



Manuel Gschwandtner, BSc

**Bestandsanalyse und Erarbeitung  
eines Sanierungskonzeptes mittels  
hygrothermischer Detailuntersuchung  
am Beispiel eines historischen  
Bauernhauses**

**MASTERARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Bauingenieurwissenschaften – Konstruktiver Ingenieurbau

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

Betreuer:

Univ.-Prof. DDr. Peter Kautsch

Dipl.-Ing. Baumeister Johann Hafellner

Institut für Hochbau

Graz, im März 2020



## EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmitteln nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

## AFFIDAVIT

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all my material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.

30.03.2020

---

Datum/Date



---

Unterschrift/Signature



## Danksagung

Mein größter Dank gilt meinen Großeltern Aloisia und Cyriak Vierthaler, denen ich diese Diplomarbeit widmen möchte. Sie haben mich nicht nur finanziell während meiner Studienzeit unterstützt, sondern sind mir Zeit meines Lebens immer ein großes Vorbild gewesen.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinen Eltern Monika und Alois Gschwandtner bedanken, die mir nach Abschluss der HTL auch noch das Bauingenieurstudium ermöglicht haben.

Ein herzliches Dankeschön möchte ich Herrn Dipl.-Ing. Baumeister Johann Hafellner aussprechen, der sich bereiterklärt hat, die von mir vorgeschlagene Masterarbeit zu betreuen. Diese Aufgabe hat er mit großem Einsatz und herausragender fachlicher Kompetenz umgesetzt und war mir stets eine große Hilfe bei Fragen und Herausforderungen jeglicher Art.

Mein Dank gilt ebenfalls Herrn Univ.-Prof. DDr. Peter Kautsch. Die zahlreichen Vorlesungen, die ich bei ihm besuchen durfte, waren stets äußerst lehrreich und ließen mein Interesse an den Spezialdisziplinen Hochbau sowie Bauphysik wachsen.

Besonders bedanken möchte ich mich außerdem bei meinem langjährigen Freund Lukas Leitner, der mir während meines Masterstudiums in Graz ein zweites Zuhause gab und mit dem ich viele lustige Abende verbringen durfte.



## Kurzfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Bestandsanalyse und der Erstellung eines zum Gebäudetyp passenden Sanierungskonzeptes mit hygrothermischer Detailanalyse für ein historisches Bauernhaus.

Im Vorfeld wurden Bestandspläne erstellt. Die Zusammensetzung der einzelnen Bauteile konnte in einem weiteren Schritt mit Hilfe von Informationen seitens des Eigentümers und Begutachtung der Bausubstanz bestimmt werden. Aus den gesammelten Informationen wird mittels des Energieausweisprogrammes GEQ [1] ein erster Bestandsenergieausweis erstellt. Dieser dient zum Vergleich für drei weitere Bestandsenergieausweise, die auf der Grundlage von Referenzwerten aus der ÖNORM B8110-8 [12], dem Handbuch für Energieberater [28] sowie der OIB- Richtlinie 6/2015 [4] erstellt werden.

Auf Basis der in Kapitel 3 beschriebenen Bauteilzusammensetzung wird ein Sanierungskonzept entwickelt. Für einzelne Bauteile werden mögliche Varianten betrachtet, die auf ihre bautechnische Machbarkeit analysiert sowie nach wirtschaftlichen Aspekten miteinander verglichen werden. Die ausgearbeiteten Sanierungsmaßnahmen entsprechen den geltenden Ansprüchen der OIB-Richtlinie 6/2015 [4]. Zusätzlich wird für gewisse Bauteile eine zweite Variante mit verbessertem U-Wert angedacht, um bei einer Sanierung zu einem späteren Zeitpunkt die strenger werdenden Kriterien nach wie vor zu erfüllen.

Im Anschluss werden sechs spezifische Detailpunkte ausgewählt. Mit HTflux [2] werden zweidimensionale, hygrothermische Berechnungen des Bestandes einer oder mehreren Sanierungsvariante/n gegenübergestellt. Dabei werden alle Varianten auf die Einhaltung der Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat und des Auftretens von Kondensat im Bauteilinneren überprüft. Kommt es zum Auftreten von Kondensat bei einem sanierten Detailpunkt im Bauteilinneren, wird die Berechnung nach dem sogenannten Glaserverfahren über ein gesamtes Jahr weitergeführt und die Austrocknung nachgewiesen.

Im abschließenden Kapitel werden die gewonnenen Erkenntnisse aus den vorhergehenden Untersuchungen in zwei unterschiedlichen Sanierungsvarianten verarbeitet und anhand von Energieausweisen untereinander sowie mit dem Bestand verglichen.

**Schlagwörter:** Energieausweis, Bestandsanalyse, Detail, Bauphysik, Hygrothermisch, Sanierung



## Abstract

This thesis deals with the inventory analysis and the creation of a renovation concept suitable for the building style by means of a hygrothermal analysis for a historic Austrian farmhouse.

In advance, inventory plans were designed and the composition of the individual components could precisely be determined on the basis of on-site assessments and precise information of the owner. With the help of the energy certificate program GEQ [1], a first EPC (energy performance certificate) is created from the information collected. This procedure helps to compare three further EPCs, which are created on the basis of reference values from the Austrian normation standard and quality setting ÖNORM B8110-8 [12], the manual for energy consultants [28] and the OIB guideline 6/2015 [4].

A renovation concept is developed based on the building's inventory plans. Various options for single building components are considered and compared in respect of their technical feasibility as well as economic aspects. The renovation measures presented comply with the legal requirements of the OIB 6/2015 guideline [4]. In addition, a second option showing improved U-value (thermal transmittance value) was considered for certain building components in order to still meet the stricter criteria when renovating at a later date.

Subsequently, six specific detail points are selected. HTflux [2] is used to get two-dimensional, hygrothermal calculations for the current state of the building as well as for one or more renovation options. Each of these is checked for compliance regarding limit values to avoid the risk of mold or surface condensate and the occurrence of condensate interior building components. In case of this scenario, a calculation by means of method Glaser's method is extended over the entire year in order to verify the desiccating procedure.

In the concluding chapter, the know-how gained from above-analyzed investigations is used to create two different renovation options. These are compared to each other as well as to the current state of the building by means of EPCs expertise.

**Keywords:** energy performance certificate (EPC), inventory analysis, detail, construction physics, hygrothermal, renovation



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Motivation .....	1
1.2	Vorgehensweise .....	2
1.3	Zielsetzung .....	3
<b>2</b>	<b>Das Bauernhaus</b> .....	<b>4</b>
2.1	Objektbeschreibung.....	4
2.2	Durchgeführte Renovierungen (chronologisch).....	5
<b>3</b>	<b>Bauteilkatalog</b> .....	<b>7</b>
3.1	Bauteilübersicht .....	7
3.2	Erdberührte Wände .....	9
3.3	Außenwände.....	11
3.3.1	AW01: Natursteinmauerwerk 60cm.....	11
3.3.2	AW02: Natursteinmauerwerk 75cm.....	13
3.3.3	AW03: Holzblockwand Erdgeschoß.....	15
3.3.4	AW04: Holzblockwand Abstellraum .....	17
3.3.5	AW05: Holzblockwand Zimmer 1/2/3/4NW .....	19
3.3.6	AW06: Holzblockwand Gang Nord/West .....	21
3.3.7	AW07: Holzblockwand Gang Süd/Ost .....	23
3.3.8	AW08: Holzblockwand Zimmer 4NO/5.....	25
3.4	Erdberührte Fußböden .....	27
3.4.1	EK01: Keller.....	27
3.4.2	EB01: Bauernstube .....	29
3.4.3	EB02: Eingangsbereich.....	31
3.4.4	EB03: Bad .....	33
3.4.5	EB04: Küche.....	35
3.4.6	EB05: Kellerabgang .....	37
3.5	Geschoßdecken.....	39
3.5.1	KD01: Tramdecke zu unkontrolliertem Erdkeller.....	39
3.5.2	ZD01: Gewölbe Küche .....	41
3.5.3	ZD02: Tramdecke Eingangsbereich.....	43
3.5.4	ZD03: Tramdecke Bauernstube .....	45
3.5.5	ZD04: Tramdecke Holzlagerraum .....	47
3.5.6	ZD05: Tramdecke Kellerabgang .....	49
3.5.7	ZD06: Tramdecke Bad .....	51
3.5.8	AD01: Dippelbaumdecke Zimmer 1 .....	53
3.5.9	AD02: Dippelbaumdecke Zimmer 2/1 .....	55
3.5.10	AD03: Dippelbaumdecke Zimmer 2/2 .....	57
3.5.11	AD04: Dippelbaumdecke Zimmer 3 .....	59
3.5.12	AD05: Tramdecke Gang.....	61
3.5.13	AD06: Tramdecke Zimmer 4 .....	63
3.5.14	AD07: Dippelbaumdecke Abstellraum .....	65
3.5.15	AD08: Dippelbaumdecke Zimmer 5 .....	67
3.5.16	FD01: Rücksprung Obergeschoß.....	69
3.6	Fenster und Türen .....	70
3.6.1	TYP 1: Isolierglasfenster (2 Scheiben).....	70
3.6.2	TYP 2: Verbundfenster (2 Scheiben) .....	71
3.6.3	TYP 3: Holzrahmenfenster (2 Scheiben) .....	72
3.6.4	TYP 4: Holzrahmenfenster (Einzelscheibe) .....	73
3.6.5	TYP 5: Balkontüre (Verbundfenster) .....	74
3.6.6	Eingangstüren .....	74
<b>4</b>	<b>Bestandsenergieausweis</b> .....	<b>75</b>
4.1	Allgemeine Bestimmungen.....	75

4.2	Vorgehensweise beim Bestandsenergieausweisvergleich.....	75
4.3	Ermittlung der Default-Werte für den Bestandsenergieausweis .....	75
4.3.1	Referenzwerte nach Handbuch für Energieberater.....	76
4.3.2	Referenzwerte nach ÖNORM B8110-8.....	80
4.3.3	Kennwerte lt. OIB 6/2015 .....	84
4.4	Zusammenfassung der Default-Werte.....	85
4.5	Geometrie .....	87
4.6	Heizungssystem .....	87
4.7	Vergleich der Bestandsenergieausweis-Varianten.....	88
4.7.1	Vergleich der Anforderungen (Referenzklima).....	88
4.7.2	Vergleich des Wärme- und Energiebedarfs (Standortklima).....	91
4.8	Zusammenfassung der Bestandsenergieausweis-Vergleiche .....	100
<b>5</b>	<b>Sanierungskonzept.....</b>	<b>102</b>
5.1	Anforderungen .....	102
5.2	Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Qualität der Gebäudehülle.....	104
5.2.1	Allgemeines.....	104
5.2.2	Außenwände .....	106
5.2.2.1	Steinwände mittels Vollwärmeschutz.....	107
5.2.2.2	Steinwände mittels Aerogel- Dämmputz.....	109
5.2.2.3	Steinwände mittels Thermo-Putz.....	111
5.2.2.4	Holzblockwände mittels Mineralwolle .....	113
5.2.2.5	Holzblockwände mit Holzfaserdämmung.....	115
5.2.3	Fenster und Türen.....	117
5.2.4	Erdberührte Fußböden.....	119
5.2.5	Erdberührte Wände.....	120
5.2.6	Oberste Geschoßdecken .....	121
5.2.7	Kellerdecke.....	122
5.2.8	Übersicht der Sanierungsmaßnahmen .....	123
5.3	Zusammenfassung Sanierungskonzept .....	125
<b>6</b>	<b>Hygrothermische Detailanalyse .....</b>	<b>127</b>
6.1	Übersicht der Detailpunkte .....	127
6.2	Randbedingungen .....	128
6.3	Bauphysikalische Untersuchung von Detailpunkten .....	130
6.4	Balkonanschluss.....	134
6.4.1	B01: Bestand.....	134
6.4.2	B02: Sanierung.....	136
6.5	Anschluss Tramdecke .....	139
6.5.1	T01: Bestand.....	139
6.5.2	T02: Sanierung.....	141
6.6	Gewölbe.....	143
6.6.1	G01: Bestand.....	143
6.6.2	G02: Sanierung mit teilgedämmtem Dachraum.....	145
6.6.3	G03: Sanierung mit vollständig gedämmtem Dachraum.....	147
6.7	Anschluss erdberührter Fußboden.....	150
6.7.1	E01: Bestand.....	150
6.7.2	E02: Teilsanierung .....	152
6.7.3	E03: Sanierung.....	154
6.8	Anschluss Kellerdecke.....	156
6.8.1	K01: Bestand.....	156
6.8.2	K02: Sanierung mit vollständig gedämmter Kellerwand .....	158
6.8.3	K02: Sanierung mit teilgedämmter Kellerwand.....	160
6.9	Anschluss Dach.....	162
6.9.1	D01: Bestand.....	162
6.9.2	D02: Teilsanierung .....	164
6.9.3	D03: Dachanschluss saniert mit Zellulosedämmung .....	166
6.9.4	D04: Dachanschluss saniert Schnitt neben dem Sparren .....	168
6.10	Hygrothermische Detailanalyse mit gemessenen Klimadaten .....	170
6.10.1	Balkonanschluss mit gemessenen Klimadaten.....	171

6.10.2	<i>Tramdeckenanschluss mit gemessenen Klimadaten</i> .....	172
6.10.3	<i>Gewölbe mit gemessenen Klimadaten</i> .....	173
6.10.4	<i>Anschluss Kellerdecke mit gemessenen Klimadaten</i> .....	174
6.10.5	<i>Anschluss erdberührter Fußboden mit gemessenen Klimadaten</i> .....	175
6.10.6	<i>Vergleich Simulation zur Realität</i> .....	176
6.11	Zusammenfassung hygrothermische Detailanalyse.....	177
<b>7</b>	<b>Vergleich der Energieausweise "Bestand" zu "Sanierung" .....</b>	<b>181</b>
7.1	Allgemeines .....	181
7.2	Variante 1: Energieausweis mit sanierter Fassade .....	181
7.3	Variante 2: Energieausweis mit sämtlichen Maßnahmen des Sanierungskonzepts.....	184
7.4	Bauteilvergleich Variante 1 mit Variante 2 .....	187
7.5	Zusammenfassung Vergleich der Energieausweis-Varianten .....	189
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>190</b>
<b>9</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>192</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>193</b>
<b>11</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>197</b>
<b>12</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>204</b>
<b>13</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>205</b>



# 1 Einführung

## 1.1 Motivation

Die Altbausanierung bzw. das Bauen im Bestand nimmt in den letzten Jahren einen immer größeren Stellenwert im Baugeschehen ein. Da Grundstückspreise und Baukosten kontinuierlich steigen, werden bestehende Bauwerke vermehrt ausgebaut bzw. saniert. [38] Zudem haben sich die heutigen Ansprüche, die an ein Bauwerk gestellt werden, gegenüber den Anforderungen, die in den vergangenen Jahrzehnten Stand der Technik waren, auf vielen Gebieten stark verändert. Besonders im Bereich der Bauphysik gibt es bei großflächigen Sanierungsmaßnahmen strenge Mindestanforderungen an wärmeübertragende Bauteile, sowie Anforderungen an die Dichtheit, den Schutz vor sommerlicher Überwärmung, Kondensation u. ä. Diese Faktoren müssen in der Planung eines Sanierungsprojektes gut überlegt und sämtliche Mindestanforderungen eingehalten werden um den heute geltenden Standards zu entsprechen. [4]

Die geltenden Regelungen und die Ansprüche der Nutzer stellen die heutige Baubranche vor neue Herausforderungen, da oftmals keine Kennwerte über die bestehende Bausubstanz vorhanden sind und detaillierte Untersuchungen sehr aufwändig bzw. mit hohen Kosten verbunden wären. Daher ist jedes Objekt als Unikat zu betrachten und es fällt häufig schwer, pauschale Aussagen über Schichtdicken, Art und Qualität der verwendeten Materialien und deren Kombination zu treffen. Dies sind sehr spannende Themenbereiche, die das Baugeschehen besonders in den nächsten Jahrzehnten maßgeblich bestimmen werden.

In Zeiten des Klimawandels ist es ein erklärtes politisches Bestreben, möglichst nachhaltig zu Bauen oder zu Sanieren und ressourcenschonende Gebäudekonzepte zu entwickeln, die beispielsweise das spätere Recyclen von Baustoffen bereits vorausschauend mitdenken. [37] Um die Umwelt zu schonen ist sicherlich auch ein bedachter Einsatz von Ressourcen ein wichtiger Aspekt und begründet, warum bestehende Gebäude saniert werden sollten.

Abgesehen von den technischen und den umweltpolitischen Aspekten stehen vielen historische Gebäude unter Denkmalschutz. [39]

Österreich ist ein Tourismusland und wird nicht nur wegen seiner landschaftlichen Schönheit, sondern auch wegen seiner kulturellen Vielfalt von Gästen aus dem In- und Ausland sehr geschätzt. Zu den kulturellen Besonderheiten zählen sowohl bekannte Sehenswürdigkeiten, als auch regionaltypische Baustile, die unverkennbar zu einer Landschaft gehören.

Es ist auch ein gewisser Trend zu beobachten, dass sich immer mehr Personen beim Kauf einer Immobilie bewusst für Altbauten entscheiden, da diese durch ihre oftmals besondere Lage, Bauweise oder durch das Platzangebot einen "gewissen Charme" gegenüber einem Neubau haben. Hier entstehen bei großflächig angelegten Sanierungen vollkommen neue Wohnformen, die das Alte mit dem Modernen verbinden und somit dem Gebäude einen neuen, ganz speziellen Charakter verleihen. [40]

## 1.2 Vorgehensweise

Als Referenzobjekt wurde ein Bauernhaus im Salzburger Pongau gewählt. Im ersten Schritt wird das Objekt komplett vermessen um Bestandspläne zu erstellen. Diese Bestandspläne dienen als Grundlage für alle nachfolgenden Berechnungsschritte, wie der Erstellung verschiedener Bestandsenergieausweise, hygrothermischer Detailanalysen, etc.

Es wird mittels augenscheinlicher Begutachtung und mündlicher Aussagen des Besitzers versucht, die Zusammensetzung der verschiedenen Bauteile so genau wie möglich zu bestimmen. Das Wissen des Eigentümers um die Bausubstanz des Gebäudes ist hier sehr entscheidend, da keine zerstörenden Maßnahmen durchgeführt werden können, um Daten/Werte zu erhalten. Es kann jedoch von einer hohen Genauigkeit ausgegangen werden, da der Eigentümer einen Großteil der Renovierungen, die in den letzten 50 Jahren vorgenommen wurden, in Eigenregie durchgeführt hat.

In weiteren Schritten werden unter Zuhilfenahme von GEQ [1], einem Programm zur Erstellung von Energieausweisen, vier verschiedene Bestandsenergieausweise erstellt und miteinander verglichen. Als Grundlage für die Vergleiche dient der Bestandsenergieausweis auf Basis des vorhandenen Schichtaufbaus.

Die drei weiteren Bestandsenergieausweise werden auf Basis von Referenzwerten für vergleichbare Bauteilzusammensetzungen erstellt. Diese Referenzwerte werden dem Handbuch für Energieberater [28], der OIB 6/2015 [4] sowie der ÖNORM B8110-8 [12] entnommen.

Nach der Erstellung der Energieausweise wird ein Sanierungskonzept erarbeitet, um die Gebäudehülle thermisch zu verbessern und den Energieverlust sowie die dadurch entstehenden Heizkosten zu senken. Es werden verschiedene Maßnahmen betrachtet und miteinander verglichen.

Auf Basis des Sanierungskonzeptes werden Detailpunkte an exponierten Stellen hygrothermisch untersucht. Der Bestand und der sanierte Zustand jedes Detailpunktes werden miteinander verglichen. Dabei wird besonderes Augenmerk auf die Einhaltung der Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos zur Bildung von Schimmel, Oberflächenkondensat und Kondensat im Bauteilinneren gelegt.

Abschließend wird aus den Erkenntnissen des Sanierungskonzeptes und der hygrothermischen Detailanalyse ein neuer Energieausweis erstellt. Dieser wird im Anschluss mit dem Bestandsenergieausweis verglichen. Somit soll sich zeigen, welche Maßnahmen einen wirklich großen Effekt erzielen und wo eventuell noch Optimierungspotential vorhanden ist.

### **1.3 Zielsetzung**

Es soll gezeigt werden wie sinnvoll es ist, Referenzwerte aus entsprechender Literatur für die Erstellung von Bestandsenergieausweisen zu verwenden.

Bei der Ausarbeitung eines Sanierungskonzeptes für das betrachtete Objekt wird großer Wert darauf gelegt, die Grundsubstanz zu erhalten und den vorhandenen Stil bei der Erstellung der Maßnahmen einfließen zu lassen. Des Weiteren soll sich zeigen, welche Maßnahmen unter Rücksichtnahme des Arbeitsaufwands bzw. aus wirtschaftlicher Sicht zu wählen sind.

Bei der Detailanalyse soll ein Vergleich zwischen dem Bestand und einer sanierten Variante zeigen, welche Verbesserungen aufgrund der umgesetzten Maßnahmen zu erwarten sind und welche Veränderungen in Bezug auf Temperatur und Feuchte in den Bauteilen und an den Bauteiloberflächen stattfinden.

Zusammenfassend soll die vorliegende Masterarbeit einen Überblick geben, wie an ein solches Sanierungsobjekt herangegangen werden sollte und auf welche Kriterien besonders Acht zu geben ist.

## 2 Das Bauernhaus

### 2.1 Objektbeschreibung

Das Gebäude ist laut mündlicher Überlieferung eines der ältesten in Pöham, einem Ortsteil der Gemeinde Pfarrwerfen, und wurde ca. im 16. Jahrhundert erbaut. Die Erdgeschoßwände sind aus 60 bis 91 cm dicken Natursteinwänden errichtet worden. Das Obergeschoß wurde in der Holzblockbauweise aufgesetzt. Die Dicke der tragenden Holzelemente des Obergeschoßes beträgt ca. 15 cm. Über dem Obergeschoß wurde das Satteldach mit einem für diese Gebäudeart typischen *Glockturm* aufgesetzt. Auf der Rückseite des Gebäudes ist ein Kellerraum mit Gewölbe angebaut. Im Gebäude selbst befindet sich unter einem Raum ein kleiner, ebenso regionaltypischer Erdkeller.

In den letzten Jahrzehnten wurden sukzessive einige Renovierungen und Umbauten vorgenommen, z. B. die Erneuerung des Dachstuhls, Verlegung neuer Böden, Anbringung von Wandverkleidungen mit innenliegender Dämmung und der Austausch einzelner Fenstergruppen, um die größten baulichen Veränderungen aufzuzählen. Diese Maßnahmen wurden jedoch nicht ganzheitlich oder geschoßweise durchgeführt, sondern oftmals nur lokal. Durch diese Vorgehensweise ergibt sich eine sehr variierende Zusammensetzung der Gebäudehülle bzw. der einzelnen Bauteile.

Vor circa 15 Jahren wurde an der Rückseite des Bauernhauses ein landwirtschaftliches Gebäude direkt angebaut. Dieses wird als Garage für diverse landwirtschaftliche Geräte verwendet. Momentan ist das Objekt von den Besitzern als Ferienhaus ganzjährig vermietet. Es wird nur wenige Wochen im Jahr bewohnt und ist daher auch die meiste Zeit unbeheizt. Für die weitere Vorgehensweise wird nur das Bauernhaus betrachtet, das angebaute landwirtschaftliche Gebäude wird vernachlässigt.



Abbildung 1: Bauernhaus von außen

## 2.2 Durchgeführte Renovierungen (chronologisch)

- 1950 Einbau von hausinternen WC-Anlagen im Eingangsbereich des Bauernhauses sowie auf der südöstlichen Seite des Ganges im Obergeschoß.
- 1960 Herausreißen des in der Küche gelegenen Holzbodens aufgrund eines starken Hausschwammbefalles. Einbringen einer Betonplatte, um die Feuchtigkeitzufuhr vom Erdreich zu unterbinden. Darüber wurde wiederum ein Holzboden auf Polsterhölzern verlegt.
- 1966 Austausch der im Obergeschoß gelegenen Einscheibenfenster gegen die jetzt eingebauten Verbundfenster (2 Scheiben) in den im vorderen Bereich des Bauernhauses gelegenen Zimmern 1/2/3 (siehe Bestandspläne im Anhang). Diese Fenster wurden von einem ortsansässigen Tischler hergestellt und eingebaut.
- 1970 Herausreißen des Holzfußbodens im Eingangsbereich des Bauernhauses. Der Holzfußboden wurde durch eine Betonplatte mit Fliesenbelag ersetzt.
- 1975 Einbau neuer Haustüren. Diese wurden von einem ortsansässigen Tischler gefertigt und montiert.
- 1980 Einbau eines kleinen Badezimmers mit Dusche und Waschbecken im Gangbereich des Obergeschoßes. Zuvor gab eine eigene Waschküche auf der Rückseite des Hauses. Ein internes Bad wurde für die Vermietung des Hauses benötigt.
- 1985 Austausch der Einscheibenfenster in der Bauernstube durch Isolierglasfenster (2 Scheiben) der Marke Bayerwald.
- 1990 Austausch der Einscheibenfenster in der Küche durch Isolierglasfenster (2 Scheiben) der Marke Roto.
- 1995 Verlegung eines neuen Bodens in Zimmer 1, über dem Gewölbe der Küche. Die Hohlräume waren mit Bauschutt gefüllt. Dieser wurde entfernt und durch eine zementgebundene Schüttung aus Blähton ersetzt. Darüber wurde ein Estrich betoniert und ein Holzboden auf Polsterhölzern verlegt.
- 1997 Über der Tramdecke der Bauernstube wurde auf dem vorhandenen Holzboden ein Estrich betoniert und ein neuer Holzboden verlegt. Dies diente hauptsächlich dem Niveaueausgleich zur Gangebene im Obergeschoß.
- 2000 Anbringen einer Innendämmung auf den verputzten Holzblockwänden in den Zimmern 1/2/3/4 im Obergeschoß.

- 2005 Erneuerung des Dachstuhls mit Dämmen der obersten Geschößdecken. Hier wurde eine 16 cm dicke Tramlage eingezogen, die auf den Außenwänden aufgelegt wurde. Zwischen den Balken wurde mit Mineralwolle gedämmt. Als oberste Schicht wurde eine 4 cm dicke Brandschutzschalung angebracht.
- 2007 Austausch der Fenster in den Zimmern 4 und 5 sowie auf der nordwestlich gelegenen Seite des Hausgangs im Obergeschoß. Die vorhandenen Fenster wurden durch Isolierglasfenster (2 Scheiben) ersetzt. Diese Fenster wurden bei der Renovierung eines anderen Gebäudes ausgebaut und hier wiederverwendet.
- 2008 Anbau der Traktorgarage an die Hinterseite des Bauernhauses. Abriss der sogenannten "Schnitzhütte". Diese befand sich genau über dem Gewölbe des Kartoffelkellers. Über dem Gewölbe wurde eine Betonplatte betoniert. Die Decken der Traktorgarage wurden zum Teil auf das Natursteinmauerwerk des Bauernhauses aufgelegt.
- 2010 Umfunktionierung der im Erdgeschoß gelegenen Waschküche zu einem Badezimmer. Der alte Holzfußboden wurde entfernt und gegen eine gedämmte Betonplatte gegen eine integrierte, elektrisch betriebene Fußbodenheizung ausgetauscht. Zudem wurde die Tramdecke zum Obergeschoß mit Mineralwolle gedämmt und eine neue Untersicht mit einer gehobelten Holzschalung hergestellt. Eine Zwischenwand wurde eingezogen, um die vorhandenen Haushaltsgeräte ebenfalls unterzubringen. Die vorhandenen Fenster wurden gegen ein Isolierglasfenster (2 Scheiben) getauscht. Diese Fenster wurden bei der Renovierung eines anderen Gebäudes ausgebaut und hier wiederverwendet.
- 2013 Dämmen der Tramdecke über dem Gangbereich des Obergeschoßes zum Dachraum. Zwischen den Balken wurde eine Mineralwollendämmung eingebracht und anschließend eine neue Untersicht mit einer gehobelten Holzschalung hergestellt. Im Zuge dieser Maßnahme wurde die nordwestlich gelegene Wand des Ganges ebenfalls gedämmt und verschalt.

### 3 Bauteilkatalog

Da keine zerstörenden Maßnahmen angewendet werden sollten, wurden die vorhandenen Bauteile des betrachteten Bauernhauses durch augenscheinliche Begutachtung und durch Rücksprache mit dem Eigentümer des Objektes eruiert. Dennoch können die Bauteile in ihrer Zusammensetzung sehr gut bestimmt werden, da der Besitzer bei den meisten Umbauten, die in den letzten 50 Jahren vorgenommen wurden, dabei war und diese zum größten Teil sogar selbst durchgeführt hat. Es wurde mit Hilfe der vorhandenen Datenbanken des Programmes GEQ [1] und der ÖNORM B8110-7 [11] alle Materialkennwerte für die entsprechenden Bauteilschichten bestimmt. Zusätzlich wurden für die einzelnen Bauteile die Temperatur und die Diffusionsverläufe für den kritischen Monat Jänner dargestellt. Die angegebenen Verläufe beziehen sich auf ein standortbezogenes Normklima nach ÖNORM B8110-2 [7] mit einer Innentemperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte von 60,80 %. Die normierte Außentemperatur beträgt 4,2 °C, bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 80 %. Da das Objekt nur wenige Wochen im Jahr genutzt und daher die meiste Zeit unbeheizt ist, stellt sich ein anderes Klima ein. Die tatsächlich vorhandenen Bedingungen wurden mittels zweier Datenlogger über den Zeitraum einer Woche im Monat Februar gemessen. Die entsprechende grafische Auswertung ist im Anhang zu finden. Für das Erdgeschoß hat sich eine durchschnittliche Raumtemperatur von 3,84 °C sowie eine durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit von 75,4 % ergeben. Für das Obergeschoß sind die Werte sehr ähnlich, hier wurde eine durchschnittliche Raumtemperatur von 3,04 °C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 74,8 % gemessen.

#### 3.1 Bauteilübersicht

##### Erdberührte Wände

- EW01 Kellerwände

##### Außenwände

- AW01 Natursteinmauerwerk 60cm
- AW02 Natursteinmauerwerk 72cm
- AW03 Holzblockwand Erdgeschoß
- AW04 Holzblockwand Abstellraum
- AW05 Holzblockwand Zimmer 1/2/3/4NW
- AW06 Holzblockwand Gang Süd/Ost
- AW07 Holzblockwand Gang Nord/West
- AW08 Holzblockwand Zimmer 4NO/5

### **Erdberührte Fußböden**

- EB01 Bauernstube
- EB02 Eingangsbereich
- EB03 Bad
- EB04 Küche
- EB05 Kellerabgang
- EK01 Keller

### **Zwischendecken**

- KD01 Tramdecke Erdkeller
- ZD01 Gewölbe Küche
- ZD02 Tramdecke Gang
- ZD03 Tramdecke Bauernstube
- ZD04 Tramdecke Holzlagerraum
- ZD05 Tramdecke Kellerabgang
- ZD06 Tramdecke Bad

### **Außendecken**

- AD01 Dippelbaumdecke Zimmer 1
- AD02 Dippelbaumdecke Zimmer 2/1
- AD03 Dippelbaumdecke Zimmer 2/2
- AD04 Dippelbaumdecke Zimmer 3
- AD05 Tramdecke Gang
- AD06 Dippelbaumdecke Zimmer 4
- AD07 Dippelbaumdecke Abstellraum
- AD08 Dippelbaumdecke Zimmer 5
- FD01 Rücksprung Obergeschoß

### **Fenster**

- TYP1 Zweischeiben-Isolierverglasung mit Holzrahmen
- TYP2 Zweischeiben-Verbundglasfenster mit Holzrahmen
- TYP3 Zweischeiben-Verbundglasfenstertür mit Holzrahmen
- TYP4 Zweischeiben-Fenster mit Holzrahmen
- TYP5 Einscheiben-Fenster mit Holzrahmen

## 3.2 Erdberührte Wände

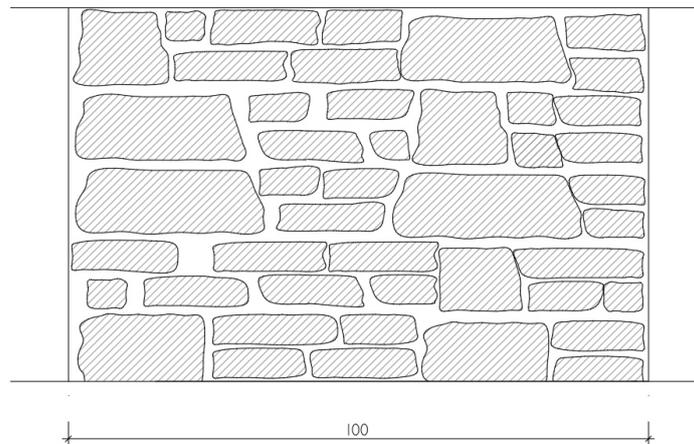


Abbildung 2: EW01 Aufbau

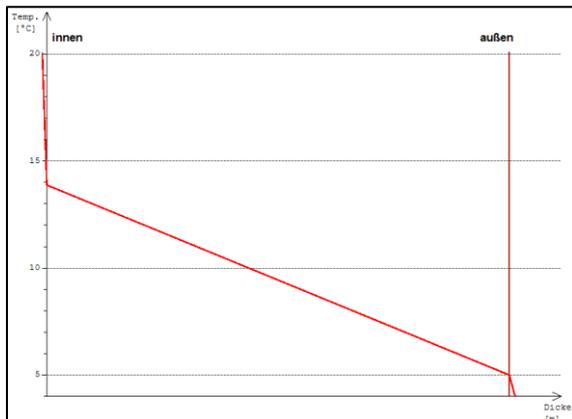


Abbildung 3: EW01 Temperatur

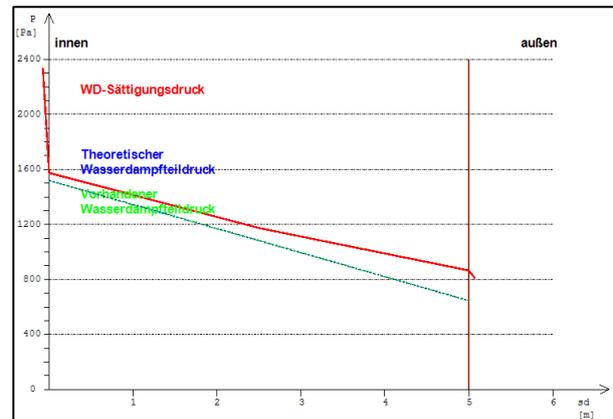


Abbildung 4: EW01 Diffusion

Die Kellerwände und auch die Wände des Erdgeschoßes wurden aus Naturstein errichtet. Da sich das betrachtete Bauernhaus am Fuße des Tennengebirges befindet, ist es naheliegend, dass bei der Errichtung der Natursteinwände Material aus der direkten Umgebung verwendet wurde. Im vorliegenden Fall handelt es sich daher größtenteils um regionaltypischen Kalkstein.

Die Mächtigkeit der Fundamentwände konnte ohne zerstörende Maßnahmen nicht ermittelt werden. Es hat sich beim Erstellen der Bestandspläne des Gebäudes nur ergeben, dass die Wanddicke im Kellerbereich gegenüber der im Obergeschoß befindlichen Natursteinmauer zum Innenraum hin zunimmt. Es wurde für die Kellerwände (Fundamentwände) daher eine Bauteildicke von 100 cm gewählt. Auch die Unterkante des Fundaments kann nur abgeschätzt werden.

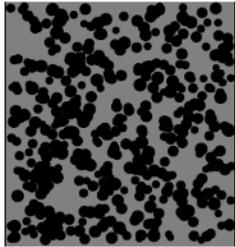
Bauteilbezeichnung: <b>EW01 Kellerwände (erdanliegende Wand)</b>							
Bauteiltyp: bestehend <b>erdanliegende Wand</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> 2,05 [W/m²K]							
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>							
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>R=d/λ</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Natursteinmauerwerk (Kalkstein)	1,000	5	2,800	0,357	2.750	2.750,0
	Bauteildicke [m]	<b>1,000</b>					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						2.750,0
	Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$				0,130	[m²K/W]	
	Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$				0,487	[m²K/W]	
	<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> $U = 1 / R_T$				<b>2,05</b>	<b>[W/m²K]</b>	

Abbildung 5: EW01 Materialkennwerte

Der Diffusionswiderstand wurde nach ÖNORM B8110-7 [11] für feuchtes Mauerwerk ausgewählt. Die Wärmeleitfähigkeit wurde vom Programm GEQ [1] mit 2,8W/mK angegeben. Die ÖNORM B8110-7 [11] gibt für die Wärmeleitfähigkeit bessere Werte an. Aufgrund der unbekanntem Zusammensetzung und der gegebenen Durchfeuchtung wurde der Wert laut GEQ [1] mit 2,8W/mK gewählt, um auf der sicheren Seite zu liegen.

Im kritischen Monat Jänner wird Schimmel erwartet, denn die Temperatur liegt bei 13,78 °C, der Grenzwert von 14,09 °C wird unterschritten. Der Grenzwert zur Vermeidung von Oberflächenkondensat wird eingehalten. Es ist somit nicht mit Oberflächenkondensat zu rechnen.

### 3.3 Außenwände

Im Erdgeschoß des Bauernhauses wurden die Wände zum größten Teil aus Natursteinen errichtet. Auffällig ist hier, dass die einzelnen Wände unterschiedliche Dicken aufweisen. Dies liegt zum einen sicherlich statischen Überlegungen zugrunde, da sich über dem Küchenteil ein Gewölbe befindet und die massiven Außenwände den gesamten Gewölbeschub aufnehmen müssen. Zum anderen könnte dies auch darauf schließen lassen, dass gewisse Bereiche des Gebäudes zu einem späteren Zeitpunkt hinzugekommen sind. Die Wände des Obergeschoßes wurden in Holzblockbauweise errichtet. Die Dicke der Holzblockwände variiert zwischen 14,5 und 15,5 cm und wird im Mittel mit 15 cm angenommen. Auf den Wandinnenseiten wurden nachträglich verschiedene Bepankungen angebracht. Die Zusammensetzung der einzelnen Außenwände wird in den nachfolgenden Punkten genauer beschrieben.

#### 3.3.1 AW01: Natursteinmauerwerk 60cm

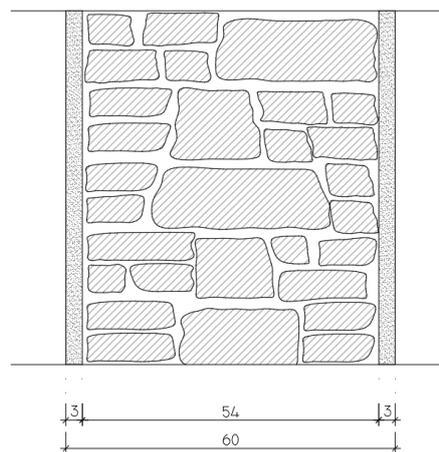


Abbildung 6: AW01 Aufbau

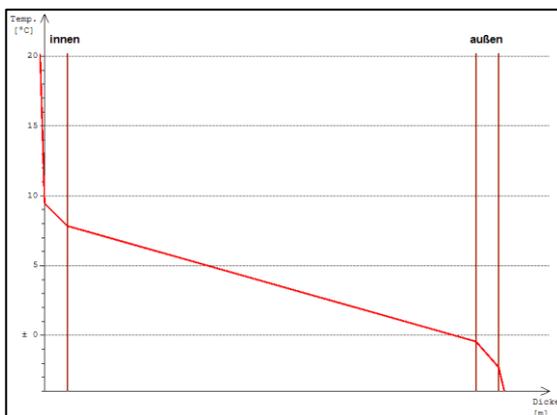


Abbildung 7: AW01 Temperatur

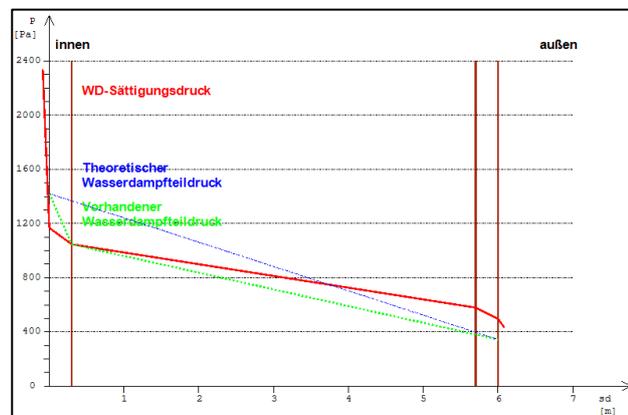


Abbildung 8: AW01 Diffusion

Es wurde bei den Außenwänden aus Naturstein zwischen zwei verschiedenen Bauteildicken differenziert. Die Natursteinmauer mit einer Dicke von 60 cm befindet sich einerseits auf der südwestlichen sowie auf der südöstlichen Seite (Außenwand Bauernstube/ Küche) des Gebäudes. Auch auf der Gebäuderückseite in nordöstlicher Himmelsrichtung bildet eine solche Wand den Übergang zur anschließenden Traktorgarage.

Auf dem Kalksteinmauerwerk befindet sich innen und außen eine Schicht aus Kalkputz. Für den Außen- bzw. Innenputz wurde von einer mittleren Dicke von 3 cm ausgegangen.

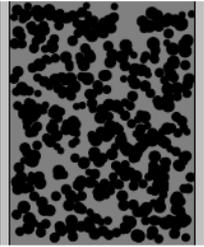
Bauteilbezeichnung: <b>AW01 Natursteinmauerwerk 60cm (Außenwand)</b>							
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>2,26 [W/m²K]</b>							
M 1 : 20							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Kalkputz (innen)	0,030	10	0,800	0,038	1.400	42,0
2	Natursteinmauerwerk (Kalkstein)	0,540	10	2,800	0,193	2.750	1.485,0
3	Kalkputz (außen)	0,030	10	0,700	0,043	1.400	42,0
Bauteildicke [m]		<b>0,600</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							1.569,0
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	0,444	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					$U = 1 / R_T$	<b>2,26</b>	<b>[W/m²K]</b>

Abbildung 9: AW01 Materialkennwerte

Der Diffusionswiderstand wurde nach ÖNORM B8110-7 [11] für trockenes Mauerwerk bzw. trockene Putzschichten ausgewählt. Die Wärmeleitfähigkeit wurde vom Programm GEQ [1] mit 2,8W/mK für Kalksteinmauerwerk angegeben. Die ÖNORM B8110-7 [11] gibt bessere Werte an. Aufgrund der unbekanntem Zusammensetzung des Mauerwerks wird dieser Wert gewählt, um auf der sicheren Seite zu liegen.

Im kritischen Monat Jänner wird Schimmel als auch Oberflächenkondensat erwartet, weil die Oberflächentemperatur bei 9,26 °C liegt. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 12,87 °C, für Oberflächenkondensat bei 12,21 °C

Im Bauteil selbst kommt es ebenfalls zur Bildung von Kondensat, dies kann allerdings im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Das anfallende Kondensat ist laut den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2 [7] zu hoch.

### 3.3.2 AW02: Natursteinmauerwerk 75cm

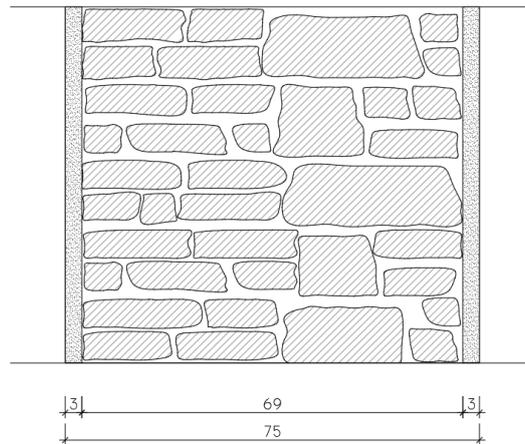


Abbildung 10: AW02 Aufbau

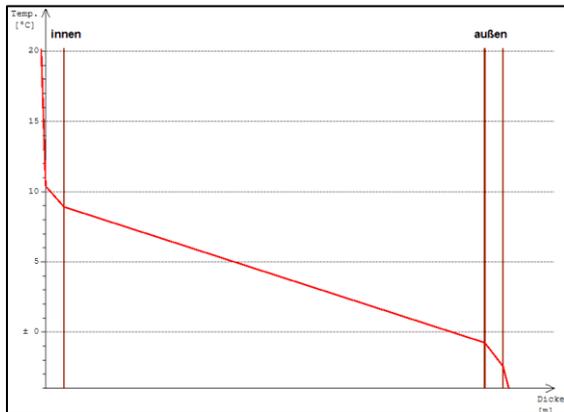


Abbildung 11: AW02 Temperatur

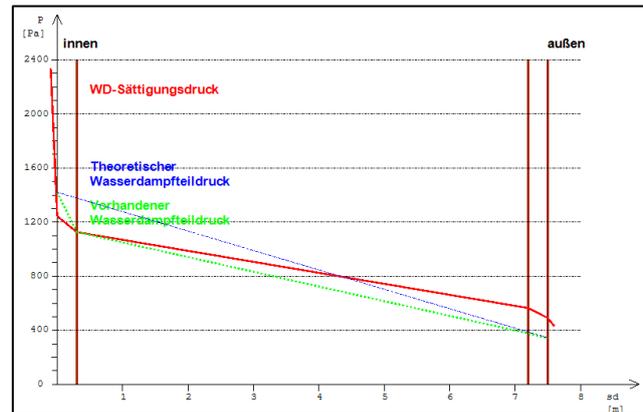
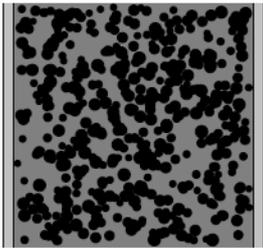


Abbildung 12: AW03 Diffusion

Es wurde im Erdgeschoß bei den Außenwänden aus Naturstein zwischen zwei verschiedenen Bauteildicken differenziert. Die Natursteinwände mit einer Dicke von 75 cm befinden sich einerseits auf der nordwestlichen Seite des Bauernhauses im Bereich der Küche. In den Eckpunkten der Küche wurde das Mauerwerk nochmals um ca. 15 cm zur inneren Seite verstärkt, um in diesen Bereichen die Horizontalkräfte des aufgesetzten Gewölbes abtragen zu können. Für die weiteren Betrachtungen des Steinmauerwerks im Bereich der Küche wurde jedoch mit der minimalsten Wanddicke von 75 cm gerechnet, da diese auf die Gesamtlänge der Wand gesehen den größten Anteil darstellt und diese Differenz aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Materials nur einen minimalen Unterschied des U-Wertes im Energieausweis ergibt.

Auf der südöstlichen Seite des Gebäudes im Bereich des Holzlagerraumes, befindet sich ebenfalls ein Mauerabschnitt mit einer Dicke von ca. 75 cm. Auf dem Kalksteinmauerwerk befindet sich auf der Innen- und Außenseite eine Schicht aus Kalkputz. Hier wurde wiederum von einer mittleren Dicke, genauer von 3 cm je Putzschicht, ausgegangen.

Bauteilbezeichnung: <b>AW02 Natursteinmauerwerk 75cm (Außenwand)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            2,01 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Kalkputz (innen)	0,030	10	0,800	0,038	1.400	42,0
2	Natursteinmauerwerk (Kalkstein)	0,690	10	2,800	0,246	2.750	1.897,5
3	Kalkputz (außen)	0,030	10	0,700	0,043	1.400	42,0
Bauteildicke [m]		<b>0,750</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							1.981,5
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,170	[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					0,497	[m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient <math>U = 1 / R_T</math></b>					<b>2,01</b>	<b>[W/m²K]</b>	

Abbildung 13: AW02 Materialkennwerte

Der Diffusionswiderstand wurde nach ÖNORM B8110-7 [11] für trockenes Mauerwerk bzw. trockene Putzschichten ausgewählt. Die Wärmeleitfähigkeit wurde vom Programm GEQ [1] mit 2,8W/mK für Kalksteinmauerwerk angegeben. Die ÖNORM B8110-7 [11] gibt bessere Werte an. Aufgrund der unbekanntens Zusammensetzung des Mauerwerks wird dieser Wert gewählt, um auf der sicheren Seite zu liegen.

Im kritischen Monat Jänner wird Schimmel als auch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 10,19 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 12,87 °C, für Oberflächenkondensat bei 12,21 °C.

Im Bauteil selbst kommt es ebenfalls zur Bildung von Kondensat, dies kann im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Das anfallende Kondensat ist allerdings laut den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2 [7] zu hoch.

### 3.3.3 AW03: Holzblockwand Erdgeschoß

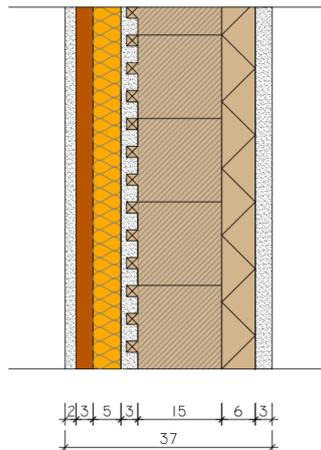


Abbildung 14: AW03 Aufbau

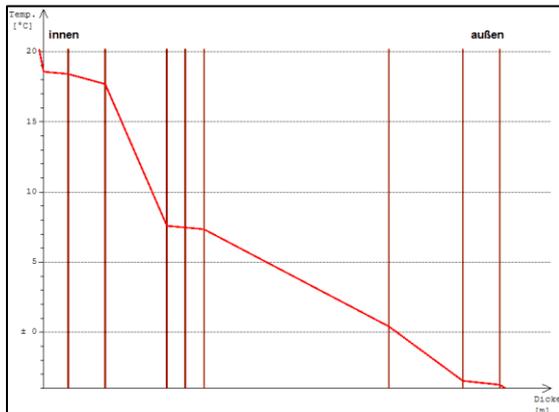


Abbildung 15: AW03 Temperatur

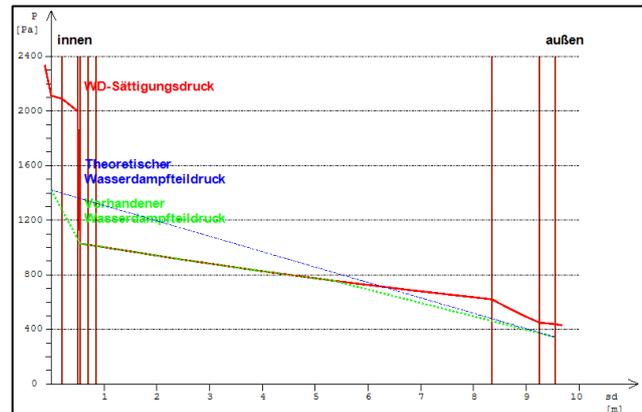


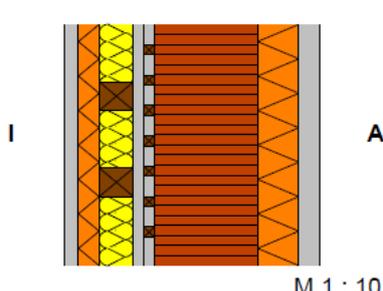
Abbildung 16: AW03 Diffusion

Auf der nordwestlichen Seite des Erdgeschoßes befindet sich im Bereich des Badezimmers eine Außenwand, die nicht aus Natursteinen besteht, sondern die in Holzblockbauweise errichtet wurde. Der Holzblockkern wurde auf der Außenseite mit Heraklitplatten beplankt und mit einer ca. 3 cm dicken Schicht Kalkputz versehen.

Die verputzte Holzblockwand ist von außen von den Steinwänden nicht zu unterscheiden.

Auf der Innenseite der Wand wurde im Bereich des Badezimmers ebenfalls Kalkputz aufgebracht. Als Putzträger dienen hier feine Holzlatten mit einem Querschnitt von 1,5 x 1,5 cm. Diese wurden mit einem Abstand von ca. 5 cm auf die gesamte Fläche der Wand aufgenagelt. Die Gesamtdicke des Putzes inklusive der Putzträgerlattung wurde mit 3 cm angenommen.

Im Zuge der Sanierung des Badezimmers wurden eine Innendämmung aus Mineralwolle mit einer Dicke von 5 cm, sowie Putzträgerplatten aus Holzwole mit einem Kern aus Dämmschaum und eine 3 cm dicke Kalkputzschicht hinzugefügt.

Bauteilbezeichnung: <b>AW03 Holzblockwand Erdgeschoß (Außenwand)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,30 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung								
	Baustoffschichten	d	$\mu$	$\lambda$	Anteil	$\rho$	$\rho \cdot d$	
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	Kalkputz (innen)	0,020	10	0,800		1.400	28,0	
2	Heralan E-03 (Gipsfaserplatte)	0,030	10	0,270		1.180	35,4	
3	1.402.04 Holz dazw. ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz	0,050	50	0,150	8,3	600	2,5	
			1	0,032	91,7	25	1,1	
5	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0	
6	Lattung dazw. Kalkputz (innen)	0,015	50	0,120	30,0	475	2,1	
			10	0,800	70,0	1.400	14,7	
8	Holzblock (1.402.02 Holz)	0,150	50	0,140		500	75,0	
9	Heraklith-EPV	0,060	15	0,100		450	27,0	
10	Kalkputz (außen)	0,030	10	0,700		1.400	42,0	
Bauteildicke [m]		<b>0,370</b>						
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							248,9	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)								
1.402.04 Holz:	Achsabstand [m]:	0,600	Breite [m]:	0,050	$R_{si} + R_{se} =$			0,170
Lattung:	Achsabstand [m]:	0,050	Breite [m]:	0,015				
Oberer Grenzwert:	$R_{To} =$	3,5034	Unterer Grenzwert:	$R_{Tu} =$	3,2595	$R_T =$		3,3815 [m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>		<b>0,30 [W/m²K]</b>

Abbildung 17: AW03 Materialkennwerte

Für den kritischen Monat Juli wird weder das Auftreten von Schimmel noch das Auftreten von Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,66 °C

Im Bauteil selbst kommt es zur Bildung von Kondensat, dies kann im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Das anfallende Kondensat ist nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2 [7] zu hoch.

### 3.3.4 AW04: Holzblockwand Abstellraum

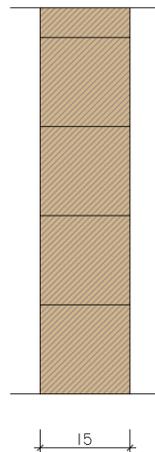


Abbildung 18: AW04 Aufbau

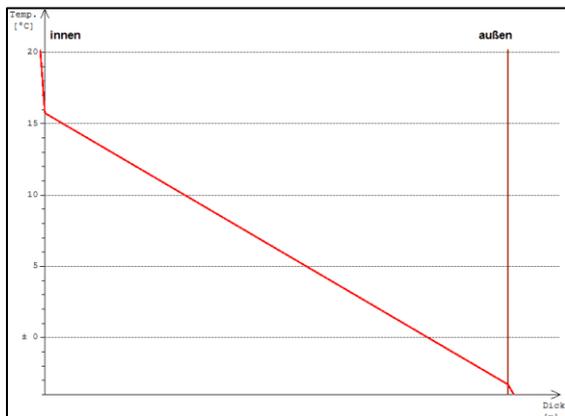


Abbildung 19: AW04 Temperatur

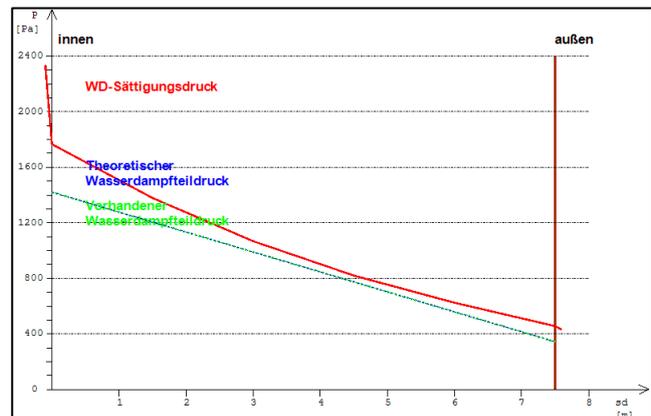


Abbildung 20: AW04 Diffusion

Das Obergeschoß wurde in Holzblockbauweise errichtet. Die tragenden Elemente bilden zugleich die äußerste Schicht des Wandbauteils. Die Dicke der einzelnen Balken beträgt zwischen 14,5 und 15,5 cm und wird im Mittel mit 15 cm angenommen.

Der Abstellraum ist das einzige Zimmer, in dem keine Wand- bzw. Deckenverkleidungen auf den tragen Elementen angebracht wurden. Lediglich ein weißer Anstrich wurde an der Innenseite der Holzblockwand aufgetragen.

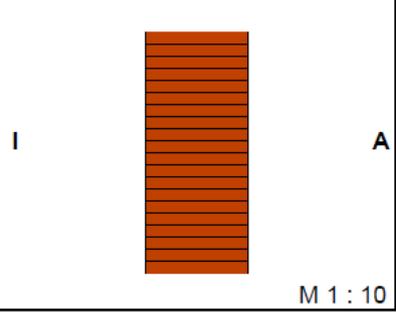
Bauteilbezeichnung: <b>AW04 Holzblockwand Obergeschoß Abstellraum (Außenwand)</b>								
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>								
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,81 [W/m²K]</b>								
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>								
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>R=d/λ</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>	
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	Holzblock (1.402.02 Holz)	0,150	50	0,140	1,071	500	75,0	
	Bauteildicke [m]	<b>0,150</b>						
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							75,0
	Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$				0,170	[m²K/W]		
	Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$				1,241	[m²K/W]		
	<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> $U = 1 / R_T$				<b>0,81</b>	<b>[W/m²K]</b>		

Abbildung 21: AW04 Materialkennwerte

Für das Auftreten von Schimmel ist der kritische Monat der Juli. Hier beträgt die Grenztemperatur 17,28 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,80 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Schimmel erwartet.

Für das Auftreten von Oberflächenkondensat ist der kritische Monat der Februar. Hier beträgt die Grenztemperatur 12,66 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 15,90 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Oberflächenkondensat erwartet.

Im Bauteil kommt es nicht zur Bildung von Kondensat.

### 3.3.5 AW05: Holzblockwand Zimmer 1/2/3/4NW

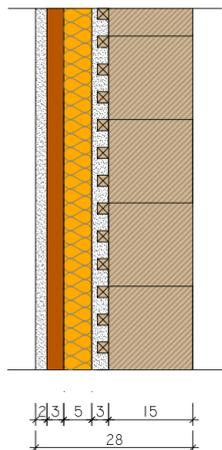


Abbildung 22: AW05 Aufbau

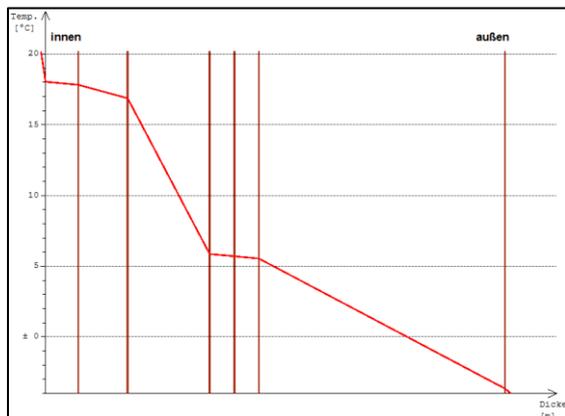


Abbildung 23: AW05 Temperatur

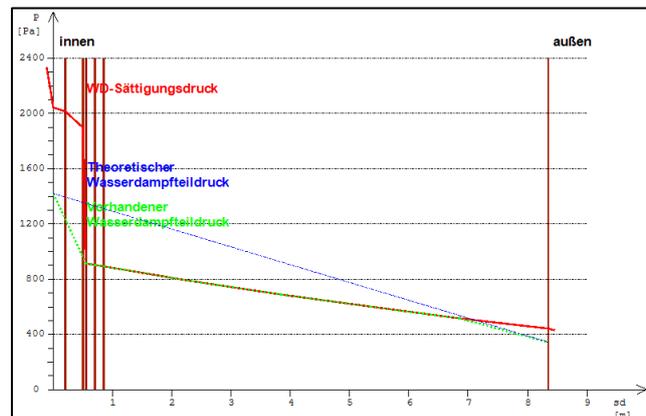


Abbildung 24: AW05 Diffusion

Die Dicke der einzelnen Balken beträgt zwischen 14,5 und 15,5 cm und wird im Mittel mit 15 cm angenommen.

Die Wandinnenseite wurde mit einer Schicht aus Kalkputz versehen, als Putzträger wurden feine Latten mit einer Dimension von 1,5 x 1,5 cm verwendet. Die Latten wurden in einem Abstand von ca. 5 cm über die gesamte Fläche der Wand genagelt. Die Gesamtdicke des Putzes und der Putzträgerlattung wurde mit 3 cm angenommen.

Vor ungefähr 20 Jahren wurden im Zuge von Sanierungsarbeiten eine Innendämmung aus Mineralwolle mit einer Dicke von 5 cm, Putzträgerplatten aus Holzwolle mit einem Kern aus Isolierschaum und eine 3 cm Kalkputzschicht hinzugefügt.

Bauteilbezeichnung: <b>AW05 Holzblockwand Obergesschoß Zimmer 1/2/3/4NW (Außenwand)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,39 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Kalkputz (innen)	0,020	10	0,800		1.400	28,0
2	Heralan E-03 (Gipsfaserplatte)	0,030	10	0,270		1.180	35,4
3	Lattung dazw.	0,050	50	0,120	8,3	475	2,0
	ISOVER ULTIMATE Trennwandfilz 040 8		1	0,039	91,7	16	0,7
5	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0
6	1.402.04 Holz dazw.	0,015	50	0,150	30,0	600	2,7
	Kalkputz (innen)		10	0,800	70,0	1.400	14,7
8	Holzblock (1.402.02 Holz)	0,150	50	0,140		500	75,0
Bauteildicke [m]		<b>0,280</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						<b>179,5</b>	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Lattung:		Achsabstand [m]: 0,600	Breite [m]: 0,050	$R_{si} + R_{se} = 0,170$			
1.402.04 Holz:		Achsabstand [m]: 0,050	Breite [m]: 0,015				
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 2,6191$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 2,5140$		$R_T = 2,5666$ [m²K/W]			
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>				$U = 1 / R_T$		<b>0,39 [W/m²K]</b>	

Abbildung 25: AW05 Materialkennwerte

Für das Auftreten von Schimmel, ist der kritische Monat der Juli. Hier beträgt die Grenztemperatur 17,28 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,80 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Schimmel erwartet.

Für das Auftreten von Oberflächenkondensat ist der kritische Monat der November. Hier beträgt die Grenztemperatur 13,22 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 18,32 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Oberflächenkondensat erwartet.

Aufgrund der Innendämmung kommt es zu einem zu raschen Abkühlen des diffundierenden Wasserdampfes im Bauteil. Somit kommt es zur Bildung von Kondensat, das im Laufe des Jahres nicht austrocknen kann. Es bleibt ein Restkondensat 864,7 g/m² pro Jahr übrig. Dies ist besonders für die Holzbauteile fatal und führt auf Dauer zur Zerstörung des Bauteils.

### 3.3.6 AW06: Holzblockwand Gang Nord/West

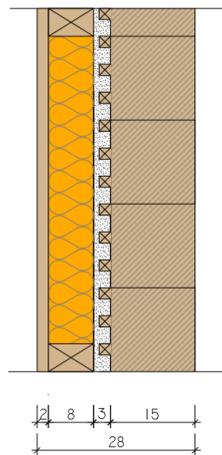


Abbildung 26: AW06 Aufbau

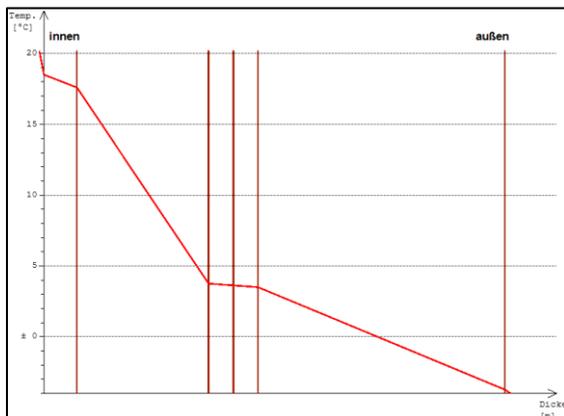


Abbildung 27: AW06 Temperatur

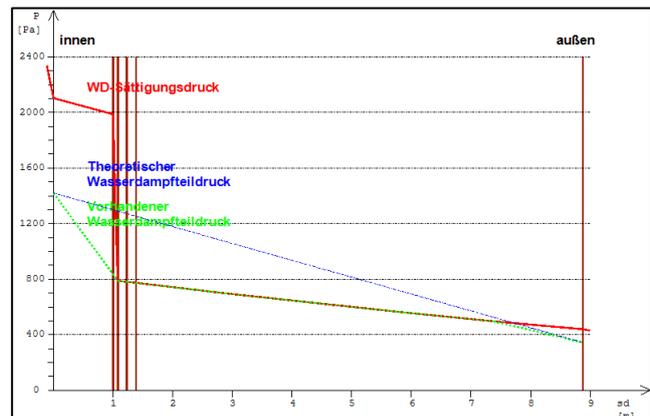
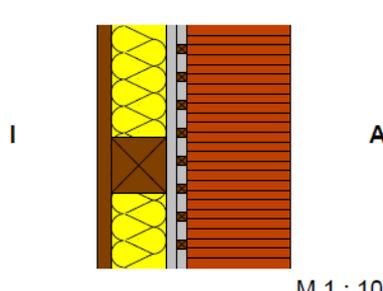


Abbildung 28: AW06 Diffusion

Die Dicke der einzelnen Holzelemente beträgt zwischen 14,5 und 15,5 cm und wird im Mittel mit 15 cm angenommen.

Auf der Wandinnenseite wurde hier ebenfalls eine Schicht aus Kalkputz aufgebracht. Als Putzträger wurden feine Latten mit einer Dimension von 1,5 x 1,5 cm verwendet. Diese wurden in einem Abstand von ca. 5 cm über die gesamte Fläche der Wand genagelt. Die Gesamtdicke des Putzes mit der Putzträgerlattung wurde mit 3 cm angenommen.

Im Zuge des Dämmens der Tramdecke über dem Gangbereich des Obergeschoßes wurde die Wand an der nordwestlichen Seite des Gangs im Obergeschoß mit einer 8 cm dicken Mineralwollschicht an der Innenseite gedämmt. Darüber wurde eine gehobelte Schalung mit einer Dicke von 2 cm aus Fichtenbrettern angebracht.

Bauteilbezeichnung: <b>AW06 Holzblockwand Obergesschoß Gang Nord/West (Außenwand)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,31 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,020	50	0,150		600	12,0
2	Lattung dazw. ISOVER ULTIMATE Trennwandfilz 040 8	0,080	50	0,120	8,3	475	3,2
			1	0,039	91,7	16	1,2
4	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0
5	1.402.04 Holz dazw. Kalkputz (innen)	0,015	50	0,150	30,0	600	2,7
			10	0,800	70,0	1.400	14,7
7	Holzblock (1.402.02 Holz)	0,150	50	0,140		500	75,0
Bauteildicke [m]		<b>0,280</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						129,7	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Lattung:		Achsabstand [m]:	0,600	Breite [m]:	0,050	$R_{si} + R_{se} = 0,170$	
1.402.04 Holz:		Achsabstand [m]:	0,050	Breite [m]:	0,015		
Oberer Grenzwert:		$R_{To} = 3,3061$	Unterer Grenzwert:		$R_{Tu} = 3,1669$	$R_T = 3,2365$ [m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>	
						<b>0,31 [W/m²K]</b>	

Abbildung 29: AW06 Materialkennwerte

Für das Auftreten von Schimmel ist der kritische Monat der Juli. Hier beträgt die Grenztemperatur 17,28 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,65 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Schimmel erwartet.

Für das Auftreten von Oberflächenkondensat ist der kritischen Monat ebenfalls der Juli. Hier beträgt die Grenztemperatur 14,36 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,65 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Oberflächenkondensat erwartet.

Aufgrund der Innendämmung kommt es zu einem zu raschen Abkühlen des diffundierenden Wasserdampfes im Bauteil. Somit kommt es zur Bildung von Kondensat, das im Laufe des Jahres nicht austrocknen kann. Es bleibt ein Restkondensat 840,5 g/m² pro Jahr übrig. Dies ist besonders für die Holzbauteile fatal und führt auf Dauer zur Zerstörung des Bauteils.

### 3.3.7 AW07: Holzblockwand Gang Süd/Ost

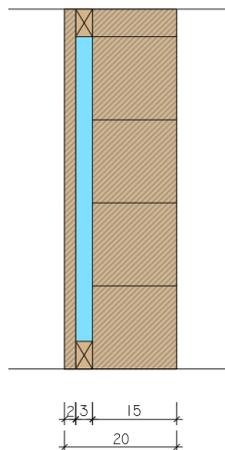


Abbildung 30: AW07 Aufbau

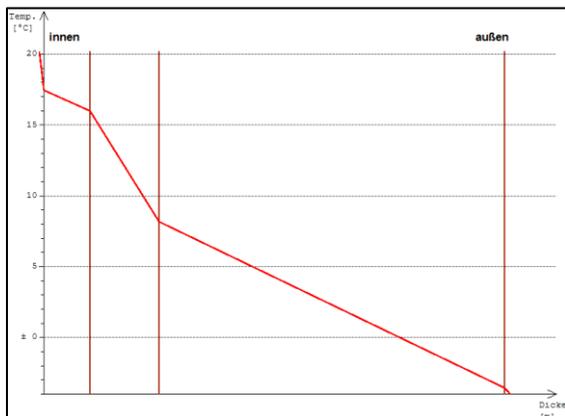


Abbildung 31: AW07 Temperatur

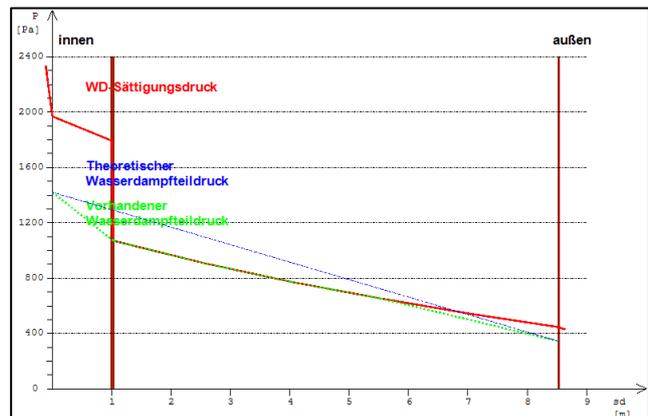
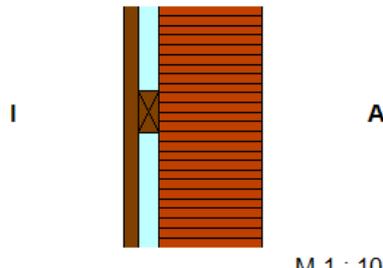


Abbildung 32: AW07 Diffusion

Die Dicke der einzelnen Holzelemente der Holzblockwand beträgt zwischen 14,5 und 15,5 cm und wird im Mittel mit 15 cm angenommen.

Die Wand an der südöstlichen Seite des Ganges im Obergeschoß wurde aufgelattet und mit einer 2 cm gehobelten Schalung aus Fichtenholz verkleidet. Die Lattung zwischen der Schalung und den Holzblockelementen wurde mit einer Dimension von 3 x 3 cm ausgeführt. Zwischen den Latten befindet sich eine stehende Luftschicht. Der Abstand der Latten zueinander wurde mit 60 cm angenommen.

Bauteilbezeichnung: <b>AW07 Holzblockwand Obergesschoß Gang Süd/Ost (Außenwand)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,49 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung								
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d	
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	1.402.04 Holz	0,020	50	0,150		600	12,0	
2	1.402.04 Holz dazw. Luft steh., W-Fluss horizontal d <= 6 mm	0,030	50	0,150	5,0	600	0,9	
			1	0,042	95,0	1	0,0	
4	Holzblock (1.402.02 Holz)	0,150	50	0,140		500	75,0	
Bauteildicke [m]		<b>0,200</b>						
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							87,9	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)								
1.402.04 Holz:		Achsabstand [m]:	0,600	Breite [m]:	0,030	$R_{si} + R_{se} = 0,170$		
Oberer Grenzwert: $R_{T_o} = 2,0555$				Unterer Grenzwert: $R_{T_u} = 2,0077$		$R_T = 2,0316$ [m²K/W]		
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>		
						<b>0,49 [W/m²K]</b>		

Abbildung 33: AW07 Materialkennwerte

Die Materialkennwerte wurden auf Basis der in GEQ [1] gelisteten Datenbanken sowie nach der ÖNORM B8110-7 [11] für die entsprechenden Bauteilschichten ausgewählt.

Für das Auftreten von Schimmel ist der kritische Monat der Juli. Hier beträgt die Grenztemperatur 17,28 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,65 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Schimmel erwartet.

Für das Auftreten von Oberflächenkondensat ist der kritische Monat der November. Hier beträgt die Grenztemperatur 13,22 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 17,28 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Oberflächenkondensat erwartet.

Im Bauteil selbst kommt es zur Bildung von Kondensat, welches im Laufe des Jahres wieder austrocknen kann. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2. [7] von 500g/m².

### 3.3.8 AW08: Holzblockwand Zimmer 4NO/5

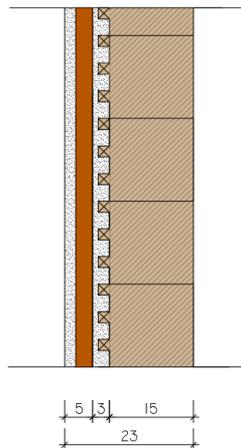


Abbildung 34: AW08 Aufbau

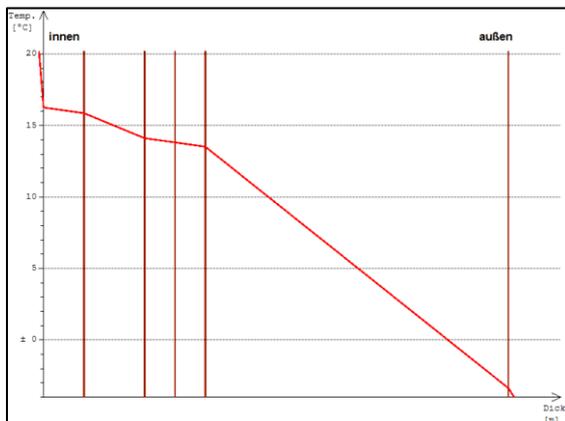


Abbildung 35: AW08 Temperatur

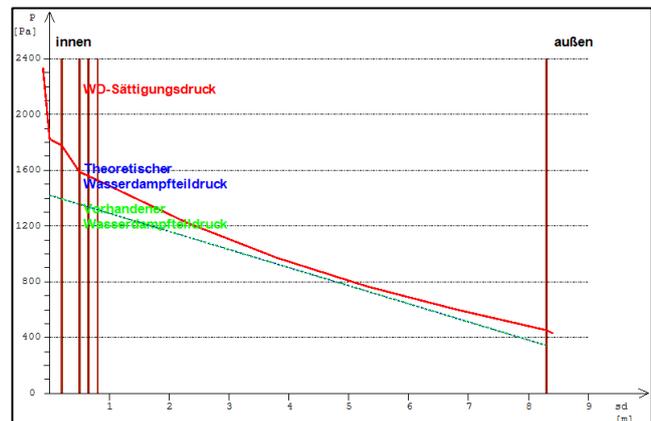
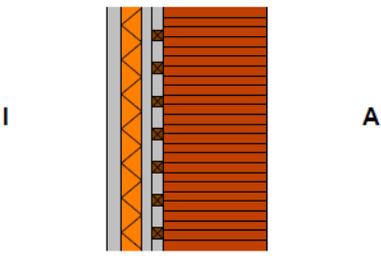


Abbildung 36: AW08 Diffusion

Die Dicke der einzelnen Holzelemente beträgt zwischen 14,5 und 15,5 cm und wird im Mittel mit 15 cm angenommen.

Auf der Wandinnenseite wurde ebenfalls eine Schicht aus Kalkputz aufgebracht, als Putzträger wurden feine Latten mit einer Dimension von 1,5 x 1,5 cm verwendet. Diese wurden in einem Abstand von ca. 5 cm über die gesamte Fläche der Wand genagelt. Die Gesamtdicke des Putzes mit der Putzträgerlattung wurde mit 3 cm angenommen.

Im Unterschied zu den vorderen Zimmern des Hauses wurden die Putzträgerlatten aus Holzwolle mit einem Kern aus Dämmschaum, sowie eine 3 cm dicke Kalkputzschicht direkt auf die verputzte Holzblockwand aufgebracht. Die Dämmschicht aus Mineralwolle fehlt hier.

Bauteilbezeichnung: <b>AW08 Holzblockwand Obergesschoß Zimmer 4NO/5 (Außenwand)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Außenwand</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,70 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Kalkputz (innen)	0,020	10	0,800		1.400	28,0
2	Heralan E-03 (Gipsfaserplatte)	0,030	10	0,270		1.180	35,4
3	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0
4	1.402.04 Holz dazw.	0,015	50	0,150	30,0	600	2,7
	Kalkputz (innen)		10	0,800	70,0	1.400	14,7
6	Holzblock (1.402.02 Holz)	0,150	50	0,140		500	75,0
Bauteildicke [m]		<b>0,230</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						176,8	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,050		Breite [m]: 0,015		$R_{si} + R_{se} = 0,170$			
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 1,4385$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 1,4211$		$R_T = 1,4298$ [m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>	
						<b>0,70 [W/m²K]</b>	

Abbildung 37: AW08 Materialkennwerte

Für das Auftreten von Schimmel ist der kritische Monat der Juli. Hier beträgt die Grenztemperatur 12,66 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 16,36 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Schimmel erwartet.

Für das Auftreten von Oberflächenkondensat ist der kritischen Monat der Februar. Hier beträgt die Grenztemperatur 17,28 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,18 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Oberflächenkondensat erwartet.

Im Inneren des Bauteils kommt es zu keiner Kondensatbildung.

### 3.4 Erdberührte Fußböden

Im Erdgeschoß sowie im angebauten Keller kommen verschiedene Aufbauten von erdberührten Fußböden vor. Das Gebäude selbst ist nur teilunterkellert. Unter dem Holzlagerraum befindet sich ein Erdkeller. Hier ist kein Bodenaufbau vorhanden, den Fußboden bildet das gewachsene Erdreich. Ein zweiter Keller befindet sich hinter dem eigentlichen Bauernhaus. Dieser Keller wurde in früheren Zeiten hauptsächlich zur Kartoffellagerung verwendet. Um diese trocken lagern zu können, wurde auf das Erdreich eine Betonplatte betoniert. Im Erdgeschoß des Bauernhauses war ein Holzfußboden verlegt der auf Kanthölzern auflag. Darunter befand sich das gewachsene Erdreich. In der Bauernstube ist dieser Boden noch vorhanden. In allen anderen Bereichen des Erdgeschoßes wurde dieser Fußboden entfernt und durch andere Fußböden ersetzt. Auf die detaillierte Zusammensetzung der Bauteile wird in den nachfolgenden Abschnitten noch näher eingegangen.

#### 3.4.1 EK01: Keller

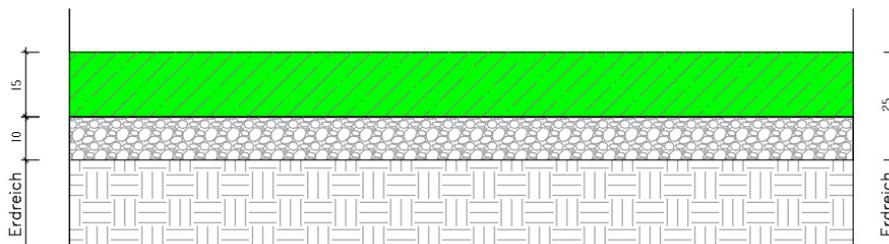


Abbildung 38: EK01 Aufbau

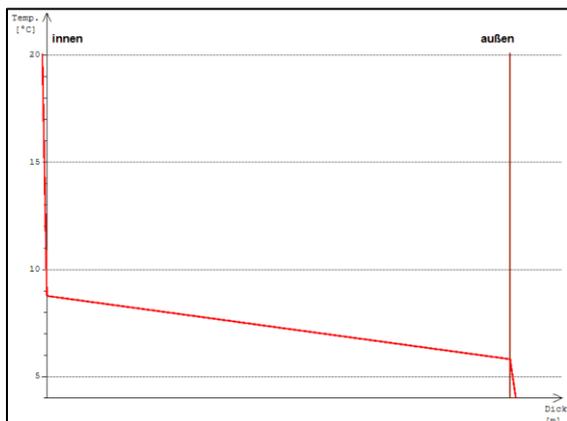


Abbildung 39: EK01 Temperatur

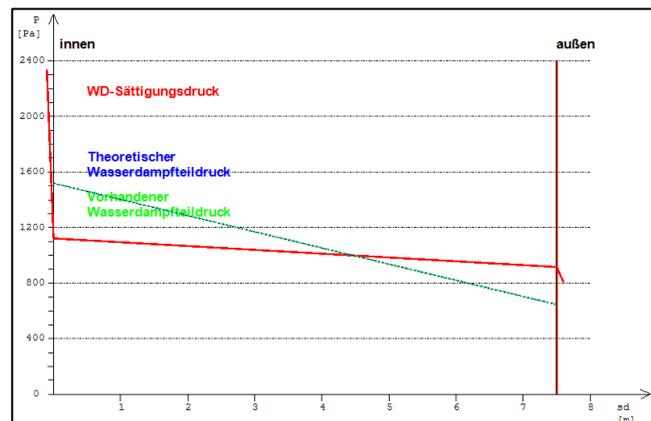


Abbildung 40: EK01 Diffusion

Im sogenannten Kartoffelkeller wurde auf das gewachsene Erdreich eine Betonplatte betoniert. Die Dicke der Platte wurde mit 15 cm angenommen.

Bauteilbezeichnung: <b>EK01 erdanliegender Fußboden in unconditioniertem Keller</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>erdanliegender Fußboden in unconditioniertem Keller</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            4,25 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.202.02 Stahlbeton	0,150	50	2,300	0,065	2.400	360,0
2	1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt) *	0,100	1	0,700	0,143	1.800	180,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>0,150</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>0,250</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							540,0
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,170	[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					0,235	[m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> $U = 1 / R_T$					<b>4,25</b>	<b>[W/m²K]</b>	

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Abbildung 41:EK01 Materialkennwerte

Für das Auftreten von Schimmel und Oberflächenkondensat ist der kritische Monat der Jänner. Bei den laut Normklima angesetzten Bedingungen würde im Jänner sowohl Oberflächenkondensat als auch Schimmel auftreten.

Diese Bedingungen sind allerdings für den Keller nicht zutreffend, da dieser konditioniert bleibt und sich somit ein ganz anderes Klima einstellt. Dieser Bauteil wird nur der Vollständigkeit halber angeführt.

Da der Kartoffelkeller außerhalb des eigentlichen Gebäudes liegt, wird er für die weiteren Schritte nicht mitberücksichtigt.

### 3.4.2 EB01: Bauernstube

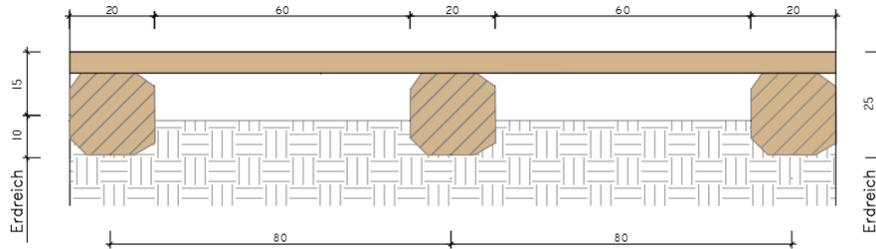


Abbildung 42: EB01 Aufbau

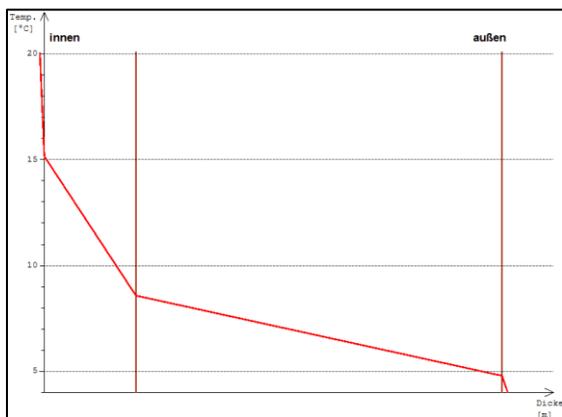


Abbildung 43: EB01 Temperatur

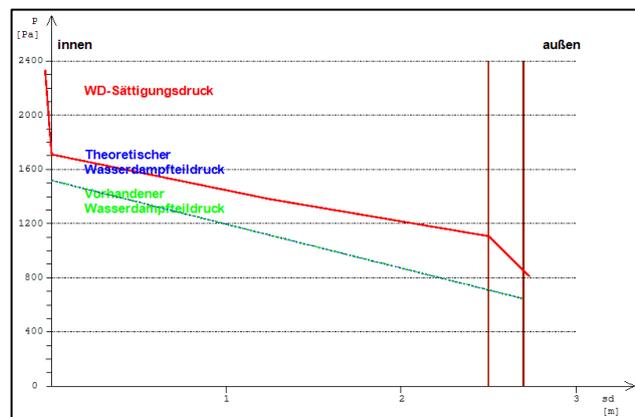
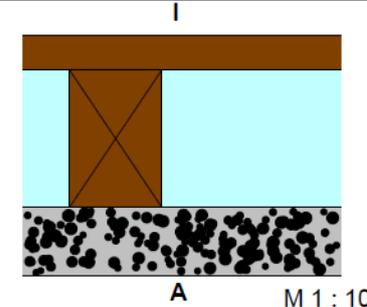


Abbildung 44: EB01 Diffusion

In der Bauernstube befindet sich ein Holzfußboden. Die ca. 5 cm dicken Holzdielen wurden auf Kanthölzern befestigt. Die Kanthölzer wurden mit einer Dimension von 20 x 20 cm angenommen und liegen in einem Abstand von 80 cm unter den Holzdielen. Dazwischen befindet sich ein Hohlraum. Es wird angenommen, dass die Kanthölzer auf einer Kiesschüttung aufliegen.

Bauteilbezeichnung: <b>EB01 Fußboden Bauernstube (erdanliegender Fußboden)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>erdanliegender Fußboden</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>1,26 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,050	50	0,150		600	30,0
2	Tram dazw.	0,200	50	0,120	25,0	475	23,8
	Luft steh., W-Fluss n. unten d > 200 mm		1	1,042	75,0	1	0,2
4	1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt) *	0,100	1	0,700		1.800	180,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>0,250</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>0,350</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							233,9
Zusammengesetzter Bauteil <span style="float: right;">(Berechnung nach EN ISO 6946)</span>							
Tram:		Achsabstand [m]:	0,800	Breite [m]:	0,200	$R_{si} + R_{se} = 0,170$	
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 0,8376$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 0,7498$		$R_T = 0,7937 [m^2K/W]$			
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>				<b><math>U = 1 / R_T</math></b>			
				<b>1,26 [W/m²K]</b>			

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Abbildung 45: EB01 Materialkennwerte

Für das Auftreten von Schimmel ist der kritische Monat der Jänner. Hier beträgt die Grenztemperatur 14,09 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 15,06 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Schimmel erwartet.

Für das Auftreten von Oberflächenkondensat ist der kritischen Monat der Februar. Hier beträgt die Grenztemperatur 13,22 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 15,06 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Oberflächenkondensat erwartet.

Im Inneren des Bauteils kommt es zu keiner Kondensatbildung.

### 3.4.3 EB02: Eingangsbereich

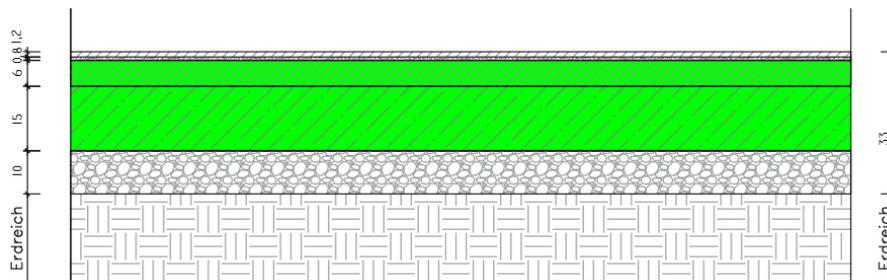


Abbildung 46: EB02 Aufbau

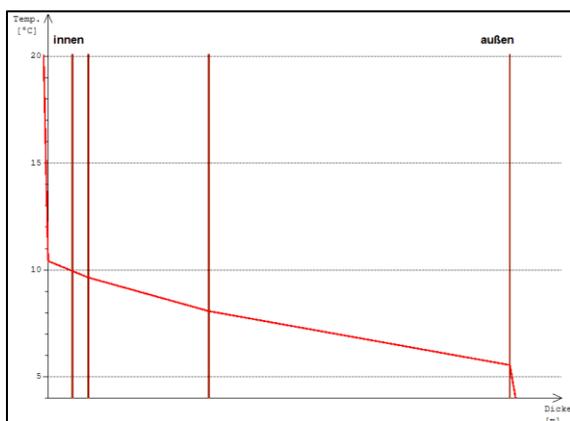


Abbildung 47: EB02 Temperatur

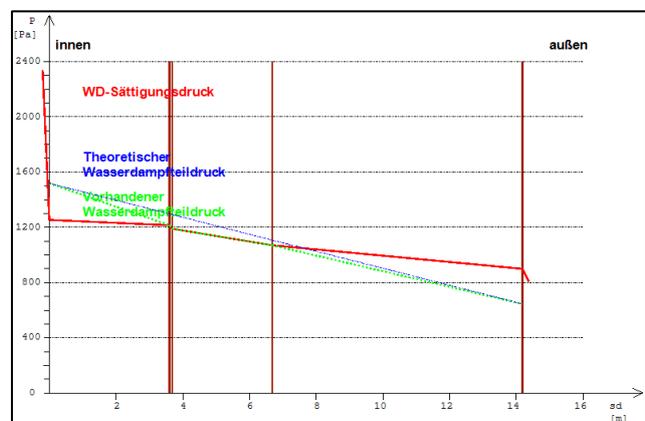


Abbildung 48: EB02 Diffusion

Im Hauseingangsbereich wurde der Holzfußboden durch eine Betonplatte mit darüber liegendem Estrich und Fliesenbelag ersetzt. Die Betonplatte soll nach Aussagen des Besitzers ca. 15 cm dick sein. Darüber wurde ein Estrich mit 6 cm gegeben, auf dem ein ca. 1,2 cm dicker Fliesenbelag verlegt wurde. Die Schichtdicke des Fliesenklebers wurde mit 0,8 cm angenommen.

Bauteilbezeichnung: <b>EB02 Fußboden Eingangsbereich (erdanliegender Fußboden)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>erdanliegender Fußboden</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>3,38 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.704.08 Fliesen	0,012	300	1,000	0,012	2.000	24,0
2	Naturstein-und Fliesenkleber	0,008	10	1,000	0,008	1.800	14,4
3	1.202.06 Estrichbeton	0,060	50	1,480	0,041	2.000	120,0
4	1.202.02 Stahlbeton	0,150	50	2,300	0,065	2.400	360,0
5	1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt) *	0,100	1	0,700	0,143	1.800	180,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>0,230</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>0,330</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							698,4
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	0,296	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					$U = 1 / R_T$	<b>3,38</b>	<b>[W/m²K]</b>

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Abbildung 49: EB02 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Jänner wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 10,32 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 14,09 °C, für Oberflächenkondensat bei 13,22 °C.

Im Bauteil selbst kommt es zur Bildung von Kondensat. Dies kann im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2. [7] von 500g/m².

### 3.4.4 EB03: Bad

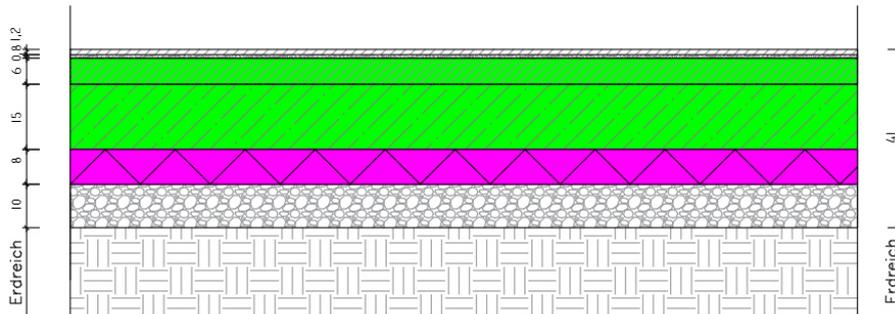


Abbildung 50: EB03 Aufbau

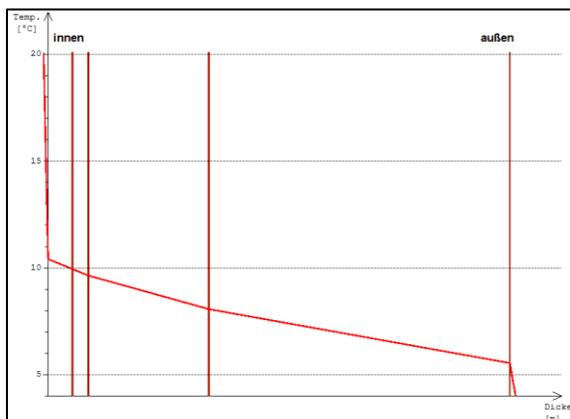


Abbildung 51: EB03 Temperatur

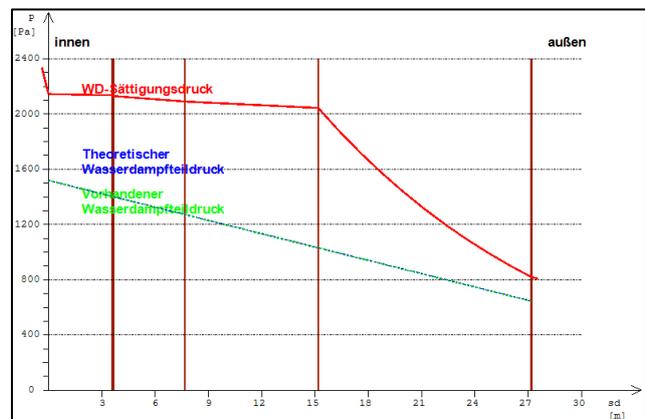


Abbildung 52: EB03 Diffusion

Auf der nordwestlichen hinteren Seite des Hauses befindet sich das vor ca. 10 Jahren renovierte Badezimmer. Vor der Umfunktionierung zum Badezimmer wurde dieser Bereich als Waschküche genutzt. Hier wurde ein komplett neuer Bodenaufbau eingebracht. Auf einer Sauberkeitsschicht aus Kies wurde eine Dämmung aus 8 cm dicken XPS-Platten verlegt. Darüber wurde eine 15 cm dicke Betonplatte und ein 8 cm dicker Estrich betoniert. Im Estrich wurde eine Fußbodenheizung verlegt. Die verbaute Fußbodenheizung wird mit Strom betrieben. Die oberste Schicht bildet ein 1,2 cm dicker Fliesenbelag. Die Schichtdicke des Fliesenklebers wurde mit 0,8 cm angenommen.

Bauteilbezeichnung: <b>EB03 Fußboden Bad (erdanliegender Fußboden)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>erdanliegender Fußboden</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,36 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.704.08 Fliesen	0,012	300	1,000	0,012	2.000	24,0
2	Naturstein-und Fliesenkleber	0,008	10	1,000	0,008	1.800	14,4
3	1.202.06 Estrichbeton	<b>F</b> 0,080	50	1,480	0,054	2.000	160,0
4	1.202.02 Stahlbeton	0,150	50	2,300	0,065	2.400	360,0
5	AUSTROTHERM XPS PLUS 30	0,080	150	0,032	2,500	30	2,4
6	1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	* 0,100	1	0,700	0,143	1.800	180,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>0,330</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>0,430</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							740,8
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	2,809	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					$U = 1 / R_T$	<b>0,36</b>	<b>[W/m²K]</b>

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

F... diese Schicht enthält eine Flächenheizung

Abbildung 53: EB03 Materialkennwerte

Für das Auftreten von Schimmel ist der kritische Monat der Juli. Hier beträgt die Grenztemperatur 16,20 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,32 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Schimmel erwartet.

Für das Auftreten von Oberflächenkondensat ist der kritische Monat der Juni. Hier beträgt die Grenztemperatur 13,22 °C. Die Oberflächentemperatur liegt bei 18,63 °C. Es wird in keinem Monat das Auftreten von Oberflächenkondensat erwartet.

Im Inneren des Bauteils kommt es zu keiner Kondensatbildung.

### 3.4.5 EB04: Küche

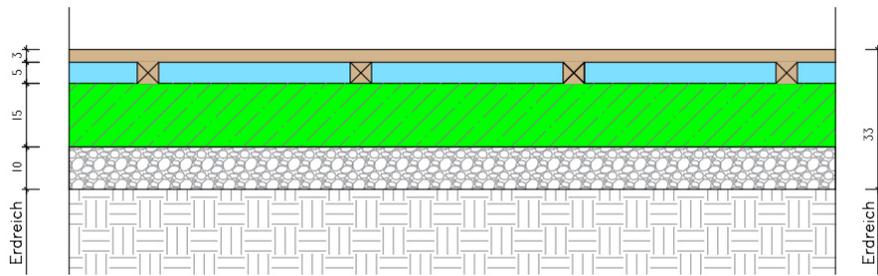


Abbildung 54: EB04 Aufbau

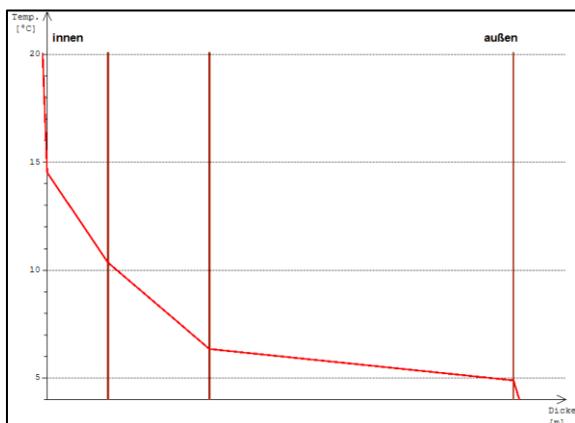


Abbildung 55: EB04 Temperatur

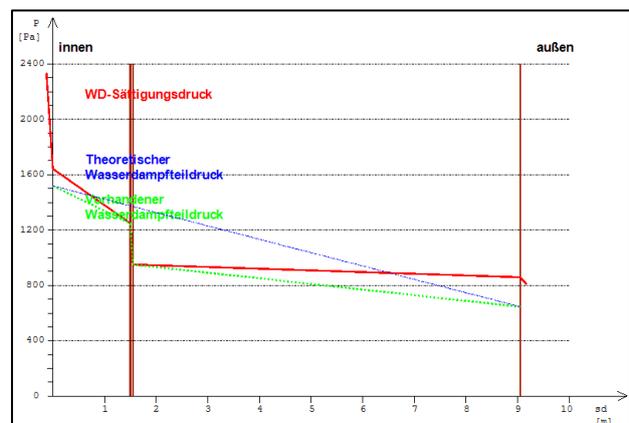


Abbildung 56: EB04 Diffusion

Im nordwestlichen, vorderen Bereich des Gebäudes befindet sich die Küche. Hier war, wie in der Bauernstube, ein Holzboden auf Kanthölzern verlegt. Die Kanthölzer waren direkt auf dem gewachsenen Erdreich aufgelegt. Durch die Neigung des Geländes, welche auf dieser Seite des Gebäudes ansteigt, scheint sich hier im Erdreich mehr Feuchte anzusammeln. Der Holzfußboden musste entfernt werden, da dieser von einem Schwamm befallen war und er wurde durch eine Betonplatte ersetzt. Diese soll nach Aussagen des Besitzers ca. 15 cm dick sein. Darüber wurden Polsterhölzer mit einer Dimension von 5 x 8 cm verlegt, auf denen sich eine Schicht aus 3 cm dicken Holzdielen befindet. Der Abstand der Polsterhölzer wurde mit 80 cm gewählt. Zwischen den Polsterhölzern befindet sich eine stehende Luftschicht.

Bauteilbezeichnung: <b>EB04 Fußboden Küche (erdanliegender Fußboden)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>erdanliegender Fußboden</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>1,62 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Holzdielen	0,030	50	0,160		740	22,2
2	Lattung dazw.	0,050	50	0,120	10,0	475	2,4
	Luft steh., W-Fluss horizontal 45 < d <= 50 mm		1	0,278	90,0	1	0,0
4	1.202.02 Stahlbeton	0,150	50	2,300		2.400	360,0
5	1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	* 0,100	1	0,700		1.800	180,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>0,230</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>0,330</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							564,6
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Lattung:		Achsabstand [m]:	0,800	Breite [m]:	0,080	$R_{si} + R_{se} = 0,170$	
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 0,6201$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 0,6134$		$R_T = 0,6167 [m²K/W]$	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>	
						<b>1,62 [W/m²K]</b>	

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Abbildung 57: EB04 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Jänner wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 14,43 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 14,09 °C, für Oberflächenkondensat bei 13,22 °C.

Im Inneren des Bauteils kommt es zur Bildung von Kondensat. Dies kann im Laufe des Jahres nicht austrocknen. Es bleibt ein Restkondensat 200,3 g/m² pro Jahr übrig.

### 3.4.6 EB05: Kellerabgang

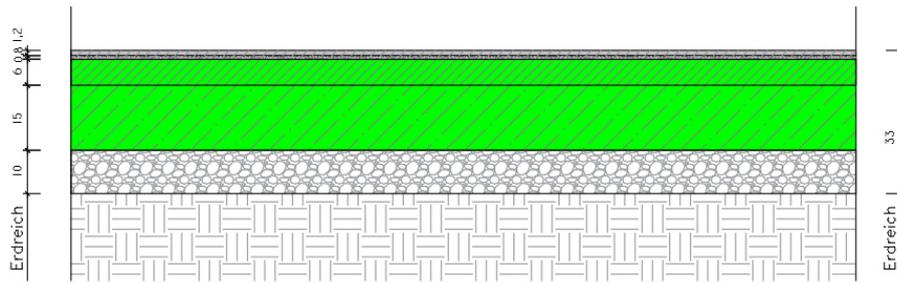


Abbildung 58: EB05 Aufbau

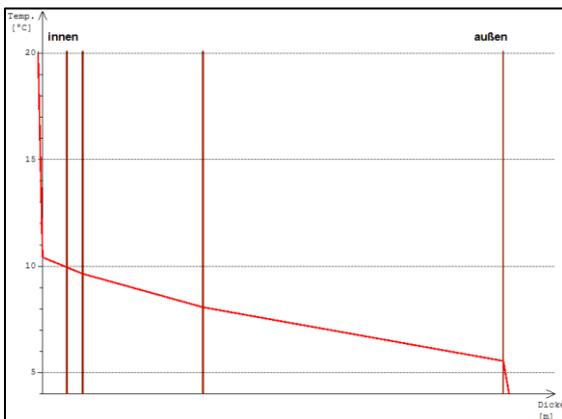


Abbildung 59: EB05 Temperatur

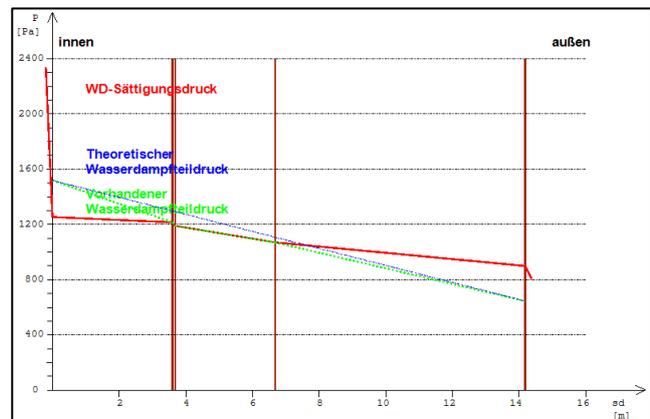


Abbildung 60: EB05 Diffusion

Genauso wie im Hauseingangsbereich wurde beim Kellerabgang der Holzfußboden durch eine Betonplatte mit darüber liegendem Estrich und aufgeklebtem Fliesenbelag ersetzt. Die Betonplatte nach Aussagen des Besitzers ca. 15 cm dick. Darüber befindet sich ein Estrich mit 6 cm Dicke, auf dem ein ca. 1,2 cm dicker Fliesenbelag verlegt wurde. Der Fliesenkleber wurde mit einer Schichtdicke von 0,8 cm angenommen.

Bauteilbezeichnung: <b>EB05 Fußboden Kellerabgang (erdanliegender Fußboden)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>erdanliegender Fußboden</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            3,38 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.704.08 Fliesen	0,012	300	1,000	0,012	2.000	24,0
2	Naturstein- und Fliesenkleber	0,008	10	1,000	0,008	1.800	14,4
3	1.202.06 Estrichbeton	0,060	50	1,480	0,041	2.000	120,0
4	1.202.02 Stahlbeton	0,150	50	2,300	0,065	2.400	360,0
5	1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	* 0,100	1	0,700	0,143	1.800	180,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>0,230</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>0,330</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							698,4
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	0,296	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					$U = 1 / R_T$	<b>3,38</b>	<b>[W/m²K]</b>

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Abbildung 61: EB05 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Jänner wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 10,32 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 14,09 °C, für Oberflächenkondensat bei 13,22°C.

Im Bauteil kommt es zur Bildung von Kondensat, das im Laufe des Jahres wieder austrocknen kann. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2. [7] von 500 g/m².

### 3.5 Geschoßdecken

Über dem Keller, über dem Erdgeschoß sowie über dem Obergeschoß wurden verschiedenste Arten von Geschoßdecken verbaut.

Über der Küche im Erdgeschoß befindet sich ein Gewölbe, das wie die Außenwände aus Naturstein besteht. Über der Bauernstube befindet sich eine Tramdecke, die auf der Unterseite verputzt wurde. Auf den ursprünglichen Holzfußboden wurden im Obergeschoß ein Estrich und auch ein neuer Holzfußboden verlegt.

Im Eingangsbereich befindet sich eine Sichttramlage mit einem 5 cm dicken Holzdielenboden. Über den restlichen Räumen des Erdgeschoßes sind ebenfalls Tramdecken mit einer verputzten Untersicht und einem Holzdielenboden verbaut.

Über dem Obergeschoß befinden sich Dippelbaumdecken mit unterschiedlichen Dicken. Die Balken wurden in den meisten Räumen an der Unterseite verputzt. Um die brandschutztechnischen Auflagen zu erfüllen wurde im Zuge der Neuerrichtung des Dachstuhles eine 16 cm dicke Balkendecke quer über die Dippelbaumlage gelegt. Zwischen den Balken wurde Mineralwolle eingebracht und über der neueingezogenen Balkenlage wurde eine 4 cm dicke Brandschutzschalung verlegt.

#### 3.5.1 KD01: Tramdecke zu unconditioniertem Erdkeller

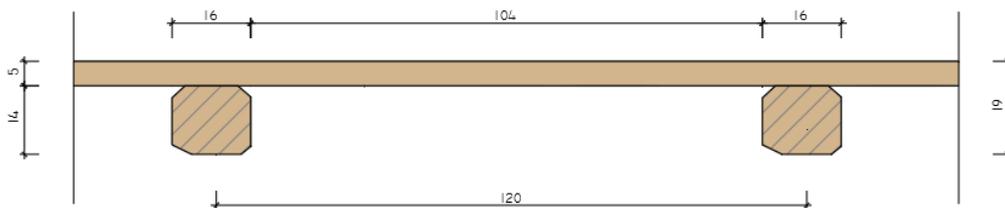


Abbildung 62: KD01 Aufbau

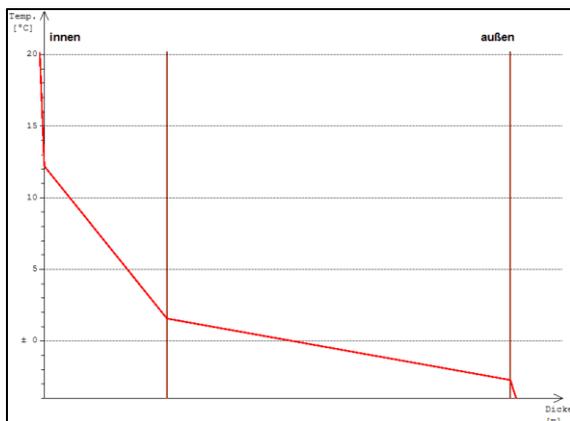


Abbildung 63: KD01 Temperatur

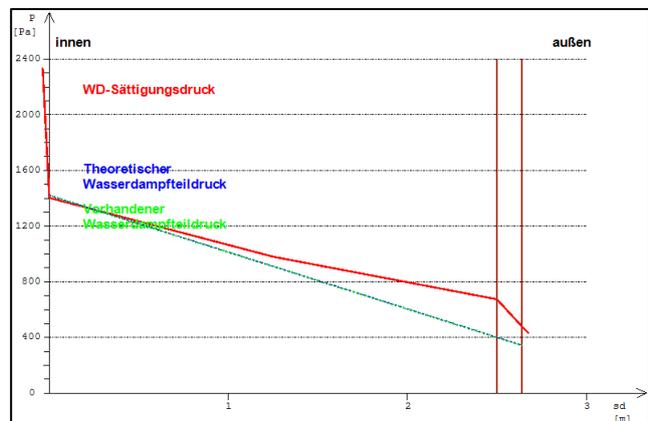


Abbildung 64: KD01 Diffusion

Der Holzlagerraum ist nur durch eine Sichttramlage und eine darüber liegende Pfostenlage vom darunter befindlichen Erdkeller getrennt. Die Trame haben durchschnittlich eine Dimension von 16 x 14 cm und liegen in einem Abstand von 120 cm. Die darüber liegende Pfostenlage ist 5 cm dick.

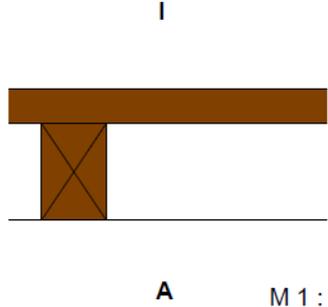
Bauteilbezeichnung: <b>KD01 Tramdecke Erdkeller (Decke zu unkonditioniertem Keller)</b>							
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unkonditioniertem Keller</b>							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            1,18 [W/m²K]</b>							
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>							
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>Anteil</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,050	50	0,150		600	30,0
2	Tram dazw.	0,140	50	0,120	13,3	475	8,9
	Luft steh., W-Fluss n. unten d > 200 mm		1	1,042	86,7	1	0,1
Bauteildicke [m]		<b>0,190</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						39,0	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Tram:		Achsabstand [m]:	1,200	Breite [m]:	0,160	$R_{si} + R_{se} = 0,340$	
Oberer Grenzwert: $R_{T0} = 0,8730$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 0,8257$		$R_T = 0,8493$ [m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b> <b>1,18 [W/m²K]</b>	

Abbildung 65: KD01 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Jänner wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 12,02 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 12,87 °C, für Oberflächenkondensat bei 12,21 °C.

Im Inneren des Bauteils kommt es zu keiner Kondensatbildung.

### 3.5.2 ZD01: Gewölbe Küche

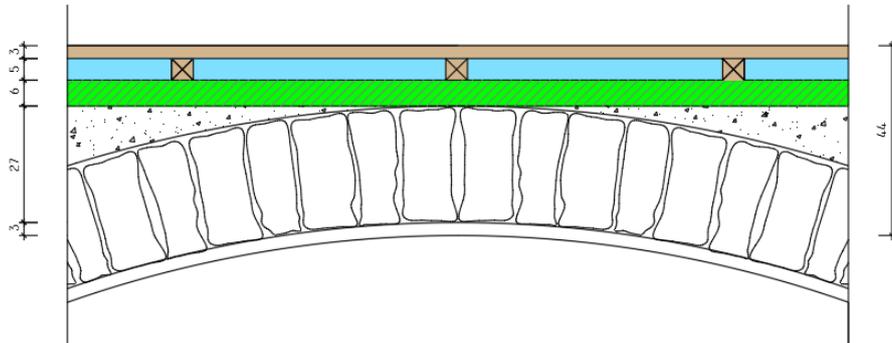


Abbildung 66: ZD01 Aufbau

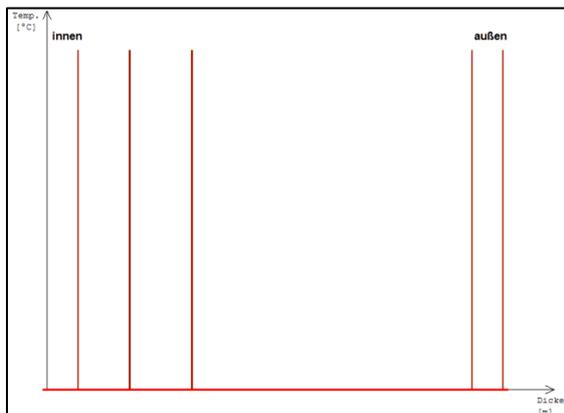


Abbildung 67: ZD01 Temperatur

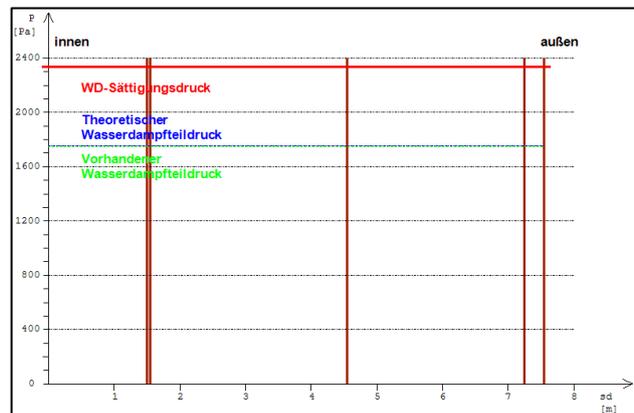


Abbildung 68: ZD01 Diffusion

Im Erdgeschoß über der Küche befindet sich ein Gewölbe, das, wie die Außenwände, aus Natursteinen gemauert wurde. Das Gewölbe ist doppelt gekrümmt und wird in der Fachliteratur als *Böhmische Platzl* oder auch *Böhmische Kappe* bezeichnet. [12]

Die Wölbung beginnt ca. bei 1,70 m über der FFOK der Küche. Der Scheitelpunkt liegt auf 2,84 m über der FFOK. Die Dicke des gemauerten Gewölbebogens kann leider nicht exakt bestimmt werden, ohne zerstörende Maßnahmen anzuwenden. Durch die Differenz des Scheitelpunktes mit der FFOK des darüber liegenden Schlafzimmers (Zimmer 1) konnte an der dünnsten Stelle des Gewölbes eine Gesamtdicke von 44 cm ermittelt werden. Über dem Gewölbe wurde eine Estrichplatte mit einer Dicke von ca. 6 cm betoniert. Auf dem Estrich wurden 3 cm dicke Holzdielen auf Polsterhölzern mit einer Dimension von 8 x 5 cm verlegt.

Für die Erstellung der Energieausweise wird von der dünnsten Stelle des Gewölbes ausgegangen.

Zum Verfüllen der Hohlräume links und rechts des Scheitels wurde ein zementgebundenes Gemisch aus Blähton verwendet.

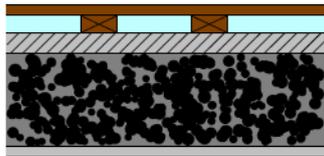
Bauteilbezeichnung: <b>ZD01 Gewölbe Küche (warme Zwischendecke)</b>							
Bauteiltyp: bestehend <b>warme Zwischendecke</b>							
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            1,27 [W/m²K]</b>							
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>							
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>Anteil</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Holzdielen	0,030	50	0,160		740	22,2
2	1.402.04 Holz dazw.	0,050	50	0,150	6,3	600	1,9
	Luft steh., W-Fluss n. oben 46 < d <= 50 mm		1	0,313	93,8	1	0,0
4	1.202.06 Estrichbeton	0,060	50	1,480		2.000	120,0
5	Natursteinmauerwerk (Kalkstein)	0,270	10	2,800		2.750	742,5
6	Kalkputz (innen)	0,030	10	0,800		1.400	42,0
Bauteildicke [m]		<b>0,440</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						928,6	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,800		Breite [m]: 0,050		$R_{si} + R_{se} = 0,260$			
Oberer Grenzwert: $R_{T0} = 0,7907$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 0,7871$		$R_T = 0,7889 [m²K/W]$	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b><math>U = 1 / R_T</math></b>	
						<b>1,27 [W/m²K]</b>	

Abbildung 69: ZD01 Materialkennwerte

Aufgrund der gleichbleibenden klimatischen Bedingungen die im Obergeschoß bzw. im Erdgeschoß angesetzt wurden, kommt es zu keinem Temperaturgefälle im Bauteil und somit auch zu keiner Dampfdiffusion. Dies bedeutet, dass die Temperatur, die im Bauteil und an der Bauteiloberfläche herrscht, konstant ist und der Raumtemperatur entspricht.

Folglich ist das Auftreten von Schimmel bzw. von Oberflächenkondensat nicht zu erwarten. Im Bauteil tritt ebenfalls kein Kondensat auf.

### 3.5.3 ZD02: Tramdecke Eingangsbereich

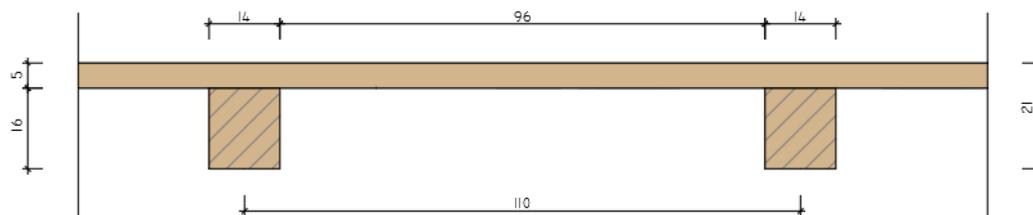


Abbildung 70: ZD02 Aufbau

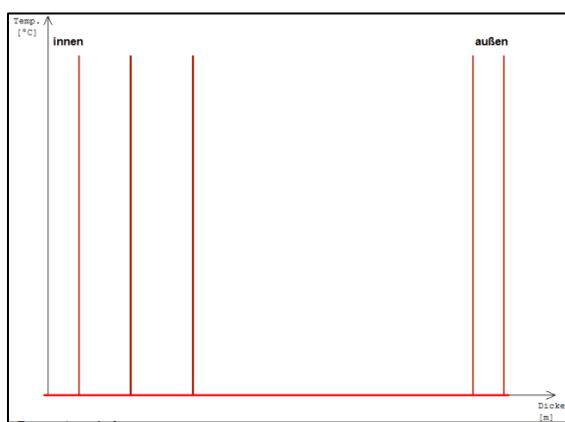


Abbildung 71: ZD02 Temperatur

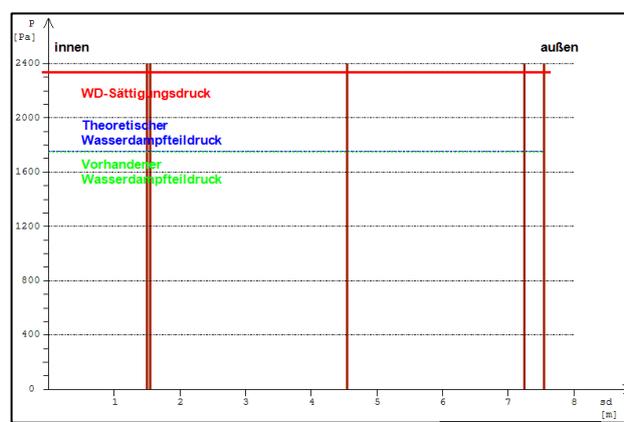
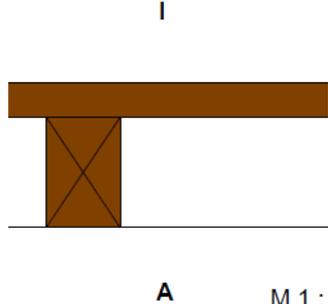


Abbildung 72: ZD02 Diffusion

Oberhalb des Eingangsbereiches ist eine Sichttramdecke verbaut. Über der Tramlage befindet sich eine 5 cm dicke Pfostenlage. Die Balken haben im Durchschnitt eine Dimension von 14 x 16 cm und liegen in einem Abstand von 110 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>ZD02 Tramdecke Eingangsbereich (warme Zwischendecke)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>warme Zwischendecke</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            1,36 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	$\mu$	$\lambda$	Anteil	$\rho$	$\rho \cdot d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,050	50	0,150		600	30,0
2	Lattung dazw.	0,160	50	0,120	12,7	475	9,7
	Luft steh., W-Fluss n. oben d > 200 mm		1	1,563	87,3	1	0,1
Bauteildicke [m]		<b>0,210</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							39,8
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Lattung:		Achsabstand [m]:	1,100	Breite [m]:	0,140	$R_{si} + R_{se} = 0,260$	
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 0,7573$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 0,7093$		$R_T = 0,7333$ [m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>	
						<b>1,36 [W/m²K]</b>	

Abbildung 73: ZD02 Materialkennwerte

Aufgrund der gleichbleibenden klimatischen Bedingungen die im Obergeschoß bzw. im Erdgeschoß angesetzt wurden, kommt es zu keinem Temperaturgefälle im Bauteil und somit auch zu keiner Dampfdiffusion. Dies bedeutet, dass die Temperatur, die im Bauteil und an der Bauteiloberfläche herrscht, konstant ist und der Raumtemperatur entspricht.

Folglich ist das Auftreten von Schimmel bzw. von Oberflächenkondensat nicht zu erwarten. Im Bauteil tritt ebenfalls kein Kondensat auf.

### 3.5.4 ZD03: Tramdecke Bauernstube

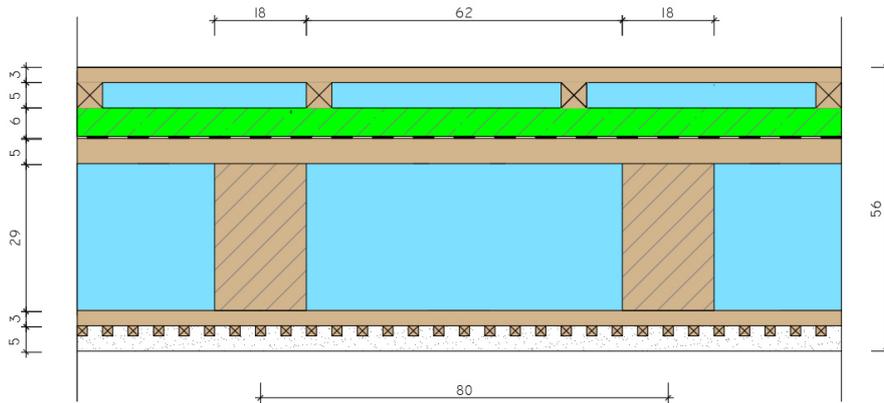


Abbildung 74: ZD03 Aufbau

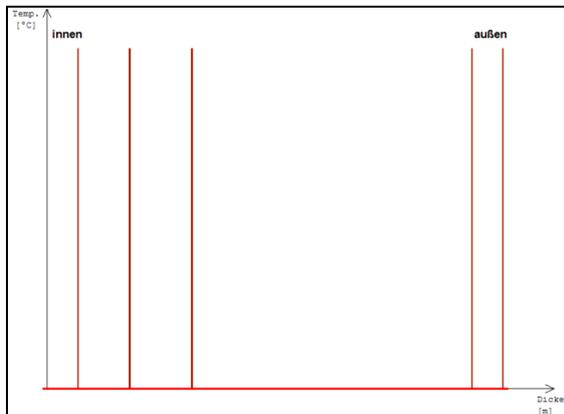


Abbildung 75: ZD03 Temperatur

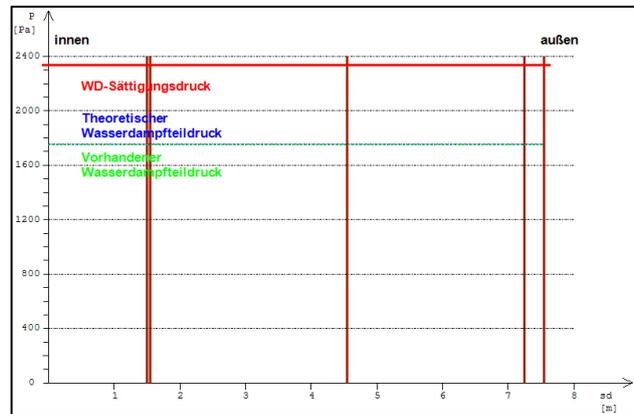
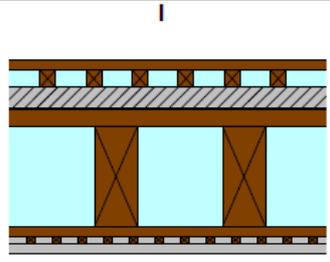


Abbildung 76: ZD03 Diffusion

Oberhalb der Bauernstube befindet sich eine Tramdecke, die auf der Unterseite verputzt wurde.

Als Putzträger dienen feine Latten (1,5 x 1,5 cm) die auf eine Holzschalung aufgenagelt wurden. Die Holzschalung wurde mit einer Dicke von 3 cm angenommen. Aus der Differenz der Deckenunterkante zur FFOK des darüber liegenden Schlafzimmers (Zimmer 3) wurde die Balkenhöhe mit 29 cm abgeschätzt. Der Abstand der Balken zueinander wurde mit 80 cm festgelegt. In den Zwischenräumen befindet sich eine stehende Luftschicht. Über den Balken befindet sich eine Lage aus 5 cm dicken Holzpfosten. Diese bildete früher den Fußbodenbelag. Über der Pfostenlage wurden später ein Estrich mit einer Dicke von 6 cm sowie Holzdielen auf Polsterhölzern verlegt. Die Polsterhölzer wurden mit einer Dimension von 8 x 5 cm angenommen. Der Abstand der Polsterhölzer wurde mit 80 cm gewählt.

Bauteilbezeichnung: <b>ZD03 Tramdecke Bauernstube (warme Zwischendecke)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>warme Zwischendecke</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,63 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung								
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d	
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	Holzdielen	0,030	50	0,160		740	22,2	
2	1.402.04 Holz dazw.	0,050	50	0,150	6,3	600	1,9	
	Luft steh., W-Fluss n. oben 46 < d <= 50 mm		1	0,313	93,8	1	0,0	
4	1.202.06 Estrichbeton	0,060	50	1,480		2.000	120,0	
5	Z.000.04 Polyäthylen-Folie	0,0002	100.000	0,200		1.500	0,3	
6	1.402.04 Holz	0,050	50	0,150		600	30,0	
7	Tram dazw.	0,290	50	0,120	20,0	475	27,6	
	Luft steh., W-Fluss n. oben d > 200 mm		1	1,563	80,0	1	0,2	
9	1.402.04 Holz dazw.	0,030	50	0,150	93,8	600	16,9	
	Luft steh., W-Fluss n. oben 26 < d <= 30 mm		1	0,200	6,3	1	0,0	
11	1.402.04 Holz dazw.	0,020	50	0,150	40,0	600	4,8	
	Kalkputz (innen)		10	0,800	60,0	1.400	16,8	
13	Kalkputz (innen)	0,030	10	0,800		1.400	42,0	
	Bauteildicke [m]	<b>0,560</b>						
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						282,7	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)								
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,800 Breite [m]: 0,050					$R_{si} + R_{se} =$	0,260	
	Tram: Achsabstand [m]: 0,800 Breite [m]: 0,160							
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,160 Breite [m]: 0,150							
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,050 Breite [m]: 0,020							
	Oberer Grenzwert: $R_{To} = 1,6804$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 1,4855$			$R_T =$	1,5829 [m²K/W]	
	<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>	$U = 1 / R_T$						<b>0,63 [W/m²K]</b>

Abbildung 77: ZD03 Materialkennwerte

Aufgrund der gleichbleibenden klimatischen Bedingungen, die im Obergeschoß bzw. im Erdgeschoß angesetzt wurden, kommt es zu keinem Temperaturgefälle im Bauteil und somit auch zu keiner Dampfdiffusion. Dies bedeutet, dass die Temperatur, die im Bauteil und an der Bauteiloberfläche herrscht, konstant ist und der Raumtemperatur entspricht.

Folglich ist das Auftreten von Schimmel bzw. von Oberflächenkondensat nicht zu erwarten. Im Bauteil tritt ebenfalls kein Kondensat auf.

### 3.5.5 ZD04: Tramdecke Holzlagerraum

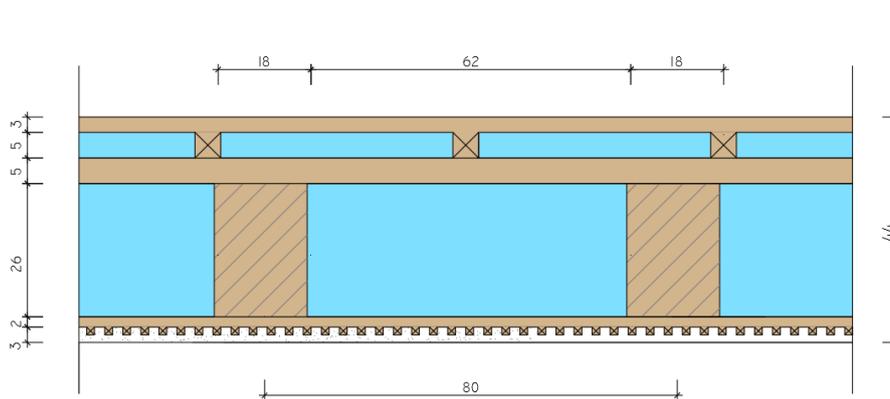


Abbildung 78: ZD04 Aufbau

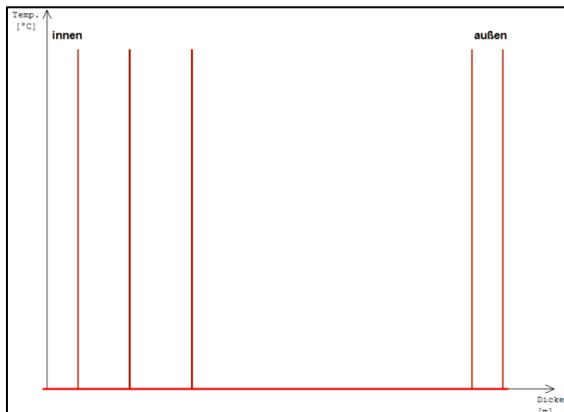


Abbildung 79: ZD04 Temperatur

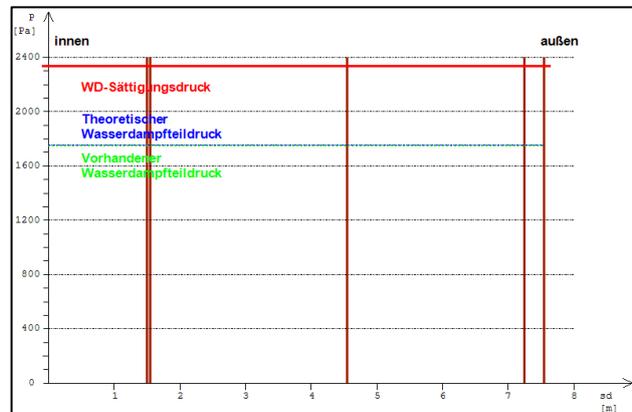


Abbildung 80: ZD04 Diffusion

Oberhalb des Holzlagerraums befindet sich eine Tramdecke, die auf der Unterseite verputzt wurde.

Als Putzträger dienen feine Latten (1,5 x 1,5 cm) die auf einer Holzschalung aufgenagelt wurden. Die Holzschalung wurde mit einer Dicke von 3 cm angenommen. Aus der Differenz der Deckenunterkante zur FFOK des darüber liegenden Schlafzimmers (Zimmer 5) wurde die Balkenhöhe mit 24 cm abgeschätzt. Der Abstand der Balken zueinander wurde mit 80 cm festgelegt. In den Zwischenräumen befindet sich eine stehende Luftschicht. Über den Balken befindet sich eine Lage aus 5 cm dicken Holzpfosten. Diese bildeten früher den Fußbodenbelag. Zu einem späteren Zeitpunkt wurden über der Pfostenlage 3 cm dicke Holzdielen auf Polsterhölzern verlegt. Die Polsterhölzer wurden mit einer Dimension von 8 x 5 cm angenommen. Der Abstand der Polsterhölzer wurde mit 80 cm gewählt.

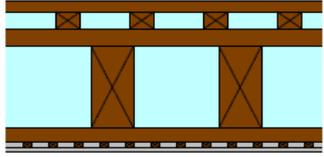
Bauteilbezeichnung: <b>ZD04 Tramdecke Holzlagerraum (warme Zwischendecke)</b>								
Bauteiltyp: bestehend <b>warme Zwischendecke</b>								
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert      0,59 [W/m²K]</b>								
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>								
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>Anteil</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ·d</b>	
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	Holzdielen	0,030	50	0,160		740	22,2	
2	1.402.04 Holz dazw.	0,050	50	0,150	93,8	600	28,1	
	Luft steh., W-Fluss n. oben 26 < d <= 30 mm		1	0,200	6,3	1	0,0	
4	1.402.04 Holz	0,050	50	0,150		600	30,0	
5	Tram dazw.	0,240	50	0,120	20,0	475	22,8	
	Luft steh., W-Fluss n. oben d > 200 mm		1	1,563	80,0	1	0,2	
7	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0	
8	1.402.04 Holz dazw.	0,015	50	0,150	40,0	600	3,6	
	Kalkputz (innen)		10	0,800	60,0	1.400	12,6	
10	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0	
	Bauteildicke [m]	<b>0,440</b>						
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						164,5		
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)								
1.402.04 Holz:	Achsabstand [m]:	0,160	Breite [m]:	0,150	$R_{si} + R_{se} = 0,260$			
Tram:	Achsabstand [m]:	0,800	Breite [m]:	0,160				
1.402.04 Holz:	Achsabstand [m]:	0,050	Breite [m]:	0,020				
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 1,7899$					Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 1,6089$		$R_T = 1,6994$ [m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					<b><math>U = 1 / R_T</math></b>			
					<b>0,59 [W/m²K]</b>			

Abbildung 81: ZD04 Materialkennwerte

Aufgrund der gleichbleibenden klimatischen Bedingungen die im Obergeschoß bzw. im Erdgeschoß angesetzt wurden, kommt es zu keinem Temperaturgefälle im Bauteil und somit auch zu keiner Dampfdiffusion. Dies bedeutet, dass die Temperatur, die im Bauteil und an der Bauteiloberfläche herrscht, konstant ist, und der Raumtemperatur entspricht.

Folglich ist das Auftreten von Schimmel bzw. von Oberflächenkondensat nicht zu erwarten. Im Bauteil tritt ebenfalls kein Kondensat auf.

### 3.5.6 ZD05: Tramdecke Kellerabgang

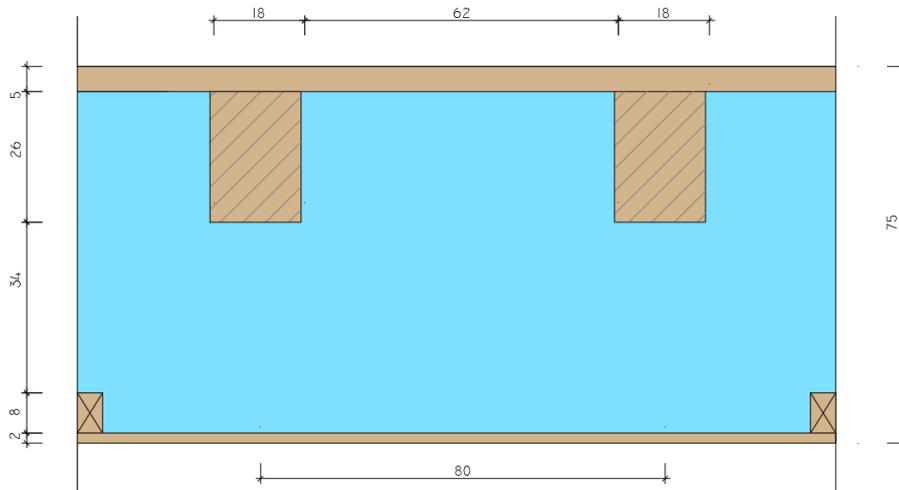


Abbildung 82: ZD05 Aufbau

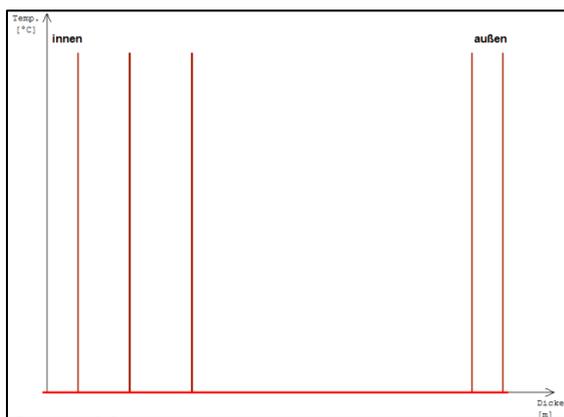


Abbildung 83: ZD05 Temperatur

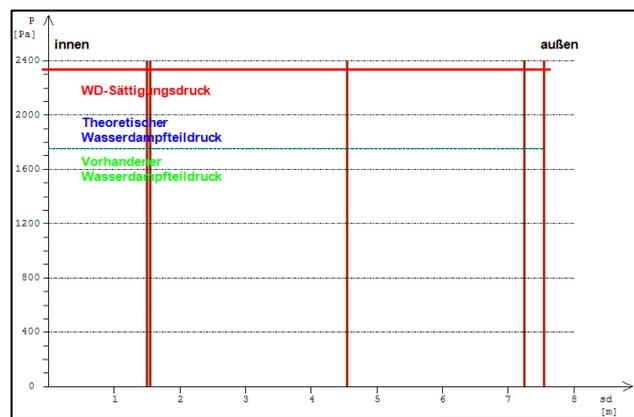


Abbildung 84: ZD05 Diffusion

Über dem Kellerabgang befindet sich eine Tramdecke, die einen sehr großen Hohlraum aufweist. Die Balken haben eine Dimension von 16 x 20 cm. Der Abstand der Balken zueinander wurde mit 80 cm gewählt. In den Zwischenräumen befindet sich eine stehende Luftschicht. Über den Balken befindet sich eine 5 cm dicke Pfostenlage. Unter den Balken befindet sich eine Luftschicht mit 34 cm Dicke. Die Untersicht der Decke bildet quasi eine abgehängte Decke. Hier wurden an den Zwischenwänden 5 x 8 cm dicke Latten montiert. Unterhalb der Lattung wurde eine gehobelte Schalung aus Fichtenholz angebracht.

Bauteilbezeichnung: <b>ZD05 Tramdecke Kellerabgang (warme Zwischendecke)</b>							
Bauteiltyp: bestehend <b>warme Zwischendecke</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,35 [W/m²K]</b>							
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>							
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>Anteil</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ·d</b>
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,050	50	0,150		600	30,0
2	Tram dazw.	0,200	50	0,120	20,0	475	19,0
	Luft steh., W-Fluss n. oben d > 200 mm		1	1,563	80,0	1	0,2
4	Luft steh., W-Fluss n. oben d > 200 mm	0,340	1	1,563		1	0,3
5	1.402.04 Holz dazw.	0,080	50	0,150	5,0	600	2,4
	Luft steh., W-Fluss n. oben d ≤ 6 mm		1	0,045	95,0	1	0,1
7	1.402.04 Holz	0,020	50	0,150		600	12,0
Bauteildicke [m]		<b>0,690</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						64,0	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b>					(Berechnung nach EN ISO 6946)		
Tram:		Achsabstand [m]:	0,800	Breite [m]:	0,160	$R_{si} + R_{se} = 0,260$	
1.402.04 Holz:		Achsabstand [m]:	1,000	Breite [m]:	0,050		
Oberer Grenzwert: $R_{To} =$		2,9580		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} =$		2,6932	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					$U = 1 / R_T$		<b>0,35 [W/m²K]</b>

Abbildung 85: ZD05 Materialkennwerte

Aufgrund der gleichbleibenden klimatischen Bedingungen die im Obergeschoß bzw. im Erdgeschoß angesetzt wurden, kommt es zu keinem Temperaturgefälle im Bauteil und somit auch zu keiner Dampfdiffusion. Dies bedeutet, dass die Temperatur, die im Bauteil und an der Bauteiloberfläche herrscht, konstant ist, und der Raumtemperatur entspricht.

Folglich ist das Auftreten von Schimmel bzw. von Oberflächenkondensat nicht zu erwarten. Im Bauteil tritt ebenfalls kein Kondensat auf.

### 3.5.7 ZD06: Tramdecke Bad

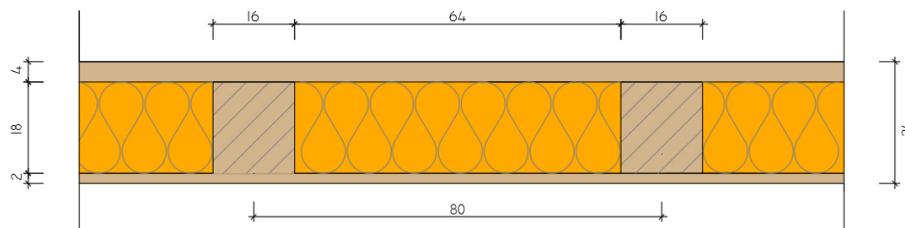


Abbildung 86: ZD06 Aufbau

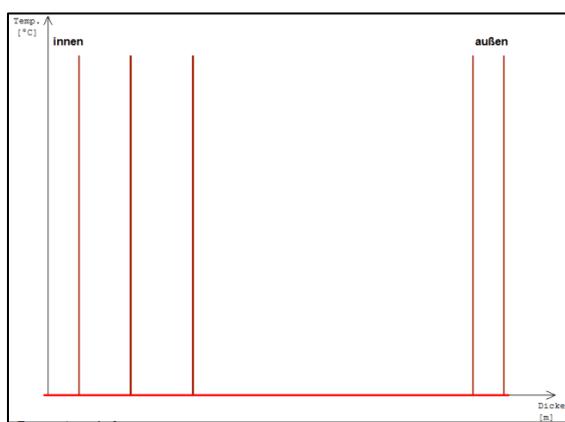


Abbildung 87: ZD06 Temperatur

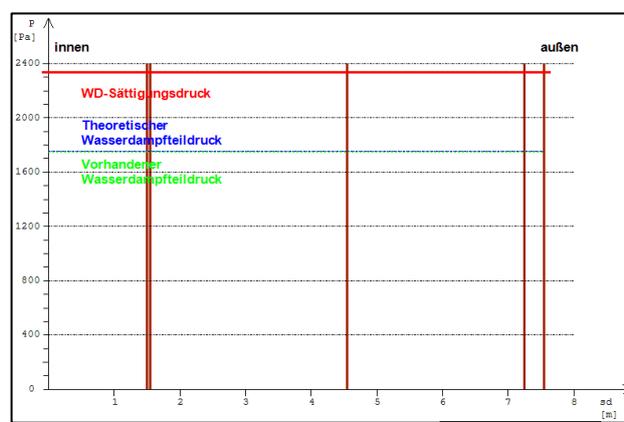
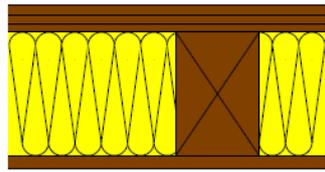


Abbildung 88: ZD06 Diffusion

Die Tramdecke über dem Badezimmer wurde im Zuge der Renovierungsarbeiten vor ca. 10 Jahren zwischen den Balken mit Mineralwolle gedämmt. Die Untersicht wurde mit einer gehobelten, 2 cm dicken Fichtenschalung verkleidet. Über den Balken befindet sich eine Lage aus Holzdielen mit einer Dicke von 4 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>ZD06 Tramdecke BAD (warme Zwischendecke)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>warme Zwischendecke</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,24 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	$\mu$	$\lambda$	Anteil	$\rho$	$\rho \cdot d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Holzdielen	0,040	50	0,160		740	29,6
2	Tram dazw. ISOVER HOLZBAUFILZ 035	0,180	50	0,120	20,0	475	17,1
4	1.402.04 Holz	0,020	50	0,150	80,0	24	3,5
Bauteildicke [m]		<b>0,240</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							62,2
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Tram:		Achsabstand [m]: 0,800	Breite [m]: 0,160	$R_{si} + R_{se} = 0,260$			
Oberer Grenzwert: $R_{T_o} = 4,3183$		Unterer Grenzwert: $R_{T_u} = 4,1049$		$R_T = 4,2116$ [m²K/W]			
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>				$U = 1 / R_T$			
				<b>0,24 [W/m²K]</b>			

Abbildung 89: ZD06 Materialkennwerte

Aufgrund der gleichbleibenden klimatischen Bedingungen die im Obergeschoß bzw. im Erdgeschoß angesetzt wurden kommt es zu keinem Temperaturgefälle im Bauteil und somit auch zu keiner Dampfdiffusion. Dies bedeutet, dass die Temperatur, die im Bauteil und an der Bauteiloberfläche herrscht, konstant ist, und der Raumtemperatur entspricht.

Folglich ist das Auftreten von Schimmel bzw. von Oberflächenkondensat nicht zu erwarten. Im Bauteil tritt ebenfalls kein Kondensat auf.

### 3.5.8 AD01: Dippelbaumdecke Zimmer 1

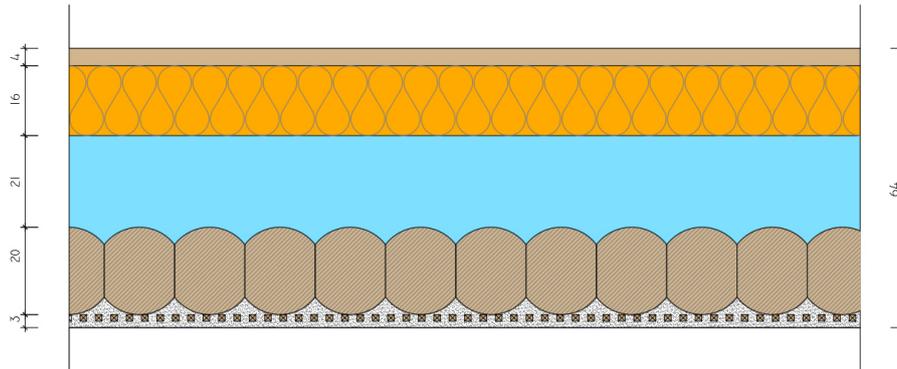


Abbildung 90: AD01 Aufbau

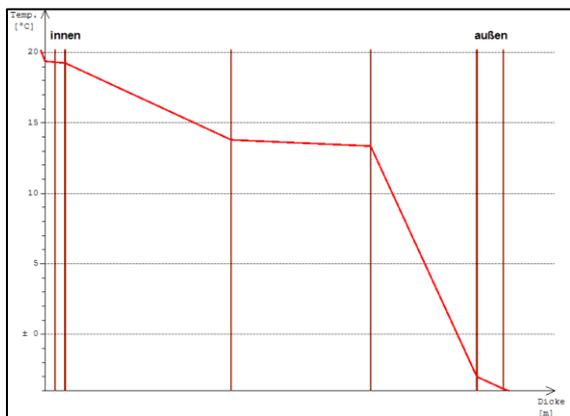


Abbildung 91: AD01 Temperatur

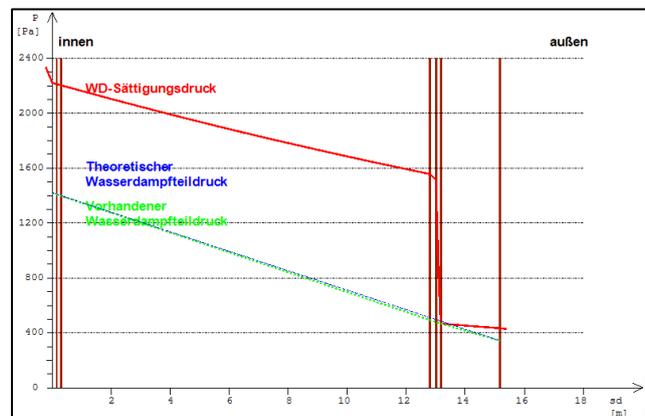


Abbildung 92: AD01 Diffusion

Über dem Obergeschoß befinden sich Dippelbaumdecken mit unterschiedlichen Aufbauten. Oberhalb von Zimmer 1 wurden die Dippelbäume der Decke mit einer Dicke von 20 cm angenommen. Die Decke wurde auf der Unterseite verputzt. Als Putzträger dienen wiederum feine Latten (1,5 x 1,5 cm), die direkt auf die Dippelbaumlage genagelt wurden. Die Gesamtdicke der Putzschicht inklusive der Putzträgerlattung wird mit 3 cm angenommen. Um die brandschutztechnischen Auflagen zu erfüllen, wurde im Zuge der Neuerrichtung des Dachstuhles eine 16 cm dicke Balkenlage quer über die Dippelbaumlage gelegt. Zwischen den Balken wurde Mineralwolle eingebracht und darüber eine 4 cm dicke Brandschutzschalung verlegt.

Da die neueingezogene Balkenlage auf den Außenwänden bzw. auf den Zwischenwänden aufgelegt wurde, ergeben sich Hohlräume unterhalb der Balkenlage. Für die Dippelbaumdecke oberhalb von Zimmer 1 beträgt diese Luftschicht 21 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>AD01 Dippelbaumdecke Zimmer 1 (Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum)</b>	<p style="text-align: right;">I M 1 : 20</p>
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,16 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0
2	1.402.04 Holz dazw.	0,160	50	0,150	12,5	600	12,0
	ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz		1	0,032	87,5	25	3,5
4	Luft steh., W-Fluss n. oben d > 200 mm	0,210	1	1,563		1	0,2
5	1.402.04 Holz	0,250	50	0,150		600	150,0
6	1.402.04 Holz dazw.	0,015	50	0,150	40,0	600	3,6
	Kalkputz (innen)		10	0,800	60,0	1.400	12,6
8	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0
	Bauteildicke [m]	<b>0,690</b>					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						226,9
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,050	Breite [m]: 0,020	$R_{si} + R_{se} = 0,200$				
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,800	Breite [m]: 0,100					
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 6,4113$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 5,7367$		$R_T = 6,0740$ [m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> $U = 1 / R_T$						<b>0,16 [W/m²K]</b>	

Abbildung 93: AD01 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Juli wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwarte. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,83 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 17,28 °C, für Oberflächenkondensat bei 14,36 °C.

Im Bauteil selbst kommt es zur Bildung von Kondensat (8,5 g/d). Dies kann im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2. [7] von 500g/m².

### 3.5.9 AD02: Dippelbaumdecke Zimmer 2/1

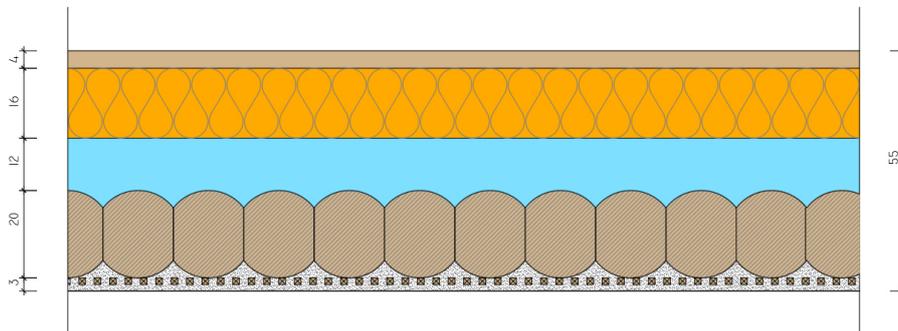


Abbildung 94: AD02 Aufbau

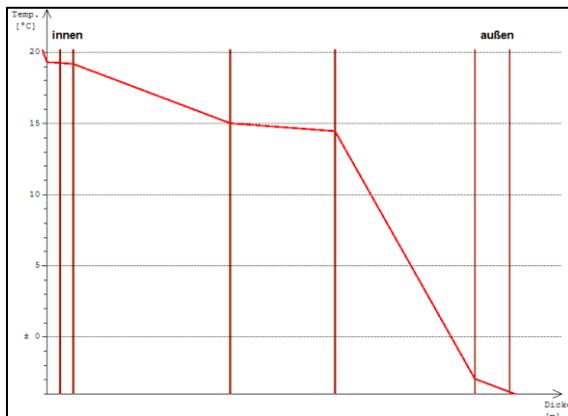


Abbildung 95: AD02 Temperatur

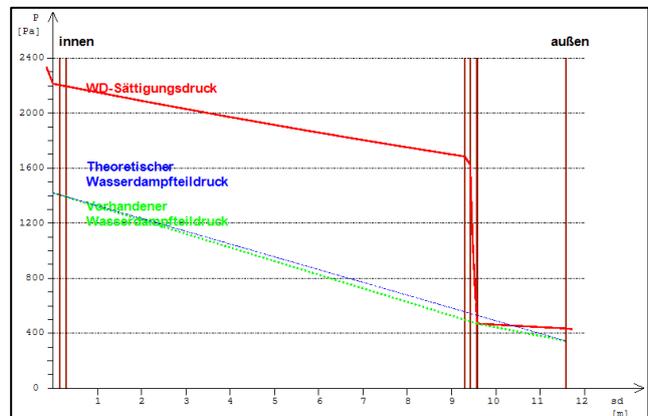


Abbildung 96: AD02 Diffusion

Über dem Obergeschoß befinden sich Dippelbaumdecken mit unterschiedlichen Aufbauten. Die Decke über dem Zimmer 2 wurden in zwei Bereiche unterteilt. Über dem vorderen Bereich des Zimmers 2 befindet sich eine kleine Kammer im Dachraum. In diesem Bereich ist der Deckenaufbau sehr komprimiert, um nicht mehr Raumhöhe als nötig zu verlieren. Für den Abschnitt Zimmer 2/1 (außerhalb der Kammer) wurden die Balken der Dippelbaumdecke mit einer Dicke von 18 cm angenommen. Die Dippelbäume wurden auf der Unterseite verputzt. Als Putzträger dienen feine Latten (1,5 x 1,5 cm) die direkt auf die Dippelbaumlage genagelt wurden. Die Gesamtdicke der Putzschicht inklusive der Putzträgerlatten wird mit 3 cm angenommen.

Um die brandschutztechnischen Auflagen zu erfüllen, wurde im Zuge der Neuerrichtung des Dachstuhles eine 16 cm dicke Balkenlage quer über die Dippelbaumlage gelegt. Zwischen den Balken wurde Mineralwolle eingebracht und darüber eine 4 cm dicke Brandschutzschalung verlegt.

Da die neueingezogene Balkenlage auf den Außenwänden bzw. auf den Zwischenwänden aufgelegt wurde, ergeben sich Hohlräume unterhalb der Balkenlage. Für die Dippelbaumdecke oberhalb des Zimmers 1 beträgt diese Luftschicht 12 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>AD02 Dippelbaumdecke Zimmer 2/1 (Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum)</b>	<p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: right;">M 1 : 20</p>
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,18 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung								
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d	
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0	
2	1.402.04 Holz dazw. ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz	0,160	50	0,150	12,5	600	12,0	
			1	0,032	87,5	25	3,5	
4	Luft steh., W-Fluss n. oben 116 < d <= 120 mm	0,120	1	0,750		1	0,1	
5	1.402.04 Holz	0,180	50	0,150		600	108,0	
6	1.402.04 Holz dazw. Kalkputz (innen)	0,015	50	0,150	40,0	600	3,6	
			10	0,800	60,0	1.400	12,6	
8	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0	
Bauteildicke [m]		<b>0,530</b>						
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						184,8		
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)								
1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,050		Breite [m]: 0,020		$R_{si} + R_{se} = 0,200$				
1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,800		Breite [m]: 0,100						
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 5,9148$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 5,2957$		$R_T = 5,6052$ [m²K/W]		
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>		
						<b>0,18 [W/m²K]</b>		

Abbildung 97: AD02 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Juli wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,82 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 17,28 °C, für Oberflächenkondensat bei 14,36 °C.

Im Bauteil selbst kommt es zur Bildung von Kondensat (47,4 g/m²). Dies kann allerdings im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2 [7] von 500 g/m².

### 3.5.10 AD03: Dippelbaumdecke Zimmer 2/2

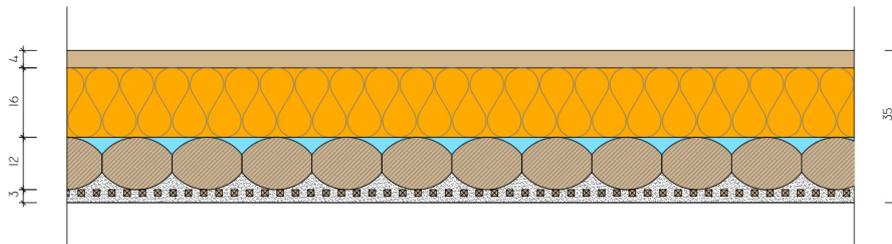


Abbildung 98: AD03 Aufbau

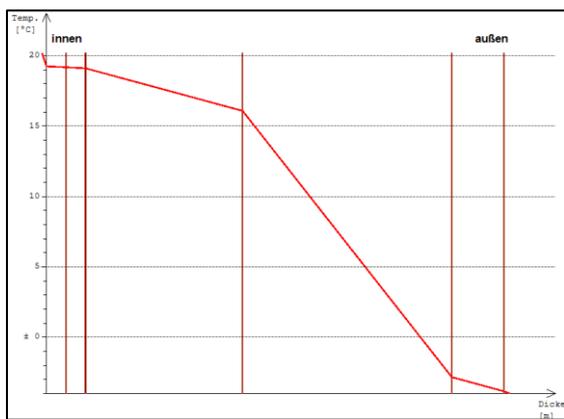


Abbildung 99: AD03 Temperatur

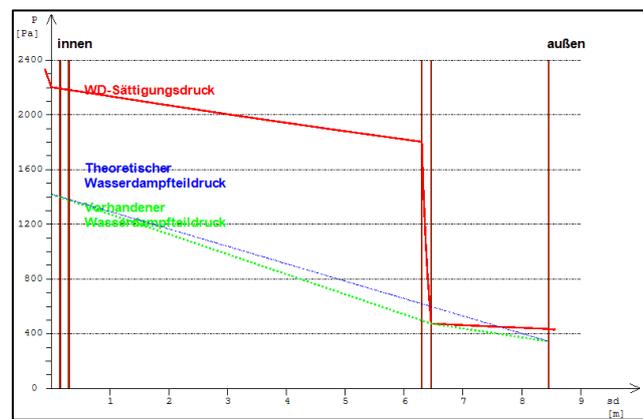


Abbildung 100: AD03 Diffusion

Über dem Obergeschoß befinden sich Dippelbaumdecken mit unterschiedlichen Aufbauten. Die Decke über dem Zimmer 2 wurden in zwei Bereiche unterteilt. Über dem vorderen Bereich des Zimmers 2 befindet sich eine kleine Kammer im Dachraum. In diesem Bereich ist der Deckenaufbau sehr komprimiert, um nicht mehr Raumhöhe als nötig zu verlieren.

Für den Abschnitt Zimmer 2/2 (innerhalb der Kammer) wurden die Balken der Dippelbaumdecke mit einer Dicke von 12 cm angenommen. Die Dippelbäume wurden auf der Unterseite verputzt. Als Putzträger dienen feine Latten (1,5 x 1,5 cm) die direkt auf die Dippelbaumlage genagelt wurden. Die Gesamtdicke der Putzschicht inklusive der Putzträgerlatten wird mit 3 cm angenommen.

Um die brandschutztechnischen Auflagen zu erfüllen, wurde im Zuge der Neuerrichtung des Dachstuhles eine 16 cm dicke Balkenlage quer über die Dippelbaumlage gelegt. Zwischen den Balken wurde Mineralwolle eingebracht und darüber eine 4 cm dicke Brandschutzschalung verlegt.

Bauteilbezeichnung: <b>AD03 Dippelbaumdecke Zimmer 2/2 (Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,20 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung								
	Baustoffschichten	d	$\mu$	$\lambda$	Anteil	$\rho$	$\rho \cdot d$	
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0	
2	1.402.04 Holz dazw.	0,160	50	0,150	12,5	600	12,0	
	ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz		1	0,032	87,5	25	3,5	
4	1.402.04 Holz	0,120	50	0,150		600	72,0	
5	1.402.04 Holz dazw.	0,015	50	0,150	40,0	600	3,6	
	Kalkputz (innen)		10	0,800	60,0	1.400	12,6	
7	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0	
	Bauteildicke [m]	<b>0,350</b>						
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							148,7
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)								
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,050	Breite [m]: 0,020	$R_{si} + R_{se} = 0,200$					
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,800	Breite [m]: 0,100						
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 5,2599$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 4,7357$		$R_T = 4,9978$ [m²K/W]		
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>		
						<b>0,20 [W/m²K]</b>		

Abbildung 101: AD03 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Juli wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,80 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 17,28 °C, für Oberflächenkondensat bei 14,36°C.

Im Bauteil selbst kommt es zur Bildung von Kondensat (155,9 g/d). Dies kann im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2. [7] von 500 g/m².

### 3.5.11 AD04: Dippelbaumdecke Zimmer 3

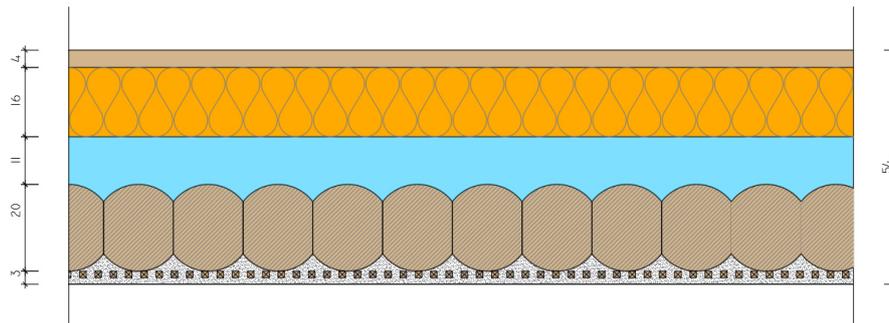


Abbildung 102: AD04 Aufbau

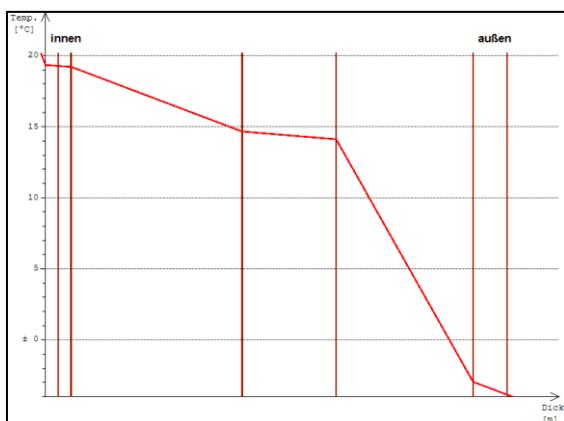


Abbildung 103: AD04 Temperatur

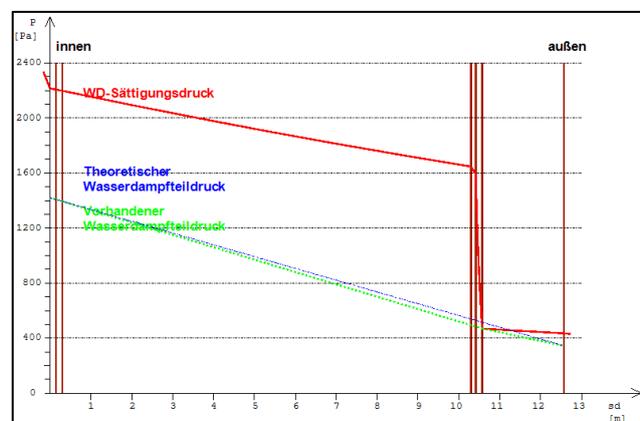


Abbildung 104: AD04 Diffusion

Über dem Obergeschoß befinden sich Dippelbaumdecken mit unterschiedlichen Aufbauten. Oberhalb des Zimmers 3 wurden die Dippelbäume der Decke mit einer Dicke von 20 cm angenommen. Die Decke wurde auf der Unterseite verputzt. Als Putzträger dienen wiederum feine Latten (1,5 x 1,5 cm), die direkt auf die Dippelbaumlage genagelt wurden. Die Gesamtdicke der Putzschicht inklusive der Putzträgerlattung wird mit 3 cm angenommen. Um die brandschutztechnischen Auflagen zu erfüllen, wurde im Zuge der Neuerrichtung des Dachstuhles eine 16 cm dicke Balkenlage quer über die Dippelbaumlage gelegt. Zwischen den Balken wurde Mineralwolle eingebracht und darüber eine 4 cm dicke Brandschutzschalung verlegt.

Da die neueingezogene Balkenlage auf den Außenwänden bzw. auf den Zwischenwänden aufgelegt wurde, ergeben sich Hohlräume unterhalb der Balkenlage. Für die Dippelbaumdecke oberhalb des Zimmers 3 beträgt diese Luftschicht 11 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>AD04 Dippelbaumdecke Zimmer 3 (Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,17 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0
2	1.402.04 Holz dazw.	0,160	50	0,150	12,5	600	12,0
	ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz		1	0,032	87,5	25	3,5
4	Luft steh., W-Fluss n. oben 106 < d <= 110 mm	0,110	1	0,688		1	0,1
5	1.402.04 Holz	0,200	50	0,150		600	120,0
6	1.402.04 Holz dazw.	0,015	50	0,150	40,0	600	3,6
	Kalkputz (innen)		10	0,800	60,0	1.400	12,6
8	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0
	Bauteildicke [m]	<b>0,540</b>					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						196,8
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,050    Breite [m]: 0,020					$R_{si} + R_{se} =$	0,200
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,800    Breite [m]: 0,100						
	Oberer Grenzwert: $R_{To} = 6,0662$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 5,4289$			$R_T =$	5,7476 [m²K/W]
	<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>	<b><math>U = 1 / R_T</math></b>					<b>0,17 [W/m²K]</b>

Abbildung 105: AD04 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Juli wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,82 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 17,28 °C, für Oberflächenkondensat bei 14,36 °C.

Im Bauteil selbst kommt es zur Bildung von Kondensat (33,9 g/d), Dies kann im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2. [7] von 500 g/m².

### 3.5.12 AD05: Tramdecke Gang

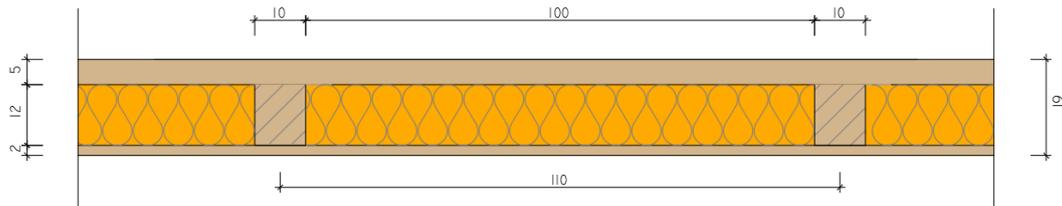


Abbildung 106: AD05 Aufbau

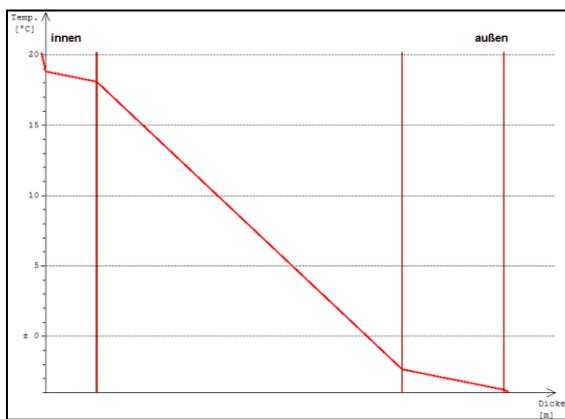


Abbildung 107: AD05 Temperatur

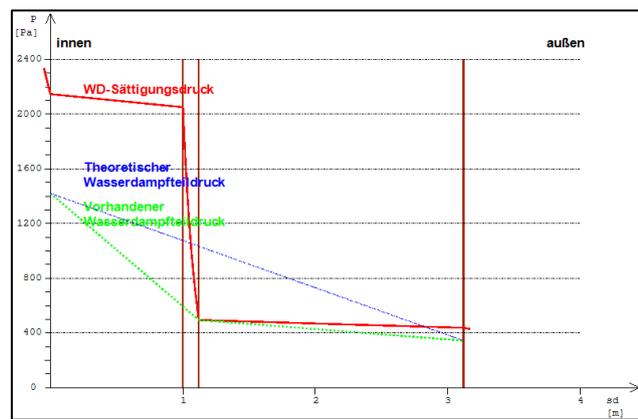


Abbildung 108: AD05 Diffusion

Die Tramdecke über dem Gangbereich des Obergeschoßes wurde im Zuge von Renovierungsarbeiten mit Mineralwolle gedämmt. Die Balken haben eine Dimension von 10 x 12 cm. Der Abstand der Balken zueinander beträgt durchschnittlich 110 cm. Die Untersicht wurde mit einer gehobelten, 2 cm dicken Fichtenschalung verkleidet. Über der Balkenlage befinden sich Holzdielen mit einer Dicke von ca. 4 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>AD05 Tramdecke Gang (Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,28 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0
2	1.402.04 Holz dazw.	0,120	50	0,150	9,1	600	6,5
	ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz		1	0,032	90,9	25	2,7
4	1.402.04 Holz	0,020	50	0,150		600	12,0
Bauteildicke [m]		<b>0,180</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							45,3
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b>					(Berechnung nach EN ISO 6946)		
1.402.04 Holz:		Achsabstand [m]:	1,100	Breite [m]:	0,100	$R_{si} + R_{se} = 0,200$	
Oberer Grenzwert: $R_{T0} = 3,6507$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 3,4085$		$R_T = 3,5296$ [m²K/W]			
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>				$U = 1 / R_T$		<b>0,28 [W/m²K]</b>	

Abbildung 109: AD05 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Juli wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,72 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 17,28 °C, für Oberflächenkondensat bei 14,36 °C.

Aufgrund der fehlenden Dampfsperre kommt es im Bauteil zur Bildung von Kondensat. Dies kann im Laufe des Jahres nicht austrocknen. Es bleibt ein Restkondensat 1682,7 g/m² pro Jahr übrig. Dies ist besonders für die Holzbauteile fatal und führt auf Dauer zur Zerstörung des Bauteils.

### 3.5.13 AD06: Tramdecke Zimmer 4

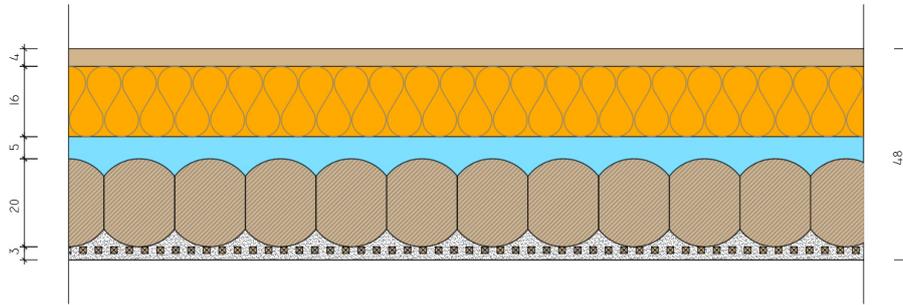


Abbildung 110: AD06 Aufbau

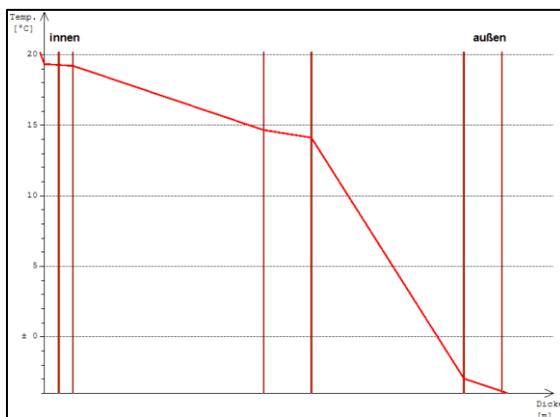


Abbildung 111: AD06 Temperatur

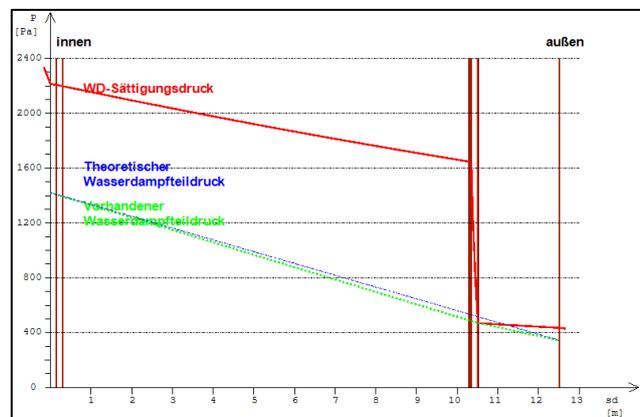
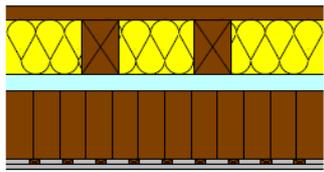


Abbildung 112: AD06 Diffusion

Über dem Obergeschoß befinden sich Dippelbaumdecken mit unterschiedlichen Aufbauten. Oberhalb des Zimmers 4 wurden die Dippelbäume der Decke mit einer Dicke von 20 cm angenommen. Die Decke wurde auf der Unterseite verputzt. Als Putzträger dienen wiederum feine Latten (1,5 x 1,5 cm), die direkt auf die Dippelbaumlage genagelt wurden. Die Gesamtdicke der Putzschicht inklusive der Putzträgerlattung wird mit 3 cm angenommen. Um die brandschutztechnischen Auflagen zu erfüllen, wurde im Zuge der Neuerrichtung des Dachstuhles eine 16 cm dicke Balkenlage quer über die Dippelbaumlage gelegt. Zwischen den Balken wurde Mineralwolle eingebracht und darüber eine 4 cm dicke Brandschutzschalung verlegt.

Da die neueingezogene Balkenlage auf den Außenwänden bzw. auf den Zwischenwänden aufgelegt wurde, ergeben sich Hohlräume unterhalb der Balkenlage. Für die Dippelbaumdecke oberhalb des Zimmers 4 beträgt diese Luftschicht 5 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>AD06 Dippelbaumdecke Zimmer 4 (Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum)</b>	 <p style="text-align: center;">A</p> <p style="text-align: right;">I M 1 : 20</p>
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,17 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0
2	1.402.04 Holz dazw.	0,160	50	0,150	12,5	600	12,0
	ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz		1	0,032	87,5	25	3,5
4	Luft steh., W-Fluss n. oben 46 < d <= 50 mm	0,050	1	0,313		1	0,1
5	1.402.04 Holz	0,200	50	0,150		600	120,0
6	1.402.04 Holz dazw.	0,015	50	0,150	40,0	600	3,6
	Kalkputz (innen)		10	0,800	60,0	1.400	12,6
8	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0
	Bauteildicke [m]	<b>0,480</b>					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						196,8
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,050 Breite [m]: 0,020					R <sub>si</sub> + R <sub>se</sub> = 0,200	
	1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,800 Breite [m]: 0,100						
	Oberer Grenzwert: R <sub>To</sub> = 6,0661		Unterer Grenzwert: R <sub>Tu</sub> = 5,4287			R <sub>T</sub> = 5,7474 [m²K/W]	
	<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> U = 1 / R <sub>T</sub>					<b>0,17 [W/m²K]</b>	

Abbildung 113: AD06 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Juli wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,82 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 17,28 °C, für Oberflächenkondensat bei 14,36 °C.

Im Bauteil selbst kommt es zur Bildung von Kondensat (37,4 g/d). Dies kann im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2. [7] von 500 g/m².

### 3.5.14 AD07: Dippelbaumdecke Abstellraum

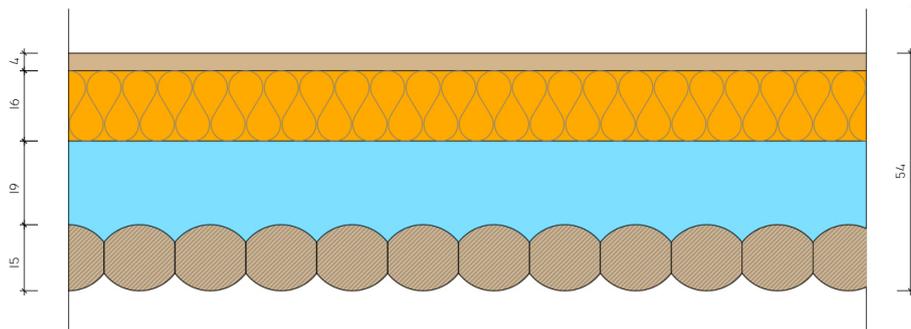


Abbildung 114: AW07 Aufbau

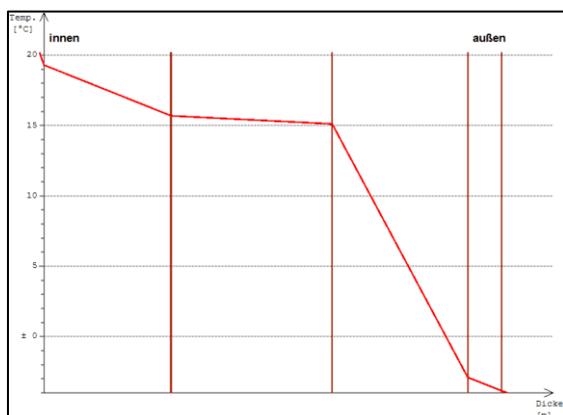


Abbildung 115: AD07 Temperatur

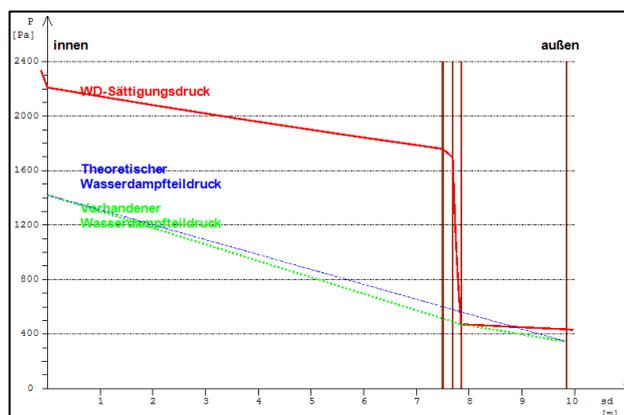


Abbildung 116: AD07 Diffusion

Über dem Obergeschoß befinden sich Dippelbaumdecken mit unterschiedlichen Dicken. Für den Abstellraum wurden die Balken der Dippelbaumdecke mit einer Dicke von 15 cm angenommen. Da der Abstellraum der einzige Raum ist, der im eigentlichen Rohzustand vorliegt, konnten hier viele Erkenntnisse über den Aufbau der verschiedenen Bauteile gewonnen werden. Um die brandschutztechnischen Auflagen zu erfüllen wurde im Zuge der Neuerrichtung des Dachstuhles eine 16 cm dicke Balkenlage quer zu der Spannrichtung der Dippelbäume darübergerlegt. Zwischen den Balken wurde Mineralwolle eingebracht und über der neueingezogenen Balkenlage wurde eine 4 cm dicke Brandschutzschalung verlegt. Da die neueingezogene Balkenlage auf den Außenwänden bzw. auf die Zwischenwände aufgelegt wurde, ergeben sich stehende Luftschichten unterhalb der neu eingezogenen Balkenlage. Für die Dippelbaumdecke oberhalb des Abstellraumes beträgt diese Luftschicht 19 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>AD07 Dippelbaumdecke Abstellraum (Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert            0,19 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0
2	1.402.04 Holz dazw. ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz	0,160	50	0,150	12,5	600	12,0
			1	0,032	87,5	25	3,5
4	Luft steh., W-Fluss n. oben 186 < d <= 190 mm	0,190	1	1,188		1	0,2
5	1.402.04 Holz	0,150	50	0,150		600	90,0
Bauteildicke [m]		<b>0,540</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							129,7
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,800 Breite [m]: 0,100		$R_{si} + R_{se} = 0,200$					
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 5,6036$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 5,0491$		$R_T = 5,3263 [m^2K/W]$	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					<b><math>U = 1 / R_T</math></b>		
					<b>0,19 [W/m²K]</b>		

Abbildung 117: AD07 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Juli wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,81 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 17,28 °C, für Oberflächenkondensat bei 14,36 °C.

Im Bauteil selbst kommt zur Bildung von Kondensat (96,4g/d). Dies kann im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2. [7] von 500g/m².

### 3.5.15 AD08: Dippelbaumdecke Zimmer 5

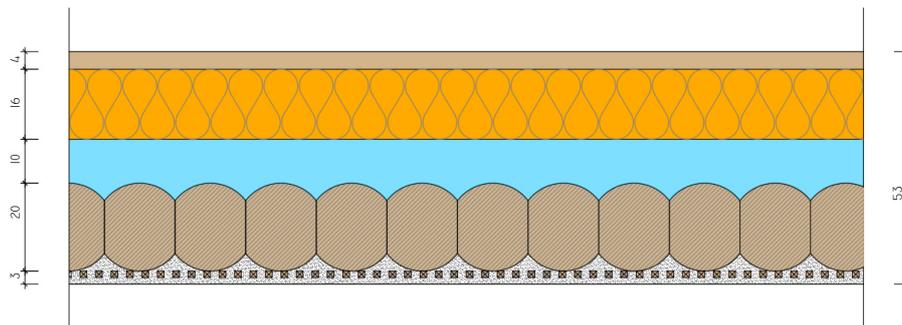


Abbildung 118: AW08 Aufbau

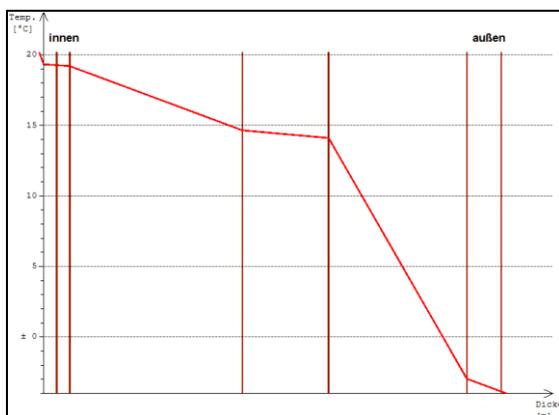


Abbildung 119: AD08 Temperatur

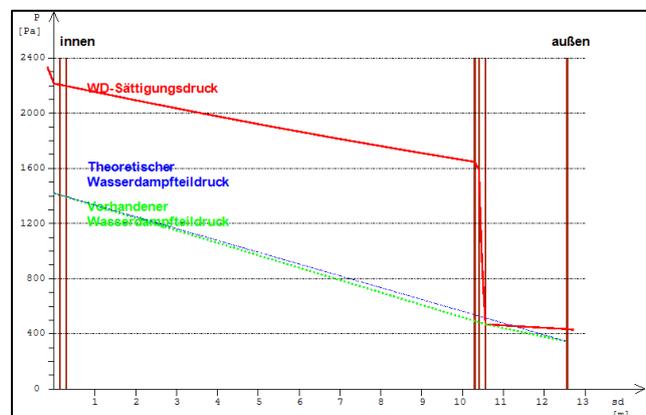


Abbildung 120: AD08 Diffusion

Über dem Obergeschoß befinden sich Dippelbaumdecken mit unterschiedlichen Aufbauten. Oberhalb des Zimmers 5 wurden die Dippelbäume der Decke mit einer Dicke von 20 cm angenommen. Die Decke wurde auf der Unterseite verputzt. Als Putzträger dienen wiederum feine Latten (1,5 x 1,5 cm), die direkt auf die Dippelbaumlage genagelt wurden. Die Gesamtdicke der Putzschicht inklusive der Putzträgerlattung wird mit 3 cm angenommen. Um die brandschutztechnischen Auflagen zu erfüllen, wurde im Zuge der Neuerrichtung des Dachstuhles eine 16 cm dicke Balkenlage quer über die Dippelbaumlage gelegt. Zwischen den Balken wurde Mineralwolle eingebracht und darüber eine 4 cm dicke Brandschutzschalung verlegt.

Da die neueingezogene Balkenlage auf den Außenwänden bzw. auf den Zwischenwänden aufgelegt wurde, ergeben sich Hohlräume unterhalb der Balkenlage. Für die Dippelbaumdecke oberhalb des Zimmers 5 beträgt diese Luftschicht 10 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>AD08 Dippelbaumdecke Zimmer 5 (Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum)</b>	
Bauteiltyp: bestehend <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,17 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung								
	Baustoffschichten	d	μ	λ	Anteil	ρ	ρ*d	
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0	
2	1.402.04 Holz dazw.	0,160	50	0,150	12,5	600	12,0	
	ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz		1	0,032	87,5	25	3,5	
4	Luft steh., W-Fluss n. oben 96 < d <= 100 mm	0,100	1	0,625		1	0,1	
5	1.402.04 Holz	0,200	50	0,150		600	120,0	
6	1.402.04 Holz dazw.	0,015	50	0,150	40,0	600	3,6	
	Kalkputz (innen)		10	0,800	60,0	1.400	12,6	
8	Kalkputz (innen)	0,015	10	0,800		1.400	21,0	
Bauteildicke [m]		<b>0,530</b>						
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							196,8	
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)								
1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,050		Breite [m]: 0,020		$R_{si} + R_{se} = 0,200$				
1.402.04 Holz: Achsabstand [m]: 0,800		Breite [m]: 0,100						
Oberer Grenzwert: $R_{T0} = 6,0664$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 5,4290$		$R_T = 5,7477 [m^2K/W]$				
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>		
						<b>0,17 [W/m²K]</b>		

Abbildung 121: AD08 Materialkennwerte

Im kritischen Monat Juli wird weder Schimmel noch Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 19,82 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 17,28 °C, für Oberflächenkondensat bei 14,36 °C.

Im Bauteil selbst kommt es zur Bildung von Kondensat (34,0 g/d) Dies kann im Laufe des Jahres wieder austrocknen. Die anfallende Kondensatmenge unterschreitet den Grenzwert nach den Bestimmungen der ÖNORM B8110-2 [7] von 500 g/m².

### 3.5.16 FD01: Rücksprung Obergeschoß

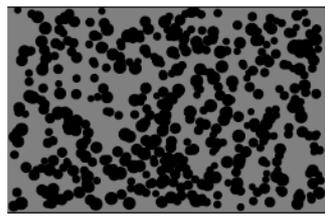
Bauteilbezeichnung: <b>FD01 Rückstrung Obergeschoß (Außendecke, Wärmestrom nach oben)</b>		<div style="text-align: center;">  </div>						
Bauteiltyp: bestehend <b>Außendecke, Wärmestrom nach oben</b>								
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>2,82 [W/m²K]</b>								
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>								
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>R=d/λ</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>	
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.	
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]	
1	Natursteinmauerwerk (Kalkstein)	0,600	10	2,800	0,214	2.750	1.650,0	
	Bauteildicke [m]	<b>0,600</b>						
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							1.650,0
	Summe der Wärmeübergangswiderstände				$R_{si} + R_{se}$	0,140	[m²K/W]	
	Wärmedurchgangswiderstand				$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	0,354	[m²K/W]	
	<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>				$U = 1 / R_T$	<b>2,82</b>	<b>[W/m²K]</b>	

Abbildung 122: FD01 Materialkennwerte

Das Obergeschoß springt umlaufend gegenüber dem Untergeschoß zurück. Die freiliegende Mauerkante wurde als Außendecke mit Wärmestrom nach oben modelliert. Für den Konstruktionsaufbau wurde hier von reinem Natursteinmauerwerk ausgegangen. Die Bauteildicke wurde vereinfacht, gleich der Dicke des Mauerwerks, mit 60 cm angenommen. Die Fläche der Außendecke wurde grafisch ermittelt. Dies war die einfachste Methode, da das Obergeschoß zum Untergeschoß nicht gleichmäßig zurückspringt und sich somit konisch verlaufende Flächenelemente ergeben.

Der größte Rücksprung befindet sich auf der nordwestlichen Gebäudeseite im Bereich der Küche. Hier springt das Obergeschoß ca. 1,20 m im Vergleich zum Erdgeschoß zurück.

An dieser Stelle wurde ein Pultdach zum Schutz des darunterliegenden Mauerwerks vor wetterbedingten Einflüssen errichtet.

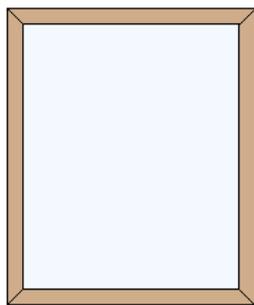
Im kritischen Monat Jänner wird Schimmel sowie Oberflächenkondensat erwartet. Die Oberflächentemperatur liegt bei 8,00 °C. Für Schimmel liegt der Grenzwert bei 12,87 °C, für Oberflächenkondensat bei 12,21 °C.

Im Bauteil kommt es zu keiner Kondensatbildung.

### 3.6 Fenster und Türen

In den vergangenen Jahrzehnten wurden immer wieder Umbauarbeiten am Objekt durchgeführt, so kam es auch zum Austausch einzelner Fenster bzw. Fenstergruppen. Insgesamt sind 21 Fenster und 4 Türen in der Fassade integriert. Für die wärmetechnische Betrachtung können diese Fenster zu 5 verschiedenen Typen zusammengefasst werden.

#### 3.6.1 TYP 1: Isolierglasfenster (2 Scheiben)



Fenster	Prüfnormmaß Typ 1 (T1)			
Abmessung	1,23 m x 1,48 m			
U <sub>w</sub> -Wert	1,57 W/m <sup>2</sup> K			
g-Wert	0,61			
Rahmenbreite	links	0,08 m	oben	0,08 m
	rechts	0,08 m	unten	0,08 m

Glas	-	U <sub>g</sub>	1,30 W/m <sup>2</sup> K
Rahmen	Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d ≤ 70mm)	U <sub>f</sub>	1,80 W/m <sup>2</sup> K
Psi (Abstandh.)	-	Psi	0,060 W/mK

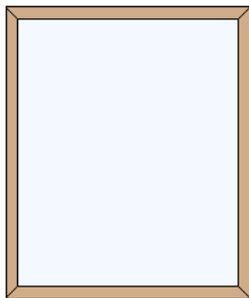
Abbildung 123: Typ 1 Isolierglasfenster (2 Scheiben)

Unter Typ 1 wurden alle Fenster mit einer Isolierverglasung mit 2 Scheiben zusammengefasst. In der Bauernstube sind Fenster der Marke Bayerwald verbaut. Diese wurden vor ca. 20 Jahren im Zuge von Sanierungsarbeiten an einem anderen Wohngebäude ausgebaut und im Bauernhaus wieder eingebaut. In der Küche sind ebenfalls Fenster dieses Typs verbaut, die in der Bauart identisch mit denen in der Bauernstube sind, die aber von der Firma Roto hergestellt wurden.

Auf der nordwestlichen und der südöstlichen Seite des Obergeschoßes sind im Gang sowie in den Schlafzimmern im hinteren Teil des Gebäudes (Zimmer 4 und 5, siehe Bestandspläne im Anhang) Fenster mit einer Isolierverglasung (2 Scheiben) verbaut. Diese sind baugleich mit den Fenstern in der Bauernstube.

Die Fenster im Schlafzimmer (Zimmer 4) auf der nordwestlichen Seite wurden von der Firma Josko hergestellt. Das Fenster im Gang und auch das Fenster im südöstlich gelegenen Schlafzimmer (Zimmer 5) sind beide von der Firma Bayerwald. Die Fensterrahmen sind allesamt aus Massivholz. Die Falzfräsung und die Rahmendicke von 8 cm sind bei allen Modellen nahezu identisch.

### 3.6.2 TYP 2: Verbundfenster (2 Scheiben)



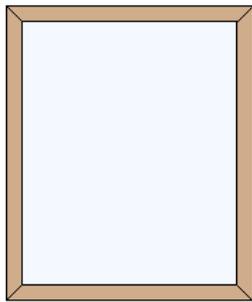
Fenster	Prüfnormmaß Typ 2 (T2)		
Abmessung	1,23 m x 1,48 m		
U <sub>w</sub> -Wert	2,51 W/m <sup>2</sup> K		
g-Wert	0,72		
Rahmenbreite	links	0,06 m	oben 0,06 m
	rechts	0,06 m	unten 0,06 m

Glas	-	U <sub>g</sub> 2,70 W/m <sup>2</sup> K
Rahmen	Holz-Rahmen Nadelholz (70 < d ≤ 90mm)	U <sub>f</sub> 1,60 W/m <sup>2</sup> K
Psi (Abstandh.)	-	Psi 0,000 W/mK

Abbildung 124: Typ 2 Verbundfenster (2 Scheiben)

Unter Typ 2 wurden die im Obergeschoß befindlichen Verbundfenster zusammengefasst. Verbundfenster wurden in den Zimmern 1, 2 und 3 verbaut. Die Fensterrahmen sind einheitlich aus Massivholz. Zudem sind alle Verbundfenster baugleich und besitzen dieselben Abmessungen (B x H = 0,92 x 1,06 m) und sind zweiflügelig ausgeführt. Die Rahmendicke beträgt 6 cm und die Breite des Mittelpfostens misst ca. 3 cm.

### 3.6.3 TYP 3: Holzrahmenfenster (2 Scheiben)



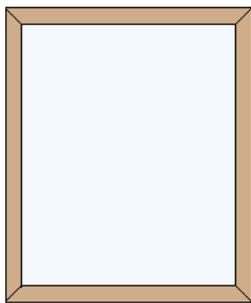
Fenster	Prüfnormmaß Typ 3 (T3)			
Abmessung	1,23 m x 1,48 m			
U <sub>w</sub> -Wert	2,99 W/m <sup>2</sup> K			
g-Wert	0,71			
Rahmenbreite	links	0,08 m	oben	0,08 m
	rechts	0,08 m	unten	0,08 m

Glas	-	U <sub>g</sub>	3,20 W/m <sup>2</sup> K
Rahmen	Holz-Rahmen Nadelholz (50 < d < = 70mm)	U <sub>f</sub>	1,80 W/m <sup>2</sup> K
Psi (Abstandh.)	-	Psi	0,040 W/mK

Abbildung 125: Typ 3 Holzrahmenfenster (2 Scheiben)

Typ 3 beschreibt zwei Fenster die im Badezimmer im Erdgeschoß verbaut sind. Hier handelt es sich um 2 Holzrahmenfenster mit 2 Einzelscheiben. Die Fensterrahmen sind wiederum aus Massivholz. Die zwei Fenster des Typs 3 sind baugleich und haben dieselben Abmessungen (B x H = 0,83 x 0,92 m) Die Rahmendicke beträgt 8 cm.

### 3.6.4 TYP 4: Holzrahmenfenster (Einzelscheibe)



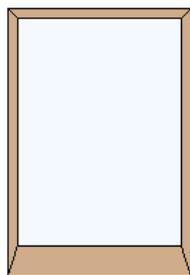
Fenster	Prüfnormmaß Typ 4 (T4)		
Abmessung	1,23 m x 1,48 m		
U <sub>w</sub> -Wert	5,02 W/m <sup>2</sup> K		
g-Wert	0,83		
Rahmenbreite	links	0,08 m	oben 0,08 m
	rechts	0,08 m	unten 0,08 m

Glas	-	U <sub>g</sub>	5,80 W/m <sup>2</sup> K
Rahmen	Holz-Rahmen Nadelholz (30 < d < = 50mm)	U <sub>f</sub>	2,30 W/m <sup>2</sup> K
Psi (Abstandh.)	-	Psi	0,000 W/mK

Abbildung 126: Typ 4 Fenster (Einzelscheibe)

Typ 4 beschreibt zwei Fenster mit einer einzelnen Fensterscheibe, die im Holzlagerraum des Bauernhauses verbaut sind. Hier handelt es sich mit Sicherheit um die ältesten Fenster die sich im Gebäude befinden. Die Fensterrahmen sind aus Massivholz. Die Falzfräsung sowie eine Rahmendicke von 8 cm sind bei beiden Fenstern ziemlich identisch.

### 3.6.5 TYP 5: Balkontüre (Verbundfenster)



Fenster	Prüfnormmaß Typ 5 (T5)			
Abmessung	1,48 m x 2,18 m			
U <sub>w</sub> -Wert	2,43 W/m <sup>2</sup> K			
g-Wert	0,72			
Rahmenbreite	links	0,08 m	oben	0,08 m
	rechts	0,08 m	unten	0,25 m

Fenstertür

Glas	-	U <sub>g</sub>	2,70 W/m <sup>2</sup> K
Rahmen	Holz-Rahmen Nadelholz (70 < d < = 90mm)	U <sub>f</sub>	1,60 W/m <sup>2</sup> K
Psi (Abstandh.)	-	Psi	0,000 W/mK

Abbildung 127: Typ 5 Balkontüre (Verbundfenster)

Typ 5 beschreibt die auf der südöstlichen Seite gelegene Balkontür, die von Zimmer 3 auf den Balkon führt. Die Balkontüre ist von derselben Machart wie die unter Typ 2 beschriebenen Verbundfenster. Die Abmessungen der Balkontüre sind (B x H = 0,83 x 1,93 m).

### 3.6.6 Eingangstüren

Insgesamt gibt es 3 Eingangstüren ins Gebäude. Zwei davon befinden sich im Erdgeschoß. Die Haupteingangstüre befindet sich auf der südöstlichen Seite des Gebäudes. Die genau gegenüberliegende Türe auf der nordwestlichen Seite des Erdgeschoßes hat lediglich eine untergeordnete Funktion. Die im Obergeschoß gelegene Türe befindet sich ebenfalls auf der südöstlichen Seite des Gebäudes. Durch diese Türe kann das Gebäude von der angebauten Traktorgarage über den Balkon betreten werden. Sie wird vor allem als Balkontüre genutzt und hat als Eingangstüre eine eher untergeordnete Rolle.

## **4 Bestandsenergieausweis**

### **4.1 Allgemeine Bestimmungen**

Seit Jänner 2009 ist im Bundesland Salzburg gemäß Energieausweis-Vorlagegesetz bei jedem Neu-, Zu- und Umbau ab einem gewissen Umfang, bei Verkauf oder Vermietung von beheizten Gebäuden und Wohnungen sowie bei großen Renovierungen ein gültiger Energieausweis vorzulegen. [13]

In der EU Gebäude Richtlinie 2010 ist der Begriff „große Renovierung“ wie folgt definiert: Werden bei einer energetischen Sanierung der Gebäudehülle mehr als 25% der Oberfläche verändert, es sei denn die Gesamtkosten der Renovierung der Gebäudehülle und der gebäudetechnischen Systeme betragen weniger als 25% des Gebäudewerts (der Wert des Grundstücks, auf dem das Gebäude errichtet wurde, wird nicht mitgerechnet), so wird von einer "großen Renovierung" gesprochen. Der Gebäudewert ist anhand von den Neuerrichtungskosten zu ermitteln. Die Mindestanforderungen des jeweils geltenden Baurechts müssen eingehalten werden. [14]

Bei derartigen "großen Renovierungen" sollte im Vorfeld unbedingt ein Gesamtkonzept für die Sanierung erstellt werden, um bei einem etappenweisen Vorgehen das Ziel nicht aus den Augen zu verlieren. [14]

### **4.2 Vorgehensweise beim Bestandsenergieausweisvergleich**

Auf Basis der in Kapitel 3 beschriebenen Bauteile wird unter Zuhilfenahme des Energieausweisprogrammes GEQ [1] ein erster Bestandsenergieausweis erstellt. Dieser Bestandsenergieausweis liefert die Grundlage für den Vergleich mit drei weiteren Bestandsenergieausweisen, die auf Basis von Referenzwerten aus entsprechender Fachliteratur und einschlägigen Normen erstellt werden. Konkret werden hierfür die ÖNORM B8110-8 [12], das Handbuch für Energieberater [28] sowie die OIB6 Richtlinie [4] herangezogen. Die 3 Bestandsenergieausweise werden schließlich mit dem Bestandsenergieausweis auf Basis des Schichtaufbaus verglichen. In weiterer Folge werden die wichtigsten Kenngrößen zueinander in Beziehung gesetzt und die Abweichung ermittelt.

### **4.3 Ermittlung der Default-Werte für den Bestandsenergieausweis**

Wie bereits im vorangegangenen Punkt beschrieben, werden auf mehrere verschiedene Arten Bestandsenergieausweise erstellt. Es wird versucht, die Referenzwerte so auszuwählen, dass diese dem entsprechenden tatsächlichen Aufbau am nächsten kommen. Falls für einzelne Aufbauten keine Referenzwerte vorhanden sind, werden für diese Bauteile die Werte auf Basis des Schichtaufbaus verwendet.

### 4.3.1 Referenzwerte nach Handbuch für Energieberater

#### 1. ERDANLIEGENDE FUSSBÖDEN

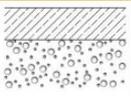
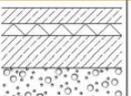
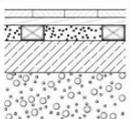
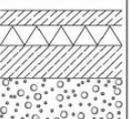
Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [W/m²K]	Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [W/m²K]
	Betonfußboden, mit oder ohne Estrich	1920-2000	0,30	2,60		Unterbeton, Dämmlage unbekannter Art u. Dicke (Rechenwert 2 cm) Estrich	1960-1980	0,35	1,40
	Unterbeton Holzfußboden mit Beschüttung (Schlacke)	1920-1975	0,30	1,50		Unterbeton, Dämmung 10 cm 15 cm	1990-2000	0,45 0,50	0,35 0,25

Abbildung 128: Erdanliegende Fußböden lt. HfEb [28]

Für die erdberührten Fußbodenaufbauten im Eingangsbereich, Kellerabgang sowie für den Fußboden vom Kartoffelkeller wurde ein U-Wert von 2,6 W/m²K gewählt. Ein etwaiger Fliesenbelag wird, wie in der obigen Abbildung 128 dargestellt, nicht berücksichtigt.

Für den Fußboden in der Küche wird aufgrund des Holzdielenbelags und der sich darunter befindlichen Polsterholzlage ein U-Wert von 1,5 W/m²K gewählt. Dies stimmt mit der obigen Abbildung 128 nicht völlig überein, da im vorhandenen Aufbau keine Beschüttung zwischen den Polsterhölzern vorhanden ist. Dennoch kommt der Referenzaufbau dem vorhandenen Schichtaufbau sehr nahe.

Für den Fußboden des im Erdgeschoß gelegenen Bades wird ein U-Wert von 1,4 W/m²K angesetzt, da davon ausgegangen wird, dass die genaue Zusammensetzung und Schichtdicken des Bauteils nicht bekannt sind.

Für den Fußbodenaufbau in der Bauerstube ist im Handbuch für Energieberater kein Referenzwert zu finden. Hier wird der U-Wert mittels des vorhandenen Schichtaufbaus ermittelt und somit dem Wert des als Basis dienenden Bestandeneigenschafts gleichgesetzt.

## 2. ERDANLIEGENDE WÄNDE

Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [W/m²K]	Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [W/m²K]
	Massivbeton oder Schwerbetonsteine, mit oder ohne Verputz	1950-1980	0,25	4,0		Naturstein, mit oder ohne Verputz	– 1900	0,50 0,75 1,00 1,50	2,70 2,00 1,60 1,10
	Vollziegel, mit oder ohne Verputz	1950-1960	0,50 0,68	2,0 1,5		Leichtbetonhohlstein, Verputz, Feuchtigkeitsanstrich	1960-1980	0,34	1,40
	Leichtbetonhohlstein, Verputz, Feuchtigkeitsanstrich, Perimeterdämmung 5 cm	1990-2000	0,40	0,45					

Abbildung 129: Erdanliegende Wände lt. HfEb [28]

Für die Kellerwände wurde eine Gesamtdicke von 1 m angenommen, was laut Handbuch für Energieberater einem U-Wert von 1,6 W/m²K entspricht.

## 4. AUSSENWÄNDE

Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [W/m²K]	Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [W/m²K]
	Naturstein, mit oder ohne Verputz	– 1900	0,50 0,75 1,00 1,50	2,40 1,80 1,50 1,10		Holz-Blockwand, ohne Dämmung, mit oder ohne Verkleidung	– 1980	0,15 0,20	0,80 0,60
	Holz-Blockwand, mit 10 cm Dämmung innen, Dampfbremse mit Verkleidung	1990-2005	0,30	0,27		Holz-Riegelwand, Füllung unbekannt	– 1970	0,15	1,20
	Holz-Riegelwand, 10 cm Dämmung zwischen Riegel, Dampfbremse, Verkleidung	1980-2000	0,15	0,27					

Abbildung 130: Außenwände lt. HfEb [28]

Die Natursteinwände im Erdgeschoß wurden in zwei Dicken unterteilt. Für das Natursteinmauerwerk mit einer Dicke von 75 cm wird im Handbuch für Energieberater [28] ein U-Wert von 1,8 W/m²K angegeben. Für die Bauteildicke von 60 cm gibt es keinen vordefinierten Wert, folglich wurde hier der U-Wert zwischen den angegebenen U-Werten der Dicke von 75 cm und der Dicke von 50 cm linear interpoliert. Somit ergibt sich für eine Natursteinmauer mit einer Dicke von 60 cm ein U-Wert von 2,16 W/m²K.

Für die 15 cm dicke Holzblockwand des Abstellraums im Obergeschoß wurde der U-Wert mit  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  angesetzt. Für die nicht gedämmten, jedoch beplankten Holzblockwände, wie sie in Zimmer 5 und an der südöstlich gelegenen Außenwand des Ganges im Obergeschoß vorkommen, wird ein U-Wert von  $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  gewählt.

Für die restlichen innengedämmten Holzblockwände des Obergeschoßes sowie für die Holzblockwand im Erdgeschoß wird ein U-Wert von  $0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$  verwendet.

### 3. DECKEN ZU NICHT BEHEIZBAREM KELLER

Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]	Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]
	Ziegelgewölbe mit Beschüttung, - mit Betonestrich - mit Holzfußboden	– 1920	0,3-0,5 0,3-0,5	1,0 0,9		Kappendecke auf Stahlträgern, mit Beschüttung, - mit Betonestrich - mit Holzfußboden	– 1940	0,25-0,35 0,25-0,35	1,1 0,9

Abbildung 131: Decken zu nicht beheizbaren Keller lt. HfEb [28]

Für die Decke zum unkonditionierten Erdkeller ist im Handbuch für Energieberater kein vergleichbarer Aufbau zu finden, somit wird wiederum der U-Wert aus dem Basis-Bestandsenergieausweis herangezogen.

Für die Zwischendecken gibt es im Handbuch für Energieberater [28] ebenfalls keine eigenen Angaben. Da der Aufbau des Gewölbes oberhalb der Küche aber vergleichbar ist dem Aufbau des in der obigen Abbildung 131 dargestellten Gewölbes, wird hierfür ein U-Wert von  $0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  angesetzt.

### 5. DECKEN ZU NICHT BEHEIZBAREM DACHRAUM

Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]	Skizze	Beschreibung	Baualter von – bis	Gesamtdicke ca. [m]	U-Wert [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]
	Holzbalkendecke, Beschüttung mit - Betonestrich - Holzboden	– 1970	0,35	1,00 0,80		Holzbalkendecke, Beschüttung, 10 cm Dämmlage - Betonestrich - Hobeldielen	1980-1995	0,45	0,30 0,27
	Dippelbaumdecke mit Beschüttung, Ziegelbelag	– 1920	0,35	0,50					

Abbildung 132: Decken zu nicht beheizbarem Dachraum lt. HfEB [28]

Die obersten Geschoßdecken wurden als Dippelbaumdecken ausgeführt. Im Handbuch für Energieberater [28] ist nur ein einziger Referenzwert für diese Deckenart beinhaltet. Dieser Aufbau ist bei genauerer Betrachtung aber nur begrenzt vergleichbar mit den vorhandenen Aufbauten der einzelnen Dippelbaudecken. Bei den vorhandenen Aufbauten wurde im Zuge einer Dachsanierung eine 16 cm dicke Balkenlage mit zwischenliegender Mineralwollendämmung hinzugefügt. Darüber hinaus ist bei den gegebenen Aufbauten keine

Beschüttung und ebenfalls kein Ziegelbelag vorhanden. Auch wird bei dieser Variante des Bestandsenergieausweises davon ausgegangen, den genauen Aufbau nicht zu kennen. Somit wird der angegebene U-Wert mit  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  angesetzt.

Für die Zwischendecken gibt es im Handbuch für Energieberater keine eigenen Angaben. Die meisten Zwischendecken sind als Tramdecken ausgeführt und haben einen Holzfußboden. Darum wird der in Abbildung 132 angegebene U-Wert für Holzbalkendecken mit  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  angesetzt.

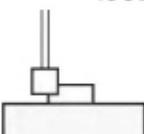
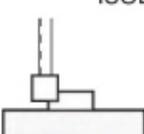
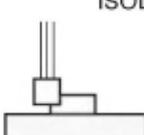
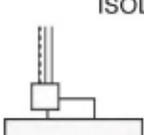
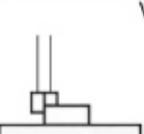
U- UND g-WERTE VON FENSTERN IN BESTAND												Seite 1	Datenblatt 19
innen	Skizze	außen	Bezeichnung	Alter	Scheiben abstand [cm]	U [W/m <sup>2</sup> K]						g	
						Rahmenmaterial							
						Holz		Kunststoff		Metall			
unged.	gedmt.	Einkammer	Mehrkammer	unged.	gedmt.	U <sub>f</sub> -3,2	U <sub>f</sub> -2,5						
						U <sub>f</sub> -1,8	U <sub>f</sub> -1,2	U <sub>f</sub> -2,5	U <sub>f</sub> -2,2	U <sub>f</sub> -3,2	U <sub>f</sub> -2,5		
			EINZELFENSTER 1 Scheibe  (EV)	-1960	-	4,8	-	-	-	4,9	-	0,75	
			ISOLIERGLASFENSTER 2 Scheiben  (2-IV)	1965-1985 1985-1995	0,6 1,2 1,6	2,7 2,5 2,4	- - 2,2	3,1 2,9 -	2,8 2,6 2,4	2,9 2,7 -	- - 2,7	0,65	
			ISOLIERGLASFENSTER 2 Scheiben metallbedampft, Gasfüllung (2-IV <sub>IR</sub> )	1990-2000 2000-	1,6 1,6	1,5 1,5	1,6 1,3	- -	1,6 1,2	- -	1,8 -	0,60	
			ISOLIERGLASFENSTER 3 Scheiben  (3-IV)	1985-1995	2 x 1,2	1,8	1,6	2,1	1,6	-	2,1	0,55	
			ISOLIERGLASFENSTER 3 Scheiben metallbedampft, Gasfüllung (3-IV <sub>IR</sub> )	1995-2000 2000-	2 x 1,6 2 x 1,6	- -	1,3 1,0	- -	1,3 1,0	- -	- -	0,50	
			VERBUNDFENSTER 2 Scheiben  (DV, Verbund)	1955-1980	2-4	2,3	-	2,6	2,5	3,2	2,9	0,65	

Abbildung 133: U- und g- Werte von Fenstern in Bestand lt. HfEb [28]

In den vergangenen Jahrzehnten wurden immer wieder Umbauarbeiten am Objekt durchgeführt, so kam es auch zum Austausch einzelner Fenster bzw. Fenstergruppen.

Insgesamt befinden sich 21 Fenster im Gebäude. Für die wärmetechnische Betrachtung können diese Fenster zu 5 verschiedenen Typen zusammengefasst werden.

Typ 1 beschreibt Fenster mit Holzrahmen und einer Isolierverglasung (2 Scheiben), wobei von einem Scheibenabstand von 1,2 cm ausgegangen wurde. Hierfür gibt das Handbuch für Energieberater [28] einen U-Wert von 2,5 W/m<sup>2</sup>K und einen dazugehörigen g-Wert von 0,65 an.

Typ 2 beschreibt Verbundfenster (2 Scheiben). Das Handbuch für Energieberater [28] gibt für Fenster dieser Bauart einen U-Wert von 2,3 W/m<sup>2</sup>K und einen g-Wert von 0,65 an.

Typ 3 sind Fenster mit Holzrahmen und zwei Einzelscheiben. Im Handbuch für Energieberater wird allerdings nur ein Isolierglasfenster (2 Scheiben) angegeben und somit wird der U-Wert dieses Fenstertyps wie bei Typ 1 mit 2,5 W/m<sup>2</sup>K und ein g-Wert von 0,65 angesetzt.

Unter Typ 4 sind Fenster mit Holzrahmen und einer Einscheibenverglasung zusammengefasst. Das Handbuch für Energieberater [28] gibt für diesen Fenstertyp einen U-Wert von 4,8 W/m<sup>2</sup>K und einen g-Wert von 0,75 an.

Typ 5 ist eine Fenstertür, vergleichbar mit dem unter Typ 2 beschriebenen Verbundfenster (2 Scheiben). Der U Wert wird, wie bei Typ 2, mit 2,3 W/m<sup>2</sup>K und der g-Wert mit 0,65 angesetzt.

#### 4.3.2 Referenzwerte nach ÖNORM B8110-8

Systembezeichnung	Grafik Systembild	Systembeschreibung	Defaultwert $R_{\text{design,mas}}$ bzw. $R_r$	Zeile
			(m <sup>2</sup> · K)/W	
Natursteinmauerwerk, zB Stoablos-Mauerwerk		Innenputz ≥ 75 cm Mischmauerwerk aus 80 % Granitfindlingen und 20 % Grobsandmischmörtel ohne keramischen Ziegelanteil	0,50	1

Abbildung 134: Natursteinmauerwerk lt. ÖNORM B8110-8 [12]

Die Natursteinwände im Erdgeschoß wurden in zwei Dicken unterteilt. Für ein Natursteinmauerwerk mit einer Dicke ab 75 cm wird in der ÖNORM B8110-8 [12] ein R-Wert von 0,50 m<sup>2</sup>K/W angegeben. Dies entspricht einem U-Wert von 2,0 W/m<sup>2</sup>K.

Für die Bauteildicke von 60 cm gibt es keinen vordefinierten Wert, da der angegebene Wert erst ab einer Wanddicke von 75 cm Gültigkeit hat. Somit muss für das Natursteinmauerwerk mit der Dicke von 60 cm derselbe Wert wie beim Bestandsenergieausweis auf Basis des Schichtaufbaus herangezogen werden.

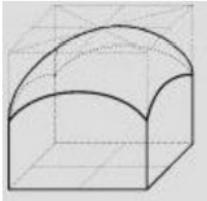
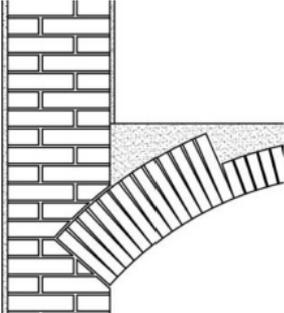
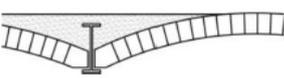
Systembezeichnung	Grafik	Systembeschreibung	Defaultwert	Zeile
			$R_{\text{design,max}}$ bzw. $R_r$ ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )/ $\text{W}$	
Böhmischer Platzl, bzw. Böhmische Kappe		Sandschüttung in Gewölbezwickel Ziegelmauerwerk, altes Format 30 cm/15 cm in sphärischer Krümmung zwischen Gurtbögen, Außen- und Mittelmauern	0,65	1
Tonnengewölbe-Ziegelmauerwerk		Sandschüttung in Gewölbezwickel Ziegelmauerwerk, altes Format 30 cm/15 cm	0,65	2
Wiener Platzl/ Preußische Kappe		Sandschüttung in Kappenzwickel 15 cm Ziegelmauerwerk, altes Format zwischen Walzstahlträger	0,45	3

Abbildung 135: Gewölbe lt. ÖNORM B8110-8 [12]

Für das Gewölbe über der Küche, das von der Form einem Böhmischen Platzl bzw. einer Böhmischen Kappe entspricht, wird in der ÖNORM B8110-8 ein R-Wert von 0,65 m<sup>2</sup>K/W angegeben. Dies entspricht einem U-Wert von 1,54 W/m<sup>2</sup>K. Die Vergleichbarkeit mit dem vorhandenen Aufbau ist fraglich, da das bestehende Gewölbe mit Natursteinen gemauert wurde und die Gewölbezwickel mit einem zementgebundenen Gemisch aus Blähton verfüllt wurden.

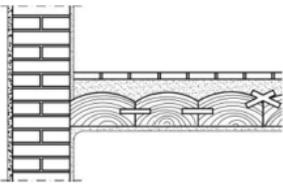
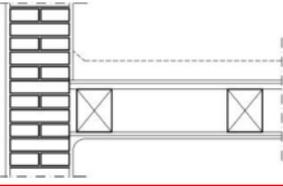
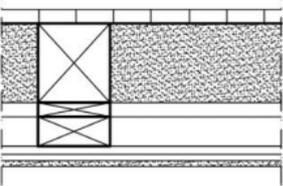
Systembezeichnung	Grafik	Systembeschreibung	Defaultwert	Zeile
			$R_{\text{design,mas}}$ bzw. $R_r$ ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )/W	
Doppelbaumdecke		5 cm Dachbodenziegelpflaster ≥ 8 cm Sandschüttung ≥ 18 cm Vollholzbalken, 3-seitig bearbeitet Holzlattung 1,5 cm Gipsputz auf Rohrmatten	2,00	1
Tramdecke		2,4 cm Blindboden ≥ 20 cm Hohlraum zwischen Vollholzbalken Holzlattung 2 cm Gipsputz auf Rohrmatten	0,75	2
Schrägboden- decke/Blindboden- decke		2,4 cm Blindboden ≥ 20 cm Schüttmaterial auf Schrägboden zwischen Vollholzbalken, darunter Hohlraum Holzlattung 2 cm Gipsputz auf Rohrmatten	1,35	3

Abbildung 136: Deckenaufbauten lt. ÖNORM B8110-8 [12]

Für Holztramdecken gibt die ÖNORM B8110-8 [12] einen R-Wert von  $0,75 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ . Dies entspricht einem U-Wert von  $1,33 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

Für die im Obergeschoß gelegenen Doppelbaumdecken wird in der ÖNORM B8110-8 [12] ein R-Wert von  $2,0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  angegeben, was einem U-Wert von  $0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  entspricht.

Diese Werte werden für alle Holztramdecken bzw. alle Doppelbaumdecken des Objektes gleichermaßen angewandt. Die Vergleichbarkeit ist wieder zu hinterfragen, da viele verschiedenartige Aufbauten vorhanden sind, und diese von den gezeigten Referenzaufbauten (siehe Abbildung 136) zum Teil stark abweichen.

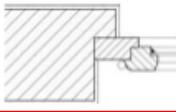
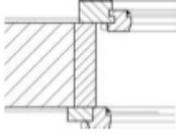
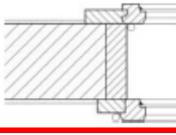
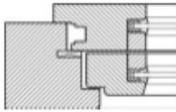
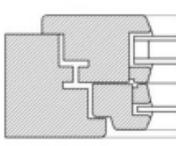
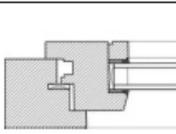
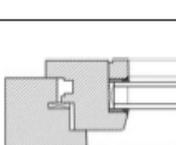
Systembezeichnung <sup>a</sup>	Grafik	Systembeschreibung	Default-wert	Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung	Zeile
			$U_{w,def}$ W/(m <sup>2</sup> · K)		
Fenster mit Einfachverglasung nach ÖNORM B 5320:1950		Holzrahmen und -flügel	4,5	0,87	1
Leistenpostenfenster nach ÖNORM B 5320:1950		Kastenfenster mit Außenflügel, nach außen aufgehend („Wiener Fenster“)	2,5	0,75	2
Rahmenpostenfenster nach ÖNORM B 5324:1935		Kastenfenster mit Außenflügel, nach innen aufgehend	2,5	0,75	3
Holzrahmenfenster mit Doppelverglasung		Holzrahmen mit beidseitiger Fixverglasung mit Einzelscheiben	2,8	0,75	4
Holzverbundfenster nach ÖNORM B 5315-3:1984		Holzverbundfenster mit Einfachverglasung in beiden Flügeln	2,4	0,75	5
Holzverbundfenster nach ÖNORM B 5315-2:1984		Holzverbundfenster mit Einfachverglasung im Außenflügel und Zweifach-Isolierverglasung, ohne Beschichtung im Innenflügel	1,9	0,65	6
Holzrahmenfenster mit Isolierverglasung nach ÖNORM B 5315-2:1984		Holzrahmen mit Zweifach-Isolierverglasung mit Luftfüllung, ohne Beschichtung	2,8	0,75	7
Holzrahmenfenster mit Isolierverglasung nach ÖNORM B 5315-2:1984		Holzrahmen mit Zweifach-Isolierverglasung mit Luftfüllung mit Beschichtung	1,8	0,67	8

Abbildung 137: Fenster lt. ÖNORM B8110-8 [12]

In den vergangenen Jahrzehnten wurden immer wieder Umbauarbeiten am Objekt durchgeführt. So kam es auch zum Austausch einzelner Fenster bzw. Fenstergruppen. Insgesamt befinden sich 21 Fenster im Gebäude. Für die wärmetechnische Betrachtung können diese Fenster zu 5 verschiedenen Typen zusammengefasst werden.

Typ 1 beschreibt Fenster mit Holzrahmen und einer Isolierverglasung (2 Scheiben), wobei von einem Scheibenabstand von 1,2 cm ausgegangen wurde. Hierfür gibt die ÖNORM B8110-8 [12] einen U-Wert von 2,8 W/m<sup>2</sup>K und einen dazugehörigen g-Wert von 0,75 an.

Typ 2 beschreibt Verbundfenster (2 Scheiben). Hier werden ein U-Wert von 2,4 W/m<sup>2</sup>K und ein g-Wert von 0,75 angegeben.

Typ 3 sind Fenster mit Holzrahmen und zwei Einzelscheiben. In der ÖNORM B8110-8 [12] wird im Unterschied zum Handbuch für Energieberater zwischen zwei Einzelscheiben und

einer Isolierverglasung (2 Scheiben) unterschieden. Der U-Wert für Fenstertyp 3 wird mit 2,8 W/m<sup>2</sup>K und der g-Wert mit 0,75 angegeben.

Unter Typ 4 sind Fenster mit Holzrahmen und einer Einscheibenverglasung zusammengefasst. Die ÖNORM B8110-8 [12] gibt für diesen Fenstertyp einen U-Wert von 4,5 W/m<sup>2</sup>K und einen g-Wert von 0,87 an.

Typ 5 ist eine Fenstertür, vergleichbar mit dem unter Typ 2 beschriebenen Verbundfenster (2 Scheiben). Der U Wert wird, wie bei Typ 2, mit 2,4 W/m<sup>2</sup>K und der g-Wert mit 0,75 angesetzt.

#### 4.3.3 Kennwerte lt. OIB 6/2015

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

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

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

Abbildung 138: Kennwerte lt. OIB6/2015 [4]

Die OIB6/2015 Richtlinie [4] unterscheidet nicht zwischen spezifischen Bauteilaufbauten, sondern gibt nur für die jeweilige Bauteilgruppe einen einzigen Wert vor. Dieser Wert soll ein Mittelwert sein, der für die jeweiligen Bauweisen des entsprechenden Zeitraums typisch ist.

Für das betrachtete Objekt, das vor 1900 errichtet wurde, gibt die OIB Richtlinie 6 [4] folgende U-Werte an:

- Kellerdecken 1,25 W/m<sup>2</sup>K
  - Oberste Geschoßdecken 0,75 W/m<sup>2</sup>K
  - Außenwände 1,55 W/m<sup>2</sup>K
  - Fenster 2,50 W/m<sup>2</sup>K
  - Außentüren 2,50 W/m<sup>2</sup>K
- g-Wert 0,67

#### 4.4 Zusammenfassung der Default-Werte

In der nachfolgenden Tabelle, wurden nochmals alle U-Werte für die Erstellung der verschiedenen Bestandsenergieausweise zusammengefasst. Bereits hier ist ersichtlich, dass sich gewisse Werte deutlich von den Bezugswerten, die auf Basis des Schichtaufbaus ermittelt wurden, unterscheiden.

Bauteil	U-Wert lt. GEQ Schichtaufbau [W/m <sup>2</sup> K]	U-Wert HfEb [W/m <sup>2</sup> K]	ÖNOM B8110-8 [W/m <sup>2</sup> K]	OIB6 2019 [W/m <sup>2</sup> K]
Außenwände Keller				
EW01 Kellerwand	2,05	2,0	n. v.	n. v.
Außenwände Erdgeschoß				
AW01 Steinmauerwerk 60cm	2,26	2,16	n. v.	1,55
AW02 Steinmauerwerk 72cm	2,01	2,0	2,0	1,55
AW03 Holzblockwand Erdgeschoß	0,3	0,27	n. v.	1,55
Außenwände Obergeschoß				
AW04 Holzblockwand Abstellraum	0,81	0,8	n. v.	1,55
AW05 Holzblockwand OG Zimmer 1/2/3/4NW	0,39	0,27	n. v.	1,55
AW06 Holzblockwand OG Gang NW	0,31	0,27	n. v.	1,55
AW07 Holzblockwand OG Gang SO	0,54	0,60	n. v.	1,55
AW08 Holzblockwand OG Zimmer 4NO/5	0,70	0,60	n. v.	1,55
Erdberührte Fußböden				
EB01 Fußboden Bauernstube	1,26	n. v.	n. v.	n. v.
EB02 Fußboden Eingangsbereich	3,38	2,6	n. v.	n. v.
EB03 Fußboden Bad	0,36	1,4	n. v.	n. v.
EB04 Fußboden Küche	1,62	1,5	n. v.	n. v.

EB05 Fußboden Kellerabgang	3,38	2,6	n. v.	n. v.
EK01 Fußboden Keller	4,25	2,6	n. v.	n. v.
Zwischendecken				
ZD01 Gewölbe Küche	1,27	1,0	1,54	n. v.
ZD02 Tramdecke Eingangsbereich	1,36	n. v.	n. v.	n. v.
ZD03 Tramdecke Bauernstube	0,63	0,8	1,33	n. v.
ZD04 Tramdecke Holzlagerraum	0,59	0,8	1,33	n. v.
ZD05 Tramdecke Kellerabgang	0,35	0,8	1,33	n. v.
ZD06 Tramdecke Bad	0,24	0,8	1,33	n. v.
Decken zu unkonditioniertem Dachraum				
AD01 Dippelbaumdecke Zimmer 1	0,16	0,5	0,5	0,75
AD02 Dippelbaumdecke Zimmer 2/1	0,18	0,5	0,5	0,75
AD03 Dippelbaumdecke Zimmer 2/2	0,20	0,5	0,5	0,75
AD04 Dippelbaumdecke Zimmer 3	0,17	0,5	0,5	0,75
AD05 Tramdecke Gang OG	0,28	0,8	1,33	0,75
AD06 Dippelbaumdecke Zimmer 4	0,17	0,5	0,5	0,75
AD07 Dippelbaumdecke Abstellraum	0,19	0,5	0,5	0,75
AD08 Dippelbaumdecke Zimmer 5	0,17	0,5	0,5	0,75
Außendecken				
FD01 Rücksprung Obergeschoß	2,82	n. v.	n. v.	n. v.
Decke zu unkonditioniertem Keller				
KD01 Tramdecke Holzlagerraum	1,18	n. v.	n. v.	1,25
Fenster und Türen (g-Werte)				
TYP1 Isolierglasfenster (2 Scheiben)	2,84 / (0,71)	2,5 / (0,65)	2,8 / (0,75)	2,5 / (0,67)
Typ 2 Verbundfenster (2 Scheiben)	2,34 / (0,72)	2,3 / (0,65)	2,4 / (0,75)	2,5 / (0,67)
Typ 3 Holzrahmenfenster (2 Scheiben)	2,84 / (0,72)	2,3 / (0,65)	2,4 / (0,75)	2,5 / (0,67)
Typ 4 Holzrahmenfenster (Einzelscheibe)	4,66 / (0,83)	4,8 / (0,75)	4,5 / (0,87)	2,5 / (0,67)
Typ 5 Balkontüre (Verbundfenster)	2,84 / (0,71)	2,7 / (0,65)	2,8 / (0,75)	2,5 / (0,67)
Haustüren	1,67 / (0,83)	n. v.	n. v.	2,5

Tabelle 1: U-Werte zur Erstellung der Bestandsenergieausweise

## 4.5 Geometrie

Das betrachtete Bauernhaus weist eine sehr verwinkelte Geometrie auf. So unterscheiden sich die Raumhöhen in fast jedem Raum. Zudem hat sich bei der Bestandsaufnahme des Gebäudes zur Erstellung der Bestandspläne gezeigt, dass die einzelnen Wände zueinander nicht parallel verlaufen. Diese Faktoren müssen bei der Eingabe der Grundgeometrie im GEQ [1] berücksichtigt werden.

Zur Feststellung der mittleren Raumhöhe wurden in jedem Raum mehrere Messungen durchgeführt und eine mittlere Raumhöhe bestimmt. Um die Eingabe im GEQ [1] nicht unnötig zu verkomplizieren, wurde aus diesen Raumhöhen eine mittlere Geschoßhöhe errechnet. Hier wurde, um die Genauigkeit zu erhöhen, kein arithmetisches Mittel, sondern ein auf die Länge der Außenwände bezogener Mittelwert gebildet.

Die Flächenermittlung der Fußböden und der Geschoßdecken wurde auf Grund der nicht parallel zu einander stehenden Wände und der konisch verlaufenden Gebäudeform nicht rechnerisch, sondern grafisch ermittelt.

Die Holzblockwände des Obergeschoßes springen gegenüber den Steinwänden des Untergeschoßes unregelmäßig zurück. Diese Fläche wurde ebenfalls grafisch ermittelt. Der größte Rücksprung befindet sich auf der nordwestlichen Gebäudeseite im Bereich der Küche. Hier springt das Obergeschoß ca. 1,20 m im Vergleich zum Erdgeschoß zurück. An dieser Stelle wurde ein Pultdach zum Schutz des darunterliegenden Mauerwerks vor wetterbedingten Einflüssen errichtet. Dieses Pultdach wurde bei der Eingabe für die Geometrie nicht berücksichtigt, da es keine wärmetechnische Verbesserung darstellt, sondern nur als Witterungsschutz für den Wandvorsprung dient.

## 4.6 Heizungssystem

Das betrachtete Objekt wird mit drei Stückholzöfen beheizt, die sich alle im Untergeschoß befinden. Der Ofen der sich im Eingangsbereich befindet, wird nur in seltenen Fällen genutzt. Die anderen beiden Öfen befinden sich in der Bauernstube sowie in der Küche und liefern so die nötige Energie, um diese beiden Räume auf einen höheren Temperaturbereich zu erwärmen. Im Badezimmer im Erdgeschoß wurde im Zuge der Renovierungsarbeiten vor ein paar Jahren eine Fußbodenheizung eingebaut. Die benötigte Energie wird elektrisch bereitgestellt. Die Warmwasseraufbereitung in der Küche sowie in den Badezimmern wird von elektrisch betriebenen Warmwasserspeichern übernommen. In den übrigen Räumen befinden sich keine festeingebauten Wärmebereitstellungsgeräte. Bei Bedarf werden in den im Obergeschoß befindlichen Schlafzimmern mobile, elektrisch betriebene Heizstrahler eingesetzt.

Momentan wird das Gebäude nur als Ferienhaus einige Wochen im Jahr genutzt.

Für die Erstellung des Energieausweises wird jedoch von einer dauerhaften Nutzung ausgegangen, bei der alle Räume (außer die Kellerräume) konditioniert werden.

## 4.7 Vergleich der Bestandsenergieausweis-Varianten

In den nachfolgenden Tabellen und Diagrammen werden die unter Punkt 4.7 dargestellten Ergebnisse der einzelnen Bestandsenergieausweise miteinander in Beziehung gesetzt. Es werden sämtliche Ergebniswerte der Anforderungen bezüglich des Referenzklimas und der Wärme und Energiebedarfs bezüglich des Standortklimas miteinander verglichen. Hier soll sich herausstellen, wie unterschiedlich die Ergebnisse aufgrund der differenzierten Erstellung der Bestandsenergieausweise ausfallen. Als Ausgangswerte werden die Ergebnisse des Bestandsenergieausweises, der auf Basis der Schichtaufbauten erstellt wurde, dienen. Bei den Varianten der ÖNORM B8110-8 [12], der OIB 6/2015 [4] sowie auch beim Bestandsenergieausweis der laut dem Handbuch für Energieberater [28] erstellt wurde, sind fehlende Referenzwerte einzelner Bauteile aus dem Energieausweis auf Basis des Schichtaufbaus entnommen worden.

### 4.7.1 Vergleich der Anforderungen (Referenzklima)

Für Neubauten oder bei großflächigen Renovierungen werden lt. den verschiedenen Landes-Baugesetzen Grenzwerte für den Referenz-Heizwärmebedarf ( $HWB_{Ref,RK}$ ), den End-/Lieferenergiebedarf ( $E/LEB_{RK}$ ), den Gesamtenergieeffizienz-Faktor ( $f_{GEE}$ ) definiert. [4]

Die in der nachfolgenden Tabelle 2 aufgelisteten Werte sind allesamt auf ein Referenzklima bezogen. Der Gebäudestandort muss hier nicht genau festgelegt werden, maßgebend sind hier die Seehöhe und die entsprechende Klimazone. In der ÖNORM B 8110-5 [9] findet man die zugehörigen Berechnungsparameter zur Bestimmung des Referenzklimas.

Die Kurzform "Ref" steht für den Referenz-Lüftungsleitwert (entspricht der Fensterlüftung) und die Referenz-Nutzung (Wohnnutzung). Wärmegewinne aus Wärmerückgewinnung werden nicht berücksichtigt. [4] Da bei dem betrachteten Objekt die Lüftungsart sowie die Gebäudenutzung mit den Referenzfällen übereinstimmen, ergeben sich beim  $HWB_{Ref,RK}$  sowie beim  $HWB_{RK}$  dieselben Werte.

Energieausweisform	$HWB_{Ref,RK}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	$HWB_{RK}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	$E/LEB_{RK}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	$f_{GEE}$ [-]
Schichtaufbau	162,7 (100%)	162,7 (100%)	288,7 (100%)	2,42 (100%)
ÖNORM B 8110-8	182,8 (112,36%)	182,8 (112,36%)	320,8 (111,12%)	2,68 (110,74%)
HfEb	173,7 (106,76%)	173,7 (106,76%)	306,2 (106,06%)	2,56 (105,79%)
OIB 6/2015	205 (126%)	205 (126%)	356,1 (123,35%)	2,98 (123,14%)

Tabelle 2: Anforderungen Referenzklima

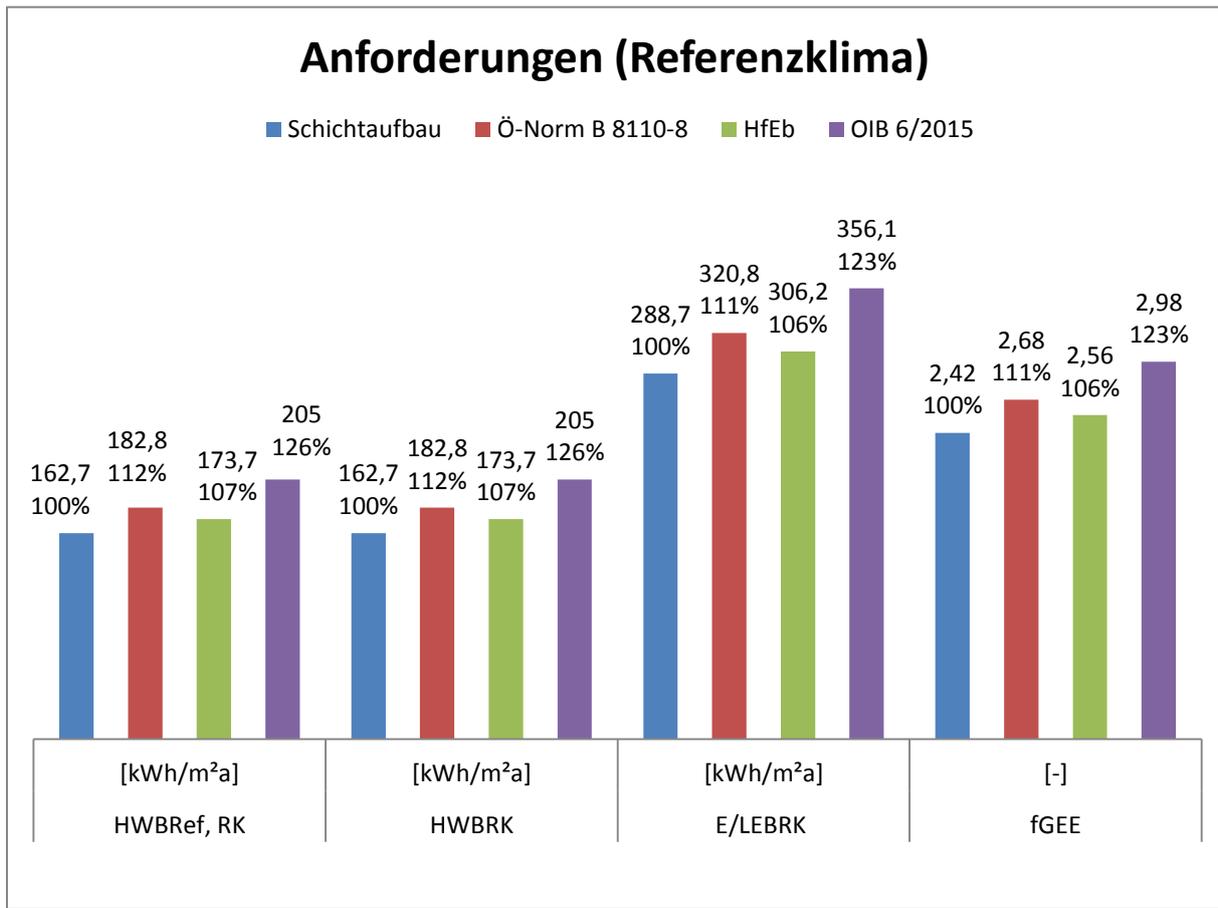


Abbildung 139: Anforderungen Referenzklima

Wie in der Abbildung 139 zu sehen ist, liegen aufgrund der teilweise stark voneinander abweichenden Eingabewerte bei der Erstellung der Energieausweise bereits bei den sich auf das Referenzklima beziehenden Werten beachtliche Unterschiede vor. So weist die Variante, die auf Basis des Schichtaufbaus erstellt wurde (siehe Tabelle "Schichtaufbau"), die niedrigsten Werte auf. Für die Variante des Bestandsenergieausweises nach OIB 6 Richtlinie [4] ergeben sich die höchsten Werte. Die beiden Bestandsenergieausweisvarianten die auf Basis der Ö-Norm B8110-8 [12] und nach dem Handbuch für Energieberater [28] erstellt wurden, liegen dazwischen.

Betrachtet man die einzelnen Werte genauer, so liegt der auf das Referenzklima bezogene Heizwärmebedarf ( $HWB_{RK} / HWB_{Ref,RK}$ ) des Bestandsenergieausweises, der auf Basis der OIB 6 Richtlinie erstellt wurde, 26 %, der Heizwärmebedarf des Bestandsenergieausweises nach der ÖNORM B8110-8 12,35 %, und der des Bestandsenergieausweises auf Basis des Handbuches für Energieberater 6,76 % über dem Heizwärmebedarf, der mittels des Schichtaufbaus erstellt wurde. Beim End-/Lieferenergiebedarf ( $E/LEB_{RK}$ ) sowie beim Gesamtenergieeffizienz-Faktor ( $f_{GEE}$ ) sind die Ergebnisse sehr ähnlich. Die prozentuelle Auswertung der Ergebnisse für die auf das Referenzklima bezogenen Werte wurden in der nachfolgenden Tabelle 3 zusammengefasst. In Abbildung 140 wurden die Ergebnisse nochmals grafisch veranschaulicht.

Bei einer umfangreichen Sanierung sind diese auf das Referenzklima bezogenen Werte mit speziellen Anforderungen, die in der OIB 6 Richtlinie definiert werden, zu vergleichen.

Energieausweis laut	HWB <sub>Ref,RK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	HWB <sub>RK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	E/LEB <sub>RK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	f <sub>GEE</sub> [-]
Schichtaufbau	100%			
ÖNORM B 8110-8	+12,35%	+12,35%	+11,12%	+10,74%
HfEb	+6,76%	+6,76%	+6,06%	+5,79%
OIB 6/2015	+26,00%	+26,00%	+23,35%	+23,14%

Tabelle 3: Anforderungen (Referenzklima), (HWB<sub>Ref,RK</sub> / HWB<sub>RK</sub> / E/LEB<sub>RK</sub> / f<sub>GEE</sub>), Abweichung in % vom Schichtaufbau

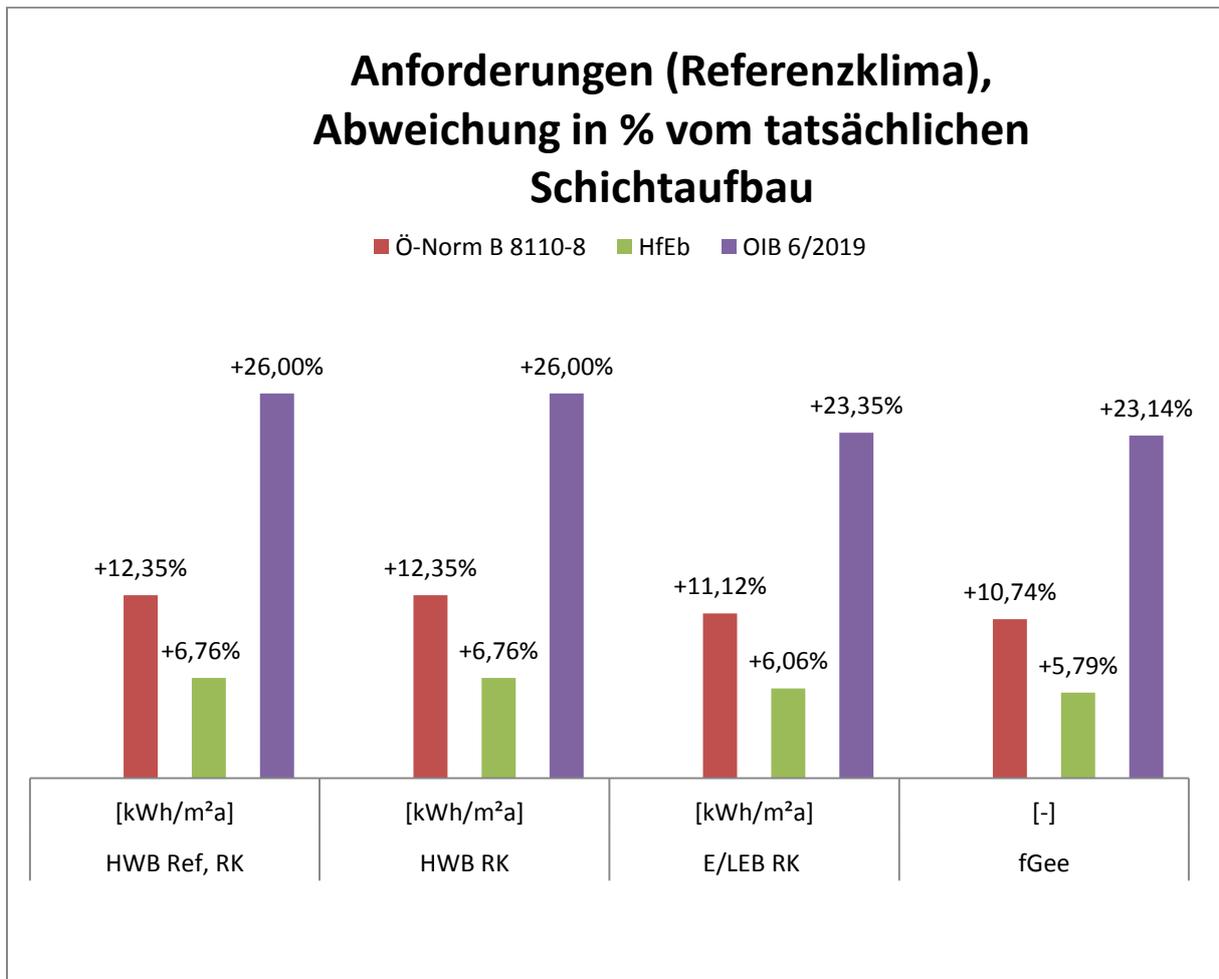


Abbildung 140: Anforderungen (Referenzklima), HWB<sub>Ref,RK</sub> / HWB<sub>RK</sub> / E/LEB<sub>RK</sub> / f<sub>GEE</sub>, Abweichung in % vom Schichtaufbau

#### 4.7.2 Vergleich des Wärme- und Energiebedarfs (Standortklima)

Die standortbezogenen Werte der verschiedenen Bestandsenergieausweise wurden ebenfalls miteinander verglichen. Im Unterschied zu den Angaben über das Referenzklima der Bestandsenergieausweise beziehen sich diese Werte auf den tatsächlichen Standort des Gebäudes. Somit sind diese Werte für das betrachtete Objekt viel aussagekräftiger als die auf das Referenzklima bezogenen Werte und werden darum auch für die Energieeffizienzskala, die sich bei jedem Energieausweis auf der ersten Seite befindet, herangezogen.

Anzumerken ist, dass die standortbezogenen Werte gegenüber den auf das Referenzklima bezogenen Werten um einiges höher ausfallen. Vergleicht man die standortbezogenen Werte des Heizwärmebedarfs mit den Referenzklima-bezogenen Werten des Heizwärmebedarfs, so sind diese um rund 36 % höher.

In den nachfolgenden Tabellen und Grafiken wurden die verschiedenen Werte zusammengefasst und gegenübergestellt.

Energieausweis laut	HWB <sub>Ref,SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	HWB <sub>SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	WWWB [kWh/m <sup>2</sup> a]	HEB <sub>SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]
Schichtaufbau	222,8 (100%)	222,8 (100%)	12,8 (100%)	366,5 (100%)
Ö-Norm B 8110-8	249,3 (112,20%)	249,3 (112,20%)	12,8 (100%)	409,8 (111,81%)
HfEb	237,1 (106,71%)	237,1 (106,71%)	12,8 (100%)	390,2 (106,47%)
OIB 6/2019	279,2 (125,65%)	279,2 (125,65%)	12,8 (100%)	457,5 (124,83%)

Tabelle 4: Wärme und Energiebedarf (Standortklima), HWB<sub>Ref,SK</sub>, HWB<sub>SK</sub>, WWWB, HEB<sub>SK</sub>

Bei den standortbezogenen Werten des Heizwärmebedarfs wird, wie auch bei den auf das Referenzklima bezogenen Werten, gleichermaßen zwischen HWB<sub>SK</sub> sowie HWB<sub>REF SK</sub> unterschieden. Die Kurzform "Ref" steht wiederum für den Referenz-Lüftungsleitwert (entspricht Fensterlüftung) sowie für die Referenz-Nutzung (Wohnnutzung). Daraus resultiert, dass Wärmegewinne aus Wärmerückgewinnung nicht berücksichtigt werden [4]. Da bei dem betrachteten Objekt die Lüftungsart sowie die Gebäudenutzung mit den Referenzfällen übereinstimmen, ergeben sich beim HWB<sub>Ref,SK</sub> sowie beim HWB<sub>SK</sub> dieselben Werte. In der obigen Tabelle 8 sind die standortbezogenen Werte für den Heizwärmebedarf (HWB<sub>SK</sub> / HWB<sub>Ref,SK</sub>), für den Warmwasserwärmebedarf (WWWB) sowie für den Heizenergiebedarf (HEB<sub>SK</sub>) zusammengefasst. In der nachfolgenden Abbildung 141 werden die Werte aus Tabelle 5 grafisch dargestellt.

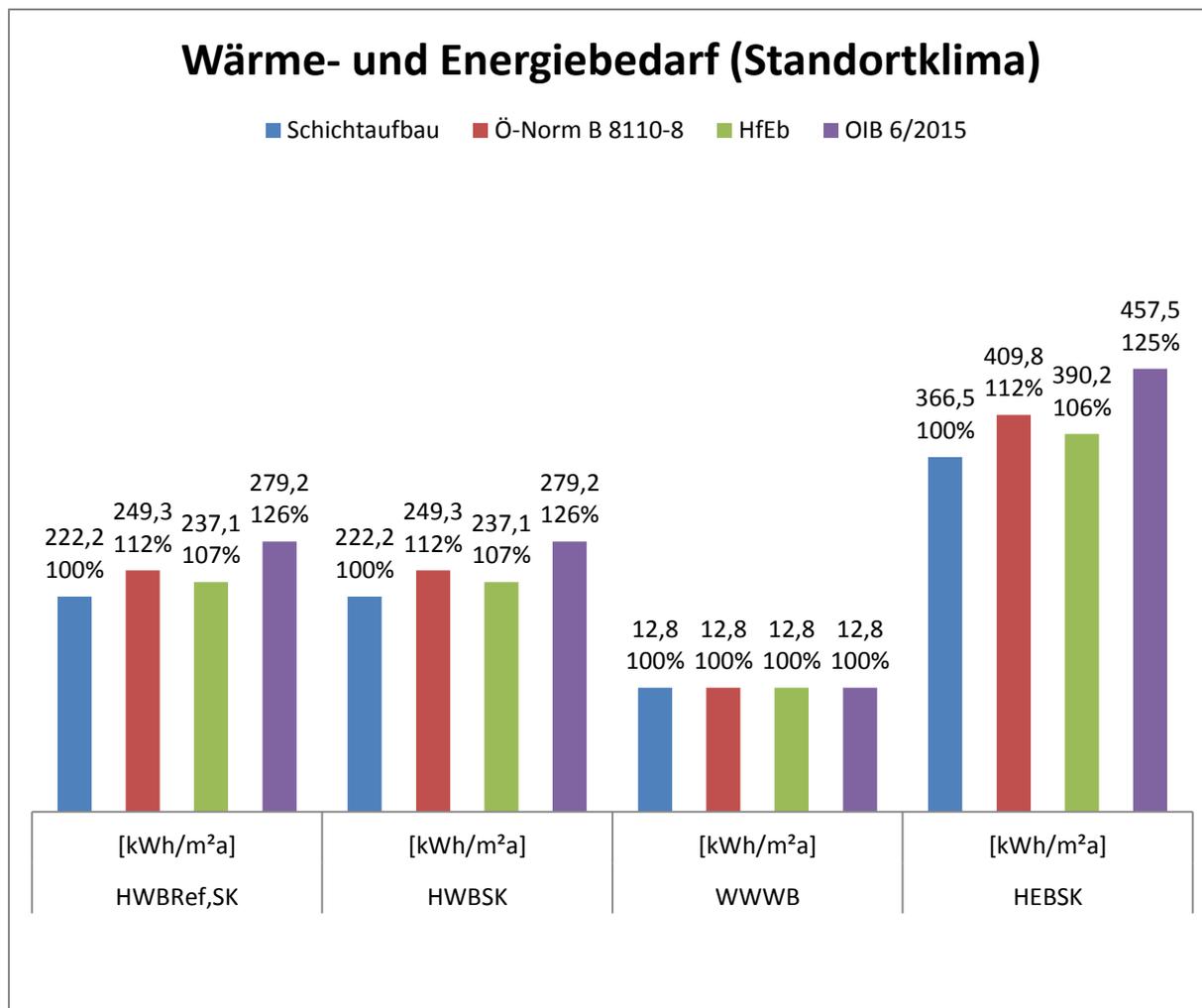


Abbildung 141: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima),  $HWB_{Ref,SK}$ ,  $HWB_{SK}$ ,  $WWWB$ ,  $HEB_{SK}$

Ebenso wie bei den auf das Referenzklima bezogenen Werten, weisen auch alle standortbezogenen Werte, die auf Basis des Schichtaufbaus erstellt wurden, die besten Ergebnisse auf. Die Variante des Bestandsenergieausweises nach OIB 6/2015 [4] Richtlinie ergibt die höchsten Werte. Die beiden Bestandsenergieausweis-Varianten die auf Basis der Ö-Norm B8110-8 [12] sowie auf Grundlage des Handbuchs für Energieberater [28] erstellt wurden, liegen dazwischen.

Der Warmwasserwärmebedarf (WWWB) ist bei allen Bestandsenergieausweis-Varianten gleich. Dies resultiert daraus, dass bei allen Varianten dieselben Einstellungen im GEQ [1] bei der Haustechnik gewählt wurden. Es besteht hier kein Einfluss, der aufgrund der unterschiedlichen Bauteilzusammensetzungen der Gebäudehülle entsteht.

Der Heizenergiebedarf  $HEB_{SK}$  berücksichtigt neben dem Heizwärmebedarf und dem Warmwasserwärmebedarf auch den Verlust der Gebäudetechnik, dazu zählen sowohl der Verlust der Wärmebereitstellung, der Wärmeverteilung, der Wärmespeicherung, der Wärmeabgabe sowie der Verlust zusätzlicher Hilfsenergie [4].

Die prozentuellen Auswertungen der Ergebnisse für Heizwärmebedarf ( $HWB_{SK} / HWB_{Ref,SK}$ ), Warmwasserwärmebedarf (WWWB) sowie Heizenergiebedarf ( $HEB_{SK}$ ) wurden in Tabelle 5 zusammengefasst. In Abbildung 142 wurden ebendiese Ergebnisse nochmals grafisch veranschaulicht.

Energieausweis laut	HWB <sub>Ref,RK</sub> [kWh/m²a]	HWB <sub>RK</sub> [kWh/m²a]	E/LEB <sub>RK</sub> [kWh/m²a]	f <sub>GEE</sub> [-]
Schichtaufbau	100%			
ÖNORM B 8110-8	+12,20%	+12,20%	+0,00%	+11,81%
HfEb	+6,71%	+6,71%	+0,00%	+6,47%
OIB 6/2019	+25,65%	+25,65%	+0,00%	+24,83%

Tabelle 5: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), HWB<sub>Ref,RK</sub>, HWB<sub>RK</sub>, E/LEB<sub>RK</sub>, f<sub>GEE</sub>, Abweichung in % vom Schichtaufbau

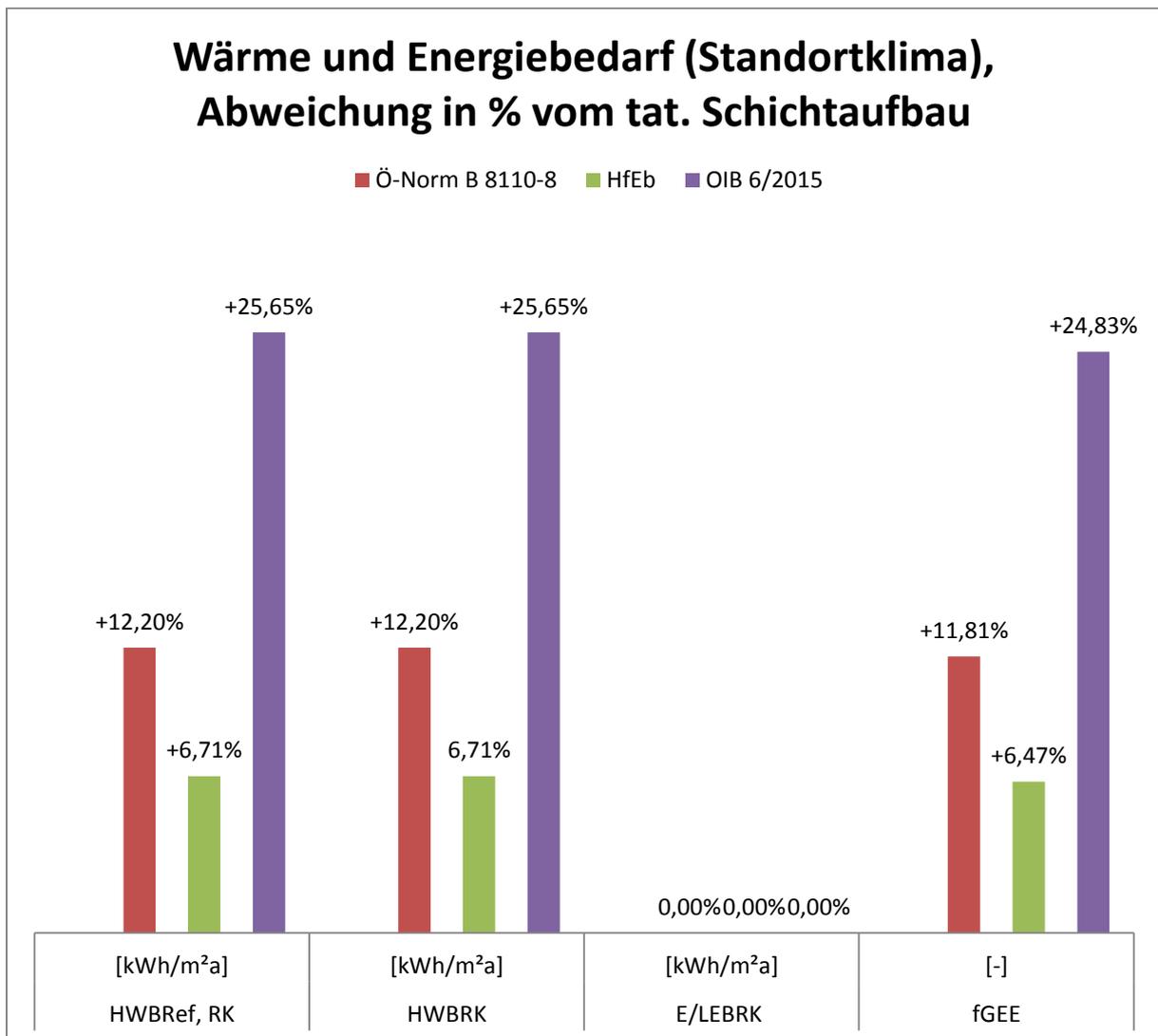


Abbildung 142: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), Abweichung in % vom Schichtaufbau

HWB<sub>Ref,RK</sub>, HWB<sub>RK</sub>, E/LEB<sub>RK</sub>, f<sub>GEE</sub>

Bei der Energieaufwandszahl Heizen ( $e_{AWZ,H}$ ), sowie beim Haushaltsstrombedarf (HHSB), ergeben sich bei allen Bestandsenergieausweis-Varianten dieselben Werte. Wie bereits beim Warmwasserwärmebedarf (WWWB) beschrieben, resultiert dies aus der Tatsache heraus, dass die verschiedenen Bauteilzusammensetzungen hier keinen Einfluss haben. Der Haushaltsstrombedarf (HHSB) ist ein flächenbezogener Referenzwert eines durchschnittlichen, österreichischen Haushalts und ist somit aufgrund der identischen Gebäudegeometrie bei allen Bestandsenergieausweisvarianten gleich. [4]

Der Endenergiebedarf ( $EEB_{SK}$ ) fasst den Heizenergiebedarf und den Haushaltsstrombedarf, abzüglich aller Endenergieerträge und zuzüglich des dafür notwendigen Hilfsenergiebedarfs, zusammen. Der Endenergiebedarf entspricht dem Lieferenergiebedarf, also jene Energiemenge, die zugekauft werden muss, da sie nicht selbst zur Verfügung gestellt werden kann [4].

Beim Primärenergiebedarf ( $PEB_{SK}$ ) werden zusätzlich zum End-Energiebedarf noch die Verluste aus allen Vorketten berücksichtigt. Im Energieausweis wird beim Primärenergiebedarf nochmals differenziert zwischen einem nicht erneuerbaren Anteil ( $PEB_{n.ern.,SK}$ ) und einem erneuerbaren Anteil ( $PEB_{ern.,SK}$ ). [4]

In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die standortbezogenen Werte für die Energieaufwandszahl Heizen ( $e_{AWZ,H}$ ), den Haushaltsstrombedarf (HHSB), den Endenergiebedarf ( $EEB_{SK}$ ) sowie dem Primärenergiebedarf ( $PEB_{SK}$ ) zusammengefasst. In Abbildung 143 werden die Werte aus Tabelle 6 nochmals grafisch gegenübergestellt.

Energieausweis laut	$e_{AWZ,H}$ [-]	HHSB [kWh/m <sup>2</sup> a]	$EEB_{SK}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	$PEB_{SK}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]
Schichtaufbau	1,56 (100%)	16,4 (100%)	382,9 (100%)	441,1 (100%)
ÖNORM B 8110-8	1,56 (100%)	16,4 (100%)	426,2	487,9
HfEb	1,56 (100%)	16,4 (100%)	406,7	466,8
OIB 6/2019	1,57 (100,64%)	16,4 (100%)	474	539,5

Tabelle 6: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima),  $e_{AWZ,H}$ , HHSB,  $EEB_{SK}$ ,  $PEB_{SK}$

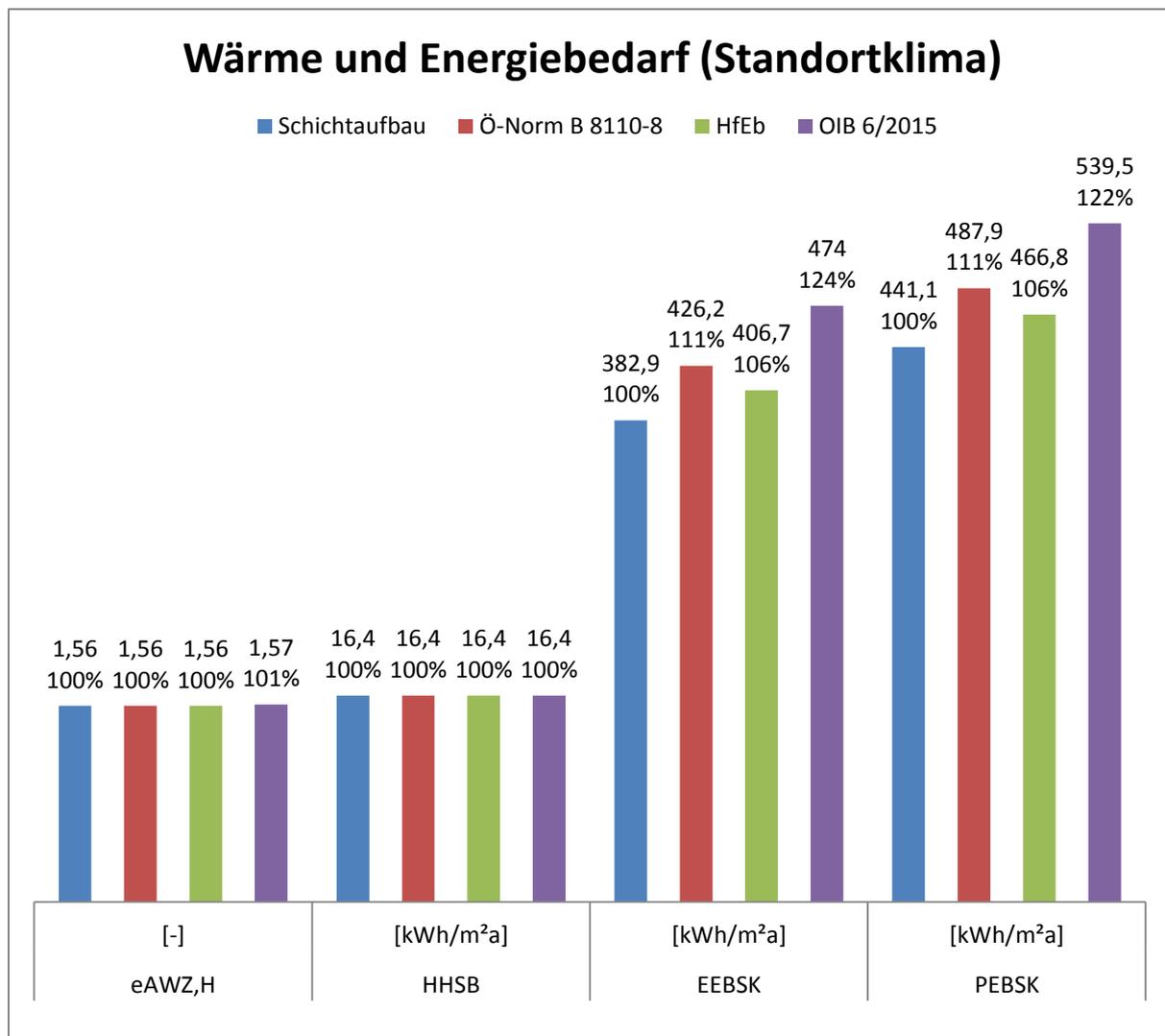


Abbildung 143: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima),  $e_{AWZ,H}$ , HHSB,  $EEB_{SK}$ ,  $PEB_{SK}$

Wertet man die Ergebnisse aus Abbildung 143 prozentuell aus, so erhält man für den End-Energiebedarf ( $EEB_{SK}$ ), der auf Basis der OIB 6 Richtlinie [4] erstellt wurde, einen um 23,79 % höheren Wert, für den Endenergiebedarf des Bestandsenergieausweises nach der Ö-Norm B8110-8 [12] einen 11,31 % höheren Wert und für den Endenergiebedarf auf Basis des Handbuches für Energieberater [28] einen 6,22 % höheren Wert verglichen mit den Werten des Bestandsenergieausweises auf Basis des Schichtaufbaus. Beim Primärenergiebedarf ( $PEB_{SK}$ ) sind die Ergebnisse prozentuell gesehen sehr ähnlich.

Bei der Energieaufwandszahl Heizen ( $e_{AWZ,H}$ ) ist lediglich beim Energieausweis auf Basis der OIB 6 Richtlinie [4] eine kleine Abweichung zu sehen. Diese macht prozentuell nur 0,64 % aus und ist somit nicht wirklich zu beachten.

Die prozentuellen Auswertungen der Ergebnisse für die Energieaufwandszahl Heizen ( $e_{AWZ,H}$ ), den Haushaltsstrombedarf (HHSB), den Endenergiebedarf ( $EEB_{SK}$ ) sowie den Primärenergiebedarf ( $PEB_{SK}$ ) wurden in Tabelle 7 zusammengefasst. In Abbildung 144 wurden die Ergebnisse nochmals grafisch veranschaulicht.

Energieausweis laut	$e_{AWZ,H}$ [-]	HHSB [kWh/m <sup>2</sup> a]	EEB <sub>SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	PEB <sub>SK</sub> [-]
Schichtaufbau	100%			
Ö-Norm B 8110-8	0,00%	0,00%	+11,31%	+10,61%
HfEb	0,00%	0,00%	+6,22%	+5,83%
OIB 6/2019	+0,64%	0,00%	+23,79%	+22,31%

Tabelle 7: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima),  $e_{AWZ,H}$ , HHSB, EEB<sub>SK</sub>, PEB<sub>SK</sub>, Abweichung in % vom Schichtaufbau

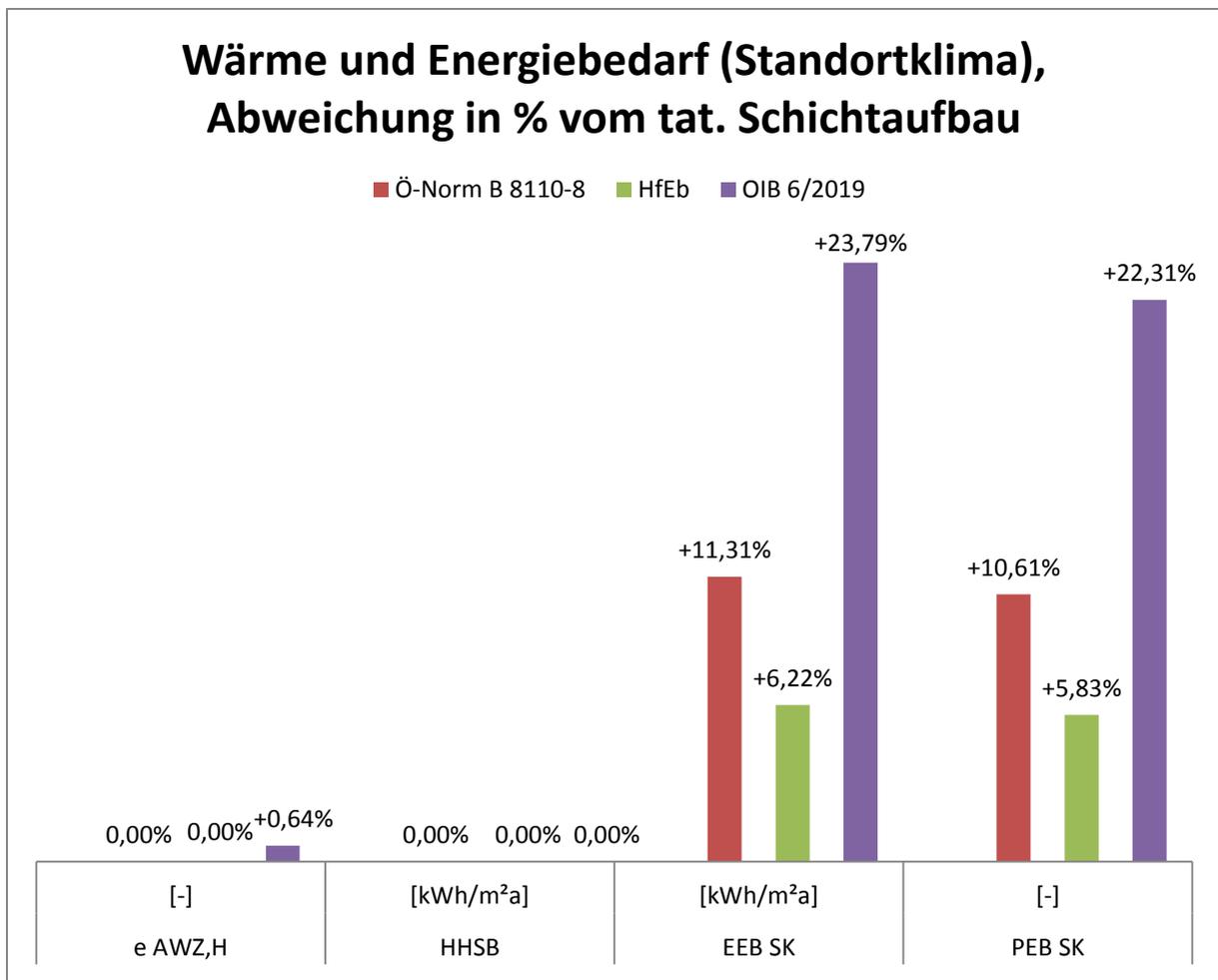


Abbildung 144: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima),  $e_{AWZ,H}$ , HHSB, EEB<sub>SK</sub>, PEB<sub>SK</sub>, Abweichung in % vom Schichtaufbau

Wie bereits beschrieben, setzt sich der Primärenergiebedarf (PEB) aus einem nicht erneuerbaren Anteil ( $PEB_{n.ern.,SK}$ ) und einem erneuerbaren Anteil ( $PEB_{ern.,SK}$ ) zusammen. Bei dem betrachteten Objekt fällt der erneuerbare Anteil des Primärenergiebedarfs weitaus höher aus als der nicht erneuerbare Anteil.

Der  $CO2_{SK}$  Wert sind jene Kohlendioxidemissionen, die dem gesamten Endenergieverbrauch zugeschrieben werden, einschließlich jener für sämtliche Vorketten. Die Kohlendioxidemissionen werden in  $kg/m^2a$  angegeben [4]. Der  $CO2_{SK}$  Wert unterscheidet sich bei den einzelnen Bestandsenergieausweisen nur im Zehntelbereich.

Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ( $f_{GEE}$ ) beschreibt den Quotienten aus dem Endenergiebedarf und einem Referenzenergiebedarf. [4] Das betrachtete Gebäude wird mit einem Referenzobjekt aus dem Jahre 2007 verglichen. Es kann somit abgeschätzt werden, ob es sich beim vorliegenden Gebäude um ein energetisch besseres ( $f_{GEE} < 1$ ) oder energetisch schlechteres ( $f_{GEE} > 1$ ) Gebäude handelt, als beim Referenzobjekt. Je höher der  $f_{GEE}$ , desto schlechter ist das Gebäude [29].

Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor wird am Energieausweis zweimal angeführt: Einmal unter Anforderungen (Referenzklima) und einmal unter Wärme- und Energiebedarf (Standortklima). Diese Werte unterscheiden sich jedoch nicht voneinander.

In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die Ergebnisse für den nicht erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarfs ( $PEB_{n.ern.,SK}$ ), den erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarfs ( $PEB_{ern.,SK}$ ), der Kohlendioxidemissionen ( $CO2_{SK}$ ) sowie des Gesamtenergieeffizienz-Faktors ( $f_{GEE}$ ) aller Bestandsenergieausweise zusammengefasst. In Abbildung 145 werden die Werte aus Tabelle 8 nochmals grafisch gegenübergestellt.

Energieausweis laut	$PEB_{n.ern.,SK}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	$PEB_{ern.,SK}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]	$CO2_{SK}$ [kg/m <sup>2</sup> a]	$f_{GEE}$ [-]
Schichtaufbau	64,9 (100%)	376,3 (100%)	10,6 (100%)	2,42 (100%)
ÖNORM B 8110-8	67,5 (104,01%)	420,4 (111,72%)	10,8 (101,89%)	2,68 (110,74%)
HfEb	66,3 (102,16%)	400,5 (106,43%)	10,7 (100,94%)	2,56 (105,79%)
OIB 6/2019	70,3 (108,32%)	469,2 (124,69%)	10,9 (102,83%)	2,98 (123,14%)

Tabelle 8: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima),  $PEB_{n.ern.,SK}$ ,  $PEB_{ern.,SK}$ ,  $CO2_{SK}$ ,  $f_{GEE}$

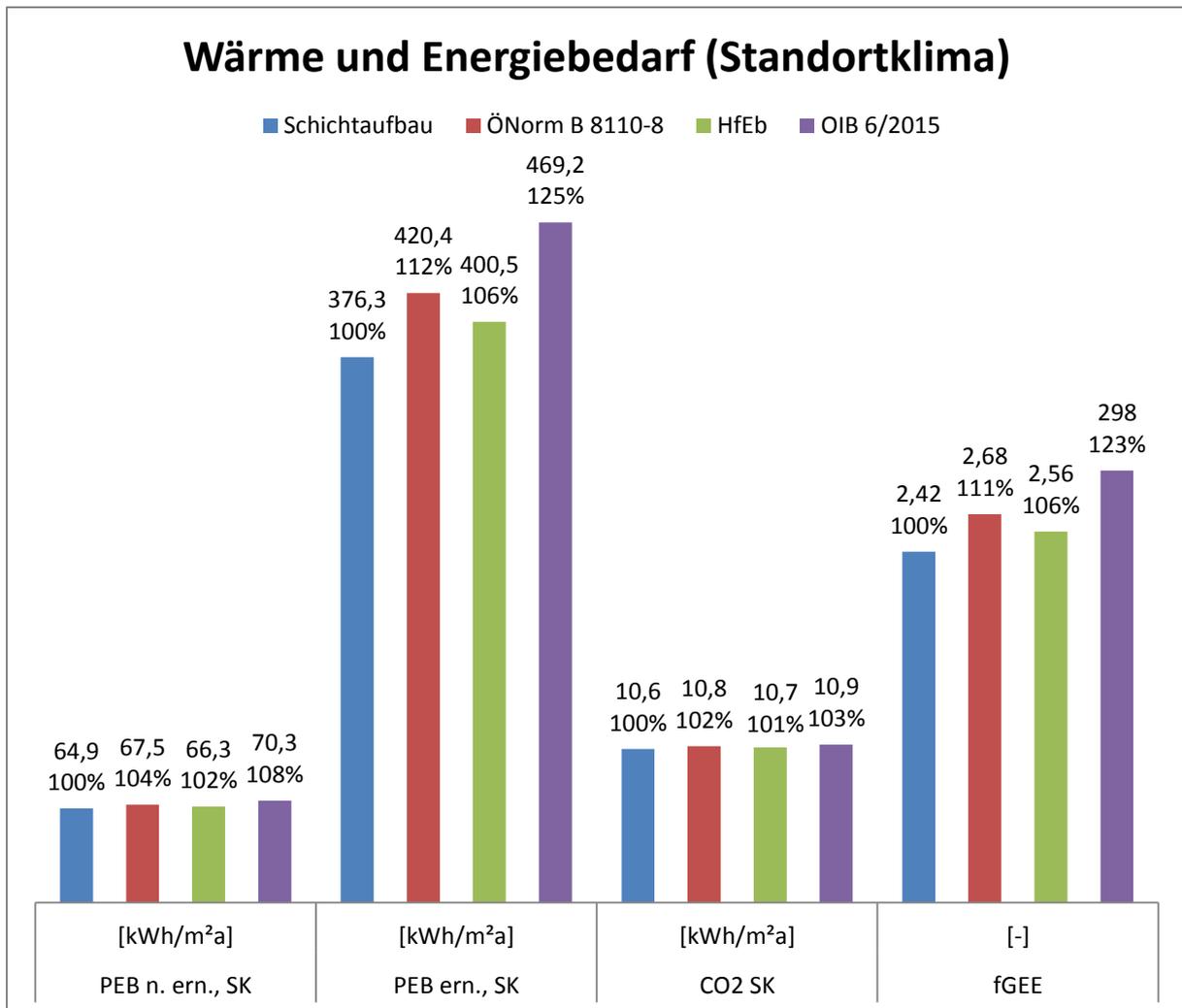


Abbildung 145: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), (PEB<sub>n.ern.,SK</sub>, PEB<sub>ern.,SK</sub>, CO<sub>2 SK</sub>, f<sub>GEE</sub>)

In Abbildung 145 ist gut zu erkennen, dass der erneuerbare Anteil des primären Energiebedarfs um ein vielfaches größer ist, als der des nichterneuerbaren Anteils. Betrachtet man die beiden Werte für die einzelnen Bestandsenergieausweise genauer, so ergibt sich, dass beim Bestandsenergieausweis auf Basis des Schichtaufbaus der Anteil aus erneuerbarer Energie um das 5,8-fache größer ist. Beim Energieausweis nach der OIB 6 [4] ist der Wert des nicht erneuerbaren Anteils des Primärenergiebedarfs sogar um das 6,67-fache größer.

Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ( $f_{GEE}$ ) ist bei allen Energieausweisvarianten im Vergleich zu einem Referenzobjekt aus dem Jahre 2007 sehr hoch einzuschätzen. Bei der Variante nach OIB 6 [4] ist der Gesamtenergieeffizienz-Faktor fast um das 3-fache höher als im Vergleich zu diesem Referenzobjekt.

In der nachfolgenden Tabelle 9 werden die prozentuellen Auswertungen der Ergebnisse für den nicht erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarfs (PEB<sub>n.ern.,SK</sub>), den erneuerbaren Anteil des Primärenergiebedarfs (PEB<sub>ern.,SK</sub>), die Kohlendioxidemissionen (CO<sub>2 SK</sub>) sowie den Gesamtenergieeffizienz-Faktor ( $f_{GEE}$ ) aller Bestandsenergieausweise zusammengefasst. In Abbildung 146 werden die Werte aus Tabelle 9 nochmals grafisch veranschaulicht.

Energieausweis laut	PEB <sub>n.ern.,SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	PEB <sub>ern.,SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub> [kg/m <sup>2</sup> a]	f <sub>GEE</sub> [-]
Schichtaufbau	100%			
ÖNORM B 8110-8	+4,01%	+11,72%	+1,89%	+10,74%
HfEb	+2,16%	+6,43%	+0,94%	+5,79%
OIB 6/2019	+8,32%	+24,69%	+2,83%	+23,14%

Tabelle 9: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), PEB<sub>n.ern.,SK</sub>, PEB<sub>ern.,SK</sub>, CO<sub>2</sub><sub>SK</sub>, f<sub>GEE</sub>,  
Abweichung in % vom Schichtaufbau

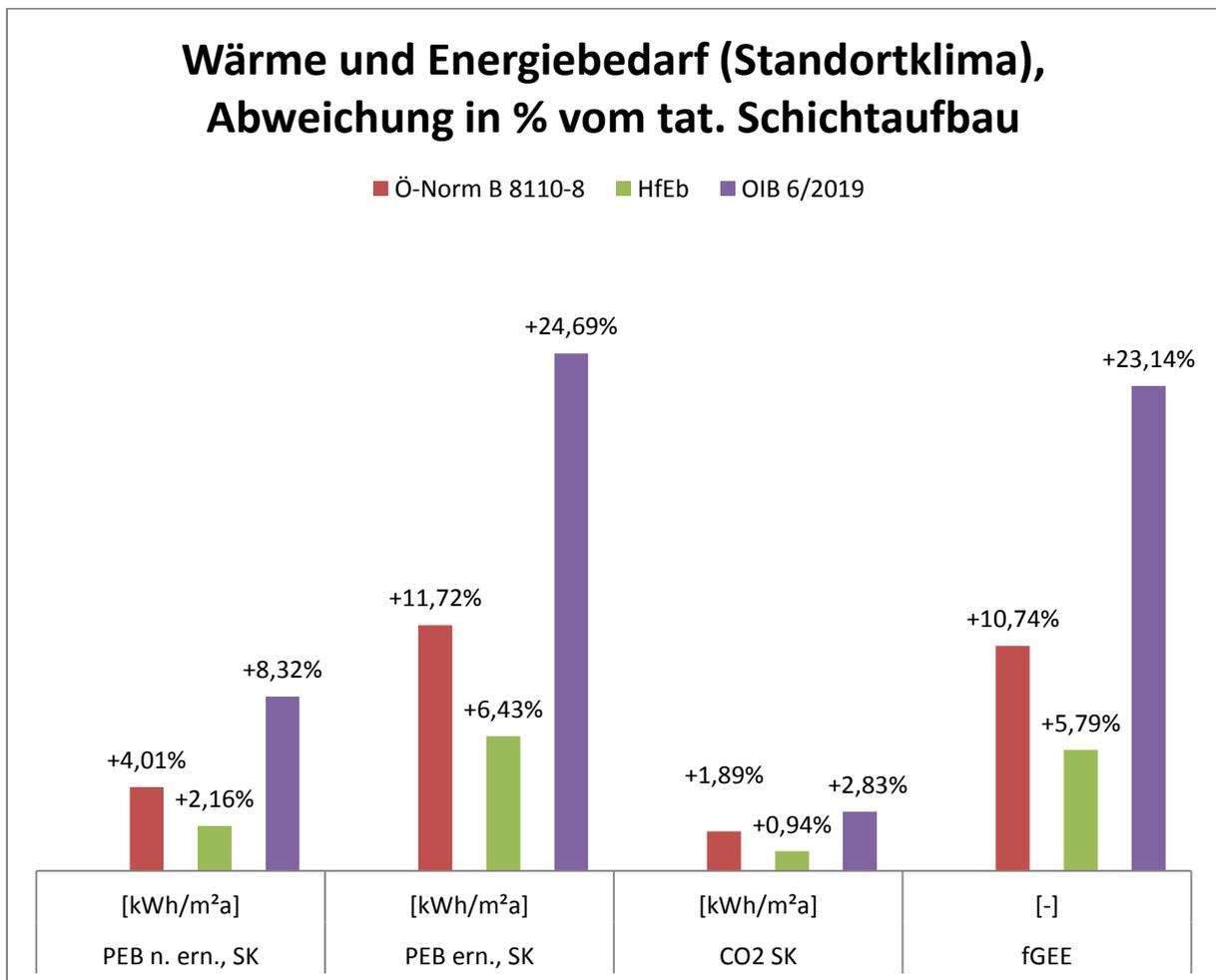


Abbildung 146: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), PEB<sub>n.ern.,SK</sub>, PEB<sub>ern.,SK</sub>, CO<sub>2</sub><sub>SK</sub>, f<sub>GEE</sub>,  
Abweichung in % vom Schichtaufbau

## **4.8 Zusammenfassung der Bestandsenergieausweis-Vergleiche**

### **Bestandsenergieausweis mittels Schichtaufbau**

Die Berechnung mittels der recherchierten Bauteilzusammensetzung liefert nicht nur die besten Ergebnisse bezüglich der maßgebenden Werte des Energieausweises, sondern ist zudem auch am realistischsten anzusehen.

Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Ermittlung des Schichtaufbaues jedes einzelnen Bauteils mit sehr großem Aufwand verbunden ist. Da keine zerstörenden Maßnahmen angewandt werden können, ist eine genaue Modellbildung ohne vorhandene Detailpläne bzw. einer kundigen Person, die über die Bausubstanz genauestens Bescheid weiß, nicht zu bewerkstelligen. Wenn zerstörende Maßnahmen möglich wären, um den genauen Schichtaufbau zu ermitteln, ist dies mit einem sehr großen, zusätzlichen Zeit- bzw. Arbeitsaufwand verbunden. Beim betrachteten Objekt müssten diese Maßnahmen für sehr viele verschiedene Bauteile durchgeführt werden, da kaum baugleiche Strukturen bestehen.

Eine weitere Problematik besteht darin, dass für die vorhandenen Materialien keine genauen Materialkennwerte vorhanden sind. So können diese entweder abgeschätzt, oder Kenndaten von vergleichbaren Materialien verwendet werden.

Die OIB 6 [4] sieht bei der Erstellung eines Bestandsenergieausweises vor, sinnvolle Sanierungsmaßnahmen anzuführen. Für eine detaillierte Sanierungsplanung ist eine Erhebung der genauen Bauteilzusammensetzung unumgänglich. Wird der Bestandsenergieausweis bereits auf Basis der vorhandenen Bauteilzusammensetzung erstellt, ist dies für die nachfolgende Sanierungsplanung ein klarer Vorteil.

### **Bestandsenergieausweis nach Handbuch für Energieberater (HfEb)**

Im Handbuch für Energieberater [28] finden sich verschiedenste U-Werte, die dem vorhandenen Referenzaufbau entsprechend, sowie nach dem vorliegenden Baualter ausgewählt werden müssen. Für das betrachtete Objekt war, bis auf wenige Bauteile, ein vom Grundtypus her vergleichbarer Aufbau vorhanden. Natürlich kann man hier nicht von einem vollkommen identischen Aufbau zum vorhandenen Bauteil ausgehen, sondern es muss abgeschätzt werden, ob der gegebene Wert dem tatsächlichen Aufbau im weitesten entspricht.

Die Ergebnisse des Bestandenergieausweises auf Basis des Handbuches für Energieberater waren für das betrachtete Objekt am nächsten am Schichtaufbau. Die maximale Abweichung ist unter 7 % zu den Ergebniswerten des Bestandsenergieausweises auf Basis des Schichtaufbaus. Dies ist ein wirklich gutes Ergebnis, wenn man davon ausgeht, dass man den tatsächlichen Aufbau der einzelnen Bauteile nicht im Detail kennt. Zudem ist die Erstellung bzw. die Eingabe ins Energieausweis-Programm sehr einfach und zeitsparend, da für jedes Bauteil nur die Dicke sowie der aus dem HfEb [28] herausgelesene U-Wert eingegeben werden muss.

## **Bestandsenergieausweis nach ÖNORM B8110-8**

In der ÖNORM B8110-8 [12] werden, ähnlich wie im Handbuch für Energieberater [28], Bemessungswerte für typische Bauteilzusammensetzungen angegeben. Im Unterschied zum Handbuch für Energieberater sind in der ÖNORM B8110-8 [12] keine Variationen für die angeführten Bauteile enthalten. Beispielsweise gibt es nur einen Referenzaufbau für Tramdecken. Hierfür wird nur ein Wert für den Wärmedurchgangswiderstand von Kalksteinmauerwerk angegeben, der erst ab einer Dicke von 75 cm berücksichtigt werden kann. Zudem fehlen gewisse Bauteile komplett, und so mussten für das betrachtete Objekt die U-Werte für sämtliche erdberührte Bauteile sowie für alle Wände des Obergeschoßes (Holzblock) vom Schichtaufbau übernommen werden.

Die Ergebnisse des Bestandsenergieausweises auf Basis der ÖNORM B8110-8 [12] brachten im Vergleich zur Variante auf Basis des Handbuches für Energieberater [28] schlechtere Ergebnisse. Die maximale Abweichung beträgt ca. 13 % verglichen mit den Ergebnissen des Bestandsenergieausweises auf Basis des Schichtaufbaus. Man muss jedoch bedenken, dass aufgrund des Fehlens einiger Bauteile in der ÖNORM B8110-8 sehr viele U-Werte vom Bestandsenergieausweis auf Basis der Schichtaufbauten übernommen wurden und infolgedessen eine niedrige Abweichung nicht verwunderlich ist.

## **Bestandsenergieausweis nach der OIB 6/2015 Richtlinie**

Die OIB Richtlinie 6 [4] unterscheidet nicht zwischen spezifischen Bauteilaufbauten, sondern gibt nur für die jeweilige Bauteilgruppe einen einzigen U-Wert vor. Dieser U-Wert soll einen Mittelwert darstellen, der für die Bauweise des entsprechenden Zeitraums typisch ist.

Diese Variante bringt bei der Eingabe ins Energieausweisprogramm GEQ [1] die größte Zeitersparnis mit sich, da man sich absolut keine Gedanken über die Zusammensetzung der einzelnen Bauteile machen muss, sondern lediglich den entsprechenden Wert aus der OIB 6 Richtlinie [4] und die Dicke des Bauteils eingeben. Lediglich für die Zwischendecken mussten die Werte von der Variante, die auf Basis des Schichtaufbaus erstellt wurde, übernommen werden.

Bei den Ergebnissen bildet die Bestandsenergieausweisvariante auf Grundlage der OIB6/2015 [4] das Schlusslicht und liefert die schlechtesten Ergebnisse. Die maximale Abweichung von der Bestandsenergieausweisvariante auf Basis des Schichtaufbaues beträgt 26 %.

## 5 Sanierungskonzept

Auf Basis der gezeichneten Bestandspläne und mit den gewonnenen Erkenntnissen aus den Energieausweisen, wurden für drei spezifische Stellen des Gebäudes Fassadenschnitte erstellt. Anhand dieser Fassadenschnitte werden einzelne Detailpunkte näher betrachtet und mit Hilfe des Programms HTflux [2], einer Software für zweidimensionale Simulationen von Wärme- und Feuchtetransport, Sanierungsvarianten erarbeitet. Diese Sanierungsvarianten werden so gestaltet, dass der Stil des Gebäudes nicht wesentlich verändert wird und die vorhandene Bausubstanz zum größten Teil erhalten werden kann.

Das betrachtete Gebäude steht nicht unter Denkmalschutz und somit sind bei der Sanierungsplanung diesbezüglich keine Auflagen zu erfüllen.

Bei der Erstellung der Sanierungsmaßnahmen wird neben der bauphysikalischen Funktionalität besonderer Wert auf die Wirtschaftlichkeit gelegt. Alle Maßnahmen sollten so geplant werden, dass diese mit dem geringstmöglichen Aufwand von Arbeitszeit und Materialkosten verbunden sind und von unnötigen Eingriffen in die bestehende Bausubstanz abgesehen wird.

### 5.1 Anforderungen

Die OIB 6/2015 [4] schreibt für Sanierungen bzw. bei der Grunderneuerung einzelner Bauteile vor, ein umfangreiches Sanierungskonzept zu erstellen. Dies hat den Hintergrund, einzelne Maßnahmen so zu gestalten, dass diese effizient ausgeführt werden und bereits passend zu nachfolgenden Renovierungen sind. Ziel ist es, jede Einzelmaßnahme zu einer großen und einheitlichen Sanierung zusammenzufügen.

Um eine Sanierungs-Alternative ohne ein umfangreiches Konzept zu entwickeln, ist der von der OIB 6/2015 [4] angegebene Wärmedurchgangskoeffizient für die Bauteile der Gebäudehülle um mindestens 12 % zu unterschreiten. Die aktuelle OIB 6/2019 [5] Richtlinie schreibt für Einzelmaßnahmen bereits eine mindestens 18-prozentige Unterschreitung der geltenden Wärmedurchgangskoeffizienten für Neubauten vor. Ab 2021 wird dies nochmals verschärft auf eine mindestens 24-prozentige Unterschreitung der für den Neubau eines Objekts geltenden U-Werte. Für das betrachtete Objekt wird die OIB 6/2015 [4] Richtlinie herangezogen, da diese aufgrund der in Salzburg derzeit geltenden landesbaugesetzlichen Bestimmungen als verbindlich anzusehen ist.

In der nachfolgenden Tabelle 10 wurden die relevanten U-Werte für das betrachtete Objekt zusammengefasst.

	Bauteil	U-WERT Neubau lt. OIB 6/2015 [W/m <sup>2</sup> K]	U-WERT Sanierung -12 % [W/m <sup>2</sup> K]
1	Wände gegen Außenluft	0,35	0,30
2	Wände erdberührt	0,4	0,35
3	Fenster, Fenstertüren	1,4	1,23
4	Türen unverglast, gegen Außenluft	1,7	1,5
5	Decken und Dachschrägen jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet und ungedämmt)	0,2	0,17
6	Decke gegen unbeheizte Gebäudeteile	0,4	0,35
7	Böden erdberührt	0,4	0,35

Tabelle 10: Mindestanforderung der Bauteile bei Einzelmaßnahmen

Ein wesentlicher Punkt bei der Erstellung eines Energieausweises für ein bestehendes Objekt sind Sanierungsempfehlungen. Der Sinn dahinter ist, dass der allgemeine Baustandard gehoben werden soll. Weitere Argumente sind neben der Einsparung von Energie, eine Verbesserung des Wohnkomforts, die Steigerung der Behaglichkeit, Minimierung von Bauschäden sowie eine Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. [4] Die Sanierungsempfehlungen sollen möglichst als sinnvolle Gesamtmaßnahmen ausgearbeitet werden, um optimale Ergebnisse zu erhalten.

Aufbauend auf den Ergebnissen des Bestandsenergieausweises auf Basis des Schichtaufbaus gibt der Berechnungsleitfaden der OIB 6/2015 [30] vor, Ratschläge und Empfehlungen zu folgenden Themen zu verfassen:

- Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Qualität der Gebäudehülle,
- Maßnahmen zur Verbesserung der energetischen Effizienz der haustechnischen Anlagen,
- Maßnahmen zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energieträger,
- Maßnahmen zur Verbesserung organisatorischer Maßnahmen,
- Maßnahmen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Es sind mindestens zwei der genannten Maßnahmen, die zu einer thermischen Verbesserung des Gebäudes führen, auszuarbeiten und dem Energieausweis beizufügen. Die Ausarbeitung soll auf technische, ökologische und vor allem auf wirtschaftliche Grundsätze achten. [30]

## 5.2 Maßnahmen zur Verbesserung der thermischen Qualität der Gebäudehülle

### 5.2.1 Allgemeines

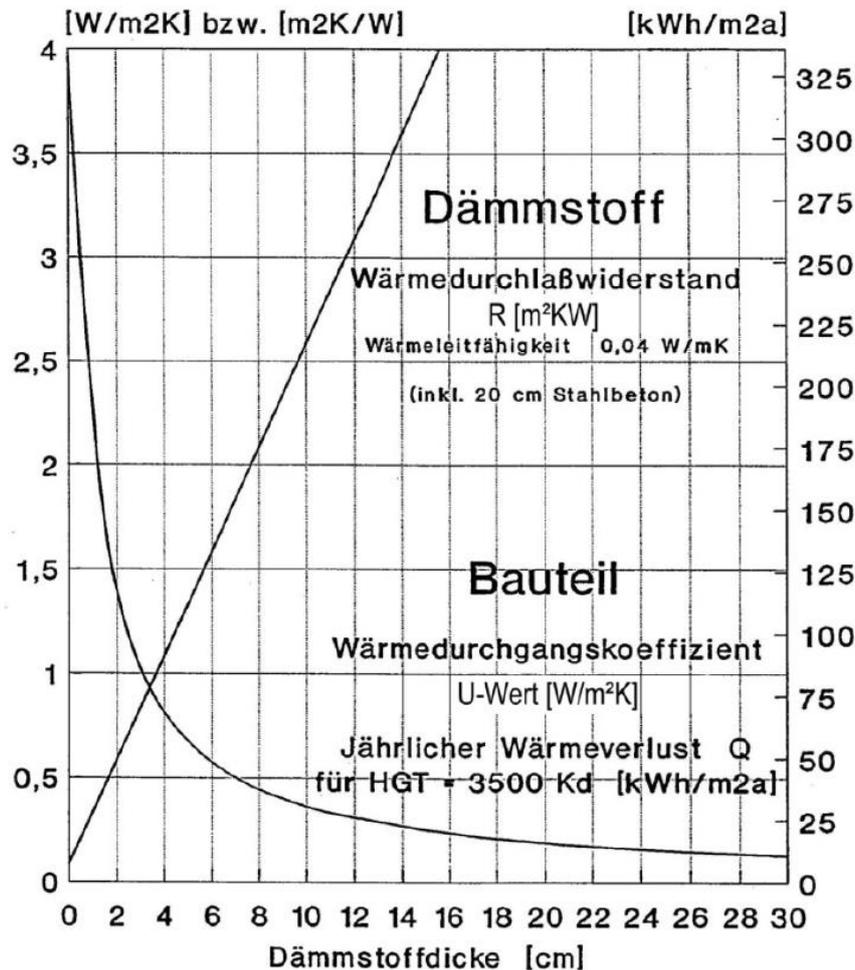


Abbildung 147: Zusammenhang zwischen Dicke der Dämmung und Energieverbrauch [6]

Wie in Abbildung 147 dargestellt, sinkt mit zunehmender Dicke der Dämmung der U-Wert und somit gleichzeitig der jährliche Wärmeverlust des betrachteten Bauteils. Dämmungsdicke und Reduktion des Wärmeverlustes sind jedoch nicht linear miteinander verknüpft. So verbessern bereits wenige Zentimeter Wärmedämmung den U-Wert erheblich. In der obigen Abbildung 147 wurde von einem 20 cm dicken Stahlbetonelement ausgegangen. Die Wärmedämmung, die aufgebracht wurde, besitzt eine Wärmeleitfähigkeit von 0,04 W/mK. Dieser Wert entspricht ca. der Wärmeleitfähigkeit einer handelsüblichen EPS-Platte bzw. Mineralwolle. In der nachfolgenden Tabelle 11 wird veranschaulicht, wie sich der U-Wert mit zunehmender Dämmungsdicke verhält und welche Verbesserungen bei höheren Dämmdicken im Vergleich zu niedrigeren Dämmdicken noch zu erwarten sind. Aus der Tabelle 11 wird ersichtlich, dass der Wärmedurchgangswiderstand ( $1/U$ ) linear zunimmt. Durch die Kehrwertbildung wird bei einer Erhöhung der Dämmstoffdicke um 1 cm bei geringen Dämmstoffdicken eine wesentlich höhere Verbesserung als großen Dämmstoffdicken erzielt.

Dicke der Dämmung [cm]	RT [m <sup>2</sup> K/W]	U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	Verbesserung in % im Bezug auf das Grundbauteil	relative Verbesserung des U-Werts [%]	relative Zunahme der Dämmdicke [%]
0,00	0,25	4,00			
1,00	0,50	2,00	50,00%	50,00%	100,00%
2,00	0,75	1,33	66,67%	16,67%	50,00%
3,00	1,00	1,00	75,00%	8,33%	33,33%
4,00	1,25	0,80	80,00%	5,00%	25,00%
5,00	1,50	0,67	83,33%	3,33%	20,00%
6,00	1,75	0,57	85,71%	2,38%	16,67%
7,00	2,00	0,50	87,50%	1,79%	14,29%
8,00	2,25	0,44	88,89%	1,39%	12,50%
9,00	2,50	0,40	90,00%	1,11%	11,11%
10,00	2,75	0,36	90,91%	0,91%	10,00%
11,00	3,00	0,33	91,67%	0,76%	9,09%
12,00	3,25	0,31	92,31%	0,64%	8,33%
13,00	3,50	0,29	92,86%	0,55%	7,69%
14,00	3,75	0,27	93,33%	0,48%	7,14%
15,00	4,00	0,25	93,75%	0,42%	6,67%
16,00	4,25	0,24	94,12%	0,37%	6,25%
17,00	4,50	0,22	94,44%	0,33%	5,88%
18,00	4,75	0,21	94,74%	0,29%	5,56%
19,00	5,00	0,20	95,00%	0,26%	5,26%
20,00	5,25	0,19	95,24%	0,24%	5,00%

Tabelle 11: Zusammenhang Dämmdicke zu U-Wert

Betrachtet man einen Dämmstoff mit 10 cm Dicke und vergleicht diesen mit einer Dämmstoffdicke von 16 cm, so hat man bei ersterem bereits eine Verbesserung des U-Werts von über 90 %. Dahingegen erhält man mit einer 16-cm-Dämmung eine Verbesserung von 94 %, was im direkten Vergleich bedeutet, dass man bei einer Wärmedämmung mit 16 cm einen lediglich 4 % besseren U-Wert, allerdings aber auch einen 40 % höheren Materialeinsatz gegenüber der 10-cm-Wärmedämmung hat.

### 5.2.2 Außenwände

Bei der Sanierung der Außenwände wird zwischen den im Erdgeschoß gelegenen verputzten Steinmauern und den im Obergeschoß gelegenen Holzblockwänden unterschieden. Die Sanierungsmaßnahmen an den Außenwänden werden ausschließlich an der Gebäudeaußenseite durchgeführt.

Dies hat mehrere Gründe: Erstens, um den Schutz der Gebäude-Grundsubstanz vor äußeren Einflüssen herzustellen und des Weiteren, um das Bewohnen des Gebäudes während der Sanierungsmaßnahmen so ungestört als möglich gewährleisten zu können. Drittens ist aus hygrothermischen Überlegungen das Anbringen einer Wärmedämmung auf der kalten Seite des Bauelements im Gegensatz zu einer Innendämmung immer zu bevorzugen, um Kondensatbildung im Bauteil zu vermeiden. Zudem wurden bei Sanierungsmaßnahmen in den vergangenen Jahren bereits Innendämmungen mit unterschiedlichen Ausführungen an den Holzblockwänden des Gebäudes angebracht.

Bei allen Sanierungsmaßnahmen des Hauses wird bedacht, den Gebäudestil weitestgehend zu erhalten. So werden die Erdgeschoßwände wieder verputzt und weiß gestrichen und die Wände im Obergeschoß mit einer liegenden Holzfassade verkleidet.

Neben den technischen und optischen Aspekten wird großes Augenmerk darauf gelegt, die Sanierung der Außenwände wirtschaftlich sinnvoll zu gestalten.

Für das Steinmauerwerk im Erdgeschoß wurden drei verschiedene Sanierungsvarianten näher betrachtet. Für die Holzblockwände des Obergeschosses wurden zwei Varianten miteinander verglichen und die Vor- und Nachteile herausgearbeitet.

### 5.2.2.1 Steinwände mittels Vollwärmeschutz

Bauteilbezeichnung: <b>AW10 Natursteinmauerwerk 60cm mit EPS-Dämmung</b>	
Bauteiltyp: renoviert <b>Außenwand</b>	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,20 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	$\mu$	$\lambda$	$R=d/\lambda$	$\rho$	$\rho^*d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Kalkputz (innen)	0,030	10	0,800	0,038	1.400	42,0
2	Natursteinmauerwerk (Kalkstein)	0,540	20	2,800	0,193	2.750	1.485,0
3	Kalkputz (außen)	0,030	10	0,700	0,043	1.400	42,0
4	Röfix 441 Ausgleichsputz	0,015	7	0,800	0,019	1.500	22,5
5	Baugewebegitter mit Dickschichtklebespachtel	0,007	15	0,500	0,014	1.200	8,4
6	AUSTROTHERM EPS W30	0,160	100	0,035	4,571	28	4,5
7	Baugewebegitter mit open Klebespachtel	0,004	18	0,800	0,005	1.350	5,4
8	RÖFIX 700 Edelputz weiss	0,003	12	0,540	0,006	1.500	4,5
Bauteildicke [m]		<b>0,789</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							1.614,3
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	5,059	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					$U = 1 / R_T$	<b>0,20</b>	<b>[W/m²K]</b>

Abbildung 148: Natursteinmauerwerk mit EPS-Dämmung

Auf das bestehende Steinmauerwerk wird ein Ausgleichsputz aufgetragen um eine plane Fläche herzustellen. Für diese Ausgleichsputzschicht wird eine Dicke von 1,5 cm angenommen. Darauf wird eine EPS-Dämmung mit einer Kleberschicht von ca. 0,7 cm angebracht. Um den nach der OIB 6/2015 Richtlinie [4] geforderten U-Wert von 0,3 W/m²K zu erreichen, muss die Schichtdicke bei einer EPS-Dämmung mit einem Lambda-Wert von 0,035 W/mK mindestens 10 cm betragen. Auf die Dämmschicht wird noch ein Gewebegitter gespachtelt und eine Edelputzschicht aufgetragen. Die armierte Spachtelung wird mit 0,4 cm und die Edelputzschicht mit 0,3 cm angenommen.

Um die Wirtschaftlichkeit eines solchen Dämmungssystems zu zeigen, werden die Preise der jeweiligen Dämmstoffe miteinander verglichen. Für die EPS-Dämmung wurde vom Hersteller Austrotherm die Austrotherm EPS F-Plus Fassadendämmplatte ausgewählt [31]. Um den steigenden Anforderungen, die bereits in der OIB 6/2019 [5] verankert sind, gerecht zu werden, wurde zusätzlich zu der 10 cm dicken Platte eine 16 cm dicke Platte (U-Wert = 0,2 Wm<sup>2</sup>K) im Vergleich berücksichtigt, um einer Sanierung, die erst in mehreren Jahren umgesetzt würde, vorzugreifen und auch zu diesem späteren Zeitpunkt die geforderten Mindestwerte zu erfüllen.

Aus den erstellten Bestandsplänen (siehe Anhang) wird die mit EPS zu dämmende Außenfläche grob überschlagen. Der Umfang des Erdgeschoßes beträgt ca. 60,00 m. Die zu dämmende Höhe des Steinmauerwerks wird durchschnittlich mit 3 m angenommen. Somit ergibt sich eine Fläche von ca. 180 m<sup>2</sup>. Die in Tabelle 12 angeführten Preise wurden der Austrotherm Produktpreisliste aus dem Jahr 2019 entnommen. [31]

Dicke	Produkt	Preis €/m <sup>2</sup> exkl. MwSt.	Preis gesamt € exkl. MwSt.
16 cm	Austrotherm EPS F-Plus Fassadendämmplatte	25,19	4.534
10 cm	Austrotherm EPS F-Plus Fassadendämmplatte	15,75	2.835
Differenz		10,02	1.699

Tabelle 12: Kostenaufstellung Austrotherm EPS F-Plus Fassadendämmplatte

Vergleicht man die beiden EPS-Platten mit einer Dicke von 10 cm und 16 cm miteinander, so ist hier mit Mehrkosten von rund 1.700 € zu rechnen. Bei einer Arbeitsstunde und einem angenommenen Regiepreis von 50 € pro Stunde und Arbeiter, könnte man für den Differenzbetrag einen Arbeiter 34 Stunden lang beschäftigen. Bei 3 Arbeitern ist man hier bereits nur mehr auf ca. 11 Stunden, was in etwa 1,5 Arbeitstagen entspricht.

Hier sieht man, dass nicht der Materialpreis das ausschlaggebende Kriterium, sondern dass die Arbeitszeit der wahre Kostentreiber ist.

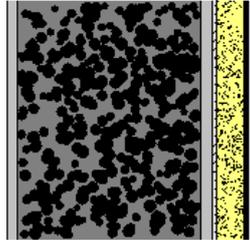
Bei den betrachteten Varianten wird aber jeweils von derselben Arbeitszeit ausgegangen und somit nur die wärmedämmende Schicht miteinander verglichen.

### 5.2.2.2 Steinwände mittels Aerogel- Dämmputz

Aerogel besteht zu 90 bis 98 % aus Luft. Das Grundmaterial für die Erzeugung von Aerogel ist Siliziumdioxid (Silikat). Die Gefügestruktur ist extrem porös, wodurch die Luftmoleküle in den Poren eingeschlossen werden. Die Wärmeübertragungsfähigkeit ist daher sehr eingeschränkt. Aufgrund der mineralischen Zusammensetzung hat Aerogel sehr positive Eigenschaften bei der Dampfdiffusion. Dies vermindert das Risiko der Bildung von Oberflächenkondensat und Schimmel. Eine weitere positive Eigenschaft von Aerogel liegt im Bereich Brandschutz. Auch eine hohe Resistenz gegenüber Algen-, Pilz- sowie Ungezieferbefall sind Aerogel zuzuschreiben. [25]

Der Hersteller Röfix gibt für seinen Aerogel-Dämmputz einen  $\lambda$ -Wert von 0,028 W/mK an. Der Hersteller empfiehlt folgenden Aufbau und die Verwendung von folgenden Produkten [25]:

- Haftschrift mit RÖFIX 673 Hydraulkalk-Vorspritzmörtel oder RÖFIX Renoplus
- FIXIT 222 Aerogel Hochleistungs-Dämmputz / FIXIT 244 Aerogel-Dämmputz
- RÖFIX PP 201 SILICA LF
- FIXIT 223 Spezial Einbettmörtel inkl. RÖFIX P100 Armierungsgewebe
- Mineralischer Deckputz, beispielsweise RÖFIX 715 Edelputz Spezial
- Mineralischer Deckanstrich, beispielsweise RÖFIX PE 229 SOL SILIKAT o.ä.

Bauteilbezeichnung: <b>AW01 Natursteinmauerwerk 60cm mit Aerogeldämmputz</b>	
Bauteiltyp: renoviert <b>Außenwand</b>	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,30 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	$\mu$	$\lambda$	$R=d/\lambda$	$\rho$	$\rho^*d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Kalkputz (innen)	0,030	10	0,800	0,038	1.400	42,0
2	Natursteinmauerwerk (Kalkstein)	0,540	20	2,800	0,193	2.750	1.485,0
3	Kalkputz (außen)	0,030	10	0,700	0,043	1.400	42,0
4	Röfix 673 Zement-Weisskalk-Vorspritzmörtel	0,015	25	0,800	0,019	1.750	26,3
5	FIXIT 222 Aerogel Hochleistungsdämmputz	0,080	4	0,028	2,857	220	17,6
6	FIXIT 223 Spezial Armierungsmörtel	0,004	15	0,470	0,009	1.250	5,0
7	RÖFIX 715 Edelputz Spezial	0,003	13	0,540	0,006	1.500	4,5
8	Röfix Silikat-Aussenfarbe	0,0002	220	0,700		1.400	0,3
Bauteildicke [m]		<b>0,702</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						1.622,6	
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	3,335	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					$U = 1 / R_T$	<b>0,30</b>	<b>[W/m²K]</b>

Abbildung 149: Natursteinmauerwerk mit Aerogel-Dämmputz

Auf das bestehende Steinmauerwerk wird ein aus Zement und Weißkalk bestehender Vorspritzmörtel mit einer Dicke von 1,5 cm aufgebracht. Darüber wird der Aerogel-Hochleistungs-Dämmputz aufgetragen. Um den nach OIB 6/2015 [4] geforderten U-Wert von 0,3 W/m<sup>2</sup>K zu erreichen, muss die Aerogel-Putzschicht mit einem Lambda-Wert von 0,028 W/mK eine Mindestdicke von 8 cm haben. Der Hersteller gibt an, dass Schichtdicken bis 8 cm problemlos in einem Arbeitsgang aufgebracht werden können. [25] Auf die Dämmschicht wird eine Grundierung, ein spezieller Armierungsmörtel, mit einer Dicke von 0,4 cm sowie eine Edelputzschicht mit 0,3 cm aufgetragen. Den Abschluss bildet eine Silikat-Außenfarbe.

Der Hersteller gibt eine Ergiebigkeit von 2-2,5 kg pro Zentimeter Putzdicke auf einen Quadratmeter an. [25] Bei einer Schichtdicke von 8 cm würde dies einen Wert von 16-20 kg pro Quadratmeter bedeuten. Wie zuvor wird auch für das Aerogel-System eine Variante mit einem U-Wert 0,2 W/m<sup>2</sup>K betrachtet. Um diesen Wert zu erreichen muss die Aerogel-Putzschicht mindestens 12,5 cm betragen. Dies ergibt einen Wert von 25-31,25 kg/m<sup>2</sup>.

Es wird wiederum von einer zu verputzenden Fläche von 180m<sup>2</sup> ausgegangen. Die in der Tabelle 13 angeführten Preise wurden auf Anfrage vom Hersteller mit 31,36 € pro cm Putzschicht und Quadratmeter angegeben. [25]

Dicke	Produkt	Preis €/m <sup>2</sup> exkl. MwSt.	Preis gesamt € exkl. MwSt.
12,5 cm	FIXIT 222 Aerogel Hochleistungs-Dämmputz	392	70.560
8 cm	FIXIT 222 Aerogel Hochleistungs-Dämmputz	250,9	45.162
Differenz		141,1	25.398

Tabelle 13: Kostenaufstellung Röfix FIXIT 222 Aerogel Hochleistungs-Dämmputz

Aerogel besitzt bauphysikalisch gesehen sehr gute Eigenschaften und ist, wie auch vom Hersteller beworben, besonders für die Altbausanierung geeignet. [25] Der größte Vorteil gegenüber einer EPS-Platte besteht darin, dass alle Formen und Konturen des Objektes mit dem Aerogel-Putz komplett übernommen werden können und so das Aussehen des Gebäudes im Prinzip nicht maßgeblich verändert wird. Ein weiter Vorteil gegenüber der EPS-Dämmung sind die mineralischen Eigenschaften, weshalb die Variante mit Aerogel auch aus umweltpolitischer Sicht positiv zu bewerten ist.

Aus wirtschaftlicher Sicht jedoch ist eine Sanierung mit Aerogel gegenüber einem klassischen Vollwärmeschutz nicht vertretbar. Vergleicht man nur den Materialpreis, so kostet die 8 cm dicke Aerogel-Dämmputzschicht das 16-fache im Vergleich zu einer 10 cm dicken EPS-Dämmung.

### 5.2.2.3 Steinwände mittels Thermo-Putz

Als dritte Variante wird ein Thermoputzsystem vom Hersteller Baunit gewählt. [23] Der Systemaufbau gleicht dem der Variante mit Aerogel-Dämmputz. Der gewählte Thermoputz (Baunit Thermoputz extra) besitzt einen Wärmedurchgangskoeffizienten von 0,09 W/mK, alle anderen Schichten sind nahezu gleich wie bei der Variante mit Aerogel-Dämmputz. Um den nach OIB 6/2015 [4] geforderten U-Wert von 0,3 W/m<sup>2</sup>K zu erreichen, muss die Thermoputzschicht mit einem Lambda-Wert von 0,090 W/mK mindestens 26 cm dick sein.

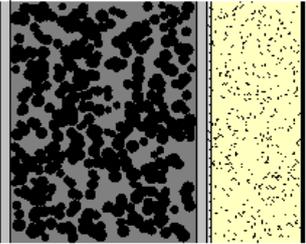
Bauteilbezeichnung: <b>AW09 Natursteinmauerwerk 60cm (Außenwand)</b>							
Bauteiltyp: renoviert <b>Außenwand</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <p style="text-align: center;"><b>U - Wert            0,30 [W/m<sup>2</sup>K]</b></p>							
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>							
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>R=d/λ</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m <sup>2</sup> K/W]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Kalkputz (innen)	0,030	10	0,800	0,038	1.400	42,0
2	Natursteinmauerwerk (Kalkstein)	0,540	20	2,800	0,193	2.750	1.485,0
3	Kalkputz (außen)	0,030	10	0,700	0,043	1.400	42,0
4	Baunit FlächenSpachtel Z	0,015	30	0,800	0,019	1.200	18,0
5	Baunit ThermoPutz	0,260	8	0,090	2,889	400	104,0
6	Baunit open KlebeSpachtel W	0,0004	18	0,800	0,001	1.350	0,5
7	Baunit EdelPutz 3 mm	0,003	12	0,800	0,004	1.450	4,4
Bauteildicke [m]		<b>0,878</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m <sup>2</sup> ]						<b>1.695,9</b>	
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m <sup>2</sup> K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	3,357	[m <sup>2</sup> K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					$U = 1 / R_T$	<b>0,30</b>	<b>[W/m<sup>2</sup>K]</b>

Abbildung 150: Natursteinmauerwerk mit Thermoputz

Der Hersteller gibt eine Ergiebigkeit von 0,25 Säcken pro m<sup>2</sup>/cm an, dies entspricht einer Masse von ca. 3 kg/m<sup>2</sup>/cm. [23]

Bei einer Schichtdicke von 26 cm würde dies einen Verbrauch von 6,5 Säcken auf einen Quadratmeter bedeuten. Wie zuvor wird auch für das Thermoputzsystem eine Variante mit einem U-Wert von 0,2 W/m<sup>2</sup>K betrachtet. Um diesen Wert zu erreichen, muss die Thermoputzschicht mindestens 40 cm dick sein. Dies ergibt eine Anzahl von 10 Säcken pro m<sup>2</sup>.

Es wird, wie bei der Variante mit der EPS-Dämmung, von einer zu verputzenden Fläche von 180 m<sup>2</sup> ausgegangen. Der Hersteller gibt einen Preis pro Sack von 21 € exkl. MwSt. an. [23]

Dicke	Produkt	Preis €/m <sup>2</sup> exkl. MwSt.	Preis gesamt € exkl. MwSt.
26 cm	Baunit Thermoputz extra	136,5	24.570
40 cm	Baunit Thermoputz extra	210	37.800
Differenz		73,50	13.230

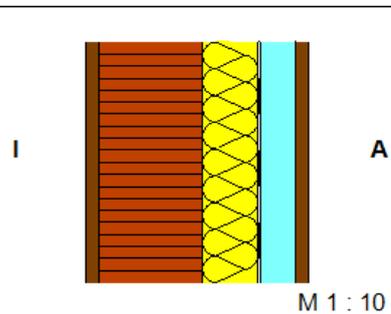
Tabelle 14: Preisaufstellung Baunit Thermoputz extra

Die ermittelte Mindestdämmdicke zeigt, dass eine fachgerechte Sanierung mit diesem Thermoputzsystem aus baupraktischer Sicht keinen Sinn ergibt. Ein Aufputzen von mindestens 26 cm würde mehrere Arbeitsgänge erfordern, verbunden mit der Ungewissheit, ob dies überhaupt möglich wäre. Zudem sind die Materialkosten im Vergleich zur Variante mit der EPS-Dämmung um mehr als das 5-fache höher.

Für das in Holzbauweise errichtete Obergeschoß werden die Sanierungsmaßnahmen so gestaltet, dass die äußerste Schicht als hinterlüftete, liegende Holzschalung ausgeführt wird um optisch den Holzriegelbau wieder aufzugreifen. Bei der wärmetechnischen Sanierung der Holzblockwände des Obergeschoßes werden zwei Varianten miteinander verglichen.

#### 5.2.2.4 Holzblockwände mittels Mineralwolle

Bei der ersten Variante wird eine Lattung mit dazwischenliegender Mineralwolle auf die Holzblockwände angebracht. Der Abstand der Lattung beträgt 60 cm.

Bauteilbezeichnung: <b>AW04 Holzblockwand Abstellraum mit Mineralwolldämmung</b>							
Bauteiltyp: renoviert <b>Außenwand</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,30 [W/m²K]</b>							
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>							
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>Anteil</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Holzschalung	0,020	50	0,140		500	10,0
2	Holzblock (1.402.02 Holz)	0,150	50	0,140		500	75,0
3	Lattung 5/8 dazw. ISOVER HOLZBAUFILZ 035	0,080	50	0,140	8,3	500	3,3
5	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,0006	34	0,220	91,7	24	1,8
6	Luft steh., W-Fluss horizontal 50 < d <= 55 mm	* 0,050	1	0,306		1	0,1
7	Holzschalung	* 0,020	50	0,150		600	12,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>0,251</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>0,321</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							102,3
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
Lattung 5/8:		Achsabstand [m]:	0,600	Breite [m]:	0,050	$R_{si} + R_{se} = 0,170$	
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 3,4230$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 3,2156$		$R_T = 3,3193$ [m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>	
						<b>0,30 [W/m²K]</b>	

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Abbildung 151: Holzblockwand mit Mineralwollgedämmung

Um den nach OIB 6/2015 [4] geforderten U-Wert von 0,3 W/m²K zu erreichen, muss die verwendete Mineralwolle mit einem Lambda-Wert von 0,035 W/mK eine Schichtdicke von mindestens 8 cm haben. Um die Mineralwolle vor Wind und eventuell auftretendem Oberflächenkondensat zu schützen, wird noch eine Winddichtungsbahn unter der Hinterlüftungsebene eingebracht.

Für die Kostenabschätzung wurde der Mineralwollehersteller Isover ausgewählt.

Isover gibt für sein Produkt Isover Klemmfilz Ultimate 35 bei einer Dämmungsdicke von 8 cm einen Quadratmeterpreis von 8,22 € exkl. MwSt. an. [24]

Wie zuvor bei den Systemen für das Untergeschoß, wird für die zukünftig strengeren Anforderungen die Dämmungsdicke so erhöht, dass der U-Wert für alle Holzblockwände besser als 0,2 W/m<sup>2</sup>K ist. Um diesen Wert zu erreichen, muss die Schichtdicke der Mineralwolle-Dämmung auf mindestens 16 cm erhöht werden.

Aus den Bestandsplänen (siehe Anhang) wird die zu dämmende Wandfläche des Obergeschoßes grob überschlagen. Der Umfang des Obergeschoßes beträgt ca. 55,00 m. Die zu dämmende Höhe der Holzblockwände wird mit durchschnittlich 3,5 m angenommen. Somit ergibt sich eine Fläche von ca. 192,5 m<sup>2</sup>.

Dicke	Produkt	Preis €/m <sup>2</sup> exkl. MwSt.	Preis gesamt € exkl. MwSt.
8 cm	Isover ULTIMATE Universal- Filz- 035	6,85	1.319 €
16 cm	Isover ULTIMATE Universal- Filz- 035	14,00	2.695 €
Differenz		7,15	1.376 €

Tabelle 15: Preisaufstellung Isover ULTIMATE Universal Filz 35

Die Mineralwolle-Dämmung bietet eine gute Anpassungsfähigkeit an den meist nicht ebenen Untergrund. Auch wirtschaftlich ist diese Variante sehr interessant. Vergleicht man die Preisunterschiede zwischen der 16 cm dicken und der 10 cm dicken Mineralwolle-Dämmung, so erhält man einen Preisunterschied von 1.376 €. In der angenommenen Sanierungsvariante wird von 2 Dämmebenen ausgegangen, mit jeweils 8 cm Schichtdicke. Hier würden noch Zusatzkosten aufgrund des Mehraufwandes für die zweite Dämmebene anfallen. Als Nachteil ist hier anzuführen, dass sich auf zwei Seiten des Gebäudes ein Balkon befindet. Mit einer Dämmungsdicke von 16 cm und der zusätzlichen, hinterlüfteten Schalung von 7 cm, bleiben von den momentan 90 cm Balkonbreite zwischen Hauswand und Balkongeländer nur mehr 67 cm übrig.

### 5.2.2.5 Holzblockwände mit Holzfaserdämmung

In der zweiten Variante werden statt der Mineralwolledämmung, Holzfaserdämmplatten verwendet. Der Vorteil ist, dass keine Lattung zwischen den Holzfaserplatten benötigt wird, sondern dass die Holzfaserdämmplatten direkt auf den Holzblockwänden befestigt werden können. Die äußerste Schicht bildet, wie bei der Variante zuvor, eine liegende, hinterlüftete Holzschalung.

Bauteilbezeichnung: <b>AW14 Holzblockwand Abstellraum mit Holzfaserplatten (Außenwand)</b>	
Bauteiltyp: renoviert <b>Außenwand</b>	
Wärmedurchgangskoeffizient berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert 0,30 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	$\mu$	$\lambda$	$R=d/\lambda$	$\rho$	$\rho \cdot d$
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Holzschalung	0,020	50	0,140	0,143	500	10,0
2	Holzblock (1.402.02 Holz)	0,150	50	0,140	1,071	500	75,0
3	1.324.02 Holzfaserdämmplatte	0,080	5	0,040	2,000	150	12,0
4	ISOCELL OMEGA Winddichtung	0,0006	34	0,220	0,003	300	0,2
5	Luft steh., W-Fluss horizontal 50 < d <= 55 mm	*	0,050	1	0,306	1	0,1
6	Holzschalung	*	0,020	50	0,133	600	12,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		0,251					
Bauteildicke gesamt [m]		0,321					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							109,2
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,170	[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					3,387	[m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient <math>U = 1 / R_T</math></b>					<b>0,30</b>	<b>[W/m²K]</b>	

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Abbildung 152: Holzblockwand mit Holzfaserdämmplatten

Um den nach OIB 6/2015 [4] geforderten U-Wert von 0,3 W/m²K zu erreichen, müssen die betrachteten Holzfaserdämmplatten mit einem Lambda-Wert von 0,040 W/mK eine Mindestdicke von 8 cm haben. Wie bei der Variante zuvor wird als Schutz der Dämmebene vor Wind und eventuell auftretendem Oberflächenkondensat eine Winddichtungsbahn unter der Hinterlüftungsebene eingebracht.

Für eine Kostenabschätzung der Sanierungsvariante mit Holzfaserdämmplatten wurde ein Produkt des Herstellers Pavatex herangezogen. Für das ausgewählte Produkt, die Pavatex Pavatherm Holzfaserdämmplatte, gibt der Hersteller bei einer Dicke von 8 cm einen Preis von 15,95 € exkl. MwSt. als Quadratmeterpreis an. [22]

Wie zuvor bei den Systemen für das Untergeschoß wird für zukünftige strengere Anforderungen die Dämmungsdicke so erhöht, dass der U-Wert für alle Holzblockwände besser als 0,2 W/m<sup>2</sup>K ist. Um diesen Wert zu erreichen, muss die Schichtdicke der Mineralwolle-Dämmung auf mindestens 16 cm erhöht werden.

Aus den Bestandsplänen (siehe Anhang) wird die zu dämmende Wandfläche des Obergeschoßes grob überschlagen. Der Umfang des Obergeschoßes beträgt ca. 55,00 m. Die zu dämmende Höhe der Holzblockwände wird mit durchschnittlich 3,5 m angenommen. Somit ergibt sich eine Fläche von ca. 192,5 m<sup>2</sup>

Dicke	Produkt	Preis €/m <sup>2</sup> exkl. MwSt.	Preis gesamt € exkl. MwSt.
8 cm	Pavatex Pavatherm Holzfaserdämmplatten	15,95	3.070 €
16 cm	Pavatex Pavatherm Holzfaserdämmplatten	32,08	6.175 €
Differenz		16,13	3.105 €

Abbildung 153: Preisaufstellung Pavatex Pavatherm Holzfaserdämmplatten

Die Holzfaserdämmplatte bietet im Vergleich zur Mineralwolle-Dämmung keine gute Anpassungsfähigkeit an einen nicht ganz ebenen Untergrund. Als Vorteil ist jedoch zu nennen, dass keine Lattung zwischen den Platten benötigt wird und so eine vollkommen homogene Dämmebene entsteht.

Wirtschaftlich gesehen muss man jedoch feststellen, dass die Variante mit der der Mineralwolle klar zu bevorzugen ist, da der Materialpreis für die Dämmung mit Holzfaserplatten mehr als doppelt so hoch als die Materialkosten bei der Mineralwolle-Dämmung ist.

### 5.2.3 Fenster und Türen

Für eine effiziente Sanierung der Gebäudehülle sollten unbedingt auch die Fenster saniert bzw. getauscht werden. Jedes Fenster wird als eigenes Bauteil angesehen, das in sich funktionieren muss. Diese Aufgabe obliegt den Fensterherstellern. Lediglich der Fensteranschluss wird hygrothermisch betrachtet und in den anschließenden Detailanalysen näher untersucht.

Für die weiteren Berechnungen in den nachfolgenden Kapiteln wird vom Austausch aller bestehenden Fenster durch ein 3-Scheiben-Isolierglasfenster mit Holzrahmen ausgegangen. Im Programm GEQ [1] wurde ein Fenster vom Hersteller Gaulhofer ausgewählt. Das gewählte Produkt Gaulhofer Natureline 78 FI besitzt folgende Kenngrößen:

- U-Wert Glas =  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- g-Wert = 0,51
- U-Wert Rahmen =  $1,51 \text{ W/m}^2\text{K}$

Aus Studien, die sich mit dem richtigen Einbau des Fensters in der Wandebene beschäftigen, geht hervor, dass ein Fenster möglichst weit außen, jedenfalls in der Dämmebene, eingebaut werden sollte. So kommt es nur zu einem geringen Verziehen der Isothermen, was sich wiederum positiv auf das Erreichen der Mindesttemperaturen auswirkt. So werden die Grenzwerte für die Vermeidung des Risikos von Schimmel und Oberflächenkondensat eingehalten. [41]

Im Anschluss wird ein kurzer Einblick gegeben, welche Kriterien ein normgerechtes Fenster erfüllen muss und welche Randbedingungen bei einer normgerechten Nachweisführung anzusetzen sind.

In der ÖNORM EN ISO 10077 [18] ist die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten für die verschiedensten Fenstertypen normativ erfasst. Teil 1 dieser Norm befasst sich mit den allgemeinen Bestimmungen zur U-Wert Berechnung von Fenstern und Türen. Berücksichtigt werden unterschiedliche Verglasungsarten, opake Füllungen in Fenstern und Türen, unterschiedliche Rahmenarten, zusätzliche Einflüsse wie geschlossene Außenjalousien. Teil 2 der ÖNORM EN ISO 10077 [19] befasst sich mit numerischen Verfahren für die Berechnung von Rahmen.

Nach der ÖNORM B8110-2 (2003) [7] ist für die Abschätzung des Risikos einer Kondenswasserbildung an Außenbauteilen mit geringer Speicherfähigkeit, wie dies bei einem Fenster und dessen Rahmen vorliegt, als Außenlufttemperatur der durchschnittliche jährliche Mindestwert der Tagesmitteltemperaturen einzusetzen.

Dies bedeutet gemäß der ÖNORM EN ISO 13788 [21], dass sich statistisch gesehen über eine Periode von 30 Jahren in der Hälfte der Jahre nur an wenigen Tagen Kondenswasser bildet. Für Fenster und Fenstertüren sind die Grenzwerte zur Vermeidung von Kondensation bei Verglasung und Rahmen nicht immer unter allen Bedingungen zu erfüllen. Es ist dann durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass der anschließende Bauteil nicht durchfeuchtet wird.

Für die Wärmeübergangswiderstände sieht die ÖNORM EN ISO 13788 [21] einen  $R_{se}$  von 0,04  $m^2K/W$  vor. Für Tauwasserbildung oder Schimmelbefall auf lichtundurchlässigen Oberflächen ist ein Wärmedurchlasswiderstand an raumseitigen Oberflächen von 0,25  $m^2K/W$  anzusetzen, um die Auswirkungen von Ecken, Möbeln, Vorhängen oder abgehängten Decken zu repräsentieren, sofern keine nationalen Normen existieren.

Für die Beurteilung der Tauwasserbildung an der Oberfläche von Fenstern und Türen gibt die ÖNORM EN ISO 13788 [21] folgende Werte an:

Richtung des Wärmestroms	Wärmedurchlasswiderstand $m^2 \cdot K/W$
aufwärts	0,10
horizontal	0,13
abwärts	0,17

Tabelle 16: Raumseitiger Wärmedurchlasswiderstand für die Beurteilung der Tauwasserbildung im Bauteilinneren bzw. die Tauwasserbildung an Oberflächen von Fenstern und Türen [21]

Die ÖNORM B8110-2 (2020) [8] sieht bei der Berechnung von Wärmebrücken ergänzend zu ÖNORM EN 15026 [27] folgende Randbedingungen zur Berechnung von Wärmebrücken vor:

- Bei Analyse des Anschlussbereichs an Fenster oder Rahmen  
 $R_{si}$  auf Rahmen und Verglasung: 0,25  $m^2 K/W$
- Wärmeübergang an außenseitigen Oberflächen:  $R_{se} = 0,04 m^2 K/W$

Dies steht jedoch im Widerspruch zu der zuvor genannten ÖNORM EN ISO 13788 [21], da hierfür die Berechnungen der Wärmeübergangswiderstände von Fenstern und Türen lt. Tabelle 16 angesetzt werden.

Die Beurteilung der Tauwasserbildung auf Oberflächen von Bauelementen mit niedriger Wärmeträgheit, wie z.B. Fenstern und deren Rahmen, die auf Temperaturänderungen reagieren, erfordert eine abweichende Herangehensweise. [21]

Tauwasserbildung auf der Innenoberfläche von Fensterrahmen kann sich störend auswirken, wenn das Wasser auf angrenzende Wanddekorationen läuft und das Tauwasser Korrosion im Metallrahmen oder Fäule im Holzrahmen hervorrufen kann, sofern es durch Fugenabschlüsse, z. B. zwischen Rahmen und Glas, eindringt. Aufgrund der undurchlässigen Oberflächenbehandlung tritt an Fensterrahmen selten Schimmelbefall auf. [21]

## 5.2.4 Erdberührte Fußböden

Für die erdberührten Fußböden werden mit Ausnahme des Holzdielenbodens in der Bauernstube keine Sanierungsmaßnahmen vorgesehen. Aufgrund der einfachen Zusammensetzung des in der Bauernstube vorhandenen Fußbodenaufbaues, kann dieser mit vergleichsweise wenig Zeitaufwand sowie unter Einsatz einfacher Mittel entfernt, und durch einen neuen Bodenaufbau ersetzt werden.

Bauteilbezeichnung: <b>EB01 Fußboden Bauernstube (erdanliegender Fußboden)</b>		<p style="text-align: center;">I A M 1 : 20</p>					
Bauteiltyp: renoviert <b>erdanliegender Fußboden</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,23 [W/m²K]</b>							
Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Weitzer Fertigparkett 3-Schicht	0,020	200	0,160	0,125	740	14,8
2	Parkettklebstoff PU 560	0,004	0	0,900	0,004	1.200	4,8
3	1.202.06 Estrichbeton	0,060	50	1,480	0,041	2.000	120,0
4	Sand	0,100	1	0,700	0,143	1.800	180,0
5	1.202.02 Stahlbeton	0,150	50	2,300	0,065	2.400	360,0
6	AUSTROTHERM XPS PLUS 30	0,120	0	0,032	3,750	30	3,6
7	1.508.02 Schüttung (Sand, Kies, Splitt)	*	1	0,700	0,143	1.800	180,0
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>0,454</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>0,554</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							863,2
Summe der Wärmeübergangswiderstände					$R_{si} + R_{se}$	0,170	[m²K/W]
Wärmedurchgangswiderstand					$R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$	4,298	[m²K/W]
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>					$U = 1 / R_T$	<b>0,23</b>	<b>[W/m²K]</b>

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

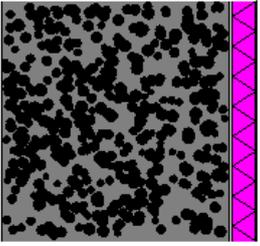
Abbildung 154: Erdberührter Fußboden Bauernstube neu

Der neue Bodenaufbau setzt sich, wie in Abbildung 154 dargestellt, aus einer 12 cm dicken Dämmschicht aus XPS-G Platten, einer 15 cm dicken Stahlbetonplatte, einer 10 cm dicken Beschüttung aus Sand, einer 6 cm dicken Estrichplatte, einer 0,8 cm dicken Parkettkleberschicht sowie einer 1,2 cm dicken Parkettlage zusammen.

Mit dem in Abbildung 70 gezeigten Aufbau erhält man einen U-Wert von 0,23 W/m²K. Der momentan verbaute Fußboden besitzt einen U-Wert von 1,26 W/m²K.

## 5.2.5 Erdberührte Wände

Auf die Kellerwände wird eine 10 cm dicke Perimeterdämmung aus XPS-G Platten geklebt. In der Detailanalyse mittels HTflux [2] wird sich zeigen, wie tief die Perimeterdämmung bis unter die Geländeoberkante geführt werden sollte, um sowohl Oberflächenkondensat im Gebäudeinneren, als auch Schimmel zu verhindern.

Bauteilbezeichnung: <b>EW01 Kellerwände (erdanliegende Wand)</b>	
Bauteiltyp: renoviert <b>erdanliegende Wand</b>	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,27 [W/m²K]</b>	

Konstruktionsaufbau und Berechnung							
	Baustoffschichten	d	μ	λ	R=d/λ	ρ	ρ*d
	von innen nach außen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.	Widerst.	Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[m²K/W]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	Natursteinmauerwerk (Kalkstein)	1,000	15	2,800	0,357	2.750	2.750,0
2	Baumit DickschichtKlebespachtel	0,015	15	0,500	0,030	1.200	18,0
3	AUSTROTHERM XPS PLUS 30	0,100	150	0,032	3,125	30	3,0
4	Noppenmatte *	0,003	0	0,900	0,003	1.200	3,6
Bauteildicke (wärmetechnisch relevant) [m]		<b>1,115</b>					
Bauteildicke gesamt [m]		<b>1,118</b>					
Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]							2.774,6
Summe der Wärmeübergangswiderstände $R_{si} + R_{se}$					0,130	[m²K/W]	
Wärmedurchgangswiderstand $R_T = R_{si} + \sum R_t + R_{se}$					3,642	[m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> $U = 1 / R_T$					<b>0,27</b>	<b>[W/m²K]</b>	

\*... diese Schicht zählt nicht zur Berechnung (wärmetechnisch irrelevant)

Abbildung 155: Kellerwände mit 10 cm XPS-Dämmung

Das Mauerwerk sollte jedenfalls gegen eindringende Feuchtigkeit abgedichtet werden bzw. sollten Abdichtungsmaßnahmen gesetzt werden, um ein Aufsteigen der Feuchtigkeit im Mauerwerk zu unterbinden. In der ÖNORM B3355 [26] werden verschiedenste Maßnahmen beschrieben.

Durch die Perimeterdämmung verbessert sich der U-Wert der Kellerwand von 2,05 W/m²K auf 0,27 W/m²K.

## 5.2.6 Oberste Geschoßdecken

Die obersten Geschoßdecken, die das Obergeschoß vom unconditionierten Dachraum trennen, wurden bereits bei einer früheren Sanierung mit einer Wärmedämmung versehen. Es wurde, wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, eine 16 cm dicke Tramlage eingezogen, die auf den Außenwänden bzw. Zwischenwänden aufgelegt wurde. Die Zwischenräume der Balken wurden mit Mineralwolle verfüllt. Dabei entstanden unterschiedlich große Hohlräume zwischen der Tramlage und den Dippelbäumen. Diese Hohlräume könnten mit einer Zelloosedämmung ausgeblasen werden, was nicht bei allen Deckensegmenten möglich ist, sondern eben nur, wo ein Hohlraum vorhanden ist. Zu hinterfragen ist, ob diese Maßnahmen wirtschaftlich gesehen überhaupt umgesetzt werden sollten, da die U-Werte der einzelnen Deckensegmente aufgrund der bereits vorhandenen Dämmung sehr gut sind. Dies wird in den nachfolgenden Kapiteln nochmals näher betrachtet.

Bauteilbezeichnung: <b>AD07 Dippelbaumdecke Abstellraum (Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum)</b>							
Bauteiltyp: renoviert <b>Decke zu unconditioniertem geschloss. Dachraum</b>							
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,10 [W/m²K]</b>							
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>							
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>μ</b>	<b>λ</b>	<b>Anteil</b>	<b>ρ</b>	<b>ρ*d</b>
	von außen nach innen	Dicke	WD-Diff.	Leitfähig.		Dichte	Flächgew.
Nr	Bezeichnung	[m]	[-]	[W/mK]	[%]	[kg/m³]	[kg/m²]
1	1.402.04 Holz	0,040	50	0,150		600	24,0
2	1.402.04 Holz dazw.	0,160	50	0,150	12,5	600	12,0
	ISOVER PREMIUM Wärmedämmfilz		1	0,032	87,5	25	3,5
4	Austrozell Zelloosedämmung	0,190	1	0,039		55	10,5
5	1.402.04 Holz	0,150	50	0,150		600	90,0
	Bauteildicke [m]	<b>0,540</b>					
	Flächenbezogene Masse des Bauteils [kg/m²]						140,0
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach EN ISO 6946)							
1.402.04 Holz:    Achsabstand [m]:    0,800    Breite [m]:    0,100				$R_{si} + R_{se} = 0,200$			
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 10,632$				Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 9,7609$		$R_T = 10,196$ [m²K/W]	
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>						<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>	
						<b>0,10 [W/m²K]</b>	

Abbildung 156: Dippelbaumdecke mit zusätzlicher Zelloosedämmung

In Abbildung 71 ist die Dippelbaumdecke über dem Abstellraum dargestellt, welche bereits ohne Ausblasen des Hohlräume mit Zelloosedämmung einen sehr guten U-Wert von 0,19 W/m²K erreicht. Mit dem Einbringen der 19 cm dicken Zelloosedämmung sinkt der U-Wert auf 0,10 W/m²K.

## 5.2.7 Kellerdecke

Zwischen den Balken der Kellerdecke wird eine 14 cm dicke Mineralwolledämmung eingebracht. Als Untersicht wird eine 2 cm dicke Holzschalung angebracht.

Bauteilbezeichnung: <b>Tramdecke Erdkeller (Decke zu unconditioniertem</b>		Kurzbezeichnung: <b>KD01</b>		
Bauteiltyp: renoviert <b>Decke zu unconditioniertem Keller</b>				
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b> berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 <b>U - Wert</b> <b>0,25 [W/m²K]</b>				
<b>Konstruktionsaufbau und Berechnung</b>				
	<b>Baustoffschichten</b>	<b>d</b>	<b>λ</b>	<b>Anteil</b>
Nr	von innen nach außen Bezeichnung	Dicke [m]	Leitfähigkeit [W/mK]	[%]
1	1.402.04 Holz                      B #	0,050	0,150	
2	Tram dazw.                      B #	0,140	0,120	13,3
	ISOVER HOLZBAUFILZ 035                      B #		0,035	86,7
3	1.402.02 Holz	0,020	0,140	
Dicke des Bauteils [m]		0,210		
<b>Zusammengesetzter Bauteil</b> (Berechnung nach ÖNORM EN ISO 6946)				
Tram:                      Achsabstand [m]:    1,200    Breite [m]:    0,160		$R_{si} + R_{se} = 0,340$		
Oberer Grenzwert: $R_{To} = 4,0454$		Unterer Grenzwert: $R_{Tu} = 3,8378$		
		$R_T = 3,9416 [m^2K/W]$		
<b>Wärmedurchgangskoeffizient</b>		<b>U = 1 / R<sub>T</sub></b>		
		<b>0,25 [W/m²K]</b>		

Abbildung 157: Tramdecke Erdkeller mit Mineralwolledämmung

Wie in Abbildung 72 zu sehen ist, ergibt sich durch das Einbringen der Mineralwolledämmung ein U-Wert von 0,25 W/m²K für die Kellerdecke. Vor dem Dämmen der Decke lag der U-Wert bei 1,18 W/m²K. Das Umsetzen dieser Maßnahme ist zu empfehlen, weil ein sehr großer Effekt erzielt werden kann.

Zudem ist diese Maßnahme sehr leicht umzusetzen, da die Tramlage der Decke frei zugänglich ist. Es müssen somit keine zerstörenden Eingriffe getätigt werden.

## 5.2.8 Übersicht der Sanierungsmaßnahmen

	Beschreibung	U-Wert Bestand [W/m²K]	Maßnahmen	Min. Dicke der Dämmschicht [cm]	Gew. Dicke [cm]	U-Wert Saniert [W/m²K]
EW01	Kellerwände	2,05	Perimeterdämmung XPS	8	10	0,27
AW01	Steinmauer 60 cm	2,26	Herstellen VWS	10	16	0,20
AW02	Steinmauer 75 cm	2,01	Herstellen VWS	10	16	0,20
AW03	Holzblock Erdgeschoß	0,3	Keine Maßnahme erforderlich	/	/	0,12
AW04	Holzblockwand Abstellraum	0,81	Anbringen von Mineralfaserdämmung und Herstellen einer hinterlüfteten Fassade	8	16	0,19
AW05	Holzblockwand Zimmer 1/2/3	0,39	Anbringen von Mineralfaserdämmung und Herstellen einer hinterlüfteten Fassade	4	16	0,15
AW06	Holzblockwand Gang N/W	0,31	Anbringen von Mineralfaserdämmung und Herstellen einer hinterlüfteten Fassade	1	16	0,14
AW07	Holzblockwand Gang SO	0,54	Anbringen von Mineralfaserdämmung und Herstellen einer hinterlüfteten Fassade	8	16	0,18
AW08	Holzblockwand Zimmer 4NO/5	0,7	Anbringen von Mineralfaserdämmung und Herstellen einer hinterlüfteten Fassade	8	16	0,19
EB01	Fußboden Bauernstube	1,26	Komplett neuer Aufbau Entfernen des Bestandes	/	/	0,14
AD01	Doppelbaumdecke Zimmer 1	0,16	Ausblasen des Hohlraumes mit Zellulosedämmung	/		0,09
AD02	Doppelbaumdecke Zimmer 2/1	0,18	Ausblasen des Hohlraumes mit Zellulosedämmung	1	12	0,12
AD03	Doppelbaumdecke Zimmer 2/2	0,20	Hier wird keine Maßnahme gesetzt	/	/	0,20
AD04	Doppelbaumdecke Zimmer 3	0,17	Ausblasen des Hohlraumes mit Zellulosedämmung	/	11	0,12

AD05	Tramdecke Gang	0,28	Hier wird keine Maßnahme gesetzt	/	/	0,28
AD06	Dippelbaumdecke Zimmer 4	0,17	Ausblasen des Hohlraumes mit Zellulosedämmung	/	5	0,14
AD07	Dippelbaumdecke Abstellraum	0,19	Ausblasen des Hohlraumes mit Zellulosedämmung	2	19	
AD08	Dippelbaumdecke Zimmer 5	0,17	Ausblasen des Hohlraumes mit Zellulosedämmung	/	10	
FD01	Rücksprung Obergeschoß	2,82	EPS-Dämmplatten mit darüber liegender Blechabdeckung	19	20	0,16
KD01	Tramdecke Erdkeller	1,18	Dämmen der Zwischenräume mit Mineralwolle	10	14	0,25
ZD01- ZD06	Die Zwischendecken bleiben unberührt, hier gelten dieselben Aufbauten und U-Werte wie unter Kapitel 3.5 angegeben.					
EB02- EB05	Es bleiben alle erdberührten Fußböden bis auf jenen in der Bauernstube unberührt, hier gelten dieselben Aufbauten und U-Werte wie unter Kapitel 3.4 angegeben.					
	Alle Fenster werden durch ein modernes Holzfenster mit Dreifachverglasung ersetzt. Gaulhofer Natureline 78 FI (U-Wertglas=0,5; g-Wert=0,51; U-Wert Rahmen=1,51)					

Tabelle 17: Übersicht der Sanierungsmaßnahmen

### 5.3 Zusammenfassung Sanierungskonzept

In der OIB-Richtlinie 6/2015 [4] wird vorgeschrieben, zu jedem Bestandsenergieausweises Vorschläge für Sanierungsmaßnahmen anzufügen. Dabei sind Kriterien wie Wirtschaftlichkeit, Machbarkeit aus baupraktischer Sicht und Sinnhaftigkeit der Maßnahmen stets kritisch zu bewerten. Jede Einzelmaßnahme soll so geplant werden, dass diese zu einem ganzheitlichen Sanierungskonzept passt, um einzelne, eventuell zeitversetzte, bauliche Maßnahmen so zu gestalten, dass diese zu einander nicht im Widerspruch stehen. Derzeit sieht die im Salzburger Landesbaugesetz verankerte OIB-Richtlinie 6/2015 [4] bei Einzelmaßnahmen eine 12-prozentige Verbesserung gegenüber dem U-Wert eines Neubaus vor. Laut der OIB-Richtlinie 6 aus dem Jahr 2019 [5] (derzeit noch nicht gesetzlich verpflichtend) wird bereits eine Verbesserung des U-Wertes von aktuell 18 %, ab 2021 24 % gefordert.

In Kapitel 5 wurden für einige Bauteile der Gebäudehülle verschiedene Sanierungsmaßnahmen, die die zuvor beschriebenen Kriterien erfüllen, erarbeitet.

Für die Wände des Erdgeschoßes wurden 3 verschiedene Varianten betrachtet: Als erste Variante wurde ein klassischer Vollwärmeschutz mit EPS-Dämmung vorgesehen. Als zweite Variante wurde ein Aerogel-Dämmputzsystem gewählt. Dieses System besitzt aufgrund der guten Anpassung an den Untergrund, der positiven bauphysikalischen Eigenschaften sowie der Materialkomponenten, also auch aus umweltpolitischer Sicht, einige Vorteile gegenüber dem klassischen Vollwärmeschutz. Aus wirtschaftlicher Sicht ist dieses System zu einem Vollwärmeschutz nicht konkurrenzfähig, da allein die Materialkosten der dämmenden Schicht das 16-fache des Preises der EPS-Dämmung betragen.

Als dritte Variante wurde ebenfalls eine Thermoputz-System mit dem Vollwärmeschutz verglichen. Durch die hohe Wärmeleitfähigkeit müsste die Thermoputzschicht allerdings 26 cm dick sein um, die vorgegebenen Kriterien zu erfüllen. Es ist fraglich, ob es überhaupt machbar wäre, eine so dicke Schicht herzustellen. Zudem würden die Materialkosten des Thermoputzes ca. das 5-fache im Vergleich zur EPS-Dämmung betragen. Somit fiel die Entscheidung zugunsten des Vollwärmeschutzes aus.

Für die thermische Sanierung der Holzblockwände wurden ebenfalls 2 Varianten verglichen. Bei der ersten Variante wird eine Lattung auf die bestehenden Holzwände gegeben und die Zwischenräume werden mit Mineralwolle verfüllt. Für die zweite Variante wurden Holzfaserdämmplatten als dämmende Schicht aufgebracht. Die äußerste Schicht bildet für beide Varianten eine hinterlüftete Holzschalung. Die Mineralwoll-Variante hat den Vorteil, dass sich dieser Dämmstoff gut an unebenen Untergrund anpasst. Auch aus wirtschaftlicher Sicht ist diese Variante zu bevorzugen, da der Materialpreis der Holzfaserdämmplatten ca. doppelt so hoch ist.

Bezüglich des differenten Fensterbestands des Bauernhauses wurde ein Fenstertausch angedacht. Gewählt wurde hier ein zum Gebäudetyp passendes Holzrahmenfenster mit Isolierverglasung (3 Scheiben). Die getauschten Fenster haben folgende U-Werte: Glas 0,5 W/m<sup>2</sup>K, Rahmen 0,96 W/m<sup>2</sup>K und einen G-Wert von 0,51. Zusätzlich wurde ein kleiner Überblick zur Nachweisführung von Fenstern und Fensteranschlüsse ausgearbeitet.

Bei den erdberührten Böden im Bauernhaus wurde eine Sanierung lediglich für den Bodenaufbau in der Bauernstube betrachtet. Der bestehende Bodenaufbau, dessen Haltbarkeit durch das Aufliegen auf dem Erdreich absehbar ist, kann ohne großen Aufwand rasch entfernt werden. Durch den angedachten neuen Bodenaufbau verbessert sich der U-Wert von  $1,26 \text{ W/m}^2\text{K}$  auf  $0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Die Kellerwände erhalten in der Sanierungsvariante eine 10-cm dicke Perimeterdämmung mit XPS-G-Platten um eine Verbesserung des U-Wertes von  $2,05 \text{ W/m}^2\text{K}$  auf  $0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$  zu erreichen. Im Zuge der Veränderungen am Bestand ist es dringend zu empfehlen, auch das Mauerwerk gegen die aufsteigende Feuchtigkeit abzudichten.

Die entsprechenden Verfahren sind in der ÖNORM B3355 [26] definiert.

Für die obersten Geschoßdecken wurde vorgesehen, eine Zellulosedämmung in die bestehenden Hohlräume einzublasen. Im nachfolgenden Kapitel wird die Effizienz dieser Maßnahme untersucht und analysiert.

Für die Tramdecke über dem Erdkeller wurde das Einbringen von Mineralwolle zwischen den Balken und die Herstellung einer Untersicht mittels einer Holzschalung als Maßnahme betrachtet. Der U-Wert verbessert sich von  $1,18 \text{ W/m}^2\text{K}$  auf  $0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 6 Hygrothermische Detailanalyse

### 6.1 Übersicht der Detailpunkte

#### **Balkonanschluss (B)**

- B01 Bestand
- B02 Sanierung

#### **Anschluss Tramdecke (T)**

- T01 Bestand
- T02 Sanierung

#### **Gewölbe (G)**

- G01 Bestand
- G02 Sanierung mit teilgedämmtem Dachraum
- G03 Sanierung mit vollständig gedämmtem Dachraum

#### **Anschluss erdberührter Fußboden (E)**

- E01 Bestand
- E02 Teilsanierung
- E03 Sanierung

#### **Anschluss Kellerdecke (K)**

- K01 Bestand
- K02 Sanierung mit vollständig gedämmter Kellerwand
- K03 Sanierung mit teilgedämmter Kellerwand

#### **Anschluss Dach (D)**

- D01 Bestand
- D02 Teilsanierung
- D03 Sanierung mit Zellulosedämmung
- D04 Sanierung Schnitt neben dem Sparren

## 6.2 Randbedingungen

Um die entsprechenden Randbedingungen zu definieren wurde die ÖNORM B 8110-2 [7] herangezogen.

### Klimadaten:

Das untersuchte Gebäude liegt im Salzburger Pongau, genauer gesagt in der Gemeinde Pfarrwerfen. Dies entspricht lt. ÖNORM B8110-5 [9] der Klimaregion Zentralalpen (ZA). Das Gebäude befindet sich auf einer Seehöhe von 865 m. ü. A. Der kritische Monat für die Betrachtung des Schimmelkriteriums ist der Monat Dezember. Beim Nachweis des Kondensatkriteriums ist der Monat Jänner maßgebend. Es muss stets beachtet werden, welches Kriterium anzuwenden ist. So ist beispielsweise für die Betrachtung der Oberflächentemperatur das Schimmelkriterium (SK) ausschlaggebend. Für die Ermittlung des Kondensats im Bauteil kommt das Kondensatkriterium (KK) zur Anwendung. Für die unkonditionierten Dachräume sowie für den unkonditionierten Kellerbereich wurden mittels Temperaturkorrekturfaktoren lt. ÖNORM B 8110-6 [10] eigene Klimadaten errechnet.

Für die Betrachtung des Schimmelkriteriums im maßgebenden Monat Dezember ergeben sich folgende Klimadaten:

---

	Temperatur [°C]	SK: Relative Feuchtigkeit [%]
Innenklima	20	51,66
Außenklima	- 3,34	80
Klima unkonditionierter Dachraum	- 1,00	80
Klima unkonditionierter Keller	8,33	50

---

Tabelle 18: Klimadaten Schimmelkriterium Monat Dezember

Für die Betrachtung des Kondensatkriteriums im maßgebenden Monat Jänner ergeben sich folgende Klimadaten:

---

	Temperatur [°C]	KK: Relative Feuchtigkeit [%]
Innenklima	20	60,79
Außenklima	- 4,21	80
Klima unkonditionierter Dachraum	- 1,78	80
Klima unkonditionierter Keller	7,90	50

---

Tabelle 19: Klimadaten Kondensatkriterium Monat Jänner

**Wärmeübergangswiderstände für die Berechnung der Oberflächentemperatur und der Tauwasser- bzw. Schimmelbildung an der Oberfläche:**

	[m <sup>2</sup> K/W]
R <sub>se</sub>	0,04
R <sub>si</sub>	0,25

Tabelle 20: R<sub>se</sub>/R<sub>si</sub> für die Berechnung der Oberflächentemperatur, Tauwasser- bzw. Schimmelbildung an der Oberfläche

R<sub>se</sub>... Wärmeübergangswiderstand an der äußeren Bauteiloberfläche [m<sup>2</sup>K/W]

R<sub>si</sub>... Wärmeübergangswiderstand an der inneren Bauteiloberfläche [m<sup>2</sup>K/W]

**Wärmeübergangswiderstand zur Bestimmung des U-Werts:**

	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> K/W]
Erdberührter Fußboden	0,00	0,17
Dachschräge hinterlüftet	0,10	0,10
Außenwand	0,04	0,13
Außenwand hinterlüftet	0,13	0,13
Geschoßdecke	0,13	0,13
Decke zu unconditioniertem Dachraum	0,10	0,10
Gesimse (Mauerrücksprung)	0,04	0,10

Tabelle 21: Wärmeübergangswiderstände zur Bestimmung des U-Werts

### 6.3 Bauphysikalische Untersuchung von Detailpunkten

Aufbauend auf dem in Kapitel 5.1 erarbeiteten Sanierungskonzept wurden markante Detailpunkte ausgewählt, um diese hygrothermischen Untersuchungen zu unterziehen. Bei der Konzipierung der Detailpunkte wird besonderer Wert auf eine rasche und einfache bautechnische Ausführbarkeit gelegt, ohne große Eingriffe in die bestehende Bausubstanz vornehmen zu müssen.

Für die hygrothermischen Berechnungen der Detailpunkte wird die Software HTflux [2] verwendet. Die Detailpunkte werden zweidimensional betrachtet. Die Vermeidung von Kondensation im Bauteil sowie die Vermeidung von Kondensat und Schimmelbildung an der Bauteiloberfläche werden nachgewiesen. Ausschlaggebend ist hierfür, dass die innere Oberflächentemperatur die Sättigungstemperatur und somit den Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  gemäß ÖNORM B 8110-2 [7] und ÖNORM EN ISO 13788 [21], nicht unterschreiten darf.

**Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  [-]:**

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{Si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

$\theta_{Si}$ ... raumseitige Oberflächentemperatur [°C]

$\theta_e$ ... außenseitige Lufttemperatur [°C]

$\theta_i$ ... innenseitige Lufttemperatur [°C]

In Zusammenhang mit den in Tabelle 18 und Tabelle 19 angeführten Klimadaten ergeben sich folgende Grenzwerte, um das Auftreten von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat zu vermeiden.

	Schimmelbildung bei 80 % relativer Feuchtigkeit im Raum	Kondensatbildung bei 100 % relativer Feuchtigkeit im Raum
Sättigungstemperatur $T_{Rsi,min}$ [°C]	13,1	9,8
Temperaturfaktor $f_{Rsi,min}$ [-]	0,705	0,561

Tabelle 22: Grenzwerte für Schimmel und Oberflächenkondensat

## Allgemeine Anmerkungen:

Es wurden 6 markante Detailpunkte ausgewählt, bei denen die zuvor beschriebenen Sanierungsmaßnahmen angewendet werden. Für jeden Detailpunkt wird als erstes der Bestand betrachtet und einer hygrothermischen Simulation unterzogen. Danach wird der sanierte Detailpunkt nochmals hygrothermisch berechnet und mit dem Bestand verglichen.

Für die hygrothermischen Simulationen werden für alle Varianten die Klimadaten aus der Tabelle 18 bzw. 19 herangezogen. Alle dargestellten Ergebnisbilder, wie die Temperatur-, Wärmestrom-, Feuchte- und Diffusionsstrom-Verläufe, basieren auf den Ausgangsparametern, die in Kapitel 5.3 beschrieben wurden.

Ob Kondensat im Bauteilinneren auftritt, wurde mit dem Glaserverfahren überprüft. Im Falle einer so nachgewiesenen Kondensatbildung wurde die Berechnung auf ein ganzes Jahr ausgedehnt, um zu sehen, ob das gesamte anfallende Kondensat in den Sommermonaten wieder austrocknen kann. Die Nachweise für die betroffenen Punkte sind im Anhang zu finden.

Die ÖNORM B 8110-2/2003 [7] sieht zur Vermeidung von schädlichem Kondensat im Inneren von Außenbauteilen nur Nachweisverfahren für eindimensionale Betrachtungen vor. In der ÖNORM B 8110-2/2003 [7] heißt es dazu: *„Die vorliegende ÖNORM gibt für stationäre thermische Zustände vereinfachte Rechenverfahren für die Bemessung von Bauteilen zur Vermeidung von Kondenswasserbildung bzw. einer die Schimmelbildung fördernden Luftfeuchtigkeit an der inneren Oberfläche von Außenbauteilen für ebene Bereiche mit oberflächenparallelen Baumaterialschichten und für Bereiche mit Wärmebrücken sowie zur Erfassung der Kondensatmenge im Bauteilinneren (nur für ungestörte Bereiche) an.“* [7]

Für zweidimensionale Verfahren sind keine expliziten Nachweisverfahren beschrieben. Die ÖNORM B 8110-2/2003 [7] gibt zur Überprüfung der vollständigen Verdunstung von gebildetem Kondenswasser über die Sommermonate drei Nachweise vor:

- Nachweis 1: *„Es ist zu prüfen, ob die Kondenswassermenge  $M_{a,max}$  in der betroffenen Bauteilschicht gespeichert werden kann, wobei die Kondenswassermenge an der Berührungsfläche von kapillaren oder wenig aufnahmefähigen Schichten (z. B. Berührungsflächen zwischen Luftschicht und Schwebeton)  $0,5 \text{ kg/m}^2$  nicht überschreiten darf.“* [7]
- Nachweis 2: *„Es ist zu prüfen, ob durch die Erhöhung des Feuchtigkeitsgehaltes eine Schädigung der betroffenen Baustoffschicht eine solche Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit eintritt, dass der Wärmeschutz des Bauteils um 10 % oder mehr vermindert wird.“* [7]
- Nachweis 3: *„Für Holz und Holzwerkstoffe ist eine Erhöhung des massebezogenen Feuchtigkeitsgehalts um mehr als 3 % unzulässig.“* [7]

Da im Fall der vorliegenden Masterarbeit 2-dimensionale Wärmebrückenbereiche vorliegen und keine ungestörten 1-dimensionalen Bauteile und da Feuchtestellen zum Teil nur lokal auf kleinen Flächen auftreten, wird bei Nichteinhaltung dieser 1-D-Nachweise von der Norm abgewichen und die Nachweise trotzdem als erfüllt angesehen.

Beim Auftreten von Kondensat im Bauteil nach der Sanierung wird die Austrocknung des Kondensats im Laufe des Jahres nachgewiesen. Hierfür wird das Glaserverfahren über ein ganzes Jahr geführt. Bei der zweiten Variante wird wie in der Din 4108 [33] vorgesehen ein Blockklima angesetzt. Hier wird über 3 Monate ein ungünstiges Klima modelliert. Im nächsten Schritt wird erneut für einen Zeitraum von 3 Monaten Austrocknung günstiges Klima angewendet. Ist das Austrocknungspotential des Bauteils in Summe größer als die anfallende Kondensatmenge, ist der Nachweis erfüllt. Der große Vorteil ist bei dieser Variante die Verringerung des Rechenaufwandes und somit die Zeitersparnis bei der Nachweisführung.

Die Verschlechterung der wärmedämmenden Eigenschaften bei der Durchfeuchtung von Mineralwolle ist in der ÖNORM EN ISO 10456 [35] definiert.

Für die Berechnung der Detailpunkte gibt die ÖNORM EN ISO 10211 [20] an, dass bei der Betrachtung von Wärmebrücken die geschnittenen Bauteile des betrachteten Detailpunktes eine Mindestlänge von 1 m oder maximal die dreifache Dicke des flankierenden Bauteils haben müssen. Es ist jener Wert maßgebend, der größer ist. [20]

Für jene Detailpunkte, bei denen das Erdreich mitberücksichtigt werden muss, gilt für den horizontalen Abstand wiederum die dreifache Kellerwanddicke oder das 2,5-fache der Fußbodenbreite als Mindestmaß. Für den vertikalen Abstand vom Bauwerk gilt ein Mindestmaß von 3 m oder wiederum das 2,5-fache der Fußbodenbreite. [20]

Die Fußbodenbreite wird in der ÖNORM EN ISO 10211 [20] so definiert, dass es bei zweidimensionalen Berechnungen eine vertikale Symmetrieebene in der Mitte des Fußbodens gibt, sodass eine Hälfte des Gebäudes modelliert wird. [20]

Für das betrachtete Gebäude bedeutet dies eine zu berücksichtigende Länge von ca. 17,5 m in horizontaler und vertikaler Richtung bezüglich des Erdreichs. [20]

Um bei den Betrachtungen der erdberührten Bauteile den Einfluss des Erdreichs auf den Wärmestrom realitätsnah abbilden zu können, wurde in HTflux [2] der Erdkörper mit elf Schichten modelliert. Eine weitere Möglichkeit das Erdreich abzubilden wäre nach ÖNORM EN ISO 13370 [34]. Hier werden Randbedingungen definiert, die auf Grund der Zusammensetzung des Erdkörpers die unterschiedlichen wärmetechnischen Eigenschaften berücksichtigen.

In der nachfolgenden Abbildung 158 ist der modellierte Erdkörper dargestellt. In der Tabelle 23 sind die einzelnen Bodenschichten mit den entsprechenden Wärmeleitfähigkeiten aufgelistet.

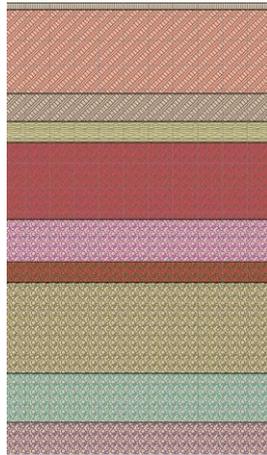


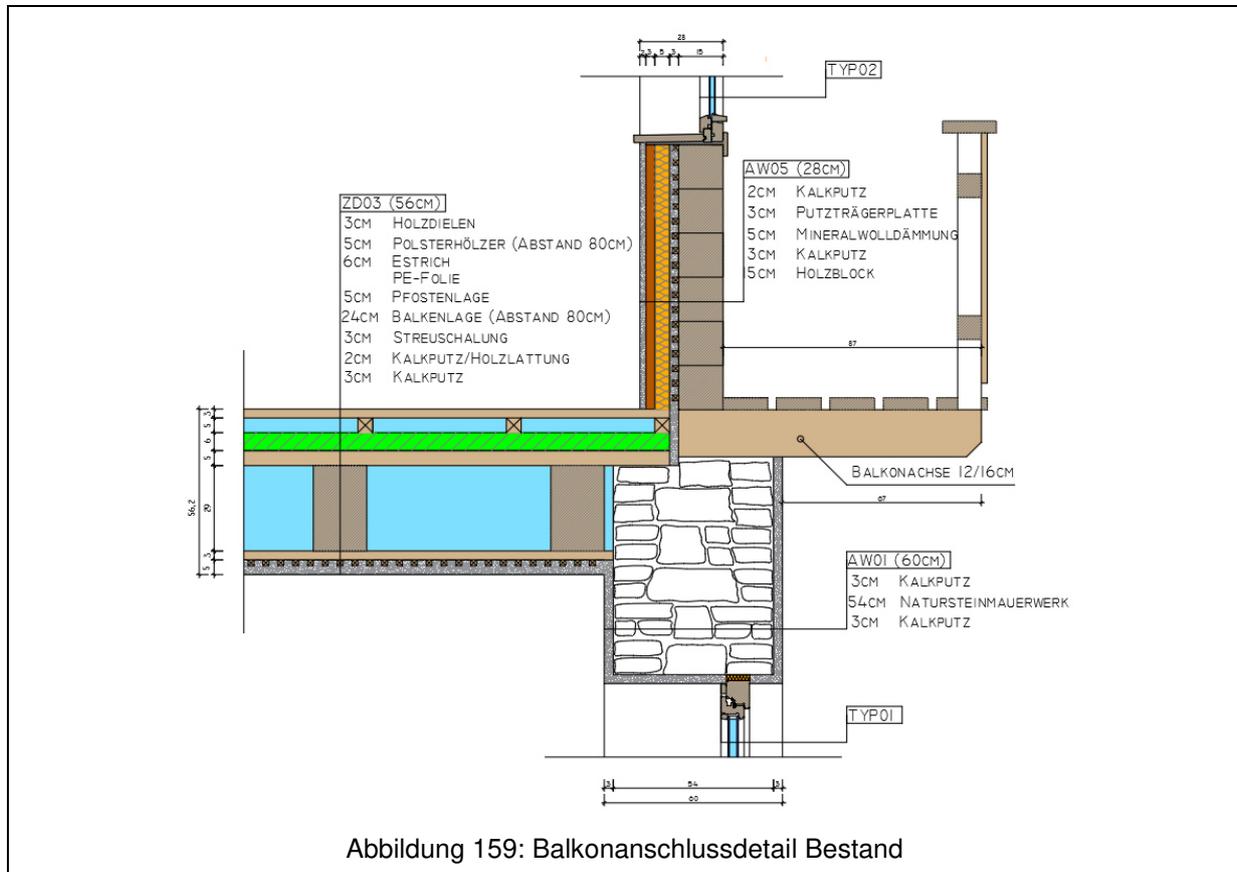
Abbildung 158: Aufbau Erdkörper

Art des Erdreichs	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\lambda$ [W/(m·K)]	d [m]
Mutterboden-Torf	800	1.5	0.1
Anschüttung, Kies	1800	1.5	1.2
Anschüttung, Kies	1800	1.5	0.4
Schluff	1700	2.0	0.3
Feinsand	1800	2.0	1.1
Kies, Sand	1800	2.0	0.6
Feinmittelsand	1600	2.0	0.3
Kies, Sand, locker	1700	2.0	1.3
Kies, Sand, mitteldicht	1800	2.0	0.7
Kies, Sand, mitteldicht	1800	2.0	1.0
Kies, Sand, dicht	1900	2.0	1.0

Tabelle 23: Zusammensetzung Erdkörper

## 6.4 Balkonanschluss

### 6.4.1 B01: Bestand



Als erster Detailpunkt wurde der Balkonanschluss an das Natursteinmauerwerk des Erdgeschoßes bzw. an die Holzblockwände des Obergeschoßes näher betrachtet. Das Detail setzt sich aus den Bauteilen AW 01 (Natursteinmauerwerk 60 cm), AW 05 (Holzblockwand Zimmer 3) und ZD 03 (Tramdecke Bauernstube) zusammen. Es sind zwei verschiedene Fensterarten verbaut. Im Untergeschoß befindet sich ein Isolierglasfenster (Typ 1) Im Obergeschoß befindet sich ein Verbundfenster (Typ 2). Die genaue Zusammensetzung der Bauteile ist unter Kapitel 3 zu finden. Der Holzträger des Balkons ist im Natursteinmauerwerk eingemauert und besitzt eine Dimension von 12x16 cm. Der Holzträger krägt gegenüber der Holzblockwand ca. 90 cm aus.

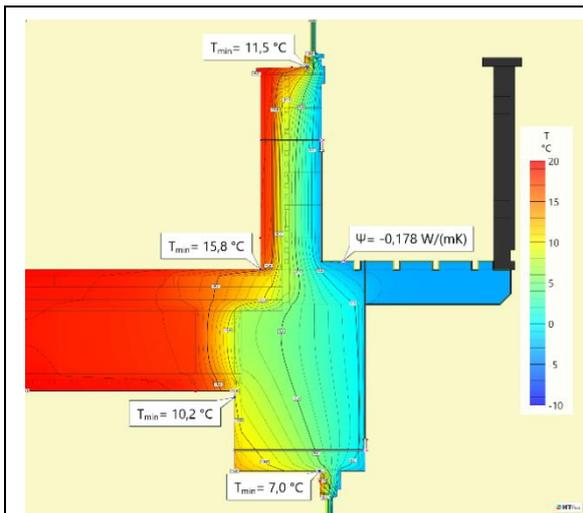


Abbildung 160: Temperaturverteilung Balkonanschluss Bestand

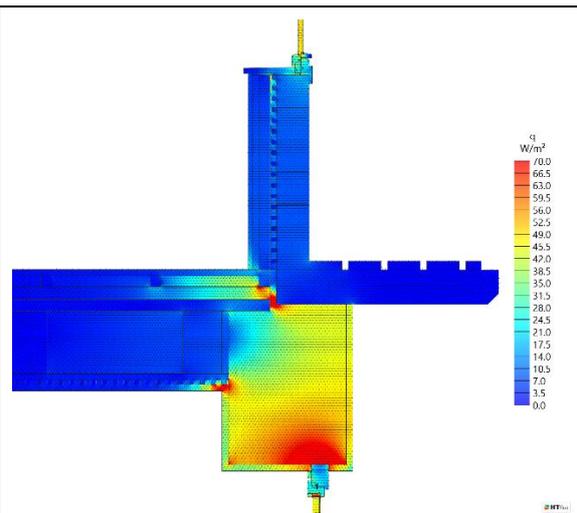


Abbildung 161: Wärmestrom Balkonanschluss Bestand

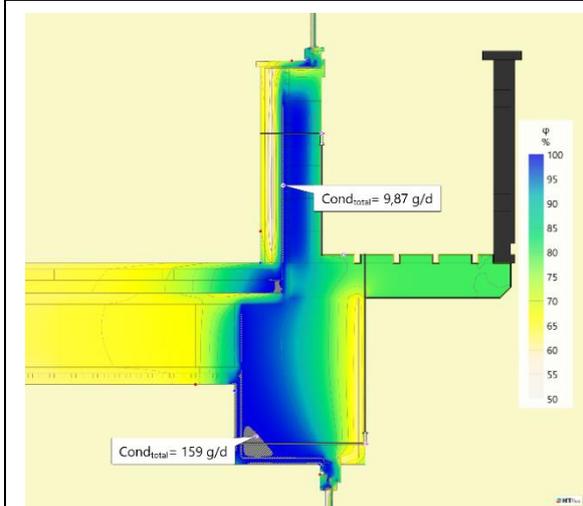


Abbildung 162: Feuchteverteilung Balkonanschluss Bestand

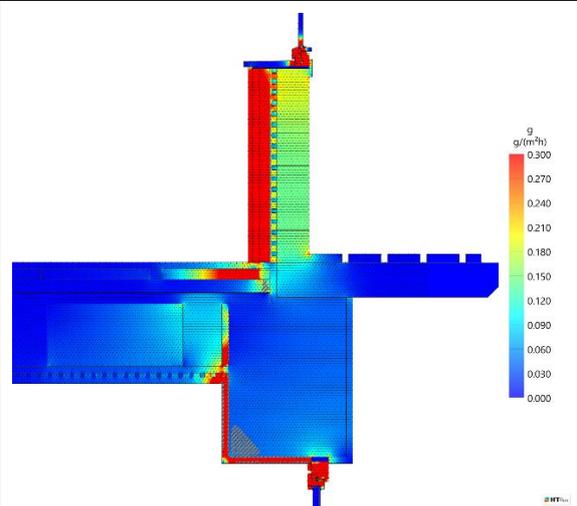
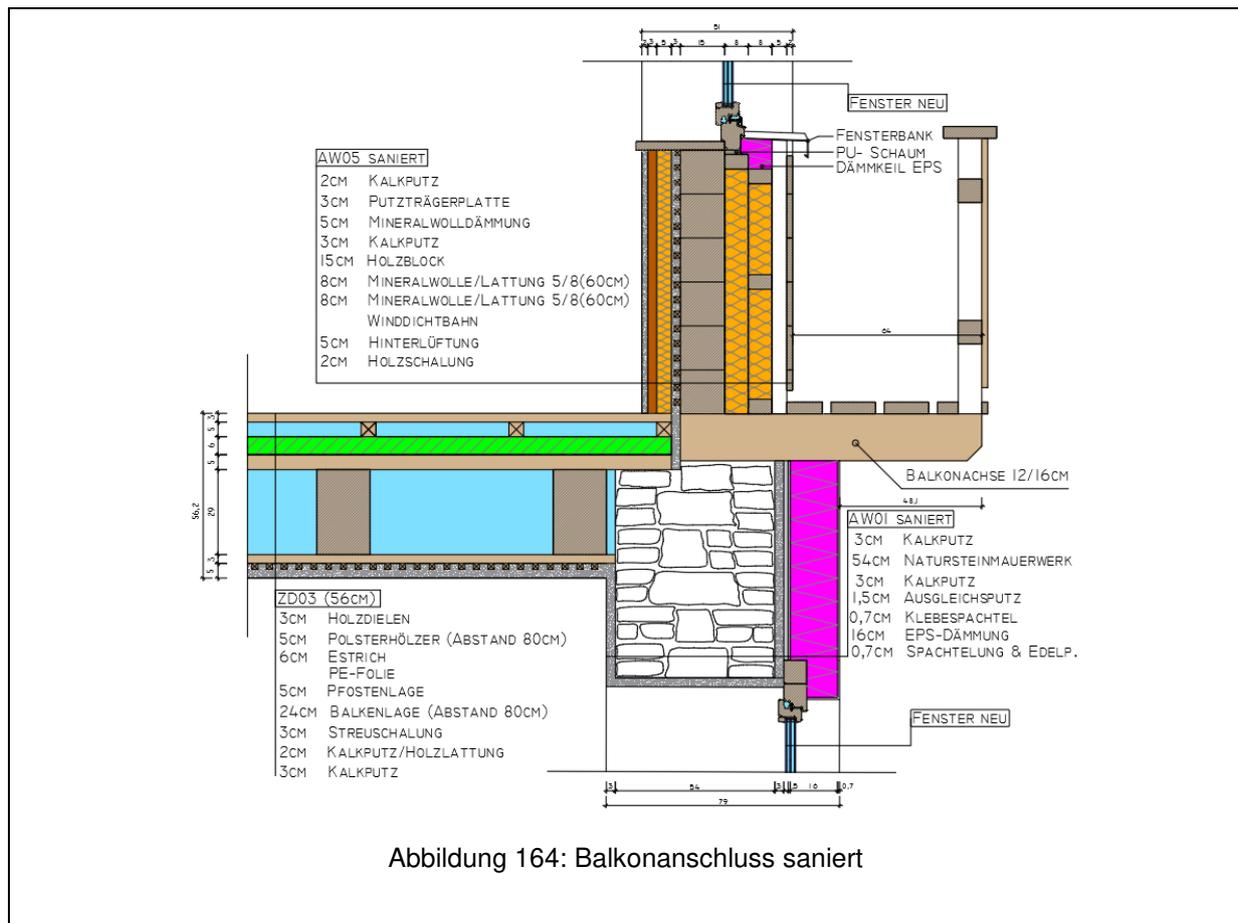


Abbildung 163: Dampfdiffusionsstrom Balkonanschluss Bestand

Aus Abbildung 161 ist besonders gut zu erkennen, dass das Kalksteinmauerwerk keine guten wärmedämmenden Eigenschaften besitzt und hier sehr viel Wärmeenergie verloren geht. Besonders rund um den Fensteranschluss konzentriert sich sehr viel Wärmeenergie, die aufgrund der fehlenden Dämmung entweicht. Die in Tabelle 18 und 19 angeführten Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat werden nur in der Kante zwischen Decke und Holzblockwand erfüllt. In der Kante der Decke zum Natursteinmauerwerk sowie bei den Innenkanten von der Außenwand zum Fensterstock werden diese Grenzwerte nicht erfüllt. Durch das rasche Abkühlen des diffundierenden Dampfes in den Außenwänden kommt es zur Bildung von Kondensat. Besonders im Steinmauerwerk aber auch im Holzblockbauteil fällt Kondenswasser aus. Das meiste Kondensat sammelt sich im Steinmauerwerk an. Die stationäre Berechnung nach Glaser hat für den betrachteten Monat Jänner eine Kondensatmenge von 159 g/d im Steinmauerwerk ergeben. Auch in der Holzblockwand fällt Kondensat aus. Durch die Innendämmung kühlt die Außenwand zu rasch ab und es kommt zu einer Kondensation im Bauteil. Das Glaserverfahren hat hier eine Kondensatmenge von 9,87 g/d ergeben. Besonders für Holzbauteile ist Kondensat sehr schädlich und führt auf Dauer zur Zerstörung des Bauteils.

## 6.4.2 B02: Sanierung



Beim sanierten Balkonanschlussdetail wurde auf das Kalksteinmauerwerk eine 16 cm dicke EPS-Dämmung geklebt und anschließend eine armierte Spachtelung sowie eine Silikat-Putzschicht aufgebracht. Auf die Holzblockwand wurden zwei Lagen Mineralwollgedämmung mit jeweils 8 cm Dicke montiert. Zwischen der Dämmung befinden sich 5/8er Latten mit einem Achsabstand von 60 cm. Die äußerste Schicht bildet eine hinterlüftete, liegende Holzschalung. Um die Winddichtheit zu gewährleisten und die Dämmung vor Schlagregen zu schützen, wurde eine Winddichtbahn zwischen der Dämmebene und der Hinterlüftungsebene eingebaut.

Die vorhandenen Fenster wurden durch moderne Holzfenster mit einer Isolierverglasung (3 Scheiben) ersetzt und in der Dämmebene eingebaut. Wie nach ÖNORM B 5320 [32] gefordert, wurde die Dämmung 3 cm über den Fensterstock gezogen, um die Innentemperatur des Fensteranschlusses zu erhöhen.



Abbildung 165: Temperaturverteilung Balkonanschluss saniert

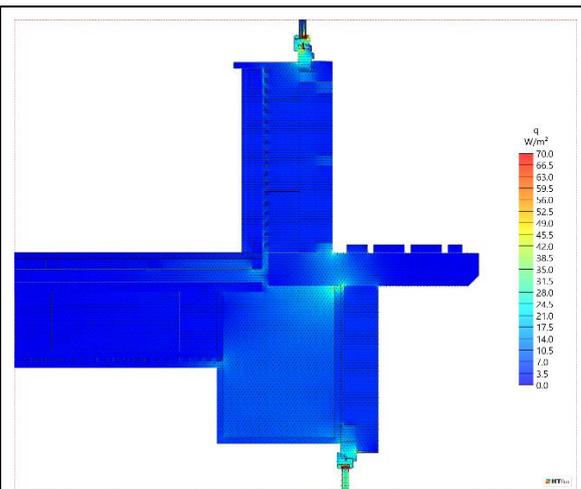


Abbildung 166: Wärmestrom Balkonanschluss saniert

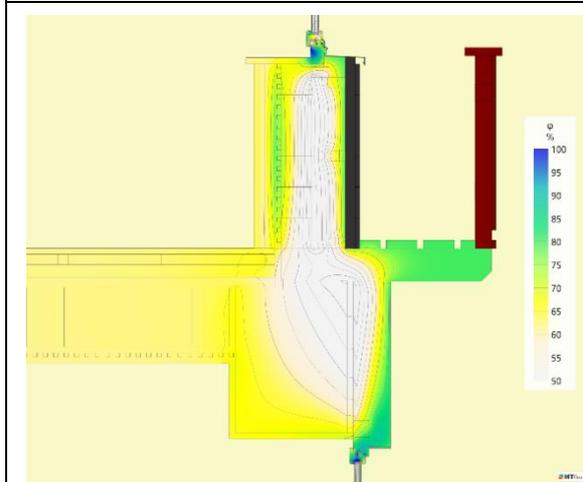


Abbildung 167: Feuchteverteilung Balkonanschluss saniert

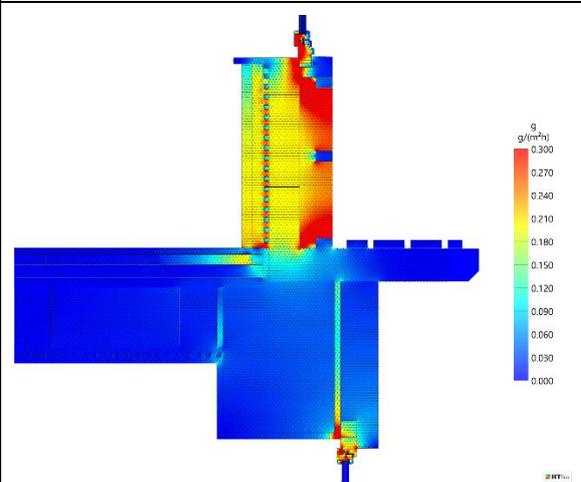


Abbildung 168: Dampfdiffusionsstrom Balkonanschluss saniert

Vergleicht man die Ergebnisbilder aus HTflux [2] der unsanierten und der sanierten Variante miteinander, so sieht man eindeutig, dass die Oberflächentemperatur im Innenbereich nach der Sanierung ansteigt. Die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos für Schimmel und Oberflächenkondensat werden aufgrund der Sanierungsmaßnahmen eingehalten. Im inneren der Bauteile kommt es durch den nur geringen Temperaturabfall bis zur Dämmebene zu keiner Kondensatbildung. Besonders bei den Fensteranschlüssen ist sehr darauf zu achten, dass die Sanierungsarbeiten fachgerecht ausgeführt werden. Bei der Überdämmung des Fensterstocks ist es äußerst wichtig, dass diese mindestens 3 cm, wie in der ÖNORM B 5320 [32] gefordert, beträgt. Beim Anschluss der Fensterbank des Obergeschoßes wurde im obersten Bereich eine EPS- Dämmung mit einem  $\lambda$ -Wert von 0,03 W/mK anstelle der Mineralwollendämmung verwendet. Dies hat den Hintergrund, dass die Metallfensterbank fachgerecht aufliegen muss und die Mineralwolle hierfür nicht geeignet wäre. Würde als Auflage der Fensterbank eine Holzlatte verwendet werden, so käme es zu einer Kondensatbildung unterhalb der inneren Fensterbank im Bereich des Fensterstocks.

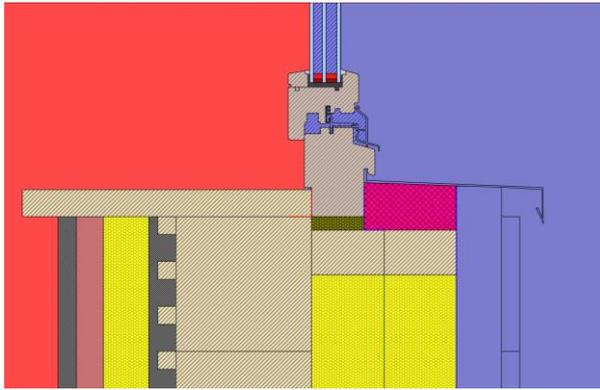


Abbildung 169: Materialansicht  
Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,035 W/mK)

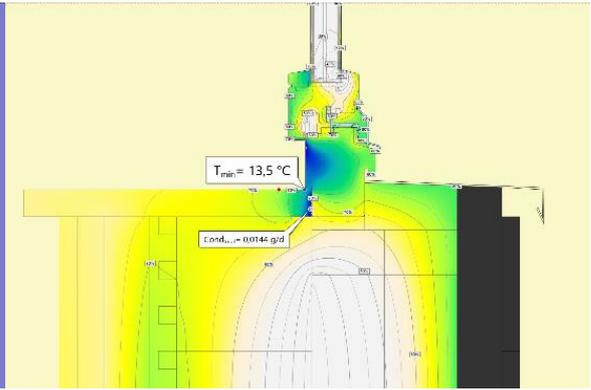


Abbildung 170: Feuchteverteilung  
Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,035 W/mK)

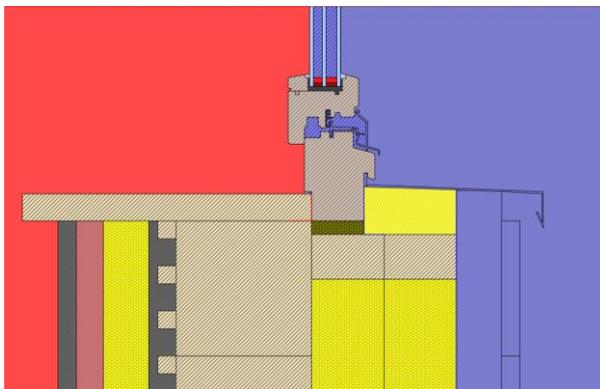


Abbildung 171: Materialansicht  
Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,030 W/mK)

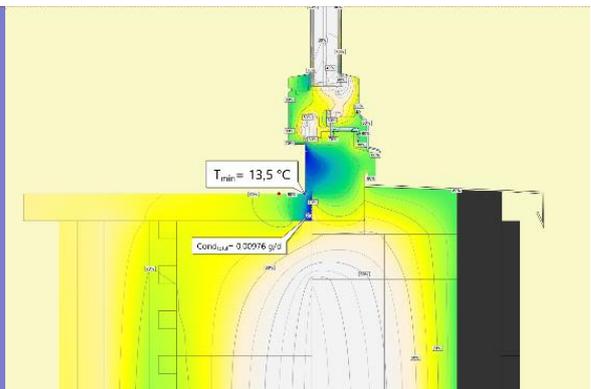


Abbildung 172: Feuchteverteilung  
Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,030 W/mK)

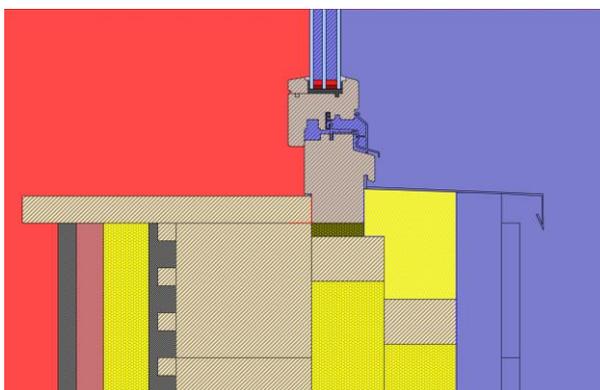


Abbildung 173: Materialansicht  
Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,030 W/mK)  
und versetzter Lattung

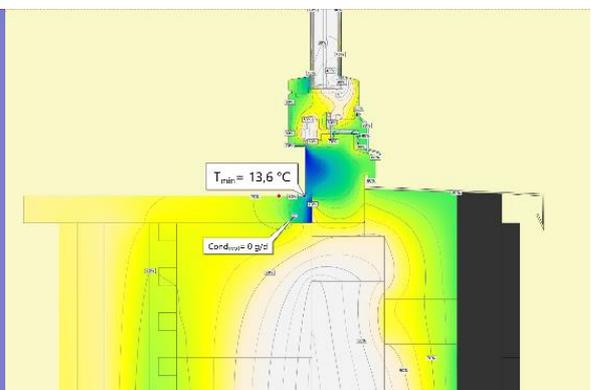
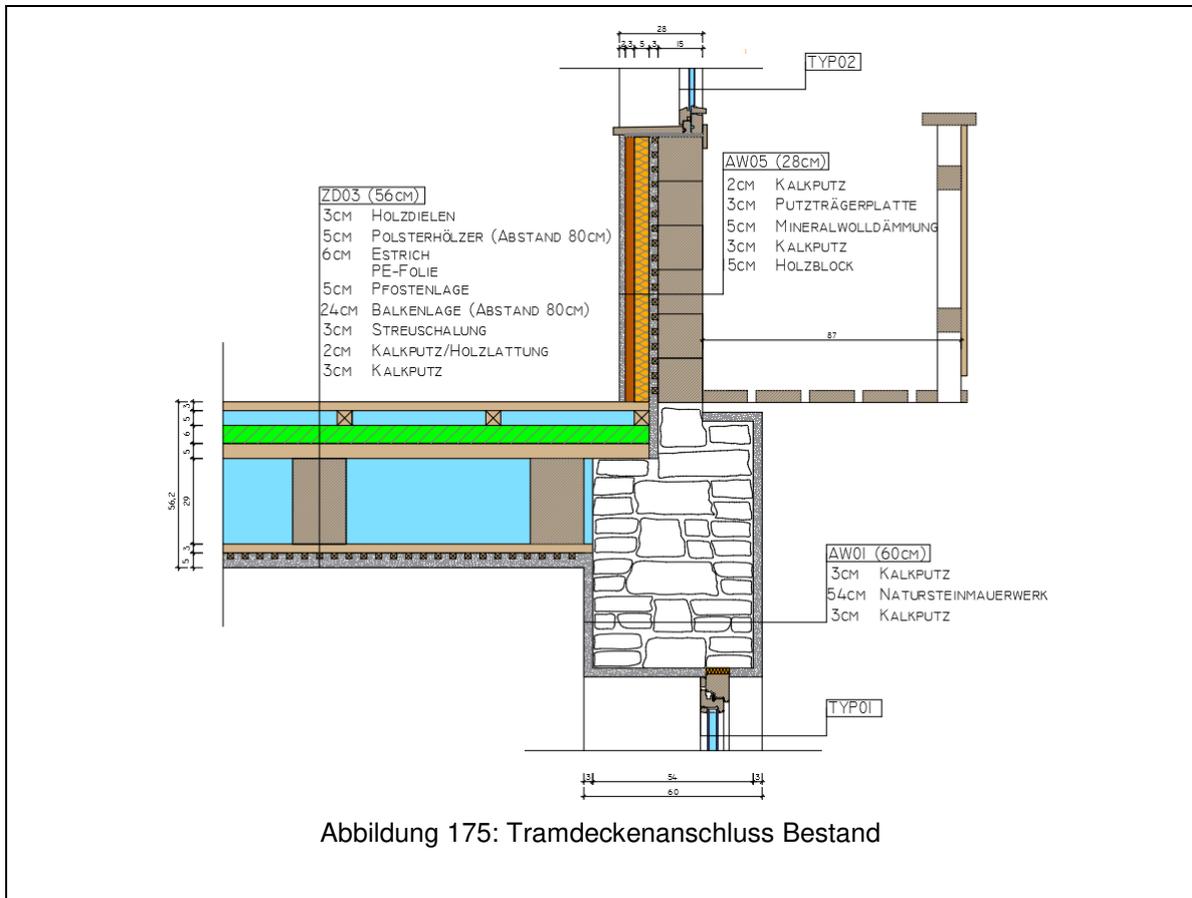


Abbildung 174: Feuchteverteilung  
Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,030 W/mK)  
und versetzter Lattung

In den obigen Abbildungen 169 bis 174 wird die Entwicklung eines bauphysikalisch-funktionierenden Fensteranschlusses an die Holzblockwand dargestellt. Die Abbildung 174 zeigt die Ausführung, bei der letztlich kein Kondensat entsteht. Durch die Verwendung einer besseren EPS-Dämmung mit einem Lambda-Wert von 0,030 W/mK und dem versetzen der Lattung in der äußeren Dämmebene, steigt die Oberflächentemperatur sowie die Temperatur im Bauteil an und es kommt zu keiner Kondensatbildung im Bereich des Fensteranschlusses.

## 6.5 Anschluss Tramdecke

### 6.5.1 T01: Bestand



Beim Tramdeckenanschluss wird neben dem Holzträger des Balkons geschnitten. Hier springt die Holzblockwand des Obergeschoßes im Vergleich zum Kalksteinmauerwerk des Untergeschoßes um ca. 20 cm zurück. Ansonsten entspricht dieses Detail dem zuvor beschriebenen Balkonanschluss Bestand.

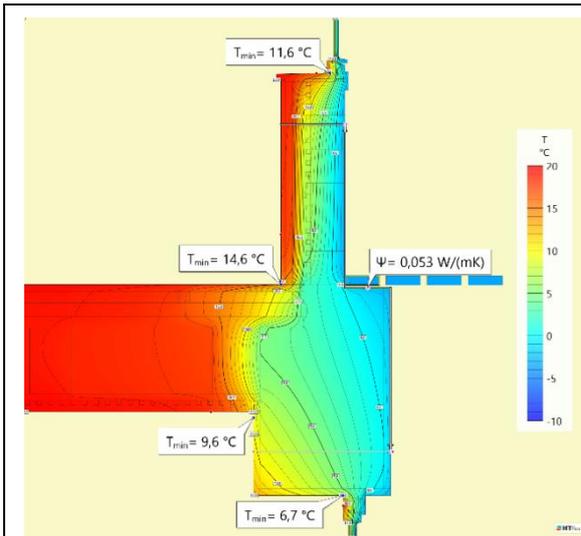


Abbildung 176: Temperaturverteilung  
Tramdeckenanschluss Bestand

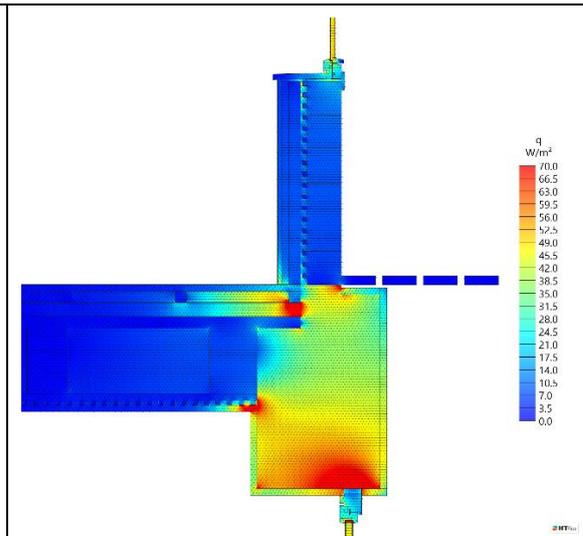


Abbildung 177: Wärmestrom  
Tramdeckenanschluss Bestand

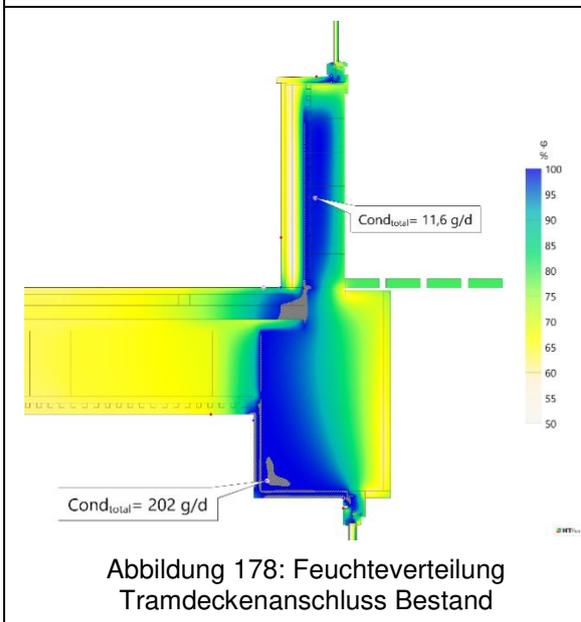


Abbildung 178: Feuchteverteilung  
Tramdeckenanschluss Bestand

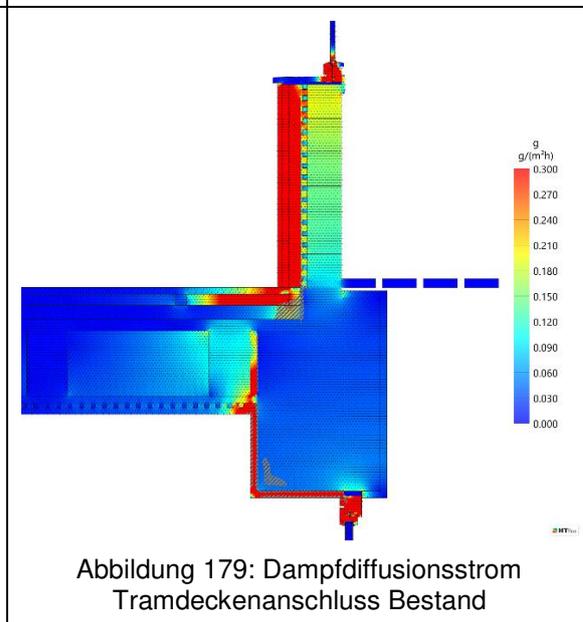


Abbildung 179: Dampfdiffusionsstrom  
Tramdeckenanschluss Bestand

Vergleicht man die in Abbildung 176 dargestellte Temperaturverteilung mit dem vorhergehenden Detailpunkt (Abbildung 165) ist zu erkennen, dass die Temperatur ohne den Holzträger des Balkons für die betrachteten kritischen Punkte im Gebäudeinneren weiter sinkt. Beim Übergang der Geschoßdecke mit der Holzblockwand wirkt sich dies am gravierendsten aus. Hier beträgt der Unterschied 1,2 °C. Aus Abbildung 178 ist gut ersichtlich, dass durch das Fehlen des Holzträgers im oberen Bereich des Deckenanschlusses Kondensat anfällt. Das meiste Kondensat fällt im Steinmauerwerk aus. Für das Steinmauerwerk und den Deckenanschluss hat die stationäre Berechnung nach Glaser für den betrachteten Monat Jänner eine Kondensatmenge von 202 g/d ergeben. Dies ist um 43 g/d mehr als beim Detailpunkt Balkonanschluss Bestand. Auch in der Holzblockwand fällt mehr Kondensat aus, als im Detailpunkt Balkonanschluss. Mittels des Glaserverfahrens wurde hier eine Kondensationsmenge von 11,60 g/d errechnet. Dieser Wert liegt um 1,73 g/d über der Kondensationsmenge des Detailpunkts mit eingemauertem Holzträger.

## 6.5.2 T02: Sanierung

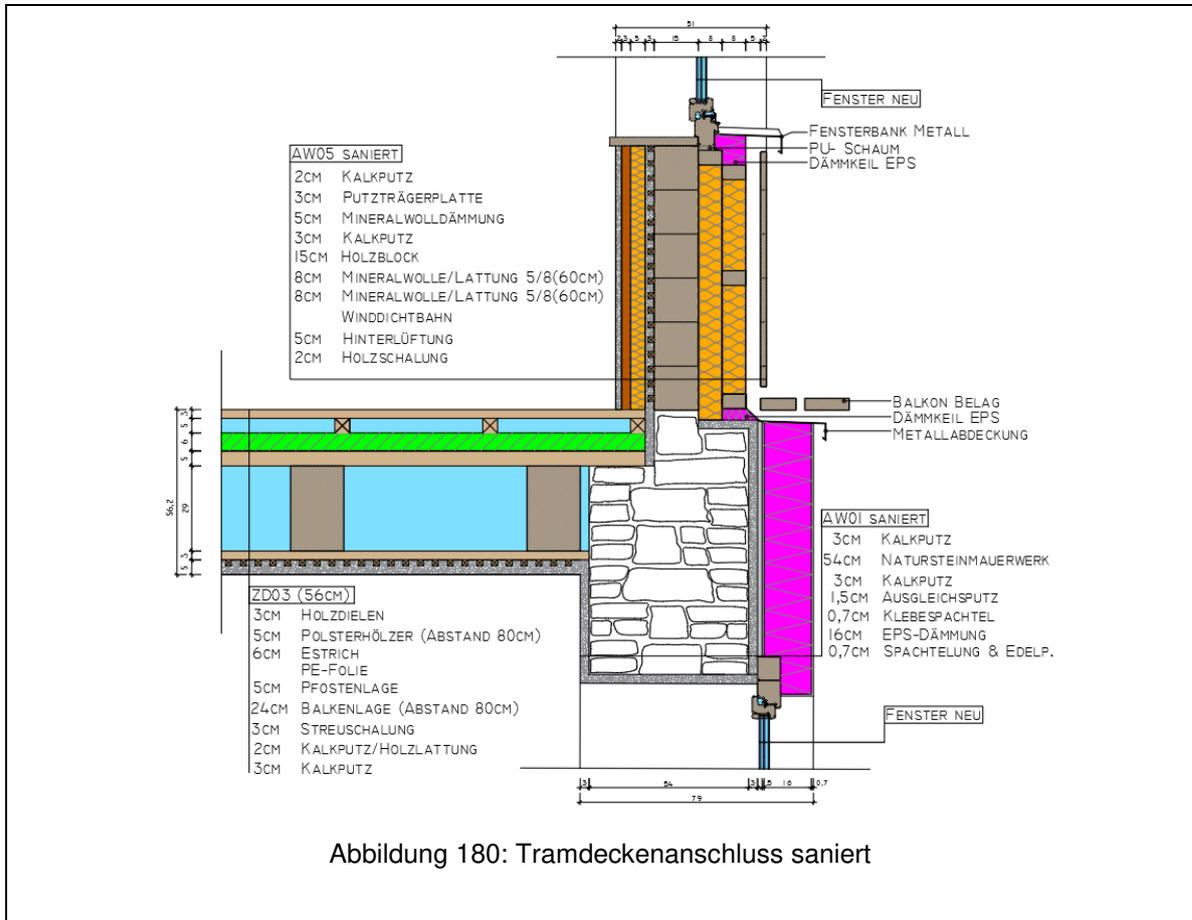


Abbildung 180: Tramdeckenanschluss saniert

Alle Sanierungsmaßnahmen wurden wie beim Detailpunkt Balkonanschluss umgesetzt. Im Bereich des Wandrücksprungs wurde eine Metallabdeckung angebracht, um anfallenden Schlagregen bzw. Oberflächenkondensat aus der Hinterlüftungsebene problemlos ableiten zu können. Unter der Metallabdeckung wurde anstelle der Mineralwolle-Dämmung ein EPS-Dämmkeil vorgesehen, um ein fachgerechtes aufliegen der Metallabdeckung sicherzustellen. Es wurde zudem versucht, den Eckpunkt des Steinmauerwerks so gut als möglich zu dämmen, ohne die bestehende Bausubstanz zu verändern.

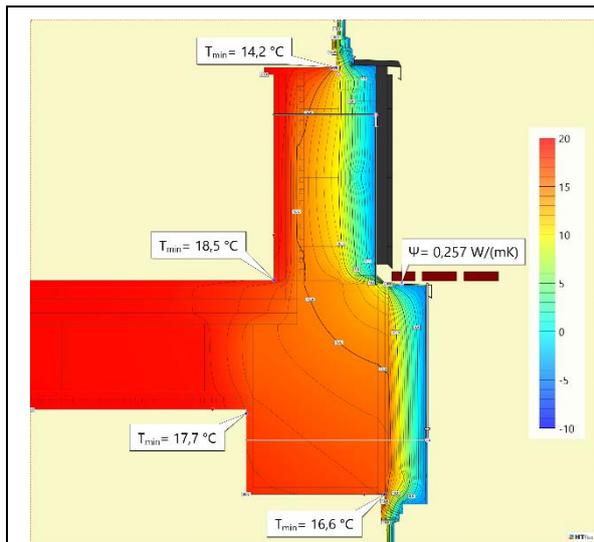


Abbildung 181: Temperaturverteilung  
Tramdeckenanschluss saniert

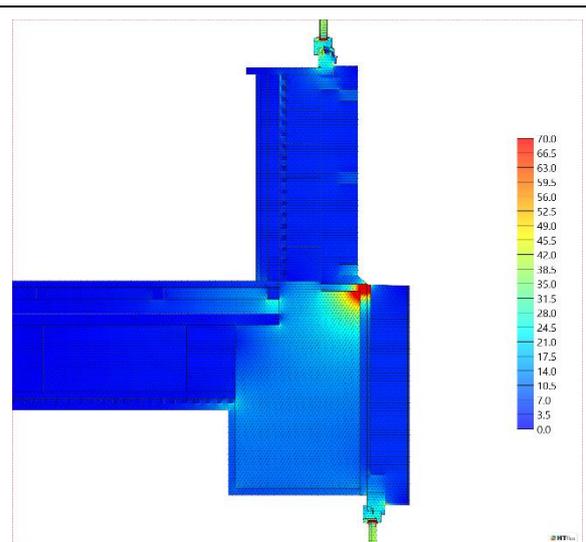


Abbildung 182: Wärmestrom  
Tramdeckenanschluss saniert

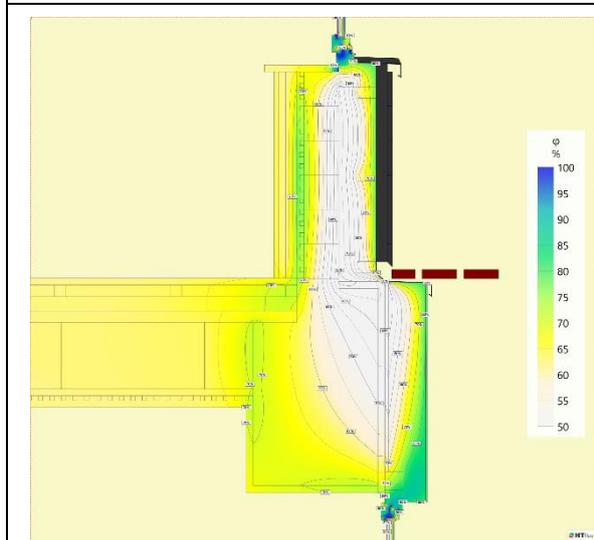


Abbildung 183: Feuchteverteilung  
Tramdeckenanschluss saniert

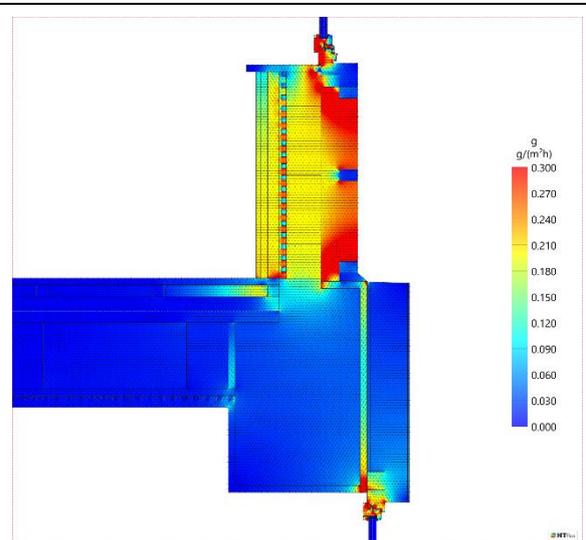


Abbildung 184: Dampfdiffusionsstrom  
Tramdeckenanschluss saniert

Vergleicht man die Ergebnisbilder aus HTflux [2] der sanierten und der unsanierten Variante miteinander, sieht man eindeutig, dass im Gebäudeinneren die Oberflächentemperatur ansteigt. Somit können die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos für Schimmel und Oberflächenkondensat eingehalten werden. Auch in den Bauteilen selbst kommt es durch den geringen Temperaturabfall bis zur Dämmebene nicht zur Kondenswasserbildung. Aus dem Wärmestrom (Abbildung 182) ist eindeutig ersichtlich, dass sich hier eine Wärmebrücke an der Kante des Steinmauerwerks ausbildet. Dies ist einerseits geometrisch bedingt, andererseits wird dies durch die fehlende Überdämmung der Mauerwerkskante verstärkt. So ergibt sich ein Psi-Wert von 0,257 W/mK. Vergleicht man den sanierten Detailpunkt mit der unsanierten Variante mit einem Psi-Wert von 0,053 W/mK, bedeutet dies eine Verschlechterung um das 4,85-fache. Insgesamt gesehen sinkt der Wärmestrom durch die Wandbauteile von 15,6 W/m auf 4,87 W/m dies bedeutet eine Verbesserung ca. 70%. Eine weite Reduktion des Energieverlustes könnte durch das Anbringen einer EPS-Dämmung erreicht werden, wofür ein Anheben des Balkonbelages oder eine Anpassung des Steinmauerwerks notwendig wäre.

## 6.6 Gewölbe

### 6.6.1 G01: Bestand

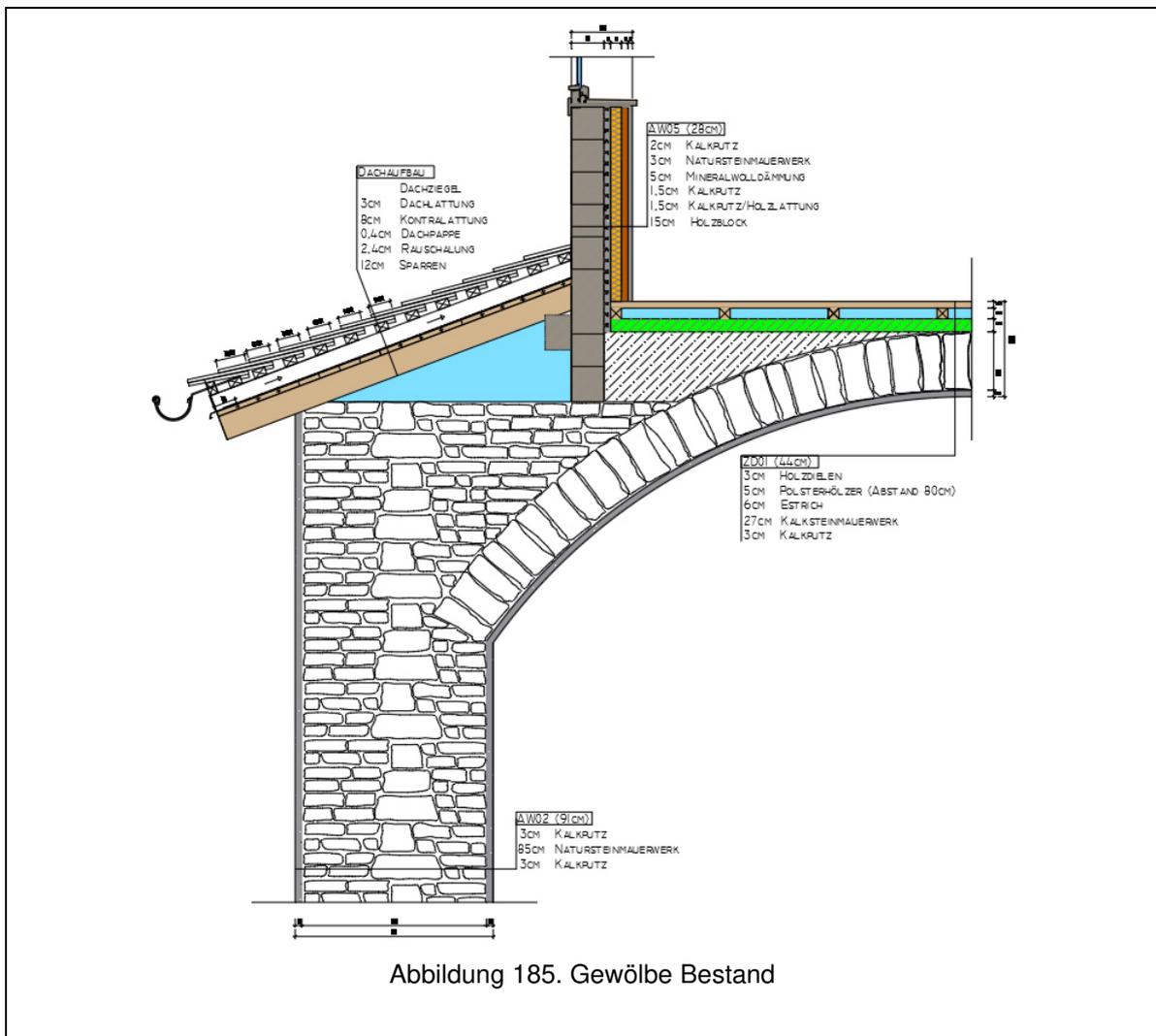


Abbildung 185. Gewölbe Bestand

Der betrachtete Detailpunkt befindet sich auf der nordwestlichen Seite des Gebäudes. Hier hat das Steinmauerwerk an den Randbereichen der Küche eine Dicke von 91 cm. Ansonsten ist die betrachtete Wand identisch mit dem Aufbau des Bauteils AW 02 (Natursteinmauerwerk 75 cm). Die Holzblockwände des Obergeschoßes springen hier gegenüber den Steinwänden des Erdgeschoßes um ca. 1,20 m zurück. Zum Schutz des Steinmauerwerks vor der Witterung wurde ein Pultdach errichtet. Die Holzblockwände sowie der Aufbau des Gewölbes an der schmalsten Stelle, entsprechen den Bauteilaufbauten AW 05 (Holzblockwand Zimmer 1) und ZD 01 (Gewölbe Küche). Es sind zwei verschiedene Fensterarten verbaut. Im Untergeschoß befindet sich ein Isolierglasfenster (Typ 1). Im Obergeschoß befindet sich ein Verbundfenster (Typ 2). Die genaue Zusammensetzung der Bauteile ist in Kapitel 3 zu finden. Für die Verfüllung der Gewölbe-Zwickel wurde ein zementgebundener Blähton verwendet, um für den Bodenaufbau eine plane Fläche zu erhalten. Für den ungelüfteten Dachraum wurde nach ÖNORM B 8110-6 [10] ein eigenes Klima angesetzt. Die angesetzten Parameter sind in Tabelle 18 und 19 nachzulesen.

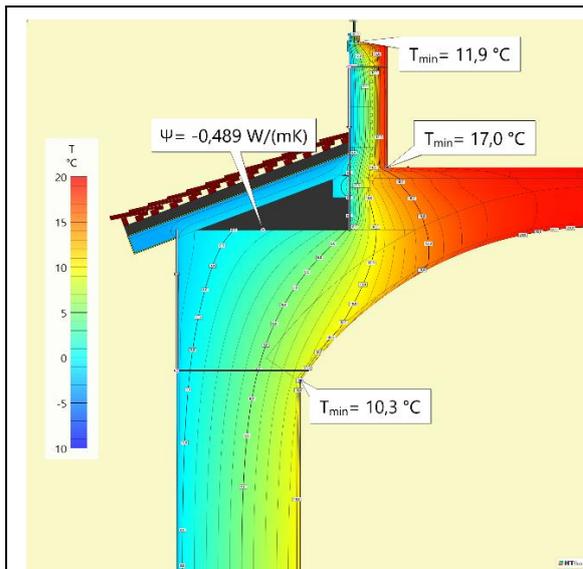


Abbildung 186: Temperaturverteilung Gewölbe Bestand

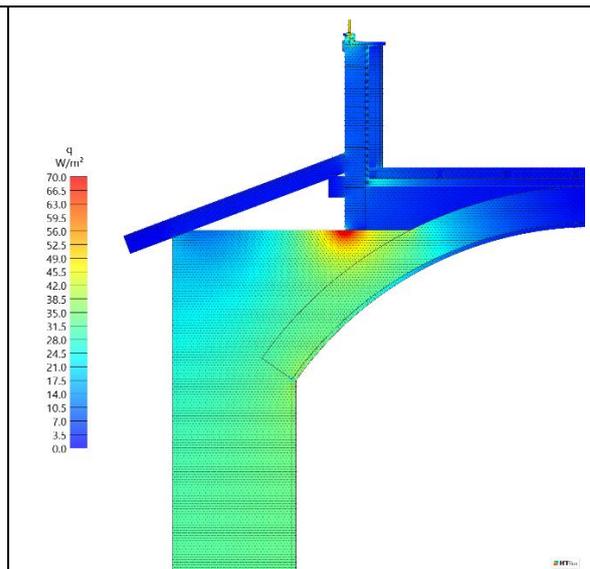


Abbildung 187: Wärmestrom Gewölbe Bestand



Abbildung 188: Feuchteverteilung Gewölbe Bestand

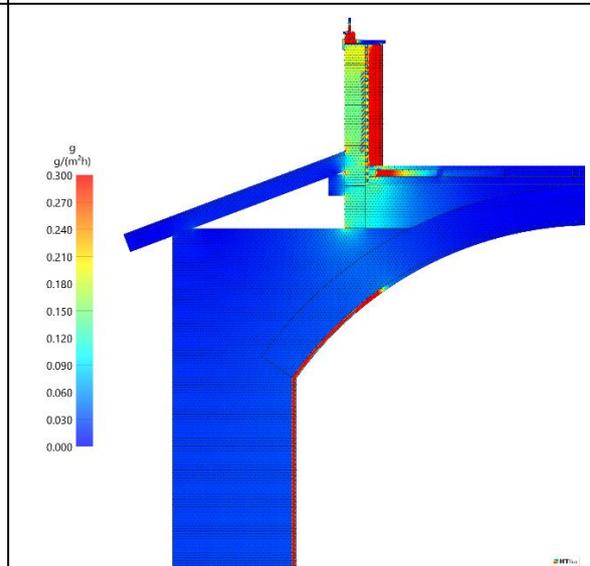
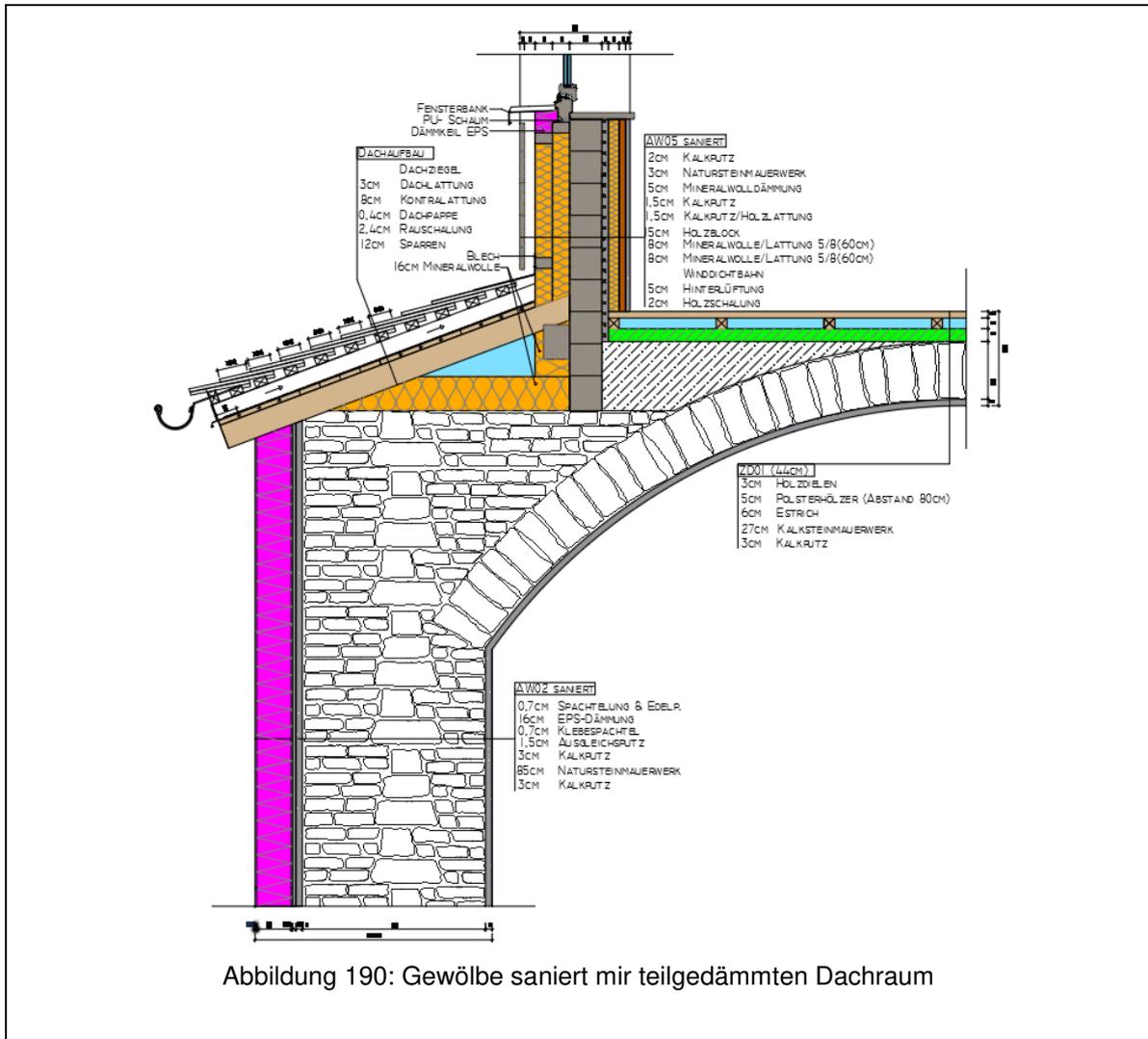


Abbildung 189: Dampfdiffusionsstrom Gewölbe Bestand

Die in Tabelle 18 und 19 angeführten Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat werden nur in der Kante zwischen dem Fußbodenoberkante und der Holzblockwand erfüllt. Im Verschneidungspunkt des Gewölbebogens mit dem Natursteinmauerwerk sowie bei der Innenkante der Außenwand zum Fensterstock werden diese Grenzwerte nicht erfüllt. Durch das rasche Abkühlen des diffundierenden Dampfes in den Außenwänden kommt es zur Bildung von Kondensat. Besonders im Steinmauerwerk aber auch in den Holzblockwänden fällt Kondenswasser aus. Das meiste Kondensat fällt wiederum im Steinmauerwerk aus. Die stationäre Berechnung nach Glaser hat hier für den betrachteten Monat Jänner eine Kondensatmenge von 350 g/d ergeben. Auch in der Holzblockwand fällt Kondensat aus. Durch die vorhandene Innendämmung kühlt die Außenwand zu rasch aus und es kommt zu einer Kondensation im Bauteil. Das Glaserverfahren hat für die Holzblockwand eine Kondensationsmenge von 8,89 g/d ergeben.

## 6.6.2 G02: Sanierung mit teilgedämmtem Dachraum



Alle Sanierungsmaßnahmen wurden wie im Sanierungskonzept beschrieben umgesetzt.

Die Mineralwollendämmung der Holzblockwände wurde bis zum Unterdach gezogen um möglichst keine Wärmebrücken zu erzeugen. Das Unterdach wurde an die Winddichtung der Hinerlüftungsebene angeschlossen und mittels eines Bleches wird dafür gesorgt, dass Schlagregen oder ev. anfallendes Oberflächenkondensat problemlos abgeleitet werden kann.

Für den ungelüfteten Dachraum wurden zwei Varianten näher betrachtet: Zum einen, ein komplettes Verfüllen des Dachraumes mit Mineralwolle und zum anderen, das Anbringen einer 16 cm dicken Schicht Mineralwolle an den Begrenzungsflächen zum Innenraum.

Zudem wurde noch betrachtet, welche Auswirkungen die Sparren des Pultdaches auf das hygrothermische Verhalten des gesamten Details haben.

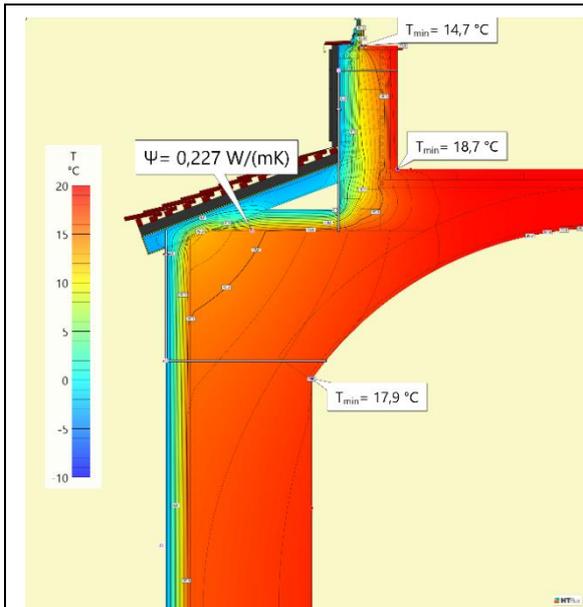


Abbildung 191: Temperaturverteilung Gewölbe saniert teilgedämmter Dachraum

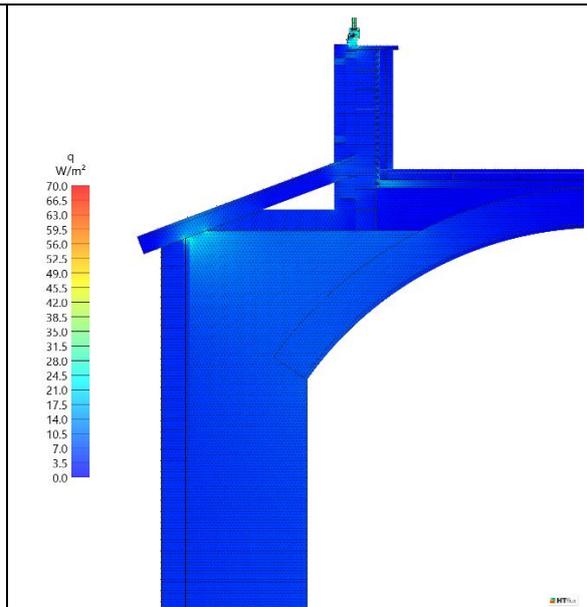


Abbildung 192: Wärmestrom Gewölbe saniert teilgedämmter Dachraum

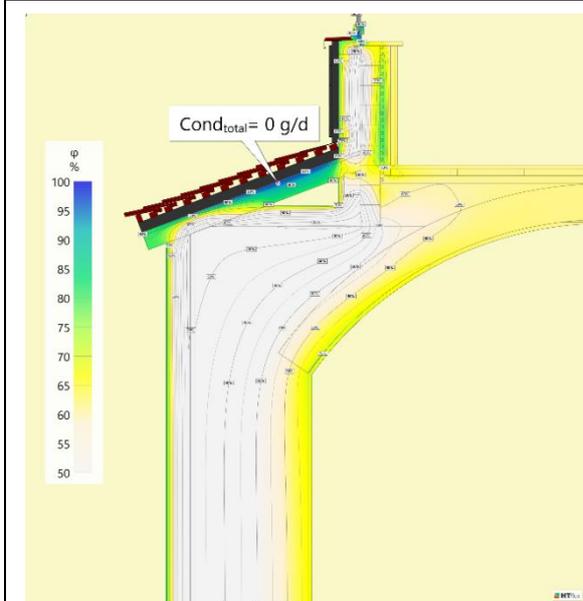


Abbildung 193: Feuchteverteilung Gewölbe saniert teilgedämmter Dachraum

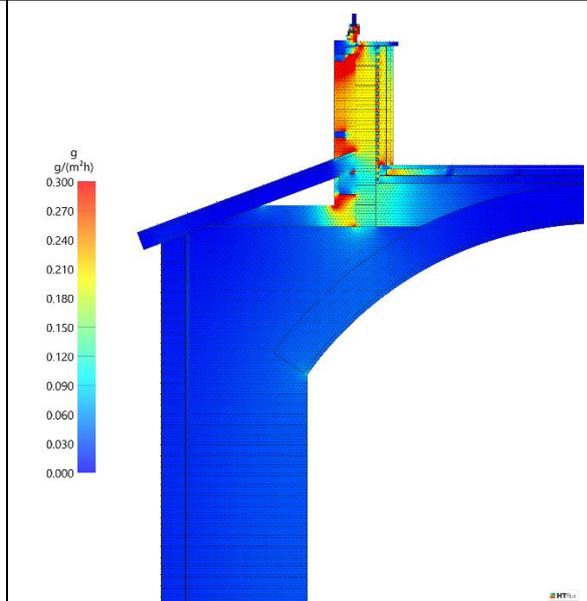
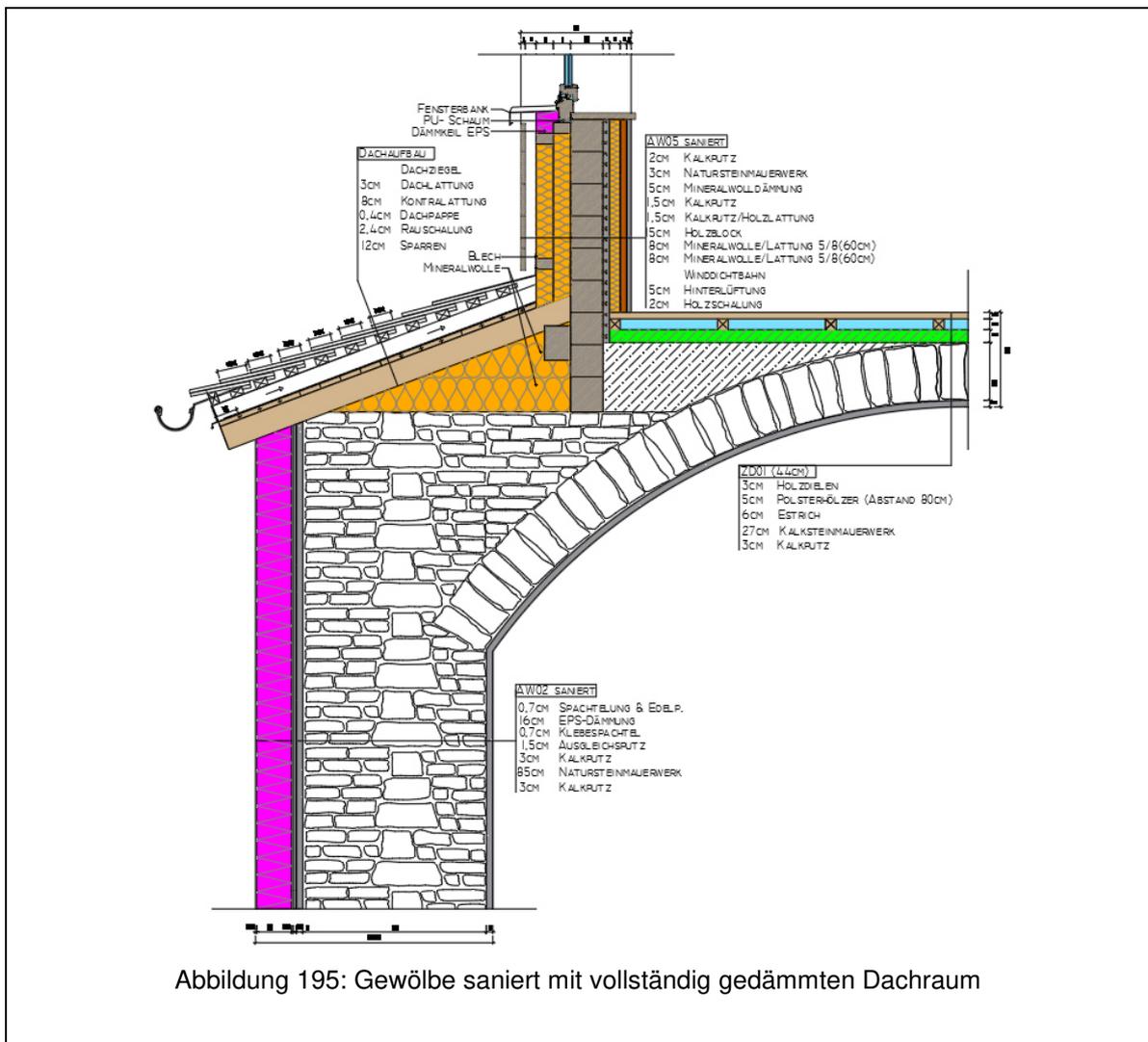


Abbildung 194: Dampfdiffusionsstrom Gewölbe saniert teilgedämmter Dachraum

Bei der Variante mit nur teilweise gedämmtem Dachraum tritt kein Kondensat auf. Die in Tabelle 18 und 19 angeführten Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat werden in allen Punkten erfüllt.

### 6.6.3 G03: Sanierung mit vollständig gedämmtem Dachraum



Alle Sanierungsmaßnahmen wurden wie im Sanierungskonzept beschrieben umgesetzt.

Die Mineralwoll-Dämmung der Holzblockwände wurde bis zum Unterdach gezogen um möglichst keine Wärmebrücken zu erzeugen. Das Unterdach wurde an die Winddichtung der Hinterlüftungsebene angeschlossen und mittels eines Bleches wird dafür gesorgt, dass Schlagregen oder ev. anfallendes Oberflächenkondensat problemlos abgeleitet werden kann.

Für den ungelüfteten Dachraum wurden zwei Varianten näher betrachtet: Zum einen, ein komplettes Verfüllen des Dachraumes mit Mineralwolle und zum anderen, das Anbringen einer 16 cm dicken Schicht Mineralwolle an den Begrenzungsflächen zum Innenraum.

Zudem wurde noch betrachtet, welche Auswirkungen die Sparren des Pultdaches auf das hygrothermische Verhalten des gesamten Details haben.

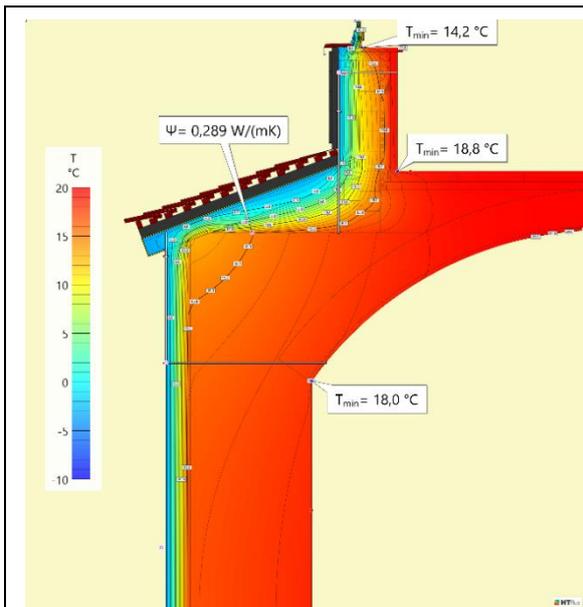


Abbildung 196: Temperaturverteilung Gewölbe saniert vollständig gedämmter Dachraum

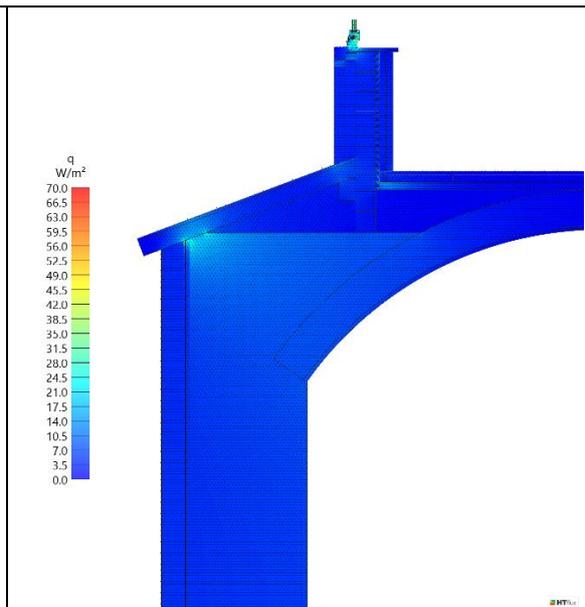


Abbildung 197: Wärmestrom Gewölbe saniert vollständig gedämmter Dachraum

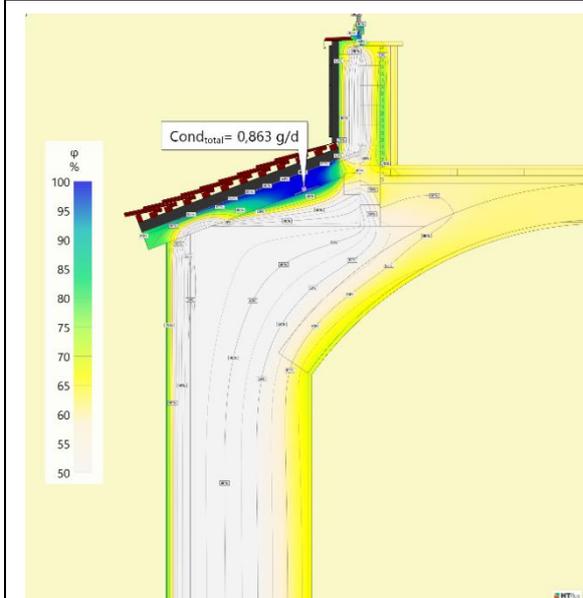


Abbildung 198: Feuchteverteilung Gewölbe saniert vollständig gedämmter Dachraum

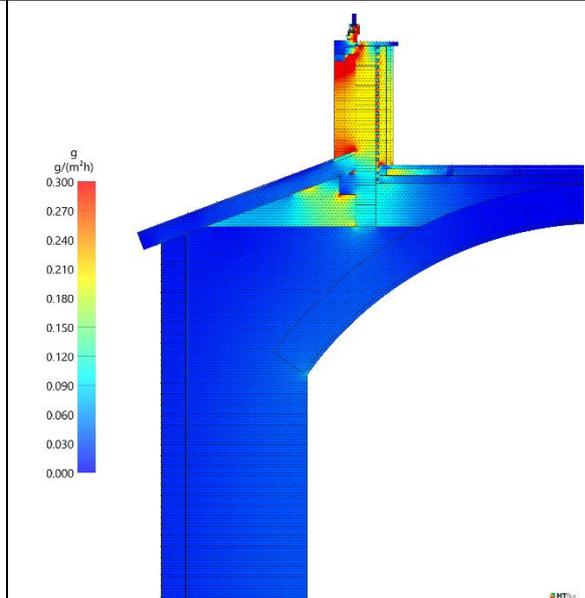


Abbildung 199: Dampfdiffusionsstrom Gewölbe saniert vollständig gedämmter Dachraum

Bei der Sanierungsvariante mit vollständig verfülltem Dachraum tritt Kondensat auf. Dieses bildet sich an der Grenzfläche zwischen der Rauschalung und dem bituminösen Unterdach. Das Glaserverfahren ergibt für diesen Bereich einen Absolutwert von 0,863 g/d. Die Innentemperatur der betrachteten Punkte liegt bei dieser Variante leicht über denen mit dem nur teilweise gedämmten Dachraum. Eine Ausnahme bildet hier der Fensteranschluss, da hier die Temperatur im Vergleich zum teilgedämmten Dachraum sogar um 0,5 °C sinkt. Der Psi-Wert erhöht sich sogar leicht, von 0,227 W/mK beim teilgedämmten Dachraum auf 0,289 W/mK beim vollständig verfüllten Dachraum.

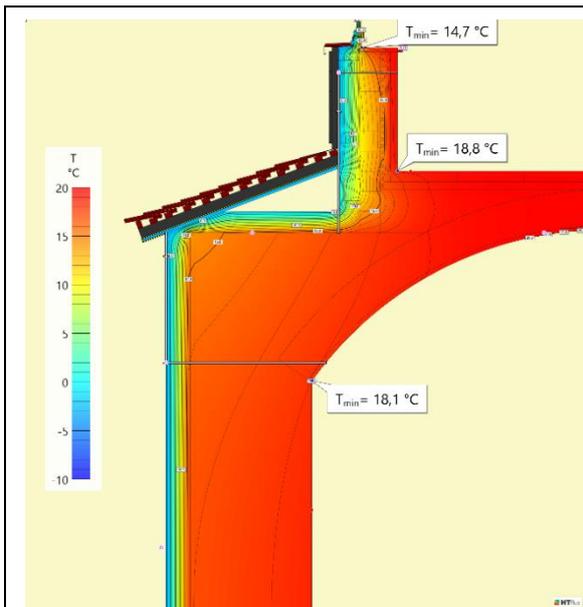


Abbildung 200: Temperaturverteilung mit Hohlraum ohne Sparren

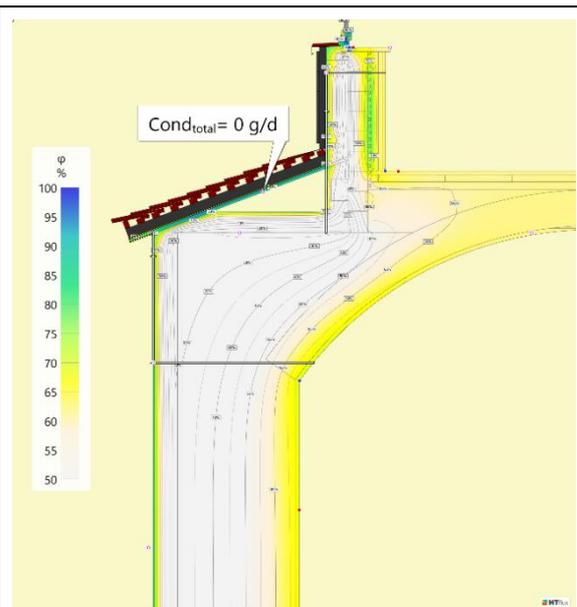


Abbildung 201: Feuchteverteilung mit Hohlraum ohne Sparren

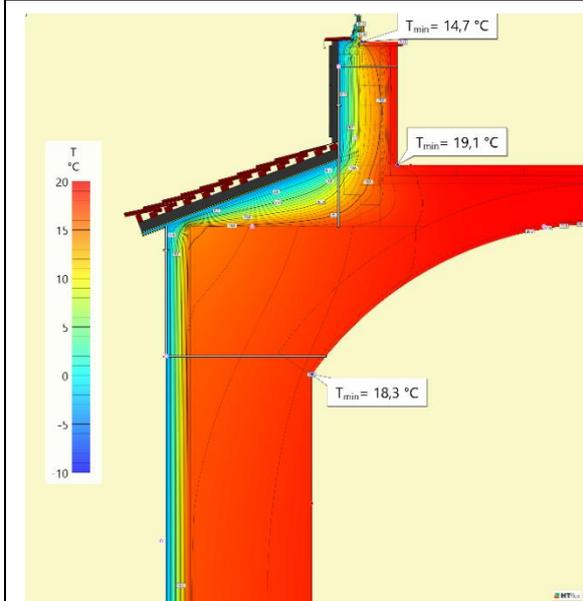


Abbildung 202: Temperaturverteilung ohne Hohlraum ohne Sparren

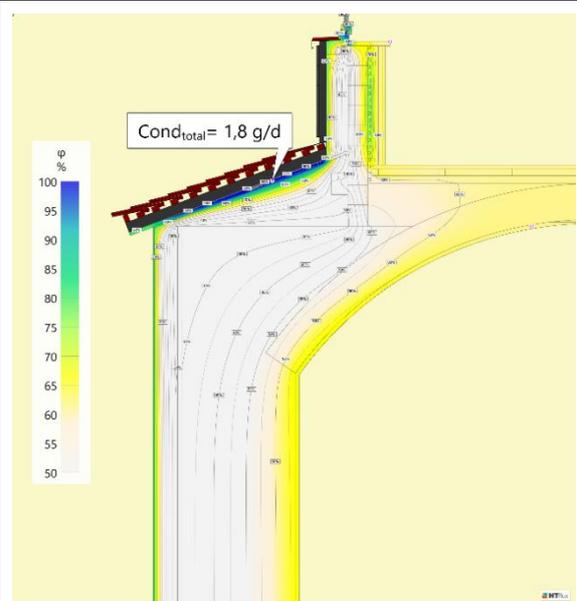


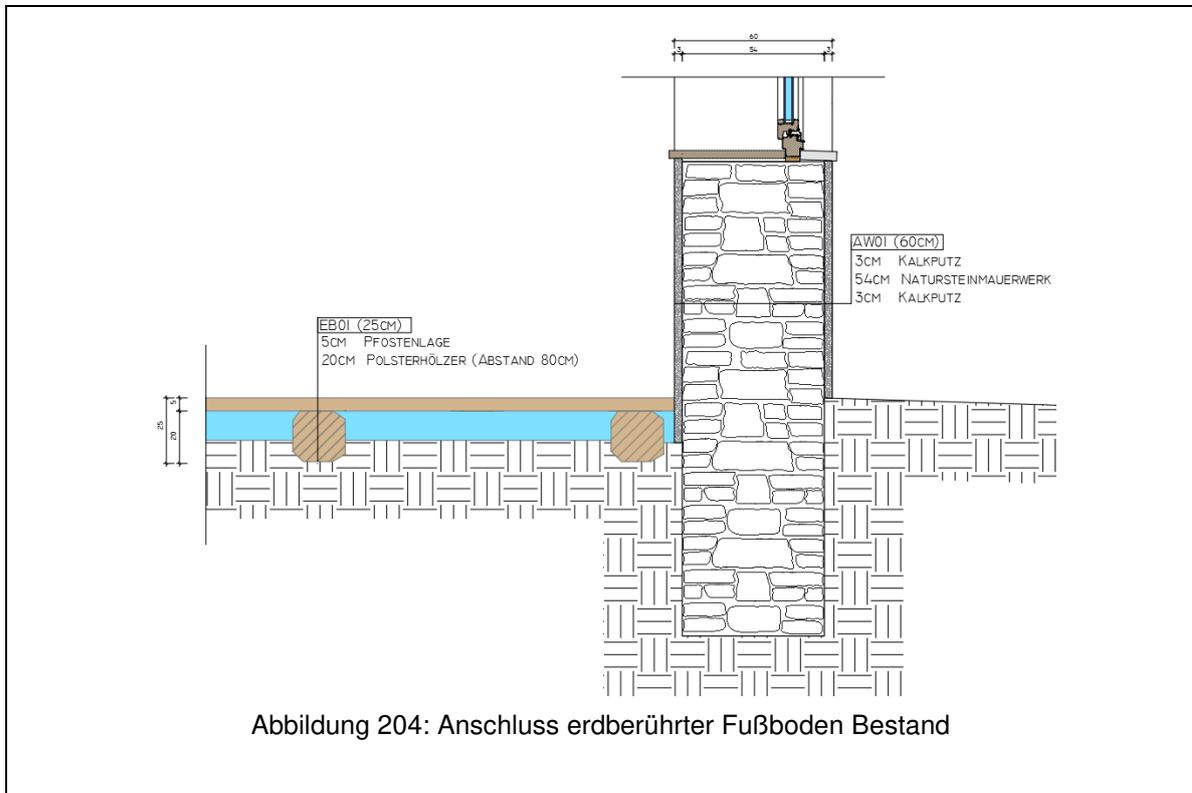
Abbildung 203: Feuchteverteilung ohne Hohlraum ohne Sparren

Beim Schnitt neben dem Sparren zeigt sich das gleiche Bild. Bei der Variante mit Hohlraum fällt kein Kondensat aus und die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos für Schimmel und Oberflächenkondensat werden ohne Probleme erfüllt.

Bei der Variante mit vollständig verfülltem Dachraum hingegen fällt Kondensat aus. Der Absolutwert des Kondensats fällt beim Schnitt neben dem Sparren höher aus und beträgt 1,8 g/d. Die Oberflächentemperatur ist bei der Variante mit vollständig verfülltem Dachraum zwar minimal höher, jedoch werden die Grenzwerte bei der Variante mit Hohlraum bereits erfüllt und somit ist die Variante zu bevorzugen.

## 6.7 Anschluss erdberührter Fußboden

### 6.7.1 E01: Bestand



Der betrachtete Detailpunkt liegt im Bereich der Bauernstube auf der südwestlichen Seite des Gebäudes. Das Detail setzt sich aus den zwei Bauteilen AW 01 (Natursteinmauerwerk 60 cm) und EB 01 (Fußboden Bauernstube) zusammen. Das betrachtete Fenster entspricht einem Isolierglasfenster (Typ 1). Die genaue Zusammensetzung der Bauteile ist in Kapitel 3 zu finden. Es wird von einer Gründungstiefe von 80 cm unter der Geländeoberkante ausgegangen. Die Zusammensetzung des für die Modellierung verwendeten Erdreiches wurde in den allgemeinen Anmerkungen bereits beschrieben.

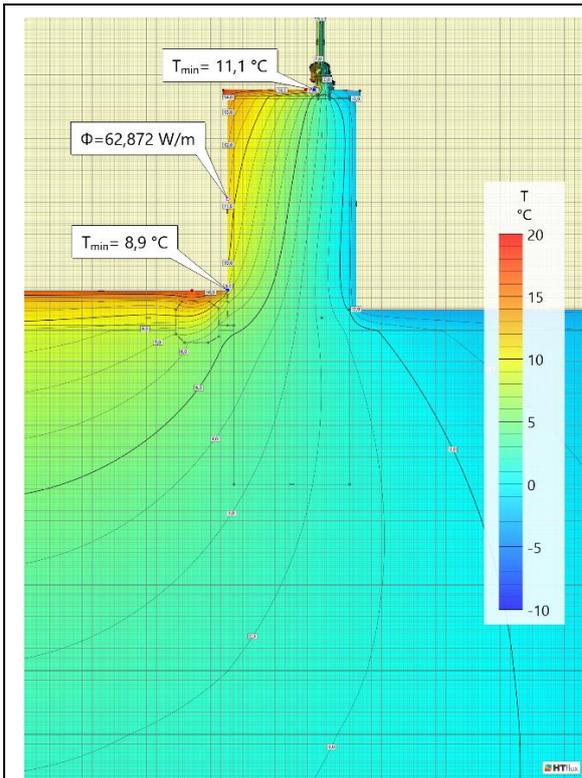


Abbildung 205: Temperaturverteilung Anschluss erdberührter Fußboden Bestand

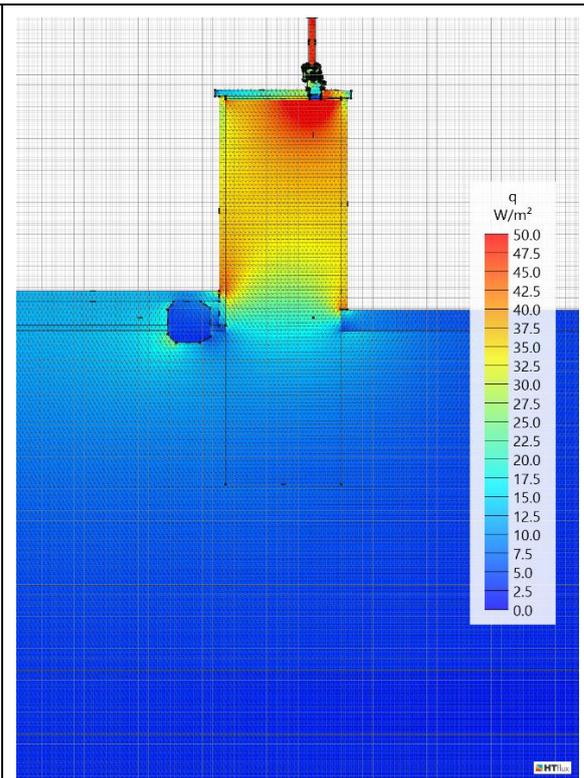


Abbildung 206: Wärmestrom Anschluss erdberührter Fußboden Bestand

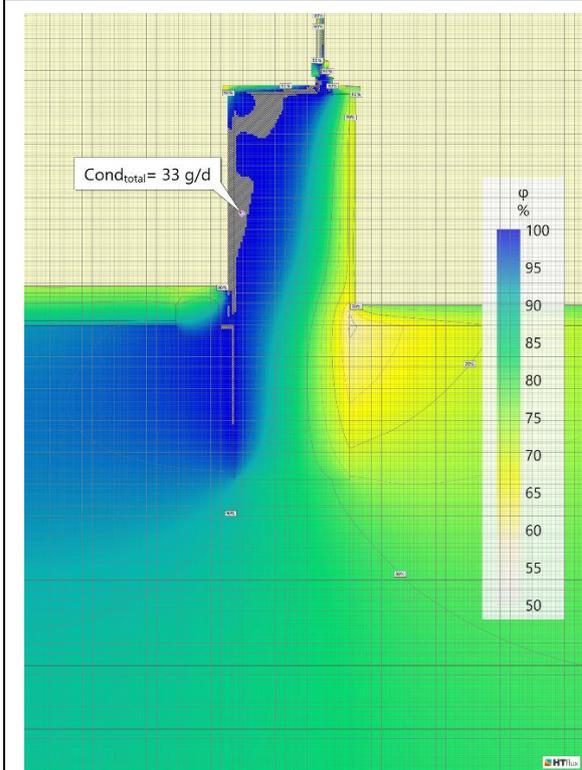


Abbildung 207: Feuchteverteilung Anschluss erdberührter Fußboden Bestand

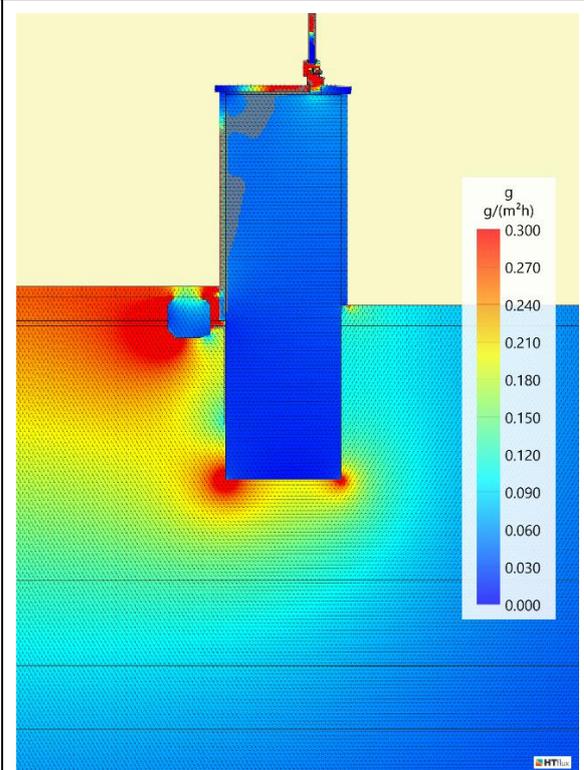


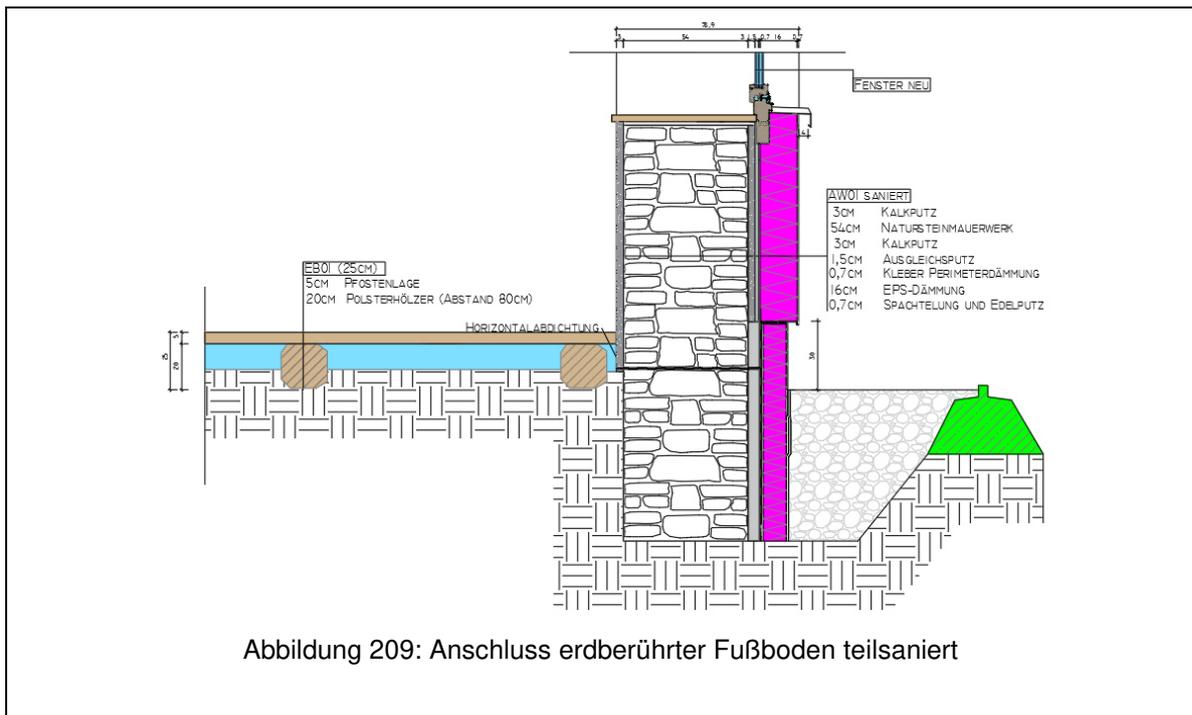
Abbildung 208: Feuchtestrom Anschluss erdberührter Fußboden Bestand

Anhand des Wärmestroms (Abbildung 206) ist gut zu erkennen, dass die meiste Energie über das Steinmauerwerk verloren geht. Das Erdreich wirkt im Bereich des Fußbodens

dämmend, da im Erdreich, im Vergleich zur Außentemperatur, höhere Temperaturen herrschen.

Die in Tabelle 18 und 19 angeführten Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat werden für die betrachteten kritischen Stellen nicht erfüllt. Durch das ungehinderte Auskühlen des Steinmauerwerks fällt im betrachteten kritischen Monat Jänner Kondensat an. Das Glaserverfahren hat einen Absolutwert von 33 g/d ergeben.

### 6.7.2 E02: Teilsanierung



Bei der vollständig sanierten Variante wird zusätzlich zu den Maßnahmen der Fassade, ein neuer Bodenaufbau hergestellt. Im Sockelbereich sowie unter der Geländeoberkante wird eine 10 cm dicke XPS-G Dämmung verwendet. Diese wird bis 30 cm über die Geländeoberkante gezogen. Über dem Sockelbereich wird eine 16 cm dicke EPS-Dämmung angebracht.

Die genauen Aufbauten wurden bereits im Sanierungskonzept ausführlich beschrieben.

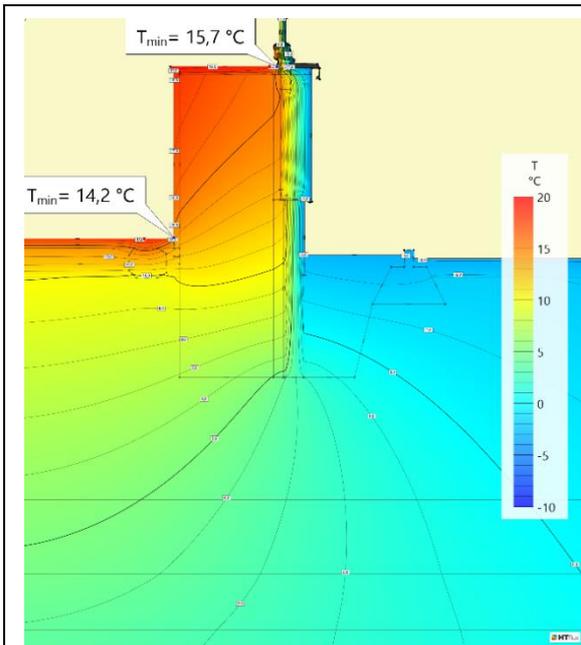


Abbildung 210: Temperaturverteilung Anschluss erdberührter Fußboden teilsaniert

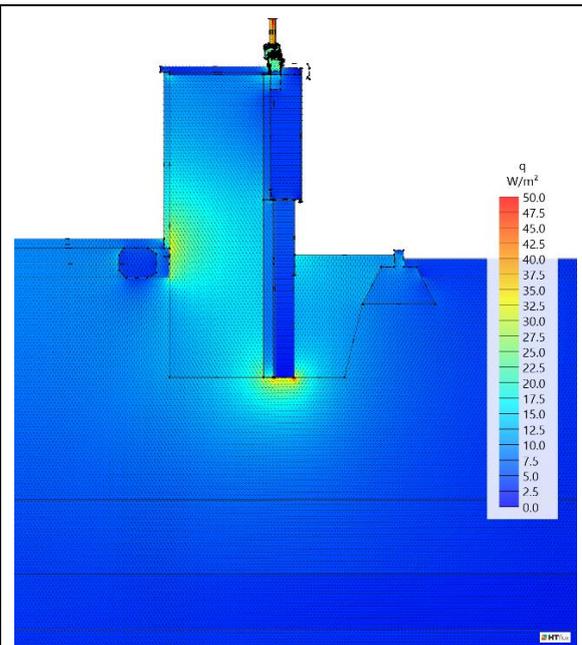


Abbildung 211: Wärmestrom Anschluss erdberührter Fußboden teilsaniert

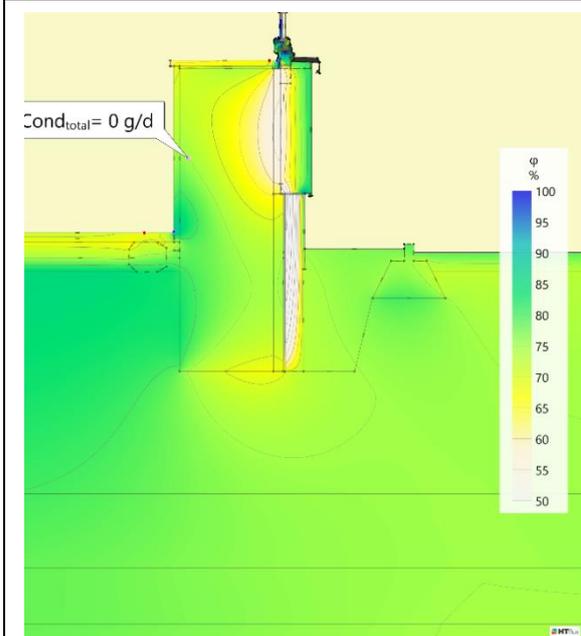


Abbildung 212: Feuchteverteilung Anschluss erdberührter Fußboden teilsaniert

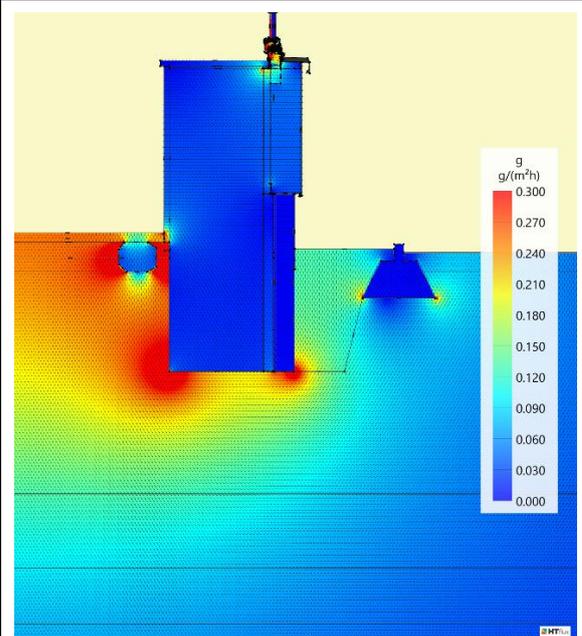
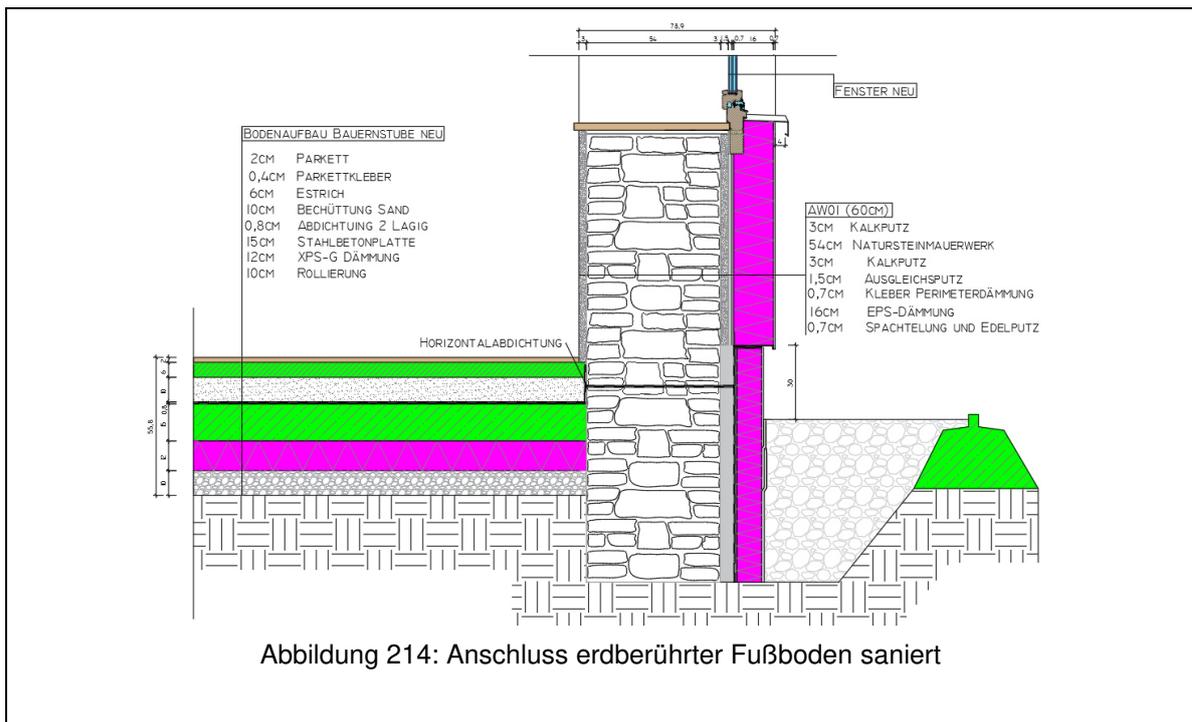


Abbildung 213: Feuchtestrom Anschluss erdberührter Fußboden teilsaniert

Vergleicht man die Ergebnisbilder aus HTflux [2] der teilsanierten Variante und der unsanierten Variante miteinander, sieht man eindeutig, dass im Inneren des Gebäudes die Oberflächentemperatur ansteigt. Die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos für Schimmel und Oberflächenkondensat werden nach anwenden der Sanierungsmaßnahmen eingehalten. Auch in den Bauteilen selbst kommt es durch den verringerten Temperaturabfall bis zur Dämmebene zu keiner Kondenswasserbildung.

### 6.7.3 E03: Sanierung



Bei der vollständig sanierten Variante wird zusätzlich zu den Maßnahmen der Fassade, ein neuer Bodenaufbau hergestellt. Im Sockelbereich sowie unter der Geländeoberkante wird eine 10 cm dicke XPS-G Platte verwendet. Diese wird bis 30 cm über die Geländeoberkante gezogen. Über dem Sockelbereich wird eine 16 cm dicke EPS-Dämmung angebracht.

Der neue Fußbodenaufbau setzt sich aus einer 12cm dicken XPS-G Dämmung, einer 15cm dicken Stahlbetonplatte, einer 2-lagigen bituminösen Abdichtung, einer 10cm dicken Beschüttung aus Sand, einem 6cm dicken Estrich, sowie einem 2cm dicken Parkettboden zusammen.

Die genauen Aufbauten wurden bereits im Sanierungskonzept ausführlich beschrieben.

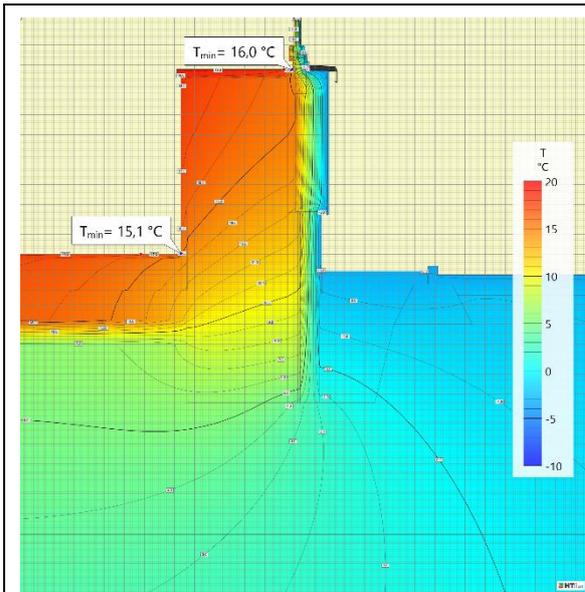


Abbildung 215: Temperaturverteilung Anschluss erdberührter Fußboden saniert

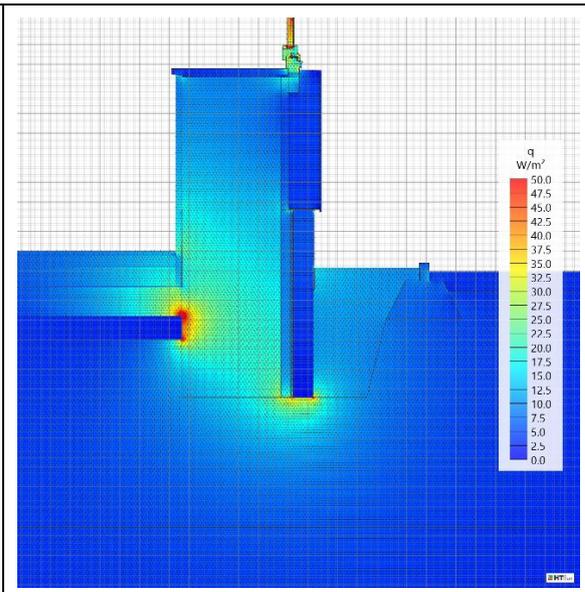


Abbildung 216: Wärmestrom Anschluss erdberührter Fußboden saniert

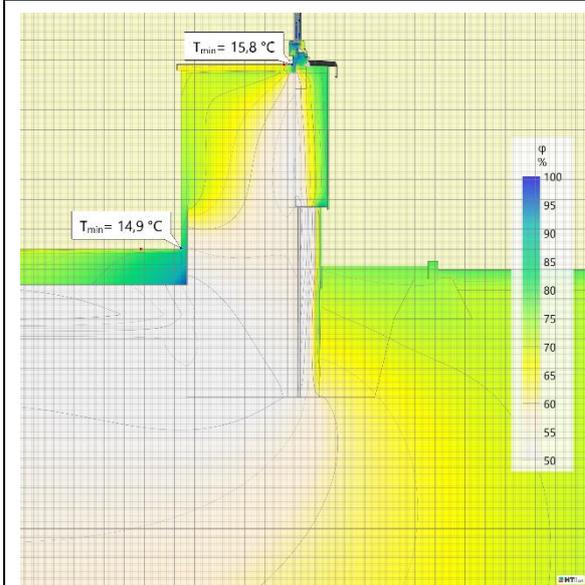


Abbildung 217: Feuchteverteilung Anschluss erdberührter Fußboden saniert

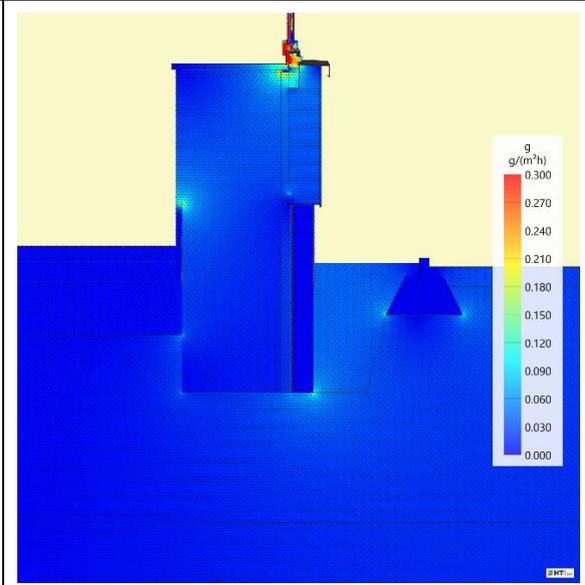
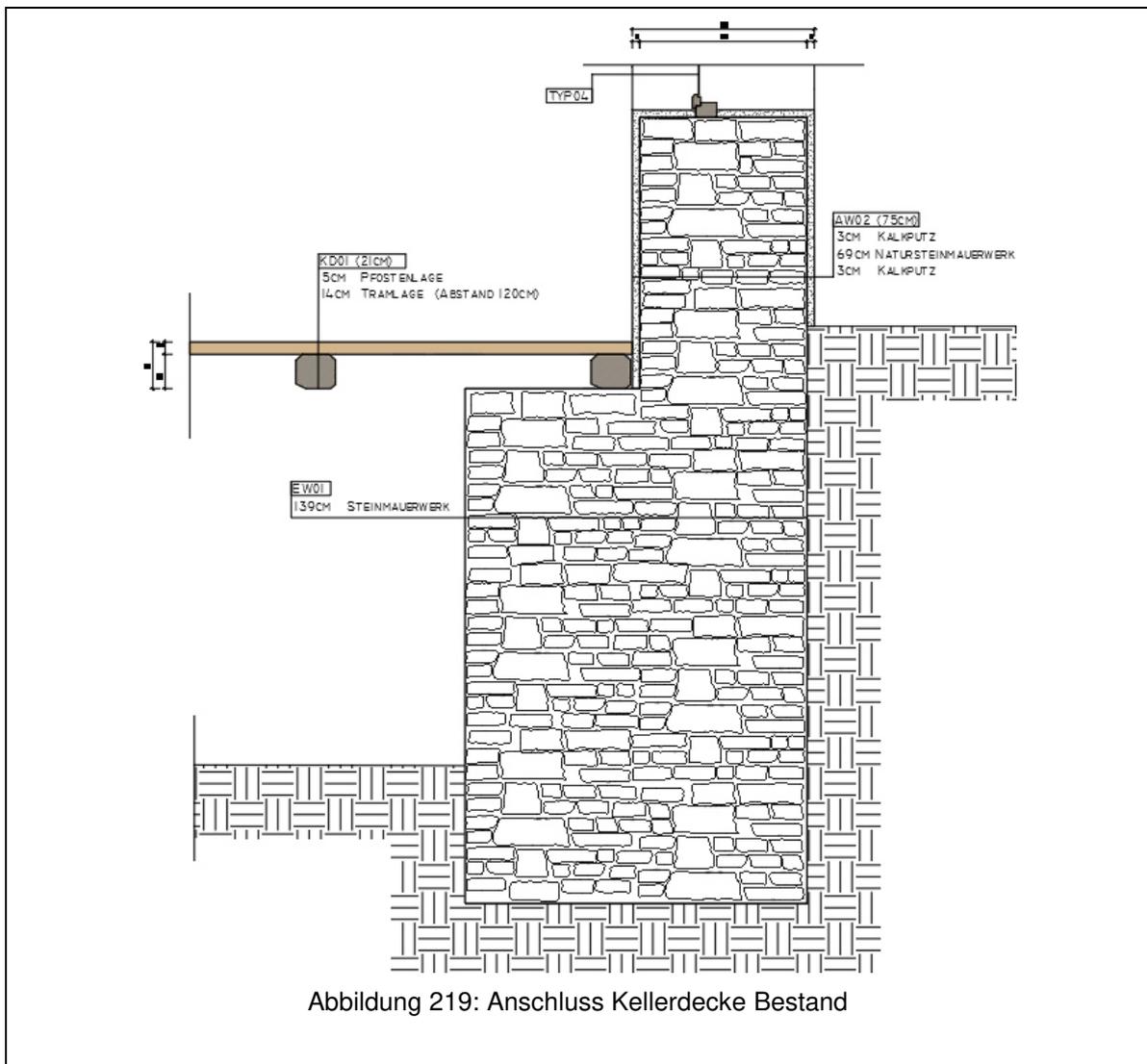


Abbildung 218: Feuchtestrom Anschluss erdberührter Fußboden saniert

Geht man noch einen Schritt weiter und tauscht den vorhandenen Bodenaufbau gegen den im Sanierungskonzept (Kapitel 5.1.14 Erdberührte Fußböden) beschriebenen Bodenaufbau aus. So ergibt sich nur mehr eine geringere Steigerung der Oberflächentemperatur der betrachteten kritischen Stellen. Diese Maßnahme ist trotzdem empfehlenswert, da bei einer ordentlichen Sanierung das Mauerwerk gegen aufsteigende Feuchtigkeit abgedichtet werden sollte und der vorhandene Bodenaufbau aufgrund der Holzkonstruktion in Verbindung mit dem darunterliegenden Erdreich eine begrenzte Lebensdauer hat.

## 6.8 Anschluss Kellerdecke

### 6.8.1 K01: Bestand



Auf der südöstlichen Seite des Gebäudes befindet sich unter dem Holzlagerraum der Erdkeller. Das Steinmauerwerk ändert unterhalb der Kellerdecke, die den Erdkeller vom Holzlagerraum trennt, seine Dicke von 75 cm auf 139 cm. Die Außenwand des Holzlagerraumes entspricht dem Bauteil AW 02 (Natursteinmauerwerk 75 cm). Die Kellerwand ist unverputzt und ist von der Zusammensetzung her mit dem Bauteil EW 01 (Kellerwände) vergleichbar. Das im Holzlagerraum verbaute Fenster entspricht einem Einscheibenfenster (Typ 4). Die Kellerdecke ist als Tramdecke ausgeführt und entspricht dem Bauteil KD 01 (Tramdecke Erdkeller). Die genaue Zusammensetzung der Bauteile ist in Kapitel 3 zu finden.

Für den Erdkeller wurde laut ÖNORM B8110-6 [10] ein eigenes Klima angesetzt. Die angesetzten Parameter sind in Tabelle 18 und 19 nachzulesen.

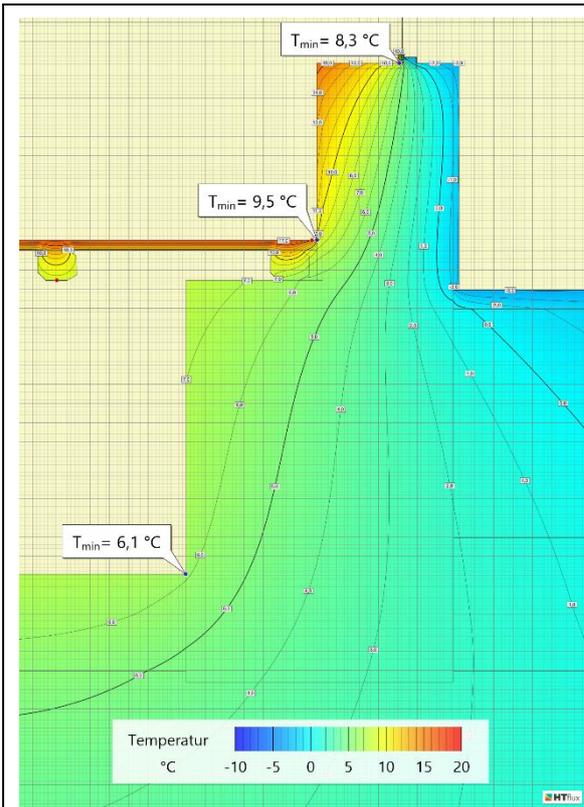


Abbildung 220: Temperaturverteilung Anschluss Kellerdecke Bestand

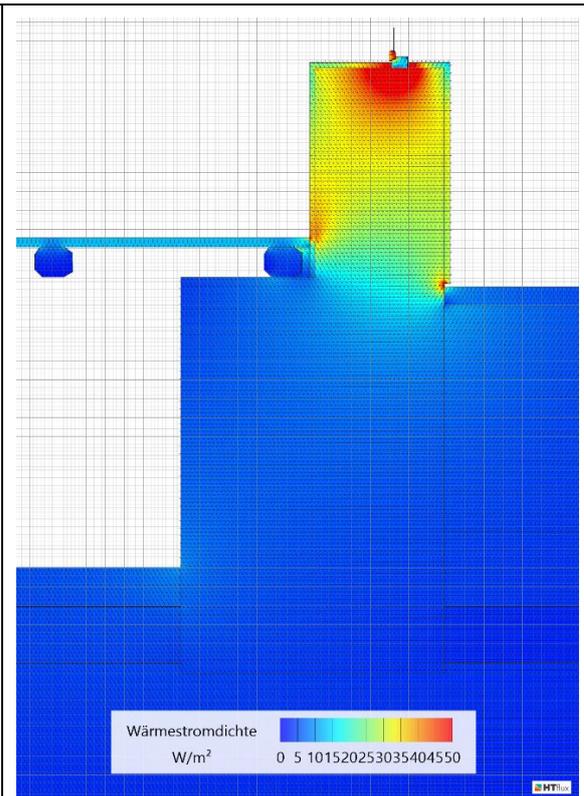


Abbildung 221: Wärmestrom Anschluss Kellerdecke Bestand

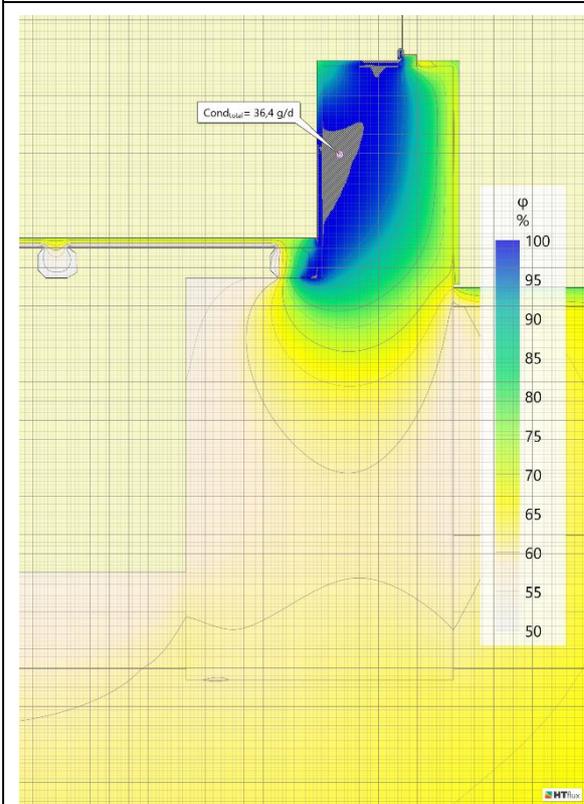


Abbildung 222: Feuchteverteilung Anschluss Kellerdecke Bestand

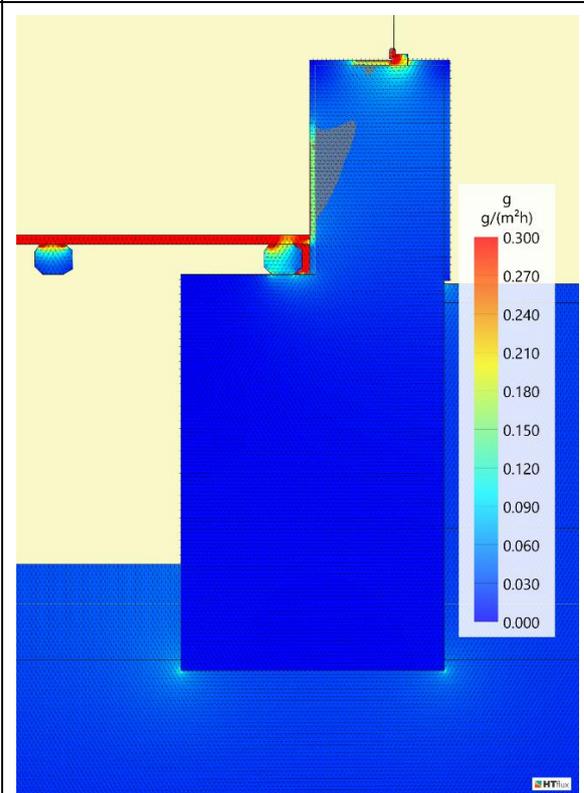


Abbildung 223: Dampfdiffusionsstrom Anschluss Kellerdecke Bestand

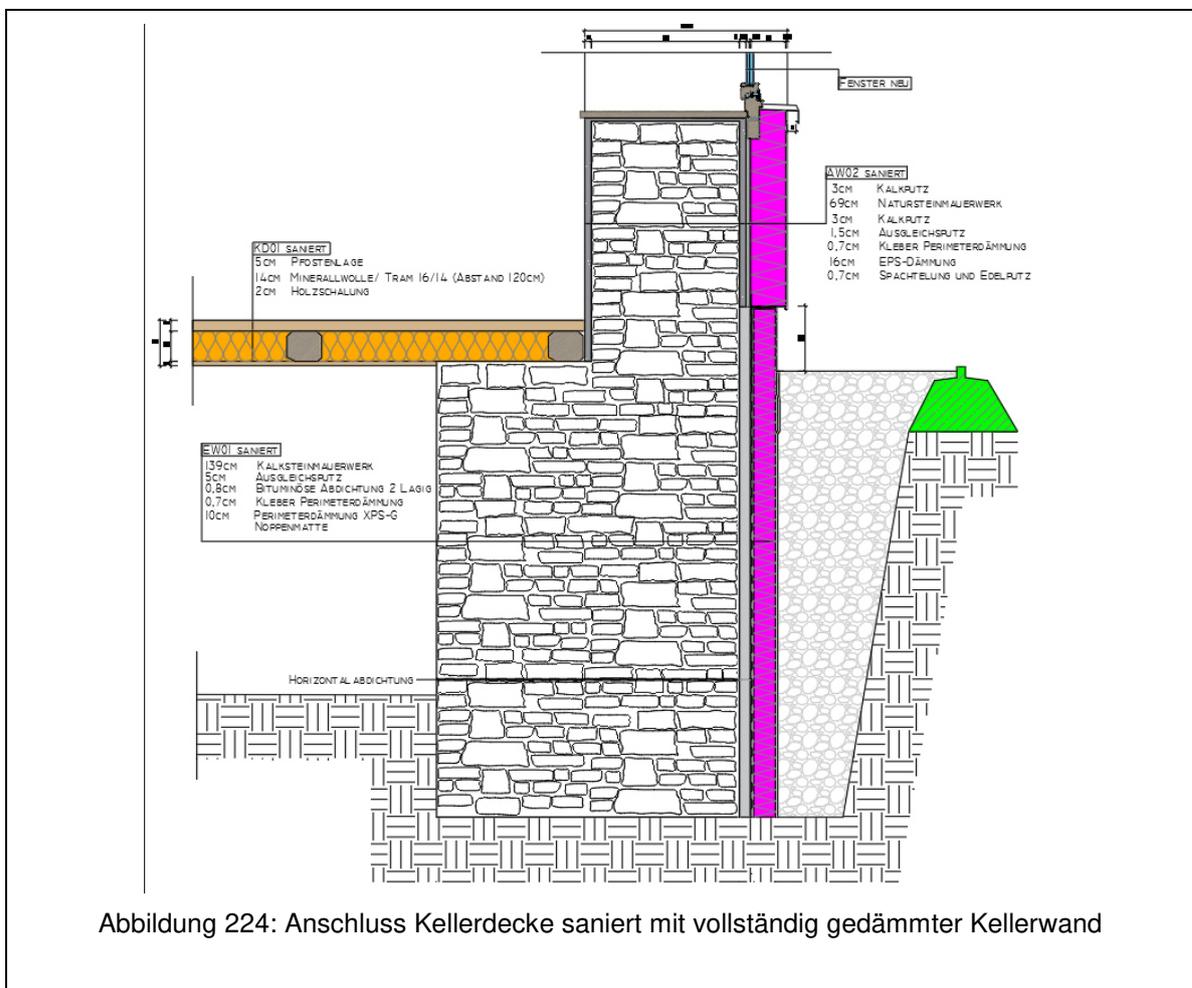
Im Holzlagerraum werden die in Tabelle 18 und 19 angeführten Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat an den betrachteten Stellen nicht erfüllt.

Im Erdkeller liegen die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat aufgrund des angesetzten Klimas nach ÖNORM B8110-6 [10] sehr niedrig und werden eingehalten.

Wie bereits bei den vorherigen Detailpunkten beschrieben ist aus dem Wärmestrom sehr gut ersichtlich, dass über das ungekämmtete Steinmauerwerk sehr viel Energie verloren geht.

Durch das rasche auskühlen des Steinmauerwerks kommt es im Bereich des Holzlagerraums zur Kondensatbildung im Mauerwerk. Das Glaserverfahren hat für den kritischen Monat Jänner eine Kondensatmenge von 36,4 g/d ergeben.

### 6.8.2 K02: Sanierung mit vollständig gedämmter Kellerwand



Die Sanierungsmaßnahmen für die Außenwände wurden gleich dem Detailpunkt Anschluss erdberührter Fußböden umgesetzt. Es werden zwei Varianten betrachtet, zum einen mit einer vollständig gedämmten Kellerwand, zum anderen mit einer nur teilweise gedämmten Kellerwand.

Die Kellerdecke wird zwischen den Balken mit Mineralwolle gedämmt und zusätzlich wird eine Untersicht in Form einer Holzschalung hergestellt.

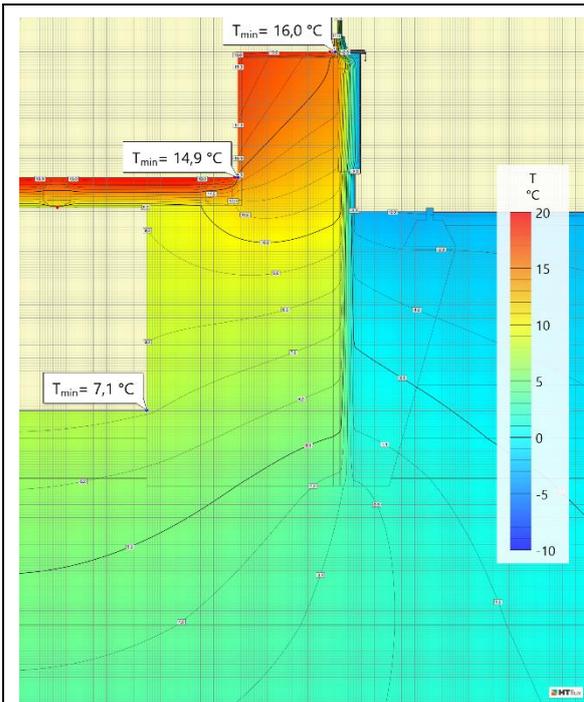


Abbildung 225: Temperaturverteilung Anschluss Kellerdecke saniert vollständig. Kellerwand

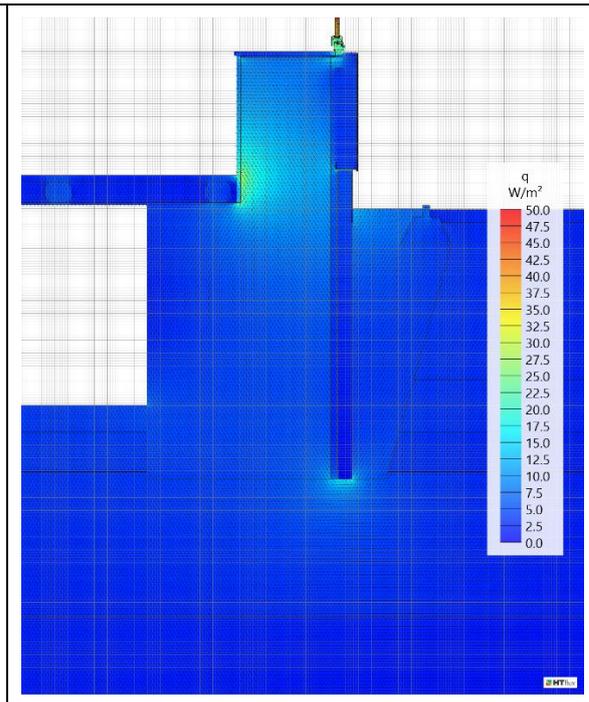


Abbildung 226: Wärmestrom Anschluss Kellerdecke saniert vollständig. Kellerwand

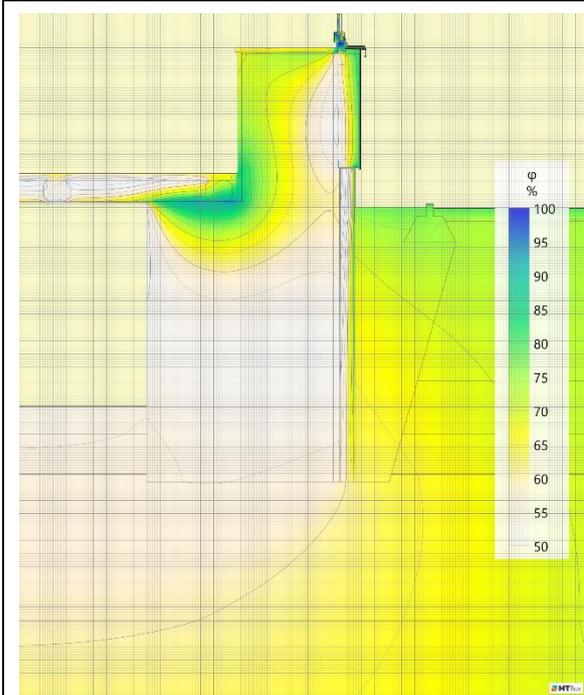


Abbildung 227: Feuchteverteilung Anschluss Kellerdecke saniert vollständig. Kellerwand

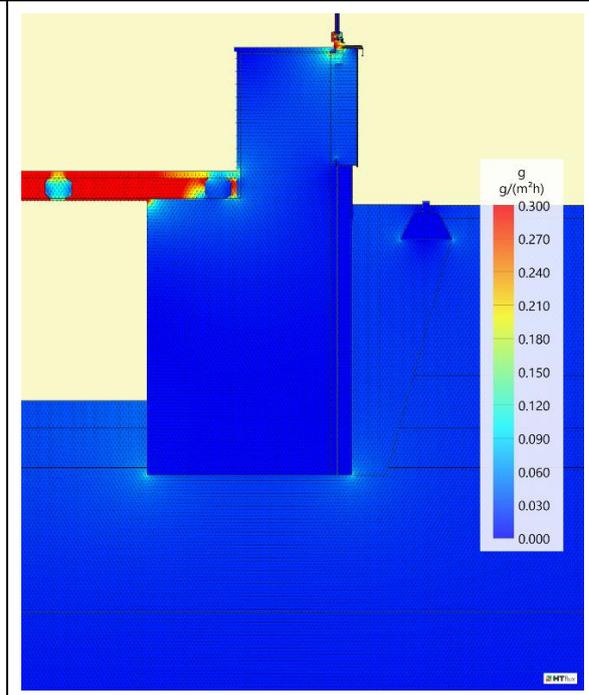
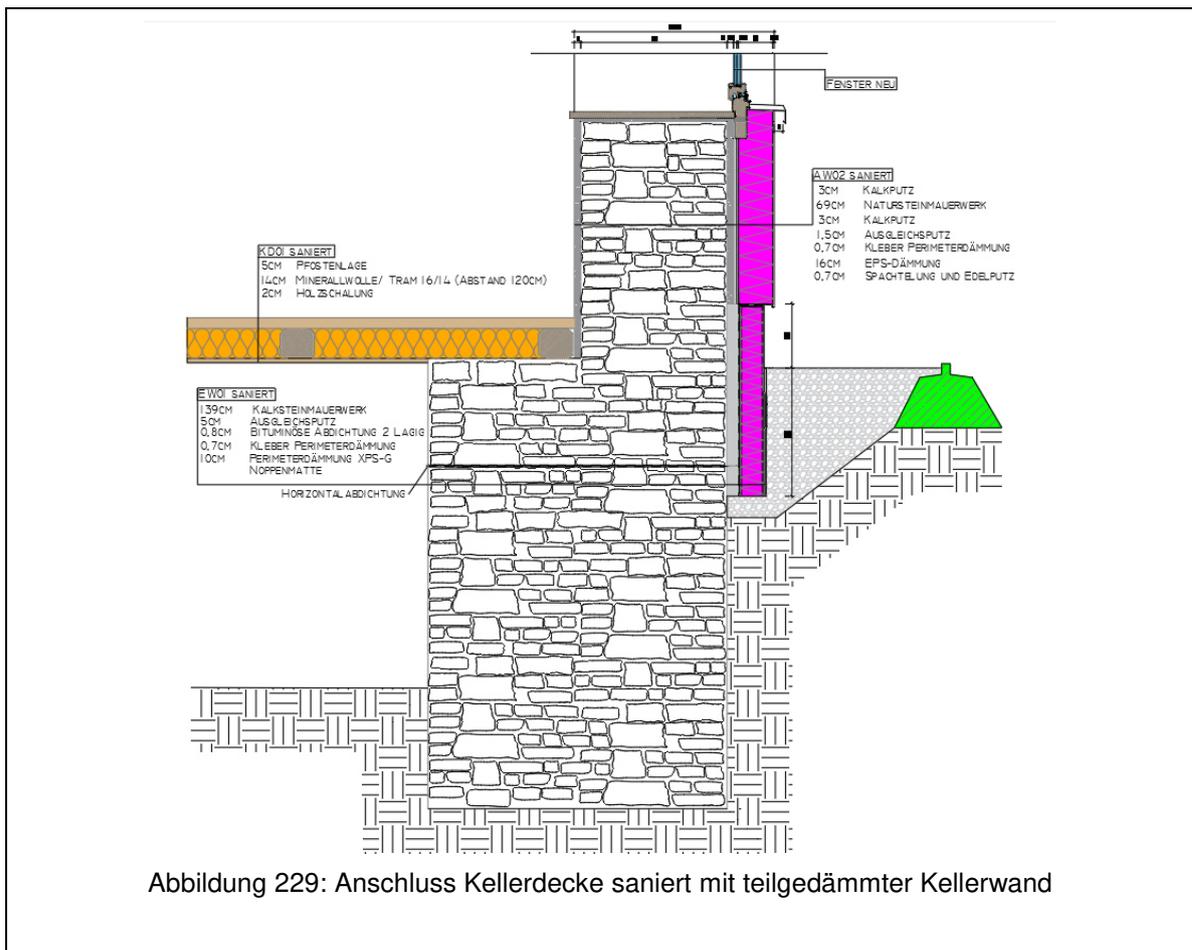


Abbildung 228: Dampfstrom Anschluss Kellerdecke saniert vollständig. Kellerwand

Bei der Variante mit vollständig gedämmter Kellerwand kommt es im Vergleich zur unsanierten Variante zu einem deutlichen Anstieg der Oberflächentemperatur im Innenraum. Somit werden die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel und Oberflächenkondensat eingehalten. Auch in den Bauteilen selbst kommt es durch den verringerten Temperaturabfall bis zur Dämmebene zu keiner Kondenswasserbildung.

### 6.8.3 K02: Sanierung mit teilgedämmter Kellerwand



Die Sanierungsmaßnahmen für die Außenwände wurden gleich dem Detailpunkt Anschluss erdberührter Fußböden umgesetzt. Es werden zwei Varianten betrachtet, zum einen mit einer vollständig gedämmten Kellerwand, zum anderen mit einer nur teilweise gedämmten Kellerwand.

Die Kellerdecke wird zwischen den Balken mit Mineralwolle gedämmt und zusätzlich wird eine Untersicht in Form einer Holzschalung hergestellt.

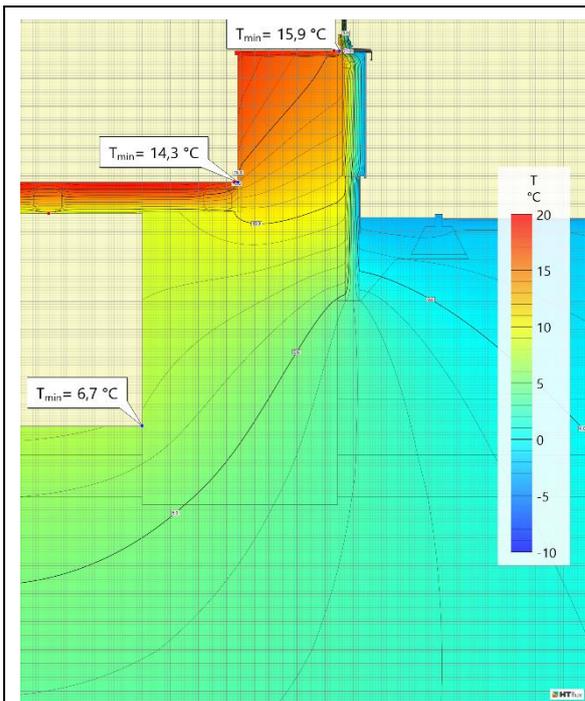


Abbildung 230: Temperaturverteilung Anschluss Kellerdecke saniert teilgedämmt

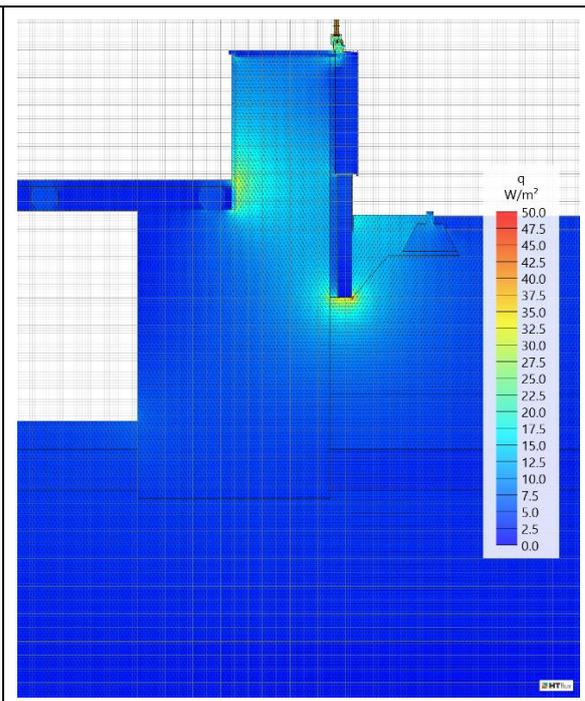


Abbildung 231: Wärmestrom Anschluss Kellerdecke saniert teilgedämmt

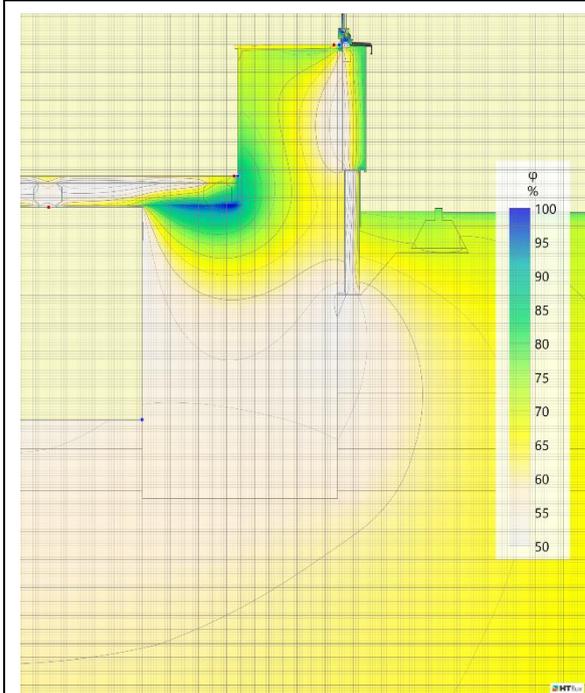


Abbildung 232: Feuchteverteilung Anschluss Kellerdecke saniert teilgedämmt

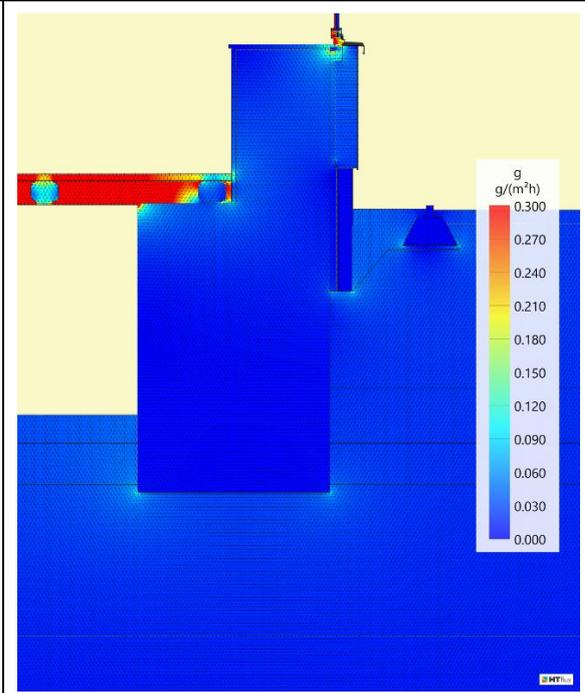
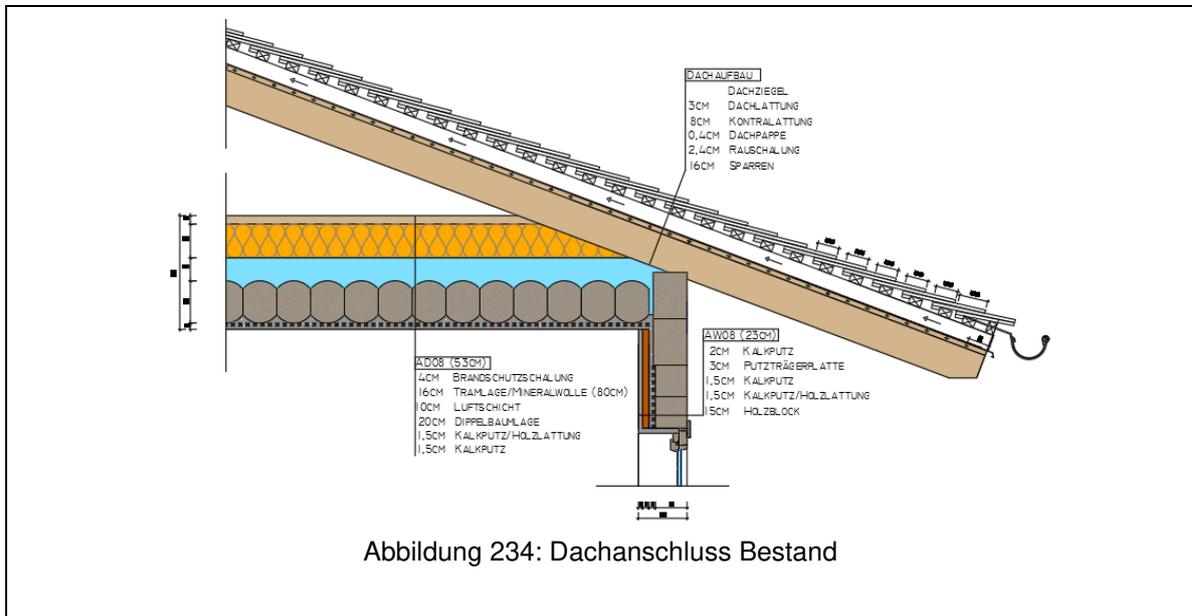


Abbildung 233: Dampfstrom Anschluss Kellerdecke saniert teilgedämmt

Bei der Variante mit nur teilweise gedämmter Kellerwand werden die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel und Oberflächenkondensat ebenfalls eingehalten. Auch in den Bauteilen selbst kommt es durch den verringerten Temperaturabfall bis zur Dämmebene zu keiner Kondenswasserbildung. Die Perimeterdämmung wurde 60 cm unter die Geländeoberkante geführt. Dieses Maß ist mindestens erforderlich, um Kondensat im Bereich des Deckenanschlusses zu vermeiden.

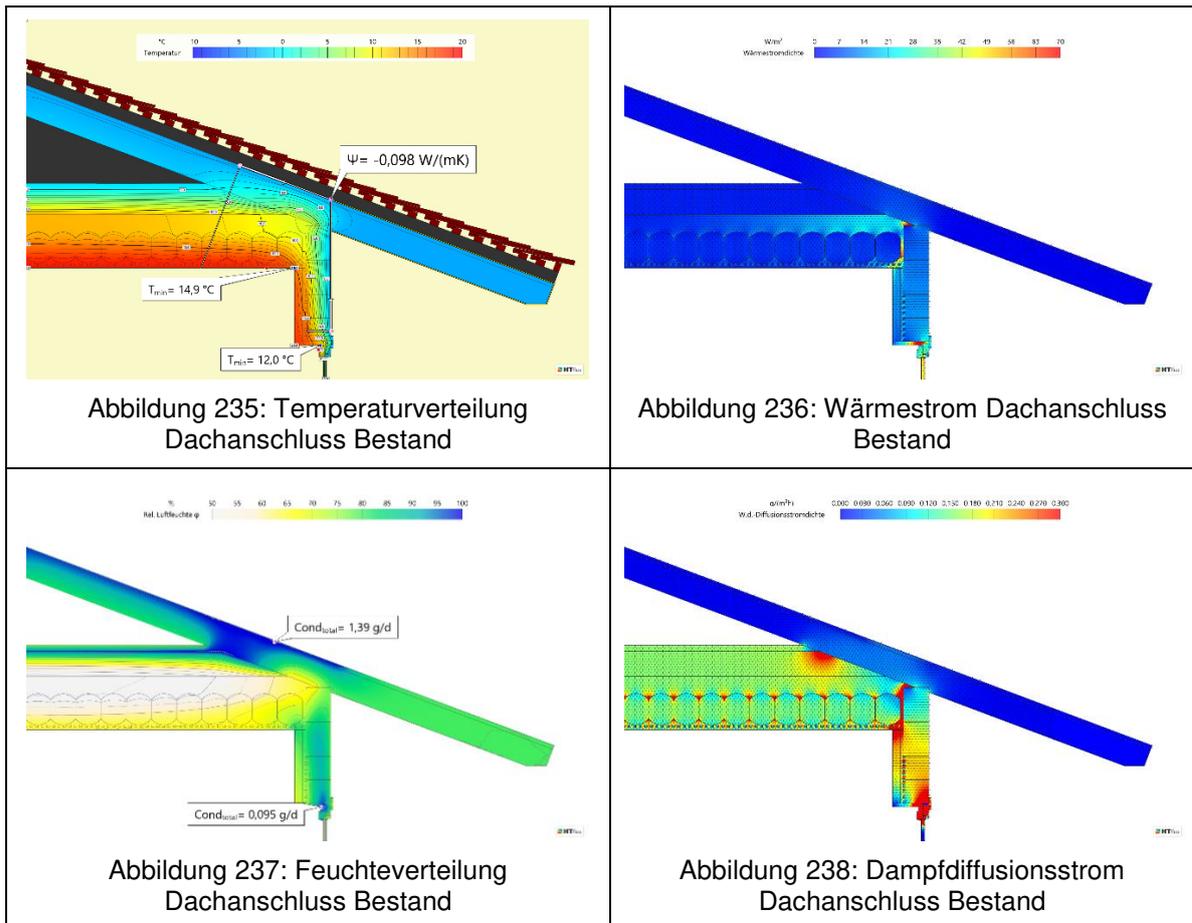
## 6.9 Anschluss Dach

### 6.9.1 D01: Bestand



Auf der südöstlichen Seite des Gebäudes wurde der Dachanschluss oberhalb des Zimmers 5 (siehe Bestandspläne im Anhang) näher betrachtet. Der Detailpunkt setzt sich aus den Bauteilen AD 08 (Doppelbaumdecke Zimmer 5) und AW 08 (Holzblockwand Zimmer 5) zusammen. Das im Zimmer 5 verbaute Fenster entspricht einem Verbundfenster (Typ 2). Die genaue Zusammensetzung der Bauteile ist in Kapitel 3 zu finden.

Für den Dachraum wurde nach ÖNORM B8110-6 [10] ein eigenes Klima angesetzt. Die angesetzten Parameter sind in Tabelle 18 und 19 nachzulesen.

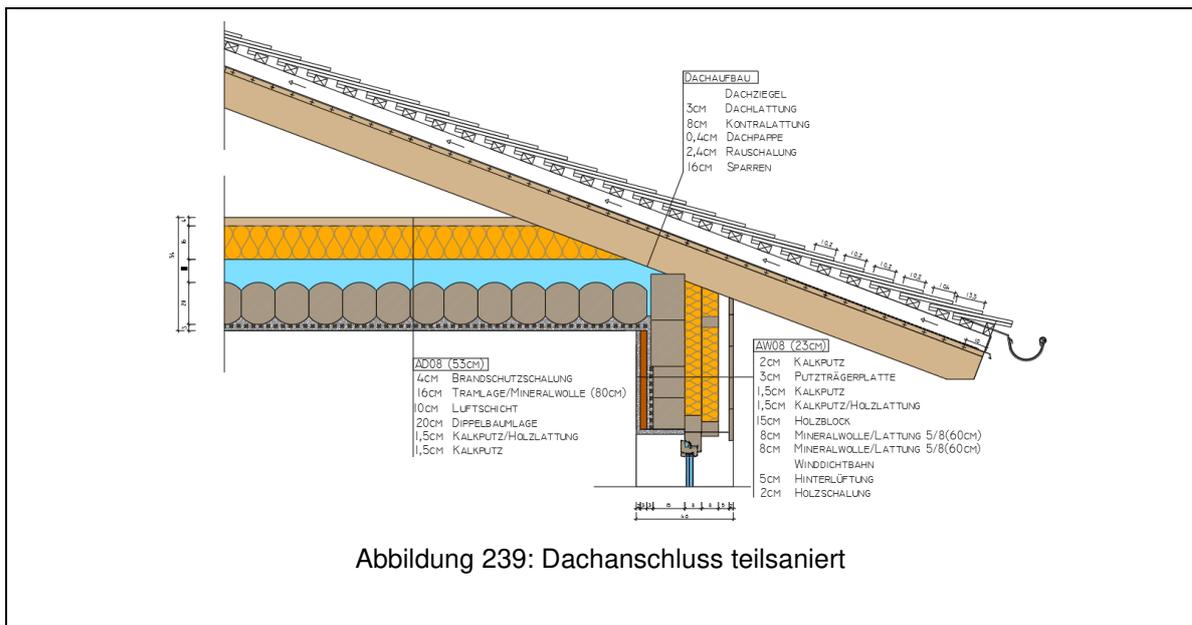


Durch die bereits in der Vergangenheit durchgeführte Dämmung der Dippelbaumdecke ergibt sich für die betrachtete Kante zwischen der Holzblockwand und der Dippelbaumdecke bereits ein sehr guter Wert für die Oberflächentemperatur und auch die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat werden an dieser Stelle erfüllt. Beim Fensteranschluss werden diese Grenzwerte jedoch unterschritten.

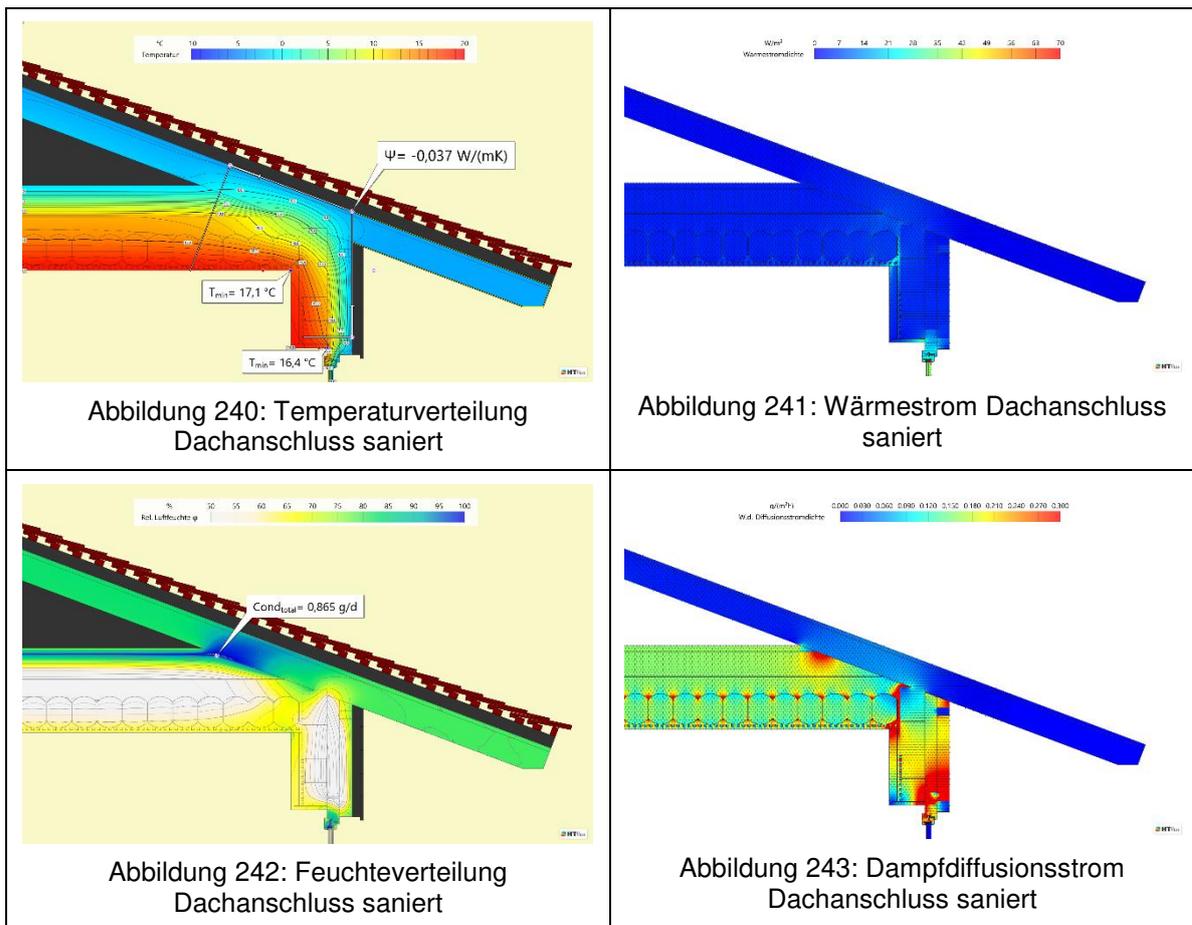
Im Bereich des Sparrens kommt es zur Bildung von Kondensat. Das Glaserverfahren hat hier einen Absolutwert von 1,39 g/d für den kritischen Monat Jänner ergeben.

Die Nachweise für die Austrocknung des anfallenden Kondensats, wurden Anhand der Sanierungsvarianten geführt. Das anfallende Kondensat kann austrocknen. Das Bestandsdetail entspricht an der betrachteten Stelle der Teilsanierungsvariante und somit kann auch beim Bestandsdetail von einer vollständigen Austrocknung des Kondensats ausgegangen werden.

## 6.9.2 D02: Teilsanierung



Es werden zwei verschiedene Sanierungsvarianten betrachtet. Zum einen wird das vorhandene Fenster gegen ein modernes Fenster ausgetauscht und die Holzblockwand, wie bereits bei den vorherigen Details, mit Mineralwolle gedämmt. Bei der zweiten Variante wird, neben der Dämmung der Wand, zusätzlich eine Zellulosedämmung in den vorhandenen Hohlraum der Decke eingeblasen. Beide Varianten werden sowohl mit einem Schnitt durch den Sparren, als auch mit einem Schnitt neben dem Sparren betrachtet.

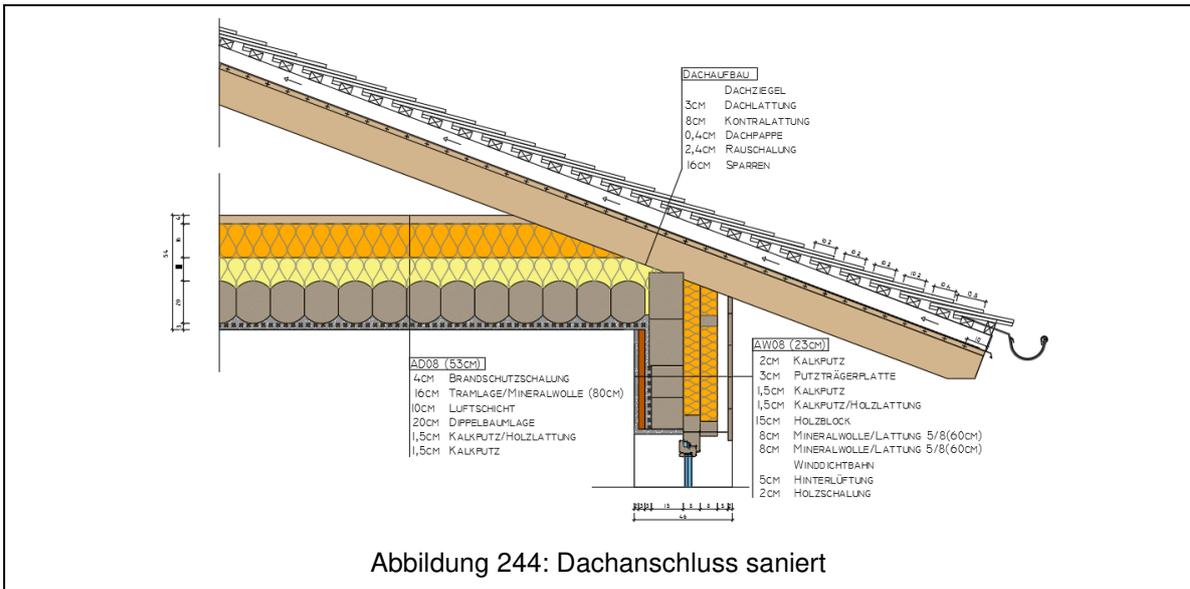


Vergleicht man die Ergebnisbilder aus HTflux [2] der teilsanierten Variante mit dem unsanierten Detailpunkt, sieht man eindeutig, dass an den betrachteten Stellen die Oberflächentemperatur ansteigt. Die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel und Oberflächenkondensat werden eingehalten, jedoch kommt es, wie bereits zuvor beim unsanierten Detailpunkt, zu Kondensatbildung im Bereich des Übergangs der Dämmung zum Sparren.

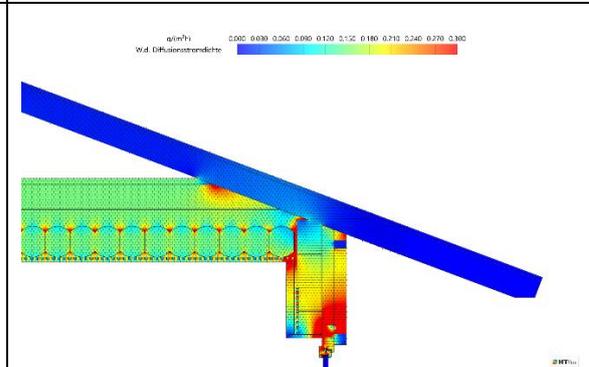
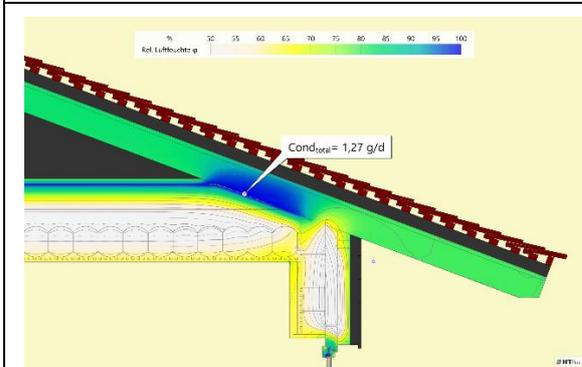
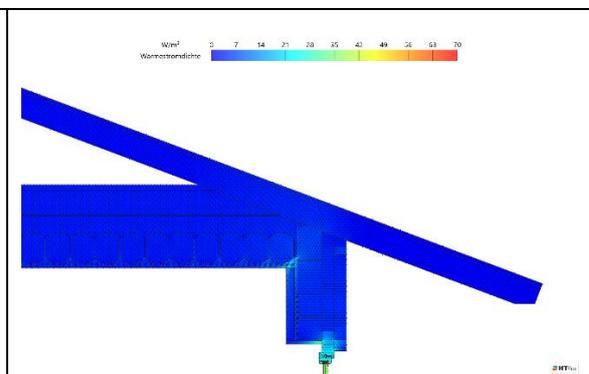
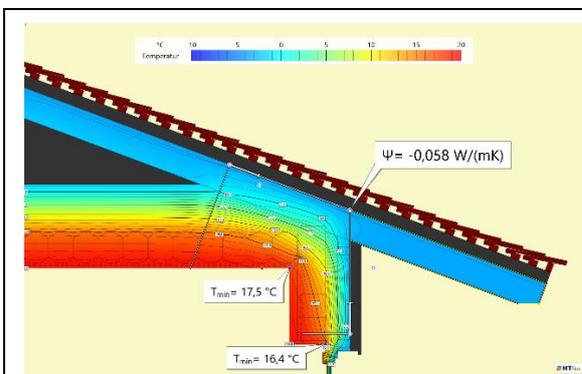
Über die Wintermonate sammelt sich im Bereich des Sparrens Kondensat an. Das Glaserverfahren hat hier einen Absolutwert von  $0,865 \text{ g/d}$  für den kritischen Monat Jänner ergeben. Rechnerisch, über das Jahr gesehen, kann das gesamt anfallende Kondensat austrocknen und es steht eine Trocknungsreserve (Holz:  $61 \text{ g/m}^2$ ; Mineralwollgedämmung:  $1052 \text{ g/m}^2$ ) zur Verfügung. Der Nachweise gemäß ÖNORM B8110-2 [7] sowie nach Din 4108 [33] gilt als erfüllt.

Die entsprechenden Nachweise sind dem Anhang beigelegt.

### 6.9.3 D03: Dachanschluss saniert mit Zellulosedämmung



Bei der vollständig sanierten Variante des Dachanschlusses wird in den Hohlraum, der sich zwischen der neu eingezogenen Tramdecke und der Dippelbaumlage befindet, eine Zellulosedämmung eingeblasen. Im Falle des betrachteten Detailpunktes ist die Zelluloseschicht 10 cm dick.



Vergleicht man die Ergebnisbilder der sanierten Variante mit der teilsanierten Variante (ohne Zellulosedämmung), ist nur mehr ein geringer Anstieg der Oberflächentemperatur erkennbar. Für die Kannte zwischen Holzblockwand und Decke bedeutet dies einen Temperaturanstieg von 0,4 °C. Für die Temperatur am Fensteranschluss bringt das Einbringen der Zellulose Dämmung keine Verbesserung.

Über die Wintermonate sammelt sich im Bereich des Sparrens Kondensat an. Das Glaserverfahren hat hier einen Absolutwert von 1,27 g/d für den kritischen Monat Jänner, was bedeutet, dass um 0,4 g/d mehr Kondensat als bei der teilsanierten Variante entsteht. Rechnerisch, über das Jahr gesehen, kann das gesamt anfallende Kondensat austrocknen und es steht eine Trocknungsreserve (Holz: 339,28 g/m<sup>2</sup>; Mineralwollgedämmung: 1060,86 g/m<sup>2</sup>) zur Verfügung. Der Nachweise gemäß ÖNORM B8110-2 [7] sowie nach Din 4108 [33] gilt als erfüllt.

Die entsprechenden Nachweise sind dem Anhang beigelegt.

## 6.9.4 D04: Dachanschluss saniert Schnitt neben dem Sparren

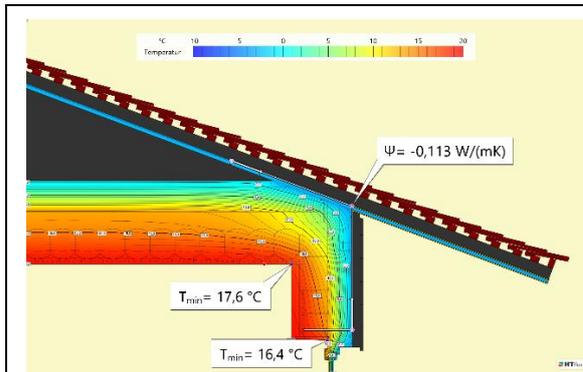


Abbildung 249: Temperaturverteilung Dachanschluss saniert ohne Sparren

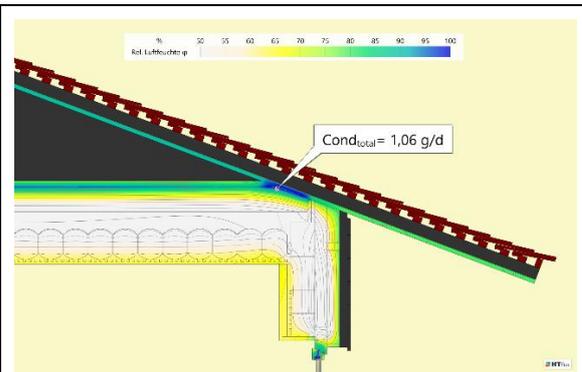


Abbildung 250: Feuchteverteilung Dachanschluss saniert ohne Sparren

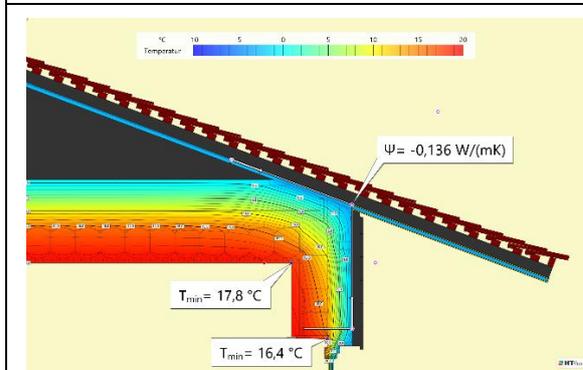


Abbildung 251: Temperaturverteilung Dachanschluss saniert ohne Sparren mit Zellulose

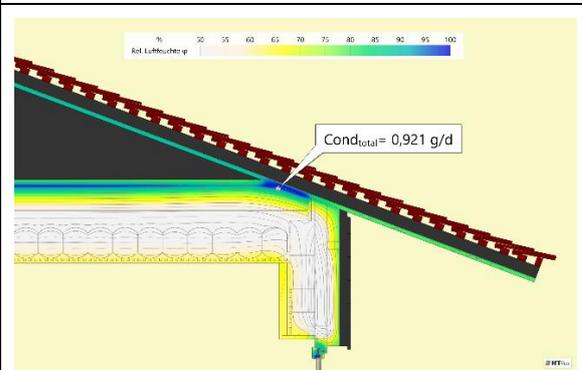


Abbildung 252: Feuchteverteilung Dachanschluss saniert ohne Sparren mit Zellulose

Beim Schnitt neben dem Sparren sind die Ergebnisse für beide Sanierungsvarianten den Vorhergehenden ziemlich ähnlich. Die Oberflächentemperatur in der Kante zwischen der Decke und der Holzblockwand ist für die Varianten mit bzw. ohne Zellulosedämmung nochmals minimal höher als beim Schnitt durch den Sparren.

Die Oberflächentemperatur am Fensteranschluss bleibt unverändert, gleich dem Schnitt durch den Sparren.

Über die Wintermonate entsteht auch beim Schnitt neben dem Sparren Kondensat an der Schnittstelle von der Mineralwollendämmung zur Rauschalung. Die beiden Kondensatmengen unterscheiden sich nur minimal. Bei der Variante ohne Zellulosedämmung beträgt der Absolutwert der Kondensatmenge für den Monat Jänner 1,06 g/d. Für die Variante mit Zellulosedämmung hat das Glaserverfahren einen Absolutwert von 0,921 g/d ergeben.

Rechnerisch kann das gesamt anfallende Kondensat im Verlauf eines Jahres bei beiden Varianten austrocknen und es steht eine Trocknungsreserve zur Verfügung.

Bei der Variante ohne Zellulosedämmung ergibt sich eine Trocknungsreserve von: Holz: 51,3 g/m<sup>2</sup>; Mineralwollendämmung: 1042 g/m<sup>2</sup>. Für die Variante mit Zellulosedämmung ergibt sich eine Trocknungsreserve von: Holz: 37 g/m<sup>2</sup>; Mineralwollendämmung: 1028 g/m<sup>2</sup>.

Der Nachweis gemäß ÖNORM B8110-2 [7] sowie nach Din 4108 [33] gilt für beide Varianten als erfüllt.

Die PSI-Werte unterscheiden sich ebenfalls für beide Sanierungsvarianten mit bzw. ohne Zellulosedämmung absolut gesehen nur minimal. So ergibt sich bei der Variante ohne Zellulosedämmung ein Psi-Wert von -0,113 W/mK und für die Variante mit Zellulosedämmung ein Psi-Wert von -0,136 W/mK. Zu beachten ist, dass der Psi-Wert der Variante mit Zellulosedämmung um 17 % höher ausfällt als ohne Zellulosedämmung.

Die entsprechenden Nachweise sind dem Anhang beigelegt.

## 6.10 Hygrothermische Detailanalyse mit gemessenen Klimadaten

Im Monat Februar wurden für den Zeitraum einer Woche Messungen bezüglich des realen Klimas im Objekt durchgeführt. Da das Gebäude nur wenige Wochen im Jahr genutzt und die meiste Zeit unbeheizt ist, stellt sich ein anderes Klima wie lt. Norm angedacht, ein. Die tatsächlich vorhandenen Bedingungen wurden mittels zweier Datenlogger erfasst. Es wurde für das Erdgeschoß sowie für das Obergeschoß die tatsächlich herrschende Raumtemperatur sowie die dazugehörige Luftfeuchtigkeit gemessen.

Für das Erdgeschoß, hat sich eine durchschnittliche Raumtemperatur von 3,84°C. sowie eine durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit von 75,4% ergeben. Für das Obergeschoß sind die Werte sehr ähnlich, hier wurde eine durchschnittliche Raumtemperatur von 3,04°C und eine relative Luftfeuchtigkeit von 74,8% gemessen. Die grafische Auswertung wurde dem Anhang beigelegt. In der nachfolgenden Tabelle 24 werden nochmals die für die Berechnung anzusetzenden Klimadaten zusammengefasst.

	Temperatur [°C]	KK: Relative Feuchtigkeit [%]
Innenklima Erdgeschoß	3,84	75,4
Innenklima Obergeschoß	3,04	74,8
Außenklima	-2,35	80
Klima unkonditionierter Dachraum	-1,81	80
Klima unkonditionierter Keller	0,74	50

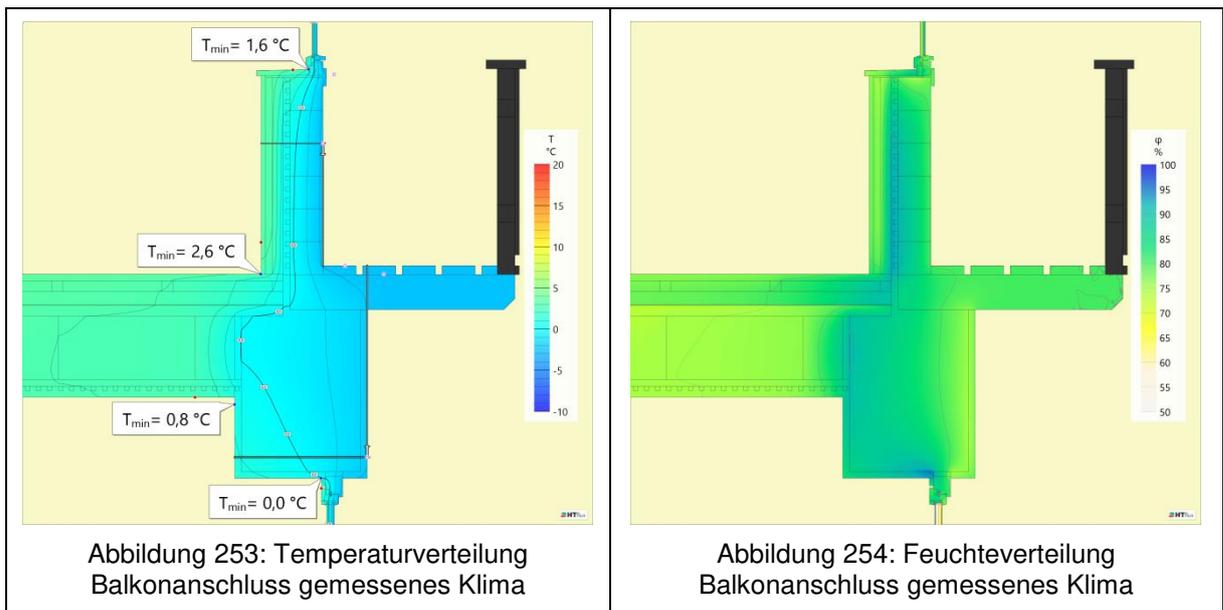
Tabelle 24: Klimadaten gemessen für den Monat Februar

In Zusammenhang mit den in Tabelle 24 angeführten Klimadaten ergeben sich folgende Grenzwerte um das Auftreten von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat zu vermeiden.

	Schimmelbildung bei 80 % relativer Feuchtigkeit im Raum	Kondensatbildung bei 100 % relativer Feuchtigkeit im Raum
Sättigungstemperatur Obergeschoß $T_{Rsi,min}$ [°C]	2,1	-0,9
Sättigungstemperatur Untergeschoß $T_{Rsi,min}$ [°C]	3,0	-0,1

Tabelle 25: Grenzwerte für Schimmel und Oberflächenkondensat Monat Februar

### 6.10.1 Balkonanschluss mit gemessenen Klimadaten

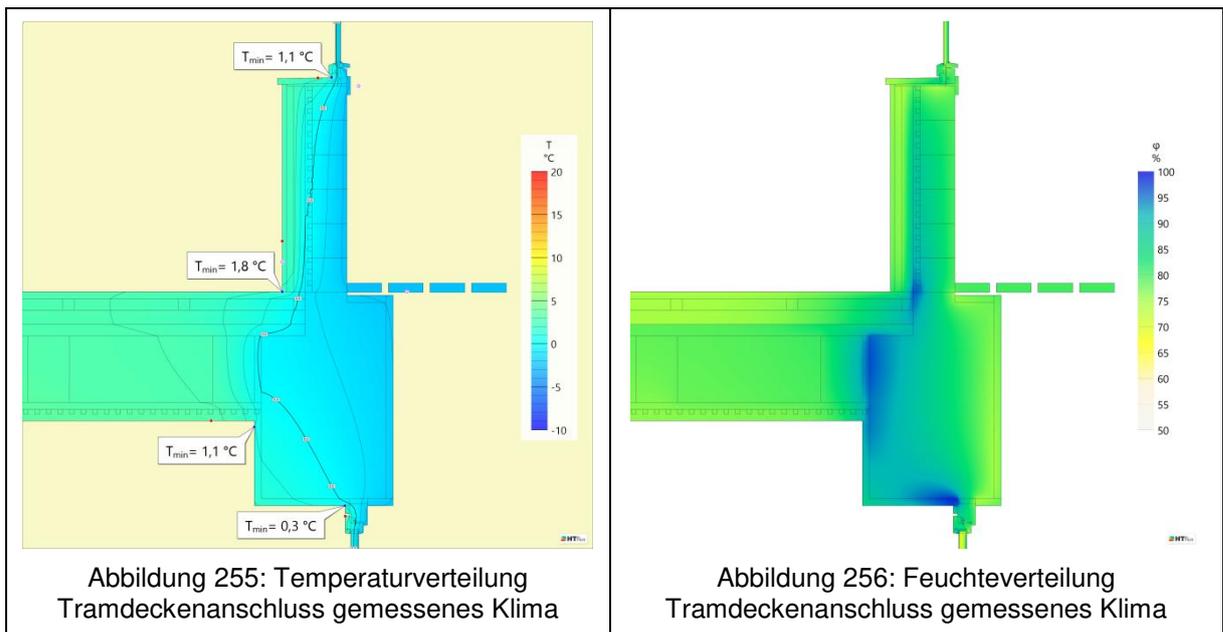


Für das Balkonanschlussdetail wurden die gemessenen Innenklimata des Obergeschoßes bzw. des Erdgeschoßes angesetzt, für das Außenklima wurde das wie bei den hygrothermischen Berechnungen zuvor das Außenklima laut ÖNORM B8110-2 [7] für den Monat Februar verwendet.

Laut der hygrothermischen Berechnung hat sich ergeben, dass bei den betrachteten kritischen Stellen wie den Fensteranschlüssen bzw. beim Übergang vom Fußboden zur Holzblockwand Schimmel auftreten könnte. Die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Oberflächenkondensat wurden an allen Punkten eingehalten.

Im Bauteil kommt es ebenfalls zu keiner Kondensatbildung.

## 6.10.2 Tramdeckenanschluss mit gemessenen Klimadaten

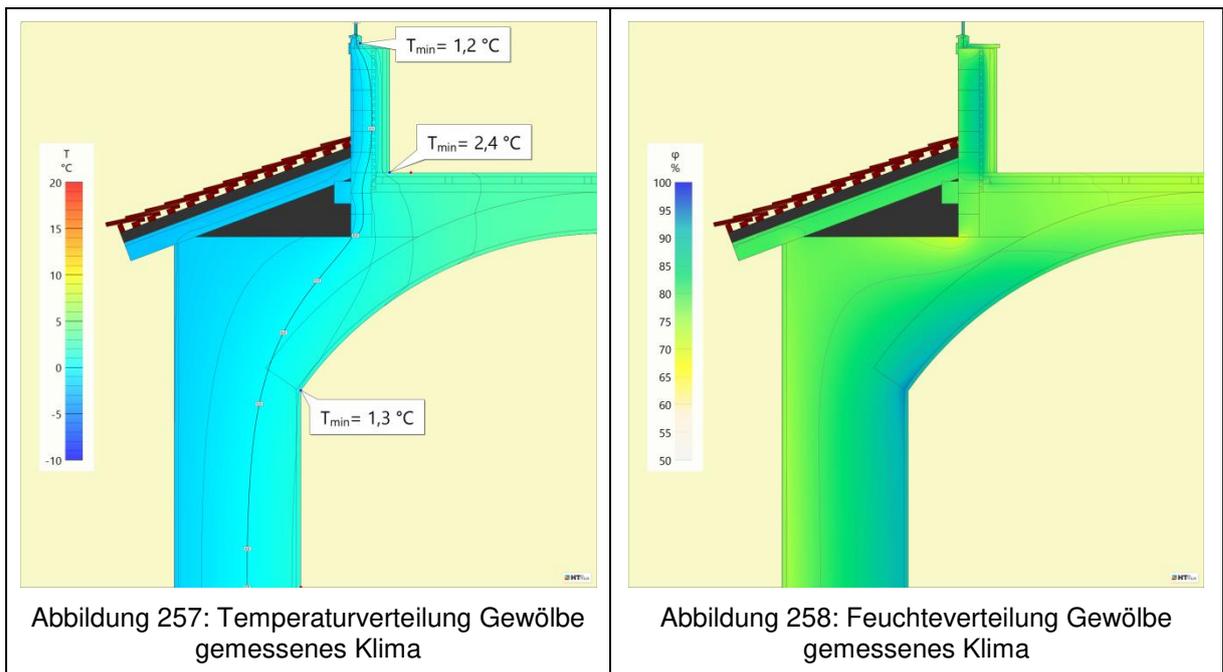


Für den Tramdeckenanschluss wurden die gemessenen Innenklimata des Obergeschoßes bzw. des Erdgeschoßes angesetzt, für das Außenklima wurde das, wie bei den hygrothermischen Berechnungen zuvor das Außenklima laut ÖNORM B8110-2 [7] für den Monat Februar verwendet.

Laut der hygrothermischen Berechnung hat sich ergeben, dass bei den betrachteten kritischen Stellen wie den Fensteranschlüssen bzw. beim Übergang von der Tramdecke zum Steinmauerwerk Schimmel auftreten könnte. Die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Oberflächenkondensat wurden an allen Punkten eingehalten.

Im Bauteil kommt es ebenfalls zu keiner Kondensatbildung

### 6.10.3 Gewölbe mit gemessenen Klimadaten



Für das Gewölbe wurden die gemessenen Innenklimata des Obergeschoßes bzw. des Erdgeschoßes angesetzt, für das Außenklima wurde das, wie bei den hygrothermischen Berechnungen zuvor das Außenklima laut ÖNORM B8110-2 [7] für den Monat Februar verwendet. Für den ungelüfteten Dachraum wurde nach ÖNORM B8110-6 [10] mittels Temperaturkorrekturfaktoren ein Klima errechnet.

Laut der hygrothermischen Berechnung hat sich ergeben, dass bei den betrachteten kritischen Stellen wie dem Fensteranschluss bzw. bei der Verschneidung des Gewölbebogens mit dem Steinmauerwerk, Schimmel auftreten könnte. Die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Oberflächenkondensat wurden an allen Punkten eingehalten.

Im Bauteil kommt es ebenfalls zu keiner Kondensatbildung

#### 6.10.4 Anschluss Kellerdecke mit gemessenen Klimadaten

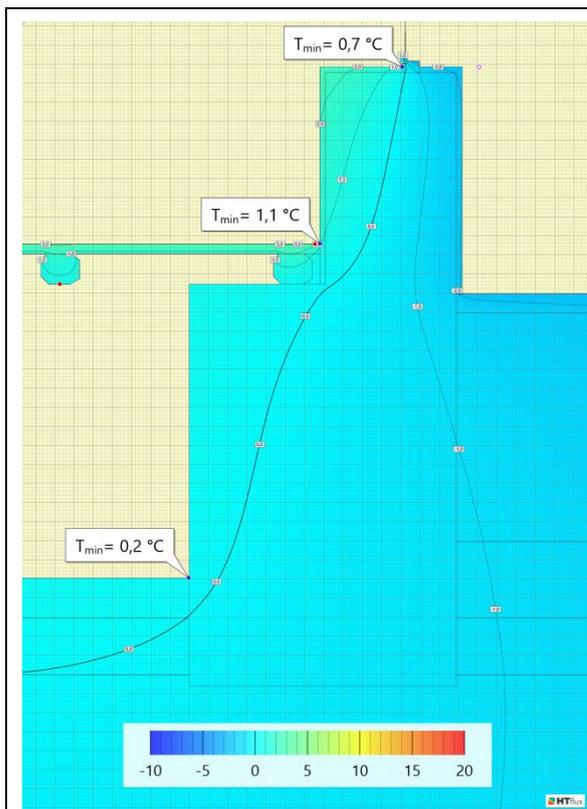


Abbildung 259: Temperaturverteilung Anschluss Kellerdecke gemessenes Klima

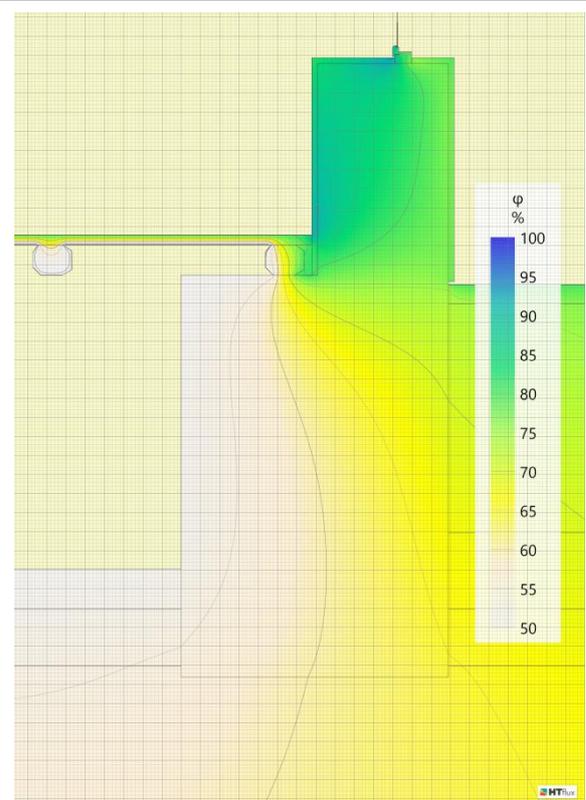


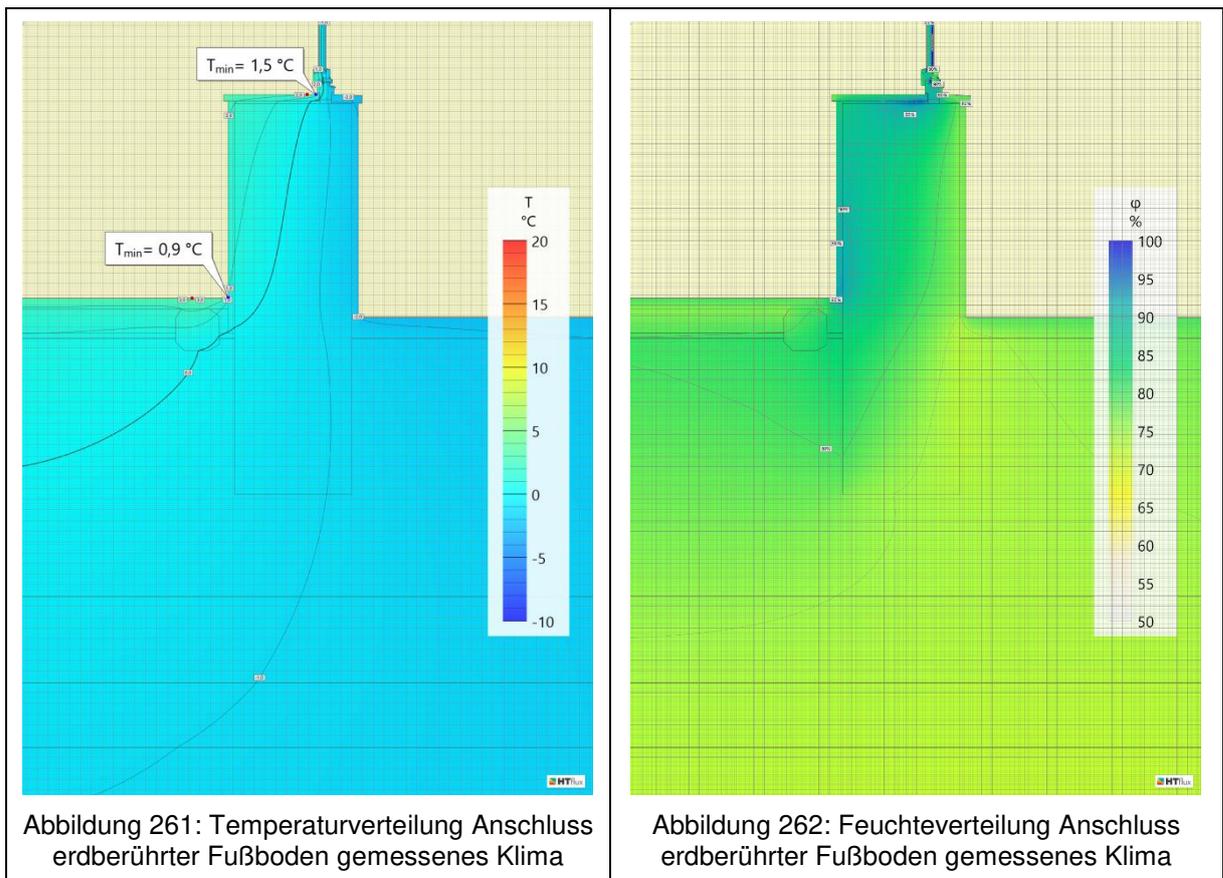
Abbildung 260: Feuchteverteilung Anschluss Kellerdecke gemessenes Klima

Für den Anschluss der Kellerdecke wurde das gemessene Innenklima des Erdgeschoßes angesetzt, für das Außenklima wurde das, wie bei den hygrothermischen Berechnungen zuvor das Außenklima laut ÖNORM B8110-2 [7] für den Monat Februar verwendet. Für den unconditionierten Keller wurde nach ÖNORM B8110-6 [10] mittels Temperaturkorrekturfaktoren ein Klima errechnet.

Laut der hygrothermischen Berechnung hat sich ergeben, dass bei den betrachteten kritischen Stellen wie dem Fensteranschluss bzw. beim Übergang der Kellerdecke zum Steinmauerwerk, Schimmel auftreten könnte. Die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Oberflächenkondensat wurden an allen Punkten eingehalten.

Im Bauteil kommt es ebenfalls zu keiner Kondensatbildung

### 6.10.5 Anschluss erdberührter Fußboden mit gemessenen Klimadaten



Für den Anschluss der Kellerdecke wurden die gemessenen Innenklimata des Erdgeschoßes angesetzt, für das Außenklima wurde das, wie bei den hygrothermischen Berechnungen zuvor das Außenklima laut ÖNORM B8110-2 [7] für den Monat Februar verwendet. Für den unconditionierten Keller wurde nach ÖNORM B8110-6 [10] mittels Temperaturkorrekturfaktoren ein Klima errechnet.

Laut der hygrothermischen Berechnung hat sich ergeben, dass bei den betrachteten kritischen Stellen wie dem Fensteranschluss bzw. bei der Kante des erdberührten Fußbodens zum Steinmauerwerk, Schimmel auftreten könnte. Die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Oberflächenkondensat wurden an allen Punkten eingehalten.

Im Bauteil kommt es ebenfalls zu keiner Kondensatbildung

### 6.10.6 Vergleich Simulation zur Realität

Die Simulation zeigt im Gegensatz zur Realität ein anderes Bild. So wird bei allen Detailpunkten der Grenzwert zur Vermeidung des Risikos von Schimmelbildung nicht eingehalten.

Dies kann mehrere Gründe haben:

Zum einen sind die lt. ÖNORM B8110-2 [7] ermittelten Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel- bzw. Kondensatbildung für eine 1D-Betrachtungsweise ausgelegt. Für 2D-Simulationen sind keine eigenen Grenzwerte definiert.

Der Zeitraum, in welchem die Messungen bezüglich des realen Klimas durchgeführt wurden war sehr kurz bemessen. Es kann schwer abgeschätzt werden, ob die ermittelten Werte besonders in Bezug auf die relative Luftfeuchtigkeit anhalten und welche Veränderung sich im Inneren des Gebäudes einstellt, sobald sich das Außenklima verändert. Zudem wurden nur stationäre Simulationen durchgeführt. Eine instationäre Simulation könnte ein ganz anderes Ergebnis bringen.

Das Außenklima wurde nicht mitgemessen, sondern es wurden standortbezogene Werte lt. ÖNORM B8110-2 [7] bezüglich des Monats Februar angesetzt. Dieses Klima kann vom tatsächlich vorherrschenden Klima abweichen.

Zudem ist nicht davon auszugehen, dass das betrachtete Gebäude eine hohe Dichtheit bezüglich Zugluft aufweist. Gute Be- und Entlüftungseigenschaften sind hinsichtlich der Vermeidung von Schimmel positiv anzusehen.

Die Materialkennwerte wurden lt. ÖNORM B8110-7 [11] sowie aufgrund von Datenbanken des Programms GEQ [1] festgelegt. Diese müssen mit den tatsächlich vorhandenen Materialkennwerten nicht übereinstimmen. Besonders für das Steinmauerwerk wurde ein sehr konservativer Wert bei der Wärmeleitfähigkeit von  $2,8\text{W/mK}$  angesetzt. Die ÖNORM B8110-7 [11] gibt hier weitaus bessere Werte an. Neben der Betrachtung der Oberflächentemperatur spielt auch der Nährboden für das Schimmelwachstum eine wichtige Rolle. Diese Überlegungen fließen in die Simulationen nicht mit ein.

Für die Simulationen wurde ein  $R_{si} = 0,25\text{ m}^2\text{K/W}$  angesetzt. Dies ist wiederum ein sehr konservativer Wert, der dem realen Wärmeübergangswiderstand nicht entsprechen muss.

Die maximale Abweichung liegt bei ca.  $3\text{ °C}$  um den Grenzwert, der oftmals nur geringfügig unterschritten wird. Jeder dieser genannten Punkte könnte einen mehr oder weniger großen Einfluss auf Oberflächentemperatur der Detailpunkte haben.

## 6.11 Zusammenfassung hygrothermische Detailanalyse

Die angewendeten Randbedingungen wurden entsprechend der ÖNORM B8110-2 [7] für das betrachtete Objekt ermittelt. Für die betrachteten Detailpunkte wurden auf Basis der vorgegebenen Randbedingungen die Einhaltung der Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel und Oberflächenkondensat geprüft. Als kritischer Monat für die Bildung von Schimmel ist der Dezember maßgebend. Für die Untersuchungen bezüglich der Kondensatbildung ist der Monat Jänner zu betrachten. In den Tabellen 18 und 19 sind die angesetzten Klimadaten für die entsprechenden Monate zusammengefasst.

Es wurden 6 markante Detailpunkte ausgewählt (Balkonanschluss, Anschluss Tramdecke, Gewölbe, Anschluss erdberührter Fußboden, Anschluss Kellerdecke, Anschluss Dach) und näher betrachtet. Dabei wurden die unter Kapitel 5 ausgearbeiteten Sanierungsmaßnahmen angewendet und analysiert. Diese wurden mit dem Bestand verglichen, um die Verbesserungen aufzuzeigen.

Für die hygrothermischen Berechnungen der Detailpunkte wurde HTflux [2] verwendet. Die Vermeidung von Kondensation im Bauteil sowie die Vermeidung von Kondensat bzw. Schimmelbildung an der Bauteiloberfläche wurden nachgewiesen. Ausschlaggebend ist hierfür, dass die innere Oberflächentemperatur die Sättigungstemperatur und somit den Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$ , gemäß ÖNORM B 8110-2 [7] und ÖNORM EN ISO 13788 [21] nicht unterschreitet. Die Kondensatbildung wird mittels Glaserverfahren überprüft. Im Falle des Auftretens von Kondensat in einem Bauteil wurde die Analyse entsprechend erweitert (Ausdehnung des betrachteten Zeitraums auf 1 Jahr). So konnte nachgewiesen werden, dass die vollständige Austrocknung des angefallenen Kondensats gegeben ist.

Beim Detailpunkt Balkonanschluss wurden die in Kapitel 5 erarbeiteten Sanierungsvorschläge angewandt und jeweils der sanierte Detailpunkt sowie der Bestand hygrothermisch betrachtet. Dabei zeigte sich beim Bestand anhand der angesetzten Randbedingungen, dass hier Probleme bezüglich Schimmelbildung bzw. Kondensat an der Oberfläche sowie im Bauteil zu erwarten sind. Würde das Gebäude über das gesamte Jahr bewohnt bzw. würde das angesetzte Klima im Gebäude herrschen, so kommt es im nichtgedämmten Steinmauerwerk sowie in der innengedämmten Holzblockwand zum Ausfall von Kondensat, welches über den Lauf des Jahres nicht mehr vollständig austrocknen kann. Besonders in den Holzbauteilen würde es langfristig gesehen zu Schäden kommen. Ebenso würde sich Schimmel auf Innenoberfläche bilden. Dies ist für alle betrachteten Detailpunkte des Bestandes gleichermaßen gültig.

Bei der sanierten Variante zeigte sich ein völlig anderes Bild. Hier wurden alle Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensats eingehalten.

Der Anschluss an die Tramdecke ist als zweiter Detailpunkt behandelt worden.

Dieser entspricht von der Bauteilzusammensetzung dem vorherigen Detailpunkt, jedoch wurde hier neben dem Holzträger des Balkons geschnitten. Für den Bestand zeigt sich ein

sehr ähnliches Bild wie beim Detailpunkt Balkonanschluss, mit dem Unterschied, dass sich im Bereich des Tramdeckenanschlusses zusätzlich Kondensat in der Holzblockwand bzw. der Tramdecke bildet.

Der sanierte Detailpunkt zeigt wiederum eine deutliche Verbesserung und alle Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensats werden eingehalten. Im Bauteil kommt es ebenfalls zu keiner Bildung von Kondensat. Im Bereich des Rücksprungs der Holzblockwand im Obergeschoß wurde versucht, das freiliegende Steinmauerwerk so gut wie möglich zu dämmen, ohne die bestehende Bausubstanz zu verändern. Im Bereich der Mauerwerkskante entsteht hier, bedingt durch die Konstruktion, eine Wärmebrücke. Eine Optimierung könnte nur mit sehr aufwendigen Maßnahmen erreicht werden. Nichts desto trotz ist die Sanierung dieses Detailpunkts, ganzheitlich betrachtet, sehr positiv zu bewerten.

Für den betrachteten Detailpunkt Gewölbe, wurden für die Wände des Erdgeschoßes sowie des Obergeschoßes die erarbeiteten Sanierungsvorschläge aus Kapitel 5 angewendet. Bei der Betrachtung des Bestands wurden die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensats nicht eingehalten. Es kommt besonders im Bereich des Steinmauerwerks zu einer massiven Kondensatbildung im Bauteil. Für die ganzjährige Nutzung des Gebäudes ist eine Sanierung anzuraten, da sonst die betroffenen Bauteile, wie bereits zuvor beschrieben, auf lange Sicht Schaden nehmen. Die betrachteten Sanierungsvarianten stellen eine Lösung der Problematik dar. Das Mauerwerk muss unbedingt gegen aufsteigende Feuchtigkeit abgedichtet werden, um alle Feuchtequellen zu beseitigen.

Bei der Analyse des sanierten Detailpunktes wurde zwischen zwei Varianten unterschieden. Zum einen wurde der ungelüftete Dachraum über dem Wandrücksprung vollkommen mit Mineralwolle verfüllt. Zum anderen wurde eine 16 cm dicke Mineralwollendämmung an den Begrenzungsflächen zum Innenraum angebracht.

Auffallend hierbei war, dass bei der Variante mit der kompletten Verfüllung des Dachraumes Kondensat auftritt. Zudem konnte festgestellt werden, dass die Auswirkung dieser Dämmvariante auf die Innentemperatur nicht markant besser als die der zweiten, Sanierungsvariante ist. Somit wird die Variante mit nur teilweise gedämmtem Dachraum empfohlen.

Beim Bestand des Detailpunkts Anschluss des erdberührten Fußbodens der Bauernstube war gut ersichtlich, dass die meiste Wärme über das ungedämmte Steinmauerwerk entweicht, wohingegen das Erdreich im Bereich des Fußbodens dämmende Eigenschaften zeigt. Bei der Betrachtung des Bestandes wurden die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat nicht eingehalten. Es kommt im Steinmauerwerk zur Bildung von Kondensat. Für die ganzjährige Nutzung des Gebäudes ist eine Sanierung anzuraten, da wie bereits zuvor beschrieben die betroffenen Bauteile auf lange Sicht Schaden nehmen. Die betrachteten Sanierungsvarianten stellen eine Lösung der Problematik da. Das muss Mauerwerk unbedingt gegen Aufsteigende abgedichtet werden um alle Feuchtequellen zu beseitigen.

Bei der Sanierung wurde zwischen einem teilsanierten Zustand und einer vollsanierten Variante unterschieden. Bei der teilsanierten Variante wurden nur Maßnahmen an der Fassade betrachtet. Die hygrothermischen Untersuchungen zeigen, dass bereits bei der teilsanierten Variante die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat eingehalten werden. Bei der vollständig sanierten Variante wird zusätzlich zur Sanierung der Fassade ein neuer Bodenaufbau hinzugefügt. Hier verbessert sich die Oberflächentemperatur nochmals geringfügig im Vergleich zur teilsanierten Variante. Aufgrund der Zusammensetzung des vorhandenen Bodenaufbaus wird empfohlen, die vollständige sanierte Variante vorzuziehen. Bei beiden Varianten kommt es zu keinem Kondensat im Bauteil.

Als fünfter Detailpunkt wird der Anschluss der Tramdecke über dem Erdkeller untersucht. Bei der Betrachtung des Bestandes werden die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat an den betrachteten Stellen nicht eingehalten. Es würde, wie bereits zuvor beschrieben, zur Bildung von Schimmel und Oberflächenkondensat an den Bauteilen, sowie Kondensat im Bauteil kommen welches im Laufe des Jahres nicht vollständig austrocknen kann. Dies würde langfristig zur Schädigung der Bauteile führen.

Für den Erdkeller wurde mittels Korrekturkoeffizienten lt. ÖNORM B8110-6 [10] ein eigenes Klima angesetzt.

Die Sanierungsmaßnahmen an der Fassade wurden gleich dem Detailpunkt Anschluss erdberührten Fußboden umgesetzt. Die Kellerdecke wurde mit Mineralwolle gedämmt und mit einer Untersicht aus Holzbrettern verkleidet. Es wurden zwei Varianten für die Sanierung in Betracht gezogen. Zum einen mit vollständig gedämmter Kellerwand zum anderen wurde die teilweise gedämmte Kellerwand. Hier hat sich ergeben, dass ein Dämmen der Kellerwand nur bis 60 cm unter der Geländeoberkante nötig ist, um die geforderten Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel bzw. Oberflächenkondensat einzuhalten sowie Kondensat im Bauteil zu vermeiden. Es wird zu der Variante mit nur teilgedämmter Kellerwand geraten, da sich der Arbeitsaufwand bei der Umsetzen der Maßnahmen an der Kellerwand erheblich verringert.

Abschließend wurde der Detailpunkt Dachanschluss untersucht. Für den unbelüfteten Dachraum wurde wiederum mittels Korrekturkoeffizienten nach ÖNORM B8110-6 [10] ein eigenes Klima angesetzt. Bei der Betrachtung des Bestandes wurden im Bereich des Fensteranschlusses die Grenzwerte für Kondensatbildung und Schimmel nicht eingehalten. Im Bereich des Überganges der Mineralwolle-Dämmung zum Sparren kommt es zu einer minimalen Kondensatbildung. Für diesen Bereich wurde das Glaserverfahren über ein ganzes Jahr geführt. Es konnte die problemlose Austrocknung des Kondensats nachgewiesen werden. Die Grenzwerte nach ÖNORM B8110-2 [7] werden eingehalten. Das anfallende Kondensat im Bauteil ist somit nicht problematisch.

Für den Dachanschluss wurde zwischen einer teilsanierten und einer vollständig sanierten Variante unterschieden. Bei der teilsanierten Variante wurden lediglich Sanierungsmaßnahmen an der Fassade vorgesehen. Bei der vollständig sanierten Variante wurde zusätzlich angedacht, den vorhandenen Hohlraum zwischen der Dippelbaumlage und der bereits gedämmten Tramlage mit Zellulose zu verfüllen. Bei der vollständig sanierten Variante ergeben sich nur geringfügig höhere Oberflächentemperaturen als bei der teilsanierten Variante. Bei beiden Varianten entsteht beim Übergang von der Dämmung zum Sparren Kondensat im Bauteil. Zusätzlich wurde der Schnitt neben den Sparren auch betrachtet, wo sich dasselbe Bild zeigte: Es entsteht ebenfalls Kondensat an der Grenzfläche von der Dämmung zur Rauschalung. Das Glaserverfahren wurde auf den Zeitraum eines Jahres ausgedehnt und nachgewiesen, dass die anfallende Kondensatmenge problemlos austrocknen kann. Zusätzlich wurde für eine Detailvariante auf Basis der DIN 4108 [33] mittels angesetzter Blockklimata ebenfalls der Nachweis der vollständigen Austrocknung geführt.

Im Monat Februar (2020) wurden für den Zeitraum einer Woche die tatsächlich vorherrschende Temperatur und Luftfeuchtigkeit für das Obergeschoß sowie für das Untergeschoß mittels zweier Datenlogger aufgezeichnet. Diese gemessenen Klimadaten wurden als Randbedingungen für eine hygrothermische Detailanalyse angesetzt. Für das Außenklima wurde das nach ÖNORM B8110-2 vorgegebene Klima für den Monat Februar verwendet.

Die hygrothermischen Untersuchungen ergaben, dass das Auftreten von Oberflächenkondensat oder Kondensat im Bauteil für keinen Detailpunkt zu erwarten ist. Für das Risiko von Schimmelbildung wurden die Grenzwerte zum Teil ein wenig unterschritten. Besonders bei den Fensteranschlüssen stellen sich sehr niedrige Temperaturen ein. Bei der Begehung konnte jedoch kein Auftreten von Schimmel objektiv festgestellt werden. Die Abweichung von der Simulation zum realen Zustand kann vielfältige Gründe haben. Eine genaue Ursache ist nur schwer zu bestimmen, da, wie in Kapitel 6.10.6 beschrieben, sehr viele Parameter das Ergebnis beeinflussen können.

## 7 Vergleich der Energieausweise "Bestand" zu "Sanierung"

### 7.1 Allgemeines

Auf Basis der in Kapitel 5 ausgearbeiteten Sanierungsmaßnahmen wurden erneut Energieausweise erstellt. Diese werden mit dem Bestandsenergieausweis auf Basis des Schichtaufbaus verglichen und die Ergebnisse im Anschluss bewertet.

### 7.2 Variante 1: Energieausweis mit sanierter Fassade

Für die Erstellung dieses Energieausweises wurden nur die Maßnahmen zur Sanierung der Fassade herangezogen. Die Bauteile des Bestandsenergieausweises auf Basis des Schichtaufbaus wurden mit den in Kapitel 5 beschriebenen Bauteilschichten ergänzt. Auf das Kalksteinmauerwerk wurde eine 16 cm dicke Wärmedämmung geklebt und anschließend eine armierte Spachtelung sowie eine Silikat-Putzschicht aufgebracht. Auf die Holzblockwand wurden zwei Lagen mit Mineralwollgedämmung mit jeweils 8 cm Dicke verarbeitet. Zwischen der Dämmung befinden sich 5/8er Latten in einem Achsabstand von 60 cm. Die äußerste Schicht bildet eine hinterlüftete, liegende Holzschalung.

Die Fenster wurden gegen moderne Fenster mit einer Wärmeschutzverglasung und Holzrahmen ausgetauscht. Die genauen Parameter des verwendeten Fensters sind ebenfalls in Kapitel 5 beschrieben.

Energieausweis	mittlerer U- Wert [W/m <sup>2</sup> K]	HWB <sub>Ref,SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	PEB <sub>SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	f <sub>GEE</sub> [-]
Schichtaufbau Bestand	0,97 (100%)	222,8 (100%)	441,1 (100%)	2,42 (100%)
Sanierung Variante 1	0,31 (-68%)	72,5 (-67%)	183 (-58%)	0,96 (-60%)

Tabelle 26: Vergleich Sanierungsvariante 1 mit Bestand

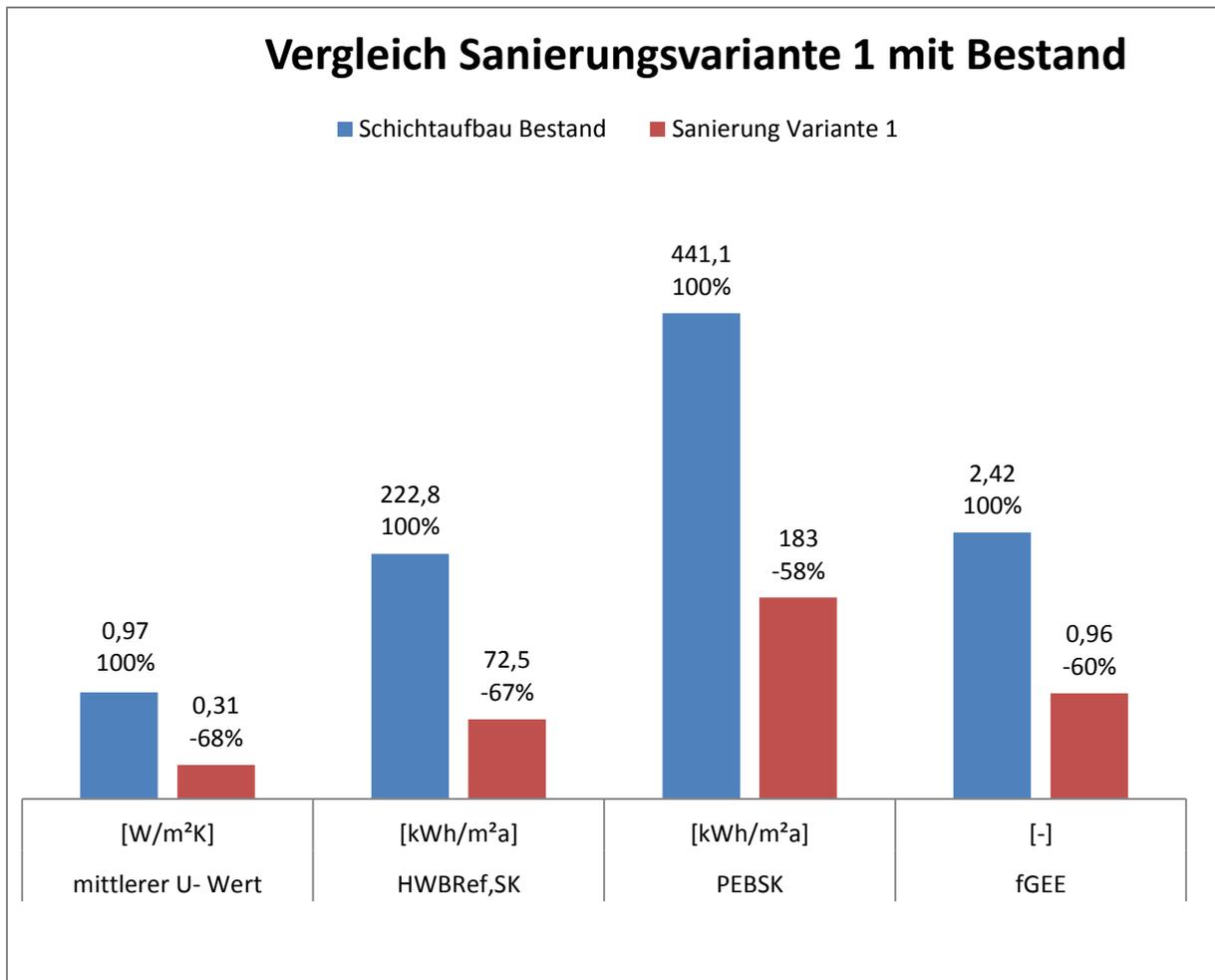


Abbildung 263: Vergleich Sanierungsvariante 1 mit Bestand

Der mittlere U-Wert des Gebäudes hat sich auf Grund der Fassadensanierung von 0,97 W/m²K auf 0,31 W/m²K verbessert. Dies bedeutet eine Verbesserung von 68 %.

Der standortbezogene Referenzheizwärmebedarf ist von 222,8 kWh/m²a auf 72,5 kWh/m²a gesunken, was einer Verbesserung von ca. 67 % entspricht und mit einer Steigerung in der Energieeffizienzskala von Klasse F auf Klasse C einhergeht.

Der Primärenergiebedarf hat sich von 441,1 kWh/m²a auf 183,0 kWh/m²a verbessert, dies entspricht einer Verbesserung von ca. 58 %. Auf der Energieeffizienzskala bedeutet dies eine Verbesserung von der schlechtesten Klasse G auf Klasse C.

Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor hat sich um ca. 60 %, von 2,42 auf 0,96, verbessert. Dies entspricht der Klasse B in der Energieeffizienzskala.

Energieausweis	mittlerer U-Wert [W/m <sup>2</sup> K]	HWB <sub>Ref,SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	PEB <sub>SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	f <sub>GEE</sub> [-]
Schichtaufbau Bestand	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Sanierung Variante 1	31,96%	32,54%	41,49%	39,67%

Tabelle 27: Vergleich Sanierungsvariante 1 mit Bestand prozentuelle Gegenüberstellung

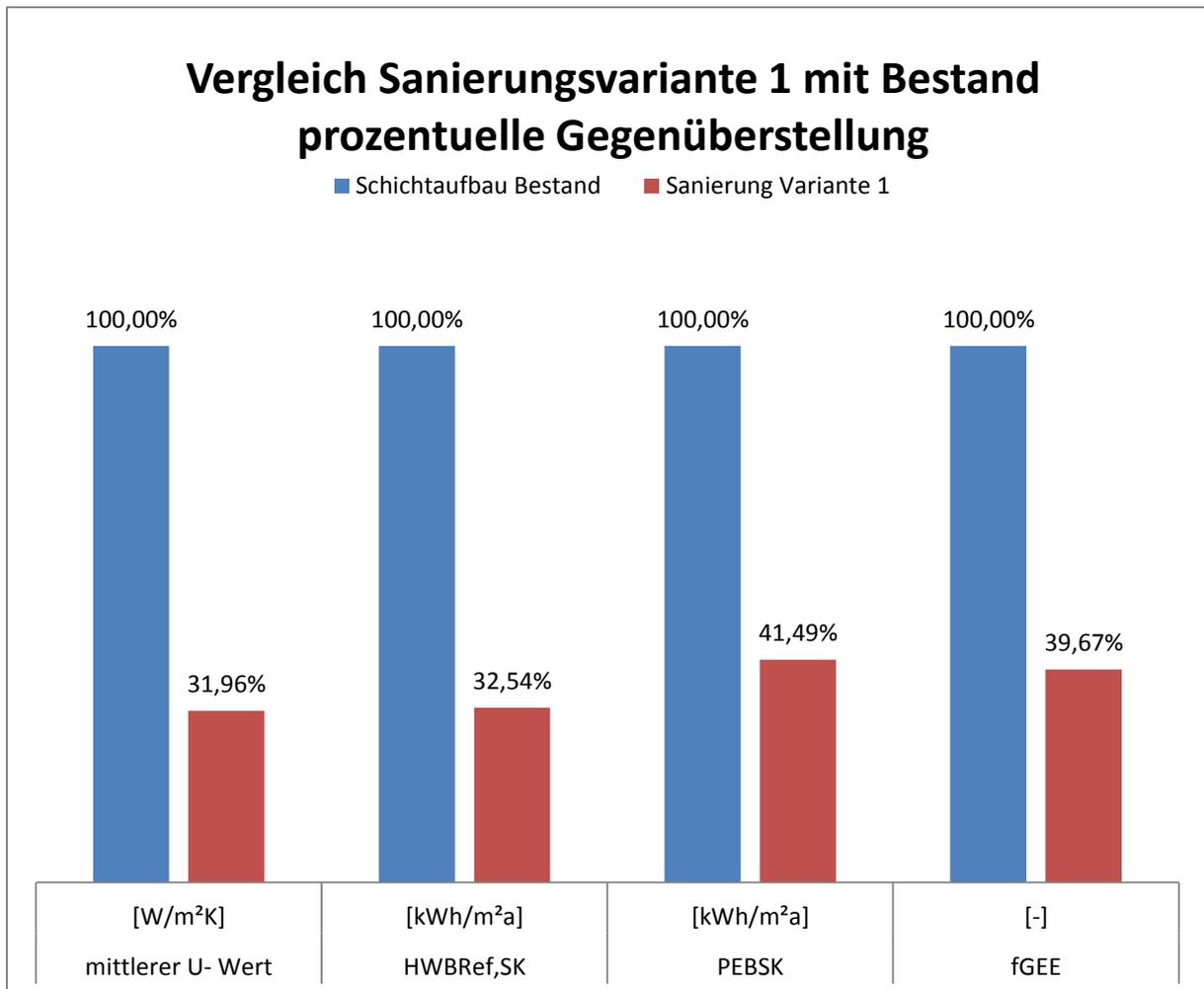


Abbildung 264: Vergleich Sanierungsvariante 1 mit Bestand prozentuelle Gegenüberstellung

### 7.3 Variante 2: Energieausweis mit sämtlichen Maßnahmen des Sanierungskonzepts

Zusätzlich zu den in Kapitel 6.2 angewendeten Sanierungsmaßnahmen an der Fassade werden hier die in Kapitel 5 beschriebenen Sanierungen wie der Austausch des erdberührten Fußbodens in der Bauernstube, das Dämmen der Kellerdecke zum Erdkeller sowie das Ausblasen von Hohlräumen in der obersten Geschosßdecke berücksichtigt.

Energieaus laut	mittlerer U- Wert [W/m <sup>2</sup> K]	HWB <sub>Ref,SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	PEB <sub>SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	f <sub>GEE</sub> [-]
Schichtaufbau Bestand	0,97 (100%)	222,8 (100%)	441,1 (100%)	2,42 100%
Sanierung Variante 1	0,31 (-68%)	72,5 (-67%)	183 (-58%)	0,96 (-60%)
Sanierung Variante 2	0,29 (-70%)	67,9 (-69%)	175,3 (-60%)	0,91 (-62%)

Tabelle 28: Vergleich Sanierungsvariante 1 und 2 mit Bestand

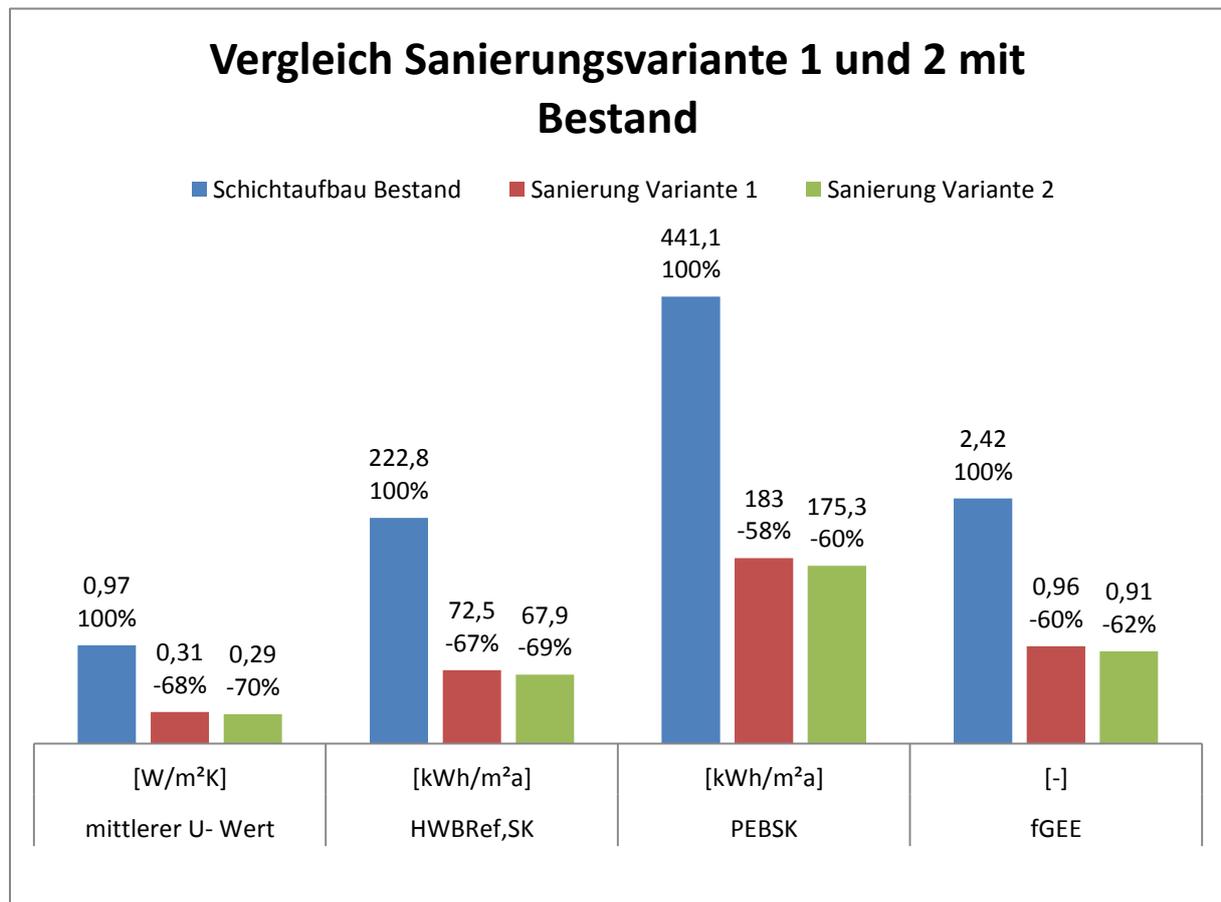


Abbildung 265: Vergleich Sanierungsvariante 1 und 2 mit Bestand

Vergleicht man diese Variante mit jener von zuvor, so wird ersichtlich, dass sich der mittlere U-Wert des Gebäudes von  $0,31 \text{ W/m}^2\text{K}$  auf  $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$  verbessert. Dies bedeutet eine relative Verbesserung von ca. 6 %. Bezogen auf den Bestand verbessert sich der mittlere U-Wert um 70 %.

Der Standortbezogene Referenzheizwärmebedarf verbessert sich im Vergleich zur Variante 1 von  $72,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  auf  $67,9 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ . Dies bedeutet eine relative Verbesserung von ca. 6 %. Verglichen mit dem Bestand bedeutet dies absolut gesehen eine Verbesserung von 69 %. Dies ergibt wie für die Variante 1 die Klasse C in der Energieeffizienzskala.

Beim Primärenergiebedarf ergibt sich eine Verbesserung von  $183,0 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  auf den errechneten Wert von  $175,3 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  (ca. 4 %) auf die Variante 1. Absolut gesehen verbessert sich der Primärenergiebedarf um ca. 60 % bezogen auf den Bestand. Dies ergibt, wie bereits bei Variante 1, die Klasse C in der Energieeffizienzskala.

Der Energieeffizienzfaktor hat sich gegenüber der Variante 1 wenig verändert und wurde von 0,96 auf 0,91 verbessert. Dies entspricht einer relativen Verbesserung von ca. 5 % und der Klasse B in der Energieeffizienzskala für beide Varianten. Absolut gesehen hat sich der Energieeffizienzfaktor um ca. 62 % im Vergleich Bestandsenergieausweis verbessert.

Energieausweis laut	mittlerer U- Wert [W/m <sup>2</sup> K]	HWB <sub>Ref,SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	PEB <sub>SK</sub> [kWh/m <sup>2</sup> a]	f <sub>GEE</sub> [-]
Schichtaufbau Bestand	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Sanierung Variante 1	31,96%	32,54%	41,49%	39,67%
Sanierung Variante 2	29,90%	30,48%	39,74%	37,60%
relative Verbesserung Variante 2 zu 1	+6,45%	+6,34%	+4,21%	+5,21%

Tabelle 29: Vergleich Sanierungsvarianten 1 und 2 mit Bestand prozentuelle Gegenüberstellung

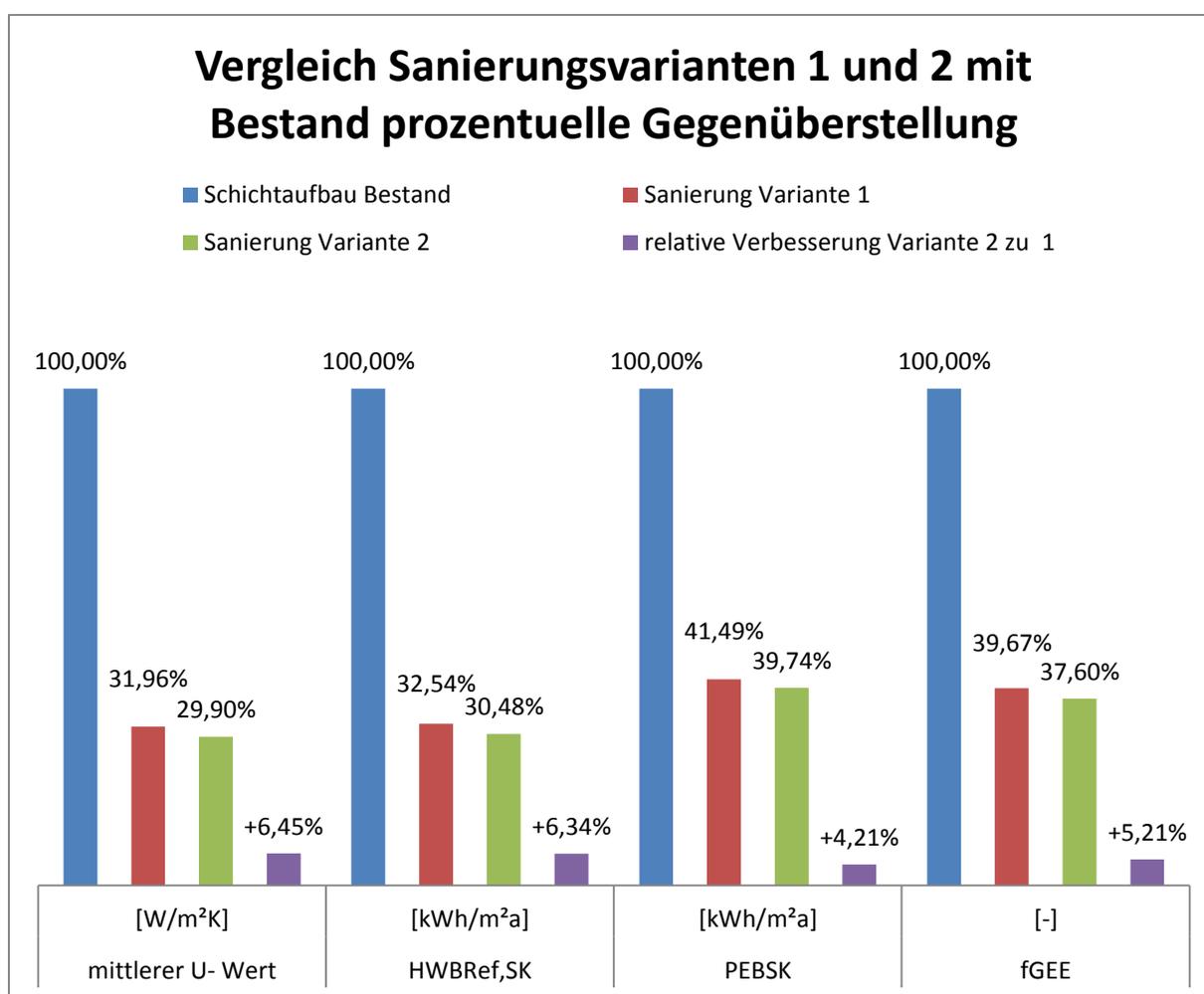


Abbildung 266: Vergleich Sanierungsvarianten 1 und 2 mit Bestand prozentuelle Gegenüberstellung

## 7.4 Bauteilvergleich Variante 1 mit Variante 2

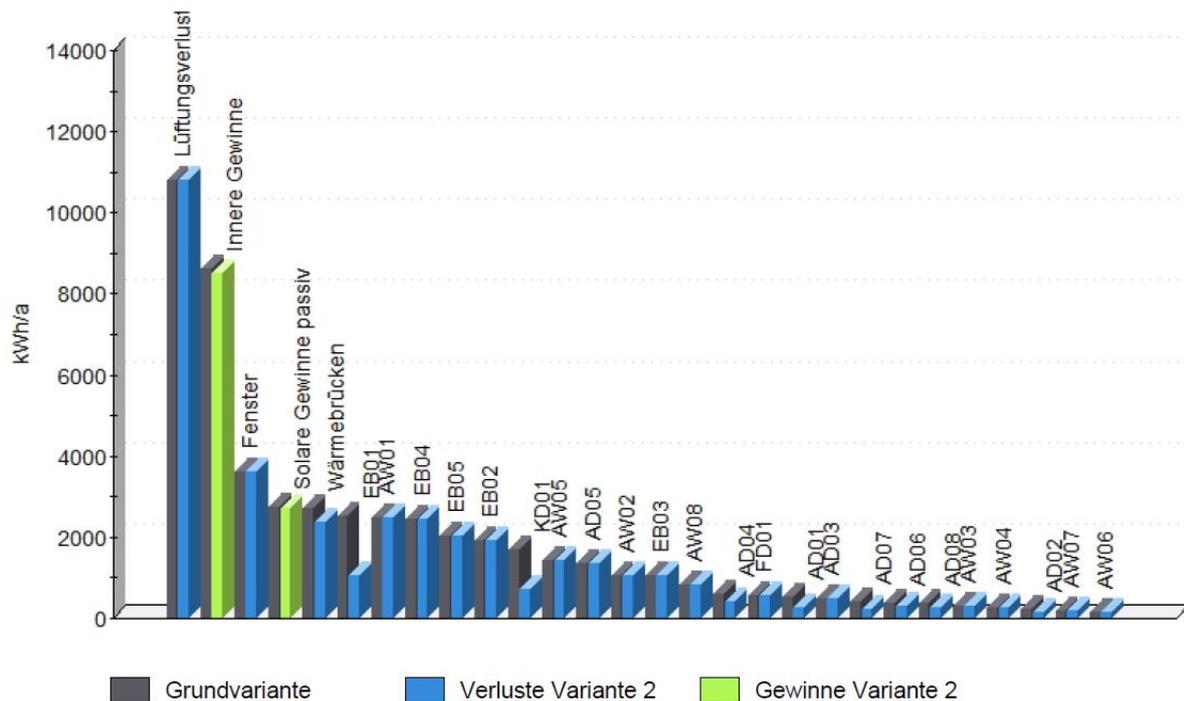


Abbildung 267: Bauteilvergleich Sanierungsvariante Variante 1 mit Variante 2

Stellt man die die Variante 1, bei der nur die Fassade des betrachteten Objektes einer wärmetechnischen Sanierung unterzogen wurde, der Variante 2 gegenüber, so ergeben sich für die unter Variante 2 zusätzlich sanierten Bauteile teils beachtliche Verbesserungen des jährlichen Energieverbrauchs. Das Programm GEQ [1] hat aufgrund des neuen Fußbodenaufbaues in der Bauernstube, eine Verbesserung von 57,8 % in Bezug auf den jährlichen Energieverlust berechnet. Durch die Dämmung der Tramdecke zum Erdkeller vermindert sich der Wärmeenergieverlust ebenfalls um ca. 58 %. Bei den Dippelbaumdecken oberhalb des Obergeschoßes ergeben sich durch das Einbringen der Zellulosedämmung in die unterschiedlich großen Hohlräume Verbesserungen von 17,2 % bis 47,8 % im Vergleich zur Variante 1.

Vergleicht man die zusätzlichen Sanierungsmaßnahmen der Variante 2 mit jenen von Variante 1, so wirken sich diese Verbesserungen im Gesamtkonzept aber nur geringfügig aus. Wie bereits unter Punkt 7.3 beschrieben, ergeben sich für die maßgebenden Werte des Energieausweises maximale Verbesserungen von 6 %.

Die von Variante 1 zu Variante 2 verbesserten Bauteile wurden in der nachfolgenden Tabelle 30 nochmals zusammengefasst und die von GEQ [1] errechneten absoluten Energieverluste der jeweiligen Variante wurden angegeben.

Die Vergleiche der einzelnen Sanierungsvarianten mit dem Bestand wurden dem Anhang beigelegt.

Nr.	Bauteil	Energieverlust Variante 1 [KWh/a]	Energieverlust Variante 2 [KWh/a]	Differenz [KWh/a]	Verbesserung [%]
EB01	Fußboden Bauernstube	2.508	1.059	1449	57,8
KD01	Tramdecke Erdkeller	1.711	718	993	58
AD04	Doppelbaumdecke Zimmer 3	619	418	201	32,5
AD01	Doppelbaumdecke Zimmer 1	524	278	246	46,9
AD07	Doppelbaumdecke Abstellraum	418	218	200	47,8
AD06	Doppelbaumdecke Zimmer 4	367	304	72	17,2
AD08	Doppelbaumdecke Zimmer 5	361	252	109	30,2
AD02	Doppelbaumdecke Zimmer 2/1	239	155	84	35,1
	Wärmebrücken	2.693	2376	317	12,1

Tabelle 30: Bauteilvergleich Sanierungsvariante 1 mit Variante 2

## 7.5 Zusammenfassung Vergleich der Energieausweis-Varianten

Wie in den vorherigen Punkten beschrieben wurde, wirken sich die Sanierungsmaßnahmen sehr positiv auf die Energieeffizienz des Gebäudes aus. Besonders die Sanierung der Fassade, welche die größte Effizienzsteigerung mit sich bringt. Betrachtet man die einzelnen Bauelemente genauer, so verringert sich der jährliche Energieverlust über die Natursteinwände sowie des Gesimses, das aufgrund der zurückspringenden Wände des Obergeschoßes vorhanden ist, um ca. 90 %. Der Austausch der verschiedenen Fenstertypen gegen ein modernes Holzfenster mit Isolierverglasung (3 Scheiben) verbessert die Energieeffizienz der Fenster um 58,2 %. Die verschiedenen Holzblockwände waren bereits zum Teil mit einer Innendämmung versehen und durch das zusätzliche Dämmen der Gebäudeaußenseite werden die jährlichen Energieverluste nochmals um 55 % bis zu 75 % verringert. Die entsprechenden Vergleiche der einzelnen Varianten mit dem Bestandsind dem Anhang beigelegt.

Die ergänzenden Maßnahmen, die bei Variante 2 zusätzlich zu den in Variante 1 bereits beinhalteten Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt wurden, bringen relativ gesehen ebenfalls hohe Verbesserungen der Energieeffizienz. So verringert sich durch den neuen Bodenaufbau in der Bauernstube sowie aufgrund der eingebrachten Dämmung zwischen den Holzbalken der Kellerdecke der jährliche Energieverlust dieser beider Bauteile um ca. 58 %. Bei den Dippelbaumdecken oberhalb des Obergeschoßes ergeben sich aufgrund des Einblasens von Zellulosedämmung ebenfalls Verbesserungen von 17,2 % bis 47,8 %.

Betrachtet man die Auswirkungen der durchgeführten Sanierungen auf den Energieausweis, so ergibt sich bei Variante 1 für den Standortbezogenen Heizwärmebedarf eine Verbesserung von 67 % und damit verbunden ein Aufstieg in der Energieeffizienzskala von Klasse F in Klasse C im Vergleich zum unsanierten Objekt. Der Primärenergiebedarf verbessert sich um 58 %. Dies bedeutet Klasse C anstelle von Klasse G auf der Energieeffizienzskala. Beim Energieeffizienzfaktor tritt sogar eine 60-prozentige Verbesserung im Vergleich zur unsanierten Variante ein, was zu einer Einstufung des Energieeffizienzfaktors in Klasse B auf der Energieeffizienzskala führt.

Für Variante 2, bei der zusätzlich noch weitere Sanierungen im Gebäudeinneren durchgeführt wurden, ergeben sich nur geringfügige Verbesserungen. Relativ gesehen verbessern sich die maßgebenden Werte des Energieausweises der Variante 2 zwischen 4 % und 6 % in Bezug auf Variante 1. Auch absolut gesehen tritt verglichen mit dem unsanierten Zustand nur mehr eine 2-prozentige Verbesserung gegenüber Variante 1 ein.

Es wird empfohlen, neben den Maßnahmen der Variante 1, zusätzlich die Decke zum erdberührten Keller zu dämmen. Der Fußboden in der Bauernstube sollte ebenfalls ausgetauscht werden, um eine ordentliche Abdichtung vor Feuchte zum anstehenden Erdreich herzustellen. Die Dippelbaumdecken im Obergeschoß wurden bereits in einer früheren Sanierungsmaßnahme gedämmt und besitzen somit bereits gute U-Werte. Das zusätzliche Einblasen der Zellulosedämmung wird aufgrund des entstehenden Aufwands im Vergleich zu der sich ergebenden Verbesserung nicht empfohlen.

## 8 Zusammenfassung

Diese Masterarbeit zeigt, welche Schritte bei der Bestandsanalyse eines historischen Bauernhauses notwendig sind, um ein fachgerechtes Sanierungskonzept zu erstellen.

Im Vorfeld wurden Bestandspläne gezeichnet. Durch Begutachtungen vor Ort und in Gesprächen mit dem Eigentümer konnte die Zusammensetzung der einzelnen Bauteile bestimmt werden. Aus den gesammelten Informationen wurde in Kapitel 3 ein Bauteilkatalog erstellt, in welchem die einzelnen Bauteile detailliert beschrieben wurden.

Mit dem Energieausweisprogramm GEQ [1] wurden sowohl die Temperatur- und auch die Dampfdiffusionsverläufe dargestellt.

Aufbauend auf dem in Kapitel 3 erstellten Bauteilkatalog wurde ein Basis-Bestandsenergieausweis erstellt. Aufgrund des umfangreichen Wissens des Besitzers bezüglich der Zusammensetzung jedes einzelnen Bauteils, bildet der Bestandsenergieausweis lt. Schichtaufbau jene Variante, die den Bestand am realistischsten abbildet. Darum dient dieser als Vergleich für drei weitere Bestandsenergieausweise, die auf Grundlage von Referenzwerten aus der ÖNORM B8110-8 [12], dem Handbuch für Energieberater [28] sowie der OIB-Richtlinie 6/2015 [4] erstellt wurden. Die Vergleiche der Bestandsenergieausweise zeigten, dass der Basis-Bestandsenergieausweis die besten Ergebnisse aufweist. Die schlechtesten Ergebnisse brachte der Bestandsenergieausweis lt. OIB-Richtlinie 6 [4]. Hier ergab sich eine maximale Abweichung der maßgebenden Werte von rund 26 %. Der Bestandsenergieausweis lt. den Referenzwerten des Handbuchs für Energieberater [28] brachte eine maximale Abweichung von 7 % und beim Bestandsenergieausweis auf Basis der Referenzwerte lt. ÖNORM B8110 8 [12] zeigte sich eine maximale Abweichung von 12 %.

Im Anschluss an die Bestandsanalyse wurde ein Sanierungskonzept entwickelt. Die ausgearbeiteten Sanierungsvarianten wurden so gestaltet, dass sie den nach OIB-Richtlinie 6/2015 [4] geltenden Ansprüchen genügen. Für die Wände des Untergeschoßes wurden drei Sanierungsvarianten miteinander verglichen.

Aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen und baupraktischer Aspekte fiel die Entscheidung schlussendlich auf einen klassischen Vollwärmeschutz. Für die Holzblockwände des Obergeschoßes wurden ebenfalls zwei Varianten miteinander verglichen. Hier sieht das Sanierungskonzept eine Ausführungsvariante mit Mineralwollgedämmung und hinterlüfteter Holzschalung vor. Für die Kellerwände wurde eine Sanierung mittels 10 cm dicken Perimeterdämmung angedacht.

Die alten Fenster sollten in dem erarbeiteten Sanierungskonzept durch ein modernes Holzfenster mit Isolierverglasung (3 Scheiben) ersetzt werden und für den erdberührten Fußboden in der Bauernstube wurde ein neuer Bodenaufbau konzipiert. Für die Kellerdecke sieht die angedachte Sanierungsvariante vor, zwischen den Balken Mineralwollgedämmung einzubringen.

Die U-Werte der Doppelbaumdecken des Obergeschoßes könnten durch eine Zellulosedämmung (zusätzlich zu der bereits vorhandenen Dämmung) noch verbessert werden.

Unter Kapitel 6 wurden sechs Detailpunkte ausgewählt, bei denen zweidimensionale, hygrothermische Berechnungen des Bestandes sowie von einer oder von mehreren Sanierungsvarianten mit HTflux [2] durchgeführt wurden. Dabei sind alle Varianten auf die Einhaltung der Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmelbildung bzw. des Auftretens von Oberflächenkondensat, sowie auf das Auftreten von Kondensat im Bauteilinneren überprüft worden. Die hygrothermischen Berechnungen haben für alle Detailpunkte ergeben, dass beim Bestand aufgrund der anzusetzenden Klimawerte nach Ö-Norm B8110-2 [7] die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmelbildung bzw. des Auftretens von Oberflächenkondensat nicht erfüllt werden. Für die sanierten Detailpunkte wurden die in Kapitel 5 erarbeiteten Maßnahmen umgesetzt. Es zeigte sich, dass durch das Dämmen der Bauteile die Oberflächentemperatur im Inneren deutlich ansteigt und die Grenzwerte zur Vermeidung des Risikos von Schimmel- bzw. Kondensatbildung somit erfüllt werden. Zudem bleiben die Bauteile im inneren frei von Kondensat. Lediglich beim Dachanschlussdetail wurden geringe Mengen von Kondensat nachgewiesen werden. In diesem Fall konnte die Austrocknung über den Lauf eines Jahres nachgewiesen werden.

Die hygrothermischen Untersuchungen der Bestandsdetailpunkte anhand der gemessenen Klimawerte im Gebäudeinneren ergaben, dass das Auftreten von Oberflächenkondensat oder Kondensat im Bauteil für keinen Detailpunkt zu erwarten ist. Für das Risiko von Schimmelbildung wurden die Grenzwerte zum Teil geringfügig unterschritten. Besonders bei den Fensteranschlüssen stellen sich sehr niedrige Temperaturen ein. Bei der Begehung vor Ort konnte kein Auftreten von Schimmel festgestellt werden. Die Abweichung von der Simulation zum realen Zustand kann vielfältige Gründe haben. Eine genaue Ursache ist nur schwer zu bestimmen, da, wie in Kapitel 6.10.6 beschrieben, sehr viele Parameter das Ergebnis beeinflussen.

Im letzten Schritt wurden die gewonnen Erkenntnisse aus den vorangegangenen Untersuchungen für zwei unterschiedliche Sanierungsvarianten umgesetzt und anhand von Energieausweisen untereinander sowie mit dem Bestand verglichen. Es zeigt sich, dass durch die erste Variante bei der nur Sanierungsmaßnahmen an der Fassade betrachtet wurden bereits erhebliche Verbesserungen bezüglich des Wärmeverlustes erreicht werden können. Vergleicht man die maßgebenden Werte des Energieausweises der Variante 1 mit dem Basis Bestandsenergieausweis so ergeben sich Verbesserungen von 58 bis 67%

In der zweiten Variante wurden zusätzlich zu den Maßnahmen aus Variante 1 im Gebäudeinneren thermische Sanierungsmaßnahmen betrachtet. Hier ergeben sich relativ gesehen auf die Variante 1 Verbesserungen von 4-6%. Absolut gesehen im Vergleich zum Ist-Zustand bringen die zusätzlichen Maßnahmen der Variante 2 nur mehr eine 2-prozentige Verbesserungen gegenüber der Variante 1.

Es wird empfohlen neben den Maßnahmen der Variante 1 zusätzlich die Decke zum erdberührten Keller zu dämmen. Der Fußboden in der Bauernstube sollte ebenfalls ausgetauscht werden um eine ordentliche Abdichtung vor Feuchte zum anstehenden Erdreich herstellen zu können. Die Dippelbaumdecken im Obergeschoß wurden bereits in einer früheren Sanierungsmaßnahme gedämmt und besitzen somit bereits gute U-Werte, das zusätzliche einblasen der Zellulosedämmung wird aufgrund des entstehenden Aufwands im Vergleich zu der sich ergebenden Verbesserung nicht empfohlen.

## 9 Ausblick

Die erstellte Masterarbeit erschafft einen Überblick, welche Aspekte bei der Betrachtung eines historischen Bauernhauses für eine fachgerechte Sanierung zu beachten sind und welche nach ökonomischen, bautechnischen, wirtschaftlichen und nicht zuletzt ökologischen Gesichtspunkten vertretbare bauliche Maßnahmen gesetzt werden können.

Keinesfalls aber stellt die vorliegende Arbeit den Anspruch, alle mit diesem Themenbereich verknüpfte Fachgebiete vertiefend behandelt zu haben, denn das würde den Rahmen einer solchen sprengen. Vielmehr lag der Fokus auf einigen ausgewählten Aspekten, die mit größtmöglicher Sorgfalt untersucht wurden.

Auf einige Erweiterungsmöglichkeiten sei in den nachfolgenden Zeilen hingewiesen.

Die hygrothermischen Berechnungen basieren in der vorliegenden Arbeit auf zweidimensionalen stationären Betrachtungen. Zusätzlich könnten diese Berechnungen auch auf eine dreidimensionale Ebene ausgedehnt werden. Ebenso wäre eine Betrachtung der Detailbereiche durch instationäre Simulationen empfehlenswert.

Weiterführende, interessante Themengebiete wären z. B. die in der ÖNORM B3355 [26] beschriebenen fachgerechten Abdichtungsmaßnahmen, die getroffen werden können, um das Aufsteigen von Feuchtigkeit im Mauerwerk zu verhindern. Da beim vorliegenden Gebäude einige erdberührte Steinmauern vorhanden sind, hätten zusätzliche hygrothermische Berechnungen speziell für diese Bereiche angestellt werden können. In Kombination mit den in der ÖNORM B3355 [26] angeführten Abdichtungsmaßnahmen könnte man auch für dieses Mauerwerk eine Sanierungsvariante vorschlagen.

Diese und eine Vielzahl von anderen Sanierungsvarianten könnten noch erarbeitet werden, beispielsweise verschiedene Innendämmungsvarianten. Interessant könnte auch sein, ein Gesamtkonzept zu erarbeiten, das sich gänzlich auf den Einsatz von ökologischen, eventuell sogar weitestgehend regionalen, Baustoffen spezialisiert.

Des Weiteren könnten Vergleiche zu modernen Gebäuden gezogen, sowie ein Konzept zur kompletten Modernisierung erarbeitet werden.

Ein weiterführendes Themengebiet ist die Erneuerung des veralteten Heizungssystems und der gesamten Haustechnik, verbunden mit den Auswirkungen auf die Erstellung eines Energieausweises. Zudem könnte eine Berechnung angestellt werden, wie sich die Kostenfaktoren Heizung und Technik auf einige Jahre gesehen entwickeln könnten und ob ein langfristiger Effekt der Kostensenkung erzielt werden kann.

## 10 Literaturverzeichnis

- [1] GEQ: Zehentmayer Energieausweis Software, Zehentmayer Software GmbH
- [2] Rüdiger D.: HTflux: Thermische und hygrothermische Simulation
- [3] URL:<https://www.htflux.com/de/documentation/beispiel-waermebruecke-tutorial/>,  
Zugriffsdatum: 12.12.2019
- [4] Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz, 2015.
- [5] Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB Richtlinie 6: Energieeinsparung und Wärmeschutz, 2019.
- [6] Kautsch P.: Bauphysik 1: Wärmeschutz & Feuchtigkeitsschutz, Vorlesungsunterlage Master-Ausbildung Bauingenieurwissenschaften, Graz, 2017.
- [7] ÖNORM B 8110-2:2003, Wärmeschutz im Hochbau – Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz
- [8] ÖNORM B 8110-2:2020, Wärmeschutz im Hochbau – Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz
- [9] ÖNORM B 8110-5:2011, Wärmeschutz im Hochbau – Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile
- [10] ÖNORM B 8110-6:2014, Wärmeschutz im Hochbau – Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren- Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- [11] ÖNORM B 8110-7:2013: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 7: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte
- [12] ÖNORM B 8110-8:2017: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 8: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte von Bauteilen
- [13] Land Salzburg :Sanieren Heute- Wegweiser zum niedrig Energiehaus  
URL: [https://www.salzburg.gv.at/energie\\_/Documents/sanieren\\_heute.pdf](https://www.salzburg.gv.at/energie_/Documents/sanieren_heute.pdf)  
Zugriffsdatum: 18.11.2019

- [14] Fachabteilung Energie und Wohnbau: Energieausweis erstellen/ Anleitung- Hinweise- Empfehlungen/ September 2018  
URL:[https://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11413602\\_82233481/5ba3ec45/2018-09-05%20Brosch%C3%BCre%20mit%20Deckblatt.pdf](https://www.technik.steiermark.at/cms/dokumente/11413602_82233481/5ba3ec45/2018-09-05%20Brosch%C3%BCre%20mit%20Deckblatt.pdf)  
Zugriffsdatum: 18.11.2019
- [15] ÖNORM A 6240-1:2018: Technische Zeichnungen für das Bauwesen- Teil 1: Allgemeines und Darstellungsgrundlagen für den Hochbau
- [16] ÖNORM A 6240-2:2018: Technische Zeichnungen für das Bauwesen- Teil 2: Kennzeichnung, Bemaßung und Darstellung
- [17] ÖNORM A 6250-1:2016: Aufnahme und Dokumentation von Bauwerken und Außenanlagen- Teil 1: Bestandsaufnahme
- [18] ÖNORM EN ISO 10077-1:2018: Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen -Berechnung des Wärmedurchgangs-koeffizienten-Teil 1: Allgemeines
- [19] ÖNORM EN ISO 10077-2:2018: Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen -Berechnung des Wärmedurchgangs-koeffizienten-Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen
- [20] ÖNORM EN ISO 10211: Wärmebrücken im Hochbau- Wärmeströme und Oberflächentemperaturen- Detaillierte Berechnung
- [21] ÖNORM EN ISO 13788:2013, Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen- Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren\_ Berechnungsverfahren
- [22] Preisliste Pavatex 2019  
URL:[https://www.pavatex.de/uploads/tx\\_sbdownloader/PAVATEX\\_Preisliste\\_2019.pdf](https://www.pavatex.de/uploads/tx_sbdownloader/PAVATEX_Preisliste_2019.pdf)  
Zugriffsdatum: 30.01.2020
- [23] Preisliste Baunit 2020  
URL:<https://baunit.at/service/preisliste-folder>  
Zugriffsdatum: 30.01.2020
- [24] Preisliste Isover 2019  
URL:[https://www.cbergmann.at/download/index.php?file=/upload/de\\_partner/de\\_partner.00000385.download1.pdf](https://www.cbergmann.at/download/index.php?file=/upload/de_partner/de_partner.00000385.download1.pdf)  
Zugriffsdatum: 01.02.2020

- [25] URL:<https://www.roefix.at/Unternehmen/Aktuelles/Produktinfos/ROeFIX-Aerogel-Hochleistungsdaemmsystem>  
Zugriffsdatum: 08.02.2020
- [26] ÖNORM B 3355:2017, Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk- Bauwerksdiagnose, Planungsgrundlagen, Ausführungen und Überwachung
- [27] ÖNORM EN 15026:2007, Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen - Bewertung der Feuchteübertragung durch numerische Simulation
- [28] Joanneum Reasearch, Institut für Energieforschung: Handbuch für Energieberater, Ausgabe Jänner 1994
- [29] URL: <https://www.energieausweis.at/energieausweis-informationen.htm>  
Zugriffsdatum: 08.02.2020
- [30] Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB Richtlinie 6, Leitfadens: Energietechnisches Verhalten von Gebäuden, 2015.
- [31] Austrotherm Preisliste 2019  
URL: <https://www.austrotherm.at/wissen/news/neue-austrotherm-preisliste-gueltig-ab-132019>  
Zugriffsdatum: 08.02.2020
- [32] ÖNORM B5320: 2017, Einbau von Fenstern und Türen in Wände Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster-/Türanschlusses
- [33] DIN 4108:2006- Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden
- [34] ÖNORM EN 13370: 2008 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden- Wärmeübertragung über das Erdreich- Berechnungsverfahren
- [35] ÖNORM EN ISO10456:2010, Baustoffe und Bauprodukte- Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften- Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte
- [36] Österreichisches Institut für Bautechnik: OIB Richtlinie 5: Schallschutz, 2015.

- [37] WKO: Leitfaden zum richtigen Umgang mit Baurestmassen auf Baustellen, 2018  
URL: <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/broschuere-baurestmassen.pdf>  
Zugriffsdatum: 10.02.2020
- [38] Statistik Austria: Immobiliendurchschnittspreise, 2018: Baugrundstücke Häuser und Wohnungen in Wien und Westösterreich am teuersten  
URL: [https://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/wirtschaft/preise/immobilien\\_durchschnittspreise/index.html](https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/preise/immobilien_durchschnittspreise/index.html)  
Zugriffsdatum: 12.02.2020
- [39] Bundesdenkmalamt: Verordnung St.Johann im Pongau, 2005:  
URL: <https://bda.gv.at/denkmalverzeichnis/#verordnungen-salzburg>  
Zugriffsdatum: 03.03.2020
- [40] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Chancen für den Altbau, Gute Beispiele im Stadtumbau Ost  
URL: [https://www.staedtebaufoerderung.info/StBauF/SharedDocs/Publikationen/StBauF/StadtumbauOst/ChancenAltbau.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.staedtebaufoerderung.info/StBauF/SharedDocs/Publikationen/StBauF/StadtumbauOst/ChancenAltbau.pdf?__blob=publicationFile&v=2)  
Zugriffsdatum: 08.03.2020
- [41] BINE Informationsdienst, Fenster optimal Einbau, Projekt Info 10/03  
URL: [http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Projekt-Infos/2003/Projekt-Info\\_10-2003/projekt\\_1003\\_internetx\\_aktuell.pdf](http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Projekt-Infos/2003/Projekt-Info_10-2003/projekt_1003_internetx_aktuell.pdf)  
Zugriffsdatum: 10.03.2020

## 11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bauernhaus von außen.....	4
Abbildung 2: EW01 Aufbau .....	9
Abbildung 3: EW01 Temperatur .....	9
Abbildung 4: EW01 Diffusion .....	9
Abbildung 5: EW01 Materialkennwerte.....	10
Abbildung 6: AW01 Aufbau .....	11
Abbildung 7: AW01 Temperatur .....	11
Abbildung 8: AW01 Diffusion .....	11
Abbildung 9: AW01 Materialkennwerte.....	12
Abbildung 10: AW02 Aufbau.....	13
Abbildung 11: AW02 Temperatur .....	13
Abbildung 12: AW03 Diffusion .....	13
Abbildung 13: AW02 Materialkennwerte .....	14
Abbildung 14: AW03 Aufbau.....	15
Abbildung 15: AW03 Temperatur .....	15
Abbildung 16: AW03 Diffusion .....	15
Abbildung 17: AW03 Materialkennwerte .....	16
Abbildung 18: AW04 Aufbau.....	17
Abbildung 19: AW04 Temperatur .....	17
Abbildung 20: AW04 Diffusion .....	17
Abbildung 21: AW04 Materialkennwerte .....	18
Abbildung 22: AW05 Aufbau.....	19
Abbildung 23: AW05 Temperatur .....	19
Abbildung 24: AW05 Diffusion .....	19
Abbildung 25: AW05 Materialkennwerte .....	20
Abbildung 26: AW06 Aufbau.....	21
Abbildung 27: AW06 Temperatur .....	21
Abbildung 28: AW06 Diffusion .....	21
Abbildung 29: AW06 Materialkennwerte .....	22
Abbildung 30: AW07 Aufbau.....	23
Abbildung 31: AW07 Temperatur .....	23
Abbildung 32: AW07 Diffusion .....	23
Abbildung 33: AW07 Materialkennwerte .....	24
Abbildung 34: AW08 Aufbau.....	25
Abbildung 35: AW08 Temperatur .....	25
Abbildung 36: AW08 Diffusion .....	25
Abbildung 37: AW08 Materialkennwerte .....	26
Abbildung 38: EK01 Aufbau.....	27

Abbildung 39: EK01 Temperatur .....	27
Abbildung 40: EK01 Diffusion .....	27
Abbildung 41: EK01 Materialkennwerte .....	28
Abbildung 42: EB01 Aufbau .....	29
Abbildung 43: EB01 Temperatur .....	29
Abbildung 44: EB01 Diffusion .....	29
Abbildung 45: EB01 Materialkennwerte .....	30
Abbildung 46: EB02 Aufbau .....	31
Abbildung 47: EB02 Temperatur .....	31
Abbildung 48: EB02 Diffusion .....	31
Abbildung 49: EB02 Materialkennwerte .....	32
Abbildung 50: EB03 Aufbau .....	33
Abbildung 51: EB03 Temperatur .....	33
Abbildung 52: EB03 Diffusion .....	33
Abbildung 53: EB03 Materialkennwerte .....	34
Abbildung 54: EB04 Aufbau .....	35
Abbildung 55: EB04 Temperatur .....	35
Abbildung 56: EB04 Diffusion .....	35
Abbildung 57: EB04 Materialkennwerte .....	36
Abbildung 58: EB05 Aufbau .....	37
Abbildung 59: EB05 Temperatur .....	37
Abbildung 60: EB05 Diffusion .....	37
Abbildung 61: EB05 Materialkennwerte .....	38
Abbildung 62: KD01 Aufbau .....	39
Abbildung 63: KD01 Temperatur .....	39
Abbildung 64: KD01 Diffusion .....	39
Abbildung 65: KD01 Materialkennwerte .....	40
Abbildung 66: ZD01 Aufbau .....	41
Abbildung 67: ZD01 Temperatur .....	41
Abbildung 68: ZD01 Diffusion .....	41
Abbildung 69: ZD01 Materialkennwerte .....	42
Abbildung 70: ZD02 Aufbau .....	43
Abbildung 71: ZD02 Temperatur .....	43
Abbildung 72: ZD02 Diffusion .....	43
Abbildung 73: ZD02 Materialkennwerte .....	44
Abbildung 74: ZD03 Aufbau .....	45
Abbildung 75: ZD03 Temperatur .....	45
Abbildung 76: ZD03 Diffusion .....	45
Abbildung 77: ZD03 Materialkennwerte .....	46
Abbildung 78: ZD04 Aufbau .....	47

Abbildung 79: ZD04 Temperatur .....	47
Abbildung 80: ZD04 Diffusion .....	47
Abbildung 81: ZD04 Materialkennwerte .....	48
Abbildung 82: ZD05 Aufbau.....	49
Abbildung 83: ZD05 Temperatur .....	49
Abbildung 84: ZD05 Diffusion .....	49
Abbildung 85: ZD05 Materialkennwerte .....	50
Abbildung 86: ZD06 Aufbau.....	51
Abbildung 87: ZD06 Temperatur .....	51
Abbildung 88: ZD06 Diffusion .....	51
Abbildung 89: ZD06 Materialkennwerte .....	52
Abbildung 90: AD01 Aufbau .....	53
Abbildung 91: AD01 Temperatur .....	53
Abbildung 92: AD01 Diffusion.....	53
Abbildung 93: AD01 Materialkennwerte.....	54
Abbildung 94: AD02 Aufbau .....	55
Abbildung 95: AD02 Temperatur .....	55
Abbildung 96: AD02 Diffusion.....	55
Abbildung 97: AD02 Materialkennwerte.....	56
Abbildung 98: AD03 Aufbau .....	57
Abbildung 99: AD03 Temperatur .....	57
Abbildung 100: AD03 Diffusion.....	57
Abbildung 101: AD03 Materialkennwerte.....	58
Abbildung 102: AD04 Aufbau .....	59
Abbildung 103: AD04 Temperatur .....	59
Abbildung 104: AD04 Diffusion.....	59
Abbildung 105: AD04 Materialkennwerte.....	60
Abbildung 106: AD05 Aufbau .....	61
Abbildung 107: AD05 Temperatur .....	61
Abbildung 108: AD05 Diffusion.....	61
Abbildung 109: AD05 Materialkennwerte.....	62
Abbildung 110: AD06 Aufbau .....	63
Abbildung 111: AD06 Temperatur .....	63
Abbildung 112: AD06 Diffusion.....	63
Abbildung 113: AD06 Materialkennwerte.....	64
Abbildung 114: AW07 Aufbau.....	65
Abbildung 115: AD07 Temperatur .....	65
Abbildung 116: AD07 Diffusion.....	65
Abbildung 117: AD07 Materialkennwerte.....	66
Abbildung 118: AW08 Aufbau.....	67

Abbildung 119: AD08 Temperatur .....	67
Abbildung 120: AD08 Diffusion.....	67
Abbildung 121: AD08 Materialkennwerte.....	68
Abbildung 122: FD01 Materialkennwerte.....	69
Abbildung 123: Typ 1 Isolierglasfester (2 Scheiben).....	70
Abbildung 124: Typ 2 Verbundfenster (2 Scheiben) .....	71
Abbildung 125: Typ 3 Holzrahmenfenster (2 Scheiben).....	72
Abbildung 126: Typ 4 Fenster (Einzelscheibe) .....	73
Abbildung 127: Typ 5 Balkontüre (Verbundfenster) .....	74
Abbildung 128: Erdanliegende Fußböden lt. HfEb [28] .....	76
Abbildung 129: Erdanliegende Wände lt. HfEb [28] .....	77
Abbildung 130: Außenwände lt. HfEb [28] .....	77
Abbildung 131: Decken zu nicht beheizbaren Keller lt. HfEb [28] .....	78
Abbildung 132: Decken zu nicht beheizbarem Dachraum lt. HfEb [28].....	78
Abbildung 133: U- und g- Werte von Fenstern in Bestand lt. HfEb [28].....	79
Abbildung 134: Natursteinmauerwerk lt. ÖNORM B8110-8 [12] .....	80
Abbildung 135: Gewölbe lt. ÖNORM B8110-8 [12].....	81
Abbildung 136: Deckenaufbauten lt. ÖNORM B8110-8 [12] .....	82
Abbildung 137: Fenster lt. ÖNORM B8110-8 [12].....	83
Abbildung 138: Kennwerte lt. OIB6/2015 [4].....	84
Abbildung 139: Anforderungen Referenzklima .....	89
Abbildung 140: Anforderungen (Referenzklima), $HWB_{Ref,RK} / HWB_{RK} / E/LEB_{RK} / f_{GEE}$ , Abweichung in % vom Schichtaufbau.....	90
Abbildung 141: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), $HWB_{Ref,SK}, HWB_{SK}, WWB, HEB_{SK}$ .....	92
Abbildung 142: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), Abweichung in % vom Schichtaufbau .....	93
Abbildung 143: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), $e_{AWZ,Hr}, HHSB, EEB_{SK}, PEB_{SK}$ .....	95
Abbildung 144: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), $e_{AWZ,Hr}, HHSB, EEB_{SK}, PEB_{SK}$ , Abweichung in % vom Schichtaufbau.....	96
Abbildung 145: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), ( $PEB_{n.ern.,SK}, PEB_{ern.,SK}, CO2_{SK}, f_{GEE}$ ).....	98
Abbildung 146: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), $PEB_{n.ern.,SK}, PEB_{ern.,SK}, CO2_{SK}, f_{GEE}$ , Abweichung in % vom Schichtaufbau.....	99
Abbildung 147: Zusammenhang zwischen Dicke der Dämmung und Energieverbrauch [6].....	104
Abbildung 148: Natursteinmauerwerk mit EPS-Dämmung.....	107
Abbildung 149: Natursteinmauerwerk mit Aerogel-Dämmputz.....	109
Abbildung 150: Natursteinmauerwerk mit Thermoputz .....	111
Abbildung 151: Holzblockwand mit Mineralwollendämmung.....	113
Abbildung 152: Holzblockwand mit Holzfaserdämmplatten.....	115
Abbildung 153: Preisaufstellung Pavatex Pavatherm Holzfaserdämmplatten .....	116
Abbildung 154: Erdberührter Fußboden Bauernstube neu.....	119
Abbildung 155: Kellerwände mit 10 cm XPS-Dämmung .....	120

Abbildung 156: Dippelbaumdecke mit zusätzlicher Zellulosedämmung .....	121
Abbildung 157: Tramdecke Erdkeller mit Mineralwollgedämmung .....	122
Abbildung 158: Aufbau Erdkörper .....	133
Abbildung 159: Balkonanschlussdetail Bestand.....	134
Abbildung 160: Temperaturverteilung Balkonanschluss Bestand .....	135
Abbildung 161: Wärmestrom Balkonanschluss Bestand.....	135
Abbildung 162: Feuchteverteilung Balkonanschluss Bestand .....	135
Abbildung 163: Dampfdiffusionsstrom Balkonanschluss Bestand.....	135
Abbildung 164: Balkonanschluss saniert .....	136
Abbildung 165: Temperaturverteilung Balkonanschluss saniert.....	137
Abbildung 166: Wärmestrom Balkonanschluss saniert .....	137
Abbildung 167: Feuchteverteilung Balkonanschluss saniert .....	137
Abbildung 168: Dampfdiffusionsstrom Balkonanschluss saniert .....	137
Abbildung 169: Materialansicht Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,035 W/mK) .....	138
Abbildung 170: Feuchteverteilung Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,035 W/mK).....	138
Abbildung 171: Materialansicht Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,030 W/mK) .....	138
Abbildung 172: Feuchteverteilung Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,030 W/mK).....	138
Abbildung 173: Materialansicht Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,030 W/mK) und versetzter Lattung .....	138
Abbildung 174: Feuchteverteilung Fensteranschluss mit Dämmkeil (0,030 W/mK) und versetzter Lattung .....	138
Abbildung 175: Tramdeckenanschluss Bestand .....	139
Abbildung 176: Temperaturverteilung Tramdeckenanschluss Bestand.....	140
Abbildung 177: Wärmestrom Tramdeckenanschluss Bestand .....	140
Abbildung 178: Feuchteverteilung Tramdeckenanschluss Bestand .....	140
Abbildung 179: Dampfdiffusionsstrom Tramdeckenanschluss Bestand .....	140
Abbildung 180: Tramdeckenanschluss saniert .....	141
Abbildung 181: Temperaturverteilung Tramdeckenanschluss saniert .....	142
Abbildung 182: Wärmestrom Tramdeckenanschluss saniert .....	142
Abbildung 183: Feuchteverteilung Tramdeckenanschluss saniert .....	142
Abbildung 184: Dampfdiffusionsstrom Tramdeckenanschluss saniert .....	142
Abbildung 185: Gewölbe Bestand .....	143
Abbildung 186: Temperaturverteilung Gewölbe Bestand .....	144
Abbildung 187: Wärmestrom Gewölbe Bestand .....	144
Abbildung 188: Feuchteverteilung Gewölbe Bestand .....	144
Abbildung 189: Dampfdiffusionsstrom Gewölbe Bestand .....	144
Abbildung 190: Gewölbe saniert mit teilgedämmtem Dachraum.....	145
Abbildung 191: Temperaturverteilung Gewölbe saniert teilgedämmter Dachraum.....	146
Abbildung 192: Wärmestrom Gewölbe saniert teilgedämmter Dachraum .....	146
Abbildung 193: Feuchteverteilung Gewölbe saniert teilgedämmter Dachraum .....	146
Abbildung 194: Dampfdiffusionsstrom Gewölbe saniert teilgedämmter Dachraum .....	146

Abbildung 195: Gewölbe saniert mit vollständig gedämmten Dachraum.....	147
Abbildung 196: Temperaturverteilung Gewölbe saniert vollständig gedämmter Dachraum.	148
Abbildung 197: Wärmestrom Gewölbe saniert vollständig gedämmter Dachraum .....	148
Abbildung 198: Feuchteverteilung Gewölbe saniert vollständig gedämmter Dachraum .....	148
Abbildung 199: Dampfdiffusionsstrom Gewölbe saniert vollständig gedämmter Dachraum	148
Abbildung 200: Temperaturverteilung mit Hohlraum ohne Sparren.....	149
Abbildung 201: Feuchteverteilung mit Hohlraum ohne Sparren .....	149
Abbildung 202: Temperaturverteilung ohne Hohlraum ohne Sparren .....	149
Abbildung 203: Feuchteverteilung ohne Hohlraum ohne Sparren.....	149
Abbildung 204: Anschluss erdberührter Fußboden Bestand .....	150
Abbildung 205: Temperaturverteilung Anschluss erdberührter Fußboden Bestand .....	151
Abbildung 206: Wärmestrom Anschluss erdberührter Fußboden Bestand.....	151
Abbildung 207: Feuchteverteilung Anschluss erdberührter Fußboden Bestand .....	151
Abbildung 208: Feuchtestrom Anschluss erdberührter Fußboden Bestand .....	151
Abbildung 209: Anschluss erdberührter Fußboden teilsaniert.....	152
Abbildung 210: Temperaturverteilung Anschluss erdberührter Fußboden teilsaniert .....	153
Abbildung 211: Wärmestrom Anschluss erdberührter Fußboden teilsaniert.....	153
Abbildung 212: Feuchteverteilung Anschluss erdberührter Fußboden teilsaniert.....	153
Abbildung 213: Feuchtestrom Anschluss erdberührter Fußboden teilsaniert .....	153
Abbildung 214: Anschluss erdberührter Fußboden saniert .....	154
Abbildung 215: Temperaturverteilung Anschluss erdberührter Fußboden saniert.....	155
Abbildung 216: Wärmestrom Anschluss erdberührter Fußboden saniert .....	155
Abbildung 217: Feuchteverteilung Anschluss erdberührter Fußboden saniert .....	155
Abbildung 218: Feuchtestrom Anschluss erdberührter Fußboden saniert.....	155
Abbildung 219: Anschluss Kellerdecke Bestand .....	156
Abbildung 220: Temperaturverteilung Anschluss Kellerdecke Bestand .....	157
Abbildung 221: Wärmestrom Anschluss Kellerdecke Bestand.....	157
Abbildung 222: Feuchteverteilung Anschluss Kellerdecke Bestand.....	157
Abbildung 223: Dampfdiffusionsstrom Anschluss Kellerdecke Bestand.....	157
Abbildung 224: Anschluss Kellerdecke saniert mit vollständig gedämmter Kellerwand.....	158
Abbildung 225: Temperaturverteilung Anschluss Kellerdecke saniert vollständig. Kellerwand .....	159
Abbildung 226: Wärmestrom Anschluss Kellerdecke saniert vollständig. Kellerwand .....	159
Abbildung 227: Feuchteverteilung Anschluss Kellerdecke saniert vollständig. Kellerwand ..	159
Abbildung 228: Dampfstrom Anschluss Kellerdecke saniert vollständig. Kellerwand .....	159
Abbildung 229: Anschluss Kellerdecke saniert mit teilgedämmter Kellerwand.....	160
Abbildung 230: Temperaturverteilung Anschluss Kellerdecke saniert teilgedämmt.....	161
Abbildung 231: Wärmestrom Anschluss Kellerdecke saniert teilgedämmt .....	161
Abbildung 232: Feuchteverteilung Anschluss Kellerdecke saniert teilgedämmt .....	161
Abbildung 233: Dampfstrom Anschluss Kellerdecke saniert teilgedämmt .....	161
Abbildung 234: Dachanschluss Bestand .....	162

Abbildung 235: Temperaturverteilung Dachanschluss Bestand .....	163
Abbildung 236: Wärmestrom Dachanschluss Bestand .....	163
Abbildung 237: Feuchteverteilung Dachanschluss Bestand .....	163
Abbildung 238: Dampfdiffusionsstrom Dachanschluss Bestand .....	163
Abbildung 239: Dachanschluss teilsaniert .....	164
Abbildung 240: Temperaturverteilung Dachanschluss saniert .....	165
Abbildung 241: Wärmestrom Dachanschluss saniert.....	165
Abbildung 242: Feuchteverteilung Dachanschluss saniert.....	165
Abbildung 243: Dampfdiffusionsstrom Dachanschluss saniert.....	165
Abbildung 244: Dachanschluss saniert.....	166
Abbildung 245: Temperaturverteilung Dachanschluss saniert mit Zellulose.....	166
Abbildung 246: Wärmestrom Dachanschluss saniert mit Zellulose .....	166
Abbildung 247: Feuchteverteilung Dachanschluss saniert mit Zellulose .....	166
Abbildung 248: Dampfdiffusionsstrom Dachanschluss saniert mit Zellulose .....	166
Abbildung 249: Temperaturverteilung Dachanschluss saniert ohne Sparren .....	168
Abbildung 250: Feuchteverteilung Dachanschluss saniert ohne Sparren .....	168
Abbildung 251: Temperaturverteilung Dachanschluss saniert ohne Sparren mit Zellulose ..	168
Abbildung 252: Feuchteverteilung Dachanschluss saniert ohne Sparren mit Zellulose.....	168
Abbildung 253: Temperaturverteilung Balkonanschluss gemessenes Klima.....	171
Abbildung 254: Feuchteverteilung Balkonanschluss gemessenes Klima .....	171
Abbildung 255: Temperaturverteilung Tramdeckenanschluss gemessenes Klima.....	172
Abbildung 256: Feuchteverteilung Tramdeckenanschluss gemessenes Klima .....	172
Abbildung 257: Temperaturverteilung Gewölbe gemessenes Klima .....	173
Abbildung 258: Feuchteverteilung Gewölbe gemessenes Klima.....	173
Abbildung 259: Temperaturverteilung Anschluss Kellerdecke gemessenes Klima.....	174
Abbildung 260: Feuchteverteilung Anschluss Kellerdecke gemessenes Klima .....	174
Abbildung 261: Temperaturverteilung Anschluss erdberührter Fußboden gemessenes Klima .....	175
Abbildung 262: Feuchteverteilung Anschluss erdberührter Fußboden gemessenes Klima ..	175
Abbildung 263: Vergleich Sanierungsvariante 1 mit Bestand.....	182
Abbildung 264: Vergleich Sanierungsvariante 1 mit Bestand prozentuelle Gegenüberstellung .....	183
Abbildung 265: Vergleich Sanierungsvariante 1 und 2 mit Bestand.....	184
Abbildung 266: Vergleich Sanierungsvarianten 1 und 2 mit Bestand prozentuelle Gegenüberstellung .....	186
Abbildung 267: Bauteilvergleich Sanierungsvariante Variante 1 mit Variante 2 .....	187

## 12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: U-Werte zur Erstellung der Bestandsenergieausweise .....	86
Tabelle 2: Anforderungen Referenzklima.....	88
Tabelle 3: Anforderungen (Referenzklima), ( $HWB_{Ref,RK} / HWB_{RK} / E/LEB_{RK} / f_{GEE}$ ), Abweichung in % vom Schichtaufbau.....	90
Tabelle 4: Wärme und Energiebedarf (Standortklima), $HWB_{Ref,SK}, HWB_{SK}, WWWB, HEB_{SK}$ .....	91
Tabelle 5: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), $HWB_{Ref,RK}, HWB_{RK}, E/LEB_{RK}, f_{GEE}$ , Abweichung in % vom Schichtaufbau.....	93
Tabelle 6: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), $e_{AWZ,H}, HHSB, EEB_{SK}, PEB_{SK}$ .....	94
Tabelle 7: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), $e_{AWZ,H}, HHSB, EEB_{SK}, PEB_{SK}$ , Abweichung in % vom Schichtaufbau.....	96
Tabelle 8: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), $PEB_{n.ern.,SK}, PEB_{ern.,SK}, CO2_{SK}, f_{GEE}$ .....	97
Tabelle 9: Wärme- und Energiebedarf (Standortklima), $PEB_{n.ern.,SK}, PEB_{ern.,SK}, CO2_{SK}, f_{GEE}$ , .....	99
Tabelle 10: Mindestanforderung der Bauteile bei Einzelmaßnahmen .....	103
Tabelle 11: Zusammenhang Dämmungsdicke zu U-Wert.....	105
Tabelle 12: Kostenaufstellung Austrotherm EPS F-Plus Fassadendämmplatte .....	108
Tabelle 13: Kostenaufstellung Röfix FIXIT 222 Aerogel Hochleistungs-Dämmputz .....	110
Tabelle 14: Preisaufstellung Baunit Thermoputz extra.....	112
Tabelle 15: Preisaufstellung Isover ULTIMATE Universal Filz 35 .....	114
Tabelle 16: Raumseitiger Wärmedurchlasswiderstand für die Beurteilung der Tauwasserbildung im Bauteilinneren bzw. die Tauwasserbildung an Oberflächen von Fenstern und Türen [21] .....	118
Tabelle 17: Übersicht der Sanierungsmaßnahmen .....	124
Tabelle 18: Klimadaten Schimmelkriterium Monat Dezember .....	128
Tabelle 19: Klimadaten Kondensatkriterium Monat Jänner.....	128
Tabelle 20: $R_{se}/R_{si}$ für die Berechnung der Oberflächentemperatur, Tauwasser- bzw. Schimmelbildung an der Oberfläche.....	129
Tabelle 21: Wärmeübergangswiderstände zur Bestimmung des U-Werts .....	129
Tabelle 22: Grenzwerte für Schimmel und Oberflächenkondensat .....	130
Tabelle 23: Zusammensetzung Erdkörper .....	133
Tabelle 24: Klimadaten gemessen für den Monat Februar .....	170
Tabelle 25: Grenzwerte für Schimmel und Oberflächenkondensat Monat Februar .....	170
Tabelle 26: Vergleich Sanierungsvariante 1 mit Bestand.....	181
Tabelle 27: Vergleich Sanierungsvariante 1 mit Bestand prozentuelle Gegenüberstellung.	183
Tabelle 28: Vergleich Sanierungsvariante 1 und 2 mit Bestand .....	184
Tabelle 29: Vergleich Sanierungsvarianten 1 und 2 mit Bestand prozentuelle Gegenüberstellung .....	186
Tabelle 30: Bauteilvergleich Sanierungsvariante 1 mit Variante 2 .....	188

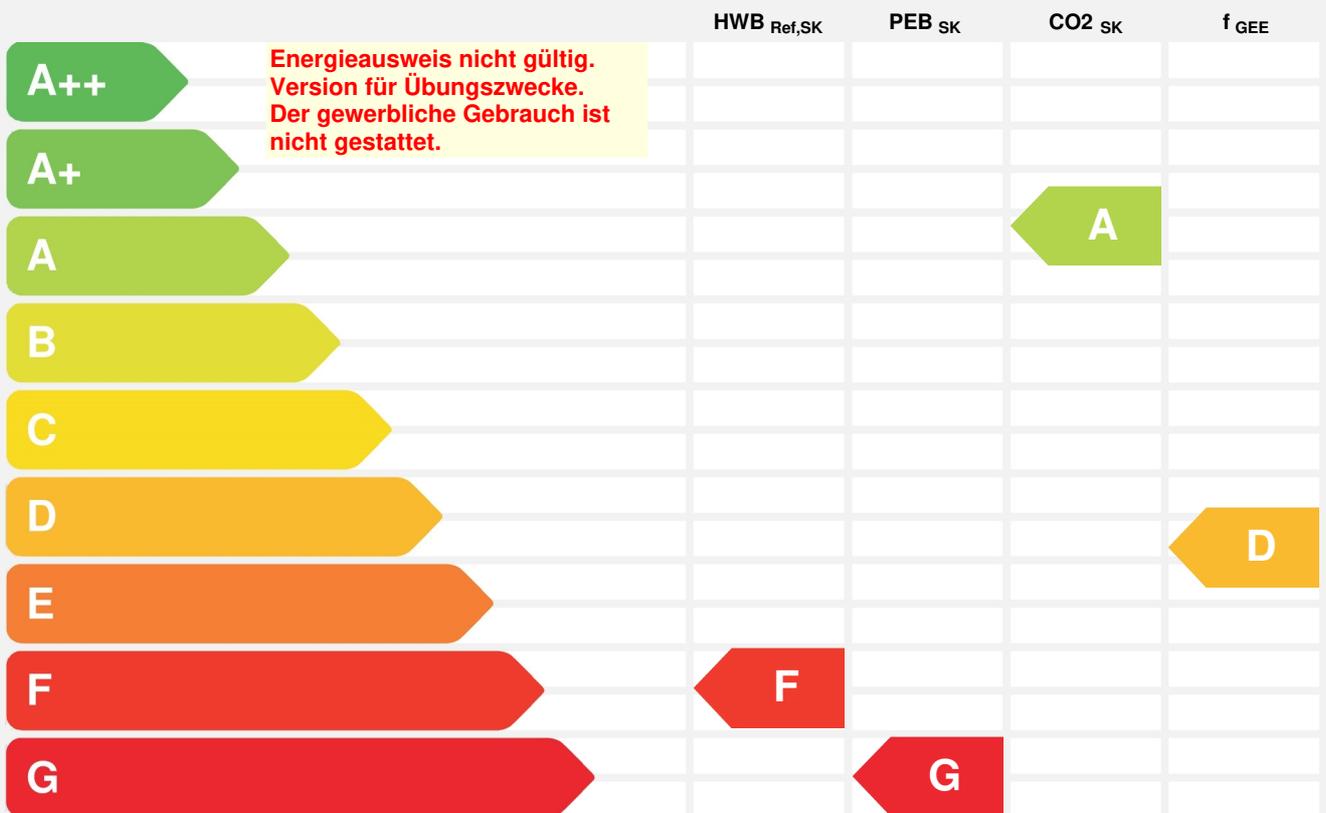
**13 Anhang**

# Energieausweis für Wohngebäude

**BEZEICHNUNG** Bauernhaus\_Masterarbeit\_Manuel Gschwandtner\_Schichtaufbau

Gebäude(-teil)		Baujahr	1550
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße	Grub 10	Katastralgemeinde	Grub
PLZ/Ort	5452 Pfarrwerfen	KG-Nr.	55504
Grundstücksnr.		Seehöhe	865 m

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



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

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

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

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

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

**f<sub>GEE</sub>:** Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

**PEB:** Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB<sub>ern.</sub>) und einen nicht erneuerbaren (PEB<sub>n.ern.</sub>) Anteil auf.

**CO<sub>2</sub>:** Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Vorketten.

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

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

# Energieausweis für Wohngebäude

## GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	391 m <sup>2</sup>	charakteristische Länge	1,52 m	mittlerer U-Wert	0,97 W/m <sup>2</sup> K
Bezugsfläche	313 m <sup>2</sup>	Heiztage	365 d	LEK <sub>T</sub> -Wert	82,7
Brutto-Volumen	1.122 m <sup>3</sup>	Heizgradtage	4642 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	738 m <sup>2</sup>	Klimaregion	ZA	Bauweise	mittelschwer
Kompaktheit (A/V)	0,66 1/m	Norm-Außentemperatur	-14,8 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

## ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	<b>k.A.</b>	HWB <sub>Ref,RK</sub>	162,7 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf		HWB <sub>RK</sub>	162,7 kWh/m <sup>2</sup> a
End-/Lieferenergiebedarf	<b>k.A.</b>	E/LEB <sub>RK</sub>	288,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	<b>k.A.</b>	f <sub>GEE</sub>	2,42
Erneuerbarer Anteil	<b>k.A.</b>		

## WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	87.183 kWh/a	HWB <sub>Ref,SK</sub>	222,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf	87.183 kWh/a	HWB <sub>SK</sub>	222,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Warmwasserwärmebedarf	4.998 kWh/a	WWWB	12,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf	143.766 kWh/a	HEB <sub>SK</sub>	367,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Energieaufwandszahl Heizen		e <sub>AWZ,H</sub>	1,56
Haushaltsstrombedarf	6.426 kWh/a	HHSB	16,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf	150.192 kWh/a	EEB <sub>SK</sub>	383,9 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	173.006 kWh/a	PEB <sub>SK</sub>	442,2 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	25.405 kWh/a	PEB <sub>n.ern.,SK</sub>	64,9 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf erneuerbar	147.601 kWh/a	PEB <sub>ern.,SK</sub>	377,3 kWh/m <sup>2</sup> a
Kohlendioxidemissionen	4.140 kg/a	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub>	10,6 kg/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f <sub>GEE</sub>	2,42
Photovoltaik-Export		PV <sub>Export,SK</sub>	

## ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	
Ausstellungsdatum	23.03.2020		
Gültigkeitsdatum	<b>Energieausweis nicht gültig. Version für Übungszwecke. Der gewerbliche Gebrauch ist nicht gestattet.</b>	Unterschrift	

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

**HWB<sub>SK</sub> 223**     **f<sub>GEE</sub> 2,42**

**Energieausweis nicht gültig. Version für Übungszwecke.  
Der gewerbliche Gebrauch ist nicht gestattet.**

#### Ermittlung der Eingabedaten

Geometrische Daten:

Bauphysikalische Daten:

Haustechnik Daten:

#### Haustechniksystem

**Raumheizung:** Einzelofen Holz (Stückholz)

**Warmwasser:** Stromheizung (Strom)

**Lüftung:** Fensterlüftung

#### Berechnungsgrundlagen

Der Energieausweis wurde mit folgenden ÖNORMen und Hilfsmitteln erstellt: GEQ von Zehentmayer Software GmbH [www.geq.at](http://www.geq.at)

Bauteile nach ON EN ISO 6946 / Fenster nach ON EN ISO 10077-1 / Erdberührte Bauteile detailliert nach ON EN ISO 13370 / Unkonditionierte Gebäudeteile vereinfacht nach ON B 8110-6 / Wärmebrücken pauschal nach ON B 8110-6 / Verschattung vereinfacht nach ON B 8110-6

Verwendete Normen und Richtlinien:

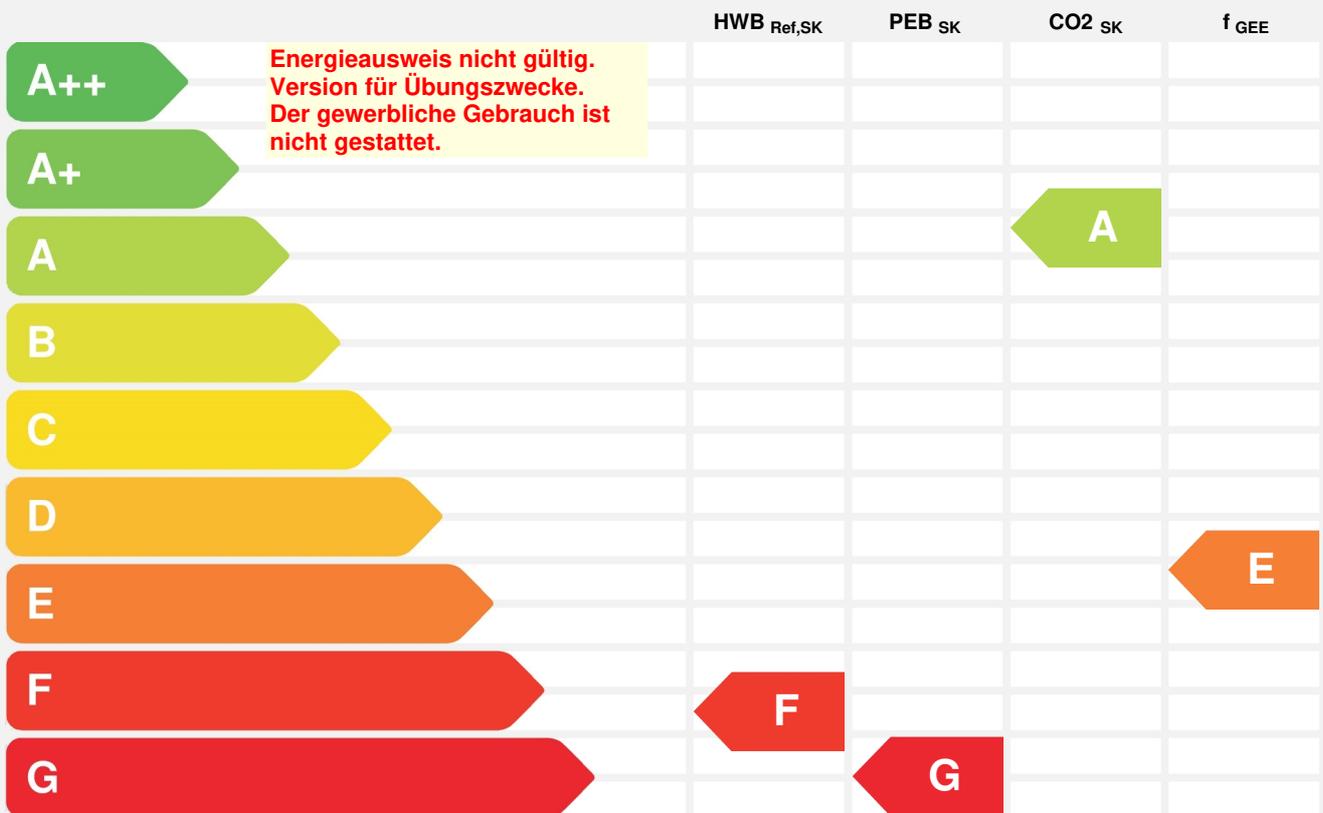
ON B 8110-1 / ON B 8110-2 / ON B 8110-3 / ON B 8110-5 / ON B 8110-6 / ON H 5055 / ON H 5056 / ON EN ISO 13790 / ON EN ISO 13370 / ON EN ISO 6946 / ON EN ISO 10077-1 / ON EN 12831 / OIB-Richtlinie 6 Ausgabe: März 2015 / ON EN ISO 13370

# Energieausweis für Wohngebäude

**BEZEICHNUNG** Bauernhaus\_Masterarbeit\_Manuel Gschwandtner\_HfEb

Gebäude(-teil)		Baujahr	1550
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße	Grub 10	Katastralgemeinde	Grub
PLZ/Ort	5452 Pfarrwerfen	KG-Nr.	55504
Grundstücksnr.		Seehöhe	865 m

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



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

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

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

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

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

**f<sub>GEE</sub>:** Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

**PEB:** Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB<sub>ern.</sub>) und einen nicht erneuerbaren (PEB<sub>n.ern.</sub>) Anteil auf.

**CO<sub>2</sub>:** Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Vorketten.

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

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

# Energieausweis für Wohngebäude

## GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	391 m <sup>2</sup>	charakteristische Länge	1,52 m	mittlerer U-Wert	1,03 W/m <sup>2</sup> K
Bezugsfläche	313 m <sup>2</sup>	Heiztage	365 d	LEK <sub>T</sub> -Wert	87,8
Brutto-Volumen	1.122 m <sup>3</sup>	Heizgradtage	4642 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	738 m <sup>2</sup>	Klimaregion	ZA	Bauweise	mittelschwer
Kompaktheit (A/V)	0,66 1/m	Norm-Außentemperatur	-14,8 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

## ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	<b>k.A.</b>	HWB <sub>Ref,RK</sub>	173,7 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf		HWB <sub>RK</sub>	173,7 kWh/m <sup>2</sup> a
End-/Lieferenergiebedarf	<b>k.A.</b>	E/LEB <sub>RK</sub>	306,2 kWh/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	<b>k.A.</b>	f <sub>GEE</sub>	2,56
Erneuerbarer Anteil	<b>k.A.</b>		

## WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	93.019 kWh/a	HWB <sub>Ref,SK</sub>	237,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf	93.019 kWh/a	HWB <sub>SK</sub>	237,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Warmwasserwärmebedarf	4.998 kWh/a	WWWB	12,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf	153.087 kWh/a	HEB <sub>SK</sub>	391,3 kWh/m <sup>2</sup> a
Energieaufwandszahl Heizen		e <sub>AWZ,H</sub>	1,56
Haushaltsstrombedarf	6.426 kWh/a	HHSB	16,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf	159.513 kWh/a	EEB <sub>SK</sub>	407,7 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	183.073 kWh/a	PEB <sub>SK</sub>	468,0 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	25.964 kWh/a	PEB <sub>n.ern.,SK</sub>	66,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf erneuerbar	157.108 kWh/a	PEB <sub>ern.,SK</sub>	401,6 kWh/m <sup>2</sup> a
Kohlendioxidemissionen	4.177 kg/a	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub>	10,7 kg/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f <sub>GEE</sub>	2,56
Photovoltaik-Export		PV <sub>Export,SK</sub>	

## ERSTELLT

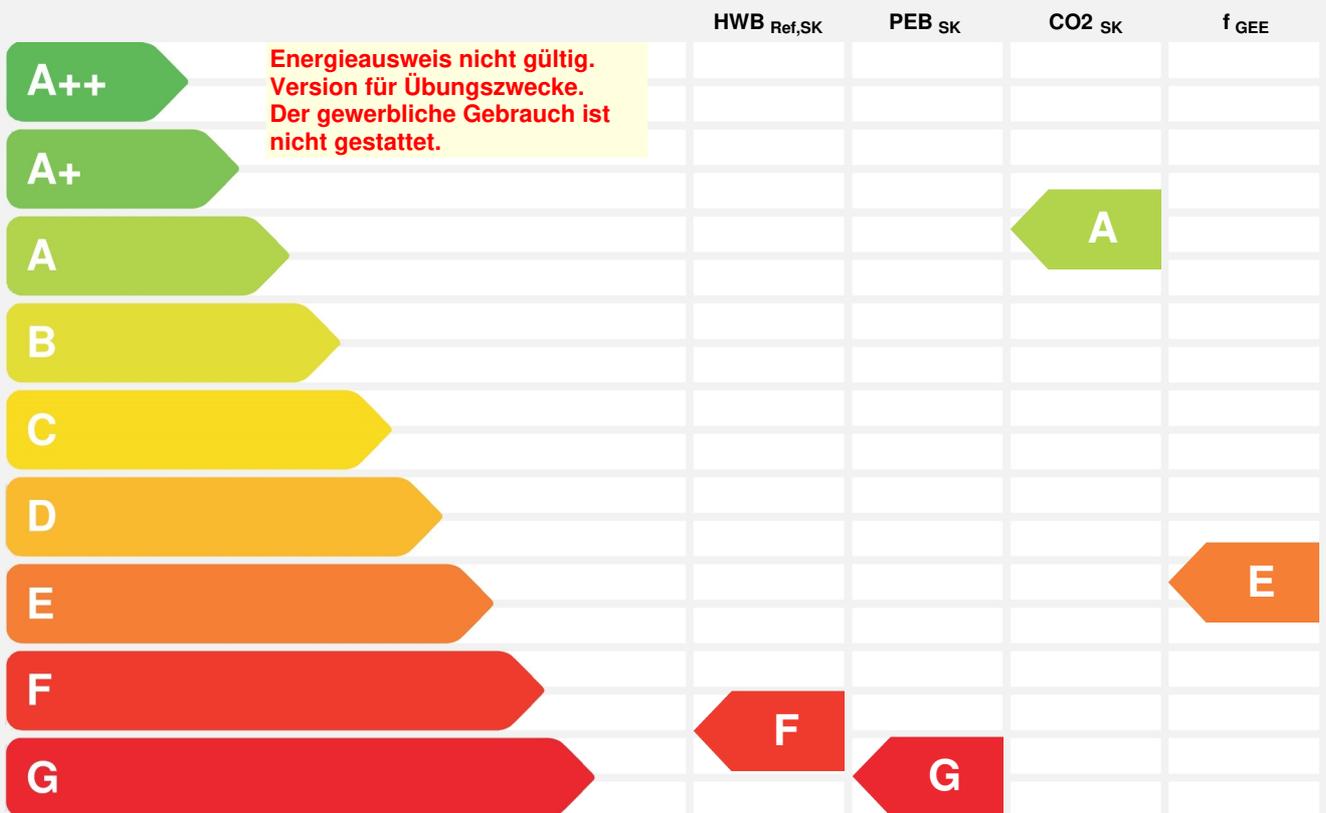
GWR-Zahl		ErstellerIn	
Ausstellungsdatum	23.03.2020		
Gültigkeitsdatum	<b>Energieausweis nicht gültig. Version für Übungszwecke. Der gewerbliche Gebrauch ist nicht gestattet.</b>	Unterschrift	

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

# Energieausweis für Wohngebäude

<b>BEZEICHNUNG</b>	Bauernhaus_Masterarbeit_Manuel Gschwandtner_ÖNorm B8110-8		
Gebäude(-teil)		Baujahr	1550
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße	Grub 10	Katastralgemeinde	Grub
PLZ/Ort	5452 Pfarrwerfen	KG-Nr.	55504
Grundstücksnr.		Seehöhe	865 m

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



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

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

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

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

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

**f<sub>GEE</sub>:** Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

**PEB:** Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB<sub>ern.</sub>) und einen nicht erneuerbaren (PEB<sub>n.ern.</sub>) Anteil auf.

**CO<sub>2</sub>:** Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Vorketten.

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

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

# Energieausweis für Wohngebäude

## GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	391 m <sup>2</sup>	charakteristische Länge	1,52 m	mittlerer U-Wert	1,09 W/m <sup>2</sup> K
Bezugsfläche	313 m <sup>2</sup>	Heiztage	365 d	LEK <sub>T</sub> -Wert	92,8
Brutto-Volumen	1.122 m <sup>3</sup>	Heizgradtage	4642 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	738 m <sup>2</sup>	Klimaregion	ZA	Bauweise	mittelschwer
Kompaktheit (A/V)	0,66 1/m	Norm-Außentemperatur	-14,8 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

## ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	<b>k.A.</b>	HWB <sub>Ref,RK</sub>	182,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf		HWB <sub>RK</sub>	182,8 kWh/m <sup>2</sup> a
End-/Lieferenergiebedarf	<b>k.A.</b>	E/LEB <sub>RK</sub>	320,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	<b>k.A.</b>	f <sub>GEE</sub>	2,68
Erneuerbarer Anteil	<b>k.A.</b>		

## WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	97.803 kWh/a	HWB <sub>Ref,SK</sub>	250,0 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf	97.803 kWh/a	HWB <sub>SK</sub>	250,0 kWh/m <sup>2</sup> a
Warmwasserwärmebedarf	4.998 kWh/a	WWWB	12,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf	160.753 kWh/a	HEB <sub>SK</sub>	410,9 kWh/m <sup>2</sup> a
Energieaufwandszahl Heizen		e <sub>AWZ,H</sub>	1,56
Haushaltsstrombedarf	6.426 kWh/a	HHSB	16,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf	167.178 kWh/a	EEB <sub>SK</sub>	427,3 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	191.352 kWh/a	PEB <sub>SK</sub>	489,1 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	26.424 kWh/a	PEB <sub>n.ern.,SK</sub>	67,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf erneuerbar	164.927 kWh/a	PEB <sub>ern.,SK</sub>	421,6 kWh/m <sup>2</sup> a
Kohlendioxidemissionen	4.208 kg/a	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub>	10,8 kg/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f <sub>GEE</sub>	2,68
Photovoltaik-Export		PV <sub>Export,SK</sub>	

## ERSTELLT

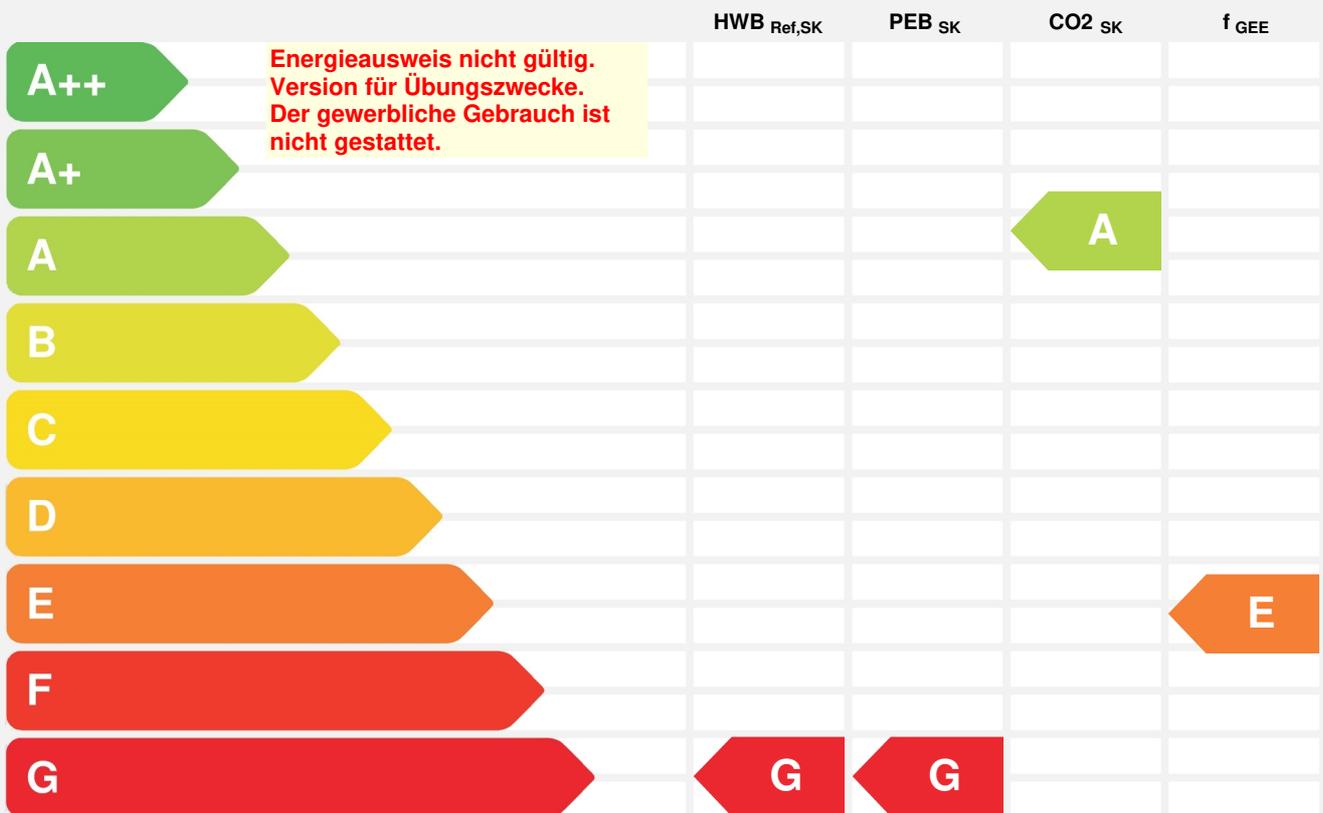
GWR-Zahl		ErstellerIn	
Ausstellungsdatum	23.03.2020		
Gültigkeitsdatum	<b>Energieausweis nicht gültig. Version für Übungszwecke. Der gewerbliche Gebrauch ist nicht gestattet.</b>	Unterschrift	

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

# Energieausweis für Wohngebäude

<b>BEZEICHNUNG</b>	Bauernhaus_Masterarbeit_Manuel Gschwandtner_OiB6_2015		
Gebäude(-teil)		Baujahr	1550
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße	Grub 10	Katastralgemeinde	Grub
PLZ/Ort	5452 Pfarrwerfen	KG-Nr.	55504
Grundstücksnr.		Seehöhe	865 m

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



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

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

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

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

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

**f<sub>GEE</sub>:** Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

**PEB:** Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB<sub>ern.</sub>) und einen nicht erneuerbaren (PEB<sub>n.ern.</sub>) Anteil auf.

**CO<sub>2</sub>:** Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Vorketten.

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

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

# Energieausweis für Wohngebäude

## GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	391 m <sup>2</sup>	charakteristische Länge	1,52 m	mittlerer U-Wert	1,21 W/m <sup>2</sup> K
Bezugsfläche	313 m <sup>2</sup>	Heiztage	365 d	LEK <sub>T</sub> -Wert	103,2
Brutto-Volumen	1.122 m <sup>3</sup>	Heizgradtage	4642 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	738 m <sup>2</sup>	Klimaregion	ZA	Bauweise	mittelschwer
Kompaktheit (A/V)	0,66 1/m	Norm-Außentemperatur	-14,8 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

## ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	<b>k.A.</b>	HWB <sub>Ref,RK</sub>	205,0 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf		HWB <sub>RK</sub>	205,0 kWh/m <sup>2</sup> a
End-/Lieferenergiebedarf	<b>k.A.</b>	E/LEB <sub>RK</sub>	356,1 kWh/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	<b>k.A.</b>	f <sub>GEE</sub>	2,98
Erneuerbarer Anteil	<b>k.A.</b>		

## WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	109.529 kWh/a	HWB <sub>Ref,SK</sub>	280,0 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf	109.529 kWh/a	HWB <sub>SK</sub>	280,0 kWh/m <sup>2</sup> a
Warmwasserwärmebedarf	4.998 kWh/a	WWWB	12,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf	179.493 kWh/a	HEB <sub>SK</sub>	458,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Energieaufwandszahl Heizen		e <sub>AWZ,H</sub>	1,57
Haushaltsstrombedarf	6.426 kWh/a	HHSB	16,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf	185.919 kWh/a	EEB <sub>SK</sub>	475,2 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	211.591 kWh/a	PEB <sub>SK</sub>	540,9 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	27.549 kWh/a	PEB <sub>n.ern.,SK</sub>	70,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf erneuerbar	184.042 kWh/a	PEB <sub>ern.,SK</sub>	470,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Kohlendioxidemissionen	4.283 kg/a	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub>	10,9 kg/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f <sub>GEE</sub>	2,98
Photovoltaik-Export		PV <sub>Export,SK</sub>	

## ERSTELLT

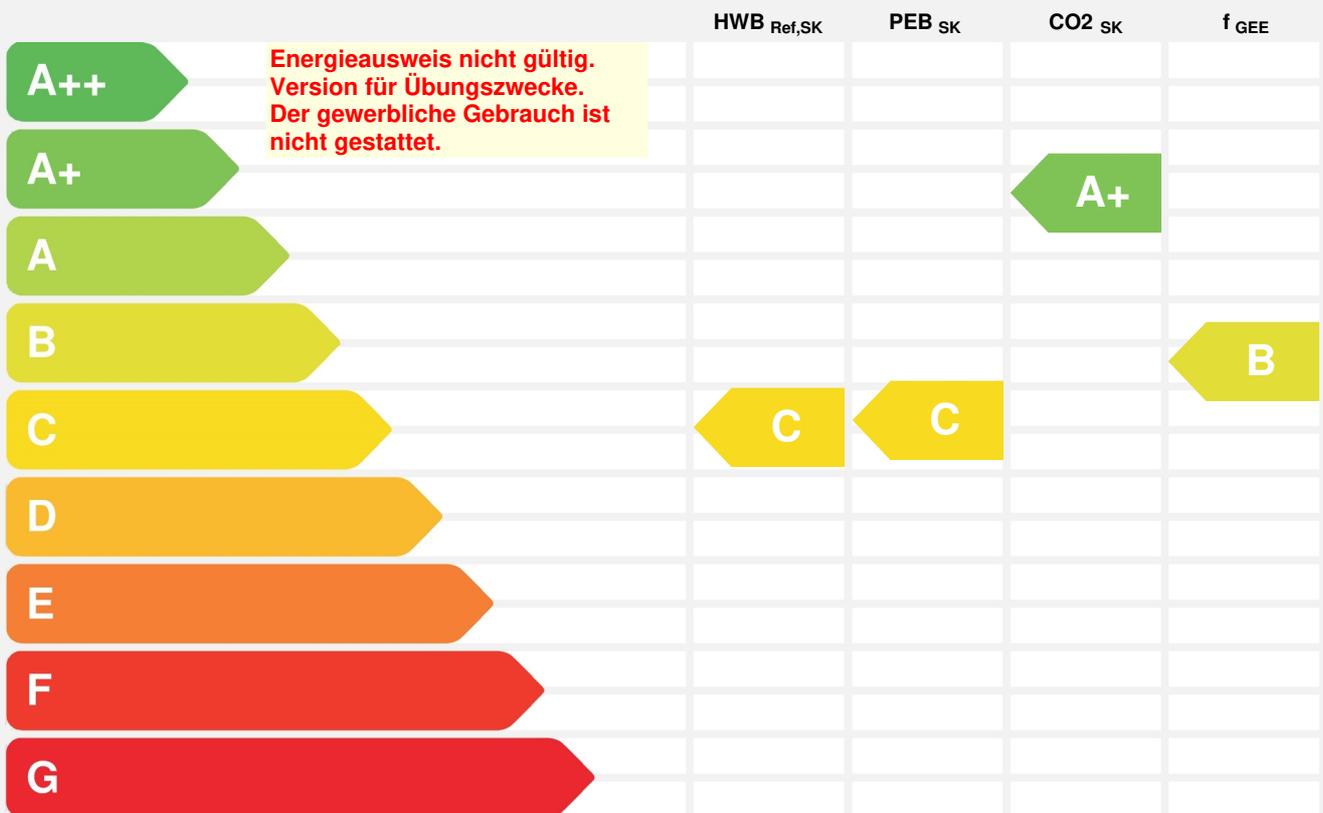
GWR-Zahl		ErstellerIn	
Ausstellungsdatum	23.03.2020		
Gültigkeitsdatum	<b>Energieausweis nicht gültig. Version für Übungszwecke. Der gewerbliche Gebrauch ist nicht gestattet.</b>	Unterschrift	

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

# Energieausweis für Wohngebäude

<b>BEZEICHNUNG</b>	Bauernhaus_Masterarbeit_Sanierung_Variante 1 (Fassade)		
Gebäude(-teil)		Baujahr	1550
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße	Grub 10	Katastralgemeinde	Grub
PLZ/Ort	5452 Pfarrwerfen	KG-Nr.	55504
Grundstücksnr.		Seehöhe	865 m

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



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

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

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

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

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

**f<sub>GEE</sub>:** Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

**PEB:** Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB<sub>ern.</sub>) und einen nicht erneuerbaren (PEB<sub>n.ern.</sub>) Anteil auf.

**CO<sub>2</sub>:** Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Vorketten.

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

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

# Energieausweis für Wohngebäude

## GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	410 m <sup>2</sup>	charakteristische Länge	1,54 m	mittlerer U-Wert	0,31 W/m <sup>2</sup> K
Bezugsfläche	328 m <sup>2</sup>	Heiztage	365 d	LEK <sub>T</sub> -Wert	26,5
Brutto-Volumen	1.175 m <sup>3</sup>	Heizgradtage	4642 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	765 m <sup>2</sup>	Klimaregion	ZA	Bauweise	mittelschwer
Kompaktheit (A/V)	0,65 1/m	Norm-Außentemperatur	-14,8 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

## ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	<b>k.A.</b>	HWB <sub>Ref,RK</sub>	52,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf		HWB <sub>RK</sub>	52,4 kWh/m <sup>2</sup> a
End-/Lieferenergiebedarf	<b>k.A.</b>	E/LEB <sub>RK</sub>	112,9 kWh/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	<b>k.A.</b>	f <sub>GEE</sub>	0,96
Erneuerbarer Anteil	<b>k.A.</b>		

## WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	29.699 kWh/a	HWB <sub>Ref,SK</sub>	72,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf	29.699 kWh/a	HWB <sub>SK</sub>	72,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Warmwasserwärmebedarf	5.235 kWh/a	WWWB	12,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf	52.235 kWh/a	HEB <sub>SK</sub>	127,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Energieaufwandszahl Heizen		e <sub>AWZ,H</sub>	1,50
Haushaltsstrombedarf	6.730 kWh/a	HHSB	16,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf	58.965 kWh/a	EEB <sub>SK</sub>	143,9 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	74.992 kWh/a	PEB <sub>SK</sub>	183,0 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	20.708 kWh/a	PEB <sub>n.ern.,SK</sub>	50,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf erneuerbar	54.284 kWh/a	PEB <sub>ern.,SK</sub>	132,5 kWh/m <sup>2</sup> a
Kohlendioxidemissionen	3.942 kg/a	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub>	9,6 kg/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f <sub>GEE</sub>	0,96
Photovoltaik-Export		PV <sub>Export,SK</sub>	

## ERSTELLT

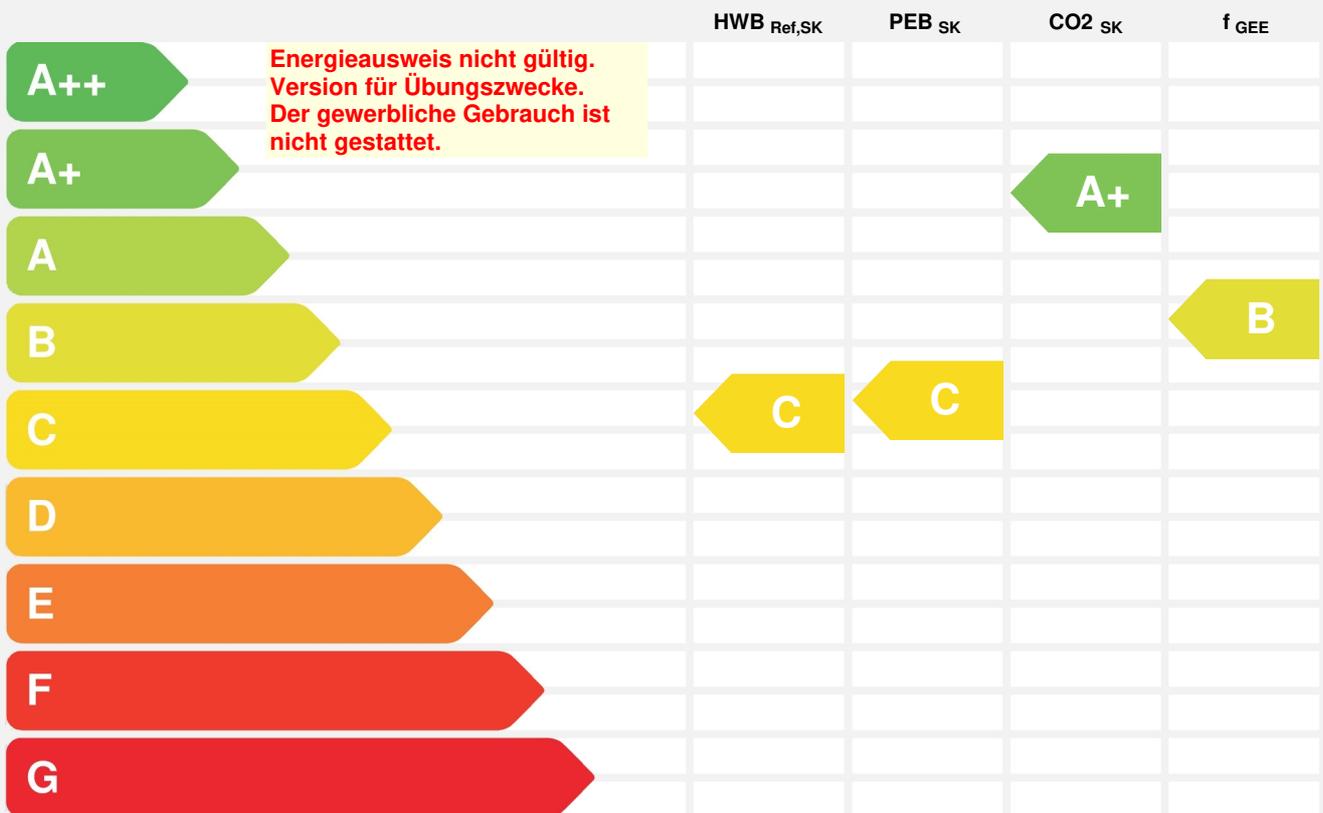
GWR-Zahl		ErstellerIn	
Ausstellungsdatum	23.03.2020		
Gültigkeitsdatum	<b>Energieausweis nicht gültig. Version für Übungszwecke. Der gewerbliche Gebrauch ist nicht gestattet.</b>	Unterschrift	

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

# Energieausweis für Wohngebäude

<b>BEZEICHNUNG</b>	Bauernhaus_Masterarbeit_Sanierung__ Variante 2_ alle Maßnahmen umgesetzt		
Gebäude(-teil)		Baujahr	1550
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhaus	Letzte Veränderung	
Straße	Grub 10	Katastralgemeinde	Grub
PLZ/Ort	5452 Pfarrwerfen	KG-Nr.	55504
Grundstücksnr.		Seehöhe	865 m

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



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

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

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

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

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

**f<sub>GEE</sub>:** Der **Gesamtenergieeffizienz-Faktor** ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

**PEB:** Der **Primärenergiebedarf** ist der Endenergiebedarf einschließlich der Verluste in allen Vorketten. Der Primärenergiebedarf weist einen erneuerbaren (PEB<sub>ern.</sub>) und einen nicht erneuerbaren (PEB<sub>n.ern.</sub>) Anteil auf.

**CO<sub>2</sub>:** Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnende **Kohlendioxidemissionen**, einschließlich jener für Vorketten.

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

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

# Energieausweis für Wohngebäude

## GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	410 m <sup>2</sup>	charakteristische Länge	1,55 m	mittlerer U-Wert	0,27 W/m <sup>2</sup> K
Bezugsfläche	328 m <sup>2</sup>	Heiztage	365 d	LEK <sub>T</sub> -Wert	23,1
Brutto-Volumen	1.187 m <sup>3</sup>	Heizgradtage	4642 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	765 m <sup>2</sup>	Klimaregion	ZA	Bauweise	mittelschwer
Kompaktheit (A/V)	0,64 1/m	Norm-Außentemperatur	-14,8 °C	Soll-Innentemperatur	20 °C

## ANFORDERUNGEN (Referenzklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	<b>k.A.</b>	HWB <sub>Ref,RK</sub>	46,2 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf		HWB <sub>RK</sub>	46,2 kWh/m <sup>2</sup> a
End-/Lieferenergiebedarf	<b>k.A.</b>	E/LEB <sub>RK</sub>	103,2 kWh/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor	<b>k.A.</b>	f <sub>GEE</sub>	0,88
Erneuerbarer Anteil	<b>k.A.</b>		

## WÄRME- UND ENERGIEBEDARF (Standortklima)

Referenz-Heizwärmebedarf	26.146 kWh/a	HWB <sub>Ref,SK</sub>	63,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizwärmebedarf	26.146 kWh/a	HWB <sub>SK</sub>	63,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Warmwasserwärmebedarf	5.235 kWh/a	WWWB	12,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizenergiebedarf	46.459 kWh/a	HEB <sub>SK</sub>	113,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Energieaufwandszahl Heizen		e <sub>AWZ,H</sub>	1,48
Haushaltsstrombedarf	6.730 kWh/a	HHSB	16,4 kWh/m <sup>2</sup> a
Endenergiebedarf	53.189 kWh/a	EEB <sub>SK</sub>	129,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf	68.755 kWh/a	PEB <sub>SK</sub>	167,8 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	20.362 kWh/a	PEB <sub>n.ern.,SK</sub>	49,7 kWh/m <sup>2</sup> a
Primärenergiebedarf erneuerbar	48.393 kWh/a	PEB <sub>ern.,SK</sub>	118,1 kWh/m <sup>2</sup> a
Kohlendioxidemissionen	3.919 kg/a	CO <sub>2</sub> <sub>SK</sub>	9,6 kg/m <sup>2</sup> a
Gesamtenergieeffizienz-Faktor		f <sub>GEE</sub>	0,88
Photovoltaik-Export		PV <sub>Export,SK</sub>	

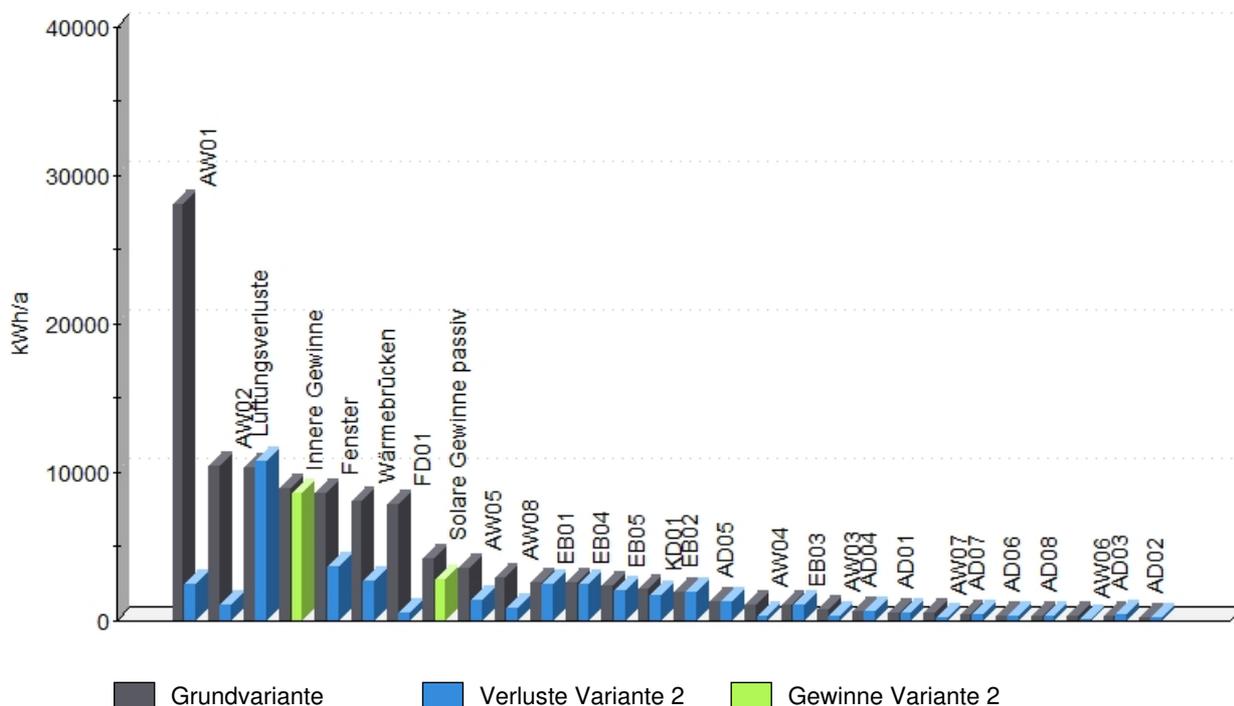
## ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	
Ausstellungsdatum	23.03.2020		
Gültigkeitsdatum	<b>Energieausweis nicht gültig. Version für Übungszwecke. Der gewerbliche Gebrauch ist nicht gestattet.</b>	Unterschrift	

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

Variantenvergleich

Variantenvergleich (Referenzklima)



Gereicht nach Priorität		kWh/a	Veränderung
AW01	Natursteinmauerwerk 60cm (Außenwand)	28.015 → 2.502	91,1 %
AW02	Natursteinmauerwerk 75cm (Außenwand)	10.465 → 1.064	89,8 %
	Lüftungsverluste	10.307 → 10.795	-4,7 %
	Innere Gewinne	8.946 → 8.626	-3,6 %
	Fenster	8.655 → 3.622	58,2 %
	Wärmebrücken	8.090 → 2.693	66,7 %
FD01	Rückstrahlung Obergeschoß (Außendecke, Solare Gewinne passiv)	7.830 → 565	92,8 %
		4.242 → 2.754	-35,1 %
AW05	Holzblockwand Obergeschoß Zimmer	3.558 → 1.436	59,6 %
AW08	Holzblockwand Obergeschoß Zimmer 4NO/5	2.902 → 816	71,9 %
EB01	Fußboden Bauernstube (erdanliegender)	2.607 → 2.508	3,8 %
EB04	Fußboden Küche (erdanliegender Fußboden)	2.542 → 2.432	4,3 %
EB05	Fußboden Kellerabgang (erdanliegender)	2.329 → 2.020	13,3 %
KD01	Tramdecke Erdkeller (Decke zu)	2.131 → 1.711	19,7 %
EB02	Fußboden Eingangsbereich (erdanliegender)	1.903 → 1.934	-1,6 %
AD05	Tramdecke Gang (Decke zu unconditioniertem)	1.338 → 1.338	-
AW04	Holzblockwand Obergeschoß Abstellraum	1.121 → 270	75,9 %
EB03	Fußboden Bad (erdanliegender Fußboden)	1.086 → 1.062	2,2 %
AW03	Holzblockwand Erdgeschoß (Außenwand)	745 → 314	57,9 %
AD04	Doppelbaumdecke Zimmer 3 (Decke zu)	619 → 619	-
AD01	Doppelbaumdecke Zimmer 1 (Decke zu)	524 → 524	-
AW07	Holzblockwand Obergeschoß Gang Süd/Ost	514 → 173	66,3 %
AD07	Doppelbaumdecke Abstellraum (Decke zu)	418 → 418	-
AD06	Doppelbaumdecke Zimmer 4 (Decke zu)	367 → 367	-
AD08	Doppelbaumdecke Zimmer 5 (Decke zu)	361 → 361	-
AW06	Holzblockwand Obergeschoß Gang Nord/West	354 → 159	55,1 %
AD03	Doppelbaumdecke Zimmer 2/2 (Decke zu)	281 → 480	-70,8 %
AD02	Doppelbaumdecke Zimmer 2/1 (Decke zu)	239 → 239	-

## Variantenvergleich

### Variantenvergleich (Referenzklima)

---

Grundvariante:

Bauernhaus\_Diplomarbeit\_Manuel Gschwandtner\_IST-Zustand

Bemerkung:

Das Gebäude ist ein Bestandsgebäude welches ca. im Jahre 1550 erbaut wurde. (Auskunft Bauherrschaft am 12.03.2019)

Am 05.02.2019 wurde die erste Begehung vor Ort durchgeführt in den darauf folgenden Tagen Daten und Auskünfte durch die Bauherrschaft eingeholt und die Geometrie gemessen.

Es sind keine detaillierten Daten für Aufbauten oder Fenster vorhanden und die genaue Ermittlung der Aufbauten am Bestand wäre nur durch zerstörerische Maßnahmen möglich. Daher wurde die OIB Richtlinie 2015 mit dem "Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden", das "Handbuch für Energieberater" und die ÖNORM B 8110-8 mit den darin vorgesehenen Default Werten angewendet. Die nachfolgenden Verbesserungsmaßnahmen beziehen sich also auf die mit Hilfe der oben genannten Richtlinie ermittelten Werte.

In Bauteilaufbauten und -beschreibungen angeführte Produktbezeichnungen gelten beispielhaft als Referenzprodukte. Selbstverständlich können gleichwertige Produkte anderer Hersteller verwendet worden sein. Kriterium für die Gleichwertigkeit sind die technischen Daten des verwendeten Materials (Wärmeleitfähigkeit, Diffusionswiderstand etc.) Die Seehöhe (865 m ü. A.) wurde laut "GIS Salzburg" korrigiert.

Energiekennzahl:

Die ermittelte Energiekennzahl dient als Dokumentation des energiesparenden Wärmeschutzes und ist somit als relative Größe zu bewerten und keine Bemessung der Heizlast bzw. des tatsächlich auftretenden Energiebedarfs am realen Objekt.

Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz gemäß ÖN 8110-2 sind nicht Gegenstand der Berechnung.

Die angeführten Maßnahmen sind ausschließlich auf die thermische Qualität der Gebäudehülle geprüft.

Variante 2:

Bauernhaus\_Diplomarbeit\_saniert\_nur Fassade

Bemerkung:

Das Gebäude ist ein Bestandsgebäude welches ca. im Jahre 1550 erbaut wurde. (Auskunft Bauherrschaft am 12.03.2019)

Am 05.02.2019 wurde die erste Begehung vor Ort durchgeführt in den darauf folgenden Tagen Daten und Auskünfte durch die Bauherrschaft eingeholt und die Geometrie gemessen.

Es sind keine detaillierten Daten für Aufbauten oder Fenster vorhanden und die genaue Ermittlung der Aufbauten am Bestand wäre nur durch zerstörerische Maßnahmen möglich. Daher wurde die OIB Richtlinie 2015 mit dem "Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden", das "Handbuch für Energieberater" und die ÖNORM B 8110-8 mit den darin vorgesehenen Default Werten angewendet. Die nachfolgenden Verbesserungsmaßnahmen beziehen sich also auf die mit Hilfe der oben genannten Richtlinie ermittelten Werte.

In Bauteilaufbauten und -beschreibungen angeführte Produktbezeichnungen gelten beispielhaft als Referenzprodukte. Selbstverständlich können gleichwertige Produkte anderer Hersteller verwendet worden sein. Kriterium für die Gleichwertigkeit sind die technischen Daten des verwendeten Materials (Wärmeleitfähigkeit, Diffusionswiderstand etc.) Die Seehöhe (865) wurde laut "GIS Salzburg" korrigiert.

Energiekennzahl:

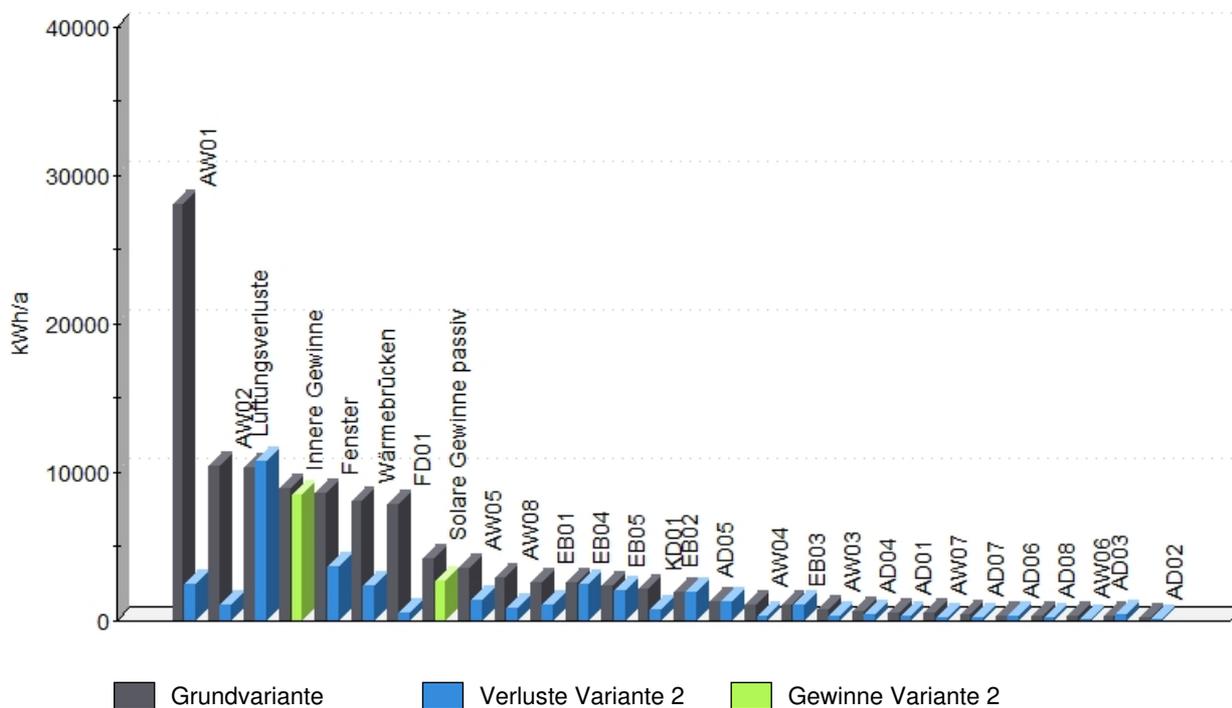
Die ermittelte Energiekennzahl dient als Dokumentation des energiesparenden Wärmeschutzes und ist somit als relative Größe zu bewerten und keine Bemessung der Heizlast bzw. des tatsächlich auftretenden Energiebedarfs am realen Objekt.

Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz gemäß ÖN 8110-2 sind nicht Gegenstand der Berechnung.

Die angeführten Maßnahmen sind ausschließlich auf die thermische Qualität der Gebäudehülle geprüft.

Variantenvergleich

Variantenvergleich (Referenzklima)



Gereicht nach Priorität		kWh/a	Veränderung
AW01	Natursteinmauerwerk 60cm (Außenwand)	28.015 → 2.502	91,1 %
AW02	Natursteinmauerwerk 75cm (Außenwand)	10.465 → 1.064	89,8 %
	Lüftungsverluste	10.307 → 10.795	-4,7 %
	Innere Gewinne	8.946 → 8.512	-4,9 %
	Fenster	8.655 → 3.622	58,2 %
	Wärmebrücken	8.090 → 2.367	70,7 %
FD01	Rückstrahlung Obergeschoß (Außendecke, Solare Gewinne passiv)	7.830 → 581	92,6 %
		4.242 → 2.698	-36,4 %
AW05	Holzblockwand Obergeschoß Zimmer	3.558 → 1.436	59,6 %
AW08	Holzblockwand Obergeschoß Zimmer 4NO/5	2.902 → 816	71,9 %
EB01	Fußboden Bauernstube (erdanliegender)	2.607 → 1.059	59,4 %
EB04	Fußboden Küche (erdanliegender Fußboden)	2.542 → 2.432	4,3 %
EB05	Fußboden Kellerabgang (erdanliegender)	2.329 → 2.020	13,3 %
KD01	Tramdecke Erdkeller (Decke zu)	2.131 → 718	66,3 %
EB02	Fußboden Eingangsbereich (erdanliegender)	1.903 → 1.934	-1,6 %
AD05	Tramdecke Gang (Decke zu unconditioniertem)	1.338 → 1.338	-
AW04	Holzblockwand Obergeschoß Abstellraum	1.121 → 270	75,9 %
EB03	Fußboden Bad (erdanliegender Fußboden)	1.086 → 1.062	2,2 %
AW03	Holzblockwand Erdgeschoß (Außenwand)	745 → 314	57,9 %
AD04	Doppelbaumdecke Zimmer 3 (Decke zu)	619 → 418	32,5 %
AD01	Doppelbaumdecke Zimmer 1 (Decke zu)	524 → 278	46,9 %
AW07	Holzblockwand Obergeschoß Gang Süd/Ost	514 → 173	66,3 %
AD07	Doppelbaumdecke Abstellraum (Decke zu)	418 → 218	47,8 %
AD06	Doppelbaumdecke Zimmer 4 (Decke zu)	367 → 304	17,2 %
AD08	Doppelbaumdecke Zimmer 5 (Decke zu)	361 → 252	30,2 %
AW06	Holzblockwand Obergeschoß Gang Nord/West	354 → 159	55,1 %
AD03	Doppelbaumdecke Zimmer 2/2 (Decke zu)	281 → 480	-70,8 %
AD02	Doppelbaumdecke Zimmer 2/1 (Decke zu)	239 → 155	35,1 %

## Variantenvergleich

### Variantenvergleich (Referenzklima)

---

Grundvariante:

Bauernhaus\_Diplomarbeit\_Manuel Gschwandtner\_IST-Zustand

Bemerkung:

Das Gebäude ist ein Bestandsgebäude welches ca. im Jahre 1550 erbaut wurde. (Auskunft Bauherrschaft am 12.03.2019)

Am 05.02.2019 wurde die erste Begehung vor Ort durchgeführt in den darauf folgenden Tagen Daten und Auskünfte durch die Bauherrschaft eingeholt und die Geometrie gemessen.

Es sind keine detaillierten Daten für Aufbauten oder Fenster vorhanden und die genaue Ermittlung der Aufbauten am Bestand wäre nur durch zerstörerische Maßnahmen möglich. Daher wurde die OIB Richtlinie 2015 mit dem "Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden", das "Handbuch für Energieberater" und die ÖNORM B 8110-8 mit den darin vorgesehenen Default Werten angewendet. Die nachfolgenden Verbesserungsmaßnahmen beziehen sich also auf die mit Hilfe der oben genannten Richtlinie ermittelten Werte.

In Bauteilaufbauten und -beschreibungen angeführte Produktbezeichnungen gelten beispielhaft als Referenzprodukte. Selbstverständlich können gleichwertige Produkte anderer Hersteller verwendet worden sein. Kriterium für die Gleichwertigkeit sind die technischen Daten des verwendeten Materials (Wärmeleitfähigkeit, Diffusionswiderstand etc.) Die Seehöhe (865 m ü. A.) wurde laut "GIS Salzburg" korrigiert.

Energiekennzahl:

Die ermittelte Energiekennzahl dient als Dokumentation des energiesparenden Wärmeschutzes und ist somit als relative Größe zu bewerten und keine Bemessung der Heizlast bzw. des tatsächlich auftretenden Energiebedarfs am realen Objekt.

Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz gemäß ÖN 8110-2 sind nicht Gegenstand der Berechnung.

Die angeführten Maßnahmen sind ausschließlich auf die thermische Qualität der Gebäudehülle geprüft.

Variante 2:

Bauernhaus\_Diplomarbeit\_sanier\_\_alle Maßnahmen umgesetzt

Bemerkung:

Das Gebäude ist ein Bestandsgebäude welches ca. im Jahre 1550 erbaut wurde. (Auskunft Bauherrschaft am 12.03.2019)

Am 05.02.2019 wurde die erste Begehung vor Ort durchgeführt in den darauf folgenden Tagen Daten und Auskünfte durch die Bauherrschaft eingeholt und die Geometrie gemessen.

Es sind keine detaillierten Daten für Aufbauten oder Fenster vorhanden und die genaue Ermittlung der Aufbauten am Bestand wäre nur durch zerstörerische Maßnahmen möglich. Daher wurde die OIB Richtlinie 2015 mit dem "Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden", das "Handbuch für Energieberater" und die ÖNORM B 8110-8 mit den darin vorgesehenen Default Werten angewendet. Die nachfolgenden Verbesserungsmaßnahmen beziehen sich also auf die mit Hilfe der oben genannten Richtlinie ermittelten Werte.

In Bauteilaufbauten und -beschreibungen angeführte Produktbezeichnungen gelten beispielhaft als Referenzprodukte. Selbstverständlich können gleichwertige Produkte anderer Hersteller verwendet worden sein. Kriterium für die Gleichwertigkeit sind die technischen Daten des verwendeten Materials (Wärmeleitfähigkeit, Diffusionswiderstand etc.) Die Seehöhe (Absoluthöhe in m ü. A.) wurde laut "GIS Steiermark" korrigiert.

Energiekennzahl:

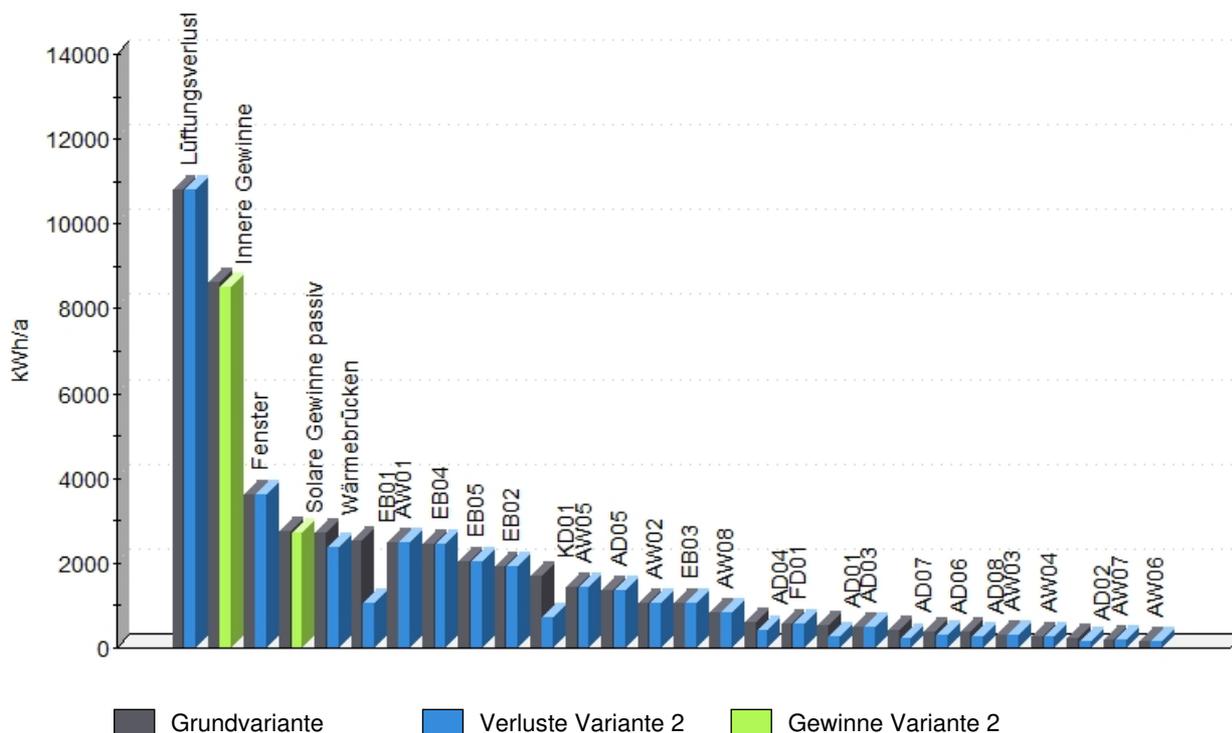
Die ermittelte Energiekennzahl dient als Dokumentation des energiesparenden Wärmeschutzes und ist somit als relative Größe zu bewerten und keine Bemessung der Heizlast bzw. des tatsächlich auftretenden Energiebedarfs am realen Objekt.

Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz gemäß ÖN 8110-2 sind nicht Gegenstand der Berechnung.

Die angeführten Maßnahmen sind ausschließlich auf die thermische Qualität der Gebäudehülle geprüft.

Variantenvergleich

Variantenvergleich (Referenzklima)



Gereicht nach Priorität	kWh/a	Veränderung
Lüftungsverluste	10.795 → 10.795	-
Innere Gewinne	8.626 → 8.512	-1,3 %
Fenster	3.622 → 3.622	-
Solare Gewinne passiv	2.754 → 2.698	-2,0 %
Wärmebrücken	2.693 → 2.367	12,1 %
EB01 Fußboden Bauernstube (erdanliegender	2.508 → 1.059	57,8 %
AW01 Natursteinmauerwerk 60cm (Außenwand)	2.502 → 2.502	-
EB04 Fußboden Küche (erdanliegender Fußboden)	2.432 → 2.432	-
EB05 Fußboden Kellerabgang (erdanliegender	2.020 → 2.020	-
EB02 Fußboden Eingangsbereich (erdanliegender	1.934 → 1.934	-
KD01 Tramdecke Erdkeller (Decke zu	1.711 → 718	58,0 %
AW05 Holzblockwand Obergeschoss Zimmer	1.436 → 1.436	-
AD05 Tramdecke Gang (Decke zu unconditioniertem	1.338 → 1.338	-
AW02 Natursteinmauerwerk 75cm (Außenwand)	1.064 → 1.064	-
EB03 Fußboden Bad (erdanliegender Fußboden)	1.062 → 1.062	-
AW08 Holzblockwand Obergeschoss Zimmer 4NO/5	816 → 816	-
AD04 Doppelbaumdecke Zimmer 3 (Decke zu	619 → 418	32,5 %
FD01 Rückstrung Obergeschoß (Außendecke,	565 → 581	-2,8 %
AD01 Doppelbaumdecke Zimmer 1 (Decke zu	524 → 278	46,9 %
AD03 Doppelbaumdecke Zimmer 2/2 (Decke zu	480 → 480	-
AD07 Doppelbaumdecke Abstellraum (Decke zu	418 → 218	47,8 %
AD06 Doppelbaumdecke Zimmer 4 (Decke zu	367 → 304	17,2 %
AD08 Doppelbaumdecke Zimmer 5 (Decke zu	361 → 252	30,2 %
AW03 Holzblockwand Erdgeschoß (Außenwand)	314 → 314	-
AW04 Holzblockwand Obergeschoß Abstellraum	270 → 270	-
AD02 Doppelbaumdecke Zimmer 2/1 (Decke zu	239 → 155	35,1 %
AW07 Holzblockwand Obergeschoss Gang Süd/Ost	173 → 173	-
AW06 Holzblockwand Obergeschoss Gang Nord/West	159 → 159	-

## Variantenvergleich

### Variantenvergleich (Referenzklima)

---

Grundvariante:

Bauernhaus\_Diplomarbeit\_sanier\_tur Fassade

Bemerkung:

Das Gebäude ist ein Bestandsgebäude welches ca. im Jahre 1550 erbaut wurde. (Auskunft Bauherrschaft am 12.03.2019)

Am 05.02.2019 wurde die erste Begehung vor Ort durchgeführt in den darauf folgenden Tagen Daten und Auskünfte durch die Bauherrschaft eingeholt und die Geometrie gemessen.

Es sind keine detaillierten Daten für Aufbauten oder Fenster vorhanden und die genaue Ermittlung der Aufbauten am Bestand wäre nur durch zerstörerische Maßnahmen möglich. Daher wurde die OIB Richtlinie 2015 mit dem "Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden", das "Handbuch für Energieberater" und die ÖNORM B 8110-8 mit den darin vorgesehenen Default Werten angewendet. Die nachfolgenden Verbesserungsmaßnahmen beziehen sich also auf die mit Hilfe der oben genannten Richtlinie ermittelten Werte.

In Bauteilaufbauten und -beschreibungen angeführte Produktbezeichnungen gelten beispielhaft als Referenzprodukte. Selbstverständlich können gleichwertige Produkte anderer Hersteller verwendet worden sein. Kriterium für die Gleichwertigkeit sind die technischen Daten des verwendeten Materials (Wärmeleitfähigkeit, Diffusionswiderstand etc.) Die Seehöhe (865) wurde laut "GIS Salzburg" korrigiert.

Energiekennzahl:

Die ermittelte Energiekennzahl dient als Dokumentation des energiesparenden Wärmeschutzes und ist somit als relative Größe zu bewerten und keine Bemessung der Heizlast bzw. des tatsächlich auftretenden Energiebedarfs am realen Objekt.

Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz gemäß ÖN 8110-2 sind nicht Gegenstand der Berechnung.

Die angeführten Maßnahmen sind ausschließlich auf die thermische Qualität der Gebäudehülle geprüft.

Variante 2:

Bauernhaus\_Diplomarbeit\_sanier\_\_alle Maßnahmen umgesetzt

Bemerkung:

Das Gebäude ist ein Bestandsgebäude welches ca. im Jahre 1550 erbaut wurde. (Auskunft Bauherrschaft am 12.03.2019)

Am 05.02.2019 wurde die erste Begehung vor Ort durchgeführt in den darauf folgenden Tagen Daten und Auskünfte durch die Bauherrschaft eingeholt und die Geometrie gemessen.

Es sind keine detaillierten Daten für Aufbauten oder Fenster vorhanden und die genaue Ermittlung der Aufbauten am Bestand wäre nur durch zerstörerische Maßnahmen möglich. Daher wurde die OIB Richtlinie 2015 mit dem "Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden", das "Handbuch für Energieberater" und die ÖNORM B 8110-8 mit den darin vorgesehenen Default Werten angewendet. Die nachfolgenden Verbesserungsmaßnahmen beziehen sich also auf die mit Hilfe der oben genannten Richtlinie ermittelten Werte.

In Bauteilaufbauten und -beschreibungen angeführte Produktbezeichnungen gelten beispielhaft als Referenzprodukte. Selbstverständlich können gleichwertige Produkte anderer Hersteller verwendet worden sein. Kriterium für die Gleichwertigkeit sind die technischen Daten des verwendeten Materials (Wärmeleitfähigkeit, Diffusionswiderstand etc.) Die Seehöhe (Absoluthöhe in m ü. A.) wurde laut "GIS Steiermark" korrigiert.

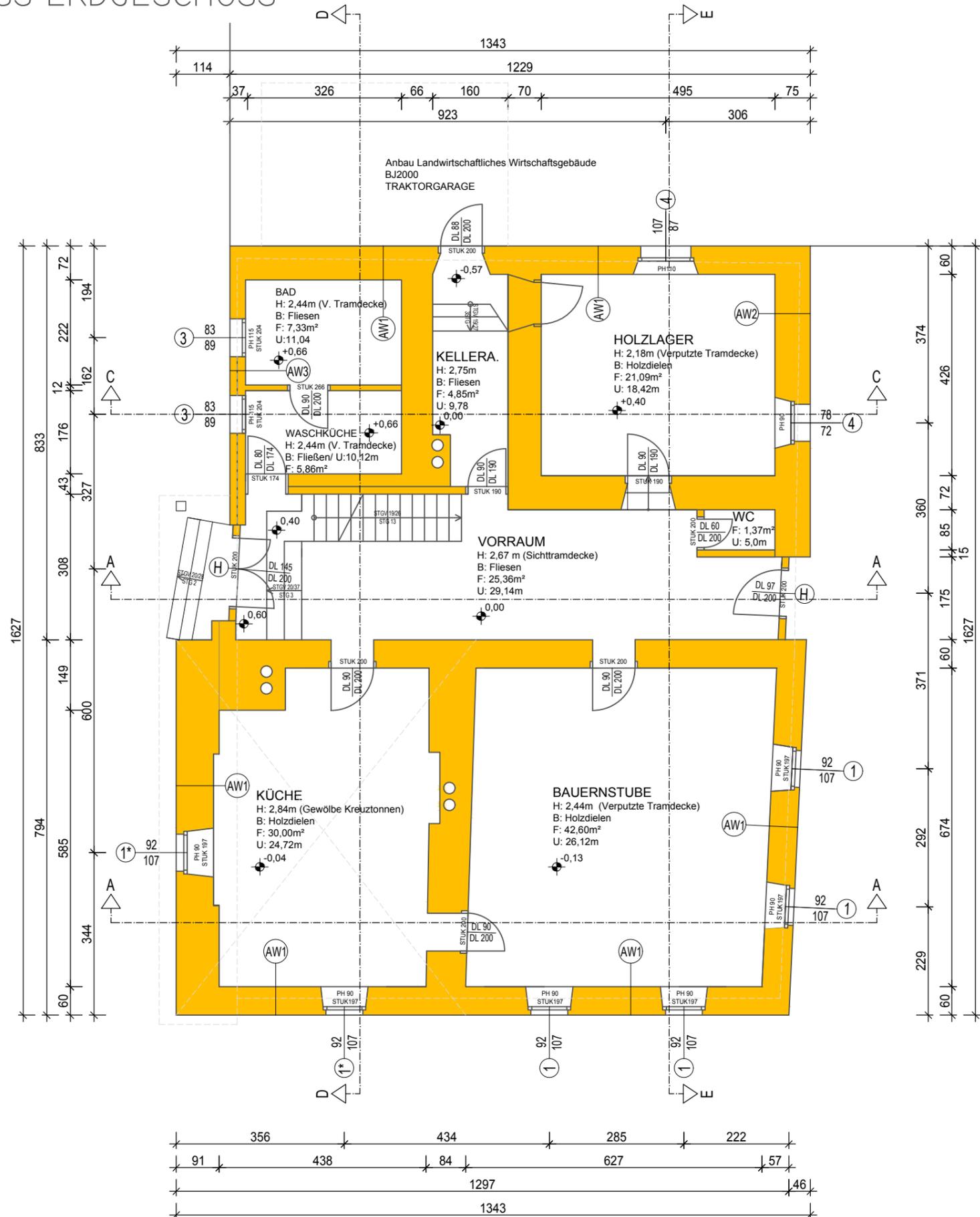
Energiekennzahl:

Die ermittelte Energiekennzahl dient als Dokumentation des energiesparenden Wärmeschutzes und ist somit als relative Größe zu bewerten und keine Bemessung der Heizlast bzw. des tatsächlich auftretenden Energiebedarfs am realen Objekt.

Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz gemäß ÖN 8110-2 sind nicht Gegenstand der Berechnung.

Die angeführten Maßnahmen sind ausschließlich auf die thermische Qualität der Gebäudehülle geprüft.

GRUNDRISS ERDGESCHOSS

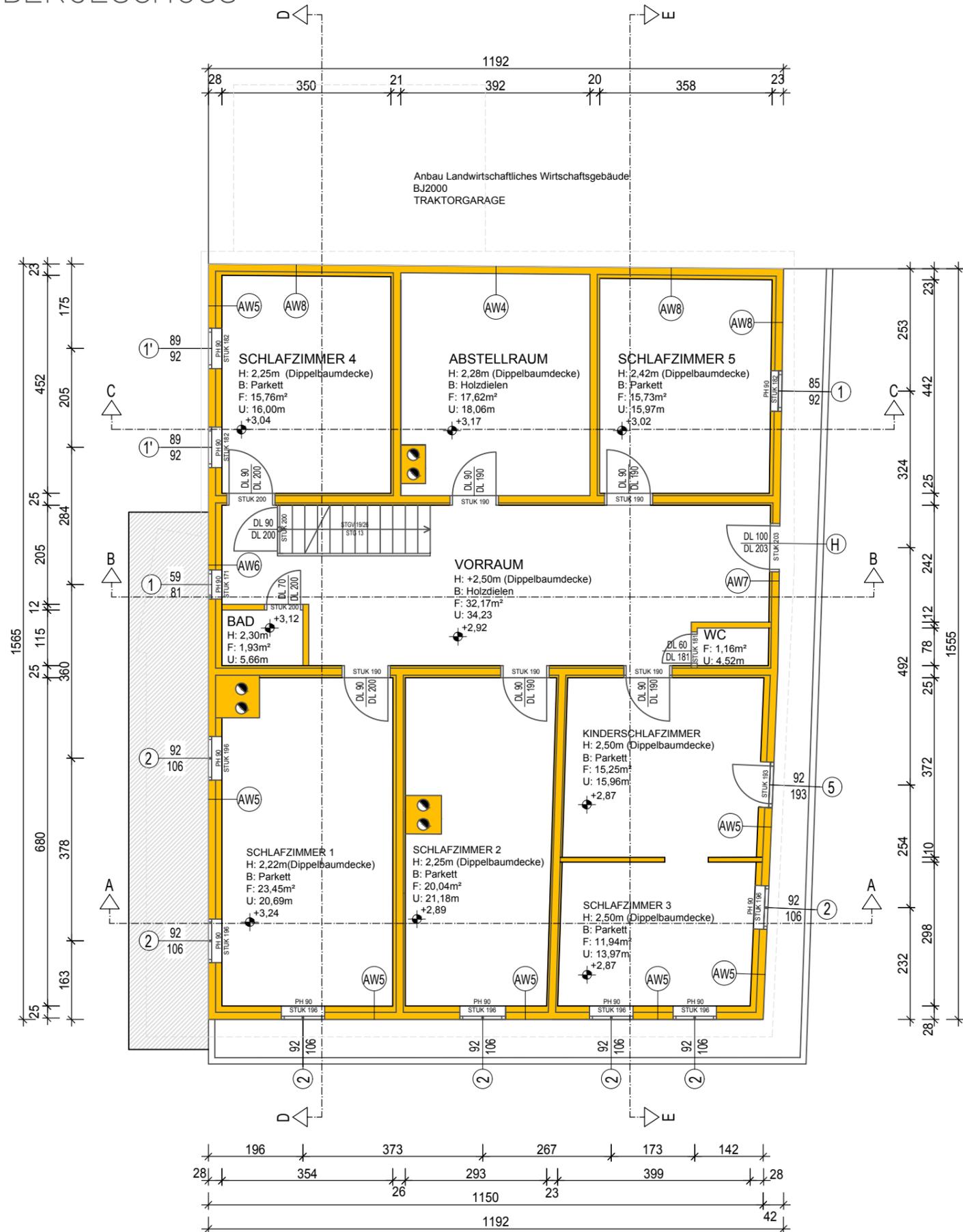


LEGENDE:

- ① Fenster TYP 1  
Zweischeiben Isolierverglas.  
Marke: Bayerwald
- ①\* Fenster TYP 1  
Zweischeiben Isolierverglas.  
Marke: Roto
- ③ Fenster TYP 3  
Zweischeiben Fenster  
Marke: Unbekannt
- ④ Fenster TYP 4  
Einscheiben Fenster  
Marke: Unbekannt
- H Haustüre  
Massivholz mit geringem Glasanteil  
Marke: Eigenbau
- AW1 Natursteinmauerwerk 60cm  
3cm Kalkputz (außen)  
54cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz (innen)
- AW2 Natursteinmauerwerk 75cm  
3cm Kalkputz  
69cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz
- AW3 Außenwand Holzblock 37cm  
3,0cm Kalkputz (außen)  
6cm Heraklith-EPV  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
5cm Mineralwolle  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	GRUNDRISS ERDGESCHOSS		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	01
GEZEICHNET:	29.02.2020	MAßSTAB:	1:100
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		

GRUNDRISS OBERGESCHOSS

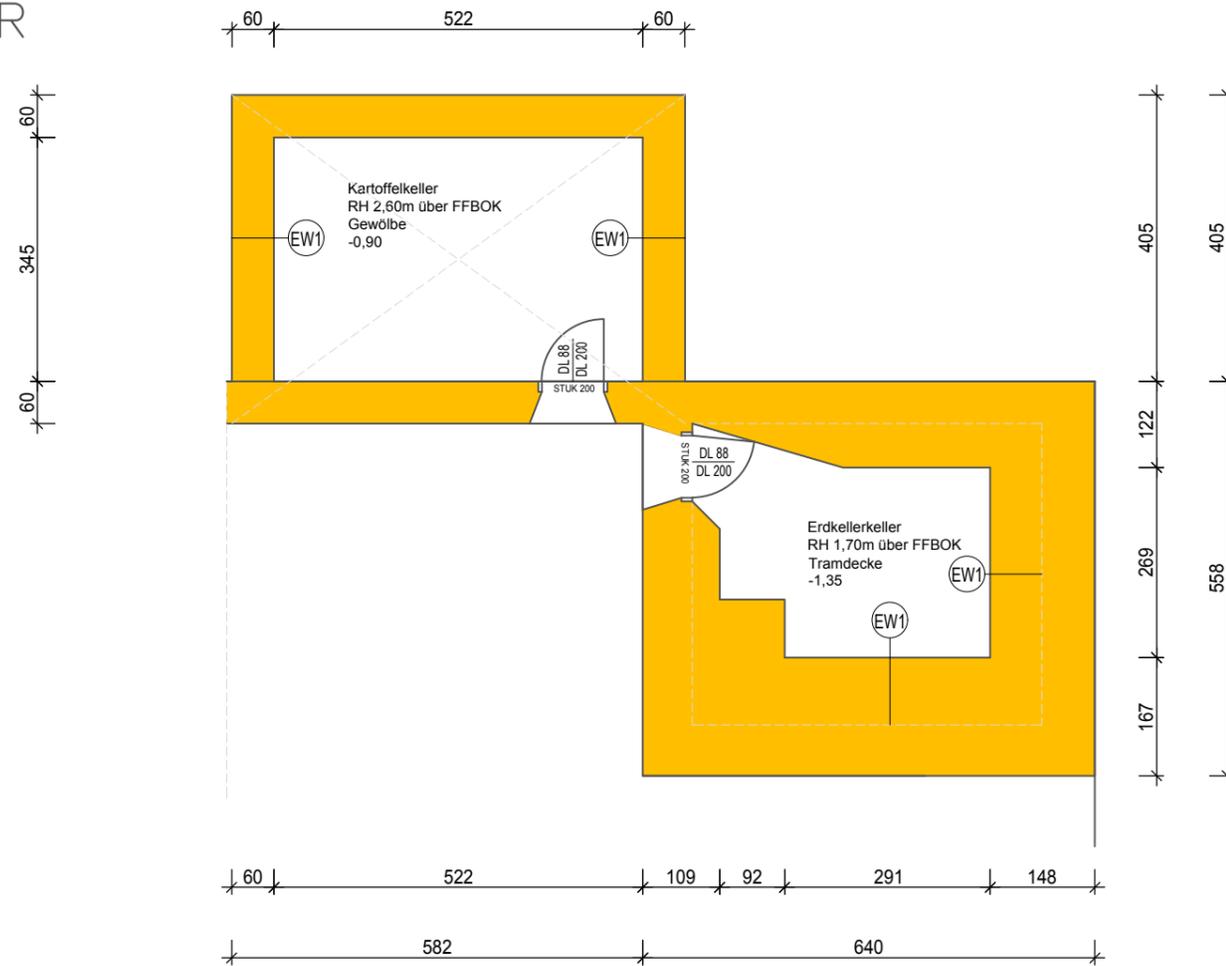


LEGENDE:

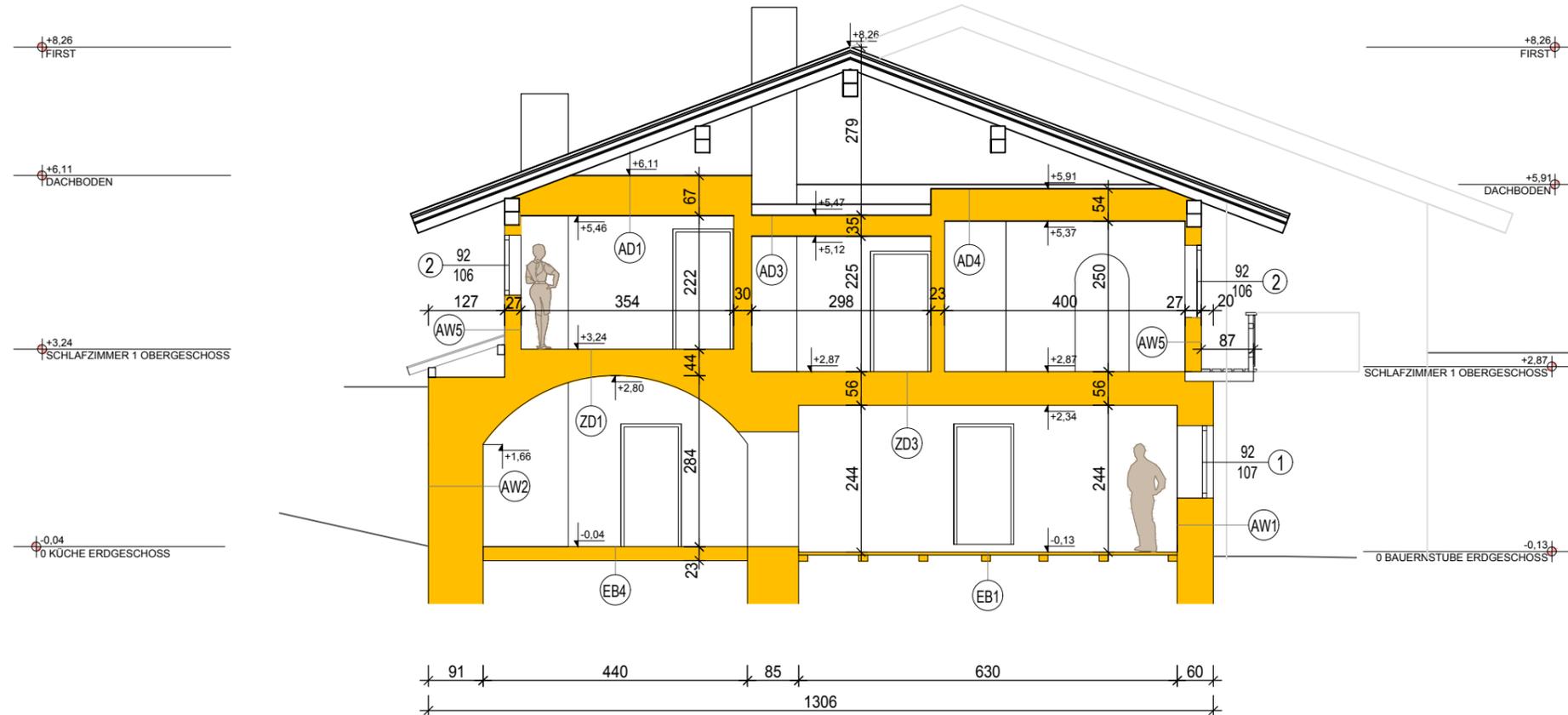
- ① Fenster TYP 1  
Zweischeiben Isolierverglas.  
Marke: Bayerwald
- ①' Fenster TYP 1  
Zweischeiben Isolierverglas.  
Marke: Josko
- ② Fenster TYP 2  
Zweischeiben Verbundfenster  
Marke: Unbekannt
- ⑤ Fenster TYP 5  
Zweischeiben Verbundfenstertür  
Marke: Unbekannt
- H Haustüre  
Massivholz mit geringem Glasanteil  
Marke: Eigenbau
- AW4 Außenwand Holzblock 15cm  
15cm Holzblock (Fichte)
- AW5 Außenwand Holzblock 28cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
5cm Mineralwolle  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)
- AW6 Außenwand Holzblock 28cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
8,0cm Mineralwolle  
2,0cm Holzschalung gehobelt
- AW7 Außenwand Holzblock 20cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
3,0cm Lattung/Kalkputz  
2,0cm Holzschalung gehobelt
- AW8 Außenwand Holzblock 23cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	GRUNDRISS OBERGESCHOSS		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	02
GEZEICHNET:	29.02.2020	MAßSTAB:	1:100
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		

GRUNDRISS ERDKELLER



SCHNITT A-A



LEGENDE:

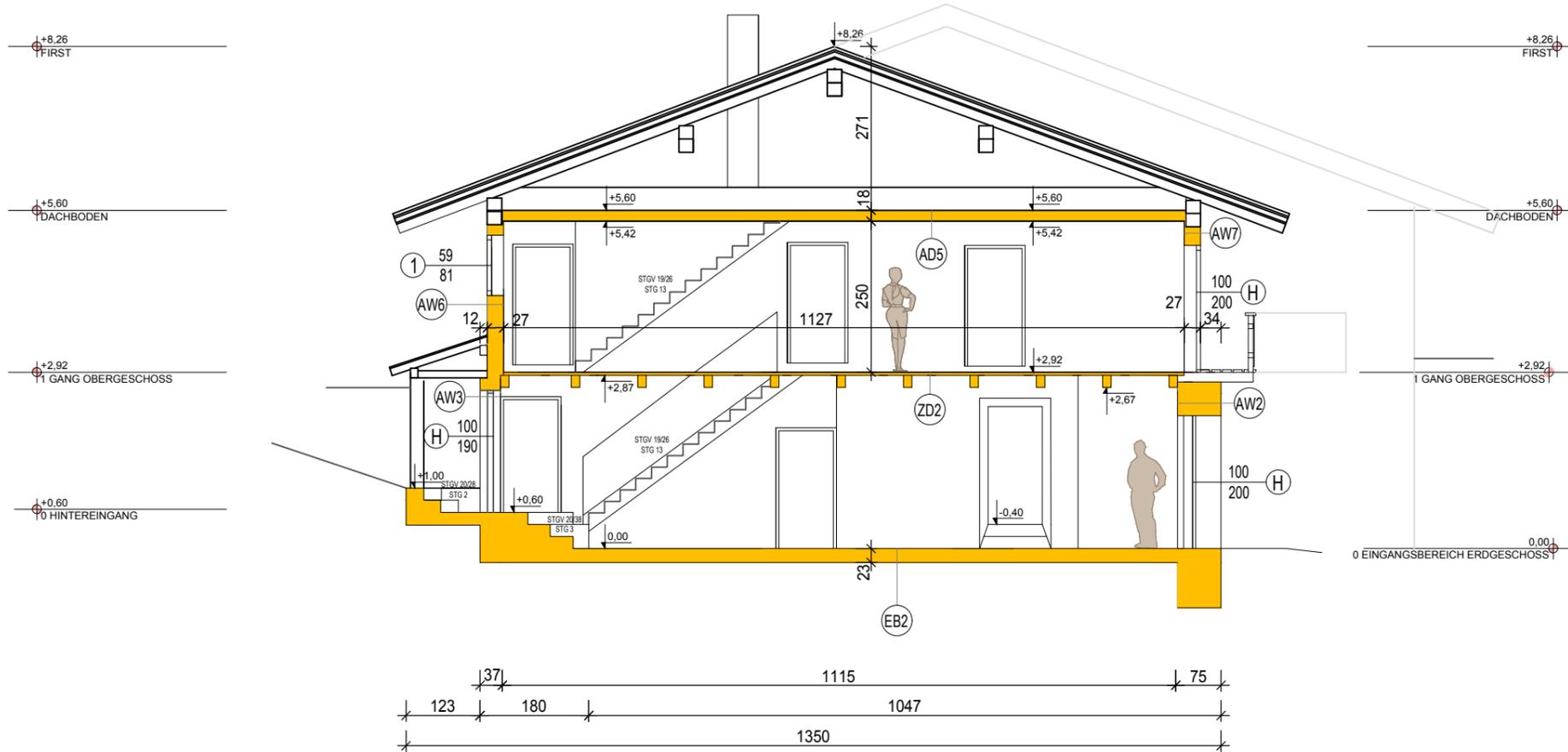
- ① Fenster TYP 1  
Zweischeiben Isolierverglas.  
Marke: Bayerwald
- ② Fenster TYP 3  
Zweischeiben Verbundfenster  
Marke: Unbekannt
- EW1 Fundamentwände 100cm  
>60cm Kalksteinmauerwerk
- AW1 Natursteinmauerwerk 60cm  
3cm Kalkputz  
69cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz
- AW2 Natursteinmauerwerk 75cm  
3cm Kalkputz (außen)  
54cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz (innen)
- AW5 Außenwand Holzblock 28cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
5cm Mineralwolle  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)
- EB1 Fußboden Bauernstube 25cm  
5cm Holzdielen  
20cm Kanthölzer (Abstand 80cm)
- EB4 Fußboden Küche 23,0cm  
3,0cm Holzdielen  
5,0cm Polsterhölzer  
15cm Stahlbeton
- ZD1 Gewölbe Küche 44,0cm  
2,0cm Mehrschichtparkett  
5cm Polsterhölzer  
6cm Estrich  
27cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz (innen)
- ZD3 Tramdecke Bauerns. 56,0cm  
2,0cm Mehrschichtparkett  
6cm Estrich  
5cm Polyäthelen-Folie  
Postenlage  
30cm Tramlage (Abstand 80cm)  
3cm Streuschalung  
2cm Lattung (Putzträger)  
3cm Kalkputz
- AD1 Dippelbaumdecke Zimmer1 69,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
21cm Luft  
25cm Dippelbaumlage  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz
- AD3 Dippelbaumdecke Zimmer2/2 35,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
12cm Dippelbaumlage  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz
- AD4 Dippelbaumdecke Zimmer3 54,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
11cm Luftschicht  
20cm Dippelbaumlage  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

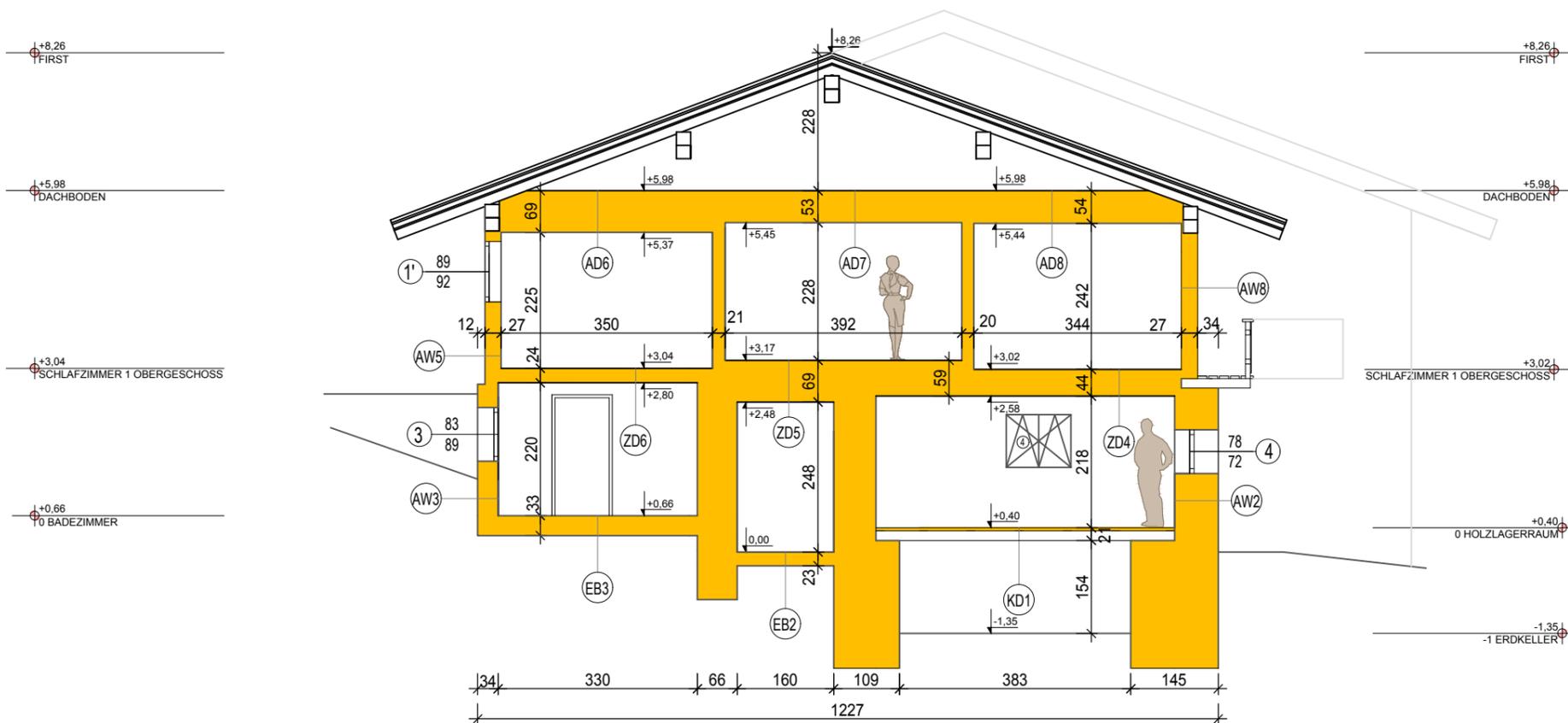
ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	KELLERGESCH. /SCHNITT A-A		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	03
GEZEICHNET:	29.02.2020	MASSTAB:	1:100
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		

SCHNITT B-B



SCHNITT C-C



LEGENDE:

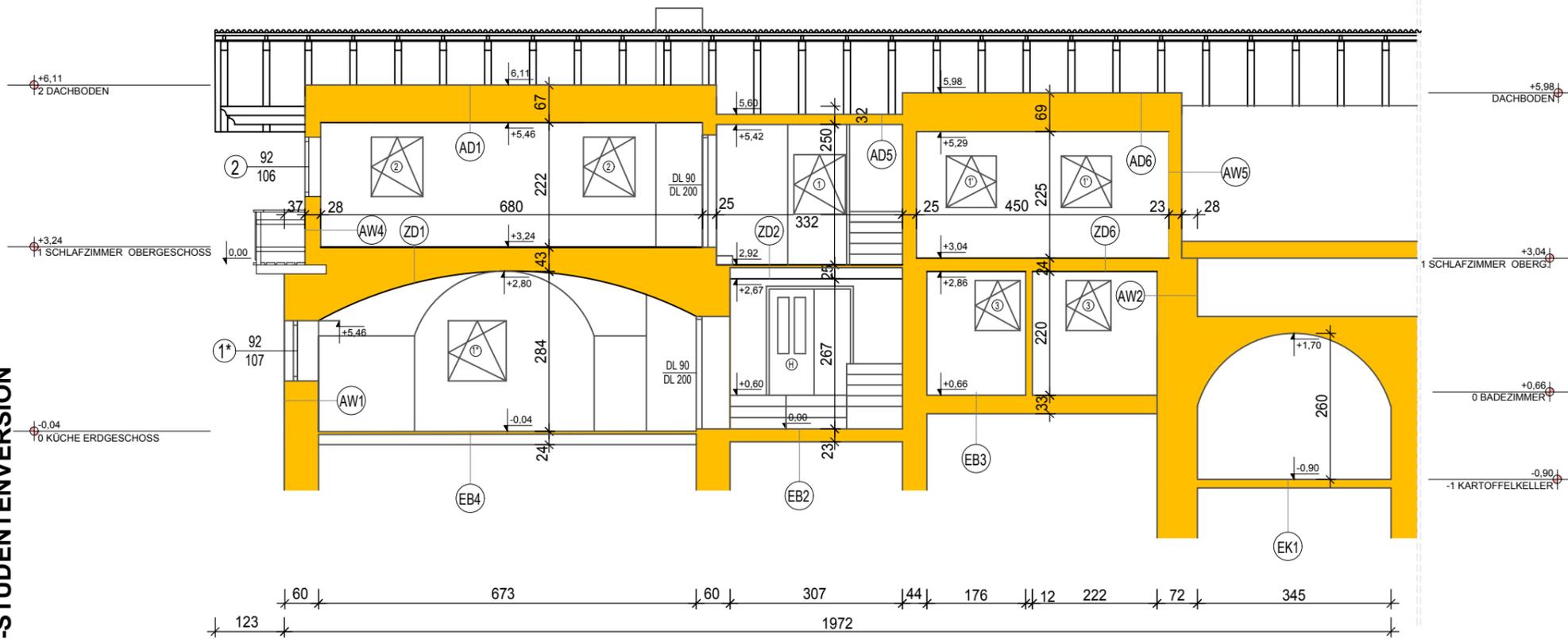
- ① Fenster TYP 1  
Zweischeiben Isolierverglas.  
Marke: Bayerwald
- ①' Fenster TYP 1  
Zweischeiben Isolierverglas.  
Marke: Josko
- ② Fenster TYP 3  
Zweischeiben Verbundfenster  
Marke: Unbekannt
- ③ Fenster TYP 3  
Zweischeiben Fenster  
Marke: Unbekannt
- ④ Fenster TYP 4  
Einscheiben Fenster  
Marke: Unbekannt
- H Haustüre  
Massivholz mit geringem Glasanteil  
Marke: Eigenbau
- AW1 Natursteinmauerwerk 72cm  
3cm Kalkputz  
66cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz
- AW3 Außenwand Holzblock 37cm  
3,0cm Kalkputz (außen)  
6cm Heraklith-EPV  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
5cm Mineralwolle  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)
- AW4 Außenwand Holzblock 28cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
5cm Mineralwolle  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)
- KD1 Fußboden Bauernstube 25cm  
5cm Holzdielen  
20cm Sichttram (Abstand 80cm)
- EB2 Fußboden Eingangsbereich 23cm  
2cm Fliesen  
6cm Estrich  
15cm Stahlbeton
- EB3 Fußboden Badezimmer 33cm  
2cm Fliesen  
8cm Estrich (beheizt)  
15cm Stahlbeton  
8cm XPS-Platten
- ZD4 Tramdecke Holzlager 44,0cm  
3,0cm Holzdielen  
5cm Polsterhölzer/Luft  
5cm Postenlage  
24cm Tramlage (Abstand 80cm)  
4cm Streuschalung  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz
- ZD5 Tramdecke Kellerab. 69,0cm  
5cm Pfostenlage  
20cm Tram/ Luft (Abstand 0,8m)  
34cm Luftschiicht  
8cm Lattung/Luft (Abstand 1m)  
2cm Holzschalung gehobelt
- ZD6 Tramdecke Kellerab. 24,0cm  
4cm Holzdielen  
18cm Tram/ Mineralwolle  
2cm Holzschalung gehobelt
- AD6 Doppelbaumdecke Zimmer4 48,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
25cm Doppelbaumlage  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz
- AD7 Doppelbaumdecke Abstellraum 54,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
19cm Luft  
15cm Doppelbaumlage
- AD8 Doppelbaumdecke Zimmer5 53,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
10cm Luft  
20cm Doppelbaumlage  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	SCHNITT B-B /SCHNITT C-C		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	04
GEZEICHNET:	29.02.2020	MASSTAB:	1:100
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		

SCHNITT D-D



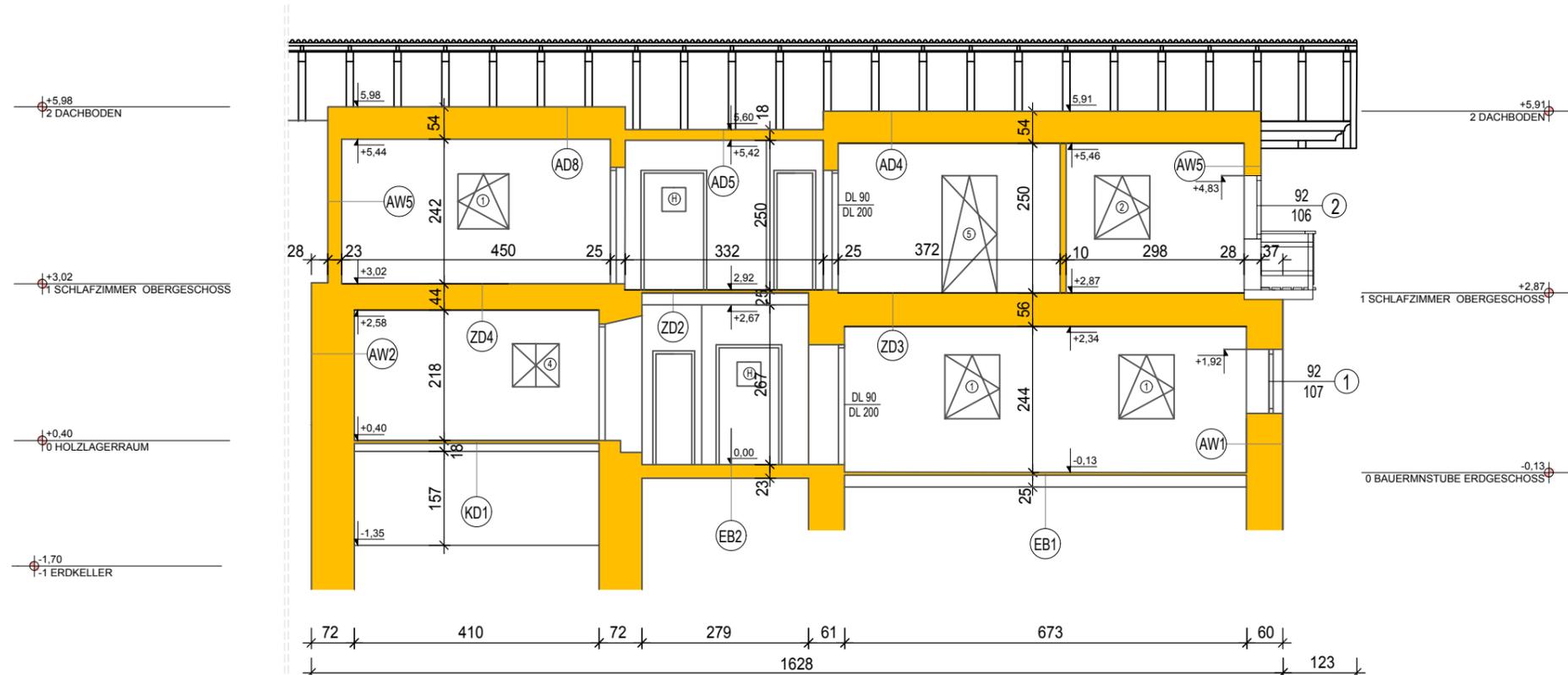
LEGENDE:

- ① Fenster TYP 1  
Zweischeiben Isolierverglas.  
Marke: Bayerwald
- ①\* Fenster TYP 1  
Zweischeiben Isolierverglas.  
Marke: Roto
- ② Fenster TYP 3  
Zweischeiben Verbundfenster  
Marke: Unbekannt
- AW1 Natursteinmauerwerk 72cm  
3cm Kalkputz  
66cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz
- AW2 Natursteinmauerwerk 60cm  
3cm Kalkputz (außen)  
66cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz (innen)
- AW4 Außenwand Holzblock 28cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
5cm Mineralwolle  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)
- AW5 Außenwand Holzblock 23cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
3cm Mineralwolle  
2cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)
- ZD1 Gewölbe Küche 44,0cm  
2,0cm Mehrschichtparkett  
6cm Estrich  
25cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz (innen)
- ZD2 Decke Eingangsbereich 25,0cm  
5,0cm Holzdielen  
20cm Sichttriam
- ZD3 Tramdecke Bauerns. 56,0cm  
2,0cm Mehrschichtparkett  
6cm Estrich  
Polyäthelen-Folie  
5cm Pfostenlage  
30cm Tramlage (Abstand 80cm)  
3cm Streuschalung  
2cm Lattung (Putzträger)  
3cm Kalkputz
- EK1 Fußboden Kartoffelkeller 15,0cm  
15,0cm Stahlbeton
- KD1 Decke Erdkeller 15,0cm  
5,0cm Holzdielen  
20cm Sichttriam
- EB1 Fußboden Bauernstube 25cm  
5cm Holzdielen  
20cm Kanthölzer (Abstand 80cm)
- EB2 Fußboden Eingangsbereich 23cm  
2cm Fliesen  
6cm Estrich  
15cm Stahlbeton
- EB3 Fußboden Badezimmer 33cm  
2cm Fliesen  
8cm Estrich (beheizt)  
15cm Stahlbeton  
8cm XPS-Platten
- EB4 Fußboden Küche 23,0cm  
3,0cm Holzdielen  
5,0cm Polsterstücker  
15cm Stahlbeton
- AD1 Dippelbaumdecke Zimmer1 69,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
21cm Luft  
25cm Dippelbaumlage  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz
- AD4 Dippelbaumdecke Zimmer3 53,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
11cm Luftschicht  
20cm Dippelbaumlage  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz
- AD5 Tramdecke Gang 18,0cm  
4cm Pfostenlage  
12cm Tramlage/Mineralwolle  
2cm Holzschalung gehobelt
- AD6 Dippelbaumdecke Zimmer4 48,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
25cm Dippelbaumlage  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz
- AD8 Dippelbaumdecke Zimmer5 53,0cm  
4cm Brandschutzschalung  
16cm Tramlage/Mineralwolle  
10cm Luft  
20cm Dippelbaumlage  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

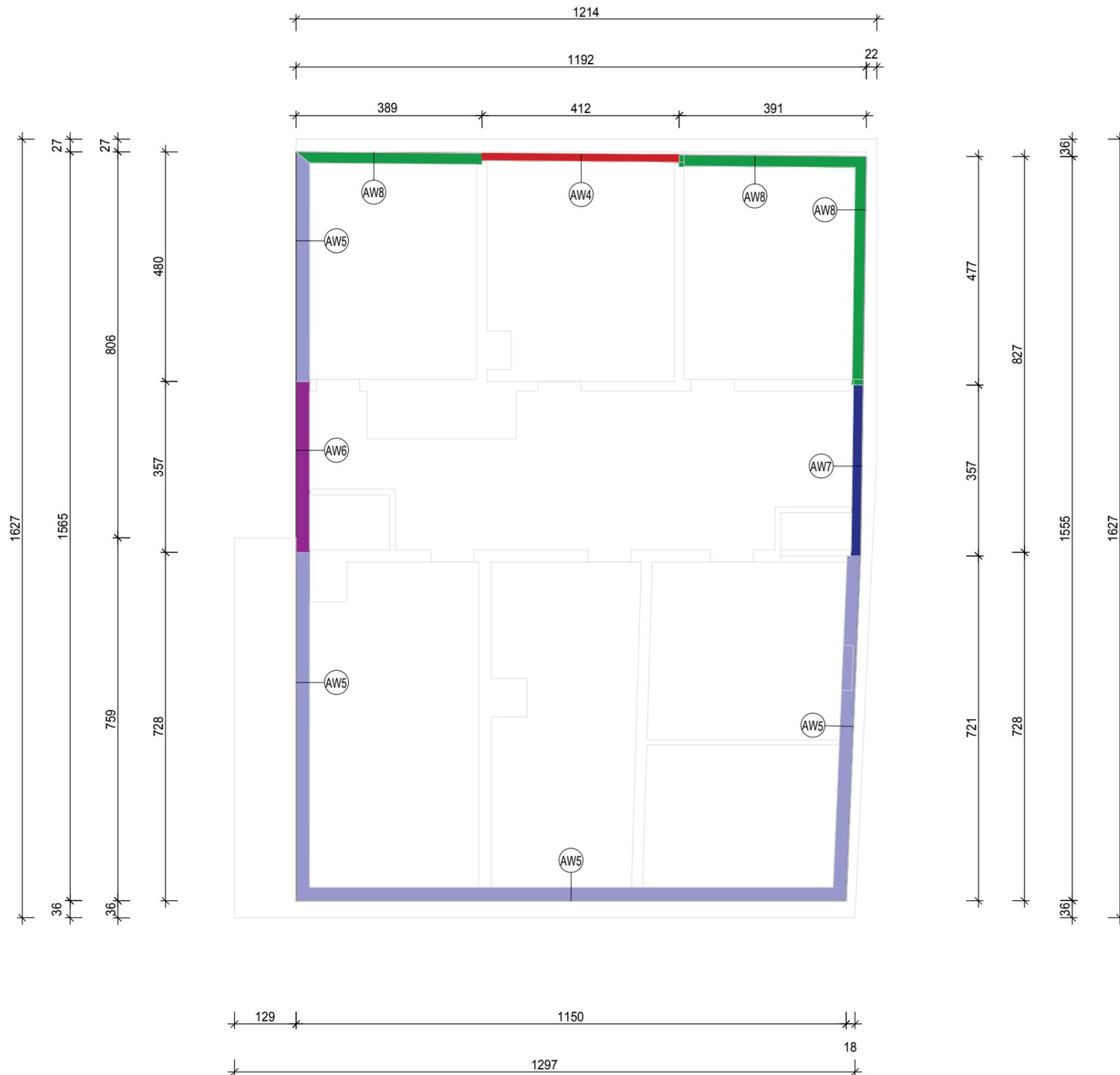
ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

SCHNITT E-E



Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	SCHNITT D-D /SCHNITT E-E		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	05
GEZEICHNET:	29.02.2020	MABSTAB:	1:100
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		

AUSSENWÄNDE OBERGESCHOSS



LEGENDE:

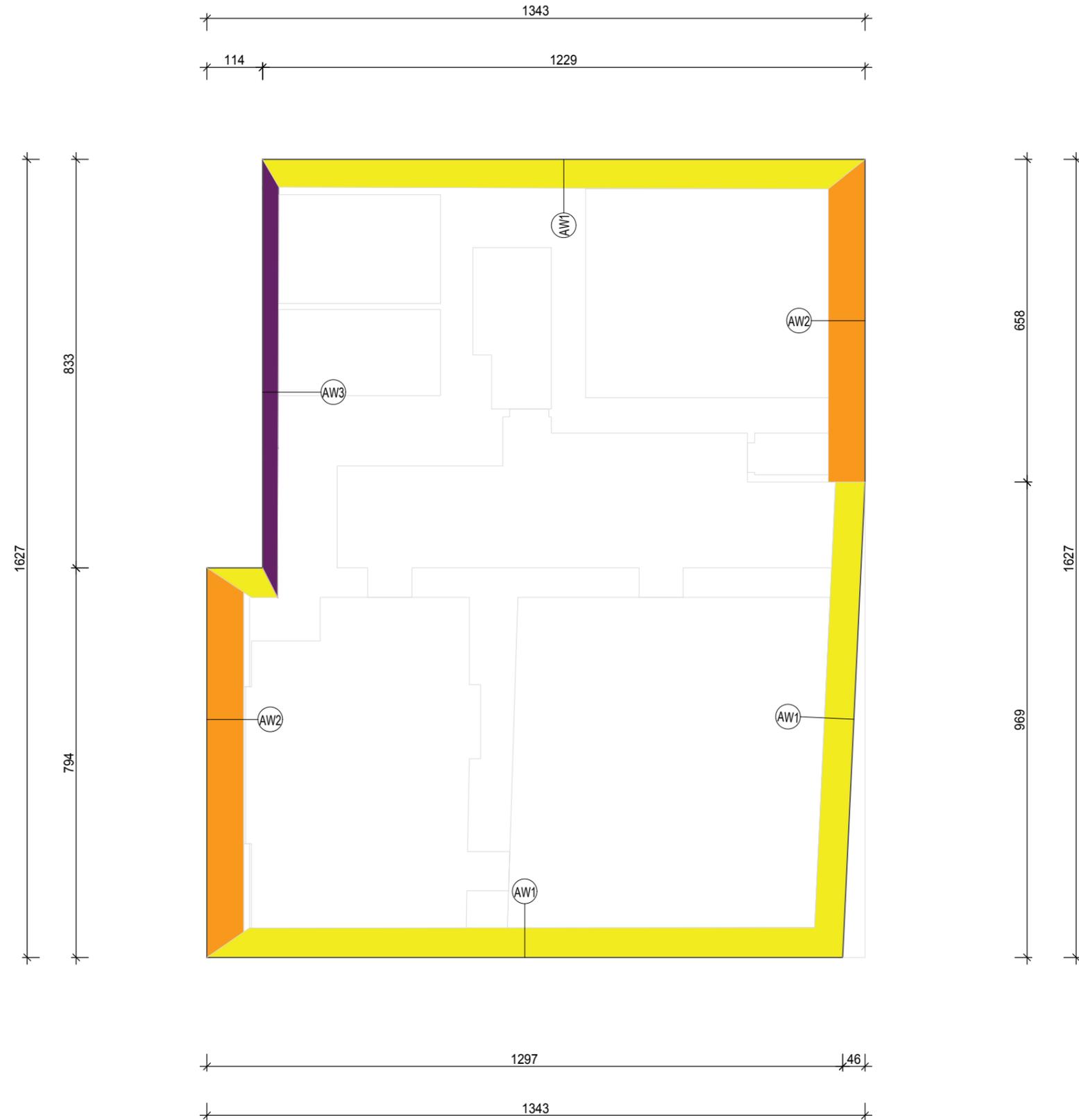
- AW4** Außenwand Holzblock 15cm  
15cm Holzblock (Fichte)
- AW5** Außenwand Holzblock 28cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
5cm Mineralwolle  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)
- AW6** Außenwand Holzblock 28cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
8,0cm Mineralwolle  
2,0cm Holzschalung gehobelt
- AW7** Außenwand Holzblock 20cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
3,0cm Lattung/Kalkputz  
2,0cm Holzschalung gehobelt
- AW8** Außenwand Holzblock 23cm  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	AUSSENWÄNDE OG		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	06
GEZEICHNET:	29.02.2020	MAßSTAB:	1:100
PLANVERFASSEN:	Gschwandtner Manuel		

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

AUSSENWÄNDE ERDGESCHOSS



LEGENDE:

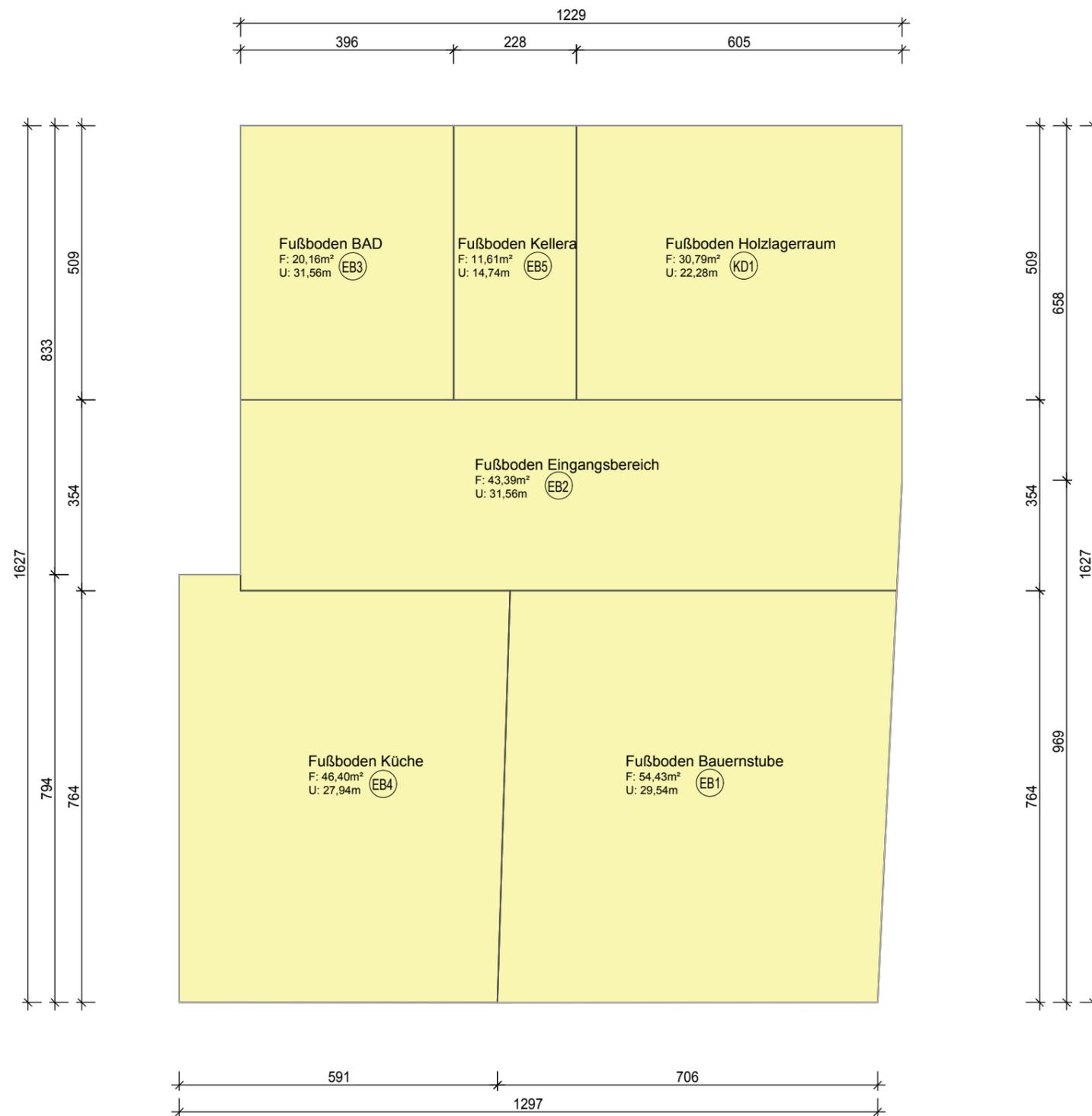
- AW1** Natursteinmauerwerk 60cm  
3cm Kalkputz (außen)  
54cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz (innen)
- AW2** Natursteinmauerwerk 75cm  
3cm Kalkputz  
69cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz
- AW3** Außenwand Holzblock 37cm  
3,0cm Kalkputz (außen)  
6cm Heraklith-EPV  
15cm Holzblock (Fichte)  
1,5cm Lattung/Kalkputz  
1,5cm Kalkputz  
5cm Mineralwolle  
3cm Gipsfaserplatte  
2cm Kalkputz (innen)

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	AUSSENWÄNDE EG		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	07
GEZEICHNET:	29.02.2020	MAßSTAB:	1:100
PLANVERFASSTER:	Gschwandtner Manuel		

# FLÄCHEN ERDBERÜHRTE BAUTEILE



## LEGENDE:

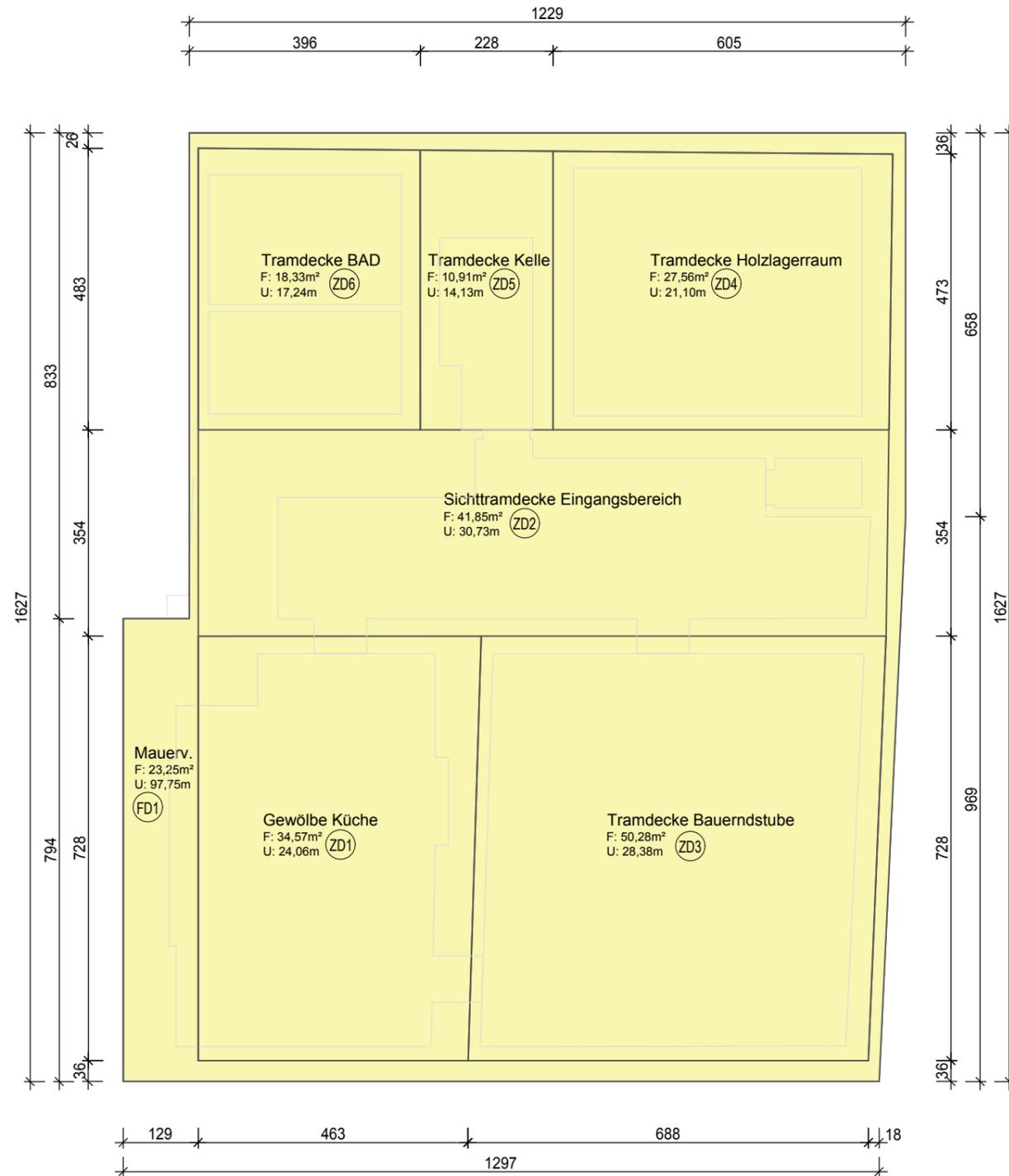
- EB1** Fußboden Bauernstube 25cm  
 5cm Holzdielen  
 20cm Kanthölzer (Abstand 80cm)
- EB2** Fußboden Eingangsbereich 23cm  
 2cm Fliesen  
 6cm Estrich  
 15cm Stahlbeton
- EB3** Fußboden Badezimmer 33cm  
 2cm Fliesen  
 8cm Estrich (beheizt)  
 15cm Stahlbeton  
 8cm XPS-Platten
- EB4** Fußboden Küche 23,0cm  
 3cm Holzdielen  
 5cm Polsterhölzer/Luft  
 15cm Stahlbeton
- EB5** Fußboden Kellerabgang 23cm  
 2cm Fliesen  
 6cm Estrich  
 15cm Stahlbeton
- KD1** Fußboden Bauernstube 19cm  
 5cm Holzdielen  
 14cm Sichttram (Abstand 80cm)

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	ERDBERÜHRTE FUSSBÖDEN		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	08
GEZEICHNET:	29.02.2020	MAßSTAB:	1:100
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		

DECKENFLÄCHE ERDGESCHOSS



LEGENDE:

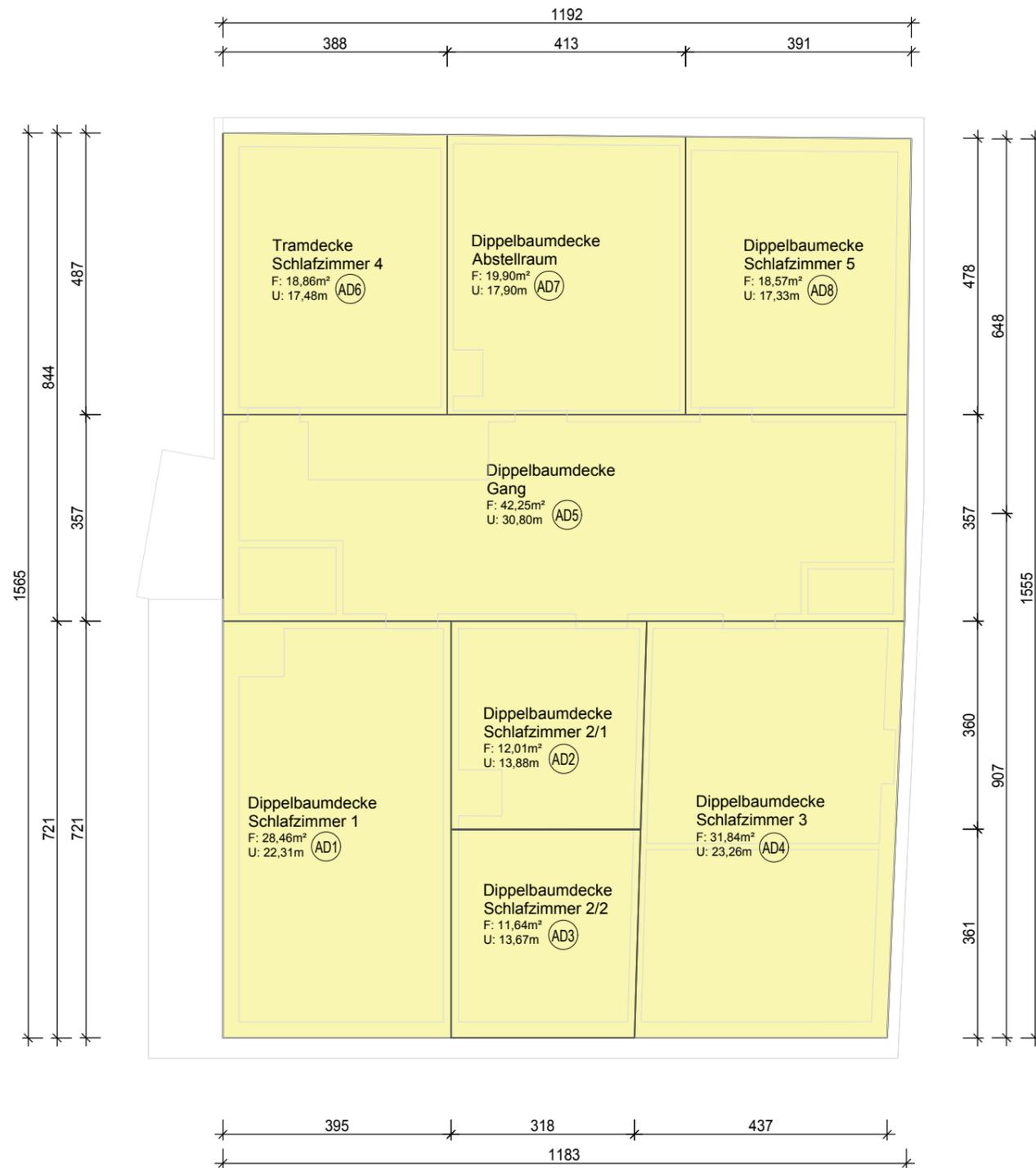
- ZD1** Gewölbe Küche 44,0cm  
3,0cm Holzdielen  
5cm Polsterhölzer/Luft  
6cm Estrich  
27cm Kalksteinmauerwerk  
3cm Kalkputz (innen)
- ZD2** Decke Eingangsbereich 21,0cm  
5,0cm Holzdielen  
16cm Sichttram
- ZD3** Tramdecke Bauernst. 56,0cm  
3,0cm Holzdielen  
5cm Polsterhölzer/Luft  
6cm Estrich  
5cm Polyäthelen-Folie  
5cm Postenlage  
24cm Tramlage (Abstand 80cm)  
3cm Streuschalung  
2cm Lattung (Putzträger)  
3cm Kalkputz
- ZD4** Tramdecke Holzlager 44,0cm  
3,0cm Holzdielen  
5cm Polsterhölzer/Luft  
5cm Postenlage  
24cm Tramlage (Abstand 80cm)  
4cm Streuschalung  
1,5cm Lattung (Putzträger)  
1,5cm Kalkputz
- ZD5** Tramdecke Kellerab. 69,0cm  
5cm Pfostenlage  
20cm Tram/ Luft (Abstand 0,8m)  
34cm Luftschiicht  
8cm Lattung/Luft (Abstand 1m)  
2cm Holzschalung gehobelt
- ZD6** Tramdecke Kellerab. 24,0cm  
4cm Holzdielen  
18cm Tram/ Mineralwolle  
2cm Holzschalung gehobelt
- FD1** Rücksprung Oberg. 60,0cm  
60cm Natursteinmauerwerk

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	DECKENFLÄCHE EG		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	09
GEZEICHNET:	29.02.2020	MABSTAB:	1:100
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		

DECKENFLÄCHE OBERGESCHOSS



LEGENDE:

- AD1** Doppelbaumdecke Zimmer1 69,0cm

  - 4cm Brandschutzschalung
  - 16cm Tramlage/Mineralwolle
  - 21cm Luft
  - 25cm Doppelbaumlage
  - 1,5cm Lattung (Putzträger)
  - 1,5cm Kalkputz
- AD2** Doppelbaumdecke Zimmer2/1 53,0cm

  - 4cm Brandschutzschalung
  - 16cm Tramlage/Mineralwolle
  - 12cm Luft
  - 18cm Doppelbaumlage
  - 1,5cm Lattung (Putzträger)
  - 1,5cm Kalkputz
- AD3** Doppelbaumdecke Zimmer2/2 35,0cm

  - 4cm Brandschutzschalung
  - 16cm Tramlage/Mineralwolle
  - 12cm Doppelbaumlage
  - 1,5cm Lattung (Putzträger)
  - 1,5cm Kalkputz
- AD4** Doppelbaumdecke Zimmer3 54,0cm

  - 4cm Brandschutzschalung
  - 16cm Tramlage/Mineralwolle
  - 11cm Luftschicht
  - 20cm Doppelbaumlage
  - 1,5cm Lattung (Putzträger)
  - 1,5cm Kalkputz
- AD5** Tramdecke Gang 18,0cm

  - 4cm Pfostenlage
  - 12cm Tramlage/Mineralwolle
  - 2cm Holzschalung gehobelt
- AD6** Doppelbaumdecke Zimmer4 48,0cm

  - 4cm Brandschutzschalung
  - 16cm Tramlage/Mineralwolle
  - 25cm Doppelbaumlage
  - 1,5cm Lattung (Putzträger)
  - 1,5cm Kalkputz
- AD7** Doppelbaumdecke Abstellraum 54,0cm

  - 4cm Brandschutzschalung
  - 16cm Tramlage/Mineralwolle
  - 19cm Luft
  - 15cm Doppelbaumlage
- AD8** Doppelbaumdecke Zimmer5 53,0cm

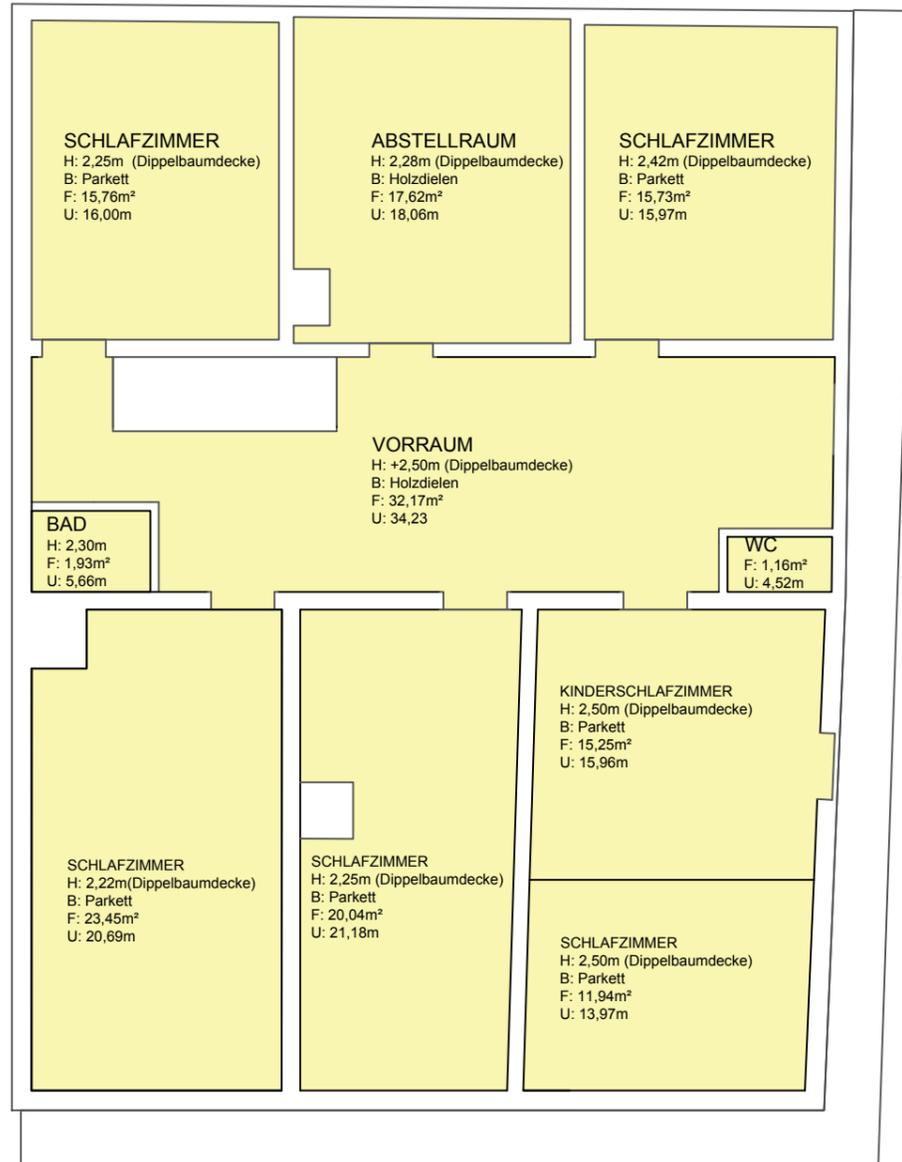
  - 4cm Brandschutzschalung
  - 16cm Tramlage/Mineralwolle
  - 10cm Luft
  - 20cm Doppelbaumlage
  - 1,5cm Lattung (Putzträger)
  - 1,5cm Kalkputz

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

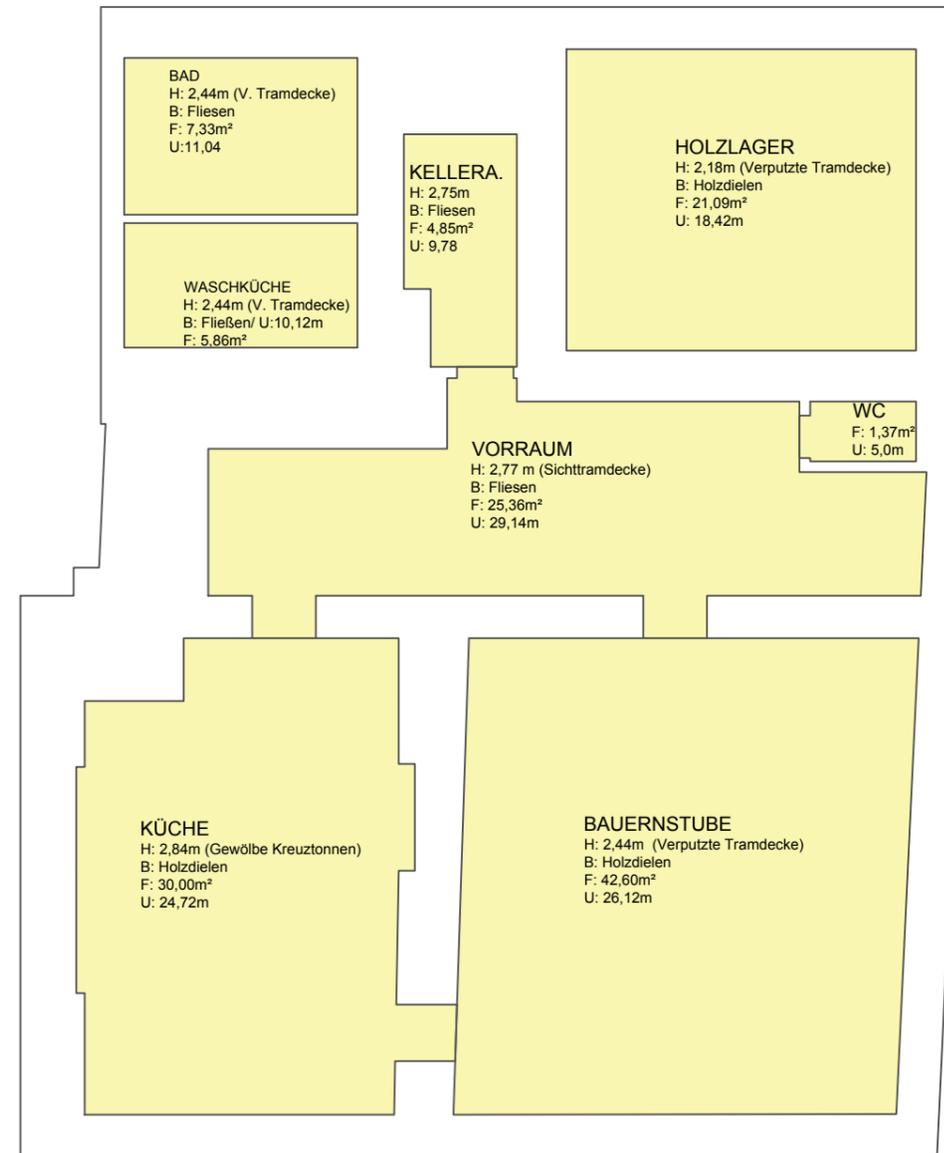
ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	DECKENFLÄCHE OG		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	10
GEZEICHNET:	29.02.2020	MASSTAB:	1:100
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		

NUTZFLÄCHE OBERGESCHOSS



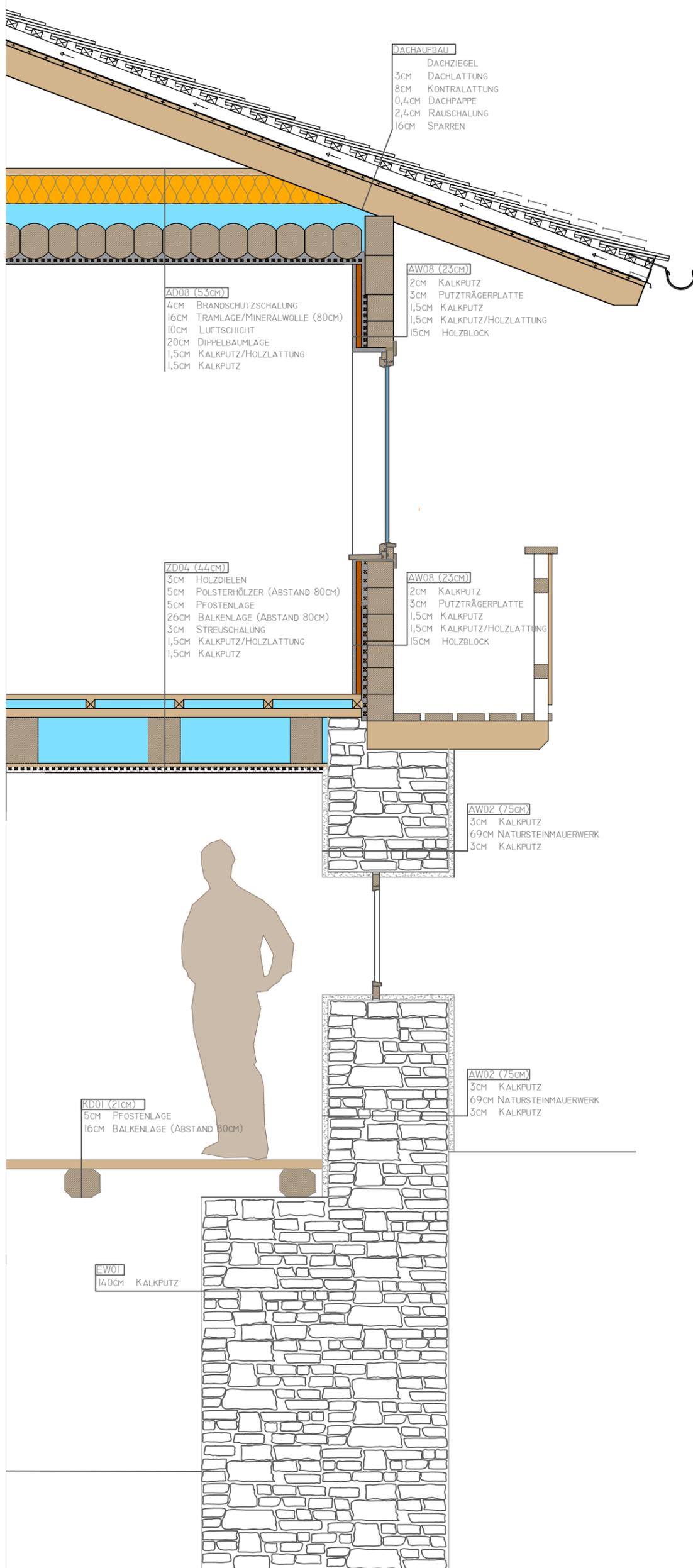
NUTZFLÄCHE ERDGESCHOSS



ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

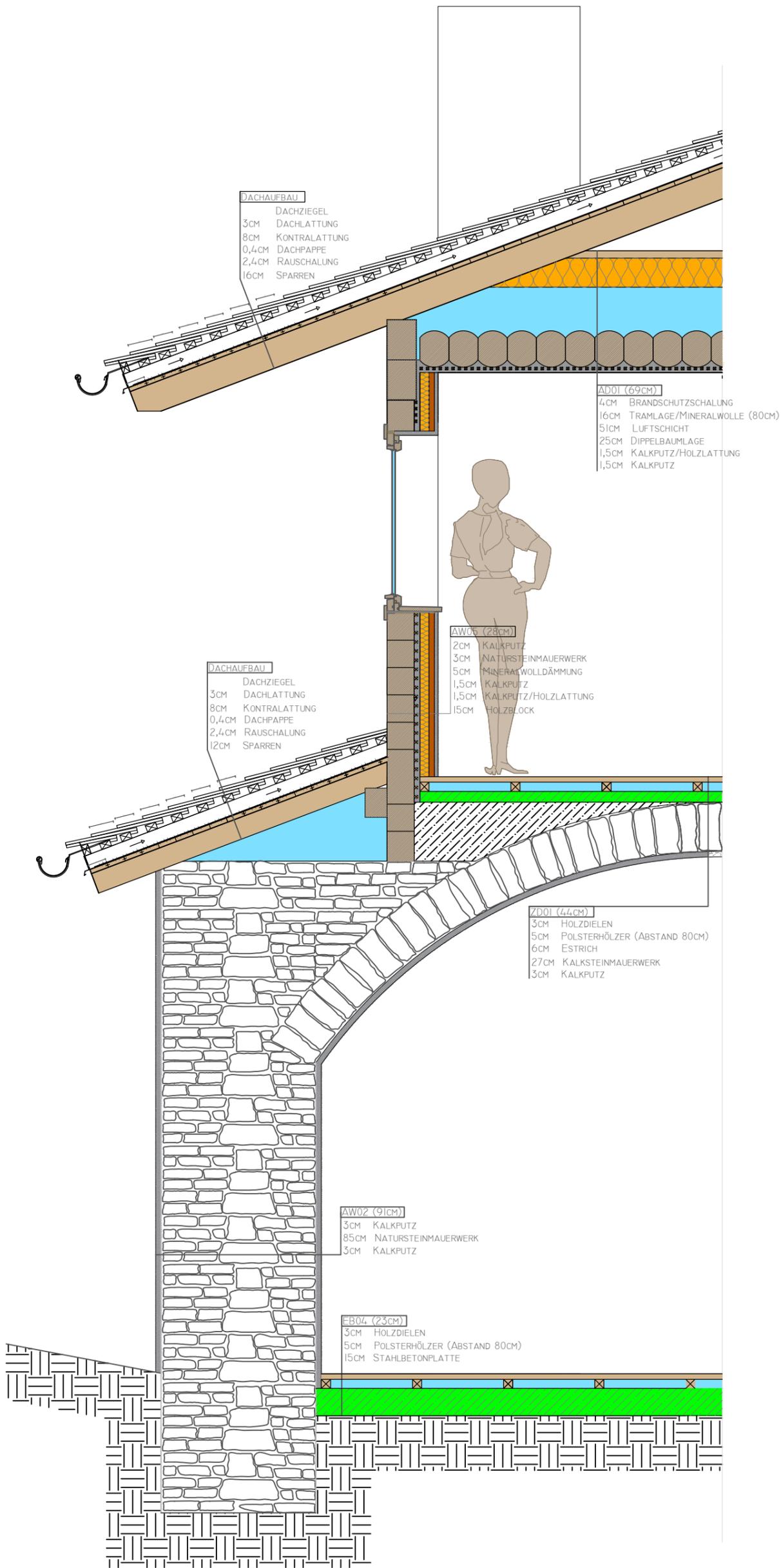
Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	Nutzfläche EG/OG		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	11
GEZEICHNET:	29.02.2020	MAßSTAB:	1:100
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		



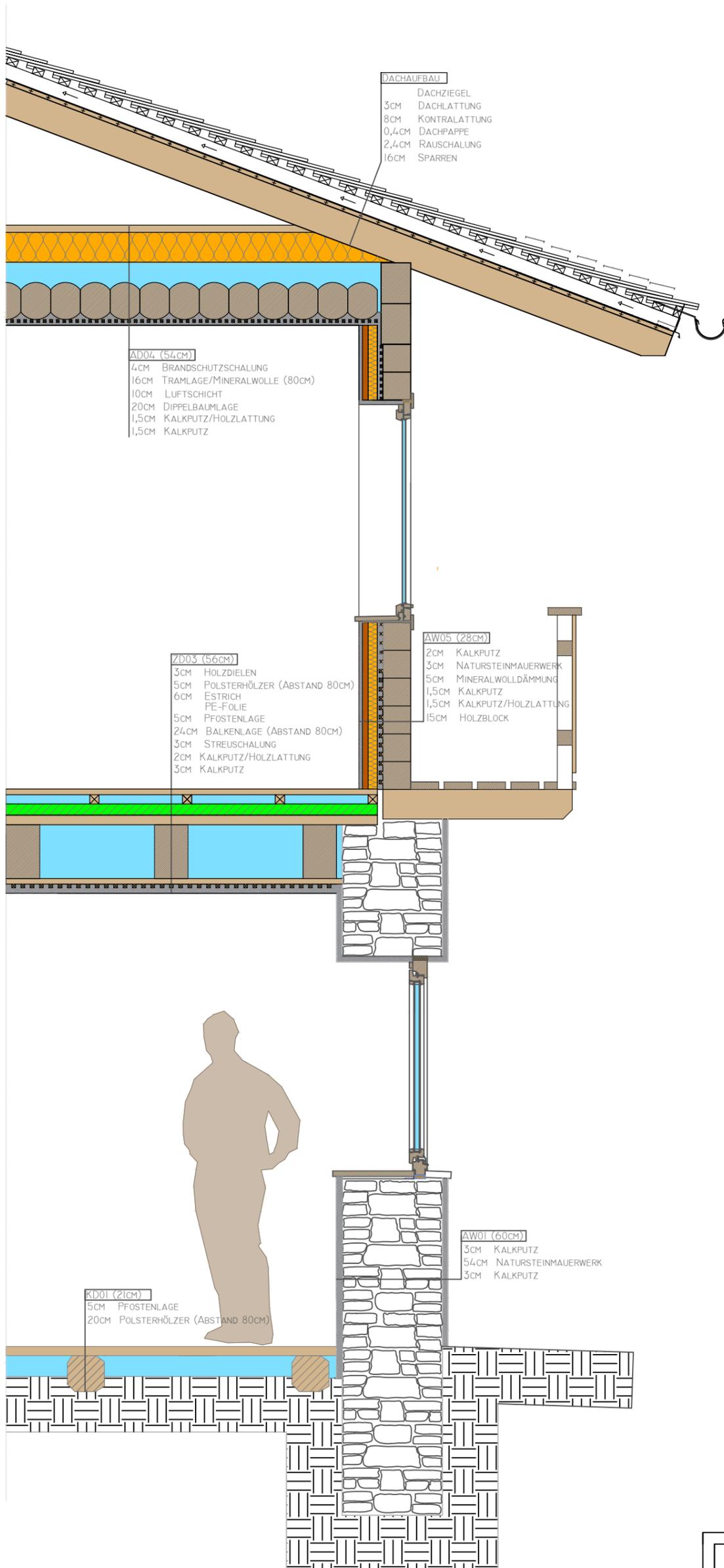
ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	Fassadenschnitt Keller		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	F01
GEZEICHNET:	29.02.2020	MAßTAB:	1:25
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		



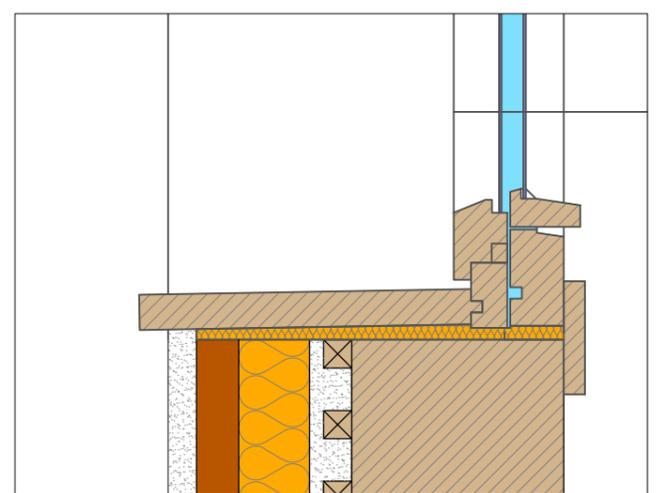
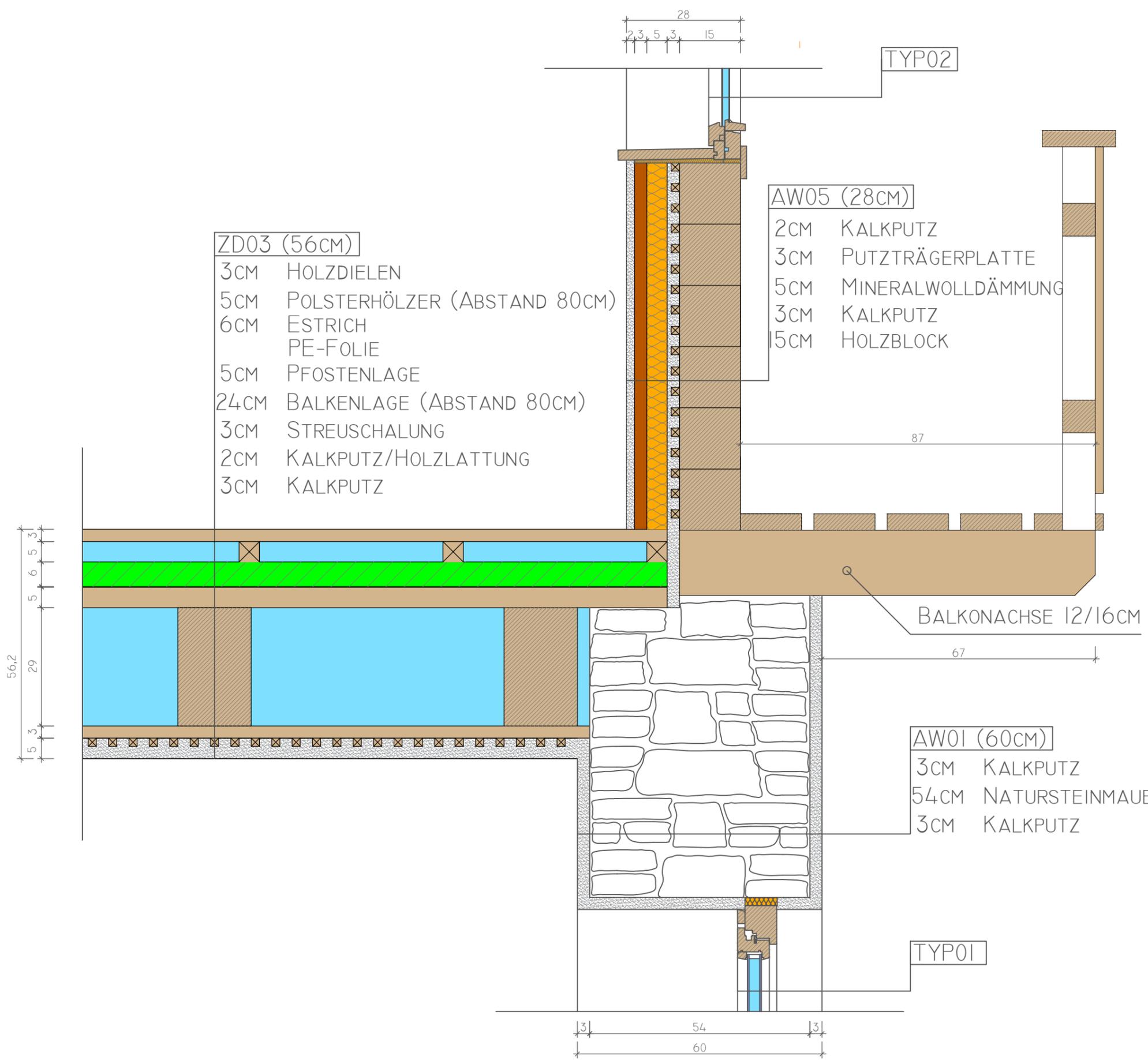
Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	Fassadenschnitt Küche		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	F02
GEZEICHNET:	29.02.2020	MAßSTAB:	1:25
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		



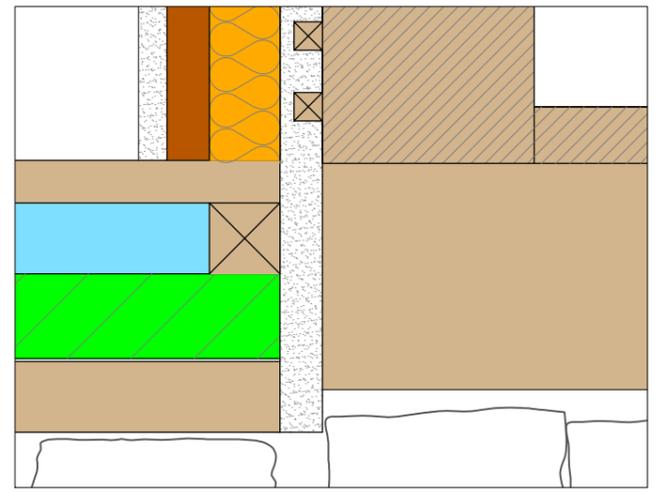
ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

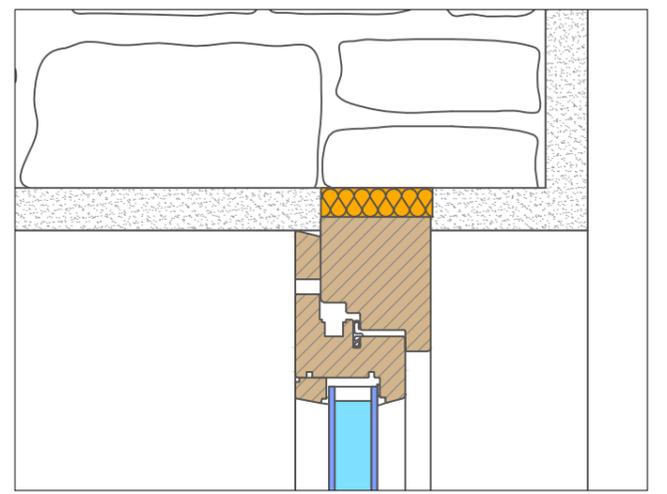
Projekt:	DIPLOMARBEIT BAUERNHAUS		
PLANINHALT:	Fassadenschnitt Bauernstube		
Studium:	Kon.Ing.bau	PLANNUMMER:	F03
GEZEICHNET:	29.02.2020	MAßTAB:	1:25
PLANVERFASSER:	Gschwandtner Manuel		



AUSSCHNITT FENSTER OBEN M 1:5

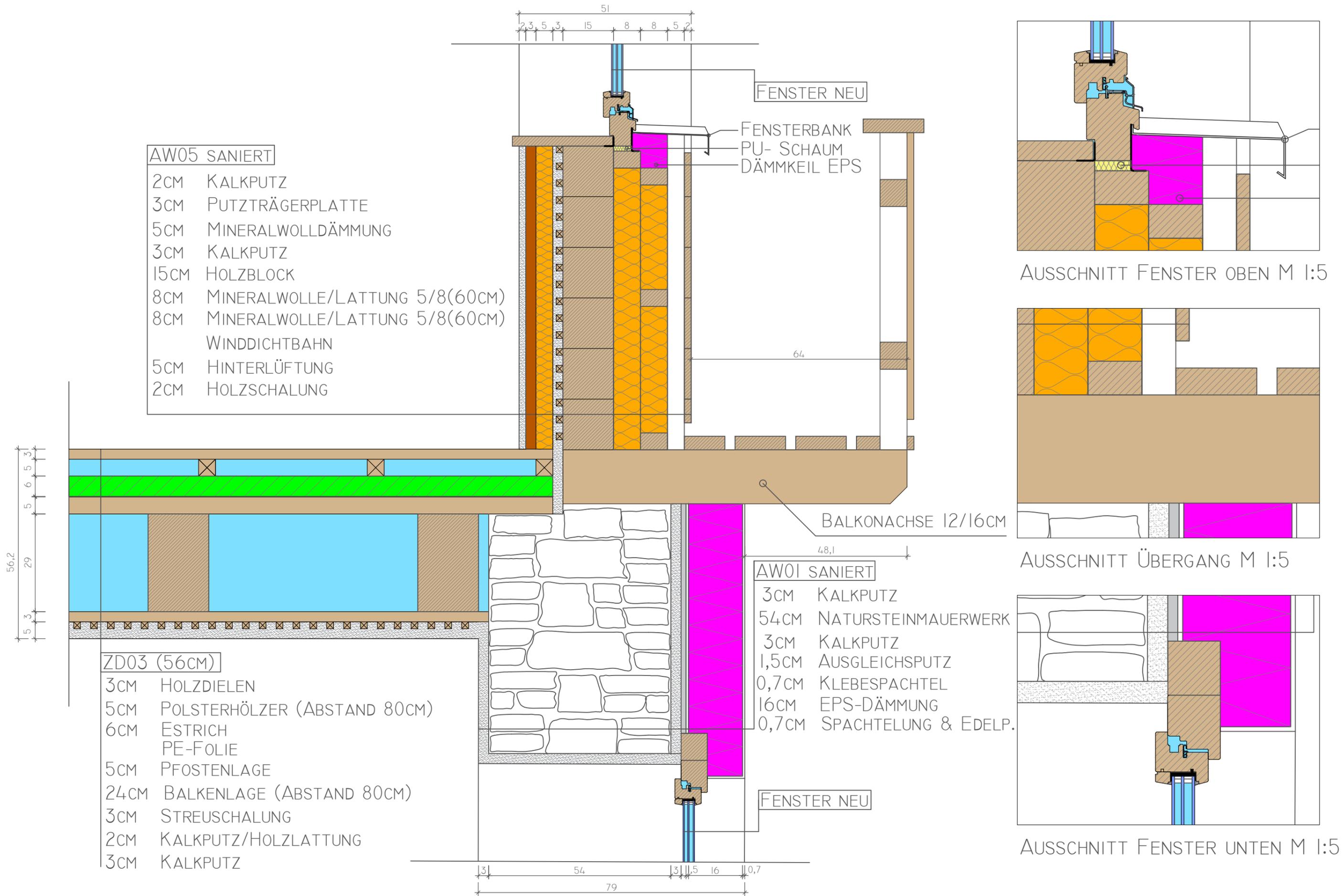


AUSSCHNITT ÜBERGANG M 1:5



AUSSCHNITT FENSTER UNTEN M 1:5

# BALKONANSCHLUSS IST-ZUSTAND M 1:10

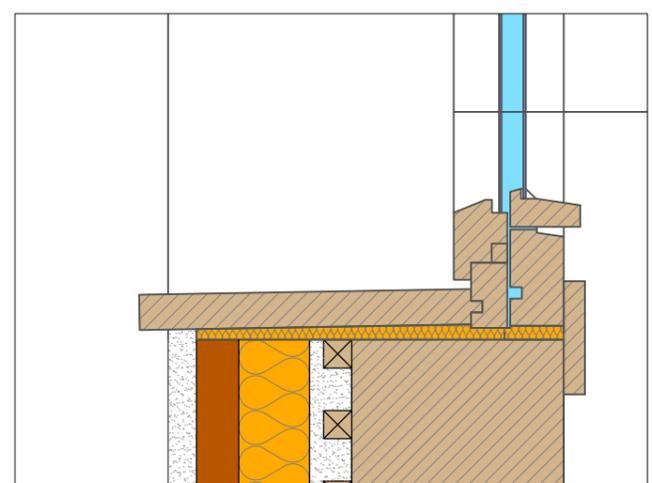
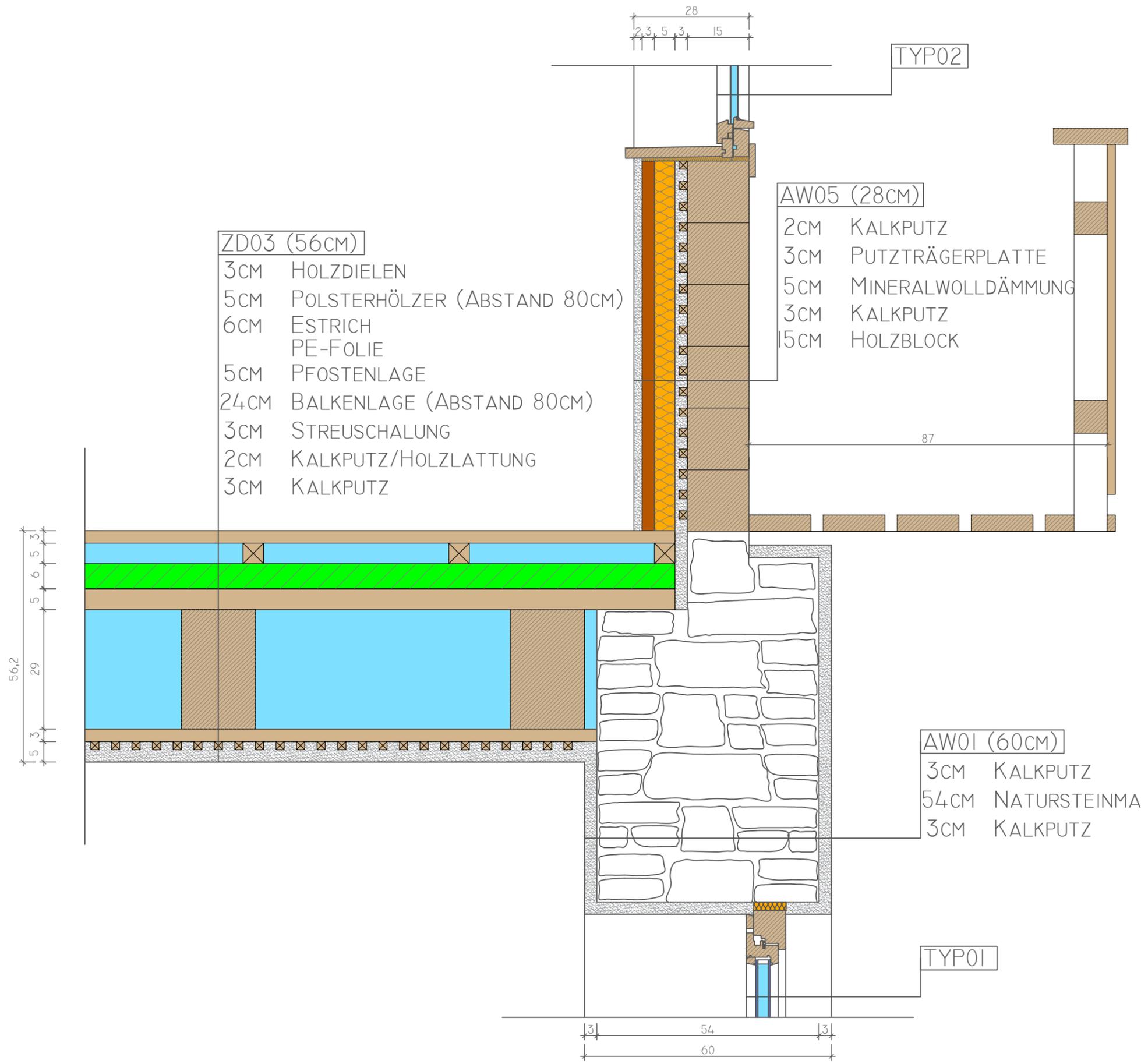


AUSSCHNITT FENSTER OBEN M 1:5

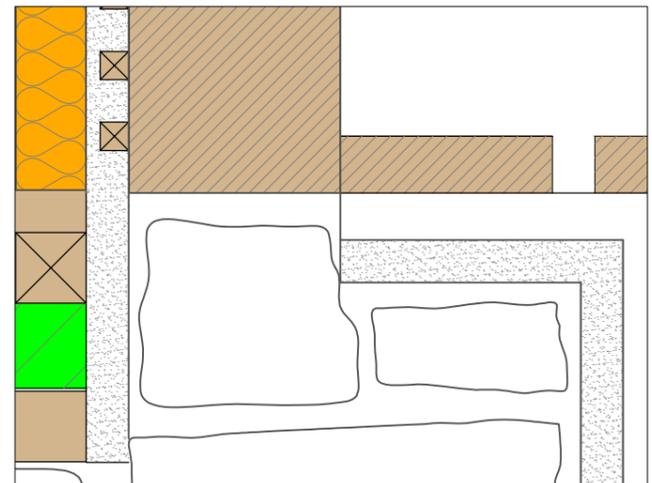
AUSSCHNITT ÜBERGANG M 1:5

AUSSCHNITT FENSTER UNTEN M 1:5

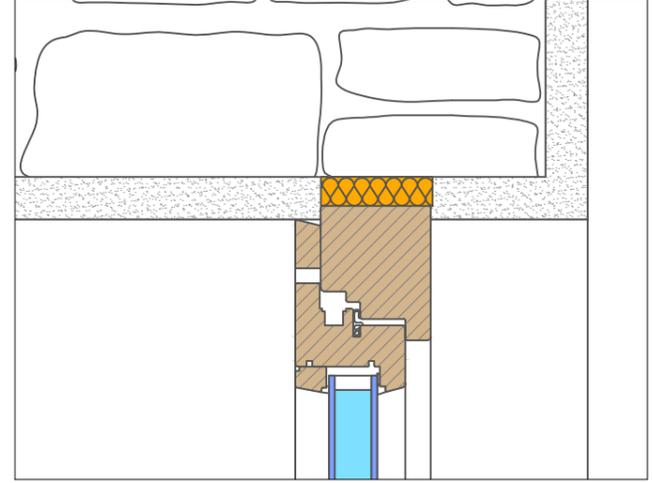
BALKONANSCHLUSS SANIERT M 1:10



AUSSCHNITT FENSTER OBEN M 1:5

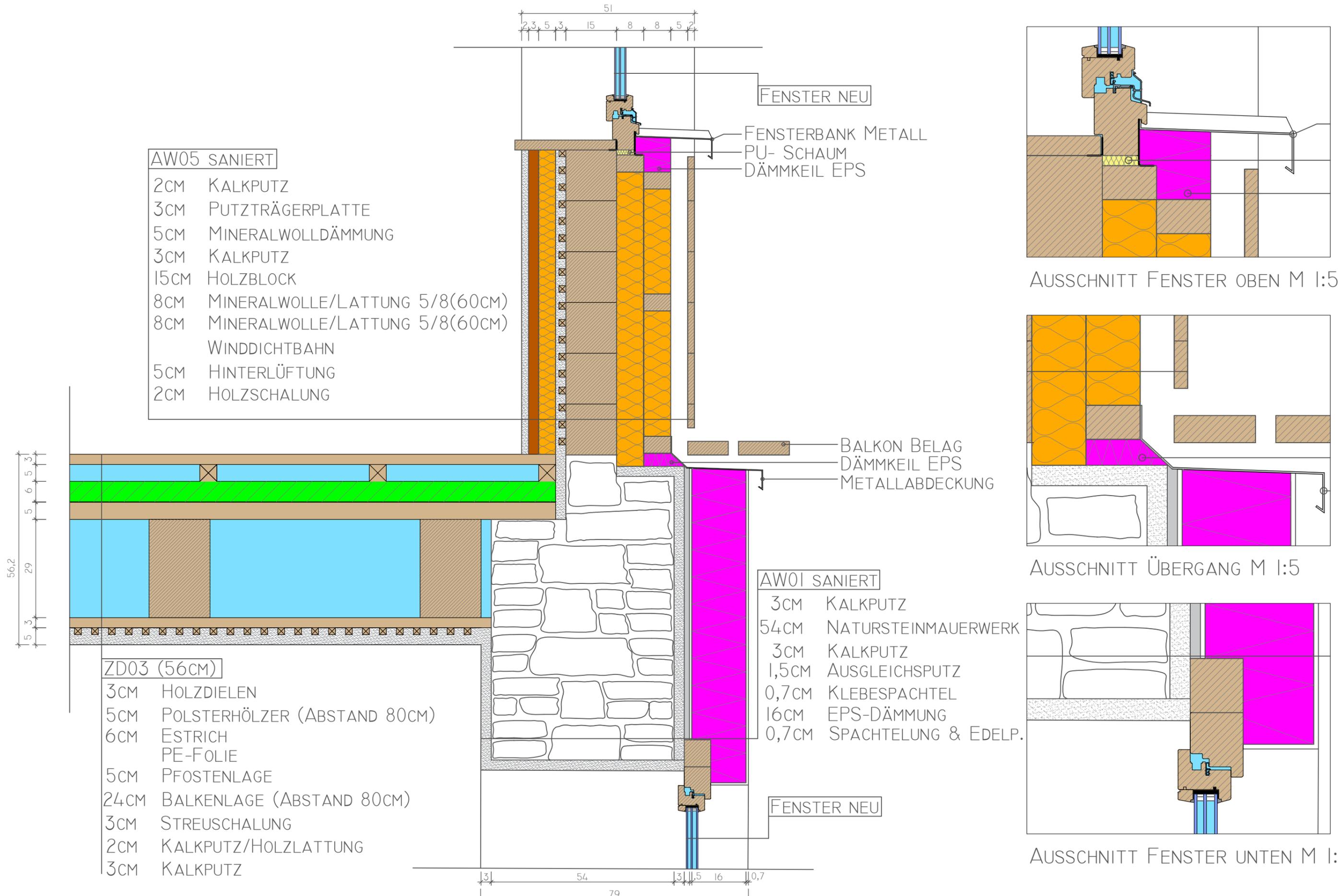


AUSSCHNITT ÜBERGANG M 1:5



AUSSCHNITT FENSTER UNTEN M 1:5

# ANSCHLUSS TRAMDECKE IST- ZUSTAND M 1:10

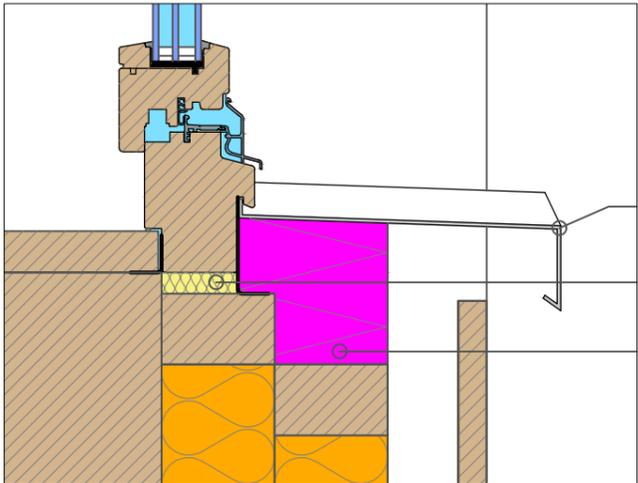


AW05 SANIERT

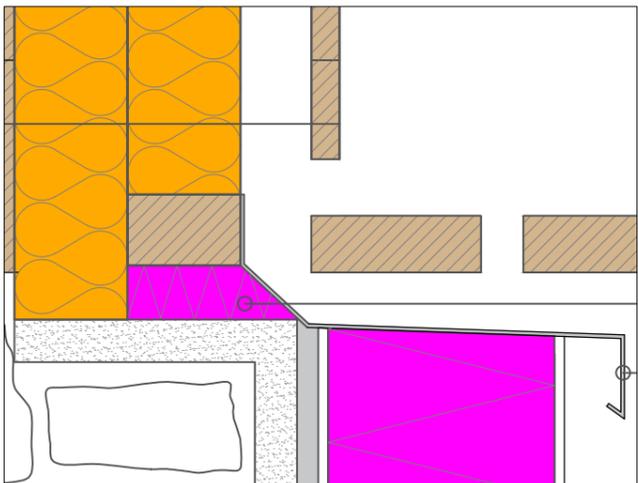
- 2CM KALKPUTZ
- 3CM PUTZTRÄGERPLATTE
- 5CM MINERALWOLLDÄMMUNG
- 3CM KALKPUTZ
- 15CM HOLZBLOCK
- 8CM MINERALWOLLE/LATTUNG 5/8(60CM)
- 8CM MINERALWOLLE/LATTUNG 5/8(60CM)
- WINDDICHTBAHN
- 5CM HINTERLÜFTUNG
- 2CM HOLZSCHALUNG

FENSTER NEU

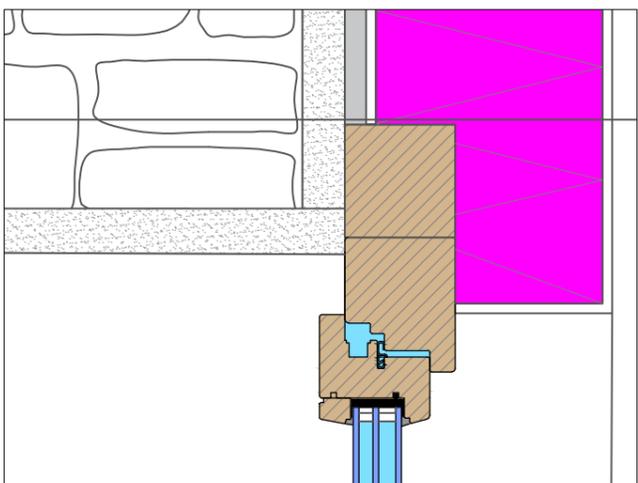
FENSTERBANK METALL  
PU- SCHAUM  
DÄMMKEIL EPS



AUSSCHNITT FENSTER OBEN M 1:5



AUSSCHNITT ÜBERGANG M 1:5



AUSSCHNITT FENSTER UNTEN M 1:5

AW01 SANIERT

- 3CM KALKPUTZ
- 54CM NATURSTEINMAUERWERK
- 3CM KALKPUTZ
- 1,5CM AUSGLEICHSPUTZ
- 0,7CM KLEBESPACHTEL
- 16CM EPS-DÄMMUNG
- 0,7CM SPACHTELUNG & EDELP.

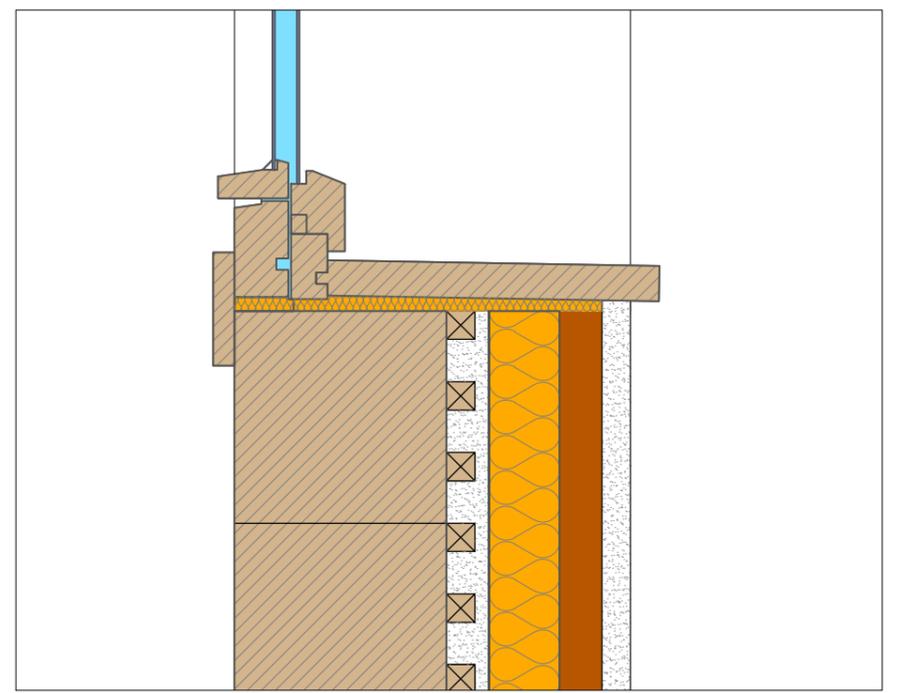
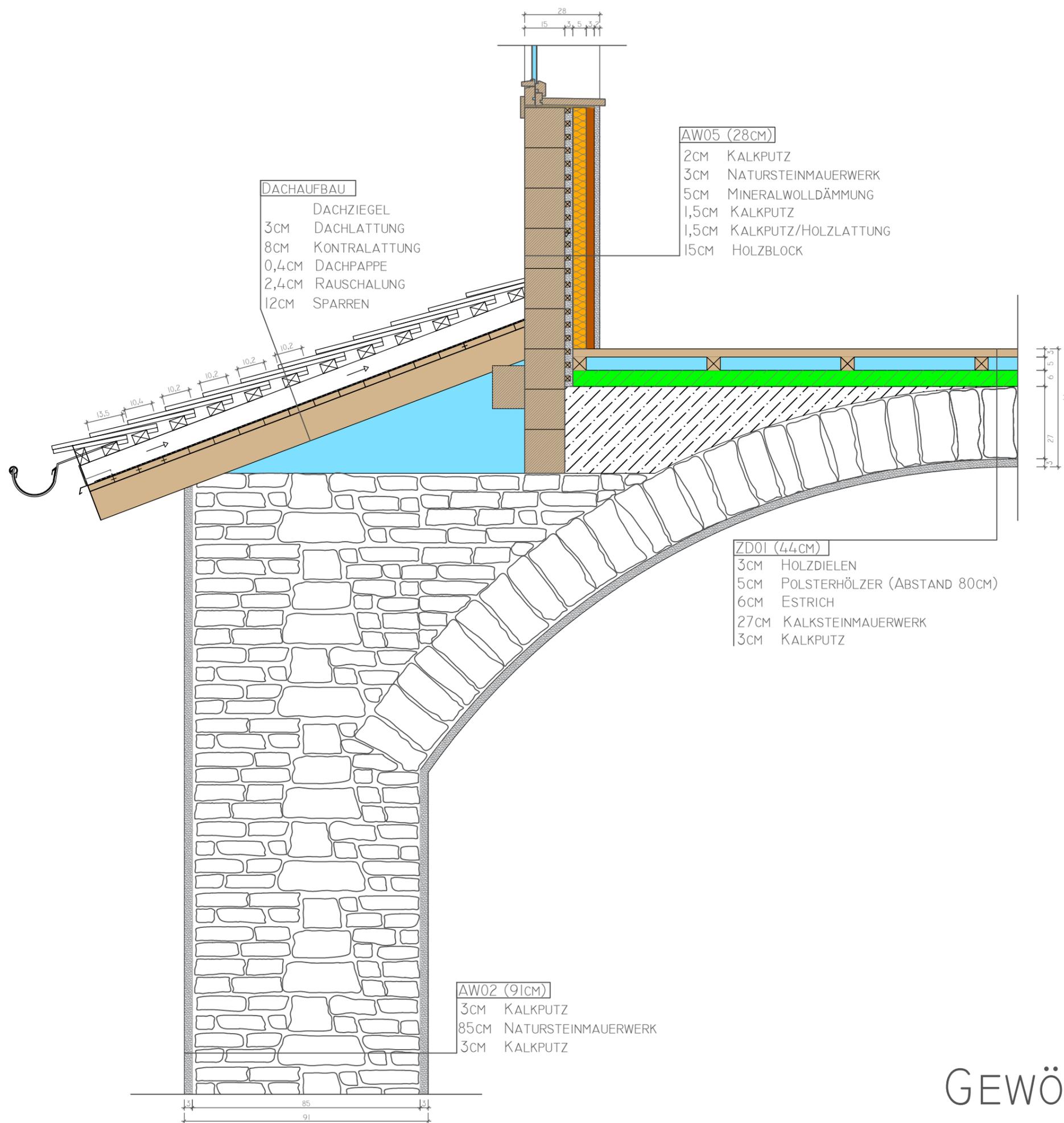
BALKON BELAG  
DÄMMKEIL EPS  
METALLABDECKUNG

FENSTER NEU

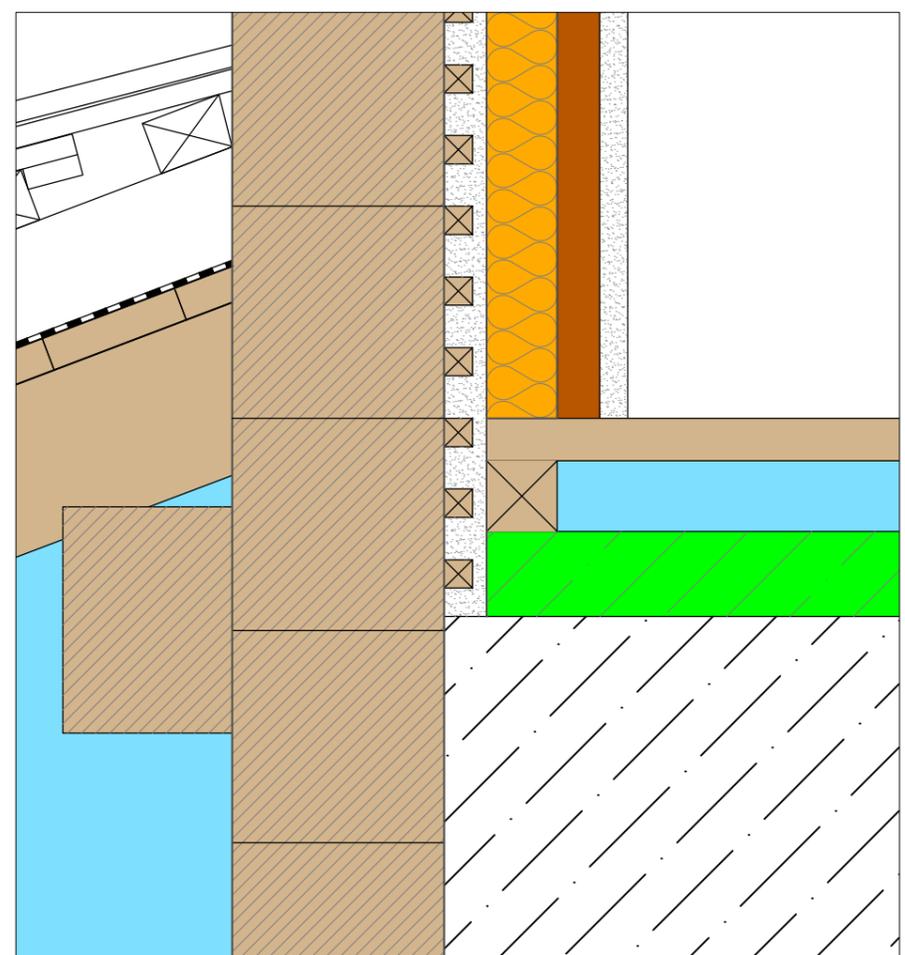
ZD03 (56CM)

- 3CM HOLZDIELEN
- 5CM POLSTERHÖLZER (ABSTAND 80CM)
- 6CM ESTRICH
- PE-FOLIE
- 5CM PFOSTENLAGE
- 24CM BALKENLAGE (ABSTAND 80CM)
- 3CM STREUSCHALUNG
- 2CM KALKPUTZ/HOLZLATTUNG
- 3CM KALKPUTZ

ANSCHLUSS TRAMDECKE SANIERT M 1:10



AUSSCHNITT FENSTER M 1:5

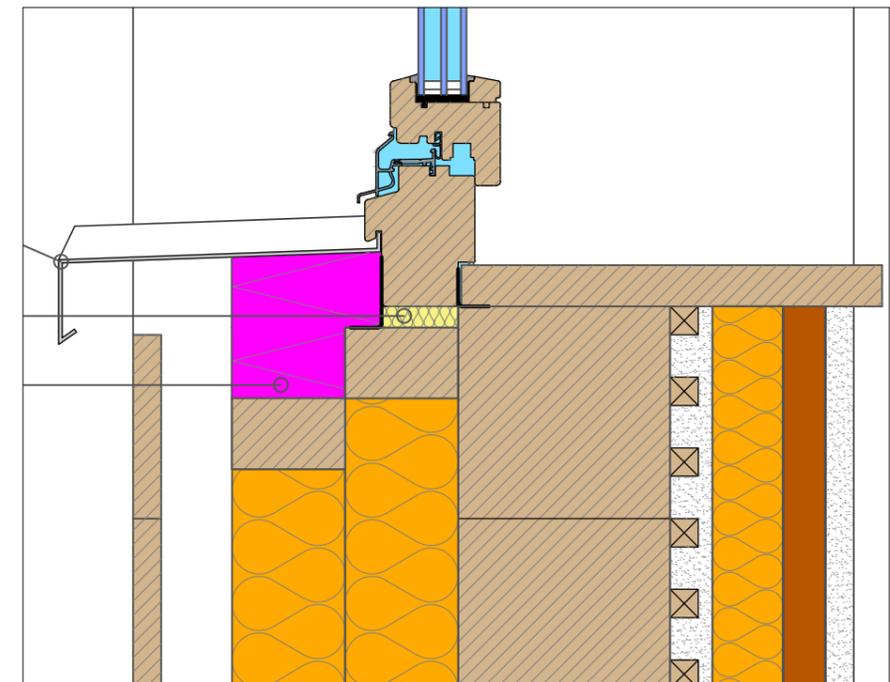
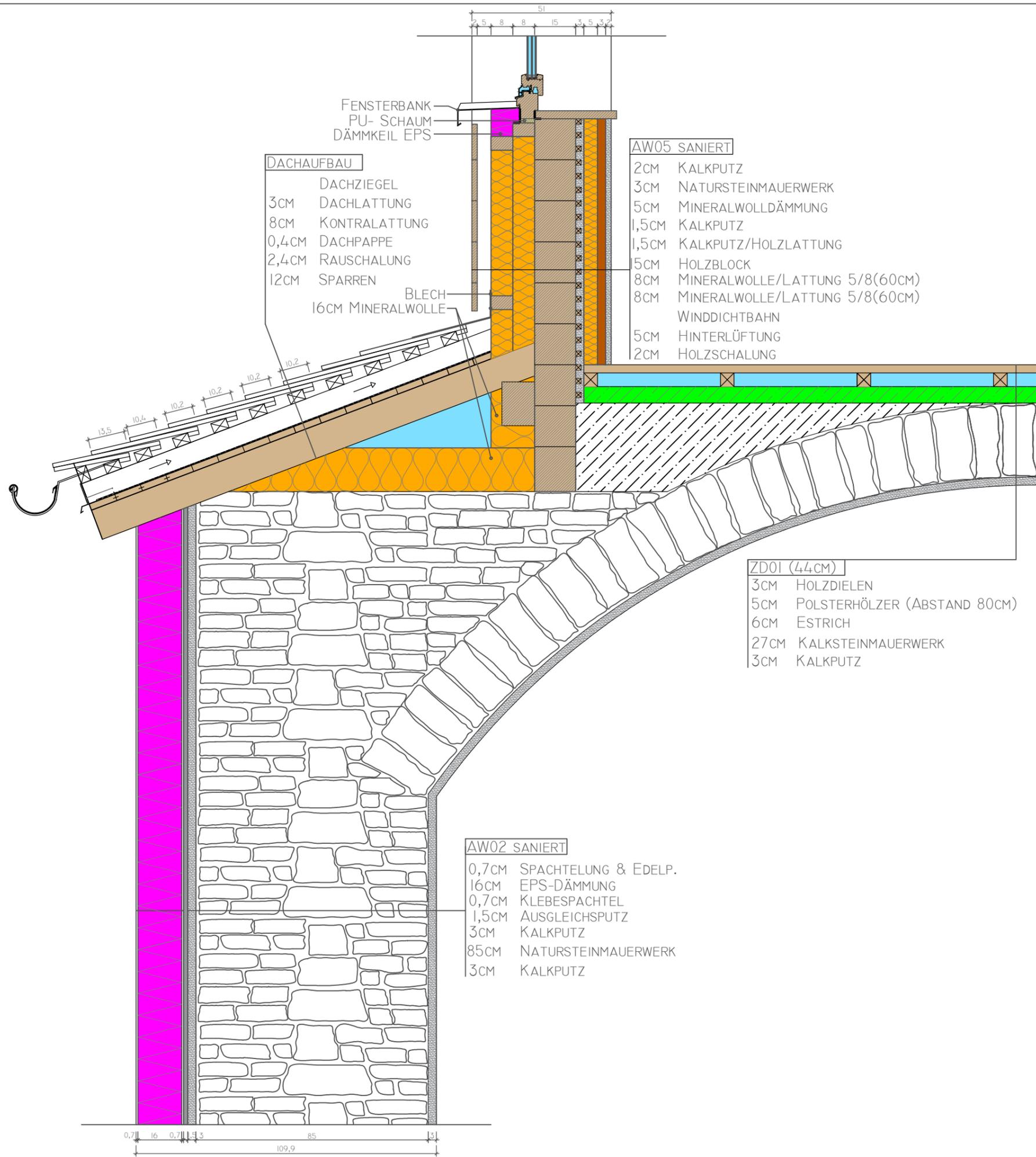


AUSSCHNITT DACHANSCHLUSS M 1:5

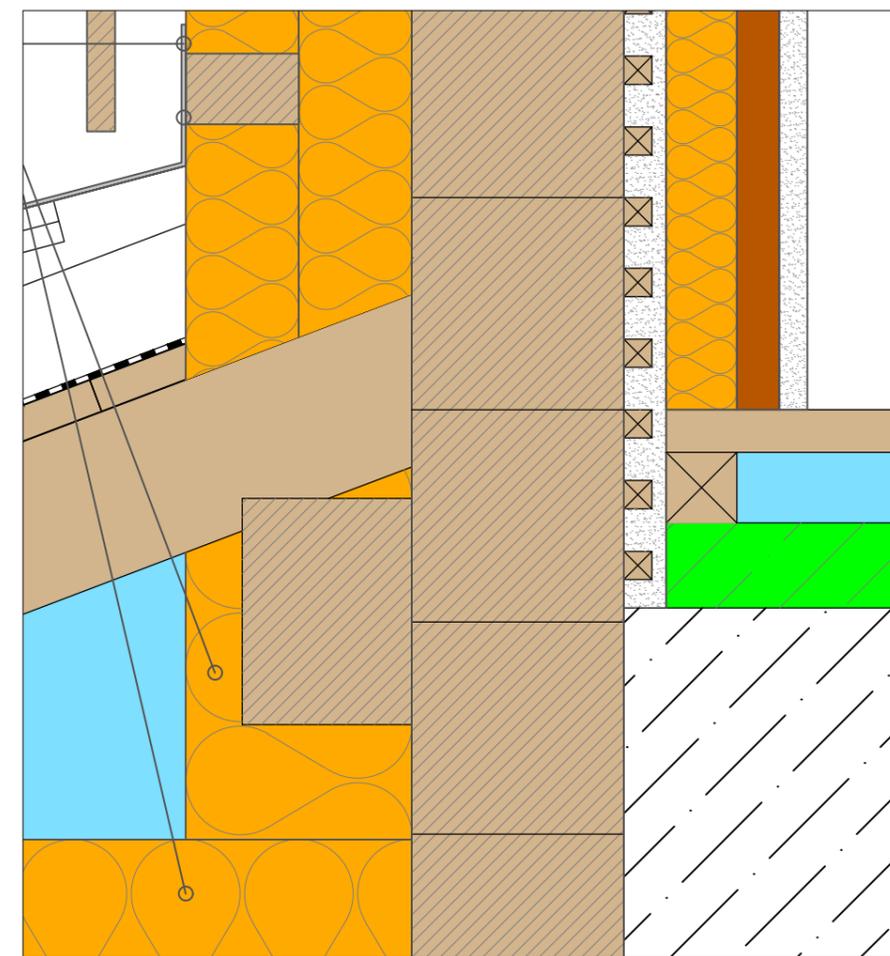
GEWÖLBE IST-ZUSTAND M 1:15

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION



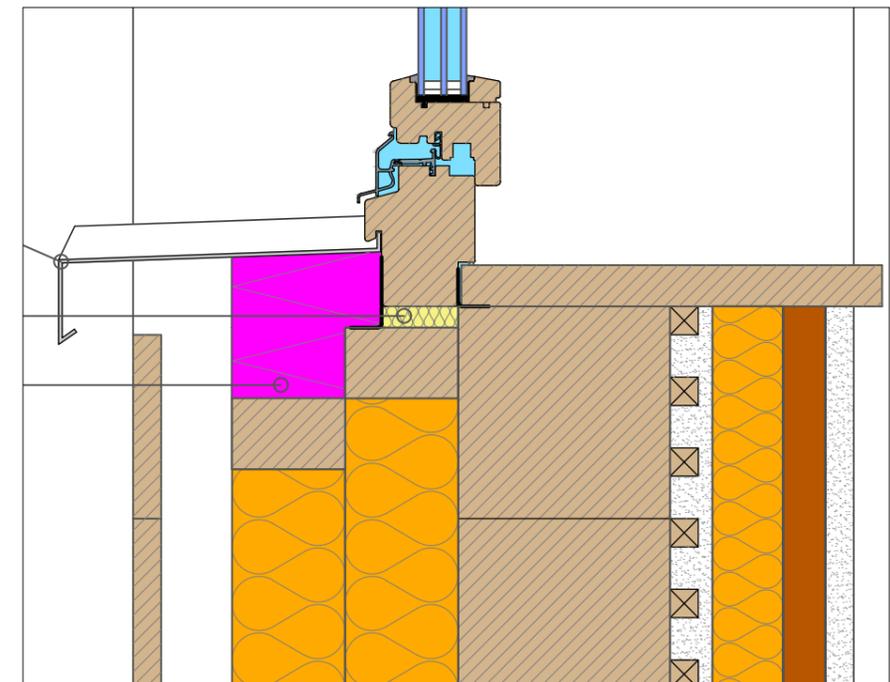
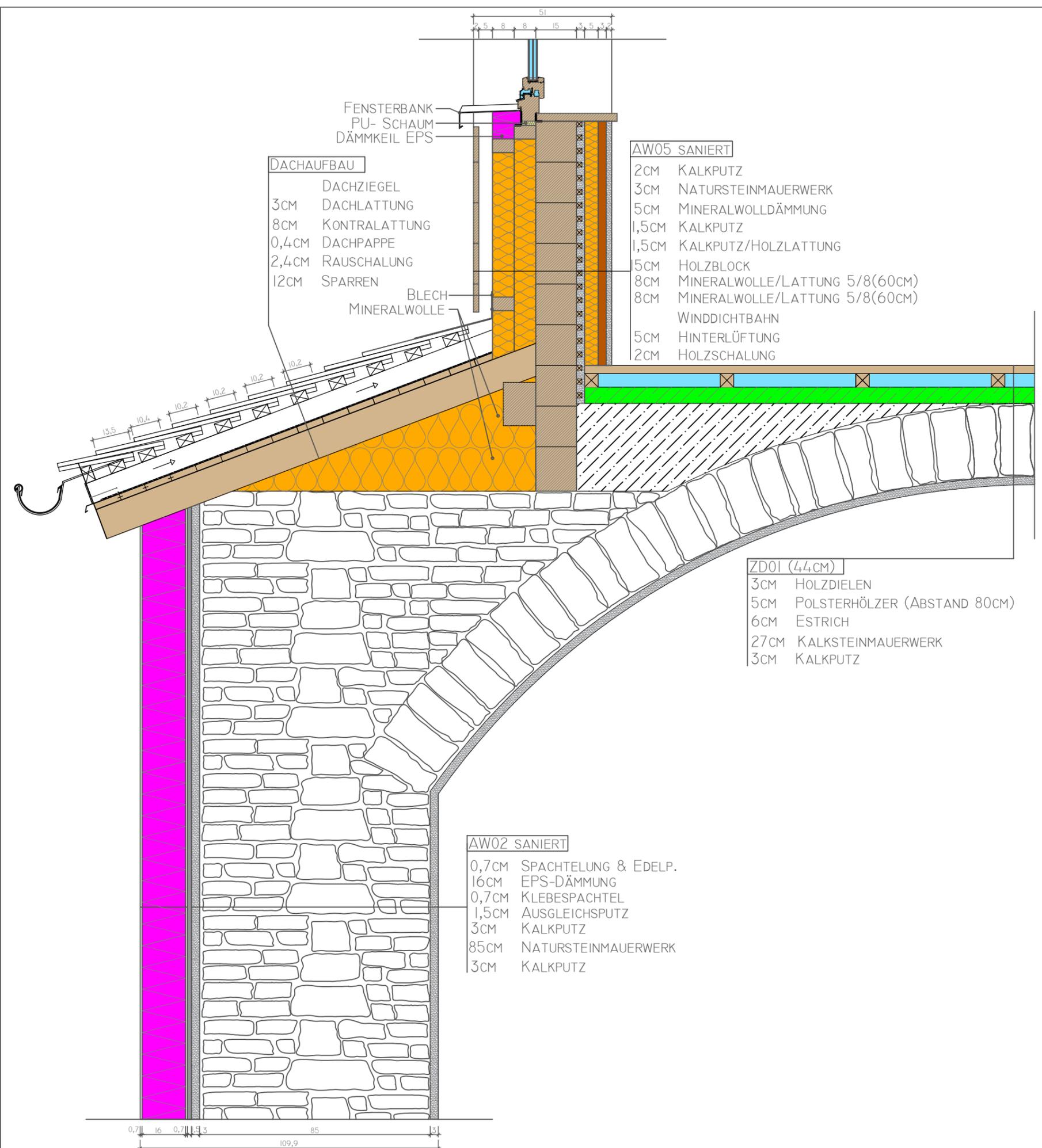
AUSSCHNITT FENSTER M 1:5



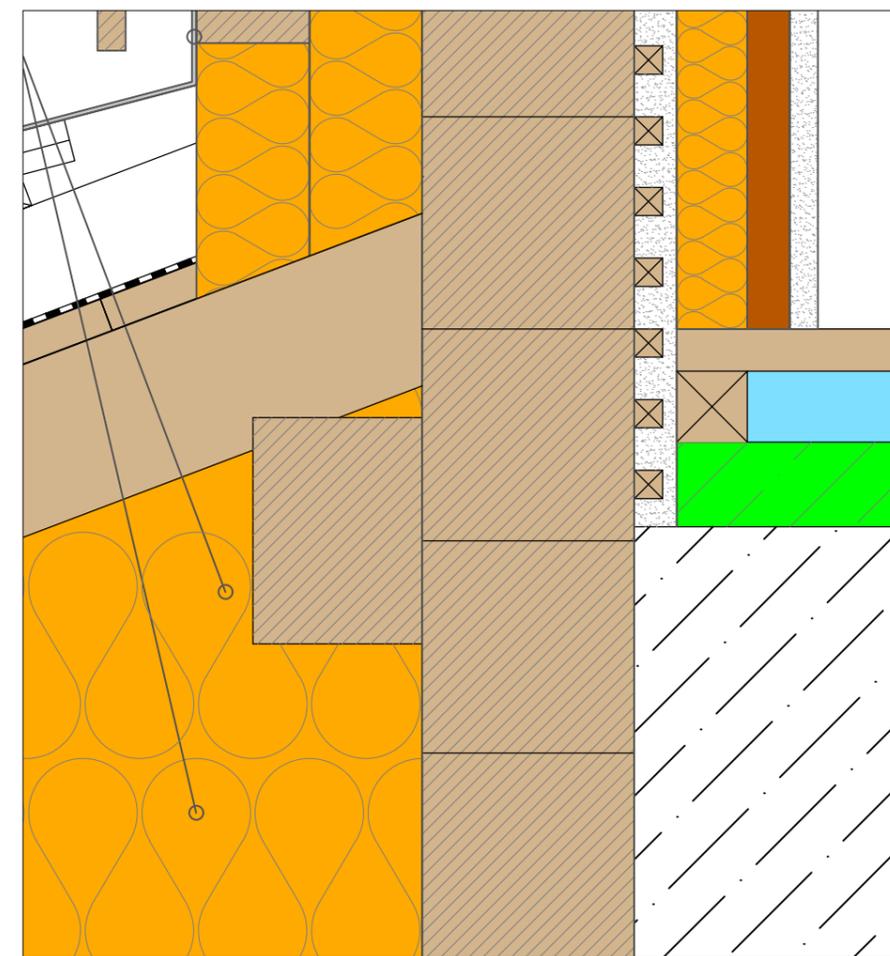
AUSSCHNITT DACHANSCHLUSS M 1:5  
GEWÖLBE SANIERT M 1:15

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION



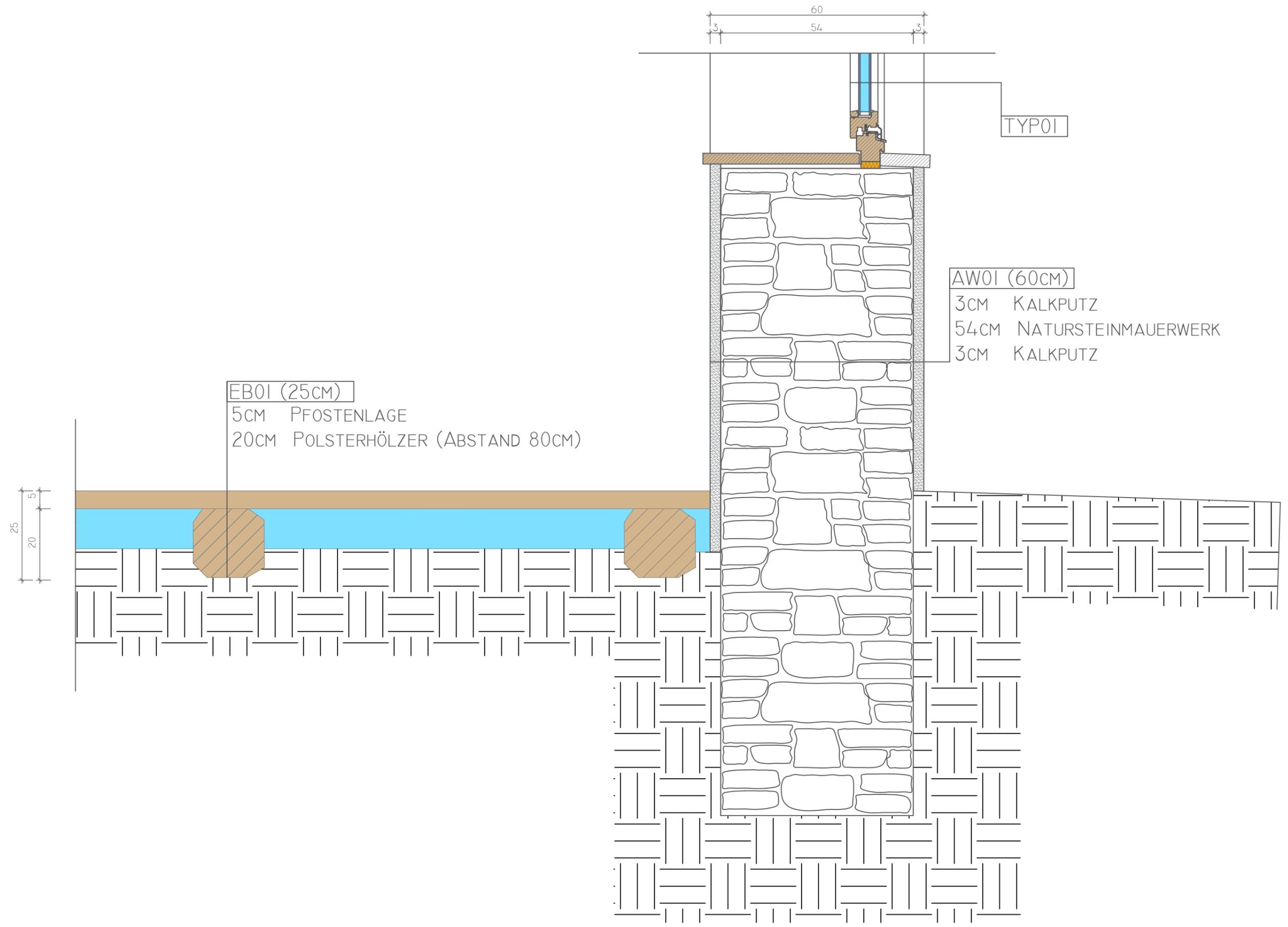
AUSSCHNITT FENSTER M 1:5



AUSSCHNITT DACHANSCHLUSS M 1:5  
 GEWÖLBE SANIERT M 1:15

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

ERZEUGT DURCH EINE AUTODESK-STUDENTENVERSION

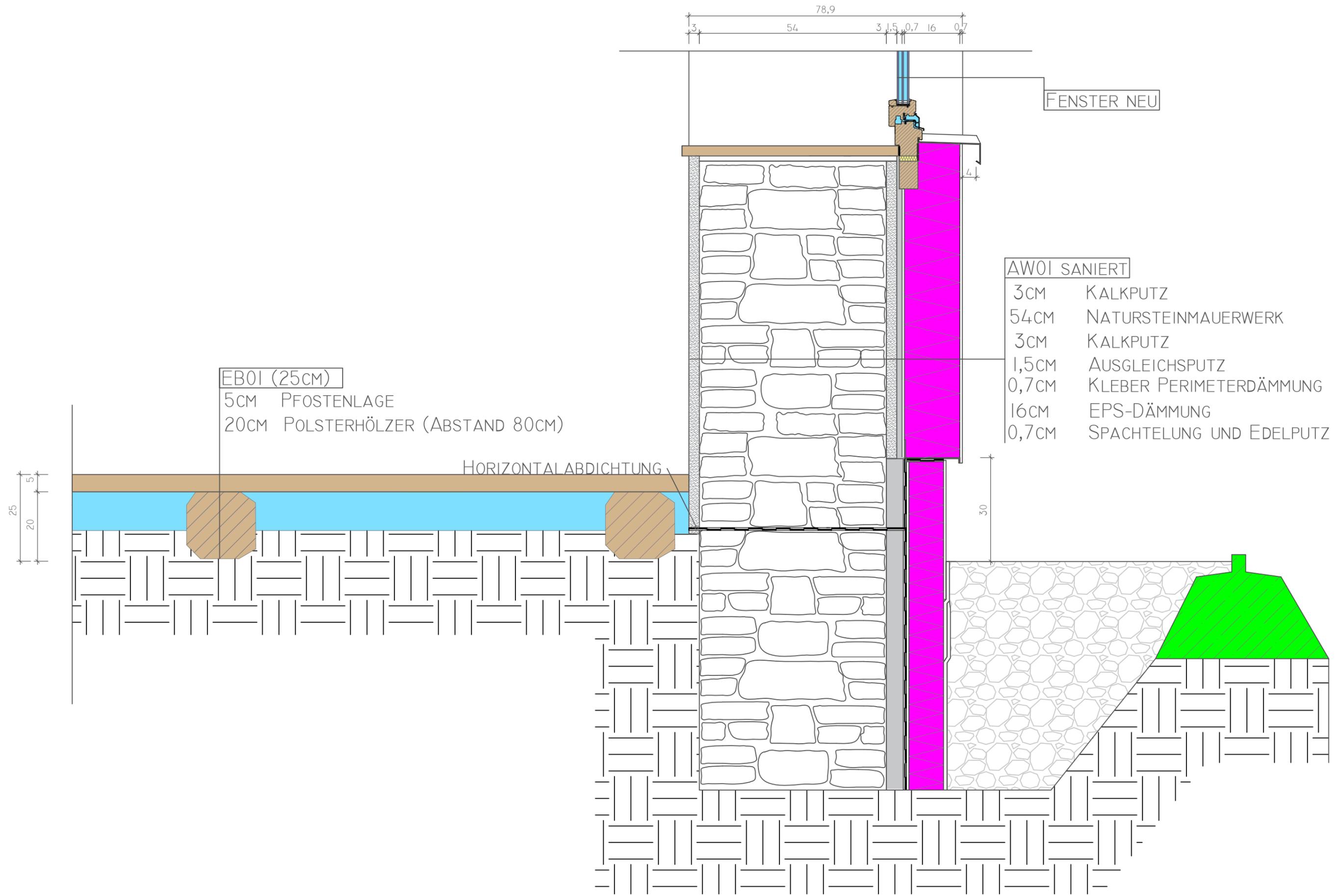


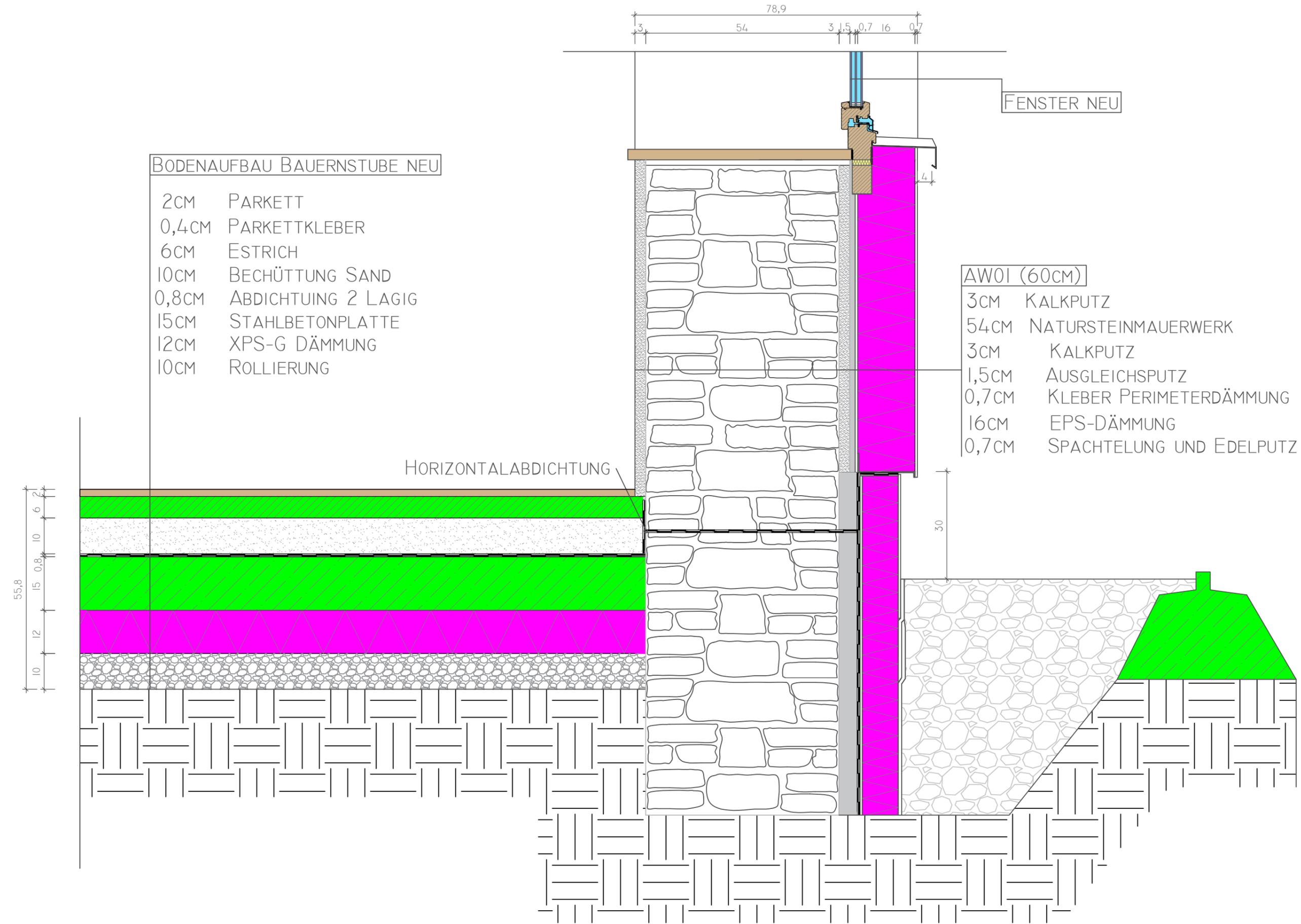
EB01 (25cm)  
 5CM PFOSTENLAGE  
 20CM POLSTERHÖLZER (ABSTAND 80CM)

AW01 (60cm)  
 3CM KALKPUTZ  
 54CM NATURSTEINMAUERWERK  
 3CM KALKPUTZ

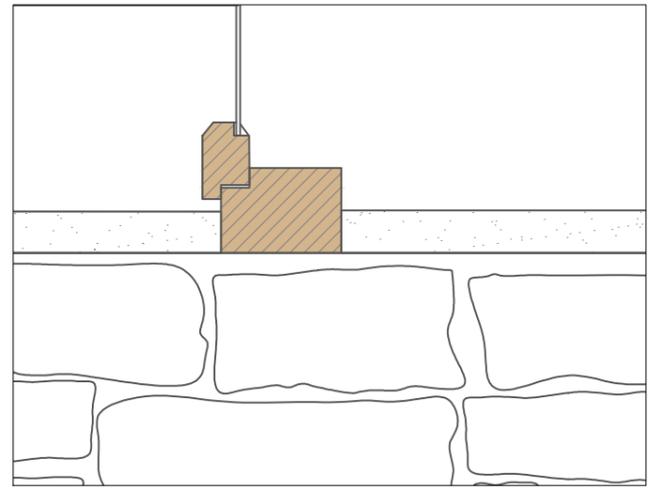
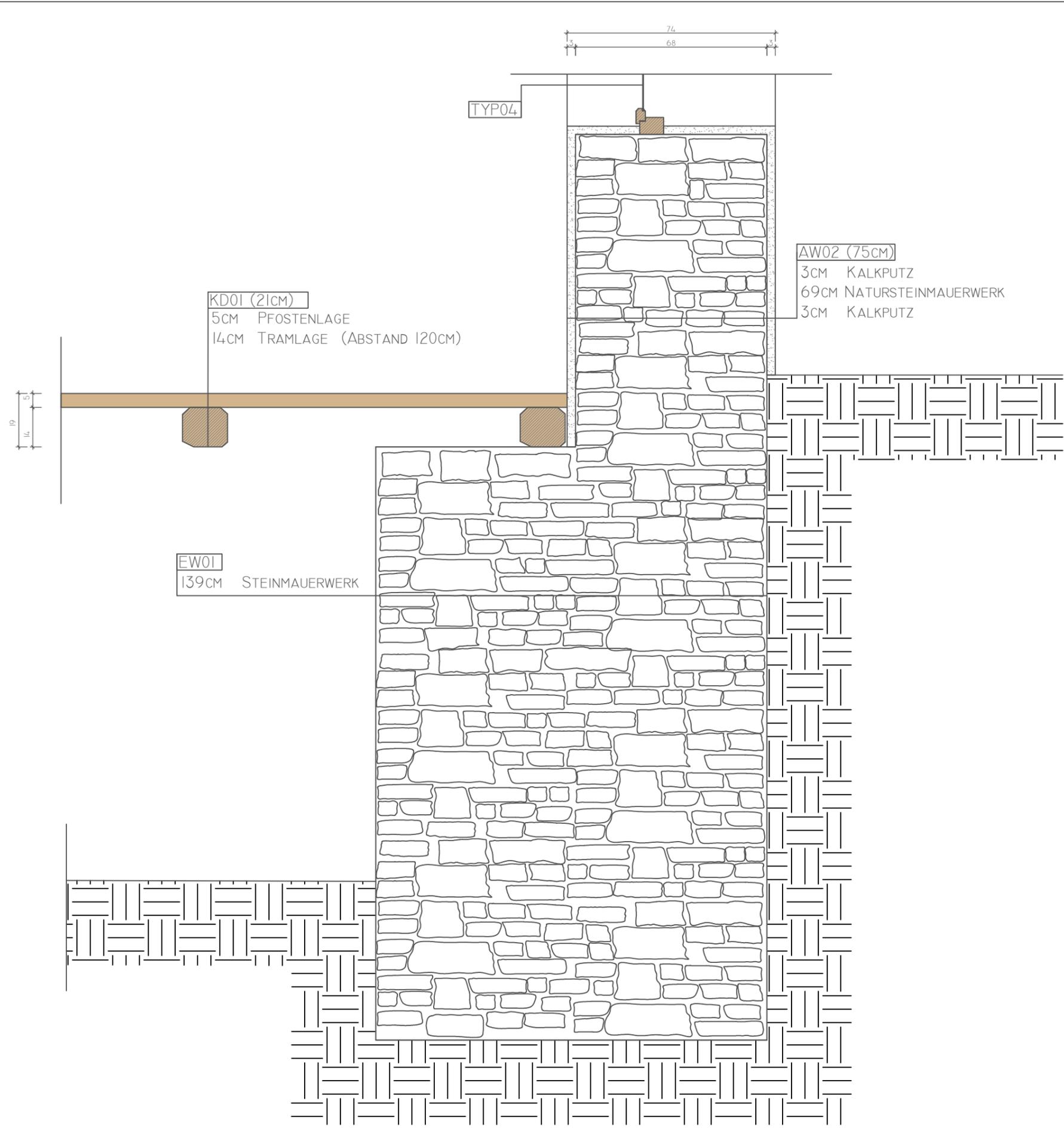
TYP01

ANSCHLUSS ERDBERÜHRTER FUßBODEN IST-ZUSTAND M 1:10

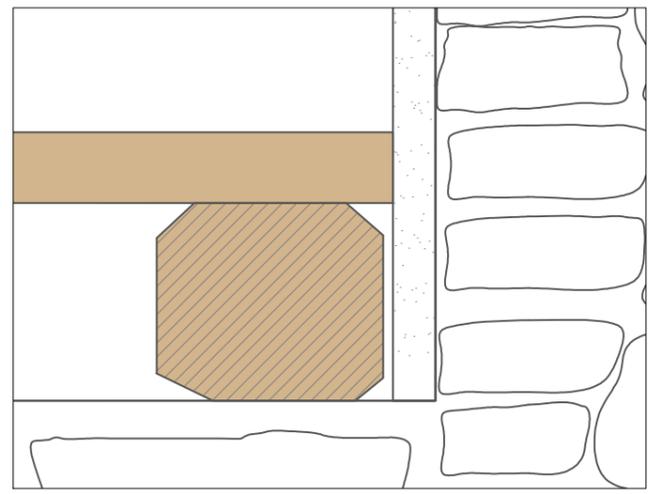




ANSCHLUSS ERDBERÜHRTER FUßBODEN SANIERT M 1:10

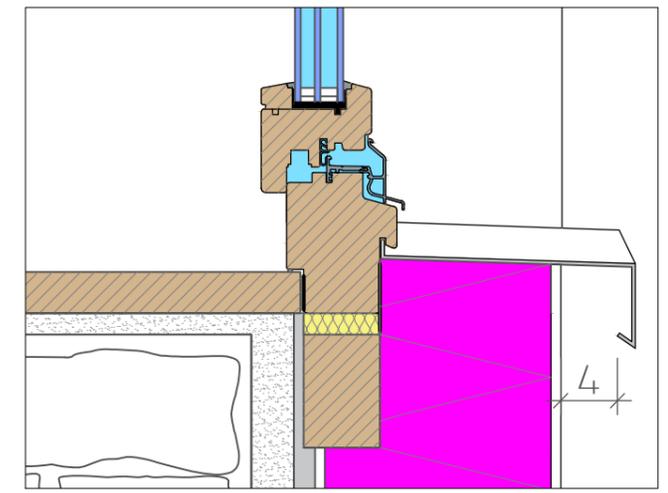
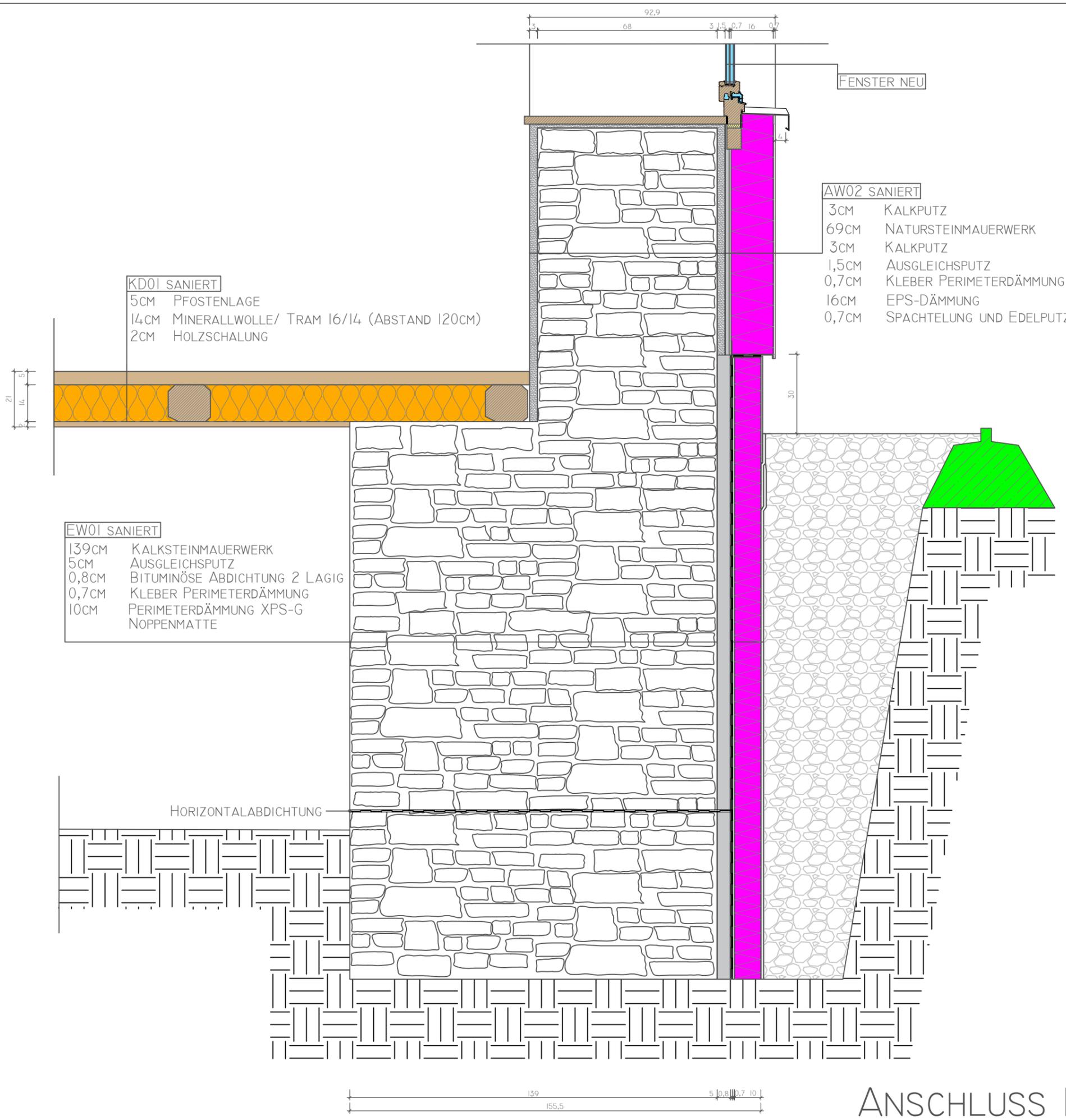


AUSSCHNITT FENSTER M 1:5



AUSSCHNITT ECKPUNKT M 1:5

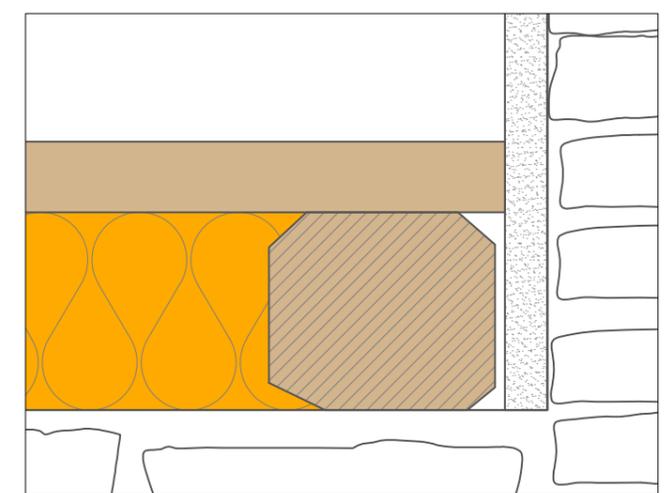
ANSCHLUSS KELLERDECKE IST-ZUSTAND M 1:15



AUSSCHNITT FENSTER M 1:5

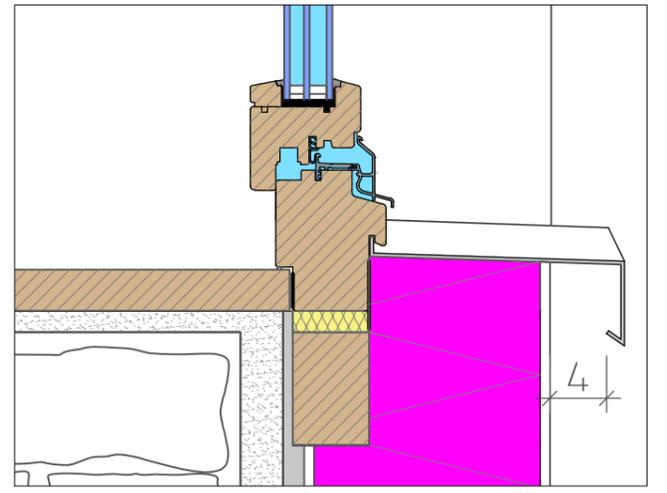
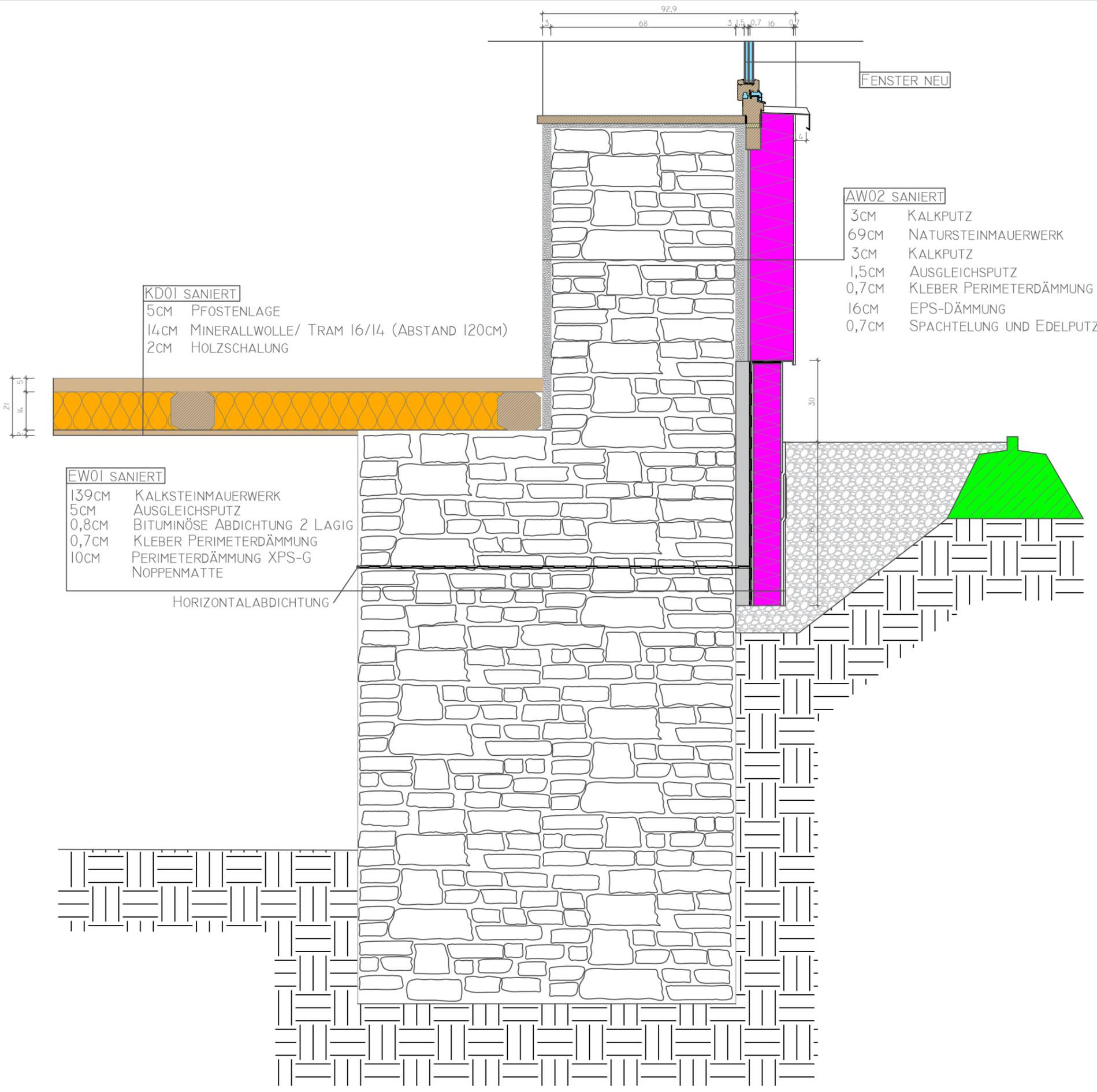


AUSSCHNITT SOCKEL M 1:5



AUSSCHNITT ECKPUNKT M 1:5

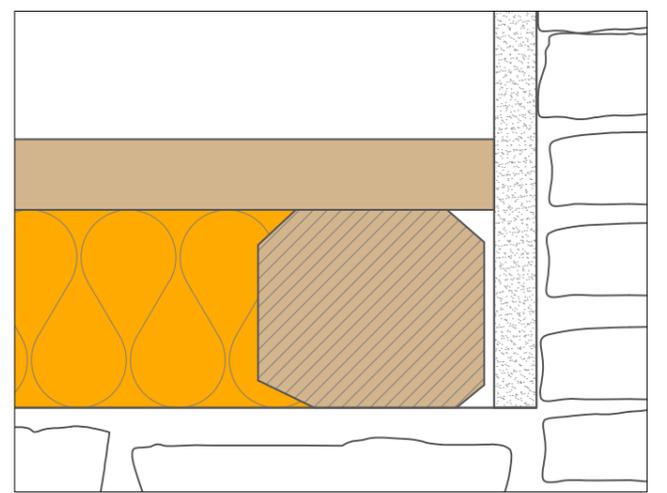
ANSCHLUSS KELLERDECKE SANIERT M 1:15



AUSSCHNITT FENSTER M 1:5

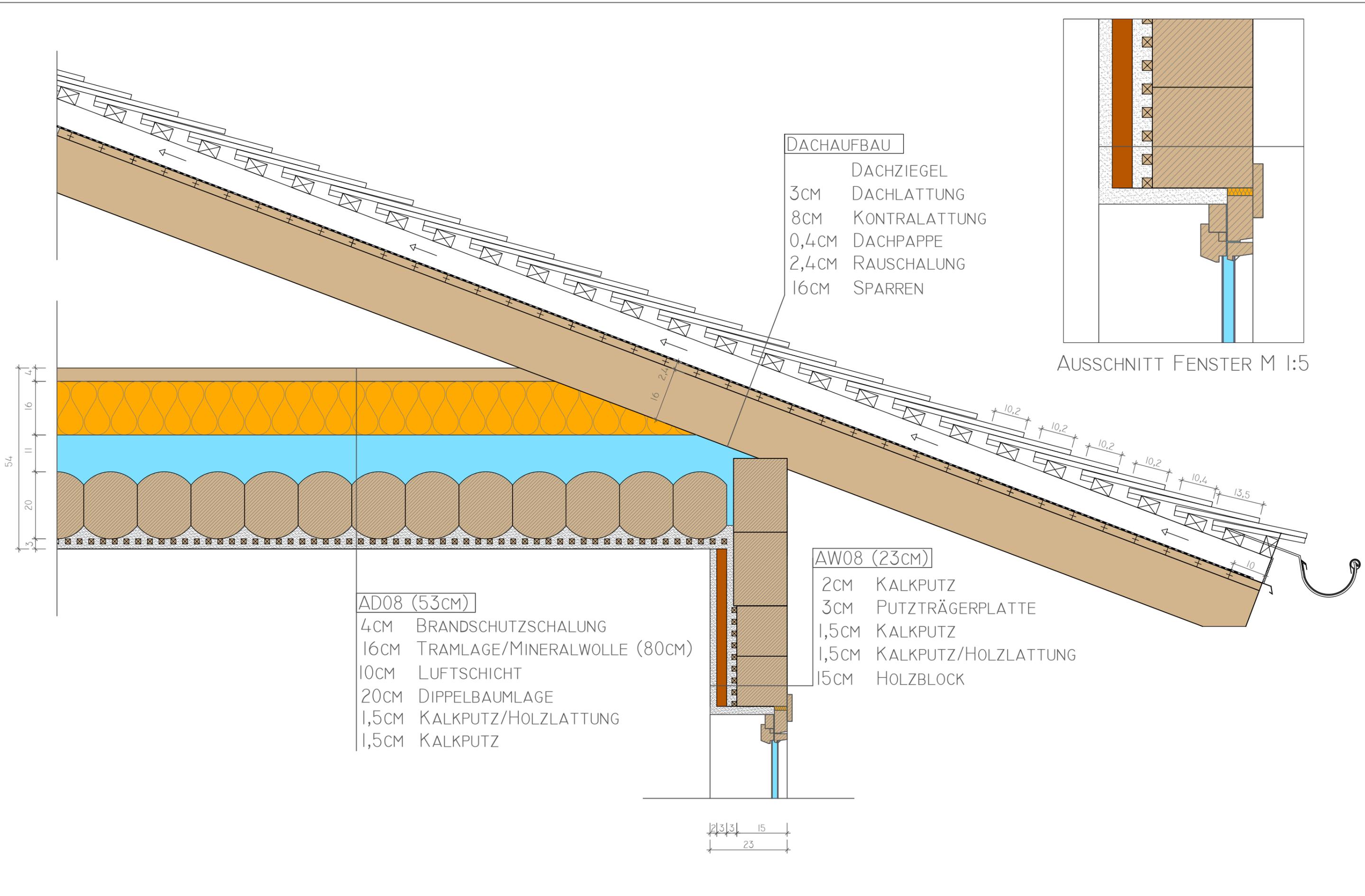


AUSSCHNITT SOCKEL M 1:5



AUSSCHNITT ECKPUNKT M 1:5

ANSCHLUSS KELLERDECKE TEILSANIERT M 1:15



DACHAUFBAU

- DACHZIEGEL
- 3CM DACHLATTUNG
- 8CM KONTRALATTUNG
- 0,4CM DACHPAPPE
- 2,4CM RAUSCHALUNG
- 16CM SPARREN

AUSSCHNITT FENSTER M 1:5

AD08 (53CM)

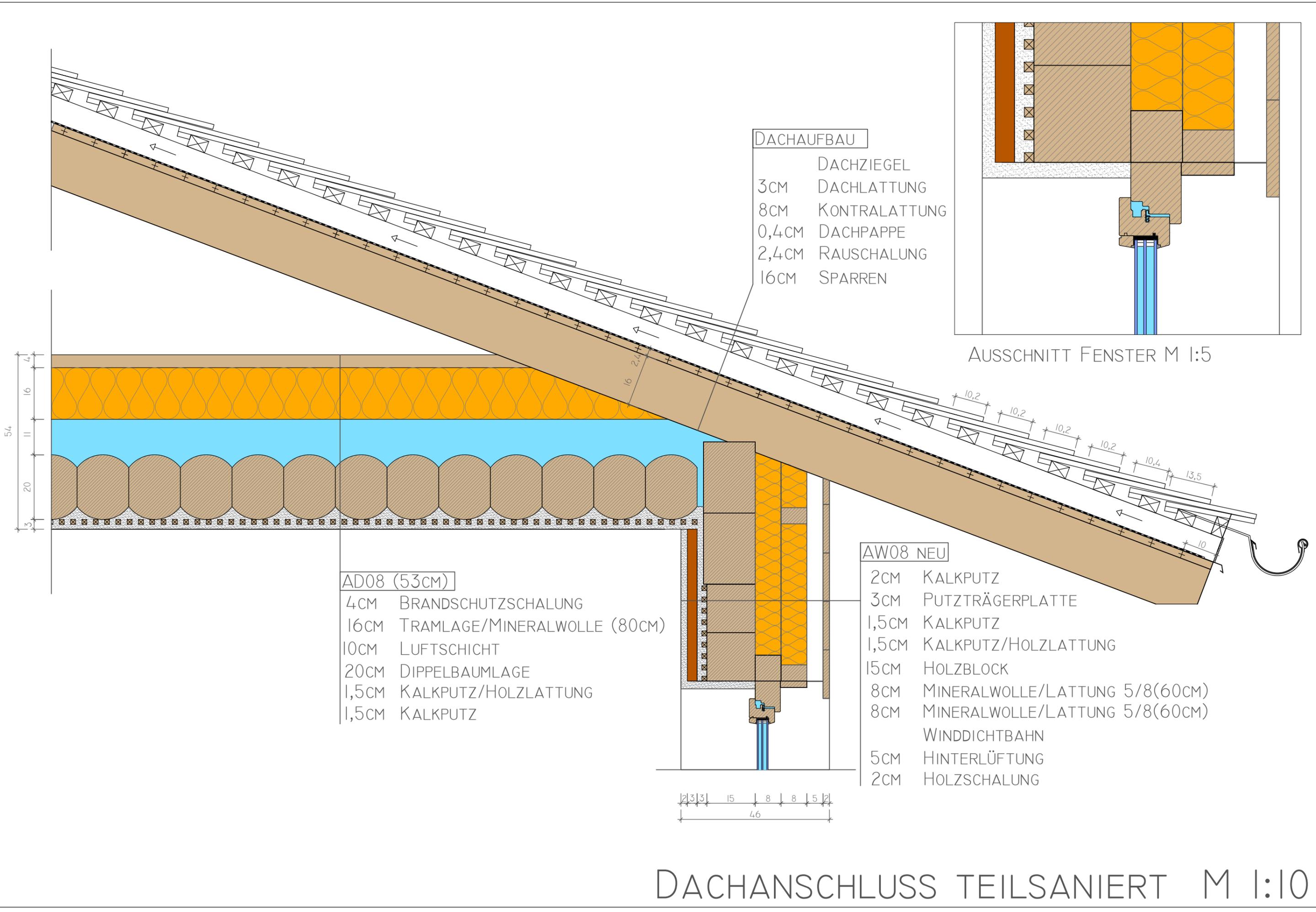
- 4CM BRANDSCHUTZSCHALUNG
- 16CM TRAMLAGE/MINERALWOLLE (80CM)
- 10CM LUFTSCHICHT
- 20CM DIPPELBAUMLAGE
- 1,5CM KALKPUTZ/HOLZLATTUNG
- 1,5CM KALKPUTZ

AW08 (23CM)

- 2CM KALKPUTZ
- 3CM PUTZTRÄGERPLATTE
- 1,5CM KALKPUTZ
- 1,5CM KALKPUTZ/HOLZLATTUNG
- 15CM HOLZBLOCK

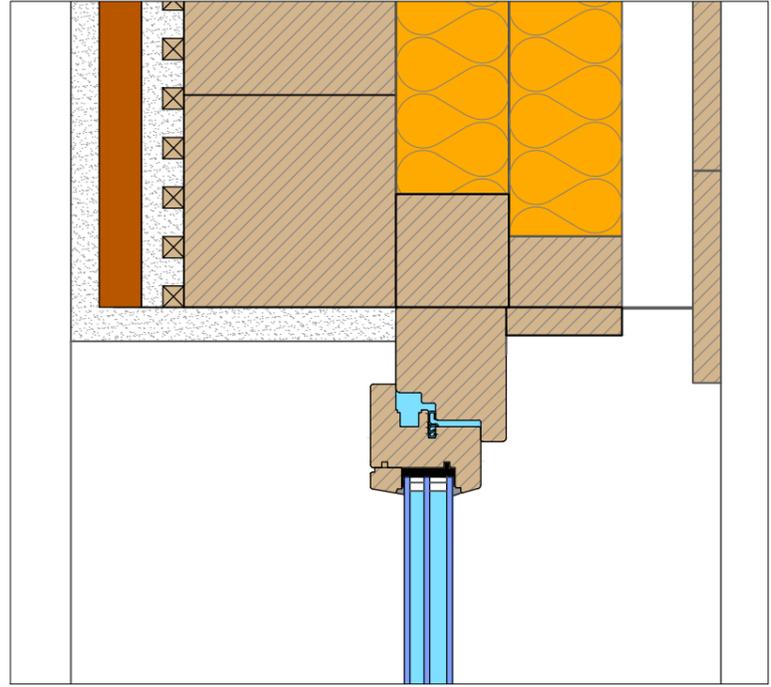
2,3,3 15  
23

DACHANSCHLUSS IST-ZUSTAND M 1:10



DACHAUFBAU

- DACHZIEGEL
- 3CM DACHLATTUNG
- 8CM KONTRALATTUNG
- 0,4CM DACHPAPPE
- 2,4CM RAUSCHALUNG
- 16CM SPARREN



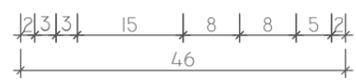
AUSSCHNITT FENSTER M 1:5

AD08 (53cm)

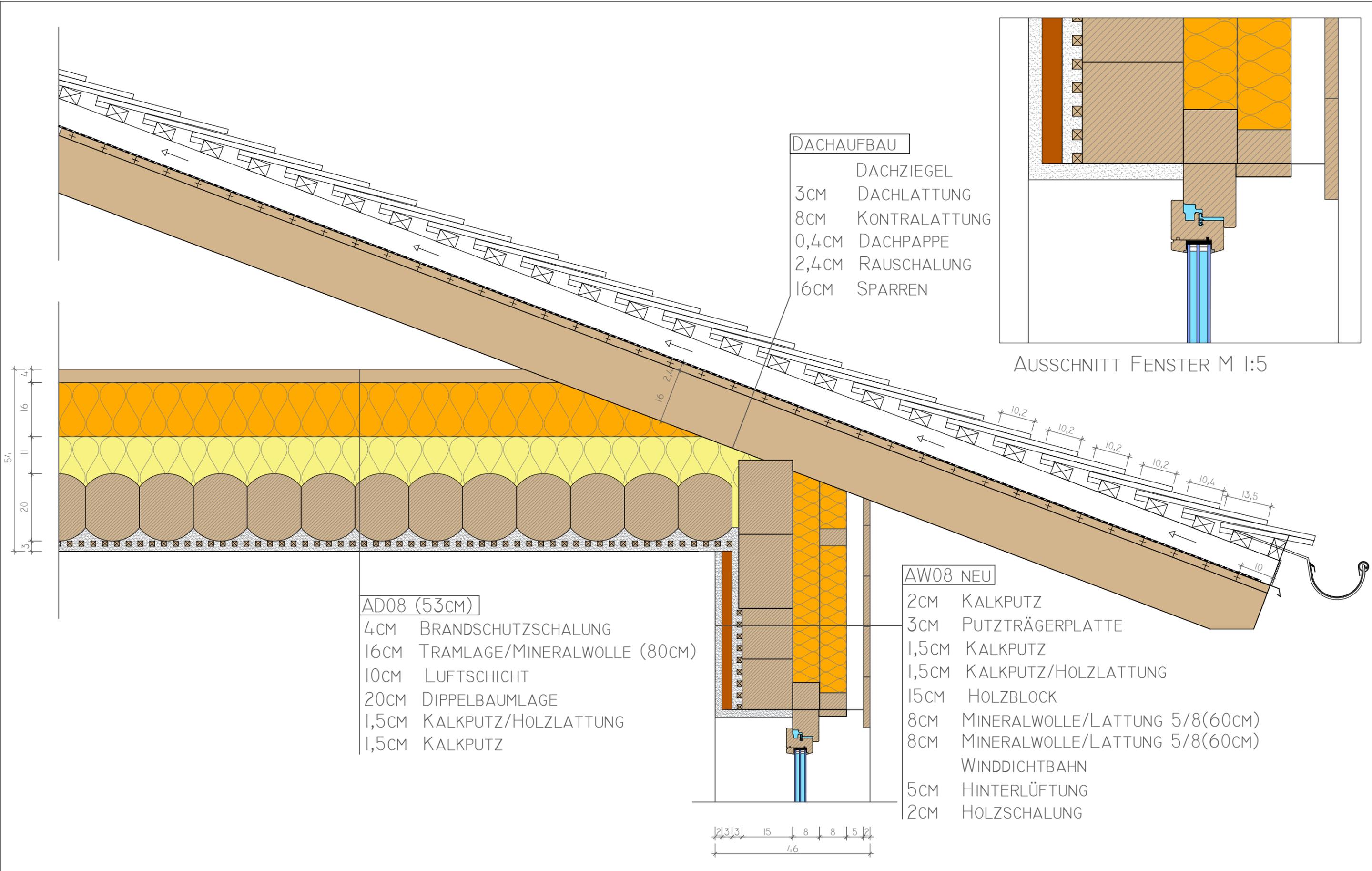
- 4CM BRANDSCHUTZSCHALUNG
- 16CM TRAMLAGE/MINERALWOLLE (80CM)
- 10CM LUFTSCHICHT
- 20CM DIPPELBAUMLAGE
- 1,5CM KALKPUTZ/HOLZLATTUNG
- 1,5CM KALKPUTZ

AW08 NEU

- 2CM KALKPUTZ
- 3CM PUTZTRÄGERPLATTE
- 1,5CM KALKPUTZ
- 1,5CM KALKPUTZ/HOLZLATTUNG
- 15CM HOLZBLOCK
- 8CM MINERALWOLLE/LATTUNG 5/8(60CM)
- 8CM MINERALWOLLE/LATTUNG 5/8(60CM)
- WINDDICHTBAHN
- 5CM HINTERLÜFTUNG
- 2CM HOLZSCHALUNG



DACHANSCHLUSS TEILSANIERT M 1:10



DACHANSCHLUSS SANIERT MIT ZELLULOSE M 1:10

# Dachanschluss D02 Teilsanierung mit Sparren: 2d Glaser - kumulative Jahresauswertung

Bezugslänge für Kondensationsbereichs: **0,24** m

Klimadaten laut Önorm B 8110-2 für Fulpmes (870m, Klimazone NF)

Rsi = 0,25 m²K/W

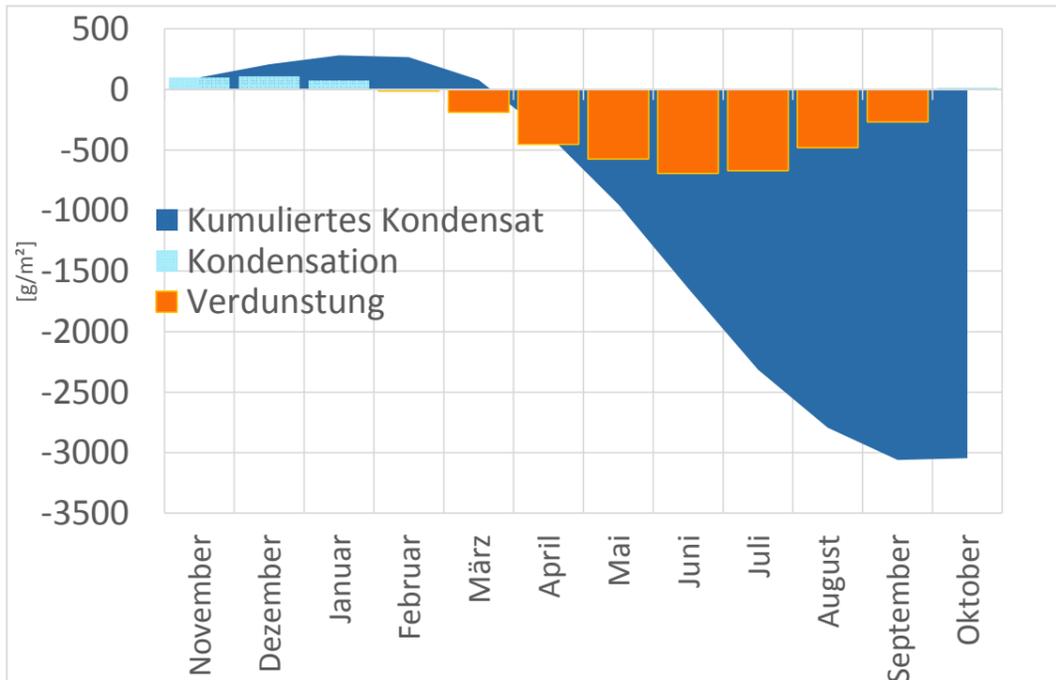
Rse-Hinterlüftung = 0,10 m²K/W

(Rse = 0,04 m²K/W)

	T <sub>innen</sub> [°C]	RH <sub>innen</sub>	T <sub>außen</sub> [°C]	RH <sub>außen</sub>	Tage	Kondensat lokal (Sim.) [g/d]
November	20,00	65,00	1,08	80,00	30	0,12
Dezember	20,00	61,66	-3,34	80,00	31	0,76
Januar	20,00	60,80	-4,20	80,00	31,00	0,84
Februar	20,00	62,65	-2,35	80,00	28,00	0,64
März	20,00	65,00	1,21	80,00	31,00	-0,10
April	20,00	65,00	5,45	80,00	30,00	-1,51
Mai	20,00	65,14	10,14	75,00	31,00	-3,51
Juni	20,00	68,10	13,10	75,00	30,00	-4,60
Juli	20,00	69,98	14,98	75,00	31,00	-5,37
August	20,00	69,55	14,55	75,00	31,00	-5,19
September	20,00	66,78	11,78	80,00	30,00	-3,84
Oktober	20,00	65,00	6,96	80,00	31	-2,07

Kondensat pro Monat [g/m²]	Verdunstung pro Monat [g/m²]	Kondensat/Verdunstung pro Monat [g/m²]	Kondensat kumuliert [g/m²]
98,30		98,30	98,30
108,63		108,63	206,93
74,32		74,32	281,24
	-13,05	-13,05	268,20
	-188,75	-188,75	79,45
	-453,38	-453,38	-373,93
	-575,00	-575,00	-948,93
	-693,63	-693,63	-1642,55
	-670,38	-670,38	-2312,93
	-480,00	-480,00	-2792,93
	-267,38	-267,38	-3060,30
15,00		15,00	-3045,30

Trocknungsreserve: **-3,045** kg/Jahr



Kondensatnachweis nach ÖNORM								
Nachweis ÖNORM EN ISO 10456 Punkt 8.3: Schwerbeton						Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108 (1000 g/m²)	Lt. DIN 4108 (500 g/m²)
		zul. Kondensatorh. Kondensa		[g/m²]	[g/m²]			
				500.000	281.242			
Nachweis für Schwerbeton:						NW erfüllt	NW erfüllt	NW erfüllt
Nachweis ÖNORM B 8110-2 Punkt 8.3: Holz- und Holzwerkstoffe						Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108	
Holzdicke [m]	Rohdichte [kg/m³]	Flächendichte [kg/m²]		Gewichtsprozent	zul. Kondensatorh. Kondensa			
0,024	475,000	11,400	11.400,000	3,000	342,000 281,242			
Nachweis für Holz:						NW erfüllt	NW erfüllt	
Nachweis ÖNORM EN ISO 10456: Mineralwolle						Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108	
Dämmstoffdicke [m]	Rohdichte [kg/m³]	Flächendichte [kg/m²]		uchtigkeitszusch	zul. Kondensatorh. Kondensa			
0,160	25,000	4,000	4.000,000	33,333	1.333,333 281,242			
Nachweis für Mineralwolle:						NW erfüllt	NW erfüllt	



# Dachanschluss teilsaniert ohne Sparren: 2d Glaser - kumulative Jahresauswertung

Bezugslänge für Kondensationsbereichs: **0,3** m

Klimadaten laut Önorm B 8110-2 für Fulpmes (870m, Klimazone NF)

Rsi = 0,25 m²K/W

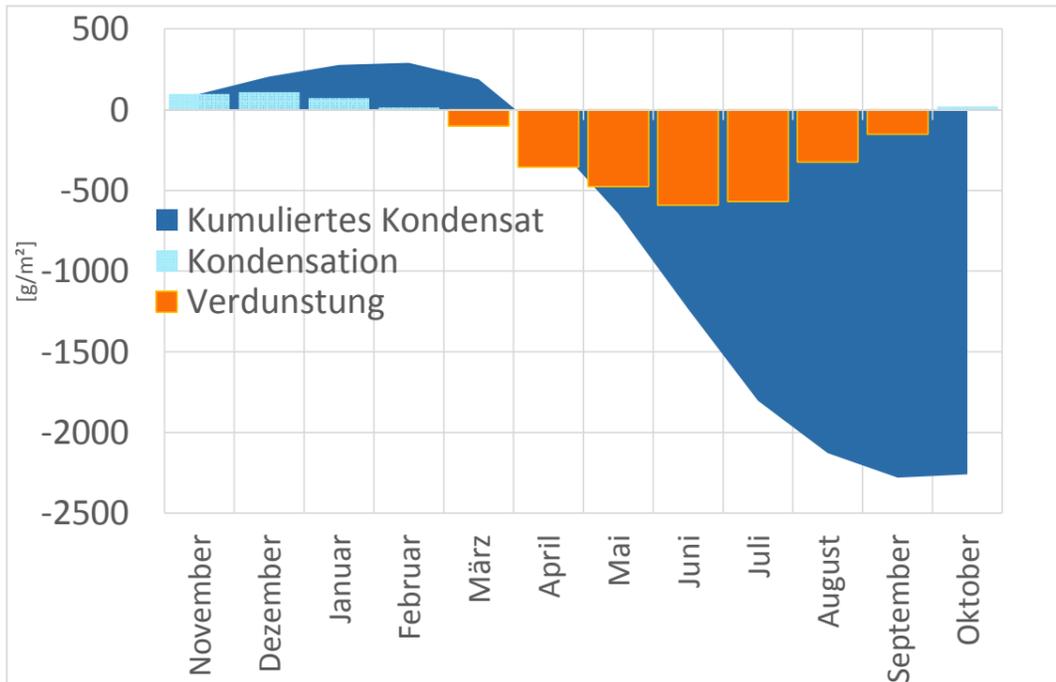
Rse-Hinterlüftung = 0,10 m²K/W

(Rse = 0,04 m²K/W)

	T <sub>innen</sub> [°C]	RH <sub>innen</sub>	T <sub>außen</sub> [°C]	RH <sub>außen</sub>	Tage	Kondensat lokal (Sim.) [g/d]
November	20,00	65,00	1,08	80,00	30	0,20
Dezember	20,00	61,66	-3,34	80,00	31	0,93
Januar	20,00	60,80	-4,20	80,00	31,00	1,05
Februar	20,00	62,65	-2,35	80,00	28,00	0,77
März	20,00	65,00	1,21	80,00	31,00	0,14
April	20,00	65,00	5,45	80,00	30,00	-1,02
Mai	20,00	65,14	10,14	75,00	31,00	-3,44
Juni	20,00	68,10	13,10	75,00	30,00	-4,77
Juli	20,00	69,98	14,98	75,00	31,00	-5,72
August	20,00	69,55	14,55	75,00	31,00	-5,50
September	20,00	66,78	11,78	80,00	30,00	-3,24
Oktober	20,00	65,00	6,96	80,00	31	-1,47

Kondensat pro Monat [g/m²]	Verdunstung pro Monat [g/m²]	Kondensat/Verdunstung pro Monat [g/m²]	Kondensat kumuliert [g/m²]
96,51		96,51	96,51
108,50		108,50	205,01
71,59		71,59	276,60
14,17		14,17	290,77
	-102,00	-102,00	188,77
	-355,47	-355,47	-166,70
	-477,00	-477,00	-643,70
	-591,07	-591,07	-1234,77
	-568,33	-568,33	-1803,10
	-324,00	-324,00	-2127,10
	-151,90	-151,90	-2279,00
19,80		19,80	-2259,20

**Trocknungsreserve: -2,259 kg/Jahr**



Kondensatnachweis nach ÖNORM								
Nachweis ÖNORM EN ISO 10456 Punkt 8.3: Schwerbeton						Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108 (1000 g/m²)	Lt. DIN 4108 (500 g/m²)
		zul. Kondensat [g/m²]	vorh. Kondensat [g/m²]					
		500,000	290,767					
Nachweis für Schwerbeton:						NW erfüllt	NW erfüllt	NW erfüllt
Nachweis ÖNORM B 8110-2 Punkt 8.3: Holz- und Holzwerkstoffe						Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108	
Holzdicke [m]	Rohdichte [kg/m³]	Flächendichte [kg/m²] [g/m²]		Gewichtsprozent [%]	zul. Kondensat [g/m²]			vorh. Kondensat [g/m²]
0,024	475,000	11,400	11.400,000	3,000	342,000			290,767
Nachweis für Holz:						NW erfüllt	NW erfüllt	
Nachweis ÖNORM EN ISO 10456: Mineralwolle						Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108	
Dämmstoffdicke [m]	Rohdichte [kg/m³]	Flächendichte [kg/m²] [g/m²]		Feuchtigkeitszuschlag [%]	zul. Kondensat [g/m²]			vorh. Kondensat [g/m²]
0,160	25,000	4,000	4.000,000	33,333	1.333,333			290,767
Nachweis für Mineralwolle:						NW erfüllt	NW erfüllt	

# Dachanschluss Sanierung mit Sparren: 2d Glaser - kumulative Jahresauswertung

Bezugslänge für Kondensationsbereichs: **0,5** m

Klimadaten laut Önorm B 8110-2 für Fulpmes (870m, Klimazone NF)

Rsi = 0,25 m²K/W

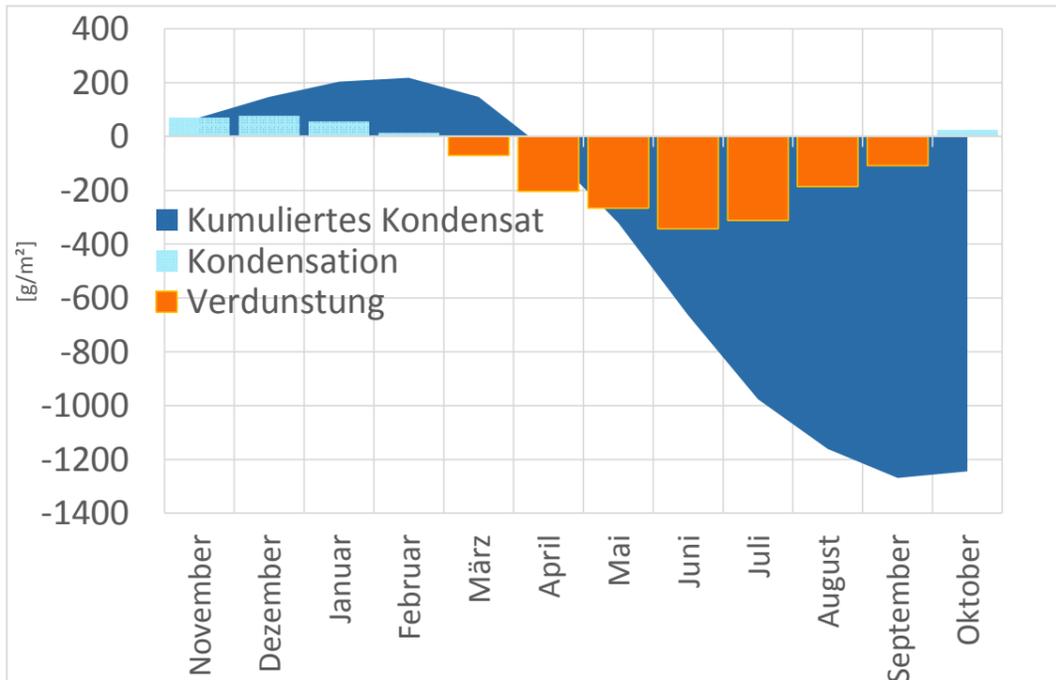
Rse-Hinterlüftung = 0,10 m²K/W

(Rse = 0,04 m²K/W)

	T <sub>innen</sub> [°C]	RH <sub>innen</sub>	T <sub>außen</sub> [°C]	RH <sub>außen</sub>	Tage	Kondensat lokal (Sim.) [g/d]
November	20,00	65,00	1,08	80,00	30	0,41
Dezember	20,00	61,66	-3,34	80,00	31	1,14
Januar	20,00	60,80	-4,20	80,00	31,00	1,24
Februar	20,00	62,65	-2,35	80,00	28,00	1,01
März	20,00	65,00	1,21	80,00	31,00	0,22
April	20,00	65,00	5,45	80,00	30,00	-1,17
Mai	20,00	65,14	10,14	75,00	31,00	-3,28
Juni	20,00	68,10	13,10	75,00	30,00	-4,43
Juli	20,00	69,98	14,98	75,00	31,00	-5,53
August	20,00	69,55	14,55	75,00	31,00	-5,03
September	20,00	66,78	11,78	80,00	30,00	-3,09
Oktober	20,00	65,00	6,96	80,00	31	-1,74

Kondensat pro Monat [g/m²]	Verdunstung pro Monat [g/m²]	Kondensat/Verdunstung pro Monat [g/m²]	Kondensat kumuliert [g/m²]
70,68		70,68	70,68
76,88		76,88	147,56
56,56		56,56	204,12
13,83		13,83	217,95
	-70,20	-70,20	147,75
	-203,36	-203,36	-55,61
	-265,80	-265,80	-321,41
	-342,86	-342,86	-664,27
	-311,86	-311,86	-976,13
	-185,40	-185,40	-1161,53
	-107,88	-107,88	-1269,41
24,84		24,84	-1244,57

**Trocknungsreserve: -1,245 kg/Jahr**



Kondensatnachweis nach ÖNORM							
Nachweis ÖNORM EN ISO 10456 Punkt 8.3: Schwerbeton					Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108 (1000 g/m²)	Lt. DIN 4108 (500 g/m²)
		zul. Kondensat [g/m²]	vorh. Kondensat [g/m²]				
		500,000	272,440				
Nachweis für Schwerbeton:					NW erfüllt	NW erfüllt	NW erfüllt
Nachweis ÖNORM B 8110-2 Punkt 8.3: Holz- und Holzwerkstoffe							
Holzdicke [m]	Rohdichte [kg/m³]	Flächendichte [kg/m²] [g/m²]		Gewichtsprozent [%]	zul. Kondensat [g/m²]	vorh. Kondensat [g/m²]	
0,024	475,000	11,400	11.400,000	3,000	342,000	272,440	
Nachweis für Holz:					NW erfüllt	NW erfüllt	
Nachweis ÖNORM EN ISO 10456: Mineralwolle							
Dämmstoffdicke [m]	Rohdichte [kg/m³]	Flächendichte [kg/m²] [g/m²]		Feuchtigkeitszuschlag [%]	zul. Kondensat [g/m²]	vorh. Kondensat [g/m²]	
0,160	25,000	4,000	4.000,000	33,333	1.333,333	272,440	
Nachweis für Mineralwolle:					NW erfüllt	NW erfüllt	

# Dachanschluss Sanierung ohne Sparren: 2d Glaser - kumulative Jahresauswertung

Bezugslänge für Kondensationsbereichs: **0,5** m

Klimadaten laut Önorm B 8110-2 für Fulpmes (870m, Klimazone NF)

Rsi = 0,25 m²K/W

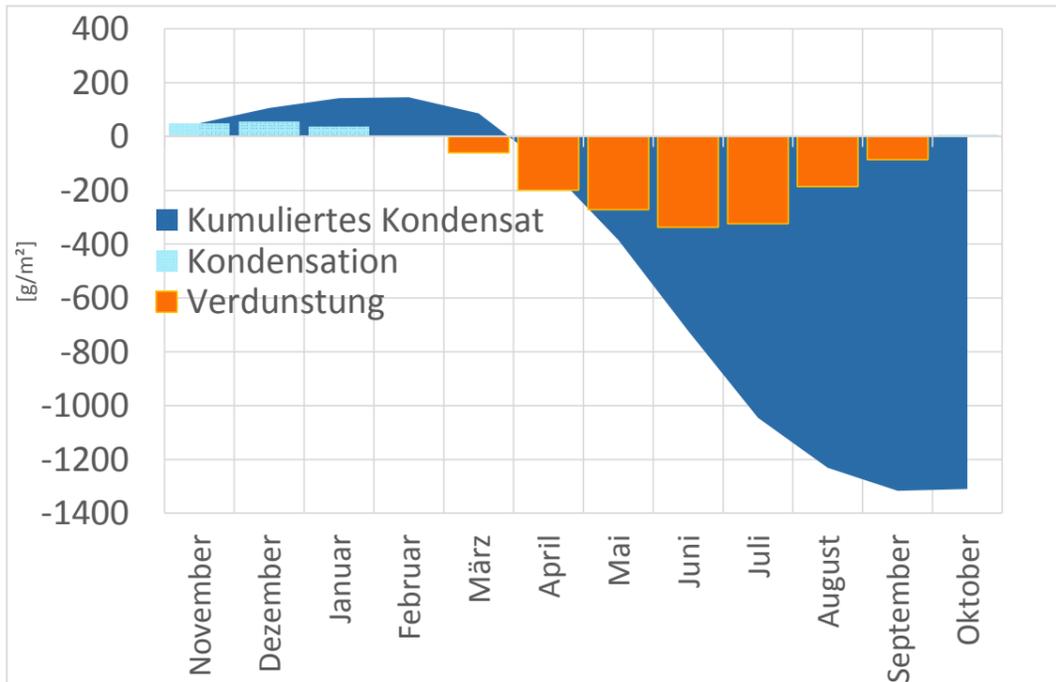
Rse-Hinterlüftung = 0,10 m²K/W

(Rse = 0,04 m²K/W)

	T <sub>innen</sub> [°C]	RH <sub>innen</sub>	T <sub>außen</sub> [°C]	RH <sub>außen</sub>	Tage	Kondensat lokal (Sim.) [g/d]
November	20,00	65,00	1,08	80,00	30	0,12
Dezember	20,00	61,66	-3,34	80,00	31	0,81
Januar	20,00	60,80	-4,20	80,00	31,00	0,90
Februar	20,00	62,65	-2,35	80,00	28,00	0,66
März	20,00	65,00	1,21	80,00	31,00	0,06
April	20,00	65,00	5,45	80,00	30,00	-1,01
Mai	20,00	65,14	10,14	75,00	31,00	-3,21
Juni	20,00	68,10	13,10	75,00	30,00	-4,53
Juli	20,00	69,98	14,98	75,00	31,00	-5,43
August	20,00	69,55	14,55	75,00	31,00	-5,22
September	20,00	66,78	11,78	80,00	30,00	-3,09
Oktober	20,00	65,00	6,96	80,00	31	-1,39

Kondensat pro Monat [g/m²]	Verdunstung pro Monat [g/m²]	Kondensat/Verdunstung pro Monat [g/m²]	Kondensat kumuliert [g/m²]
49,91		49,91	49,91
56,05		56,05	105,96
36,79		36,79	142,75
3,73		3,73	146,48
	-60,60	-60,60	85,88
	-199,02	-199,02	-113,14
	-271,80	-271,80	-384,94
	-336,66	-336,66	-721,60
	-323,64	-323,64	-1045,24
	-185,40	-185,40	-1230,64
	-86,18	-86,18	-1316,82
7,26		7,26	-1309,56

**Trocknungsreserve: -1,310 kg/Jahr**



Kondensatnachweis nach ÖNORM								
Nachweis ÖNORM EN ISO 10456 Punkt 8.3: Schwerbeton					Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108 (1000 g/m²)	Lt. DIN 4108 (500 g/m²)	
			zul. Kondensat [g/m²]	vorh. Kondensat [g/m²]				
			500,000	305,159				
Nachweis für Schwerbeton:					NW erfüllt	NW erfüllt	NW erfüllt	
Nachweis ÖNORM B 8110-2 Punkt 8.3: Holz- und Holzwerkstoffe					Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108		
Holzdicke [m]	Rohdichte [kg/m³]	Flächendichte [kg/m²]	Flächendichte [g/m²]	Gewichtsprozent [%]			zul. Kondensat [g/m²]	vorh. Kondensat [g/m²]
0,024	475,000	11,400	11.400,000	3,000			342,000	305,159
Nachweis für Holz:					NW erfüllt	NW erfüllt		
Nachweis ÖNORM EN ISO 10456: Mineralwolle					Lt. ÖNORM B 8110-2	Lt. DIN 4108		
Dämmstoffdicke [m]	Rohdichte [kg/m³]	Flächendichte [kg/m²]	Flächendichte [g/m²]	Feuchtigkeitszuschlag [%]			zul. Kondensat [g/m²]	vorh. Kondensat [g/m²]
0,160	25,000	4,000	4.000,000	33,333			1.333,333	305,159
Nachweis für Mineralwolle:					NW erfüllt	NW erfüllt		