



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

Auswirkungen der CO₂-Bepreisung auf Sanierungen von Wohngebäuden - Impact of carbon pricing on residential renovations

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs
unter der Leitung

Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Alireza Fadaei
E259-02

Institut für Interdisziplinäre Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von
Roman Grünberger
1428649

Wien, am 28.09.2022

eigenhändige Unterschrift



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der
Bezeichnung

D I P L O M A R B E I T

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten
Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbständig ausgeführt habe und alle
verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur genannt habe.

12.09.2022

Datum

Unterschrift

Kurzfassung

In dieser Arbeit werden, neben dem wichtigen Aspekt der Erreichung der Klimaziele der Europäischen Union und des Eigeninteresses an diesem Thema, nach einer ausführlichen Bestandsanalyse verschiedene Sanierungsvarianten eines Demonstrationsgebäudes erarbeitet und miteinander verglichen. Der Fokus der verschiedenen Varianten und deren Berechnungen liegt bei den Aspekten der Ökologie und Ökonomie sowohl bei der Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen als auch der Kosten im laufenden Betrieb.

Die wesentlichen Untersuchungspunkte werden neben den Investitionskosten und den Energiekosten im Betrieb vor allem die aktuell zur Umsetzung angedachten CO₂-Bepreisungskosten aus der Ökosozialen Steuerreform 2022 beinhalten.

Neben architektonischen Entwürfen werden bauphysikalische Berechnungen, für die Ermittlung der ausschlaggebenden Kennzahlen, durchgeführt und in den verschiedenen Varianten miteinander verglichen.

Die energietechnischen und ökologischen Berechnungen werden mit den Investitionskosten und der CO₂-Bepreisungskosten gegenübergestellt und die daraus gewonnenen Erkenntnisse dargestellt. Die Ergebnisse sollen eine klare Aussage bringen, inwieweit die CO₂-Bepreisung die Investitionsentscheidungen bei verschiedenen Sanierungsvarianten beeinflusst. Weiters sollen die Resultate der Berechnungen veranschaulichen, ab wann bzw. wie zeitnah sich verschiedene Investitionen, in Anbetracht der Kosten der geplanten CO₂-Bepreisung von Gebäuden, amortisieren.

Abstract

The objective of this thesis is, in addition to the important aspect of achieving the climate goals of the European Union and the self-interest in this topic, to develop various renovation variants of a demonstration building and compared with each other after a detailed analysis of the existing building. The focus of the different variants and their calculations is on the aspects of ecology and economy, both in the implementation of the rehabilitation measures and the costs in ongoing operation.

In addition to the investment costs and the energy costs in operation, the main points to be examined will primarily include the CO₂ pricing costs from the eco-social tax reform 2022 that are currently being considered for implementation.

In addition to architectural designs, building physics calculations are carried out to determine the decisive key figures and the different variants are compared with each other.

The energy-related and ecological calculations are compared with the investment costs and the CO₂ pricing costs and the knowledge gained is presented. The results should provide a clear statement of the extent to which CO₂ pricing influences investment decisions for different renovation options. Furthermore, the results of the calculations are intended to illustrate from when and how soon various investments will pay off, in view of the costs of the planned CO₂ pricing costs for buildings.

Inhaltsverzeichnis:

<u>1</u>	<u>Einleitung</u>	1
1.1	Hintergrund und Motivation	1
1.2	Problematik und Zielsetzung.....	5
1.3	Methodik und Vorgehensweise	7
<u>2</u>	<u>Grundlagen der Thematik</u>	8
2.1	Allgemeines.....	8
2.2	Baustandard der 1970/80er Jahre	8
2.2.1	Regelkonzeption der Gebäudehülle	8
2.2.2	Gesetzliche Vorgaben.....	9
2.2.3	Bauphysikalische Werte	10
2.3	Aktuelle Baustandards.....	11
2.3.1	Gesetzliche Vorgaben.....	11
2.3.2	Niedrigstenergiegebäude	16
2.3.3	Passivhausstandard.....	18
2.4	Förderungen	20
2.4.1	Sanierungsoffensive 2021/2022.....	20
2.4.2	„raus aus Öl und Gas“ für Private.....	21
2.4.3	„Sauber heizen für alle“ 2022	22
2.5	Aktuelle Energiepreise 2022	23
2.6	CO ₂ -Bepreisung in Österreich und anderen Ländern	24
2.6.1	Inhalte der Ökosozialen Steuerreform 2022	24
2.6.2	Abgabe auf CO ₂ -Emissionen in der Steuerreform 2022	25
2.6.3	Eckpunkte der CO ₂ -Bepreisung	25
2.6.4	Erwartete Preiserhöhungen auf fossile Energieträger	25
2.6.5	Auswirkungen auf die Energiekosten von Haushalten.....	26
2.6.6	Kompensationsmaßnahmen	26
2.6.7	Einschätzung der Effekte der CO ₂ -Bepreisung	27
2.6.8	CO ₂ -Bepreisung in anderen Ländern	29
<u>3</u>	<u>Energieeffiziente Sanierungsprojekte und Demonstrationsbeispiele</u>	31

3.1	Forschung und Studien	31
3.2	Erste Passivhaussanierung eines Einfamilienhauses	33
3.2.1	Ausgangslage	33
3.2.2	Sanierungsdetails	33
3.2.3	Ergebnisse.....	36
3.3	EnerPHit Modernisierung Plus – Hörbranz Vorarlberg.....	41
3.3.1	Ausgangslage	41
3.3.2	Sanierungsdetails	42
3.3.3	Ergebnisse.....	43
3.4	Demonstrationsbeispiel - CO₂-Bepreisung im Gebäudesektor und notwendige Instrumente - Studie des Wirtschaftsforschungsinstitut Universität Köln	45
3.4.1	Gestaltungsmöglichkeiten einer CO ₂ -Bepreisung	45
3.4.2	Auswirkungen der CO ₂ -Bepreisung auf Haushalte und Gewerbe.....	46
3.4.3	Demonstrationsbeispiele für CO ₂ -Bepreisung in Haushalten.....	48
3.4.4	Bewertung der Demonstrationsbeispiele.....	53
4	<u>Bestandsanalyse des Referenzobjektes.....</u>	54
4.1	Örtliche Gegebenheiten.....	54
4.1.1	Standort.....	54
4.1.2	Lage und Orientierung.....	55
4.1.3	Visuelle Darstellung des Bestandes	56
4.2	Analyse der Bauweise.....	58
4.2.1	Bestandspläne	58
4.2.2	Bauteilbauten aus ArchiPhysik-Berechnung EAW.....	60
4.3	Digitale Bestandserfassung	63
4.3.1	Grundrisse und Schnitte	63
4.3.2	3D-Modell.....	67
4.4	Ermittlung des Baustandards des Bestandes	68
4.4.1	Örtliche Begutachtung.....	68
4.4.2	Flächen und Volumina	71
4.4.3	Haustechnik	71
4.4.4	Energie und Ökologie.....	71
4.5	Energiekosten	76
4.6	Auswertung der CO₂-Bepreisung.....	76

4.7	Erkenntnisse	77
5	<u>Sanierungsvariante 1: Low Budget Version</u>	78
5.1	Konzeptbeschreibung.....	78
5.2	Sanierungsmaßnahmen.....	79
5.2.1	Austausch von Fenstern und Türen der Gebäudehülle.....	79
5.2.2	Dämmung der Außenwände	80
5.2.3	Dämmung der Kellerdecke	81
5.2.4	Dämmung der Decke gegen Dachraum.....	81
5.2.5	Ergebnisse der U-Werte durch die Maßnahmen	82
5.2.6	Austausch des Heizsystems	82
5.3	Entwurf und 3D-Modell.....	83
5.4	Energie und Ökologie.....	84
5.4.1	Wärme- und Energiebedarf.....	84
5.4.2	Anlagentechnik	85
5.5	Kosten	85
5.5.1	Sanierungskosten	85
5.5.2	Energiekosten.....	86
5.5.3	Kosten der CO ₂ -Bepreisung	87
5.6	Erkenntnisse	87
6	<u>Sanierungsvariante 2: High Budget Version.....</u>	88
6.1	Konzeptbeschreibung.....	88
6.2	Sanierungsmaßnahmen.....	88
6.2.1	Bauteiloptimierungen	89
6.2.2	Haustechnik	89
6.2.3	Flächen und Volumina	90
6.3	Entwurf und 3D-Modell.....	91
6.4	Energie und Ökologie.....	94
6.4.1	Wärme- und Energiebedarf.....	94
6.4.2	Anlagentechnik	95
6.5	Kosten	96
6.5.1	Sanierungskosten	96

6.5.2	Energiekosten.....	97
6.5.3	Kosten der CO ₂ -Bepreisung	98
6.6	Erkenntnisse	98
7	<u>Gegenüberstellungen und Auswertungen der Ergebnisse.....</u>	99
7.1	Energie und Ökologie.....	99
7.1.1	Wärme- und Energiebedarf.....	99
7.1.2	CO ₂ -Emissionen.....	100
7.2	Kosten und Bilanzierung.....	100
7.2.1	Investitionskosten.....	100
7.2.2	Energiekosten.....	101
7.2.3	CO ₂ -Bepreisungskosten.....	101
7.2.4	Mieteinnahmen	102
7.2.5	Bilanzierung Szenario 1	102
7.2.6	Bilanzierung Szenario 2	103
7.2.7	Bilanzierung Szenario 3	104
8	<u>Erkenntnisse und Ausblick.....</u>	105
	<u>Abbildungsverzeichnis:</u>	108
	<u>Tabellenverzeichnis:</u>	112
	<u>Quellenverzeichnis:</u>	113
	<u>Anhang:.....</u>	118

Abkürzungsverzeichnis

EAW	Energieausweis
EG	Erdgeschoss
EU ETS	Europäischer Emissionshandel
HWB	Heizwärmebedarf
T	Tonnen
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
OG	Obergeschoss
PEB	Primärenergiebedarf
PHPP	Passivhaus-Projektierungspaket
PJ	Petajoule
PV	Photovoltaik
THG	Treibhausgasemissionen
UG	Untergeschoss
VIP	Vakuum-Isolations-Platten

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Motivation

Aufgrund der stetig steigenden Treibhausgasemissionen auf unserem Planeten und dem Interesse für Klimaschutzpolitik hat sich die europäische Union mithilfe des Grünen Deals das Ziel gesetzt, bis 2050 in Europa die Klimaneutralität zu erreichen. Dies bedeutet, so viele CO₂-Emissionen zu beseitigen, wie produziert werden [1].

Österreich hat das Ziel, bis 2030 den Gesamtenergieverbrauch mit erneuerbaren Energiequellen abdecken zu können und bis 2040 Klimaneutral zu werden. Neben dem Verkehr und der Industrie werden annähernd ein Drittel des Endenergieverbrauches in Österreich im Bereich der Privathaushalte benötigt, wovon knapp 24% des Endenergieverbrauches für Raumwärme und Klimatisierung für Privathaushalte erfordert werden [2].

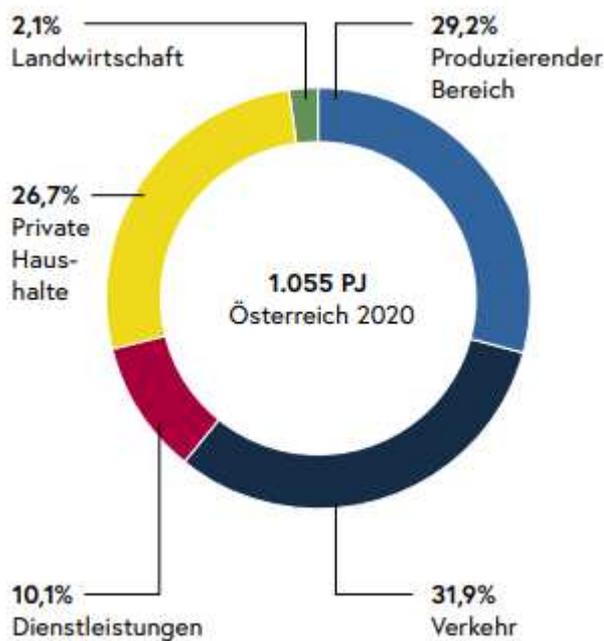


Abbildung 1: Struktur des energetischen Endverbrauches in Österreich [2]

In der Abbildung 1 ist der enorme Anteil des Energieverbrauches im Privatbereich grafisch dargestellt. Viele Bestandsgebäude mit veralteten bauphysikalischen Eigenschaften führen zu

den hohen Energieverbräuchen in dieser Kategorie.

Diese bestehenden Gebäude bieten ein riesiges Potenzial zur Einsparung des Energieverbrauches, welches durch die Umsetzung moderner Sanierungskonzepte eine deutliche Reduktion dieser bewirkt und zur Erreichung der gesetzten Ziele beiträgt.

Parallel zum Endenergieverbrauch verhält sich die Entwicklung der Treibhausgasemissionen und um diese zu senken, wurden in den letzten Jahren und Jahrzehnten an Einsparungen und effizienzsteigernden Systemen gearbeitet und innovative, energiesparende Konstrukte entwickelt. Die aktuelle Treibhausgasbilanz zeigt jedoch, dass die positiven Entwicklungen, aufgrund des stetigen Wachstums, in den Kennzahlen kaum sichtbar werden.

THG-Emissionen 1990-2020

Datenstand: 15.1.2022

Mio. t CO ₂ -Äquivalent	1990	1995	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2019-2020	1990-2020
Energie & Industrie mit Emissionshandel	36,4	35,7	41,6	39,1	35,1	34,7	36,4	34,0	35,0	32,4	-7,6%	-11,1%
Energie & Industrie ohne Emissionshandel *												
Energie & Industrie Emissionshandel **			5,8	6,4	5,6	5,7	5,9	5,6	5,5	5,3	-2,7%	
Verkehr (inkl. nationalem Flugverkehr)	13,8	15,7	24,6	22,2	22,2	23,1	23,7	23,9	24,0	20,7	-13,6%	50,7%
Verkehr (exkl. nationalem Flugverkehr)*			24,6	22,1	22,1	23,0	23,7	23,9	24,0	20,7	-13,5%	
Gebäude*	12,9	13,5	12,7	10,2	8,2	8,4	8,6	7,9	8,1	8,0	-0,4%	-37,5%
Landwirtschaft*	9,5	9,0	8,1	7,9	8,1	8,3	8,1	8,0	8,0	7,9	-0,2%	-16,3%
Abfallwirtschaft*	4,2	3,9	3,3	3,0	2,7	2,7	2,5	2,4	2,3	2,3	-2,8%	-46,5%
F-Gase (inkl. NF ₃)	1,7	1,5	1,7	1,7	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	-4,4%	35,1%
F-Gase (exkl. NF₃)*			1,7	1,7	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,2	-4,3%	
THG nach KSG			56,2	51,4	48,9	50,4	51,2	50,1	50,1	46,5	-7,2%	
Gesamte Treibhausgase	78,4	79,3	92,0	84,1	78,5	79,5	81,8	78,6	79,7	73,6	-7,7%	-6,2%

Abbildung 2: Treibhausgasbilanz Österreich 2020 [3]

Wie in der Abbildung 2 gut erkennbar ist, haben sich die Werte in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten von 1990 bis 2020 nicht wesentlich verringert. Um die EU-Ziele zu erreichen, werden in den nächsten Jahren deutliche Änderungen und Einsparungen sowie Verbesserungen von Systemen unumgänglich sein.

Aktuelle und zukünftige Themen wie CO₂-Bepreisungen, Förderungen, Zuschüsse, usw. betreffen die Bestandsgebäude, Sanierungen sowie die Konzepte unserer zukünftigen neu entwickelten Gebäude wesentlich.

Die Betriebskosten können durch hohen Heizenergiebedarf aufgrund bauphysikalisch minderwertigen Gebäudehüllen und ineffizienten Geräten in der längerfristigen Betrachtung eine sehr hohe finanzielle Belastung für die Eigentümer oder Mieter und einen sehr hohen Kostenfaktor über die Gesamtlaufzeit eines Gebäudes verursachen.

Investitionen betreffend ökologische und energieeffiziente Maßnahmen amortisieren sich in wenigen Jahren aufgrund der dadurch entstehenden Reduzierung der Betriebskosten.

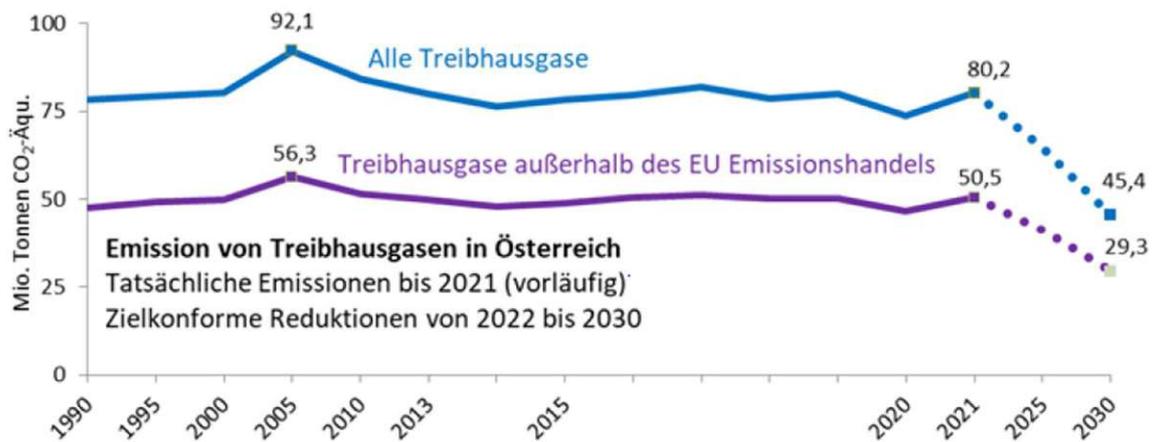


Abbildung 3: Reduktionsbedarf der österreichischen Treibhausgasemissionen bis 2030 lt. EU-Klimaziele [4]

Für die Erreichung der EU-Klimaziele 2030 ist es vorgesehen, die Energiemengen um mindestens ein Viertel und die Treibhausgase um mehr als 50% gegenüber 1990 zu reduzieren. In der Abbildung 3 ist der Reduktionsbedarf der Treibhausgase in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente in Österreich gesamt sowie außerhalb des EU-Emissionshandels ersichtlich. Insgesamt ist eine Dezimierung von 34,8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente erforderlich. [5]

Durch verschiedenste Einflüsse und Gegebenheiten haben sich die Art und Weise sowie die Örtlichkeiten der Niederlassung von Menschen laufend verändert. Laut Statistiken gibt es bereits seit längerer Zeit einen weltweiten Trend einer Zunahme der Urbanisierung, Neuentwicklung und Vergrößerung von Ballungszentren mit der Folge von Abwanderung und Zersiedelung am Land. Man beobachtet gleichzeitig einen Trend der steigenden Akademisierung der Bevölkerung. Nach einer Registerzählung des Bildungsstandes der Bevölkerung in Österreich 2011, war die Zahl der Absolventen von Fachhochschulen und Universitäten gegenüber der Registerzählung von 2001, um 68% gestiegen [6]. Um eine akademische Ausbildung zu erhalten, ist es meist notwendig in den Ballungsraum zu pendeln oder zu ziehen, da sich die Fachhochschulen und Universitäten vorwiegend in den Städten befinden. Auch nach der Absolvierung einer Hochschule gibt es in den Städten mehr Jobangebote. Konzerne und innovative Unternehmen wählen ihre Standorte in den Ballungszentren.

Weiters haben viele Familienlandwirtschaftsbetriebe keine Chance ihren Betrieb aufrecht zu halten, da die Großindustrie mit günstigeren Preisen die Kunden abwirbt. Dadurch können die nachkommenden Generationen häufig diese Familienbetriebe nicht weiterführen, was teilweise zum Ortswechsel für die Ausbildung oder Jobsuche in die Stadt führt. Dies und weitere Faktoren führen zur Abwanderung im ländlichen Raum und zur Zuwanderung in den Städten.

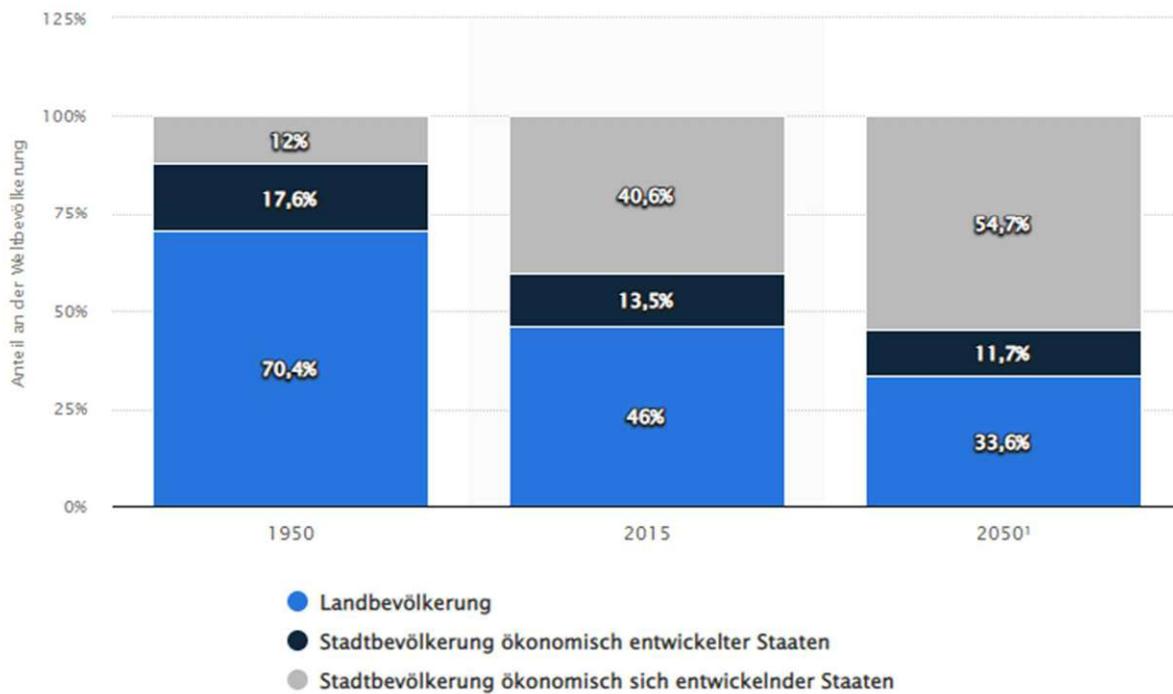


Abbildung 4: Anteil der Stadt- und Landbevölkerung weltweit [7]

In der Abbildung 4 ist, in blau gekennzeichnet, die Abnahme der weltweiten Landbevölkerung von 1950 bis 2015 inklusive einer Prognose bis 2050 sichtbar. Städte mit steigender ökonomischer Entwicklung bewirken zugleich erhöht steigende Bevölkerungszunahmen [7].

Die Abwanderung in ländlichen Gebieten führt zu steigenden Wohnflächenleerständen, besonders in großzügig erbauten Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie Bauernhöfen. Obendrein werden viele neue Wohnungsanlagen, Reihenhäuser und Einfamilienhäuser aufgrund des zunehmend steigenden Standards an Wohnqualität der Menschen gebaut. Die bestehenden Gebäude bieten ein immer höher werdendes Potenzial an bereits existierenden Wohnräumen.

Aus ökologischer Sicht gilt es vorrangig den vorhandenen Wohnraum zu nutzen, anstatt durch Neubauten unsere beschränkten Ressourcen zu verschwenden und dadurch Treibhausgase in

die Atmosphäre zu schleudern, welche unseren Planeten gefährden. Viele Gebäude sind mit Schad- und Störstoffen sowie krebserregenden Materialien gebaut worden, welche im Bestand zwar für die Menschen nicht schädlich sind, diese jedoch in der Entsorgung erhebliche Umweltprobleme sowie hohe Kosten verursachen würden. Auch dies ist ein Aspekt, der in dieser Hinsicht betrachtet werden muss. Ältere Gebäude können von außen teilweise etwas mitgenommen wirken, jedoch ist meist die statische Bausubstanz und somit das Herzstück eines Gebäudes, in gutem Zustand.

Die zukünftige Motivation liegt darin, dieses bereits bestehende Wohnraumpotenzial mittels moderner und ökologischer Sanierungen nachhaltig zu gestalten, um diese Gebäude auf den aktuellen Standard eines Neubaus zu revitalisieren.

1.2 Problematik und Zielsetzung

Für viele Besitzer eines sanierungsbedürftigen Wohnhauses stellt die Entscheidungsfindung, ob Sanierung oder Abbruch mit anschließendem Neubau, eine sehr große Herausforderung dar. Die große Diskussion dreht sich bei diesem Thema immer um die Frage „Sanieren oder besser abbrechen und ohne unvorhersehbare Probleme ein neues Haus bauen?“

Es werden in erster Linie fälschlicher Weise meist nur die entstehenden Kosten und der zu erwartende Aufwand verglichen.

Einer der wichtigsten Punkte, welcher sehr oft nicht berücksichtigt wird, ist, dass man bei diesen Vergleichen zwischen Sanierung oder Abbruch die gleiche Kubatur (Raumvolumen) sowie die gleiche Nettogeschossfläche für das jeweilige Ergebnis heranziehen muss, um eine realistische Antwort auf diese Fragestellung zu erhalten. Viele Menschen sind von Sanierungen abgeneigt, weil unvorhersehbare Probleme auftreten können. Jedoch kann es auch bei jedem Neubau zu unvorhersehbaren Komplikationen und Herausforderungen kommen. Es liegt daran, dass bei jedem Neubau Professionisten involviert sind, welche jedem Hindernis sofort entgegenwirken können. Das Hauptproblem ist, dass bei Sanierungen oftmals keine planerische Begleitung beteiligt ist und deshalb falsche Abläufe und deren Folgeschäden zustande kommen.

Die Sanierung wird der Variante des Abbruches mit Neubau immerfort als kostenintensiver gegenübergestellt, wobei jedoch häufig der Neubau nach dem Abbruch kleiner, sprich mit weniger Nutzfläche ausgeführt wird. Somit sind die beiden Varianten kostentechnisch nicht vergleichbar, da Wertvolle Nutzfläche und folglich potenzielle Einkünfte durch Mieten, verloren gehen. Auch werden oft die Entsorgungskosten eines Abbruches nicht richtig

eingeschätzt, denn durch versteckte umweltschädliche Schad- und Störstoffe z.B.: Asbest, teerhaltige Materialien, FCKW, gefährliche Mineralfasern usw. kann es bei der Entsorgung zur Kostenexplosion kommen, dies spricht wiederum für den Erhalt der Bausubstanz. Diesen Punkten steht der Abbruch des bestehenden Gebäudes und der darauffolgende Neubau gegenüber. Argumente wie die Tatsache, den Grundriss selbst zu bestimmen oder die Anordnung der transparenten Bauteile in der Gebäudehülle eigenständig zu planen stärkt die Entscheidung gegen eine Sanierung des Öfteren. Allerdings sind diese Argumente der Einschränkungen nicht haltbar, da die meisten dieser „Freiheiten“ auch in der Sanierung möglich sind. Voraussetzung dafür ist eine gute Planung, deren Verwendung tatsächlich bei Neubauten weniger bzw. nicht in Frage gestellt wird.

In dieser Arbeit werden vorwiegend die Herausforderungen bei Sanierungen von Ein- und Mehrfamilienhäusern der 70/80er Jahre auf aktuelle, moderne Wohnstandards eruiert. Gleichzeitig sollen diese mit dem Abbruch jener inklusive darauffolgenden Neubau mit gleicher Kubatur und Nutzfläche des Bestandes nach ökonomischen, ökologischen sowie zeitlichen Aspekten verglichen werden.

Ziel dieser Arbeit ist es, verschiedene Sanierungskonzepte für das Bestandsobjekt zu entwerfen, diese energietechnisch sowie ökologisch zu analysieren und die Ergebnisse im Allgemeinen, aber hauptsächlich mit der Berücksichtigung der aktuell geplanten CO₂-Bepreisung zu vergleichen.

Es ist zu ermitteln ob und wenn ja, welchen Einfluss dieses neue Gesetz der CO₂-Steuer im Falle der geplanten Umsetzung, auf die entworfenen Sanierungskonzepte aufweist.

Die Sanierungsvarianten werden einerseits minimal für den Zweck des Erhaltens der möglichen Förderungen geplant und andererseits mit einer sehr hochwertigen Passivhaussanierung verglichen.

Die energietechnischen Werte sollen Informationen und Berechnungen über die anfallenden Kosten der CO₂-Bepreisung ermöglichen. Eine Gegenüberstellung dieser Kennzahlen soll die jährlichen Zusatzkosten aufzeigen und die Auswirkungen der Verwendung von ökologischen Baustoffen, verschiedener Heizsysteme und erneuerbaren Energietechnologien auf diese Zusatzkosten der CO₂-Bepreisung in Wohngebäuden darstellen.

Ziel dieser Arbeit ist es, im Zuge von Sanierungsvarianten eines Wohngebäudes der 70er/80er Jahre die CO₂-Bepreisung der Steuerreform 2022 zu berücksichtigen und die Einflüsse dieser Bepreisung darzustellen. Weiters soll eruiert werden, ob diese Kosten einen Einfluss auf die Entscheidungsfindung einer Sanierung bzw. in welchem Umfang saniert werden soll.

1.3 Methodik und Vorgehensweise

Nach einer themenspezifischen Grundlagenrecherche von Gebäudespezifikationen, Bauweisen und Materialtechnik der 70/80er Jahre werden Beispielprojekte auf ihre Art der Sanierung, die entstandenen Kosten, sowie die energietechnischen Einsparungen, durch die umgesetzten Maßnahmen analysiert.

Die darauffolgende Bestandsanalyse eines Referenzobjektes beinhaltet wesentliche Gebäudeinformationen, die örtlichen Gegebenheiten, die gewählte Bauweise sowie haustechnische Anlagen und Technik.

Für jedes der beiden Sanierungskonzepte sind im Vorfeld die genauen Rahmenbedingungen festzulegen und der gewünschte Standard zu erläutern. Vorerst wird das Bestandsgebäude auf die aktuellen energietechnischen Werte analysiert und die dafür anfallende CO₂-Steuer ermittelt. Für die beiden Sanierungsvarianten werden Entwürfe und Verbesserungskonzepte entwickelt und diese danach gleich wie zuvor beim Bestandsgebäude, anhand der ermittelten Energiekennzahlen, ermittelt und dargestellt.

Im Zuge der Gegenüberstellungen werden die Kennzahlen der verschiedenen Varianten miteinander verglichen. Weiters werden bei den einzelnen Konzepten durch Änderungen beim Heizsystem, der Materialwahl der Gebäudehülle und der Verwendung von erneuerbaren Energiesystemen die Auswirkungen auf die produzierten CO₂-Emissionen ermittelt und dargestellt.

Hauptaugenmerk der zwei verschiedenen Sanierungsvarianten dieses Demonstrationsgebäudes, werden die Einflüsse der CO₂-Bepreisung der „Ökosozialen Steuerreform“ 2022/24 auf die Entscheidungsfindung der Art und Weise der Durchführung der jeweiligen Sanierungsvariante bzw. einzelner Sanierungsmaßnahmen untersucht und deren Einflussfaktoren festgestellt.

2 Grundlagen der Thematik

2.1 Allgemeines

Viele Gebäude der 1950er und 1960er Jahre mussten bereits aufgrund ihres fortgeschrittenen Alters und der damit verbundenen Schädigung und Schwächung der Bausubstanz und der eingesetzten Materialien abgebrochen werden. Jedoch wurde auch ein Teil dieser Gebäude nachhaltig modernisiert und renoviert. Aktuell steht in diesem Sinne ein Generationenwechsel an, denn seit einigen Jahren, gegenwärtig und in naher Zukunft treten diese Alterserscheinungen bei Wohngebäuden aus den 1970er und 1980er Jahren auf, was die Eigentümer zur Sanierung führt, um den Erhalt dieser Bestandsgebäude zu bewahren. Leider werden diese oftmals einwandfreien Gebäude und deren kostbar eingesetzten Ressourcen teilweise beabsichtigt abgebrochen, um mit dem Einsatz neuer Ressourcen nach der Entsorgung des Abbruches einen Neubau zu realisieren. Eine Reihe verschiedenster Neuentwicklungen hinsichtlich Bauweisen bewirken eine steigende Anzahl der Möglichkeiten ein Wohngebäude nachhaltig zu sanieren und somit viele weitere Jahre am Leben zu halten. Aufgrund der Verbreiterung des Marktes der verschiedenen Konstruktionstechniken und Maschinellen Vorfertigungen kann der Faktor Zeit bedeutend ausschlaggebend sein, für die Finanzierung und Umsetzung einer Revitalisierung eines Wohnhauses.

2.2 Baustandard der 1970/80er Jahre

2.2.1 Regelkonzeption der Gebäudehülle

Der Baustandard der 70/80er Jahre war im Sektor der Einfamilienhäuser meist sehr großzügig konzipiert worden, sodass viele dieser Gebäude durch ihre großflächige Grundrissgestaltung auf mehreren Stockwerken eine Mischung aus Ein- und Mehrfamilienhaus darstellen. Kellergeschosse wurden vorwiegend vor Ort geschalt und als Stahlbetonwände betoniert. Außenwände von Ein- und Mehrfamilienhäusern der 70/80er Jahre bestehen größtenteils aus Ziegel mit Außenputz, die Dächer wurden vermehrt in Giebelform als Kaltdächer gebaut und die Fenster sind ein- oder doppelflügelig ausgeführt. Für die energietechnischen Anforderungen war in dieser Zeit die Wärmedurchgangszahl k oder k -Wert in W/m^2K für die einzelnen Bauteile einzuhalten. In der Bauordnung, wie folgt unter §31A Wärmeschutz, wurden die zu erfüllenden Mindestwerte für die jeweiligen

Bauteile festgelegt.

2.2.2 Gesetzliche Vorgaben

2.2.2.1 NÖ Bauordnung von 1976-1996

Die Einreichung des Projektes wurde im Jahre 1978 durchgeführt, somit war die Grundlage und gesetzliche Vorgabe damals die Niederösterreichische Bauordnung von 1976, genau genommen die erste Version davon, da die erste Novelle am 01.09.1981 zur Gültigkeit kam und bis dahin die erste Auflage gültig war.

2.2.2.2 §31A – Wärmeschutz

Der Absatz (2) der damaligen Bauordnung besagt, dass der Wärmeschutz der Wände von Aufenthaltsräumen dann gewährleistet ist, wenn die **Wärmedurchgangszahl k** folgende Werte nicht überschreitet [8]:

1. Bei Außenwänden von Aufenthaltsräumen **0,7 W/m²K**
2. Bei Wänden gegen unbeheizte Gebäudeteile und Brandwände **0,9 W/m²K** und
3. Bei erdberührten Wänden und Fußböden beheizter Räume **0,8 W/m²K**.

„Ist bei Außenwänden von Aufenthaltsräumen die Fensterfläche größer als 30% der Außenwandfläche, so ist der Wärmeschutz dieser Außenbauteile so zu verbessern, dass die mittlere Wärmedurchgangszahl k_m höchstens 1,24 W/m²K beträgt.“ [8]

In Absatz (3) und (4) gilt:

(3) „Der Wärmeschutz der Decken ist dann gewährleistet, wenn die Wärmedurchgangszahl k folgende Werte nicht überschreitet:

1. Bei Decken von Aufenthaltsräumen gegen Außenluft 0,3 W/m²K und
2. Bei Decken gegen unbeheizte Gebäudeteile 0,6 W/m²K.“ [8]

(4) „Der Wärmeschutz der Fenster und Türen beheizter Räume ist dann gewährleistet, wenn

1. Die Wärmedurchgangszahl k höchstens 2,5 W/m²K und
2. Der Fugendurchlasswert a höchstens 0,2 m³/hm (Pa)^{2/3} beträgt.

Fugen sind jedoch so zu gestalten, dass der hygienisch erforderliche einfache

Mindestluftwechsel des zugehörigen Raumes innerhalb zweier Stunden gewährleistet ist,

bzw. die für Feuerstätten notwendige Verbrennungsluft nachströmen kann.“ [8]

2.2.3 Bauphysikalische Werte

Für die bauphysikalische Bewertung wurden im Leitfaden der OIB-Richtlinie 6 sogenannte Default Werte, Mittelwerte aus Erfahrungen, für ältere Gebäude berechnet, um diese einschätzen und vergleichen zu können, wie in den Abbildungen 5 und 6 zu entnehmen ist [9].

Epoche / Gebäudetyp	KD	OD	AW	DF	FE	g	AT
vor 1900 EFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,50
vor 1900 MFH	1,25	0,75	1,55	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1900 EFH	1,20	1,20	2,00	1,00	2,50	0,67	2,50
ab 1900 MFH	1,20	1,20	1,50	1,00	2,50	0,67	2,50
ab 1945 EFH	1,95	1,35	1,75	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1945 MFH	1,10	1,35	1,30	1,30	2,50	0,67	2,50
ab 1960 EFH	1,35	0,65	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
ab 1960 MFH	1,35	0,65	1,20	0,55	3,00	0,67	2,50
Systembauweise	1,10	1,05	1,15	0,45	2,50	0,67	2,50
Montagebauweise	0,85	1,00	0,70	0,45	3,00	0,67	2,50

Bei den angegebenen Werten handelt es sich grundsätzlich um Mittelwerte aus der Erfahrung und nicht um schlechtest denkbare Werte.

Legende:	
KD Kellerdecke	Systembauweise Bauweise basierend auf systemisierter Mauerwerksbauweise o.ä.
OD Oberste Geschoßdecke	Montagebauweise ... Bauweise basierend auf Fertigteilen aus Beton mit zwischenliegender Wärmedämmung
AW Außenwand	
DF Dachfläche	
FE Fenster	
g Gesamtenergiedurchlassgrad	Für alle nicht erwähnten Bauteile wie z.B. Kniestockmauerwerk, Abseitenwände, Abseitendecken sind grundsätzlich die entsprechenden Werte für Außenbauteile zu verwenden.
AT Außentüren	
EFH ... Einfamilienhaus	
MFH ... Mehrfamilienhaus	

Abbildung 5: Default Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) [9]

Niederösterreich	KD	OD	AW	DF	FE	g	AT
ab 01.1982	0,80	0,30	0,70	0,30	2,50	0,67	2,50
ab 01.1988	0,70	0,25	0,50	0,25	2,50	0,67	2,50
ab 03.1996	0,50	0,22	0,40	0,22	1,80	0,67	1,80

Abbildung 6: Annahme von U-Werten in Niederösterreich [9]

2.3 Aktuelle Baustandards

2.3.1 Gesetzliche Vorgaben

Für die landes- bzw. bundesweite Reglementierung der Planung und Umsetzung von Neubau- und Sanierungsprojekten wurden Normen und Richtlinien entwickelt. Die Definition einer Norm lautet: „Dokument, das mit allgemeiner Zustimmung erstellt und von einer anerkannten Normungsinstitution angenommen wurde, und für die allgemeine und wiederkehrende Anwendung Regeln, Leitlinien oder Merkmale für Tätigkeiten oder deren Ergebnisse festlegt“ [10]. Dadurch gibt es grundsätzliche Vorgaben, welche eingehalten werden müssen bzw. für Förderungen erreicht werden können.

„Eine detaillierte Beschreibung beziehungsweise Wiedergabe der wichtigsten Baugesetze und Bauordnungen ist in diesem Rahmen nicht möglich, da es in Österreich nicht eine, sondern neun unterschiedliche Bauordnungen gibt. Das Bauwesen unterliegt nämlich der Landesgesetzgebung.“ [11]

„Im Jahr 2008 wurden jedoch in den meisten Bundesländern die Bauvorschriften in Bezug auf eine Harmonisierung der technischen Vorschriften novelliert. Grundlage der technischen Vorschriften sind die OIB-Richtlinien 1 bis 6. Die Bundesländer haben die OIB-Richtlinien in ihren Bauordnungen für verbindlich erklärt, es kann jedoch gemäß den Bestimmungen in den diesbezüglichen Verordnungen der Bundesländer von den OIB-Richtlinien abgewichen werden, wenn die Bauwerberin/der Bauwerber nachweist, dass ein gleichwertiges Schutzniveau erreicht wird, wie bei Einhaltung der OIB-Richtlinien. Durch die in allen Bundesländern erfolgte Verbindlichmachung der OIB-Richtlinie 6 wird auch der Energieausweis für Gebäude in einer Gesetzesnorm standardisiert.“ [11]

Die 2010 entschiedene EU-Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden beinhaltet folgende Aspekte:

- Mindestanforderungen für neue und bestehende Gebäude sowie gebäudetechnische Systeme
- Anforderungen des "Niedrigstenergiegebäudes" müssen ab 31. Dezember 2018 bei neuen Gebäuden, die von Behörden als Eigentümer und Eigentümerin genutzt werden, sowie ab 31. Dezember 2020 bei allen neuen Gebäuden erfüllt werden
- Kostenoptimum als Schlüsselkriterium

- Vorbildfunktion öffentlicher Stellen
- Qualifikation der Institutionen, die Energieausweise ausstellen und Überprüfungen vornehmen, Einführung eines unabhängigen Kontrollsystems
- Anpassung an den technischen Fortschritt, Sanktionen [12]

Für die Umsetzung der Richtlinie in Österreich wurden im „Nationalen Plan Zwischenziele sowie die Definition des Niedrigstenergiegebäudes festgelegt. [13]

2.3.1.1 Energieausweis-Vorlage-Gesetz 2012

Für die Einreichung und Genehmigung einer Sanierung oder eines Neubaus ist grundsätzlich, bis auf wenig Ausnahmen, die Erstellung eines Energieausweises notwendig. Der Energieausweis (EAW) gibt Informationen über wichtige bauphysikalische und ökologische Werte womit das jeweilige Gebäude, je nach Qualitätsstandard unter Berücksichtigung mehrerer Aspekte, klassifiziert wird.

Der EAW und die verschiedenen Gebäudekategorien wie Niedrigenergiegebäude, Niedrigstenergiegebäude oder Passivhaus, sind in der ÖNorm H 5055 geregelt und die jeweiligen Kennzahlen dazu sind in den Berechnungsprogrammen hinterlegt.

Im §1 des zugehörigen Gesetzestexts wird folgendes festgehalten: „Dieses Bundesgesetz regelt die Pflicht des Verkäufers oder Bestandgebers, beim Verkauf oder bei der In-Bestand-Gabe eines Gebäudes oder Nutzungsobjekts dem Käufer oder Bestandnehmer einen Energieausweis vorzulegen und auszuhändigen, sowie die Pflicht zur Angabe bestimmter Indikatoren über die energietechnische Qualität des Gebäudes oder Nutzungsobjekts in Anzeigen zur Vorbereitung solcher Rechtsgeschäfte.“

Unter §4 ist die Vorlage- und Aushändigspflicht des Energieausweises geregelt [14]

2.3.1.2 OIB-Richtlinie 6-2019 - Energieeinsparung und Wärmeschutz

Die Richtlinie 6 des Österreichischen Institut für Bautechnik liegt der 2010 beschlossene EU-Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden zugrunde. Um diese Fristgerecht umzusetzen, wurde in der Richtlinie 6 ein Nationaler Plan als Zwischenziel definiert und ausgearbeitet. [13]

Neben dem zuvor genannten Energieausweis beinhaltet die OIB-RL6 gesetzliche Anforderungen an die energietechnische Qualität von Gebäuden, einen Leitfaden zur Berechnung des energietechnischen Verhaltens sowie einen Leitfaden zur Berechnung des

kostenoptimalen Anforderungsniveaus von Gebäuden. [15]

Folgende Anforderungen an Wohngebäuden und Nicht-Wohngebäuden sind beinhaltet und in den folgenden Abbildungen 7 bis 10 dargestellt:

- Anforderungen an Energiekennzahlen bei Neubau und größerer Renovierung:

		Neubau	Größere Renovierung
HWB _{Ref,RK,zul} in [kWh/m ² a]	ab Inkrafttreten	$12 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	$19 \times (1 + 2,7 / \ell_c)$
	ab 01.01.2021	$10 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	$17 \times (1 + 2,9 / \ell_c)$
EEB _{RK,zul} in [kWh/m ² a]	ab Inkrafttreten	EEB _{WG,RK,zul}	EEB _{WGsan,RK,zul}

Abbildung 7: Nachweisführung über Heizwärmebedarf (HWB) oder Endenergiebedarf (EEB) für Wohngebäude [16]

		Neubau	Größere Renovierung
HWB _{Ref,RK,zul} in [kWh/m ² a]	ab Inkrafttreten	$16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	$25 \times (1 + 2,5 / \ell_c)$
	ab 01.01.2021	0,75	0,95
f _{GEE,RK,zul}	ab Inkrafttreten	0,80	1,00
	ab 01.01.2021	0,75	0,95

Abbildung 8: Nachweisführung über Heizwärmebedarf oder Gesamtenergieeffizienz-Faktor (f_{GEE}) für Wohngebäude [16]

- Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile beim Neubau:

Die in der früheren Zeit der Nö-Bauordnung 1976-1996 genannte Wärmedurchgangszahl k, der sogenannte k-Wert wird aktuell in der OIB-Richtlinie sowie in den Bauordnungen als U-Wert oder Wärmedurchgangskoeffizient in W/m²K angegeben.

	Bauteil	U-Wert [W/m ² K]
1	WÄNDE gegen Außenluft ⁽¹⁾	0,35
2	WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume ⁽¹⁾	0,35
3	WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume) sowie gegen Garagen ⁽¹⁾	0,60
4	WÄNDE erdberührt ⁽¹⁾	0,40
5	WÄNDE (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten oder konditionierten Treppenhäusern	1,30
6	WÄNDE gegen andere Bauwerke an Nachbargrundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen ⁽¹⁾	0,50
7	WÄNDE (Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	–
8	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft ^(2,3)	1,40
9	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Nicht-Wohngebäuden (NWG) gegen Außenluft ^(2,3)	1,70
10	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen Außenluft ⁽⁴⁾	1,70
11	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft ^(4,5)	2,00
12	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽⁴⁾	2,50
13	DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft ^(5,6)	1,70
14	TÜREN unverglast, gegen Außenluft ⁽⁷⁾	1,70
15	TÜREN unverglast, gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽⁷⁾	2,50
16	TÖRE Rolltore, Sektionaltore u. dgl. gegen Außenluft ^(3,8)	2,50
17	INNENTÜREN	–
18	DECKEN und DACHSCHRÄGEN jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt) ⁽¹⁾	0,20
19	DECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽¹⁾	0,40
20	DECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten ⁽¹⁾	0,90
21	DECKEN innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten ⁽¹⁾	–
22	DECKEN über Außenluft (z.B. über Durchfahrten, Parkdecks) ⁽¹⁾	0,20
23	DECKEN gegen Garagen ⁽¹⁾	0,30
24	BÖDEN erdberührt ⁽¹⁾	0,40

Abbildung 9: Anforderungen der U-Werte an wärmeübertragenden Bauteile im Neubau [16]

- Konversionsfaktoren:

Für die Ermittlung von Primärenergiebedarf (PEB), die erneuerbaren und nicht erneuerbaren Anteile aus dem PEB sowie den Anteil der CO₂ -Äquivalente wurden Konversionsfaktoren bestimmt:

	Energieträger	f _{PE} [-]	f _{PE,n.ern.} [-]	f _{PE,ern.} [-]	f _{CO2eq} [g/kWh]
1	Kohle	1,46	1,46	0,00	375
2	Heizöl	1,20	1,20	0,00	310
3	Erdgas	1,10	1,10	0,00	247
4	Biomasse (Biobrennstoffe fest)	1,13	0,10	1,03	17
5	Biobrennstoffe flüssig (Inselbetrieb) ⁽¹⁾	1,50	0,50	1,00	70
6	Biobrennstoffe gasförmig (Inselbetrieb) ^(1,2)	1,40	0,40	1,00	100
7	Strom (Liefermix)	1,63	1,02	0,61	227
8	Fernwärme aus Heizwerk (erneuerbar) ⁽³⁾	1,60	0,28	1,32	59
9	Fernwärme aus Heizwerk (nicht erneuerbar) ⁽³⁾	1,51	1,37	0,14	310
10	Fernwärme aus hocheffizienter KWK ^(3,4)	0,88	0,00	0,88	75
11	Abwärme ⁽³⁾	1,00	1,00	0,00	22

⁽¹⁾ ... Unter Inselbetrieb sind hier ausschließlich Anlagen zu verstehen, bei denen auch die Produktion des Brennstoffes im Gebäude oder in unmittelbarer Nähe des Gebäudes stattfindet.
⁽²⁾ ... Für Grüngas und Synthesegas sind Werte den Erläuternden Bemerkungen zu entnehmen.
⁽³⁾ ... Im Falle eines Einzelnachweises sind die Randbedingungen den Erläuternden Bemerkungen zu entnehmen.
⁽⁴⁾ ... Als hocheffiziente Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden all jene angesehen, die der Richtlinie 2004/8/EG entsprechen.

Abbildung 10: Konversionsfaktoren zur Ermittlung von PEB, PEB_{n.ern.}, PEB_{ern.} und CO_{2eq} [16]

- Leitfaden Kostenoptimalität

Für die Einhaltung der Ziele von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz laut EU-Richtlinie 2010/31/EU wurde in der OIB-Richtlinie 6 ein Leitfaden zur Berechnung des kostenoptimalen Anforderungsniveaus ausgearbeitet. [17]

2.3.1.3 Niederösterreichische Bauordnung 2014

Zusätzlich zu den OIB-Richtlinien gelten mit höherer Priorität die Bauordnungen des jeweiligen Landes. Aufgrund der Wahl des Demonstrationsgebäudes in Niederösterreich muss für jegliche Neubauten und Renovierungen die Niederösterreichische Bauordnung 2014, welche die aktuelle Fassung ist, als Grundlage dienen.

Auch in der NÖ-Bauordnung 2014 unter §19 Absatz (5) ist der Energieausweis zu erstellen. Weiters sind unter §44 die Anforderungen an die Energieeinsparung und den Wärmeschutz sowie die Erstellung eines Energieausweises im Detail festgehalten.

Ein wichtiger Punkt in diesem Paragrafen ist jedoch die Vorgabe, dass ab 1.Jänner 2021 alle Neubauten als Niedrigstenergiegebäude auszuführen sind. [18]

2.3.2 Niedrigstenergiegebäude

Die EU-Gebäuderichtlinie ist 2021 in Kraft getreten und dient zur Verbesserung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.

Die Gebäude müssen demnach als „Nearly Zero Energy Buildings“ geplant und errichtet werden und die deutsche Übersetzung dafür wird „Niedrigstenergiegebäude“ genannt.

Jeder Neubau oder „Größere Renovierung“ muss den vorgegebenen Standard durch Mindestanforderungen der Energiekennzahlen, welche bei der Erstellung des Energieausweises automatisch berechnet werden, erfüllen. Je nach Ergebnis wird das Gebäude, wie in Abbildung 11 dargestellt ist, in die jeweilige Kategorie eingestuft:

Energieausweis für Wohngebäude

OIB
Österreichischer
Institut für Bautechnik

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe März 2015

BEZEICHNUNG	Eckwohnhaus (Bestand)		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1970
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße	Kohlmarkt 11	Katastralgemeinde	Innere Stadt
PLZ/Ort	1010 Wien-Innere Stadt	KG-Nr.	01004
Grundstücksnr.	1234/45, 1234/48	Seehöhe	171 m

SPEZIFISCHER STANDORT-REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, STANDORT-PRIMÄRENERGIEBEDARF, STANDORT-KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR



HWB_{ref}: Der Referenz-Heizwärmebedarf ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normal geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung zu halten.

WWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudebrücken Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmerückstellung, der Wärmeentlastung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

EEB: Der Endenergiebedarf umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{oEE}: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der Primärenergiebedarf ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorstufen. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{erneuerbar}) und einen nicht erneuerbaren (PEB_{nicht-erneuerbar}) Anteil auf.

CO₂: Gesamt den Endenergiebedarf zuzurechnende Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Vorstufen.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „Energieeffizienz und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und des Energieausweis-Gesetzes (EA VG). Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren für Primärenergie und Kohlendioxidemissionen ist 2004 - 2008 (Strom: 2009 - 2013), und es wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

ArchIPHYSIK 14.0.96 - lizenziert für A-NULL SCHULUNG

PS

28.08.2017

Abbildung 11: Deckblatt eines Energieausweises mit den Kategorien A-G und repräsentativen Kennzahlen [19]

2.3.3 Passivhausstandard

Das sogenannte „Passivhaus“ wurde bereits vor über 25 Jahren erstmals konzipiert und theoretisch entwickelt. Über viele Jahre wurden bereits viele Gebäude mit diesem Standard gebaut und auch in ihrem Betrieb beobachtet. Das Konzept der dichten Gebäudehülle mit der Kombination einer Wohnraumlüftungsanlage spart nachgewiesen enorm an Energieverbrauch. Ausschlaggebend ist, dass ein Passivhaus um rund 90% weniger Heizwärme verbraucht als ein gewöhnliches Gebäude im Bestand.

Die Anforderungen an ein Passivhaus sind unter anderem das Erreichen eines Jahresheizwärmebedarfs von unter $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (PHPP). Um dies zu erzielen ist es notwendig die Bauteile so zu planen, dass deren Wärmedurchgangskoeffizienten, sprich die U-Werte so gering als möglich sind.

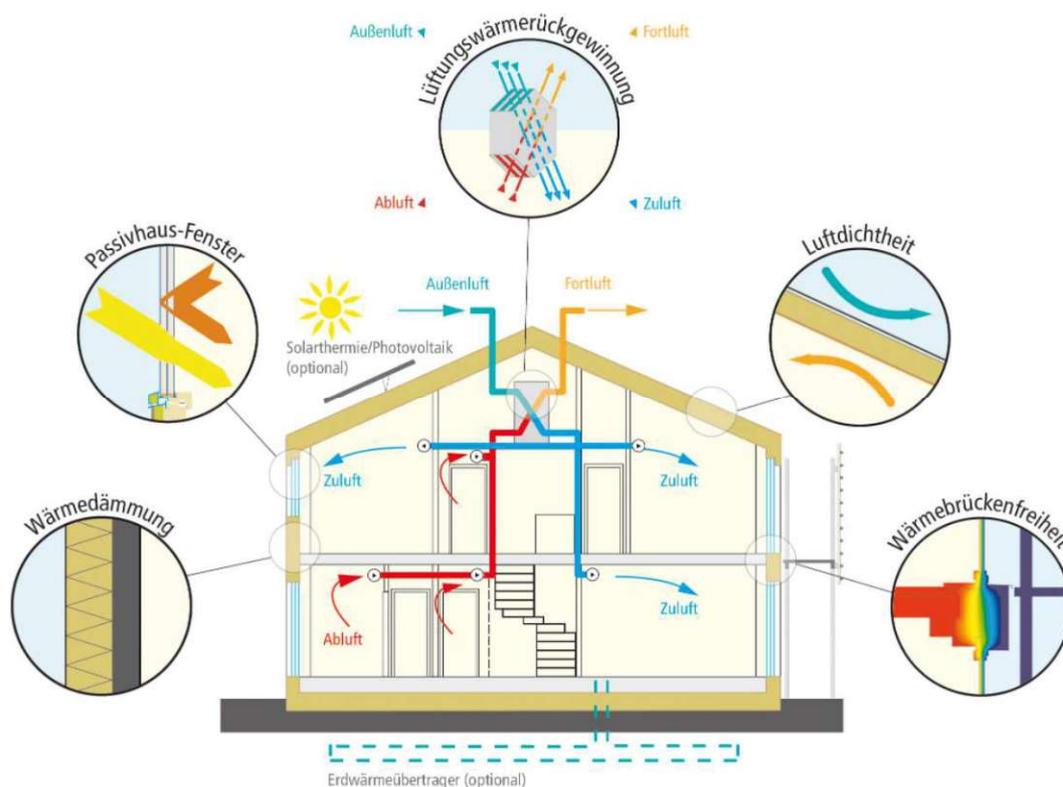


Abbildung 12: Schematische Darstellung der Grundprinzipien eines Passivhauses [20]

Die einzelnen Passivhauskomponenten sind in der Abbildung 12 grafisch dargestellt und wie folgt beschrieben:

- **Wärmedämmung:**

Die Außenhülle des Gebäudes soll eine hohe Wärmedämmfähigkeit aufweisen. Die opaken Gebäudebauteile müssen einen U-Wert von max. $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreichen.

- **Passivhaus-Fenster:**

Die Glasflächen und Fenster sollen einen U-Wert von $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ nicht überschreiten, das bei einem g-Wert von etwa 50%.

- **Lüftungswärmerückgewinnung:**

Eine kontrollierte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist dafür konzipiert, in erster Linie die Wohnräume immerzu mit Frischluft zu versorgen, um eine hohe Luftqualität zu gewährleisten. Zusätzlich wird über Wärmetauscher mindestens 75% der Abluftwärme der frischen Zuluft wieder zugefügt und die vorhandene Energie somit rückgewonnen.

- **Luftdichtheit des Gebäudes:**

Eine hohe Luftdichtheit der Gebäudehülle verhindert das Entweichen der Raumwärme im Winter sowie das Eindringen von Warmer Luft im Sommer in das Gebäude. Für die Ermittlung der Luftdichtheit der Gebäudehülle wird ein Blower-Door-Test durchgeführt. Bei einem durch einen Ventilator erzeugten Unterdruck oder Überdruck mit 50 Pascal muss der Wert kleiner als 0,6 Hausvolumen pro Stunde sein. Die natürliche Belüftung wird zum Großteil von der Komfortlüftungsanlage abgelöst.

- **Wärmebrückenfreiheit:**

In der Planung ist es wichtig, alle Ecken, Kanten und Bauteilübergänge sowie -abschlüsse sorgfältig zu planen, um Wärmebrücken bzw. Kältebrücken vom Außenbereich in den Innenbereich des Gebäudes zu vermeiden. [20]

2.4 Förderungen

2.4.1 Sanierungsoffensive 2021/2022

„Das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) unterstützt auch in den Jahren 2021 und 2022 thermische Gebäudesanierungen und setzt damit einen weiteren wesentlichen Schritt zur Klimaneutralität im Jahr 2040.“ [21]

2.4.1.1 Sanierungsscheck für Private 2021/22

„Gefördert werden thermische Sanierungen im privaten Wohnbau für Gebäude, die älter als 20 Jahre sind. Förderungsfähig sind umfassende Sanierungen nach klimaaktiv Standard bzw. gutem Standard sowie Teilsanierungen, die zu einer Reduktion des Heizwärmebedarfs von mind. 40 % führen sowie Einzelbauteilsanierungen. Die Förderung beträgt je nach Sanierungsart zwischen 2.000 Euro und 6.000 Euro. Bei Verwendung von Dämmmaterial aus nachwachsenden Rohstoffen kann darüber hinaus ein Zuschlag gewährt werden. Es können max. 30 % der gesamten förderungsfähigen Kosten gefördert werden. Einreichen können ausschließlich Privatpersonen. Gefördert werden Leistungen, die ab 01.01.2021 erbracht wurden.“

Die erforderlichen Maßnahmen und Bedingungen für den Erhalt der Förderung über den Sanierungsscheck sind in Abbildung 13 bis 15 aufgelistet und übersichtlich dargestellt. [22]

Förderungsfähige Maßnahme	Förderungsbedingungen
Einzelbauteilsanierung (nur eine Maßnahme kann gefördert werden)	<p>Außenwand</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Dämmung von zumindest 50 % der bestehenden Außenwand <input type="checkbox"/> Mindeststärke des Dämmmaterials: 14 cm bzw. max. U-Wert 0,21 W/m²K <p>Oberste Geschoßdecke/ Dach</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Dämmung der gesamten obersten Geschoßdecke bzw. Dachfläche <input type="checkbox"/> Mindeststärke des Dämmmaterials: 24 cm bzw. max. U-Wert 0,15 W/m²K <p>Unterste Geschoßdecke</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Dämmung der gesamten untersten Geschoßdecke <input type="checkbox"/> Mindeststärke des Dämmmaterials: 10 cm bzw. max. U-Wert 0,30 W/m²K <p>Fenster</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sanierung/Austausch von zumindest 75 % der bestehenden Fenster <input type="checkbox"/> max. Uw-Wert: 1,1 W/m²K (U-Wert vom Gesamtfenster)
Teilsanierung 40 %	Reduktion des spez. HWB _{Ref, RK} ¹⁾ um mind. 40 %
Umfassende Sanierung guter Standard ³⁾	Reduktion des spez. HWB _{Ref, RK} ¹⁾ auf max. 56,44 kWh/m ² a bei einem A/V-Verhältnis ²⁾ ≥ 0,8 bzw. max. 26,86 kWh/m ² a bei einem A/V-Verhältnis ≤ 0,2
Umfassende Sanierung klimaaktiv Standard	Reduktion des spez. HWB _{Ref, RK} ¹⁾ auf max. 44 kWh/m ² a bei einem A/V-Verhältnis ²⁾ ≥ 0,8 bzw. max. 28 kWh/m ² a bei einem A/V-Verhältnis ≤ 0,2
Bei einem A/V-Verhältnis < 0,8 bzw. > 0,2 gelten bei einer umfassenden Sanierung die Werte der Tabelle „HWB-Grenzwerte“ auf www.sanierungsscheck21.at	

¹⁾ spezifischer Heizwärmebedarf Referenzklima (spez. HWB_{Ref, RK} in kWh/m²a)

²⁾ Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnis

³⁾ Alternativ kann bei einer umfassenden Sanierung guter Standard die Einhaltung der Kriterien auch über den Gesamtenergieeffizienzfaktor laut OIB Richtlinie 6 vom April 2019 nachgewiesen werden.

Abbildung 13: Maßnahmen und Bedingungen zur Förderung über den Sanierungsscheck [22]

2.4.2 „raus aus Öl und Gas“ für Private

„Die in den Vorjahren stark nachgefragte Förderungsaktion "raus aus Öl und Gas" wird auch in den Jahren 2021 und 2022 fortgesetzt und im Rahmen der bundesweiten Sanierungsoffensive neu aufgelegt. Die Förderungsaktion soll Privaten und Betrieben den Umstieg von einer fossil betriebenen Raumheizung auf ein nachhaltiges Heizungssystem erleichtern. Damit setzt das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) einen weiteren wesentlichen Schritt zur Klimaneutralität im Jahr 2040.“ [23]

„Mit „raus aus Öl und Gas“ wird der Ersatz eines fossilen Heizungssystems durch eine klimafreundliche Technologie im privaten Wohnbau gefördert.

Die Förderung beträgt für Anträge ab 08.10.2021 bis zu 7.500 Euro und ist mit 50 % der förderungsfähigen Kosten begrenzt. Die Inanspruchnahme des Solarbonus ist für Anträge ab

04.04.2022 möglich.

Einreichen können ausschließlich Privatpersonen und gefördert werden Leistungen, die ab 01.01.2021 erbracht wurden. Anträge, bei denen die Heizung vor dem 01.01.2021 geliefert wurde, können nicht gefördert werden.“ [24]

Förderungsfähige Maßnahme	max. Förderung
Ersatz des fossilen Heizungssystems durch klimafreundliche oder hocheffiziente Nah-/Fernwärme oder Holzzentralheizung	7.500 Euro
Ersatz des fossilen Heizungssystems durch Wärmepumpe (Für Wärmepumpen mit einem Kältemittel mit einem GWP zwischen 1.500 und 2.000 wird die ermittelte Förderung um 20 % reduziert.)	7.500 Euro
Zuschlag bei Ersatz des fossilen Heizungssystems durch hocheffiziente Nah-/Fernwärme im Ortskern* in Erdgas-versorgten Gebieten	+ 2.000 Euro
Solarbonus bei gleichzeitiger Errichtung einer thermischen Solaranlage (mind. 6 m ² Kollektorfläche) und Tausch des Heizungssystems	+ 1.500 Euro
Die Förderung ist mit max. 50 % der förderungsfähigen Investitionskosten begrenzt. Die endgültige Förderungssumme wird nach erfolgtem Heizungstausch und Vorlage der Antragsunterlagen ermittelt und ausbezahlt.	

Abbildung 14: Maßnahmen und Bedingungen zur Förderung über „Raus aus Öl und Gas“ [24]

2.4.3 „Sauber heizen für alle“ 2022

Die Förderaktion „Sauber heizen für alle“ 2022 unterstützt einkommensschwache Haushalte finanziell beim Umstieg von einem konventionellen Heizsystem mit fossilen Energieträgern auf ein klimafreundliches Heizsystem mit nachhaltigen Energieträgern.

Die Voraussetzungen für den Erhalt dieser Förderung ist mit einem Maximaleinkommen geregelt, welches sich aus verschiedenen Einkommensdezilen ergibt. [25]

Technologie	Kostenobergrenze*
Anschluss Fernwärme	19.750 Euro
Installation Pellet- oder Hackgutkessel	25.100 Euro
Installation Scheitholzessel	20.850 Euro
Installation Luft/Wasser Wärmepumpe	17.750 Euro
Installation Erdwärme/Wasser bzw. Wasser/Wasser Wärmepumpe	26.050 Euro

*Es handelt sich hierbei um die **umweltrelevanten und förderungsfähigen Kosten**

Abbildung 15: Maßnahmen und Kostenobergrenzen der Fördermaßnahme „Sauber heizen für alle“ [25]

2.5 Aktuelle Energiepreise 2022

Die aktuellen Energiepreise, wie in Abbildung 16 angeführt, sind durch verschiedene Faktoren wie Covid-19 Pandemie sowie durch den Krieg in der Ukraine stark gestiegen. Dennoch müssen für die Berechnungen folgende Durchschnittswerte, mit Hoffnung auf Normalisierung der Preise, angenommen werden.

Brennstoffe im Vergleich 2022						
Brennstoff	Brennstoffpreis		Energieinhalt	Heizkosten Einfamilienhaus		CO2 - Faktor
	Euro pro Einheit	Cent pro kWh		kWh pro Einheit	Euro pro Jahr	
				Neubau, HWB 30	Bestand, HWB 120, unsaniert	
Heizöl	1,125 €/l	11,25 ct/kWh	10,0 kWh/l	788 €	2894 €	310 g/kWh
Erdgas	0,649 €/m³	6,36 ct/kWh	10,2 kWh/m³	422 €	1431 €	247 g/kWh
Pellets	306,00 €/t	6,24 ct/kWh	4900 kWh/t	492 €	1405 €	17 g/kWh
Stückholz	112,00 €/rm	5,33 ct/kWh	2100 kWh/rm	420 €	1477 €	17 g/kWh
Hackschnitzel	35,00 €/srm	5,38 ct/kWh	650 kWh/srm	424 €	1212 €	17 g/kWh
Strom direkt (NT)	0,144 €/kWh	14,44 ct/kWh	1 kWh	910 €	2599 €	227 g/kWh
Strom Wärmepumpe JAZ 3	0,159 €/kWh	15,88 ct/kWh	1 kWh	333 €	953 €	76 g/kWh

Abbildung 16: Energiepreise und Heizkosten im Vergleich [26]

Mit Hilfe dieser Preise werden die Betriebskosten ermittelt und mit den verschiedenen Sanierungsvarianten verglichen.

Aufgrund der Verwendung der gleichen Preise bei den verschiedenen Sanierungsvarianten ist die aktuelle Richtigkeit der Preise vernachlässigbar, da die Vergleichsfaktoren dieselben bleiben und sich Preisänderungen zwar auf den zu bezahlenden Betrag auswirken, jedoch die prozentuale Einsparung gleichbleibt. [27]

Der Einspeisetarif für Photovoltaik liegt aktuell bei einem Wert von 12,50 ct/kWh, dies ist jedoch Gebietsabhängig und dementsprechend unterschiedlich. [28]

2.6 CO₂-Bepreisung in Österreich und anderen Ländern

Die Bundesregierung hat zur Erreichung der Klimaneutralität bis 2040 und dem europaweiten Ziel der Reduktion von Emissionen aus fossiler Energie am 3. Oktober 2021 die „Ökosoziale Steuerreform“ vorgestellt. Mit ihr soll durch die Bepreisung von CO₂ ein neues Werkzeug im Mix der wirtschaftspolitischen Instrumente verfügbar werden. Mit 1. Juli 2022 bzw. 1. Juli 2023 soll die „Ökosoziale Steuerreform“ in Kraft treten, jedoch ist ihr Design sowie ihre Wirkung noch mit vielen Unsicherheiten verbunden. [5]

2.6.1 Inhalte der Ökosozialen Steuerreform 2022

Folgende Aspekte sind in der Reformierung beinhaltet:

- Senkung der Lohn- und Einkommensteuer
- Entlastung von Geringverdienern
- Mitarbeitergewinnbeteiligung
- Erhöhung Familienbonus Plus
- Senkung der Körperschaftsteuer
- Anhebung GWG-Grenze
- Öko-Sonderausgabenpauschale
- Eigenstromsteuer-Befreiung
- Investitionsfreibetrag
- Gewinnfreibetrag
- CO₂-Bepreisung und Kompensation
- Regionaler Klimabonus
- Sauber-Heizen-Offensive
- Energieautarke Bauernhöfe
- Härtefall-Regelung
- Mietkaufmodell
- Kryptowährungen [29]

2.6.2 Abgabe auf CO₂-Emissionen in der Steuerreform 2022

„Für die Bepreisung von CO₂ ist eine Abgabe vorgesehen, die im Juli 2022 mit 30 € pro Tonne CO₂ startet. Dieser Satz soll in den Folgejahren bis 2025 auf 35 €, 45 € bzw. 55 € angehoben werden. Die CO₂-Bepreisung enthält einen Preisstabilisierungsmechanismus: Steigen in einem Jahr die Energiepreise in den ersten drei Quartalen um mehr als 12,5%, reduziert sich der CO₂-Preisanstieg im Folgejahr um die Hälfte. Eine analoge Anpassung erfolgt bei einem Rückgang der Energiepreise. Der vorgesehene CO₂-Preisfad bleibt unverändert“. [5]

2.6.3 Eckpunkte der CO₂-Bepreisung

	2022	2023	2024	2025	Gesamt 2022-2025
	in EUR/t CO ₂				
CO₂-Preis	30	35	45	55	
	in Mio. EUR				
Einnahmen aus CO₂-Bepreisung brutto	500	1.000	1.400	1.700	4.600
Entlastungen durch Rückverteilung	-1.430	-1.535	-1.665	-1.795	-6.425
Regionaler Klimabonus	-1.250	-1.300	-1.400	-1.500	-5.450
Carbon Leakage, Härtefall-Regelung	-150	-200	-225	-250	-825
Rückerstattung Landwirtschaft	-30	-35	-40	-45	-150
Nettoentlastung¹⁾	-930	-535	-265	-95	-1.825

Abbildung 17: Eckpunkte der CO₂-Bepreisung in Österreich 2022-2025 [5]

Die in Abbildung 17 dargestellten Eckpunkte veranschaulichen den Preis und die Einnahmen durch die CO₂-Bepreisung des jeweiligen Jahres sowie die Entlastungszahlungen durch verschiedene Förderungen. Für das Jahr 2022 werden die Entlastungszahlungen um 930 Millionen Euro höher sein als die Einnahmen durch die CO₂-Bepreisung, natürlich auch wegen der Festlegung, dass für das gesamte Jahr 2022 die Förderungen ausbezahlt werden, obwohl die Besteuerung erst mit 1. Juli des Jahres 2022 beginnt. Im Laufe der Jahre verringern sich, laut Darstellung des WIFO - Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, die Entlastungszahlen mit den Steigerungsstufen der CO₂-Bepreisung.

2.6.4 Erwartete Preiserhöhungen auf fossile Energieträger

Die folgende Abbildung 18 zeigt die erwarteten direkten Preiserhöhungen auf die fossilen Energieträger, wobei die Annahmen etwas geringer sind als die Werte aus aktuellen Energiepreisen. Die angegebenen Preissteigerungen resultieren aus der CO₂-Bepreisung, welche von den Inverkehrbringern der Energieträger bezahlt wird und mit der Verteuerung indirekt, über die Energiekostenabrechnung, an den Endkunden weiterverrechnet wird. [5]

		CO ₂ -Preis [€ / Tonne CO ₂]				CO ₂ -Preis [€ / Tonne CO ₂]			
		2022	2023	2024	2025	2022	2023	2024	2025
		30 €	35 €	45 €	55 €	30 €	35 €	45 €	55 €
		Effekt auf Energiepreise ohne MWSt				Effekt auf Energiepreise mit MWSt			
Energie	Einheit	6,4	7,5	9,6	11,7	7,7	9,0	11,5	14,1
Benzin	Cent / Liter	7,4	8,6	11,1	13,5	8,8	10,3	13,3	16,2
Diesel	Cent / Liter	6,1	7,1	9,1	11,1	7,3	8,5	10,9	13,4
Erdgas	Cent / m ³	8,1	9,5	12,2	14,9	9,7	11,4	14,6	17,9
Heizöl	Cent / Liter								

Abbildung 18: Erwartete Preiserhöhungen auf fossile Energieträger [5]

2.6.5 Auswirkungen auf die Energiekosten von Haushalten

Grundsätzlich kommt es darauf an, ob die CO₂-Bepreisung zur Gänze an die Endkunden weiterübertragen werden, oder ob ein Teil davon von den Inverkehrbringern der Energieträger übernommen wird/werden muss. Dies wird in der folgenden Abbildung in Form der zwei verschiedenen Wertannahmen unter den zusätzlichen Kosten aus CO₂-Emissionen berücksichtigt. [5]

Energie	Energie-Preis	Jahresverbrauch	Zusätzl. Kosten aus CO ₂ -Emissionen bei 30 € / Tonne CO ₂		Zusätzl. Kosten aus CO ₂ -Emissionen bei 55 € / Tonne CO ₂	
			Wert	Anteil	Wert	Anteil
Benzin	1,28 €/Liter	1.000 Liter	64 Euro	5%	77 Euro	6%
Diesel	1,22 €/Liter	1.000 Liter	74 Euro	6%	88 Euro	7%
Erdgas	60 Cent/m ³	1.400 m ³	85 Euro	10%	102 Euro	12%
Heizöl	75 Cent/Liter	1.500 Liter	122 Euro	11%	146 Euro	13%
			117 Euro	9%	141 Euro	11%
			135 Euro	11%	162 Euro	13%
			156 Euro	19%	187 Euro	22%
			223 Euro	20%	268 Euro	24%

Abbildung 19: Effekte auf die Energiekosten von Haushalten [5]

Die Energiepreise sowie die Angaben an die Jahresverbräuche in den Abbildungen 18 und 19 sind Annahmen aus Erfahrungswerten. [5]

2.6.6 Kompensationsmaßnahmen

Die Kompensation für die CO₂-Bepreisung erfolgt überwiegend durch den sogenannten Regionalen Klimabonus, welcher an alle Personen, in Österreich lebend, ausbezahlt wird. Dieser Bonus ist je nach Verfügbarkeit öffentlicher Verkehrsmittel und der Siedlungsdichte regional unterschiedlich festgelegt. Es wird anhand einer Klimabonus-Landkarte von Stufe 1 bis Stufe 4 unterschieden, wobei für das Jahr 2022 die Stufe 1 mit 100 € jährlich festgelegt ist. Für die Stufe 2 wird dieser Betrag um 33%, für die Stufe 3 um 67% und für die Stufe 4 um 100% erhöht. Für Kinder bis zum 18. Lebensjahr ist jeweils die Hälfte der Beträge vorgesehen. [5]

Klassifikation	Bonus
Urbane Zentren mit höchstrangiger ÖV-Erschließung	100 €
Urbane Zentren mit zumindest guter ÖV-Erschließung	133 €
Zentren sowie das Umland von Zentren mit zumindest (guter) Basiserschließung	167 €
Ländliche Gemeinden und Gemeinden mit höchstens Basiserschließung	200 €

Abbildung 20: Staffelung des Regionalen Klimabonus [30]

Die Staffelung und Auszahlung des Klimabonus für 2022 laut Abbildung 20 erfolgt mit einer Einmalzahlung für das gesamte Jahr 2022, obwohl die CO₂-Bepreisung erst mit Mitte des Jahres beginnt. Die folgenden Jahre wird der Betrag je nach Veränderungen des CO₂-Preises sowie der tatsächlichen Einnahmen der Bepreisung angepasst.

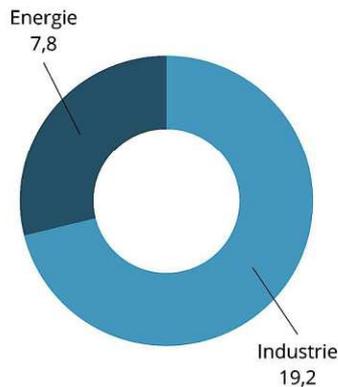
Weitere Kompensationsförderungen sind über Carbon Leakage, Härtefall-Regelung und Rückerstattung Landwirtschaft möglich. [5]

2.6.7 Einschätzung der Effekte der CO₂-Bepreisung

Grundsätzlich wirkt ein Preis auf Emissionen auf drei teilweise überlappende Entscheidungen:

- Die Investitionsentscheidung:
 - wie der Umstieg auf ein Fahrzeug mit geringeren Emissionen oder die thermische Sanierung eines Gebäudes.
- Das Nutzungsverhalten:
 - wie die gefahrenen Kilometer mit einem Fahrzeug oder die Kontrolle der Temperatur in einem Gebäude.
- Veränderungen im Wirtschafts- und Lebensstil:
 - wie die Neuorganisation von Arbeitsabläufen durch vermehrtes Homeoffice oder weniger emissionsintensive Fernreisen.“ [5]

THG-Emissionen 2020
Emissionshandel (in Mio. Tonnen)



THG-Emissionen 2020
außerhalb des EH (in Mio. Tonnen)

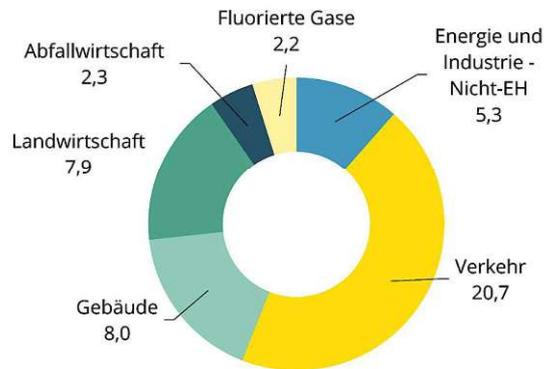


Abbildung 21: Aufteilung der THG-Emissionen 2020 [3]

In der Abbildung 21 ist die Aufteilung der THG-Emissionen 2020 in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten ersichtlich. Es wird zwischen THG-Emissionen innerhalb und außerhalb des europäischen Emissionshandels unterschieden. Die CO₂-Bepreisung in der „Ökosozialen Steuerreform“ gilt in Österreich und berücksichtigt somit nur die THG-Emissionen außerhalb des Emissionshandels. 27 Millionen Tonnen werden daher in der Steuerreform nicht bepreist, das ist mehr als ein Drittel von den insgesamt 73,6 Millionen Tonnen an CO₂-Emissionen in Österreich. [5]

„Anders sehen die Reduktionsmöglichkeiten für den PKW-Verkehr sowie im Gebäudebereich bei der Nutzung von Wärme und Elektrizität aus. Hier sind kurzfristige Veränderungen im Nutzungsverhalten aufgrund des Signal-Effektes der CO₂-Bepreisung denkbar. Vergangene Preisschwankungen bei Energie, die weit höher als die angekündigte CO₂-Abgabe waren, zeigten nur geringe Mengeneffekte in der Energiebilanz. Allerdings legt die empirische Evidenz auch nahe, dass steuerbedingte Preiserhöhungen wegen ihrer höheren Spürbarkeit das Verbrauchsverhalten stärker beeinflussen als sonstige Preiserhöhungen.

Bei den Gebäuden gibt es unabhängig von den Energiepreisen einen Trend zu höherer thermischer Effizienz. Probleme bestehen weiterhin bei der Sanierung des Altbestandes. Blockierend wirken vor allem unterschiedliche Interessen von Eigentümern und Nutzern sowie noch nicht ausreichend verfügbare preislich wettbewerbsfähige Alternativen zu bestehenden Heizsystemen. Somit ist auch bei den mit Gebäuden verbundenen Emissionen kein kurzfristig signifikanter Effekt der CO₂-Bepreisung zu erwarten.“ [5]

„Zur Abfederung der CO₂-Bepreisung wird für Haushalte der regionaler Klimabonus

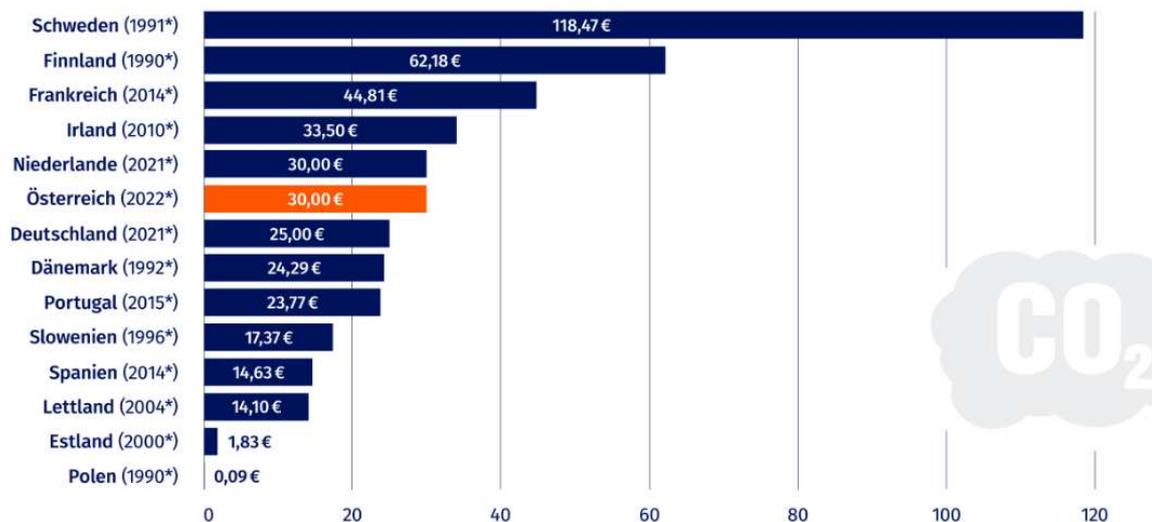
eingeführt. Die Erlöse aus der CO₂-Bepreisung werden umgehend und zur Gänze durch Rückverteilungsmechanismen, vor allem in Form des regionalen Klimabonus, an die Menschen zurückgezahlt. Wer sich klimaschonend verhält, profitiert mehr von diesem Bonus und hat am Ende des Tages mehr Geld zur Verfügung. Wer keine Möglichkeit hat, klimaschonendes Verhalten zu setzen, kann den Klimabonus als Ausgleich für die entstandenen Mehrkosten auffassen.“ [30]

2.6.8 CO₂-Bepreisung in anderen Ländern

Die EU ist mit ihren Rund die Hälfte der Mitgliedsstaaten der europäischen Union haben bereits einen Preis auf den Ausstoß von CO₂-Emissionen gesetzlich festgelegt, weitere einzelne Staaten der EU arbeiten noch daran. [31]

Nationale CO₂-Preise in der EU

in Euro pro Tonne CO₂



* Datum der Ersteinführung

Abbildung 22: Nationale CO₂-Preise in der EU [31]

In der Abbildung 22 sind die einzelnen Staaten mit ihren unterschiedlichen CO₂-Preisen aufgegliedert. Die Emissionen sind sehr unterschiedlich von 0,09 EUR/t in Polen bis zu 118,47 EUR/t in Schweden bepreist und die Daten der Ersteinführung sind ebenso verschieden. [31]

Weltatlas der CO₂-Bepreisung

CO₂-Preis in Dollar ▾

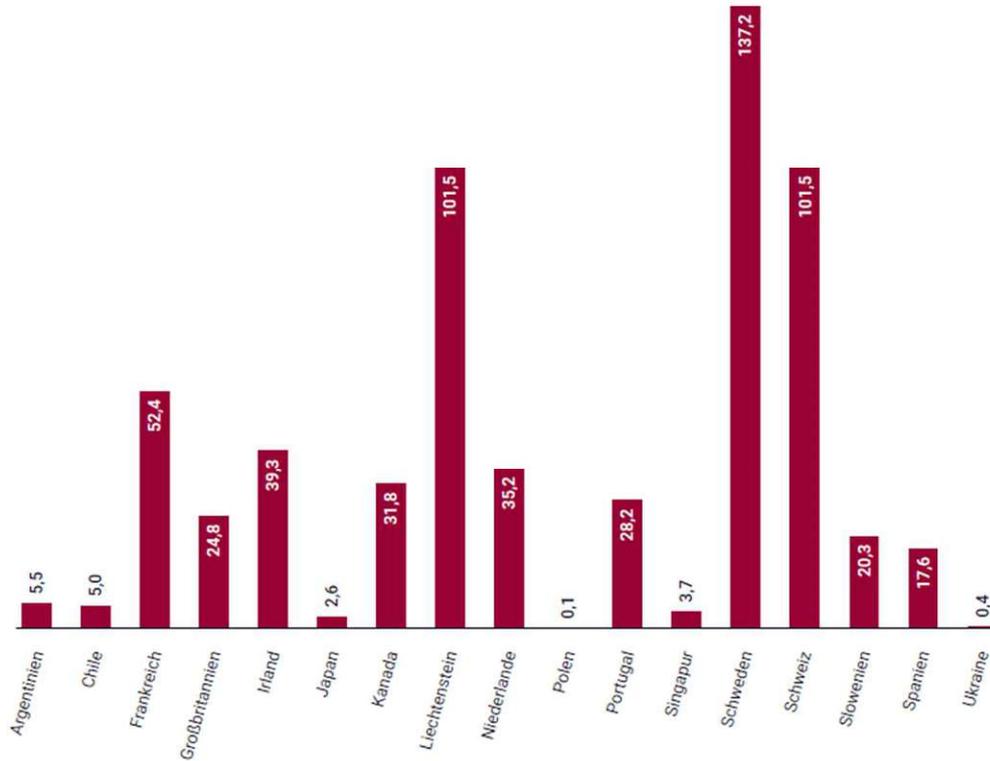


Abbildung 23: Weltatlas der CO₂-Bepreisung [32]

Der weltweite Vergleich lässt deutlich erkennen, dass außerhalb der Europäischen Union vereinzelt ähnliche Werte der CO₂-Preisgestaltung vorzufinden sind, die einzelnen Höchstwerte der Preise liegen jedoch in der EU, wie aus der Abbildung 23 zu entnehmen ist. [32]

3 Energieeffiziente Sanierungsprojekte und Demonstrationsbeispiele

3.1 Forschung und Studien

CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards):

Das CEPHEUS ist ein Passivhaus-Projekt in Rahmen des europäischen THERMIE-Programms wobei in fünf verschiedenen Ländern insgesamt rund 250 Wohneinheiten im Passivhausstandard errichtet und mit wissenschaftlicher Begleitung und Evaluation begleitet wurden. [33]

Ziele des Projektes:

- Aufzeigen der technischen Durchführbarkeit mit geringen Mehrkosten
- Prüfung der Anwendbarkeit des Passivhausstandards in ganz Europa
- Schaffung der Voraussetzungen für eine breite Markteinführung
- Präsentation dieses Konzepts nachhaltiger, da vollkommen primärenergie- und klimaneutraler Energieversorgung von Neubausiedlungen [33]

outPhit – Serielle Fertigteilsanierung:

Das aktuelle EU-Projekt outPHit ist eine Initiative zur Unterstützung der energetischen Modernisierung von 17 Modellprojekten. Dabei sollen die einzelnen Sanierungen jeweils den EnerPHit-Standard, dem Passivhaus-Standard für Sanierungen, erreichen.

Die 17 Fallstudien mit insgesamt 207 Wohnungen und einer Gesamtnutzfläche von 27.566 m² sollen aufweisen, dass mit vorgefertigten Bauteilen und optimierten Bauprozessen die Klimaziele im Gebäudesektor erreichbar sind. Die Projekte befinden sich in 5 verschiedenen europäischen Ländern und es soll eine schnellere und kostengünstigere Durchführung der tiefgreifenden Sanierungen auf den EnerPHit-Standard aufgezeigt werden.

Durch den Einsatz von Fertigteil-Fassadensystemen können die Gebäude teilweise während der Sanierung weiterhin bewohnt bleiben. [34]



Abbildung 24: Serielle Vorfertigung der Bauteile [34]

Durch die serielle Bauteil-Vorfertigung von Außenwänden, Dachbaugruppen und anderer Gebäudemodule können Kosten, Zeit und Energie eingespart werden. Besonders effizient wird dieses Konzept bei mehreren Wohnhausanlagen mit der gleichen Baukubatur. [34]

Nachhaltige und energieeffiziente Sanierungsprojekte sind unter folgenden Plattformen und Datenbanken zu finden:

- Klimaaktiv Gebäudedatenbank [35]
- Passivhaus-Datenbank [36]
- Haus der Zukunft - Demonstrationsgebäude [37]

3.2 Erste Passivhaussanierung eines Einfamilienhauses

3.2.1 Ausgangslage

Das Bestandsgebäude befindet sich in Pettenbach in Oberösterreich und wurde im Jahre 1962 als ein ebenerdiges und nicht unterkellertes Wochenendhaus in Massivbauweise auf einem Grundstück mit ca. 2000 m² errichtet. Der ursprünglichen Nutzfläche von 95 m² wurde ein Zubau mit Unterkellerung im Jahr 1980 hinzugebaut. [38]



Abbildung 25: Bestandsgebäude vor der Sanierung [38]

Die Außenwände waren aus 20 bzw. 25 cm dicken Holzspan Mantelbetonsteinen mit einem U-Wert von ca. 1,30 W/m²K.

Die oberste Geschosdecke inkl. 2 cm Dämmung wies einen U-Wert von ca. 1,50 W/m²K auf und die Kellerdecke bzw. die erdberührte Decke waren mit einem Verbundestrich ohne Dämmung mit einem U-Wert von ca. 2,65 W/m²K ausgeführt.

Das Heizsystem bestand aus einer Gastherme, welche über einen Flüssiggastank im Garten versorgt wurde. [38]

Energiedaten Bestand:

- Heizwärmebedarf HWB: 280 W/m²K
- Heizlast: 230 W/m²
- CO₂-Emissionen durch Raumwärme: ca. 9.200 kgCO₂/a
- Luftdichtheit Blower-Door-Messung: 5,1 [38]

3.2.2 Sanierungsdetails

Das ursprünglich gedachte Wochenendhaus sollte die doppelte Nutzfläche in Form einer Aufstockung erhalten und somit zum Hauptwohnsitz für die Familie werden.

Unter anderem sollten, neben moderner Architektur und zeitgemäßer Grundrissgestaltung, folgende Ergebnisse erzielt werden: [38]

- „Reduktion Heizwärmebedarf von 280 kWh/m²a auf 14,6 kWh/m²a um den Passivhausstandard zu erreichen, sprich eine Reduktion des Heizwärmebedarfes um rund 95%
- Reduktion Heizwärmebedarf gesamt von 27.100 kWh/a auf 3.170 kWh/a trotz Verdoppelung der Wohnnutzfläche
- Deckung des Restheizwärmebedarfs zu 60% durch Photovoltaik
- Reduktion der Emissionen für Raumwärme von 9,2 t CO₂ auf 0,6 t CO₂
- Innovative nachhaltige Sanierung mit größtmöglichem Einsatz nachwachsender Rohstoffe“ [38]



Abbildung 26: Grundrissänderungen und Dachabbruch am Bestandsgebäude [38]

Als ersten Schritt der Sanierung wurden die Einbauten und das Heizsystem rückgebaut, Grundrisse angepasst und das Dach entfernt. Weiters wurden mithilfe von Auswehlungen die Öffnungen in der Gebäudehülle für mehr Lichteinfall vergrößert. [38]

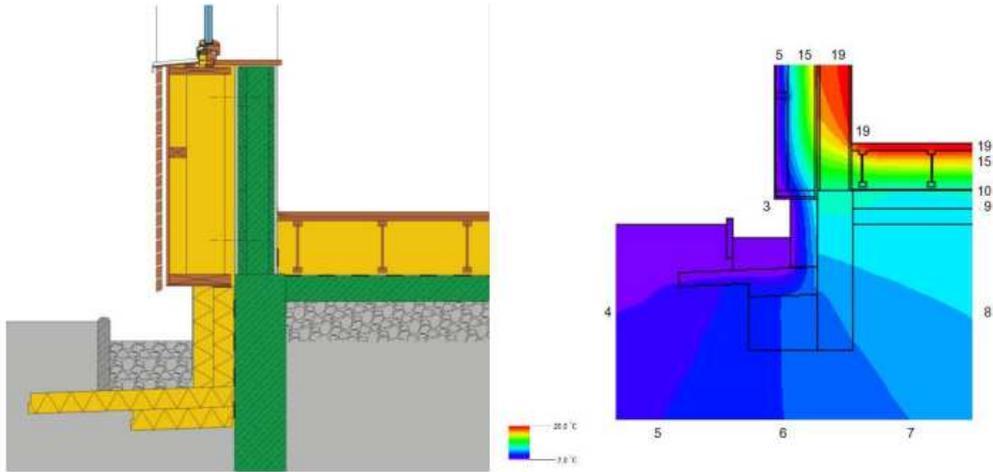


Abbildung 27: Sockelanschlussdetail und Wärmbrückensimulation [39]

Für die Wärmebrückenfreiheit im Anschlussbereich wurde eine Sockeldämmung rund um das Gebäude angebracht, wie in der bauphysikalischen Simulation gut ersichtlich ist.



Abbildung 28: Kellerdeckendämmung mit Vakuumdämmplatten [39]

Aufgrund der niedrigen Raumhöhen wurde die Deckendämmung gegen den unbeheizten Keller mit Vakuumdämmung ausgeführt. Durch die hochdämmenden Eigenschaften dieser VIP-Dämmung über nur 20 mm Dicke kann der Bodenaufbau relativ geringgehalten werden. [39]

Die Außenwände werden mit Fertigteil-Holzriegelwänden an der bestehenden Außenwand erweitert, welche mittels geeigneter Konstruktion an die Bestandsmauer gehängt wird. Nach der Anbringung dieser Fertigteilwände werden die Zwischenräume zwischen Bestandsaußenwand und der neu installierten Holzriegelwand mit Zellulosefasern durch Einblasen ausgefüllt. [39]



Abbildung 29: Fertigteile-Holzriegel-Bauteile und Zellulosedämmung [39]

Photovoltaikpaneele an der vorgesetzten Holzfassade dienen neben der architektonisch hochwertigen Optik zur Erzeugung von Strom und wirken gleichzeitig als konstruktive Verschattung vor den Fensterflächen.

Für die Raumwärme, Warmwasser und Lüftung des Gebäudes wurde ein Komfortlüftungsgerät gewählt. Mit der kompakten Größe kann die „Haustechnikzentrale“ auf knapp zwei Quadratmetern aufgestellt werden. [39]



Abbildung 30: Photovoltaikanlage und Kompaktlüftungsgerät [39]

3.2.3 Ergebnisse

Die moderne Architektur lässt das neue Gebäude aufgrund der Verwendung von Holzbaustoffen an der Fassade mit der natürlichen Umgebung verschmelzen. Die großen Fensterflächen bieten den Bewohnern eine höhere Verbindung zur Umgebung und Natur.



Abbildung 31: Vorher-Nachher-Vergleich des Gebäudes [39]

Die Primärenergiekennwerte, sowie die CO₂-Emissionen in der Herstellung der Sanierung des Gebäudes sind sehr gering aufgrund der Verwendung der ökologischen Baustoffe Holz und Zellulose sowie aufgrund der Komfortlüftungsanlage mit Wärmepumpe. Durch die großen Fensterflächen kann durch das Durchdringen der Sonnenenergie in den Übergangszeiten wie Herbst oder Frühling sowie im Winter Raumwärme gewonnen werden. Im Sommer kann die Überhitzung durch Sonneneinstrahlung durch außenliegenden Sonnenschutz in Form von Jalousien vermieden werden.

Die energietechnische Untersuchung sowie Nachweise der einzelnen Kennzahlen wurden anhand des Passivhaus-Projektierungspakets PHPP berechnet und durchgeführt.

Durch die Sanierung der Außenhülle des Gebäudes wurde eine besonders gute Dämmwirkung erzielt, wodurch sich die energetischen Kennwerte drastisch verbessert haben.

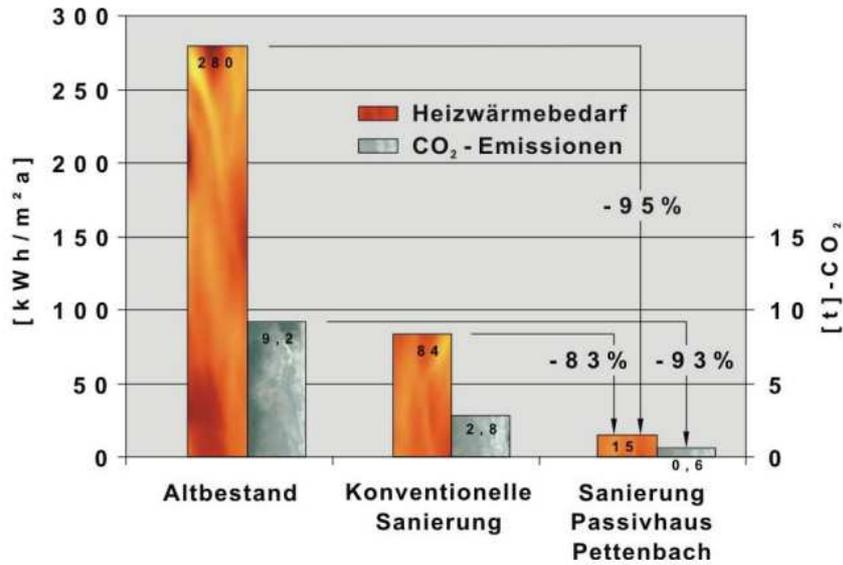


Abbildung 32: Reduktion von Heizwärmebedarf und CO₂-Emissionen der Raumwärme [39]

Der in Abbildung 32 dargestellte Heizwärmebedarf lag beim Bestandsgebäude vor der Sanierung bei rund 280 kWh/m²a nach PHPP. Nach der innovativen Passivhaussanierung liegt der Heizwärmebedarf nun bei einem Wert von 15 kWh/m²a. Dies bedeutet eine Reduktion der benötigten Heizenergie um 95%. Verglichen mit einer damaligen konventionellen Sanierung reduziert die Passivhaussanierung gegenüber der konventionellen Sanierung den HWB noch immer um etwa 83%.

Ähnliches Verhalten resultiert aus den Berechnungen der Reduktion von CO₂-Emissionen des Altbestandes verglichen mit der Passivhaussanierung. Von ursprünglichen 9,2 Tonnen CO₂ wurden die Emissionen auf nur 0,6 Tonnen CO₂ reduziert. Auch das ist eine Verbesserung um über 90%. [39]

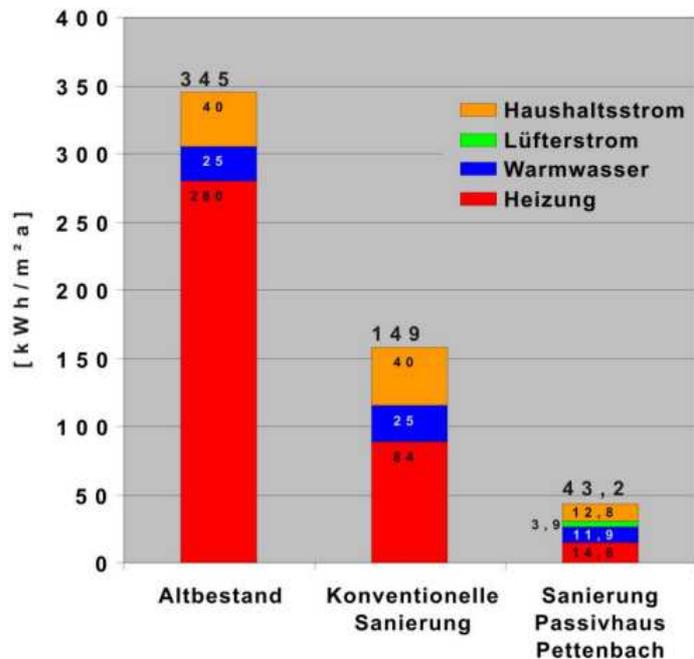


Abbildung 33: Reduktion der Gesamt-Endenergiekennwerte im Vergleich [39]

In der Abbildung 33 ist die Reduktion der Gesamt-Endenergiekennwerte im Vergleich dargestellt. Im Altbestand wies das Gebäude einen Endenergiebedarf von etwa 345 kWh/m²a auf, wobei der Haushaltsstrom, der Warmwasserbedarf sowie der Heizenergiebedarf zusammengeführt betrachtet wurden.

Durch die Passivhaussanierung wurde der Kennwert für den Endenergiebedarf auf 43,2 kWh/m²a gesenkt. [39]

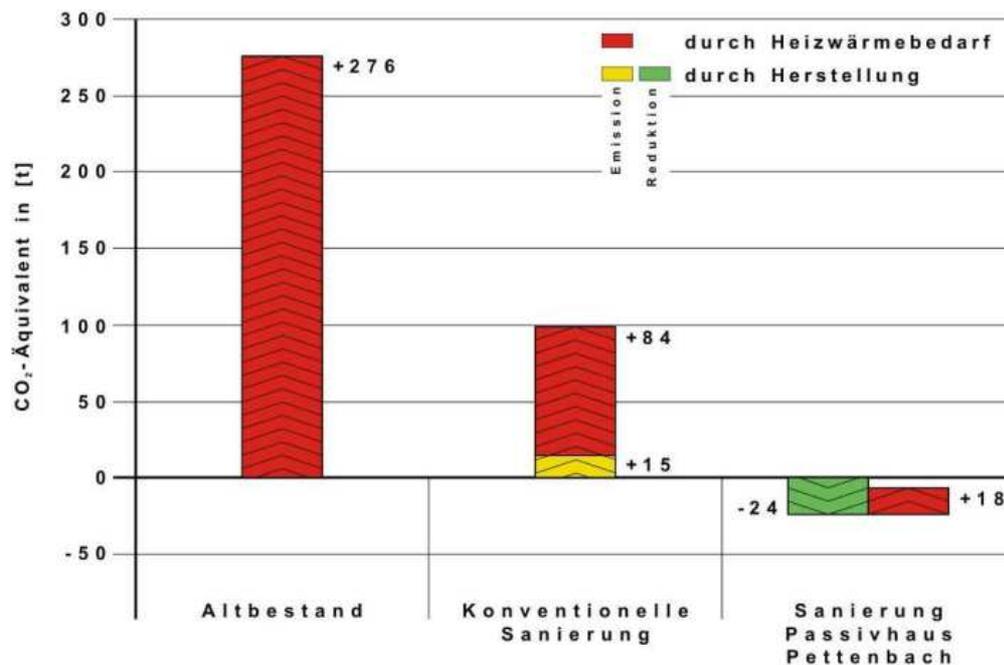


Abbildung 34: Reduktion der Gesamt-CO₂-Emissionen in Tonnen [39]

Die gesamte CO₂-Äquivalente lt. Abbildung 34 betrug beim Altbestand rund 276 t, welche durch den Heizwärmebedarf emittiert wurden. Durch die Passivhaussanierung wurden die Emissionen der CO₂-Äquivalente enorm auf einen Wert von nur 18 t reduziert. Weiters konnte die Integration einer Photovoltaikanlage eine zusätzliche Reduktion durch Stromerzeugung von 24 t CO₂-Äquivalente erwirken, was sich insgesamt in einer negativen CO₂-Bilanz auswirkt und das Gebäude dadurch keine CO₂-Emissionen verursacht. [39]

Konventionelle Bauweise	Passivhaus	Kostenvergleich	
Ausführung: Standardisierung mit Aufstockung in	Ausführung: Sanierung auf Passivhaus mit	Innovative Mehrkosten	
KOSTENAUFSTELLUNG Kosten Standard-sanierung	KOSTENAUFSTELLUNG Kosten Innovative Sanierung	Passivhaus	
REINE BALKOSTEN (netto)	193.076,00	263.369,96	70.293,96
Reine Baukosten inkl. Ust.	231.691,20	316.043,95	84.352,75
Wohnnutzfläche 217 m ² - Baukostenaufteilung pro m ² ohne Ust.			
Passivhaus Technologie			143,30
Ökologische Maßnahmen			99,80
Photovoltaikanlage			80,80
Nettosumme Baukosten pro m ²			323,90
Wohnnutzfläche 217 m ²			
Baukosten pro m ² inkl. Ust.	1.067,70	1.456,42	388,72
Mehrkosten Passivhaustechnologie:			171.- €/m² inkl. Ust.

Abbildung 35: Kostengegenüberstellung der Varianten [39]

Der Umbau in Passivhausbauweise hat gegenüber der konventionellen Sanierung 15% und die Verwendung von ökologischen Maßnahmen 9% Mehrkosten erzeugt. Jedoch konnten dadurch die höchsten Förderungen des Landes erhalten werden. Durch die steigenden Energiekosten und der steigenden Kreditzinsen rechneten sich die Mehrkosten vom ersten Tag an. [39]

Durch ihre innovativen und ökologischen Aspekte und Erkenntnisse erhielt die Sanierung des Gebäudes folgende Auszeichnungen:

- Oberösterreichischer Holzbaupreis
- Oberösterreichischer Umweltschutzpreis
- Energy Globe Vienna
- Eurosolarpreis Austria
- Staatspreis Consulting
- ISOVER Energieeffizienz Award [39]

3.3 EnerPHit Modernisierung Plus – Hörbranz Vorarlberg

3.3.1 Ausgangslage



Abbildung 36: Bestandsgebäude vor der Sanierung [40]

Das in Abbildung 36 dargestellte Einfamilienhaus wurde 1964 in Hörbranz, Vorarlberg errichtet und bekam 1972 einen Zubau für eine Näherei mit einer Wohnung darüber. Die Energiekennzahlen des Bestandes waren entsprechend dieser Zeit und mit diesen Bauteilaufbauten sehr hoch. Der HWB lag bei einem Wert von $141 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, der PEB betrug $388 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ und die CO_2 -Emissionen waren mit $89 \text{ kg/m}^2\text{a}$ als Bestandskennzahlen ermittelt worden. Die Eigentümerschaft hatte das Ziel, ein Mehrwohnhause für 3 Generationen im EnerPHit-Standard zu modernisieren, was sich als sehr gut geeignet herausstellte. [41]



Abbildung 37: 3D-Modell des Sanierungskonzeptes [41]

3.3.2 Sanierungsdetails



Abbildung 38: Rückbau zum Rohbau inkl. Dachabbruch [42]

Der Rückbau des Bestandsgebäudes beinhaltet die Entfernung des Satteldaches sowie die Entkernung auf den ursprünglichen Rohbau. Umgestaltungen im Grundriss, eine Aufstockung in Stahl-Holz-Elementbauweise, der Einbau eines Liftes sowie eine Treppenverlängerung waren Teil des Umbaukonzeptes. [41]



Abbildung 39: Vorgefertigte Holzkassettenfassade [41]

Für die Erstellung und Vorfertigung der Fassadenelemente wurde das Gebäude digital aufgenommen und die einzelnen Fassadenelemente in einem 3D-Programm und einem Modell geplant. Die Decke der Aufstockung ist mittels Brettstapeldecke mit einem Querschnitt von 18cm, aufliegend auf drei Stahlträgern, welche wiederum auf Stahlstützen aufliegen, ausgeführt worden. Die Fenster, welche durch spezielle Verortung beim Einbau nachträglich besser austauschbar sind, wurden in der Vorfertigung bereits in der Produktionshalle des Fertigteilherstellers in die Elemente integriert. [41]



Abbildung 40: Fertigteile Holz-Kassettensystem ohne Wetterschutzverkleidung [41]

Die Gebäudehülle, mit Ausnahme der Wetterschutzverkleidung, konnte durch die Fertigteilebauweise um ein Vielfaches schneller errichtet werden. Die darauffolgende Wetterschutzverkleidung der Fertigteilelemente wird als Schutz für die Holzbauteile an das Fassadensystem angebracht.

Ölheizungen wurden entfernt und durch eine Grundwasserpumpe ausgetauscht, wobei durch einen Grundwasserbrunnen die Zuluft im Sommer gekühlt und im Winter erwärmt wird, um den Energieverbrauch zu senken. Weiters wurde im Sinne der Nachhaltigkeit und der Minderung des Energieverbrauches eine Solaranlage mit 21 m² Fläche in Kombination mit einem 2.400 Liter Pufferspeicher errichtet. [41]

3.3.3 Ergebnisse

Wie in der folgenden Darstellung ersichtlich zu entnehmen ist, wurde der **Primärenergiebedarf PEB** durch die Sanierungsmaßnahmen von ursprünglichen **388 kWh/m²a** auf nur **86 kWh/m²a** reduziert.

Enorme Verbesserungen wurden im Bereich des **Heizwärmebedarfes HWB** von **141 kWh/m²a** auf nur **11 kWh/m²a** sowie im Bereich der **Kohlendioxidemissionen CO₂** mit einer Reduktion von **89 kWh/m²a** auf nur **14 kWh/m²a** erreicht. [41]

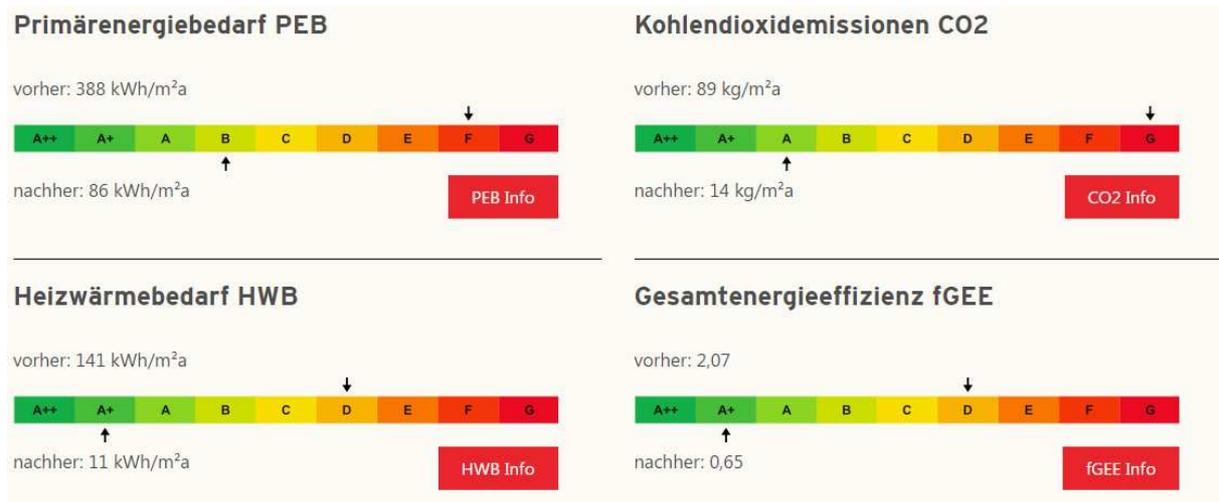


Abbildung 41: Energierelevante Ergebnisse im Vergleich Vorher/Nachher [41]

Neben den erfolgreichen Verbesserungen der Gesamtenergieeffizienz und der Nachhaltigkeit des Gebäudes, wurde durch dementsprechende Planungsleistungen der Wandel des Bestandsgebäudes zu einem architektonischen Hingucker und einem modernen Mehrfamilienhaus entwickelt und umgesetzt.

Die Bewohner sind äußerst glücklich mit dem gelungenen Projekt und bemerken den Investitionseinsatz in Form von niedrigen Betriebskosten mit Genuss und Bestätigung in Ihrem Tun. [41]



Abbildung 42: Ansicht nach Fertigstellung der Sanierung des Objektes [41]

3.4 Demonstrationsbeispiel - CO₂-Bepreisung im Gebäudesektor und notwendige Instrumente - Studie des Wirtschaftsforschungsinstitut Universität Köln

Das Hauptaugenmerk in dieser Studie richtet sich auf die Frage, wie sich eine CO₂-Bepreisung auf VerbraucherInnen in der jeweiligen Wohnsituation auswirken würde. Es werden anhand von Fallbeispielen im Wohn- und Gewerbeimmobiliensektor die Wirkungen der möglichen CO₂-Bepreisung ausgearbeitet und dargestellt.

Daraufhin wird analysiert, ob es sich mit einem bestimmten CO₂-Preis lohnt, das jeweilige Gebäude energetisch zu sanieren.

Schwierigkeit dabei ist die Heterogenität der Ergebnisse und Berechnungen, diese sind somit nicht so eindeutig, wie die GesetzgeberInnen erwarten mögen.

In einem weiteren Schritt werden neben der Wichtigkeit der Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungen auch besonders sozialpolitische Aspekte betrachtet und Instrumente dafür skizziert. [43]

Grundsätzlich wirkt sich die CO₂-Bepreisung auf die Energieträger und somit auf die Verbraucher aus. Mengen- und Preissteuerungen führen zu einem Preis für CO₂-Emissionen, welcher gleichzeitig den Preis und somit die Verteuerung des Bezuges von fossilen Energieträgern bewirkt. [43]

3.4.1 Gestaltungsmöglichkeiten einer CO₂-Bepreisung

„Ein Großteil der CO₂-Emissionen wird bereits über das EU ETS, das wichtigste EU-Klimaschutzinstrument, abgedeckt. Das EU ETS reguliert die Emissionen der Stromerzeugung und der CO₂-intensiven Industrieanlagen und umfasst damit etwa die Hälfte der CO₂-Emissionen in Europa. In allen Sektoren, die nicht vom EU ETS erfasst werden, sollen die Emissionen durch eine „Lastenteilung“ (EU Effort Sharing) innerhalb der EU reduziert werden.

Ein CO₂-Preis, auch für die Sektoren Verkehr und Gebäude, die momentan nicht vom EU ETS erfasst werden, kann erreichen, dass in diesen Sektoren Emissionen effizient reduziert werden. Langfristig sollte dabei eine sektorübergreifende und einheitliche Bepreisung innerhalb der EU angestrebt werden (Sachverständigen Rat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung 2019). Dies könnte durch eine Ausweitung des EU ETS auf die bislang nicht abgedeckten Sektoren erfolgen.

Ein CO₂-Preis im Nicht-ETS-Bereich bedeutet, dass zukünftig auch private Haushalte diesen Preis in Ihre Investitionsentscheidungen einfließen lassen. Ob sich eine umfangreiche energetische Sanierung oder eine Investition in eine Wärmepumpe lohnt, hängt maßgeblich von der Höhe des Preises ab, der auf sehr unterschiedliche Art entsteht.“ [43]

Ein denkbare Emissionshandelssystem regelt die Steuerung der Menge an Emissionen und funktioniert nach dem Cap and Trade Prinzip, wobei die gesamtmenge der CO₂-Emissionen begrenzt wird, indem eine bestimmte Menge an handelbaren CO₂-Zertifikaten politisch vorgegeben werden, dies nennt man Cap. Diese Zertifikate werden unter den Teilnehmern gehandelt und so wird der Preis dafür bestimmt. Der Zertifikatpreis bildet einen Anreiz für kosteneffiziente Vermeidung von CO₂.

Eine Eingliederung eines weiteren Handelssystems bewirkt nur innerhalb der Systemgrenzen eine kosteneffiziente Vermeidung von CO₂, was dazu beiträgt, dass Emissionen nicht kostengünstig vermieden werden. Eine Abgrenzung der verschiedenen Sektoren ist somit nicht optimal, vielmehr sollte außerhalb des EU ETS ein eigenes für den gesamten Nicht-EU ETS Bereich eingeführt werden. [43]

Mehrere Möglichkeiten der Gestaltung einer CO₂-Bepreisung insbesondere der Sektoren Verkehr und Gebäude bieten folgende vorstellbare Optionen:

- Einbeziehung zusätzlicher Sektoren in den europäischen Emissionshandel (EU ETS)
- Einführung eines nationalen Emissionshandelssystems für Nicht-EU ETS-Sektoren
- Einführung einer nationalen CO₂-Abgabe [43]

3.4.2 Auswirkungen der CO₂-Bepreisung auf Haushalte und Gewerbe

In dieser Studie werden vier verschiedene Gebäude mit ihren Nutzungen analysiert und nach drei verschiedenen angenommenen Szenarien eine mögliche CO₂-Bepreisung als Reformszenario entwickelt. Die drei Szenarien wurden von r2b Energy consulting und vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung DIW in Form eines Gutachtens sowie von Agora Energiewende 2018 als Mittelweg, ausgearbeitet. Nachfolgend wird bei allen Gebäuden eine energetische Sanierung unterzogen und der Vergleich des Einsparungspotenzial mit und ohne CO₂-Preis verglichen. [43]

Der Preispfad sieht einen CO₂-Preis in den Sektoren Verkehr und Gebäude vor. Dieser Preis

ist mit 45 EUR/t CO₂ angesetzt und soll als Aufschlag auf die Energiesteuer eingeführt werden. Dieser Preis reicht jedoch für die Energiewende nicht aus weshalb der CO₂-Preis jährlich um etwa 10 EUR/t CO₂ ansteigen soll. Dies kann entweder durch die Reduzierung von Zertifikaten oder durch einen ansteigenden Steuersatz in einem Emissionshandelssystem entstehen. Folglich wird der CO₂-Preis im Jahr 2025 bei 95 EUR/t CO₂ liegen und bis 2030 auf 145 EUR/t CO₂ steigen, wie in Abbildung 43 veranschaulicht ist. [43]

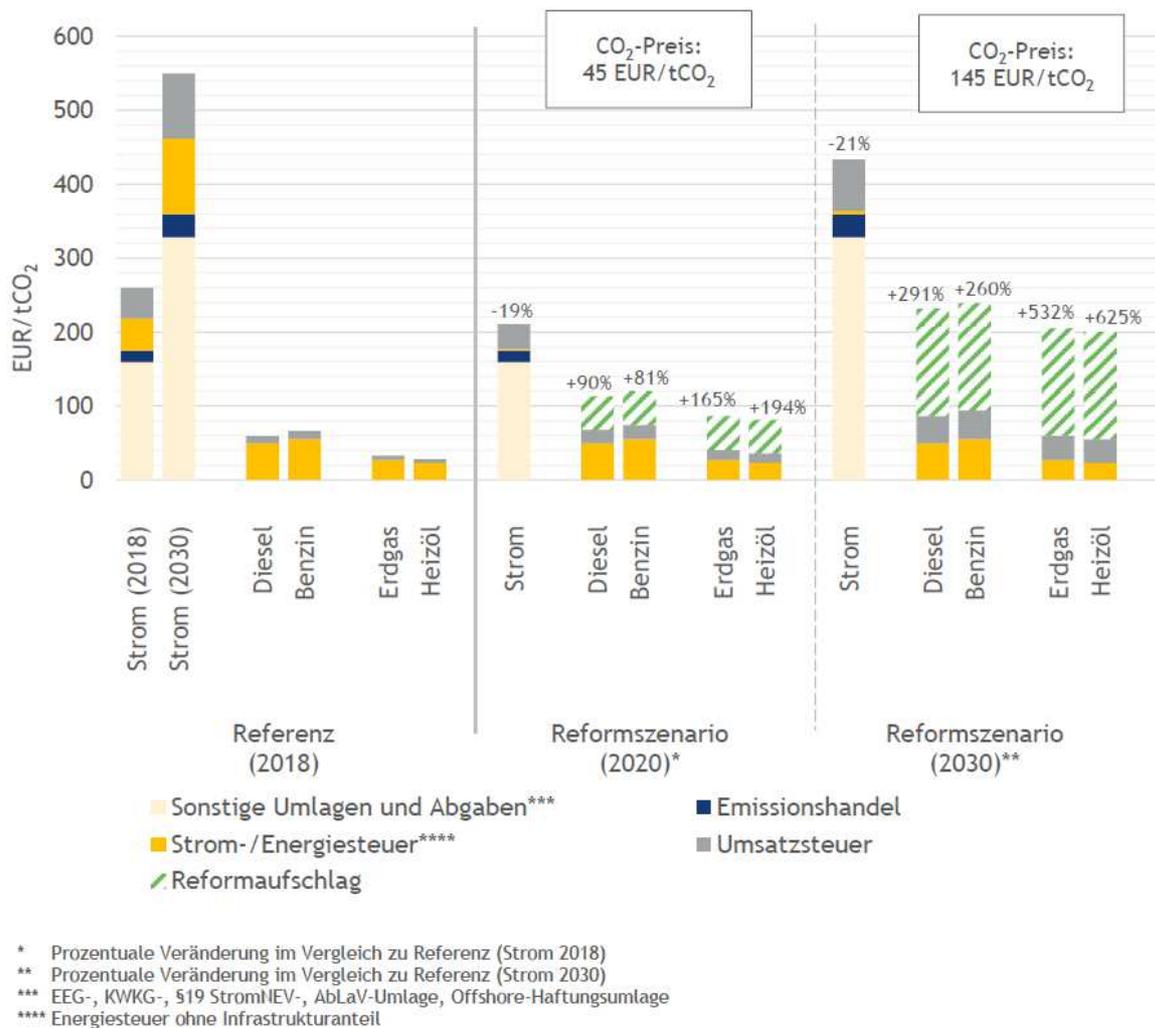


Abbildung 43: Reformszenario mit jährlichem Anstieg um 10 EUR/t CO₂ [43]

Damit die Kosten für die Verbraucher nicht zu stark steigen wird ein Teil der Einnahmen des CO₂-Preises für die Senkung der Stromkosten verwendet. Weiters wird ein Klimabonus für die Bevölkerung und besonders für einkommensschwache Haushalte ausbezahlt, um diese zu entlasten. Dies wird an 40% der einkommensschwächsten Haushalte in der Höhe von 100 Euro pro Kopf ausbezahlt. [43]

3.4.3 Demonstrationsbeispiele für CO₂-Bepreisung in Haushalten

Bei **Haushalt 1**, lt. Abbildung 44 und 45 handelt es sich um ein altes Einfamilienhaus aus den 1960er Jahren. Es ist ein Drei-Personen-Haushalt mit einer Wohnfläche von 125 m² und einer zwanzig Jahre alten Ölheizung, welche den hohen Heizwärmebedarf von 127 kWh/m²a abdeckt. [43]

Relativ altes Einfamilienhaus

3-Personen-Haushalt
125 m² Wohnfläche



4.050 kWh/a



15.824 kWh/a

Baujahr vor 1970

Unsanziert

20 Jahre alte Ölheizung

Heizverbrauch pro Jahr



Abbildung 44: Haushalt 1 – Details [43]

Haushalt 1	
Ausgaben für Wärme kumuliert 2020-2040	
	EUR
CO ₂ -Preis	12927
Umsatzsteuer	8906
Regulatorische Lasten	2748
Gestehungskosten Heizstoff	31198
Summe	55777

Tabelle 1: Haushalt 1 – Wärmeausgaben 2020-2040 [43]

Haushalt 1: Relativ altes Einfamilienhaus		
Sanierungsmaßnahmen	Sanierungskosten gesamt (2020, inkl. USt)	Einsparungen Wärmekosten <u>ohne</u> CO ₂ -Preis (2021-2040 kumuliert)
- Gasbrennwert-Heizung	34.300 EUR	23.383 EUR
- Außenwand-Dämmung	Energiebedingte Mehrkosten (ohne „Sowieso-Kosten“. 2020, inkl. USt)	Einsparungen Wärmekosten <u>mit</u> CO ₂ -Preis (2021-2040 kumuliert)
- Geschossdeckendämmung Dach		
- Fenster 3-Fach-Verglasung	7.159 EUR	32.095 EUR

Abbildung 45: Haushalt 1 – Energetische Sanierung und Einsparungen [43]

Die Sanierungsmaßnahmen bei Haushalt 1 erreichen eine Reduktion des Primärenergiebedarfes auf 44%. Durch den Wechsel des Heizsystems von Öl zu Gas reduziert

sich der CO₂-Ausstoss sogar auf 33%. Dadurch können die erheblichen Energiekosten von den bestehenden 55777 Euro ohne CO₂-Bepreisung mehr als 24000 Euro bis 2040 und mit CO₂-Bepreisung sogar 33000 Euro im gleichen Zeitraum eingespart werden. Sprich die Sanierungskosten können in 20 Jahren nahezu wieder amortisiert werden.

Betrachtet man nur die energietechnischen Mehrkosten ohne die Sanierungskosten, welche in etwa 7000 Euro betragen, amortisiert sich diese Investition bereits im Jahre 2027 aufgrund der Ersparnisse bei Energiekosten und CO₂-Bepreisung. [43]

Haushalt 2, ist eine unsanierte Wohnung in einem mittelalten Mehrfamilienhaus aus den Jahren 1970 bis 2000. Hier handelt es sich um einen Zwei-Personen-Haushalt auf einer Fläche von 58 m² Wohnfläche und einer 10 Jahre alten Gasheizung welche einen HWB von 65 kWh/m²a bereitstellt. [43]

Wohnung in mittelaltem Mehrfamilienhaus

2-Personen-Haushalt
58 m² Wohnfläche



3.440 kWh/a

3.800 kWh/a

Baujahr 1970 bis 2000

Unsaniert

10 Jahre alte Gasheizung

Heizverbrauch pro Jahr



Abbildung 46: Haushalt 2 – Details [43]

Haushalt 2	
Ausgaben für Wärme kumuliert 2020-2040	
	EUR
CO ₂ -Preis	2362
Umsatzsteuer	1472
Regulatorische Lasten	2436
Gestehungskosten Heizstoff	2948
Summe	9217

Tabelle 2: Haushalt 2 – Wärmeausgaben 2020-2040 [43]

Haushalt 2: Wohnung im mittelalten MFH		
Sanierungsmaßnahmen	Sanierungskosten gesamt (2020, inkl. USt)	Einsparungen Wärmekosten <u>ohne</u> CO ₂ -Preis (2021-2040 kumuliert)
- Gasbrennwert-Heizung (vorzeitiger Austausch)	11.980 Euro	1.340 Euro
- Außenwand-Dämmung	Energiebedingte Mehrkosten (ohne „Sowieso-Kosten“. 2020, inkl. USt)	Einsparungen Wärmekosten <u>mit</u> CO ₂ -Preis (2021-2040 kumuliert)
- Fenster 3-Fach-Verglasung	3.923 Euro	1.812 Euro

Abbildung 47: Haushalt 2 – Energetische Sanierung und Einsparungen [43]

Die Ergebnisse der Sanierungsmaßnahmen bei Haushalt 2 ergeben zwar eine Kosteneinsparung und Reduktion der CO₂-Emissionen, jedoch hält sich die Wirtschaftlichkeit, diese Variante bei diesem Gebäude umzusetzen, in Grenzen, da die energiebedingten Mehrkosten von den Einsparungen nicht gedeckt werden können. Um dieses Vorhaben wirtschaftlich realisieren zu können, würde es an zusätzlicher staatlicher Unterstützung bedürfen. [43]

Haushalt 3 ist ein Drei-Personen-Haushalt in einem teilsanierten Einfamilienhaus mit Baujahr nach 2000 und einer Wohnfläche von 125 m². Das Heizsystem besteht aus einer neuen Gasheizung und der HWB beträgt im Istzustand 44 kWh/m²a. [43]

Relativ neues Einfamilienhaus

3-Personen-Haushalt
125 m² Wohnfläche



4.050 kWh/a



5.523 kWh/a

Baujahr nach 2000

Teil-saniert

Neue Gasheizung

Heizverbrauch pro Jahr



Abbildung 48: Haushalt 3 – Details [43]

Haushalt 3	
Ausgaben für Wärme kumuliert 2020-2040	
	EUR
CO ₂ -Preis	3462
Umsatzsteuer	2055
Regulatorische Lasten	3326
Gestehungskosten Heizstoff	4026
Summe	12869

Tabelle 3: Haushalt 3 – Wärmeausgaben 2020-2040 [43]

Haushalt 3: Relativ neues Einfamilienhaus		
Sanierungsmaßnahmen	Sanierungskosten gesamt (2020, inkl. USt)	Einsparungen Wärmekosten <u>ohne</u> CO ₂ -Preis (2021-2040 kumuliert)
- Außenwand-Dämmung	15.300 Euro	566 Euro
	Energiebedingte Mehrkosten (ohne „Sowieso-Kosten“. 2020, inkl. USt)	Einsparungen Wärmekosten <u>mit</u> CO ₂ -Preis (2021-2040 kumuliert)
	2.872 Euro	779 Euro

Abbildung 49: Haushalt 3 – Energetische Sanierung und Einsparungen [43]

Für den Haushalt 3 wurde aufgrund des bereits hohen Standards eine Verbesserung der Gebäudehülle durch eine Außenwanddämmung simuliert. Auch in diesem Beispiel ist ersichtlich, dass die energietechnischen Mehrkosten höher sind als die Einsparungen durch die gesetzten Maßnahmen, sowohl ohne als auch mit Betrachtung des CO₂-Preises. [43]

Beim vierten und letzten Demonstrationsgebäude handelt es sich um ein **Gewerbegebäude** in

einem Mischgebäude mit einer Betriebsfläche von 200 m² welches sich in unsaniertem Zustand befindet. Das Baujahr liegt zwischen 1970 und 2000 und der HWB beträgt 88 kWh/m²a, welcher durch eine neue Gasheizung abgedeckt wird. [43]

Gewerbe in mittelaltem Mischgebäude



Abbildung 50: Gewerbegebäude – Details [43]

Gewerbegebäude	
Ausgaben für Wärme kumuliert 2020-2040	
	EUR
CO ₂ -Preis	10785
Umsatzsteuer	0
Regulatorische Lasten	10590
Gestehungskosten Heizstoff	12818
Summe	34193

Tabelle 4: Gewerbegebäude – Wärmeausgaben 2020-2040 [43]

Gewerbe in mittelaltem Mischgebäude		
Sanierungsmaßnahmen	Sanierungskosten gesamt (2020, ohne USt)	Einsparungen Wärmekosten <u>ohne</u> CO ₂ -Preis (2021-2040 kumuliert)
- Fenster 3-Fach-Verglasung (Alurahmen; energetisch gleichwertig mit Kunststoffrahmen)	21.680 Euro	2.876 Euro
	Energiebedingte Mehrkosten (ohne „Sowieso-Kosten“. 2020, ohne USt)	Einsparungen Wärmekosten <u>mit</u> CO ₂ -Preis (2021-2040 kumuliert)
	1.597 Euro	4.234 Euro

Abbildung 51: Gewerbegebäude – Energetische Sanierung und Einsparungen [43]

In diesem Beispiel sind aufgrund der Gewerbefläche innerhalb eines Mischgebäudes nur begrenzt Maßnahmen möglich, deshalb wurde ein Austausch der Fenster von 2-fach-Verglasung auf 3-Fachverglasung vorgenommen. Durch diese Verbesserung erhöhen sich die

Einsparungen so deutlich, dass sich diese Sanierungsmaßnahme bereits mit Ende des Jahres 2029 refinanziert hat. Andererseits stehen den Investitionskosten von rund 22000 Euro „nur“ gut 4200 Euro gegenüber, was die Entscheidung, diese Sanierung durchzuführen nicht unbedingt leichter macht.

Auch hier ist ersichtlich, dass man mit zusätzlichen staatlichen Förderungen viele solcher Beispiele auf die Seite der Umsetzung der Investitionen bringen würde. [43]

3.4.4 Bewertung der Demonstrationsbeispiele

In erster Linie ist deutlich, dass die Einführung eines CO₂-Preises die Wirtschaftlichkeit von Sanierungen mit energetischen Verbesserungsmaßnahmen, verbessert.

Wie bei zwei von vier Sanierungsbeispielen erkenntlich wurde, reicht der Ansatz von 45 EUR/t CO₂ (2020) bis 145 EUR/t CO₂ (2040) nicht aus, um jede Sanierung wirtschaftlich darzustellen.

Eine weitere Erkenntnis ist die Wahrscheinlichkeit der Wirksamkeit des CO₂-Preises, welche mit schlechterem energetischen Ausgangszustand steigt. Umgekehrt, je besser die energetische Ausgangslage ist, desto unwahrscheinlicher ist die Wirtschaftlichkeit darzustellen.

Ein guter Aspekt für die Anwendung ökonomischer Instrumente des Klimaschutzes ist die Tatsache der freien Entscheidungsmöglichkeit der Haushalte und Unternehmen unter den gesetzlichen preislichen Rahmenbedingungen eine Sanierung durchzuführen oder nicht.

Um die Haushalte und Unternehmen in dieser Entscheidung zu unterstützen, sind in dieser Hinsicht weitere Förderungen des Staates notwendig, da ansonsten die Sanierungen und ihre Investitionen dafür zeitlich aufgeschoben werden und die Kosten im Endeffekt höher werden. [43]

4 Bestandsanalyse des Referenzobjektes

4.1 Örtliche Gegebenheiten

4.1.1 Standort

Das Referenzgebäude und zugehörige Grundstück befinden sich im westlichen Niederösterreich des Bezirkes Amstetten. Die folgende Karte zeigt die Lage auf der Österreichkarte [44].

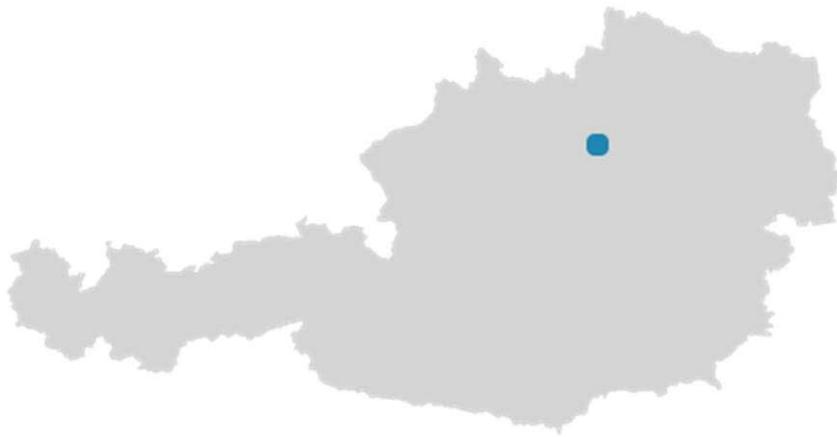


Abbildung 52: Geografische Lage des Referenzgebäudes auf der Österreichkarte [44]

Das Referenzgebäude befindet sich in der Marktgemeinde Neustadtl an der Donau und liegt im Zentrum der Gemeinde auf etwa 507 m Seehöhe auf Ausläufern der Böhmisches Granitmasse [45].

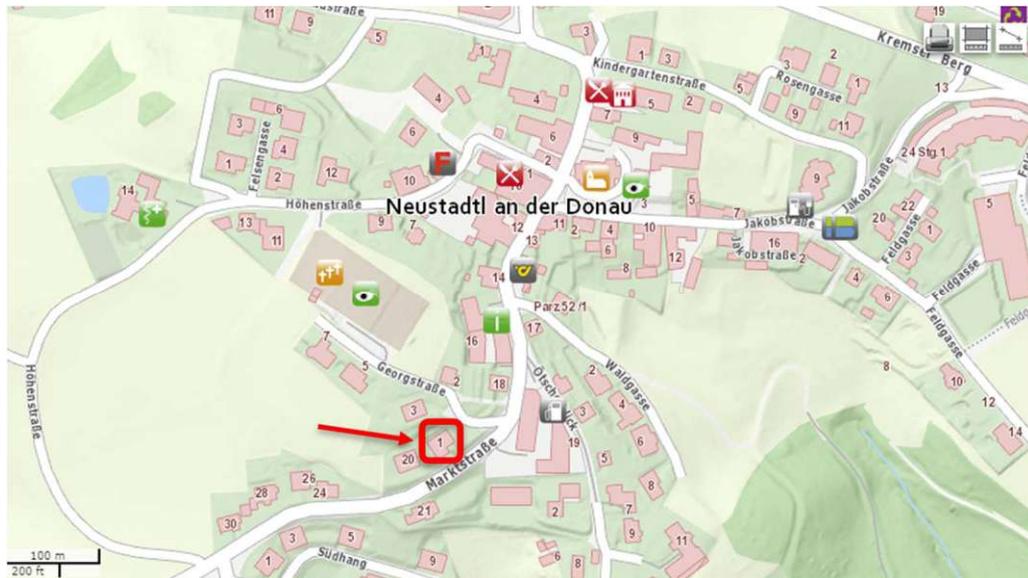


Abbildung 53: Lage des Grundstücks im genordneten Ortsplan [46]

4.1.2 Lage und Orientierung

Das Grundstück sowie das Bestandsgebäude haben eine südsüdöstliche Ausrichtung und befinden sich in einer Hanglage.

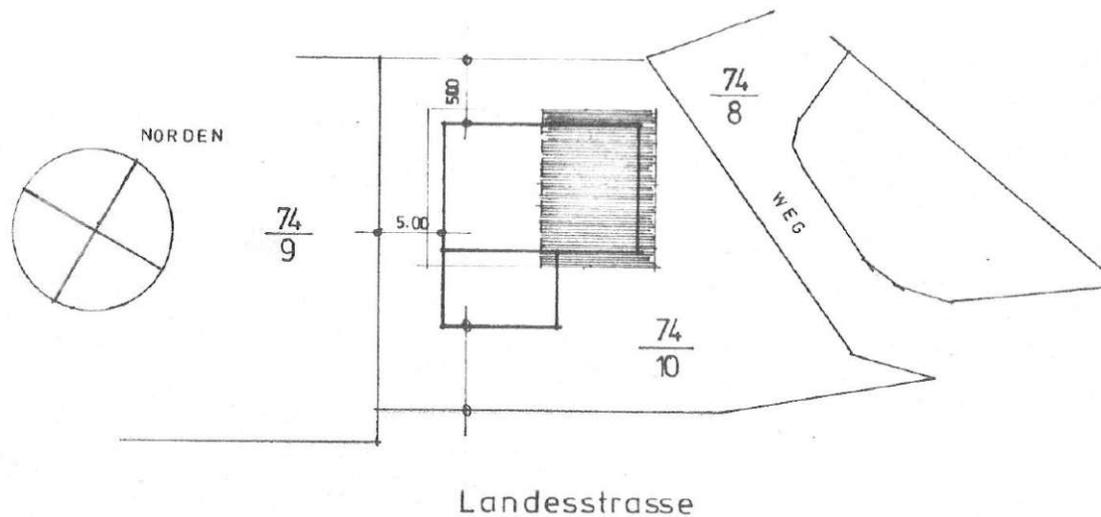


Abbildung 54: Lageplan des Bestandsgebäudes [47]

Im August 1975 wurde das ursprüngliche, größere Grundstück mit der Nummer 74/9 in die beiden Grundstücke Nr. 74/9 und 74/10 geteilt. Es handelt sich bei dem Referenzobjekt um das Grundstück mit der Nummer 74/10, welches über eine Gesamtfläche von 2.582 m² verfügt und die verbaute Fläche 209,30 m² beträgt. Umgeben von der südlich verlaufenden Marktstraße (ehemalige Landesstraße) und der Georgstraße (ehemalig Weg), der Adresse des Wohngebäudes, mit der Hausnummer 1, liegt es mit Ausnahme des dahinterliegenden Nachbargebäude sowie des Friedhofs, am höchsten Punkt des Ortes.



Abbildung 55: Blick aus dem 1.Obergeschoss des Objektes in Richtung Süden [48]

4.1.3 Visuelle Darstellung des Bestandes



Abbildung 56: Südansicht des Objekts von der Marktstraße [48]

Das Wohngebäude hat ein Untergeschoss mit zwei Garageneinfahrten, ein Erdgeschoss mit einem Zugang zur Terrasse, ein 1.Obergeschoss mit einem Zugang zum Balkon sowie einen Dachboden, worauf das Giebeldach aufgesetzt ist. In der Gebäudehülle sind doppelflügelige Fenster und Türen aus Holz verwendet worden.

Zur Abgrenzung und Erlangung eines ebenflächigen Gartens im Erdgeschoss wurden Steinmauern aufgebaut und das gewünschte Niveau aufgeschüttet. Die Zufahrt zum Nachbargebäude verläuft über das Grundstück als auch eine Steinmauer über beide Grundstücke gemeinsam errichtet worden ist.



Abbildung 57: Ostansicht des Objekts vom Zugang Georgstraße 1 [48]

Das Untergeschoss ragt unterhalb des Erdgeschosses aus dem Wohnbereich heraus und bildet somit die Terrasse des Erdgeschosses. Im 1. Obergeschoss wurde die Decke teilweise auskragend betoniert, um den länglichen Balkon zu erhalten. An der Ostseite befindet sich die Eingangstür, welche direkt ins Stiegenhaus führt.

4.2 Analyse der Bauweise

4.2.1 Bestandspläne

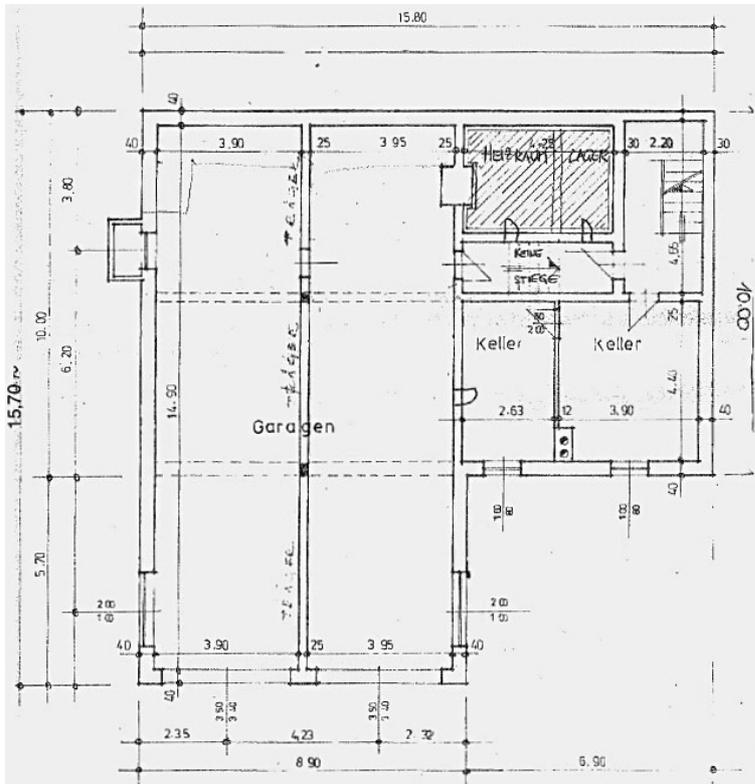


Abbildung 58: Grundriss 1. Untergeschoss Bestand [47]

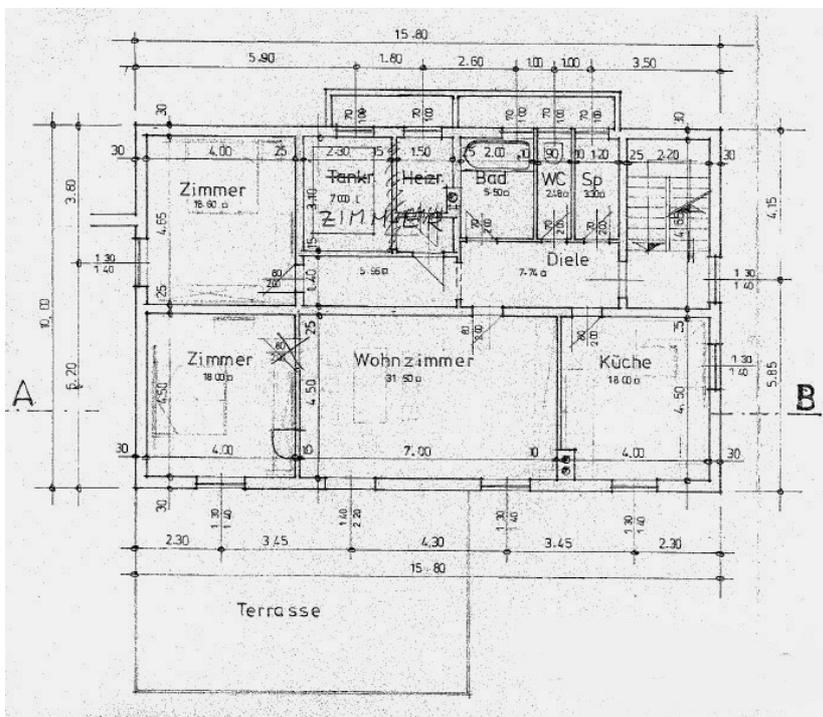


Abbildung 59: Grundriss Erdgeschoss Bestand [47]

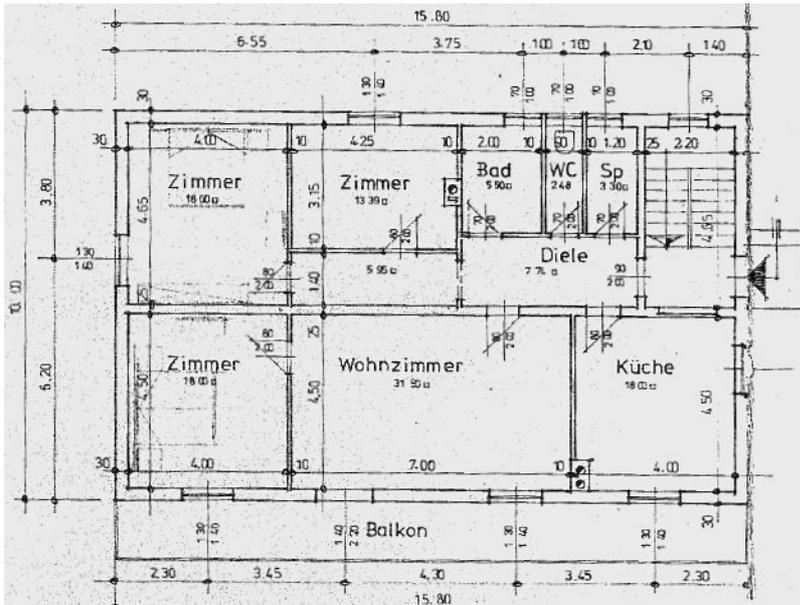


Abbildung 60: Grundriss 1. Obergeschoss Bestand [47]

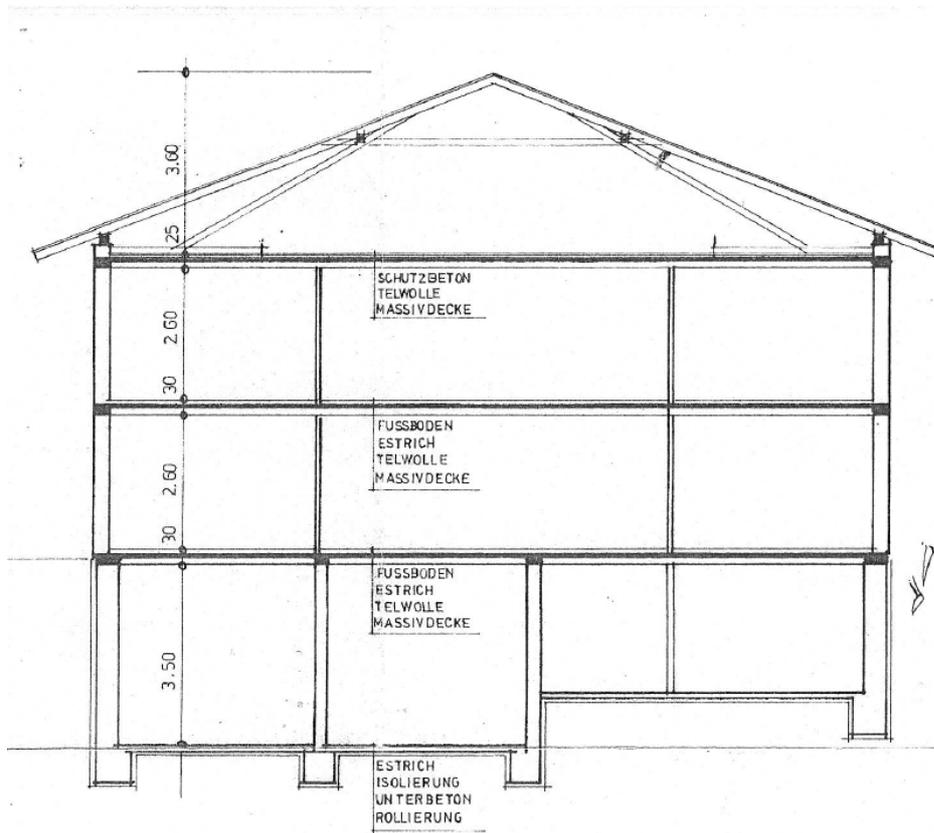


Abbildung 61: Schnitt des Bestandsgebäudes [47]

Im Schnitt des Bestandsgebäudes in Abbildung 61 sind von unten beginnend die Fundamente ersichtlich, worauf die Außenwände und statisch relevanten Bauteile wie Stützen aufliegen. Die Bemaßungen geben die Deckenstärken sowie die Raumhöhen in den Geschossen wieder und die Aufbauten mit den einzelnen Schichten der Bodenplatte, Decke gegen Keller,

Zwischendecke sowie der Decke gegen Dachboden sind dargestellt.

4.2.2 Bauteilaufbauten aus ArchiPhysik-Berechnung EAW

Die Bauteilaufbauten des Bestandsgebäudes wurden von den Bestandsplänen in der Software ArchiCAD erstellt und damit auch die Grundrisse sowie das 3D-Modell erstellt.

Weiters wurden die fertiggestellten Pläne in die Software ArchiPhysik exportiert, um die EAW-Berechnung durchzuführen. Anhand der Erstellung des Energieausweises konnten die U-Werte mittels Default Werte der einzelnen Schichten der Bauteile ermittelt werden.

Folgend sind die Bauteile der thermischen Gebäudehülle mit Ihren einzelnen Schichten dargestellt und deren U-Werte berechnet.

0004		Decke gg Keller			Bestand
DGK	U-O				
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Beton, Stahlbeton Decke	0,2000	2,500	0,080	
2	Mineralfaser Steinw. (40)	0,0300	0,040	0,750	
3	Estrich (Beton-)	0,0600	1,400	0,043	
4	Belag, Parkett	0,0100	0,180	0,056	
Wärmeübergangswiderstände				0,340	
		0,3000	RT =	1,269	
			U =	0,788	

Abbildung 62: Bauteildetails Decke gegen Keller Bestand [49]

0002		AW 30 HLZ AP+IP			Bestand
AW	A-I				
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Verputz, Kalkzement	0,0150	1,000	0,015	
2	POROTHERM 30	0,3000	0,205	1,463	
3	Verputz, Kalkzement	0,0150	1,000	0,015	
Wärmeübergangswiderstände				0,170	
		0,3300	RT =	1,663	
			U =	0,601	

Abbildung 63: Bauteildetails Außenwand Bestand [49]

0008		Wohnungseingangstür		Bestand		
TGu	Top1+2					
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Rahmen				2,02	100,00	2,20
			vorh.	2,02		2,20

Abbildung 64: Bauteildetails Wohnungseingangstür Bestand [49]

0005		IW Stgh 25 HLZ AP+IP		Bestand		
AW	A-I					
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]		
1	Verputz, Kalkzement	0,0150	1,000	0,015		
2	Hohlziegel (R = 1200)	0,2500	0,500	0,500		
3	Verputz, Kalkzement	0,0150	1,000	0,015		
	Wärmeübergangswiderstände					0,170
		0,2800	RT =	0,700		
			U =	1,429		

Abbildung 65: Bauteildetails Innenwand Stiegenhaus Bestand [49]

0003		Decke gg Dachraum		Bestand		
DGD	O-U					
		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]		
1	Estrich (Beton-)	0,0600	1,400	0,043		
2	Mineralfaser Steinw. (40)	0,0300	0,040	0,750		
3	Beton, Stahlbeton Decke	0,2000	2,500	0,080		
	Wärmeübergangswiderstände					0,200
		0,2900	RT =	1,073		
			U =	0,932		

Abbildung 66: Bauteildetails Decke gegen Dachraum Bestand [49]

0007		Terrassentür 2-FI KS 25 50x210		Bestand		
AT	DL 50,00x210,00					
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung			0,590	1,52	53,00	1,30
Rahmen				1,35	47,00	1,50
Glasrandverbund	20,01	0,060				
			vorh.	2,87		1,81

Abbildung 67: Bauteildetails Terrassentür Bestand [49]

0001		1-Flügel Fenster 25 70x100		Bestand		
AF		AL 70,00x100,00				
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung			0,590	0,40	57,10	1,60
Rahmen				0,30	42,90	1,70
Glasrandverbund	2,60	0,060				
			vorb.	0,70		1,87

Abbildung 68: Bauteildetails 1-Flügel Fenster Bestand [49]

0002		2-Flügel Fenster 25 130x140		Bestand		
AF		AL 130,00x140,00				
	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung			0,590	0,97	53,30	1,60
Rahmen				0,85	46,70	1,70
Glasrandverbund	6,16	0,060				
			vorb.	1,82		1,85

Abbildung 69: Bauteildetails 2-Flügel Fenster Bestand [49]

4.3 Digitale Bestandserfassung

4.3.1 Grundrisse und Schnitte

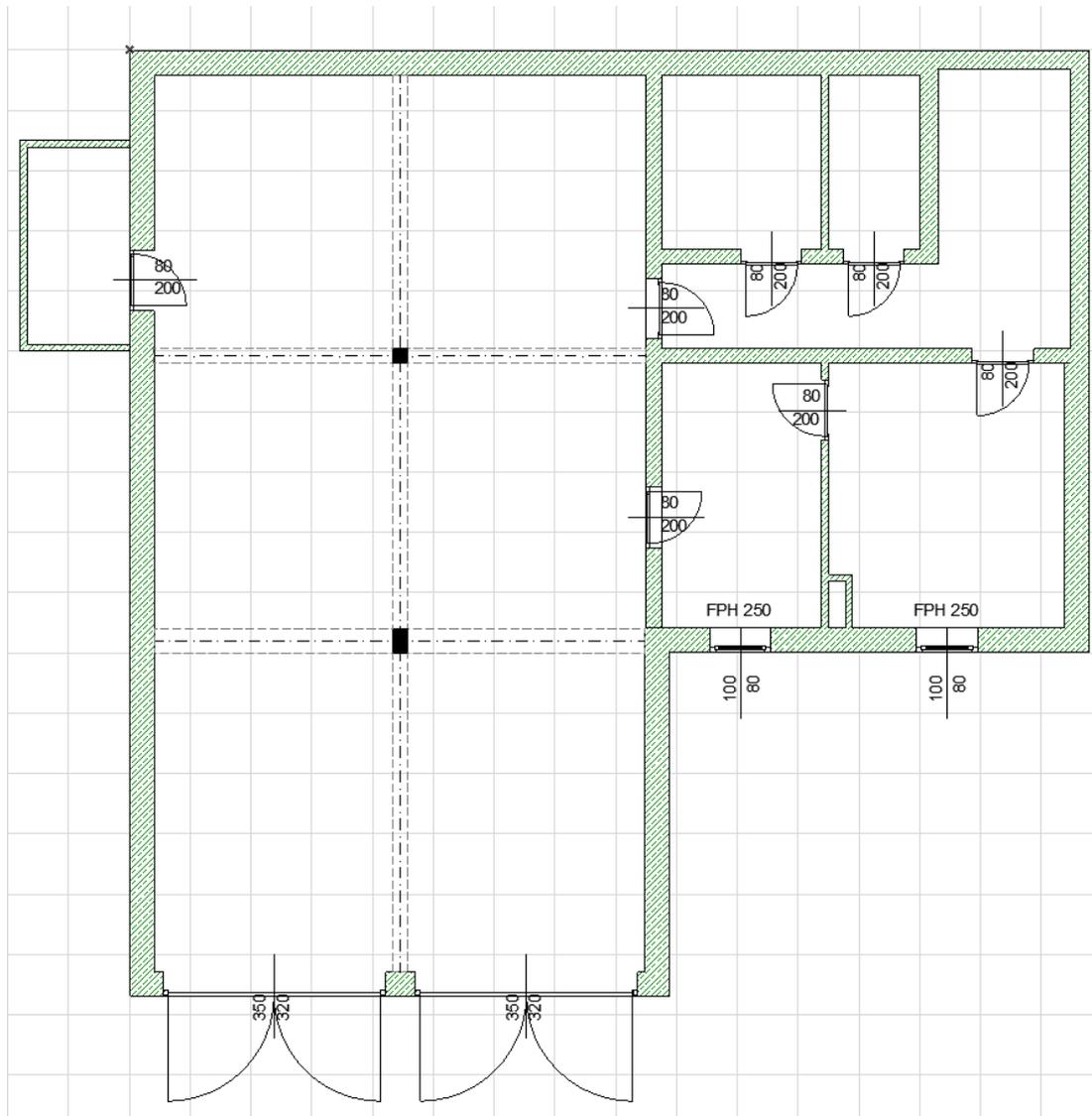


Abbildung 70: Grundriss Bestandsgebäude 1.Untergeschoss [50]

Die Außenwände sowie statisch relevanten Bauteile des 1.Untergeschosses wurden mittels Stahlbeton vor Ort betoniert. Zwischenwände sind in Ziegelbauweise vor Ort aufgemauert und verputzt worden. Das 1.UG inkl. Stiegenhaus ist nicht beheizt und somit auch nicht bewohnt.

In der Garage bilden rechteckige Stützen und zugehörige Unterzüge die statische Sicherheit, um die Lastabtragung der restlichen Geschosse aufzunehmen.

Im 1.UG befindet sich die Doppelgarage mit einem kleinen kühlen „Erdkeller“, ein Heizraum sowie weitere Lagerräume.

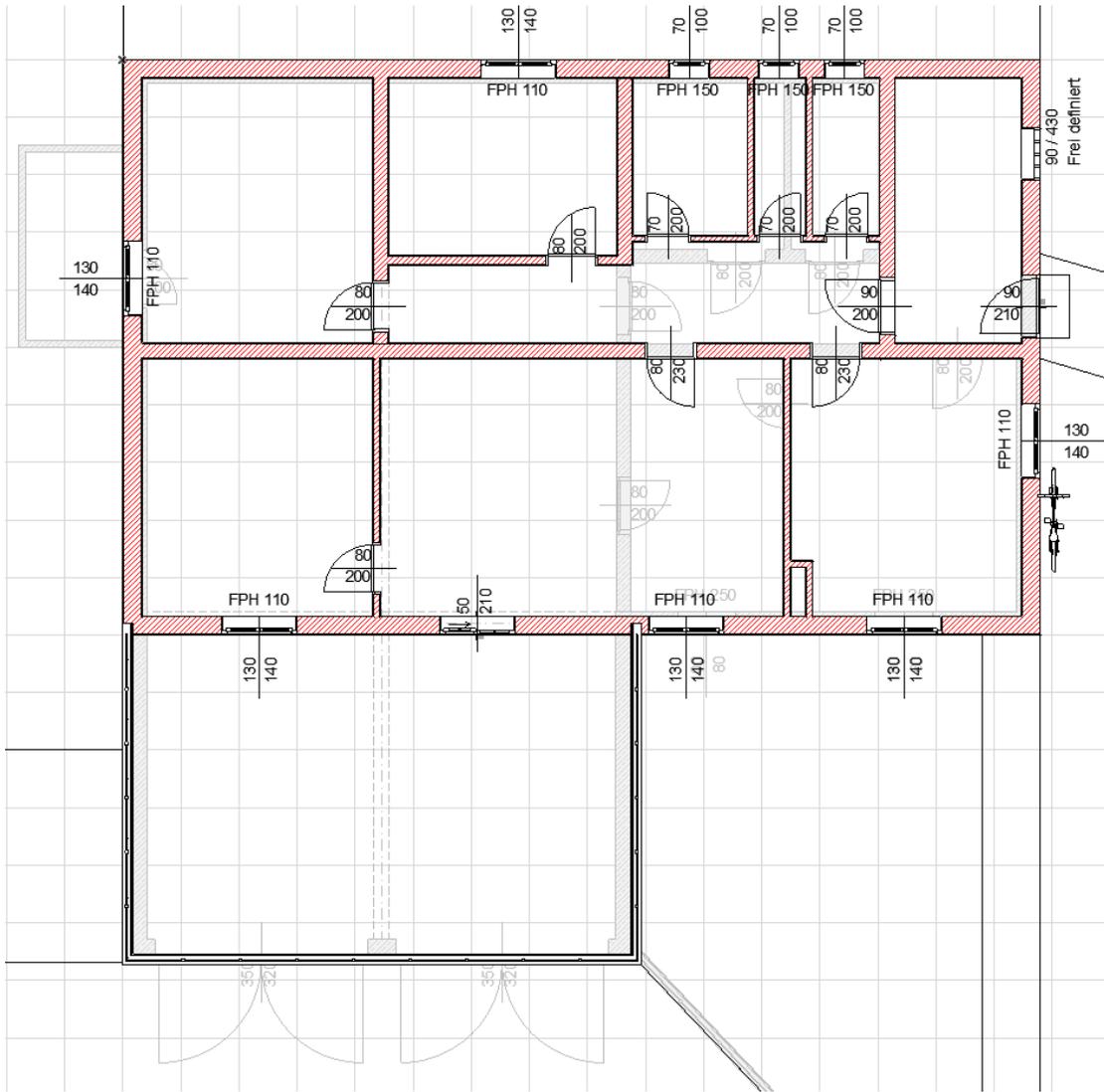


Abbildung 71: Grundriss Bestandsgebäude Erdgeschoss [50]

Die Außenwände des Erdgeschosses sind in Ziegelbauweise gemauert und die Decke gegen den Keller wurde vor Ort betoniert.

Die Außenwände, die Wände rund um das Stiegenhaus sowie die Mittelwand durch den Grundriss sind die statisch relevanten Bauteile in diesem Geschoss, welche die Lasten des Daches und des 1.Obergeschosses in den Keller und weiter in die Fundamente im Erdreich weiterleiten.

Das Stiegenhaus ist auch in diesem Stockwerk unbeheizt und dies zieht sich bis ins Dachgeschoss durch.

Im Erdgeschoss gibt es drei Zimmer, eine Küche, ein Wohnzimmer, Bad und WC sowie einen Abstellraum. Die Terrasse ist vom Wohnzimmer aus begehbar und ist auf dem Kellervorsprung situiert.

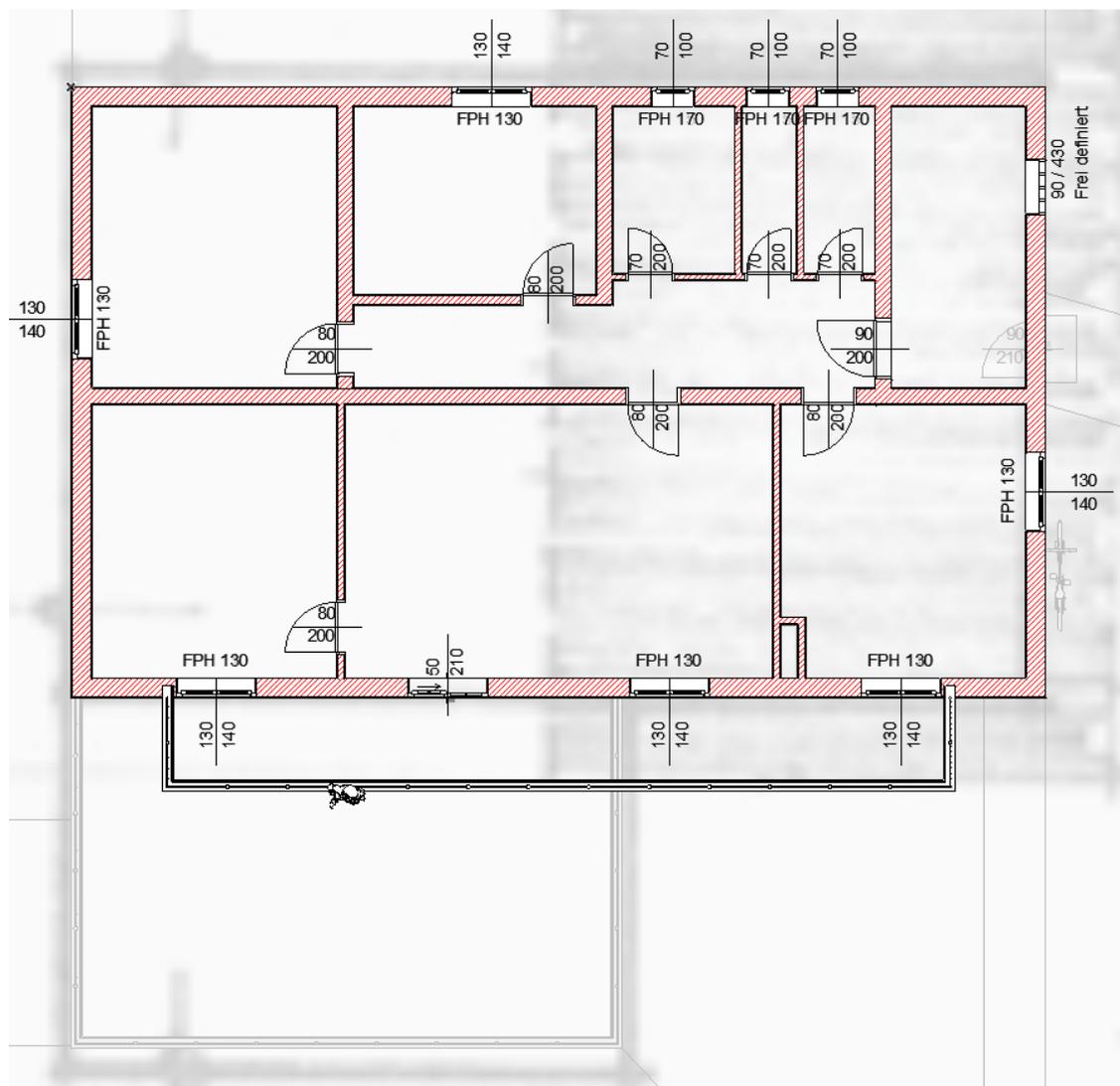


Abbildung 72: Grundriss Bestandsgebäude 1.Obergeschoss [50]

Das 1.OG ist eine Kopie des darunterliegenden Erdgeschosses, wobei anstatt der Terrasse ein länglicher Balkon auf der Südseite auf der auskragenden Decke zwischen EG und 1.OG realisiert wurde.

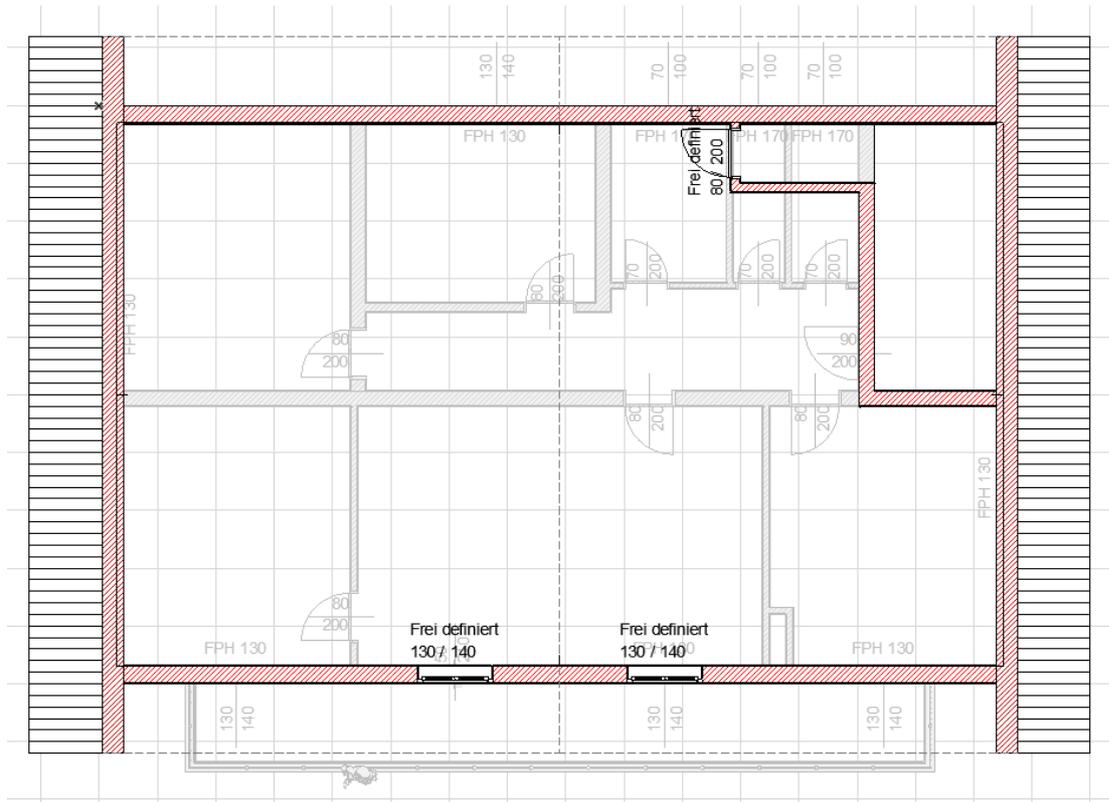


Abbildung 73: Grundriss Bestandsgebäude Dachgeschoss [50]

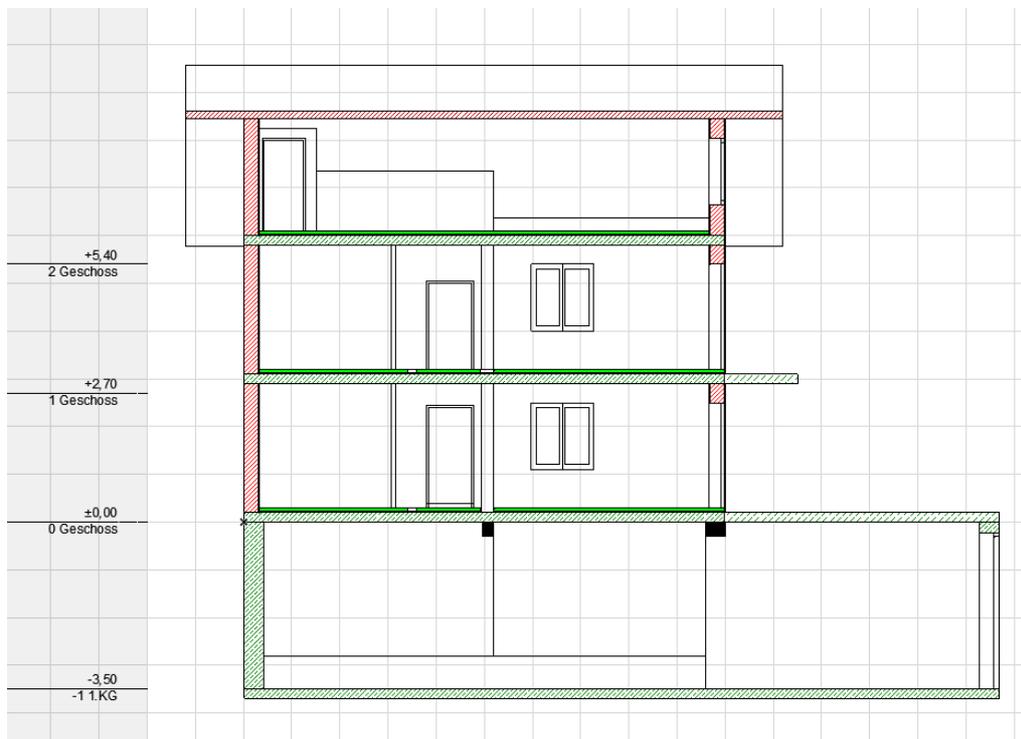


Abbildung 74: Schnitt Bestandsgebäude [50]

4.3.2 3D-Modell



Abbildung 75: 3D-Modell Bestandsgebäude Ansicht 1 [50]



Abbildung 76: 3D-Modell Bestandsgebäude Ansicht 2 [50]

4.4 Ermittlung des Baustandards des Bestandes

4.4.1 Örtliche Begutachtung

Im Zuge einer örtlichen Begehung wurde eine Bestandsaufnahme und Überprüfung der Bausubstanz augenscheinlich durchgeführt. Wie zuvor im Kapitel 3.1 an den Fotos ersichtlich ist und auch bei der Begehung vor Ort bestätigt wurde, weist das Referenzgebäude äußerlich keine sichtbaren Schäden in der Gebäudehülle auf. Nach einem Rundgang am Grundstück und Außenbereich wurden das Innere des Objektes begutachtet. [48]



Abbildung 77: Wohnzimmersituation im Bestand [48]

Das Wohnzimmer ist nach Süden ausgerichtet und ist mit rund 31 m² jeweils der größte Raum im Erdgeschoss sowie im 1.Obergeschoss. Die Schlafzimmer sind im nordwestlichen Teil des Grundrisses angeordnet und verfügen sowie die Wohnzimmer über eine veraltete Einrichtung und Mobiliar. [48]



Abbildung 78: Küche im Bestand [48]

Die Küche befindet sich im östlichen Bereich des Grundrisses und ist wie die anderen

Räumlichkeiten auch mit eher älteren Einbauten und Möbelstücken versehen. Ein durchaus zu dieser Zeit üblicher Grundriss war mit einem Mittelgang gestaltet, wovon die einzelnen Zimmer aus zugänglich sind. Die Raumhöhe von 2,60 m wird durchaus als angenehm empfunden. [48]



Abbildung 79: Bad und Wc im Bestand [48]

Ein kleines Bad und ein separates WC sind Bestandteil in den bewohnten Geschossen und sind mit Fliesen am Boden als auch an der Wand ausgestattet, wie es zur Bauweise in Erstellungsjahren Stand der Technik und Trend war. Beide Räumlichkeiten sind an der Nordseite situiert und verfügen über ein kleines Fenster. [48]



Abbildung 80: Dachboden Rohbauzustand im Bestand [48]

Der Dachboden ist unbeheizt und im Rohbauzustand jedoch bereits mit einer Deckendämmung sowie mit einem Estrich ausgestattet. Dieser dient seit Geburtsstunde an als Lagerraum, hätte jedoch im Zuge einer Sanierung das Potenzial, als Wohnraum ausgebaut zu

werden. [48]

Die Bausubstanz scheint Großteils in Ordnung zu sein, ausgenommen im Bereich des Daches und der Kellerwand gegen Erdreich sind teilweise geringe Wassereintritte bzw. Kondensationswasserbildung durch Taupunktverschiebung ersichtlich. [48]



Abbildung 81: Wasserschäden im Bereich des Daches [48]

In der Abbildung oberhalb sind Wasserschäden im Bereich des Daches aufgezeigt. Beim Durch die Undichtigkeit des Dachflächenfensters ist bereits die Dachlattung sowie auch die Dachsparren leicht beschädigt bzw. durchnässt und folglich dadurch auch morsch. Der Schaden bedarf in jedem Fall einer Sanierung, wobei das Dachflächenfenster ausgetauscht und die Dachkonstruktion rundum erneuert werden muss. Danach kann im Innenraum des Stiegenhauses wieder mit Holz oder Gipskartonplatten geschlossen, gespachtelt und gemalt werden. [48]

4.4.2 Flächen und Volumina

Bestandsgebäude

Brutto-Grundfläche und Brutto-Volumen		BGF [m ²]	V [m ³]
Wohnen	beheizt	291,40	840,68

Wohnen				
beheizt				
	Formel	Höhe [m]	BGF [m ²]	V [m ³]
0. Geschoss				
BGF Thermisch EG	1 x 145,70	2,97	145,70	432,72
1. Geschoss				
BGF Thermisch 1.OG	1 x 145,70	2,80	145,70	407,96
Summe Wohnen			291,40	840,68

Abbildung 82: Flächen- und Volumenberechnung des Bestandes [49]

Die bewohnte Fläche ergeben im Erdgeschoss sowie im 1.OG eine Fläche von jeweils 145,70 m², insgesamt eine Wohnfläche von 291,40 m² auf zwei Geschossen. Das bewohnte und beheizte Raumvolumen beträgt 840,68 m³. Das Kellergeschoss sowie das Dachgeschoss sind unbeheizt und unbewohnt. Diese Flächen und Raumvolumen werden in der Berechnung des EAW nicht berücksichtigt und ausgenommen. [49]

4.4.3 Haustechnik

Die Wärmebereitstellung des Bestandsgebäudes wird durch Ölheizung mittels Radiatoren erbracht. Auch die Warmwasserbereitstellung wird in Kombination durch die Ölheizung abgedeckt. Die Raumluft wird mittels Fensterlüftung sichergestellt und die Beleuchtung ist konventionell ausgeführt. Die Leitungen sind über zwei Schächte geführt und werden in jeder Etage zu den Verbrauchern über den Fußboden verteilt.

4.4.4 Energie und Ökologie

Für die Berechnung des Energieausweises EAW mussten erforderlicher Weise sämtliche Daten und Informationen bezüglich des Bestandsgebäudes eingegeben werden. Für die Einordnung und Zuordnung der automatisch hinterlegten Daten und Kennzahlen für die Berechnungen mussten Informationen wie Adresse, Seehöhe, Nutzungs- oder Bauweise angegeben werden.

Weitere wichtige Informationen wurden über den Export, der zu Beginn erstellten Grundrisse und des 3D-Modells im Programm ArchiCAD, in das Programm ArchiPhysik, übernommen. In diesem Vorgang wird die beheizte Gebäudehülle mit ihrem Volumen und Flächen sowie den Bauteilaufbauten eingespielt und weiterverwendet. Nach der Angabe von Haustechnikinformationen wie Heiz- und Lüftungssystem sowie den Möglichkeiten der individuellen Angabe des Stromverbrauches oder sonstigen Komponenten wie Solarthermie- oder Photovoltaikanlagen kann ein Energieausweis berechnet und ausgegeben werden. [49]

GEBÄUDEKENNDATEN				EA-Art:	
Brutto-Grundfläche (BGF)	291,4 m ²	Heiztage	365 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Bezugsfläche (BF)	233,1 m ²	Heizgradtage	4259 Kd	Solarthermie	- m ²
Brutto-Volumen (V _B)	840,7 m ³	Klimaregion	N	Photovoltaik	- kWp
Gebäude-Hüllfläche (A)	569,0 m ²	Norm-Außentemperatur	-14,9 °C	Stromspeicher	- kWh
Kompaktheit (A/V)	0,68 1/m	Soll-Innentemperatur	22,0 °C	WW-WB-System (primär)	kombiniert
charakteristische Länge (ℓ _c)	1,48 m	mittlerer U-Wert	0,850 W/m ² K	WW-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-BGF	- m ²	LEK _c -Wert	72,85	RH-WB-System (primär)	Kessel, Öl
Teil-BF	- m ²	Bauweise	mittelschwere	RH-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-V _B	- m ³				

Abbildung 83: EAW-Gebäudekenndaten Bestandsgebäude [49]

Durch die Angaben zuvor erstellt die Software automatisch weitere Kennzahlen und Daten wie die Gebäudehüllfläche von 569,0 m², das Verhältnis zwischen Fläche und Volumen von 0,68 1/m, die Heizgradtage sowie die Klimaregion und deren Normtemperaturen und vieles mehr. [49]

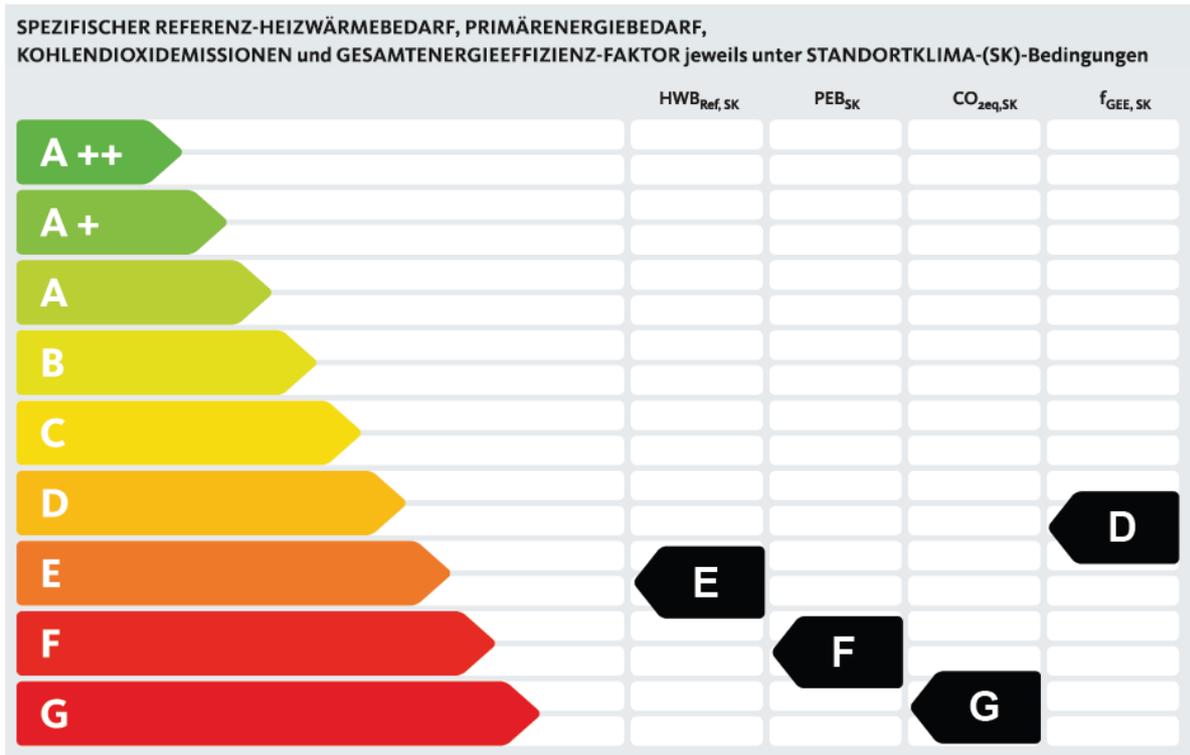


Abbildung 84: Hauptkategorien des Bestandsenergieausweises [49]

Im Auszug des Energieausweises des Bestandsgebäudes oberhalb sind die Hauptkategorien, welche auf dem Deckblatt des EAW dargestellt werden, ersichtlich. In der linken und ersten Spalte sind die Kategorien von A bis G eingeteilt, wobei die Performance von A bis G abfällt und somit G die schlechteste Kategorie darstellt. In den vier Spalte rechts davon werden die wichtigsten Kennzahlen in die Kategorien A bis G eingeteilt. Die erste Kennzahl gibt Auskunft über den Heizwärmebedarf HWB, die zweite über den Primärenergiebedarf PEB, die dritte über die Kohlendioxid-Äquivalente CO_{2eq} und die vierte und letzte über den Gesamtenergieeffizienzfaktor f_{GEE}.

Wie dieser Darstellung zu entnehmen ist, fällt das Bestandsgebäude eher in die untere Klasse der Energieeffizienten Gebäude laut Energieausweis. [49]

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)			
		Ergebnisse	
Referenz-Heizwärmebedarf	$HWB_{Ref,RK} =$	143,7 kWh/m ² a	
Heizwärmebedarf	$HWB_{RK} =$	143,7 kWh/m ² a	
Endenergiebedarf	$EEB_{RK} =$	253,3 kWh/m ² a	
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	$f_{GEE,RK} =$	2,40	
Erneuerbarer Anteil			

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)			
Referenz-Heizwärmebedarf	$Q_{h,Ref,SK} =$	54 015 kWh/a	$HWB_{Ref,SK} =$ 185,4 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	$Q_{h,SK} =$	53 486 kWh/a	$HWB_{SK} =$ 183,5 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	$Q_{tw} =$	2 234 kWh/a	$WWWB =$ 7,7 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	$Q_{H,Ref,SK} =$	87 409 kWh/a	$HEB_{SK} =$ 300,0 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Warmwasser			$e_{AWZ,WW} =$ 3,10
Energieaufwandszahl Raumheizung			$e_{AWZ,RH} =$ 1,49
Energieaufwandszahl Heizen			$e_{AWZ,H} =$ 1,55
Haushaltsstrombedarf	$Q_{HHSB} =$	4 048 kWh/a	$HHSB =$ 13,9 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	$Q_{EEB,SK} =$	91 457 kWh/a	$EEB_{SK} =$ 313,9 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	$Q_{PEB,SK} =$	112 490 kWh/a	$PEB_{SK} =$ 386,0 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	$Q_{PEB_{n.ern.},SK} =$	108 601 kWh/a	$PEB_{n.ern.},SK =$ 372,7 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	$Q_{PEB_{ern.},SK} =$	3 889 kWh/a	$PEB_{ern.},SK =$ 13,3 kWh/m ² a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	$Q_{CO2eq,SK} =$	27 822 kg/a	$CO_{2eq,SK} =$ 95,5 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor			$f_{GEE,SK} =$ 2,45
Photovoltaik-Export	$Q_{PVE,SK} =$	0 kWh/a	$PVE_{EXPORT,SK} =$ 0,0 kWh/m ² a

Abbildung 85: Wärme- und Energiebedarf Bestandsgebäude [49]

In der Berechnung sind folgende Werte für die aussagekräftigsten Kennzahlen hervorgegangen:

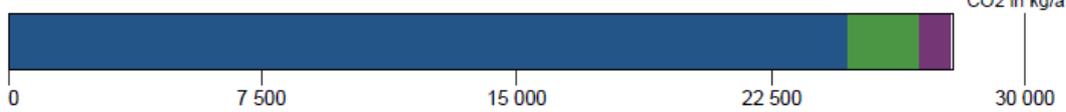
- Heizwärmebedarf $HWB_{Ref,RK}$: **143,7 kWh/m²a** (HWB_{SK} : **183,5 kWh/m²a**)
- Primärenergiebedarf PEB_{SK} : **386,0 kWh/m²a**
- Kohlendioxidemissionen $CO_{2eq,SK}$: **95,5 kg/m²a**

Wie in den Demonstrationsbeispielen im Kapitel zuvor, sind die Kennwerte von Heizwärmebedarf, Energiebedarf und Emissionsausstoß auch bei diesem Bestandsgebäude sehr hoch, was zu vergleichbar hohen Betriebs- und Energieverbrauchskosten führt.

Wohnen

Nutzprofil: Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

Kohlendioxidemissionen in der Zone



Primärenergie, CO2 in der Zone		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH	Raumheizung Anlage 1 Heizöl	100,0	93 814	24 235
TW	Warmwasser Anlage 1 Heizöl	100,0	8 283	2 139
SB	Haushaltsstrombedarf Strom (Liefermix)	100,0	6 597	918

Hilfsenergie in der Zone		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH	Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	3 769	525
TW	Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	25	3

Energiebedarf in der Zone		versorgt BGF m ²	Lstg. kW	EB kWh/a
RH	Raumheizung Anlage 1	291,40	23	78 178
TW	Warmwasser Anlage 1	291,40		6 902
SB	Haushaltsstrombedarf	291,40		4 047

Konversionsfaktoren

Konversionsfaktoren zur Ermittlung des PEB (f_{PE}), des nichterneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,n.em.}$), des erneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,em.}$) sowie des CO₂ (f_{CO_2}).

	f_{PE}	$f_{PE,n.em.}$	$f_{PE,em.}$	f_{CO_2} g/kWh
Strom (Liefermix)	1,63	1,02	0,61	227
Heizöl	1,20	1,20	0,00	310

Abbildung 86: PEB und CO₂-Emissionen der Anlagentechnik Bestand [49]

Die Summe der einzelnen Anteile des PEB aus der Aufstellung oberhalb ergibt insgesamt 112488,0 kWh/a. Wird dieser Wert durch die Brutto-Grundfläche von 291,4 m² dividiert so erhält man den zuvor angegebenen Wert von 386,0 kWh/m²a für den PEB.

Gleiches gilt für die CO₂-Emissionen mit der Gesamtsumme der einzelnen Anteile von 27820,0 kWh/a. Durch die Brutto-Grundfläche dividiert ergibt das den zuvor angeführten Wert von 95,5 kWh/m²a. [49]

Die Kennzahlen der CO₂-Emissionen werden für die spätere Betrachtung und Berücksichtigung einer möglichen CO₂-Bepreisung voraussichtlich eine wichtige Rolle in der Frage der Umsetzung und weiterführend in der Wahl des Sanierungskonzeptes einnehmen, da

eine Besteuerung auf diese Emissionen zu einer Sanierung bzw. zu einer nachhaltigeren Sanierung mit kurzfristig höheren Investitionskosten führen könnte.

4.5 Energiekosten

	Heizöl 11,25 ct/kWh	Strommix 14,44 ct/kWh	Photovoltaik 12,5 ct/kWh
Energiemenge in kWh/a	85080	4047	0
Energiekosten in EUR/a	9571,50	584,39	0
Energiekosten Gesamt in EUR/a	10155,89		

Tabelle 5: Energiekosten des Bestandsgebäudes [27]

Die Energiekosten des Bestandsgebäudes teilen sich auf in Kosten für die Heizenergie mittels Heizöls und Stromkosten für die Hilfsenergie der Heizung und der Warmwasseraufbereitung sowie der Beleuchtung. Die Energiekosten belaufen sich auf 10155,89 EUR pro Jahr bzw. 846,32 EUR pro Monat für das gesamte Haus. [51]

4.6 Auswertung der CO₂-Bepreisung

	Q HWB _{h,SK} in kWh/a	Q PEB _{SK} in kWh/a	Q CO _{2eq,SK} in kg/a
Kennzahlen Bestand	53486	112490	27822
Kennzahlen Sanierung	-	-	-

Tabelle 6: Energiekennzahlen Q des Bestandsgebäudes [51]

Die angeführten Energiekennzahlen Q sind aus den Berechnungen des Energieausweises und sind Grundlage für die folgenden Berechnungen, besonders die Menge an CO₂-Emissionen in kg/a für die Berechnung der Kosten der angedachten CO₂-Bepreisung. [51]

Für die Berechnung der Kosten der voraussichtlichen CO₂-Bepreisung werden aufgrund der aktuellen verschiedenen Bepreisungen der einzelnen Länder drei unterschiedliche Szenarien angenommen und dementsprechend andere Berechnungsergebnisse und Auswirkungen erwartet. Die folgende Tabelle zeigt die Kostenaufstellung anhand des **Szenario 1** mit **30 EUR/t CO₂**, **Szenario 2** mit der Annahme von **75 EUR/t CO₂** und **Szenario 3** mit gewählten **150 EUR/t CO₂**.

	Szenario 1 30 EUR/t	Szenario 2 75 EUR/t	Szenario 3 150 EUR/t
Kosten pro Jahr im Bestand	834,66	2086,65	4173,30
Kosten pro Jahr nach Sanierung	-	-	-

Tabelle 7: Kosten der CO₂-Bepreisung Bestandsgebäude [27]

Die möglichen anfallenden Kosten für die CO₂-Emissionen des Bestandsgebäudes würden im Falle des ersten Szenario **834,66 EUR pro Jahr**, für das zweite Szenario **2086,65 EUR pro Jahr** und für das dritte Szenario **4173,30 EUR pro Jahr** für den Haushalt zuzüglich zu den Betriebskosten betragen. [51]

4.7 Erkenntnisse

Wie bereits in den Untersuchungen der Demonstrationsgebäude im Kapitel 3, ergeben die Berechnungen dieses Bestandsgebäudes ähnliche Erkenntnisse. Hohe Energiebedarfe und starke Emissionsausstöße führen zu hohen Kosten im Betrieb.

Das Bestandsgebäude weist auf Betriebskosten von jährlich **10491,91 EUR** mit der Berücksichtigung der aktuellen Energiepreise auf. Zudem wird voraussichtlich eine jährliche CO₂-Steuer von **834,66 EUR (Szenario 1)** laut Ökosozialer Steuerreform 2022 zu bezahlen sein.

Die jährlichen Energiekosten für das Bestandsgebäude belaufen sich deshalb auf **11326,57 EUR pro Jahr** beziehungsweise auf **943,88 EUR pro Monat** oder **3,24 EUR/m² pro Monat**.

Steigt die CO₂-Bepreisung auf **150 EUR/t (Szenario 3)** wären für die Steuer anstatt 834,66 EUR dann **4173,30 EUR pro Jahr**, und gesamt somit **14665,21 EUR pro Jahr** an Energiekosten für das Bestandsgebäude zu bezahlen.

Der Erhalt des Klimabonus von jährlichen **100 EUR pro Jahr** muss richtigerweise gegengerechnet werden. [51]

5 Sanierungsvariante 1: Low Budget Version

5.1 Konzeptbeschreibung

Diese Sanierungsvariante des Referenzgebäudes sieht die Vorgaben der Bauordnung einer Sanierung und der erforderlichen energietechnischen Kennzahlen für die Bundesförderung für thermische Sanierungen vor. Dieses Konzept zielt darauf ab, eine aufgrund jeglicher Umstände notwendige Sanierung als kostengünstig wie möglich durchzuführen und dabei auch eine Optimierung der Energieeffizienz zu erreichen, um im Falle einer CO₂-Bepreisung auch im Betrieb die Kosten niedrig zu halten.

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K
0004	Decke gg Keller	0,788 (0,30)
0003	Decke gg Dachraum	0,932 (0,15)
0002	AW 30 HLZ AP+IP	0,601 (0,21)
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	1,429 (0,21)

Transparente Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K
0008	Wohnungseingangstür	2,200 (2,50)
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	1,810 (1,10)
0001	1-Flügelfenster 25 70x100	1,870 (1,10)
0002	2-Flügelfenster 25 130x140	1,850 (1,10)

Abbildung 87: Anforderungen an die U-Werte der Bundesförderung thermische Sanierung [49]

Die U-Werte des Bestandsgebäudes sind fast ausnahmslos deutlich schlechter als die Anforderungen (in hellgrau) für die zu erzielende Förderung. Um die geforderten Werte zu erreichen, müssen die Bauteile getauscht oder in ihren einzelnen Schichten verbessert oder mit weiteren Materialien z.B.: Dämmstoffe adaptiert werden.

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)				Nachweis über den Endenergiebedarf	
		Ergebnisse		Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	HWB _{Ref,RK} =	143,7 kWh/m ² a	entspricht nicht	HWB _{Ref,RK,zul} =	50,4 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	HWB _{RK} =	143,7 kWh/m ² a			
Endenergiebedarf	EEB _{RK} =	253,3 kWh/m ² a	entspricht nicht	EEB _{RK} =	112,5 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE,RK} =	2,40			
Erneuerbarer Anteil	-		entspricht		

Abbildung 88: Anforderungen an den HWB und EEB für die Bundesförderung thermische Sanierung 2021/22 [49]

Die Anforderungen der Bundesförderung für thermische Sanierung sieht einen maximal

zulässigen $HWB_{Ref,RK,zul}$ von $50,4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ für dieses Gebäude vor. Um die Förderung zu erhalten, darf folglich der Heizwärmebedarf nach der Sanierung nur noch rund ein Drittel des aktuellen HWB betragen.

5.2 Sanierungsmaßnahmen

Die einzelnen Maßnahmen für die Variante 1 reichen von einem Austausch des Heizsystems über den Komplettaustausch von Fenster und Türen bis hin zur thermischen Dämmung der Gebäudehülle sowie der Kellerdecke und der Decke gegen Dachraum. Diese Eingriffe sollen den Heizwärmebedarf und die damit verbundenen CO_2 -Emissionen, welche zukünftig ausschlaggebend für eine angedachte CO_2 -Bepreisung sein werden, auf die geforderten Werte reduzieren.

5.2.1 Austausch von Fenstern und Türen der Gebäudehülle

0008							Sanierung
TGu	Top1+2						
		Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Rahmen					2,02	100,00	0,70
				vorh.	2,02		0,70

Abbildung 89: Bauteildetails Wohnungseingangstür Sanierungsvariante 1 [49]

0007							Sanierung
AT	DL 50,00x210,00						
		Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung				0,590	1,52	53,00	0,60
Rahmen					1,35	47,00	0,70
Glasrandverbund		20,01	0,060				
				vorh.	2,87		1,07

Abbildung 90: Bauteildetails Terrassentür Sanierungsvariante 2 [49]

0001							Sanierung
AF	AL 70,00x100,00						
		Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung				0,590	0,40	57,10	0,50
Rahmen					0,30	42,90	0,60
Glasrandverbund		2,60	0,060				
				vorh.	0,70		0,77

Abbildung 91: Bauteildetails 1-Flügel Fenster Sanierungsvariante 1 [49]

0002		2-Flügel Fenster 25 130x140		Sanierung		
AF	AL 130,00x140,00	Länge	ψ	g	Fläche	%
		m	W/mK	-	m ²	W/m ² K
	Verglasung			0,590	0,97	53,30
	Rahmen				0,85	46,70
	Glasrandverbund	6,16	0,060			
				vorh.	1,82	0,85

Abbildung 92: Bauteildetails 2-Flügel Fenster Sanierungsvariante 1 [49]

Bei der Sanierungsvariante 1 wurden Die Fenster und Türen der Gebäudehülle durch neue Bauteile mit besseren U-Werten ersetzt. Die Abmessungen der Bauteile sind gleichgeblieben und das Verhältnis zwischen opaken und opalen Bauteilen bleibt somit gleich wie beim Bestandsgebäude.

5.2.2 Dämmung der Außenwände

0002		AW 30 HLZ AP+IP		Sanierung		
AW	A-I			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Mineralische Wärmedämmplatte (112 kg/m ³)			0,1600	0,044	3,636
2	Verputz, Kalkzement		B	0,0150	1,000	0,015
3	POROTHERM 30		B	0,3000	0,205	1,463
4	Verputz, Kalkzement		B	0,0150	1,000	0,015
	Wärmeübergangswiderstände					0,170
				0,4900	RT =	5,299
	B = Bestand				U =	0,189

Abbildung 93: Bauteildetails Außenwand Sanierungsvariante 1 [49]

Die Außenwände wurden mithilfe von mineralischen Wärmedämmplatten (Schicht Nr.1) inkl. Außenputz in ihren bauphysikalischen Eigenschaften verbessert. Dadurch hat sich die Tiefe der Außenwände nach außen verbreitert.

5.2.3 Dämmung der Kellerdecke

0004		Decke gg Keller		Sanierung		
DGKd	U-O					
			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Mineralische Wärmedämmplatte (112 kg/m ³)		0,1200	0,044	2,727	
2	Beton, Stahlbeton Decke	B	0,2000	2,500	0,080	
3	Mineralfaser Steinw. (40)	B	0,0300	0,040	0,750	
4	Estrich (Beton-)	B	0,0600	1,400	0,043	
5	Belag, Parkett	B	0,0100	0,180	0,056	
Wärmeübergangswiderstände						0,340
			0,4200	RT =	3,996	
B = Bestand				U =	0,250	

Abbildung 94: Bauteildetails Decke gegen Keller Sanierungsvariante 1 [49]

An der Unterseite der Decke gegen den Keller wurde ebenfalls eine Dämmung durch mineralische Wärmedämmplatten (Bauteilschicht Nr.1) angebracht. Durch die überdurchschnittliche Höhe des Kellergeschosses kann diese ohne Einschränkung wegen Mindesthöhen ohne Probleme in der Plattenstärke von 12 cm verwendet werden.

5.2.4 Dämmung der Decke gegen Dachraum

0003		Decke gg Dachraum		Sanierung		
DGD	O-U					
			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
1	Estrich (Beton-)	B	0,0600	1,400	0,043	
2	Mineralfaser Steinw. (40)	B	0,0300	0,040	0,750	
3	Beton, Stahlbeton Decke	B	0,2000	2,500	0,080	
4	Mineralische Wärmedämmplatte (112 kg/m ³)		0,1200	0,044	2,727	
Wärmeübergangswiderstände						0,200
			0,4100	RT =	3,800	
B = Bestand				U =	0,263	

Abbildung 95: Bauteildetails Decke gegen Dachraum Sanierungsvariante 1 [49]

Die Decke gegen den unbewohnten und unbeheizten Dachboden wird an der Oberseite mittels druckfesten mineralischen Wärmedämmplatten ausgelegt, um den Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) zu verbessern.

5.2.5 Ergebnisse der U-Werte durch die Maßnahmen

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	Dampf- diffusion	R _w dB	L' _{nT,w} dB
0004	Decke gg Keller	0,250 (0,30)		(58)	(48)
0003	Decke gg Dachraum	0,263 (0,15)		(42)	(53)
0002	AW 30 HLZ AP+IP	0,189 (0,21)		(43)	
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	0,218 (0,21)		(43)	

Transparente Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	U-Wert _{PNM} W/m ² K	R _w (C; C tr) dB
0008	Wohnungseingangstür	0,700 (2,50)		35 (-; -) (42 (-; -))
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	1,070 (1,10)		30 (-; -) (28 (-; -))
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	0,770 (1,10)		30 (-; -) (28 (-; -))
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	0,850 (1,10)		30 (-; -) (28 (-; -))

Abbildung 96: Ergebnisse der U-Werte durch die Sanierungsmaßnahmen [49]

5.2.6 Austausch des Heizsystems

Das Heizsystem mittels Ölheizung des Bestandes wird durch eine energieeffiziente Luft/Wasser-Wärmepumpe ersetzt, welche mittels Stroms betrieben wird und einen geringeren Energieverbrauch aufweisen soll.

Die Wärmeverteilung soll nicht mehr über Radiatoren mit händischer Thermostatregelung, sondern mit einer Flächenheizung über den Fußboden erfolgen.

5.3 Entwurf und 3D-Modell

Aufgrund der gleichbleibenden Gebäudehülle, Bruttogeschossfläche sowie des Brutto-Raumvolumens haben sich am Gebäude äußerlich nur die Fenster und Türen sowie die Verbreiterung der Außenwände verändert.



Abbildung 97: 3D-Modell der Sanierungsvariante 1 [50]

5.4 Energie und Ökologie

5.4.1 Wärme- und Energiebedarf

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)			Nachweis über den Endenergiebedarf	
	Ergebnisse		Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	$HWB_{Ref,RK} =$	39,6 kWh/m ² a entspricht	$HWB_{Ref,RK,zul} =$	50,4 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	$HWB_{RK} =$	39,6 kWh/m ² a		
Endenergiebedarf	$EEB_{RK} =$	31,0 kWh/m ² a entspricht	$EEB_{RK} =$	36,8 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	$f_{GEE,RK} =$	0,79		
Erneuerbarer Anteil	-	entspricht	Punkt 5.2.3 a, b, c	

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)				
Referenz-Heizwärmebedarf	$Q_{h,Ref,SK} =$	15 066 kWh/a	$HWB_{Ref,SK} =$	51,7 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	$Q_{h,SK} =$	14 634 kWh/a	$HWB_{SK} =$	50,2 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	$Q_{tw} =$	2 234 kWh/a	$WWWB =$	7,7 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	$Q_{H,Ref,SK} =$	6 363 kWh/a	$HEB_{SK} =$	21,8 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Warmwasser			$e_{AWZ,WW} =$	0,94
Energieaufwandszahl Raumheizung			$e_{AWZ,RH} =$	0,28
Energieaufwandszahl Heizen			$e_{AWZ,H} =$	0,37
Haushaltsstrombedarf	$Q_{HHSB} =$	4 048 kWh/a	$HHSB =$	13,9 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	$Q_{EEB,SK} =$	10 411 kWh/a	$EEB_{SK} =$	35,7 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	$Q_{PEB,SK} =$	16 970 kWh/a	$PEB_{SK} =$	58,2 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	$Q_{PEB_{n.ern.},SK} =$	10 619 kWh/a	$PEB_{n.ern.},SK =$	36,4 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	$Q_{PEB_{ern.},SK} =$	6 351 kWh/a	$PEB_{ern.},SK =$	21,8 kWh/m ² a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	$Q_{CO2eq,SK} =$	2 363 kg/a	$CO_{2eq,SK} =$	8,1 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor			$f_{GEE,SK} =$	0,77
Photovoltaik-Export	$Q_{PVE,SK} =$	0 kWh/a	$PVE_{EXPORT,SK} =$	0,0 kWh/m ² a

Abbildung 98: Wärme- und Energiebedarf der Sanierungsvariante 1 [49]

Nach der Sanierungsvariante 1 sind folgende Werte für die aussagekräftigsten Kennzahlen hervorgegangen:

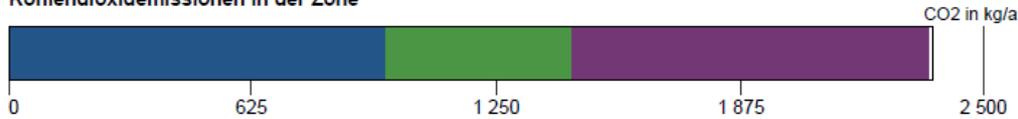
- Heizwärmebedarf $HWB_{Ref,RK}$: **39,6 kWh/m²a** (HWB_{SK} : **50,2 kWh/m²a**)
- Primärenergiebedarf PEB_{SK} : **58,2 kWh/m²a**
- Kohlendioxidemissionen $CO_{2eq,SK}$: **8,1 kg/m²a**

5.4.2 Anlagentechnik

Wohnen

Nutzprofil: Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

Kohlendioxidemissionen in der Zone



Primärenergie, CO2 in der Zone		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH	Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	5 940	827
TW	Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	3 376	470
SB	Haushaltsstrombedarf Strom (Liefermix)	100,0	6 597	918

Hilfsenergie in der Zone		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH	Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	999	139
TW	Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	55	7

Energiebedarf in der Zone		versorgt BGF m²	Lstg. kW	EB kWh/a
RH	Raumheizung Anlage 1	291,40	11	3 644
TW	Warmwasser Anlage 1	291,40		2 071
SB	Haushaltsstrombedarf	291,40		4 047

Konversionsfaktoren

Konversionsfaktoren zur Ermittlung des PEB (f_{PE}), des nichterneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,n.em.}$), des erneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,em.}$) sowie des CO2 (f_{CO2}).

	f_{PE}	$f_{PE,n.em.}$	$f_{PE,em.}$	f_{CO2} g/kWh
Strom (Liefermix)	1,63	1,02	0,61	227

Abbildung 99: PEB und CO₂-Emissionen der Anlagentechnik Sanierungsvariante 1 [49]

Durch den Austausch des Heizsystems ist ersichtlich, dass der Energiebedarf der Raumheizung auch über den Energieträger Strom abgedeckt wird.

5.5 Kosten

5.5.1 Sanierungskosten

Aufgrund der Coronakrise und der Kriegssituation in der Ukraine sind die Baupreise und die Materialpreise sehr stark gestiegen. Ob diese Preise so bleiben oder sich die Situation wieder auf das Langzeitniveau zurück geht ist unklar.

Für die aktuelle Preissituation gibt es auch keinen Index oder genaue Angaben über die Preisgestaltungen derzeit.

Um die Kosten der Sanierungsvarianten realistisch einschätzen zu können, werden Baukosten und Materialpreise von dem Langzeitniveau vor den Preissteigerungen und vorwiegend aus persönlichen Erfahrungen angenommen.

Sanierungsvariante 1				
Maßnahme	Menge	Einheit	EHP	Kosten in EUR
Dämmung der Außenwände	213,05	m ²	145,00	30892,25
Dämmung der Decke gg Keller	145,50	m ²	60,00	8730,00
Dämmung der Decke gg Dachraum	145,50	m ²	40,00	5820,00
Austausch Fenster 1-flügelig	6,00	STK	850,00	5100,00
Austausch Fenster 2-flügelig	20,00	STK	950,00	19000,00
Austausch Terrassentüren	2,00	STK	1350,00	2700,00
Austausch Eingangstür	1,00	STK	2200,00	2200,00
Wohnungstüren	2,00	STK	1750,00	3500,00
Austausch Garagentore	2,00	STK	2850,00	5700,00
Austausch Heizungssystem	1,00	PA	18750,00	18750,00
Fußbodenheizung	291,40	m ²	80,00	23312,00
Elektroinstallation Neu	291,40	m ²	95,00	27683,00
Gas- Wasser- Installationen Neu	291,40	m ²	110,00	32054,00
Umgestaltung Grundrisse	291,40	m ²	125,00	36425,00
Estrich und Boden NEU	291,00	m ²	115,00	33465,00
Dachsanierung	1,00	PA	5000,00	5000,00
Gesamtsumme				260331,25

Tabelle 8: Sanierungskosten ohne Förderungen Variante 1 [52]

Die **Gesamtkosten** der Sanierungsvariante 1 betragen **260331,25 EUR**, dies entspricht den **Sanierungskosten** von **893,38 EUR/m²** Wohnfläche.

Aufgrund der Unbeständigkeiten wurden keine Förderungen berechnet, falls Förderungen erhalten werden, beschleunigt dies zusätzlich die Amortisationszeit der Sanierungskosten.

5.5.2 Energiekosten

	Heizöl 11,25 ct/kWh	Strommix 14,44 ct/kWh	Photovoltaik 12,5 ct/kWh
Energiemenge in kWh/a	0	9762	0
Energiekosten in EUR/a	0	1409,63	0
Energiekosten Gesamt in EUR/a	1409,63		

Tabelle 9: Energiekosten der Sanierungsvariante 1 [27]

Die Energiekosten betragen nach der Sanierung **jährlich 1409,63 EUR** oder einen

monatlichen Betrag von **117,47 EUR** für das gesamte Haus. [51]

5.5.3 Kosten der CO₂-Bepreisung

	Szenario 1 30 EUR/t	Szenario 2 75 EUR/t	Szenario 3 150 EUR/t
Kosten pro Jahr im Bestand	834,66	2086,65	4173,30
Kosten pro Jahr nach Sanierung	70,89	177,23	354,45
Einsparung pro Jahr in %	91,51	91,51	91,51
Einsparung pro Jahr in EUR	763,77	1909,43	3818,85

Tabelle 10: Kosten der CO₂-Bepreisung der Sanierungsvariante 1 [27]

Wie zu erwarten war, sinken parallel zu den Energiekennzahlen und CO₂-Emissionen gleichzeitig die jährlichen Kosten der angedachten CO₂-Bepreisung nach den angenommenen Szenarien. Wie aus der Tabelle zu entnehmen ist, **reduzieren sich diese Kosten um mehr als 90%**. [51]

5.6 Erkenntnisse

Die Sanierungsvariante 1 zeigt deutliche Verbesserungen des Energiebedarfes in Form des Heizwärmebedarfes aufgrund der dichteren Gebäudehülle und des effizienteren Heizsystems. Weiters ist klar zu erkennen, dass diese Maßnahmen und Verbesserungen aufgrund der daraus resultierenden Reduktion der CO₂-Emissionen, die voraussichtlichen Kosten der CO₂-Bepreisung sehr stark verringern, nahezu beseitigen.

Verglichen mit den Sanierungen der Demonstrationsgebäude aus dem Kapitel 3 erzielt auch diese Variante eine derartig gleichwertige Verbesserung in der Gesamtbetrachtung.

6 Sanierungsvariante 2: High Budget Version

6.1 Konzeptbeschreibung

Bei der Sanierungsvariante 2 ist eine Änderung der Gebäudehülle, des Raumvolumens und Nutzfläche sowie sämtliche An- und Zubauten wie zusätzliche technische Verbesserungen vorgesehen.

Verglichen mit der Sanierungsvariante 1 wird in der Variante 2 mit einem etwas größeren Investitionsbudget geplant und zudem soll das 2.Obergeschoss inkl. neuem Flachdach für insgesamt mehr Nutzfläche und einem neuen architektonischen Design sorgen.

Der Anbau eines beheizten Wintergartens im 2.OG und darunter befindlichen Balkonen für das 1.OG und EG sind geplant.

Das begrünte Flachdach soll mit einer Photovoltaikanlage zur Unterstützung des Strombedarfes beitragen.

Außerdem sollen die Fenster- und Terrassentürflächen vergrößert werden, um eine helle, Lichtdurchflutete Wohnsituation zu erhalten und die solaren Energieeinträge der Südausrichtung nutzen zu können.

6.2 Sanierungsmaßnahmen

Grundsätzlich sind die Maßnahmen der Variante 2 ähnlich der Variante 1 in welcher die Gebäudehülle gedämmt, die Fenster getauscht und das Heizsystem auf eine Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung erneuert wird. Vereinzelt werden jedoch die U-Werte durch höhere Dämmstärken oder hochwertigere Verglasung verbessert.

Zusätzlich wird das 2.OG ausgebaut und das Dach in Form eines Flachdaches neu aufgebaut.

6.2.1 Bauteiloptimierungen

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	Dampf- diffusion	R _w dB	L' _{nT,w} dB
0001	Decke gg Keller	0,195 (0,30)		(58)	(48)
0004	Terrassendecke Wintergarten	0,185 (0,20)		(60)	(53)
0001	AW 30 HLZ AP+IP	0,157 (0,21)		57 (43)	
0003	Flachdach begrünt	0,122 (0,15)		(43)	(53)

Transparente Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	U-Wert _{PNM} W/m ² K	R _w (C; C _{tr}) dB
0005	Eingangstür 02 1-FI 25 100x220	0,860 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))
0006	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	0,800 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	0,750 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))
0014	2-Flügel Fenster 1+1 25 130x140	0,880 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	0,890 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))

Abbildung 100: Ergebnisse der U-Werte durch die Bauteiloptimierungen [49]

Die Vorgaben der erforderlichen U-Werte werden ausnahmslos eingehalten. Das Flachdach und die Terrassendecke Wintergarten sind dazu gekommen, die Bauteile gegen Außenluft wurden mit höheren Dämmstärken versehen und die transparenten Bauteile mit besseren U-Werten gewählt.

6.2.2 Haustechnik

Zur weiteren Optimierung der Haustechnik wurde neben dem Heizungstausch auch eine Photovoltaikanlage mit 5 kWp auf das Flachdach mit Ausrichtung nach Süden und einer Aufständerung mit der Neigung von 35° zur maximalen Leistungsaufnahme integriert.

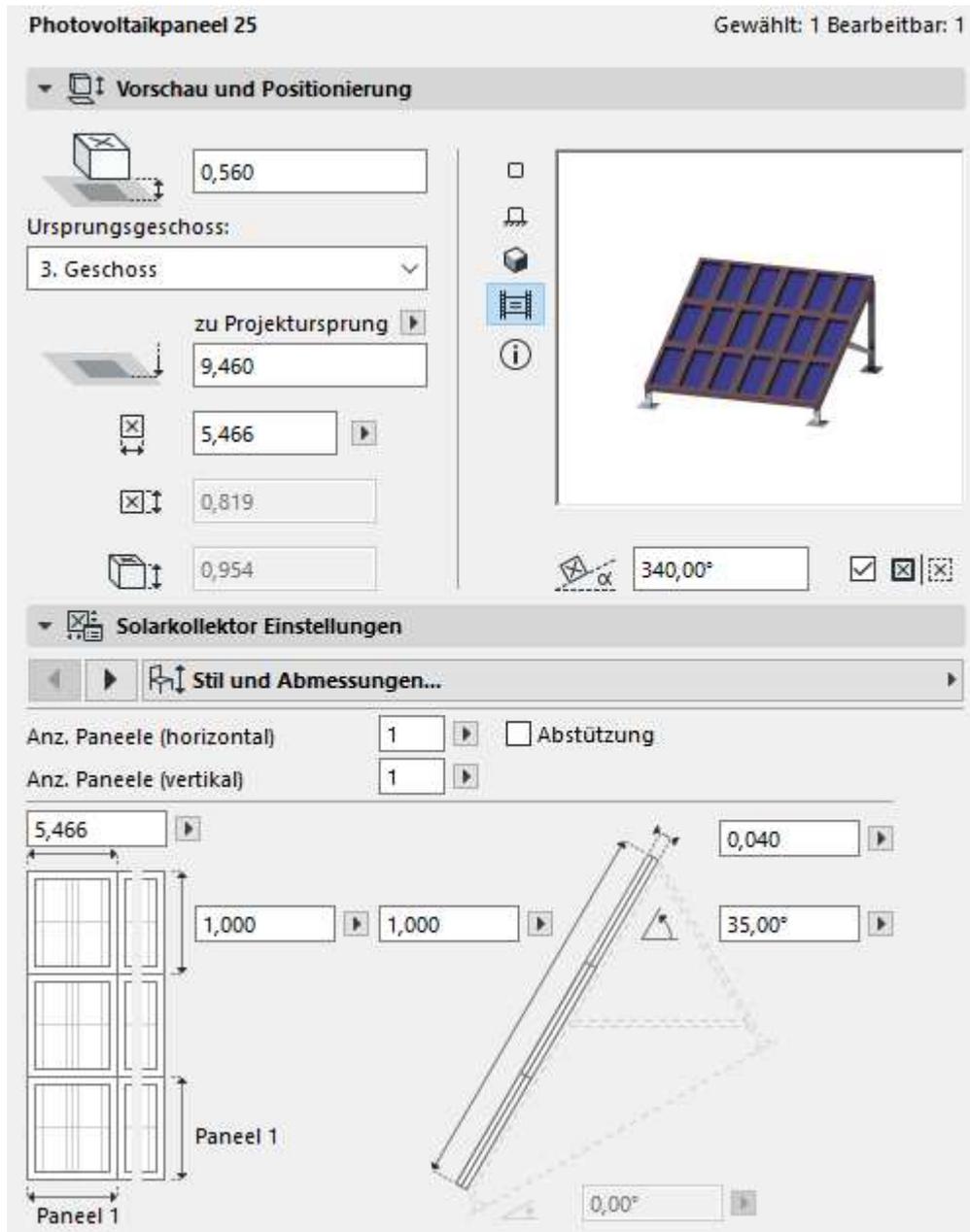


Abbildung 101: Photovoltaik Einstellungen im Softwaremenü [50]

6.2.3 Flächen und Volumina

Aufgrund des Ausbaues des 2.OG und dem Zubau des Wintergartens erhöht sich die Bruttogeschossfläche von den 291,4 m² aus dem Bestand und der Sanierungsvariante 1 auf eine Fläche von 412,27 m². Das Raumvolumen beträgt durch die Maßnahme nun 1316,44 m³. [49]

Grundfläche und Volumen

Sanierungsvariante 2

Brutto-Grundfläche und Brutto-Volumen

		BGF [m ²]	V [m ³]
Wohnen	beheizt	412,27	1 316,44

Abbildung 102: Flächen- und Volumenberechnung der Sanierungsvariante 2 [49]

6.3 Entwurf und 3D-Modell

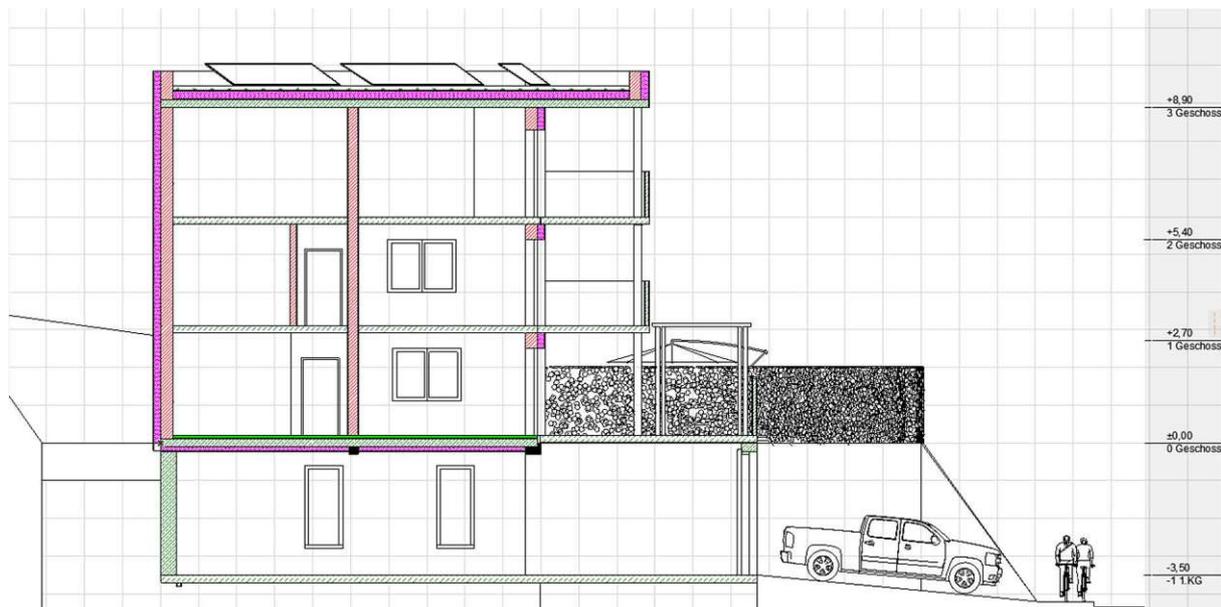


Abbildung 103: Ansicht Querschnitt durch das Gebäude der Variante 2 [50]

Im Schnitt oberhalb sind die Geschosse sowie die Bauteilaufbauten und die Zubauten dargestellt. Die Geschosshöhe des 2.Obergeschosses wurde mit einer etwas höheren Raumhöhe ausgestattet, um der Wohnung ganz oben einen Penthouse Charakter zu verleihen. Weiters sind die gedämmte Gebäudehülle und somit das beheizte Raumvolumen gut ersichtlich. Die Deckendämmung sowie der notwendige Isokorb bei den Balkon- und Wintergartendecken ist aufgrund der Positionierung des Schnittes nicht sichtbar, jedoch vorhanden.



Abbildung 104: 3D-Modell Sanierungsvariante 2 - Südansicht [50]

Im 3D-Modell sind die Zubauten und Änderungen erneut gut zu erkennen. Als erste Auffälligkeit und architektonische Verbesserung bietet der zugebaute Wintergarten als Raumerweiterung des 2.Obergeschosses mit seiner Glasfassade eine deutliche Steigerung der Wohnqualität. Die darunterliegenden Balkone und die Terrasse mit der Pergola stellen den Bewohnern in jedem Geschoss und somit in jeder Wohnung einen Außenbereich mit Südostausrichtung zur Verfügung.

Das begrünte Flachdach schmiegt sich optisch perfekt in die grüne Umgebung des Grundstückes und der Landschaft. Am Dach ist die Photovoltaikanlage mit der Ausrichtung nach Süden aufgeständert und trägt zur Ökologie und Nachhaltigkeit des Projektes bei. Um das Grundstück und das Gebäude darauf zusätzlich aufzuwerten wurde ein Pool im Garten konzipiert und das ursprüngliche Gartenniveau mit 2 Ebenen auf eine einzige Ebene aufgeschüttet.



Abbildung 105: 3D-Modell Sanierungsvariante 2 - Ostansicht [50]

6.4 Energie und Ökologie

6.4.1 Wärme- und Energiebedarf

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)				Nachweis über den Endenergiebedarf	
		Ergebnisse		Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	$HWB_{Ref,RK} =$	23,8 kWh/m ² a	entspricht	$HWB_{Ref,RK,zul} =$	39,2 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	$HWB_{RK} =$	23,8 kWh/m ² a			
Endenergiebedarf	$EEB_{RK} =$	20,8 kWh/m ² a	entspricht	$EEB_{RK} =$	36,6 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	$f_{GEE,RK} =$	0,56			
Erneuerbarer Anteil	-		entspricht	Punkt 5.2.3 a, b, c	

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)			
Referenz-Heizwärmebedarf	$Q_{h,Ref,SK} =$	12 937 kWh/a	$HWB_{Ref,SK} =$ 31,4 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	$Q_{h,SK} =$	12 428 kWh/a	$HWB_{SK} =$ 30,1 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	$Q_{tw} =$	3 160 kWh/a	$WWWB =$ 7,7 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	$Q_{H,Ref,SK} =$	6 699 kWh/a	$HEB_{SK} =$ 16,3 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Warmwasser			$e_{AWZ,WW} =$ 0,91
Energieaufwandszahl Raumheizung			$e_{AWZ,RH} =$ 0,30
Energieaufwandszahl Heizen			$e_{AWZ,H} =$ 0,42
Haushaltsstrombedarf	$Q_{HHSB} =$	5 726 kWh/a	$HHSB =$ 13,9 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	$Q_{EEB,SK} =$	9 883 kWh/a	$EEB_{SK} =$ 24,0 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	$Q_{PEB,SK} =$	16 108 kWh/a	$PEB_{SK} =$ 39,1 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	$Q_{PEB,n.ern.,SK} =$	10 080 kWh/a	$PEB_{n.ern.,SK} =$ 24,5 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	$Q_{PEB,ern.,SK} =$	6 028 kWh/a	$PEB_{ern.,SK} =$ 14,6 kWh/m ² a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	$Q_{CO2eq,SK} =$	2 243 kg/a	$CO_{2eq,SK} =$ 5,4 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor			$f_{GEE,SK} =$ 0,57
Photovoltaik-Export	$Q_{PVE,SK} =$	1 523 kWh/a	$PVE_{EXPORT,SK} =$ 3,7 kWh/m ² a

Abbildung 106: Wärme- und Energiebedarf der Sanierungsvariante 2 [49]

Nach der Sanierungsvariante 2 sind folgende Werte für die aussagekräftigsten Kennzahlen hervorgegangen:

- Heizwärmebedarf $HWB_{Ref,RK}$: **23,8 kWh/m²a** (HWB_{SK} : **31,4 kWh/m²a**)
- Primärenergiebedarf PEB_{SK} : **39,1 kWh/m²a**
- Kohlendioxidemissionen $CO_{2eq,SK}$: **5,4 kg/m²a**

	Q $HWB_{h,SK}$ in kWh/a	Q PEB_{SK} in kWh/a	Q $CO_{2eq,SK}$ in kg/a
Kennzahlen Bestand	53486	112490	27822
Kennzahlen Sanierung	12428	16108	2243

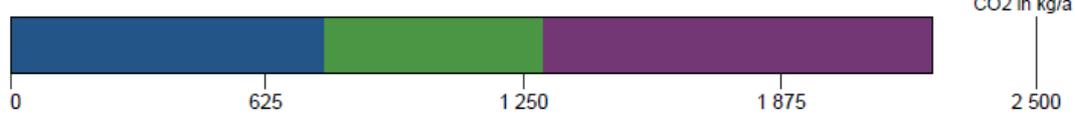
Tabelle 11: Energiekennzahlen Q der Sanierungsvariante 2 [51]

6.4.2 Anlagentechnik

Wohnen

Nutzprofil: Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

Kohlendioxidemissionen in der Zone



Primärenergie, CO2 in der Zone

		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
■	RH	Raumheizung Anlage 1 Photovoltaik	9,1	0
■	RH	Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	90,9	4 827
■	TW	Warmwasser Anlage 1 Photovoltaik	18,2	0
■	TW	Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	81,8	3 748
■	SB	Haushaltsstrombedarf Photovoltaik	27,3	0
■	SB	Haushaltsstrombedarf Strom (Liefermix)	72,7	6 785

Hilfsenergie in der Zone

		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
■	RH	Raumheizung Anlage 1 Photovoltaik	27,3	0
■	RH	Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	72,7	689
■	TW	Warmwasser Anlage 1 Photovoltaik	27,3	0
■	TW	Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	72,7	57

Energiebedarf in der Zone

		versorgt BGF m ²	Lstg. kW	EB kWh/a
	RH	Raumheizung Anlage 1	412,27	12
	TW	Warmwasser Anlage 1	412,27	3 258
	SB	Haushaltsstrombedarf	412,27	2 811
				5 726

Abbildung 107: PEB und CO₂-Emissionen der Anlagentechnik Sanierungsvariante 2 [49]

In der Anlagenaufstellung ist der Anteil der Stromerzeugung durch die Photovoltaikanlage und der Tatsache, dass diese keinen Primärenergiebedarf benötigt und auch keine CO₂-Emissionen verursacht. Die Wärmepumpe sowie die Warmwasserbereitung werden mit elektrischem Strom betrieben, diese sind jedoch sehr energieeffizient im Verbrauch.

Endenergiebedarf		kWh/m ² .a
▼ Raumheizung		
	Photovoltaik	1,10
	Strom (Liefermix)	8,20
▼ Warmwasser		
	Photovoltaik	1,27
	Strom (Liefermix)	5,66
▼ Haushaltsstrombedarf		
	Photovoltaik	3,79
	Strom (Liefermix)	10,09

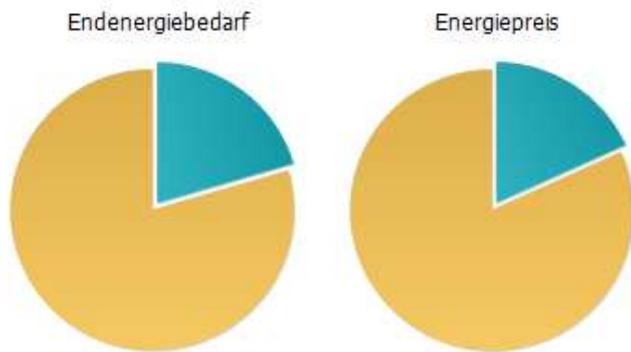


Abbildung 108: Anteile der Energieträger der Sanierungsvariante 2 [49]

Die Photovoltaikanlage nimmt einen beträchtlichen Anteil als Energieträger des Gebäudes ein. Fast ein Viertel des Energiebedarfes kann durch die PV-Anlage abgedeckt werden.

6.5 Kosten

6.5.1 Sanierungskosten

Auch in dieser Sanierungsvariante werden wie schon zuvor die Baukosten und Materialkosten aus der Zeit vor der Krise sowie vor der Kriegssituation und aus eigenen Erfahrungswerten angenommen, da sonst die Ergebnisse durch die volatilen Kosten verfälscht werden würden.

Sanierungsvariante 2				
Maßnahme	Menge	Einheit	EHP	Kosten in EUR
Dämmung der Außenwände	234,80	m ²	145,00	34046,00
Dämmung der Decke gg Keller	145,50	m ²	60,00	8730,00
Austausch Fenster 1-flügelig	6,00	STK	850,00	5100,00
Austausch Fenster 2-flügelig	20,00	STK	950,00	19000,00
Glasfassade 2.OG	36,54	m ²	550,00	20097,00
Austausch Terrassentüren	3,00	STK	1350,00	4050,00
Austausch Eingangstür	1,00	STK	2200,00	2200,00
Wohnungstüren	3,00	STK	1750,00	5250,00
Austausch Garagentore	2,00	STK	2850,00	5700,00
Austausch Heizungssystem	1,00	PA	18750,00	18750,00
Fußbodenheizung	412,27	m ²	80,00	32981,60
Elektroinstallation Neu	412,27	m ²	95,00	39165,65
Gas- Wasser- Installationen Neu	412,27	m ²	110,00	45349,70
Dachabbruch und -entsorgung	1,00	PA	8575,00	8575,00
Flachdach NEU (Stahlbetondecke Fertigteil)	177,92	m ²	220,00	39142,40
Umgestaltung Grundrisse	412,27	m ²	125,00	51533,75
Estrich und Boden NEU	412,27	m ²	115,00	47411,05
Zubau Wintergarten	1,00	STK	6000,00	6000,00
Zubau Balkone	2,00	STK	6000,00	12000,00
Gesamtsumme				405082,15

Tabelle 12: Sanierungskosten ohne Förderungen Variante 2 [52]

Die **Gesamtkosten** der Sanierungsvariante 2 betragen **405082,15 EUR**, dies entspricht den **Sanierungskosten** von **982,57 EUR/m² Wohnfläche**.

Aufgrund der Unbeständigkeiten wurden keine Förderungen berechnet, falls Förderungen erhalten werden, beschleunigt dies zusätzlich die Amortisationszeit der Sanierungskosten.

6.5.2 Energiekosten

	Heizöl 11,25 ct/kWh	Strommix 14,44 ct/kWh	Photovoltaik 12,5 ct/kWh
Energiemenge in kWh/a	0	11795	-1523
Energiekosten in EUR/a	0,00	1703,20	-190,38
Energiekosten Gesamt in EUR/a	1483,28		

Tabelle 13: Energiekosten der Sanierungsvariante 2 [27]

Die Energiekosten betragen für das gesamte Gebäude **1483,28 EUR pro Jahr** bzw.

123,60 EUR pro Monat. Einem eigentlichen Strom- bzw. Energieverbrauch von **1703,20 EUR/a** wirkt die PV-Anlage mit einem Gewinn von **190,38 EUR/a** entgegen.

6.5.3 Kosten der CO₂-Bepreisung

Auch in dieser Variante ist eine enorme Reduktion der Energiekennzahlen durch die Sanierungsmaßnahmen deutlich geworden. Der **Heizwärmebedarf beträgt 12428 kWh/a**, der **Primärenergiebedarf 16108 kWh/a** und der **CO₂-Ausstoß 2243 kg/a**.

	Szenario 1 30 EUR/t	Szenario 2 75 EUR/t	Szenario 3 150 EUR/t
Kosten pro Jahr im Bestand	834,66	2086,65	4173,30
Kosten pro Jahr nach Sanierung	67,29	168,23	336,45
Einsparung pro Jahr in %	91,94	91,94	91,94
Einsparung pro Jahr in EUR	767,37	1918,43	3836,85

Tabelle 14: Kosten der CO₂-Bepreisung der Sanierungsvariante 2 [27]

Genau wie in der Sanierungsvariante 1 reduzieren sich die mit der Steuerreform 2022 angekündigten **Kosten der CO₂-Bepreisung** um mehr als **90%**. [51]

6.6 Erkenntnisse

Wie schon in der Sanierungsvariante 1 sind auch in der Sanierungsvariante 2 die Verbesserungen der energietechnischen und ökologischen Qualität durch die einzelnen Maßnahmen, Verbesserungen und Erneuerungen stark merkbar.

Einerseits sinken dadurch der Energiebedarf und der CO₂-Ausstoß und gleichzeitig reduzieren sich die Kosten für die Energieträger und CO₂-Bepreisung.

Wie auch in den Demonstrationsgebäuden des Kapitel 3, sieht man die merkbaren Unterschiede der Einflüsse von erneuerbaren Energietechnologien. Besonders im Emissionsausstoß führen diese zu drastischen Reduktionen.

7 Gegenüberstellungen und Auswertungen der Ergebnisse

Die ausgearbeiteten Sanierungsvarianten werden unter diesem Kapitel gegenübergestellt und miteinander verglichen. Die energietechnischen sowie ökologischen Aspekte werden beleuchtet und ihre Ergebnisse dargestellt.

Weiters werden die Investitionskosten, Energiekosten und CO₂-Bepreisungskosten der einzelnen Varianten miteinander verglichen und die Amortisationsdauer für die unterschiedlichen Gegebenheiten ermittelt.

7.1 Energie und Ökologie

7.1.1 Wärme- und Energiebedarf

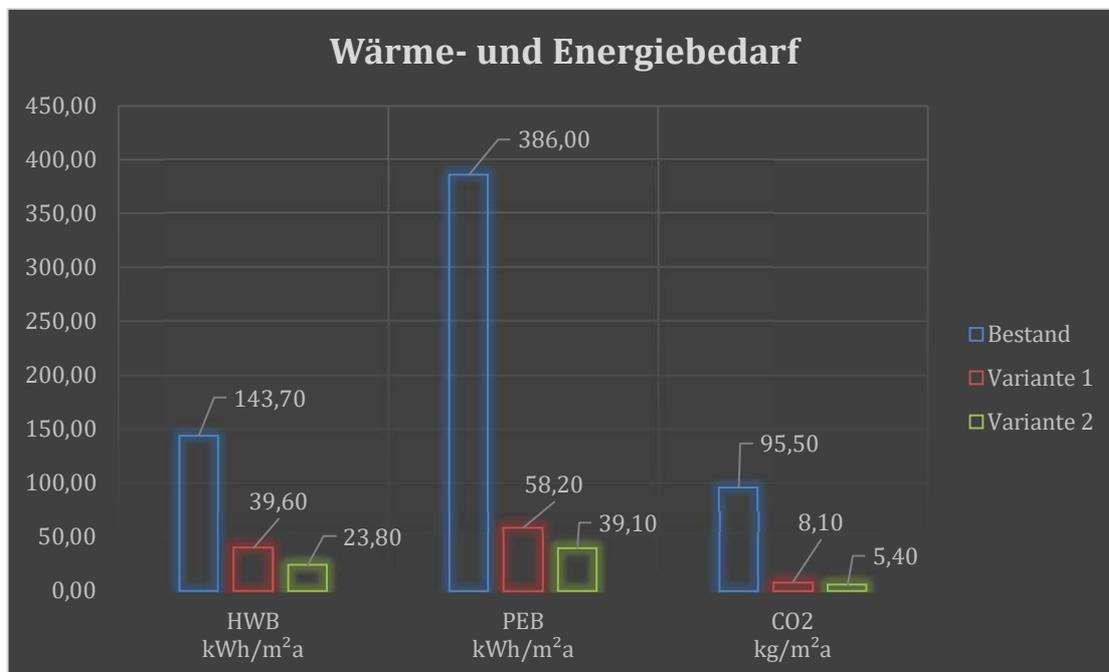


Abbildung 109: Vergleichsgrafik Wärme- und Energiebedarf [51]

Bei der Auswertung des Wärme- und Energiebedarfes sind die Verbesserungen der Sanierungsvarianten gegenüber dem Bestand eindeutig symbolisiert und berechnet. Die Verbräuche wurden durch die Maßnahmen um ein Vielfaches reduziert.

7.1.2 CO₂-Emissionen

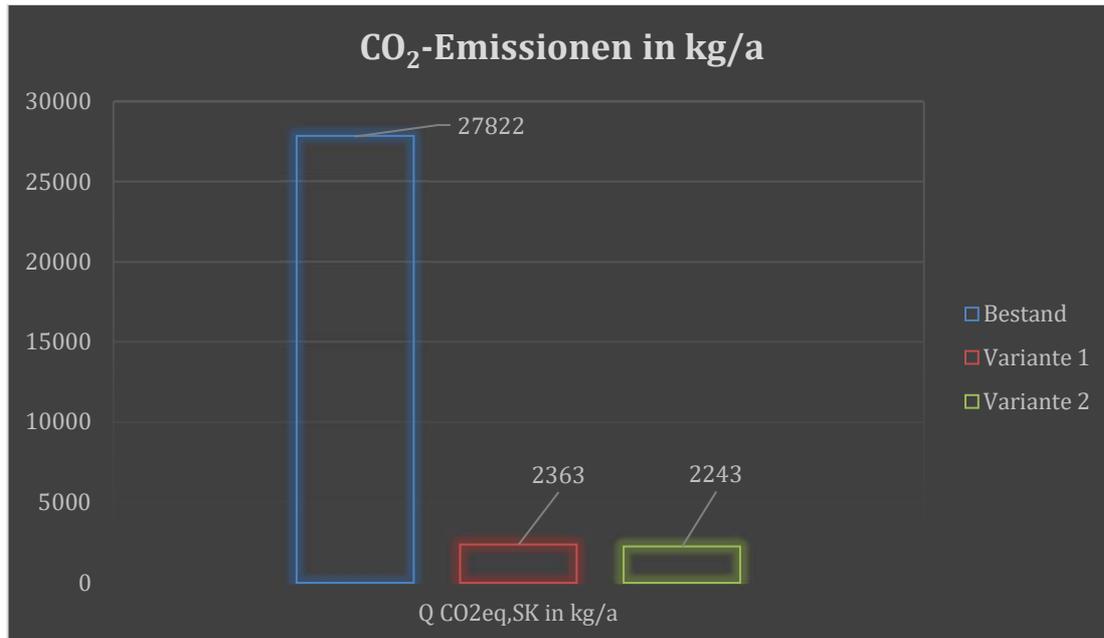


Abbildung 110: Vergleichsgrafik CO₂-Emissionen [51]

Bei Betrachtung des ökologischen Aspektes wurden durch die Sanierung auch signifikante Verbesserungen erzielt. Die CO₂-Emissionen haben sich bei der Variante 1 sowie bei Variante 2 um mehr als 90% reduziert. [51]

7.2 Kosten und Bilanzierung

7.2.1 Investitionskosten

Wie bereits in den vorherigen Kapiteln der Sanierungsvarianten in den Tabellen aufgelistet ergeben sich die Sanierungskosten der einzelnen Varianten wie folgt:

	Sanierungskosten in EUR	Sanierungskosten in EUR/m ²
Bestand	0,00	0,00
Variante 1	260331,25	893,38
Variante 2	405082,15	982,57

Tabelle 15: Sanierungskosten der einzelnen Varianten ohne Förderungen [52]

7.2.2 Energiekosten

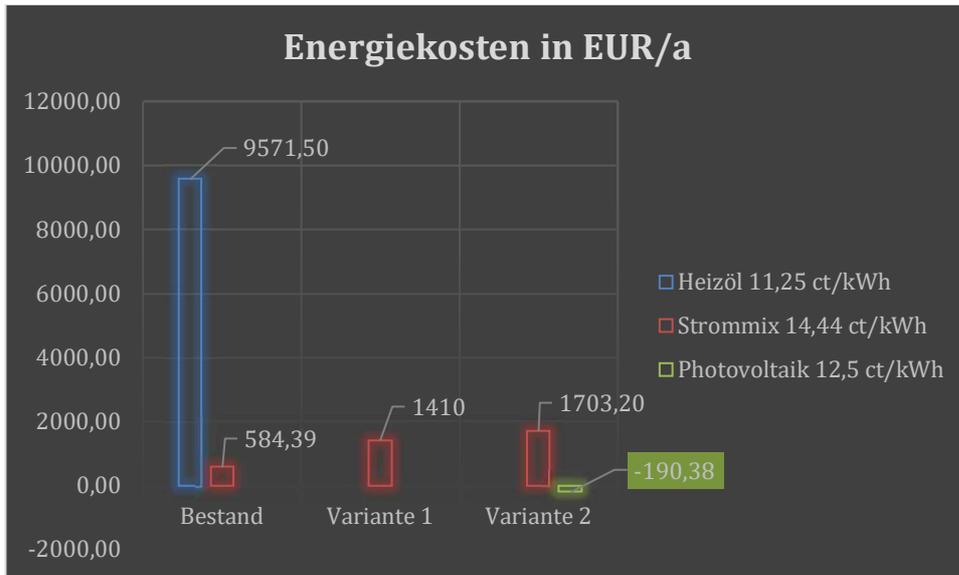


Abbildung 111: Vergleichsgrafik Energiekosten [51]

Das Bestandsgebäude verbraucht um mehr als 90% mehr Energie und somit auch sind auch die Energiekosten dementsprechend höher als bei den beiden Sanierungsvarianten.

7.2.3 CO₂-Bepreisungskosten

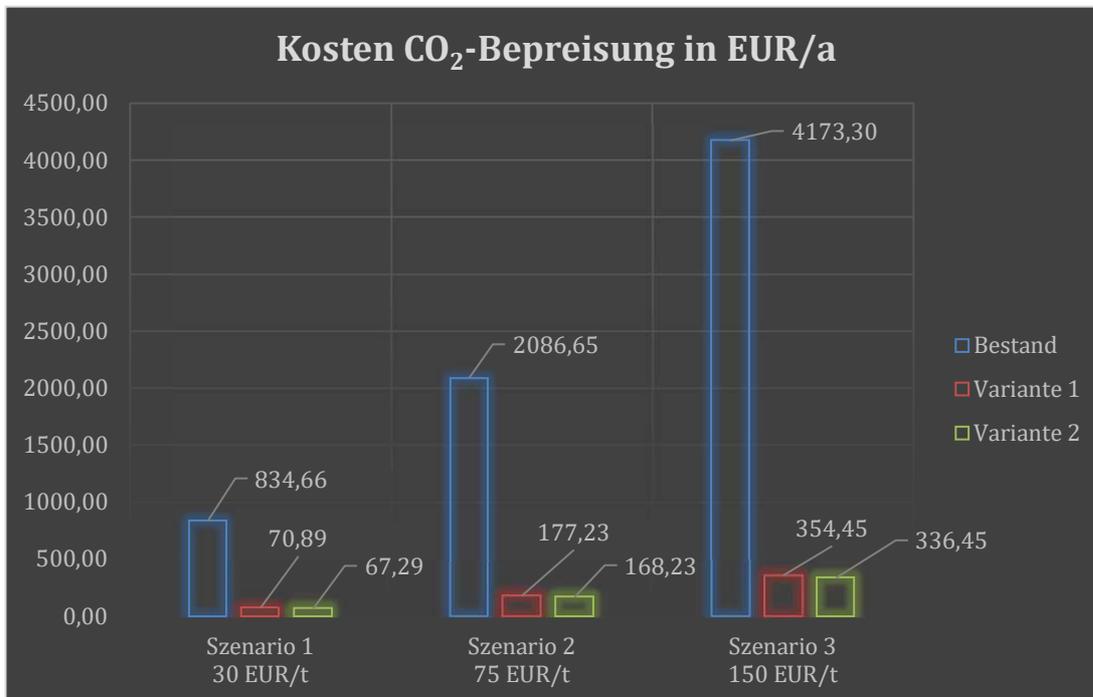


Abbildung 112: Vergleichsgrafik Kosten CO₂-Bepreisung [51]

Aufgrund der energieeffizienten Sanierungsvarianten ist auch hier die Reduzierung der Kosten im Bereich der CO₂-Bepreisung klar ersichtlich. Deutlich erkennbar ist, dass im Falle

einer CO₂-Bepreisung eine Sanierung Sinn macht, da sonst viel Geld für die Energieträger verloren geht, wo es in Form einer Sanierung gut investierbar ist.

7.2.4 Mieteinnahmen

Für das Gebäude ist eine Vermietung des Erdgeschosses und des 1.Obergeschosses vorgesehen, das 2.Obergeschoss wird für den Eigengebrauch verwendet.

Folgende Mieterträge werden erwartet:

	Wohnfläche in m ² ohne 2.OG	Mietpreis/m ² pro Monat	Miete in EUR pro Monat	Miete in EUR pro Jahr
Bestand	291,40	5,00	1457,00	17484,00
Variante 1	291,40	8,00	2331,20	27974,40
Variante 2	291,40	8,00	2331,20	27974,40

Tabelle 16: Erwartete Mieteinnahmen der Varianten [52]

Für die Wohnungen der Sanierungsvarianten können mit einer Annahme von **8,00 EUR/m² Mietzins** Einnahmen von **27974,40 EUR pro Jahr** erwartet werden. Dies ist aufgrund der Eigennutzung des 2.OG und der dadurch gleichbleibenden Wohnfläche der verschiedenen Varianten jeweils der gleiche Betrag.

Die **Mieteinnahmen des Bestandsgebäudes** sind geringer anzunehmen und betragen dadurch **jährlich 17484,00 EUR**. [51]

7.2.5 Bilanzierung Szenario 1

Die Beurteilung der einzelnen Szenarien erfolgt anhand der berechneten Kosten pro Jahr, der aus den Mieterträgen generierten Einnahmen sowie aus den dadurch entstehenden Gewinnen pro Jahr in EUR.

	Kosten pro Jahr	Einnahmen pro Jahr	Gewinn pro Jahr	Amortisation in Jahren
Bestand	10990,55	17484,00	6493,45	0,00
Variante 1	1480,52	27974,40	26493,88	9,83
Variante 2	1580,11	27974,40	26394,29	15,35

Tabelle 17: Bilanzierung der Kosten und Amortisierung Szenario 1 [51]

Die angeführten Kosten pro Jahr ergeben sich aus der Summe der ermittelten Energiekosten und CO₂-Bepreisungskosten aus Szenario 1. Wie bereits erwähnt sind die jährlichen Kosten der Sanierungsvarianten um ein Vielfaches geringer als die des Bestandsgebäudes.

Die Einnahmen pro Jahr ergeben sich aus den zuvor errechneten Mieterträgen, woraus sich

aus der Differenz dieser Kennzahlen der jährliche Gewinn ergibt. Dieser ist wegen der geringen jährlichen Kosten bei den Sanierungsvarianten um etwa **20000 EUR höher** als der des Bestandsgebäudes, womit die Investitionssumme der Sanierungen bereits refinanziert werden kann.

In Szenario 1 ist für die **Sanierungsvariante 1** eine **Amortisationsdauer von 9,83 Jahren** und für die **Sanierungsvariante 2** eine **Amortisationsdauer von 15,35 Jahren** berechnet. [51]

	Jährlich	9 Jahren Amortisation	15 Jahren Amortisation
Bestand	834,66	7511,94	12519,90
Variante 1	70,89	638,01	1063,35
Variante 2	67,29	605,61	1009,35

Tabelle 18: Kosten der CO₂-Bepreisung auf Amortisationsdauer Szenario 1 [51]

Die voraussichtlichen Kosten der CO₂-Bepreisung von 30 EUR/t in Szenario 1 über den Amortisationszeitraum der verschiedenen Varianten fällt natürlich sehr hoch aus beim Bestand, wobei sich die Kosten bei den beiden Sanierungsvarianten in Grenzen hält. [51]

7.2.6 Bilanzierung Szenario 2

	Kosten pro Jahr	Einnahmen pro Jahr	Gewinn pro Jahr	Amortisation in Jahren
Bestand	12242,54	17484,00	5241,46	0,00
Variante 1	1586,86	27974,40	26387,55	9,87
Variante 2	1681,05	27974,40	26293,36	15,41

Tabelle 19: Bilanzierung der Kosten und Amortisierung Szenario 2 [51]

Die CO₂-Bepreisung sieht in **Szenario 2** eine Steigerung von 30 EUR/t auf **75 EUR/t** vor. Dementsprechend ergeben die Berechnungen der jährlichen Kosten etwas mehr als in der Bilanzierung des Szenario 1 davor. Dadurch verringern sich die Gewinne um diese Beträge. Bei der Amortisationszeit wirkt sich das kaum aus, grob geschätzt etwa um einen Monat, was für so ein Projektvolumen nicht wirklich merkbar erscheint. [51]

	Jährlich	9 Jahren Amortisation	15 Jahren Amortisation
Bestand	2086,65	18779,85	31299,75
Variante 1	177,23	1595,03	2658,38
Variante 2	168,23	1514,03	2523,38

Tabella 20: Kosten der CO₂-Bepreisung auf Amortisationsdauer Szenario 2 [51]

Die Kosten der CO₂-Bepreisung von **75 EUR/t in Szenario 2** ergeben bereits einen Betrag von über **30000 EUR** für das Bestandsgebäude nach 15 Jahren Amortisationszeit der Sanierungsvariante 2. [51]

7.2.7 Bilanzierung Szenario 3

	Kosten pro Jahr	Einnahmen pro Jahr	Gewinn pro Jahr	Amortisation in Jahren
Bestand	14329,19	17484,00	3154,81	0,00
Variante 1	1764,08	27974,40	26210,32	9,93
Variante 2	1849,27	27974,40	26125,13	15,51

Tabella 21: Bilanzierung der Kosten und Amortisierung Szenario 3 [51]

Bei der Erhöhung von 75 EUR/t auf **150 EUR/t** der CO₂-Bepreisung in **Szenario 3** wirken sich die Kosten, Gewinne und Amortisationsdauer ähnlich aus wie in Szenario 2 davor. Die CO₂-Bepreisungskosten haben nur einen minimalen Einfluss auf das Projektvolumen der Sanierungsvarianten. [51]

	Jährlich	9 Jahren Amortisation	15 Jahren Amortisation
Bestand	4173,30	37559,70	62599,50
Variante 1	354,45	3190,05	5316,75
Variante 2	336,45	3028,05	5046,75

Tabella 22: Kosten der CO₂-Bepreisung auf Amortisationsdauer Szenario 3 [51]

Die Kosten der CO₂-Bepreisung von **150 EUR/t in Szenario 3** ergeben letztendlich einen Betrag von über **60000 EUR** für das Bestandsgebäude nach 15 Jahren Amortisationszeit der Sanierungsvariante 2. [51]

8 Erkenntnisse und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es, anhand von verschiedenen Sanierungsvarianten festzustellen, ob und wie sich die angekündigte CO₂-Bepreisung im Zuge der Steuerreform 2022 auf die Kosten, auf die Entscheidungsfindung und auf den Umfang von Sanierungsvarianten auswirkt.

Wie sich in den energietechnischen Berechnungen ergeben hat, kann eine Sanierung bzw. verschiedene Sanierungsvarianten mit unterschiedlichen Maßnahmen den Energiebedarf, den Wärmebedarf und die CO₂-Emissionen stark reduzieren. Die Sanierungsvariante 1 verbessert in dieser Hinsicht die wirtschaftlichen und ökologischen Aspekte und Eigenschaften des Demonstrationsgebäudes.

Die Sanierungskosten ergaben in etwa die gleichen Kosten pro m² der zu sanierenden Wohnfläche, wobei das Ergebnis für die Sanierungsvariante 2 deutlich hochwertiger in Sachen Wohnqualität und Komfort bietet und von modernem Architekturdesign profitiert.

Bei der Analyse und Gegenüberstellung der Energiekosten ist die Effizienz von modernen Heizungsanlagen und deren deutlich geringeren Energieverbräuche in den Auswertungen ersichtlich. Der Energieverbrauch für die gleiche Wärmemenge ist mittels Ölheizung höher als beispielsweise mit einer Wärmepumpe.

Aufgrund der geringeren Verbräuche für Wärme- und Primärenergiebedarf sinken natürlich auch die Energiekosten, obwohl Heizöl etwas günstiger ist als der Energieträger Strom. Die Verwendung einer Photovoltaikanlage trägt wegen ihrer klimaneutralen Bilanz nur positiv für die Abdeckung eines Teils des Energiebedarfes bei.

Die Kosten der CO₂-Bepreisung in den einzelnen Szenarien wirken sich in erster Linie auf das Bestandsgebäude und deren Bewohner aus, wobei mit einem Preis von 30 EUR/t aus Szenario 1 ein jährlicher Kostenanteil für eine der drei verfügbaren Wohnungen aus Sanierungsvariante 2 von etwa 2 EUR/m² bzw. rund 290 EUR jährlich oder in etwa 25 EUR monatlich zusätzlich zu den Energiekosten entstehen würden.

Meiner Meinung nach ist das für die BewohnerInnen nicht von großer Bedeutung und es wirkt sich auch nicht besonders großartig für die Erreichung der Klimaziele aus.

Mit einer Anhebung auf ein ähnliches Niveau wie Schweden, welche sich aktuell weltweit mit der CO₂-Preisgestaltung von 118,47 EUR/t an erster Stelle in der Vorreiterrolle befinden könnten die Auswirkungen ein Umdenken bewirken.

Wie im Szenario 3 mit 150 EUR/t angenommen würden auf dieselbe Wohnung nicht 25 EUR pro Monat, sondern 125 EUR pro Monat an Mehrkosten anfallen, was die BewohnerInnen mit Sicherheit zum Umdenken bzw. zum Sanieren anregt.

Natürlich ist es aufgrund des sozialen Aspektes nicht so einfach, denn es muss auf alle BürgerInnen und Bürger Rücksicht genommen werden. Vor allem müssen die Gesellschaftsschichten mit geringem oder keinem Einkommen geschützt bleiben.

Fakt ist jedoch, dass die angedachten 30 EUR/t keine Wirkung auf die MieterInnen haben wird. Auch aus Sichtweise der Eigentümer wird eine CO₂-Bepreisung nicht zum Sanieren verleiten oder eine Entscheidung in diese Richtung fördern, da die Kosten der CO₂-Steuer auf den Energieträger und somit von den MieterInnen zu bezahlen ist.

Lediglich die Art und Weise eines Eigengebrauches des Gebäudes oder der Wohnung wirkt sich auf ein Umdenken in die Richtung einer Sanierung aufgrund der Gegenrechnung der Kostenersparnis in Form einer Investition für die Sanierung aus.

Die für die CO₂-Steuer anfallenden Kosten können anstatt der Ausgaben für die Energieträger besser gleich in eine Sanierung investiert werden.

Trotz der Annahme des eher günstigeren Mietzinses halten sich die Amortisationszeiten in Grenzen und die Sanierungsvarianten sind verhältnismäßig rasch refinanziert.

Auf jeden Fall ist ersichtlich, dass die Mieteinnahmen nach den Sanierungen um ein Vielfaches höher sind und auch dadurch die Refinanzierung der Investition beschleunigt wird.

Für die Betrachtung der Eigennutzung des Gebäudes ist es aufgrund der erarbeiteten Ergebnisse ausschlaggebend, dass beispielsweise bei dem Verzicht der Durchführung der Sanierungsvariante 2 über den Amortisationszeitraum von etwa 15 Jahren eine CO₂-Steuer von über 12000 EUR bei Szenario 1 und sogar über 60000 EUR bei Szenario 3 ohne nachhaltiger Investition mit Refinanzierung regelrecht verschwendet werden würde, anstatt für eine nachhaltige, ökologische Sanierung als Investition verwendet werden könnte.

Da es in der Bevölkerung in dieser Hinsicht offensichtlich an Investitionskapital mangelt, ist

die Bundesregierung gefordert, Sanierungen von Altbauten und älteren Ein- und Mehrfamilienhäusern mehr zu fördern, um ein Zeichen für den Klimaschutz und zur Erreichung der versprochenen Klimaziele in Aussicht zu stellen.

Aufgrund der erarbeiteten Ergebnisse und weiser Voraussicht sollte in solchen Fällen die Sanierungsvariante 2 umgesetzt werden, damit in erster Linie die Emissionen reduziert und die Kosten langfristig deutlich verringert werden.

Weiters trägt zur Problemlösung bei, dass die CO₂-Bepreisung nicht nur rein von den KonsumentInnen, sondern zu gleichen Teilen von den Eigentümern der Gebäude getragen werden sollte. Diese Herangehensweise würde auf beiden Seiten, MieterInnen und EigentümerInnen, Interesse an Sanierungen wecken, um nachhaltig etwas vom eingesetzten bzw. verbrauchten Kapital zu erhalten und die Zukunft aus Eigeninteresse klimafreundlich zu gestalten.

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Struktur des energetischen Endverbrauches in Österreich [2].....	1
Abbildung 2: Treibhausgasbilanz Österreich 2020 [3].....	2
Abbildung 3: Reduktionsbedarf der österreichischen Treibhausgasemissionen bis 2030 lt. EU-Klimaziele [4].....	3
Abbildung 4: Anteil der Stadt- und Landbevölkerung weltweit [7]	4
Abbildung 5: Default Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) [9]	10
Abbildung 6: Annahme von U-Werten in Niederösterreich [9].....	10
Abbildung 7: Nachweisführung über Heizwärmebedarf (HWB) oder Endenergiebedarf (EEB) für Wohngebäude [16].....	13
Abbildung 8: Nachweisführung über Heizwärmebedarf oder Gesamtenergieeffizienz-Faktor (f_{GEE}) für Wohngebäude [16].....	13
Abbildung 9: Anforderungen der U-Werte an wärmeübertragenden Bauteile im Neubau [16]	14
Abbildung 10: Konversionsfaktoren zur Ermittlung von PEB, $PEB_{n.em.}$, $PEB_{em.}$ und CO_{2eq} [16]	15
Abbildung 11: Deckblatt eines Energieausweises mit den Kategorien A-G und repräsentativen Kennzahlen [19]	17
Abbildung 12: Schematische Darstellung der Grundprinzipien eines Passivhauses [20]	18
Abbildung 13: Maßnahmen und Bedingungen zur Förderung über den Sanierungsscheck [22]	21
Abbildung 14: Maßnahmen und Bedingungen zur Förderung über „Raus aus Öl und Gas“ [24].....	22
Abbildung 15: Maßnahmen und Kostenobergrenzen der Fördermaßnahme „Sauber heizen für alle“ [25]	22
Abbildung 16: Energiepreise und Heizkosten im Vergleich [26].....	23
Abbildung 17: Eckpunkte der CO_2 -Bepreisung in Österreich 2022-2025 [5].....	25
Abbildung 18: Erwartete Preiserhöhungen auf fossile Energieträger [5].....	26
Abbildung 19: Effekte auf die Energiekosten von Haushalten [5]	26
Abbildung 20: Staffelung des Regionalen Klimabonus [30].....	27
Abbildung 21: Aufteilung der THG-Emissionen 2020 [3].....	28
Abbildung 22: Nationale CO_2 -Preise in der EU [31]	29
Abbildung 23: Weltatlas der CO_2 -Bepreisung [32]	30
Abbildung 24: Serielle Vorfertigung der Bauteile [34].....	32

Abbildung 25: Bestandsgebäude vor der Sanierung [38].....	33
Abbildung 26: Grundrissänderungen und Dachabbruch am Bestandsgebäude [38].....	34
Abbildung 27: Sockelanschlussdetail und Wärmbrückensimulation [39].....	35
Abbildung 28: Kellerdeckendämmung mit Vakuumdämmplatten [39].....	35
Abbildung 29: Fertigteil-Holzriegel-Bauteile und Zellulosedämmung [39]	36
Abbildung 30: Photovoltaikanlage und Kompaktlüftungsgerät [39]	36
Abbildung 31: Vorher-Nachher-Vergleich des Gebäudes [39]	37
Abbildung 32: Reduktion von Heizwärmebedarf und CO ₂ -Emissionen der Raumwärme [39]	38
Abbildung 33: Reduktion der Gesamt-Endenergiekennwerte im Vergleich [39].....	39
Abbildung 34: Reduktion der Gesamt-CO ₂ -Emissionen in Tonnen [39].....	39
Abbildung 35: Kostengegenüberstellung der Varianten [39]	40
Abbildung 36: Bestandsgebäude vor der Sanierung [40].....	41
Abbildung 37: 3D-Modell des Sanierungskonzeptes [41].....	41
Abbildung 38: Rückbau zum Rohbau inkl. Dachabbruch [42].....	42
Abbildung 39: Vorgefertigte Holzkassettenfassade [41].....	42
Abbildung 40: Fertigteil Holzkassettenfassade ohne Wetterschutzverkleidung [41]	43
Abbildung 41: Energierrelevante Ergebnisse im Vergleich Vorher/Nachher [41]	44
Abbildung 42: Ansicht nach Fertigstellung der Sanierung des Objektes [41].....	44
Abbildung 43: Reformszenario mit jährlichem Anstieg um 10 EUR/t CO ₂ [43]	47
Abbildung 44: Haushalt 1 – Details [43].....	48
Abbildung 45: Haushalt 1 – Energetische Sanierung und Einsparungen [43].....	48
Abbildung 46: Haushalt 2 – Details [43].....	49
Abbildung 47: Haushalt 2 – Energetische Sanierung und Einsparungen [43].....	50
Abbildung 48: Haushalt 3 – Details [43].....	51
Abbildung 49: Haushalt 3 – Energetische Sanierung und Einsparungen [43].....	51
Abbildung 50: Gewerbegebäude – Details [43].....	52
Abbildung 51: Gewerbegebäude – Energetische Sanierung und Einsparungen [43]	52
Abbildung 52: Geografische Lage des Referenzgebäudes auf der Österreichkarte [44]	54
Abbildung 53: Lage des Grundstücks im genordeten Ortsplan [46].....	54
Abbildung 54: Lageplan des Bestandsgebäudes [47].....	55
Abbildung 55: Blick aus dem 1.Obergeschoss des Objektes in Richtung Süden [48].....	56
Abbildung 56: Südansicht des Objekts von der Marktstraße [48]	56

Abbildung 57: Ostansicht des Objekts vom Zugang Georgstraße 1 [48].....	57
Abbildung 58: Grundriss 1.Untergeschoss Bestand [47]	58
Abbildung 59: Grundriss Erdgeschoss Bestand [47]	58
Abbildung 60: Grundriss 1. Obergeschoss Bestand [47]	59
Abbildung 61: Schnitt des Bestandsgebäudes [47]	59
Abbildung 62: Bauteildetails Decke gegen Keller Bestand [49]	60
Abbildung 63: Bauteildetails Außenwand Bestand [49]	60
Abbildung 64: Bauteildetails Wohnungseingangstür Bestand [49]	61
Abbildung 65: Bauteildetails Innenwand Stiegenhaus Bestand [49]	61
Abbildung 66: Bauteildetails Decke gegen Dachraum Bestand [49].....	61
Abbildung 67: Bauteildetails Terrassentür Bestand [49]	61
Abbildung 68: Bauteildetails 1-Flügel Fenster Bestand [49]	62
Abbildung 69: Bauteildetails 2-Flügel Fenster Bestand [49]	62
Abbildung 70: Grundriss Bestandsgebäude 1.Untergeschoss [50]	63
Abbildung 71: Grundriss Bestandsgebäude Erdgeschoss [50]	64
Abbildung 72: Grundriss Bestandsgebäude 1.Obergeschoss [50]	65
Abbildung 73: Grundriss Bestandsgebäude Dachgeschoss [50].....	66
Abbildung 74: Schnitt Bestandsgebäude [50].....	66
Abbildung 75: 3D-Modell Bestandsgebäude Ansicht 1 [50].....	67
Abbildung 76: 3D-Modell Bestandsgebäude Ansicht 2 [50].....	67
Abbildung 77: Wohnzimmersituation im Bestand [48]	68
Abbildung 78: Küche im Bestand [48].....	68
Abbildung 79: Bad und Wc im Bestand [48].....	69
Abbildung 80: Dachboden Rohbauzustand im Bestand [48].....	69
Abbildung 81: Wasserschäden im Bereich des Daches [48]	70
Abbildung 82: Flächen- und Volumenberechnung des Bestandes [49]	71
Abbildung 83: EAW-Gebäudekennndaten Bestandsgebäude [49]	72
Abbildung 84: Hauptkategorien des Bestandsenergieausweises [49]	73
Abbildung 85: Wärme- und Energiebedarf Bestandsgebäude [49]	74
Abbildung 86: PEB und CO ₂ -Emissionen der Anlagentechnik Bestand [49]	75
Abbildung 87: Anforderungen an die U-Werte der Bundesförderung thermische Sanierung [49].....	78
Abbildung 88: Anforderungen an den HWB und EEB für die Bundesförderung thermische	

Sanierung 2021/22 [49]	78
Abbildung 89: Bauteildetails Wohnungseingangstür Sanierungsvariante 1 [49]	79
Abbildung 90: Bauteildetails Terrassentür Sanierungsvariante 2 [49].....	79
Abbildung 91: Bauteildetails 1-Flügel Fenster Sanierungsvariante 1 [49]	79
Abbildung 92: Bauteildetails 2-Flügel Fenster Sanierungsvariante 1 [49]	80
Abbildung 93: Bauteildetails Außenwand Sanierungsvariante 1 [49]	80
Abbildung 94: Bauteildetails Decke gegen Keller Sanierungsvariante 1 [49]	81
Abbildung 95: Bauteildetails Decke gegen Dachraum Sanierungsvariante 1 [49].....	81
Abbildung 96: Ergebnisse der U-Werte durch die Sanierungsmaßnahmen [49].....	82
Abbildung 97: 3D-Modell der Sanierungsvariante 1 [50].....	83
Abbildung 98: Wärme- und Energiebedarf der Sanierungsvariante 1 [49].....	84
Abbildung 99: PEB und CO ₂ -Emissionen der Anlagentechnik Sanierungsvariante 1 [49]....	85
Abbildung 100: Ergebnisse der U-Werte durch die Bauteiloptimierungen [49]	89
Abbildung 101: Photovoltaik Einstellungen im Softwaremenü [50].....	90
Abbildung 102: Flächen- und Volumenberechnung der Sanierungsvariante 2 [49].....	91
Abbildung 103: Ansicht Querschnitt durch das Gebäude der Variante 2 [50].....	91
Abbildung 104: 3D-Modell Sanierungsvariante 2 - Südansicht [50].....	92
Abbildung 105: 3D-Modell Sanierungsvariante 2 - Ostansicht [50]	93
Abbildung 106: Wärme- und Energiebedarf der Sanierungsvariante 2 [49]	94
Abbildung 107: PEB und CO ₂ -Emissionen der Anlagentechnik Sanierungsvariante 2 [49] ..	95
Abbildung 108: Anteile der Energieträger der Sanierungsvariante 2 [49].....	96
Abbildung 109: Vergleichsgrafik Wärme- und Energiebedarf [51]	99
Abbildung 110: Vergleichsgrafik CO ₂ -Emissionen [51].....	100
Abbildung 111: Vergleichsgrafik Energiekosten [51]	101
Abbildung 112: Vergleichsgrafik Kosten CO ₂ -Bepreisung [51]	101

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Haushalt 1 – Wärmeausgaben 2020-2040 [43]	48
Tabelle 2: Haushalt 2 – Wärmeausgaben 2020-2040 [43]	50
Tabelle 3: Haushalt 3 – Wärmeausgaben 2020-2040 [43]	51
Tabelle 4: Gewerbegebäude – Wärmeausgaben 2020-2040 [43]	52
Tabelle 5: Energiekosten des Bestandsgebäudes [27].....	76
Tabelle 6: Energiekennzahlen Q des Bestandsgebäudes [51].....	76
Tabelle 7: Kosten der CO ₂ -Bepreisung Bestandsgebäude [27]	77
Tabelle 8: Sanierungskosten ohne Förderungen Variante 1 [52].....	86
Tabelle 9: Energiekosten der Sanierungsvariante 1 [27].....	86
Tabelle 10: Kosten der CO ₂ -Bepreisung der Sanierungsvariante 1 [27].....	87
Tabelle 11: Energiekennzahlen Q der Sanierungsvariante 2 [51].....	94
Tabelle 12: Sanierungskosten ohne Förderungen Variante 2 [52].....	97
Tabelle 13: Energiekosten der Sanierungsvariante 2 [27].....	97
Tabelle 14: Kosten der CO ₂ -Bepreisung der Sanierungsvariante 2 [27].....	98
Tabelle 15: Sanierungskosten der einzelnen Varianten ohne Förderungen [52]	100
Tabelle 16: Erwartete Mieteinnahmen der Varianten [52].....	102
Tabelle 17: Bilanzierung der Kosten und Amortisierung Szenario 1 [51].....	102
Tabelle 18: Kosten der CO ₂ -Bepreisung auf Amortisationsdauer Szenario 1 [51].....	103
Tabelle 19: Bilanzierung der Kosten und Amortisierung Szenario 2 [51].....	103
Tabelle 20: Kosten der CO ₂ -Bepreisung auf Amortisationsdauer Szenario 2 [51].....	104
Tabelle 21: Bilanzierung der Kosten und Amortisierung Szenario 3 [51].....	104
Tabelle 22: Kosten der CO ₂ -Bepreisung auf Amortisationsdauer Szenario 3 [51].....	104

Quellenverzeichnis:

- [1] „Was versteht man unter Klimaneutralität? | Aktuelles | Europäisches Parlament“, 7. Oktober 2019.
<https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190926STO62270/was-versteht-man-unter-klimaneutralitat> (zugegriffen 17. Januar 2022).
- [2] Bundesministerium, „Energie in Österreich - Zahlen, Daten, Fakten“, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Jan. 2022.
- [3] „UBA Treibhausgas-Bilanz Österreich 2020“.
<https://www.umweltbundesamt.at/news220123/thg-daten> (zugegriffen 27. April 2022).
- [4] „Köppl et al. - CO2-Bepreisung in der Steuerreform 2022/2024.pdf“. Zugegriffen: 7. Februar 2022. [Online]. Verfügbar unter:
https://www.wifo.ac.at/jart/prj3/wifo/resources/person_dokument/person_dokument.jart?publikationsid=69168&mime_type=application/pdf
- [5] A. Köppl, S. Schleicher, und M. Schratzenstaller, „CO2-Bepreisung in der Steuerreform 2022/2024“, S. 18, Nov. 2021.
- [6] „Bevölkerung nach dem Bildungsstand“.
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/volk_szaehlungen_registerzaehlungen_abgestimmte_erwerbsstatistik/bevoelkerung_nach_dem_bildungsstand/index.html (zugegriffen 10. Januar 2022).
- [7] „Anteil der Stadt- und Landbevölkerung weltweit“, *Statista*.
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1174428/umfrage/anteil-der-stadt-und-landbevoelkerung-weltweit/> (zugegriffen 10. Januar 2022).
- [8] *NÖ Bauordnung 1976*. 1976.
- [9] „OIB-Leitfaden-RL6-2019“. Zugegriffen: 17. Januar 2022. [Online]. Verfügbar unter:
https://www.oib.or.at/sites/default/files/leitfaden_richtlinie_6_12.04.19.pdf
- [10] S. C. S. der W. W. 1 1020 W. T. +43 1 514 50 1010 E.-M. Kontaktformular, „Grundlagen der Normung in Österreich“. <https://www.wko.at/service/innovation-technologie-digitalisierung/grundlagen-der-normung-in-oesterreich.html> (zugegriffen 2. Februar 2022).
- [11] „Baurecht und Bauordnungen“, *oesterreich.gv.at - Österreichs digitales Amt*.
https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/bauen/Seite.2260200.html (zugegriffen 10. März 2022).
- [12] „EU-Richtlinie 2010“.

<https://www.bmk.gv.at/themen/energie/effizienz/gebaeude.html> (zugegriffen 21. April 2022).

- [13] „OIB-Richtlinie 6, Nationaler Plan | OIB“. <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2019/oib-richtlinie-6-nationaler-plan> (zugegriffen 21. April 2022).
- [14] „RIS - Energieausweis-Vorlage-Gesetz 2012 - Bundesrecht konsolidiert, Fassung vom 14.04.2022“. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007799> (zugegriffen 14. April 2022).
- [15] „OIB-Richtlinien 2019 | OIB“. <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2019> (zugegriffen 21. April 2022).
- [16] „OIB-RL6-2019“. Zugegriffen: 17. Januar 2022. [Online]. Verfügbar unter: https://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_6_12.04.19_1.pdf
- [17] „OIB-Richtlinie 6, Kostenoptimalität | OIB“. <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2015/oib-richtlinie-6-kostenoptimalit%c3%a4t> (zugegriffen 21. April 2022).
- [18] „RIS - NÖ Bauordnung 2014 - Landesrecht konsolidiert Niederösterreich, Fassung vom 10.03.2022“. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrNO&Gesetzesnummer=20001079> (zugegriffen 10. März 2022).
- [19] „EAW ArchiPhysik Klassen“, *ArchiPHYSIK*, 29. August 2017. <https://archiphysik.at/hwb-oder-hwb/> (zugegriffen 22. April 2022).
- [20] „Passivhaus Institut“. https://passiv.de/de/02_informationen/02_qualitaetsanforderungen/02_qualitaetsanforderungen.htm (zugegriffen 25. April 2022).
- [21] „Sanierungsoffensive 2021/2022“, *oesterreich.gv.at - Österreichs digitales Amt*. https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/energie_sparen/1/sanierungsoffensive.html (zugegriffen 17. Februar 2022).
- [22] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, „INFORMATIONSBLETT SANIERUNGSSCHECK FÜR PRIVATE“, Apr. 2022. Zugegriffen: 25. April 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltfoerderung.at/privatpersonen/sanierungsscheck-20212022-efh.html>
- [23] „„raus aus Öl und Gas‘ 2021/2022“, *oesterreich.gv.at - Österreichs digitales Amt*. https://www.oesterreich.gv.at/themen/bauen_wohnen_und_umwelt/energie_sparen/1/raus

_aus_oel.html (zugegriffen 7. April 2022).

- [24] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und, „INFORMATIONSBLETT RAUS AUS ÖL UND GAS FÜR PRIVATE“, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Apr. 2022. Zugegriffen: 25. April 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltfoerderung.at/privatpersonen/raus-aus-oel-efh-f-private-20212022.html>
- [25] Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und, „SAUBER HEIZEN FÜR ALLE‘ 2022“, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, März 2022. Zugegriffen: 25. April 2022. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltfoerderung.at/privatpersonen/sauber-heizen-fuer-alle-2022.html>
- [26] „Energiepreise im Vergleich | Energieinstitut Vorarlberg“. <https://www.energieinstitut.at/buerger/haustechnik-energieversorgung/energiepreise-im-vergleich/> (zugegriffen 15. August 2022).
- [27] R. Grünberger, „Eigene Annahmen und Szenarien“, Aug. 2022.
- [28] „Tarif für Einspeiser - Nature Plus 2022 | oekostrom AG“. <https://oekostrom.at/ihr-strom-fur-die-energiewende> (zugegriffen 15. August 2022).
- [29] „Ökosoziale Steuerreform 2022“. <https://www.usp.gv.at/news/Oekosoziale-Steuerreform-2022.html> (zugegriffen 25. April 2022).
- [30] „Die größte Steuerentlastung in der 2. Republik“. <https://bmf.gv.at/public/informationen/entlastung.html> (zugegriffen 25. April 2022).
- [31] „CO₂-Preise pro Tonne » EU-Länder Bepreisung im Vergleich“, *Positionen Wien Energie*. <https://positionen.wienenergie.at/grafiken/eu-co2-preise/> (zugegriffen 15. August 2022).
- [32] „CO₂-Bepreisung: Die weltweiten Modelle im Vergleich“. <https://oesterreichsenergie.at/aktuelles/neuigkeiten/detailseite/co2-bepreisung-die-weltweiten-modelle-im-vergleich> (zugegriffen 15. August 2022).
- [33] „CEPHEUS & CEPHEUS-Austria“. <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/cephus-cepheus-austria.php> (zugegriffen 28. April 2022).
- [34] „outPHit - Fallstudien demonstrieren schnellere und zuverlässigere tiefgreifende Sanierungen“. <https://outphit.eu/de/aktuelles/2021/12/15/outphit-macht-sanieren-leichter/>

(zugegriffen 28. April 2022).

- [35] „klimaaktiv Gebäudedatenbank – Landingpage“. <https://www.klimaaktiv-gebaut.at/gebaut/> (zugegriffen 28. April 2022).
- [36] „Passivhaus-Datenbank“. <https://passivehouse-database.org/#certSearch> (zugegriffen 28. April 2022).
- [37] „Haus der Zukunft - Demonstrationsgebäude“.
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/demonstrationsgebaeude-2017.php>
(zugegriffen 28. April 2022).
- [38] Ing. Günter Lang und Haus der Zukunft, „Erstes Einfamilien-Passivhaus im Altbau - Umsetzung des Passivhausstandards und -komforts in der Altbausanierung von Einfamilienhäusern am Beispiel EFH Pettenbach“, Haus der Zukunft, Apr. 2006.
[Online]. Verfügbar unter: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/erstes-einfamilien-passivhaus-im-altbau-umsetzung-des-passivhausstandards-und-komforts-in-der-altbausanierung-von-einfamilienhaeusern-am-beispiel-efh-pettenbach.php>
- [39] Günter Lang - Passivhausinstitut, „Erste Altbausanierung zum Passivhaus in Österreich“. [Online]. Verfügbar unter:
<https://database.passivehouse.com/en/persons/buildingdocumentation/documentation/download/148>
- [40] „klimaaktiv Gebäudedatenbank – Detailseite Passivhaussanierung Am Sportplatz 4“.
<https://www.klimaaktiv-gebaut.at/gebaut/objekte/all/passivhaussanierung-am-sportplatz-4/> (zugegriffen 5. Mai 2022).
- [41] „Eigentümergeinschaft in tollem Passivhaus | Energieinstitut Vorarlberg Sanierungsgalerie“.
<https://www.sanierungsgalerie.at/projekte/eigent%C3%BCmergeinschaft-tollem-passivhaus> (zugegriffen 5. Mai 2022).
- [42] „Gebaute Passivhaus Projekte - Hörbranz“. https://passivehouse-database.org/#d_5562
(zugegriffen 5. Mai 2022).
- [43] „CO₂-Bepreisung im Gebäudesektor und notwendige Zusatzinstrumente“,
Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Mai 2022.
- [44] „Snapshot“. Zugriffen: 19. Februar 2022. [Online]. Verfügbar unter:
<https://www.austria-navigator.at/neustadtl-an-der-donau-3323.html>
- [45] „Über die Gemeinde | Neustadtl an der Donau“. Zugriffen: 19. Februar 2022.
[Online]. Verfügbar unter: <https://neustadtl.gv.at/ueber-die-gemeinde>

- [46] „Ortsplan | Neustadtl an der Donau“. Zugegriffen: 19. Februar 2022. [Online].
Verfügbar unter: <https://neustadtl.gv.at/ortsplan>
- [47] „Plandokumente Bestandsgebäude“.
- [48] R. Grünberger, „Örtliche Begutachtung inkl. Fotodokumentation Grünberger 2022“.
- [49] R. Grünberger, „ArchiPhysik - EAW-Berechnungen“. 8. August 2022.
- [50] R. Grünberger, „ArchiCAD - Digitale Planerstellungen und Architektur“. 8. August 2022.
- [51] R. Grünberger, „Eigene Darstellungen der Ergebnisse aus den Berechnungen“, Aug. 2022.
- [52] R. Grünberger, „Eigene Annahmen Baukosten aus Erfahrungswerten“, Aug. 2022.

Anhang:

- Energieausweise
- Bestandspläne des Gebäudes
- Tabellen und Grafiken



Bestandsgebäude

Georgstraße 1
A 3323, Neustadt-Markt

VerfasserIn

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

T
F
M
E

Bericht

Bestandsgebäude

Bestandsgebäude

Georgstraße 1
3323 Neustadtl-Markt

Katastralgemeinde: 03026 Neustadtl
Einlagezahl:
Grundstücksnummer:
GWR Nummer:

Planunterlagen

Datum: 00.00.00
Nummer:

VerfasserIn der Unterlagen

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

T
F
M
E

ErstellerIn Nummer:

Angewandte Berechnungsverfahren

Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01
Unkonditionierte Gebäudeteile	vereinfacht, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Erdberührte Gebäudeteile	vereinfacht, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Wärmebrücken	pauschal, ON B 8110-6-1:2019-01-15, Formel (11)
Verschattungsfaktoren	vereinfacht, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Heiztechnik	ON H 5056-1:2019-01-15
Raumlufttechnik	ON H 5057-1:2019-01-15
Beleuchtung	ON H 5059-1:2019-01-15
Kühltechnik	ON H 5058-1:2019-01-15

Diese Lokalisierung entspricht der OIB Richtlinie 6:2019, es werden die Berechnungsnormen Stand 2019 verwendet, die Anforderungen entsprechen den Höchstwerten der Richtlinie 6, 04-2019 ab dem Jahr 2021

Energieausweis für Wohngebäude

BEZEICHNUNG	Bestandsgebäude	Umsetzungsstand	Bestand
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1980
Nutzungsprofil	Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten	Letzte Veränderung	
Straße	Georgstraße 1	Katastralgemeinde	Neustadt
PLZ/Ort	3323 Neustadt-Markt	KG-Nr.	03026
Grundstücksnr.		Seehöhe	498 m

SPEZIFISCHER REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN und GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR jeweils unter STANDORTKLIMA-(SK)-Bedingungen

	$HWB_{Ref,SK}$	PEB_{SK}	$CO_{2eq,SK}$	$f_{GEE,SK}$
A ++				
A +				
A				
B				
C				
D				D
E	E			
F		F		
G			G	

HWB_{Ref}: Der **Referenz-Heizwärmebedarf** ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

WWWB: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHSB: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

RK: Das **Referenzklima** ist ein virtuelles Klima. Es dient zur Ermittlung von Energiekennzahlen.

EEB: Der **Endenergiebedarf** umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus einerseits dem Endenergiebedarf abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich des dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs und andererseits einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{ern}) und einen nicht erneuerbaren (PEB_{n,ern}) Anteil auf.

CO_{2eq}: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden **äquivalenten Kohlendioxidemissionen** (Treibhausgase), einschließlich jener für Vorketten.

SK: Das **Standortklima** ist das reale Klima am Gebäudestandort. Dieses Klimamodell wurde auf Basis der Primärdaten (1970 bis 1999) der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für die Jahre 1978 bis 2007 gegenüber der Vorfassung aktualisiert.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Energieausweis für Wohngebäude

GEBÄUDEKENNDATEN

EA-Art:

Brutto-Grundfläche (BGF)	291,4 m ²	Heiztage	365 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Bezugsfläche (BF)	233,1 m ²	Heizgradtage	4259 Kd	Solarthermie	- m ²
Brutto-Volumen (V _B)	840,7 m ³	Klimaregion	N	Photovoltaik	- kWp
Gebäude-Hüllfläche (A)	569,0 m ²	Norm-Außentemperatur	-14,9 °C	Stromspeicher	- kWh
Kompaktheit (A/V)	0,68 1/m	Soll-Innentemperatur	22,0 °C	WW-WB-System (primär)	kombiniert
charakteristische Länge (ℓ _c)	1,48 m	mittlerer U-Wert	0,850 W/m ² K	WW-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-BGF	- m ²	LEK _T -Wert	72,85	RH-WB-System (primär)	Kessel, Öl
Teil-BF	- m ²	Bauweise	mittelschwere	RH-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-V _B	- m ³				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)

Nachweis über den
Endenergiebedarf

		Ergebnisse	Anforderungen
Referenz-Heizwärmebedarf	HWB _{Ref,RK} =	143,7 kWh/m ² a entspricht nicht	HWB _{Ref,RK,zul} = 50,4 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	HWB _{RK} =	143,7 kWh/m ² a	
Endenergiebedarf	EEB _{RK} =	253,3 kWh/m ² a entspricht nicht	EEB _{RK} = 112,5 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE,RK} =	2,40	
Erneuerbarer Anteil	-	entspricht	

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	Q _{h,Ref,SK} =	54 015 kWh/a	HWB _{Ref,SK} =	185,4 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	Q _{h,SK} =	53 486 kWh/a	HWB _{SK} =	183,5 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	Q _{tw} =	2 234 kWh/a	WWWB =	7,7 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	Q _{H,Ref,SK} =	87 409 kWh/a	HEB _{SK} =	300,0 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Warmwasser			e _{AWZ,WW} =	3,10
Energieaufwandszahl Raumheizung			e _{AWZ,RH} =	1,49
Energieaufwandszahl Heizen			e _{AWZ,H} =	1,55
Haushaltsstrombedarf	Q _{HHSB} =	4 048 kWh/a	HHSB =	13,9 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	Q _{EEB,SK} =	91 457 kWh/a	EEB _{SK} =	313,9 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	Q _{PEB,SK} =	112 490 kWh/a	PEB _{SK} =	386,0 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	Q _{PEBn,ern.,SK} =	108 601 kWh/a	PEB _{n,ern.,SK} =	372,7 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	Q _{PEBern.,SK} =	3 889 kWh/a	PEB _{ern.,SK} =	13,3 kWh/m ² a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	Q _{CO2eq,SK} =	27 822 kg/a	CO _{2eq,SK} =	95,5 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor			f _{GEE,SK} =	2,45
Photovoltaik-Export	Q _{PVE,SK} =	0 kWh/a	PVE _{EXPORT,SK} =	0,0 kWh/m ² a

ERSTELLT

GWR-Zahl	<input type="text"/>	ErstellerIn	ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION
Ausstellungsdatum	01.04.2022	Unterschrift	<input type="text"/>
Gültigkeitsdatum	31.03.2032		
Geschäftszahl	<input type="text"/>		

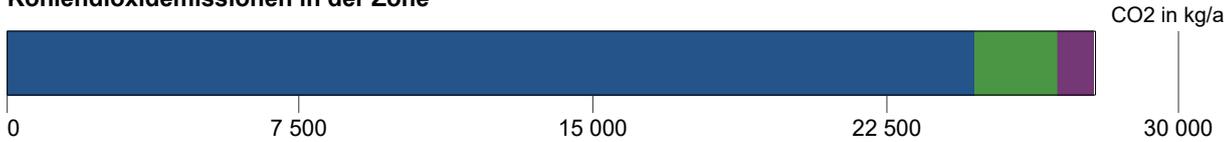
Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Bestandsgebäude

Wohnen

Nutzprofil: Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

Kohlendioxidemissionen in der Zone



Primärenergie, CO2 in der Zone

	Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH Raumheizung Anlage 1 Heizöl	100,0	93 814	24 235
TW Warmwasser Anlage 1 Heizöl	100,0	8 283	2 139
SB Haushaltsstrombedarf Strom (Liefermix)	100,0	6 597	918

Hilfsenergie in der Zone

	Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	3 769	525
TW Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	100,0	25	3

Energiebedarf in der Zone

	versorgt BGF m ²	Lstg. kW	EB kWh/a
RH Raumheizung Anlage 1	291,40	23	78 178
TW Warmwasser Anlage 1	291,40		6 902
SB Haushaltsstrombedarf	291,40		4 047

Konversionsfaktoren

Konversionsfaktoren zur Ermittlung des PEB (f_{PE}), des nichterneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,n.ern.}$), des erneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,ern.}$) sowie des CO₂ (f_{CO_2}).

	f_{PE}	$f_{PE,n.ern.}$	$f_{PE,ern.}$	f_{CO_2} g/kWh
Strom (Liefermix)	1,63	1,02	0,61	227
Heizöl	1,20	1,20	0,00	310

Raumheizung Anlage 1

Bereitstellung: RH-Wärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung (22,98 kW), Kessel ohne Gebläseunterstützung, flüssige Brennstoffe - Heizöl leicht, Zentralheizgerät (Standardkessel), Defaultwert für Wirkungsgrad, Baujahr vor 1978, ($\eta_{100\%} : 0,81$), ($\eta_{30\%} : 0,79$), Baujahr 1978, Aufstellungsort nicht konditioniert, modulierend, , Baujahr 1978

Speicherung: kein Speicher

Verteilleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Anbindeleitungen: Längen pauschal, 2/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Abgabe: Heizkörper-Regulierventile von Hand betätigt, Kleinflächige Wärmeabgabe wie Radiatoren, Einzelraumheizer, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Heizkörper (60 °C / 35 °C), gleitende Betriebsweise

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Bestandsgebäude

	Verteilleitungen	Steigleitungen	Anbindeleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	163,18 m
unkonditioniert	18,69 m	23,31 m	

Warmwasser Anlage 1

Bereitstellung: WW- und RH-Wärmebereitstellung kombiniert, Raumheizung Anlage 1

Speicherung: indirekt, ölbeheizter Warmwasserspeicher (1986 - 1993), Anschlusssteile gedämmt, mit E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, Defaultwert (Nenninhalt: 407 l)

Verteilleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Zirkulationsleitung: Ohne Zirkulation

Stichleitung: Längen pauschal, Kunststoff (Stichl.)

Abgabe: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

	Verteilleitungen	Steigleitungen	Stichleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	46,62 m
unkonditioniert	10,03 m	11,66 m	

Leitwerte

Bestandsgebäude - Wohnen

Wohnen

... gegen Außen	Le	229,03	
... über Unbeheizt	Lu	127,88	
... über das Erdreich	Lg	80,25	
... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken		43,71	
Transmissionsleitwert der Gebäudehülle	LT	480,88	W/K
Lüftungsleitwert	LV	57,70	W/K
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	Um	0,850	W/m ² K

... gegen Außen, über Unbeheizt und das Erdreich

Bauteile gegen Außenluft

	m ²	W/m ² K	f	f FH	W/K
Ost-Nord-Ost					
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	3,64	1,850	1,0	6,73
0002	AW 30 HLZ AP+IP	24,81	0,601	1,0	14,91
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	23,07	1,429	1,0	32,97
0008	Wohnungseingangstür	4,04	2,200	0,7	6,22
	55,56				60,83
Süd-Süd-Ost					
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	10,92	1,850	1,0	20,20
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	5,74	1,810	1,0	10,39
0002	AW 30 HLZ AP+IP	69,24	0,601	1,0	41,61
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	6,53	1,429	1,0	9,33
	92,43				81,53
West-Süd-West					
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	3,64	1,850	1,0	6,73
0002	AW 30 HLZ AP+IP	52,36	0,601	1,0	31,47
	56,00				38,20
Nord-Nord-West					
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	4,20	1,870	1,0	7,85
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	3,64	1,850	1,0	6,73
0002	AW 30 HLZ AP+IP	66,64	0,601	1,0	40,05
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	0,03	1,429	1,0	0,04
	74,51				54,67
Horizontal					
0003	Decke gg Dachraum	145,04	0,932	0,9	121,66
0004	Decke gg Keller	145,50	0,788	0,7	80,26
	290,54				201,92
	Summe	569,04			

... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken

Leitwerte über Wärmebrücken

Wärmebrücken pauschal

43,71 W/K

Leitwerte

Bestandsgebäude - Wohnen

... über Lüftung

Lüftungsleitwert

Fensterlüftung

57,70 W/K

Lüftungsvolumen	VL =	606,11 m ³
Luftwechselrate	n =	0,28 1/h

Gewinne

Bestandsgebäude - Wohnen

Wohnen

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Zone

mittelschwere Bauweise

Interne Wärmegewinne

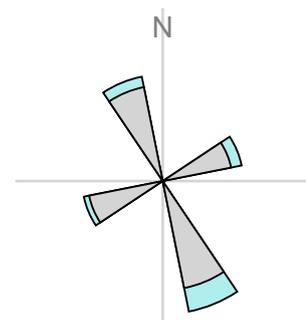
Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

$$q_i = 2,68 \text{ W/m}^2$$

Solare Wärmegewinne

Transparente Bauteile		Anzahl	Fs -	Summe Ag m ²	g -	A trans, h m ²
Ost-Nord-Ost						
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	2	0,65	1,94	0,590	0,65
0008	Wohnungseingangstür	2	0,65	0,00	0,590	0,00
		4		1,94		0,65
Süd-Süd-Ost						
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	6	0,65	5,82	0,590	1,96
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	2	0,65	3,04	0,590	1,02
		8		8,86		2,99
West-Süd-West						
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	2	0,65	1,94	0,590	0,65
		2		1,94		0,65
Nord-Nord-West						
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	6	0,65	2,40	0,590	0,81
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	2	0,65	1,94	0,590	0,65
		8		4,34		1,46

	Aw m ²	Qs, h kWh/a
Ost-Nord-Ost	7,68	368
Süd-Süd-Ost	16,66	2 409
West-Süd-West	3,64	472
Nord-Nord-West	7,84	616
	35,82	3 867



Orientierungsdiagramm

Das Diagramm zeigt die Orientierungen und Flächen von opaken und transparenten Bauteilen

- opak
- transparent

Gewinne

Bestandsgebäude - Wohnen

Strahlungsintensitäten

NeustadtI-Markt, 498 m

	S	SO/SW	O/W	NO/NW	N	H
	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
Jan.	42,12	32,82	18,05	11,48	10,66	27,35
Feb.	59,76	48,37	29,88	18,97	17,07	47,43
Mär.	76,54	66,98	50,23	32,69	26,31	79,73
Apr.	79,90	78,76	68,49	51,36	39,95	114,15
Mai	83,94	90,05	88,52	70,20	54,94	152,62
Jun.	74,04	84,61	86,12	72,53	57,41	151,10
Jul.	79,63	89,00	90,56	73,39	57,77	156,15
Aug.	87,00	91,21	84,20	63,15	46,31	140,33
Sep.	80,85	74,03	60,39	42,86	35,06	97,41
Okt.	69,46	57,98	38,65	24,16	20,53	60,40
Nov.	43,91	34,42	19,28	12,16	11,57	29,67
Dez.	34,52	26,60	13,60	8,52	8,12	20,30

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.

Bauteilliste

Bestandsgebäude

0008 Wohnungseingangstür

Bestand

TGu	Top1+2	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
	Rahmen				2,02	100,00	2,20
				vorh.	2,02		2,20

0004 Decke gg Keller

Bestand

DGK	U-O	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Beton, Stahlbeton Decke	0,2000	2,500	0,080
2	Mineralfaser Steinw. (40)	0,0300	0,040	0,750
3	Estrich (Beton-)	0,0600	1,400	0,043
4	Belag, Parkett	0,0100	0,180	0,056
	Wärmeübergangswiderstände			0,340
		0,3000	RT =	1,269
			U =	0,788

0003 Decke gg Dachraum

Bestand

DGD	O-U	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Estrich (Beton-)	0,0600	1,400	0,043
2	Mineralfaser Steinw. (40)	0,0300	0,040	0,750
3	Beton, Stahlbeton Decke	0,2000	2,500	0,080
	Wärmeübergangswiderstände			0,200
		0,2900	RT =	1,073
			U =	0,932

0002 AW 30 HLZ AP+IP

Bestand

AW	A-I	d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Verputz, Kalkzement	0,0150	1,000	0,015
2	POROTHERM 30	0,3000	0,205	1,463
3	Verputz, Kalkzement	0,0150	1,000	0,015
	Wärmeübergangswiderstände			0,170
		0,3300	RT =	1,663
			U =	0,601

Bauteilliste

Bestandsgebäude

0005 IW Stgh 25 HLZ AP+IP

Bestand

		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Verputz, Kalkzement	0,0150	1,000	0,015
2	Hohlziegel (R = 1200)	0,2500	0,500	0,500
3	Verputz, Kalkzement	0,0150	1,000	0,015
Wärmeübergangswiderstände				0,170
			0,2800	RT = 0,700
				U = 1,429

0007 Terrassentür 2-FI KS 25 50x210

Bestand

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung			0,590	1,52	53,00	1,30
Rahmen				1,35	47,00	1,50
Glasrandverbund	20,01	0,060				
			vorh.	2,87		1,81

0001 1-Flügel Fenster 25 70x100

Bestand

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung			0,590	0,40	57,10	1,60
Rahmen				0,30	42,90	1,70
Glasrandverbund	2,60	0,060				
			vorh.	0,70		1,87

0002 2-Flügel Fenster 25 130x140

Bestand

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Verglasung			0,590	0,97	53,30	1,60
Rahmen				0,85	46,70	1,70
Glasrandverbund	6,16	0,060				
			vorh.	1,82		1,85

Ergebnisdarstellung

Bestandsgebäude

Berechnungsgrundlagen

Wärmeschutz	U-Wert	ON B 8110-6-1:2019-01-15, EN ISO 10077-1:2018-02-01
Dampfdiffusion	Bewertung	ON B 8110-2: 2003
Schallschutz	R _w	ON B 8115-4: 2003
	R _{res,w}	ON B 8115-4: 2003
	L' _{nT,w}	ON B 8115-4: 2003
	D _{nT,w}	ON B 8115-4: 2003

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	Dampf- diffusion	R _w dB	L' _{nT,w} dB
0004	Decke gg Keller	0,788 (0,30)		(58)	(48)
0003	Decke gg Dachraum	0,932 (0,15)		(42)	(53)
0002	AW 30 HLZ AP+IP	0,601 (0,21)		54 (43)	
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	1,429 (0,21)		54 (43)	

Transparente Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	U-Wert _{PNM} W/m ² K	R _w (C; C _{tr}) dB
0008	Wohnungseingangstür	2,200 (2,50)		22 (-; -) (42 (-; -))
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	1,810 (1,10)		30 (-; -) (28 (-; -))
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	1,870 (1,10)		30 (-; -) (28 (-; -))
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	1,850 (1,10)		30 (-; -) (28 (-; -))

Bauteilflächen

Bestandsgebäude - Alle Gebäudeteile/Zonen

Flächen der thermischen Gebäudehülle			m ²
			569,04
Opake Flächen	93,71 %		533,22
Fensterflächen	6,29 %		35,82
Wärmefluss nach oben			145,04
Wärmefluss nach unten			145,50

Flächen der thermischen Gebäudehülle

Wohnen

Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

					m ²
0001	1-Flügelfenster 25 70x100			6 x 0,70	4,20
	Fenster-011	NNW	CAD	0. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-012	NNW	CAD	0. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-013	NNW	CAD	0. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-011	NNW	CAD	1. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-012	NNW	CAD	1. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-013	NNW	CAD	1. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
0002	2-Flügelfenster 25 130x140			12 x 1,82	21,84
	Fenster-008	ONO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-008	ONO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-006	SSO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-009	SSO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-010	SSO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-006	SSO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-009	SSO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-010	SSO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-007	WSW	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-007	WSW	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-007	NNW	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-007	NNW	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
0002	AW 30 HLZ AP+IP				213,05
	Wand-017	ONO	CAD	1 x 13,72 - 1,82	11,90
	Wand-017	ONO	CAD	1 x 14,73 - 1,82	12,91
	Wand-005	SSO	CAD	1 x 18,63 - 3,64	14,99
	Wand-039	SSO	CAD	1 x 24,01 - 4,68	19,33
	Wand-005	SSO	CAD	1 x 18,92 - 3,64	15,28
	Wand-039	SSO	CAD	1 x 24,32 - 4,68	19,64
	Wand-002	WSW	CAD	1 x 27,00 - 1,82	25,18
	Wand-002	WSW	CAD	1 x 29,00 - 1,82	27,18
	Wand-001	NNW	CAD	1 x 22,95 - 1,82	21,13
	Wand-022	NNW	CAD	1 x 12,96 - 2,10	10,86
	Wand-001	NNW	CAD	1 x 24,65 - 1,82	22,83
	Wand-022	NNW	CAD	1 x 13,92 - 2,10	11,82

Bauteilflächen

Bestandsgebäude - Alle Gebäudeteile/Zonen

					m ²
0003	Decke gg Dachraum				145,04
	Decke-003	H	CAD	1 x 145,04	145,04
0004	Decke gg Keller				145,50
	Decke-003	H	CAD	1 x 145,50	145,50
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP				29,63
	Wand-020	ONO	CAD	1 x 11,71	11,71
	Wand-020	ONO	CAD	1 x 11,36	11,36
	Wand-062	SSO	CAD	1 x 6,53	6,53
	Wand-061	NNW	CAD	1 x 0,03	0,03
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210				5,74
	Tür-009	SSO	CAD	0. Geschoss, Terrassentür 2-FI KS 25	
	Tür-009	SSO	CAD	1. Geschoss, Terrassentür 2-FI KS 25	
0008	Wohnungseingangstür				4,04
	Tür-015	ONO	CAD	0. Geschoss, Blockfutter 25	
	Tür-015	ONO	CAD	1. Geschoss, Blockfutter 25	

Grundfläche und Volumen

Bestandsgebäude

Brutto-Grundfläche und Brutto-Volumen

		BGF [m ²]	V [m ³]
Wohnen	beheizt	291,40	840,68

Wohnen

beheizt

	Formel	Höhe [m]	BGF [m ²]	V [m ³]
0. Geschoss				
BGF Thermisch EG	1 x 145,70	2,97	145,70	432,72
1. Geschoss				
BGF Thermisch 1.OG	1 x 145,70	2,80	145,70	407,96
Summe Wohnen			291,40	840,68

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.

Energiepreis

Bestandsgebäude

Gebäudedaten: Wohnen

Brutto-Grundfläche	291,40 m ²	Nutzungsprofil	Wohngebäude mit einer oder z
Konditioniertes Brutto-Volumen	840,68 m ³	fGEE	2,45 -
Gebäudehüllfläche	569,04 m ²	HWB SK	183,50 kWh/m ² a
Kompaktheit (A/V)	0,68 1/m		

Energiepreis

Energieträger	EEB kWh/m ² a	Energiepreis	
		EUR/kWh	EUR/m ² a
Heizöl	291,97	0,11	32,84
Strom (Liefermix)	21,88	0,14	3,15
Summe	313,85		36,00 (10 492 EUR/a)

Bedarf am Standort

Energieträger		Energiebedarf	
		zonenbezogen kWh/a	spezifisch kWh/m ² a
Raumheizung	Heizöl	78 178	268,28
	Strom (Liefermix)	2 312	7,93
Warmwasser	Heizöl	6 902	23,68
	Strom (Liefermix)	15	0,05
Haushaltsstrombedarf	Strom (Liefermix)	4 047	13,89

Anmerkungen:



Sanierungsvariante 1

Georgstraße 1
A 3323, Neustadt-Markt

VerfasserIn

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

T
F
M
E

Bericht

Sanierungsvariante 1

Sanierungsvariante 1

Georgstraße 1
3323 Neustadtl-Markt

Katastralgemeinde: 03026 Neustadtl
Einlagezahl:
Grundstücksnummer:
GWR Nummer:

Planunterlagen

Datum: 00.00.00
Nummer:

VerfasserIn der Unterlagen

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

T
F
M
E

ErstellerIn Nummer:

Angewandte Berechnungsverfahren

Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01
Unkonditionierte Gebäudeteile	vereinfacht, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Erdberührte Gebäudeteile	vereinfacht, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Wärmebrücken	pauschal, ON B 8110-6-1:2019-01-15, Formel (11)
Verschattungsfaktoren	vereinfacht, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Heiztechnik	ON H 5056-1:2019-01-15
Raumlufttechnik	ON H 5057-1:2019-01-15
Beleuchtung	ON H 5059-1:2019-01-15
Kühltechnik	ON H 5058-1:2019-01-15

Diese Lokalisierung entspricht der OIB Richtlinie 6:2019, es werden die Berechnungsnormen Stand 2019 verwendet, die Anforderungen entsprechen den Höchstwerten der Richtlinie 6, 04-2019 ab dem Jahr 2021

Energieausweis für Wohngebäude

BEZEICHNUNG	Sanierungsvariante 1	Umsetzungsstand	Sanierung
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1980
Nutzungsprofil	Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten	Letzte Veränderung	
Straße	Georgstraße 1	Katastralgemeinde	Neustadt
PLZ/Ort	3323 Neustadt-Markt	KG-Nr.	03026
Grundstücksnr.		Seehöhe	498 m

SPEZIFISCHER REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN und GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR jeweils unter STANDORTKLIMA-(SK)-Bedingungen

	$HWB_{Ref,SK}$	PEB_{SK}	$CO_{2eq,SK}$	$f_{GEE,SK}$
A ++		A++	A+	
A +				
A				A
B				
C	C			
D				
E				
F				
G				

HWB_{Ref}: Der **Referenz-Heizwärmebedarf** ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

WWWB: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHSB: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

RK: Das **Referenzklima** ist ein virtuelles Klima. Es dient zur Ermittlung von Energiekennzahlen.

EEB: Der **Endenergiebedarf** umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus einerseits dem Endenergiebedarf abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich des dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs und andererseits einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{ern}) und einen nicht erneuerbaren ($PEB_{n,ern}$) Anteil auf.

CO_{2eq}: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden **äquivalenten Kohlendioxidemissionen** (Treibhausgase), einschließlich jener für Vorketten.

SK: Das **Standortklima** ist das reale Klima am Gebäudestandort. Dieses Klimamodell wurde auf Basis der Primärdaten (1970 bis 1999) der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für die Jahre 1978 bis 2007 gegenüber der Vorfassung aktualisiert.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der OiB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden bzw. 2018/844/EU vom 30. Mai 2018 und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG). Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren für Primärenergie und Kohlendioxidemissionen ist für Strom: 2013-09 – 2018-08, und es wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

Energieausweis für Wohngebäude

GEBÄUDEKENNDATEN

EA-Art:

Brutto-Grundfläche (BGF)	291,4 m ²	Heiztage	290 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Bezugsfläche (BF)	233,1 m ²	Heizgradtage	4259 Kd	Solarthermie	- m ²
Brutto-Volumen (V _B)	840,7 m ³	Klimaregion	N	Photovoltaik	- kWp
Gebäude-Hüllfläche (A)	569,0 m ²	Norm-Außentemperatur	-14,9 °C	Stromspeicher	- kWh
Kompaktheit (A/V)	0,68 1/m	Soll-Innentemperatur	22,0 °C	WW-WB-System (primär)	kombiniert
charakteristische Länge (ℓ _c)	1,48 m	mittlerer U-Wert	0,250 W/m ² K	WW-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-BGF	- m ²	LEK _T -Wert	21,61	RH-WB-System (primär)	Wärmepumpe
Teil-BF	- m ²	Bauweise	mittelschwere	RH-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-V _B	- m ³				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)

Nachweis über den
Endenergiebedarf

Ergebnisse		Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	HWB _{Ref,RK} = 39,6 kWh/m ² a entspricht	HWB _{Ref,RK,zul} =	50,4 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	HWB _{RK} = 39,6 kWh/m ² a		
Endenergiebedarf	EEB _{RK} = 31,0 kWh/m ² a entspricht	EEB _{RK} =	36,8 kWh/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE,RK} = 0,79		
Erneuerbarer Anteil	- entspricht		Punkt 5.2.3 a, b, c

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	Q _{h,Ref,SK} = 15 066 kWh/a	HWB _{Ref,SK} =	51,7 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	Q _{h,SK} = 14 634 kWh/a	HWB _{SK} =	50,2 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	Q _{tw} = 2 234 kWh/a	WWWB =	7,7 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	Q _{H,Ref,SK} = 6 363 kWh/a	HEB _{SK} =	21,8 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Warmwasser		e _{AWZ,WW} =	0,94
Energieaufwandszahl Raumheizung		e _{AWZ,RH} =	0,28
Energieaufwandszahl Heizen		e _{AWZ,H} =	0,37
Haushaltsstrombedarf	Q _{HHSB} = 4 048 kWh/a	HHSB =	13,9 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	Q _{EEB,SK} = 10 411 kWh/a	EEB _{SK} =	35,7 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	Q _{PEB,SK} = 16 970 kWh/a	PEB _{SK} =	58,2 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	Q _{PEBn,ern,SK} = 10 619 kWh/a	PEB _{n,ern,SK} =	36,4 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	Q _{PEBern,SK} = 6 351 kWh/a	PEB _{ern,SK} =	21,8 kWh/m ² a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	Q _{CO2eq,SK} = 2 363 kg/a	CO _{2eq,SK} =	8,1 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f _{GEE,SK} =	0,77
Photovoltaik-Export	Q _{PVE,SK} = 0 kWh/a	PVE _{EXPORT,SK} =	0,0 kWh/m ² a

ERSTELLT

GWR-Zahl	<input type="text"/>	ErstellerIn	ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION
Ausstellungsdatum	01.05.2022	Unterschrift	<input type="text"/>
Gültigkeitsdatum	30.04.2032		
Geschäftszahl	<input type="text"/>		

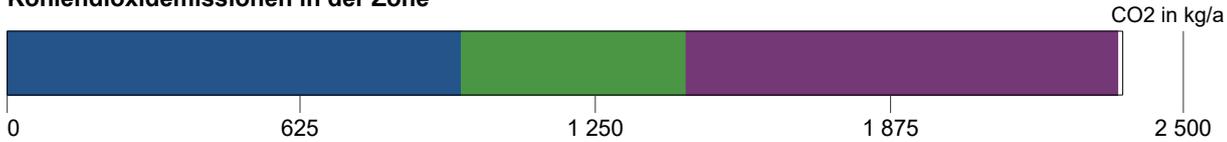
Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Sanierungsvariante 1

Wohnen

Nutzprofil: Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

Kohlendioxidemissionen in der Zone



Primärenergie, CO2 in der Zone

	Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH Raumheizung Anlage 1	100,0		
Strom (Liefermix)		5 940	827
TW Warmwasser Anlage 1	100,0		
Strom (Liefermix)		3 376	470
SB Haushaltsstrombedarf	100,0		
Strom (Liefermix)		6 597	918

Hilfsenergie in der Zone

	Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
RH Raumheizung Anlage 1	100,0		
Strom (Liefermix)		999	139
TW Warmwasser Anlage 1	100,0		
Strom (Liefermix)		55	7

Energiebedarf in der Zone

	versorgt BGF m ²	Lstg. kW	EB kWh/a
RH Raumheizung Anlage 1	291,40	11	3 644
TW Warmwasser Anlage 1	291,40		2 071
SB Haushaltsstrombedarf	291,40		4 047

Konversionsfaktoren

Konversionsfaktoren zur Ermittlung des PEB (f_{PE}), des nichterneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,n.ern.}$), des erneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,ern.}$) sowie des CO₂ (f_{CO_2}).

	f_{PE}	$f_{PE,n.ern.}$	$f_{PE,ern.}$	f_{CO_2} g/kWh
Strom (Liefermix)	1,63	1,02	0,61	227

Raumheizung Anlage 1

Bereitstellung: RH-Wärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung (10,50 kW), Wärmepumpe, monovalenter Betrieb, Luft/Wasser-Wärmepumpe, ab 2017 (COP N = 3,96), modulierend, Baujahr 2021

Jahresarbeitszahl

3,71 -

Jahresarbeitszahl gesamt (inkl. Hilfsenergie)

3,71 -

Referenzanlage: RH-Wärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung (11,40 kW), Wärmepumpe, monovalenter Betrieb, Luft/Wasser-Wärmepumpe, 2005 bis 2016 (COP N = 3,30), nicht modulierend

Jahresarbeitszahl

2,95 -

Jahresarbeitszahl gesamt (inkl. Hilfsenergie)

2,95 -

Speicherung: Heizungsspeicher (Wärmepumpe) (1994 -), Anschlussteile gedämmt, mit E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, Defaultwert (Nenninhalt: 262 l)

Referenzanlage: kein Speicher

Verteilungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Sanierungsvariante 1

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal proportional, Lage konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Anbindeleitungen: Längen pauschal, 2/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, 1/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Abgabe: Einzelraumregelung mit elektronischem Regelgerät mit Optimierungsfunktion, Flächenheizung, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Flächenheizung (30 °C / 25 °C), gleitende Betriebsweise

Referenzanlage: Einzelraumregelung mit elektronischem Regelgerät mit Optimierungsfunktion, Flächenheizung, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Flächenheizung (40 °C / 30 °C), gleitende Betriebsweise

	Verteilleitungen	Steigleitungen	Anbindeleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	81,59 m
unkonditioniert	18,69 m	23,31 m	

Warmwasser Anlage 1

Bereitstellung: WW- und RH-Wärmebereitstellung kombiniert, Raumheizung Anlage 1

Referenzanlage: WW- und RH-Wärmebereitstellung kombiniert, Raumheizung Anlage 1

Speicherung: indirekt, ölbeheizter Warmwasserspeicher (1986 - 1993), Anschlusssteile gedämmt, mit E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, Defaultwert (Nenninhalt: 407 l)

Referenzanlage: indirekt beheizter Warmwasserspeicher, Wärmepumpe (1994 -), Anschlusssteile gedämmt, ohne E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, Defaultwert (Nenninhalt: 582 l)

Verteilleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt

Referenzanlage: Längen pauschal proportional, Lage konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt

Zirkulationsleitung: Ohne Zirkulation

Referenzanlage: Ohne Zirkulation

Stichleitung: Längen pauschal, Kunststoff (Stichl.)

Referenzanlage: Längen pauschal, Kunststoff (Stichl.)

Abgabe: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

Referenzanlage: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

	Verteilleitungen	Steigleitungen	Stichleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	46,62 m
unkonditioniert	10,03 m	11,66 m	

Leitwerte

Sanierungsvariante 1 - Wohnen

Wohnen

... gegen Außen	Le	74,66	
... über Unbeheizt	Lu	36,31	
... über das Erdreich	Lg	18,18	
... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken		13,51	
Transmissionsleitwert der Gebäudehülle	LT	142,67	W/K
Lüftungsleitwert	LV	57,70	W/K
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	Um	0,250	W/m ² K

... gegen Außen, über Unbeheizt und das Erdreich

Bauteile gegen Außenluft

	m ²	W/m ² K	f	f FH	W/K
Ost-Nord-Ost					
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	3,64	0,850	1,0	3,09
0002	AW 30 HLZ AP+IP	24,81	0,189	1,0	4,69
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	23,07	0,218	1,0	5,03
0008	Wohnungseingangstür	4,04	0,700	0,7	1,98
	55,56				14,79
Süd-Süd-Ost					
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	10,92	0,850	1,0	9,28
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	5,74	1,070	1,0	6,14
0002	AW 30 HLZ AP+IP	69,24	0,189	1,0	13,09
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	6,53	0,218	1,0	1,42
	92,43				29,93
West-Süd-West					
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	3,64	0,850	1,0	3,09
0002	AW 30 HLZ AP+IP	52,36	0,189	1,0	9,90
	56,00				12,99
Nord-Nord-West					
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	4,20	0,770	1,0	3,23
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	3,64	0,850	1,0	3,09
0002	AW 30 HLZ AP+IP	66,64	0,189	1,0	12,59
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	0,03	0,218	1,0	0,01
	74,51				18,92
Horizontal					
0003	Decke gg Dachraum	145,04	0,263	0,9	34,33
0004	Decke gg Keller	145,50	0,250	0,5	18,19
	290,54				52,52
	Summe	569,04			

... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken

Leitwerte über Wärmebrücken

Wärmebrücken pauschal	13,51	W/K
-----------------------	--------------	-----

Leitwerte

Sanierungsvariante 1 - Wohnen

... über Lüftung

Lüftungsleitwert

Fensterlüftung

57,70 W/K

Lüftungsvolumen	VL =	606,11 m ³
Luftwechselrate	n =	0,28 1/h

Gewinne

Sanierungsvariante 1 - Wohnen

Wohnen

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Zone

mittelschwere Bauweise

Interne Wärmegewinne

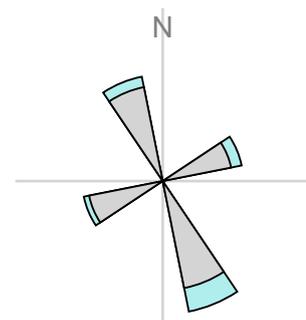
Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

$$q_i = 2,68 \text{ W/m}^2$$

Solare Wärmegewinne

Transparente Bauteile		Anzahl	Fs -	Summe Ag m ²	g -	A trans, h m ²
Ost-Nord-Ost						
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	2	0,65	1,94	0,590	0,65
0008	Wohnungseingangstür	2	0,65	0,00	0,590	0,00
		4		1,94		0,65
Süd-Süd-Ost						
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	6	0,65	5,82	0,590	1,96
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	2	0,65	3,04	0,590	1,02
		8		8,86		2,99
West-Süd-West						
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	2	0,65	1,94	0,590	0,65
		2		1,94		0,65
Nord-Nord-West						
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	6	0,65	2,40	0,590	0,81
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	2	0,65	1,94	0,590	0,65
		8		4,34		1,46

	Aw m ²	Qs, h kWh/a
Ost-Nord-Ost	7,68	368
Süd-Süd-Ost	16,66	2 409
West-Süd-West	3,64	472
Nord-Nord-West	7,84	616
	35,82	3 867



Orientierungsdiagramm

Das Diagramm zeigt die Orientierungen und Flächen von opaken und transparenten Bauteilen

- opak
- transparent

Gewinne

Sanierungsvariante 1 - Wohnen

Strahlungsintensitäten

NeustadtI-Markt, 498 m

	S	SO/SW	O/W	NO/NW	N	H
	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
Jan.	42,12	32,82	18,05	11,48	10,66	27,35
Feb.	59,76	48,37	29,88	18,97	17,07	47,43
Mär.	76,54	66,98	50,23	32,69	26,31	79,73
Apr.	79,90	78,76	68,49	51,36	39,95	114,15
Mai	83,94	90,05	88,52	70,20	54,94	152,62
Jun.	74,04	84,61	86,12	72,53	57,41	151,10
Jul.	79,63	89,00	90,56	73,39	57,77	156,15
Aug.	87,00	91,21	84,20	63,15	46,31	140,33
Sep.	80,85	74,03	60,39	42,86	35,06	97,41
Okt.	69,46	57,98	38,65	24,16	20,53	60,40
Nov.	43,91	34,42	19,28	12,16	11,57	29,67
Dez.	34,52	26,60	13,60	8,52	8,12	20,30

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.

Bauteilliste

Sanierungsvariante 1

0008 Wohnungseingangstür

Sanierung

TGu Top1+2

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Rahmen				2,02	100,00	0,70
			vorh.	2,02		0,70

0004 Decke gg Keller

Sanierung

DGKd U-O

		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Mineralische Wärmedämmplatte (112 kg/m ³)	0,1200	0,044	2,727
2	Beton, Stahlbeton Decke	B	0,2000	2,500
3	Mineralfaser Steinw. (40)	B	0,0300	0,040
4	Estrich (Beton-)	B	0,0600	1,400
5	Belag, Parkett	B	0,0100	0,180
	Wärmeübergangswiderstände			0,340
		0,4200	RT =	3,996
			U =	0,250

B = Bestand

0003 Decke gg Dachraum

Sanierung

DGD O-U

		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Estrich (Beton-)	B	0,0600	1,400
2	Mineralfaser Steinw. (40)	B	0,0300	0,040
3	Beton, Stahlbeton Decke	B	0,2000	2,500
4	Mineralische Wärmedämmplatte (112 kg/m ³)		0,1200	0,044
	Wärmeübergangswiderstände			0,200
		0,4100	RT =	3,800
			U =	0,263

B = Bestand

0002 AW 30 HLZ AP+IP

Sanierung

AW A-I

		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Mineralische Wärmedämmplatte (112 kg/m ³)	0,1600	0,044	3,636
2	Verputz, Kalkzement	B	0,0150	1,000
3	POROTHERM 30	B	0,3000	0,205
4	Verputz, Kalkzement	B	0,0150	1,000
	Wärmeübergangswiderstände			0,170
		0,4900	RT =	5,299
			U =	0,189

B = Bestand

Bauteilliste

Sanierungsvariante 1

0005 IW Stgh 25 HLZ AP+IP

Sanierung

AW	A-I	Lage		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	
		1	Verputz, Kalkzement	B 0,0150	1,000	0,015	
		1	Verputz, Kalkzement	B 0,0150	1,000	0,015	
		2	Hohlziegel (R = 1200)	B 0,2500	0,500	0,500	
		2	Hohlziegel (R = 1200)	B 0,2500	0,500	0,500	
		3	Verputz, Kalkzement	B 0,0150	1,000	0,015	
		3	Verputz, Kalkzement	B 0,0150	1,000	0,015	
		4	Mineralfaser Steinw. (50)	0,1500	0,039	3,846	
		4	Mineralfaser Steinw. (50)	0,1500	0,039	3,846	
		5.0	• Aluminiumblech Breite: 0,00 m Achsenabstand: 0,65 m	0,0000	160,000	0,000	
		5.0	• Aluminiumblech Breite: 0,00 m Achsenabstand: 0,65 m	0,0000	160,000	0,000	
		6	Rigips Bauplatte	0,0125	0,250	0,050	
		6	Rigips Bauplatte	0,0125	0,250	0,050	
		Wärmeübergangswiderstände					0,170
		RT _o =4,596 m ² K/W; RT _u =4,596 m ² K/W;			0,4430	RT =	4,596
						U =	0,218

0007 Terrassentür 2-FI KS 25 50x210

Sanierung

AT	DL 50,00x210,00	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
	Verglasung			0,590	1,52	53,00	0,60
	Rahmen				1,35	47,00	0,70
	Glasrandverbund	20,01	0,060				
				vorh.	2,87		1,07

0001 1-Flügel Fenster 25 70x100

Sanierung

AF	AL 70,00x100,00	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
		m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
	Verglasung			0,590	0,40	57,10	0,50
	Rahmen				0,30	42,90	0,60
	Glasrandverbund	2,60	0,060				
				vorh.	0,70		0,77

Bauteilliste

Sanierungsvariante 1

0002 2-Flügel Fenster 25 130x140

Sanierung

	Länge		ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK					
Verglasung				0,590	0,97	53,30	0,60
Rahmen					0,85	46,70	0,70
Glasrandverbund	6,16	0,060					
				vorh.	1,82		0,85

Ergebnisdarstellung

Sanierungsvariante 1

Berechnungsgrundlagen

Wärmeschutz	U-Wert	ON B 8110-6-1:2019-01-15, EN ISO 10077-1:2018-02-01
Dampfdiffusion	Bewertung	ON B 8110-2: 2003
Schallschutz	R _w	ON B 8115-4: 2003
	R _{res,w}	ON B 8115-4: 2003
	L' _{nT,w}	ON B 8115-4: 2003
	D _{nT,w}	ON B 8115-4: 2003

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	Dampf- diffusion	R _w dB	L' _{nT,w} dB
0004	Decke gg Keller	0,250 (0,30)		(58)	(48)
0003	Decke gg Dachraum	0,263 (0,15)		(42)	(53)
0002	AW 30 HLZ AP+IP	0,189 (0,21)		(43)	
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP	0,218 (0,21)		(43)	

Transparente Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	U-Wert _{PNM} W/m ² K	R _w (C; C _{tr}) dB
0008	Wohnungseingangstür	0,700 (2,50)		35 (-; -) (42 (-; -))
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	1,070 (1,10)		30 (-; -) (28 (-; -))
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	0,770 (1,10)		30 (-; -) (28 (-; -))
0002	2-Flügel Fenster 25 130x140	0,850 (1,10)		30 (-; -) (28 (-; -))

Bauteilflächen

Sanierungsvariante 1 - Alle Gebäudeteile/Zonen

Flächen der thermischen Gebäudehülle			m ²
			569,04
Opake Flächen	93,71 %		533,22
Fensterflächen	6,29 %		35,82
Wärmefluss nach oben			145,04
Wärmefluss nach unten			145,50

Flächen der thermischen Gebäudehülle

Wohnen

Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

					m ²
0001	1-Flügelfenster 25 70x100	6 x 0,70			4,20
	Fenster-011	NNW	CAD	0. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-012	NNW	CAD	0. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-013	NNW	CAD	0. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-011	NNW	CAD	1. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-012	NNW	CAD	1. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
	Fenster-013	NNW	CAD	1. Geschoss, 1-Flügelfenster 25	
0002	2-Flügelfenster 25 130x140	12 x 1,82			21,84
	Fenster-008	ONO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-008	ONO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-006	SSO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-009	SSO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-010	SSO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-006	SSO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-009	SSO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-010	SSO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-007	WSW	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-007	WSW	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-007	NNW	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
	Fenster-007	NNW	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25	
0002	AW 30 HLZ AP+IP				213,05
	Wand-017	ONO	CAD	1 x 13,72 - 1,82	11,90
	Wand-017	ONO	CAD	1 x 14,73 - 1,82	12,91
	Wand-005	SSO	CAD	1 x 18,63 - 3,64	14,99
	Wand-039	SSO	CAD	1 x 24,01 - 4,68	19,33
	Wand-005	SSO	CAD	1 x 18,92 - 3,64	15,28
	Wand-039	SSO	CAD	1 x 24,32 - 4,68	19,64
	Wand-002	WSW	CAD	1 x 27,00 - 1,82	25,18
	Wand-002	WSW	CAD	1 x 29,00 - 1,82	27,18
	Wand-001	NNW	CAD	1 x 22,95 - 1,82	21,13
	Wand-022	NNW	CAD	1 x 12,96 - 2,10	10,86
	Wand-001	NNW	CAD	1 x 24,65 - 1,82	22,83
	Wand-022	NNW	CAD	1 x 13,92 - 2,10	11,82

Bauteilflächen

Sanierungsvariante 1 - Alle Gebäudeteile/Zonen

					m ²
0003	Decke gg Dachraum				145,04
	Decke-003	H	CAD	1 x 145,04	145,04
					m ²
0004	Decke gg Keller				145,50
	Decke-003	H	CAD	1 x 145,50	145,50
					m ²
0005	IW Stgh 25 HLZ AP+IP				29,63
	Wand-020	ONO	CAD	1 x 11,71	11,71
	Wand-020	ONO	CAD	1 x 11,36	11,36
	Wand-062	SSO	CAD	1 x 6,53	6,53
	Wand-061	NNW	CAD	1 x 0,03	0,03
					m ²
0007	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210				5,74
	Tür-009	SSO	CAD	0. Geschoss, Terrassentür 2-FI KS 25	
	Tür-009	SSO	CAD	1. Geschoss, Terrassentür 2-FI KS 25	
					m ²
0008	Wohnungseingangstür				4,04
	Tür-015	ONO	CAD	0. Geschoss, Blockfutter 25	
	Tür-015	ONO	CAD	1. Geschoss, Blockfutter 25	

Grundfläche und Volumen

Sanierungsvariante 1

Brutto-Grundfläche und Brutto-Volumen

		BGF [m ²]	V [m ³]
Wohnen	beheizt	291,40	840,68

Wohnen

beheizt

	Formel	Höhe [m]	BGF [m ²]	V [m ³]
0. Geschoss				
BGF Thermisch EG	1 x 145,70	2,97	145,70	432,72
1. Geschoss				
BGF Thermisch 1.OG	1 x 145,70	2,80	145,70	407,96
Summe Wohnen			291,40	840,68

Energiepreis

Sanierungsvariante 1

Gebäudedaten: Wohnen

Brutto-Grundfläche	291,40 m ²	Nutzungsprofil	Wohngebäude mit einer oder z
Konditioniertes Brutto-Volumen	840,68 m ³	fGEE	0,77 -
Gebäudehüllfläche	569,04 m ²	HWB SK	50,20 kWh/m ² a
Kompaktheit (A/V)	0,68 1/m		

Energiepreis

Energieträger	EEB kWh/m ² a	Energiepreis	
		EUR/kWh	EUR/m ² a
Strom (Liefermix)	35,72	0,14	5,15
Summe	35,72		5,15 (1 503 EUR/a)

Bedarf am Standort

Energieträger		Energiebedarf	
		zonenbezogen kWh/a	spezifisch kWh/m ² a
Raumheizung	Strom (Liefermix)	4 257	14,61
Warmwasser	Strom (Liefermix)	2 105	7,22
Haushaltsstrombedarf	Strom (Liefermix)	4 047	13,89

Anmerkungen:



Sanierungsvariante 2

Georgstraße 1
A 3323, Neustadt-Markt

VerfasserIn

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

T
F
M
E

Bericht

Sanierungsvariante 2

Sanierungsvariante 2

Georgstraße 1
3323 Neustadtl-Markt

Katastralgemeinde: 03026 Neustadtl
Einlagezahl:
Grundstücksnummer:
GWR Nummer:

Planunterlagen

Datum: 00.00.00
Nummer:

VerfasserIn der Unterlagen

ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION

T
F
M
E

ErstellerIn Nummer:

Angewandte Berechnungsverfahren

Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01
Unkonditionierte Gebäudeteile	vereinfacht, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Erdberührte Gebäudeteile	vereinfacht, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Wärmebrücken	pauschal, ON B 8110-6-1:2019-01-15, Formel (11)
Verschattungsfaktoren	vereinfacht, ON B 8110-6-1:2019-01-15
Heiztechnik	ON H 5056-1:2019-01-15
Raumlufttechnik	ON H 5057-1:2019-01-15
Beleuchtung	ON H 5059-1:2019-01-15
Kühltechnik	ON H 5058-1:2019-01-15

Diese Lokalisierung entspricht der OIB Richtlinie 6:2019, es werden die Berechnungsnormen Stand 2019 verwendet, die Anforderungen entsprechen den Höchstwerten der Richtlinie 6, 04-2019 ab dem Jahr 2021

Energieausweis für Wohngebäude

BEZEICHNUNG	Sanierungsvariante 2	Umsetzungsstand	Sanierung
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	1980
Nutzungsprofil	Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten	Letzte Veränderung	
Straße	Georgstraße 1	Katastralgemeinde	Neustadt
PLZ/Ort	3323 Neustadt-Markt	KG-Nr.	03026
Grundstücksnr.		Seehöhe	498 m

SPEZIFISCHER REFERENZ-HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN und GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR jeweils unter STANDORTKLIMA-(SK)-Bedingungen

	$HWB_{Ref,SK}$	PEB_{SK}	$CO_{2eq,SK}$	$f_{GEE,SK}$
A++		A++	A++	A+
A+				
A				
B	B			
C				
D				
E				
F				
G				

HWB_{Ref}: Der **Referenz-Heizwärmebedarf** ist jene Wärmemenge, die in den Räumen bereitgestellt werden muss, um diese auf einer normativ geforderten Raumtemperatur, ohne Berücksichtigung allfälliger Erträge aus Wärmerückgewinnung, zu halten.

WWWB: Der **Warmwasserwärmebedarf** ist in Abhängigkeit der Gebäudekategorie als flächenbezogener Defaultwert festgelegt.

HEB: Beim **Heizenergiebedarf** werden zusätzlich zum Heiz- und Warmwasserwärmebedarf die Verluste des gebäudetechnischen Systems berücksichtigt, dazu zählen insbesondere die Verluste der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung und der Wärmeabgabe sowie allfälliger Hilfsenergie.

HHSB: Der **Haushaltsstrombedarf** ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht in etwa dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch eines österreichischen Haushalts.

RK: Das **Referenzklima** ist ein virtuelles Klima. Es dient zur Ermittlung von Energiekennzahlen.

EEB: Der **Endenergiebedarf** umfasst zusätzlich zum Heizenergiebedarf den Haushaltsstrombedarf, abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich eines dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss (Lieferenergiebedarf).

f_{GEE}: Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus einerseits dem Endenergiebedarf abzüglich allfälliger Endenergieerträge und zuzüglich des dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs und andererseits einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

PEB: Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB_{ern}) und einen nicht erneuerbaren ($PEB_{n,ern}$) Anteil auf.

CO_{2eq}: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden **äquivalenten Kohlendioxidemissionen** (Treibhausgase), einschließlich jener für Vorketten.

SK: Das **Standortklima** ist das reale Klima am Gebäudestandort. Dieses Klimamodell wurde auf Basis der Primärdaten (1970 bis 1999) der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik für die Jahre 1978 bis 2007 gegenüber der Vorfassung aktualisiert.

Alle Werte gelten unter der Annahme eines normierten BenutzerInnenverhaltens. Sie geben den Jahresbedarf pro Quadratmeter beheizter Brutto-Grundfläche an.

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der OiB-Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ des Österreichischen Instituts für Bautechnik in Umsetzung der Richtlinie 2010/31/EU vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden bzw. 2018/844/EU vom 30. Mai 2018 und des Energieausweis-Vorlage-Gesetzes (EAVG). Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren für Primärenergie und Kohlendioxidemissionen ist für Strom: 2013-09 – 2018-08, und es wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

Energieausweis für Wohngebäude

GEBÄUDEKENNDATEN

EA-Art:

Brutto-Grundfläche (BGF)	412,3 m ²	Heiztage	248 d	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Bezugsfläche (BF)	329,8 m ²	Heizgradtage	4259 Kd	Solarthermie	- m ²
Brutto-Volumen (V _B)	1 316,4 m ³	Klimaregion	N	Photovoltaik	5,0 kWp
Gebäude-Hüllfläche (A)	591,7 m ²	Norm-Außentemperatur	-14,9 °C	Stromspeicher	- kWh
Kompaktheit (A/V)	0,45 1/m	Soll-Innentemperatur	22,0 °C	WW-WB-System (primär)	kombiniert
charakteristische Länge (ℓ _c)	2,22 m	mittlerer U-Wert	0,210 W/m ² K	WW-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-BGF	- m ²	LEK _T -Wert	15,23	RH-WB-System (primär)	Wärmepumpe
Teil-BF	- m ²	Bauweise	mittelschwere	RH-WB-System (sekundär, opt.)	-
Teil-V _B	- m ³				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Referenzklima)

Nachweis über den
Endenergiebedarf

Ergebnisse		Anforderungen	
Referenz-Heizwärmebedarf	HWB _{Ref,RK} = 23,8 kWh/m ² a entspricht	HWB _{Ref,RK,zul} = 39,2 kWh/m ² a	
Heizwärmebedarf	HWB _{RK} = 23,8 kWh/m ² a		
Endenergiebedarf	EEB _{RK} = 20,8 kWh/m ² a entspricht	EEB _{RK} = 36,6 kWh/m ² a	
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	f _{GEE,RK} = 0,56		
Erneuerbarer Anteil	- entspricht		Punkt 5.2.3 a, b, c

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	Q _{h,Ref,SK} = 12 937 kWh/a	HWB _{Ref,SK} = 31,4 kWh/m ² a
Heizwärmebedarf	Q _{h,SK} = 12 428 kWh/a	HWB _{SK} = 30,1 kWh/m ² a
Warmwasserwärmebedarf	Q _{tw} = 3 160 kWh/a	WWWB = 7,7 kWh/m ² a
Heizenergiebedarf	Q _{H,Ref,SK} = 6 699 kWh/a	HEB _{SK} = 16,3 kWh/m ² a
Energieaufwandszahl Warmwasser		e _{AWZ,WW} = 0,91
Energieaufwandszahl Raumheizung		e _{AWZ,RH} = 0,30
Energieaufwandszahl Heizen		e _{AWZ,H} = 0,42
Haushaltsstrombedarf	Q _{HHSB} = 5 726 kWh/a	HHSB = 13,9 kWh/m ² a
Endenergiebedarf	Q _{EEB,SK} = 9 883 kWh/a	EEB _{SK} = 24,0 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	Q _{PEB,SK} = 16 108 kWh/a	PEB _{SK} = 39,1 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	Q _{PEBn,ern,SK} = 10 080 kWh/a	PEB _{n,ern,SK} = 24,5 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf erneuerbar	Q _{PEBern,SK} = 6 028 kWh/a	PEB _{ern,SK} = 14,6 kWh/m ² a
äquivalente Kohlendioxidemissionen	Q _{CO2eq,SK} = 2 243 kg/a	CO _{2eq,SK} = 5,4 kg/m ² a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f _{GEE,SK} = 0,57
Photovoltaik-Export	Q _{PVE,SK} = 1 523 kWh/a	PVE _{EXPORT,SK} = 3,7 kWh/m ² a

ERSTELLT

GWR-Zahl	<input type="text"/>	ErstellerIn	ArchiPHYSIK - A-NULL - SCHULVERSION
Ausstellungsdatum	01.06.2022	Unterschrift	<input type="text"/>
Gültigkeitsdatum	31.05.2032		
Geschäftszahl	<input type="text"/>		

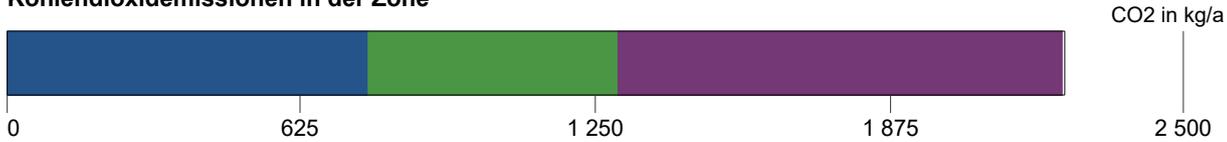
Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Sanierungsvariante 2

Wohnen

Nutzprofil: Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

Kohlendioxidemissionen in der Zone



Primärenergie, CO2 in der Zone

		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
■	RH	Raumheizung Anlage 1 Photovoltaik	9,1	0
■	RH	Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	90,9	4 827
■	TW	Warmwasser Anlage 1 Photovoltaik	18,2	0
■	TW	Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	81,8	3 748
■	SB	Haushaltsstrombedarf Photovoltaik	27,3	0
■	SB	Haushaltsstrombedarf Strom (Liefermix)	72,7	6 785

Hilfsenergie in der Zone

		Anteil	PEB kWh/a	CO2 kg/a
■	RH	Raumheizung Anlage 1 Photovoltaik	27,3	0
■	RH	Raumheizung Anlage 1 Strom (Liefermix)	72,7	689
■	TW	Warmwasser Anlage 1 Photovoltaik	27,3	0
■	TW	Warmwasser Anlage 1 Strom (Liefermix)	72,7	57

Energiebedarf in der Zone

		versorgt BGF m ²	Lstg. kW	EB kWh/a	
	RH	Raumheizung Anlage 1	412,27	12	3 258
	TW	Warmwasser Anlage 1	412,27		2 811
	SB	Haushaltsstrombedarf	412,27		5 726

Konversionsfaktoren

Konversionsfaktoren zur Ermittlung des PEB (f_{PE}), des nichterneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,n.ern.}$), des erneuerbaren Anteils des PEB ($f_{PE,ern.}$) sowie des CO₂ (f_{CO_2}).

	f_{PE}	$f_{PE,n.ern.}$	$f_{PE,ern.}$	f_{CO_2} g/kWh
Photovoltaik	0,00	0,00	0,00	0
Strom (Liefermix)	1,63	1,02	0,61	227

Raumheizung Anlage 1

Bereitstellung: RH-Wärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung (11,66 kW), Wärmepumpe, monovalenter Betrieb, Luft/Wasser-Wärmepumpe, ab 2017 (COP N = 3,96), modulierend, Baujahr 2021

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Sanierungsvariante 2

Jahresarbeitszahl	3,45 -
Jahresarbeitszahl gesamt (inkl. Hilfsenergie)	3,45 -
Referenzanlage: RH-Wärmebereitstellung zentral, Defaultwert für Leistung (13,93 kW), Wärmepumpe, monovalenter Betrieb, Luft/Wasser-Wärmepumpe, 2005 bis 2016 (COP N = 3,30), nicht modulierend	
Jahresarbeitszahl	2,82 -
Jahresarbeitszahl gesamt (inkl. Hilfsenergie)	2,82 -
Speicherung: Heizungsspeicher (Wärmepumpe) (1994 - ...), Anschlussteile gedämmt, mit E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, Defaultwert (Nenninhalt: 291 l)	
Referenzanlage: kein Speicher	
Verteilleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt	
Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt	
Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt	
Referenzanlage: Längen pauschal proportional, Lage konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt	
Anbindeleitungen: Längen pauschal, 2/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt	
Referenzanlage: Längen pauschal, 1/3 gedämmt, Armaturen gedämmt	
Abgabe: Einzelraumregelung mit elektronischem Regelgerät mit Optimierungsfunktion, Flächenheizung, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Flächenheizung (30 °C / 25 °C), gleitende Betriebsweise	
Referenzanlage: Einzelraumregelung mit elektronischem Regelgerät mit Optimierungsfunktion, Flächenheizung, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung, Flächenheizung (40 °C / 30 °C), gleitende Betriebsweise	

	Verteilleitungen	Steigleitungen	Anbindeleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	115,44 m
unkonditioniert	23,33 m	32,98 m	

Warmwasser Anlage 1

Bereitstellung: WW- und RH-Wärmebereitstellung kombiniert, Raumheizung Anlage 1	
Referenzanlage: WW- und RH-Wärmebereitstellung kombiniert, Raumheizung Anlage 1	
Speicherung: indirekt, ölbeheizter Warmwasserspeicher (1986 - 1993), Anschlussteile gedämmt, mit E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, Defaultwert (Nenninhalt: 577 l)	
Referenzanlage: indirekt beheizter Warmwasserspeicher, Wärmepumpe (1994 - ...), Anschlussteile gedämmt, ohne E-Patrone, Aufstellungsort nicht konditioniert, Nenninhalt, Defaultwert (Nenninhalt: 824 l)	
Verteilleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt	
Referenzanlage: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt	
Steigleitungen: Längen pauschal, nicht konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen ungedämmt	
Referenzanlage: Längen pauschal proportional, Lage konditioniert, 3/3 gedämmt, Armaturen gedämmt	
Zirkulationsleitung: Ohne Zirkulation	
Referenzanlage: mit Zirkulation, Längen und Lage wie Verteil- und Steigleitung	
Stichleitung: Längen pauschal, Kunststoff (Stichl.)	
Referenzanlage: Längen pauschal, Kunststoff (Stichl.)	
Abgabe: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung	

Anlagentechnik des Gesamtgebäudes

Sanierungsvariante 2

Referenzanlage: Zweigriffarmaturen, individuelle Wärmeverbrauchsermittlung

	Verteilungen	Steigleitungen	Stichleitungen
Wohnen	0,00 m	0,00 m	65,96 m
unkonditioniert	11,29 m	16,49 m	

Lüftungsanlage

Wärmerückgewinnung: mechanische Lüftung für Wohngebäude mit Wärmerückgewinnung, Luftvolumenströme mehr als 1000 m³/h, Luftwechsel bei Luftdichtigkeitsprüfung (n₅₀) = 0,5 1/h, Zusätzl. Luftwechsel (n_x) = 0,04 1/h, Plattenwärmeaustauscher mit Feuchteübertragung ab dem 1.1.2018, Wärmebereitstellungsgrad = 81 %, ohne Erdwärmetauscher, Nutzungsgrad EWT = 0 %, Mehrfamilienhäuser (P SFP,ZUL = 1 250,00 Ws/m³), P SFP,ABL = 1 250,00 Ws/m³)

Art der Lüftung: keine Nachtlüftung, Bypasssystem vorhanden, kein Befeuchter, Defaultwert für die Begrenzung des maximalen Luftvolumenstroms, maximaler Luftvolumenstrom = 0 m³/h

Photovoltaikanlage

Kollektor: Erträge werden beim EAW berücksichtigt: Energieausweis (Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten), Aperturfläche: 33,33 m², Spitzenleistung: 5,00 kW, mittlerer Wirkungsgrad: η PVM = 0,15 - monokristallines Silicium, mittlerer Systemleistungsfaktor: f PVA = 0,76 - unbelüftete PV-Module, Geländewinkel 10°, Orientierung des Kollektors Süd, Neigungswinkel 0°, kein Stromspeicher

Leitwerte

Sanierungsvariante 2 - Wohnen

Wohnen

... gegen Außen	Le	98,76	
... über Unbeheizt	Lu	0,00	
... über das Erdreich	Lg	15,27	
... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken		12,71	
Transmissionsleitwert der Gebäudehülle	LT	126,75	W/K
Lüftungsleitwert	LV	81,63	W/K
Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient	Um	0,210	W/m ² K

... gegen Außen, über Unbeheizt und das Erdreich

Bauteile gegen Außenluft

	m ²	W/m ² K	f	f FH	W/K
Ost-Nord-Ost					
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	6,48	0,750	1,0	4,86
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	1,82	0,890	1,0	1,62
0005	Eingangstür 02 1-FI 25 100x220	2,76	0,860	1,0	2,37
0001	AW 30 HLZ AP+IP	19,75	0,157	1,0	3,10
	30,81				11,95
Süd-Süd-Ost					
0014	2-Flügel Fenster 1+1 25 130x140	5,46	0,880	1,0	4,80
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	9,10	0,890	1,0	8,10
0006	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	12,45	0,800	1,0	9,96
0001	AW 30 HLZ AP+IP	89,06	0,157	1,0	13,98
	116,07				36,84
West-Süd-West					
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	1,82	0,890	1,0	1,62
0001	AW 30 HLZ AP+IP	18,71	0,157	1,0	2,94
	20,53				4,56
Nord-Nord-West					
0014	2-Flügel Fenster 1+1 25 130x140	5,46	0,880	1,0	4,80
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	7,28	0,890	1,0	6,48
0001	AW 30 HLZ AP+IP	64,80	0,157	1,0	10,17
	77,54				21,45
Horizontal					
0003	Flachdach begrünt	177,92	0,122	1,0	21,71
0004	Terrassendecke Wintergarten	12,14	0,185	1,0	2,25
0001	Decke gg Keller	156,70	0,195	0,5	15,28
	346,76				39,24
	Summe	591,71			

... Leitwertzuschlag für linienförmige und punktförmige Wärmebrücken

Leitwerte über Wärmebrücken

Wärmebrücken pauschal

12,71 W/K

Leitwerte

Sanierungsvariante 2 - Wohnen

... über Lüftung

Lüftungsleitwert

Fensterlüftung

81,63 W/K

Lüftungsvolumen	VL =	857,52 m ³
Luftwechselrate	n =	0,28 1/h

Gewinne

Sanierungsvariante 2 - Wohnen

Wohnen

Wirksame Wärmespeicherfähigkeit der Zone

mittelschwere Bauweise

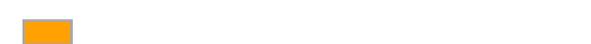
Interne Wärmegewinne

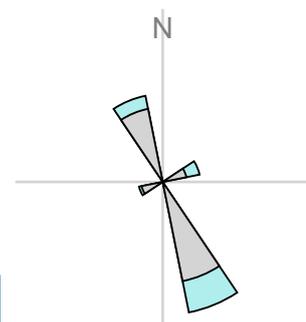
Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

$$q_i = 2,68 \text{ W/m}^2$$

Solare Wärmegewinne

Transparente Bauteile		Anzahl	Fs -	Summe Ag m ²	g -	A trans, h m ²
Ost-Nord-Ost						
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	1	0,65	4,90	0,480	1,34
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	1	0,65	1,18	0,480	0,32
0005	Eingangstür 02 1-FI 25 100x220	1	0,65	0,00	0,480	0,00
		3		6,08		1,67
Süd-Süd-Ost						
0014	2-Flügel Fenster 1+1 25 130x140	3	0,65	3,60	0,480	0,99
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	5	0,65	5,90	0,480	1,62
0006	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	3	0,65	8,28	0,480	2,27
		11		17,78		4,89
West-Süd-West						
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	1	0,65	1,18	0,480	0,32
		1		1,18		0,32
Nord-Nord-West						
0014	2-Flügel Fenster 1+1 25 130x140	3	0,65	3,60	0,480	0,99
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	4	0,65	4,72	0,480	1,29
		7		8,32		2,28

	Aw m ²	Qs, h kWh/a	
Ost-Nord-Ost	11,06	940	
Süd-Süd-Ost	27,01	3 934	
West-Süd-West	1,82	233	
Nord-Nord-West	12,74	961	
	52,63	6 069	



Orientierungsdiagramm

Das Diagramm zeigt die Orientierungen und Flächen von opaken und transparenten Bauteilen

 opak
 transparent

Gewinne

Sanierungsvariante 2 - Wohnen

Strahlungsintensitäten

NeustadtI-Markt, 498 m

	S	SO/SW	O/W	NO/NW	N	H
	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
Jan.	42,12	32,82	18,05	11,48	10,66	27,35
Feb.	59,76	48,37	29,88	18,97	17,07	47,43
Mär.	76,54	66,98	50,23	32,69	26,31	79,73
Apr.	79,90	78,76	68,49	51,36	39,95	114,15
Mai	83,94	90,05	88,52	70,20	54,94	152,62
Jun.	74,04	84,61	86,12	72,53	57,41	151,10
Jul.	79,63	89,00	90,56	73,39	57,77	156,15
Aug.	87,00	91,21	84,20	63,15	46,31	140,33
Sep.	80,85	74,03	60,39	42,86	35,06	97,41
Okt.	69,46	57,98	38,65	24,16	20,53	60,40
Nov.	43,91	34,42	19,28	12,16	11,57	29,67
Dez.	34,52	26,60	13,60	8,52	8,12	20,30

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.

Bauteilliste

Sanierungsvariante 2

0001 Decke gg Keller

Sanierung

DGKd

U-O

			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Parkettboden geklebt	B	0,0200	0,200	0,100
2	Estrich (Heiz-)	B	0,0600	1,400	0,043
3	• Mineralische Wärmedämmplatte mit erhöhter Druckfestigkeit (100 kg/m ³)	B	0,0300	0,000	0,000
4	• Stahlbeton 120 kg/m ³ Armierungsstahl (1,5 Vol.%)	B	0,2000	2,400	0,083
5	• Mineralische Wärmedämmplatte (112 kg/m ³)		0,2000	0,044	4,545
6	Putzmörtel (Kalkzement)		0,0150	0,870	0,017
Wärmeübergangswiderstände					0,340
			0,5250	RT =	5,128
B = Bestand				U =	0,195

0004 Terrassendecke Wintergarten

Neubau

DD

U-O

			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Belag, Parkett		0,0020	0,180	0,011
2	Estrich (Beton-)		0,0060	1,400	0,004
3	Dämmung, hart Mineralwolle		0,0030	0,036	0,083
4	Beton B300		0,2000	1,900	0,105
5	Dämmung, hart XPS		0,1600	0,032	5,000
6	Verputz, Kalkzement		0,0020	1,000	0,002
Wärmeübergangswiderstände					0,210
			0,3730	RT =	5,415
				U =	0,185

0001 AW 30 HLZ AP+IP

Sanierung

AW

A-I

			d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Verputz, Kalkzement		0,0150	1,000	0,015
2	Dämmung, hart Mineralwolle		0,2000	0,036	5,556
3	Hohlziegel (R = 1200)	B	0,3000	0,500	0,600
4	Verputz, Kalkzement	B	0,0150	1,000	0,015
Wärmeübergangswiderstände					0,170
			0,5300	RT =	6,356
B = Bestand				U =	0,157

Bauteilliste

Sanierungsvariante 2

0005 Eingangstür 02 1-FI 25 100x220

Sanierung

AT DL 100,00x220,00

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Internorm Holz-Alu-Fensterrahmen HF 410 (für Glasdicke 48mm) FICHTE				2,76	100,00	0,86
			vorh.	2,76		0,86

0006 Terrassentür 2-FI KS 25 50x210

Sanierung

AT DL 50,00x210,00

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Internorm 3-Scheiben Isolierglas ECLAZ® Ug=0,5 (4b:-18Ar90%-4-18Ar90%:-:b4)			0,480	2,76	66,50	0,50
Internorm Holz-Alu-Fensterrahmen HF 410 (für Glasdicke 48mm) FICHTE				1,39	33,50	0,86
Aluminium (3-IV; Ug <0,9; Uf <1,4)	10,82	0,070				
			vorh.	4,15		0,80

0001 1-Flügel Fenster 25 70x100

Sanierung

AF AL 70,00x100,00

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Internorm 3-Scheiben Isolierglas ECLAZ® Ug=0,5 (4b:-18Ar90%-4-18Ar90%:-:b4)			0,480	4,90	75,60	0,50
Internorm Holz-Alu-Fensterrahmen HF 410 (für Glasdicke 48mm) FICHTE				1,58	24,40	0,86
Aluminium (3-IV; Ug <0,9; Uf <1,4)	15,40	0,070				
			vorh.	6,48		0,75

Bauteilliste

Sanierungsvariante 2

0014 2-Flügel Fenster 1+1 25 130x140

Sanierung

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Internorm 3-Scheiben Isolierglas ECLAZ® Ug=0,5 (4b:-18Ar90%-4-18Ar90%:-b4)			0,480	1,20	65,90	0,50
Internorm Holz-Alu-Fensterrahmen HF 410 (für Glasdicke 48mm) FICHTE				0,62	34,10	0,86
Aluminium (3-IV; Ug <0,9; Uf <1,4)	6,80	0,070				
			vorh.	1,82		0,88

0015 2-Flügel Fenster 25 130x140

Sanierung

	Länge	ψ	g	Fläche	%	U
	m	W/mK	-	m ²		W/m ² K
Internorm 3-Scheiben Isolierglas ECLAZ® Ug=0,5 (4b:-18Ar90%-4-18Ar90%:-b4)			0,480	1,18	64,80	0,50
Internorm Holz-Alu-Fensterrahmen HF 410 (für Glasdicke 48mm) FICHTE				0,64	35,20	0,86
Aluminium (3-IV; Ug <0,9; Uf <1,4)	6,76	0,070				
			vorh.	1,82		0,89

0003 Flachdach begrünt

Neubau

		d [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
1	Begrünung	0,1200	2,500	0,048
2	Sperrschicht, Folie	0,0050	0,140	0,036
3	Dämmung, hart XPS	0,2500	0,032	7,813
4	Sperrschicht, Folie	0,0150	0,140	0,107
5	Beton, Stahlbeton Dach	0,2000	2,500	0,080
	Wärmeübergangswiderstände			0,140
		0,5900	RT =	8,224
			U =	0,122

Ergebnisdarstellung

Sanierungsvariante 2

Berechnungsgrundlagen

Wärmeschutz	U-Wert	ON B 8110-6-1:2019-01-15, EN ISO 10077-1:2018-02-01
Dampfdiffusion	Bewertung	ON B 8110-2: 2003
Schallschutz	R _w	ON B 8115-4: 2003
	R _{res,w}	ON B 8115-4: 2003
	L' _{nT,w}	ON B 8115-4: 2003
	D _{nT,w}	ON B 8115-4: 2003

Opake Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	Dampf- diffusion	R _w dB	L' _{nT,w} dB
0001	Decke gg Keller	0,195 (0,30)		(58)	(48)
0004	Terrassendecke Wintergarten	0,185 (0,20)		(60)	(53)
0001	AW 30 HLZ AP+IP	0,157 (0,21)		57 (43)	
0003	Flachdach begrünt	0,122 (0,15)		(43)	(53)

Transparente Bauteile

Erforderliche Werte werden in Klammer angeführt

Nummer	Bezeichnung	U-Wert W/m ² K	U-Wert _{PNM} W/m ² K	R _w (C; C _{tr}) dB
0005	Eingangstür 02 1-FI 25 100x220	0,860 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))
0006	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210	0,800 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100	0,750 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))
0014	2-Flügel Fenster 1+1 25 130x140	0,880 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))
0015	2-Flügel Fenster 25 130x140	0,890 (1,10)		40 (-; -) (28 (-; -))

Bauteilflächen

Sanierungsvariante 2 - Alle Gebäudeteile/Zonen

Flächen der thermischen Gebäudehülle			m ²
			591,71
Opake Flächen	91,11 %		539,08
Fensterflächen	8,89 %		52,63
Wärmefluss nach oben			177,92
Wärmefluss nach unten			168,84

Flächen der thermischen Gebäudehülle

Wohnen

Wohngebäude mit einer oder zwei Nutzungseinheiten

					m ²
0001	1-Flügel Fenster 25 70x100			1 x 6,48	6,48
	Fenster-018	ONO	CAD	1. Geschoss, 1-Flügel Fenster 25	
0001	AW 30 HLZ AP+IP				192,32
	Wand-017	ONO	CAD	1 x 13,55 - 2,46	11,09
	Wand-018	ONO	CAD	1 x 8,66	8,66
	Wand-005	SSO	CAD	1 x 17,78 - 3,89	13,89
	Wand-039	SSO	CAD	1 x 18,97 - 2,38	16,59
	Wand-005	SSO	CAD	1 x 19,05 - 3,89	15,16
	Wand-039	SSO	CAD	1 x 19,86 - 2,44	17,42
	Wand-094	SSO	CAD	1 x 20,47 - 3,92	16,55
	Wand-094	SSO	CAD	1 x 9,45	9,45
	Wand-093	WSW	CAD	1 x 20,51 - 1,80	18,71
	Wand-091	NNW	CAD	1 x 46,93 - 5,72	41,21
	Wand-001	NNW	CAD	1 x 27,13 - 3,54	23,59
0001	Decke gg Keller				156,70
	Decke-003	H	CAD	1 x 156,85 - 0,15	156,70
0003	Flachdach begrünt				177,92
	Decke-003	H	CAD	1 x 177,92	177,92
0004	Terrassendecke Wintergarten				12,14
	Decke-007	H	CAD	1 x 12,14	12,14
0005	Eingangstür 02 1-FI 25 100x220			1 x 2,76	2,76
	Tür-015	ONO	CAD	0. Geschoss, Eingang 02 1-FI 25	
0006	Terrassentür 2-FI KS 25 50x210			3 x 4,15	12,45
	Tür-014	SSO	CAD	0. Geschoss, Terrassentür 2-FI KS 25	

Bauteilflächen

Sanierungsvariante 2 - Alle Gebäudeteile/Zonen

Tür-014	SSO	CAD	1. Geschoss, Terrassentür 2-FI KS 25
Tür-014	SSO	CAD	2. Geschoss, Terrassentür 2-FI KS 25

0014	2-Flügelfenster 1+1 25 130x140		6 x 1,82	m² 10,92
	Fenster-020	SSO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 1+1 25
	Fenster-019	SSO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 1+1 25
	Fenster-019	SSO	CAD	2. Geschoss, 2-Flügelfenster 1+1 25
	Fenster-021	NNW	CAD	2. Geschoss, 2-Flügelfenster 1+1 25
	Fenster-022	NNW	CAD	2. Geschoss, 2-Flügelfenster 1+1 25
	Fenster-023	NNW	CAD	2. Geschoss, 2-Flügelfenster 1+1 25

0015	2-Flügelfenster 25 130x140		11 x 1,82	m² 20,02
	Fenster-015	ONO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-016	SSO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-016	SSO	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-016	SSO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-016	SSO	CAD	1. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-016	SSO	CAD	2. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-014	WSW	CAD	2. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-012	NNW	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-013	NNW	CAD	0. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-012	NNW	CAD	2. Geschoss, 2-Flügelfenster 25
	Fenster-013	NNW	CAD	2. Geschoss, 2-Flügelfenster 25

Grundfläche und Volumen

Sanierungsvariante 2

Brutto-Grundfläche und Brutto-Volumen

		BGF [m ²]	V [m ³]
Wohnen	beheizt	412,27	1 316,44

Wohnen

beheizt

	Formel	Höhe [m]	BGF [m ²]	V [m ³]
0. Geschoss				
BGF Thermisch 1.OG	1 x 66,39	2,93	66,39	194,85
BGF Thermisch 1.OG	1 x 55,76	2,93	55,76	163,66
BGF Thermisch 1.OG	1 x 9,96	3,01	9,96	30,07
1. Geschoss				
BGF Thermisch 1.OG	1 x 66,38	2,96	66,38	196,96
BGF Thermisch 1.OG	1 x 18,22	2,96	18,22	54,07
BGF Thermisch 1.OG	1 x 12,04	2,96	12,04	35,71
BGF Thermisch 1.OG	1 x 13,00	2,25	13,00	29,25
BGF Thermisch 1.OG	1 x 5,03	2,96	5,03	14,91
BGF Thermisch 1.OG	1 x 2,37	2,96	2,37	7,02
BGF Thermisch 1.OG	1 x 3,10	2,96	3,10	9,20
BGF Thermisch 1.OG	1 x 9,96	2,96	9,96	29,55
2. Geschoss				
BGF Thermisch 1.OG	1 x 150,06	3,67	150,06	551,17
Summe Wohnen			412,27	1 316,44

Energiepreis

Sanierungsvariante 2

Gebäudedaten: Wohnen

Brutto-Grundfläche	412,27 m ²	Nutzungsprofil	Wohngebäude mit einer oder z
Konditioniertes Brutto-Volumen	1 316,44 m ³	fGEE	0,57 -
Gebäudehüllfläche	591,71 m ²	HWB SK	30,10 kWh/m ² a
Kompaktheit (A/V)	0,45 1/m		

Energiepreis

Energieträger	EEB kWh/m ² a	Energiepreis	
		EUR/kWh	EUR/m ² a
Photovoltaik	6,16	0,12	0,77
Strom (Liefermix)	23,97	0,14	3,46
Summe	30,14		4,23 (1 744 EUR/a)

Bedarf am Standort

Energieträger		Energiebedarf	
		zonenbezogen kWh/a	spezifisch kWh/m ² a
Raumheizung	Photovoltaik	455	1,10
	Strom (Liefermix)	3 384	8,20
Warmwasser	Photovoltaik	524	1,27
	Strom (Liefermix)	2 334	5,66
Haushaltsstrombedarf	Photovoltaik	1 563	3,79
	Strom (Liefermix)	4 163	10,09

Anmerkungen:

Einreichungsplan 1:100

Herrn u. Frau

Temper Rudolf u. Maria Margarete

Schmutz Maria in Neustadtl 19

Neubau des Wohnhauses

auf Parzelle Nr. 74/10 Neustadtl

VERBAUTE FLÄCHE	:	209,30 m ²
UMBAUTER RAUM	:	1 574,60 m ³
WOHNUNGSFLÄCHE 1 + 2	:	111,07 m ² + 124,46 m ²

Bauherr :

Planverfasser :

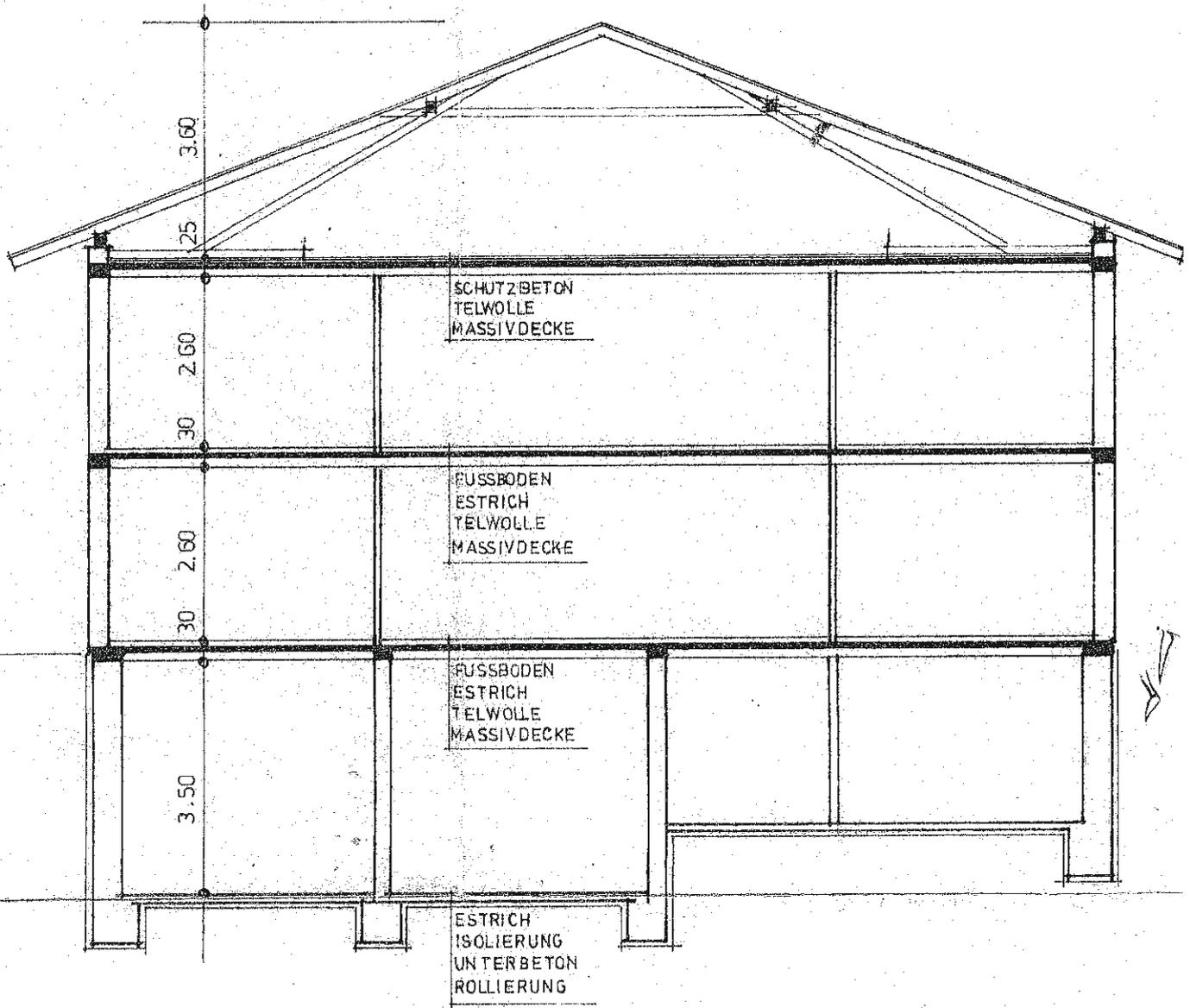
BAUMEISTER
SEPP WADSACK
3322 VIEHDORF 71
Tel. 074 7214106



Viehdorf, im November 1978

PLAN NR. 101

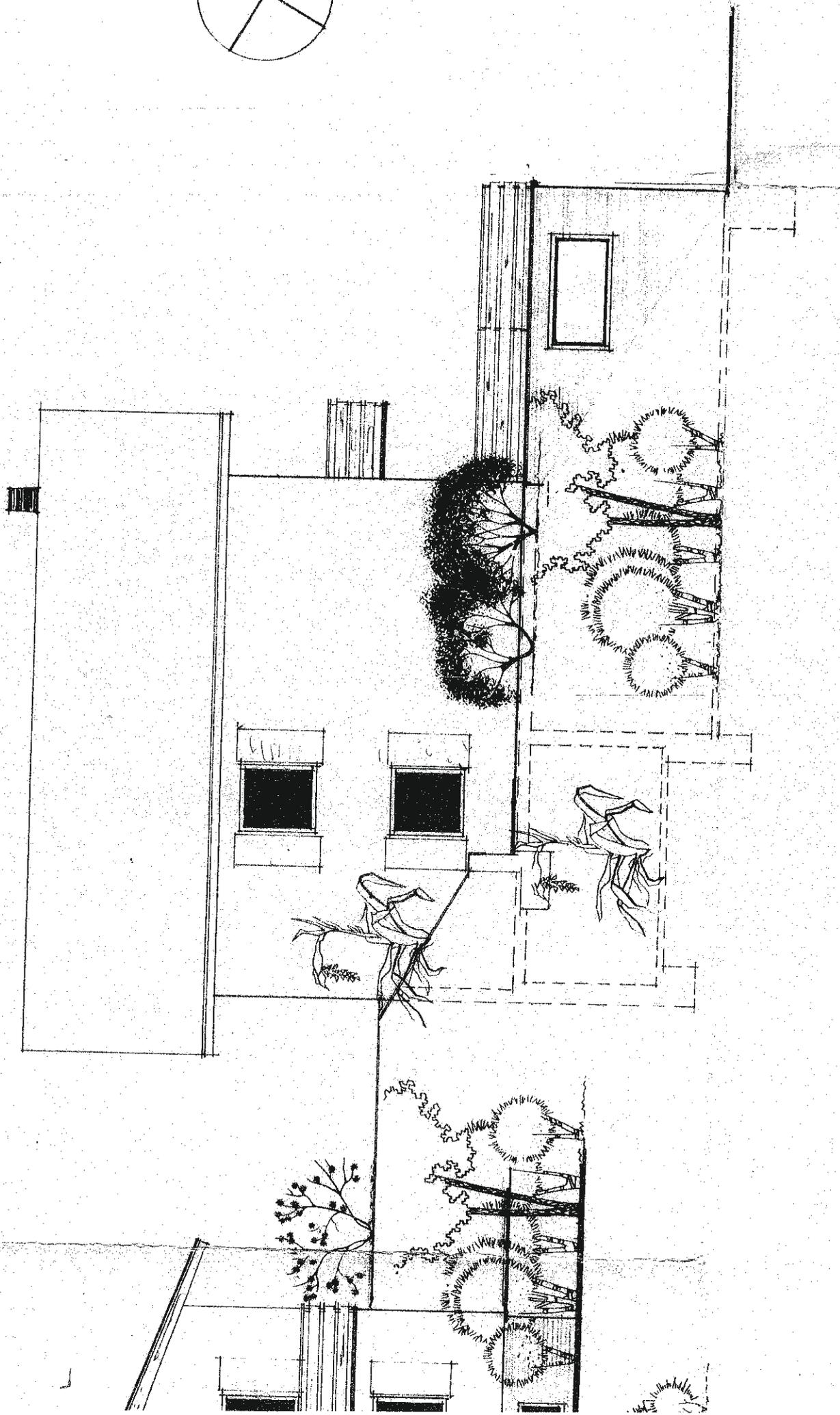
SCHNITT A-B



KELLERGESCHOSS

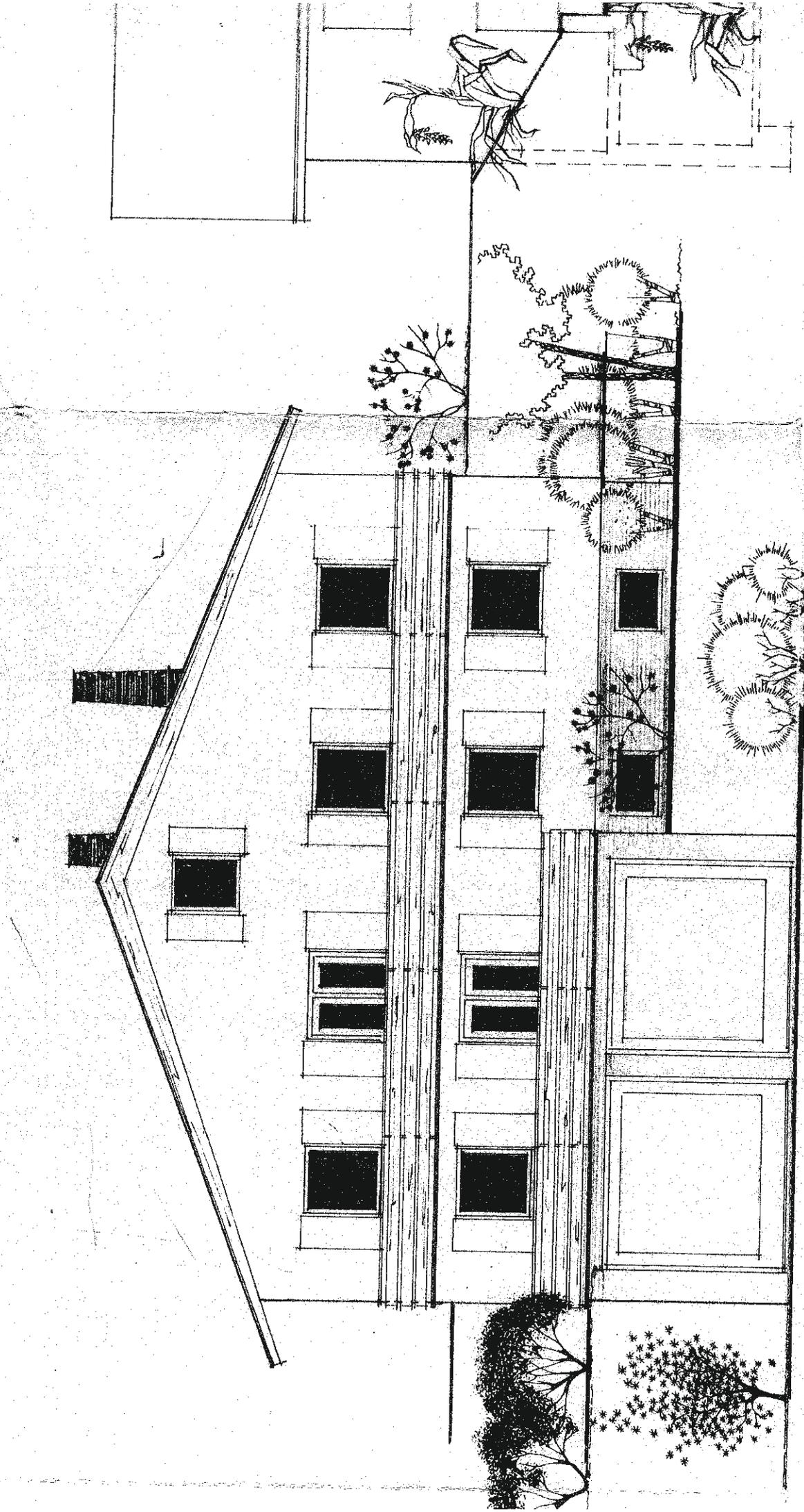
15.80

WESTANSICHT

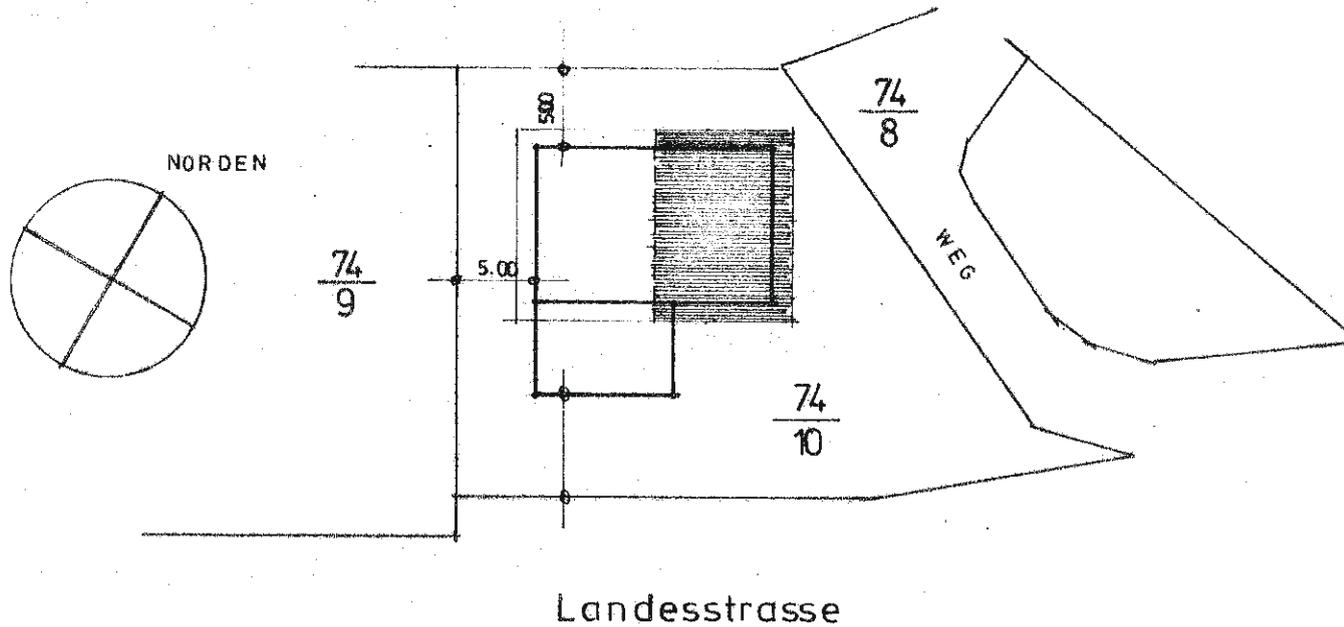


N

SÜDANSICHT



LAGEPLAN 1 : 500



Einreichungsplan 1:100

Herrn u. Frau

Temper Rudolf u. Maria Margarete

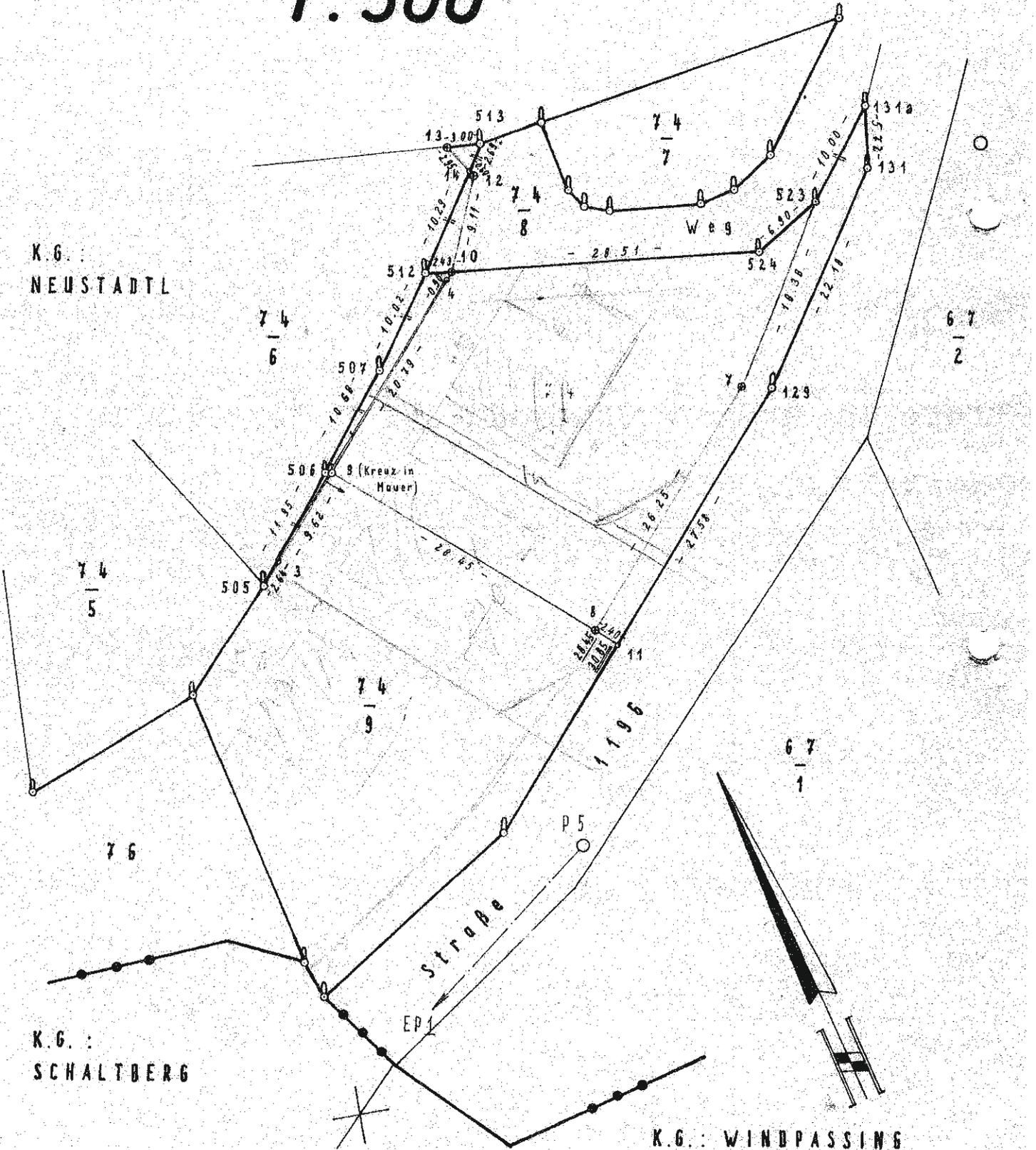
Schmutz Maria in Neustadtl 19

von	nach Pkt.	Richtung			Länge m	Koordinaten		von	nach Pkt.	Richtung			Länge m	Koordinaten		
		g	t	cc		y	x			y	x					
EP 1					116.489	29	5,340.348	66	14				116.682	52	5,340.495	42
	KT 50-53	7	36	3	337.00		521	18	129				710	12	465	65
	P 5	72	87	9	206.44		677	28	131				726	37	480	74
	3						661	89	131a				728	51	486	84
	4						686	64	505				659	72	467	77
	7						707	61	506				665	16	475	10
	8						686	22	507				677	53	481	73
	9						669	72	512				685	09	488	30
	10						687	37	513				694	46	497	28
	11						687	61	523				720	70	479	80
	12						692	70	524				714	14	477	65
	13						691	61	Siehe auch meine G.Z. 4527 / Ldstr. u. G.Z. 4013 / 715							

NATURAUFNAHME

1:500

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.



TU W I E N

Tabellen

CO2-Kostentabelle Bestand

	Szenario 1 30 EUR/t	Szenario 2 75 EUR/t	Szenario 3 150 EUR/t
Kosten pro Jahr im Bestand	834,66	2086,65	4173,30
Kosten pro Jahr nach Sanierung	-	-	-
Einsparung pro Jahr in %			
Einsparung pro Jahr in EUR			

CO2-Kostentabelle Sanierung 1

	Szenario 1 30 EUR/t	Szenario 2 75 EUR/t	Szenario 3 150 EUR/t
Kosten pro Jahr im Bestand	834,66	2086,65	4173,30
Kosten pro Jahr nach Sanierung	70,89	177,23	354,45
Einsparung pro Jahr in %	91,51	91,51	91,51
Einsparung pro Jahr in EUR	763,77	1909,43	3818,85

CO2-Kostentabelle Sanierung 2

	Szenario 1 30 EUR/t	Szenario 2 75 EUR/t	Szenario 3 150 EUR/t
Kosten pro Jahr im Bestand	834,66	2086,65	4173,30
Kosten pro Jahr nach Sanierung	67,29	168,23	336,45
Einsparung pro Jahr in %	91,94	91,94	91,94
Einsparung pro Jahr in EUR	767,37	1918,43	3836,85

Vergleichsgrafiken

CO₂-Kosten pro Jahr

	Szenario 1 30 EUR/t	Szenario 2 75 EUR/t	Szenario 3 150 EUR/t
Bestand	834,66	2086,65	4173,30
Variante 1	70,89	177,23	354,45
Variante 2	67,29	168,23	336,45

Kostensparnis in EUR/a

	CO ₂ -Bepreisungskosten 30 EUR/t	CO ₂ -Bepreisungskosten 75 EUR/t	CO ₂ -Bepreisungskosten 150 EUR/t
Bestand	0,00	0,00	0,00
Variante 1	763,77	1909,43	3818,85
Variante 2	767,37	1918,43	3836,85

Energiekosten

	Heizöl 11,25 ct/kWh	Strommix 14,44 ct/kWh	Photovoltaik 12,5 ct/kWh
Bestand	9571,50	584,39	0,00
Variante 1	0	1410	0
Variante 2	0,00	1703,20	-190,38

Gesamtkosten Szenario 1

	Energiekosten Gesamt	CO ₂ -Szenario 1 in EUR/a	Kosten Gesamt in EUR/a
Bestand	10155,89	834,66	10990,55
Variante 1	1409,63	70,89	1480,52
Variante 2	1512,82	67,29	1580,11

Gesamtkosten Szenario 2

	Energiekosten Gesamt	CO ₂ -Szenario 2 in EUR/a	Kosten Gesamt in EUR/a
Bestand	10155,89	2086,65	12242,54
Variante 1	1409,63	177,23	1586,86
Variante 2	1512,82	168,23	1681,05

Gesamtkosten Szenario 3

	Energiekosten Gesamt	CO ₂ -Szenario 3 in EUR/a	Kosten Gesamt in EUR/a
Bestand	10155,89	4173,30	14329,19
Variante 1	1409,63	354,45	1764,08
Variante 2	1512,82	336,45	1849,27

Sanierungskosten

	Sanierungskosten in EUR	Sanierungskosten in EUR/m ²
Bestand	0,00	0,00
Variante 1	260331,25	893,38
Variante 2	405082,15	982,57

Mieteinnahmen

	Wohnfläche in m ² ohne 2.OG	Mietpreis/m ² pro Monat	Miete in EUR pro Monat	Miete in EUR pro Jahr
Bestand	291,40	5,00	1457,00	17484,00
Variante 1	291,40	8,00	2331,20	27974,40
Variante 2	291,40	8,00	2331,20	27974,40

Tabellen

Kennzahlentabelle Bestand

	Q HWB _{b,SK} in kWh/a	Q PEB _{SK} in kWh/a	Q CO _{2eq,SK} in kg/a
Kennzahlen Bestand	53486	112490	27822
Kennzahlen Sanierung	-	-	-

Energiekosten Bestand

	Heizöl 11,25 ct/kWh	Strommix 14,44 ct/kWh	Photovoltaik 12,5 ct/kWh
Energiemenge in kWh/a	85080	4047	0
Energiekosten in EUR/a	9571,50	584,39	0,00
Energiekosten Gesamt in EUR/a	10155,89		

Kennzahlentabelle Sanierung 1

	Q HWB _{b,SK} in kWh/a	Q PEB _{SK} in kWh/a	Q CO _{2eq,SK} in kg/a
Kennzahlen Bestand	53486	112490	27822
Kennzahlen Sanierung	14634	16970	2363

Energiekosten Sanierung 1

	Heizöl 11,25 ct/kWh	Strommix 14,44 ct/kWh	Photovoltaik 12,5 ct/kWh
Energiemenge in kWh/a	0	9762	0
Energiekosten in EUR/a	0	1409,63	0
Energiekosten Gesamt in EUR/a	1409,63		

Kennzahlentabelle Sanierung 2

	Q HWB _{b,SK} in kWh/a	Q PEB _{SK} in kWh/a	Q CO _{2eq,SK} in kg/a
Kennzahlen Bestand	53486	112490	27822
Kennzahlen Sanierung	12428	16108	2243

Energiekosten Sanierung 2

	Heizöl 11,25 ct/kWh	Strommix 14,44 ct/kWh	Photovoltaik 12,5 ct/kWh
Energiemenge in kWh/a	0	11795	-1523
Energiekosten in EUR/a	0,00	1703,20	-190,38
Energiekosten Gesamt in EUR/a	1512,82		

Vergleichsgrafiken

Kennzahlen

	Q HWB _{b,SK} in kWh/a	Q PEB _{SK} in kWh/a	Q CO _{2eq,SK} in kg/a
Bestand	53486	112490	27822
Variante 1	14634	16970	2363
Variante 2	12428	16108	2243

	HWB kWh/m ² a	PEB kWh/m ² a	CO ₂ kg/m ² a
Bestand	143,70	386,00	95,50
Variante 1	39,60	58,20	8,10
Variante 2	23,80	39,10	5,40

Bilanzierung Szenario 1

	Kosten pro Jahr	Einnahmen pro Jahr	Gewinn pro Jahr	Amortisation in Jahren
Bestand	10990,55	17484,00	6493,45	0,00
Variante 1	1480,52	27974,40	26493,88	9,83
Variante 2	1580,11	27974,40	26394,29	15,35

Bilanzierung Szenario 2

	Kosten pro Jahr	Einnahmen pro Jahr	Gewinn pro Jahr	Amortisation in Jahren
Bestand	12242,54	17484,00	5241,46	0,00
Variante 1	1586,86	27974,40	26387,55	9,87
Variante 2	1681,05	27974,40	26293,36	15,41

Bilanzierung Szenario 3

	Kosten pro Jahr	Einnahmen pro Jahr	Gewinn pro Jahr	Amortisation in Jahren
Bestand	14329,19	17484,00	3154,81	0,00
Variante 1	1764,08	27974,40	26210,32	9,93
Variante 2	1849,27	27974,40	26125,13	15,51

CO₂-Kosten bis Amortisation Szenario 1

	Jährlich	9 Jahren Amortisation	15 Jahren Amortisation
Bestand	834,66	7511,94	12519,90
Variante 1	70,89	638,01	1063,35
Variante 2	67,29	605,61	1009,35

CO₂-Kosten bis Amortisation Szenario 2

	Jährlich	9 Jahren Amortisation	15 Jahren Amortisation
Bestand	2086,65	18779,85	31299,75
Variante 1	177,23	1595,03	2658,38
Variante 2	168,23	1514,03	2523,38

CO₂-Kosten bis Amortisation Szenario 3

	Jährlich	9 Jahren Amortisation	15 Jahren Amortisation
Bestand	4173,30	37559,70	62599,50
Variante 1	354,45	3190,05	5316,75
Variante 2	336,45	3028,05	5046,75

Sanierungskosten

Sanierungsvariante 1				
Maßnahme	Menge	Einheit	EHP	Kosten in EUR
Dämmung der Außenwände	213,05	m ²	145,00	30892,25
Dämmung der Decke gg Keller	145,50	m ²	60,00	8730,00
Dämmung der Decke gg Dachraum	145,50	m ²	40,00	5820,00
Austausch Fenster 1-flügelig	6,00	STK	850,00	5100,00
Austausch Fenster 2-flügelig	20,00	STK	950,00	19000,00
Austausch Terrassentüren	2,00	STK	1350,00	2700,00
Austausch Eingangstür	1,00	STK	2200,00	2200,00
Wohnungstüren	2,00	STK	1750,00	3500,00
Austausch Garagentore	2,00	STK	2850,00	5700,00
Austausch Heizungssystem	1,00	PA	18750,00	18750,00
Fußbodenheizung	291,40	m ²	80,00	23312,00
Elektroinstallation Neu	291,40	m ²	95,00	27683,00
Gas- Wasser- Installationen Neu	291,40	m ²	110,00	32054,00
Umgestaltung Grundrisse	291,40	m ²	125,00	36425,00
Estrich und Boden NEU	291,00	m ²	115,00	33465,00
Dachsanierung	1,00	PA	5000,00	5000,00
Gesamtsumme				260331,25

Sanierungsvariante 2				
Maßnahme	Menge	Einheit	EHP	Kosten in EUR
Dämmung der Außenwände	234,80	m ²	145,00	34046,00
Dämmung der Decke gg Keller	145,50	m ²	60,00	8730,00
Austausch Fenster 1-flügelig	6,00	STK	850,00	5100,00
Austausch Fenster 2-flügelig	20,00	STK	950,00	19000,00
Glasfassade 2.OG	36,54	m ²	550,00	20097,00
Austausch Terrassentüren	3,00	STK	1350,00	4050,00
Austausch Eingangstür	1,00	STK	2200,00	2200,00
Wohnungstüren	3,00	STK	1750,00	5250,00
Austausch Garagentore	2,00	STK	2850,00	5700,00
Austausch Heizungssystem	1,00	PA	18750,00	18750,00
Fußbodenheizung	412,27	m ²	80,00	32981,60
Elektroinstallation Neu	412,27	m ²	95,00	39165,65
Gas- Wasser- Installationen Neu	412,27	m ²	110,00	45349,70
Dachabbruch und -entsorgung	1,00	PA	8575,00	8575,00
Flachdach NEU (Stahlbetondecke Fertigteil)	177,92	m ²	220,00	39142,40
Umgestaltung Grundrisse	412,27	m ²	125,00	51533,75
Estrich und Boden NEU	412,27	m ²	115,00	47411,05
Zubau Wintergarten	1,00	STK	6000,00	6000,00
Zubau Balkone	2,00	STK	6000,00	12000,00
Gesamtsumme				405082,15

