

Bestandssanierung | Case Study - Erstellen eines integralen, zukunftsfähigen Gesamtkonzeptes zur thermischen Sanierung eines bestehenden Wohn- und Geschäftshauses im Ortskern

Masterthese zur Erlangung des akademischen Grades
“Master of Engineering”

eingereicht bei
Ass.Prof.i.R. Univ. Lektorin DI Dr. Karin Stieldorf

Ing. Veronika Devich - Künz

01217477

Wien, 18.09.2022

Eidesstattliche Erklärung

Ich, **ING. VERONIKA DEVICH - KÜNZ**, versichere hiermit

1. dass ich die vorliegende Masterthese, "BESTANDSSANIERUNG | CASE STUDY - ERSTELLEN EINES INTEGRALEN, ZUKUNFTSFÄHIGEN GESAMTKONZEPTE ZUR THERMISCHEN SANIERUNG EINES BESTEHENDEN WOHN- UND GESCHÄFTSHAUSES IM ORTSKERN", 139 Seiten, gebunden, selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfen bedient habe, und
2. dass ich das Thema dieser Arbeit oder Teile davon bisher weder im In- noch Ausland zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

Wien, 18.09.2022

Unterschrift

Danksagung

Die gesamte Studienzeit sowie die Erstellung dieser These erforderten neben Zeit vor allem Unterstützung und Verständnis.

Ein großer Dank ergeht daher an....

...die Professoren des Studiengangs insbesondere meiner Betreuerin Ass.Prof.i.R. Univ. Lektorin DI Dr. Karin Stieldorf für die Unterstützung und den fachlichen Input.

...meine Studienkollegen und Studienkolleginnen. Trotz Pandemie und Online-Lehre sind wir eine großartige Gemeinschaft geworden. Danke für die fachlichen Diskussionen, die gemeinsame Zeit an den Uni-Wochenenden und wunderbaren Gespräche.

...meinen ehemaligen Arbeitgeber für die finanzielle Unterstützung und den fachlichen Input sowie allen Bürokollegen für die zahlreichen Kaffeepausen mit Diskussionen über die Bedeutung der Nachhaltigkeit im Bauwesen.

...Theresa, für das Korrekturlesen und deine jahrelange Freundschaft.

Der größte Dank gebührt meiner Familie. Ohne euch wäre ich heute nicht da, wo ich bin.

DANK E

...meinen Eltern Helene und Lothar. Durch euch hatte ich die Möglichkeit vieles auszuprobieren und Erfahrungen zu sammeln, die mich sehr geprägt haben. Ihr seid immer für mich da, habt mich stets unterstützt und mir meine Studienzeit überhaupt ermöglicht.

...meinen Brüdern Christof, Hannes und Dominik mit Familien. Ich danke euch für euren fachlichen Input, die technische Hilfe, eure Unterstützung im Allgemeinen und das ‚auf mich schauen‘.

...meinem Ehemann Daniel. Du hast in den letzten 2 Jahren etliche Stunden auf mich verzichtet, stets ein ermunterndes Wort gefunden und mir den Rücken bestmöglich freigehalten. KZW

Kurzfassung

Energieverbrauch, Energiesysteme und Nutzungsmöglichkeiten vieler Bestandsgebäude in Österreich entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen. Trotz des hohen Flächenverbrauches der täglich in Österreich voranschreitet, werden Neubauten der Sanierung meist vorgezogen.

Um diesen Flächenverbrauch, welcher sich im Jahr 2020 auf ein 3-Jahresmittelwert von 42 km^2 ¹ belief, einzuschränken und somit auch für die Zukunft dringend benötigten Freiflächen zu erhalten müssen Sanierungen forciert werden. Meist wird von Architekten, Fachplanern und nahestehenden Personen noch viel Überzeugungsarbeit gefordert, bis sich eine Bauherrschaft bzw. die Eigentümer einer Liegenschaft für eine Sanierung entscheiden.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einem Objekt aus dem Jahre 1907, welches in den Jahren stets den benötigten Nutzungen angepasst und in Stand gehalten wurde. Ob das Gebäude zukünftig weitergenutzt wird oder einem Neubau weichen muss, ist zum Untersuchungszeitpunkt unklar. Die Möglichkeiten und Chancen einer Sanierung werden in der Arbeit aufgezeigt und bewertet.

Die Berechnung von Energiekennwerten und die ökologische Bauteilbeurteilung erfolgen durch in der Praxis großflächig angewandte Berechnungstools. Die Bewertung des Bestandes sowie der Vergleich unterschiedlicher Sanierungsvarianten zeigen das potenzielle Sanierungs- und Einsparpotential auf.

Um ein zukunftsfähiges Gesamtkonzept zu erstellen, wird in der vorliegenden Arbeit auch eine Nutzungsanpassung untersucht und erläutert.

Es entwickelte sich ein Schwerpunkt im Hinblick auf die thermische Qualität der Gebäudehülle. Neben der thermischen Qualität eines Gebäudes ist auch die Verwendung und der Einsatz erneuerbarer Energien für die Raumheizung essentiell, um ein nachhaltiges und zukunftsfähiges Sanierungsprojekt zu erhalten. Durch die Umsetzung der am besten bewerteten Sanierungsvariante ergeben sich neue Möglichkeiten eines Heizungstausches und die Verwendung erneuerbarer Energien. Das Einsparpotential eines Heizungstausches und das Solarpotential einer Photovoltaikanlage sind ebenfalls Teil der Bewertung.

¹ Umweltbundesamt, „Bodenverbrauch in Österreich“, Umweltbundesamt, 24. Juni 2021, <https://www.umweltbundesamt.at/news210624>.

Das Ergebnis der Studie zeigt auf, dass durch die ganzheitliche Betrachtung und Umsetzung definierter Maßnahmen, besonders die thermische Qualität des sanierten Gebäudes einem Neubau gleichgestellt werden kann. Durch Betrachtung der im Bestand verbauten Baumassen sowie der für die Sanierung notwendigen Baumaterialien, kann die Erhaltung des Bestandes auch in ökologischer Hinsicht dem Neubau vorgezogen werden.

Diese Arbeit kann als Entscheidungshilfe über die Zukunft des betrachteten Gebäudes dienen – die Erhaltung ist nach ganzheitlicher Betrachtung sinnvoll und zu empfehlen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Motivation	1
1.2	Hypothese und Zieldefinition.....	3
1.3	Methode	3
1.4	Relevanz Sanierung anstelle von Neubau	4
1.5	Definitionen zur Nachhaltigkeit	5
1.5.1	Nachhaltige Entwicklung.....	5
1.5.2	Nachhaltigkeit im Bausektor	5
1.5.3	Gesamtheitliche Betrachtung.....	6
1.5.4	Technische Gebäudehüllqualität.....	6
1.5.5	Ökologie und Baustoffwahl	7
2	Bestandserhebung und Beurteilung.....	9
2.1	Lage und Klima.....	9
2.2	Geschichtliche Eckpunkte und Bedeutung	10
2.3	Grundrisse und Nutzungsbereiche.....	22
2.4	Technische Bestandsanalyse	28
2.4.1	Allgemeiner Gebäudezustand.....	28
2.4.2	Bauteilaufbauten thermische Gebäudehülle	29
2.5	Beurteilung Bestand	40
2.5.1	Architektonischer Wert und Denkmalpflege	40
2.5.2	Energetische Gesamtbetrachtung des Gebäudes.....	43
3	Sanierungsvarianten und Nutzungen	46
3.1	Nutzungsadaptierung.....	46
3.2	Thermische Gebäudesanierung.....	47
3.2.1	Sanierungsvarianten.....	48
4	Vergleich und Bewertung	53
4.1	Ergebnisse der Varianten	53
4.2	Einsparpotential HWB.....	55
4.3	Ökologische Bauteilbetrachtung	57
4.4	Umsetzbarkeit von Sanierungsmaßnahmen	60

4.4.1	Fenstertausch.....	60
4.4.2	Dämmen der Decken gegen unbeheizte Räume	60
4.4.3	Ertüchtigung des Daches.....	61
4.4.4	Außenwand dämmen.....	61
4.5	Konstruktiv schadensfreie Umsetzung.....	61
4.5.1	Fensteranschluss	62
4.5.2	Flanken – Kellerdecke	62
4.5.3	Außenwände	62
4.6	Technische Optimierungsmaßnahmen / Wahl alternativer Energiesysteme.....	64
4.6.1	Raumheizung und Warmwasserbereitung	64
4.6.2	Photovoltaik.....	68
5	Gesamtkonzept / Empfehlung	70
6	Zusammenfassung und Ausblick	72
	Literaturverzeichnis.....	75
	Anhang A – PHPP Berechnung	i
	Anhang B – Photovoltaik - Berechnungstool	i
	Anhang C – OI3 – Ergebnisblatt Bauteile.....	i
	Anhang D – Heizrechner	i

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit (eigene Abbildung).....	6
Abbildung 2-1 Lage im Ortszentrum (http://vogis.cnv.at/atlas/init.aspx?karte=planung_und_kataster ; aufgerufen am 18.07.2022)	10
Abbildung 2-2 Rheintalerhaus, abgebrannt 1907, hier wurde der erste Unterricht abgehalten (Marktgemeinde Hard 1990).....	11
Abbildung 2-3 Ausschnitt Südansicht aus Plan „über den Neubau eines Wohnhauses nebst Stall und Stadel (...) in Hard, Judengasse“ (Plandatum: 05.Juni 1907, eigenes Foto).....	12
Abbildung 2-4 Ostansicht (Plandatum: 05.Juni 1907, Bildquelle: eigenes Foto)	12
Abbildung 2-5 Schnitt A-B (Plandatum: 05.Juni 1907, Bildquelle: eigenes Foto)	13
Abbildung 2-6 Kellergrundriss (Wohnhaus unterkellert) (Plandatum: 05.Juni 1907, eigenes Foto)	13
Abbildung 2-7 Grundriss Erdgeschoss (Plandatum: 05.Juni 1907, eigenes Foto)	14
Abbildung 2-8 Grundriss 1.Obergeschoss (Plandatum: 05.Juni 1907, eigenes Foto).....	14
Abbildung 2-9 Wohnhaus und Tischlerei (ca. 1959, vor Umbau des Obergeschosses zu Tischlereiräumlichkeiten, Foto: Fam. Künz)	15
Abbildung 2-10 Schopf mit Plumpsklosett, nordseitig Wohnhaus – Abbruch 1971 (Foto: Fam. Künz, 1971).....	16
Abbildung 2-11 Ansicht Nord Wohnhaus nach Abbruch Schopf und Erneuerung Fenster (Foto: Fam. Künz, 1971).....	17
Abbildung 2-12 Wohnungsgrundriss 2.OG Geschäftstrakt Einreichplanung 12.02.1983 (eigene Aufnahme).....	18
Abbildung 2-13 Ansichten Einreichplanung 12.02.1983 (eigene Aufnahme)	18
Abbildung 2-14 Grundriss 2.OG, Zubau Geschäftstrakt – Einreichplanung August 1992 (eigene Aufnahme).....	19
Abbildung 2-15 Ansichten, Zubau Geschäftstrakt – Einreichplanung August 1992 (eigene Aufnahme).....	19
Abbildung 2-16 Ostansicht (links) und Südansicht (rechts) Wohnhaus (eigene Aufnahme).....	20
Abbildung 2-17 Fassadenerneuerung des Geschäftstraktes nord - (links) + ostseitig (rechts); Planausschnitt Baueingabe Zubau Fluchtstiege – Fassade Nordzubau Planstand 03.11.2003 (eigene Aufnahmen).....	20
Abbildung 2-18 Allgemeine Bezeichnung der Gebäudeteile (eigene Darstellung).....	22
Abbildung 2-19 Legende Nutzungen.....	23

Abbildung 2-20 Nutzungen Erdgeschoss (eigene Grafik).....	24
Abbildung 2-21 Nutzungen 1. Obergeschoss (eigene Grafik).....	25
Abbildung 2-22 Nutzung 2. Obergeschoss (eigene Grafik).....	26
Abbildung 2-23 Nutzung Dachgeschoss (eigene Grafik).....	27
Abbildung 2-24 Nutzungen Wohnhaus und Geschäftstrakt, Ansicht Ost (eigene Grafik).....	27
Abbildung 2-25 Nutzungen Geschäftstrakt (eigene Grafik).....	28
Abbildung 2-26 Bauteilkennzeichnung lt. PHPP – Erdgeschoss (Arbeitsskizze, ohne Maßstab).....	37
Abbildung 2-27 Bauteilkennzeichnung lt. PHPP – 1. Obergeschoss (Arbeitsskizze, ohne Maßstab).....	38
Abbildung 2-28 Bauteilkennzeichnung lt. PHPP – 2. und 3. Obergeschoss (3.OG grün hinterlegt; Arbeitsskizze, ohne Maßstab).....	39
Abbildung 2-29 Ausschnitt aus Baugrundlagenbestimmung: Zentraler Ortsraum mit bedeutender Dachlandschaft.....	40
Abbildung 2-30 Gebäudebestand ca. 1959 links, Bestand 1970 (rechts) (Fotos: Fam. Künz).....	41
Abbildung 2-31 Gebäudebestand 2022 – Süd- und Ostansicht Wohnhaus (rechts); Südsansicht Geschäftstrakt (links) (Foto: eigene Aufnahme).....	41
Abbildung 2-32 Gebäudebestand 2022 – Nordansicht Innenhof Wohnhaus (links), Ostansicht Innenhof Geschäftstrakt (rechts) (Foto: eigene Aufnahme).....	42
Abbildung 2-33 Gebäudebestand 2022 – Nordansicht Geschäftstrakt (links), Westansicht Geschäftstrakt (rechts) (Foto: eigene Aufnahme).....	42
Abbildung 2-34 Ansicht gesamte Straßenflucht „Marktstraße“ von Osten (links) bzw. Westen (rechts) (Foto: eigene Aufnahme).....	43
Abbildung 2-35 Ausschnitt OIB RL 6, Anforderungen an die Luftdichtheit.....	44
Abbildung 3-1 Grundriss Skizze Laubengang im Innenhof ostseitig (eigene Darstellung).....	47
Abbildung 3-2 Ostansicht Skizze Laubengang (eigene Darstellung).....	47
Abbildung 3-3 Bautechnikverordnung Vorarlberg, § 41a*) Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile.....	50
Abbildung 3-4 Kriterienkatalog für Wohnbauten, B.1.1 Heizwärmebedarf – Anforderung nach PHPP.....	51
Abbildung 4-1 Ergebnisdarstellung Varianten nach PHPP.....	54
Abbildung 4-2 Ergebnisdarstellung Varianten nach PHPP.....	54
Abbildung 4-3 Ergebnisdarstellung Einsparpotential [%].....	55
Abbildung 4-4 Ergebnisdarstellung Einsparpotential [kWh/a].....	56
Abbildung 4-5 Ergebnisdarstellung Einsparpotential [l Öl/a].....	56
Abbildung 4-6 Phasen des Lebenszyklus von Bauwerken, Ausschnitt ÖNORM EN 15804.....	59
Abbildung 4-7 Vergleich des OI3-Index für ausgewählte Bauteile.....	59

Abbildung 4-8	Überdämmung an der Äußeren Laibung; Ausschnitt aus ÖNORM B 5320	62
Abbildung 4-9	CO ₂ -Verbrauch unterschiedlicher Heizsysteme im Bestandsgebäude	65
Abbildung 4-10	CO ₂ -Einsparung durch Heizungstausch	66
Abbildung 4-11	CO ₂ -Verbrauch unterschiedlicher Heizsysteme im Bestandsgebäude und Sanierungsvariante 4	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1	Ergebnis Validierung PHPP (eigene Darstellung).....	45
Tabelle 4-1	Ergebnisdarstellung Bestand und Sanierungsvarianten mittels PHPP.....	53
Tabelle 4-2	Ergebnisdarstellung Einsparpotential	55

Abkürzungsverzeichnis

λ	Wärmeleitfähigkeit „lambda“; [W/m ² *K]
HWB	Heizwärmebedarf, [kWh/m ² *a]
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient [W/m ² *K]
PHPP	Passivhausprojektierungspaket
OI3 – Index	Ökoindex ²

² IBO Verein und GmbH, „IBO - Ökologisch Bauen | Gesund Wohnen“, Homepage, 18. August 2022, <https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/oekoindex-oi3>.

1 Einleitung

„Das nachhaltigste Gebäude ist jenes, das gar nicht erst gebaut wird“. ³

1.1 Motivation

Laut der aktuellen Wohnstatistik (2020) der Statistik Austria⁴ leben derzeit knapp 50% aller Österreicher in Eigentumswohnungen bzw. Eigentumshäusern. In Vorarlberg beläuft sich diese Zahl sogar auf 56% aller Haushalte. Der weiterhin bestehende Wunsch vieler Vorarlberger nach einem neuen und eigenen Einfamilienhaus bringt daraus resultierend hohe Energie- und Flächenverbräuche mit sich. Während der Energieverbrauch von Gebäuden ca. 40% des Gesamtenergieverbrauches ausmacht, belief sich der Flächenverbrauch 2020 im 3-Jahres-Mittelwert in Österreich auf ca. 12 ha pro Tag ⁵.

Aus Kostengründen wird der geplante Neubau meist auf einem Grundstück mit Bestandsobjekten (z.B. neben dem Elternhaus) errichtet. Oft wird der Bestand noch einige Jahre von den Eltern oder familiennahen Personen bewohnt – dann von den Erben meist die Verlotterungsstrategie (= Bewirtschaften auf Abbruch bzw. der Verzicht auf Instandhaltungsmaßnahmen ⁶) - verfolgt. Eine vom Land Vorarlberg in Auftrag gegebene Studie ⁷ zum Wohnungsleerstand zeigt auf, dass circa 15% der bestehenden Wohneinheiten, größtenteils etwas in die Jahre gekommen, im Jahr 2018 leer standen.

Für die Bauherrschaft scheint es „einfacher“ zu sein, ein neues Gebäude zu errichten, als die Herausforderungen einer Sanierungsplanung und deren Umsetzung in Angriff zu nehmen. In der Planung eines Neubaus müssen zwar rechtliche Anforderungen und Gesetze erfüllt werden, zusätzliche Einschränkungen durch bauliche Gegebenheiten oder das Eingehen von Kompromissen, welche in der Sanierung oft notwendig sind, bleiben in der Planung eines Neubaus jedoch meist aus.

³ Susanne Baust, „Stadt der Zukunft - Futuristisch oder sanierter Altbau?“, <https://www.forum-csr.net/News/10370/Stadt-der-Zukunft.html>, *forum Nachhaltig Wirtschaften* (blog), 30. Juli 2022, <https://www.forum-csr.net/News/10370/Stadt-der-Zukunft.html>.

⁴ „Wohnen 2020 - Zahlen, Daten und Indikatoren der Wohnstatistik“ (Wien, 2021).

⁵ Umweltbundesamt, „Presse 2021 - Bodenverbrauch in Österreich“.

⁶ Dipl.-Ing. Uwe Pfründer, „Empiriegestützte, lebenszyklusorientierte Instandhaltungsstrategien für Immobilien der öffentlich Hand“ (Mosbach, Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), 2010).

⁷ FH-Doz. Dr. Wolfgang Amann und Dr. Alexis Mundt, „Investiver Wohnungsleerstand“, Endbericht, Mai 2018 (Im Auftrag des Landes Vorarlberg, Mai 2018), <https://www.statistik.at/blick-gem/gemDetail.do?gemnr=80215>.

In der Nachkriegszeit wurde ein Wohnhaus meist durch mehrere Familien – damals, durch die gemeinschaftliche und meist familienübergreifende Nutzung, nicht zu vergleichen mit den heutigen Mehrfamilienwohnhäusern – genutzt. Aufgrund der offenen Flächeneinteilung und gemischten Nutzungen im Gebäude, stellt die Sanierung solcher Gebäude die Eigentümer oft vor die Entscheidung, ob ein Neubau nicht sinnvoller bzw. einfacher umzusetzen wäre.

In der vorliegenden Masterthese wird ein Bestandsgebäude mit Wohn- und Geschäftsnutzung, welches im Jahr 1907 erbaut wurde, betrachtet. In den vergangenen 115 Jahren wurden zahlreiche An- und Umbauten, sowie einzelne Sanierungsschritte durchgeführt. Während der Geschäftstrakt des Gebäudes stets intensiv genutzt wurde, war der Wohnhaustrakt in den vergangenen zwanzig Jahren nur von zwei Personen bewohnt – ab und zu stieg die Anzahl der Bewohner kurzfristig durch Familienbesuche. Die Wohnfläche und der Energieverbrauch für zwei Personen ist dadurch jedoch enorm. Aufgrund des zentralen Treppenhauses ist eine Abtrennung von einzelnen Wohnungen im momentanen Zustand kaum umsetzbar, viele Flächen des Gebäudes bleiben daher ungenutzt. Der Geschäftstrakt wurde zwischen 1970 und 2012 um zwei Wohneinheiten erweitert. Das vorhandene Heizsystem und notwendige Instandhaltungsmaßnahmen machen eine möglichst zeitnahe Sanierung notwendig.

Ziel dieser Arbeit ist es, ein gesamtheitliches Sanierungskonzept mit der Erarbeitung einer sinnvollen Nutzungsaufteilung für die Zukunft zu erstellen.

Die These soll aufzeigen, dass durch die Erstellung eines zukunftsfähigen Sanierungskonzeptes die Sanierung einem Neubau vorzuziehen ist. Die Umsetzung soll auch in Teilschritten möglich sein, sodass die derzeitigen Nutzer möglichst wenig gestört werden bzw. eine Adaptierung erst zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden kann.

1.2 Hypothese und Zieldefinition

Am Beispiel eines bestehenden Wohn- und Geschäftshauses soll aufgezeigt werden, dass durch eine ganzheitliche Betrachtung und vorausschauende integrale Planung ein gesamtheitliches zukunftsfähiges Objekt entsteht, dass einem Neubau in Sachen Energieeffizienz und Wohlbefinden gleichgestellt bzw. aufgrund des geringeren Materialeinsatzes sogar bevorzugt werden kann.

Durch ein vorausschauendes und zukunftsfähiges Sanierungskonzept für das betrachtete Gebäude, welches auch Nutzungsänderungen bzw. Nutzungsanpassungen berücksichtigt, wird durch einen möglichst geringen Ressourceneinsatz eine Gebäudehülle geschaffen, die dem Neubau in energetischer Sicht gleichgestellt werden kann. Die durch die Sanierungsmaßnahmen erreichte Reduktion des Heizwärmebedarfs (HWB) ermöglicht den Einsatz eines alternativen Energiesystems, welches in weiterer Folge zu hohen CO₂-Einsparungen führt.

1.3 Methode

Um den tatsächlichen Bestand inkl. Verbrauch und das Einsparpotential genau darstellen zu können, erfolgt zu Beginn eine Bestandsaufnahme und die Erhebung der derzeitigen Nutzungskategorien.

Nach der Bestandsaufnahme werden mittels eines groben Nutzungskonzeptes die zukünftigen Nutzungen im Gebäude skizziert. Zur Analyse der thermischen Qualität der Gebäudehülle, wird eine Berechnung mit dem Passivhausprojektierungspaket 10 (PHPP) erstellt, welche durch Aufzeichnungen zum Ölverbrauch in den letzten 12 Jahren validiert wird. Auf Grundlage dieser, werden verschiedene thermische Sanierungsvarianten berechnet und miteinander verglichen.

Um den ökologischen Einfluss der Sanierung bzw. der bestehenden Bausubstanz beurteilen zu können, werden die flächenmäßig größten Bauteile im Online-Berechnungstool für die Ökobilanz eines Gebäudes, eco2soft (www.eco2soft.at), erfasst und miteinander verglichen. Das Ergebnis der Bauteilbeurteilung kann aufgrund der ähnlichen Bauteilaufbauten stellvertretend auf alle, im Gebäude flächenmäßig klein vertretenen, Bauteile umgelegt werden.

Mittels des Heizungsrechners (v5.0) des Energieinstitutes Vorarlberg (<https://www.energieinstitut.at/tools/heizrechner/>) wird das bestehende Heizsystem mit alternativen Lösungen verglichen und das Einsparpotential der CO₂-Emissionen erfasst.

Das Potential durch eine Photovoltaikanlage (PV) am Dach des Gebäudes wird mittels des Photovoltaikrechners der Klimaaktiv-Plattform (https://www.klimaaktiv.at/service/tools/erneuerbare/pv_rechner.html) geprüft und beurteilt.

Um eine zukunftsfähige und nachhaltige Nachnutzung des Gebäudes zu ermöglichen, wird als Ergebnis jene Sanierungsvariante angestrebt, welche auch bei schrittweiser Nutzungsänderung in thermischer und ökologischer Sicht langfristig zum bestmöglichen Ergebnis führt.

1.4 Relevanz Sanierung anstelle von Neubau

Die Bestandsgebäude in Österreich beinhalten ca. 60%⁸ der vorhandenen Rohstoffe des Bausektors und bilden somit das größte Baustofflager bzw. Abfallaufkommen⁹. Ein Neubau wird der Bestandssanierung jedoch meist vorgezogen – dieser scheint einfacher umsetzbar zu sein, als sich mit dem Bestand auseinanderzusetzen. Weiters führen Neubauten zu einem enormen Flächenverbrauch (in Österreich im Dreijahresmittelwert 2017-2020 ca. 42 km²¹⁰), den es aufgrund der dadurch stetig fortschreitenden Flächenversiegelung und den damit verbundenen Klimaveränderungen dringend zu stoppen gilt. Durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Fortschritte in der Aufbereitungstechnik können bereits verwendete Ressourcen wieder aufgewertet und zu einem Sekundärbaustoff verarbeitet werden. Die Verarbeitung von Baurestmassens zu Sekundärbaustoffen ist dennoch immer noch mit einem sehr hohen Energieaufwand und Materialeinsatz verbunden.

Durch eine Sanierung werden die bereits vorhandenen Ressourcen weiterhin genutzt, und es benötigt keinen zusätzlichen Energieaufwand, um aus den vorhandenen Rohstoffen Sekundärrohstoffe zu erstellen bzw. landen keine Baurestmassen, bzw. nur sehr wenige, die durch die Sanierung entstehen, auf der Deponie.

⁸ Cresnik Guido, „Die Substituierung mineralogischer Rohstoffe durch Baurestmassen unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten“ (Hochschulschrift, TU Graz, 2006).

⁹ Bernhard Weller, Marc-Steffen Fahrion, und Sven Jakubetz, *Denkmal und Energie*, 1. Aufl, Praxis (Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2012).

¹⁰ Umweltbundesamt, „Flächeninanspruchnahme, Artikel des Umweltbundesamt“, Umweltbundesamt, 2022, <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/boden/flaecheninanspruchnahme>.

1.5 Definitionen zur Nachhaltigkeit

Das Wort ‚Nachhaltigkeit‘ kommt im heutigen Sprachgebrauch sehr oft vor, jedes Produkt und jedes Verhaltensmuster scheint *nachhaltig* zu sein. Die Nachhaltigkeit als solche ist wissenschaftlich jedoch als Leitbild klar definiert und befindet sich aufgrund neuer Erkenntnisse im ständigen Entwicklungsprozess. Auch die Nachnutzung eines Gebäudes oder die Tatsache den Flächenverbrauch durch einen Neubau nicht zusätzlich zu erhöhen kann durchaus als *nachhaltig* bezeichnet werden. Die Nachhaltigkeit als Ganzes setzt sich durch viele einzelne Aspekte zusammen, welche nur in Summe nachhaltig sind.

1.5.1 Nachhaltige Entwicklung

Laut Brundtlandreport ist die nachhaltige Entwicklung eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass zukünftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können¹¹. Entscheidungen und Handlungen sind so zu treffen bzw. durchzuführen, dass dadurch keine Nachteile bzw. Schäden in der Zukunft entstehen. Es wird so eine Zukunft ermöglicht, in der ausreichend Ressourcen für folgende Generationen vorhanden sind.

1.5.2 Nachhaltigkeit im Bausektor

Die Nachhaltigkeit im Bausektor ist keine Messgröße, sondern ein Leitbild bzw. ständiger Entwicklungsprozess. Diese wird im Dreisäulenmodell der Nachhaltigkeit aufgezeigt und beinhaltet die ökologische Nachhaltigkeit (Umwelt, menschliche Gesundheit, natürliche Ressourcen,...), ökonomische Nachhaltigkeit (Wirtschaft, Werterhaltung, Leistbarkeit, Lebensdauer,...) sowie die soziokulturelle Nachhaltigkeit (Gesellschaft, Leistbarkeit, Behaglichkeit, Barrierefreiheit,...) zu gleichen Teilen. Wie in Abbildung 1-1 erkennbar bilden diese drei Säulen somit die Basis der Nachhaltigkeit. Hinzu kommen meist noch weitere Faktoren, wie zum Beispiel die Standortqualität oder die technische Qualität.

¹¹ Susanna Agnelli u. a., „Our Common Future“, 4. August 1987, 756.

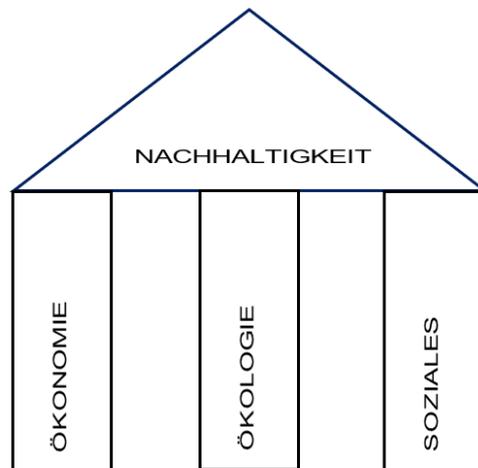


Abbildung 1-1: Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit (eigene Abbildung)

Um die Nachhaltigkeit messbar zu machen, wurden etliche Zertifizierungssysteme entwickelt und ständig erweitert, um Bauwerke in deren Herstellung und Betrieb miteinander vergleichen zu können. Dabei werden alle drei Säulen als gleichwertig angesehen und bewertet. Verschiedene Zertifizierungssysteme gibt es z.B. nach **klimaaktiv**, Quartiers- und Gebäudezertifizierungssysteme der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) bzw. der Österreichischen Gesellschaft für nachhaltige Immobilienwirtschaft (ÖGNI), Breem (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology) oder Leed (Leadership in Energy and Environmental Design).

1.5.3 Gesamtheitliche Betrachtung

Die gesamtheitliche Betrachtung bedeutet, alle drei Säulen, sowie deren Wechselwirkungen in der Planung, Umsetzung und der Bewirtschaftung eines Objektes zu berücksichtigen. Sie ist essenziell, um eine nachhaltige Gesamtlösung zu erhalten. Die Zusammenarbeit sämtlicher am Bau bzw. an der Sanierung beteiligter Personen, ist im Sinne der integralen Planung obligatorisch. Nur durch die integrale und somit vorausschauende Planung sowie der gemeinschaftlichen Lösungsfindung aller am Bau Beteiligten ist die Umsetzung eines nachhaltigen Projektes möglich. Diese ist wiederum Grundvoraussetzung für die nachhaltige Bewirtschaftung des Objektes über die gesamte Lebensdauer.

1.5.4 Technische Gebäudehüllqualität

Die technische Qualität eines Gebäudes ergibt sich besonders aus den Eigenschaften und der Güte der Gebäudehülle. Die Definition der thermischen Gebäudehülle

umfasst all jene Bauteile, welche von beheizten Zonen zu unbeheizten Zonen, dem Erdreich bzw. von beheizten Zonen zur Außenluft anschließen. Dies umfasst die Bauteile des Bodens, Dach, Decken zu unbeheizten Flächen wie Dachboden oder Garage, Außenwände sowie der transparenten Außenbauteile (Fenster).

In der Praxis wird die Qualität der einzelnen Bauteile über den Wärmedurchgangskoeffizienten (= U-Wert) definiert. Dieser gibt an, „welche Wärmemenge unter Bezug auf einen Quadratmeter Bauteiloberfläche und einer Temperaturdifferenz zwischen den Oberflächen von 1 K durch einen Bauteil fließt“¹². Einen weiteren Einfluss auf die thermische Hüllqualität und das Auftreten von Wärmeverlusten über die Gebäudehüllfläche sind durch vorhandene Wärmebrücken gegeben. Diese treten an jenen Punkten bzw. Flächen der Hülle auf, „wo der gleichförmige Wärmedurchgangswiderstand signifikant verändert wird“¹³. Um die thermische Gebäudequalität, welche für das Gesamtgebäude über den Heizwärmebedarf (HWB) angegeben werden kann, zu erhöhen, ist eine möglichst wärmebrückenfreie Konstruktion gefordert.

Die Definition eines nachhaltigen Gebäudes ist stark an dessen thermische Eigenschaften bzw. Qualitäten gekoppelt, da diese ausschlaggebend für den Endenergieverbrauch des Bauwerks sind.

1.5.5 Ökologie und Baustoffwahl

Gebäude weisen im Vergleich zu anderen Gebrauchsgegenständen sehr hohe Produktlebensdauern auf, welche bei entsprechender Nutzungsdauer Jahrzehnte bzw. Jahrhunderte erreichen können. Grundsätzlich gilt es den Gebäudebestand weiter zu nutzen, um vorhandene Ressourcen zu schonen.

Der Einsatz neuer Materialien und die damit verbundene Nutzung von Ressourcen ist für eine Sanierung kaum zu vermeiden. Die Auswahl des Baustoffmaterials hat jedoch eine direkte Auswirkung auf die ökologische Nachhaltigkeit der geplanten Sanierung.

In unterschiedlichsten Niederschriften und Normen sind eine Vielzahl von Umweltkategorien definiert, die ökologische Beurteilungen von Baustoffen ermöglichen. Das Österreichische Institut für Bauen und Ökologie GmbH (IBO) hat für die Bewertung der Bauteile ein Berechnungsverfahren¹⁴ entwickelt, welches in definierten Ökokennzahlen, den OI3 – Indikatoren, das Treibhauspotential (100 Jahre bezogen auf 1994),

¹² Prof. Dipl.- Ing. Rüdiger Wormuth und Prof. Dipl.-Ing. Klaus-Jürgen Schneider, Hrsg., *Baulexikon*, 3. Aufl., Baulexikon (Berlin: Bauwerk, Beuth, 2016).

¹³ Prof. Dipl.- Ing. Rüdiger Wormuth und Prof. Dipl.-Ing. Klaus-Jürgen Schneider.

¹⁴ „Leitfaden zur Berechnung des Ökoindex OI3 für Bauteile und Gebäude“, Leitfaden (Wien, Oktober 2018), <https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/oekoindex-oi3>.

das Versauerungspotential und den Bedarf an nicht erneuerbaren energetischen Ressourcen berücksichtigt. Die jeweiligen Bauteile eines Gebäudes werden in einem hierarchischen Bilanzgrenzenkonzept beurteilt und können zum Schluss durch den OI3-Index miteinander verglichen und bewertet werden.

2 Bestandserhebung und Beurteilung

Zu Beginn der Arbeit wurde eine detaillierte Bestandserhebung im Gebäude durchgeführt, sowie Einreich- und Planunterlagen aus diversen Bauansuchen im Archiv des Gemeindeamts bzw. vom Eigentümer gesichtet.

Um die in den letzten 115 Jahren durchgeführten Sanierungs- und Anpassungsmaßnahmen dokumentieren und erfassen zu können, wurden zahlreiche Gespräche mit Zeitzeugen und Bewohnern des Gebäudes geführt.

2.1 Lage und Klima

Das betrachtete Gebäude befindet sich im Ortszentrum der Marktgemeinde Hard, Vorarlberg, auf ca. 399 m Seehöhe.

Für die Berechnung wurden die Klimadaten ‚AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert‘ der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und die Klimazone ‚Kühlgemäßigt‘ herangezogen.

Im Norden grenzt das bebaute Grundstück teilweise an den Dorfbach der Gemeinde, teilweise ergibt sich neben dem Gebäude noch ein Innenhof. Ostseitig gelangt man in den Innenhof, südseitig befindet sich die Marktstraße, sowie gegenüberliegend das Rathaus. Im Westen wurde das Gebäude bis auf wenige Zentimeter direkt an die Grundgrenze gebaut.

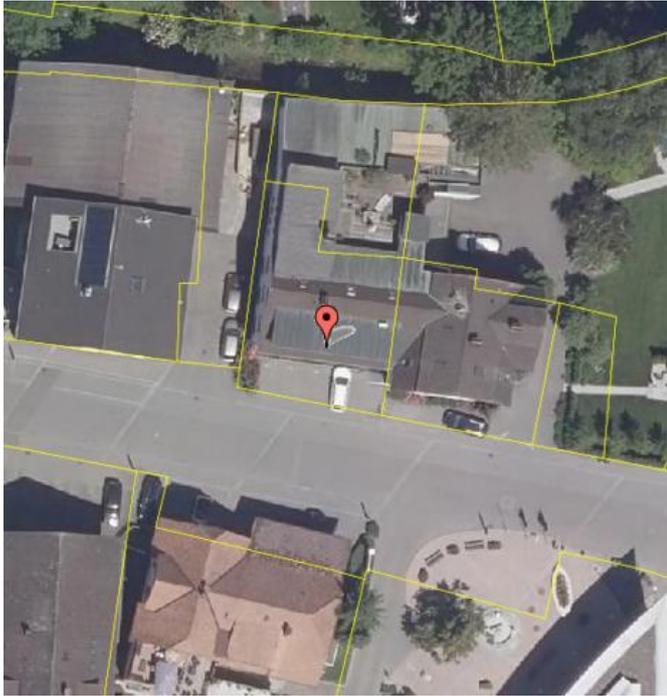


Abbildung 2-1 Lage im Ortszentrum (http://vogis.cnv.at/atlas/init.aspx?karte=planung_und_kataster; aufgerufen am 18.07.2022)

Um das gesamte Gebäude in einer PHPP Berechnung berücksichtigen zu können wurde die überwiegende Nutzung (= Wohnnutzung) als Berechnungsgrundlage herangezogen. Interne Wärmequellen sind mit $2,4 \text{ W/m}^2$ (Sommer wie Winter) der Wohnnutzung zugerechnet.

Rauminnentemperatur im Sommer: $25 \text{ }^\circ\text{C}$

Rauminnentemperatur im Winter: $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Spez. Wärmekapazität: 132 Wh/K pro m^2 EBF (lt. PHPP für Mischbauweise)

Personenzahl: 18,5 (lt. PHPP vorgegeben)

2.2 Geschichtliche Eckpunkte und Bedeutung

Am Standort des betrachteten Gebäudes befand sich ein Rheintalhaus, in welchem ab 1620 der erste Schulunterricht der Gemeinde abgehalten wurde¹⁵. Bei einem Großbrand im Jahr 1907 wurden sämtliche Gebäude in der Straße zerstört.

¹⁵ Marktgemeinde Hard, Hrsg., z`*Hard am See - Geschichte, Geschichten, Bilder* (Hard, 1990).



Abbildung 2-2 Rheintalerhaus, abgebrannt 1907, hier wurde der erste Unterricht abgehalten (Marktgemeinde Hard 1990)

1907

Das betrachtete Gebäude wurde nach dem Großbrand am 6. Mai in der damaligen Judengasse ¹⁶ im gleichen Jahr neu errichtet. Im Gegensatz zum ursprünglichen Rheintalhaus, wurde der Wohntrakt des Gebäudes östlich und der landwirtschaftliche Trakt westlich neu erbaut.

Laut vorhandenen Planunterlagen fand der Baustart im Juni statt. Laut mündlicher Überlieferung der Bewohner wurde bereits im September desselben Jahres wieder Heu im westlichen Haustrakt (heute Geschäftstrakt) eingebracht. Die Bewohner des Wohnhauses konnten bereits vor Weihnachten 1907 wieder ins Gebäude einziehen. Der Wohnhausstrakt ist unterkellert.

Das neu errichtete Gebäude in Massivbauweise (im Folgenden bezeichnet als Wohnhaus) und in Holzbauweise (im Folgenden bezeichnet als Geschäftstrakt) war Heimat von drei Familien (ca. 14 Personen) und einer Landwirtschaft.

¹⁶ Marktgemeinde Hard.

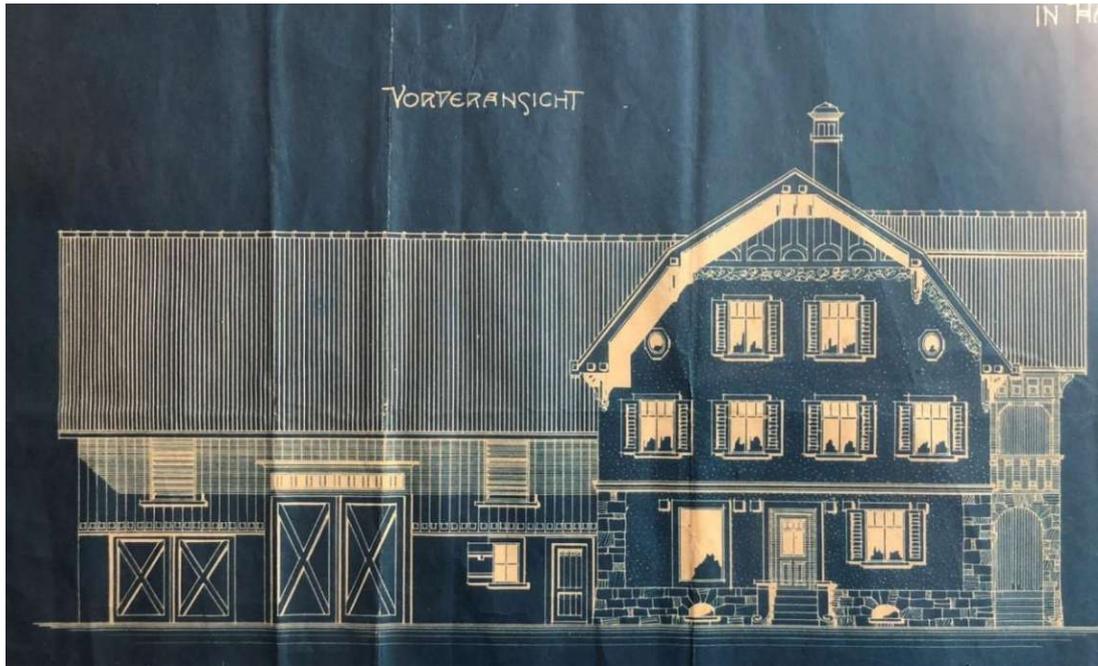


Abbildung 2-3 Ausschnitt Südansicht aus Plan „über den Neubau eines Wohnhauses nebst Stall und Stadel (...) in Hard, Judengasse“ (Plandatum: 05.Juni 1907, eigenes Foto)

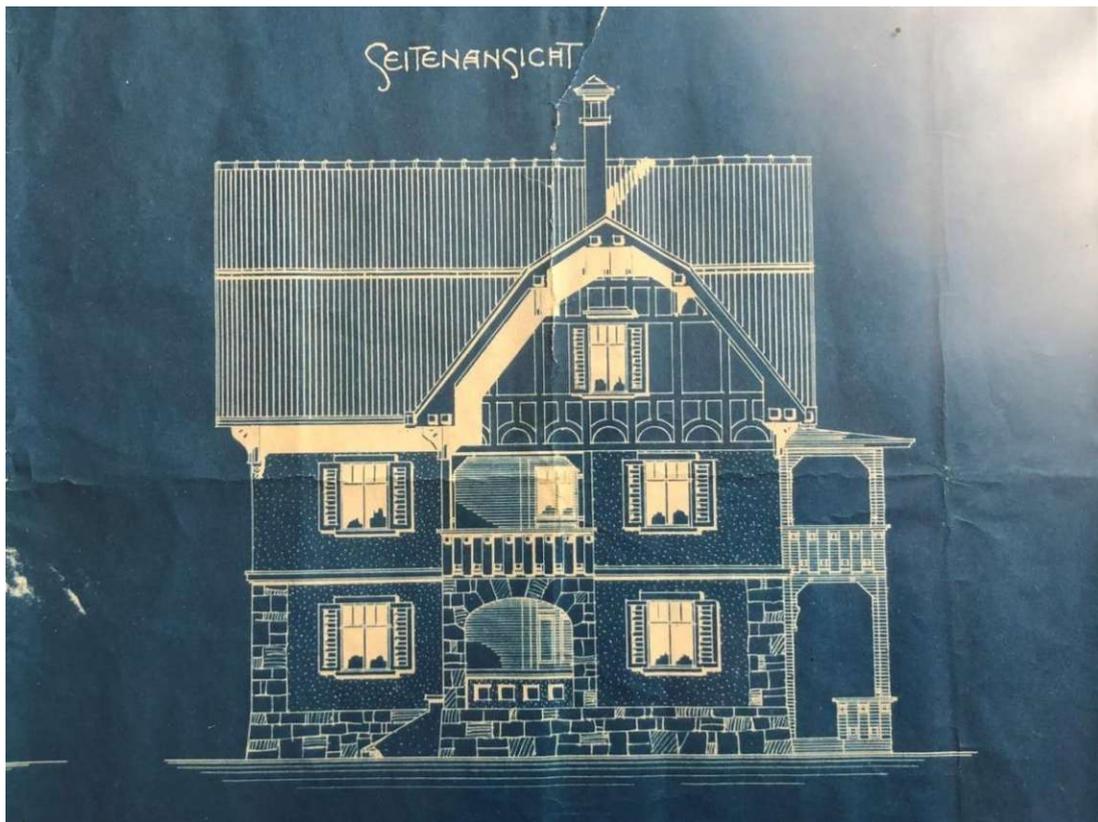


Abbildung 2-4 Ostansicht (Plandatum: 05.Juni 1907, Bildquelle: eigenes Foto)

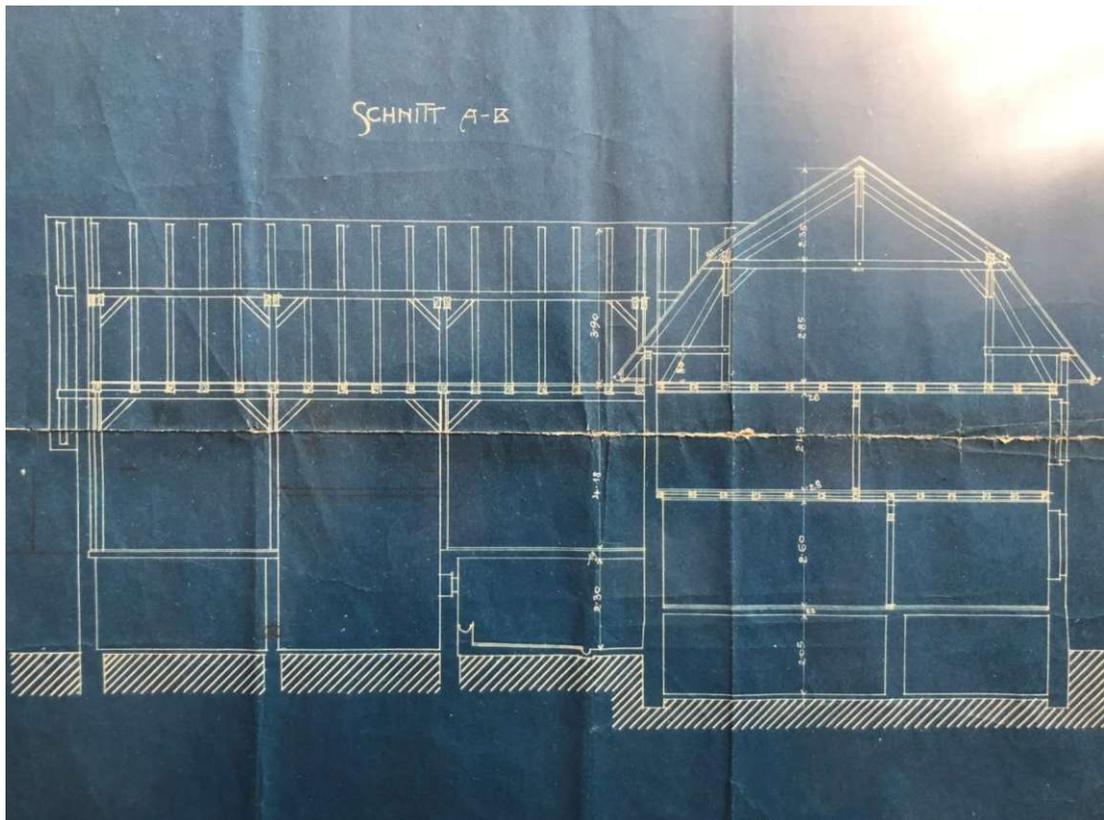


Abbildung 2-5 Schnitt A-B (Plandatum: 05.Juni 1907, Bildquelle: eigenes Foto)

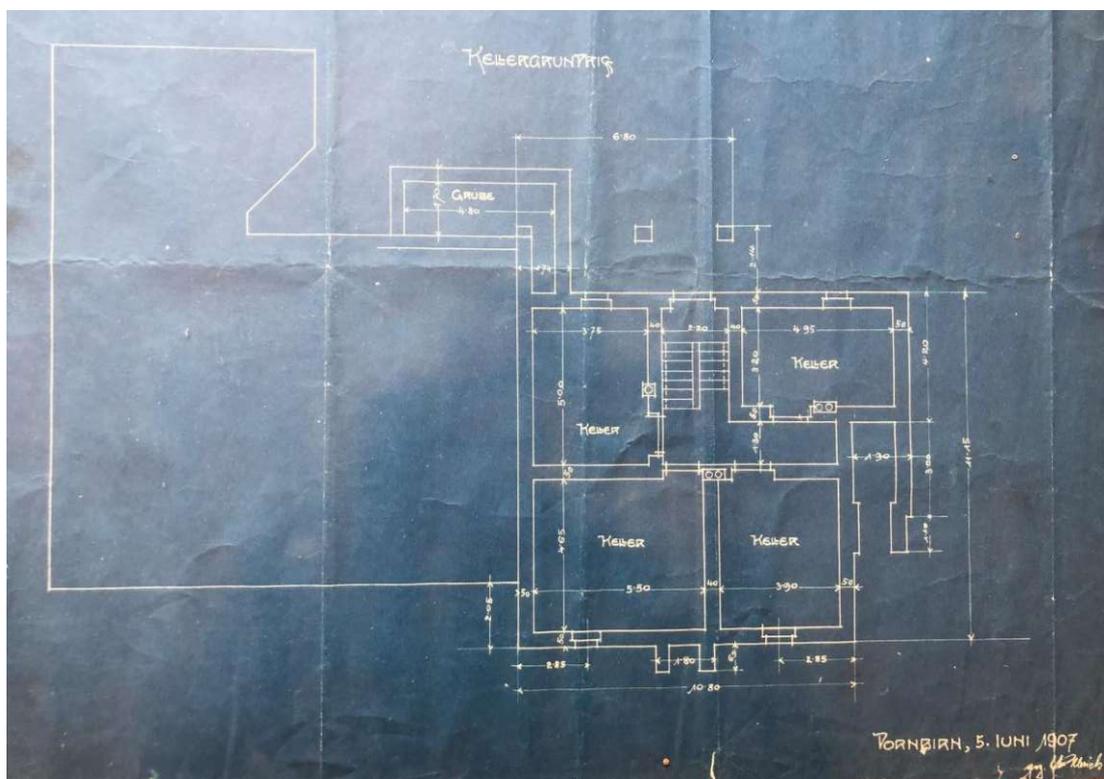


Abbildung 2-6 Kellergrundriss (Wohnhaus unterkellert) (Plandatum: 05.Juni 1907, eigenes Foto)

Leider enthält der Plan von 1907 keinen Grundriss des 2. Obergeschosses. Auch hier wurde bereits 1907 Wohnraum geschaffen.

1907- 1959

In der Zeit des 1. und 2. Weltkrieges wird das Gebäude im Erdgeschoss von der Eigentümerfamilie (8 Personen) bewohnt. Die Obergeschosse werden von Kriegsoffizieren beschlagnahmt. Weitere Informationen für diesen Zeitraum konnten nicht auffindig gemacht werden.

1959



Abbildung 2-9 Wohnhaus und Tischlerei (ca. 1959, vor Umbau des Obergeschosses zu Tischlereiräumlichkeiten, Foto: Fam. Künz)

Der westliche Trakt (Landwirtschaft) wird vom Eigentümer zu einer Tischlerei umgebaut. Der Holzbau im Obergeschoss des westlichen Gebäudetrakts weicht einem Massivbau mit betonierter Bodenplatte, Außenwänden aus Vollziegelmauerwerk und Ziegelträgerdecken. Die Beheizung der Tischlerei erfolgt durch einen Einzelofen in der Mitte der Tischlerei. Heizgut sind die in der Produktion anfallenden Sägespäne.

Im Wohnhaus befindet sich pro Geschoss je ein Einzelofen der mit Stückholz gefeuert wird. WC's und Sanitärräume mit fließendem Wasser bzw. Anschluss an die Kanalisation sind nicht vorhanden. Für die menschlichen Bedürfnisse steht ein Plumpsklosett mit Senkgrube zur Verfügung.

1963 (Deckplanung 1967)

Im Norden des Gebäudes wird ein Holzlagerschuppen mit Garage errichtet. Ebenso wird eine Hackschnitzelheizung in der Tischlerei eingebaut. Die Wärme der Hackschnitzelheizung wird teilweise dem Wohnhaus zur Beheizung zugeführt

1970

Der Kellerboden des Wohnhauses wird verfestigt, um Lagerräume zu erhalten.

1971



Abbildung 2-10 Schopf mit Plumpsklosett, nordseitig Wohnhaus – Abbruch 1971 (Foto: Fam. Künz, 1971)



Abbildung 2-11 Ansicht Nord Wohnhaus nach Abbruch Schopf und Erneuerung Fenster (Foto: Fam. Künz, 1971)

Das Gebäude wird an das örtliche Kanalisationsnetz angeschlossen, der Schopf mit vorhandenen Plumpsklosetts wird abgebrochen.

Im Zuge dieses Umbaues werden bereits Leitungen für den Einbau einer Zentralheizung eingelegt bzw. berücksichtigt

Fenstertausch (Isolierglasfenster aus Holz) $U_w = \text{ca. } 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$; Bisher waren Fenster mit Doppelflügel und Oberlicht mit einer Einfachverglasung, sowie einem Vorfenster (für die Winterzeit) vorhanden.

1976

Im Wohnhaus erfolgt der Einbau einer zentralen Ölheizung, welche in Kombination mit der Hackschnitzelanlage der Tischlerei betrieben werden kann.

1978

Im Dachgeschoss des Wohnhauses wird der leerstehende Dachraum zu einem beheizten Zimmer ausgebaut.

Ebenso erfolgt in diesem Jahr die Umnutzung des leerstehenden Dachgeschosses über dem Geschäftstrakt (Tischlerei) zu beheizten Räumen. Es erfolgt die Errichtung von 2 Gauben nach Süden und Norden in Holzrahmenbauweise. Die Fläche beinhaltet 2 Schlafzimmer, die restliche Fläche ist noch ungenutzt.

1983

Adaptierung bzw. fertiger Ausbau des Dachgeschosses (Geschäftstrakt) zu einer Wohnung. Einbau eines Personenaufzuges.

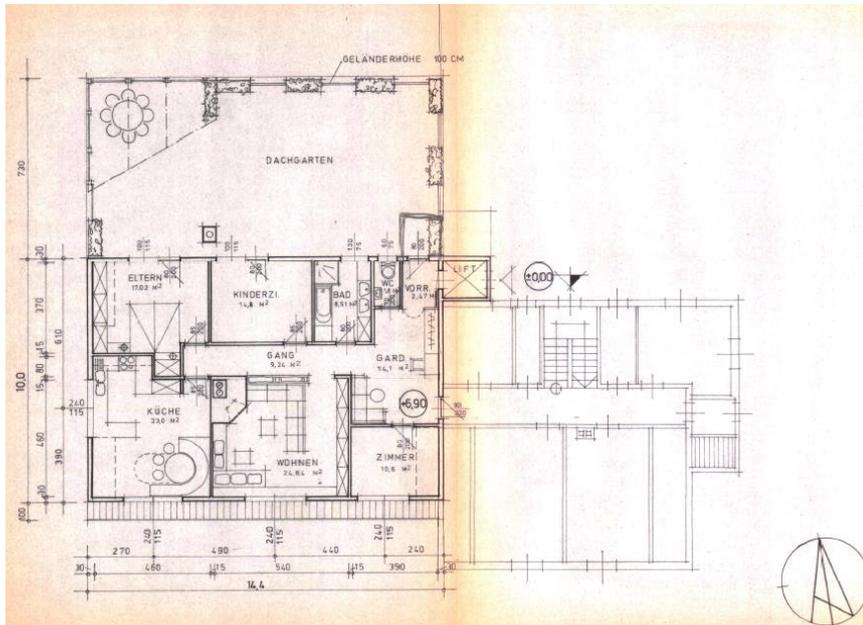


Abbildung 2-12 Wohnungsgrundriss 2.OG Geschäftstrakt Einreichplanung 12.02.1983 (eigene Aufnahme)

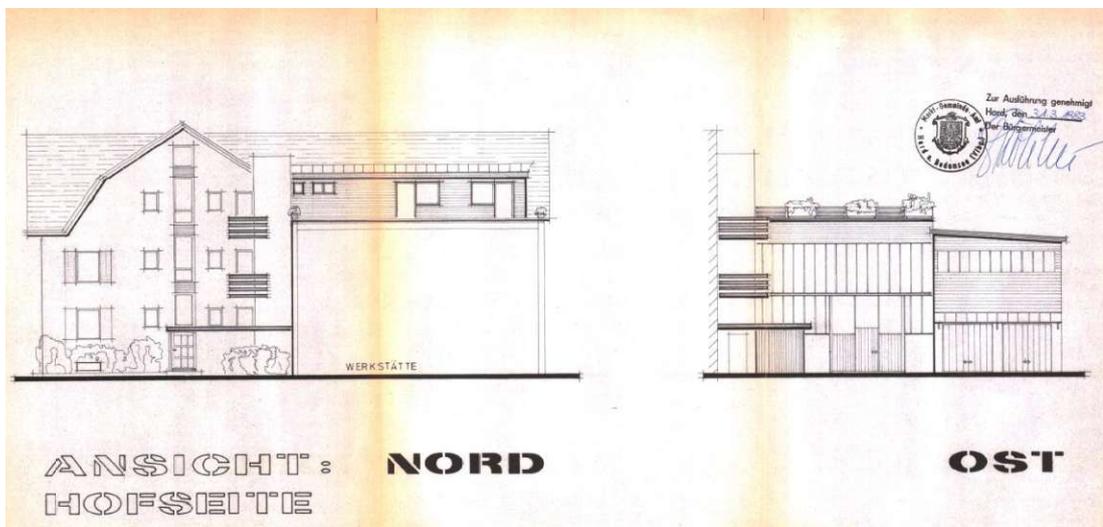


Abbildung 2-13 Ansichten Einreichplanung 12.02.1983 (eigene Aufnahme)

1989/1990

Fenstertausch in Tischlerei (Geschäftstrakt inkl. Wohnung DG); $U_g = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_f = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

1992

Erweiterung der Wohnung im Dachgeschoss (Geschäftstrakt) um 2 Zimmer in Holzrahmenbauweise.

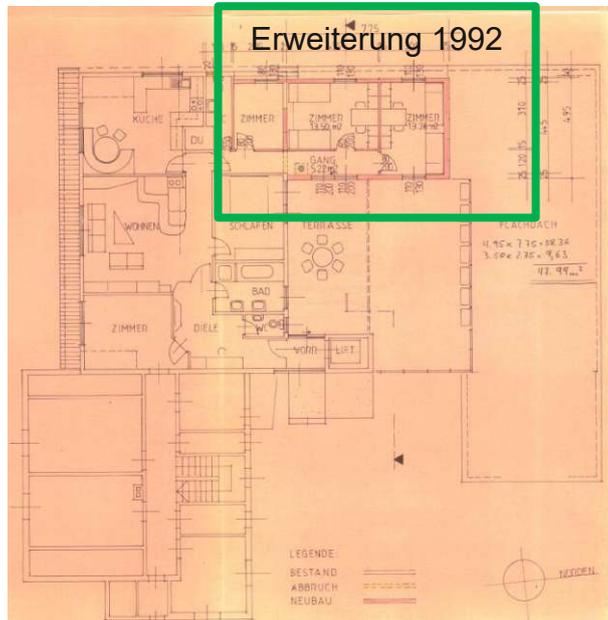


Abbildung 2-14 Grundriss 2.OG, Zubau Geschäftstrakt – Einreichplanung August 1992 (eigene Aufnahme)

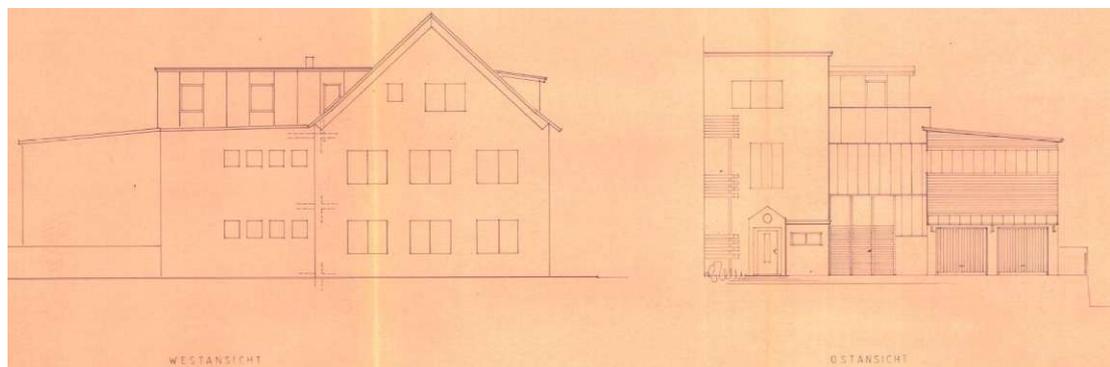


Abbildung 2-15 Ansichten, Zubau Geschäftstrakt – Einreichplanung August 1992 (eigene Aufnahme)

1994

Durch den Umzug der Tischlerei in das Betriebsgebiet der Gemeinde werden Flächen im Gebäude frei welche zu einer Arztpraxis, sowie Büroräumlichkeiten und Archiv umgebaut werden. Im Zuge dieser Adaptierung wird die Hackschnitzelheizung durch eine Ölheizung ersetzt. Es sind nun also 2 Ölheizungen im Gebäude vorhanden (1x Wohnhaus, 1 x Geschäftstrakt inkl. Wohnung DG mit 3 getrennten Heizkreisen)

1996

Im Wohnhaus werden mit Ausnahme der WC – und Badezimmerfenster alle Fenster samt Fensterrahmen erneuert ($U_g = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_f = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$)



Abbildung 2-16 Ostansicht (links) und Südansicht (rechts) Wohnhaus (eigene Aufnahme)

2004

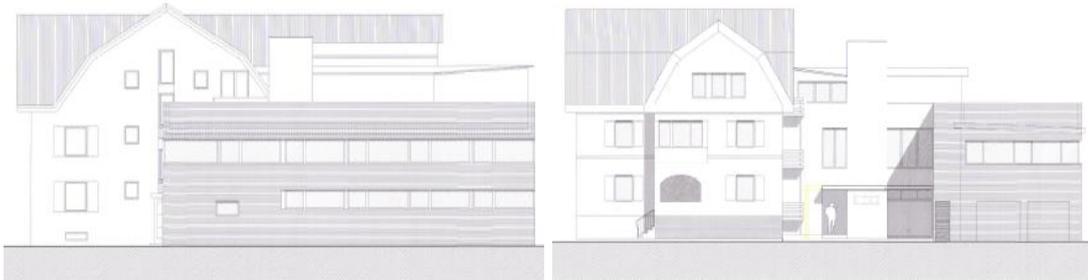


Abbildung 2-17 Fassadenerneuerung des Geschäftstraktes nord -(links) + ostseitig (rechts); Planausschnitt Baueingabe Zubau Fluchtstiege – Fassade Nordzubau Planstand 03.11.2003 (eigene Aufnahmen)

Der Geschäftstrakt des Gebäudes wird um ein Fluchttreppenhaus (außerhalb der therm. Hülle) erweitert. Im Zuge dessen wird eine Fassadenerneuerung durchgeführt und einzelne Bauteile durch Aufbringen von Dämmung ertüchtigt. Fenstereinbau im 1. OG des Geschäftstraktes im Bereich des bestehenden Archives ($U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$; $U_f = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$)

2012

Erfolgt der Ausbau des ehem. Archives (nordseitig, 1.OG) im Geschäftstrakt des Gebäudes zu einer Wohnung.

2018

Durch den Einbau von 2 Türen im Treppenhaus des Erdgeschosses im Wohnhaus wird die Abtrennung einer getrennten Wohneinheit ermöglicht. Diese Abtrennung bedingt, dass ein Zimmer der Wohnung nur als Durchgangszimmer genutzt werden kann. Beide Wohneinheiten sind nun über getrennte Eingangstüren erschlossen.

Abgesehen davon wurde seit 2018 außer dem gesetzlich bedingten Austausch des Personenliftes sowie div. Wartungsarbeiten haustechnischer Anlagen keine weiteren Veränderungen am Gebäude vorgenommen.

Die geringen Veränderungen seit Mitte der 90iger Jahre, besonders im Bereich der thermischen Qualität der Gebäudehülle, bedingt sich durch die Frage wie das Gebäude sinnvoll weitergenutzt werden kann bzw. ob dieses gegebenenfalls einem Neubau weichen soll.

2.3 Grundrisse und Nutzungsbereiche

Derzeit sind mehrere Nutzungseinheiten im Gebäude vorhanden. Die über die Jahre gewachsene Struktur kann in das stets bestehende Wohnhaus (lt. Planung 1907) und in den Geschäftstrakt, der durch Erweiterungen und Umbauten aus dem ehemaligen Landwirtschaftstrakt entstanden ist, aufgeteilt werden.



Abbildung 2-18 Allgemeine Bezeichnung der Gebäudeteile (eigene Darstellung)

Wohnhaus:

- 2 Wohneinheiten, eine davon ist durch Türen im Treppenhaus abtrennbar und durch einen separaten Hauseingang erreichbar

Derzeit erfolgt die Erschließung beider Wohneinheiten aller Geschosse über ein offenes Treppenhaus, welches im direkten Wohnbereich der Einheiten liegt (aufgrund dieser Erschließungssituation ist eine getrennte Nutzung der Wohneinheiten nicht möglich und das 2. OG sowie das DG derzeit ungenutzt). Die Möglichkeit

der Abtrennung der Wohneinheit im Erdgeschoss durch das Schließen der Türen im Treppenhaus ermöglicht eine Fremdnutzung der Einheit und somit Flexibilität im Gebrauch der Wohnung.

Geschäftstrakt:

- 1 Büro (1.OG)
- 1 Arztpraxis (EG)
- 2 getrennte Wohneinheiten (DG, 1.OG)
- Lager- + Hobbyräume im EG (gemeinschaftliche Nutzung)

Die Einheiten sind jeweils über getrennte Eingänge erschlossen jedoch intern verbunden.

Die einzelnen Nutzungsbereiche sind in den Abbildungen 2-20 bis 2-25 ersichtlich.

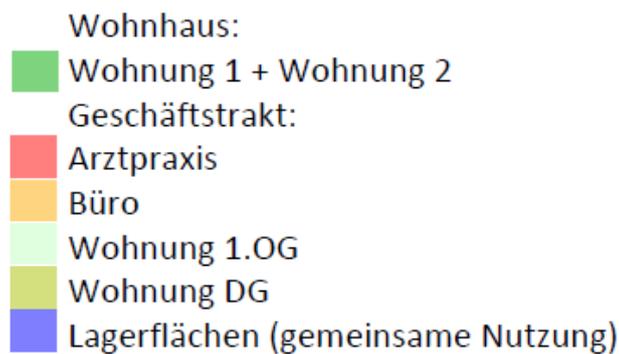


Abbildung 2-19 Legende Nutzungen

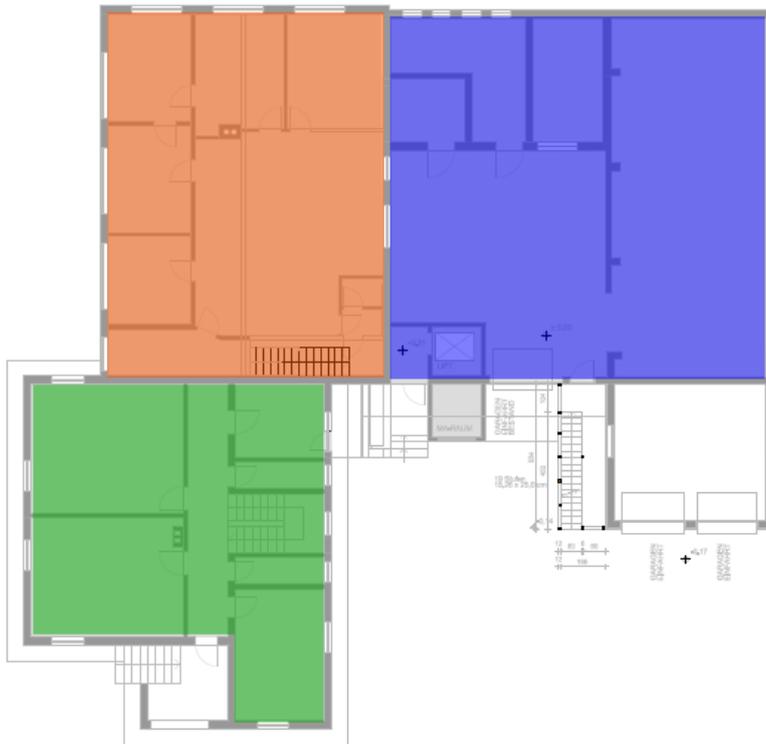


Abbildung 2-20 Nutzungen Erdgeschoss (eigene Grafik)

Im Erdgeschoss befinden sich neben einer abgetrennten Wohneinheit im Wohnhaus auch gemeinsam genutzte Lagerflächen sowie eine Arztpraxis im Geschäftstrakt des Gebäudes.



Abbildung 2-21 Nutzungen 1. Obergeschoss (eigene Grafik)

Im 1. Obergeschoss im Norden des Geschäftstraktes, in türkis erkennbar, liegt die 2012 ausgebaute Wohneinheit, im südlichen Teil (orange) Büro- und Besprechungsräumlichkeiten. Im Bereich des Wohnhauses (grün) befindet sich die 2. Wohneinheit, welche sich über mehrere Geschosse erstreckt.



Abbildung 2-22 Nutzung 2. Obergeschoss (eigene Grafik)

In Abbildung 2-22 ist die im Jahr 1983 ausgebaute Wohneinheit mit Erschließung durch einen Personenlift im Nordosten in hellgrün erkennbar. Im Bereich des Wohnhauses - in dunkelgrün gekennzeichnet - befinden sich Aufenthaltsräume der 2. Wohneinheit. Dieses Geschoss des Wohnhauses ist derzeit ungenutzt.

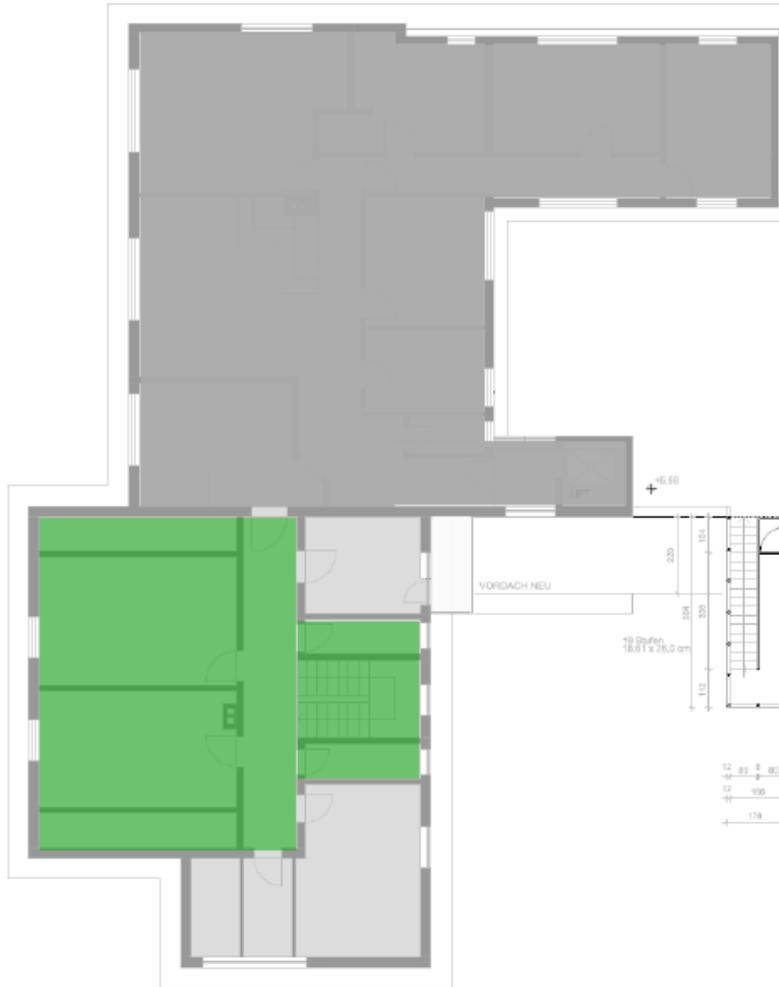


Abbildung 2-23 Nutzung Dachgeschoss (eigene Grafik)

Im Dachgeschoss des Wohnhauses befinden sich ausgebaute Wohnräume, welche derzeit unbewohnt sind.



Abbildung 2-24 Nutzungen Wohnhaus und Geschäftstrakt, Ansicht Ost (eigene Grafik)

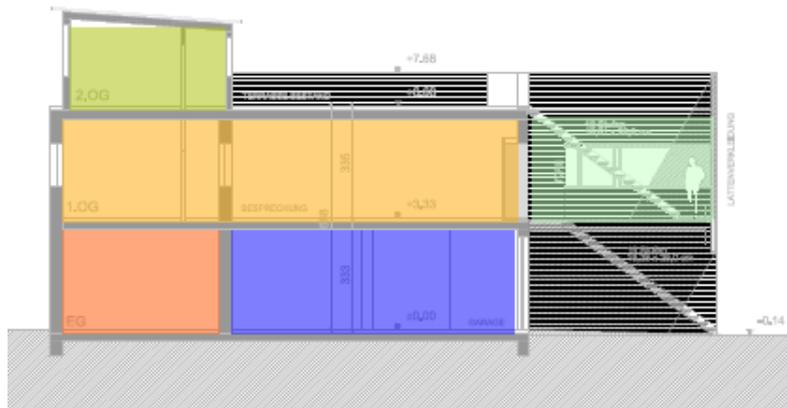


Abbildung 2-25 Nutzungen Geschäftstrakt (eigene Grafik)

Wie in Abbildung 2-24 und 2-25 erkennbar, ist der Geschäftstrakt des Gebäudes durch unterschiedliche Nutzungen definiert. Anders als im Wohnhaus ist hier die separate Erschließung jeder Nutzungseinheit gegeben. Die zentrale und offene Erschließung des Wohnhauses begründet den derzeitigen Leerstand in den Obergeschossen.

2.4 Technische Bestandsanalyse

Um das Potential und die Umsetzbarkeit einer nachhaltigen Sanierung zu prüfen, ist die Bauaufnahme und die Beurteilung des Bestandes unbedingt notwendig. Bei der Bestandsaufnahme wurden keine zerstörenden Bauteilöffnungen vorgenommen. Neben diversen Plan- und Einreichunterlagen sowie Angaben des Eigentümers, wurden insbesondere die Fenstergrößen und Fensterqualitäten in der Bauaufnahme erfasst und in die Berechnungen übernommen.

2.4.1 Allgemeiner Gebäudezustand

Das Gebäude war über die gesamte Lebensdauer stets bewohnt, wurde in Stand gehalten und ständig gewartet. Dementsprechend befindet sich das Gebäude zum Zeitpunkt der Bauaufnahme in einem guten baulichen Zustand.

Vor Umsetzung einer Sanierung gilt es jedenfalls die Standfestigkeit des nordseitigen Gebädetraktes (zum Dorfbach hin) durch Geologen und Statiker zu prüfen. Es sind deutliche Setzungsrisse in Wand und Decke erkennbar.

Das kupfergedeckte Flachdach der Wohnung im ersten Obergeschoss des Geschäftstraktes weist Undichtheiten auf, deren Herkunft jedoch auch durch eine Öffnung des Daches im Sommer 2021 bisher nicht eruierbar waren.

Holzfassade im Dachgeschoss, Holzfensterrahmen und Fensterläden im Bereich des Wohnhauses sind dem Alter entsprechend verwittert – eine Oberflächensanierung durch Schleifen und Malen ist notwendig.

2.4.2 Bauteilaufbauten thermische Gebäudehülle

Die Bauteilaufbauten wurden bei der Bauaufnahme erhoben bzw. sind aus diversen Plan- und Einreichunterlagen zu entnehmen. Für Bestandsmaterialien wurden Wärmeleitgruppen (λ) nach den Defaultwerten des Baubooks (<https://www.baubook.at/zentrale/>) und der passenden Bauepoche gewählt.

2.4.2.1 Boden erdberührt (Geschäftstrakt EG) – 01ud

Der Bauteilaufbau von oben nach unten:

- Linolbelag Bestand, 8 mm, $\lambda = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Spanplatte N+K Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfbremse Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- EPS Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,0440 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Flämmplatte Bestand, 4 mm, $\lambda = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Beton Bestand, 150 mm, $\lambda = 0,980 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.2 Decke gegen Keller (Wohnhaus) – 02ud

Der Bauteilaufbau von oben nach unten:

- Parkett Bestand, 16 mm, $\lambda = 0,200 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Spanplatte N+K Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Trittschalldämmung Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Deckenbalken Bestand, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
 - Schlacke Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,330 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Blindboden Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Luftschicht, 60 mm
- Holzlattung Bestand, 12 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Gipsputz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.3 Boden erdberührt (Geschäftstrakt EG, Arztpraxis) – 03ud

Der Bauteilaufbau von oben nach unten:

- Linolbelag Bestand, 8 mm, $\lambda = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Spanplatte N+K Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfbremse Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Trittschalldämmung Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Schüttung Bestand (Thermotec), 80 mm, $\lambda = 0,050 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Flämmplatte Bestand, 4 mm, $\lambda = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Beton Bestand, 150 mm, $\lambda = 0,980 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.4 Decke gegen Garage – 04ud

Der Bauteilaufbau von oben nach unten:

- Spannteppich Bestand, 8 mm, $\lambda = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Spanplatte N+K Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfbremse Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Polsterhölzer Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Steinwolle Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Polsterhölzer (Kreuzlage) Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Steinwolle Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Beton Bestand, 200 mm, $\lambda = 0,980 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.5 Decke über Außenluft – 07ud

Der Bauteilaufbau von oben nach unten:

- Linolbelag Bestand, 8 mm, $\lambda = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Spanplatte N+K Bestand, 16 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Bretterboden Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Polsterhölzer Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Steinwolle Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Polsterhölzer (Kreuzlage) Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Steinwolle Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Windpapier Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,420 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holztäfer Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.6 Außenwand (Wohnhaus EG) – 05ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Putz Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Mauerwerk Bestand, 600 mm, $\lambda = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Putz Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,93 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.7 Außenwand (Wohnhaus 1. + 2. OG) – 06ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Putz Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Mauerwerk Bestand, 450 mm, $\lambda = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Putz Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $1,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.8 Außenwand Gauben (DG Geschäftstrakt 1978) – 08ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Spanplatte N+K Bestand, 19 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfbremse Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 40 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 40 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzständer Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Windpapier Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,420 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hinterlüftungsebene Bestand, 30 mm, nicht berücksichtigt
- Holztäfer Bestand, 20 mm, nicht berücksichtigt

U-Wert = $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.9 Außenwand (DG Geschäftstrakt Erweiterung 1992) - 09ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Holzverkleidung Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfbremse Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzständer Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Windpapier Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,420 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hinterlüftungsebene Bestand, 30 mm, nicht berücksichtigt

- Holztäfer Bestand, 20 mm, nicht berücksichtigt

U-Wert = 0,20 W/m²*K

2.4.2.10 Außenwand (DG Geschäftstrakt, ertüchtigt 2004) – 10ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Spanplatte N+K Bestand, 19 mm, $\lambda = 0,130$ W/m*K
- Holzlattung Bestand, 40 mm, $\lambda = 0,120$ W/m*K, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 40 mm, $\lambda = 0,040$ W/m*K
- Holzständer Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,120$ W/m*K, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,040$ W/m*K
- EPS Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,040$ W/m*K
- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780$ W/m*K

U-Wert = 0,16 W/m²*K

2.4.2.11 Außenwand (EG + 1.OG Geschäftstrakt, Richtung Bach) – 11ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Gipskartonplatte Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,250$ W/m*K
- Vorsatzschale, nicht ausgedämmt Bestand, 50 mm, $\lambda = 0,278$ W/m*K
- Dampfbremse Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500$ W/m*K
- Mineralwolle zw. Stahlsäulen Bestand, 120 mm, $\lambda = 0,040$ W/m*K
- Holzständer Bestand, 100 mm, $\lambda = 0,120$ W/m*K, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 100 mm, $\lambda = 0,040$ W/m*K
- Windpapier Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,420$ W/m*K
- Hinterlüftungsebene Bestand, 30 mm, nicht berücksichtigt
- Holzverkleidung Bestand, 20 mm, nicht berücksichtigt

U-Wert = 0,18 W/m²*K

2.4.2.12 Außenwand (EG Geschäftstrakt) – 12ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780$ W/m*K
- Mauerwerk Bestand, 480 mm, $\lambda = 0,700$ W/m*K
- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780$ W/m*K

U-Wert = 1,17 W/m²*K

2.4.2.13 Außenwand ertüchtigt (EG, Geschäftstrakt) – 13ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Foamglas Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,044 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Mauerwerk Bestand, 480 mm, $\lambda = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,37 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.14 Außenwand ertüchtigt (1.OG Wohnung, Geschäftstrakt) – 14ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Gipskartonplatte Bestand, 12,5 mm, $\lambda = 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfbremse Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Gipskartonplatte Bestand, 12,5 mm, $\lambda = 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Mineralwolle mit Metall UK Bestand, 100 mm, $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Mauerwerk Bestand, 360 mm, $\lambda = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.15 Außenwand (1.OG Wohnhaus, Loggia) – 15ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Holzverkleidung Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung (Kreuzlage) Bestand, 30 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Luftschrift, 30 mm
- Holzständer Bestand, 120 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 120 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzschalung N+K Bestand, 24 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzfassade Bestand, 20 mm

U-Wert = $0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.16 Außenwand (EG Geschäftstrakt, zu Pufferraum Garage) – 16ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Mauerwerk Bestand, 480 mm, $\lambda = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $1,03 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.17 Schrägdach (Wohnhaus) – 17ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Holztäfer Bestand, 14 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Luftschicht, 25 mm, $\lambda = 0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfsperre Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzbalken Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hartfaserplatte Bestand, 4 mm, $\lambda = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hinterlüftungsebene Bestand, 50 mm, nicht berücksichtigt
- Konterlattung Bestand, 30 mm, nicht berücksichtigt
- Dachziegel Bestand, 25 mm, nicht berücksichtigt

U-Wert = $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.18 Decke gegen Dachboden (Wohnhaus) – 18ud

Der Bauteilaufbau von oben nach unten:

- Holzriemenboden Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 40 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Luftschicht, 20 mm, $\lambda = 0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Deckenbalken Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Schlacke Bestand, 80 mm, $\lambda = 0,330 \text{ W/m}^2\text{K}$
Blindboden Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
Luftschicht, 60 mm, $\lambda = 0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 12 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
- Gipsputz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.19 Flachdach Kupfereindeckung – 19ud

Der Bauteilaufbau von oben nach unten:

- Kupferblech Bestand, 1 mm, $\lambda = 380 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Folie Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzschalung Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$

- Dachbalken Bestand, 200 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 200 mm, $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfsperre Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 40 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Luftschicht, 40 mm, $\lambda = 0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Gipskartonplatte Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.20 Schrägdach (Geschäftstrakt) – 20ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Holztäfer Bestand, 14 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 30 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Luftschicht, 30 mm, $\lambda = 0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfbremse Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzbalken Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hartfaserplatte Bestand, 4 mm, $\lambda = 0,170 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Hinterlüftungsebene Bestand, 50 mm, nicht berücksichtigt
- Konterlattung Bestand, 30 mm, nicht berücksichtigt
- Dachziegel Bestand, 25 mm, nicht berücksichtigt

U-Wert = $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.21 Decke gegen Dachboden (Geschäftstrakt) – 21ud

Der Bauteilaufbau von oben nach unten:

- Spanplatte Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 30 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Luftschicht, 30 mm, $\lambda = 0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Deckenbalken Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 160 mm, $\lambda = 0,045 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 30 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Luftschicht, 30 mm, $\lambda = 0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Spanplatte Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,130 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.22 Flachdach (Geschäftstrakt Erweiterung 1992) – 22ud

Der Bauteilaufbau von oben nach unten:

- Kupferblech Bestand, 1 mm, $\lambda = 380 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Folie Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzschalung Bestand, 20 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dachbalken Bestand, 250 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Mineralwolle Bestand, 250 mm, $\lambda = 0,040 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dampfsperre Bestand, 1 mm, $\lambda = 0,500 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Holzlattung Bestand, 30 mm, $\lambda = 0,120 \text{ W/m}^2\text{K}$, dazwischen
Luftschicht, 30 mm, $\lambda = 0,025 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Gipskartonplatte Bestand, 25 mm, $\lambda = 0,250 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.23 Außenwand (1.OG Geschäftstrakt) – 24ud

Der Bauteilaufbau von innen nach außen:

- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Mauerwerk Bestand, 360 mm, $\lambda = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Putz Bestand, 10 mm, $\lambda = 0,780 \text{ W/m}^2\text{K}$

U-Wert = $1,46 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.4.2.24 Außenfenster (div. Bezeichnungen 0/01 – 3/04)

Sämtliche Fenster sind als Holzfenster (einflügelig oder mehrflügelig) ausgeführt. Die Rahmenstärke beträgt 68 mm und die Baujahre reichen von 1960 bis ins Jahr 2004.

Fenstertyp 1:

$U_w = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$; Baujahr 1960, Holz-Verbundfenster

Fenstertyp 2:

$U_g = 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (2-fach Isolierverglasung alt), $U_f = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$, Baujahr 1971, Holzfenster, Rahmenstärke 68 mm

Fenstertyp 3:

$U_g = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (3-fach Isolierverglasung alt), $U_f = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$, Baujahr 1983, Holzfenster, Rahmenstärke 68 mm

Fenstertyp 4:

$U_g = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_f = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$, Baujahr 1991-1996, Holzfenster, Rahmenstärke 68 mm

Fenstertyp 5:

$U_g = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_f = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$, Baujahr 2007, Holzfenster, Rahmenstärke 68 mm

Fenstertyp 6:

$U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_f = 1,55 \text{ W/m}^2\text{K}$, Baujahr 2022, Holzfenster, Rahmenstärke 68 mm

In den folgenden Abbildungen 2-26 bis 2-28 sind die Kennzeichnungen der Bauteilaufbauten der Bauaufnahme sowie die Fensterbezeichnungen erfasst. Die dazugehörigen Flächen und Ausrichtungen wurden als Grundlage für alle durchgeführten PHPP-Berechnungen übernommen.



Abbildung 2-26 Bauteilkennzeichnung lt. PHPP – Erdgeschoss (Arbeitsskizze, ohne Maßstab)



Abbildung 2-27 Bauteilkennzeichnung lt. PHPP – 1. Obergeschoss (Arbeitskizze, ohne Maßstab)

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



Abbildung 2-28 Bauteilkennzeichnung lt. PHPP – 2. und 3. Obergeschoss (3.OG grün hinterlegt; Arbeitsskizze, ohne Maßstab)

2.5 Beurteilung Bestand

Im folgenden Kapitel wird der Bestand der vorhandenen Bausubstanz aus unterschiedlichen Sichtweisen beurteilt. Hauptaugenmerk wird in der vorliegenden Arbeit jedoch auf die bestehende thermische Hülle des Gebäudes gelegt.

2.5.1 Architektonischer Wert und Denkmalpflege

Das Gebäude befindet sich laut der Baugrundlagenbestimmung der Marktgemeinde Hard im „zentralen Ortsraum mit bedeutender Dachlandschaft“¹⁷.

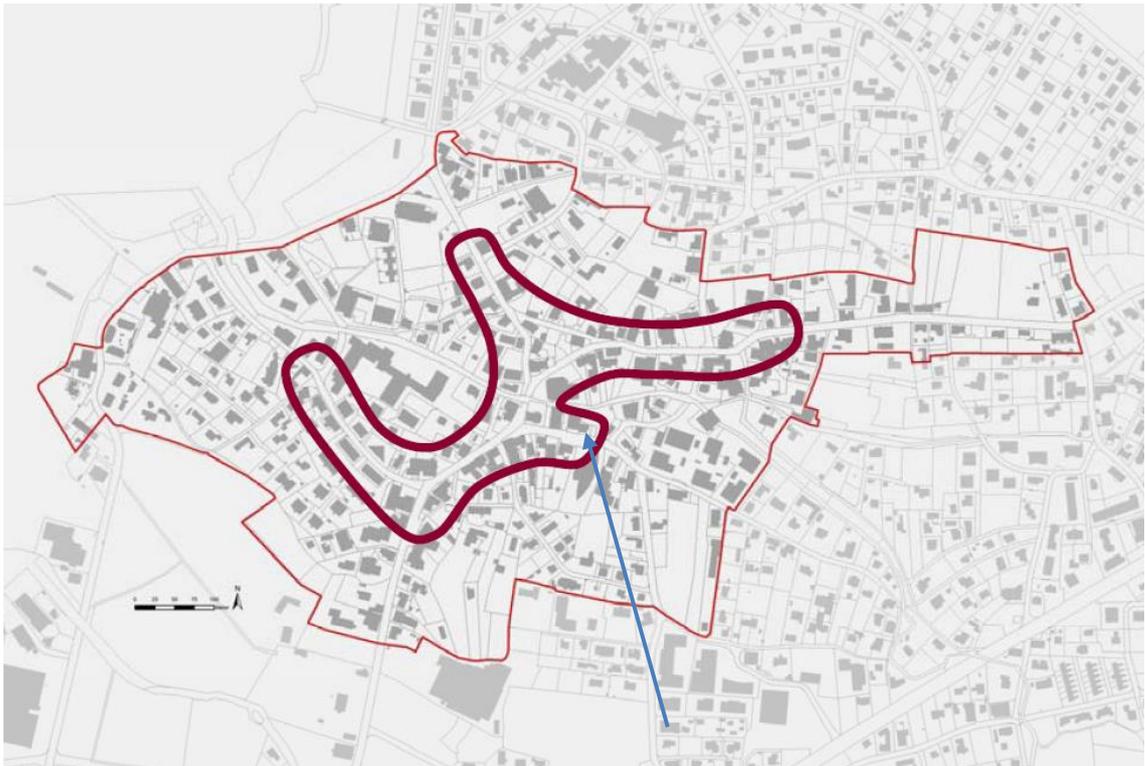


Abbildung 2-29 Ausschnitt aus Baugrundlagenbestimmung¹⁸: Zentraler Ortsraum mit bedeutender Dachlandschaft

In Abbildung 2-29 ist der von der Baugrundlagenbestimmung definierte „zentrale Ortsraum“ sichtbar. Das beurteilte Gebäude liegt circa in der Mitte der Abbildung am nordwestlichen Eckpunkt der unteren Ausbuchtung (durch blauen Pfeil markiert).

Diese Baugrundlagenbestimmung erfordert bei jeglicher Bautätigkeit die „anlassbezogene Festlegung der Dachform“¹⁹.

¹⁷ Dipl.-Ing. Alfred Eichberger GmbH, „Baugrundlagenbestimmung im Ortskern Erläuterungsbericht“, Erläuterungsbericht, Baugrundlagenbestimmung Ortskern (Bregenz, 1. Februar 2018).

¹⁸ Dipl.-Ing. Alfred Eichberger GmbH.

¹⁹ Dipl.-Ing. Alfred Eichberger GmbH.



Abbildung 2-30 Gebäudebestand ca. 1959 links, Bestand 1970 (rechts) (Fotos: Fam. Künz)

Dekorative Elemente auf jeder Fassadenseite im Firstbereich des Wohnhauses sind ab ca. 1970 nicht mehr vorhanden, ebenso wurden die Fensterteilungen bei einer Sanierung 1970 angepasst und zu einflügeligen Fenstern verändert.



Abbildung 2-31 Gebäudebestand 2022 – Süd- und Ostansicht Wohnhaus (rechts); Südansicht Geschäftstrakt (links) (Foto: eigene Aufnahme)



Abbildung 2-32 Gebäudebestand 2022 – Nordansicht Innenhof Wohnhaus (links), Ostansicht Innenhof Geschäftstrakt (rechts) (Foto: eigene Aufnahme)



Abbildung 2-33 Gebäudebestand 2022 – Nordansicht Geschäftstrakt (links), Westansicht Geschäftstrakt (rechts) (Foto: eigene Aufnahme)

Aus architektonischer Sicht verleihen die vorhandenen Fenster- und Fensterläden des Wohnhauses (Abbildung 2-31), sowie die Loggia im 1.OG dem Haus Charakter. Der Sockelbereich des Altbaus (=Wohnhaus) gliedert das Gebäude horizontal.

Durch die von der Gebäudekante nach hinten versetzte Lage des Geschäftstraktes des Wohnhauses ergibt sich eine klare Gliederung und Abgrenzung der verschiedenen Nutzungszonen.

Das Gebäude fügt sich durch die Dachform und Dachausrichtung gut in die Umgebung ein.



Abbildung 2-34 Ansicht gesamte Straßenflucht „Marktstraße“ von Osten (links) bzw. Westen (rechts) (Foto: eigene Aufnahme)

Architektonisch ist das Bestandsgebäude ein nicht zwingend schützenswertes Objekt, ein Abriss und Neubau würde das bestehende Dorfzentrum aber stark verändern. Aufgrund der Lage im zentralen Ortsraum²⁰ ist die Dachform und deren Ausrichtung zu erhalten bzw. bei einer Sanierung ident auszuführen. Änderungen und Anpassungen der Dachform sind im Vorausgang auf die Komptabilität mit der Baugrundlagenbestimmungen der Gemeinde zu prüfen. Im Ensemble mit der Bebauung in der gesamten Straßenflucht ist das Gebäude in Betrachtung des REK-Hard²¹ zu erhalten. Eine Prüfung geplanter Änderungen durch den Gestaltungsbeirat der Gemeinde ist bei geplanter Veränderung zur Außenhülle des Gebäudes zu erwarten.

2.5.2 Energetische Gesamtbetrachtung des Gebäudes

Die Qualität der thermischen Gebäudehülle wurde mittels dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP 10) erfasst und liefert Auskunft über den Heizwärmebedarf des Gebäudes. Eine Validierung der PHPP ist durch den Vergleich mit dem durchschnittlichen Ölverbrauch der letzten 12 Jahre möglich und wurde durchgeführt.

Vorhandene Wärmebrücken im Bestand sind mittels vereinfachtem Verfahren nach ÖNORM B 8110-6-1:2019-01 bzw. EN ISO 14683:2008:04:01 berücksichtigt. Einbauwärmeebrücken des Fensters sind detailliert betrachtet worden. Als Luftwechselzahl wurde – eine im Bestand übliche und aufgrund der vorhandenen Fensterdichtungen plausible – Luftwechselzahl von 2,0 1/h herangezogen.

²⁰ Dipl.-Ing. Alfred Eichberger GmbH.

²¹ Dipl.-Ing. Alfred Eichberger GmbH, „Räumliches Entwicklungskonzept (REK- Hard)“ (Brenz, 31. Januar 2019), www.hard.at.

4.10 Luft- und Winddichtheit

Beim Neubau muss die Gebäudehülle luft- und winddicht ausgeführt sein, wobei die Luftwechselrate n_{50} – gemessen bei 50 Pa Druckdifferenz zwischen innen und außen, gemittelt über Unter- und Überdruck und bei geschlossenen Ab- und Zuluftöffnungen (Verfahren 1 gemäß ÖNORM B 9972) – den Wert 3 h^{-1} nicht überschreiten darf. Wird eine mechanisch betriebene Lüftungsanlage mit oder ohne Wärmerückgewinnung eingebaut, darf die Luftwechselrate n_{50} den Wert $1,5 \text{ h}^{-1}$ nicht überschreiten.

Abbildung 2-35 Ausschnitt OIB RL 6, Anforderungen an die Luftdichtheit ²²

Tatsächliche Leitungslängen und die Qualität der Heizungs- und Warmwasserleitungen sind im Bestand nur schwer zu eruieren, da alle Leitungen unter Putz verlegt wurden. Die PHPP-Berechnung (ANHANG A) bezieht sich auf die thermische Hülle des Gebäudes. Aufgrund der erwähnten Schwierigkeiten zur Erfassung der vorhandenen Leitungen im Bestand wurden Angaben zur Haustechnik wurden nicht eingearbeitet.

Um dennoch eine Beurteilung des Heizsystems zu ermöglichen, wurde der Heizrechner des Energieinstitutes Vorarlberg (<https://www.energieinstitut.at/tools/heizrechner/>, aufgerufen am 14.07.2022 und 31.07.2022) herangezogen. Die Menge der Kohlendioxidemissionen und das Einsparpotential durch Sanierung bzw. Heizungstausch können damit beurteilt werden. Mehr dazu in Kapitel 4.5.

Ebenso wurden Stromverbraucher wie Beleuchtung, elektronische Geräte und der Personenaufzug nicht separat berücksichtigt. Es wurde das im PHPP hinterlegte Nutzungsprofil für „10-Wohngebäude: Wohnen“ verwendet. Die Vergleichbarkeit und Beurteilung des Bestandes ist somit möglich. Absolutzahlen zum Stromverbrauch und CO_2 können in der Realität von diesem Ergebnis abweichen.

Eingangsparameter PHPP Bestand:

Bauteilaufbauten lt. Kapitel 2.4

Energiebezugsfläche = 1187 m^2

Nutzungsprofil Wohnnutzung (18,5 Personen)

Innentemperatur Winter: $20 \text{ }^\circ\text{C}$

Innentemperatur Sommer: $25 \text{ }^\circ\text{C}$

Interne Wärmequellen Sommer / Winter: $2,4 \text{ W/m}^2$

²² Österreichisches Institut für Bautechnik, „OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz“, OIB-330.6-026/19 § (2019).

Ergebnisdaten PHPP Bestand:

Heizwärmebedarf: 115 kWh/m²*a bzw. 13.650 l Öl/Jahr

Das Gebäude mit den in Kapitel 2.4 erfassten Bauteilen erreicht bei einer Energiebezugsfläche von 1187 m² einen Heizwärmebedarf von 115 kWh/m²*a.

Daten Bestand			
Ölverbrauch/a (Durchschnitt 2008-2020)		9.227 l	
EBF gesamt		1.187 m ²	
EBF derzeit minderbeheizt		325 m ²	
EBF für Validierung Ölverbrauch		862 m²	
	PHPP	Durchschnittlicher Öl-Verbrauch (2008-2020)	Differenz
Ergebnisse Verbrauch [kWh/a]	99.130	92.267	6.863
Ergebnisse Verbrauch [l Öl/a]	9.913	9.227	686
Abweichung	6,92 %		

Tabelle 2-1 Ergebnis Validierung PHPP (eigene Darstellung)

Derzeit sind das 2. Obergeschoss, das Dachgeschoss des Wohnhauses, sowie Lagerräume im EG des Geschäftstrakts nur minderbeheizt bzw. werden frostfrei gehalten. Zur Validierung sind diese Flächen daher als Abzug zu berücksichtigen.

Die Abweichung von ca. 7% können dem Nutzerverhalten (z.B. Innentemperatur > 20 °C) zugeschrieben werden und haben keinen Einfluss auf das Gesamtergebnis der folgenden Variantenberechnungen.

Nach einer möglichen Sanierung sollten alle Flächen genutzt werden und kein Leerstand herrschen. Vergleiche werden daher, anders als die Validierung, mit der gesamten Energiebezugsfläche berechnet.

3 Sanierungsvarianten und Nutzungen

Nach der Bestandsbeurteilung wurden verschiedene Möglichkeiten der Nutzungen und thermischen Sanierung geprüft. Es wurden sieben mögliche Sanierungsvarianten in der PHPP-Berechnung durch Anpassung der U-Werte bzw. Ergänzung der Bauteile untersucht.

3.1 Nutzungsadaptierung

Bei sämtlichen Sanierungs- und Erneuerungsschritten des Geschäftstraktes wurde stets auf die Möglichkeit der getrennten Nutzung der Einheiten geachtet und umgesetzt. Die getrennte Erschließung aller im Gebäudetrakt vorhandenen Einheiten bedingt die Zufriedenheit der Nutzer und hat somit großen Einfluss auf die soziale Nachhaltigkeit.

Im Wohnhaus fehlt durch den gegebenen Grundriss mit zentraler Erschließung aller Geschosse die Möglichkeit der separaten Nutzung bzw. des getrennten Zugangs. Durch den Einbau von Türen im Erdgeschoss des Treppenhauses wurde eine Abtrennung von zumindest einer Wohnung bereits ermöglicht. Die vorhandene Eingangstüre im Süden des Gebäudes kann von dieser Wohneinheit als Eingangstüre genutzt werden. Aufgrund der fehlenden Infrastruktur und des Verlustes von Wohnfläche durch die Erschaffung von Durchgangszimmern in jedem Stockwerk des Gebäudes ist die Abtrennung der Obergeschosse durch dieselbe Maßnahme nicht möglich.

Durch eine Nutzungsanpassung und die Erstellung eines dezentralen Laubengangs mit Treppenhaus im Innenhof, in welchem auch der vorhandene Lift genutzt werden kann, ergeben sich zusätzlich zu den im Geschäftstrakt vorhandenen Wohneinheiten, 3 vollkommen eigenständige Wohneinheiten. Durch den Erhalt des vorhandenen Treppenhauses im 2. Obergeschoss kann eine 2-geschossige Wohnung ausgebildet werden.

Wird das Treppenhaus in die thermische Hülle eingebunden, so ergibt sich ein temperierter Pufferraum, der die thermische Qualität des Gebäudes zusätzlich verbessert.

Die Belichtung bzw. Durchsichtigkeit nach außen der dahinterliegenden Räume, muss in der Planung berücksichtigt werden. Dies ist z.B. durch den Einbau von Oberlichtern oder durch eine offene Fassadengestaltung möglich.



Abbildung 3-1 Grundriss Skizze Laubengang im Innenhof ostseitig (eigene Darstellung)

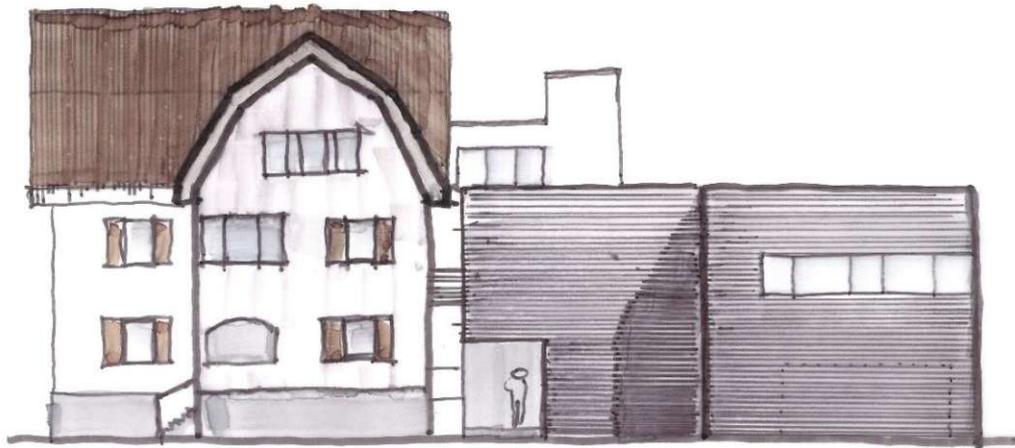


Abbildung 3-2 Ostansicht Skizze Laubengang (eigene Darstellung)

3.2 Thermische Gebäudesanierung

Auf Grundlage der Bestandsberechnung wurden die Sanierungsmöglichkeiten rechnerisch bewertet und beurteilt. In jeder Berechnung wurde berücksichtigt, dass die Anforderung gemäß Bautechnikverordnung Vorarlberg 2022 durch eine Einzelbauteilsanierung erfüllt sein muss.

Die Eingangsparameter wie Flächen und Haustechnik wurden in den Variantenberechnungen für die Sanierung nicht verändert. Bereits im Bestand sind alle Fenster

mit einer elastischen Dichtung ausgeführt, weshalb die Luftwechselzahl für die Variantenberechnungen nicht verändert bzw. angepasst wurde. Mit einer Verbesserung der Luftdichtheit im Gebäude ist nach einer Sanierung zu rechnen, das genaue Ausmaß aber erst nach tatsächlicher Umsetzung durch einen Blower-Door-Test zu ermitteln. Es wurde davon ausgegangen, dass die Erschließung auch bei neuem Nutzungskonzept außerhalb der thermischen Hülle (z.B. mittels offenem Laubengang) erfolgt.

3.2.1 Sanierungsvarianten

Insgesamt wurden sieben verschiedene Varianten für die thermische Gebäudesanierung untersucht und bewertet. Vom einfachen Glasaustausch bis zur vollumfänglichen Gesamtsanierung aller Bauteile der Hüllfläche.

Variante 1 – Glasaustausch:

- Glasaustausch mit $U_g = 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$, 18 mm Glasstärke (z.B. UNIGLAS TOP K0,9 Z)

Variante 2 – Fenstertausch:

- Glasaustausch mit $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, 28 mm Glasstärke (z.B. UNIGLAS TOP K0,6 Z)
- Fensterrahmentausch - Vollholzfensterahmen Fichte, Rahmenstärke 70 mm, $U_f = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$

Variante 3 – Fenstertausch + Decken gegen unbeheizt

- Glasaustausch mit $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, 28 mm Glasstärke (z.B. UNIGLAS TOP K0,6 Z)
- Fensterrahmentausch - Vollholzfensterahmen Fichte, Rahmenstärke 70 mm, $U_f = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dämmen der Kellerdecke mit 10 cm Dämmung ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Dämmen der Decke gegen Garage mit 10 cm Dämmung ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Variante 4 – Fenstertausch + Dämmung der Außenwände

- Glasaustausch mit $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, 28 mm Glasstärke (z.B. UNIGLAS TOP K0,6 Z)
- Fensterrahmentausch - Vollholzfensterahmen Fichte, Rahmenstärke 70 mm, $U_f = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Außenwände kaltseitig dämmen mit 16 cm ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Variante 5 – Fenstertausch + Dämmung der Außenwände (Innendämmung)

- Glastausch mit $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, 28 mm Glasstärke (z.B. UNIGLAS TOP K0,6 Z)
- Fensterrahmentausch - Vollholzfensterahmen Fichte, Rahmenstärke 70 mm, $U_f = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Außenwände Wohnhaus warmseitig dämmen mit 8 cm Calziumsilikatplatten ($\lambda = 0,042 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Variante 6 – Erfüllung Bautechnikverordnung Vorarlberg (2022)

Anforderungen der Bautechnikverordnung siehe Abbildung 3-3:

- Glastausch mit $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, 28 mm Glasstärke (z.B. UNIGLAS TOP K0,6 Z)
- Fensterrahmentausch - Vollholzfensterahmen Fichte, Rahmenstärke 70 mm, $U_f = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Außenwände kaltseitig dämmen mit 16 cm ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Dämmen der Kellerdecke mit 10 cm Dämmung ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Dämmen der Decke gegen Garage mit 10 cm Dämmung ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Dämmen der Dachkonstruktionen 10 cm ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Variante 7 – Erfüllung Heizwärmebedarf-Anforderung von Klimaaktiv

Anforderungen Klimaaktiv siehe Abbildung 3-4:

- Glastausch mit $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, 40 mm Glasstärke (z.B. UNIGLAS TOP K0,5 Z)
- Fensterrahmentausch - Vollholzfensterahmen Fichte, Rahmenstärke 70 mm, $U_f = 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Außenwände kaltseitig dämmen mit 20 cm ($\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Dämmen der Kellerdecke mit 10 cm Dämmung ($\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Dämmen der Decke gegen Garage mit 10 cm Dämmung ($\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Dämmen der Dachkonstruktionen 20 cm ($\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$)

Bei der Errichtung oder Renovierung eines Gebäudes oder Gebäudeteiles sowie bei der Erneuerung eines Bauteiles bei konditionierten Räumen dürfen folgende Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) bei nachstehend genannten, wärmeübertragenden Bauteilen nicht überschritten werden:

	Bauteil	U-Wert [W/m ² K]	
		Standard	Kleinfläche ¹
1	WÄNDE gegen Außenluft	0,30	0,40
2	WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume	0,30	0,40
3	WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume) sowie gegen Garagen	0,60	
4	WÄNDE erdberührt	0,40	
5	WÄNDE (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten	0,90	
6	WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50	
7	WÄNDE (Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	-	
8	TRANSPARENTER BAUTEILE gegen Außenluft ^{2,3}	1,40	
8a	VERTIKALE TRANSPARENTER BAUTEILE gegen Außenluft bei verglasten teilkonditionierten Räumen mit einer Netto-Grundfläche von weniger als 50 m ² und einer vorgesehenen Raumtemperatur von unter 20 °C ²	1,70	
8b	HORIZONTALE TRANSPARENTER BAUTEILE gegen Außenluft bei verglasten teilkonditionierten Räumen mit einer Netto-Grundfläche von weniger als 50 m ² und einer vorgesehenen Raumtemperatur von unter 20 °C ²	2,00	
9	DACHFLÄCHENFENSTER und sonstige transparente Bauteile horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft ^{2,5}	1,70	
10	TRANSPARENTER BAUTEILE vertikal gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁴	2,50	
11	TÜREN unverglast, gegen Außenluft ⁶	1,70	
12	TÜREN unverglast, gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁶	1,70	
13	TÖRE Rolltore, Sektionaltore u.dgl. gegen Außenluft ⁷	2,50	
14	INNENTÜREN	2,50	
15	DECKEN und DACHSCHRÄGEN jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt)	0,20	0,30
16	DECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,40	
17	DECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten	0,90	
18	DECKEN innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	-	
19	DECKEN über Außenluft (z.B. über Durchfahrten, Parkdecks)	0,20	0,30
20	DECKEN gegen Garagen	0,30	
21	BÖDEN erdberührt	0,40	
Für Dachschrägen mit einer Neigung von mehr als 60° gegenüber der Horizontalen gelten die jeweiligen Anforderungen für Wände.			
¹ Die Anforderungen an kleinflächige Bauteile dürfen angewendet werden, wenn die Summe dieser Bauteilflächen 50 m ² sowie 10 % der konditionierten Hüllfläche nicht überschreitet. Unbeschadet dessen ist Punkt 4.8 der OIB-Richtlinie 6 einzuhalten.			
² Für Fenster und Dachflächenfenster ist für den Nachweis des U-Wertes das Prüfnormmaß von 1,23 m x 1,48 m anzuwenden, für Fenstertüren und verglaste Türen das Maß von 1,48 m x 2,18 m.			
³ Zu den transparenten Bauteilen zählen Fenster, Fenstertüren, verglaste Türen und sonstige transparente Bauteile.			
⁴ Die Konstruktion ist auf ein Prüfnormmaß von 1,23 m x 1,48 m zu beziehen, wobei die Symmetrieebenen an den Rand des Prüfnormmaßes zu legen sind.			
⁵ Die definierte Anforderung bezieht sich auf die senkrechte Einbausituation, eine Umrechnung auf den tatsächlichen Einbauwinkel in Bezug auf die Anforderungserfüllung des U-Wertes muss nicht vorgenommen werden.			
⁶ Für Türen ist das Prüfnormmaß 1,23 m x 2,18 m anzuwenden.			
⁷ Für Tore ist das Prüfnormmaß 2,00 m x 2,18 m anzuwenden.			
*) Fassung <u>LGBI.Nr. 93/2016, 67/2021</u>			

Abbildung 3-3 Bautechnikverordnung Vorarlberg, § 41a*) Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile²³

Die Bautechnikverordnung Vorarlberg²⁴ stellt bei „Errichtung oder Renovierung eines Gebäudes oder Gebäudebauteils“ im Bereich der beheizten Gebäudehülle Anforderungen an den Wärmedurchgangskoeffizienten, welche unterschritten werden müssen. Ebenso ergeben sich nach §41 der BTV Anforderungen an den höchstzulässigen Referenz-Heizwärmebedarf des Gesamtgebäudes, welcher bei Errichtung bzw. größeren Sanierung erfüllt werden muss. Diese Anforderungen sind abhängig von der Geometrie bzw. charakteristischen Länge des Gebäudes und unterscheiden sich ebenso für Neubauten bzw. größere Renovierungen. Die Anforderung an ein Einzelbauteil ist bei Sanierung und Neubau immer gültig. Wenn also ein Bauteil im Zuge einer Sanierung sprichwörtlich ‚angefasst‘ wird, muss der geforderte U-Wert lt. BTV durch die getroffenen Maßnahmen erfüllt werden.

Ausnahmeregelungen zur Erfüllung der genannten Anforderungen für z.B. denkmalgeschützte Gebäude sind möglich und von der zuständigen Baubehörde festzulegen bzw. freizugeben.

Die Art des Nachweises zur Erfüllung wird von der Bautechnikverordnung bzw. von der dieser zu Grunde liegenden OIB Richtlinie 6 nicht angegeben. Durch eine Energieausweisberechnung können alle Nachweise erbracht bzw. die Ergebnisse ausgegeben werden.

Anforderungen an den Heizwärmebedarf nach Klimaaktiv²⁵ mittels PHPP Berechnung:

Anforderungen PHPP
Neubau: HWB $\leq 30 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBF},a}$,
Bestbewertung HWB $\leq 12 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBF},a}$ unabhängig von der Kompaktheit
Sanierung: HWB $\leq 40 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBF},a}$,
Bestbewertung HWB $\leq 22 \text{ kWh/m}^2_{\text{EBF},a}$ unabhängig von der Kompaktheit
Punktevergabe PHPP: 75 bis 200 Punkte (Muss-Kriterium)

Abbildung 3-4 Kriterienkatalog für Wohnbauten, B.1.1 Heizwärmebedarf – Anforderung nach PHPP

²³ Land Vorarlberg, „Verordnung der Landesregierung über die technischen Erfordernisse von Bauwerken“ (2015), <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrVbg&Gesetzesnummer=20000735>.

²⁴ Land Vorarlberg.

²⁵ Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, „klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020“, o. J., 52.

Klima**aktiv** verfolgt das Ziel, Gebäude klimaverträglich und zukunftsfähig zu machen. Um dies zu erreichen, wurde ein Kriterienkatalog²⁶ mit Anforderungen erstellt, welcher stetig erneuert und überarbeitet wird. Neben der Standortkriterien und dem thermischen Komfort und Gesundheit umfasst der Katalog für Wohnbauten unter dem Kriterium ‚Energie und Versorgung‘ auch Anforderungen an den Heizwärmebedarf. Die Anforderungen an Gebäude mit PHPP-Nachweis beziehen sich auf einen zu erfüllenden Absolutwert und sind unabhängig von der Gebäudegeometrie. Es wird zwischen Neubauten und Sanierungen unterschieden. Nachweise über die Energieausweisberechnung – Anforderungen nach OIB Richtlinie 6 – sind möglich, beinhalten aber angepasste Zielwerte.

²⁶ Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie.

4 Vergleich und Bewertung

Durch die Anpassung der Bauteilaufbauten nach den bereits angeführten Sanierungsvarianten sowie der Berücksichtigung von Wärmebrücken kommt es zu einer rechnerischen Verbesserung des Heizwärmebedarfes laut PHPP-Berechnung. Im folgenden Kapitel erfolgt die Darstellung der Ergebnisse, sowie die Bewertung des sich daraus ergebendes Einsparpotentials des Heizwärmebedarfes.

4.1 Ergebnisse der Varianten

Sämtliche Daten aus den vorhergehenden Kapiteln wurden im PHPP erfasst und die Ergebnisse in Tabelle 4-1 aufgelistet:

Variante	HWB [kWh/m ² a]	I Öl / Jahr	HWB gesamt [kWh/a]	Gesamtverbrauch pro Jahr [%]
Bestand	115	13.651	136.505	100
Variante 1	110	13.057	130.570	96
Variante 2	108	12.820	128.196	94
Variante 3	101	11.989	119.887	88
Variante 5	70	8.309	83.090	61
Variante 4	46	5.460	54.602	40
Variante 6	43	5.104	51.041	37
Variante 7	40	4.748	47.480	35

Tabelle 4-1 Ergebnisdarstellung Bestand und Sanierungsvarianten mittels PHPP

Hinweis: Für das einfachere Verständnis der Ergebnisse sowie der schnelleren Vergleichbarkeit bzw. dem Bezug zur Praxis wurden die Verbräuche in Tabelle 4-1 sowie im Folgenden stets auch in I Öl pro Jahr angegeben.

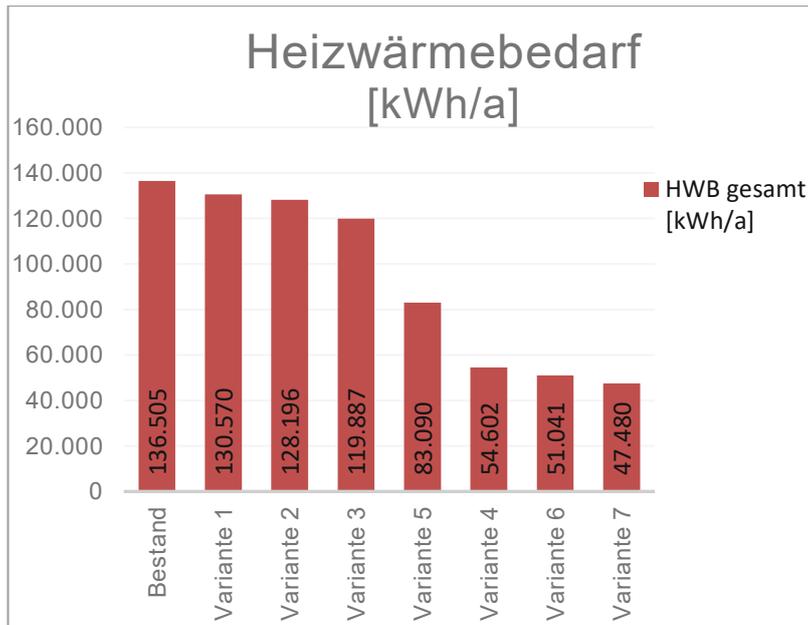


Abbildung 4-1 Ergebnisdarstellung Varianten nach PHPP

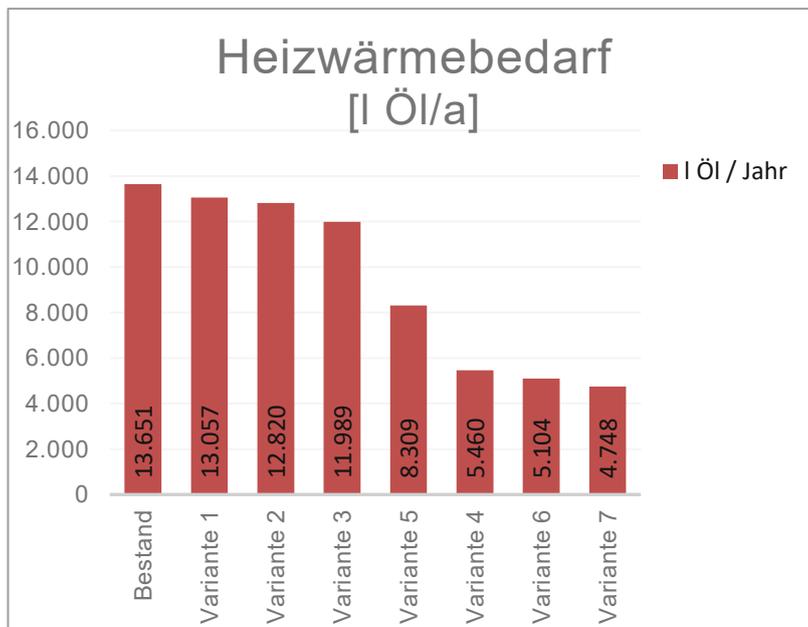


Abbildung 4-2 Ergebnisdarstellung Varianten nach PHPP

In den Abbildungen 4-1 ist ersichtlich, dass der Heizwärmebedarf des Gebäudes durch klassische Sanierungsmaßnahmen massiv reduziert werden kann. Die Sanierungsmaßnahmen der Varianten eins bis drei, welche mit geringem Aufwand umzusetzen sind, bringen eine mäßige Einsparung. Durch den Vergleich des Ölverbrauches, in Abbildung 4-2 dargestellt, ist möglicherweise ein besserer Bezug zur Realität herzustellen. Die Ergebnisse bleiben von der Einheit unverändert.

4.2 Einsparpotential HWB

Durch Vergleich des Heizwärmebedarfs der einzelnen Varianten, welcher in 4.1 erfasst und berechnet wurde, kann das Einsparpotential im Vergleich zum Bestand dargestellt werden:

Variante	HWB [kWh/m ² a]	Einsparung HWB zu Bestand [%]	Einsparung [kWh/a]	Einsparung I Öl/a
Bestand	115	0	0	0
Variante 1	110	4	5.935	594
Variante 2	108	6	8.309	831
Variante 3	101	12	16.618	1.662
Variante 5	70	39	53.415	5.342
Variante 4	46	60	81.903	8.190
Variante 6	43	63	85.464	8.546
Variante 7	40	65	89.025	8.903

Tabelle 4-2 Ergebnisdarstellung Einsparpotential

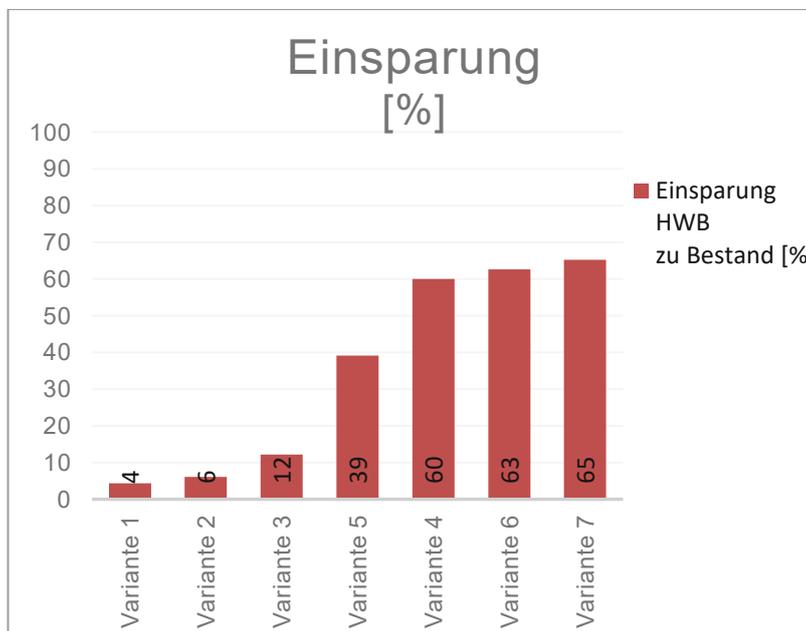


Abbildung 4-3 Ergebnisdarstellung Einsparpotential [%]

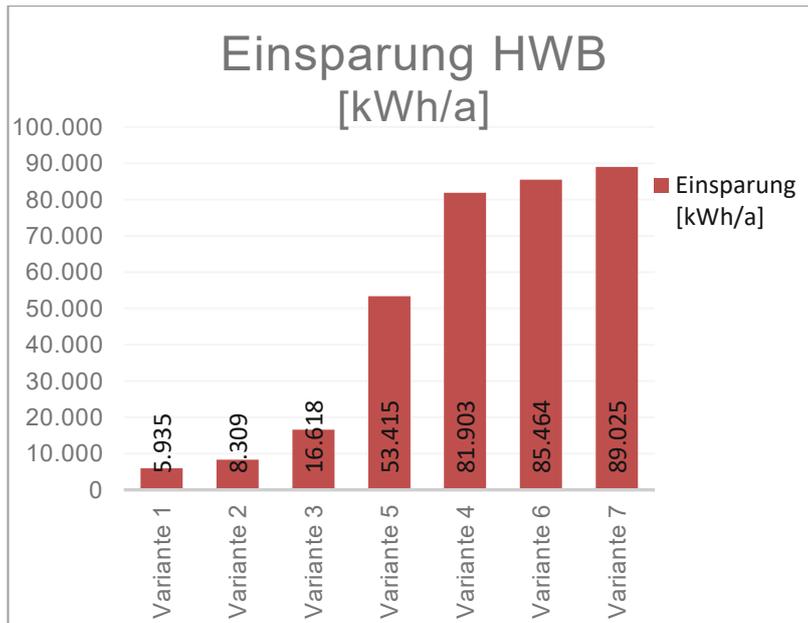


Abbildung 4-4 Ergebnisdarstellung Einsparpotential [kWh/a]

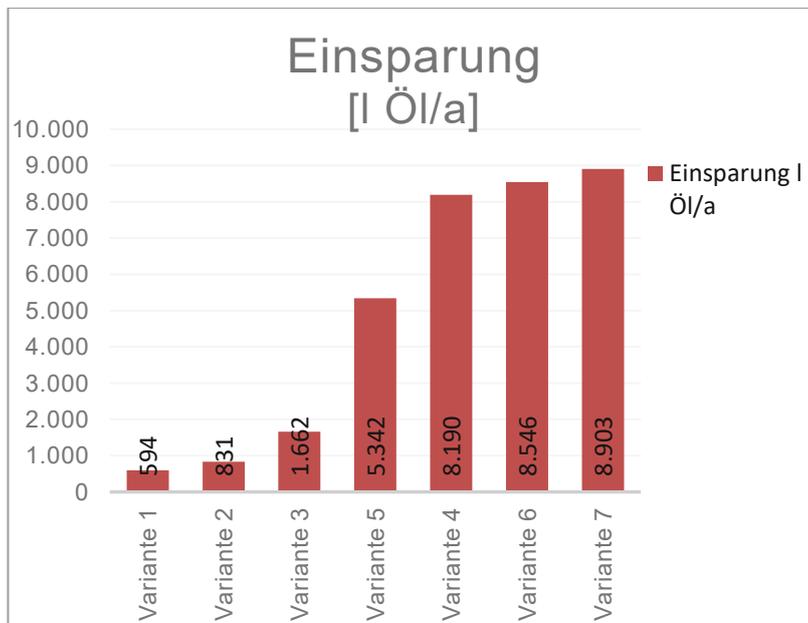


Abbildung 4-5 Ergebnisdarstellung Einsparpotential [l Öl/a]

Angesichts der bereits guten U-Werte der bestehenden Fenster, erfolgt allein durch den Ersatz dieser, wie in den Varianten 1 und 2 berücksichtigt, keine große Energieeinsparung. Dennoch werden durch einen Fenstertausch rund 8.300 kWh/a eingespart, was 831 l Öl entspricht.

Die, in Bestandssanierungen oft durch den Bauherren selbst durchgeführte Sanierungsmaßnahme der zusätzlichen Dämmung der Kellerdecke sowie einem Fenstertausch (Variante 3) ergibt eine Einsparung von ca. 12% (ca. 1.662 l Öl) im Vergleich zum Bestand.

Aufgrund der, im Vergleich zu den horizontalen Flächen, großen Vertikalflächen des Gebäudes bringt der zusätzliche Einsatz von Dämmung an der Außenwand das größte Einsparpotential (Varianten 4-7) mit gemittelt 56% (ca. 7.745 l Öl).

Durch die Eigenschaften der Feuchtigkeitsaufnahme und -abgabe einer Calciumsilikatplatte, ist diese als Innendämmung ohne weitere Maßnahmen (wie z.B. Einsatz einer Dampfbremse) geeignet. Die maximale Stärke ist jedoch mit 8 cm begrenzt. Das Einsparpotential dieser Variante 5 liegt bei 39% (ca. 5.342 l Öl), was in den Abbildungen 4-3 bis 4-5 gut zu erkennen ist.

Größere Dämmstärken auf der Warmseite des Bauteils sind nur mit großem Aufwand durch eine ausgedämmte Vorsatzschale mit Dampfbremse möglich. Diese darf durch Installationen, wie z.B. Elektrosteckdosen oder Ähnlichem, nicht durchbrochen werden. Die korrekte Verklebung der dann erforderlichen Dampfbremse ist sehr aufwändig und erfordert die Öffnung der Böden sowie der Decken und gegebenenfalls Innenwände. Diese Variante wurde aufgrund der hohen Schadensanfälligkeit nicht untersucht.

In Abbildung 4-3 ist ersichtlich, dass alle betrachteten Varianten mit Außendämmung eine Verbesserung von 60% oder mehr bringen. Variante 4 allein führt bereits zu einem Einsparpotential von ca. 8.190 l Öl (60%) gegenüber dem Bestand.

Das Aufbringen einer Außendämmung (Varianten 4, 6 und 7) reduziert vorhandene Wärmebrücken massiv und Schäden am Bauwerk durch Kondensatausfall werden minimiert. Voraussetzung ist die technisch korrekte und bauphysikalisch geprüfte Umsetzung der Baumaßnahmen.

Dieses Einsparpotential kann durch die Verwendung von Dämmmaterialien einer besseren Wärmeleitgruppe ($\lambda \leq 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$) noch weiter nach oben geschraubt werden.

Durch den Einsatz einer besseren Dämmung und Verglasung, sowie zusätzlicher Dämmmaßnahmen sämtlicher, thermisch relevanter Decken- und Bodenbauteilen, kann ein HWB von $40 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ erreicht werden (Variante 7, Einsparung 65% = ca. 8.903 l Öl).

4.3 Ökologische Bauteilbetrachtung

Neben des Einsparpotentials der Heizenergie durch thermische Sanierungsmaßnahmen sind auch der ökologische Einfluss auf die Umwelt und das damit verbundene

Abfallaufkommen zu berücksichtigen, um im Endeffekt ein nachhaltiges Gesamt-sanierungsprojekt zu erhalten.

Die ökologische Nachhaltigkeit wurde mittels des Bewertungstools eco2soft²⁷ für die flächenmäßig größten Bauteile erfasst und verglichen. Aufgrund der ähnlichen Bauweise kann davon ausgegangen werden, dass das Ergebnis für die restlichen Bauteile ident ist.

Um die Ökologie eines Bauteils oder auch eines gesamten Gebäudes zu beurteilen, hat die IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie) den OI3 – Index als „*Instrument zur ökologischen Optimierung von Gebäuden*“ entwickelt und definiert. Dieser bewertet die ökologische Qualität aller Materialien unter Berücksichtigung des Treibhauspotentials (GWP), Versauerungspotentials (AP) und dem Bedarf an nicht-erneuerbarer Primärenergie (PENRT)²⁸. Durch die Berechnung der Bauteile mit Berücksichtigung der einzelnen Schichten inkl. deren Verbindungen und deren Ersatz im Sinne von Austauschzyklen aufgrund der Lebensdauer, ist der Vergleich unterschiedlicher Bauteile aus ökologischer Sicht möglich.

In der Berechnung wurden jeweils das Bestandsbauteil (Baujahre 1907, 1963, 1970, 1992 bzw. 2012), das nach Sanierungsvariante 4 (aufgrund des in Kapitel 4.2 beschriebenen hohen Einsparpotentials) sanierte Bauteil und im Vergleich dazu ein gleichwertiges, jedoch erneuertes Bauteil (Baujahr 2022) berücksichtigt. Aufgrund der neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse der Technik ist eine abweichende Bauteilkonstruktion im Neubau zum heutigen Zeitpunkt naheliegend. Um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen ist jedoch derselbe Aufbau der betrachteten Bauteile auch als Neubauvariante in den Berechnungen erfasst. Der errechnete OI3-Index berücksichtigt neben der Herstellungsphase (A1-A3) auch die Verwendungsphase (B1-B4) nach EN 15804²⁹. In den Phasen B1-B4 ist auch das Ausscheiden und der Ersatz einzelner Materialien am Ende ihres Lebenszyklus erfasst und mitberücksichtigt.

²⁷ baubook GmbH, „eco2soft / Ökobilanz für Gebäude“, online, 16. August 2022, https://www.baubook.at/eco2soft/?SW=27&LU=1823772615&qJ=24&LP=ZB911&SG_open=16708&info=LOGOUT&REQUIRE_URI=%2FBTR%2FPHP%2FOben.php%3FSW%3D27%26LU%3D1823772615%26qJ%3D23%26LP%3DZB911%26SG_open%3D16708&HTTPS=on&datetime=2022-08-16%2016:06:37.

²⁸ IBO Verein und GmbH, „IBO - Ökologisch Bauen | Gesund Wohnen“.

²⁹ Austrian Standards International, „ÖNORM EN 15804 - Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklaration - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte“, Pub. L. No. 91.010.99, 78 (2020).

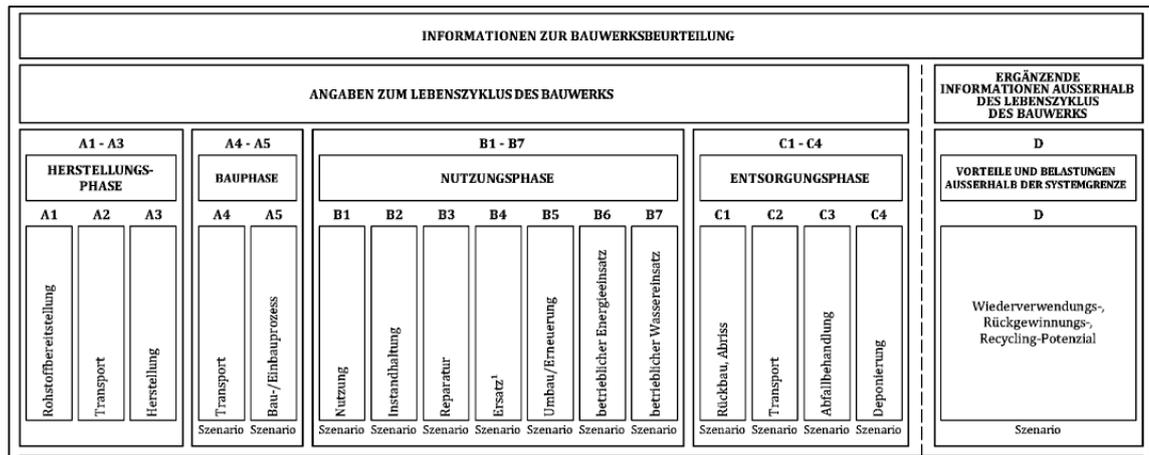


Abbildung 4-6 Phasen des Lebenszyklus von Bauwerken, Ausschnitt ÖNORM EN 15804 ³⁰

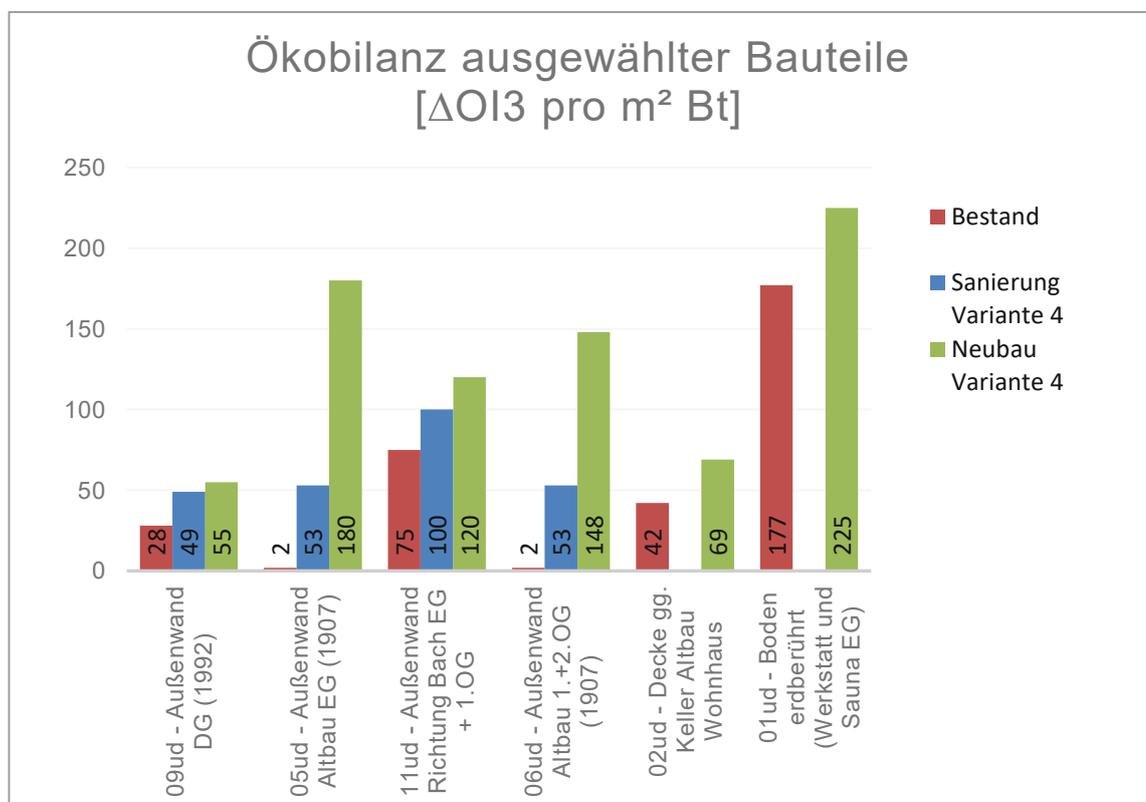


Abbildung 4-7 Vergleich des OI3-Index für ausgewählte Bauteile

Für die Bauteile 01ud (Boden erdberührt) und 02ud (Decke gg. Keller Wohnhaus) ist in der betrachteten Variante 4 keine Sanierung vorgesehen. Es wird somit nur der komplette Ersatz des Bauteiles mit dem Bestand verglichen.

In Abbildung 4-7 ist erkennbar, dass die Varianten des Neubaus (grün) den höchsten ökologischen Einfluss haben, während der Bestand (rot), abhängig vom Baujahr, einen geringeren Einfluss hat. Durch die Umsetzung der thermischen Sanierung (blau)

³⁰ Austrian Standards International.

werden zusätzliche Baumaterialien benötigt, die durch deren Herstellung und Verwendung Umwelteinflüsse hervorrufen.

Der Umwelteinfluss der 1907 erstellten Außenwände (05ud und 06ud) ist mit einem $\Delta OI3 = 2$ sehr gering bewertet, was auf das Alter der Bauteile zurückzuführen ist. Würden diese Bauteile neu erstellt werden, so ist die Umwelteinwirkung von Herstellung und Verwendung für jede Bauteilschicht zu berücksichtigen und führt zu dem $\Delta OI3 = 180$ bei der Außenwand Altbau EG (05ud) bzw. $\Delta OI3 = 148$ bei der Außenwand Altbau 1.+2. OG (06ud).

Der davon abweichend, stark höhere $\Delta OI3$ im Bestand der Außenwand Richtung Bach EG+1.OG (11ud) von 75 kann auf die Sanierung im Jahr 2012 zurückgeführt werden. Der Unterschied zum berechneten Index des Sanierungsbauteiles ($\Delta OI3 = 100$) bzw. zum Neubaubauteil ($\Delta OI3 = 120$) fällt entsprechend geringer aus.

Die im Jahr 1992 erstellte Außenwand DG (09ud) ist als Holzständerbau ausgeführt, was sich im Vergleich zu den Mauerwerkswänden (05ud und 06ud) in den geringeren Werten der Beurteilung des Neubaus niederschlägt. Die Erhöhung des „Global Warming Potential“, des Versauerungspotentials sowie des Einsatzes von nicht erneuerbarer Primärenergie ist für den Baustoff Holz sehr viel geringer als für die Herstellung von Mauerwerksteinen.

4.4 Umsetzbarkeit von Sanierungsmaßnahmen

4.4.1 Fenstertausch

Durch die Wahl des geeigneten Rahmens und dazugehöriger Glasstärke ist die Umsetzbarkeit ohne weitere Einschränkungen möglich. Bei einem einfachen Glastausch kann durch die Wahl einer abweichenden Glasstärke die Erneuerung der Glasleiste erforderlich sein.

4.4.2 Dämmen der Decken gegen unbeheizte Räume

Aufgrund der bestehenden Raumhöhe im Keller des Altbaus, ist das Aufbringen einer Dämmung (10 cm) nur in einzelnen Kellerräumen möglich. Im Flurbereich des Kellers, muss auf eine geringere Dämmstärke (5 cm) zurückgegriffen werden.

Das Dämmen der Decke gegen Dachboden ist oberhalb des bestehenden Aufbaus ohne Einschränkungen möglich.

4.4.3 Ertüchtigung des Daches

Das Ausdämmen der Sparren bzw. das Anbringen einer ausgedämmten Vorsatzschale auf der Warmseite ist ohne Auflagen (z.B. Abstandsnachsicht, behördliche Auflagen) möglich.

Durch das Anbringen einer Aufsparrendämmung wird die Dachhöhe angehoben. Laut Vorarlberger Baugesetz §7*) (1)d benötigt es bei der nachträglichen Anbringung einer Außenwärmedämmung bis zu 0,25 m eine Freigabe der Baubehörde, nicht aber der Nachbarn³¹. Aufgrund der Lage im „zentralen Ortsraum“³² können Anforderungen seitens der Baubehörde entstehen. Jegliche Änderung der Dachform ist vorab behördlich zu klären.

4.4.4 Außenwand dämmen

Das Aufbringen einer Dämmung im Innenbereich benötigt keine behördliche Genehmigung. Es sind hier vorab alle Detailanschlüsse bauphysikalisch zu prüfen und eine Nutzung der Gebäude während der Sanierungsphase ist nur eingeschränkt möglich. Wärmebrücken im Bereich der Anschlüsse Außenwand zu Decke (inkl. aller Zwischendecken) müssen mittels Flankendämmung im Inneren minimiert werden. Die Sichtbarkeit der notwendigen Flankendämmung hat einen Einfluss auf die Ästhetik und das Erscheinungsbild der einzelnen Räume.

Das Aufbringen von Außendämmung auf der gesamten Außenwand des Gebäudes muss behördlich genehmigt werden. Aufgrund der Nähe zum Nachbargrundstück ist die Dämmung der Außenwand westseitig kaum möglich.

4.5 Konstruktiv schadensfreie Umsetzung

Um dauerhaft Schäden am Gebäude zu vermeiden ist die technisch korrekte Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen gefordert. Sämtliche Anschlüsse müssen nach den derzeit gültigen Richtlinien und Normen ausgeführt werden.

³¹ Landesrecht Vorarlberg, „Baugesetz StF: LGBl.Nr. 52/2001 (notifiziert RL 98/34/EG vom 22. Juni 1998, ABl. L 204 vom 21.7.1998, S. 37–48 [CELEX-Nr. 31998L0034])“ (1998), <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrVbg&Gesetzesnummer=20000734>.

³² Dipl.-Ing. Alfred Eichberger GmbH, „Baugrundlagenbestimmung im Ortskern Erläuterungsbericht“.

4.5.1 Fensteranschluss

Variante 1 beschreibt einen Glastausch mit einem U_g -Wert von $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$. Um Schäden durch Kondensatausfall im Laibungsbereich zu vermeiden, ist kein besseres Glas zu verwenden (Verlagerung des Taupunktes). Bei Verwendung eines Glases mit besserem U_g -Wert sind die Fensterlaibungen lt. ÖNORM B 5320³³ mind. 3 cm zu überdämmen (Abbildung 4-8). Ebenso gilt es, für Fensteranschlüsse eine dauerhaft dampfdichte (innen) bzw. luftdichte (außen) Verklebung auszuführen.

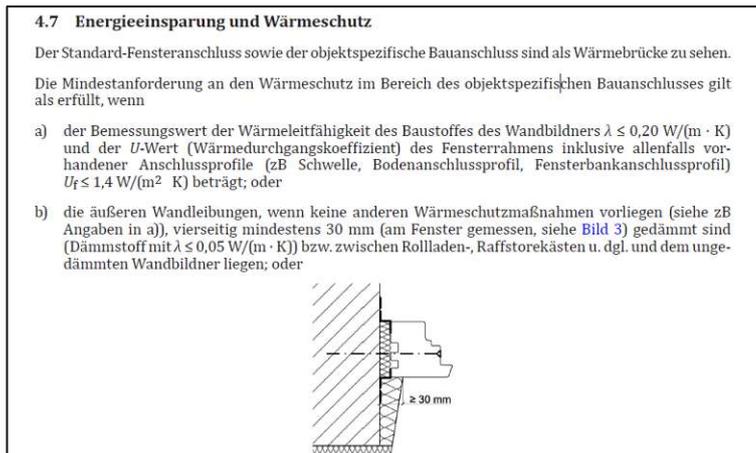


Abbildung 4-8 Überdämmung an der Äußeren Laibung; Ausschnitt aus ÖNORM B 5320

4.5.2 Flanken – Kellerdecke

Wärmebrücken im Bereich der aufgehenden Kellerwände sind durch das Anbringen von Flankendämmstreifen zu verringern. Die Mindesthöhe der Flankendämmung sollte von der Unterkante der Kellerdecke ca. 1 m betragen.

4.5.3 Außenwände

Das Aufbringen einer Innendämmung führt zu einer Verkleinerung des Wohnbereiches. Um Wärmebrücken zu minimieren, ist beim Aufbringen einer Innendämmung die Dämmung der Flanken (im Bereich der massiven eingebundenen Zwischenwände in die Außenwand) zwingend notwendig.

Aufgrund der feuchtigkeitsregulierenden Eigenschaften von Calciumsilikat-Dämmplatten und der Stärke von 8 cm sind bei vollflächiger Verklebung keine Schäden durch auftretendes Kondensat zu erwarten.

³³ Austrian Standards International, „ÖNORM B 5320 - Einbau von Fenster und Türen in Wände“, 91.010.30; 91.060.50; 91.090 § (2017).

Die Ausführung einer Innendämmung mit anderen Dämmmaterialien erfordert die Verwendung einer Dampfbremse, deren Anschlüsse bauphysikalisch geprüft und freigegeben werden müssen. (Ausgenommen davon sind vollflächig verklebte Foamglasplatten, da diese bereits in sich dampfdicht sind).

Alternativ minimiert das Aufbringen einer Außendämmung sämtliche Wärmebrücken in den Decken-Außenwand-Anschlussbereichen. Die Stärke der außen aufgetragenen Dämmung kann variieren und ist – im Vergleich zur Innendämmung mit Calciumsilikatplatten - nicht begrenzt.

4.6 Technische Optimierungsmaßnahmen / Wahl alternativer Energiesysteme

Neben der Menge der benötigten Heizenergie für die Raumwärme und Warmwasser, welche durch die geprüften Sanierungsmaßnahmen möglichst reduziert werden sollte, beinhaltet diese immer auch Kohlendioxidemissionen (CO₂), welche immensen Einfluss auf das Klima und die daraus resultierenden Klimaveränderungen haben.

Um deshalb neben dem Heizwärmebedarf auch den CO₂-Bedarf nachhaltig zu reduzieren, ist der Umstieg von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energieträger zu forcieren. Durch die berücksichtigte thermische Sanierung des Gebäudes, können die haustechnischen Anlagen für die Raumheizung und die Warmwasserbereitung bereits kleiner dimensioniert werden als die derzeitig vorhandenen Ölheizungen.

4.6.1 Raumheizung und Warmwasserbereitung

Gemeinsam mit Klimaaktiv hat das Energieinstitut Vorarlberg ein Tool entwickelt, das eine objektive Einschätzung eines Heizsystems über die gesamte Betriebsdauer, bezogen auf ein Gebäude, ergibt. Durch den Heizrechner v5.0 (<https://www.energieinstitut.at/tools/heizrechner/>, aufgerufen am 14.07.2022; 11:39) können neben den Kosten auch der CO₂-Ausstoss über die Lebensdauer der Heizung hinweg berechnet und verglichen werden.

Mittels des Heizrechners wurden für das bestehende Gebäude sowie die Sanierungsvariante 4, folgende Heizsysteme verglichen:

- Ölheizung (Bestand)
- Erdsonden Wärmepumpe
- Luft-Wärmepumpe
- Grundwasserwärmepumpe
- Pelletsheizung
- Stückholzheizung
- Hackschnitzelheizung
- Fernwärme (Biomasse)

Berechnungshinweise: Durch eine Nutzungsanpassung wird sich die Bewohneranzahl erhöhen, was höhere Energieverbräuche bedingt. Um dennoch eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen, wurden die Eingangsparameter der PHPP (18,5 Personen; 1.187 m² EBF) in die Berechnung zu diesem Vergleich übernommen.

Die Warmwasserbereitung erfolgt kombiniert mit dem Heizsystem und einem Pufferspeicher.

Die detaillierten Berechnungsberichte sind im Anhang D zu finden.

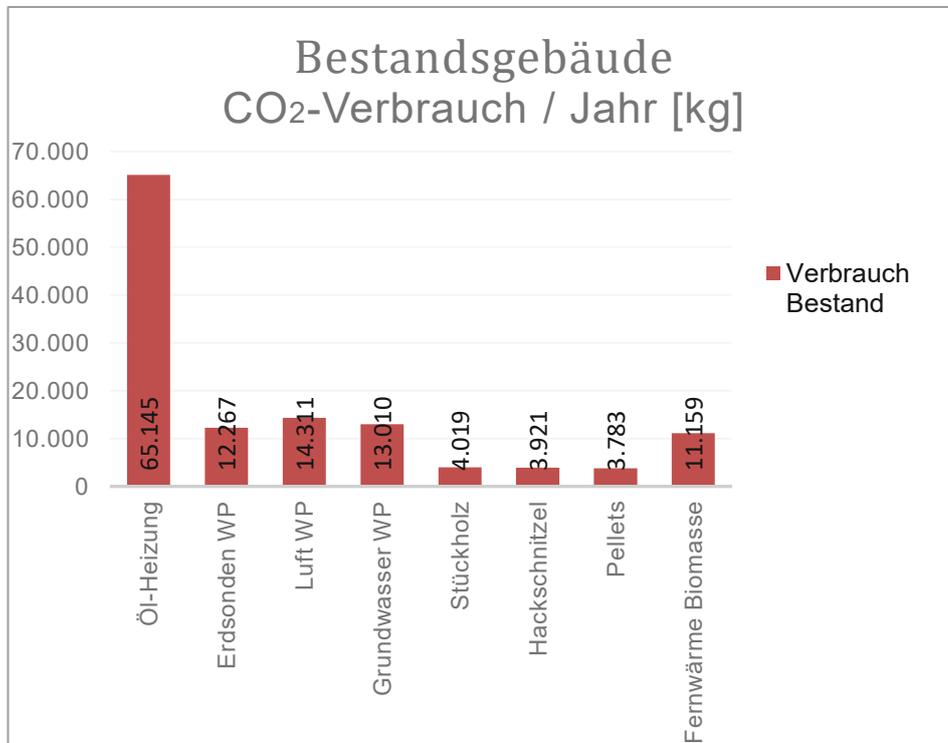


Abbildung 4-9 CO₂-Verbrauch unterschiedlicher Heizsysteme im Bestandsgebäude

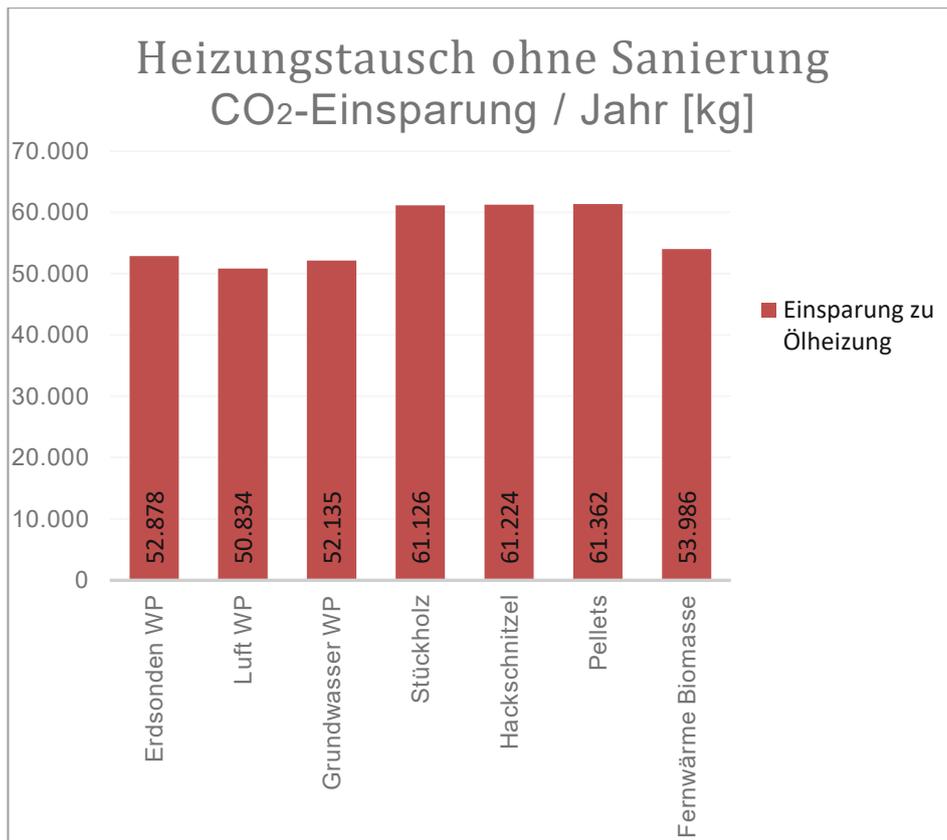


Abbildung 4-10 CO₂-Einsparung durch Heizungstausch

Das Bestandsgebäude hat laut Ergebnisbericht des Heizrechners des Energieinstitut Vorarlberg (unter Berücksichtigung der oben angeführten Berechnungshinweise) derzeit einen CO₂-Verbrauch von über 65.000 kg/Jahr (Abbildung 4-9). Durch den Einsatz eines alternativen Energiesystems wie zum Beispiel einer Wärmepumpe oder eines Systems mit Biomasse als Energieträger, könnte auch ohne thermische Sanierung zwischen 78% (Luft WP) und 94% (Pellets) CO₂ eingespart werden (Abbildung 4-10).

Beim Einsatz eines Niedertemperatursystems gilt es allerdings zu prüfen, ob die Heizleistung ausreichend ist. Im Bestandsgebäude sind derzeit Radiatoren vorhanden und keine Flächenheizung, Niedertemperatursysteme sind auf Flächenheizungen ausgelegt.

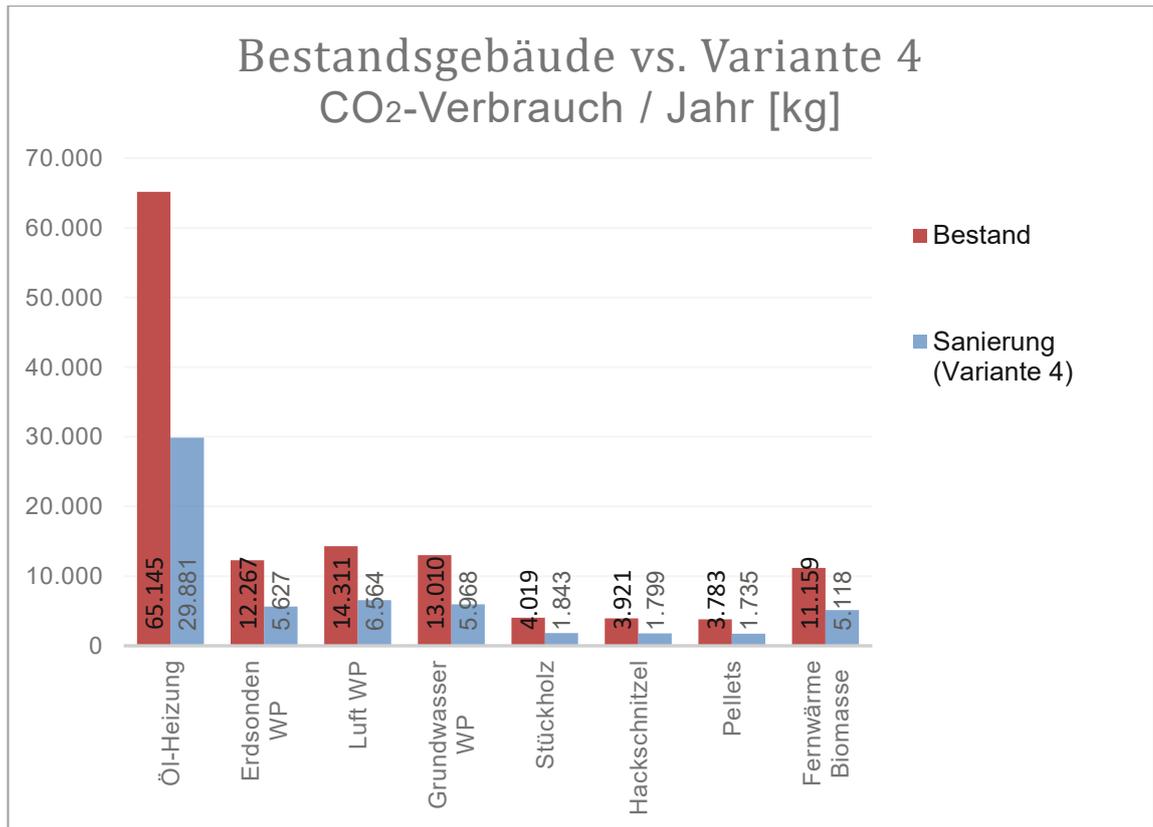


Abbildung 4-11 CO₂-Verbrauch unterschiedlicher Heizsysteme im Bestandsgebäude und Sanierungsvariante 4

Wie in Abbildung 4-11 ersichtlich, wird durch die thermische Sanierung nach Variante 4 der CO₂-Verbrauch mit dem vorhandenen Heizsystem (Ölheizung) um mehr als 50% reduziert. Diese Halbierung des CO₂-Verbrauchs ist auch bei anderen Heizsystemen zu erkennen.

Durch die Sanierung und Nutzungsanpassung könnte ein Niedertemperaturheizsystem (Fußbodenheizung) ausgebildet werden. Wird aber die thermische Sanierung vorerst ohne Nutzungsänderung verfolgt, so bleiben die vorhandenen Radiatoren bestehen und somit ein Hochtemperatursystem vorhanden. Durch innovative Ideen des Fachplaners für die technische Gebäudeausrüstung kann jedoch auch ein Umstieg auf ein Niedertemperatursystem mit bestehenden Radiatoren ermöglicht werden.

Eine Fernwärmeleitung des gemeindeeigenen Fernwärmenetzes ist in der Straße direkt vor der betrachteten Liegenschaft bereits vorhanden. Ein Anschluss des Bestandsgebäudes an diese ist somit mit einem, im Vergleich geringen, Aufwand verbunden. Aufgrund der geringen Leistung bzw. hohen Auslastung des Fernwärmenetzes, wird der Anschluss des Gebäudes an die Fernwärme seitens der derzeit nicht genehmigt.

Der unerwartet hoch ausschlagende CO₂-Verbrauch der Fernwärme ist durch die Spitzenabdeckung der Fernwärmeanlagen mittels fossiler Brennstoffe gegeben. Diese Werte sind bereits im Mix der zugrundeliegenden Konversions-Faktoren der OIB Richtlinie 6 ³⁴ berücksichtigt.

Gleiches trifft auf die höheren CO₂-Verbräuche der Wärmepumpenheizsysteme zu. Die Konversionsfaktoren für Strom sind aufgrund des Strommixes, in dem – der tatsächlichen Stromerzeugung entsprechend - auch fossile Energien zur Stromerzeugung berücksichtigt sind, entsprechend hoch. Bei Sanierung sind die CO₂-Faktoren einer Luftwärmepumpe mit 6.564 kg CO₂/Jahr unter den Wärmepumpen am höchsten, bei einer Erdsondenwärmepumpe mit 5.627 kg CO₂/Jahr am geringsten.

Unabhängig von dieser Einschränkung des Anschlusses an das vorhandene Fernwärmenetz ergeben sich die größten CO₂-Einsparungen bei der Verwendung eines Heizsystems mit Stückholz, Pellets oder Hackschnitzeln im nach Variante 4 sanierten Bestand (Abbildung 4-9). Die Unterschiede des CO₂-Ausstoßes der drei genannten Holz-Heizsysteme, unter Berücksichtigung der Sanierung nach Variante 4, ergeben sich bei Vergleich von Stückholz zu Hackschnitzel zu 98 kg CO₂/Jahr und von Stückholz zu Pellets zu 236 kg CO₂/Jahr.

4.6.2 Photovoltaik

Um den CO₂-Ausstoß noch weiter zu reduzieren und ebenso einen Teil des Eigenstrombedarfes abzudecken ist der Einsatz einer Photovoltaik-Anlage auf dem Dach des Gebäudes zu prüfen.

Aufgrund der (Nebel-)Lage im Rheintal ist besonders in den Wintermonaten mit einer geringeren Einstrahlung zu rechnen, dennoch können aufgrund der Dachflächengröße und unterschiedlicher Ausrichtung gute Erträge erwirtschaftet werden.

Mittels des Photovoltaik-Rechners zur Verfügung gestellt von Klimaaktiv (https://www.klimaaktiv.at/service/tools/erneuerbare/pv_rechner.html), aufgerufen am 28.07.2022) kann der Strom-Ertrag durch eine Photovoltaikanlage am Standort abgeschätzt werden.

³⁴ Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz.

Die Flächenangaben und geprüften Ausrichtungen der Photovoltaik Module wurden so gewählt, dass keine Verschattung durch das Gebäude selbst bzw. Nachbargebäude entsteht.

Als Standardmodul wurde für die Berechnung ein monokristallines Photovoltaikmodul der Fa. Trinasolar gewählt:

Modulgröße: 1,92 m²

Max. Nennleistung: 405 W

Ausrichtung Module:

- 4,5 kWp (11 Module) – Ausrichtung Süd (185°) auf Schrägdach Geschäfts-trakt bzw. aufgeständert auf Flachdach Geschäftstrakt
- 12 kWp (30 Module) – Ausrichtung West (275°) auf Schrägdach Wohnhaus bzw. Flachdach Gaube Geschäftstrakt

Laut Photovoltaikrechner ist hier im ersten Betriebsjahr mit einem Ertrag von ca. 14.778 kWh/a zu rechnen. Nach 25 Jahren bedeutet dies ein rechnerischer Gesamt-ertrag von 347.504 kWh bzw. eine CO₂-Einsparung von 156.377 kg CO₂.

Der Prozentsatz der Eigennutzung ist von der zukünftigen Gebäudenutzung und des gewählten Heizsystems abhängig. Durch den Einsatz einer Wärmepumpe wird mehr Strom benötigt als z.B. bei einer Pelletsheizung. Unabhängig vom Heizsystem selbst, kann Stromüberschuss zur Beheizung eines großen Pufferspeichers, für Warmwas-ser und Raumheizung, mittels Elektroheizstab verwendet werden. So kann die Ener-gie, welche durch die vorhandene Photovoltaikanlage erzeugt wird, auch zu einem späteren Zeitpunkt genutzt und so indirekt gespeichert werden.

5 Gesamtkonzept / Empfehlung

Aus den in den vorhergehenden Kapiteln angeführten Ergebnissen geht hervor, dass mit einer ganzheitlichen Sanierung der thermischen Gebäudehülle der heutige Standard³⁵ der technischen Erfordernis an einen Neubau erreicht werden kann und die Sanierung dem Neubau im Hinblick auf die thermische Qualität und Behaglichkeit gleichgestellt werden kann.

Durch die Anordnung eines außenliegenden Erschließungselements bzw. Laubengangs, welcher das Wohnhaus außerhalb des derzeit bestehenden zentralen Treppenhauses erschließt, kann das Gebäude auch schrittweise adaptiert bzw. saniert werden. Die Möglichkeit einer späteren Adaptierung (Erweiterung bzw. Aufteilung in einzelne Wohneinheiten) ist damit zu jedem Zeitpunkt gegeben.

Eine Umsetzung der thermischen Sanierung nach den Varianten 4 – 7 führt zu einer massiven Energieeinsparung, welche die laufenden Kosten für die Bewohner dauerhaft reduziert.

Aufgrund der hohen Kosten einer Dachsanierung und der im Verhältnis geringen Energieeinsparung (vgl. Variante 4 vs. Variante 6 – 3% Differenz) sowie des hohen zusätzlichen Materialeinsatzes (Variante 7) bei mäßiger Einsparung (vgl. Variante 4 vs. Variante 7 – 5% Differenz), ist die schrittweise Adaptierung und Umsetzung der Variante 4 zu empfehlen. Bei Umsetzung dieser Variante besteht die Möglichkeit sämtliche Sanierungsschritte auch unabhängig voneinander auszuführen, wobei die bauphysikalisch richtige Ausführung obligatorisch ist, um Schäden dauerhaft zu vermeiden.

Eine thermische Sanierung ist auch aus ökologischer Sicht zu verfolgen und einem Abbruch mit darauffolgendem Neubau vorzuziehen. Zwar kommt es durch die Herstellung und Verwendung neuer Materialien in den einzelnen Bauteilen zu zusätzlichen Umwelteinwirkungen, werden jedoch die Einsparungen durch die erwähnten, thermischen Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt, so relativieren sich die negativen ökologischen Auswirkungen. Wie in Kapitel 4.3 dargestellt, sind die Auswirkungen auf die Umwelt und deren Folgewirkung bei einem kompletten Austausch bzw. Neubau des Gebäudes sehr viel höher als bei der betrachteten Sanierungsvariante.

³⁵ Land Vorarlberg, Verordnung der Landesregierung über die technischen Erfordernisse von Bauwerken.

Auch muss bei einem Abbruch und Neubau das Abfallaufkommen der Baurestmassen des Bestandsgebäudes stets mitberücksichtigt werden. Bei der Sanierung sind diese kaum vorhanden bzw. beschränken sich auf Fenster und z.B. Fassadeneindeckungen des Dachgeschosses. Die Glasscheiben können, bei Weiterverarbeitung zu einem Sekundärbaustoff, z.B. als Glasschaumschotter wiederverwendet werden. Die Fassadenelemente der Gauben des Dachgeschosses, welche aus Holz bestehen, können thermisch verwertet werden.

Die Sanierung der thermischen Gebäudehülle nach Variante 4 kann mit nur geringen Einschränkungen (zum Zeitpunkt des Fenstertausches) der Nutzung im Innern des Gebäudes erfolgen. Die Energiekennzahl wird dadurch mehr als halbiert und bringt auch die Möglichkeit, ein Niedertemperatursystem zur Gebäudebeheizung zu verwenden. Bei einer Umsetzung der Sanierung in Etappen, besteht die Möglichkeit das neue Heizsystem bereits kleiner (= erforderliche Leistung nach Sanierungsfertigstellung) zu dimensionieren und Spitzen im Zeitraum der Sanierung durch die vorhandene Ölheizung abzudecken. Diese kann, sofern der Platz nicht anderweitig benötigt wird, bis nach Sanierungsfertigstellung im Gebäude verbleiben.

Kommt hier auch eine Pelletsheizung, welche beide Gebäudeteile (Wohnhaus und Geschäftstrakt) speist, zum Einsatz, verringern sich die CO₂-Emissionen um ca. 97%. Durch den Ausbau der vorhandenen Öltanks sind bereits Volumina für die Lagerung der benötigten Pellets vorhanden.

Durch die Platzierung einer Photovoltaik-Anlage am Dach, wird ein Teil des Eigenstrombedarfs des Gebäudes abgedeckt. Bei Einbau einer Wärmepumpe zur Raumheizung und Warmwasserbereitung kann der CO₂-Verbrauch, welcher im Heizrechner (Kapitel 4.5) mittels der Konversionsfaktoren lt. OIB RL 6³⁶ berechnet wird, tatsächlich verbessert werden.

Die Nutzung des, an einem sonnigen Tag produzierten, Überschussstroms erfolgt durch die Beheizung eines vorhandenen Pufferspeichers mittels Elektroheizstab. Dieser kann unabhängig vom Heizsystem (Pelletsheizung oder Wärmepumpe) eingebaut und gespeist werden.

³⁶ Österreichisches Institut für Bautechnik, OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die genaue Betrachtung der Sanierungsmöglichkeiten und vorausschauende Planung wird ersichtlich, dass trotz unsicherer, zukünftiger Nutzung eine Sanierung zum aktuellen Zeitpunkt sinnvoll und zu empfehlen ist.

Eine nachträgliche Nutzungsadaptierung im Inneren des Wohnhauses kann jederzeit umgesetzt werden, es ergibt sich durch die thermische Sanierung kein Nachteil bzw. kein zusätzlicher Aufwand. Die Geschosshöhen im Wohnhaus sind ausreichend, sodass auch eine schalltechnische Ertüchtigung der Zwischendecken ohne Einschränkungen möglich ist. Die dadurch entstehenden Wohneinheiten können einzeln und wie im klassischen Mehrfamilienwohnhaus üblich genutzt werden, ohne dass andere Wohneinheiten als Durchgang benutzt werden müssen.

Die thermische Sanierung des Gebäudes erwirkt eine massive Einsparung der benötigten Energie für die Raumwärme. Zudem führt diese ebenso zur Verbesserung der Überhitzungssituation in der Wohnung DG (Geschäftstrakt) im Sommer.

Ökologisch betrachtet ist es sinnvoll, die – ohnehin gut erhaltene – Bausubstanz zu nutzen und durch geringen neuen Materialeinsatz zu ertüchtigen. Im Vergleich zum Neubau werden hier massive Massenvolumina eingespart. Die Nutzung von Sekundärbaustoffen sowie nachwachsenden Rohstoffen ist zu prüfen und zu verfolgen.

Um das verfolgte Klimaziel „2030“ der EU und von Österreich³⁷ erreichen zu können, sind viele Förderungen am Markt, welche eine thermische Sanierung unterstützen. Die geringeren Betriebskosten leisten einen sozialen Beitrag an die Mieter.

Durch die gesamtheitliche Betrachtung des Projektes und einer klaren Definition des verfolgten Ziels, kann das Gebäude auch in einzelnen Schritten bzw. auch über Generationen hinweg saniert und adaptiert werden. Einzelne Sanierungsmaßnahmen, ohne ein gesamtheitliches Konzept zu verfolgen, werden eine Sanierung erschweren und weiterhin zu „Einzellösungen“ führen, welche zu einem späteren Zeitpunkt sehr wahrscheinlich wieder rückgängig gemacht werden müssen. Der bereits benötigte Energie- und Kosteneinsatz ist dann nicht mehr zu revidieren. Klarerweise auch nicht die Einwirkungen auf die Umwelt und das Ökosystem der Erde.

³⁷ Europäische Kommission, „Klima- Und Energiepolitischer Rahmen Bis 2030“, Climate Action, 1. August 2022, https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_de.

Nutzerkomfort, Energiekennzahlen und auch der CO₂-Verbrauch sind nach der gesamtheitlichen Sanierung des Projektes mit denen eines Neubaus (im Mehrfamilienwohnbau) zu vergleichen. Die gemeinschaftliche Nutzung der Flächen im Erdgeschoss des Geschäftstraktes sowie eine gemeinsame Nutzung des Gartens erhöhen die Zufriedenheit der Nutzer und fördern einen sozialen Zusammenhalt.

Mit der Umsetzung der Sanierung anstelle eines Neubaus werden keine zusätzlichen Flächen verbraucht und Baurestmassen landen nicht auf der Deponie, sondern werden im bestehenden Gebäude weitergenutzt.

Damit das nachhaltige und zukunftsfähige Bauen funktioniert, muss die Flächeninanspruchnahme in Österreich von ca. 12 ha pro Tag ³⁸ gestoppt werden. Es darf keine neuen Umwidmungen von freien Flächen in Baugebiet mehr geben, bevor nicht der Leerstand von bestehenden Gebäuden minimiert bzw. in vollem Umfang aufgehoben ist.

Bei der Entscheidung, ob ein vorhandenes Gebäude abgebrochen und ersetzt werden soll, muss eine gesamtheitliche Betrachtung und Beurteilung für jedes einzelne Objekt durchgeführt werden. Das damit beauftragte Fachplaner - Team muss in intensiver Abstimmung miteinander und der Bauherrschaft eine zukunftsfähige Lösung finden. Die Zusammenarbeit, der fachliche Austausch untereinander und die integrale Planung sämtlicher am Bau und in der Planung beteiligter Personen ist hier obligatorisch.

In der heutigen Gesellschaft, in der ein Neubau eines Einfamilienhauses meist als „einzige Option“ gesehen wird, muss hier noch sehr viel Überzeugungsarbeit durch Fachpersonen und Visionäre geleistet werden. Ob ein Gebäude mit einer Bruttogrundfläche, welche für eine ganze Familie ausreichend wäre von der älteren Generation mit nur zwei Personen bewohnt wird, nur weil diese immer schon da gewohnt haben, oder aber ob ein junges Paar, das nicht weiß, ob die Familie sich vergrößert oder nicht, ein Gebäude mit 180 m² Wohnfläche und zusätzlichem Keller erbaut – es müssen neue Möglichkeiten und Denkansätze entstehen. Sei es ein Nutzungstausch der Flächen innerhalb aber auch außerhalb eines bestehenden Gebäudes, die gemeinsame Nutzung vorhandener Flächen oder eine mögliche Adaptierung von Flächen zu einem Zeitpunkt, wenn diese benötigt werden - durch die vorausschauende und gesamtheitliche Betrachtung können Nutzungskonzepte entwickelt werden, die auch in der Zukunft die passenden Möglichkeiten bieten.

³⁸ Umweltbundesamt, „Presse 2021 - Bodenverbrauch in Österreich“.

Die Ansprüche nach einem energieeffizienten Gebäude, Wohlbefinden und Behaglichkeit im Raum sowie der Privatsphäre und Ungestörtheit, lassen sich auch im Mehrgenerationenhaus – wie es das untersuchte Objekt seit jeher war – hervorragend vereinen.

Es benötigt ein Umdenken aller, um zukunftsfähige Wohnkonzepte und Umnutzungen in Bestandsgebäuden zu ermöglichen, dauerhaft Energien einzusparen und vorhandene Ressourcen zu schonen.

Nur durch die Berücksichtigung aller Säulen der Nachhaltigkeit (siehe Kapitel 1.5.2) und der Nutzung planerischer Synergien kann ein Gebäude so saniert bzw. errichtet werden, dass auch langfristig keine negativen Auswirkungen auf nachfolgende Generationen zu erwarten sind.

Literaturverzeichnis

- Agnelli, Susanna, Saleh A Al-Athel, Bernard Chidzero, Lamine Mohammed Fadika, Volker Hauff, Istvan Lung, und Ma Shijun. „Our Common Future“, 4. August 1987, 756.
- Austrian Standards International. ÖNORM B 5320 - Einbau von Fenster und Türen in Wände, 91.010.30; 91.060.50; 91.090 § (2017).
- . ÖNORM EN 15804 - Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklaration - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte, Pub. L. No. 91.010.99, 78 (2020).
- baubook GmbH. „eco2soft / Ökobilanz für Gebäude“. Online, 16. August 2022. https://www.baubook.at/eco2soft/?SW=27&LU=1823772615&qJ=24&LP=ZB9I1&SG_o-pen=16708&info=LOGOUT&REQUIRE_URI=%2FBTR%2FPHP%2FOben.php%3FSW%3D27%26LU%3D1823772615%26qJ%3D23%26LP%3DZB9I1%26SG_o-pen%3D16708&HTTPS=on&datetime=2022-08-16%2016:06:37.
- Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. „klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020“, o. J., 52.
- Cresnik Guido. „Die Substituierung mineralogischer Rohstoffe durch Baurestmassen unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten“. Hochschulschrift, TU Graz, 2006.
- Dipl.-Ing. Alfred Eichberger GmbH. „Baugrundlagenbestimmung im Ortskern Erläuterungsbericht“. Erläuterungsbericht. Baugrundlagenbestimmung Ortskern. Bregenz, 1. Februar 2018.
- . „Räumliches Entwicklungskonzept (REK- Hard)“. Bregenz, 31. Januar 2019. www.hard.at.
- Dipl.-Ing. Uwe Pfründer. „Empiriegestützte, lebenszyklusorientierte Instandhaltungsstrategien für Immobilien der öffentlich Hand“. Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH), 2010.
- Europäische Kommission. „Klima- Und Energiepolitischer Rahmen Bis 2030“. Climate Action, 1. August 2022. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_de.
- FH-Doz. Dr. Wolfgang Amann und Dr. Alexis Mundt. „Investiver Wohnungsleerstand“. Endbericht, Mai 2018. Im Auftrag des Landes Vorarlberg, Mai 2018. <https://www.statistik.at/blickgem/gemDetail.do?gemnr=80215>.
- IBO Verein und GmbH. „IBO - Ökologisch Bauen | Gesund Wohnen“. Homepage, 18. August 2022. <https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/oekoindex-oi3>.
- Land Vorarlberg. Verordnung der Landesregierung über die technischen Erfordernisse von Bauwerken (2015). <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrVbg&Gesetzesnummer=20000735>.
- Landesrecht Vorarlberg. Baugesetz StF: LGBl.Nr. 52/2001 (notifiziert RL 98/34/EG vom 22. Juni 1998, ABI. L 204 vom 21.7.1998, S. 37–48 [CELEX-Nr. 31998L0034]) (1998). <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrVbg&Gesetzesnummer=20000734>.
- „Leitfaden zur Berechnung des Ökoindex OI3 für Bauteile und Gebäude“. Leitfaden. Wien, Oktober 2018. <https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/oekoindex-oi3>.
- Marktgemeinde Hard, Hrsg. *z`Hard am See - Geschichte, Geschichten, Bilder*. Hard, 1990.

- Österreichisches Institut für Bautechnik. OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19 § (2019).
- Prof. Dipl.- Ing. Rüdiger Wormuth und Prof. Dipl.-Ing. Klaus-Jürgen Schneider, Hrsg. *Baulexikon*. 3. Aufl. Baulexikon. Berlin: Bauwerk, Beuth, 2016.
- Susanne Baust. „Stadt der Zukunft - Futuristisch oder sanierter Altbau?“ <https://www.forum-csr.net/News/10370/Stadt-der-Zukunft.html>. *forum Nachhaltig Wirtschaften* (blog), 30. Juli 2022. <https://www.forum-csr.net/News/10370/Stadt-der-Zukunft.html>.
- Umweltbundesamt. „Bodenverbrauch in Österreich“. Umweltbundesamt, 24. Juni 2021. <https://www.umweltbundesamt.at/news210624>.
- . „Flächeninanspruchnahme, Artikel des Umweltbundesamt“. Umweltbundesamt, 2022. <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/boden/flaecheninanspruchnahme>.
- Weller, Bernhard, Marc-Steffen Fahrion, und Sven Jakubetz. *Denkmal und Energie*. 1. Aufl. Praxis. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2012.
- „Wohnen 2020 - Zahlen, Daten und Indikatoren der Wohnstatistik“. Wien, 2021.

Anhang A – PHPP Berechnung

Übersicht Validierung PHPP

Daten Bestand			
Ölverbrauch/a (Durchschnitt 2008-2020)		9.227 l	
EBF gesamt		1.187 m ²	
EBF derzeit minderbeheizt		325 m ²	
EBF für Validierung Ölverbrauch		862 m²	
	PHPP	Durchschnittlicher Öl-Verbrauch	Differenz
Ergebnisse Verbrauch [kWh/a]		99.130	92.267 6.863
Ergebnisse Verbrauch [l Öl/a]		9.913	9.227 686
Abweichung		6,92 %	

Übersicht Varianten PHPP

Variante	HWB [kWh/m²a]	Maßnahmen	Einsparung HWB zu Bestand [%]	I Öl / Jahr	HWB gesamt kWh/a	Gesamtverbrauch pro Jahr / bezogen auf Bestand	Einsparung kWh/a	Einsparung I Öl/a	Einsparung / a in %
Bestand	115				13651	136.505	100	0	0
Variante 1	110	-Glastausch mit UNIGLAS® TOP K 0,9 Z (Ug= 0,9W/m²K); 18 mm Glasstärke - Glastausch mit UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P (Ug= 0,6W/m²K); 28 mm Glasstärke	4	4	13057	130.570	96	5.935	594
Variante 2	108	- Fensterrahmentausch - Hochwärmedämmender Holzfensterrahmen Uf= 0,95 W/m²K (Sigg Passivhausfenster)	6	6	12820	128.196	94	8.309	831
Variante 3	101	- Glastausch mit UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P (Ug= 0,6W/m²K); 28 mm Glasstärke - Fensterrahmentausch - Hochwärmedämmender Holzfensterrahmen Uf= 0,95 W/m²K (Sigg Passivhausfenster) - Kellerdecke ertüchtigt (10cm WLG036) - Dämmen der Decke gegen Garage mit 10 cm Dämmung (λ = 0,036 W/m²K)	12	12	11989	119.887	88	16.618	1.662
Variante 4	46	- Glastausch mit UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P (Ug= 0,6W/m²K); 28 mm Glasstärke - Fensterrahmentausch - Hochwärmedämmender Holzfensterrahmen Uf= 0,95 W/m²K (Sigg Passivhausfenster) - Kellerdecke ertüchtigt (mehrere Möglichkeiten mind. 10cm WLG 036) - AW dämmen mit 16 cm WLG 036	60	60	5460	54.602	40	81.903	8.190
Variante 5	70	- Glastausch mit UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P (Ug= 0,6W/m²K); 28 mm Glasstärke - Fensterrahmentausch - Hochwärmedämmender Holzfensterrahmen Uf= 0,95 W/m²K (Sigg Passivhausfenster) - AW Altbau + Geschäftstrakt (Massivbau) mit 8 cm Innendämmung (Calciumsilikat WLG 042)	39	39	8309	83.090	61	53.415	5.342
Variante 6	43	- Glastausch mit UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P (Ug= 0,6W/m²K); 28 mm Glasstärke - Fensterrahmentausch - Hochwärmedämmender Holzfensterrahmen Uf= 0,95 W/m²K (Sigg Passivhausfenster) - Kellerdecke ertüchtigt (10cm WLG 036) - Dächer ertüchtigen (siehe Aufbau) - 16cm AW Außendämmung außer ertüchtigte Wand bei Bach - BTV Anforderung (außer Boden erdberührt) an Bauteile erfüllt	63	63	5104	51.041	37	85.464	8.546
Variante 7	40	KlimaAktiv HWB =< 40 kWh/m²Etra = Variante 6 + Ug=0,5 W/m²K +20cm Dämmung AW + Dach + sämtliche Dämmungen neu WLG 032 + Boden erdberührt + 10cm WLG 032	65	65	4748	47.480	35	89.025	8.903

Hinweis allgemein: Einbauwärmbrücken Fenster detailliert; Vereinfachte Wärmbrücken lt. Norm

BERECHNUNGEN PHPP

Energiebezugsfläche 11.07.2022									
Bezeichnung	Fläche [m²]	EBF - Faktor	EBF [m²]	Raumhöhe [m]	Volumen netto [m³]	EG minderbeheizt	EBF		
EG									
EG Wohnhaus									
	26,22	1	26,22	2,6	68,17				
	27,93	1	27,93	2,6	72,82				
	9,24	1	9,24	2,6	24,02				
WC	3,3	1	3,3	2,6	8,58				
STGHaus	7,26	0	0	2,6	18,88	7,26		0	
Gang	14,4	1	14,4	2,6	37,44	14,4		14,4	
Bad	3,3	1	3,3	2,6	8,58				
	13,86	1	13,86	2,6	36,04				
Arztpraxis EG			0	2,6	0,00				
Gang	7,42	0,6	4,452	3	22,26	7,42		4,452	
STGHaus	6,86	0	0	3	20,58	6,86		0	
	42,12	1	42,12	3	126,36				
	10,23	1	10,23	3	30,69				
	12,71	1	12,71	3	38,13				
	12,71	1	12,71	3	38,13				
	13,53	1	13,53	3	40,59				
	13,94	1	13,94	3	41,82				
EG Geschäftstrakt									
Lager	35,25	1	35,25	3	105,75	97,5		94,27	
	74,48	1	74,48	3	223,44	37,24		37,24	
	59,02	1	59,02	3	177,06	59,02		59,02	
Technik	3,23	0	0		0,00				
			0		0,00				
OG1									
Gang	6,03	1	6,03	2,9	17,49				
Gang	7,13	1	7,13	2,9	20,68				
	17,05	1	17,05	2,9	49,45				
Abstell	2,9	1	2,9	2,9	8,41				
	11,22	1	11,22	2,9	32,54				
	10,88	1	10,88	2,9	31,55				
	73,44	1	73,44	2,9	212,98				
	28,56	1	28,56	2,9	82,82				
	50,07	1	50,07	2,9	145,20				
Technik / Lift	3,23	0	0	2,9	9,37				
	16,65	1	16,65	2,9	48,29				
Archiv / Lager	16,65	1	16,65	2,9	48,29				
Büro	126,04	1	126,04	2,9	365,52				
-Verkehrsfläch	27,4	0,6	16,44	2,9	79,46				
Stiegenhaus	7,2	0	0	2,9	20,88				
			0		0,00				
	9,24	1	9,24	2,45	22,64				
Gang	14,4	1	14,4	2,45	35,28				
	27,93	1	27,93	2,45	68,43				
	25,65	1	25,65	2,45	62,84				
WC	3,3	1	3,3	2,45	8,09				
Stiegenhaus	7,26	0	0	2,45	17,79				
Bad	3,3	1	3,3	2,45	8,09				
Küche	20,26	1	20,26	2,45	49,64				
			0		0,00				
2.OG									
			0		0,00				
						2.OG minderbeheizt			
Abstell	5,7	1	5,7	2,85	16,25		113,37	105,67	
Abstell	5,7	1	5,7	2,85	16,25				
	18,81	1	18,81	2,85	53,61				
	21,66	1	21,66	2,85	61,73				
Gang	14,4	1	14,4	2,85	41,04				
Stiegenhaus	7,7	0	0	2,85	21,95				
	9,24	1	9,24	2,85	26,33				
WC	3,3	1	3,3	2,85	9,41				
Bad	3,3	1	3,3	2,85	9,41				
	23,56	1	23,56	2,85	67,15				
			0		0,00				
Technik/Lift	3,23	0	0	2,55	8,24				
	15,84	1	15,84	2,55	40,39				
	23,4	1	23,4	2,55	59,67				
	23	1	23	2,55	58,65				
	14,57	1	14,57	2,55	37,15				
	14,88	1	14,88	2,55	37,94				
	13,5	1	13,5	2,55	34,43				
	12,58	1	12,58	2,55	32,08				
Bad	7,92	1	7,92	2,55	20,20				
WC	2,1	1	2,1	2,55	5,36				
Gang	38,08	1	38,08	2,55	97,10				
			0		0,00				
DG									
						DG minderbeheizt			
Stiegenhaus	7,7	0	0	2,35	18,10		18,5	10,8	
	41,04	1	41,04	2,35	96,44				
Abstell/gang	10,8	1	10,8	2,35	25,38				
	1254,81		1187,21		3479,05	361,57		325,85	

PHPP-Energiebilanz		10.2 DE														
berechneter Schritt:		1- PHPP														
<p>Foto oder Zeichnung</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">Bestand</div>	<p>Objekt: Wohn- und Geschäftshaus im Dorf kern Straße: Marktstraße PLZ/Ort: 6971 Hard Provinz/Land: Vorarlberg AT-Österreich Objekt-Typ: 6-Wohn- und Geschäftshaus Klimadatensatz: AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert Klimazone: 3: Kühl-gemäßigt Standorthöhe: 399 m</p> <p>Bauherkunft: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:</p> <p>Haustechnik: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:</p> <p>Zertifizierung: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:</p> <p>Architektur: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:</p> <p>Energieberatung: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:</p> <p>Baujahr: 1907 Anzahl WE: 6 Personenzahl: 18,5</p> <p>Innentemperatur Winter [°C]: Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m²]: spez. Kapazität [W/hK pro m² EBF]:</p> <p>Innentemp. Sommer [°C]: 25,0 IWQ Sommer [W/m²]: 2,4 Mechanische Kühlung: 132</p>	<p>Projekteinstellungen bitte auswählen</p> <p>Energiestandard / Kriterien</p> <p>Neubau / Modernisierung 3-Modernisierung schriftweise geplanter Energiestandard 40- Sonstige</p> <p>Klasse Primärenergieverfahren 10-PER (erneuerbar) Primärenergiebedarf Kriterium 1-Standard</p> <p>Nutzung</p> <p>10-Wohngebäude: Wohnen Interne Wärmequellen (IWQ) 2-Standard</p> <p>Personenzahl</p> <p>18,5 Standard (nur Wohngebäude) Eigene Ermittlung</p>														
Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr																
Heizen	<table border="1"> <tr> <td>Energiebezugsfläche m²</td> <td style="text-align: right;">1187,2</td> </tr> <tr> <td>Heizwärmebedarf kWh/(m²a)</td> <td style="text-align: right; background-color: #d9ead3;">115</td> </tr> <tr> <td>Heizlast W/m²</td> <td style="text-align: right; background-color: #d9ead3;">40</td> </tr> </table>	Energiebezugsfläche m²	1187,2	Heizwärmebedarf kWh/(m²a)	115	Heizlast W/m²	40	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">alternative Kriterien</td> <td style="text-align: center;">Erfüllt?</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Kriterien</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>	alternative Kriterien	Erfüllt?	Kriterien	-	≤	-	≤	-
Energiebezugsfläche m²	1187,2															
Heizwärmebedarf kWh/(m²a)	115															
Heizlast W/m²	40															
alternative Kriterien	Erfüllt?															
Kriterien	-															
≤	-															
≤	-															

Passivhaus - Komponenten Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE

PHPP

Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 115,3 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 8 % / PER: 25,1 kWh/

[◀ Inhalt](#) [Link zu Blatt Flächen](#)

Bauteilaufbauten (U-Werte)					
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': U-Wert für Wände und Dächer 0,15 W/(m ² K)					
ID	Bausystem	Bauteil	Gesamtdicke	U-Wert	Innen-dämmung
Zusammenstellung der im Blatt 'U-Werte' berechneten Aufbauten			m	W/(m ² K)	-
01ud	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	0,268	0,416	0
02ud	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	0,243	0,287	0
03ud	Boden erdberührt (Arztpraxis)	Boden erdberührt (Arztpraxis)	0,298	0,340	0
04ud	Decke gg. Garage	Decke gg. Garage	0,394	0,258	0
05ud	Außenwand Altbau EG (1907)	Außenwand Altbau EG (1907)	0,640	0,927	0
06ud	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	0,490	1,157	0
07ud	Decke über Außenluft	Decke über Außenluft	0,225	0,264	0
08ud	Außenwand Gauben DG (1978)	Außenwand Gauben DG (1978)	0,271	0,242	0
09ud	Außenwand DG (1992)	Außenwand DG (1992)	0,312	0,203	0
10ud	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	0,309	0,156	0
11ud	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	0,347	0,181	0
12ud	Außenwand EG	Außenwand EG	0,482	1,165	0
13ud	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	0,590	0,369	0
14ud	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	0,506	0,302	0
15ud	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	0,214	0,259	0
16ud	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum	0,500	1,029	0
17ud	Schrägdach Altbau	Schrägdach Altbau	0,204	0,249	0
18ud	Decke gg. Dachboden Altbau	Decke gg. Dachboden Altbau	0,247	0,259	0
19ud	Flachdach Kupfereindeckung	Flachdach Kupfereindeckung	0,293	0,182	0
20ud	Schrägdach Zubau DG	Schrägdach Zubau DG	0,209	0,241	0
21ud	Decke gg. Dachboden Zubau DG	Decke gg. Dachboden Zubau DG	0,265	0,196	0
22ud	Dach über Zubau 1992	Dach über Zubau 1992	0,327	0,162	0
23ud	Wand gg. Dachboden Altbau	Wand gg. Dachboden Altbau	0,223	0,226	0
24ud	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	0,362	1,456	0

Verglasungen und Türfüllungen			
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': 3-fach Wärmeschutzglas			
ID	Bezeichnung	g-Wert	U _g -Wert
		W/(m ² K)	
01ud	Fenstertyp 4: Verglasung Ug = 1,3 W/m ² K (1991-1996)	0,68	1,30
02ud	Fenstertyp 2: Verglasung Ug = 2,8 W/m ² K (1990, Büro + Arzt)	0,68	2,80
03ud	Verglasung Ug = 1,1 W/m ² K	0,68	1,10
04ud	Fenstertyp 5: Verglasung Ug = 1,2 W/m ² K (2007)	0,68	1,20
05ud			
06ud	Fenstertyp 1 : Verglasung + Rahmen U = 2,8 W/m ² K (1970)	0,68	2,80
07ud	Fenstertyp 3: Verglasung Ug = 1,8 W/m ² K (1990)	0,68	1,80
08ud	Fenstertyp 6: Verglasung Ug = 1,0 W/m ² K (2022)	0,68	1,80
09ud	Verglasung + Rahmen U = 3,0 W/m ² K	0,68	3,00

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

PHPP-Energiebilanz		berechneter Schritt: 1-	10.2 DE PHPP																																		
<div style="border: 1px dashed gray; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">Foto oder Zeichnung</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0 auto; width: 80%;">Variante 1</div>		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Objekt:</td><td colspan="3">Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern</td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3">Marktstraße</td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td>6971</td><td colspan="2">Hard</td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td>Vorarlberg</td><td colspan="2">AT-Österreich</td></tr> <tr><td>Objekt-Typ:</td><td colspan="3">6-Wohn- und Geschäftshaus</td></tr> <tr><td>Klimadatensatz:</td><td colspan="3">AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert</td></tr> <tr><td>Klimazone:</td><td>3: Kühl-gemäßigt</td><td>Standorthöhe:</td><td>399 m</td></tr> </table>		Objekt:	Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern			Straße:	Marktstraße			PLZ/Ort:	6971	Hard		Provinz/Land:	Vorarlberg	AT-Österreich		Objekt-Typ:	6-Wohn- und Geschäftshaus			Klimadatensatz:	AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert			Klimazone:	3: Kühl-gemäßigt	Standorthöhe:	399 m						
Objekt:	Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern																																				
Straße:	Marktstraße																																				
PLZ/Ort:	6971	Hard																																			
Provinz/Land:	Vorarlberg	AT-Österreich																																			
Objekt-Typ:	6-Wohn- und Geschäftshaus																																				
Klimadatensatz:	AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert																																				
Klimazone:	3: Kühl-gemäßigt	Standorthöhe:	399 m																																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Architektur:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> </table>		Architektur:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Bauherrschaft:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> </table>		Bauherrschaft:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:					
Architektur:																																					
Straße:																																					
PLZ/Ort:																																					
Provinz/Land:																																					
Bauherrschaft:																																					
Straße:																																					
PLZ/Ort:																																					
Provinz/Land:																																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Energieberatung:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> </table>		Energieberatung:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Haustechnik:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> </table>		Haustechnik:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:					
Energieberatung:																																					
Straße:																																					
PLZ/Ort:																																					
Provinz/Land:																																					
Haustechnik:																																					
Straße:																																					
PLZ/Ort:																																					
Provinz/Land:																																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Baujahr:</td><td>1907</td><td>Innentemperatur Winter [°C]:</td><td>20,0</td><td>Innentemp. Sommer [°C]:</td><td>25,0</td></tr> <tr><td>Anzahl WE:</td><td>6</td><td>Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m²]:</td><td>2,4</td><td>IWQ Sommer [W/m²]:</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>Personenzahl:</td><td>18,5</td><td>spez. Kapazität [Wh/K pro m² EBF]:</td><td>132</td><td>Mechanische Kühlung:</td><td></td></tr> </table>		Baujahr:	1907	Innentemperatur Winter [°C]:	20,0	Innentemp. Sommer [°C]:	25,0	Anzahl WE:	6	Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m ²]:	2,4	IWQ Sommer [W/m ²]:	2,4	Personenzahl:	18,5	spez. Kapazität [Wh/K pro m ² EBF]:	132	Mechanische Kühlung:		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Zertifizierung:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> </table>		Zertifizierung:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:			
Baujahr:	1907	Innentemperatur Winter [°C]:	20,0	Innentemp. Sommer [°C]:	25,0																																
Anzahl WE:	6	Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m ²]:	2,4	IWQ Sommer [W/m ²]:	2,4																																
Personenzahl:	18,5	spez. Kapazität [Wh/K pro m ² EBF]:	132	Mechanische Kühlung:																																	
Zertifizierung:																																					
Straße:																																					
PLZ/Ort:																																					
Provinz/Land:																																					
Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr																																					
Heizen	Energiebezugsfläche m ²	1187,2	≤	Kriterien	alternative Kriterien	Erfüllt?²																															
	Heizwärmebedarf kWh/(m ² a)	110		-	-		-																														
	Heizlast W/m ²	38		-	-																																

Fenster und Haustüren

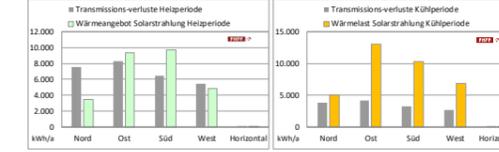
Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 110,2 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 5 % / PER: 25 kWh/(m²a)

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE

Ausrichtung der Fenster	Globalstrahlung (Haupttricht.) kWh/(m²a)	Verschattung	Verschmutzung	nicht senkr. Strahlungseinfall	Verglasungsanteil	g-Wert	Abminderungsfaktor solare Einstrahlung	Fensterfläche m²	U _w einbaufrei W/(m²K)	Verglasungsfläche m²	mittlere Globalstrahlung kWh/(m²a)
Nord	117	0,75	0,95	0,85	0,78	0,54	0,48	59,6	1,32	46,77	118
Ost	258	0,75	0,95	0,85	0,82	0,54	0,50	69,1	1,25	56,59	275
Süd	467	0,75	0,95	0,85	0,80	0,54	0,48	51,7	1,30	41,21	466
West	261	0,75	0,95	0,85	0,76	0,54	0,46	40,1	1,41	30,43	251
Horizontal	408	0,75	0,95	0,85	0,66	0,54	0,40	0,6	2,03	0,38	396
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,54	0,48	221,12	1,31	175,39	274

	Transmissionsverluste Heizperiode kWh/a	Wärmeangebot Solarstrahlung Heizperiode kWh/a
Nord	7563	3477
Ost	8334	9323
Süd	6472	9743
West	5434	4810
Horizontal	112	97
Summe	27915	27450

	Transmissionsverluste Kühlperiode kWh/a	Wärmelast Solarstrahlung Kühlperiode kWh/a
Nord	3807	4986
Ost	4196	13045
Süd	3258	10250
West	2736	6897
Horizontal	56	144
Summe	14053	35323



Fenster- und Türrahmen

ID	Bezeichnung	Abstandhalter Bezeichnung	Ψ _g (mittel)	min. f _{Rsi}	Rahmen Öffnungsflügel (s. Kommentar)						Rahmenprofile Pfosten								Rahmenprofile Riegel						Einbauwärmbrücken														
					links		rechts		oben		unten		Schwelle		links fix		rechts fix		oben fix		unten fix		Stulp	Pfosten mit 2 Öff.flügeln	Pfosten mit 1 Öff.flügel	Pfosten	Riegel mit 2 Öff.flügeln	Riegel mit 1 Öff.flügel	Riegel	Öffnungsflügel			Festverglasung						
					si	si	to	bo	th	sif	sif	tof	bof	fm	m2	m1	m	t2	t1	t	W _{Einbau} seitlich	W _{Einbau} oben	W _{Einbau} unten	W _{Einbau} Schwellen	W _{Einbau} seitlich	W _{Einbau} oben	W _{Einbau} unten												
01ud	Holzrahmen Bestand, 1-flügelig		0,051	-	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
02ud	Holz-Alu-Rahmen Bestand (Dachfenster)				68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
03ud	Fenstertyp 6: Holzrahmen erneuert (2022)		0,051		68	1,10	68	1,10	100	1,10	100	1,10	100	1,10	100	1,10	100	1,10	100	1,10	68	1,10	68	1,10	68	1,10	68	1,10	68	1,10	100	1,10	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035
04ud	Fenstertyp 1: Verglasung + Rahmen U = 2,8 W/m²K (1970)		0,051		68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	68	2,80	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
05ud	Fenstertyp 2-5: Holzrahmen Bestand, mehrflügelig		0,051		68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	68	1,55	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
06ud					68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	68	2,50	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
07ud	Verglasung + Rahmen U = 3,0 W/m²K		0,051		68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	68	3,00	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		

Flächenermittlung

Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 110,2 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 5 % / PER: 25 kWh/(m²a)

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Zusammenstellung				U-Mittelwert [W/(m²K)]	Strahlungsgewinn Heizperiode [kWh/a]	Strahlungslast Kühlperiode [kWh/a]
Temp.-zone	Thermische Hülle Flächen [m²]	Flächengruppe	Gruppe Nr.			
	1187,21	Energiebezugsfläche	1		10 Monate	6 Monate
A	59,61	Fenster Nord	2	1,317	3477	4986
A	69,08	Fenster Ost	3	1,253	9323	13045
A	51,74	Fenster Süd	4	1,299	9743	10250
A	40,12	Fenster West	5	1,406	4810	6897
A	0,57	Fenster horizontal	6	2,034	97	144
A	0,00	Außentür	7			
A	840,73	Außenwand Außenluft	8	0,856	1171	2516
B	0,00	Außenwand Erdreich/Keller	9			
A	352,17	Dach/Decken Außenluft	10	0,223	994	1675
B	486,50	Bodenplatte/Kellerdecke	11	0,344		
	39,42		12	0,196		
	0,00		13			
	0,00		14			
	Wärmebrücken, Länge [m]			Ψ [W/(mK)]		
A	415,34	Wärmebrücken Außenluft	15	0,698		
P	0,00	Wärmebrücken Perimeter	16			
B	0,00	Wärmebrücken BP/KD	17			
	Bauteile zum Nachbarn, [m²]			[W/(m²K)]		
I	0,00	Bauteile zum Nachbarn	18			
	Flächensumme therm. Hülle [m²]			[W/(m²K)]		
	1939,94	U-Mittelwert thermische Hülle:		0,801		

Nutzerdefinierte Temperaturgewichtungsfaktoren					
Zo- ne	Heizwärme- bedarf	Heizlast	Kühlbedarf	Kühllast	Passive Kühlung
X					
Y					
Z					
Nebenrechnung zur Ermittlung von Temperaturgewichtungsfaktoren					
Temperatur der angrenzenden Zone [°C]:					

Passivhaus - Komponenten Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE

PHPP

Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 110,2 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 5 % / PER: 25 kWh/(m²a)

[◀ Inhalt](#) [Link zu Blatt Flächen](#)

Bauteilaufbauten (U-Werte)					
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': U-Wert für Wände und Dächer 0,15 W/(m²K)					
ID	Bausystem	Bauteil	Gesamtdicke	U-Wert	Innen-dämmung
Zusammenstellung der im Blatt 'U-Werte' berechneten Aufbauten			m	W/(m²K)	-
01ud	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	0,268	0,416	0
02ud	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	0,243	0,287	0
03ud	Boden erdberührt (Arztpraxis)	Boden erdberührt (Arztpraxis)	0,298	0,340	0
04ud	Decke gg. Garage	Decke gg. Garage	0,394	0,258	0
05ud	Außenwand Altbau EG (1907)	Außenwand Altbau EG (1907)	0,640	0,927	0
06ud	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	0,490	1,157	0
07ud	Decke über Außenluft	Decke über Außenluft	0,225	0,264	0
08ud	Außenwand Gauben DG (1978)	Außenwand Gauben DG (1978)	0,271	0,242	0
09ud	Außenwand DG (1992)	Außenwand DG (1992)	0,312	0,203	0
10ud	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	0,309	0,156	0
11ud	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	0,347	0,181	0
12ud	Außenwand EG	Außenwand EG	0,482	1,165	0
13ud	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	0,590	0,369	0
14ud	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	0,506	0,302	0
15ud	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	0,214	0,259	0
16ud	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum	0,500	1,029	0
17ud	Schrägdach Altbau	Schrägdach Altbau	0,204	0,249	0
18ud	Decke gg. Dachboden Altbau	Decke gg. Dachboden Altbau	0,247	0,259	0
19ud	Flachdach Kupfereindeckung	Flachdach Kupfereindeckung	0,293	0,182	0
20ud	Schrägdach Zubau DG	Schrägdach Zubau DG	0,209	0,241	0
21ud	Decke gg. Dachboden Zubau DG	Decke gg. Dachboden Zubau DG	0,265	0,196	0
22ud	Dach über Zubau 1992	Dach über Zubau 1992	0,327	0,162	0
23ud	Wand gg. Dachboden Altbau	Wand gg. Dachboden Altbau	0,223	0,226	0
24ud	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	0,362	1,456	0

Verglasungen und Türfüllungen			
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': 3-fach Wärmeschutzglas			
ID	Bezeichnung	g-Wert	U _g -Wert
		W/(m²K)	
01ud	Verglasung Variante 1 UNIGLAS® TOP K 0,9 Z	0,54	0,90
02ud	Verglasung Variante 1 UNIGLAS® TOP K 0,9 Z	0,54	0,90
03ud	Verglasung Variante 1 UNIGLAS® TOP K 0,9 Z	0,54	0,90
04ud	Verglasung Variante 1 UNIGLAS® TOP K 0,9 Z	0,54	0,90
05ud	Verglasung Variante 1 UNIGLAS® TOP K 0,9 Z	0,54	0,90
06ud	Verglasung Variante 1 UNIGLAS® TOP K 0,9 Z	0,54	0,90
07ud	Verglasung Variante 1 UNIGLAS® TOP K 0,9 Z	0,54	0,90
08ud	Verglasung Variante 1 UNIGLAS® TOP K 0,9 Z	0,54	0,90
09ud	Verglasung Variante 1 UNIGLAS® TOP K 0,9 Z	0,54	0,90

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

PHPP-Energiebilanz		berechneter Schritt: 1-	10.2 DE PHPP			
<div style="border: 1px dashed gray; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>Foto oder Zeichnung</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 10px auto; width: 80%;">Variante 2</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Architektur:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Objekt: Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern</p> <p>Straße: Marktstraße</p> <p>PLZ/Ort: 6971 Hard</p> <p>Provinz/Land: Vorarlberg AT-Österreich</p> <p>Objekt-Typ: 6-Wohn- und Geschäftshaus</p> <p>Klimadatensatz: AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert</p> <p>Klimazone: 3: Kühl-gemäßigt Standorthöhe: 399 m</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>Energieberatung:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> <p>Baujahr: <input type="text" value="1907"/></p> <p>Anzahl WE: <input type="text" value="6"/></p> <p>Personenzahl: <input type="text" value="18,5"/></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Bauherrschaft:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>Haustechnik:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Zertifizierung:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 30%;"> <p>Innentemperatur Winter [°C]: <input type="text" value="20,0"/></p> <p>Innere Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m²]: <input type="text" value="2,4"/></p> <p>spez. Kapazität [Wh/K pro m² EBF]: <input type="text" value="132"/></p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Innentemp. Sommer [°C]: <input type="text" value="25,0"/></p> <p>IWQ Sommer [W/m²]: <input type="text" value="2,4"/></p> <p>Mechanische Kühlung: <input type="text"/></p> </div> </div>		Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr				
Heizen	Energiebezugsfläche m ²	1187,2				
	Heizwärmebedarf kWh/(m ² a)	108	≤	-	-	Erfüllt? ²
	Heizlast W/m ²	37	≤	-	-	-

Bauteilaufbauten (U-Werte)					
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßig': U-Wert für Wände und Dächer 0,15 W/(m²K)					
ID	Bausystem	Bauteil	Gesamtdicke	U-Wert	Innen-dämmung
Zusammenstellung der im Blatt 'U-Werte' berechneten Aufbauten			m	W/(m²K)	-
01ud	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	0,268	0,416	0
02ud	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	0,243	0,287	0
03ud	Boden erdberührt (Arztpraxis)	Boden erdberührt (Arztpraxis)	0,298	0,340	0
04ud	Decke gg. Garage	Decke gg. Garage	0,394	0,258	0
05ud	Außenwand Altbau EG (1907)	Außenwand Altbau EG (1907)	0,640	0,927	0
06ud	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	0,490	1,157	0
07ud	Decke über Außenluft	Decke über Außenluft	0,225	0,264	0
08ud	Außenwand Gauben DG (1978)	Außenwand Gauben DG (1978)	0,271	0,242	0
09ud	Außenwand DG (1992)	Außenwand DG (1992)	0,312	0,392	0
10ud	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	0,309	0,156	0
11ud	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	0,347	0,181	0
12ud	Außenwand EG	Außenwand EG	0,482	1,165	0
13ud	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	0,590	0,369	0
14ud	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	0,506	0,302	0
15ud	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	0,214	0,259	0
16ud	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum	0,500	1,029	0
17ud	Schrägdach Altbau	Schrägdach Altbau	0,204	0,249	0
18ud	Decke gg. Dachboden Altbau	Decke gg. Dachboden Altbau	0,247	0,259	0
19ud	Flachdach Kupfereindeckung	Flachdach Kupfereindeckung	0,293	0,182	0
20ud	Schrägdach Zubau DG	Schrägdach Zubau DG	0,209	0,241	0
21ud	Decke gg. Dachboden Zubau DG	Decke gg. Dachboden Zubau DG	0,265	0,196	0
22ud	Dach über Zubau 1992	Dach über Zubau 1992	0,327	0,162	0
23ud	Wand gg. Dachboden Altbau	Wand gg. Dachboden Altbau	0,223	0,226	0
24ud	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	0,362	1,456	0

Verglasungen und Türfüllungen			
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßig': 3-fach Wärmeschutzglas			
ID	Bezeichnung	g-Wert	U _g -Wert
			W/(m²K)
01ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
02ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
03ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
04ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
05ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
06ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
07ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
08ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
09ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60

PHPP-Energiebilanz		berechneter Schritt: 1-	10.2 DE PHPP
<div style="border: 1px dashed gray; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;"> <p>Foto oder Zeichnung</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 10px auto; width: 80%;"> Variante 3 </div> </div> <p>Architektur:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> <p>Energieberatung:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> <p>Baujahr: <input type="text" value="1907"/></p> <p>Anzahl WE: <input type="text" value="6"/></p> <p>Personenzahl: <input type="text" value="18,5"/></p>		<p>Objekt: <input type="text" value="Wohn- und Geschäftshaus im Dorf kern"/></p> <p>Straße: <input type="text" value="Marktstraße"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text" value="6971"/> <input type="text" value="Hard"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text" value="Vorarlberg"/> <input type="text" value="AT-Österreich"/></p> <p>Objekt-Typ: <input type="text" value="6-Wohn- und Geschäftshaus"/></p> <p>Klimadatensatz: <input type="text" value="AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert"/></p> <p>Klimazone: <input type="text" value="3: Kühl-gemäßigt"/> Standorthöhe: <input type="text" value="399 m"/></p> <p>Bauherrschaft:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> <p>Haustechnik:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> <p>Zertifizierung:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p>	
<p>Innentemperatur Winter [°C]: <input type="text" value="20,0"/></p> <p>Innentemp. Sommer [°C]: <input type="text" value="25,0"/></p> <p>Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m²]: <input type="text" value="2,4"/></p> <p>IWQ Sommer [W/m²]: <input type="text" value="2,4"/></p> <p>spez. Kapazität [Wh/K pro m² EBF]: <input type="text" value="132"/></p> <p>Mechanische Kühlung: <input type="text"/></p>			
Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr			
Heizen	Energiebezugsfläche m²	<input type="text" value="1187,2"/>	
	Heizwärmebedarf kWh/(m²a)	<input type="text" value="101"/>	≤
	Heizlast W/m²	<input type="text" value="35"/>	≤
			alternative Kriterien
			Kriterien
			Erfüllt?²
			-

Fenster und Haustüren

Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 101,3 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 3 % / PER: 24,8 kWh/(m²a)

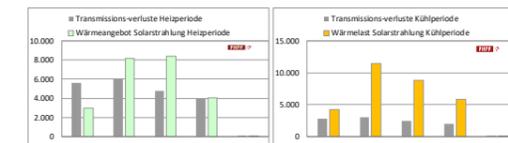
Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Ausrichtung der Fenster	Globalstrahlung (Haupttricht.) kWh/(m²a)	Ver-schattung	Ver-schmut-zung	nicht senkr. Strahlungs-einfall	Ver-glasungs-anteil	g-Wert	Abminderungsfaktor solare Einstrahlung	Fensterfläche m²	U _w einbau W/(m²K)	Ver-glasungs-fläche m²	mittlere Globalstrahlung kWh/(m²a)
Nord	117	0,75	0,95	0,85	0,68	0,53	0,41	59,6	0,97	40,74	118
Ost	258	0,75	0,95	0,85	0,73	0,53	0,45	69,1	0,92	50,77	275
Süd	467	0,75	0,95	0,85	0,70	0,53	0,42	51,7	0,96	36,11	466
West	261	0,75	0,95	0,85	0,65	0,53	0,39	40,1	1,02	26,09	251
Horizontal	408	0,75	0,95	0,85	0,51	0,53	0,31	0,6	1,17	0,29	396

	Transmissions-verluste Heizperiode kWh/a	Wärmeangebot Solarstrahlung Heizperiode kWh/a
Nord	5588	2973
Ost	6101	8202
Süd	4772	8377
West	3922	4042
Horizontal	64	73

	Transmissions-verluste Kühlperiode kWh/a	Wärmelast Solarstrahlung Kühlperiode kWh/a
Nord	2820	4262
Ost	3079	11475
Süd	2408	8813
West	1979	5796
Horizontal	32	109



Fenster- und Türrahmen					Rahmen Öffnungsflügel (s. Kommentar)										Rahmen Festverglasung										Rahmenprofile Pfosten						Rahmenprofile Riegel						Einbauwärmbrücken						
ID	Bezeichnung	Glasrand			links		rechts		oben		unten		Schwelle		links fix		rechts fix		oben fix		unten fix		Stulp		Pfosten mit 2 Öff.flügeln		Pfosten mit 1 Öff.flügel		Pfosten		Riegel mit 2 Öff.flügeln		Riegel mit 1 Öff.flügel		Riegel		Öffnungsflügel			Festverglasung			
		Abstandhalter Bezeichnung	ψ _g (mittel)	min. f _{Ru}	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	ψ _{Einbau} seitlich	ψ _{Einbau} oben	ψ _{Einbau} unten	ψ _{Einbau} seitlich	ψ _{Einbau} oben	ψ _{Einbau} unten			
01ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050	-	100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95			90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035
02ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050		100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95			90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
03ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050		100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95			90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
04ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050		100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95			90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
05ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050		100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95			90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
06ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050		100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95			90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
07ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050		100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95			90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		

Flächenermittlung

Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 101,3 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 3 % / PER: 24,8 kWh/(m²a)

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Zusammenstellung				U-Mittelwert [W/(m²K)]	Strahlungsgewinn Heizperiode [kWh/a]	Strahlungslast Kühlperiode [kWh/a]
Temp.-zone	Thermische Hülle Flächen [m²]	Flächengruppe	Gruppe Nr.			
	1187,21	Energiebezugsfläche	1		10 Monate	6 Monate
A	59,61	Fenster Nord	2	0,974	2973	4262
A	69,08	Fenster Ost	3	0,917	8202	11475
A	51,74	Fenster Süd	4	0,958	8377	8813
A	40,12	Fenster West	5	1,015	4042	5796
A	0,57	Fenster horizontal	6	1,166	73	109
A	0,00	Außentür	7			
A	840,73	Außenwand Außenluft	8	0,856	1171	2516
B	0,00	Außenwand Erdreich/Keller	9			
A	352,17	Dach/Decken Außenluft	10	0,223	994	1675
B	486,50	Bodenplatte/Kellerdecke	11	0,326		
	39,42		12	0,196		
	0,00		13			
	0,00		14			
	Wärmebrücken, Länge [m]			ψ [W/(mK)]		
A	243,14	Wärmebrücken Außenluft	15	0,696		
P	0,00	Wärmebrücken Perimeter	16			
B	172,20	Wärmebrücken BP/KD	17	0,950		
	Bauteile zum Nachbarn, [m²]			[W/(m²K)]		
I	0,00	Bauteile zum Nachbarn	18			
	Flächensumme therm. Hülle [m²]			[W/(m²K)]		
	1939,94	U-Mittelwert thermische Hülle:		0,778		

Nutzerdefinierte Temperaturgewichtungsfaktoren					
Zo- ne	Heizwärme- bedarf	Heizlast	Kühlbedarf	Kühl- last	Passive Kühlung
X					
Y					
Z					
Nebenrechnung zur Ermittlung von Temperaturgewichtungsfaktoren					
Temperatur der angrenzenden Zone [°C]:					

Passivhaus - Komponenten

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE

PHPP Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 101,3 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 3 % / PER: 24,8 kWh/

[◀ Inhalt](#) [Link zu Blatt Flächen](#)

Bauteilaufbauten (U-Werte)					
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': U-Wert für Wände und Dächer 0,15 W/(m ² K)					
ID	Bausystem	Bauteil	Gesamtdicke	U-Wert	Innen-dämmung
Zusammenstellung der im Blatt 'U-Werte' berechneten Aufbauten			m	W/(m ² K)	-
01ud	<u>Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)</u>	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	0,268	0,416	0
02ud	<u>Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus</u>	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	0,261	0,247	0
03ud	<u>Boden erdberührt (Arztpraxis)</u>	Boden erdberührt (Arztpraxis)	0,298	0,340	0
04ud	<u>Decke gg. Garage</u>	Decke gg. Garage	0,494	0,148	0
05ud	<u>Außenwand Altbau EG (1907)</u>	Außenwand Altbau EG (1907)	0,640	0,927	0
06ud	<u>Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)</u>	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	0,490	1,157	0
07ud	<u>Decke über Außenluft</u>	Decke über Außenluft	0,225	0,264	0
08ud	<u>Außenwand Gauben DG (1978)</u>	Außenwand Gauben DG (1978)	0,271	0,242	0
09ud	<u>Außenwand DG (1992)</u>	Außenwand DG (1992)	0,312	0,203	0
10ud	<u>Außenwand DG (1992+2004) bei Lift</u>	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	0,309	0,156	0
11ud	<u>Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG</u>	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	0,347	0,181	0
12ud	<u>Außenwand EG</u>	Außenwand EG	0,482	1,165	0
13ud	<u>Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt</u>	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	0,590	0,369	0
14ud	<u>Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20</u>	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	0,506	0,302	0
15ud	<u>Außenwand Altbau 1.OG Loggia</u>	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	0,214	0,259	0
16ud	<u>Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum</u>	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum	0,500	1,029	0
17ud	<u>Schrägdach Altbau</u>	Schrägdach Altbau	0,204	0,249	0
18ud	<u>Decke gg. Dachboden Altbau</u>	Decke gg. Dachboden Altbau	0,247	0,259	0
19ud	<u>Flachdach Kupfereindeckung</u>	Flachdach Kupfereindeckung	0,293	0,182	0
20ud	<u>Schrägdach Zubau DG</u>	Schrägdach Zubau DG	0,209	0,241	0
21ud	<u>Decke gg. Dachboden Zubau DG</u>	Decke gg. Dachboden Zubau DG	0,265	0,196	0
22ud	<u>Dach über Zubau 1992</u>	Dach über Zubau 1992	0,327	0,162	0
23ud	<u>Wand gg. Dachboden Altbau</u>	Wand gg. Dachboden Altbau	0,223	0,226	0
24ud	<u>Außenwand 1.OG Geschäftstrakt</u>	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	0,362	1,456	0

Verglasungen und Türfüllungen			
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': 3-fach Wärmeschutzglas			
ID	Bezeichnung	g-Wert	U _g -Wert
			W/(m ² K)
01ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
02ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
03ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
04ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
05ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
06ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
07ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
08ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60
09ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60

PHPP-Energiebilanz		berechneter Schritt: 1-	10.2 DE PHPP																																																																																		
<div style="border: 1px dashed gray; padding: 10px; min-height: 100px;"> <p style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">Foto oder Zeichnung</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">Variante 4</div> </div>		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Objekt:</td><td colspan="3">Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern</td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3">Marktstraße</td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td>6971</td><td>Hard</td><td></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td>Vorarlberg</td><td>AT-Österreich</td><td></td></tr> <tr><td>Objekt-Typ:</td><td colspan="3">6-Wohn- und Geschäftshaus</td></tr> <tr><td>Klimadatensatz:</td><td colspan="3">AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert</td></tr> <tr><td>Klimazone:</td><td>3: Kühl-gemäßigt</td><td>Standorthöhe:</td><td>399 m</td></tr> <tr><td>Bauherrschaft:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Haustechnik:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Zertifizierung:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> </table>		Objekt:	Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern			Straße:	Marktstraße			PLZ/Ort:	6971	Hard		Provinz/Land:	Vorarlberg	AT-Österreich		Objekt-Typ:	6-Wohn- und Geschäftshaus			Klimadatensatz:	AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert			Klimazone:	3: Kühl-gemäßigt	Standorthöhe:	399 m	Bauherrschaft:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				Haustechnik:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				Zertifizierung:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:									
Objekt:	Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern																																																																																				
Straße:	Marktstraße																																																																																				
PLZ/Ort:	6971	Hard																																																																																			
Provinz/Land:	Vorarlberg	AT-Österreich																																																																																			
Objekt-Typ:	6-Wohn- und Geschäftshaus																																																																																				
Klimadatensatz:	AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert																																																																																				
Klimazone:	3: Kühl-gemäßigt	Standorthöhe:	399 m																																																																																		
Bauherrschaft:																																																																																					
Straße:																																																																																					
PLZ/Ort:																																																																																					
Provinz/Land:																																																																																					
Haustechnik:																																																																																					
Straße:																																																																																					
PLZ/Ort:																																																																																					
Provinz/Land:																																																																																					
Zertifizierung:																																																																																					
Straße:																																																																																					
PLZ/Ort:																																																																																					
Provinz/Land:																																																																																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Architektur:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Energieberatung:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Baujahr:</td><td>1907</td><td>Innentemperatur Winter [°C]:</td><td>20,0</td></tr> <tr><td>Anzahl WE:</td><td>6</td><td>Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m²]:</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>Personenzahl:</td><td>18,5</td><td>spez. Kapazität [Wh/K pro m² EBF]:</td><td>132</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Innentemp. Sommer [°C]:</td><td>25,0</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>IWQ Sommer [W/m²]:</td><td>2,4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Mechanische Kühlung:</td><td></td></tr> </table>	Architektur:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				Energieberatung:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				Baujahr:	1907	Innentemperatur Winter [°C]:	20,0	Anzahl WE:	6	Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m ²]:	2,4	Personenzahl:	18,5	spez. Kapazität [Wh/K pro m ² EBF]:	132			Innentemp. Sommer [°C]:	25,0			IWQ Sommer [W/m ²]:	2,4			Mechanische Kühlung:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left;">Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr</th> </tr> <tr> <th rowspan="2" style="text-align: left;">Heizen</th> <th style="text-align: left;">Energiebezugsfläche m²</th> <th style="text-align: right;">1187,2</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">≤</th> </tr> <tr> <th style="text-align: left;">Heizwärmebedarf kWh/(m²a)</th> <th style="text-align: right;">46</th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: left;">Heizlast W/m²</th> <th style="text-align: right;">20</th> <th style="text-align: center;">≤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </tbody> </table>			Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr				Heizen	Energiebezugsfläche m ²	1187,2	≤	Heizwärmebedarf kWh/(m ² a)	46		Heizlast W/m ²	20	≤				-				-				-
Architektur:																																																																																					
Straße:																																																																																					
PLZ/Ort:																																																																																					
Provinz/Land:																																																																																					
Energieberatung:																																																																																					
Straße:																																																																																					
PLZ/Ort:																																																																																					
Provinz/Land:																																																																																					
Baujahr:	1907	Innentemperatur Winter [°C]:	20,0																																																																																		
Anzahl WE:	6	Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m ²]:	2,4																																																																																		
Personenzahl:	18,5	spez. Kapazität [Wh/K pro m ² EBF]:	132																																																																																		
		Innentemp. Sommer [°C]:	25,0																																																																																		
		IWQ Sommer [W/m ²]:	2,4																																																																																		
		Mechanische Kühlung:																																																																																			
Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr																																																																																					
Heizen	Energiebezugsfläche m ²	1187,2	≤																																																																																		
	Heizwärmebedarf kWh/(m ² a)	46																																																																																			
	Heizlast W/m ²	20	≤																																																																																		
			-																																																																																		
			-																																																																																		
			-																																																																																		

Fenster und Haustüren

Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 46,4 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 17 % / PER: 23,7 kWh/(m²a)

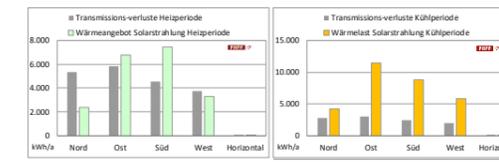
Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Ausrichtung der Fenster	Globalstrahlung (Hauptlicht) kWh/(m²a)	Ver-schattung	Verschmut-zung	nicht senkr. Strahlungs-einfall	Verglasungs-anteil	g-Wert	Abminderungsfaktor solare Einstrahlung	Fensterfläche m²	U _w eingebaut W/(m²K)	Verglasungs-fläche m²	mittlere Globalstrahlung kWh/(m²a)
Nord	117	0,75	0,95	0,85	0,68	0,53	0,41	59,6	0,97	40,74	118
Ost	258	0,75	0,95	0,85	0,73	0,53	0,45	69,1	0,92	50,77	275
Süd	467	0,75	0,95	0,85	0,70	0,53	0,42	51,7	0,96	36,11	466
West	261	0,75	0,95	0,85	0,65	0,53	0,39	40,1	1,02	26,09	251
Horizontal	408	0,75	0,95	0,85	0,51	0,53	0,31	0,6	1,17	0,29	396
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,53	0,42	221,12	0,96	153,99	274

	Transmissions-verluste Heizperiode kWh/a	Wärmeangebot Solarstrahlung Heizperiode kWh/a
Nord	5339	2385
Ost	5830	6796
Süd	4560	7422
West	3747	3277
Horizontal	61	59
Summe	19538	19939

	Transmissions-verluste Kühlperiode kWh/a	Wärmelast Solarstrahlung Kühlperiode kWh/a
Nord	2821	4262
Ost	3080	11475
Süd	2409	8813
West	1980	5796
Horizontal	32	109
Summe	10323	30455



Fenster- und Türrahmen

ID	Bezeichnung	Abstandhalter Bezeichnung	Ψ _g (mittel) W/(mK)	min. f _{Rsi}	Rahmen Öffnungsflügel (s. Kommentar)										Rahmenprofile Pfosten										Rahmenprofile Riegel			Einbauwärmbrücken																	
					links		rechts		oben		unten		Schwelle		links fix		rechts fix		oben fix		unten fix		Stulp		Pfosten mit 2 Öff.flügeln		Pfosten mit 1 Öff.flügel		Pfosten		Riegel mit 2 Öff.flügeln		Riegel mit 1 Öff.flügel		Riegel		Öffnungsflügel			Festverglasung					
					Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Ψ _E Einbau seitlich	Ψ _E Einbau oben	Ψ _E Einbau unten	Ψ _E Einbau Schwelle	Ψ _E Einbau seitlich	Ψ _E Einbau oben	Ψ _E Einbau unten		
01ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050	-	100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95	90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035

Flächenermittlung

Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 46,4 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 17 % / PER: 23,7 kWh/(m²a)

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Zusammenstellung				U-Mittelwert [W/(m²K)]	Strahlungsge-winn Heizperiode [kWh/a]	Strahlungs-last Kühlperiode [kWh/a]
Temp.-zone	Thermische Hülle Flächen [m²]	Flächengruppe	Gruppe Nr.			
	1187,21	Energiebezugsfläche	1		9 Monate	6 Monate
A	59,61	Fenster Nord	2	0,974	2385	4262
A	69,08	Fenster Ost	3	0,917	6796	11475
A	51,74	Fenster Süd	4	0,958	7422	8813
A	40,12	Fenster West	5	1,015	3277	5796
A	0,57	Fenster horizontal	6	1,166	59	109
A	0,00	Außentür	7			
A	840,73	Außenwand Außenluft	8	0,161	-21	388
B	0,00	Außenwand Erreich/Keller	9			
A	352,17	Dach/Decken Außenluft	10	0,223	667	1675
B	486,50	Bodenplatte/Kellerdecke	11	0,344		
	39,42		12	0,196		
	0,00		13			
	0,00		14			
	Wärmebrücken, Länge [m]			Ψ [W/(mK)]		
A	415,34	Wärmebrücken Außenluft	15	0,124		
P	0,00	Wärmebrücken Perimeter	16			
B	0,00	Wärmebrücken BP/KD	17			
	Bauteile zum Nachbarn, [m²]			[W/(m²K)]		
I	0,00	Bauteile zum Nachbarn	18			
	Flächensumme therm. Hülle [m²]			[W/(m²K)]		
	1939,94	U-Mittelwert thermische Hülle:		0,337		

Nutzerdefinierte Temperaturgewichtungsfaktoren					
Zo-ne	Heizwärme-bedarf	Heizlast	Kühlbedarf	Kühl-last	Passive Kühlung
X					
Y					
Z					
Nebenrechnung zur Ermittlung von Temperaturgewichtungsfaktoren					
Temperatur der angrenzenden Zone [°C]:					

Passivhaus - Komponenten

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE

PHPP Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 46,4 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 17 % / PER: 23,7 kWh/

[◀ Inhalt](#) [Link zu Blatt Flächen](#)

Bauteilaufbauten (U-Werte)

Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': U-Wert für Wände und Dächer 0,15 W/(m²K)

ID	Bausystem	1			
		Bauteil	Gesamtdicke	U-Wert	Innen-dämmung
Zusammenstellung der im Blatt 'U-Werte' berechneten Aufbauten			m	W/(m ² K)	-
01ud	<u>Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)</u>	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	0,268	0,416	0
02ud	<u>Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus</u>	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	0,243	0,287	0
03ud	<u>Boden erdberührt (Arztpraxis)</u>	Boden erdberührt (Arztpraxis)	0,298	0,340	0
04ud	<u>Decke gg. Garage</u>	Decke gg. Garage	0,394	0,258	0
05ud	<u>Außenwand Altbau EG (1907)</u>	Außenwand Altbau EG (1907)	0,810	0,181	0
06ud	<u>Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)</u>	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	0,660	0,188	0
07ud	<u>Decke über Außenluft</u>	Decke über Außenluft	0,225	0,264	0
08ud	<u>Außenwand Gauben DG (1978)</u>	Außenwand Gauben DG (1978)	0,431	0,114	0
09ud	<u>Außenwand DG (1992)</u>	Außenwand DG (1992)	0,472	0,105	0
10ud	<u>Außenwand DG (1992+2004) bei Lift</u>	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	0,479	0,091	0
11ud	<u>Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG</u>	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	0,457	0,100	0
12ud	<u>Außenwand EG</u>	Außenwand EG	0,652	0,188	0
13ud	<u>Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt</u>	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	0,760	0,139	0
14ud	<u>Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20</u>	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	0,666	0,129	0
15ud	<u>Außenwand Altbau 1.OG Loggia</u>	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	0,374	0,119	0
16ud	<u>Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum (</u>	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum (0,670	0,184	0
17ud	<u>Schrägdach Altbau</u>	Schrägdach Altbau	0,204	0,249	0
18ud	<u>Decke gg. Dachboden Altbau</u>	Decke gg. Dachboden Altbau	0,247	0,259	0
19ud	<u>Flachdach Kupfereindeckung</u>	Flachdach Kupfereindeckung	0,293	0,182	0
20ud	<u>Schrägdach Zubau DG</u>	Schrägdach Zubau DG	0,209	0,241	0
21ud	<u>Decke gg. Dachboden Zubau DG</u>	Decke gg. Dachboden Zubau DG	0,265	0,196	0
22ud	<u>Dach über Zubau 1992</u>	Dach über Zubau 1992	0,327	0,162	0
23ud	<u>Wand gg. Dachboden Altbau</u>	Wand gg. Dachboden Altbau	0,223	0,226	0
24ud	<u>Außenwand 1.OG Geschäftstrakt</u>	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	0,532	0,194	0

Verglasungen und Türfüllungen

Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': 3-fach Wärmeschutzglas

ID	Bezeichnung	g-Wert	U _g -Wert
			W/(m ² K)
01ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60

PHPP-Energiebilanz		berechneter Schritt: 1-	10.2 DE PHPP																											
<div style="border: 1px dashed gray; padding: 10px; text-align: center; margin-bottom: 10px;">Foto oder Zeichnung</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; font-size: 2em; font-weight: bold; margin-bottom: 10px;">Variante 5</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Architektur:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Objekt: Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern</p> <p>Straße: Marktstraße</p> <p>PLZ/Ort: 6971 Hard</p> <p>Provinz/Land: Vorarlberg AT-Österreich</p> <p>Objekt-Typ: 6-Wohn- und Geschäftshaus</p> <p>Klimadatensatz: AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert</p> <p>Klimazone: 3: Kühl-gemäßigt Standorthöhe: 399 m</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>Energieberatung:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> <p>Baujahr: <input type="text" value="1907"/></p> <p>Anzahl WE: <input type="text" value="6"/></p> <p>Personenzahl: <input type="text" value="18,5"/></p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Bauherrschaft:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> <p>Haustechnik:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> <p>Zertifizierung:</p> <p>Straße: <input type="text"/></p> <p>PLZ/Ort: <input type="text"/></p> <p>Provinz/Land: <input type="text"/></p> </div> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>Baujahr: <input type="text" value="1907"/> Innentemperatur Winter [°C]: <input type="text" value="20,0"/> Innentemp. Sommer [°C]: <input type="text" value="25,0"/></p> <p>Anzahl WE: <input type="text" value="6"/> Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m²]: <input type="text" value="2,4"/> IWQ Sommer [W/m²]: <input type="text" value="2,4"/></p> <p>Personenzahl: <input type="text" value="18,5"/> spez. Kapazität [Wh/K pro m² EBF]: <input type="text" value="132"/> Mechanische Kühlung: <input type="text"/></p> </div>		Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr																												
<p>Heizen</p>	<p>Energiebezugsfläche m²</p> <p>Heizwärmebedarf kWh/(m²a)</p> <p>Heizlast W/m²</p>	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">1187,2</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">≤</td> <td style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">-</td> <td style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">-</td> <td style="border: 1px solid green; padding: 5px; text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #e0ffe0;">70</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">≤</td> <td style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">-</td> <td style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">-</td> <td style="border: 1px solid green; padding: 5px; text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; background-color: #e0ffe0;">27</td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="text-align: center;">≤</td> <td style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">-</td> <td style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;">-</td> <td style="border: 1px solid green; padding: 5px; text-align: center;">-</td> </tr> </table>	1187,2		≤	-	-	-	70		≤	-	-	-	27		≤	-	-	-	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Kriterien</th> <th style="padding: 5px;">alternative Kriterien</th> <th style="padding: 5px;">Erfüllt?²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px; text-align: center;">-</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">-</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px; text-align: center;">-</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">-</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">-</td> </tr> </tbody> </table>	Kriterien	alternative Kriterien	Erfüllt? ²	-	-	-	-	-	-
1187,2		≤	-	-	-																									
70		≤	-	-	-																									
27		≤	-	-	-																									
Kriterien	alternative Kriterien	Erfüllt? ²																												
-	-	-																												
-	-	-																												

Fenster und Haustüren

Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 69,8 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 11 % / PER: 24,2 kWh/(m²a)

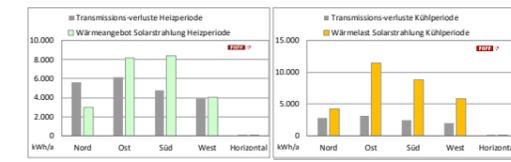
Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Ausrichtung der Fenster	Globalstrahlung (Hauptlicht) kWh/(m²a)	Ver-schattung	Verschmut-zung	nicht senkr. Strahlungs-einfall	Verglasungs-anteil	g-Wert	Abminderungsfaktor solare Einstrahlung	Fensterfläche m²	U _w einbaufrei W/(m²K)	Verglasungs-fläche m²	mittlere Globalstrahlung kWh/(m²a)
Nord	117	0,75	0,95	0,85	0,68	0,53	0,41	59,6	0,97	40,74	118
Ost	258	0,75	0,95	0,85	0,73	0,53	0,45	69,1	0,92	50,77	275
Süd	467	0,75	0,95	0,85	0,70	0,53	0,42	51,7	0,96	36,11	466
West	261	0,75	0,95	0,85	0,65	0,53	0,39	40,1	1,02	26,09	251
Horizontal	408	0,75	0,95	0,85	0,51	0,53	0,31	0,6	1,17	0,29	396
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,53	0,42	221,12	0,96	153,99	274

	Transmissions-verluste Heizperiode kWh/a	Wärmeangebot Solarstrahlung Heizperiode kWh/a
Nord	5595	2973
Ost	6109	8202
Süd	4779	8377
West	3927	4042
Horizontal	64	73
Summe	20475	23667

	Transmissions-verluste Kühlperiode kWh/a	Wärmelast Solarstrahlung Kühlperiode kWh/a
Nord	2847	4262
Ost	3108	11475
Süd	2431	8813
West	1998	5796
Horizontal	33	109
Summe	10417	30455



Fenster- und Türrahmen

ID	Bezeichnung	Abstandhalter Bezeichnung	Ψ _g (mittel) W/(mK)	min. f _{Rsi}	Rahmen Öffnungsflügel (s. Kommentar)										Rahmenprofile Pfosten										Rahmenprofile Riegel										Einbauwärmbrücken							
					links		rechts		oben		unten		Schwelle		links fix		rechts fix		oben fix		unten fix		Stulp		Pfosten mit 2 Öff.flügeln		Pfosten mit 1 Öff.flügel		Pfosten		Riegel mit 2 Öff.flügeln		Riegel mit 1 Öff.flügel		Riegel		Öffnungsflügel			Festverglasung		
					si	si	to	bo	th	sif	sif	tof	bof	fm	m2	m1	m	t2	t1	t	W _E seitlich	W _E oben	W _E unten	W _E Schwelle	W _E seitlich	W _E oben	W _E unten	W _E seitlich	W _E oben	W _E unten	W _E seitlich	W _E oben	W _E unten									
01ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050	-	100	95	100	95	100	95	120	95	90	95	70	95	70	95	70	95	100	95	100	95	100	95	100	95	100	95	100	95	100	95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035	

Flächenermittlung

Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 69,8 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 11 % / PER: 24,2 kWh/(m²a)

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Zusammenstellung				U-Mittelwert [W/(m²K)]	Strahlungswinn Heizperiode [kWh/a]	Strahlungs-last Kühlperiode [kWh/a]
Temp.-zone	Thermische Hülle Flächen [m²]	Flächengruppe	Gruppe Nr.			
	1187,21	Energiebezugsfläche	1		10 Monate	6 Monate
A	59,61	Fenster Nord	2	0,974	2973	4262
A	69,08	Fenster Ost	3	0,917	8202	11475
A	51,74	Fenster Süd	4	0,958	8377	8813
A	40,12	Fenster West	5	1,015	4042	5796
A	0,57	Fenster horizontal	6	1,166	73	109
A	0,00	Außentür	7			
A	840,73	Außenwand Außenluft	8	0,310	147	770
B	0,00	Außenwand Erreich/Keller	9			
A	352,17	Dach/Decken Außenluft	10	0,223	994	1675
B	486,50	Bodenplatte/Kellerdecke	11	0,344		
	39,42		12	0,196		
	0,00		13			
	0,00		14			
	Wärmebrücken, Länge [m]			Ψ [W/(mK)]		
A	415,34	Wärmebrücken Außenluft	15	0,602		
P	0,00	Wärmebrücken Perimeter	16			
B	0,00	Wärmebrücken BP/KD	17			
	Bauteile zum Nachbarn, [m²]			[W/(m²K)]		
I	0,00	Bauteile zum Nachbarn	18			
	Flächensumme therm. Hülle [m²]			[W/(m²K)]		
	1939,94	U-Mittelwert thermische Hülle:		0,503		

Nutzerdefinierte Temperaturgewichtungsfaktoren					
Zo-ne	Heizwärme-bedarf	Heizlast	Kühlbedarf	Kühl-last	Passive Kühlung
X					
Y					
Z					
Nebenrechnung zur Ermittlung von Temperaturgewichtungsfaktoren					
Temperatur der angrenzenden Zone [°C]:					

Passivhaus - Komponenten Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE

PHPP

Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 69,8 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 11 % / PER: 24,2 kWh/

[◀ Inhalt](#) [Link zu Blatt Flächen](#)

Bauteilaufbauten (U-Werte)					
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': U-Wert für Wände und Dächer 0,15 W/(m ² K)					
ID	Bausystem	Bauteil	Gesamtdicke	U-Wert	Innen-dämmung
Zusammenstellung der im Blatt 'U-Werte' berechneten Aufbauten			m	W/(m ² K)	-
01ud	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	0,268	0,416	0
02ud	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	0,243	0,287	0
03ud	Boden erdberührt (Arztpraxis)	Boden erdberührt (Arztpraxis)	0,298	0,340	0
04ud	Decke gg. Garage	Decke gg. Garage	0,394	0,258	0
05ud	Außenwand Altbau EG (1907)	Außenwand Altbau EG (1907)	0,720	0,335	1
06ud	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	0,570	0,361	1
07ud	Decke über Außenluft	Decke über Außenluft	0,225	0,264	0
08ud	Außenwand Gauben DG (1978)	Außenwand Gauben DG (1978)	0,271	0,242	0
09ud	Außenwand DG (1992)	Außenwand DG (1992)	0,312	0,203	0
10ud	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	0,309	0,156	0
11ud	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	0,347	0,181	0
12ud	Außenwand EG	Außenwand EG	0,562	0,362	1
13ud	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	0,590	0,369	0
14ud	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	0,506	0,302	0
15ud	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	0,214	0,259	0
16ud	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum	0,580	0,348	1
17ud	Schrägdach Altbau	Schrägdach Altbau	0,204	0,249	0
18ud	Decke gg. Dachboden Altbau	Decke gg. Dachboden Altbau	0,247	0,259	0
19ud	Flachdach Kupfereindeckung	Flachdach Kupfereindeckung	0,293	0,182	0
20ud	Schrägdach Zubau DG	Schrägdach Zubau DG	0,209	0,241	0
21ud	Decke gg. Dachboden Zubau DG	Decke gg. Dachboden Zubau DG	0,265	0,196	0
22ud	Dach über Zubau 1992	Dach über Zubau 1992	0,327	0,162	0
23ud	Wand gg. Dachboden Altbau	Wand gg. Dachboden Altbau	0,223	0,226	0
24ud	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	0,442	0,386	1

Verglasungen und Türfüllungen			
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': 3-fach Wärmeschutzglas			
ID	Bezeichnung	g-Wert	U _g -Wert
			W/(m ² K)
01ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60

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

PHPP-Energiebilanz		berechneter Schritt: 1-	10.2 DE PHPP																																																																														
<div style="border: 1px dashed gray; padding: 10px; min-height: 100px;"> <p style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">Foto oder Zeichnung</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 20px; text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">Variante 6</div> </div>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Objekt:</td><td colspan="3">Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern</td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3">Marktstraße</td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td>6971</td><td colspan="2">Hard</td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td>Vorarlberg</td><td colspan="2">AT-Österreich</td></tr> <tr><td>Objekt-Typ:</td><td colspan="3">6-Wohn- und Geschäftshaus</td></tr> <tr><td>Klimadatensatz:</td><td colspan="3">AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert</td></tr> <tr><td>Klimazone:</td><td>3: Kühl-gemäßigt</td><td>Standorhöhe:</td><td>399 m</td></tr> <tr><td>Bauherrschaft:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Haustechnik:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Zertifizierung:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> </table>		Objekt:	Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern			Straße:	Marktstraße			PLZ/Ort:	6971	Hard		Provinz/Land:	Vorarlberg	AT-Österreich		Objekt-Typ:	6-Wohn- und Geschäftshaus			Klimadatensatz:	AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert			Klimazone:	3: Kühl-gemäßigt	Standorhöhe:	399 m	Bauherrschaft:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				Haustechnik:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				Zertifizierung:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:					
Objekt:	Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern																																																																																
Straße:	Marktstraße																																																																																
PLZ/Ort:	6971	Hard																																																																															
Provinz/Land:	Vorarlberg	AT-Österreich																																																																															
Objekt-Typ:	6-Wohn- und Geschäftshaus																																																																																
Klimadatensatz:	AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert																																																																																
Klimazone:	3: Kühl-gemäßigt	Standorhöhe:	399 m																																																																														
Bauherrschaft:																																																																																	
Straße:																																																																																	
PLZ/Ort:																																																																																	
Provinz/Land:																																																																																	
Haustechnik:																																																																																	
Straße:																																																																																	
PLZ/Ort:																																																																																	
Provinz/Land:																																																																																	
Zertifizierung:																																																																																	
Straße:																																																																																	
PLZ/Ort:																																																																																	
Provinz/Land:																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Architektur:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Energieberatung:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Straße:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>PLZ/Ort:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Provinz/Land:</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Baujahr:</td><td>1907</td><td>Innentemperatur Winter [°C]:</td><td>20,0</td></tr> <tr><td>Anzahl WE:</td><td>6</td><td>Innere Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m²]:</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>Personenzahl:</td><td>18,5</td><td>spez. Kapazität [Wh/K pro m² EBF]:</td><td>132</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Innentemp. Sommer [°C]:</td><td>25,0</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>IWQ Sommer [W/m²]:</td><td>2,4</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Mechanische Kühlung:</td><td></td></tr> </table>		Architektur:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				Energieberatung:				Straße:				PLZ/Ort:				Provinz/Land:				Baujahr:	1907	Innentemperatur Winter [°C]:	20,0	Anzahl WE:	6	Innere Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m ²]:	2,4	Personenzahl:	18,5	spez. Kapazität [Wh/K pro m ² EBF]:	132			Innentemp. Sommer [°C]:	25,0			IWQ Sommer [W/m ²]:	2,4			Mechanische Kühlung:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: left;">Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th style="text-align: center;">alternative Kriterien</th> <th style="text-align: center;">Erfüllt?²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3" style="vertical-align: top;">Heizen</td> <td>Energiebezugsfläche m²</td> <td style="text-align: center;">1187,2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Heizwärmebedarf kWh/(m²a)</td> <td style="text-align: center;">43</td> <td style="text-align: center;">≤</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Heizlast W/m²</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">≤</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </tbody> </table>		Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr							alternative Kriterien	Erfüllt? ²	Heizen	Energiebezugsfläche m ²	1187,2			Heizwärmebedarf kWh/(m ² a)	43	≤	-	Heizlast W/m ²	19	≤	-
Architektur:																																																																																	
Straße:																																																																																	
PLZ/Ort:																																																																																	
Provinz/Land:																																																																																	
Energieberatung:																																																																																	
Straße:																																																																																	
PLZ/Ort:																																																																																	
Provinz/Land:																																																																																	
Baujahr:	1907	Innentemperatur Winter [°C]:	20,0																																																																														
Anzahl WE:	6	Innere Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m ²]:	2,4																																																																														
Personenzahl:	18,5	spez. Kapazität [Wh/K pro m ² EBF]:	132																																																																														
		Innentemp. Sommer [°C]:	25,0																																																																														
		IWQ Sommer [W/m ²]:	2,4																																																																														
		Mechanische Kühlung:																																																																															
Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr																																																																																	
			alternative Kriterien	Erfüllt? ²																																																																													
Heizen	Energiebezugsfläche m ²	1187,2																																																																															
	Heizwärmebedarf kWh/(m ² a)	43	≤	-																																																																													
	Heizlast W/m ²	19	≤	-																																																																													

Fenster und Haustüren

Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 43 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 18 % / PER: 23,6 kWh/(m²a)

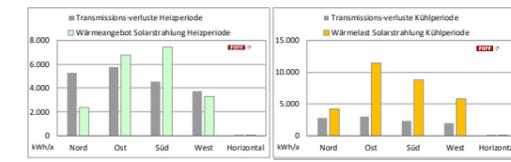
Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Ausrichtung der Fenster	Globalstrahlung (Hauptstrahlung) kWh/(m²a)	Verschattung	Verschmutzung	nicht senkr. Strahlungseinfall	Verglasungsanteil	g-Wert	Abminderungsfaktor solare Einstrahlung	Fensterfläche m²	U _w eingebaut W/(m²K)	Verglasungsfläche m²	mittlere Globalstrahlung kWh/(m²a)
Nord	117	0,75	0,95	0,85	0,68	0,53	0,41	59,6	0,97	40,74	118
Ost	258	0,75	0,95	0,85	0,73	0,53	0,45	69,1	0,92	50,77	275
Süd	467	0,75	0,95	0,85	0,70	0,53	0,42	51,7	0,96	36,11	466
West	261	0,75	0,95	0,85	0,65	0,53	0,39	40,1	1,02	26,09	251
Horizontal	408	0,75	0,95	0,85	0,51	0,53	0,31	0,6	1,17	0,29	396
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,53	0,42	221,12	0,96	153,99	274

	Transmissionsverluste Heizperiode kWh/a	Wärmeangebot Solarstrahlung Heizperiode kWh/a
Nord	5309	2385
Ost	5796	6796
Süd	4534	7422
West	3726	3277
Horizontal	61	59
Summe	19426	19939

	Transmissionsverluste Kühlperiode kWh/a	Wärmelast Solarstrahlung Kühlperiode kWh/a
Nord	2794	4262
Ost	3051	11475
Süd	2386	8813
West	1961	5796
Horizontal	32	109
Summe	10224	30455



Fenster- und Türrahmen

ID	Bezeichnung	Abstandhalter Bezeichnung	Ψ _g (mittel)	min. f _{Rsi}	Rahmen Öffnungsflügel (s. Kommentar)										Rahmenprofile Pfosten										Rahmenprofile Riegel										Einbauwärmbrücken								
					links		rechts		oben		unten		Schwelle		links fix		rechts fix		oben fix		unten fix		Stulp		Pfosten mit 2 Öff.flügeln		Pfosten mit 1 Öff.flügel		Pfosten		Riegel mit 2 Öff.flügeln		Riegel mit 1 Öff.flügel		Riegel		Öffnungsflügel			Festverglasung			
					Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Breite	U _f	Ψ _{Einbau} seitlich	Ψ _{Einbau} oben	Ψ _{Einbau} unten	Ψ _{Einbau} Schwelle	Ψ _{Einbau} seitlich	Ψ _{Einbau} oben	Ψ _{Einbau} unten
01ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050	-	100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95	90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035
02ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050		100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95	90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
03ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050		100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95	90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		
04ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050		100	0,95	100	0,95	100	0,95	120	0,95	90	0,95	70	0,95	70	0,95	70	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	100	0,95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035		

Flächenermittlung

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 43 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 18 % / PER: 23,6 kWh/(m²a)

Zusammenstellung				U-Mittelwert [W/(m²K)]	Strahlungsgewinn Heizperiode [kWh/a]	Strahlungslast Kühlperiode [kWh/a]
Temp.-zone	Thermische Hülle Flächen [m²]	Flächengruppe	Gruppe Nr.			
	1187,21	Energiebezugsfläche	1		9 Monate	6 Monate
A	59,61	Fenster Nord	2	0,974	2385	4262
A	69,08	Fenster Ost	3	0,917	6796	11475
A	51,74	Fenster Süd	4	0,958	7422	8813
A	40,12	Fenster West	5	1,015	3277	5796
A	0,57	Fenster horizontal	6	1,166	59	109
A	0,00	Außentür	7			
A	840,73	Außenwand Außenluft	8	0,175	-45	401
B	0,00	Außenwand Erdreich/Keller	9			
A	352,17	Dach/Decken Außenluft	10	0,151	450	1133
B	486,50	Bodenplatte/Kellerdecke	11	0,301		
	39,42		12	0,143		
	0,00		13			
	0,00		14			
Wärmebrücken, Länge [m]				Ψ [W/(mK)]		
A	243,14	Wärmebrücken Außenluft	15	0,104		
P	0,00	Wärmebrücken Perimeter	16			
B	0,00	Wärmebrücken BP/KD	17			
Bauteile zum Nachbarn, [m²]				[W/(m²K)]		
I	0,00	Bauteile zum Nachbarn	18			
Flächensumme therm. Hülle [m²]				[W/(m²K)]		
1939,94				U-Mittelwert thermische Hülle:	0,304	

Nutzerdefinierte Temperaturgewichtungsfaktoren					
Zo- ne	Heizwärme- bedarf	Heizlast	Kühlbedarf	Kühllast	Passive Kühlung
X					
Y					
Z					
Nebenrechnung zur Ermittlung von Temperaturgewichtungsfaktoren					
Temperatur der angrenzenden Zone [°C]:					

Passivhaus - Komponenten

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE


Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 43 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 18 % / PER: 23,6 kWh/(m²a)
[◀ Inhalt](#) [Link zu Blatt Flächen](#)

Bauteilaufbauten (U-Werte)					
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': U-Wert für Wände und Dächer 0,15 W/(m ² K)					
ID	Bausystem	Bauteil	Gesamtdicke	U-Wert	Innen-dämmung
Zusammenstellung der im Blatt 'U-Werte' berechneten Aufbauten			m	W/(m ² K)	-
01ud	<u>Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)</u>	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	0,268	0,416	0
02ud	<u>Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus</u>	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	0,321	0,162	0
03ud	<u>Boden erdberührt (Arztpraxis)</u>	Boden erdberührt (Arztpraxis)	0,298	0,340	0
04ud	<u>Decke gg. Garage</u>	Decke gg. Garage	0,494	0,148	0
05ud	<u>Außenwand Altbau EG (1907)</u>	Außenwand Altbau EG (1907)	0,810	0,181	0
06ud	<u>Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)</u>	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	0,660	0,188	0
07ud	<u>Decke über Außenluft</u>	Decke über Außenluft	0,341	0,147	0
08ud	<u>Außenwand Gauben DG (1978)</u>	Außenwand Gauben DG (1978)	0,431	0,114	0
09ud	<u>Außenwand DG (1992)</u>	Außenwand DG (1992)	0,472	0,105	0
10ud	<u>Außenwand DG (1992+2004) bei Lift</u>	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	0,309	0,156	0
11ud	<u>Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG</u>	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	0,346	0,181	0
12ud	<u>Außenwand EG</u>	Außenwand EG	0,652	0,188	0
13ud	<u>Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt</u>	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	0,590	0,369	0
14ud	<u>Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20</u>	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	0,656	0,129	0
15ud	<u>Außenwand Altbau 1.OG Loggia</u>	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	0,354	0,121	0
16ud	<u>Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum (</u>	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum (0,670	0,184	0
17ud	<u>Schrägdach Altbau</u>	Schrägdach Altbau	0,286	0,171	0
18ud	<u>Decke gg. Dachboden Altbau</u>	Decke gg. Dachboden Altbau	0,316	0,174	0
19ud	<u>Flachdach Kupfereindeckung</u>	Flachdach Kupfereindeckung	0,393	0,118	0
20ud	<u>Schrägdach Zubau DG</u>	Schrägdach Zubau DG	0,309	0,160	0
21ud	<u>Decke gg. Dachboden Zubau DG</u>	Decke gg. Dachboden Zubau DG	0,331	0,143	0
22ud	<u>Dach über Zubau 1992</u>	Dach über Zubau 1992	0,428	0,109	0
23ud	<u>Wand gg. Dachboden Altbau</u>	Wand gg. Dachboden Altbau	0,223	0,226	0
24ud	<u>Außenwand 1.OG Geschäftstrakt</u>	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	0,532	0,194	0

Verglasungen und Türfüllungen			
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': 3-fach Wärmeschutzglas			
ID	Bezeichnung	g-Wert	U _g -Wert
			W/(m ² K)
01ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,6 P	0,53	0,60

PHPP-Energiebilanz		berechneter Schritt: 1-	10.2 DE PHPP									
<div style="border: 1px solid black; padding: 20px; display: inline-block;"> <h1 style="margin: 0;">Variante 7</h1> </div>		Objekt: Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern Straße: Marktstraße PLZ/Ort: 6971 Hard Provinz/Land: Vorarlberg AT-Österreich Objekt-Typ: 6-Wohn- und Geschäftshaus Klimadatensatz: AT0040a-Bregenz, höhenkorrigiert Klimazone: 3: Kühl-gemäßigt Standorthöhe: 399 m										
Architektur: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:		Bauherrschaft: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:										
Energieberatung: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:		Haustechnik: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:										
Baujahr: 1907 Anzahl WE: 6 Personenzahl: 18,5		Zertifizierung: Straße: PLZ/Ort: Provinz/Land:										
		Innentemperatur Winter [°C]: 20,0 Interne Wärmequellen (IWQ) Winter [W/m ²]: 2,4 spez. Kapazität [Wh/K pro m ² EBF]: 132										
		Innentemp. Sommer [°C]: 25,0 IWQ Sommer [W/m ²]: 2,4 Mechanische Kühlung:										
Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr												
Heizen	Energiebezugsfläche m ²	1187,2										
	Heizwärmebedarf kWh/(m ² a)	40	≤									
	Heizlast W/m ²	19	≤									
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="padding: 5px;">Kriterien</th> <th style="padding: 5px;">alternative Kriterien</th> <th style="padding: 5px;">Erfüllt?²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">-</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">-</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">-</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">-</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">-</td> </tr> </tbody> </table>	Kriterien	alternative Kriterien	Erfüllt? ²	-	-	-	-	-	-
Kriterien	alternative Kriterien	Erfüllt? ²										
-	-	-										
-	-	-										

Fenster und Haustüren

Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 40,4 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 18 % / PER: 23,6 kWh/(m²a)

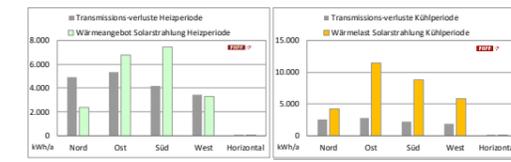
Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Ausrichtung der Fenster	Globalstrahlung (Hauptlicht) kWh/(m²a)	Verschattung	Verschmutzung	nicht senkr. Strahlungseinfall	Verglasungsanteil	g-Wert	Abminderungsfaktor solare Einstrahlung	Fensterfläche m²	U _w einbaufrei W/(m²K)	Verglasungsfläche m²	mittlere Globalstrahlung kWh/(m²a)
Nord	117	0,75	0,95	0,85	0,68	0,53	0,41	59,6	0,91	40,74	118
Ost	258	0,75	0,95	0,85	0,73	0,53	0,45	69,1	0,84	50,77	275
Süd	467	0,75	0,95	0,85	0,70	0,53	0,42	51,7	0,89	36,11	466
West	261	0,75	0,95	0,85	0,65	0,53	0,39	40,1	0,95	26,09	251
Horizontal	408	0,75	0,95	0,85	0,51	0,53	0,31	0,6	1,11	0,29	396
Summe bzw. Mittelwert über alle Fenster						0,53	0,42	221,12	0,89	153,99	274

	Transmissionsverluste Heizperiode kWh/a	Wärmeangebot Solarstrahlung Heizperiode kWh/a
Nord	4919	2385
Ost	5313	6796
Süd	4189	7422
West	3475	3277
Horizontal	58	59
Summe	17953	19939

	Transmissionsverluste Kühlperiode kWh/a	Wärmelast Solarstrahlung Kühlperiode kWh/a
Nord	2588	4262
Ost	2795	11475
Süd	2204	8813
West	1828	5796
Horizontal	30	109
Summe	9445	30455



Fenster- und Türrahmen

ID	Bezeichnung	Abstandhalter Bezeichnung	Ψ _g (mittel) W/(mK)	min. f _{Rsi}	Rahmen Öffnungsflügel (s. Kommentar)						Rahmenprofile Pfosten								Rahmenprofile Riegel			Einbauwärmbrücken															
					links		rechts		oben		unten		Schwelle		links fix		rechts fix		oben fix		unten fix		Stulp	Pfosten mit 2 Öff.flügeln	Pfosten mit 1 Öff.flügel	Pfosten	Riegel mit 2 Öff.flügeln	Riegel mit 1 Öff.flügel	Riegel	Öffnungsflügel			Festverglasung				
					si	si	to	bo	th	sif	sif	tof	bof	fm	m2	m1	m	t2	t1	t	Einbau seitlich	Einbau oben	Einbau unten	Einbau Schwellen	Einbau seitlich	Einbau oben	Einbau unten										
01ud	Holzrahmen neu Fa. Sigg / Flügelstärke 98mm / Fichte		0,050	-	100	95	100	95	100	95	120	95	90	95	70	95	70	95	70	95	100	95	100	95	100	95	100	95	100	95	0,035	0,035	0,041	0,035	0,035	0,041	0,035

Flächenermittlung

Wohn- und Geschäftshaus im Dorkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 40,4 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 18 % / PER: 23,6 kWh/(m²a)

Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE



Zusammenstellung				U-Mittelwert [W/(m²K)]	Strahlungsgewinn Heizperiode [kWh/a]	Strahlungsleistung Kühlperiode [kWh/a]
Temp.-zone	Thermische Hülle Flächen [m²]	Flächengruppe	Gruppe Nr.			
	1187,21	Energiebezugsfläche	1		9 Monate	6 Monate
A	59,61	Fenster Nord	2	0,905	2385	4262
A	69,08	Fenster Ost	3	0,844	6796	11475
A	51,74	Fenster Süd	4	0,888	7422	8813
A	40,12	Fenster West	5	0,950	3277	5796
A	0,57	Fenster horizontal	6	1,114	59	109
A	0,00	Außentür	7			
A	840,73	Außenwand Außenluft	8	0,123	-24	292
B	0,00	Außenwand Erreich/Keller	9			
A	352,17	Dach/Decken Außenluft	10	0,107	317	803
B	486,50	Bodenplatte/Kellerdecke	11	0,156		
	39,42		12	0,095		
	0,00		13			
	0,00		14			
	Wärmebrücken, Länge [m]			Ψ [W/(mK)]		
A	243,14	Wärmebrücken Außenluft	15	0,141		
P	0,00	Wärmebrücken Perimeter	16			
B	172,20	Wärmebrücken BP/KD	17	0,950		
	Bauteile zum Nachbarn, [m²]			[W/(m²K)]		
I	0,00	Bauteile zum Nachbarn	18			
	Flächensumme therm. Hülle [m²]			[W/(m²K)]		
	1939,94	U-Mittelwert thermische Hülle:		0,318		

Nutzerdefinierte Temperaturgewichtungsfaktoren					
Zo- ne	Heizwärme- bedarf	Heizlast	Kühlbedarf	Kühllast	Passive Kühlung
X					
Y					
Z					
Nebenrechnung zur Ermittlung von Temperaturgewichtungsfaktoren					
Temperatur der angrenzenden Zone [°C]:					

Passivhaus - Komponenten Energiebilanz mit PHPP Version 10.2 DE

PHPP

Wohn- und Geschäftshaus im Dorfkern / Klima: Bregenz / EBF: 1187 m² / Heizen: 40,4 kWh/(m²a) / Übertemperatur: 18 % / PER: 23,6 kWh/

[◀ Inhalt](#) [Link zu Blatt Flächen](#)

Bauteilaufbauten (U-Werte)					
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': U-Wert für Wände und Dächer 0,15 W/(m ² K)					
ID	Bausystem	Bauteil	Gesamtdicke	U-Wert	Innen-dämmung
Zusammenstellung der im Blatt 'U-Werte' berechneten Aufbauten			m	W/(m ² K)	-
01ud	<u>Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)</u>	Boden erdberührt (Werksatt und Sauna EG)	0,368	0,181	0
02ud	<u>Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus</u>	Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus	0,361	0,134	0
03ud	<u>Boden erdberührt (Arztpraxis)</u>	Boden erdberührt (Arztpraxis)	0,398	0,165	0
04ud	<u>Decke gg. Garage</u>	Decke gg. Garage	0,594	0,098	0
05ud	<u>Außenwand Altbau EG (1907)</u>	Außenwand Altbau EG (1907)	0,850	0,136	0
06ud	<u>Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)</u>	Außenwand Altbau 1.OG + 2.OG (1907)	0,700	0,140	0
07ud	<u>Decke über Außenluft</u>	Decke über Außenluft	0,441	0,097	0
08ud	<u>Außenwand Gauben DG (1978)</u>	Außenwand Gauben DG (1978)	0,471	0,095	0
09ud	<u>Außenwand DG (1992)</u>	Außenwand DG (1992)	0,512	0,088	0
10ud	<u>Außenwand DG (1992+2004) bei Lift</u>	Außenwand DG (1992+2004) bei Lift	0,509	0,079	0
11ud	<u>Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG</u>	Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG	0,546	0,085	0
12ud	<u>Außenwand EG</u>	Außenwand EG	0,692	0,140	0
13ud	<u>Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt</u>	Außenwand EG Geschäftstrakt ertüchtigt	0,590	0,369	0
14ud	<u>Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20</u>	Außenwand Wohnung 1.OG (AW03 ertüchtigt 20	0,696	0,105	0
15ud	<u>Außenwand Altbau 1.OG Loggia</u>	Außenwand Altbau 1.OG Loggia	0,394	0,099	0
16ud	<u>Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum (</u>	Außenwand EG Geschäftstrakt - zu Pufferraum (0,710	0,138	0
17ud	<u>Schrägdach Altbau</u>	Schrägdach Altbau	0,386	0,121	0
18ud	<u>Decke gg. Dachboden Altbau</u>	Decke gg. Dachboden Altbau	0,416	0,108	0
19ud	<u>Flachdach Kupfereindeckung</u>	Flachdach Kupfereindeckung	0,493	0,083	0
20ud	<u>Schrägdach Zubau DG</u>	Schrägdach Zubau DG	0,409	0,115	0
21ud	<u>Decke gg. Dachboden Zubau DG</u>	Decke gg. Dachboden Zubau DG	0,431	0,095	0
22ud	<u>Dach über Zubau 1992</u>	Dach über Zubau 1992	0,528	0,079	0
23ud	<u>Wand gg. Dachboden Altbau</u>	Wand gg. Dachboden Altbau	0,223	0,226	0
24ud	<u>Außenwand 1.OG Geschäftstrakt</u>	Außenwand 1.OG Geschäftstrakt	0,572	0,144	0

Verglasungen und Türfüllungen			
Typisch für Klimazone 'Kühl-gemäßigt': 3-fach Wärmeschutzglas			
ID	Bezeichnung	g-Wert	U _g -Wert
			W/(m ² K)
01ud	Verglasung Variante 2UNIGLAS® TOP PURE K 0,5 P	0,53	0,50

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

Anhang B – Photovoltaik - Berechnungstool



Photovoltaik - Berechnungstool der Österreichischen Energieagentur

aktualisiert und ergänzt in Kooperation mit LINZ STROM GAS WÄRME GmbH

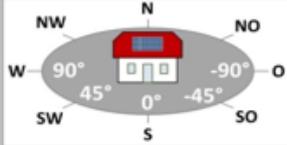
1. Allgemeine Eingaben		
Ort des Gebäudes: Hard		
PLZ: <input type="text" value="6971"/>		
Einstrahlung (horizontale Fläche): 1132,0 kWh/m²a		
Einstrahlung nach Angabe der Ausrichtung: 1265,2 kWh/m²a		
Ausrichtung:		Die Angabe der Ausrichtung der Anlage erfolgt von Osten nach Westen von -90° bis +90° (z.B.: -45° = SO)
		<input type="text" value="0"/> °
Aufstellung:		Die Angabe zur Neigung der Anlage erfolgt von 0° bis 90° (z.B.: 90° = Fassadenanlage)
		<input type="text" value="45"/> °
Randbedingungen:	Es kommt in keinsten Weise zu einer Verschattung der Anlage! Die Anlage ist hinterlüftet!	
2. Technische Rahmenbedingungen		
Größe der Anlage:	Anlagenleistung:	<input type="text" value="4,50"/> [kWp]
	Gesamtfläche:	<input type="text" value="21,33"/> [m ²]
	Gesamtwirkungsgrad:	<input type="text" value="20,46"/> [%]
	Systemnutzungsgrad:	<input type="text" value="17,60"/> [%]
	Anzahl der Module:	<input type="text" value="11"/> [Module]
Moduldaten:	Modulfläche:	<input type="text" value="1,9200"/> [m ² /Modul]
	Nennleistung:	<input type="text" value="0,405"/> [kWp/Modul]
	Modulwirkungsgrad (STC-Bedingungen):	<input type="text" value="21,09"/> [%]
Wechselrichterdaten:	europ. Wirkungsgrad:	<input type="text" value="97,0"/> [%]
5. Zusammenfassung		
Energie:	Spezifischer Energieertrag:	<input type="text" value="1.055,4"/> [kWh/kWp]
	Energieertrag (1. Jahr):	<input type="text" value="4.749"/> [kWh/a]
	Energieertrag nach 25 Jahren:	<input type="text" value="111.908"/> [kWh]
Kosten:	Investitionskosten:	
	Mehreinnahmen nach 25 Jahren:	
	Amortisationsdauer:	
CO ₂ :	CO ₂ -Einsparungen nach 25 Jahren:	<input type="text" value="50.359"/> [kg CO ₂]



Photovoltaik - Berechnungstool der Österreichischen Energieagentur

aktualisiert und ergänzt in Kooperation mit LINZ STROM GAS WÄRME GmbH

1. Allgemeine Eingaben

Ort des Gebäudes: Hard	
PLZ:	<input type="text" value="6971"/>
Einstrahlung (horizontale Fläche): 1132,0 kWh/m²a	
Einstrahlung nach Angabe der Ausrichtung: 998,8 kWh/m²a	
Ausrichtung:	 <p>Die Angabe der Ausrichtung der Anlage erfolgt von Osten nach Westen von -90° bis +90° (z.B.: -45° = SO)</p> <input type="text" value="90"/> °
Aufstellung:	 <p>Die Angabe zur Neigung der Anlage erfolgt von 0° bis 90° (z.B.: 90° = Fassadenanlage)</p> <input type="text" value="45"/> °
Randbedingungen:	Es kommt in keinsten Weise zu einer Verschattung der Anlage! Die Anlage ist hinterlüftet!

2. Technische Rahmenbedingungen

Größe der Anlage:	Anlagenleistung:	<input type="text" value="12,00"/> [kWp]
	Gesamtfläche:	56,89 [m ²]
	Gesamtwirkungsgrad:	20,46 [%]
	Systemnutzungsgrad:	17,60 [%]
	Anzahl der Module:	30 [Module]
Moduldaten:	Modulfläche:	<input type="text" value="1,9200"/> [m ² /Modul]
	Nennleistung:	<input type="text" value="0,405"/> [kWp/Modul]
	Modulwirkungsgrad (STC-Bedingungen):	21,09 [%]
Wechselrichterdaten:	europ. Wirkungsgrad:	<input type="text" value="97,0"/> [%]

5. Zusammenfassung

Energie:	Spezifischer Energieertrag:	833,2 [kWh/kWp]
	Energieertrag (1. Jahr):	9.999 [kWh/a]
	Energieertrag nach 25 Jahren:	235.596 [kWh]
Kosten:	Investitionskosten:	
	Mehreinnahmen nach 25 Jahren:	
	Amortisationsdauer:	
CO₂:	CO ₂ -Einsparungen nach 25 Jahren:	106.018 [kg CO ₂]

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

Anhang C – OI3 – Ergebnisblatt Bauteile

OI3-Ausweis

Ergebnisblatt Gebäude – Sanierung

www.baubook.at/eco2soft
Ökobilanz für Gebäude

Projektname: **TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz**

Gebäude gesamt

*OI3 BG3 BZF: 125 Punkte	BGF: 1.506 m ²	
PENRT: 1.765 MJ / (m ² BZF _{in})	BZF_{op}: 1.506 m ²	
GWP-total: 67,7 kg CO ₂ equ. / (m ² BZF _{in})	Katalog der Ökokennzahlen: IBO-Richtwerte 2012	
AP: 0,410 kg SO ₂ equ. / (m ² BZF _{in})	Nutzungsdauer berücksichtigt: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804	
Leitfadenversion OI3: V4.0 (September 2018)	Betrachtungsdauer: 100 Jahre	
	Nutzungsdauerkatalog: 2018	

125 Pkt

OI3 BG3 BZF 300 800

* Berücksichtigung der Herstellungsphase (A1-A3) und der Verwendungsphase (B1-B4) von EN 15804

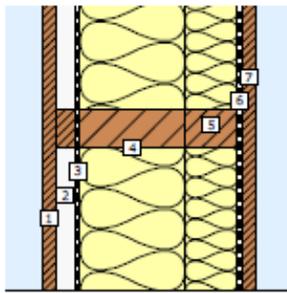
Bauteile aus dem Energieausweis

Menge	Bauteil	ΔOI3		PENRT MJ	GWP-total kg CO ₂ equ. pro m ² BZF _{in}	AP kg SO ₂ equ.
		BG3, BZF	pro m ² Bt			
60,40 m ²	09ud - Außenwand DG (1992) - Bestand	1	28	17	-1,0	0,005
60,40 m ²	09ud - Außenwand DG (1992) - Sanierung	2	49	28	-0,9	0,009
60,40 m ²	09ud - Außenwand DG (1992) - Neubau	2	55	31	-0,7	0,010
97,00 m ²	05ud - Außenwand Altbau EG (1907) - Bestand	0	2	1	0,2	0,000
97,00 m ²	05ud - Außenwand Altbau EG (1907) - Sanierung	3	53	54	2,7	0,009
97,00 m ²	05ud - Außenwand Altbau EG (1907) - Neubau	12	180	161	11,1	0,033
120,00 m ²	11ud - Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG - Bestand	6	75	77	2,8	0,022
120,00 m ²	11ud - Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG - Sanierung	8	100	102	3,3	0,030
120,00 m ²	11ud - Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG - Neubau	10	120	122	4,5	0,036
127,60 m ²	02ud - Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus - Bestand	4	42	58	-2,7	0,016
127,60 m ²	02ud - Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus - Neubau	6	69	87	-1,2	0,024
162,40 m ²	01ud - Boden erdberührt (Werkstatt und Sauna EG) - Bestand	19	177	275	9,6	0,062
162,40 m ²	01ud - Boden erdberührt (Werkstatt und Sauna EG) - Neubau	24	225	345	14,4	0,078
209,20 m ²	06ud - Außenwand Altbau 1.+2.OG (1907) - Bestand	0	2	3	0,3	0,001
209,20 m ²	06ud - Außenwand Altbau 1.+2.OG (1907) - Sanierung	7	53	116	5,8	0,019
209,20 m ²	06ud - Außenwand Altbau 1.+2.OG (1907) - Neubau	21	148	289	19,5	0,058
Summe				1.765	67,7	0,410

Opake und transparente Bauteile im Detail (grafische Darstellung)

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

09ud - Außenwand DG (1992) - Bestand (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



$\Sigma \Delta OI3$: 28 Punkte/m²
 Masse: 35,6 kg/m²
 PENRT: 428 MJ/m²
 GWP-total: -25,1 kg CO₂ equ./m²
 AP: 0,133 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



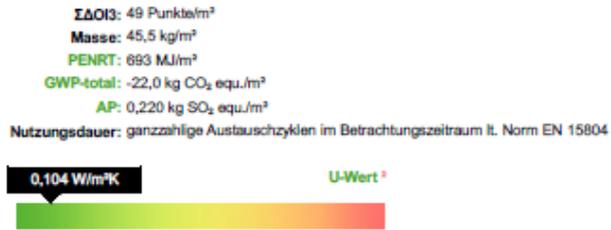
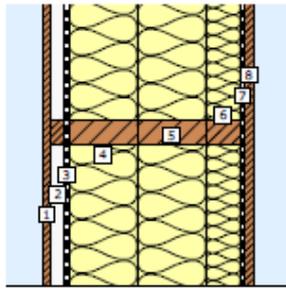
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	$\Delta OI3$ Punkte ²
1 Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	2,00	50	30	0
2 Inhomogen (Elemente horizontal)	3,10			
56,5 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 30 < d <= 35 mm	3,10			0
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	3,10	50	30	0
3 Tyvek® UV Facade	0,06	*50	30	2
4 Inhomogen (Elemente horizontal)	16,00			
56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	16,00	50	30	18
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	16,00	100	30	-1
5 Inhomogen (Elemente horizontal)	8,00			
56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	8,00	50	30	9
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	8,00	100	30	-1
6 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,02	*50	30	1
7 Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	2,00	50	30	0
Bauteil	31,18			

¹ selbst eingetragene Wert ² U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

09ud - Außenwand DG (1992) - Sanierung (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



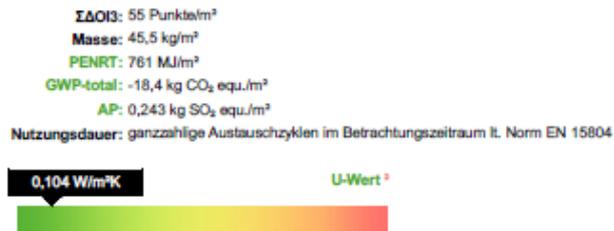
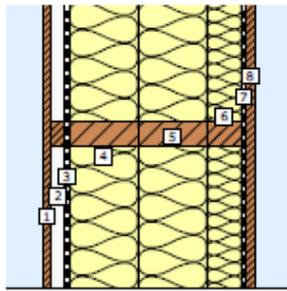
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	$\Delta OI3$ Punkte/m ²
1 Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	2,00	50		1
2 inhomogen (Elemente horizontal)	3,10			
56,5 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 30 < d <= 35 mm	3,10			0
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	3,10	50		0
3 Tyvek® UV Facade	0,06	50		2
4 inhomogen (Elemente horizontal)	16,00			
56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	16,00	50		21
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	16,00	100		-1
5 inhomogen (Elemente horizontal)	16,00			
56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	16,00	50	30	18
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	16,00	100	30	-1
6 inhomogen (Elemente horizontal)	8,00			
56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	8,00	50	30	9
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	8,00	100	30	-1
7 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,02	50	30	1
8 Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	2,00	50	30	0
Bauteil	47,18			

¹ selbst eingetragene Wert ² U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

09ud - Außenwand DG (1992) - Neubau (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



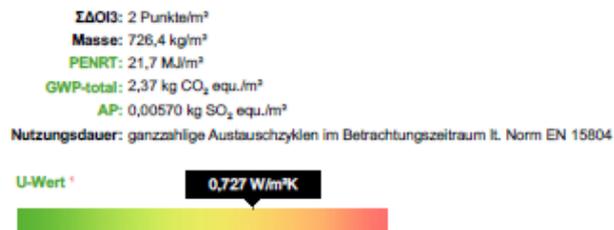
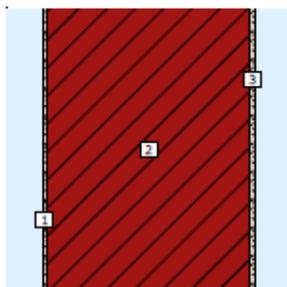
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahr	Schicht- alter / Jahr	ΔOI3 Punkte/m ²
1 Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	2,00	50		1
2 Inhomogen (Elemente horizontal) 56,5 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 30 < d <= 35 mm	3,10			0
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	3,10	50		0
3 Tyvek® UV Facade	0,06	*50		2
4 Inhomogen (Elemente horizontal) 56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	16,00			21
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	16,00	100		-1
5 Inhomogen (Elemente horizontal) 56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	16,00			21
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	16,00	100		-1
6 Inhomogen (Elemente horizontal) 56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	8,00			10
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	8,00	100		0
7 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,02	*50		1
8 Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	2,00	50		1
Bauteil	47,18			

* selbst eingetragene Wert * U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

05ud - Außenwand Altbau EG (1907) - Bestand (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



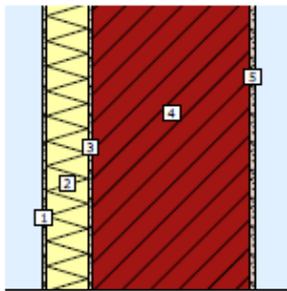
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahr	Schicht- alter / Jahr	ΔOI3 Punkte/m ²
1 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35		1
2 Mauerwerk neu (Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1200 kg/m ³))	60,00	100		0
3 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35		1
Bauteil	60,40			

* U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

05ud - Außenwand Altbau EG (1907) - Sanierung (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



$\Sigma\Delta OI3$: 53 Punkte/m²
 Masse: 744,9 kg/m²
 PENRT: 837 MJ/m²
 GWP-total: 41,5 kg CO₂ equ./m²
 AP: 0,136 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



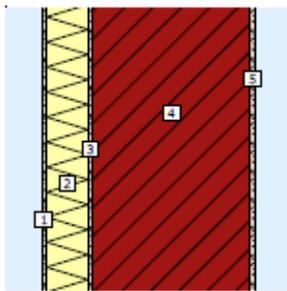
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	$\Delta OI3$ Pkte/m ²
1 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	1,00	35		6
2 EPS-F (15.8 kg/m ³) - HBCD-frei	16,00	35		45
3 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35	52	1
4 Mauerwerk neu (Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1200 kg/m ³))	60,00	100	115	0
5 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35	52	1
Bauteil	77,40			

* U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

05ud - Außenwand Altbau EG (1907) - Neubau (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



$\Sigma\Delta OI3$: 180 Punkte/m²
 Masse: 744,9 kg/m²
 PENRT: 2.495 MJ/m²
 GWP-total: 173 kg CO₂ equ./m²
 AP: 0,507 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



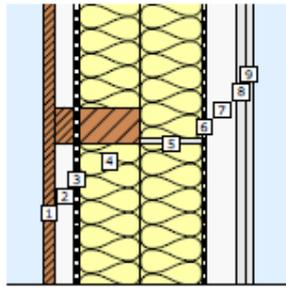
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	$\Delta OI3$ Pkte/m ²
1 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	1,00	35		6
2 EPS-F (15.8 kg/m ³) - HBCD-frei	16,00	35		45
3 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35		1
4 Mauerwerk neu (Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1200 kg/m ³))	60,00	100		126
5 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35		1
Bauteil	77,40			

* U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

11ud - Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG - Bestand (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



$\Sigma \Delta OI3$: 75 Punkte/m²
 Masse: 50,7 kg/m²
 PENRT: 960 MJ/m²
 GWP-total: 35,3 kg CO₂ equ./m²
 AP: 0,276 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



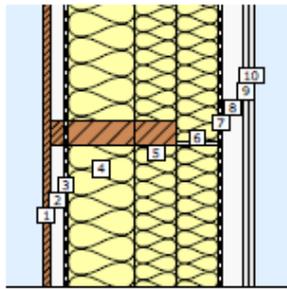
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	$\Delta OI3$ Pkt/m ²
1 Dreischichtplatte (K1 multiplan (3-S Massivholzplatte) Fichte)	2,00	50	10	11
2 Inhomogen (Elemente horizontal)	3,10			0
56,5 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 30 < d <= 35 mm	3,10			0
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - roh, luftgetrocknet	3,10	50	10	0
3 Tyvek® UV Facade	0,06	*50	59	1
4 Inhomogen (Elemente horizontal)	10,00			9
56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	10,00	50	59	9
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - roh, luftgetrocknet	10,00	100	59	-1
5 Inhomogen (Elemente horizontal)	10,00			10
61,5 cm (98%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	10,00	50	59	10
1 cm (2%) Stahl	10,00	*100	59	7
6 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,02	*50	10	1
7 Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 45 < d <= 50 mm	5,00			0
8 Gipskartonplatte (700 kg/m ³)	1,25	50	10	5
9 Gipskartonplatte (700 kg/m ³)	1,25	50	10	5
Weitere Bestandteile (nicht U-Wert relevant, ohne Bauteilaufbau): (Menge pro m² Bauteil)				
1,9 kg CW-Profil (Aluminiumblech)		50	10	26
Bauteil	32,68			

* selbst eingetragene Wert * U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ONORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

11ud - Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG - Sanierung (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



ΣΔOI3: 100 Punkte/m²
 Masse: 60,9 kg/m²
 PENRT: 1.279 MJ/m²
 GWP-total: 41,2 kg CO₂ equ./m²
 AP: 0,380 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



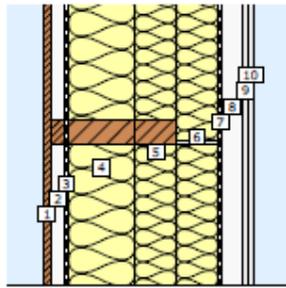
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	ΔOI3 Punkte
1 Dreischichtplatte (K1 multiplan (3-S Massivholzplatte) Fichte)	2,00	50		12
2 Inhomogen (Elemente horizontal) 56,5 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 30 < d <= 35 mm 6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	3,10 3,10 3,10			0 0 0
3 Tyvek® UV Facade	0,08	*50		2
4 Inhomogen (Elemente horizontal) 56,5 cm (90%) ISOVER HOLZBAU-DÄMMLATTEN 6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	16,00 16,00 16,00	50		24 0
5 Inhomogen (Elemente horizontal) 56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³) 6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rau, luftgetrocknet	10,00 10,00 10,00	50 50 100		59 9 -1
6 Inhomogen (Elemente horizontal) 61,5 cm (98%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³) 1 cm (2%) Stahl	10,00 10,00 10,00	50 *100		59 10 7
7 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,02	*50	10	1
8 Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 45 < d <= 50 mm	5,00			0
9 Gipskartonplatte (700 kg/m ³)	1,25	50	10	5
10 Gipskartonplatte (700 kg/m ³)	1,25	50	10	5
Weitere Bestandteile (nicht U-Wert relevant, ohne Bauteilaufbau): (Menge pro m² Bauteil)				
1,9 kg CW-Profil (Aluminiumblech)		50	10	26
Bauteil	48,68			

* selbst eingetragener Wert * U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

11ud - Außenwand Richtung Bach EG + 1.OG - Neubau (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



ΣΔOI3: 120 Punkte/m²
 Masse: 60,9 kg/m²
 PENRT: 1.529 MJ/m²
 GWP-total: 56,8 kg CO₂ equ./m²
 AP: 0,450 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



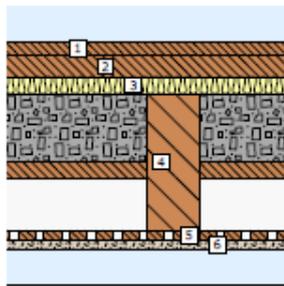
Nr.	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	ΔOI3 Pkt/m ²
1	Dreischichtplatte (K1multiplan (3-S Massivholzplatte) Fichte)	2,00	50		12
2	Inhomogen (Elemente horizontal)	3,10			0
	56,5 cm (90%) Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 30 < d <= 35 mm	3,10			0
	6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	3,10	50		0
3	Tyvek® UV Facade	0,06	*50		2
4	Inhomogen (Elemente horizontal)	16,00			0
	56,5 cm (90%) ISOVER HOLZBAU-DÄMMPLATTEN	16,00	50		24
	6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	16,00	50		0
5	Inhomogen (Elemente horizontal)	10,00			0
	56,5 cm (90%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	10,00	50		13
	6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	10,00	100		0
6	Inhomogen (Elemente horizontal)	10,00			0
	61,5 cm (98%) Glaswolle MW(GW)-WL (18 kg/m ³)	10,00	50		14
	1 cm (2%) Stahl	10,00	*100		17
7	Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,02	*50		1
8	Luftschicht stehend, Wärmefluss horizontal 45 < d <= 50 mm	5,00			0
9	Gipskartonplatte (700 kg/m ³)	1,25	50		5
10	Gipskartonplatte (700 kg/m ³)	1,25	50		5
Weitere Bestandteile (nicht U-Wert relevant, ohne Bauteilaufbau): (Menge pro m² Bauteil)					
	1,9 kg CW-Profil (Aluminiumblech)		50		27
Bauteil		48,68			

* selbst eingegebene Wert * U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

02ud - Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus - Bestand (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



ΣΔOI3: 42 Punkte/m²
Masse: 113,5 kg/m²
PENRT: 681 MJ/m²
GWP-total: -32,2 kg CO₂ equ./m²
AP: 0,185 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



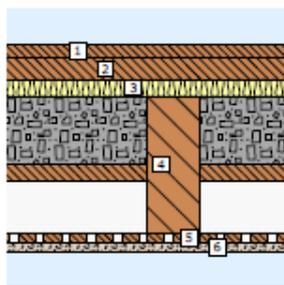
Nr. Schicht	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	ΔOI3 Pkt/m ²
1 Massivparkett	1,60	50	63	21
2 Holzspanplatten innen (850 kg/m ³)	2,50	50	63	8
3 Trittschalldämmung (ISOVER TRITTSCHALL-DÄMMPLATTE S (Feb.2016))	2,00	50	63	8
4 Inhomogen (Elemente quer bzw. parallel zur Traufe)	16,00			
56,5 cm (45%) Kesselschlacke (750 kg/m ³)	8,00	50	115	3
56,5 cm (11%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	2,00	50	115	-1
56,5 cm (34%) Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 56 < d <= 80 mm	6,00			0
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	16,00	100	115	-2
5 Inhomogen (Elemente quer bzw. parallel zur Traufe)	1,20			
1 cm (33%) Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 11 < d <= 15 mm	1,20			0
2 cm (67%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	1,20	50	115	0
6 Gipsputze (1000 kg/m ³)	1,00	35	52	4
Bauteil	24,30			

† U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

02ud - Decke gg. Keller Altbau Wohnhaus - Neubau (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



ΣΔOI3: 69 Punkte/m²
Masse: 113,5 kg/m²
PENRT: 1.022 MJ/m²
GWP-total: -14,2 kg CO₂ equ./m²
AP: 0,282 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



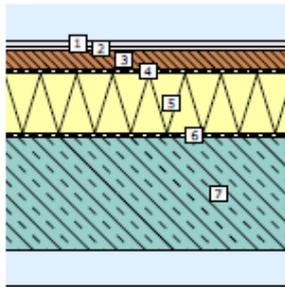
Nr. Schicht	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	ΔOI3 Pkt/m ²
1 Massivparkett	1,60	50	32	32
2 Holzspanplatten innen (850 kg/m ³)	2,50	50	14	14
3 Trittschalldämmung (ISOVER TRITTSCHALL-DÄMMPLATTE S (Feb.2016))	2,00	50	11	11
4 Inhomogen (Elemente quer bzw. parallel zur Traufe)	16,00			
56,5 cm (45%) Kesselschlacke (750 kg/m ³)	8,00	50	7	7
56,5 cm (11%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	2,00	50	1	1
56,5 cm (34%) Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 56 < d <= 80 mm	6,00			0
6 cm (10%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	16,00	100	-1	-1
5 Inhomogen (Elemente quer bzw. parallel zur Traufe)	1,20			
1 cm (33%) Luftschicht stehend, Wärmefluss nach oben 11 < d <= 15 mm	1,20			0
2 cm (67%) Nutzholz (475 kg/m ³ - zB Fichte/Tanne) - rauh, luftgetrocknet	1,20	50	0	0
6 Gipsputze (1000 kg/m ³)	1,00	35	5	5
Bauteil	24,30			

† U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

01ud - Boden erdberührt (Werkstatt und Sauna EG) - Bestand (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



ΣΔOI3: 177 Punkte/m²
Masse: 389,5 kg/m²
PENRT: 2.552 MJ/m²
GWP-total: 89,5 kg CO₂ equ./m²
AP: 0,574 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



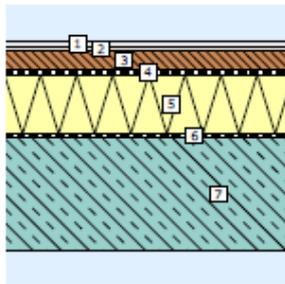
Nr. Schicht	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	ΔOI3 Punkte
1 Linoleum (1200 kg/m ³)	0,80	25	28	107
2 Linokleber (Bauwerk MS40 Plus)	0,05	*25	28	4
3 Holzspanplatten innen (850 kg/m ³)	2,50	50	28	11
4 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,20	*50	28	10
5 EPS-W 15 (13,5 kg/m ³) - HBCD-frei	8,00	50	28	11
6 Polymerbitumen-Dichtungsbahn	0,40	*50	59	14
7 Betonplatte (Stahlbeton 140 kg/m ³ Armierungsstahl (1,75 Vol.%)	15,00	100	59	19
Bauteil	26,95			

* selbst eingegebener Wert ² U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ONORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

01ud - Boden erdberührt (Werkstatt und Sauna EG) - Neubau (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



ΣΔOI3: 225 Punkte/m²
Masse: 389,5 kg/m²
PENRT: 3.200 MJ/m²
GWP-total: 134 kg CO₂ equ./m²
AP: 0,719 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



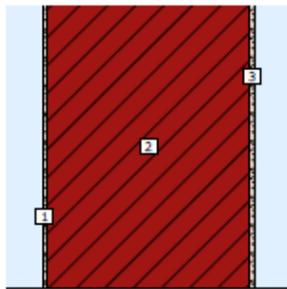
Nr. Schicht	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	ΔOI3 Punkte
1 Linoleum (1200 kg/m ³)	0,80	25		115
2 Linokleber (Bauwerk MS40 Plus)	0,05	*25		4
3 Holzspanplatten innen (850 kg/m ³)	2,50	50		14
4 Dampfbremse Polyethylen (PE)	0,20	*50		12
5 EPS-W 15 (13,5 kg/m ³) - HBCD-frei	8,00	50		13
6 Polymerbitumen-Dichtungsbahn	0,40	*50		20
7 Betonplatte (Stahlbeton 140 kg/m ³ Armierungsstahl (1,75 Vol.%)	15,00	100		47
Bauteil	26,95			

* selbst eingegebener Wert ² U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ONORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

06ud - Außenwand Altbau 1.+2.OG (1907) - Bestand (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



$\Sigma\Delta OI3$: 2 Punkte/m²
 Masse: 546,4 kg/m²
 PENRT: 21,7 MJ/m²
 GWP-total: 2,40 kg CO₂ equ./m²
 AP: 0,00570 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



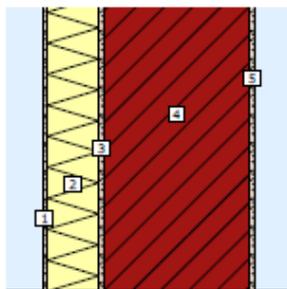
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	$\Delta OI3$ Punkte/m ²
1 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35	52	1
2 Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1200 kg/m ³)	45,00	100	115	0
3 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35	52	1
Bauteil	45,40			

¹ U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

06ud - Außenwand Altbau 1.+2.OG (1907) - Sanierung (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



$\Sigma\Delta OI3$: 53 Punkte/m²
 Masse: 584,9 kg/m²
 PENRT: 837 MJ/m²
 GWP-total: 41,5 kg CO₂ equ./m²
 AP: 0,136 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



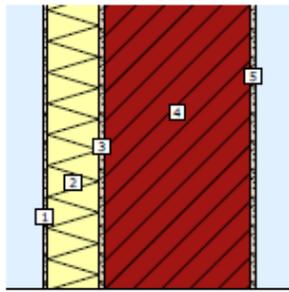
Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	$\Delta OI3$ Punkte/m ²
1 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	1,00	35		6
2 EPS-F (15.8 kg/m ³) - HBCD-frei	16,00	35		45
3 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35	52	1
4 Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1200 kg/m ³)	45,00	100	115	0
5 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35	52	1
Bauteil	62,40			

¹ U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Projektname: TU-Wien; Masterarbeit Devich-Künz

06ud - Außenwand Altbau 1.+2.OG (1907) - Neubau (Bauteile aus dem Energieausweis, BG3)



$\Sigma \Delta OI3$: 148 Punkte/m²
 Masse: 564,9 kg/m³
 PENRT: 2.082 MJ/m²
 GWP-total: 140 kg CO₂ equ./m²
 AP: 0,415 kg SO₂ equ./m²
 Nutzungsdauer: ganzzahlige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804



Nr. Schicht (von innen nach aussen)	d cm	Nutzungs- dauer / Jahre	Schicht- alter / Jahre	$\Delta OI3$ Punkte/m ²
1 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	1,00	35		6
2 EPS-F (15,8 kg/m ³) - HBCD-frei	16,00	35		45
3 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35		1
4 Hochlochziegel (Altbestand vor 1980) + Normalmauermörtel (1200 kg/m ³)	45,00	100		95
5 Normalputzmörtel GP Kalkzement (1600 kg/m ³)	0,20	35		1
Bauteil	62,40			

* U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946.

18. 08. 2022, Veronika Devich - Künz

Anhang D – Heizrechner

Zusammenfassung CO₂-Verbrauch lt. Heizrechner

Bestand	Sanierung (Variante 4)		Einsparung CO ₂ / Jahr		Vergleich Bestand zu Sanierung [inkl. Heizungstausch]	[%]
	CO ₂ - Verbrauch/ Jahr [kg]	Sanierung gegenüber Bestand [I]	Sanierung gegenüber Bestand [%]	Vergleich zu Heizöl (nur Heizungstausch, Bestand)		
HWB [kWh/m²a]	115	46				
Öl-Heizung	65.145	29.881	35.264	54		35.264 54
Erdsonden WP	12.267	5.627	6.640	54	52.878	81
Luft WP	14.311	6.564	7.747	54	50.834	78
Grundwasser WP	13.010	5.968	7.042	54	52.135	80
Stückholz	4.019	1.843	2.176	54	61.126	94
Hackschnitzel	3.921	1.799	2.122	54	61.224	94
Pellets	3.783	1.735	2.048	54	61.362	94
Fernwärme Biomasse	11.159	5.118	6.041	54	53.986	83

Hinweis Sanierung: Derzeit wird das Gebäude von 8 Personen dauerhaft bewohnt + Arzt/Büromitarbeiter + Besucher. Die Anzahl der Personen wird sich in der Realität nach Sanierung jedoch erhöhen. Zum Vergleich wurden die 18,5 Personen der Nutzung

Heizrechner v5.0



Energieinstitut Vorarlberg

Vergleichen Sie Heizungen für Ihren Neubau oder Bestandsbau objektiv über die gesamte Betriebsdauer hinweg und ziehen Sie so Schlüsse über tatsächliche Kosten und Umweltbilanz.

Ihren Energiebedarf ermitteln

Wie viel Energie benötigt Ihr Haus? In diesem Schritt ermitteln Sie auf Basis Ihres Energieausweis oder ihrer bekannten Verbrauchszahlen den tatsächlichen Energiebedarf, den eine neue Heizung abdecken muss.

Bundesland	 Vorarlberg			
Ihr Gebäude ist ein ...	 Neubau in Planung	 Bestandsgebäude		
Berechnungsart	 Heizwärmebedarf ist bekannt	 Verbrauch ist bekannt		
Ihr Heizwärmebedarf	<input type="text" value="115"/>	kWh/m ² Jahr (Ausweis)		
Ihre Bruttogeschoßfläche	<input type="text" value="1187"/>	m ² (Ausweis)		
Anzahl Bewohner	<input type="text" value="18.5"/>	Personen		
Warmwasserbereitung	 Immer mit Heizung	 Im Winter mit Heizung	 Nie mit Heizung	
Solaranlage	 keine	 Warmwasser	 Warmwasser + Heiz. 15%	 Warmwasser + Heiz. 25%

Heizrechner_1|8-2022_10-47-23

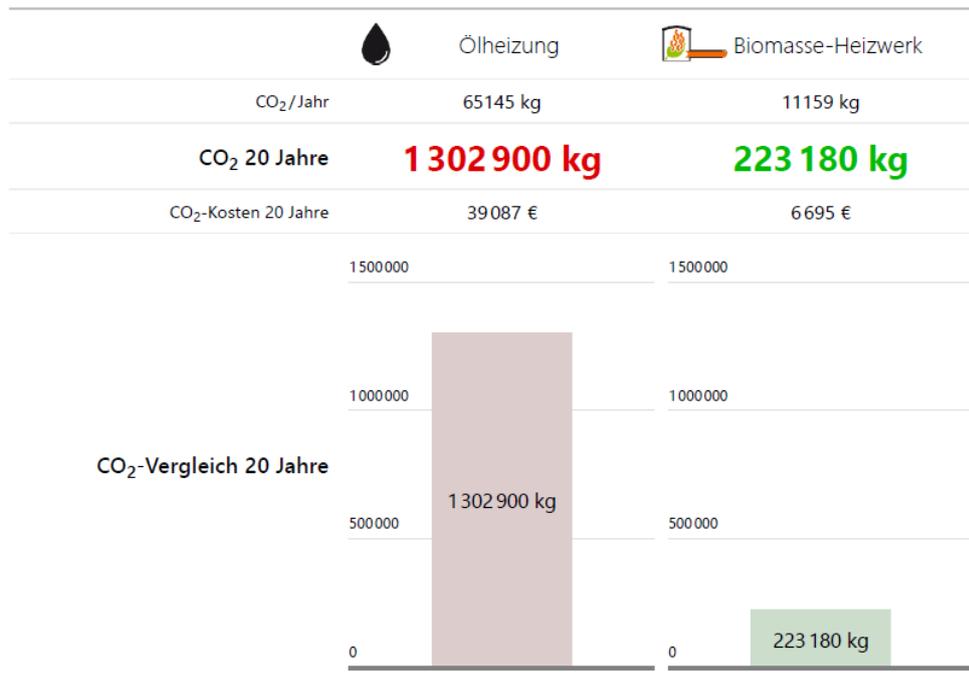
<https://www.energieinstitut.at/tools/heizrechner/>

Heizgradtage	<input type="text" value="4148"/>	Kd
Norm-Aussentemperatur	<input type="text" value="-15"/>	°C
Wasser-Wärmebedarf	14 800 kWh/ Jahr	
Heiz-Wärmebedarf	136 505 kWh/ Jahr	
Heizleistung	<input type="text" value="59.1"/>	kW
Gesamt-Wärmebedarf wird mit folgenden Anlagen bereit gestellt	Heizanlage 151305kWh	+ Elektro-Zusatz 0kWh
		+ Solaranlage 0kWh
Gesamt-Wärmebedarf	151 305 kWh/ Jahr	

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

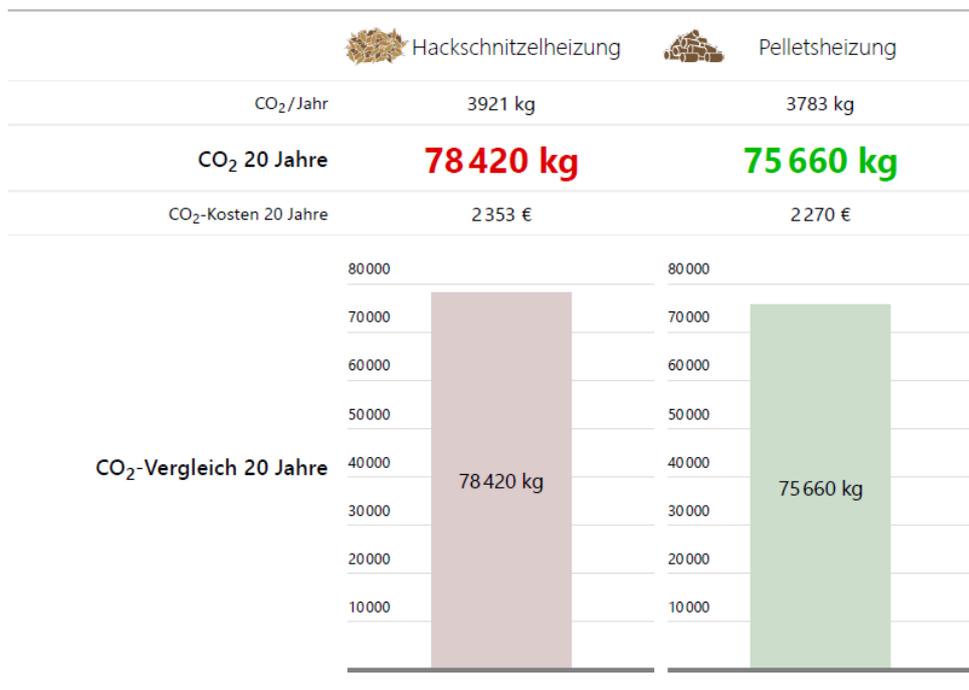
Heizrechner_1-8-2022_10-47-23

<https://www.energieinstitut.at/tools/heizrechner/>



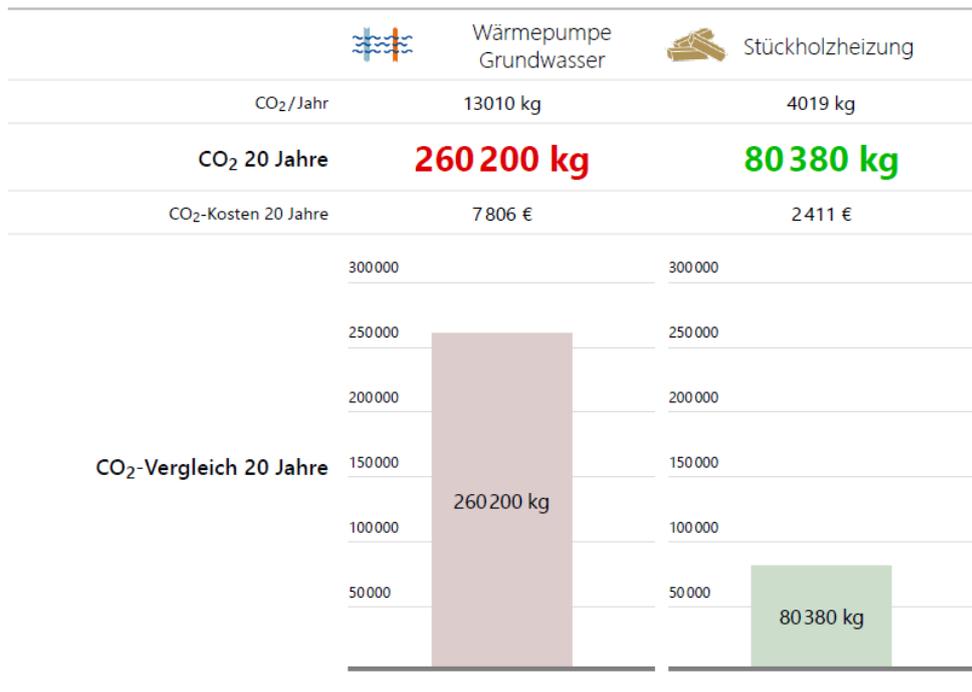
Heizrechner_1-8-2022_10-55-43

<https://www.energieinstitut.at/tools/heizrechner/>



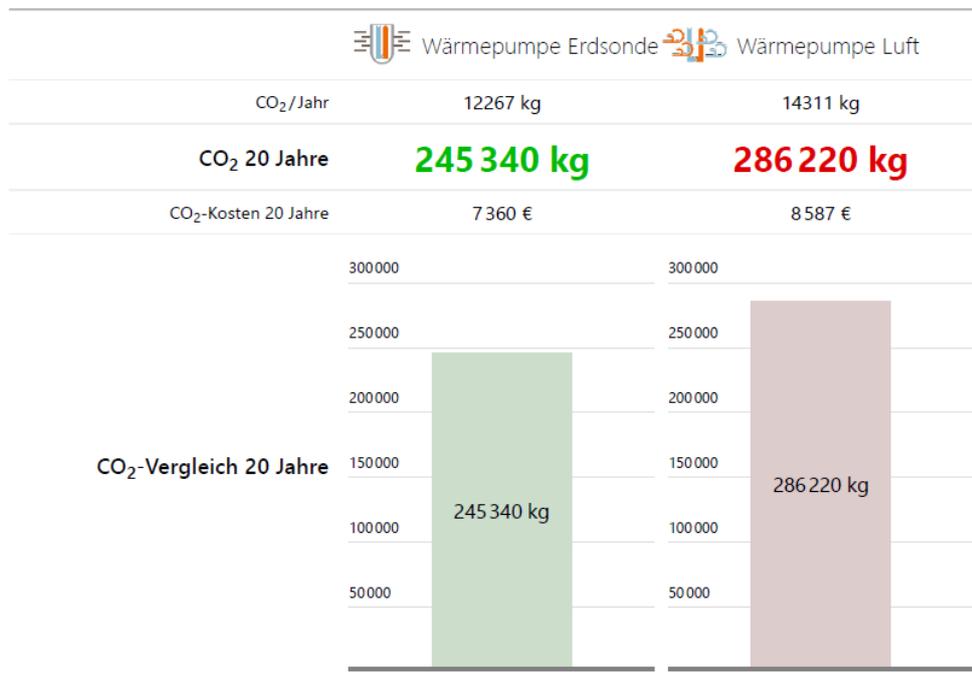
Heizrechner_1-8-2022_10-52-57

<https://www.energieinstitut.at/tools/heizrechner/>



Heizrechner_1-8-2022_10-52-04

<https://www.energieinstitut.at/tools/heizrechner/>



Heizrechner v5.0



Energieinstitut Vorarlberg

Vergleichen Sie Heizungen für Ihren Neubau oder Bestandsbau objektiv über die gesamte Betriebsdauer hinweg und ziehen Sie so Schlüsse über tatsächliche Kosten und Umweltbilanz.

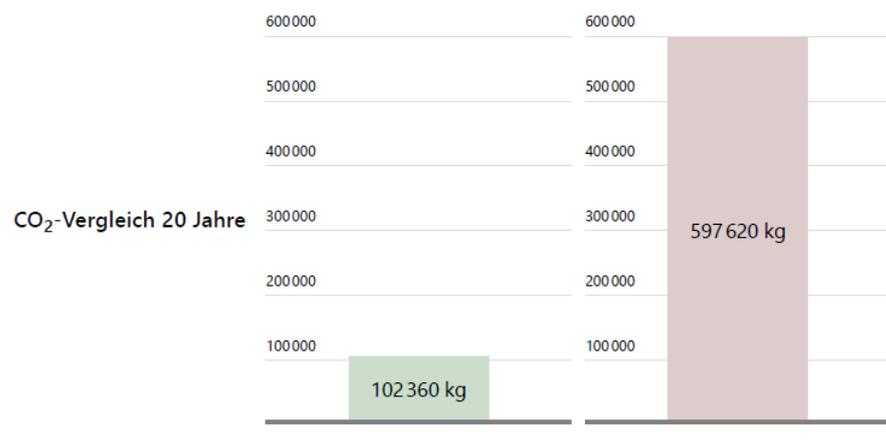
Ihren Energiebedarf ermitteln

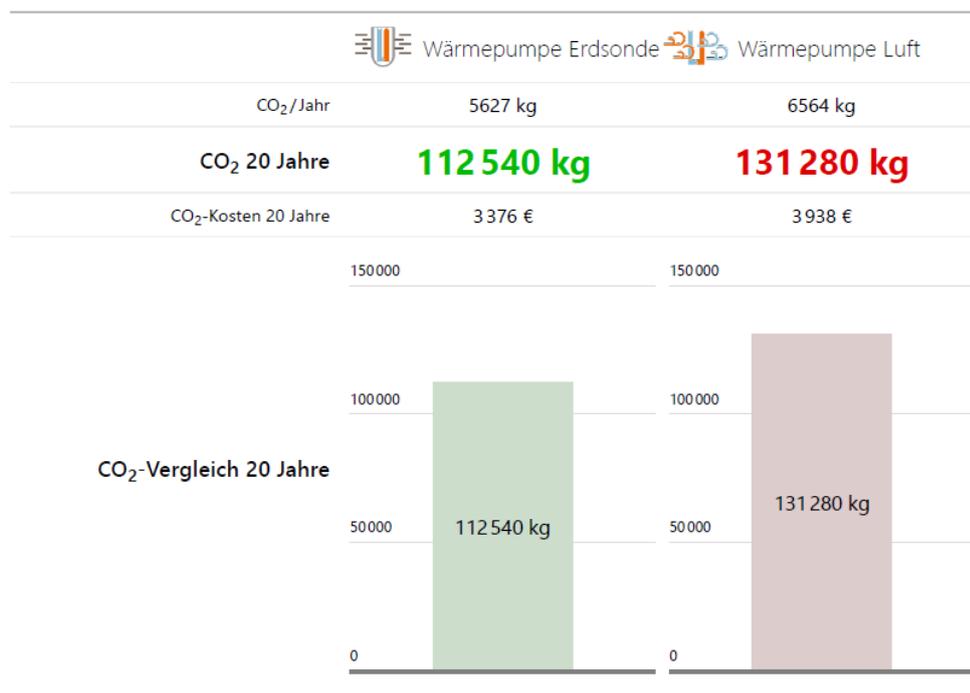
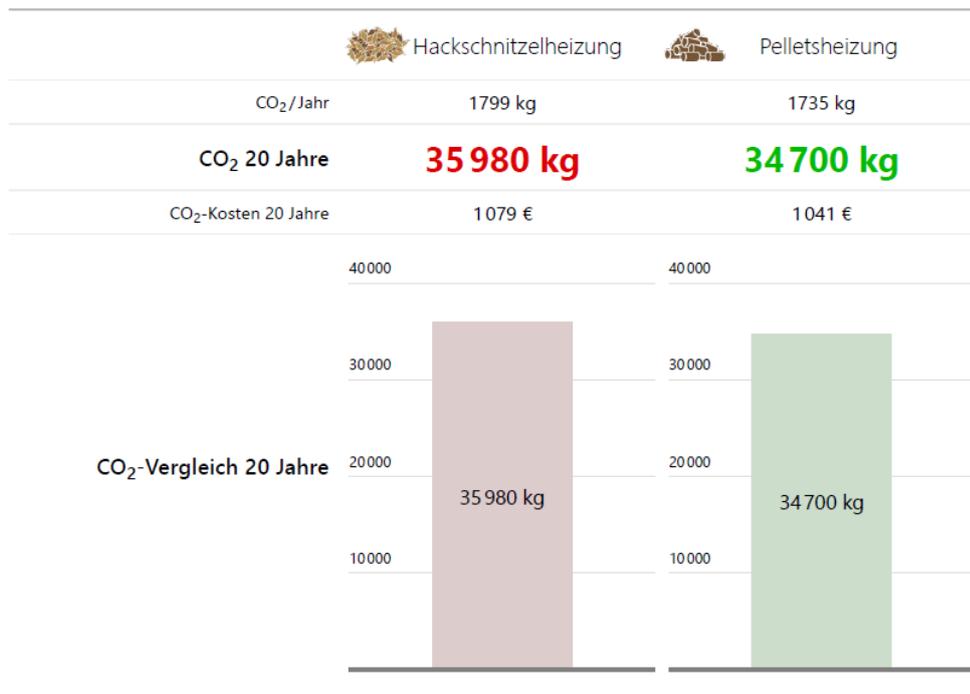
Wie viel Energie benötigt Ihr Haus? In diesem Schritt ermitteln Sie auf Basis Ihres Energieausweis oder ihrer bekannten Verbrauchszahlen den tatsächlichen Energiebedarf, den eine neue Heizung abdecken muss.

Bundesland	Vorarlberg	
Ihr Gebäude ist ein ...	Neubau in Planung	Bestandsgebäude
Berechnungsart	HWB Heizwärmebedarf ist bekannt	Verbrauch ist bekannt 7 6 5 4
Ihr Heizwärmebedarf	46	kWh/m ² Jahr (Ausweis)
Ihre Bruttogeschoßfläche	1187	m ² (Ausweis)
Anzahl Bewohner	18.5	Personen
Warmwasserbereitung	Immer mit Heizung Im Winter mit Heizung Nie mit Heizung	
Solaranlage	keine Warmwasser Warmwasser + Heiz. 15% Warmwasser + Heiz. 25%	

Heizgradtage	<input type="text" value="4148"/>	Kd
Norm-Aussentemperatur	<input type="text" value="-15"/>	°C
Wasser-Wärmebedarf	14 800 kWh / Jahr	
Heiz-Wärmebedarf	54 602 kWh / Jahr	
Heizleistung	<input type="text" value="30.3"/>	kW
Gesamt-Wärmebedarf wird mit folgenden Anlagen bereit gestellt	Heizanlage 69 402 kWh	Elektro-Zusatz + 0 kWh
		Solaranlage + 0 kWh
Gesamt-Wärmebedarf	69 402 kWh / Jahr	

	 Biomasse-Heizwerk	 Ölheizung
CO ₂ /Jahr	5118 kg	29881 kg
CO₂ 20 Jahre	102 360 kg	597 620 kg
CO ₂ -Kosten 20 Jahre	3071 €	17929 €





	 Wärmepumpe Grundwasser	 Stückholzheizung
CO ₂ /Jahr	5968 kg	1843 kg
CO₂ 20 Jahre	119360 kg	36860 kg
CO ₂ -Kosten 20 Jahre	3581 €	1106 €

