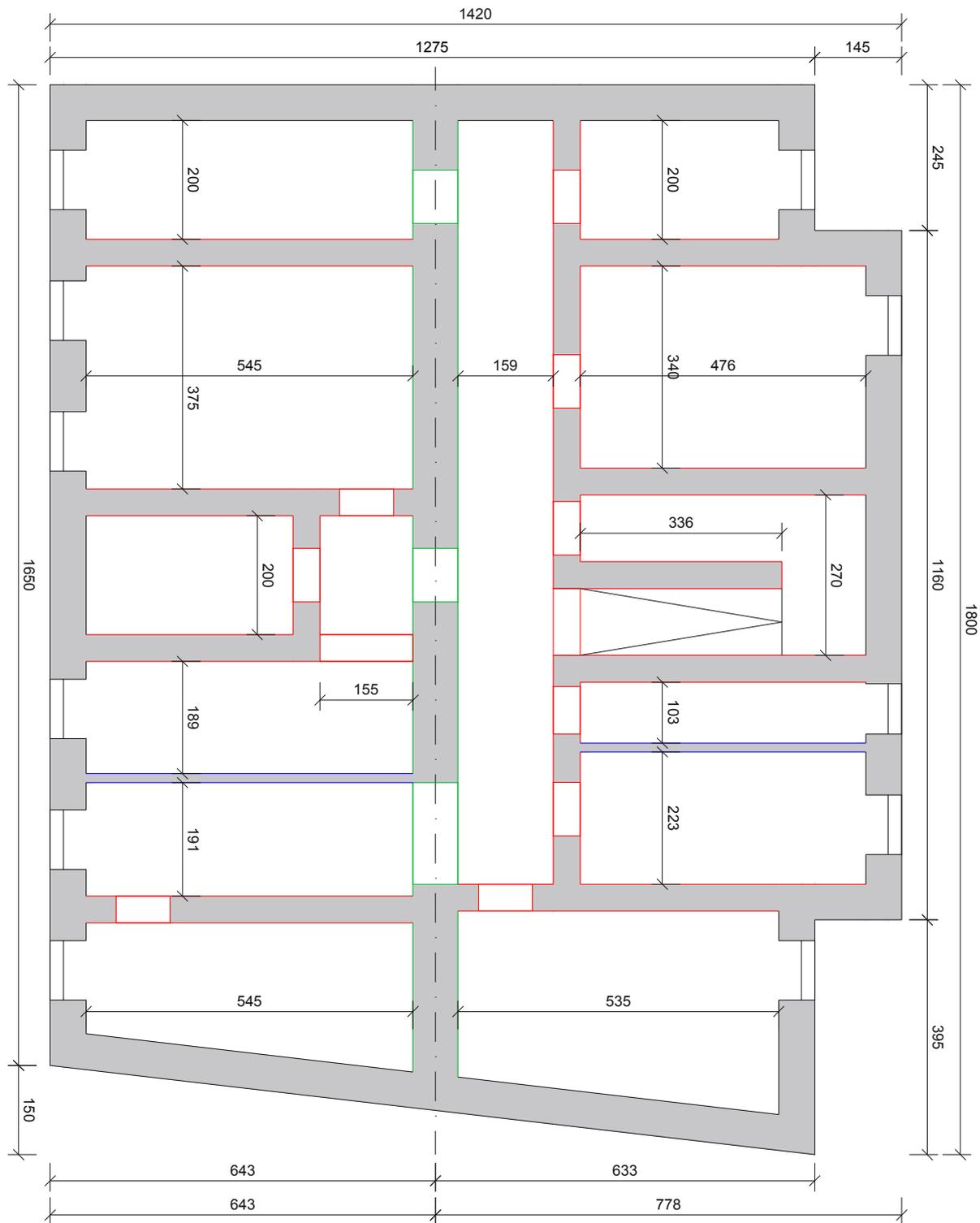


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

10.2 Neue digitale Pläne

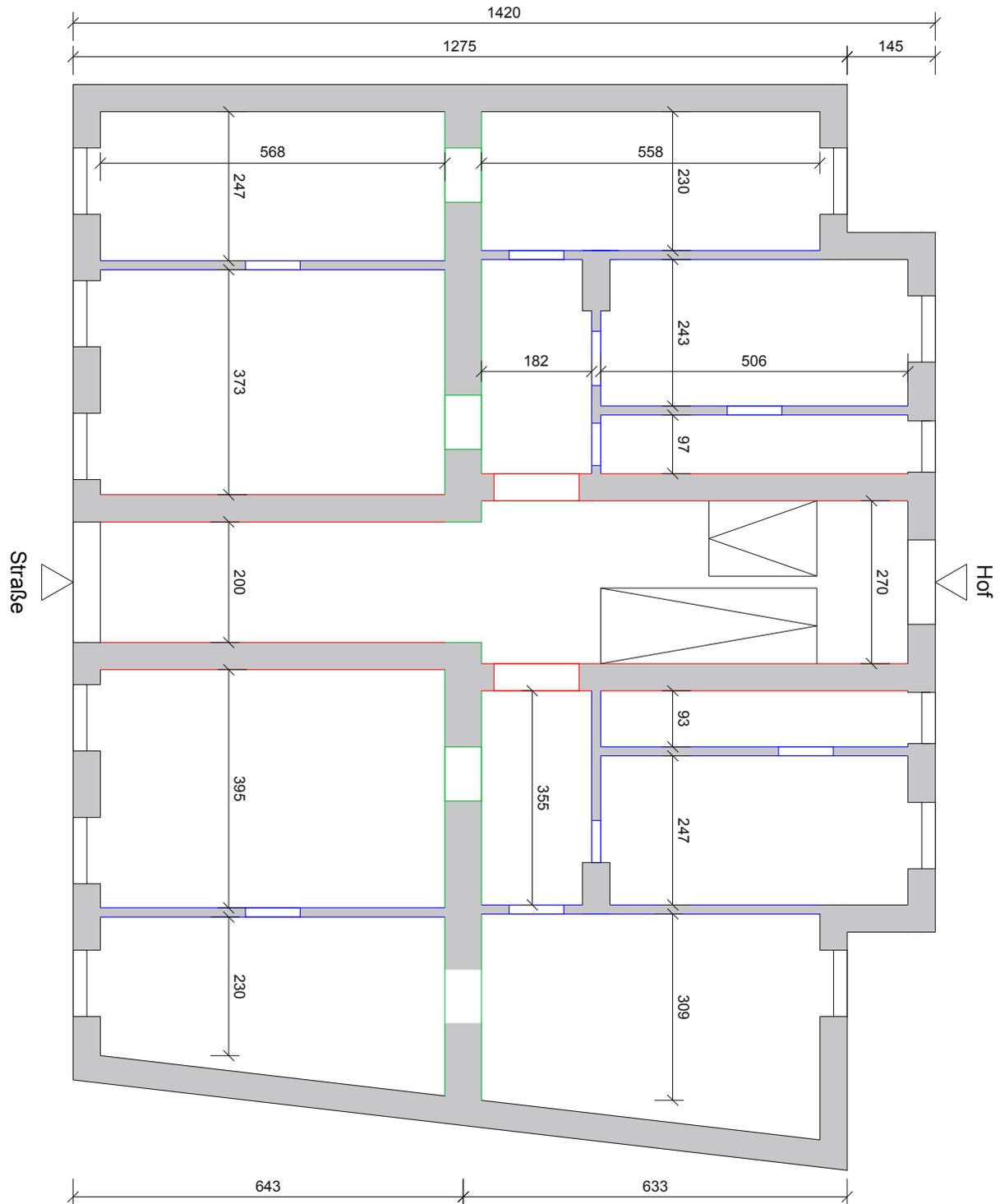
10.2.1 KG (Souterrain) - Grundriss M1:100

- 60cm – Außen- und Feuermauer
- 75cm – Mittelmauer
- 45cm – TH- & Zwischenmauer d45
- 15cm – Zwischenmauer d15



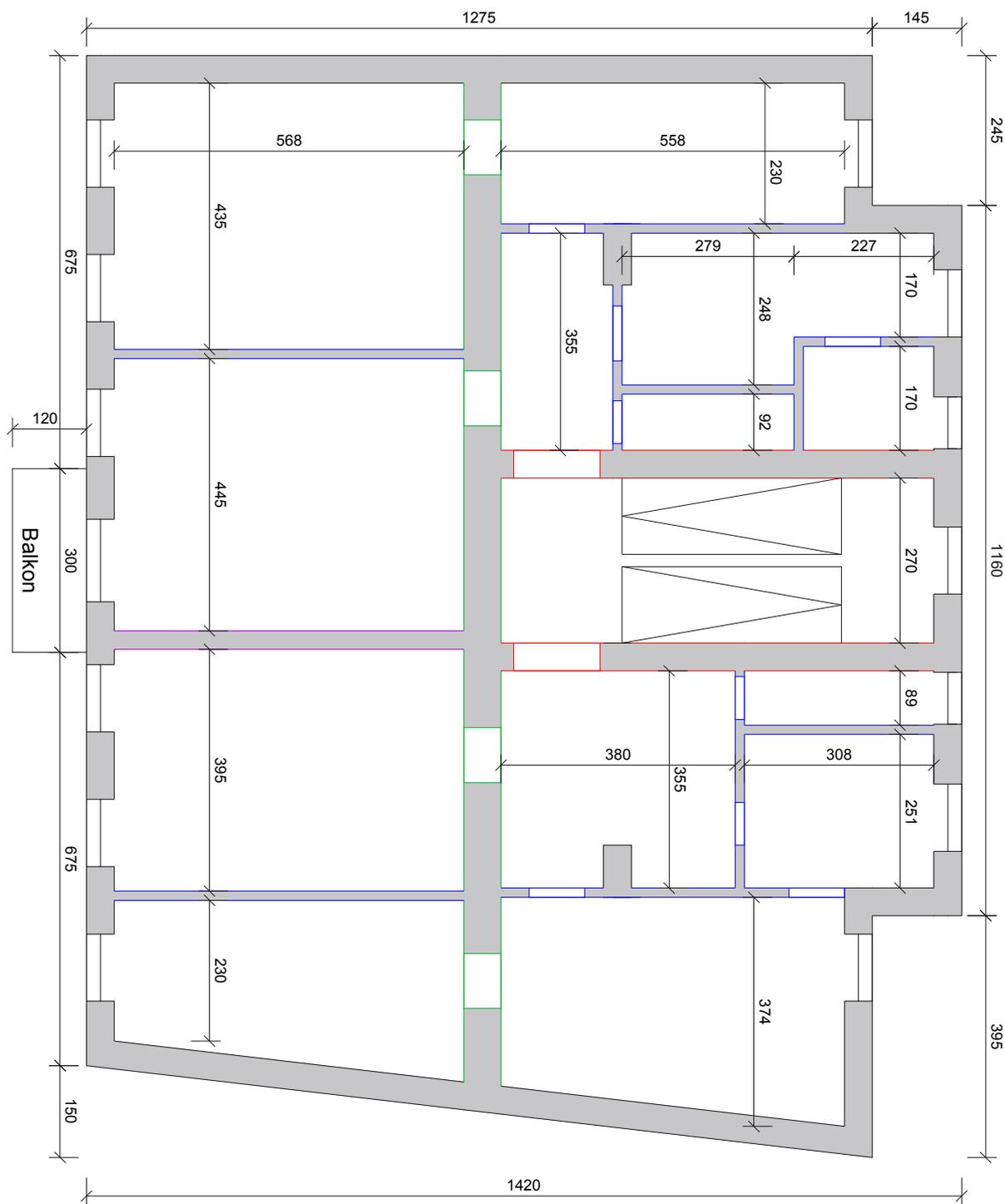
10.2.2 EG (Parterre) – Grundriss M1:100

- 45cm – Außen- und Feuermauer
- 60cm – Mittelmauer
- 45cm – Treppenhaus Mauer
- 15cm – Zwischenmauer d15



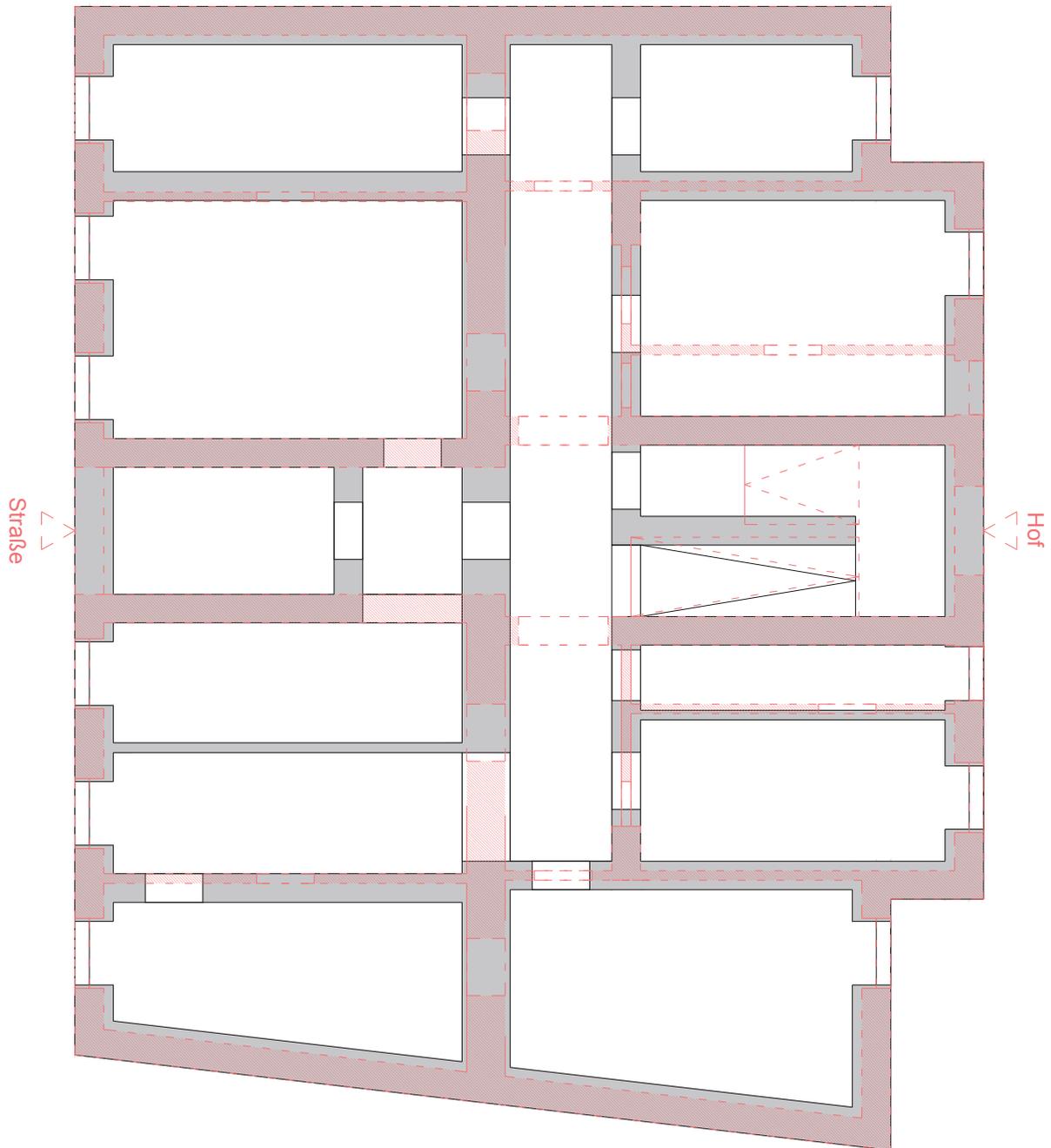
10.2.3 1.OG (1. Stock) – Grundriss M1:100

- 45cm – Außen- und Feuermauer
- 60cm – Mittelmauer
- 45cm – Treppenhaus Mauer
- 30cm – Zwischenmauer d30
- 15cm – Zwischenmauer d15



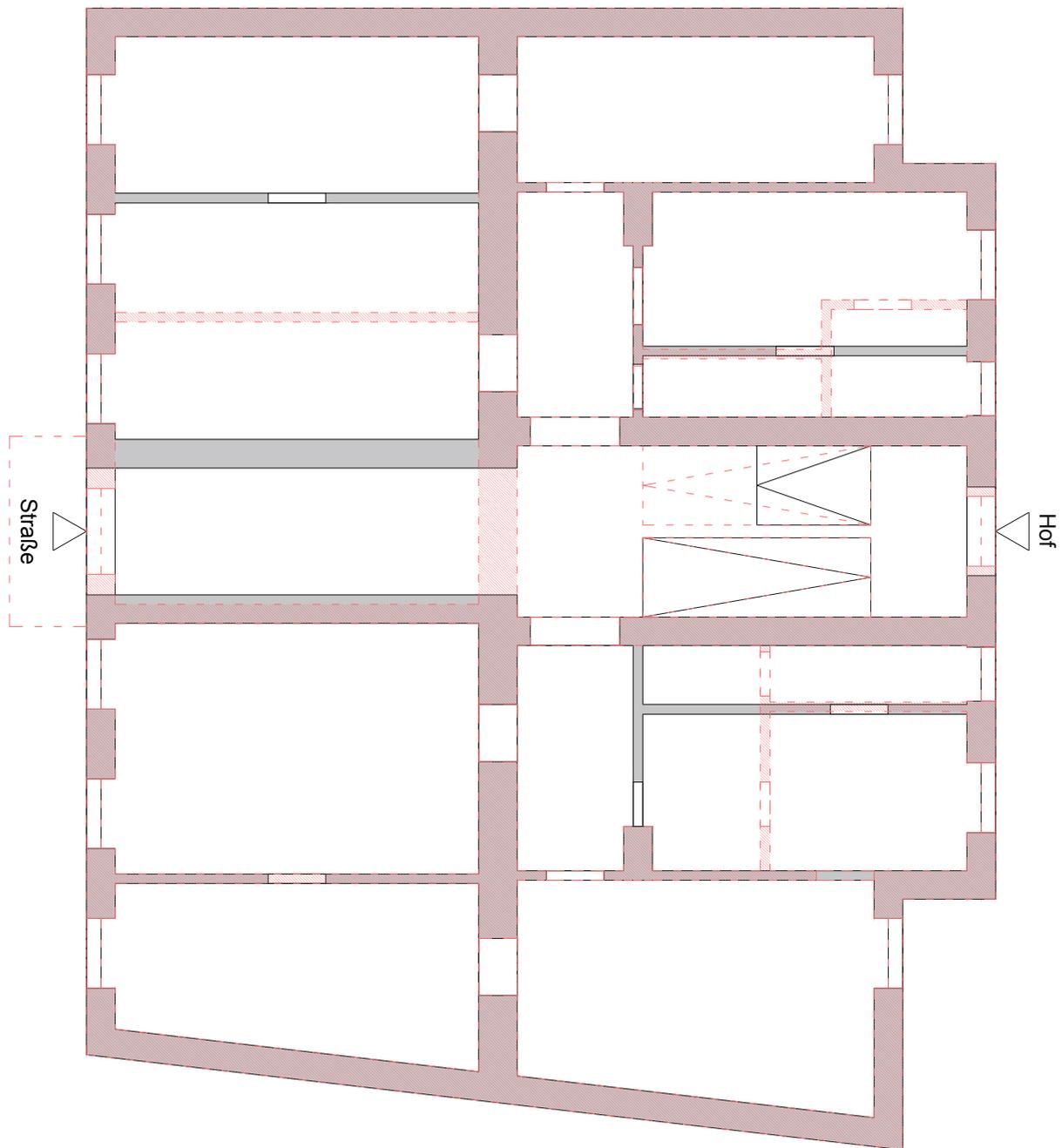
10.2.4 Überlagerung Grundrisse Lastabtragung - KG & EG M1:100

- KG (Souterrain)
- EG (Parterre)



10.2.5 Überlagerung Grundrisse Lastabtragung - EG & 1.OG M1:100

- EG (Parterre)
- 1.OG (1.Stock)



10.3 Berechnungsprotokoll Risikoanalyse Dr. Pech

RISIKOANALYSE für Bestandsgebäude gemäß ÖNORM B 1998-3 und ÖNORM B4008-1

Bei Erhöhung der Personenanzahl darf die Bilanz des Personenrisikos unter Zugrundelegung des vorhandenen Bestandsgebäudes und der baulichen Maßnahme nicht verschlechtert werden. Dieser Grundsatz stellt ein gleichbleibendes Gesamtrisiko des ausgebauten Gebäudes verglichen mit den Risiken des bestehenden Gebäudes und einem für den Personenzuwachs gedachten Neubaus (ohne Reduktion des Zuverlässigkeitsniveaus) sicher. Eine Erhöhung des personenbezogenen Risikos ist auch dann gegeben, wenn eine Nutzungsänderung eine Erhöhung der Personenanzahl (z.B. Ausbau) zur Folge hat bzw. eine Erhöhung der Schadensfolgeklasse oder der Bedeutungskategorie bewirkt.

Objektdaten

Straße, Hausnummer: Hadikgasse
 Postleitzahl, Ort: 1140 Wien

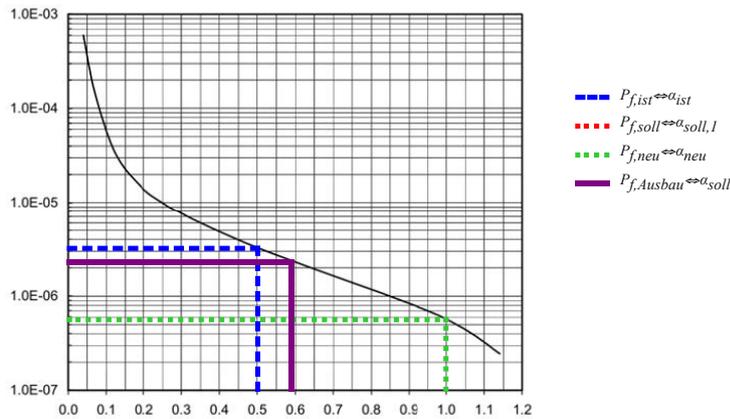
Bestandsgebäude (vor Bauwerksänderung)

	CC2	Schadensfolgeklasse gemäß ÖNORM B 1990-1
PZ_{ist}	9,4	Personenanzahl im Bestandsgebäude gemäß ÖNORM B 1998-3:2013, Pkt. A.3.4
a_{ist}	0,5	Erdbebenerfüllungsfaktor des Bestandsgebäudes $a_{ist} = R_d/E_d$
$R_d = a_{g-ist} \cdot S$		maximal aufnehmbare Bodenbeschleunigung Bestand
$E_d = a_{g-R71} \cdot S$		maximal aufnehmbare Bodenbeschleunigung Bestand
$P_{f,ist} =$	$3.302 \cdot 10^{-6}$	vorhandene Versagenswahrscheinlichkeit des Bestandsgebäudes ermittelt aus a_{ist}

Anmerkung: Im Fall einer Herabstufung der Schadensfolgeklasse des Gebäudes nach der Bauwerksänderung ist für die Ermittlung von a_{ist} die Schadensfolgeklasse nach der Bauwerksänderung anzusetzen.

Bauwerk nach Bauwerksänderung

	CC2	Schadensfolgeklasse gemäß ÖNORM B 1990-1
PZ_{neu}	14,10	Personenanzahl nach Bauwerksänderung gemäß ÖNORM B 1998-3:2013, Pkt. A.3.4
ΔPZ	4,70	Personenzunahme
	50%	maximale Personenzunahme in Prozent von PZ_{ist} für die Anwendbarkeit im Bestand gemäß ÖNORM B4008-1
	50,00%	Personenzunahme in Prozent von PZ_{ist} kleiner als 50%: RISIKOANALYSE ZULÄSSIG
a_{min}	0,25	Mindest-Erdbebenerfüllungsfaktor gemäß ÖNORM B 1998-3:2013, Tab.A.3
a_{neu}	1,00	Erdbebenerfüllungsfaktor für Neubau
$P_{f,neu} =$	$0.571 \cdot 10^{-6}$	vorhandene Versagenswahrscheinlichkeit für Neubau ermittelt aus $a_{neu} = 1,00$
$P_{f,soll} = (PZ_{ist} \cdot P_{f,ist} + \Delta PZ \cdot P_{f,neu}) / (PZ_{ist} + \Delta PZ)$		
$P_{f,soll} =$	$2.391 \cdot 10^{-6}$	erforderliche Versagenswahrscheinlichkeit nach Bauwerksänderung
$a_{soll,1} =$	0,59	Erdbebenerfüllungsfaktor nach Ausbau $a_{soll,1}$ ermittelt aus $P_{f,soll}$
$a_{soll,2} =$	0,59	Erdbebenerfüllungsfaktor nach Ausbau zufolge $a_{soll,2} \geq a_{ist}$
$a_{soll,3} =$	0,59	Erdbebenerfüllungsfaktor nach Ausbau zufolge $a_{soll,3} \geq a_{min}$
$a_{soll,4} =$	0,59	Erdbebenerfüllungsfaktor nach Ausbau zufolge $\Delta PZ \leq 50\%$ von PZ_{ist} ($a_{soll,4} = 1,00$ bei >50 % entspricht NEUBAU)
$a_{soll} =$	0,59	Erdbebenerfüllungsfaktor nach Bauwerksänderung $a_{soll} = \text{MAX}(a_{soll,1}; a_{soll,2}; a_{soll,3}; a_{soll,4}) \leq 1,00$
$R_{d-soll} = 0.59 a_{g-R71} \cdot S$		erforderliche Bodenbeschleunigung nach Bauwerksänderung
$P_{f,Ausbau} =$	$2.391 \cdot 10^{-6}$	Versagenswahrscheinlichkeit nach der Bauwerksänderung



$a_{soll} = 0.59$ Erdbebenerfüllungsfaktor nach Bauwerksänderung

Die Ermittlung des personenbezogenen Risikos und der Erdbebenerfüllungsfaktoren nach der Bauwerksänderung erfolgte gemäß ÖNORM B 1998-3:2013 und einem Berechnungstools des ZT-Büros Dr.PECH (www.zt-pech.at). Für die Richtigkeit der Eingaben haftet der Nutzer des Berechnungstools, die Ergebnisse sind durch den Nutzer auf Plausibilität zu prüfen. Das Berechnungstool wurde unter Beachtung wissenschaftlicher Sorgfalt und anerkannter Regeln der Technik entwickelt. Der Nutzer weiß, dass diese Software Fehler enthalten kann. ZT-Pech übernimmt keinerlei Gewährleistung. Der Nutzer wird an der Software auftretende Mängel unverzüglich anzeigen. Es wird keine Gewähr dafür übernommen, dass die Benutzung der Software nicht in Schutzrechte oder Urheberrechte Dritter eingreift oder keine Schäden bei Dritten herbeiführt. Die durch den Nutzer eingegebenen Daten werden für wissenschaftliche Auswertungen gespeichert.

Risikoanalyse wurde mit einem Berechnungstools des ZT-Büros Dr.PECH am 28.1.2023 um 16:10:28 erstellt.



10.4 Berechnungsprotokoll Holz-Beton-Verbunddecke

Bemessung eines Holz-Beton-Verbundträgers nach Eurocode 5

Systemangaben zum Holzträger

Breite [mm]	Höhe [mm]	Radius [mm]	Stützweite [m]	I_y [cm ⁴]	W_y [cm ³]	A [cm ²]	Festigkeitsklasse
400	260	100	7,6	53246,6	3954,9/4247,3	997,1	C24 nach Eurocode 5
Nutzungsstufe: 1 Der Träger ist während des Betonierens nicht unterstützt							

Systemangaben zur Betonplatte

Breite*) [mm]	Dicke [mm]	I_y [cm ⁴]	W_y [cm ³]	A [cm ²]	Festigkeitsklasse	Schalung [mm]
400	80	1706,7	426,7	320,0	C25/30	0,0
*) mitwirkende Plattenbreite nach DIN 1045 / EN 1991 / Sia 262						

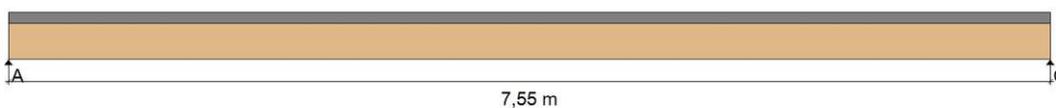
Charakt. Festigkeitswerte des Holzträgers nach Eurocode 5

$E_{mean, t=0}$ [N/mm ²]	$E_{mean, t=\infty}$ [N/mm ²]	$f_{m,k}$ [N/mm ²]	$f_{t0,k}$ [N/mm ²]	$f_{t,90,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,k}$ [N/mm ²]	$f_{c,90,k}$ [N/mm ²]	$f_{v,k}$ [N/mm ²]
11000	6875	24,0	14,5	0,40	21,0	2,5	4,0

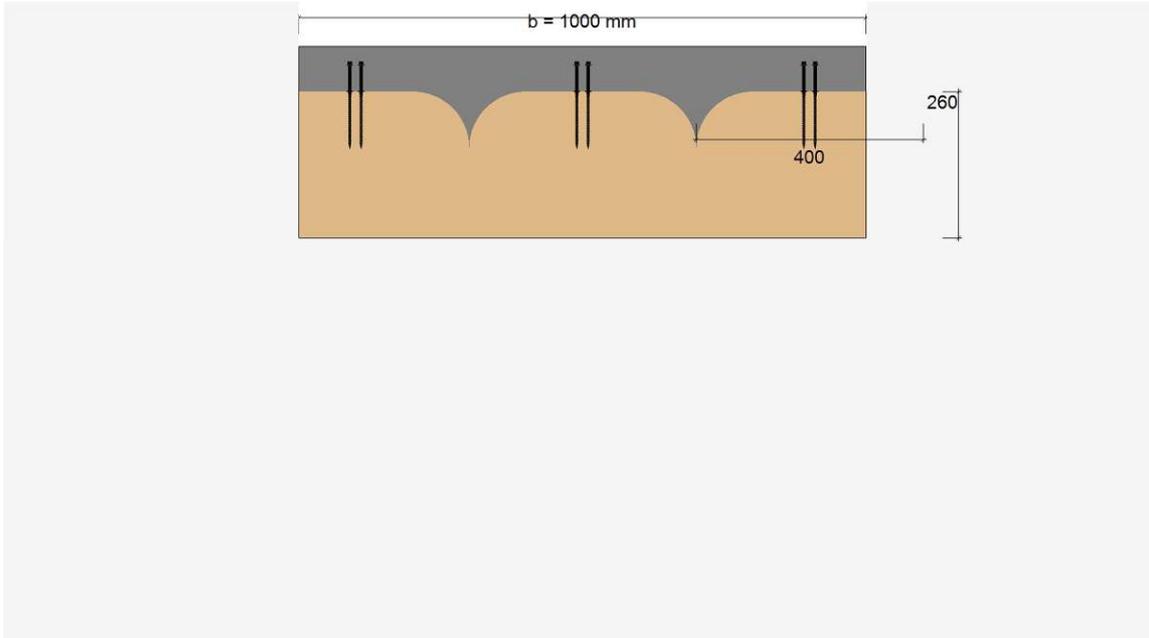
Modifikation

Nutzungsstufe	k_{mod} ständig	k_{mod} lang	k_{mod} mittel	k_{mod} kurz	k_{mod} sehr kurz	γ_M	k_{cr}
1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	1,30	0,670
2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	1,30	0,670
3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	1,30	0,670

Statisches System - Ansicht

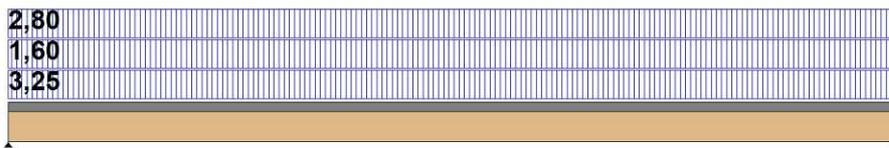


Statisches System - Schnitt



Charakt. Einwirkungen auf das System

e = 0,40m



Charakt. Einwirkungen auf das System

LF	Lasttyp	Einwirkungsdauer	Betrag [kN, kN/m ²]	Länge [m]	Position [m]	Modifikation	ψ0	ψ1	ψ2	Herkunft
1	Gleichlast	ständig	3,25			0,60	1	1	1	Eigenlast
2	Gleichlast	ständig	1,60			0,60	1	1	1	Fußbodenaufbau
3	Gleichlast	mittel	2,80			0,80	0,7	0,5	0,3	Nutzlast + Zuschlag

Endschwindmaß = -0,50

Der erste Lastfall wird als Montagelastfall behandelt!

Projekt: Dippelbaumdecke

1

Bemessungswerte der Schnittgrößen zum Zeitpunkt $t=0$

Maßgebende Lastkombination::

$1,35 \cdot (LF1 + LF2)$ (Nachweis der Biegespannungen)

$1,35 \cdot (LF1 + LF2) + 1,5 \cdot LF3$ (Nachweis der Schubspannungen)

x [m]	Gurtkraft [kN]	Momente im Beton [kNm]	Momente im Holzträger [kNm]	Querkräfte im Holz [kN]	Schubfluss [kN/m]
0,00	0,00	0,00	0,00	16,23	21,23
0,38	2,71	0,06	3,03	14,61	20,86
0,76	5,32	0,11	5,71	12,98	19,83
1,13	7,77	0,15	8,05	11,36	18,29
1,51	9,99	0,18	10,06	9,74	16,33
1,89	11,94	0,21	11,75	8,11	14,05
2,27	13,59	0,23	13,13	6,49	11,52
2,64	14,89	0,25	14,20	4,87	8,79
3,02	15,83	0,26	14,96	3,25	5,93
3,40	16,41	0,27	15,42	1,62	2,99
3,78	16,60	0,27	15,57	0,00	0,00
4,15	16,41	0,27	15,42	-1,62	-2,99
4,53	15,83	0,26	14,96	-3,25	-5,93
4,91	14,89	0,25	14,20	-4,87	-8,79
5,29	13,59	0,23	13,13	-6,49	-11,52
5,66	11,94	0,21	11,75	-8,11	-14,05
6,04	9,99	0,18	10,06	-9,74	-16,33
6,42	7,77	0,15	8,05	-11,36	-18,29
6,80	5,32	0,11	5,71	-12,98	-19,83
7,17	2,71	0,06	3,03	-14,61	-20,86
7,55	0,00	0,00	0,00	-16,23	-21,23

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Projekt: Dippelbaumdecke

1

Bemessungswerte der Schnittgrößen zum Zeitpunkt $t=\infty$

Maßgebende Lastkombination::

1,35*(LF1+LF2) (Nachweis der Biegespannungen)

1,35*(LF1+LF2)+1,5*LF3 (Nachweis der Schubspannungen)

x [m]	Gurtkraft [kN]	Momente im Beton [kNm]	Momente im Holzträger [kNm]	Querkräfte im Holz [kN]	Schubfluss [kN/m]
0,00	0,00	0,00	0,00	16,23	-5,12
0,38	-5,94	0,02	4,53	14,61	-0,73
0,76	-10,26	0,04	8,42	12,98	2,35
1,13	-13,36	0,05	11,73	11,36	4,20
1,51	-15,54	0,06	14,52	9,74	5,07
1,89	-17,06	0,07	16,83	8,11	5,20
2,27	-18,07	0,07	18,67	6,49	4,76
2,64	-18,74	0,08	20,09	4,87	3,91
3,02	-19,15	0,08	21,09	3,25	2,76
3,40	-19,36	0,08	21,69	1,62	1,43
3,78	-19,43	0,08	21,88	0,00	0,00
4,15	-19,36	0,08	21,69	-1,62	-1,43
4,53	-19,15	0,08	21,09	-3,25	-2,76
4,91	-18,74	0,08	20,09	-4,87	-3,91
5,29	-18,07	0,07	18,67	-6,49	-4,76
5,66	-17,06	0,07	16,83	-8,11	-5,20
6,04	-15,54	0,06	14,52	-9,74	-5,07
6,42	-13,36	0,05	11,73	-11,36	-4,20
6,80	-10,26	0,04	8,42	-12,98	-2,35
7,17	-5,94	0,02	4,53	-14,61	0,73
7,55	0,00	0,00	0,00	-16,23	5,12

Bemessungswerte der Holzfestigkeit (EN 1995-1-1:2004)

Maßgebende Lastkombination: 1,35*(LF1+LF2) / 1,35*(LF1+LF2)+1,5*LF3

Fkl.	k_{mod}	γ_M	$f_{m,d}$ [N/mm ²]	$f_{t,0,d}$ [N/mm ²]	$f_{c,0,d}$ [N/mm ²]	$f_{v,d}$ [N/mm ²]
C24	0,60/0,80	1,3	11,08	6,69	9,69	2,46

Auflagerkräfte (charakteristisch)

LF	Ak [kN]	B1k [kN]	B2k [kN]	Ck [kN]
1	4,91	0,00	0,00	4,91
2	2,42	0,00	0,00	2,42
3	4,23	0,00	0,00	4,23

Projekt: Dippelbaumdecke

1

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit
zum Zeitpunkt t=0

x [m]	$\sigma_{m,d,o}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,d,u}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{t,d}$ [N/mm ²]	Nachweis der Randspannung oben	Nachweis der Randspannung unten	OK?
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	√
3,78	3,94	3,67	-0,17	0,17	0,33	0,36	√
7,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	√

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit
zum Zeitpunkt t=∞

x [m]	$\sigma_{m,d,o}$ [N/mm ²]	$\sigma_{m,d,u}$ [N/mm ²]	$\sigma_{c,d}$ [N/mm ²]	$\sigma_{t,d}$ [N/mm ²]	Nachweis der Randspannung oben	Nachweis der Randspannung unten	OK?
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	√
3,78	5,53	5,15	0,19	-0,19	0,50	0,46	√
7,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	√

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit
Schubspannungen zum Zeitpunkt t=0 und t=∞

x [m]	V _{d,0} [kN]	$\tau_{v,d,0}$ [N/mm ²]	Nachweis t = 0	V _{d,∞} [kN]	$\tau_{v,d,∞}$ [N/mm ²]	Nachweis t = ∞	OK?
0,00	16,23	0,36	0,15	16,23	0,36	0,15	√
7,55	-16,23	-0,36	0,15	-16,23	-0,36	0,15	√

$b(ef) = kcr \cdot b = 0,670 \cdot 400,0 = 268,00 \text{ mm}$

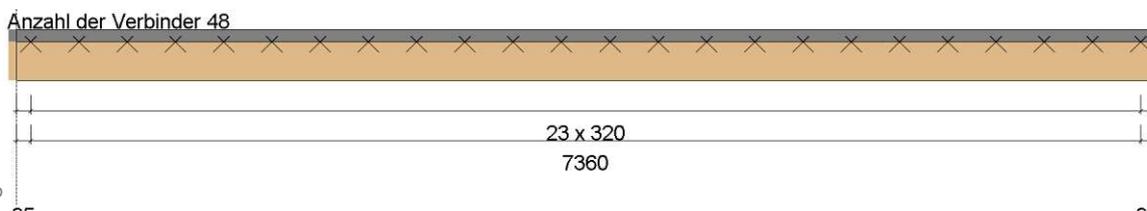
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Projekt: Dippelbaumdecke

Ausnutzung der Schraubenumrissfläche

x [m]	Schraubenumrisslänge u [mm]	$\tau_{v,d,0}$ [N/mm ²]	$\tau_{v,d,00}$ [N/mm ²]	f _{v,d} [N/mm ²]	OK?
0,00	161,40	0,20	-0,05	2,46	✓
0,38	161,40	0,19	-0,01	2,46	✓
0,76	161,40	0,18	0,02	2,46	✓
1,13	161,40	0,17	0,04	2,46	✓
1,51	161,40	0,15	0,05	2,46	✓
1,89	161,40	0,13	0,05	2,46	✓
2,27	161,40	0,11	0,04	2,46	✓
2,64	161,40	0,08	0,04	2,46	✓
3,02	161,40	0,05	0,03	2,46	✓
3,40	161,40	0,03	0,01	2,46	✓
3,78	161,40	0,00	0,00	2,46	✓
4,15	161,40	-0,03	-0,01	2,46	✓
4,53	161,40	-0,05	-0,03	2,46	✓
4,91	161,40	-0,08	-0,04	2,46	✓
5,29	161,40	-0,11	-0,04	2,46	✓
5,66	161,40	-0,13	-0,05	2,46	✓
6,04	161,40	-0,15	-0,05	2,46	✓
6,42	161,40	-0,17	-0,04	2,46	✓
6,80	161,40	-0,18	-0,02	2,46	✓
7,17	161,40	-0,19	0,01	2,46	✓
7,55	161,40	-0,20	0,05	2,46	✓

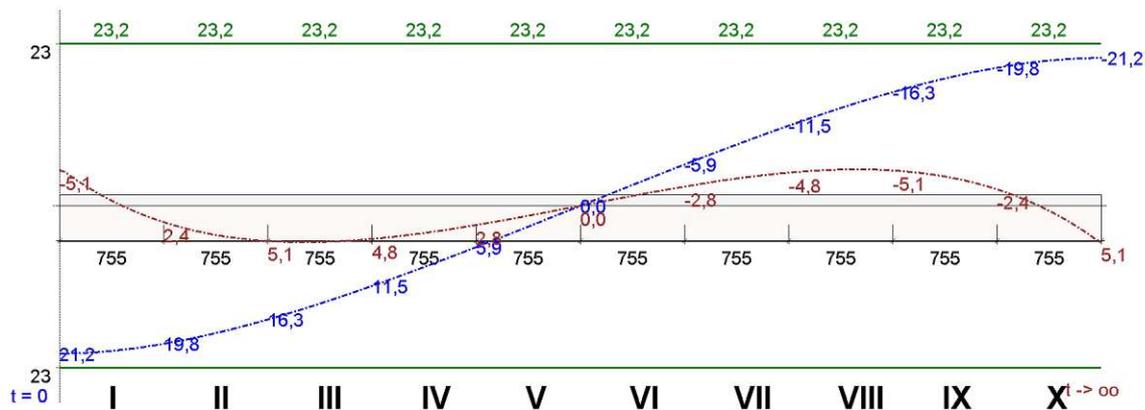
Optimierte Verbinderverteilung



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Projekt: Dippelbaumdecke

Schubdeckungslinie für die maßgebende Lastkombination



Nachweis der SFS Verbundschrauben im Grenzzustand der Tragfähigkeit
Verbindertyp: SFS VB-48-7.5 x 100

x [m]	Reihen	Abstand [mm]	T,R,d [N/mm]	T,d,0 [N/mm]	T,d,0 / T,R,d	T,d,oo [N/mm]	T,d,oo / T,R,d	OK?
0,00	1	320	23,2	21,2	0,91	-5,1	0,22	√
0,38	1	320	23,2	20,9	0,90	-0,7	0,03	√
0,76	1	320	23,2	19,8	0,85	2,4	0,10	√
1,13	1	320	23,2	18,3	0,79	4,2	0,18	√
1,51	1	320	23,2	16,3	0,70	5,1	0,22	√
1,89	1	320	23,2	14,1	0,61	5,2	0,22	√
2,27	1	320	23,2	11,5	0,50	4,8	0,21	√
2,64	1	320	23,2	8,8	0,38	3,9	0,17	√
3,02	1	320	23,2	5,9	0,25	2,8	0,12	√
3,40	1	320	23,2	3,0	0,13	1,4	0,06	√
3,78	1	320	23,2	0,0	0,00	0,0	0,00	√
4,15	1	320	23,2	-3,0	0,13	-1,4	0,06	√
4,53	1	320	23,2	-5,9	0,25	-2,8	0,12	√
4,91	1	320	23,2	-8,8	0,38	-3,9	0,17	√
5,29	1	320	23,2	-11,5	0,50	-4,8	0,21	√
5,66	1	320	23,2	-14,1	0,61	-5,2	0,22	√
6,04	1	320	23,2	-16,3	0,70	-5,1	0,22	√
6,42	1	320	23,2	-18,3	0,79	-4,2	0,18	√
6,80	1	320	23,2	-19,8	0,85	-2,4	0,10	√
7,17	1	320	23,2	-20,9	0,90	0,7	0,03	√
7,55	1	320	23,2	-21,2	0,91	5,1	0,22	√

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Projekt: Dippelbaumdecke

Durchbiegungsanteile im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

x [m]	w,g,inst [mm]	w,g,fin [mm]	w,q,inst,perm [mm]	w,q,fin,perm [mm]	w,q,inst,rare [mm]	w,q,fin,rare [mm]
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,38	1,83	3,89	0,18	0,32	0,59	1,08
0,76	3,61	7,65	0,35	0,64	1,15	2,13
1,13	5,28	11,19	0,51	0,93	1,69	3,11
1,51	6,82	14,41	0,65	1,20	2,18	4,01
1,89	8,18	17,25	0,78	1,44	2,60	4,80
2,27	9,33	19,65	0,89	1,64	2,97	5,47
2,64	10,25	21,55	0,98	1,80	3,26	6,01
3,02	10,92	22,94	1,04	1,92	3,47	6,40
3,40	11,33	23,79	1,08	1,99	3,59	6,63
3,78	11,47	24,07	1,09	2,01	3,64	6,71
4,15	11,33	23,79	1,08	1,99	3,59	6,63
4,53	10,92	22,94	1,04	1,92	3,47	6,40
4,91	10,25	21,55	0,98	1,80	3,26	6,01
5,29	9,33	19,65	0,89	1,64	2,97	5,47
5,66	8,18	17,25	0,78	1,44	2,60	4,80
6,04	6,82	14,41	0,65	1,20	2,18	4,01
6,42	5,28	11,19	0,51	0,93	1,69	3,11
6,80	3,61	7,65	0,35	0,64	1,15	2,13
7,17	1,83	3,89	0,18	0,32	0,59	1,08
7,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Projekt: Dippelbaumdecke

Nachweis über die Einhaltung der Grenzwerte

x [m]	w,inst,rare	max. w,inst,rare (€/300)	w,fin,perm	max. w,fin,perm (€/250)	OK?
0,00	0,00	25,17	0,00	30,20	√
0,38	2,42	25,17	4,21	30,20	√
0,76	4,76	25,17	8,29	30,20	√
1,13	6,97	25,17	12,12	30,20	√
1,51	9,00	25,17	15,61	30,20	√
1,89	10,78	25,17	18,69	30,20	√
2,27	12,30	25,17	21,29	30,20	√
2,64	13,51	25,17	23,35	30,20	√
3,02	14,39	25,17	24,86	30,20	√
3,40	14,92	25,17	25,78	30,20	√
3,78	15,11	25,17	26,08	30,20	√
4,15	14,92	25,17	25,78	30,20	√
4,53	14,39	25,17	24,86	30,20	√
4,91	13,51	25,17	23,35	30,20	√
5,29	12,30	25,17	21,29	30,20	√
5,66	10,78	25,17	18,69	30,20	√
6,04	9,00	25,17	15,61	30,20	√
6,42	6,97	25,17	12,12	30,20	√
6,80	4,76	25,17	8,29	30,20	√
7,17	2,42	25,17	4,21	30,20	√
7,55	0,00	25,17	0,00	30,20	√

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Projekt: Dippelbaumdecke

Stahlbetonnachweis (Feldbereich = untere Lage!) im Grenzzustand der Tragfähigkeit

x [m]	N Ed [kN]	M Ed [kNm]	zs [mm]	d [mm]	μ Eds	ω	req. As [cm ² /m]
0,00	0,00	0,00	17,0	57	0,000	0,010	1,88
0,38	-7,97	0,17	17,0	57	0,017	0,020	1,88
0,76	-15,67	0,32	17,0	57	0,032	0,041	1,88
1,13	-22,88	0,44	17,0	57	0,045	0,052	1,88
1,51	-29,42	0,54	17,0	57	0,056	0,062	1,88
1,89	-35,17	0,62	17,0	57	0,066	0,073	1,88
2,27	-40,00	0,69	17,0	57	0,074	0,084	1,88
2,64	-43,84	0,74	17,0	57	0,081	0,095	1,88
3,02	-46,62	0,77	17,0	57	0,085	0,095	1,88
3,40	-48,31	0,79	17,0	57	0,088	0,095	1,88
3,78	-48,87	0,80	17,0	57	0,089	0,095	1,88
4,15	-48,31	0,79	17,0	57	0,088	0,095	1,88
4,53	-46,62	0,77	17,0	57	0,085	0,095	1,88
4,91	-43,84	0,74	17,0	57	0,081	0,095	1,88
5,29	-40,00	0,69	17,0	57	0,074	0,084	1,88
5,66	-35,17	0,62	17,0	57	0,066	0,073	1,88
6,04	-29,42	0,54	17,0	57	0,056	0,062	1,88
6,42	-22,88	0,44	17,0	57	0,045	0,052	1,88
6,80	-15,67	0,32	17,0	57	0,032	0,041	1,88
7,17	-7,97	0,17	17,0	57	0,017	0,020	1,88
7,55	0,00	0,00	17,0	57	0,000	0,010	1,88

Betonplatte: C25/30 Charakteristische Zugfestigkeit des Bewehrungsstahls: 500 N/mm²

Gewählte Bewehrung

Ø As,x [mm]	e As,x [mm]	Ø As,y [mm]	e As,y [mm]	As,x [cm ² /m]	req. As,x [cm ² /m]	As,y [cm ² /m]	req. As,y [cm ² /m] (=1/4 As,x)	OK?
6,0	150,0	6,0	150,0	1,88	1,88	1,88	0,47	√

As,x = Bewehrung Tragrichtung
As,y = Bewehrung Querrichtung
Ø = Durchmesser, e = Abstand
req. = erforderlich

Hinweis

Es ist ggf. ein gesonderter Durchstanznachweis sowie ein gesonderter Nachweis in Plattenquerrichtung zu führen!