



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

Master Thesis

Bauphysikalische und ökonomische Performance verschiedener Wandsysteme im Vergleich

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

unter der Leitung von

Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Azra Korjenic

E 206

Institut für Hochbau und Technologie
Forschungsbereich für Bauphysik und Schallschutz

Eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Edin Drljo
Matr.Nr.: 0527458
Mumbgasse 2/10
1020 Wien

Wien, im November 2016

Danksagung

Ich möchte mich bei Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Azra Korjenic dafür bedanken, dass sie mir diese Diplomarbeit ermöglicht, mir mit Rat und Tat in dieser Zeit zur Seite stand und mit Ihren wissenschaftlichen Anregungen und inhaltlichen Denkanstößen zum Gelingen dieser Diplomarbeit maßgeblich beigetragen hat.

Weiters gilt ein besonderer Dank den beteiligten Mitarbeitern der *Wienerberger Ziegelindustrie GmbH*, DI Alexander Lehmden, DI Norbert Prommer und DI Mario Kubista für deren große Hilfsbereitschaft während der Datensammlung für meine Diplomarbeit.

Einen herzlichen Dank möchte ich auch meinem Chef Mohammad Naderi, (Mischek Bauträger GmbH) *aussprechen*, der mich verständnisvoll unterstützte und mir immer wieder entgegenkam.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei meinem Kollegen Armin, der sich bereit erklärt hat, meine Masterarbeit gegenzulesen, sich nicht gescheut hat, Kritik zu üben und Verbesserungsvorschläge vorzubringen.

Besonderer Dank meiner Freundin Andjelka, die mich während meines Studiums tatkräftig unterstützt und ermutigt hat.

Zu guter Letzt danke ich natürlich auch meinen Eltern und meinem Bruder mit seiner Familie, da ohne ihre Unterstützung das Studium für mich nicht möglich gewesen wäre.

DANKE!

Kurzfassung

Bauphysikalische und ökonomische Performance verschiedener Wandsysteme im Vergleich

Die immer strengeren bauphysikalischen Anforderungen an die Konstruktionen machen es sehr schwer, die Einsatzgrenzen typischer Bauteile, vor allem in Richtung 2020 und weiter, abzuschätzen, um diese für die künftigen Ansprüche rechtzeitig anzupassen zu können. Da es also immer mühsamer wird, die tatsächliche Performance von Ziegel- und Betonwandsystemen bei einer direkten Gegenüberstellung im Voraus einzuschätzen, wurden für diese Untersuchungen gezielt zwei reale und sehr repräsentative Häuser ausgewählt. Denn anhand dieser Arbeit sollen die sehr theoretischen Bestimmungen gemäß der OIB-Richtlinie 6 [OIB6] und dem zugehörigen Nationalen Plan [NATPL] möglichst praxisnah umgesetzt und die Vergleiche ersichtlich dargestellt werden.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden sechs verschiedene Wandsysteme zum Vergleich herangezogen, mit dem Ziel, möglichst konkrete und sinnvolle Einsatzmöglichkeiten aufzuzeigen. Es wurden unterschiedlichste Ziegelbauweisen, Stahlbetonwände sowie eine Porenbeton-Wand bauphysikalisch und energetisch gegenübergestellt und abschließend ökonomisch bewertet. Alle Vergleiche wurden an zwei real geplanten Gebäuden, einem Einfamilienhaus sowie einem Mehrfamilienhaus durchgeführt, indem die bauphysikalische und ökonomische Performance der Systeme simuliert und dokumentiert wurde. Zunächst wurde der Wärmeschutz evaluiert, indem die Vorgaben bezüglich des Heizwärmebedarfs und U-Werte der Wände, unter Berücksichtigung der Gebäudegeometrie, herangezogen wurden. Anschließend wurde auch ein Ausblick zur zukünftigen Performance bis in das Jahr 2020, lt. Nationalplan, berechnet. Beim Schallschutz wurde die Dämmwirkung der Konstruktionen zum Außenbereich, als auch die Leistung als Trennwand im MFH nach [ÖNORM 8115-2] berücksichtigt, sowie die daraus resultierenden Spielräume bei den Fensterdimensionierungen genau bestimmt und aufgezeigt. Außerdem wurde das Thema der sommerlichen Überwärmung behandelt und die aus den Wandaufbauten resultierenden Güteklassen der sommerlichen Überwärmung nach [ÖNORM B 8110-3] berechnet. Alle Möglichkeiten des Sonnenschutzes an den Fenstern wurden durchgespielt, bewertet und übersichtlich dargestellt.

Alle Varianten wurden zuletzt den anschließend berechneten Kosten der Konstruktionen gegenübergestellt und die ökonomische Effektivität der einzelnen Wandsysteme erläutert.

Abstract

Comparative analysis of different wall systems in physical and economic performance of buildings

The ever stricter energy efficiency requirements for buildings make it difficult to get a clear picture of concrete consequences this has on the structural elements and decide what the planned changes will bring around 2020 and beyond.

As it is therefore becoming increasingly difficult to determine the actual performance of brick and concrete wall systems by comparing them directly, two actual, representative houses were deliberately chosen for these investigations.

This work will see the theoretical provisions of different laws regarding the stricter criteria in building physics turn into actual structures as shown on these two selected projects.

Within the scope of this thesis, six different wall systems were compared, with the aim of showing their applications as concretely and meaningfully as possible. A wide variety of brick constructions, reinforced concrete walls and an aerated concrete wall were compared in terms of building physics, energy efficiency, and are finally evaluated economically.

All comparisons were carried out on two actual buildings, one family house and one multi-family house, by simulating and documenting the building physics and economic performance of the systems.

In this work, for every chosen type of structure we will first choose the insulation thickness that provides the required thermal quality for each of the 4 future levels of thermal protection (for 2014, 2016, 2018, and 2020 according to OIB – National Plan). Then, the selected structures will be compared in terms of other characteristics required by the building physics. Detailed analysis will be given for the effects of sound insulation properties on window size options. Also, a detailed analysis of summer overheating will be performed by classes defined in the ÖNORM 8110-5. All window sun protection types have been analyzed.

In the end, all options were compared against the calculated costs of the structures and economic effectiveness of individual wall systems was explained.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Bautechnische Normen in Österreich und deren Entwicklung.....	1
1.2	Europäische Normen.....	2
1.3	Internationale Normen.....	2
1.4	Bauordnungen.....	2
1.5	OIB-Richtlinien.....	3
1.6	Bauphysikalische Anforderungen an Bauwerke.....	4
2	Bauphysikalische Grundlagen	6
2.1	Wärmeschutz.....	6
2.2	Sommerliche Überwärmung.....	9
2.2.1	Einflussgrößen.....	9
2.3	Schallschutz.....	27
2.3.1	Luftschallschutz durch Außenbauteile.....	29
3	Einfamilienhaus	35
3.1	Das Untersuchungsobjekt.....	35
3.2	Konstruktionen.....	38
3.3	Ergebnisse.....	39
3.3.1	Wärmeschutz.....	39
3.3.2	Schallschutz.....	41
3.3.3	Sommerliche Überwärmung.....	42
3.4	Kostenvergleich.....	48
3.4.1	Erläuterung zur Kostenermittlung.....	48
3.4.2	Kostenermittlung EFH.....	49
4	Mehrfamilienhaus	54
4.1	Das Untersuchungsobjekt.....	54
4.2	Konstruktionen.....	56
4.3	Ergebnisse.....	57
4.3.1	Wärmeschutz.....	57
4.3.2	Schallschutz.....	59
4.3.3	Sommerliche Überwärmung.....	61
4.4	Kostenvergleich.....	76
4.4.1	Kostenermittlung MFH.....	76
5	Zusammenfassung	81
6	Abbildungsverzeichnis	83
7	Tabellenverzeichnis	84

8	Literaturverweis.....	86
9	Anhang.....	88
9.1	Energieausweis Einfamilienhaus(Ausschnitt)	88
9.2	Energieausweis Mehrfamilienhaus(Ausschnitt)	90
9.3	Richtpreisdatei AUER Success gemäß LB-HB19.....	92

1 Einleitung

1.1 Bautechnische Normen in Österreich und deren Entwicklung

Die Normierung ist ein Mittel zur Ordnungserhaltung und die Grundlage für ein sinnvolles Zusammenarbeiten und Zusammenleben. Normen bilden die Basis für geordnete Abläufe in allen Bereichen.

Dazu gehören auch etwa genormte Qualitäts-, Sicherheits-, und Prüfkriterien.

Normen sind gesichertes Fachwissen und bilden einen Leitfaden beim Planen und Umsetzen erfolgreicher unternehmerischer Projekte.

Grundsätzlich handelt es sich aber um Regelwerke mit Empfehlungscharakter. Daher ist deren Anwendung im Prinzip freiwillig, jedoch sinnvoll. Entsprechend den technischen Entwicklungen werden die bestehenden Normen regelmäßig aktualisiert. Als solche können sie hinter dem Stand der Technik zurückbleiben, es darf aber angenommen werden, dass sie den Stand der Technik abbilden.

In besonderen Fällen kann der Gesetzgeber (Bund oder Länder) Normen durch ein Gesetz oder eine Verordnung auch für „verbindlich“ erklären. Dann ist die Einhaltung dieser Normen verpflichtend.

Natürlich steht es auch jedem frei bei Ausschreibungen, Baubeschreibungen und technischen Festlegungen auf das vorhandene Normenwerk zurückzugreifen und die dort geregelten Kriterien als Sollwerte zu definieren.

Österreichische Normen werden als ÖNORM bezeichnet. Die Gliederung der ÖNORM in Normengruppen wird mit einem Buchstaben bezeichnet. Für das Bauwesen wichtige Normengruppen und jeweilige Bezeichnungen lauten:

- A – Allgemeine Normen
- B – Bauwesen
- F – Feuerlösch- und Rettungswesen
- H – Haustechnik
- S – Sonstige Normengebiete
- Z – Arbeitssicherheitstechnik

Die Nomenklatur der Ö-Normen sieht eine vierstellige Normnummer vor

- z.B. *ÖNORM B 8110*

Mehrteilige Normen werden durch Verwendung angehängter Nummern unterschieden

- z.B. *ÖNORM B 8110-1*, heißt ÖNORM B 8110 Teil 1.

Es ist auch üblich das Ausgabejahr nach einem Doppelpunkt einzufügen, um eine Norm eindeutig zu identifizieren. Im vollständigen Zitat sollte auch der Titel der Norm angegeben werden:

- z.B. *ÖNORM B 8110-1:2011 – Wärmeschutz im Hochbau, Teil 1: Deklaration des Wärmeschutzes von Niedrig- und Niedrigstenergiegebäuden – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf*

1.2 Europäische Normen

Europäische Normen (EN) werden in den Technischen Komitees des Europäischen Komitees für Normung CEN unter Mitwirkung Delegierter aus den nationalen Komitees entwickelt und herausgegeben. Sie bestehen aus dem Kürzel EN, und müssen nach der Herausgabe unverändert von den nationalen Normungsinstituten übernommen werden. Abweichende/widersprechende nationale Normen sind zurückzuziehen.

In Österreich tragen die übernommenen europäischen Normen folgende Bezeichnung: ÖNORM EN ..., z.B. ÖNORM EN 15217.

Rund 90 Prozent aller ÖNORMEN sind heute europäischen Ursprungs (ÖNORM EN).

In regelmäßigen Abständen (etwa alle fünf Jahre) überprüft CEN, ob eine Überarbeitung einer EN-Norme erforderlich ist.

1.3 Internationale Normen

Von der Internationalen Organisation für Normung (ISO) werden ISO-Normen erarbeitet. Diese Normen können vom österreichischen Normungsinstitut direkt übernommen werden, aber meistens werden die Normen zuerst vom CEN (Europäisches Normungsinstitut) übernommen und dann erst vom Österreichischen Normungsinstitut. Solche normen werden von beiden Institutionen veröffentlicht und tragen die Bezeichnung:

ÖNORM ISO EN ..., z.B. *ÖNORM ISO EN 13790 - Energieeffizienz von Gebäuden.*

Rund 30 Prozent aller ÖNORM EN – Normen sind zugleich Internationale Normen (EN ISO).

1.4 Bauordnungen

Jedes Bauwerk in Österreich muss die technischen Anforderungen, die in der Bauordnung definiert sind, erfüllen. Da das Baurecht laut österreichischer Verfassung in Gesetzgebung und Vollziehung Aufgabe der Länder ist, gibt es österreichweit neun Bauordnungen.

Erst durch die Harmonisierung technischer Vorschriften auf europäischer Ebene wurde auch mit einer Angleichung der Bau Normen in Österreich angefangen.

1.5 OIB-Richtlinien

Bereits die im Jahr 1989 kundgemachte EU-Bauproduktenrichtlinie¹ enthielt im Anhang I sogenannte „Wesentliche Anforderungen“, die von Bauwerken erfüllt werden müssen, und die üblicherweise von den Mitgliedstaaten im Baurecht geregelt werden.

Es handelte sich dabei um die folgend angeführten sechs Schutzziele, die bis heute die Gliederung europäischer Bau Normen darstellen:

1. Mechanische Festigkeit und Standsicherheit
2. Brandschutz
3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
4. Nutzungssicherheit
5. Schallschutz
6. Energieeinsparung und Wärmeschutz

Um einen Vorschlag zur Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften zu erarbeiten, wurde 1993 auf Basis einer von den Österreichischen Bundesländern abgeschlossenen „Vereinbarung gemäß Artikel 15a B-VG über die Zusammenarbeit im Bauwesen“ das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB) gegründet. Das OIB ist ein gemeinnütziger Verein, dem alle Österreichischen Bundesländer (Burgenland, Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol, Vorarlberg und Wien) als Mitglieder angehören.

Eine der Aufgaben von OIB ist die Herausgabe von technischen Richtlinien und Regeln (sogenannten OIB-Richtlinien). Die OIB-Richtlinien dienen der Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften in Österreich. Sie werden nach Beschluss in der Generalversammlung herausgegeben und stehen damit den Bundesländern zur Verfügung. Die Bundesländer können die OIB-Richtlinien in ihren Bauordnungen für verbindlich erklären, was derzeit in acht Bundesländern der Fall ist.

Die OIB-Richtlinien sind entsprechend den oben angeführten Grundanforderungen der Bauproduktenverordnung (Berichtigung) gegliedert. Es sind somit folgende OIB-Richtlinien anzuwenden:

¹ Richtlinie des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (89/106/EWG)

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

Alle Berechnungen in dieser Arbeit wurden gemäß den OIB-Richtlinien in der geltenden Fassung durchgeführt.

1.6 Bauphysikalische Anforderungen an Bauwerke

Grundsätzlich müssen Bauwerke heutzutage die OIB-Anforderungen erfüllen. In dieser Arbeit werden jedoch nur bauphysikalische Anforderungen und daraus resultierende Eigenschaften betrachtet. Andere Anforderungen (z.B. mechanische Festigkeit und Standsicherheit) müssen für jede konkrete Situation, Objekt und Bauweise (Wandsystem, etc.) getrennt bewiesen werden. Trotzdem stellen die ausgewählten Konstruktionen keine experimentellen, sondern in der Baupraxis in Österreich üblichen Konstruktionen dar, die sich durch jahrzehntelange Ausführung bewährt haben. Auch daher wird die Tragfähigkeit als gegeben vorausgesetzt.

Was ist Bauphysik?

Obwohl das ganze Bauwesen eine Anwendung der Physik auf Bauwerke darstellt, werden in der Bauphysik folgende Fachrichtungen behandelt: Wärmeschutz, Energiebedarf, sommerliche Überwärmung, Feuchtetransport und Feuchteschutz, Schallschutz, Raumakustik, Beleuchtung, Brandschutz, Dauerhaftigkeit etc. Schon durch die Aufzählung wird ersichtlich, dass die bauphysikalischen Überlegungen eine entscheidende Rolle in Bezug auf das Wohlbefinden, die Behaglichkeit und den Wohnkomfort haben.

Die Bedeutsamkeit der Bauphysik hat in den letzten Jahrzehnten, angefangen um etwa 1970, erheblich zugenommen. Dafür gibt es mehrere Gründe:

- Das Komfortbedürfnis der Menschen ist gestiegen
- Ökonomische Erwägungen: zwei Ölkrisen – 1973/74 und 1979/80 – machten Öl und Gas deutlich teurer
- Das Bewusstsein, dass die fossilen Energiereserven endlich sind und gespart werden müssen
- Das Bewusstsein der breiten Öffentlichkeit über die Umweltverschmutzung ist seit den 1970-er Jahren, mit dem Auftreten von Waldschäden, der Korallenbleiche und saurem Regen, stark gestiegen
- Neue wegweisende Baustoffe und Bauweisen
- Entwicklung von computerunterstützten Berechnungen und Simulationen

Aus bauphysikalischer Sicht ist daher das Ziel bei der Planung eines Gebäudes, ein optimal behagliches Innenklima trotz eines minimalen Energiebedarfs für Beleuchtung, Heizung, Kühlung, Luftwechsel und Luftkonditionierung (Be- und Entfeuchtung) zu schaffen.

2 Bauphysikalische Grundlagen

Um die Ergebnisse dieser Arbeit bzw. des Vergleiches verschiedener Bauweisen/Konstruktionen besser verstehen zu können wird folgend eine Einführung in die Materie zusammengestellt bzw. werden die wichtigsten Begriffe und Prinzipien der hier verwendeten bauphysikalischen Planung dargestellt und kurz erläutert.

2.1 Wärmeschutz

Eines der wichtigsten Ziele der bauphysikalischen Planung von Wohn- und Nichtwohngebäuden ist es, einen entsprechenden Wärmeschutz zu garantieren, um so ein geeignetes Raumklima mit einem minimalen Energieaufwand zu schaffen. Die Minimierung von Heiz- und Kühlenergiekosten steht im Einklang mit den internationalen Bestrebungen, die derzeit aktiv die Ziele, CO₂-Emissionen zu reduzieren, verfolgen. Um die benötigte Heizenergie zu begrenzen wurde durch das Europäische Parlament und Rat, die Richtlinie 2002/91/EG erstellt, welche besagt das die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, durch einen Energieausweis festzustellen und aufzuzeigen ist.

„Im Sinne dieser Richtlinien bezeichnet der Ausdruck „Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes“ die Energiemenge, die tagtäglich verbraucht oder veranschlagt wird, um den unterschiedlichen Erfordernissen im Rahmen der Standardnutzung des Gebäudes (u.a. etwa Heizung, Warmwasserbereitung, Kühlung, Lüftung, und Beleuchtung) gerecht zu werden“ [EURL 2002/91/EG].

Dadurch werden alle Mitgliedstaaten der Europäischen Union auch aufgefordert, bestimmte Maßnahmen zu ergreifen, um den Energieverbrauch gering wie möglich zu halten. Vor allem müssen Anforderungen an die Gesamtenergieeffizienz für Neubauten und größere Sanierungen erstellt werden. Im Zusammenhang mit diesen EU Zielen, sind in Österreich unterschiedlichen Anforderungen für Sanierungen, Neubauten, Energieerzeugung und Energieeinsparung ausgearbeitet worden.

Die OIB Richtlinie 6 definiert Mindestanforderungen an die thermisch-energetische Qualität den Gebäuden sowie die Mindestanforderungen an die einzelnen Bauteile. In dieser Arbeit sind die Anforderungen an Wohngebäude und die, die von der Gebäudehülle und Bauweise abhängig sind bzw. bei verschiedenen Bauweisen unterschiedlich sind von Interesse sodass diese hier kurz beschrieben werden.

Anforderungen an die einzelnen wärmeübertragenden Bauteile sind in der Tabelle [Tab. 1] dargestellt. Beim Neubau eines Gebäudes oder Gebäudeteiles dürfen bei konditionierten Räumen folgende Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) nicht

überschritten werden. Für Dachschrägen mit einer Neigung von mehr als 60° gegenüber der Horizontalen gelten die jeweiligen Anforderungen für Wände [OIB RL6 2015]:

Tab. 1: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile [OIB RL6 2015]

	Bauteil	U-Wert [W/m ² K]
1	WÄNDE gegen Außenluft	0,35
2	WÄNDE gegen unbeheizte oder nicht ausgebaute Dachräume	0,35
3	WÄNDE gegen unbeheizte, frostfrei zu haltende Gebäudeteile (ausgenommen Dachräume) sowie gegen Garagen	0,60
4	WÄNDE erdberührt	0,40
5	WÄNDE (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten oder konditionierten Treppenhäusern	0,90
6	WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,50
7	WÄNDE kleinflächig gegen Außenluft (z.B. bei Gaupen), die 2 % der Wände des gesamten Gebäudes gegen Außenluft nicht überschreiten, sofern die ÖNORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird	0,70
8	WÄNDE (Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	–
9	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft ⁽¹⁾	1,40
10	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Nicht-Wohngebäuden (NWG) gegen Außenluft ⁽¹⁾	1,70
11	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen Außenluft ⁽²⁾	1,70
12	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft ⁽²⁾	2,00
13	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽²⁾	2,50
14	DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft ⁽³⁾	1,70
15	TÜREN unverglast, gegen Außenluft ⁽⁴⁾	1,70
16	TÜREN unverglast, gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽⁴⁾	2,50
17	TÖRE Rolltore, Sektionaltore u. dgl. gegen Außenluft ⁽⁵⁾	2,50
18	INNENTÜREN	–
19	DECKEN und DACHSCHRÄGEN jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt) ⁽⁶⁾	0,20
20	DECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽⁶⁾	0,40
21	DECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten ⁽⁶⁾	0,90
22	DECKEN innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten ⁽⁶⁾	–
23	DECKEN über Außenluft (z.B. über Durchfahrten, Parkdecks) ⁽⁶⁾	0,20
24	DECKEN gegen Garagen ⁽⁶⁾	0,30
25	BÖDEN erdberührt ⁽⁶⁾	0,40

(1) ... Für Fenster ist für den Nachweis des U-Wertes das Prüfnormmaß von 1,23 m × 1,48 m anzuwenden, für Fenstertüren und verglaste Türen das Maß 1,48 m × 2,18 m.

(2) ... Für großflächige, verglaste Fassadenkonstruktionen sind die Abmessungen durch die Symmetrieebenen zu begrenzen.

(3) ... Für Dachflächenfenster ist für den Nachweis des U-Wertes das Prüfnormmaß von 1,23 m × 1,48 m anzuwenden.

(4) ... Für Türen ist das Prüfnormmaß 1,23 m × 2,18 m anzuwenden.

(5) ... Für Tore ist das Prüfnormmaß 2,00 m × 2,18 m anzuwenden.

(6) ... Für Decken und Böden kleinflächig gegen Außenluft darf für 2 % der jeweiligen Fläche der U-Wert bis zum Doppelten des Anforderungswertes betragen, sofern die ÖNORM B 8110-2 (Kondensatfreiheit) eingehalten wird.

Die Tabelle [Tab. 2] aus der OIB Richtlinie 6 präsentiert die Anforderungen an die Energiekennzahlen des Gebäudes bei Neubau und größerer Renovierung von Wohngebäuden.

Tab. 2: Wohnbau - Anforderung an Energiekennzahlen bei Neubau und größerer Renovierung [OIB RL6 2015]

Wird der Nachweis der Einhaltung der Anforderungen für Wohngebäude über den Heizenergiebedarf geführt, gelten folgende Höchstwerte:

		Neubau	Größere Renovierung
HWB _{Ref,RK} in [kWh/m ² a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	$16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	$23 \times (1 + 2,5 / \ell_c)$
	ab 01.01.2017	$14 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	$21 \times (1 + 2,5 / \ell_c)$
HWB _{max,Ref,RK} in [kWh/m ² a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	54,4 ⁽¹⁾	–
	ab 01.01.2017	47,6 ⁽¹⁾	–
HEB _{RK} in [kWh/m ² a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	HEB _{max,WG,RK}	HEB _{max,WGsan,RK}
	ab 01.01.2017		
EEB _{RK} in [kWh/m ² a]	ab Inkrafttreten bis 31.12.2016	EEB _{max,WG,RK}	EEB _{max,WGsan,RK}
	ab 01.01.2017		
⁽¹⁾ ... Beim Neubau gilt der HWB _{max,RK} für Gebäude mit einer konditionierten Brutto-Grundfläche von nicht mehr als 100 m ² der Höchstwert nicht.			

Neben derzeitigen Mindestanforderungen wurden in diese Arbeit die Anforderungen an die Gebäude bis 2020, lt. Nationalplan [OIB RL6 NAT] berücksichtigt und für jede untersuchte Variante berechnet. Diese sind in der Tabelle [Tab. 3] ersichtlich.

Tab. 3: Wohnbau - Anforderung an Energiekennzahlen bei Neubau [OIB RL6 NAT]

**Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz –
Neubau (2014 - 2020)**

Als OIB-Anforderung für Wohngebäude gelten bis inklusive 2020:

	HWB _{max} [kWh/m ² a]	EEB _{max} [kWh/m ² a]	f _{GEE,max} [-]	PEB _{max} [kWh/m ² a]	CO _{2,max} [kg/m ² a]
2014	$16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	mittels HTEB _{Ref}	0,90	190	30
2016	$14 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	mittels HTEB _{Ref}	0,85	180	28
	$16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	oder			
2018	$12 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	mittels HTEB _{Ref}	0,80	170	26
	$16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	oder			
2020	$10 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	mittels HTEB _{Ref}	0,75	160	24
	$16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$	oder			

2.2 Sommerliche Überwärmung

Um ein behagliches Innenklima im Winter zu schaffen, und gleichzeitig die Heizkosten auf ein erträgliches Maß zu begrenzen, sind einige konstruktive Maßnahmen notwendig, die durch die Normen bzw. Richtlinien definiert sind (u.a. Dämmung der Gebäudehülle). Mindestens genauso wichtig ist es auch ein behagliches Innenklima im Sommer zu gewährleisten, d.h. sommerliche Überwärmung zu vermeiden. Die Anforderung ist durch verschiedene konstruktive Maßnahmen zu erfüllen, und nicht durch den Einsatz von Klimaanlageanlagen.

In der Richtlinie [EURL 2002/91/EG] über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, die seit Anfang 2006 in den EU-Staaten umgesetzt werden sollte, heißt es unter Punkt (18):

In den letzten Jahren ist eine zunehmende Verwendung von Klimaanlageanlagen in den südlichen Ländern Europas zu verzeichnen. Dies führt zu großen Problemen bei den Spitzenlastzeiten in den Ländern mit der Folge, dass die Stromkosten steigen. Vorrang sollte Strategien eingeräumt werden, die zur Verbesserung des thermischen Verhaltens der Gebäude in der Sommerperiode beitragen. Weiterzuentwickeln sind hierzu die Techniken der passiven Kühlung und insbesondere jene Techniken, die zur Verbesserung der Qualität des Raumklimas von Gebäuden beitragen [KAI13].

Um die Problematik der sommerlichen Überwärmung näher zu bringen, ist in den nächsten Kapiteln ein kurzer Überblick über die physikalischen Vorgänge gegeben.

2.2.1 Einflussgrößen

2.2.1.1 Allgemeines

Infolge der hohen solaren Strahlungsgewinne kommt es in der Sommerzeit zu einer Erhöhung der Innenraumtemperaturen. Wenn keine ausreichenden Sonnenschutzvorrichtungen verwendet werden, können die Innenraumtemperaturen so weit ansteigen, dass die Behaglichkeit und die Konzentrationsfähigkeit der Benutzer stark negativ beeinflusst werden. Unter dem Ausdruck des „sommerlichen Wärmeschutzes“ werden deshalb alle diejenigen Maßnahmen erfasst, die dieser unerträglichen Raumtemperaturerhöhung entgegenwirken. Das Ziel des sommerlichen Wärmeschutzes ist es das Eindringen von Wärmeenergie in die Innenräume zu verhindern und zu reduzieren.

Die Wirkungsweise des sommerlichen Wärmeschutzes von einem Objekt ist von einer Fülle verschiedener Faktoren abhängig. Diese sind anderem:

- der Gesamtenergiedurchlassgrad der transparenten Außenbauteile
- der Sonnenschutz der transparenten Außenbauteile
- der Flächenanteil der transparenten Außenbauteile
- die Orientierung (Himmelsrichtung) der transparenten Außenbauteile
- der Neigungswinkel zur Senkrechten der transparenten Außenbauteile
- die Art und Intensität der Nachtlüftung
- die Wärmespeicherfähigkeit der raumumschließenden Bauteile
- die Raumgeometrie

Zusätzlich zu den solaren Wärmeeinträgen, zu einer Überwärmung der Räume führen sind auch die internen Wärmequellen/Lasten ausschlaggebend. Diese internen Lasten werden in einem Objekt durch verschiedene Wärmequellen verursacht:

- Personen
- Arbeitshilfsmittel (Geräte und Maschinen)
- Künstliche Beleuchtung
- Bestandteile der Gebäudetechnik (Warmwasserleitungen)

2.2.1.2 Sonnenstrahlung und Orientierung der transparenten Außenbauteile

Die Stärke der Sonnenstrahlung schwankt wetterbedingt ziemlich stark (Bewölkung, atmosphärische Trübung etc.). Da sich der Einfallswinkel der Direkteinstrahlung ändert ist die Globalstrahlung zu Mittag um einiges stärker als in der Früh oder am Abend. Außerdem ist sie im Sommer viel stärker als im Winter.

Der Intensität der Globalstrahlung in Mitteleuropa an einem Sommermittag bei wolkenlosem Himmel bewegt sich zwischen 900 und 1000 W/m².

Intensität der Sonnenstrahlung von 900W/m ² ist gleich dem Wärmestrom durch eine Wand von 250m ² , die mindesterforderlichen U-Wert laut RL6 (U=0,35W/m ² K) hat, bei einem Temperaturunterschied von 10K.

2.2.1.3 Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung

Ein Teil der Strahlung wird an der Verglasung gleich zurückreflektiert (charakterisiert durch den Reflexionsgrad ρ_e), ein weiterer Teil wird absorbiert und in Wärme umgewandelt (charakterisiert durch den Absorptionsgrad α_e) und der Rest geht durch die Verglasung und gelangt in den Innenraum (charakterisiert durch den Transmissionsgrad τ_e).

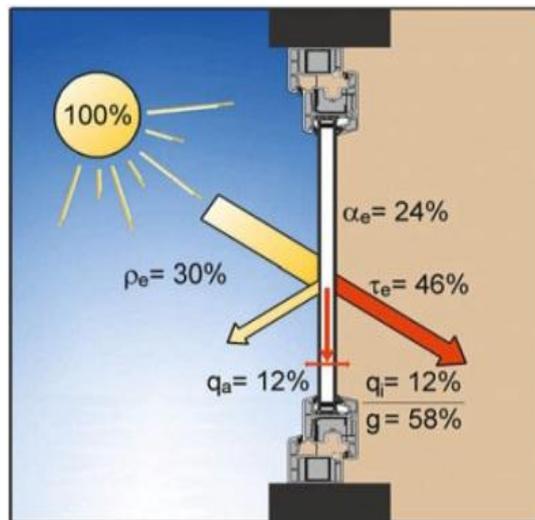


Abb. 1: Strahlungsbilanz und Gesamtenergiedurchlassgrad einer Beispielverglasung [KAI13]

Die entsprechenden Werte für den Wärmedurchgangskoeffizienten U_g und den Gesamtenergiedurchlassgrad g von Verglasungen, sowie die solaren Reflexions-, Absorptions- und Transmissionswerte von Sonnenschutzvorrichtungen basieren auf Messungen.

Wenn diese Messwerte nicht zur Verfügung stehen, so können die Richtwerte für die Verglasungen der Tabelle D.1 bis D.3, aus der ÖN B 8110-3, Anhang D, entnommen werden [Tab. 4].

Tab. 4: Richtwerte für optische und thermische Eigenschaften von Glas nach ÖNORM B8110-3, Anhang D

Tabelle D.1

Richtwerte für transparenter Bauteile – unbeschichtet ^a						
Zeile	Scheiben	U_g	$\tau_{e,Licht}$	$\tau_{e,B}$	g	ε
1	1-fach	5,8	0,90	0,85	0,87	3,1
2	2-fach	2,8	0,81	0,72	0,75	2,3
3	3-fach	2,0	0,72	0,64	0,67	2,0
4	4-fach	1,5	0,63	0,55	0,60	2,0
	Profilbauglas					
5	1-fach	5,8	0,80	0,80	0,82	3,0
6	2-fach	2,8	0,71	0,67	0,70	2,0

^a Werte dürfen für die Beurteilung von bestehenden Gebäuden ohne weiteren Nachweis verwendet werden.

Tabelle D.2

Richtwerte für transparente Bauteile im Bestand – beschichtet ^a						
Zeile	Scheiben	U_g	$\tau_{e,Licht}$	$\tau_{e,B}$	g	ε
1	2-fach	1,9	0,80	0,67	0,71	2,5
2	2-fach	1,7	0,80	0,64	0,69	2,5
3	2-fach	1,5	0,80	0,61	0,67	2,5
4	2-fach	1,3	0,80	0,58	0,65	2,5

^a Werte dürfen für die Beurteilung von Bestandsgebäuden – wenn der U_g -Wert bekannt ist – ohne weiteren Nachweis verwendet werden.

Tabelle D.3

Richtwerte für transparente Bauteile – beschichtet ^a						
Zeile	Scheiben	U_g	$\tau_{e,Licht}$	$\tau_{e,B}$	g	ε
1	2-fach	1,1	0,80	0,55	0,65	2,5
2	2-fach	1,1	0,70	0,40	0,50	2,5
3	2-fach	1,1	0,60	0,30	0,35	3,0
4	2-fach	1,1	0,50	0,20	0,25	3,0
5	3-fach	0,7	0,70	0,45	0,50	1,5
6	3-fach	0,5	0,70	0,45	0,50	1,5
7	3-fach	0,7	0,50	0,20	0,25	2,0
8	3-fach	0,5	0,50	0,20	0,25	2,0
	Profilbauglas					
9	2-fach	1,1	0,70	0,50	0,60	2,0
10	2-fach	1,1	0,50	0,25	0,30	2,0

^a Werte zur Planung von Neubauten bzw. Sanierungen. Sind die zur Ausführung kommenden Produkte bekannt, müssen die Werte entsprechend korrigiert werden.

- U_g Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung $W/(m^2 \cdot K)$
- $\tau_{e,Licht}$ Lichttransmissionsgrad
- $\tau_{e,B}$ Solartransmissionsgrad
- g Gesamtenergiedurchlassgrad

2.2.1.5 Wärmespeicherfähigkeit der raumumschließenden Bauteile

Eine besonders wichtige Rolle bezüglich Sommerverhalten von Räumen spielen die Wärmespeicherfähigkeiten der Wände und Decken. Massive Wände und Decken sind aufgrund ihrer hohen speicherwirksamen Masse in der Lage, tagsüber eine große Menge an Wärme aufzunehmen und diese in der Nacht wieder abzugeben. Sie sorgen somit für ein ausgeglichenes Raumklima.

Da das Thema dieser Arbeit, Vergleich verschiedener Konstruktionen, ist wird der Wärmespeicherfähigkeit besondere Aufmerksamkeit gegeben.

Die wirksame Wärmespeicherkapazität, als Bauteilkenngröße ist in der internationalen Norm EN ISO 13786 [ON EN 13786: 2007] definiert.

2.2.1.6 Berechnung nach ÖNORM 8110-3

Der Nachweis der Vermeidung sommerlicher Überwärmung für Wohngebäude nach ÖNORM 8110-3 muss entweder durch Berechnung des Tagesverlaufs der operativen Temperatur (Abschnitt 7 der ÖNORM 8110-3) oder durch das vereinfachte Verfahren gemäß Abschnitt 8 der ÖNORM 8110-3 erfolgen.

2.2.1.6.1 Detailliertes Verfahren – Berechnung des Tagesverlaufs der operativen Temperatur

Allgemeines

Bei der Bewertung der sommerlichen Überwärmung wird die operative Temperatur als Bewertungsgröße verwendet. Die operative Temperatur wird als arithmetischer Mittelwert der Raumlufttemperatur und der mittleren Oberflächentemperatur berechnet.

Außenklima-Randbedingungen

Zur Berechnung des Tagesverlaufes der operativen Temperatur ist von einem Außenlufttemperaturverlauf auszugehen. Als Datum für die Berechnung wird der 15. Juli eingesetzt. Der anzunehmende Tagesmittelwert kann mithilfe der Tabelle NAT-T13.xls (auf der Webseite von OIB www.oib.or.at abrufbar) ermittelt werden. Die Abweichung der Außenlufttemperatur vom Tagesmittelwert ist in der Tabelle A.1 der ÖNORM 8110-3 angegeben.

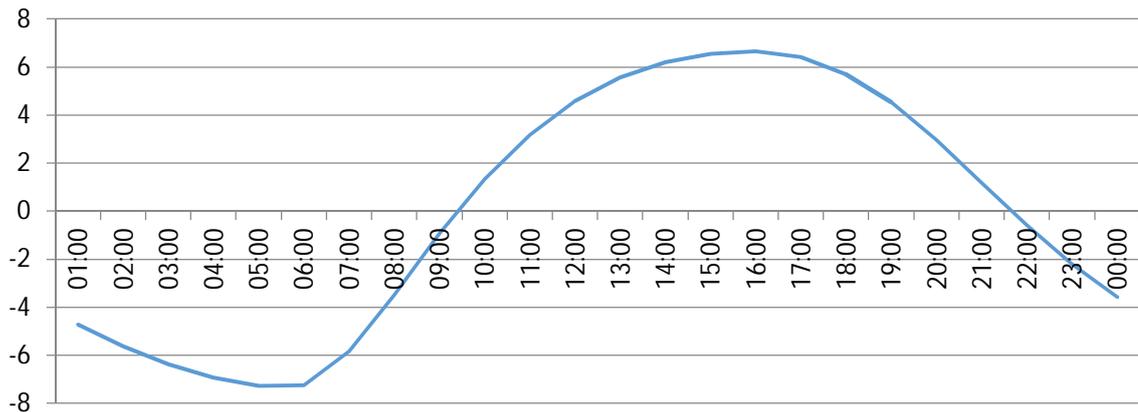


Abb. 3: Abweichung der Außenlufttemperatur vom Tagesmittelwert nach ÖNORM B 8110-3

Anzunehmende innere Lasten

Tab. 5: Anzunehmende innere Lasten – Wohnung, Gästezimmer in Pensionen und Hotels nach ÖNORM B 8110-3

Tageszeit	Wohnung			
	Geräte	Personen		Raumlufttechnik
	spezifische Wärmeleistung	spezifische Wärmeleistung	spezifischer hygienischer Luftvolumenstrom	spezifischer Luftvolumenstrom
h	W/m ²	W/m ²	m ³ /m ² h	m ³ /m ² h
00:00 bis 01:00	1,76	3,76	1,411	1,411
01:00 bis 02:00	1,67	3,76	1,411	1,411
02:00 bis 03:00	1,8	3,76	1,411	1,411
03:00 bis 04:00	1,8	3,76	1,411	1,411
04:00 bis 05:00	2,61	3,76	1,411	1,411
05:00 bis 06:00	5,76	3,76	1,411	1,411
06:00 bis 07:00	5,09	3,76	1,411	1,411
07:00 bis 08:00	8,06	0,94	1,411	1,411
08:00 bis 09:00	6,84	0,94	0,353	1,411
09:00 bis 10:00	6,3	0,94	0,353	1,411
10:00 bis 11:00	5,67	0,94	0,353	1,411
11:00 bis 12:00	4,1	0,94	0,353	1,411
12:00 bis 13:00	3,47	0,94	0,353	1,411
13:00 bis 14:00	3,33	2,82	0,353	1,411
14:00 bis 15:00	5,36	2,82	1,058	1,411
15:00 bis 16:00	6,3	2,82	1,058	1,411
16:00 bis 17:00	7,7	2,82	1,058	1,411
17:00 bis 18:00	6,71	3,76	1,058	1,411
18:00 bis 19:00	6,26	3,76	1,411	1,411
19:00 bis 20:00	5,36	3,76	1,411	1,411
20:00 bis 21:00	4,32	3,76	1,411	1,411
21:00 bis 22:00	3,11	3,76	1,411	1,411
22:00 bis 23:00	2,7	3,76	1,411	1,411
23:00 bis 24:00	1,98	3,76	1,411	1,411

Ein entscheidender Faktor bezüglich der sommerlichen Überwärmung ist die Summe der Wärmelasten im Innenraum. Dazu zählen die Personen, die Geräte, die Beleuchtung etc. Der Tagesverlauf der inneren Lasten durch Personen und Geräte zusammen mit der Beleuchtung wird bezogen auf die Nutzfläche und ist in der Tabelle [Tab. 5] angegeben.

Annahmen zur Lüftung von Haupträumen

Bei der Berechnung des Tagesverlaufes ist der Luftvolumenstrom ebenso zu berücksichtigen. Der hygienische Luftvolumenstrom und der Luftvolumenstrom durch Raumlüftung bei Wohnungen werden anhand der Tabelle [Tab. 5] ermittelt.

Die nächtliche Dauerlüftung ist unter Beachtung notwendiger Sicherheitserfordernisse (gegen Sturm, Einbruch, Schlagregen und dgl.) und des Schallschutzes sicherzustellen.

Der Luftvolumenstrom von gekippten und geöffneten Fenster und Fenstertüren ist gemäß folgender Formel zu berechnen:

$$\dot{V} = 0,7 \cdot C_{\text{ref}} \cdot A \cdot \sqrt{H} \cdot \sqrt{\Delta T}$$

Es bedeutet:

- \dot{V} Luftvolumenstrom über die Lüftungsöffnung, in m³/h
- C_{ref} Austauschkoeffizient; $C_{\text{ref}} = 100 \text{ m}^{0,5}/(\text{h} \cdot \text{K}^{0,5})$
- A Fläche der Lüftungsöffnung gemäß [Bild B.1](#), in m²
- H Höhe der Lüftungsöffnung gemäß [Bild B.1](#), in m
- ΔT Lufttemperaturdifferenz zwischen Außenluft und Innenluft, in K

Es wird dabei vorausgesetzt, dass keine Strömungsbehinderungen wie beispielsweise Insektenschutzgitter oder Vorhänge vorhanden sind.

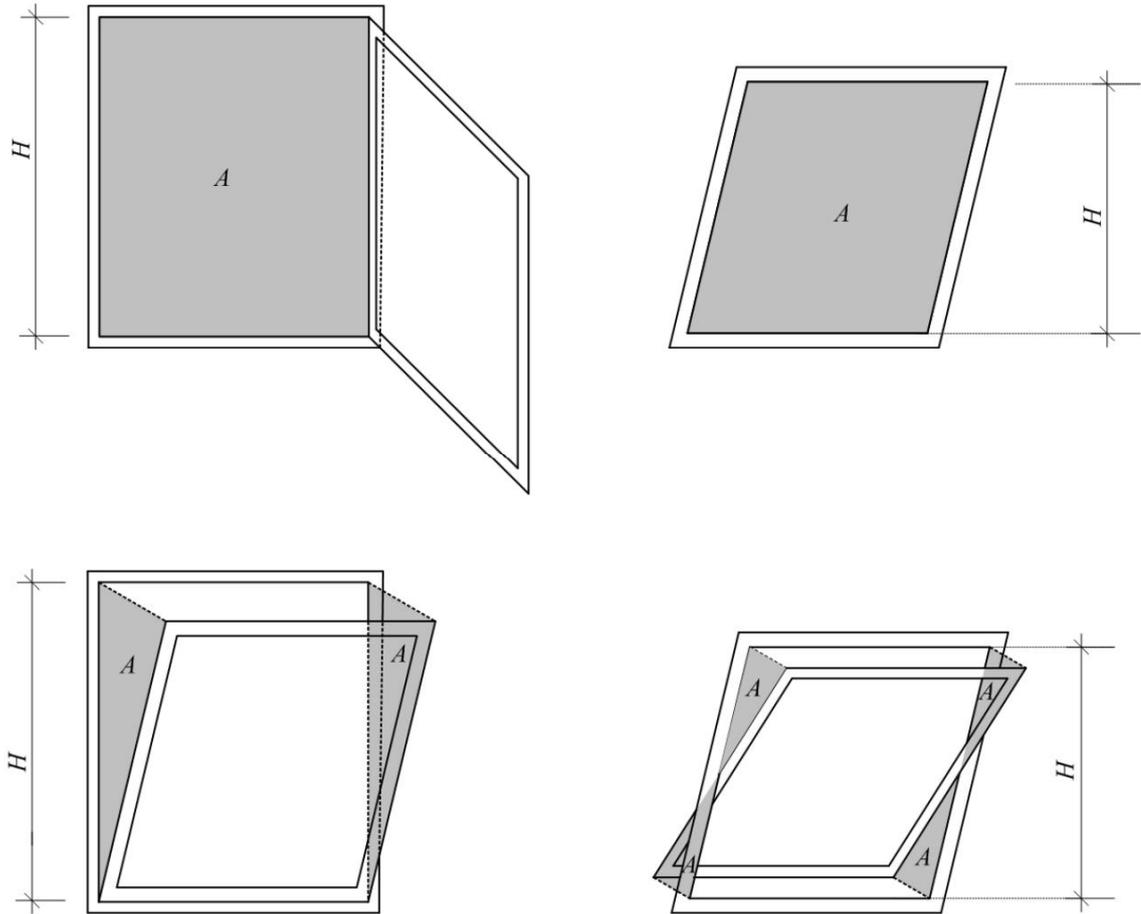


Abb. 4: Definition von A und H für verschieden geöffnete und gekippte Fenster

Annahmen zum Sonnenschutz

Die Wirksamkeit der Sonnenschutzeinrichtung ist gemäß ÖNORM EN 13363-1 bzw. ÖNORM EN 13363-2 zu berechnen und hängt von der Einbausituation (Lage des Sonnenschutzes, solare Transmission, Absorption und Reflexion, U-Wert und g-Wert der jeweiligen Verglasung).

Bei Sonnenschutzsystemen mit einem geringeren Wert als 0,15 für außenliegenden Sonnenschutz, 0,25 für zwischenliegenden und 0,5 für innenliegenden Sonnenschutz nach ÖNORM EN 13363-1 bzw. ÖNORM EN 13363-2 muss eine Automatisierung sichergestellt werden, die unabhängig von der Anwesenheit der Personen angewendet werden kann.

Außenvorrichtungen (z.B. Markisen, Jalousien, Rollläden) müssen Anforderungen an die windwiderstandsklasse gemäß ÖNORM EN 13561 bzw. ÖNORM EN 13659 erfüllen.

Verschattungseinrichtungen sind gemäß ÖNORM EN 13363-1 und -2 zu berechnen.

In den folgenden Tabellen sind typische Werte für den solaren Transmissionsgrad von Werkstoffen für Sonnenschutzvorrichtungen angegeben. Der solare Absorptionsgrad $\alpha_{e,B}$ ist gegeben durch

$$\alpha_{e,B} = 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B}$$

Tab. 6: Typische Kenngrößen für Sonnenschutzvorrichtungen nach ÖNORM B 8110-3

Solarer Transmissionsgrad $\tau_{e,B}$		Solarer Reflexionsgrad $\rho_{e,B}$			
	weiß	weiß	hell	dunkel	schwarz
wenig lichtdurchlässig	0,05	0,7	0,5	0,3	0,1
mittel lichtdurchlässig	0,2	0,6	0,4	0,2	0,1
stark lichtdurchlässig	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1

Tab. 7: Richtwerte für Sonnenschutzvorrichtungen nach ÖNORM B 8110-3

Zeile	Lage	Lichtdurchlass	Farbe	$\tau_{e,B}$	$\rho_{e,B}$	F_c^a	F_c^a	F_c^a
						$g = 0,70$	$g = 0,50$	$g = 0,25$
1	außen	wenig	weiß	0,05	0,70	0,08	0,10	0,16
2	außen	wenig	hell	0,05	0,50	0,11	0,13	0,22
3	außen	wenig	dunkel	0,05	0,30	0,13	0,17	0,29
4	außen	wenig	schwarz	0,05	0,10	0,15	0,20	0,36
5	außen	mittel	weiß	0,20	0,60	0,23	0,25	0,33
6	außen	mittel	hell	0,20	0,40	0,25	0,28	0,40
7	außen	mittel	dunkel	0,20	0,20	0,27	0,32	0,46
8	außen	mittel	schwarz	0,20	0,10	0,30	0,35	0,53
9	außen	stark	weiß	0,40	0,40	0,42	0,45	0,57
10	außen	stark	hell	0,40	0,30	0,44	0,48	0,63
11	außen	stark	dunkel	0,40	0,20	0,46	0,52	0,70

Tab. 8: Richtwerte für Sonnenschutzvorrichtungen nach ÖNORM B 8110-3 (fortgesetzt)

Zeile	Lage	Lichtdurchlass	Farbe	$\tau_{e,B}$	$\rho_{e,B}$	F_c^a	F_c^a	F_c^a
						$g = 0,70$	$g = 0,50$	$g = 0,25$
12	außen	stark	schwarz	0,40	0,10	0,49	0,55	0,76
13	zwischen	wenig	weiß	0,05	0,70	0,50	0,64	0,82
14	zwischen	wenig	hell	0,05	0,50	0,63	0,73	0,86
15	zwischen	wenig	dunkel	0,05	0,30	0,77	0,83	0,90
16	zwischen	wenig	schwarz	0,05	0,10	0,90	0,92	0,94
17	zwischen	mittel	weiß	0,20	0,60	0,51	0,65	0,82
18	zwischen	mittel	hell	0,20	0,40	0,64	0,74	0,86
19	zwischen	mittel	dunkel	0,20	0,20	0,77	0,83	0,91
20	zwischen	mittel	schwarz	0,20	0,10	0,91	0,93	0,95
21	zwischen	stark	weiß	0,40	0,40	0,51	0,65	0,83
22	zwischen	stark	hell	0,40	0,30	0,65	0,75	0,87
23	zwischen	stark	dunkel	0,40	0,20	0,78	0,84	0,91
24	zwischen	stark	schwarz	0,40	0,10	0,91	0,93	0,96
25	innen	wenig	weiß	0,05	0,70	0,50	0,64	0,82
26	innen	wenig	hell	0,05	0,50	0,63	0,73	0,86
27	innen	wenig	dunkel	0,05	0,30	0,77	0,83	0,90
28	innen	wenig	schwarz	0,05	0,10	0,90	0,92	0,94
29	innen	mittel	weiß	0,20	0,60	0,51	0,65	0,82
30	innen	mittel	hell	0,20	0,40	0,64	0,74	0,86
31	innen	mittel	dunkel	0,20	0,20	0,77	0,83	0,91
32	innen	mittel	schwarz	0,20	0,10	0,91	0,93	0,95
33	innen	stark	weiß	0,40	0,40	0,51	0,65	0,83
34	innen	stark	hell	0,40	0,30	0,65	0,75	0,87
35	innen	stark	dunkel	0,40	0,20	0,78	0,84	0,91
36	innen	stark	schwarz	0,40	0,10	0,91	0,93	0,96

^a F_c berechnet nach ÖNORM EN 13363-1 (U_g 1,10 W/m²K), Eingangsdaten siehe [Tabelle E.1](#)

$\tau_{e,B}$ solarer Transmissionsgrad

$\rho_{e,B}$ solarer Reflexionsgrad

g Gesamtenergie-Durchlassgrad

F_c Abminderungsfaktor Sonnenschutz (früher: z -Wert)

U_g Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung, in W/m² K

Anforderung

Die sommerliche Überwärmung gilt nach der ÖNORM B 8110-3 als vermieden, wenn die operative Temperatur die folgenden Grenzen unterschreitet:

- Maximale operative Temperatur 27,0°C
- Zusätzlich muss in Schlaf-/Ruheräumen das Minimum des Tagesganges der operativen Temperatur im Nachtzeitraum (von 22:00 bis 06:00 Uhr) höchstens 25,0°C betragen.

Neben der Mindestanforderung führt die ÖNORM B 8110-3 eine optionale Klassifizierung des sommerlichen Verhaltens mittels folgenden Güteklassen.

Güteklasse D

Die Anforderungen werden nicht erfüllt, wenn der Außentemperaturverlauf gegenüber Abschnitt 7 (Mindestanforderung) um 3 K erniedrigt wird.

Güteklasse C

Die Anforderungen werden nur erfüllt, wenn der Außentemperaturverlauf gegenüber Abschnitt 7 um 1,5 K erniedrigt wird.

Güteklasse B (sommertauglich)

Die Anforderungen werden erfüllt, wenn der Außentemperaturverlauf gemäß Abschnitt 7 der [ON B 8110-3: 2012] verwendet wird oder wenn der vereinfachte Nachweis gemäß Abschnitt 8 der [ON B 8110-3: 2012] anwendbar und erfüllt ist.

Güteklasse A (gut sommertauglich)

Die Anforderungen werden auch erfüllt, wenn der Außentemperaturverlauf gegenüber Abschnitt 7 [ON B 8110-3: 2012] um 1,5 K erhöht wird.

Güteklasse A+ (sehr gut sommertauglich)

Die Anforderungen werden auch erfüllt, wenn der Außentemperaturverlauf gegenüber Abschnitt 7 [ON B 8110-3: 2012] um 3 K erhöht wird.

2.2.1.6.2 Vereinfachter Nachweis über die Vermeidung der sommerlichen Überwärmung nach ÖNORM B 8110-3

Allgemeines

Der vereinfachte Nachweis über die Vermeidung der sommerlichen Überwärmung ist nur für Wohngebäude zulässig, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- 1) Der Tagesmittelwert der Außentemperatur (gemäß der Tabelle NAD-T13.xls) darf höchstens 23,0 °C betragen.
- 2) Sämtliche Fenster des als kritisch eingestuften Einzelraumes können nachts offengehalten werden.

Die Vorgehensweise dieses Nachweises ist nachzuweisen, dass für den vorhandenen Wärmeeintrag (gekennzeichnet durch eine Immissionsfläche) und vorhandene Luftvolumenstrom eine entsprechende speicherwirksame Masse vorhanden ist.

Tab. 9: Mindestforderliche immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse in Abhängigkeit vom immissionsflächenbezogenen stündlichen Luftvolumenstrom nach ÖNORM B 8110-3

Immissionsflächenbezogener stündlicher Luftvolumenstrom $V_{L,s}$	Immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse $m_{w,l,min}^a$
$m^3/(h \cdot m^2)$	kg/m^2
≥ 100	$\geq 2\ 000$
75	$\geq 4\ 000$
50^b	$\geq 8\ 000$

^a im Bedarfsfall zu interpolieren
^b Immissionsflächenbezogene Luftvolumenströme von weniger als $50\ m^3/(h \cdot m^2)$ führen zu einem hohen Überwärmungsrisiko und sind daher unzulässig.

Es wurde im Zuge der Simulation sichtbar, dass beim Nachweis zur Güteklasse laut [ÖNORM B 8110-3] eine Sommertauglichkeit tatsächlich ziemlich genau bei circa $8000\ kg/m^2$ erreicht wird.

Berechnung der Immissionsfläche

Bei der Berechnung der Immissionsfläche wird von der Fensterfläche ausgegangen, die mit verschiedenen Abminderungsfaktoren (z.B. für Orientierung, Neigung, Verschattung, Glaseigenschaften) zu multiplizieren ist.

$$A_I = F_{SC} \cdot Z_{ON} \cdot A_{AL} \cdot f_G \cdot F_C \cdot g \text{ in m}^2$$

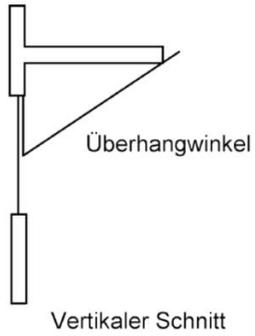
A_I	Immissionsfläche, in m^2
F_{SC}	Verschattungsfaktor für Umgebung, auskragende Bauteile, Leibungsrücksprung
Z_{ON}	Orientierungs- und Neigungsfaktor
A_{AL}	durch die Architekturlichte gegebene Fensterfläche oder (sonnentechnische) Bauteilfläche, in m^2
f_G	Glasflächenanteil, dimensionslos
F_C	Abminderungsfaktor des beweglichen Sonnenschutzes in Kombination mit der Verglasung
g	gesamtenergie-Durchlassgrad der Verglasung

Die Verschattung (F_{SC}) kann gemäß B 8110-6 lt. folgenden Tabellen herangezogen werden.

Tab. 10: Verschattungsfaktoren für Horizontüberhöhung F_h für verschiedene Horizontwinkel und Flächenneigungen nach ÖNORM B 8110-6

Neigung	Horizontwinkel	Winter			Sommer			
		N	O/W	S	N	O/W	S	
vertikal (Standardfenster)	90°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	90°	20	0,75	0,72	0,80	0,76	0,78	0,88
	90°	40	0,57	0,50	0,40	0,60	0,58	0,76
	90°	60	0,43	0,29	0,14	0,49	0,37	0,57
	90°	80	0,38	0,18	0,08	0,45	0,21	0,25
60°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
60°	20	0,81	0,78	0,82	0,82	0,82	0,90	
60°	40	0,66	0,59	0,45	0,69	0,66	0,78	
60°	60	0,55	0,41	0,20	0,60	0,48	0,61	
60°	80	0,49	0,29	0,14	0,56	0,32	0,29	
30°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
30°	20	0,93	0,91	0,86	0,93	0,91	0,92	
30°	40	0,86	0,79	0,56	0,88	0,82	0,83	
30°	60	0,79	0,64	0,33	0,83	0,70	0,69	
30°	80	0,73	0,51	0,26	0,78	0,53	0,37	
horizontal (Lichtkuppel)	0°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	0°	20	0,99	0,97	0,88	0,99	0,95	0,93
	0°	40	0,96	0,88	0,61	0,97	0,89	0,85
	0°	60	0,91	0,76	0,39	0,95	0,81	0,73
	0°	80	0,85	0,62	0,31	0,89	0,64	0,41

Tab. 11: Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände F_0 bei verschiedenen Flächenneigungen nach ÖNORM B 8110-6



Neigung	Überhangswinkel	Winter			Sommer		
		N	O/W	S	N	O/W	S
90°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
90°	20	0,90	0,86	0,92	0,90	0,95	0,90
90°	40	0,79	0,71	0,83	0,80	0,88	0,78
90°	60	0,64	0,51	0,68	0,68	0,78	0,62
90°	80	0,42	0,23	0,34	0,51	0,50	0,33
60°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60°	20	0,89	0,84	0,91	0,91	0,94	0,90
60°	40	0,78	0,68	0,81	0,81	0,88	0,79
60°	60	0,63	0,48	0,66	0,68	0,77	0,64
60°	80	0,38	0,22	0,32	0,47	0,47	0,34
30°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	20	0,89	0,82	0,89	0,91	0,94	0,91
30°	40	0,76	0,64	0,77	0,82	0,87	0,81
30°	60	0,59	0,43	0,60	0,68	0,75	0,66
30°	80	0,31	0,19	0,29	0,39	0,42	0,35
0°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0°	20	0,88	0,80	0,88	0,92	0,94	0,92
0°	40	0,75	0,61	0,75	0,82	0,86	0,82
0°	60	0,58	0,40	0,58	0,68	0,74	0,68
0°	80	0,28	0,18	0,28	0,35	0,39	0,35

Tab. 12 Verschattungsfaktoren für vertikale Überstände Ff bei verschiedenen Flächenneigungen nach ÖNORM B 8110-6

Neigung	Seitenwinkel	Winter			Sommer		
		N	O/W	S	N	O/W	S
90°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
90°	20	0,90	0,90	0,95	0,96	0,95	0,87
90°	40	0,79	0,79	0,88	0,83	0,80	0,58
90°	60	0,64	0,63	0,77	0,64	0,57	0,30
90°	80	0,36	0,28	0,43	0,42	0,27	0,17
60°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
60°	20	0,88	0,91	0,95	0,95	0,95	0,90
60°	40	0,76	0,81	0,89	0,84	0,82	0,67
60°	60	0,59	0,66	0,80	0,67	0,63	0,46
60°	80	0,33	0,36	0,52	0,42	0,35	0,34
30°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30°	20	0,84	0,93	0,96	0,94	0,95	0,95
30°	40	0,69	0,85	0,92	0,85	0,87	0,86
30°	60	0,50	0,73	0,86	0,71	0,75	0,77
30°	80	0,28	0,51	0,72	0,41	0,53	0,68
0°	0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0°	20	0,82	0,94	0,97	0,94	0,95	0,98
0°	40	0,65	0,87	0,94	0,86	0,89	0,96
0°	60	0,46	0,77	0,89	0,74	0,81	0,93
0°	80	0,26	0,59	0,81	0,41	0,62	0,85

Die Abhängigkeit des Strahlungseintrags von der Orientierung der Glasfläche ist durch die Z_{ON} -Faktoren gekennzeichnet, die nach dem Bild [Abb. 5] aus der Tabelle [Tab. 13] zu entnehmen sind.

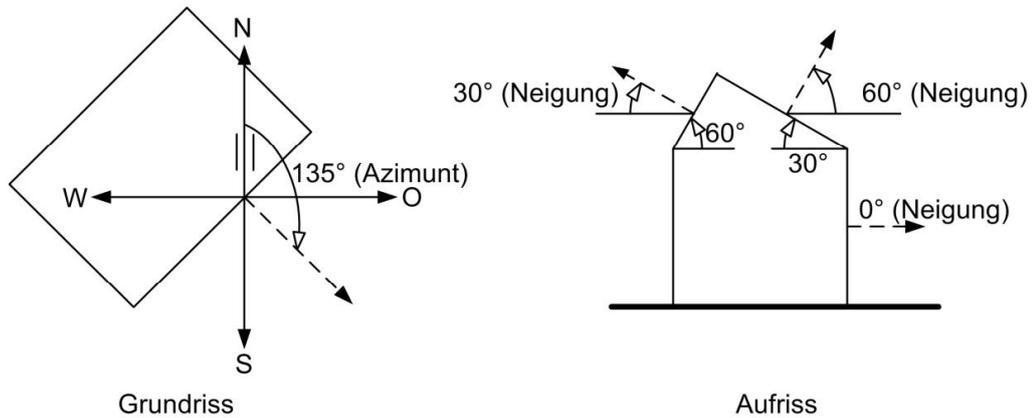


Abb. 5: Festlegung der Orientierung bzw. Neigung der nach außen weisenden Flächennormalen nach ÖNORM B 8110-3

Tab. 13: Faktoren zur Berücksichtigung der Glasflächen-Orientierung und -Neigung nach ÖNORM B 8110-3

Neigung der Flächennormalen	Orientierung horizontaler Winkel der äußeren Flächennormalen zur Nordrichtung							
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
0°	0,54	0,82	1,13	1,14	1,00	1,14	1,13	0,82
30°	0,85	1,15	1,54	1,70	1,69	1,70	1,54	1,15
45°	1,26	1,40	1,73	1,90	1,93	1,90	1,73	1,40
60°	1,61	1,68	1,89	2,04	2,08	2,04	1,89	1,68
90°	2,06							

Die Ermittlung des immissionsflächenbezogenen stündlichen Luftvolumenstromes $V_{L,s}$ erfolgt gemäß Formel:

$$V_{L,s} = n_L \cdot \frac{V}{\left(\sum A_{l,i}\right)} \text{ in } m^3/(h \cdot m^2)$$

$A_{l,i}$ Fläche der i-ten Immissionsfläche des Raumes, in m^2

$V_{L,s}$ immissionsflächenbezogener stündlicher Luftvolumenstrom, in $m^3/(h \cdot m^2)$

n_L anzunehmende Luftwechselzahl für das vereinfachte Verfahren gemäß

Tabelle x, in $1/h$

V Volumen des Raumes, in m^3

Tab. 14: Anzunehmende Luftwechselzahl in Räumen und Raumverbänden (z.B. Wohnungen) in Abhängigkeit von der Lage der Lüftungsöffnungen (in ein, zwei oder mehreren Fassaden- bzw. Dachebenen) bei vollständiger Öffnung unter Sommerbedingungen für das vereinfachte Verfahren nach ÖNORM B 8110-3

Anzahl der Fassaden(ansichten)- oder Dachebenen mit Lüftungsöffnungen	n_L
	1/h
eine Fassaden- oder Dachebene	1,50
zwei Fassaden- oder Dachebenen	2,50
drei oder mehrere Fassaden- oder Dachebenen (Reihenhaus, frei stehendes Einfamilienhaus, Maisonette-Wohnungen)	3,00

Ermittlung der speicherwirksamen Masse

Die gesamte speicherwirksame Masse eines Raumes wird als Summe der speicherwirksamen Masse der raumbegrenzenden Bauteile (Wände und Decken) und der Masse der Einrichtung gerechnet.

2.3 Schallschutz

Als Lärm wird jeder störende oder sogar gesundheitsschädigende Schall bezeichnet. Auf Grund der zunehmenden Motorisierung, Leistungssteigerung und Leichtbauweisen der Maschinen und aufgrund der zunehmenden technischen Lärmquellen in Gebäuden haben die Lärmbelastungen in den letzten Jahren in allen Industrieländern ein bedrohliches Ausmaß angenommen. Für den Umweltschutz ist eine ausgiebige Bekämpfung des Lärms notwendig, und zwar nicht nur im kommunalen Bereich, sondern auch am Arbeitsplatz. Sehr wichtig ist der Schallschutz im Wohnbau. Wohnungen dienen den Menschen als Ort zur Entspannung und sollten daher die eigenen häuslichen Bereiche von anderen wie zum Beispiel von den benachbarten abgeschirmt werden.

Die Bauakustik gehört einem sehr weiten Arbeitsbereich an. Es startet bei den Aufgaben des Lärmschutzes im Städtebau und umfasst die Probleme der Luft- und Körperschallausbreitung des Innenbereichs von Gebäuden, sowie von Gebäuden nach außen und von außerhalb ins Gebäude hinein. Daraus beschäftigt sie sich auch mit der Schalldämmung und Schallabsorption von Bauteilen und Baustoffen und behandelt zu guter Letzt auch Aufgaben des Lärmschutzes bei technischen Gebäudeausrüstungen.

Das wichtigste Ziel bei der Lärmbekämpfung ist es die Lärmemission so gering wie möglich zu halten.

Ein essenzielles Aufgabengebiet der Bauakustik ist die rechnerische Erhebung der Schalldämmung von Bauteilen. Bedingungen für die Planung geeigneter Lärmschutzmaßnahmen sind die schalldämmenden Eigenschaften von Bauteilen. Mit

einer Schalldämmung lässt sich eine wesentlich größere Schallpegelminderung erzielen als durch andere Maßnahmen wie zum Beispiel Abschirmung, Abstandvergrößerung oder Absorption. Für Räumlichkeiten, die dem Aufenthalt von Menschen nützen, sind in Normen und Richtlinien die Mindestanforderungen an die Schalldämmung reguliert.

Ziel des Schallschutzes

Der bauliche Schallschutz verfolgt das Ziel, der Schallimmissionsbeschränkung in Räumen. Menschen die ein normales empfinden von Schall haben sollten vor lästigen Luft- und Trittschall bei gängigen Verhalten geschützt werden. Anwendung findet der bauliche Schallschutz auf Gebäude und Gebäudeteile, die dem längeren Aufenthalt von Menschen nutzen (z.B. Wohngebäude, Bürogebäude, Schulen etc.). Als Auslöser für unangenehmen Lärm kommen Quellen von Außerhalb eines Gebäudes und solche die innerhalb des Gebäudes entstehen. Nach der Art und dem Ort der Quelle (außerhalb oder innerhalb des Gebäudes) werden bautechnische Erwartungen an die äußeren und an die inneren Bauteile unterschieden.

Schallschutz im Entwurf

Als Schallschutz im Hochbau gelten alle planerischen Möglichkeiten, die geeignet sind, die von draußen ins Gebäude eindringen Geräusche und auch die die Innen entstehenden, abzumindern.

Neben der Standortwahl ist für den Schallschutz die Lage der einzelnen Räume im Gebäude sowohl die Position zueinander als auch zur Umgebung ausschlaggebend.

Bei einer starken Schallimmission von außen sollte bei der Planung und Bebauung berücksichtigt werden, dass nur die Nebenräume der lauten Straßenseite angeordnet werden. Aufenthaltsräume werden zur Gänze zum ruhigen Hof hin orientiert.

Anordnung von „Ruhige“ Räume in Richtung der Verkehrsfläche sollten vermieden werden. Wohn- und Schlafräume sollten von Stiegenhaus, Lift etc. möglichst durch Flure oder Nebenräume getrennt werden. Unter fremden Wohnraum sollten „Laute“ Räume wie Küche, WC etc. anschließen, um Störungen durch Geschirrspüler oder Waschmaschine zu vermeiden.

Eine akustisch günstige Raumaufteilung ist gegeben, wenn:

- Wohn- und Schlafräume nicht an Stiegenhäuser oder Gänge angrenzen.
- Beiderseits von Wohnungstrennwänden oder –decken Räume gleichartiger Nutzung gelegen sind, wie Küche an/über Küche, Schlafräum an/über Schlafräum.

- Sanitärinstallationen führende Wände nicht an Schlafräumen liegen oder sich in solchen fortsetzen.
- Sanitärinstallationen als „Vorwand-Installationen“ eingebaut werden.

2.3.1 Luftschallschutz durch Außenbauteile

Zusätzlich zum Schutz vor Außenlärm durch städteplanerische Maßnahmen bei der Konzeption neuer Wohngebäude ist beim Entwurf von Wohn- und Gesellschaftsbauten durch optimale Grundriss-Lösungen ein Schutz vor Lärmeinwirkungen aus Nachbarwohnungen, Treppenhäusern, technischen Räumen u.a. zu gewährleisten. Räume die Lärmquellen beinhalten müssen von jenen Räumen getrennt werden die von Lärm geschützt werden sollen. In Wohngebäuden sollen Bäder nicht an Wohn- oder Schlafräume oder sogar an Nachbarwohnungen angrenzen sowie auf keinen Fall Aufzugs- und Müllabwurfschächte an Wohn- oder Schlafräumen entlanggeführt werden.

Neben der Berücksichtigung schalltechnischer Aspekt bei der Städteplanung und beim Entwurf der Grundriss-Lösungen sind bei der Auswahl und Dimensionierung der Bauteile, die die vor Lärm zu schützenden Räume begrenzen und deren Mindestforderungen an deren Schalldämmung zu beachten. Dabei steht die Luftschalldämmung (Schutz vor Außenlärm, vor Sprache und Musik in Nachbarwohnungen, vor Geräuschen von Haushaltsmaschinen u.a.) und um die Trittschalldämmung (Schutz vor Gehgeräuschen, insbesondere aus dem darüber gelegenen Geschoß).

Eine große Bedeutung für den Menschen hat der Schallschutz, weil er die Gesundheit und das Wohlbefinden beeinflusst, deswegen stellen die Normen Anforderungen an den Schallschutz in Gebäuden, um sicherzustellen, dass der Gebäudebewohner keinen Schaden an Leben und Gesundheit erleidet und vor einer unzumutbaren Belästigung geschützt ist. Zweck ist deshalb der Schutz des Menschen vor Luft- und Trittschallübertragung, vor Lärm aus haustechnischen Anlagen und vor Außenlärm, deswegen sind Mindestanforderungen für den Schutz von Schallübertragungen aus fremden Wohn- oder Arbeitsbereichen und natürlich gegen Außenlärm festgelegt worden.

Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, die in der Regel dem Stand der Technik erfüllen und an denen sich der Planer orientieren sollte. Außerdem regulieren die Normen die verschiedenen Nachweisverfahren für den Schallschutz im Baugenehmigungsverfahren. Räume, für die besondere akustische Anforderungen und Spezifikationen (z.B. Sprachverständlichkeit, Nachhallzeit etc.) notwendig sind, benötigen bereits während der Planung die Berücksichtigung schalltechnischer Anforderungen.

Dabei ist zu unterscheiden zwischen dem Schutz:

- gegen Außenlärm (Luftschallschutz von Außenbauteilen).
- im Gebäudeinnern (Luft- und Trittschallschutz von Innenbauteilen).

Für die Bewertung der Außenbauteile eines Bauwerks ist der tatsächlich existierende A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ maßgebend. Dieser Außenlärmpegel ist vom Standort sowie von der Lage des Bauteils abhängig und kann im einfachsten Fall durch die Zuordnung des Standorts zu einer Baulandkategorie nach der ÖNORM B8110-2 ermittelt werden.

Tab. 15: Planungsrichtwerte für gebietsbezogene Schallimmissionen

[ÖNORM 8115-2]

Planungsrichtwerte für gebietsbezogene Schallimmissionen			
Bauland-Kategorie	Gebiet	A-bewerteter äquivalenter Dauerschallpegel, $L_{A,eq}$	
		dB	
		bei Tag	bei Nacht
1	Ruhegebiet, Kurgebiet	45	35
2	Wohngebiet in Vororten, Wochenendhaus-Gebiet, ländliches Wohngebiet	50	40
3	städtisches Wohngebiet, Gebiet für Bauten land- und forstwirtschaftlicher Betriebe mit Wohnungen	55	45
4	Kerngebiet (Büros, Geschäfte, Handel und Verwaltung ohne Schallemission sowie Wohnungen), Gebiet für Betriebe ohne Schallemission	60	50
5	Gebiet für Betriebe mit geringer Schallemission (Verteilung, Erzeugung, Dienstleistung, Verwaltung)	65	55

Bei der Bestimmung des maßgebenden Außenlärmpegels ist es empfehlenswert, die in absehbarer Zeit zu erwartende Lärmsituation zu berücksichtigen. Dies gilt vorwiegend in Bereichen, in denen die Verkehrsinfrastruktur (Straßen, U-Bahnen, Eisenbahnlinien) ausgebaut wird.

Ist allerdings anzuerkennen, dass der ermittelte Wert für den standortbezogenen Außenlärmpegel am Grundstück überschritten wird, weil sich z.B. eine Schnellstraße oder Eisenbahnstrecke in der Nähe befindet, müssen entweder detaillierte Schallausbreitungsberechnungen oder Messungen durchgeführt werden bzw. die Werte des standortbezogenen Außenlärmpegels auf Basis von Schallimmissionskarten festgelegt werden.

Der standortbezogene Außenlärmpegel wird in einer Höhe von 4m gemessen und definiert. Für Bauteile, die z.B. in geschlossenen Innenhöfen liegen, Teil der Dachfläche des Gebäudes sind oder aber in einer strukturierten Fassade liegen, kann der standortbezogene Außenlärmpegel verringert (kann aber auch erhöht) werden und ist dann speziell für diese Bauteile als **bauteillagebezogener Außenlärmpegel** maßgeblich.

Bauschalldämm-Maß für Außenbauteile

Nach der Bestimmung des maßgeblichen Außenlärmpegels für jeden Außenbauteil in Abhängigkeit von dem Standort des Gebäudes können die Mindestanforderungen in Abhängigkeit von der Art des Gebäudes (Wohngebäude, Hotel, Schule, Krankenhaus oder Verwaltungs- und Bürogebäude) gemäß ÖNORM B 8115-2 bestimmt werden. Unterschieden werden dabei drei verschiedene Anforderungen:

1. Anforderungen an das bewertete Schalldämm-Maß R_w für opake Bauteile und für Fenster
2. Anforderungen an das bewertete Bau-Schalldämm-Maß R'_w für Gebäudetrennwände, Decken und Wände mit Außenlärmbelastung und
3. Anforderungen an das bewertete, resultierende Bau-Schalldämm-Maß $R'_{res,w}$ für zusammengesetzte Außenbauteile mit Fenstern.

Tab. 16: Mindest erforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen [ÖNORM 8115-2]

Mindest erforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen									
Bauteile von zu schützenden Räumen (Aufenthaltsräumen)	Mindestschallschutz in dB ($R'_{res,w}$, R'_w , R_w bzw. $R_w + C_{tr}$) für maßgebliche Außenlärmpegel-Stufen								
	Spalte	1	2	3	4	5	6	7	Zeile
	Stufe	A, B, C	D	E	F	G	H	I	1
	Tag	≤ 50	51 bis 55	56 bis 60	61 bis 65	66 bis 70	71 bis 75	76 bis 80	2
	Nacht	≤ 40	41 bis 45	46 bis 50	51 bis 55	56 bis 60	61 bis 65	66 bis 70	3
Entspricht den Richtwerten der Tabelle 1, Zeile(n)		1, 2	3	4	5	–	–		4
Wohngebäude, -heime, Hotels, Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Kurgebäude u. dgl.									5
– Außenbauteile gesamt	$R'_{res,w}$	33	38	38	43	43	48	53	6
Opake Außenbauteile ¹⁾	R_w	43	43	43	48	48	53	58	7
Fenster und Außentüren ^{1) 2)}	R_w	28	33	33	38	38	43	48	8
	$R_w + C_{tr}$	23	28	28	33	33	38	43	
– Gebäudetrennwände ³⁾ je Wand	R'_w	52	52	52	52	52	52	52	9
– Decken und Wände gegen Dachböden	R'_w	42	42	42	47	47	47	47	10
– Decken und Wände gegen Durchfahrten und Garagen	R'_w	60	60	60	60	60	60	60	11
Verwaltungs- und Bürogebäude u. dgl.									12
– Außenbauteile gesamt	$R'_{res,w}$	33	33	33	33	38	43	48	13
Opake Außenbauteile ¹⁾	R_w	43	43	43	43	43	48	53	14
Fenster und Außentüren ^{1) 2)}	R_w	28	28	28	28	33	38	43	15
	$R_w + C_{tr}$	23	23	23	23	28	33	38	
– Gebäudetrennwände ³⁾ je Wand	R'_w	52	52	52	52	52	52	52	16
– Decken und Wände gegen Dachböden	R'_w	42	42	42	42	42	42	42	17
– Decken und Wände gegen Durchfahrten und Garagen	R'_w	60	60	60	60	60	60	60	18
¹⁾ Bei einem Flächenanteil der Fenster und Außentüren von mehr als 30 % der Fläche des raumbezogenen Außenbauteils sind die erforderlichen Schalldämm-Maße für die Erfüllung des resultierenden Mindestschalldämm-Maßes entsprechend ihrem Flächenanteil zu bemessen. ²⁾ Fenster, Fenster- und Außentüren und damit vergleichbare Fassadenbauteile. ³⁾ Wände, die an vorhandene Gebäude angebaut werden oder an welche andere Gebäude angebaut werden können. Die Forderung gilt unabhängig von der Schalldämmung der anderen Gebäudeaußenwand.									

Ermittlung von Bau-Schalldämm-Maß R'_{w}

Normalerweise liegen für Bauteile keine Bau-Schalldämm-Maße vor. R'_{w} muss in diesem Fall aus den Schalldämm-Maßen R_w berechnet werden. Die notwendigen Korrekturen zur Erfassung der Flankenübertragung können nach ÖNORM B 8115-4 wie folgt durchgeführt werden:

- massiver Außenbauteil und massive Innenwandanschlüsse: $R'_{w}=R_w-2\text{dB}$
- mehrschalige, biegeeweiche Bauteile: $R'_{w}=R_w$
- Massivwand mit äußerer Vorsatzschale: $R'_{w}=R_w$
- Massivwand mit innenliegender Vorsatzschale,
 - o Wenn Massiveile nicht zusammenstoßen: $R'_{w}=R_w$
 - o Wenn Massiveile zusammenstoßen: detaillierte Berechnung notwendig

Schallschutz-Klassifizierung:

Mit der ständig steigenden Erwartungshaltung der Nutzer und Nutzerinnen in Bezug auf den Schallschutz ist es notwendig, technisch eindeutige Charakterisierungen für Schallschutz-Klassen anzugeben, mit denen ist es möglich, die schallschutztechnische Qualität eines Gebäudes zu deklarieren. Die ÖNORM B 8115-5 dient zur Darstellung und Einstufung dieser Schallschutzklassen. Mit dieser Norm ist es auch möglich, die bestehenden Gebäude bezüglich des Schallschutzes zu beschreiben und zu deklarieren. Immer mehr großen Bauträger nutzen diese Möglichkeit um die schallschutztechnische Qualität ihres Objektes sichtbar zu machen und dadurch bezüglich Verkauf bzw. Vermietung zu profitieren.

Die Anforderungen laut ÖNORM 8115-2 müssen in den Klassen A bis C erfüllt werden. Weiteres sind für die Klassen A und B die Anforderungen gemäß ÖNORM B 8115-2, um 3 dB zu erhöhen. Für die Klassen A und B darf der Wert $R'_{res,w} + C_{tr,100.3150}$ nicht kleiner sein als das bereits um 3 dB erhöhte mindesterforderliche resultierende bewertete Schalldämmmaß $R'_{res,w}$ gemäß ÖNORM B 8115-2, abzüglich 5 dB [ÖNORM B 8115-5].

Tab. 17 Klassifizierung des Luftschallschutzes im Gebäudeinneren [ÖNORM B 8115-5]

3 Einfamilienhaus

3.1 Das Untersuchungsobjekt

Als Untersuchungsobjekt wurde ein zweigeschossiges Einfamilienhaus mit großen nach Süden gerichteten Verglasungsflächen gewählt. Anhand des Gebäudes wurden dann die unterschiedlichen Bauweisen, die auch tatsächlich zum Einsatz kommen könnten, untersucht: von einer einfachen einschaligen Ziegelwand mit Hochlochziegeln über moderne Ziegelsysteme mit integrierter Dämmung bis hin zu Stahlbeton- bzw. Porenbetonwänden wurden sechs verschiedenen Konstruktionen durchsimuliert. Diese sind im folgenden Kapitel „3.2 Konstruktionen“ ausführlich beschrieben. Etwaige Wärmebrücken, die v.a. in der einschaligen Bauweise auftreten können, wurden für die Heizwärmebedarfsberechnung nicht berücksichtigt. Im Anschluss sind die Grundrisse von Erdgeschoss sowie Obergeschoss, ein Querschnitt und zwei Ansichten zu sehen.

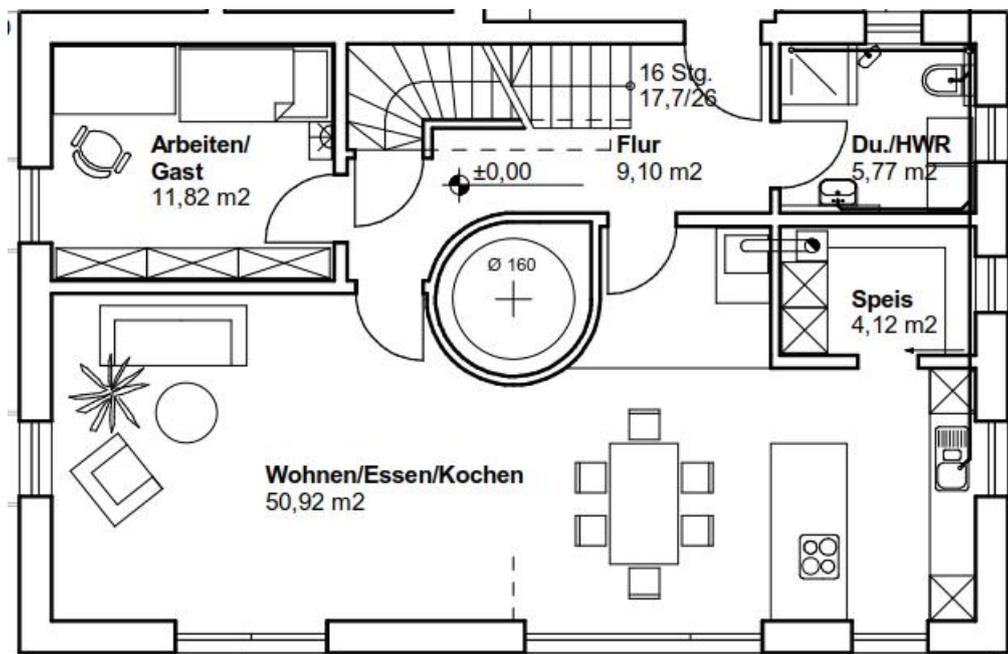


Abb. 6: Grundriss Erdgeschoss

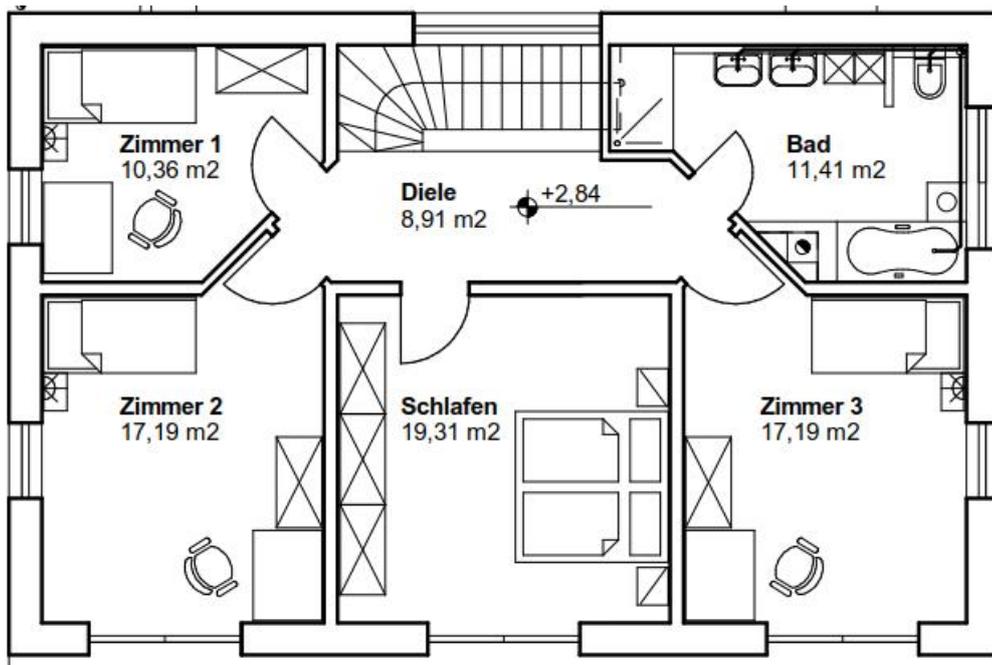


Abb. 7: Grundriss Obergeschoss

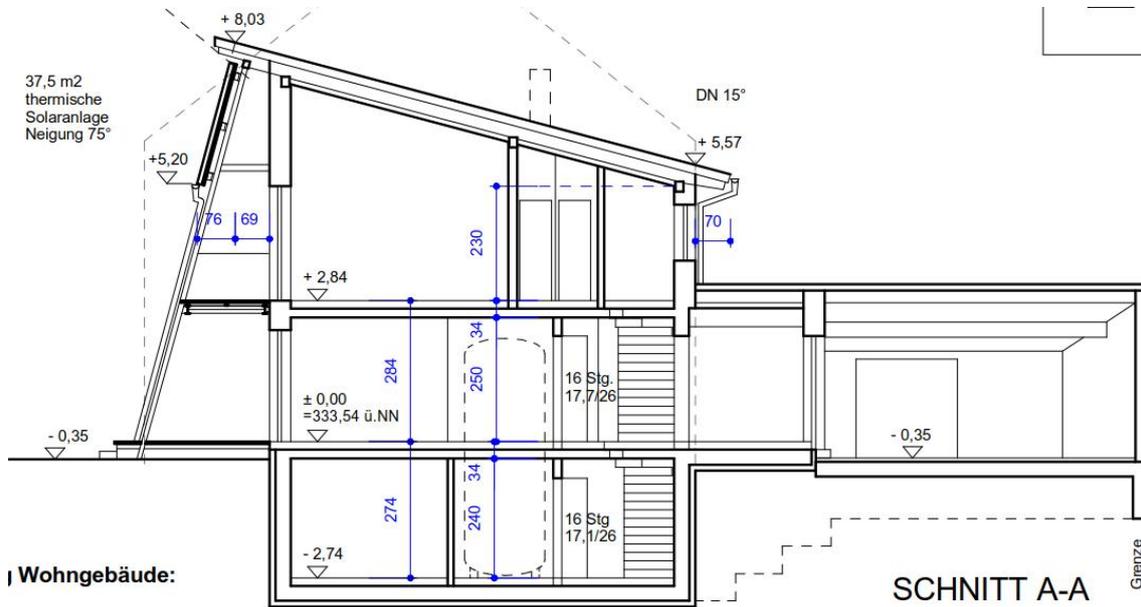


Abb. 8: Querschnitt

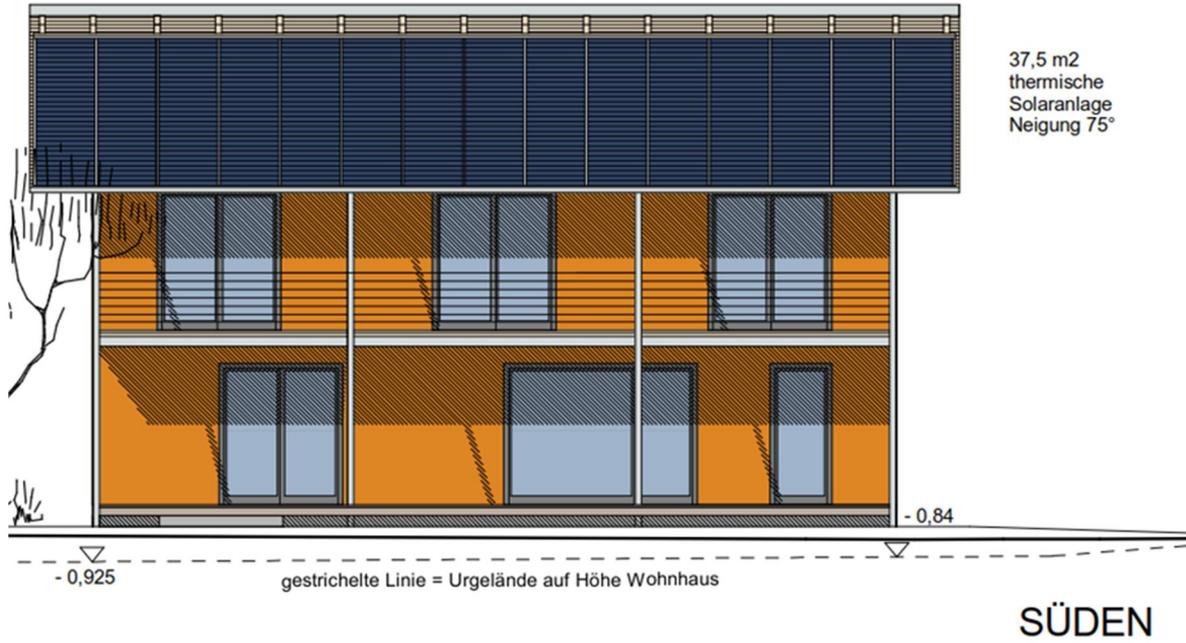


Abb. 9: Ansicht Süd

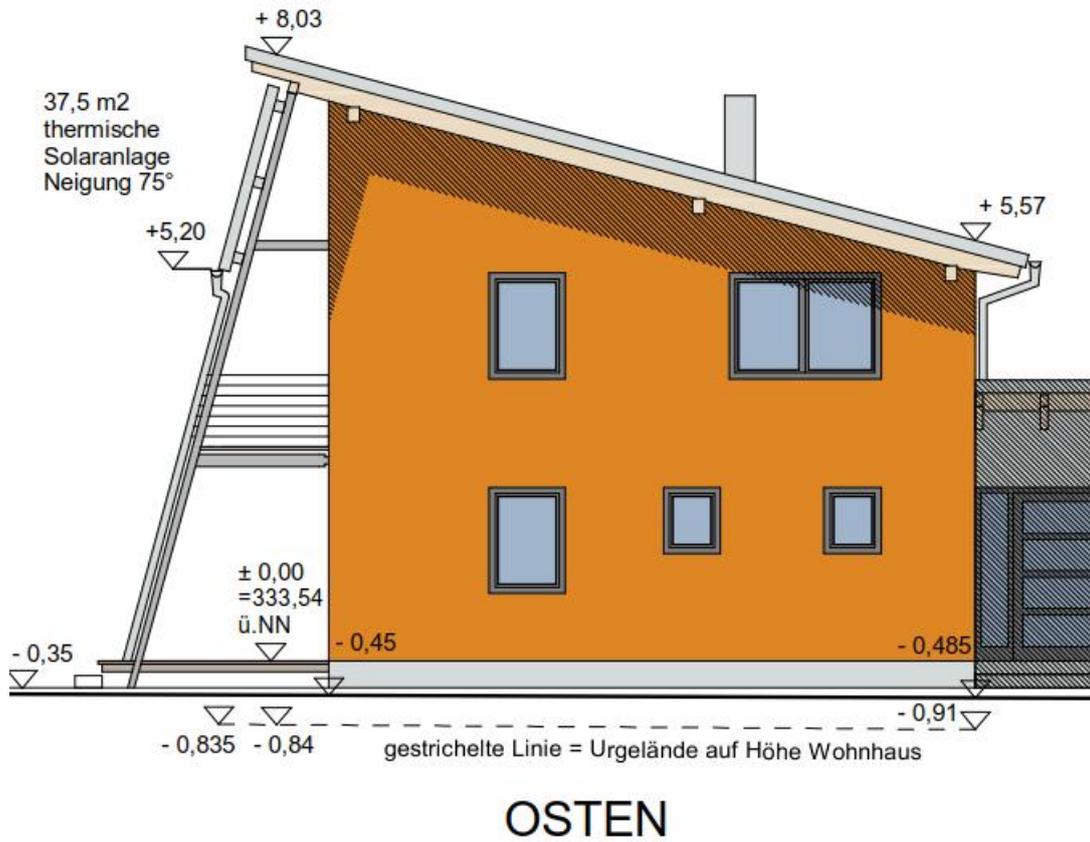


Abb. 10: Ansicht Ost

3.2 Konstruktionen

Konstruktion 1:

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Spachtelung | 0,4cm |
| 2. Stahlbetonwand | 18,0cm |
| 3. EPS | nach Anforderung |
| 4. Armierungsmörtel | 0,6cm |
| 5. Oberputz | 0,4cm |



Konstruktion 2:

- | | |
|-------------------------|------------------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Porotherm 25-38 Plan | 25,0cm |
| 3. EPS | nach Anforderung |
| 4. Armierungsmörtel | 0,6cm |
| 5. Oberputz | 0,4cm |



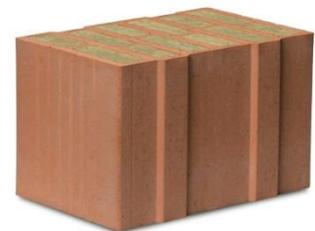
Konstruktion 3:

- | | |
|------------------------------------|------------------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan | 25,0cm |
| 3. EPS | nach Anforderung |
| 4. Armierungsmörtel | 0,6cm |
| 5. Oberputz | 0,4cm |



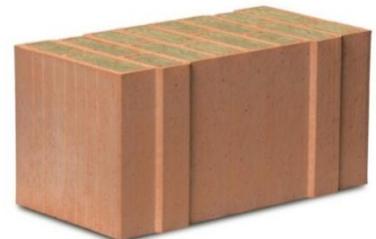
Konstruktion 4:

- | | |
|------------------------------------|--------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan | 38,0cm |
| 3. Außenputz | 2,0cm |



Konstruktion 5:

- | | |
|---------------------------------|--------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Porotherm 50 W.i Objekt Plan | 50,0cm |
| 3. Außenputz | 2,0cm |



Konstruktion 6:

- | | |
|-------------------------------------|------------------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Ytong Verbundstein
PV4 – 0,60 | 25,0cm |
| 3. EPS | nach Anforderung |
| 4. Armierungsmörtel | 0,6cm |
| 5. Oberputz | 0,4cm |



3.3 Ergebnisse

3.3.1 Wärmeschutz

Im Zuge des Vergleichs bezüglich des Wärmeschutzes wurden zunächst die Mindestanforderungen für den Heizwärmebedarf, laut Tabelle 3, aus [OIB RL6 NAT], berechnet. Die dafür benötigte l_c für dieses gewählte Einfamilienhaus beträgt 1,15 und wurde mithilfe des Programmes ArchiPHYSIK 13.0, nachdem sämtliche Gebäudedimensionen eingegeben wurden, ausgegeben.

Länge, charakteristische (l_c):

„Maß für die Kompaktheit eines Gebäudes, dargestellt in Form des Verhältnisses des konditionierten Volumens V zur umschließenden Oberfläche A dieses Volumens.“ [OIB BGR]

Anschließend wurde mit den Programmen ArchiPHYSIK 13.0 und Microsoft Excel der Heizwärmebedarf für die Jahre 2014-2020, deren Anforderungen über den Nationalen Plan [OIB RL6 NAT] geregelt sind, berechnet. Um die geforderten Heizwärmebedarfe bis 2020 zu erreichen wurden die derzeitigen mindestgeforderten U-Werte der einzelnen Bauteile (Außendecke, Außenwand, Kellerdecke und Fenster) laut [OIB RL6 2015] genommen und gleichmäßig proportional erhöht. Die Ergebnisse hiervon sind der Tabelle 18 zu entnehmen.

Tab. 18: Anforderung Heizwärmebedarf nach Nationalem Plan [OIB 6_NP]

	HWB [kWh/m ² a]	U-Werte [W/m ² K]			
		AD	AW	KD	AF
2014	54,4	0,162	0,284	0,324	1,4
2016	47,6	0,142	0,248	0,284	1,3
2018	43,3	0,132	0,231	0,264	1,2
2020	36,09	0,108	0,189	0,216	1,1

Darauffolgend wurden in ArchiPHYSIK 13.0 alle Bauteile eingegeben und die Außenwand, wenn für die Erreichung des Heizwärmebedarfs notwendig, um eine Dämmschicht mit einem heutzutage üblichen Lambda-Wert von 0,035 W/mK erweitert. Das Programm errechnete dann die nötige Dämmstärke dieser zusätzlich aufzutragenden Dämmung im Zuge dieser Energieausweis-Berechnung [siehe Anhang].

Diese Ergebnisse sind in der Tabelle 19 dargestellt.

Tab. 19: erforderliche zusätzliche Dämmstärke und gesamte Wandstärke nach Konstruktion in cm

Konstruktionen	2014 (U=0,284 W/m²)		2016 (U=0,248 W/m²)		2018 (U=0,231 W/m²)		2020 (U=0,189 W/m²)	
	Dämmstärke	Wandstärke	Dämmstärke	Wandstärke	Dämmstärke	Wandstärke	Dämmstärke	Wandstärke
1 Stahlbetonwand d=18cm + WDVS	11,2	30,9	13,5	33,2	14,3	34,0	17,7	37,4
2 Porotherm 25-38 Plan + WDVS	7,9	35,4	9,8	37,3	10,8	38,3	14,1	41,6
3 Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan + WDVS	-	29,0	0,6	29,6	1,7	30,7	5,0	34
4 Porotherm 38 W.i Objekt Plan	-	42,0	-	42,0	-	42,0	-	42
5 Porotherm 50 W.i Objekt Plan	-	54,0	-	54,0	-	54,0	-	54
6 Ytong Verbundstein PV 4-0,6 + WDVS	7,0	34,5	8,8	36,3	9,9	37,4	13,2	40,7

Erläuterung:

- : U-Wert der Konstruktion entspricht bereits bzw. überschreitet bereits die Anforderung an den Wert. Zusätzliche Dämmung ist nicht erforderlich.

Obwohl der POROTHERM 25-38 W.i Objekt Plan zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit noch ohne eine zusätzliche Dämmung auskommen würde, muss dieser schon bald auch eine Mindestdämmung erhalten, um den Anforderungen der kommenden Jahre zu entsprechen.

Ein heutzutage weit verbreitetes Problem im Bauwesen ist die Unübersichtlichkeit der Angaben in den Regelwerken und die Unzugänglichkeit zu den Rechenverfahren, mit denen die tatsächlich benötigten Werte, wie z.B. der geforderte U-Wert inkl. Dämmstärke einer Wandkonstruktion, errechnet werden können.

Die ev. zusätzlich erforderliche Dämmschicht, beispielweise für dieses Einfamilienhaus, wurde durch die Tabelle 19 leicht und verständlich ablesbar gemacht und kann auch als Referenz für andere Einfamilienhaus-Planungen aufgegriffen werden.

3.3.2 Schallschutz

Das Schalldämmmaß der sechs in dieser Arbeit untersuchten und bewerteten Konstruktionen wurde berechnet und ist in folgendem Diagramm dargestellt.

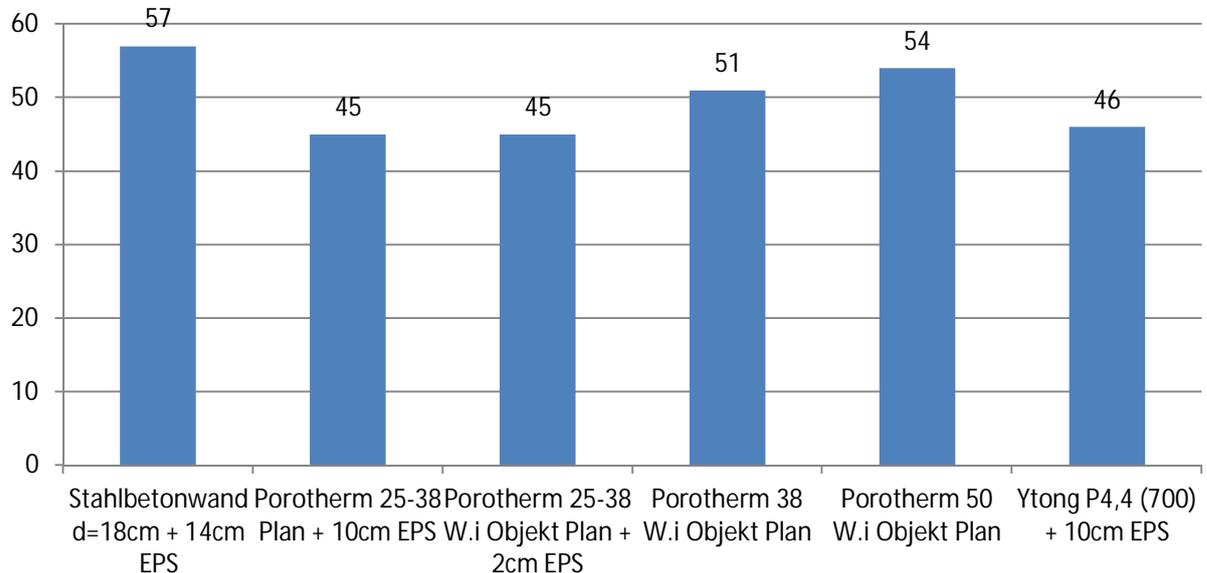


Abb. 11: Schalldämmmaß R_w der einzelnen Konstruktionen [dB]

Die Schalldämmeigenschaften von einschaligen, dichten Wänden hängen hauptsächlich von deren flächenbezogener Masse ab, weshalb hier die Stahlbetonkonstruktion etwas besser abschneidet.

Der erforderliche Schallschutz der Außenbauteile ist gemäß der Tabelle 16 aus der [ON B 8115-2: 2006] vom Außenlärmpegel abhängig. Diese Norm gibt u.a. auch die Anforderungen an das Schalldämm-Maß R_w von opaken Außenbauteilen (Wandkonstruktion), das Schalldämm-Maß von Fenster und Außentüren, als auch das resultierende Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ für zusammengesetzte Außenbauteile mit Fenstern vor.

Die Schalldämmung von Fenster liegt üblicherweise weit unter den Werten der Außenwandkonstruktionen. Das resultierende Bauschalldämm-Maß hängt dadurch stark vom Fensterflächenanteil in der Außenwand ab. Um die Unterschiede beim Vergleich der verschiedenen Bauweisen zu veranschaulichen, wurden im Zuge dieser Arbeit die theoretisch maximalen Fensterflächenanteile in den Wänden für jede Konstruktion berechnet, bei dem die Mindestschalldämmung laut Tabelle 16 aus [ÖNORM 8115-2] trotzdem noch erreicht werden würde. Dies wurde, wie in den Tabellen zu erkennen, für die verschiedenen Anforderungsklassen jeweils einzeln berechnet. Die Erkenntnisse sind in den Tabellen [20] - [22] zu sehen.

Tab. 20: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{w,F}=34\text{dB}$

Wandkonstruktionen	Stufe nach ÖNORM B8115-5		
	A, B, C	D, E	F, G
1 Stahlbetonwand d=18cm + 14cm EPS	100%	44%	13%
2 Porothersm 25-38 Plan + 10cm EPS	100%	36%	1%
3 Porothersm 25-38 W.i Objekt Plan + 2cm EPS	100%	36%	1%
4 Porothersm 38 W.i Objekt Plan	100%	42%	11%
5 Porothersm 50 W.i Objekt Plan	100%	43%	12%
6 Ytong P4,4 (700) + 10cm EPS	100%	38%	-

Tab. 21: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{w,F}=36\text{dB}$

Wandkonstruktionen	Stufe nach ÖNORM B8115-5		
	A, B, C	D, E	F, G
1 Stahlbetonwand d=18cm + 14cm EPS	100%	70%	21%
2 Porothersm 25-38 Plan + 10cm EPS	100%	63%	3%
3 Porothersm 25-38 W.i Objekt Plan + 2cm EPS	100%	63%	3%
4 Porothersm 38 W.i Objekt Plan	100%	69%	18%
5 Porothersm 50 W.i Objekt Plan	100%	70%	20%
6 Ytong P4,4 (700) + 10cm EPS	100%	65%	7%

Tab. 22: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{w,F}=38\text{dB}$

Wandkonstruktionen	Stufe nach ÖNORM B8115-5		
	A, B, C	D, E	F, G
1 Stahlbetonwand d=18cm + 14cm EPS	100%	100%	34%
2 Porothersm 25-38 Plan + 10cm EPS	100%	100%	5%
3 Porothersm 25-38 W.i Objekt Plan + 2cm EPS	100%	100%	5%
4 Porothersm 38 W.i Objekt Plan	100%	100%	29%
5 Porothersm 50 W.i Objekt Plan	100%	100%	32%
6 Ytong P4,4 (700) + 10cm EPS	100%	100%	13%

Aus den Tabellen 20-22 wird sichtbar, dass theoretisch gesehen sogar eine vollflächige Fensterkonstruktion die Anforderungen A, B, C erfüllen würde, in den strengeren Klassen der mögliche Fensteranteil aber natürlich geringer ist.

3.3.3 Sommerliche Überwärmung

Bei den Simulationen zur sommerlichen Überwärmung spielte die Raumgeometrie und die speicherwirksame Masse der Konstruktionen, inklusive der Fensterflächen, da diese meist die Schwachstellen abbilden, die größte Rolle.

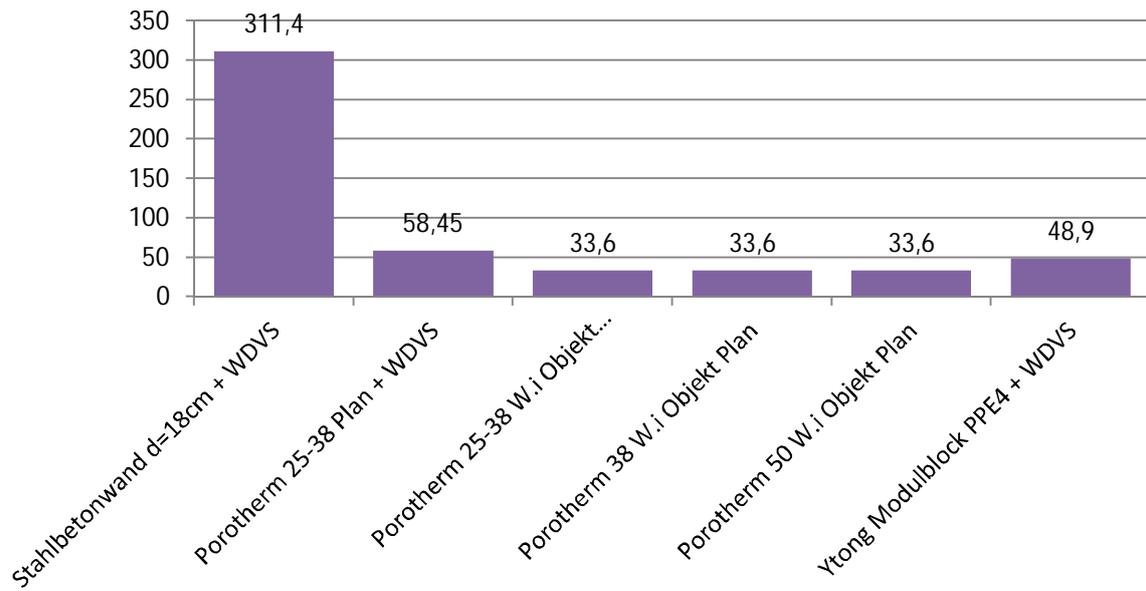


Abb. 12: Speicherwirksame Massen der untersuchten Wandkonstruktionen in kg/m²

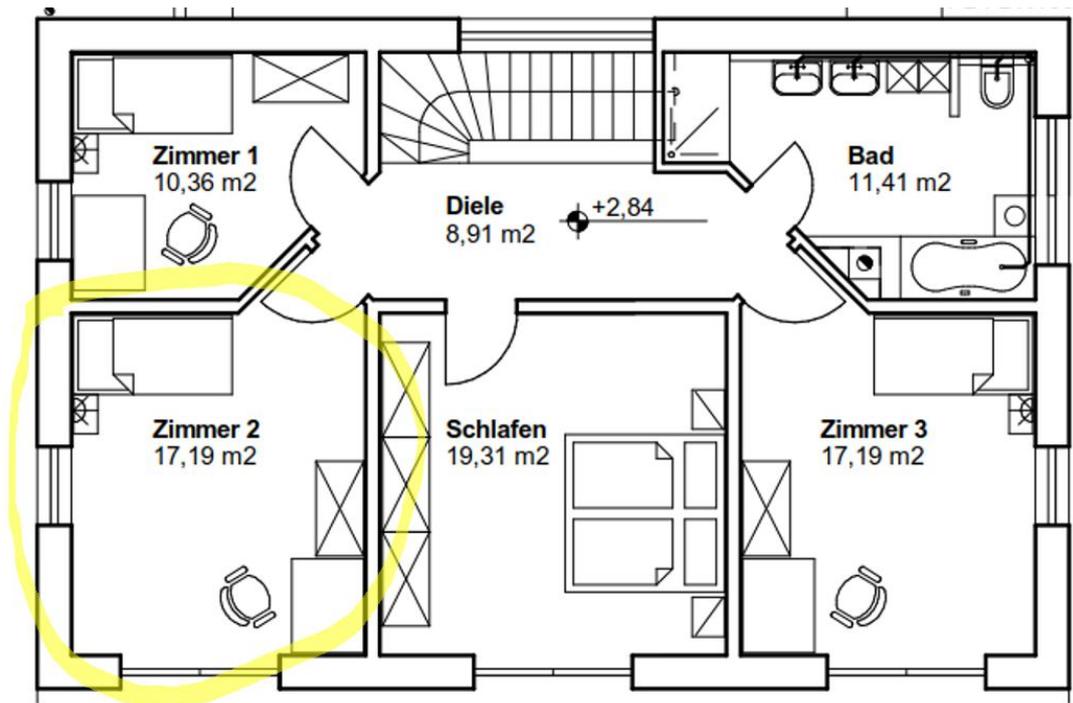


Abb. 13: für den Nachweis der sommerlichen Überwärmung relevantes Zimmer

Die Untersuchung zur Sommertauglichkeit des Einfamilienhauses wurde, repräsentativ für das Gebäude, am in der Abbildung 13 eingezeichnetem Raum, durchgeführt. Hier kann aufgrund der S-W Orientierung und der großen Fensterflächen vom schlechtesten Wert für das Haus ausgegangen werden.

Bei den Berechnungen zur Vermeidung der sommerlichen Überwärmung wurden am gewählten Einfamilienhaus alle möglichen Szenarien die die Fenster (Fensteröffnungszeit, Lage bzw. Farbe des Sonnenschutzes usw.) betreffen in Relation zur speicherwirksamen Masse gebracht.

Es wurde zunächst sowohl für Tabelle 23 als auch Tabelle 24 die resultierende Immissionsfläche (siehe Seite 22) für alle Sonnenschutzanordnungen berechnet. Anschließend wurde die auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse, bei den Übergängen zwischen den Güteklassen, der sommerlichen Überwärmung (siehe Seite 20) laut [ON B 8110-3: 2012] näherungsweise simuliert. Die Tabelle 23 stellt diese Simulation nun veranschaulicht dar und zeigt, für alle Fensterkombinationen, bei welcher bezogenen speicherwirksamen Masse welche Güteklasse erfüllt wird.

Anhand der Tabelle 23 lässt sich auch erkennen, dass ziemlich genau bei einer nötigen speicherwirksamen Masse von 8000kg/m² die Mindestanforderung zur Vermeidung der sommerlichen Überwärmung erfüllt wird, also der vereinfachte Nachweis laut Tabelle 9 aus [ÖNORM B 8110-3] dennoch sehr genau ist.

Für die Tabelle 24 wurde im Unterschied dazu die gesamte speicherwirksame Masse für die Berechnung der vorhandenen Güteklasse hergenommen. Weiters wurden dort die folgenden vier verschiedenen Bauweisen, die die sechs in dieser Arbeit verwendeten Konstruktionen enthalten, eingetragen.

Bauweise 1 – Beton

Außenwand: Stahlbetonwand 18cm + WDVS
Innenwand: Stahlbetonwand 15cm
Decke: Stahlbetondecke 18cm

Bauweise 2 – Porotherm 25-38 Plan:

Außenwand: Porotherm 25-38 Plan + WDVS
Innenwand: Porotherm 10-50
Decke: Stahlbetondecke

Bauweise 3 – Prortherm 38W.i Objekt Plan

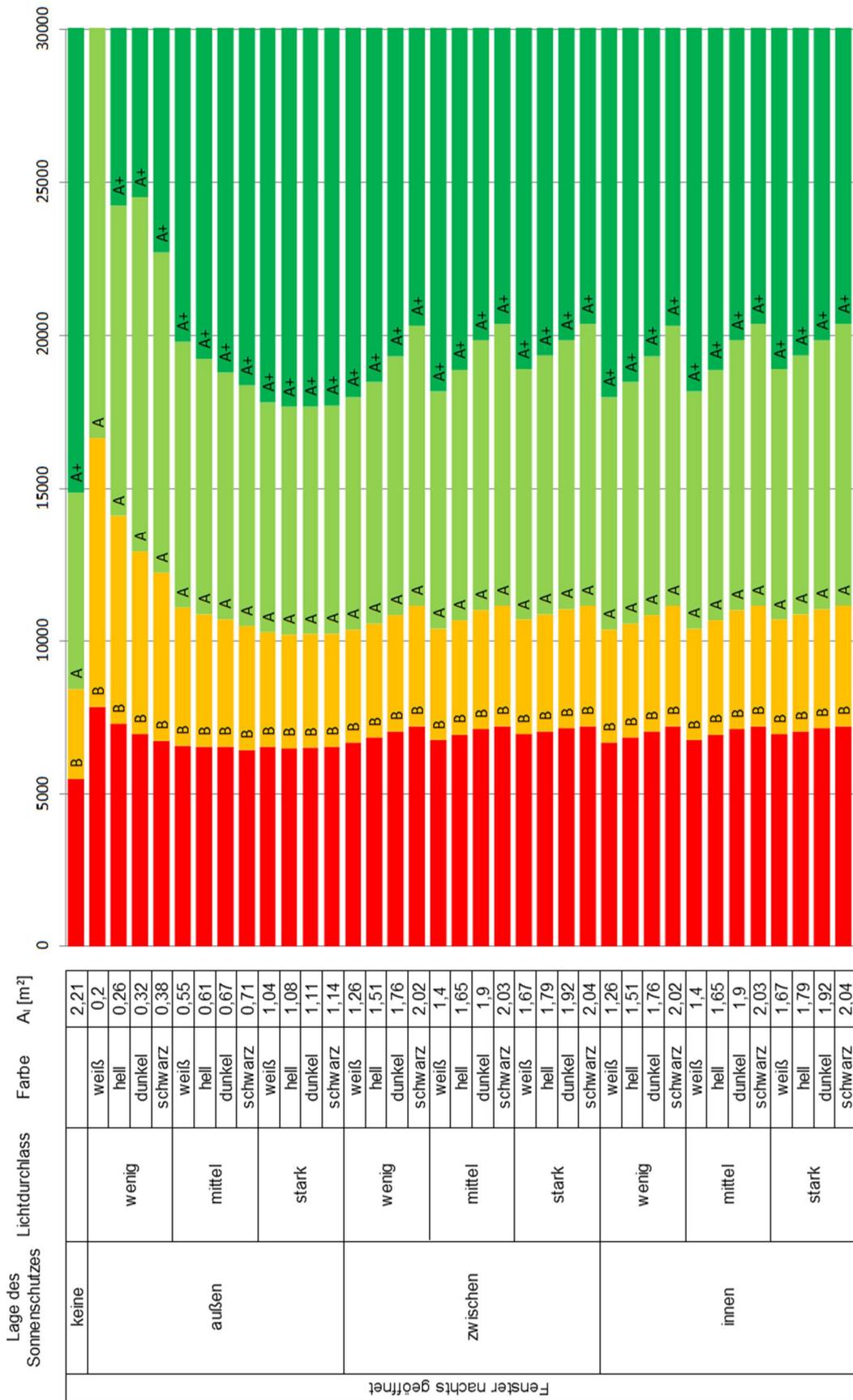
Außenwand: Porotherm 25-38 Plan + WDVS
Innenwand: Porotherm 10-50
Decke: Stahlbetondecke

Bauweise 4 – Ytong:

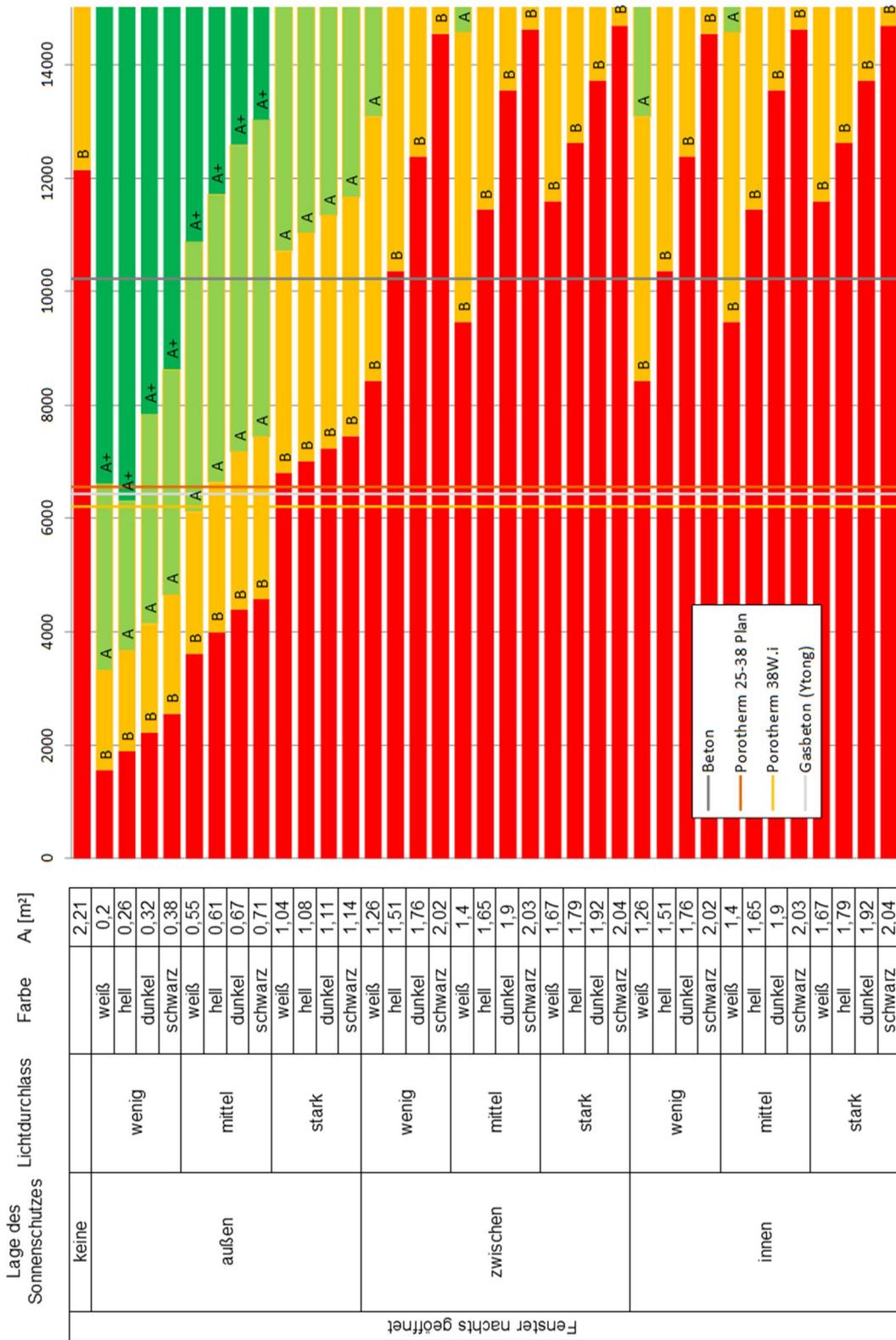
Außenwand: YtongP4,4 (700) 25cm + WDVS
Innenwand: Ytong
Decke: Stahlbetondecke

In Tabelle 24 ist durch die Ergebnisse erkennbar, dass, abgesehen von der Stahlbetonkonstruktion, die restlichen Bauteile mit einem starken und außenliegenden Sonnenschutz unterstützt werden müssten, um eine positive Güteklasse zu erreichen.

Tab. 23: Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



Tab. 24: Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



3.4 Kostenvergleich

3.4.1 Erläuterung zur Kostenermittlung

Die Kostenkalkulation in dieser Arbeit wurde auf Basis der 19. Ausgabe des Leistungsbuches Hochbau (LB-H), mit den Daten aus dem Programmpaket AUER Success und dessen Richtpreisdatei erstellt.

Die bei der Kalkulation anfallenden Lohnkosten wurden in der Richtpreisdatei basierend auf der Mittellohnberechnung berechnet. Preisbasis für die Lohnkosten ist der 01.05.2012, da zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Kalkulation keine aktuellere Version vorhanden war.

Die Materialkosten in der Richtpreisdatei wurden im Raum Salzburg (Preisbasis März 2012) erhoben. In diesen Materialkosten sind bereits, die für gewerbliche Kunden üblichen Rabatte auf den Listenpreis, berücksichtigt. Diese Materialkosten sollten bei Klein- und Mittelbaustellen als Richtwert gelten. Bei einzelnen transportintensiven Stoffen wie Transportbeton, Zuschlagstoffe, Mischgut, Ziegel etc. sind regional größere Preisschwankungen möglich.

Es ist zu berücksichtigen, dass alle hier angeführten Einheitspreise nicht dem Marktwert beim Bau eines EFH entsprechen, da es beim Bau eines EFH sehr viele Mindermengen gibt, die man bei der Angebotskalkulation beachten muss. Beim Vergleich der verschiedenen Konstruktionen ist aber die Berücksichtigung des Mindermengenaufschlages nicht zielführend, weil Sie zur Verzerrung der Standardpreise aus der Richtpreisdatei führen würde.

Die Richtpreisdatei von AUER beinhaltet einige Produkte nicht, wie z.B. den 38W.i Ziegel. In solchen Fällen wurde der relative Preisunterschied aus dem aktuellen Listenpreiskatalog der Wienerberger AG [WBLP17] genommen, um das Verhältnis zu einem bekannten, im Standardpreiskatalog aufscheinenden und vergleichbaren Ziegel festzustellen. Als Beispiel, wenn der 38 W.i – Ziegel, laut dem aktuellen Listenpreiskatalog um 80% teurer ist als der HLZ 25cm, dann wurde der Preis vom HLZ 25cm Ziegel aus der Richtpreisdatei um 80% vergrößert um den Preis von 38W.i – Ziegel zu bekommen.

Um die Preisbasis für den Juni 2016 zu erhalten, wurden die ausgerechnete Preise mit dem Baukostenindex (BKI) getrennt für Lohn und Materialkosten multipliziert [BKI10]. Das Verhältnis im Baukostenindex vom 05.2012 zum 06.2016 für Lohn bei Baumeisterarbeiten beträgt 100 zu 109 und beim Baukostenindex vom 03.2012 bis 06.2016 für Baumeisterarbeiten-Sonstiges 100 zu 102,8.

3.4.2 Kostenermittlung EFH

Dieser Kostenvergleich wurde für die sechs unterschiedlichen Außenwandkonstruktionen mit Berücksichtigung der zusätzlich nötigen Dämmung, mit dem Programm Microsoft Excel auf Basis der 19. Ausgabe des Leistungsbuches Hochbau (LB-H) erstellt. Herausgeber vom LB-Hochbau ist das Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ).

Konstruktion 1: Stahlbetonwand d=18cm + 14cm EPS

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
07	Beton- und Stahlbetonarbeiten					
07 02 01	Wände aus Beton b.3,2m					
07 02 01 E	Beton Wand b. 20cm C25/30 b.3,2m	1	m ²	6,26	15,74	
07 02 01 S	Beton Wand Schalung b. 3,2m	2	m ²	52,66	11,98	
07 02 01 W	Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m	10	kg	0,59	1,01	
				59,51	28,73	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				64,87 €	29,53 €	94,40 €
44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)					
440201	WDVS mit Dämmplatten aus EPS					
440201G	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD14cm	1	m ²	23,46	19,71	
4414	Mechanische Befestigung (Dübel)					
441401	Zusätzliche mechanische Befestigung für das WDVS					
44 14 01 G	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD14cm	1	m ²	4,7	6,45	
44 20	Oberputze für WDVS					
44 20 01	Endbeschichtung des WDVS mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
44 20 01 A	WDVS Dünnp.kunsth.Rillenstruktur 2mm	1	m ²	7,82	6,6	
44 20 20 A	WDVS Farbe kunsth.Standard	1	m ²	1,96	1,68	
				37,94	34,44	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				41,35 €	35,40 €	76,76 €
Konstruktion 1 - Gesamt:						171,16 €

Konstruktion 2: Porotherm 25-38 Plan + 10cm EPS

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 02	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 02 03 C	25cm HLZ-Plan-Mwk.b.3,2m	1	m²	32,26	25,3	
				38,98	32,45	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				42,49 €	33,36 €	75,85 €
44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)					
44 02 01	WDVS mit Dämmplatten aus EPS					
44 02 01 E	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD10cm	1	m²	23,46	16,58	
44 14	Mechanische Befestigung (Dübel)					
44 14 01	Zusätzliche mechanische Befestigung für das WDVS					
44 14 01 E	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD10cm	1	m²	4,70	4,16	
44 20	Oberputze für WDVS					
44 20 01	Endbeschichtung des WDVS mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
44 20 01 A	WDVS Dünnp.kunsth.Rillenstruktur 2mm	1	m²	7,82	6,6	
44 20 20 A	WDVS Farbe kunsth.Standard	1	m²	1,96	1,68	
				37,94	29,02	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				41,35 €	29,83 €	71,19 €
Konstruktion 2 - Gesamt:						147,03 €

Konstruktion 3: Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan + 5cm EPS

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 02	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 02 03 E	38cm HLZ-Plan-Mwk.b.3,2m	1	m²	32,26	42,14	
				38,98	49,29	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				42,49 €	50,67 €	93,16 €
44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)					
44 02 01	WDVS mit Dämmplatten aus EPS					
44 02 01 A	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD5cm	1	m²	23,46	16,58	
44 14	Mechanische Befestigung (Dübel)					
44 14 01	Zusätzliche mechanische Befestigung für das WDVS					
44 14 01 A	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD5cm	1	m²	4,7	3,47	
44 20	Oberputze für WDVS					
44 20 01	Endbeschichtung des WDVS mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
44 20 01 A	WDVS Dünnp.kunsth.Rillenstruktur 2mm	1	m²	7,82	6,6	
44 20 20 A	WDVS Farbe kunsth.Standard	1	m²	1,96	1,68	
				37,94	28,33	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				41,35 €	29,12 €	70,48 €
Konstruktion 3 - Gesamt:						163,64 €

Konstruktion 4: Porotherm 38 W.i Objekt Plan

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 02	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 02 03 S	38cm HLZ-W.i-Plan-Mwk.b.3,2m	1	m²	47,91	67,29	
				54,63	74,44	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				59,55 €	76,52 €	136,07 €
10 03	Außenputz AP/Fassaden					
10 03 03 A	Kalkzement UP-AP m.PGV+Spachtelung+TGG	1	m²	21,19 €	10,53 €	
10 03 11	Endbeschichtung mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
10 03 11 A	Dünnputz kunsth.Rillenstruktur GK2mm	1	m²	7,08 €	6,85 €	
10 03 21	Endbeschichtung in Standardfarben					
10 03 21 A	Endbeschichtung m.Kunstharzfarbe	1	m²	1,56 €	1,79 €	
				29,83 €	19,17 €	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				32,51 €	19,71 €	52,22 €
Konstruktion 4 - Gesamt:						188,29 €

Konstruktion 5: Porotherm 50 W.i Objekt Plan

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 02	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 02 03 S	50cm HLZ-W.i-Plan-Mwk.b.3,2m	1	m²	62,9	67,29	
				69,62	74,44	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				75,89 €	76,52 €	152,41 €
10 03	Außenputz AP/Fassaden					
10 03 03 A	Kalkzement UP-AP m.PGV+Spachtelung+TGG	1	m²	21,19 €	10,53 €	
10 03 11	Endbeschichtung mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
10 03 11 A	Dünnputz kunsth.Rillenstruktur GK2mm	1	m²	7,08 €	6,85 €	
10 03 21	Endbeschichtung in Standardfarben					
10 03 21 A	Endbeschichtung m.Kunstharzfarbe	1	m²	1,56 €	1,79 €	
				29,83 €	19,17 €	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				32,51 €	19,71 €	52,22 €
Konstruktion 5 - Gesamt:						204,63 €

Konstruktion 6: Ytong Verbundstein PV 4-0,6 25cm + 10cm EPS

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 04	Mauerwerk aus Porenbeton					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 04 01 B	25cm Porenbet. Verb. ST Mwk 2,5N b.3,2m	1	m²	21,51	64,02	
				28,23	71,17	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				30,77 €	73,16 €	103,93 €
44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)					
44 02 01	WDVS mit Dämmplatten aus EPS					
44 02 01 E	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD10cm	1	m²	23,46	16,58	
44 14	Mechanische Befestigung (Dübel)					
44 14 01	Zusätzliche mechanische Befestigung für das WDVS					
44 14 01 E	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD10cm	1	m²	4,7	4,16	
44 20	Oberputze für WDVS					
44 20 01	Endbeschichtung des WDVS mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
44 20 01 A	WDVS Dünnp.kunsth.Rillenstruktur 2mm	1	m²	7,82	6,6	
44 20 20 A	WDVS Farbe kunsth.Standard	1	m²	1,96	1,68	
				37,94	29,02	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				41,35 €	29,83 €	71,19 €
Konstruktion 6 - Gesamt:						175,12 €

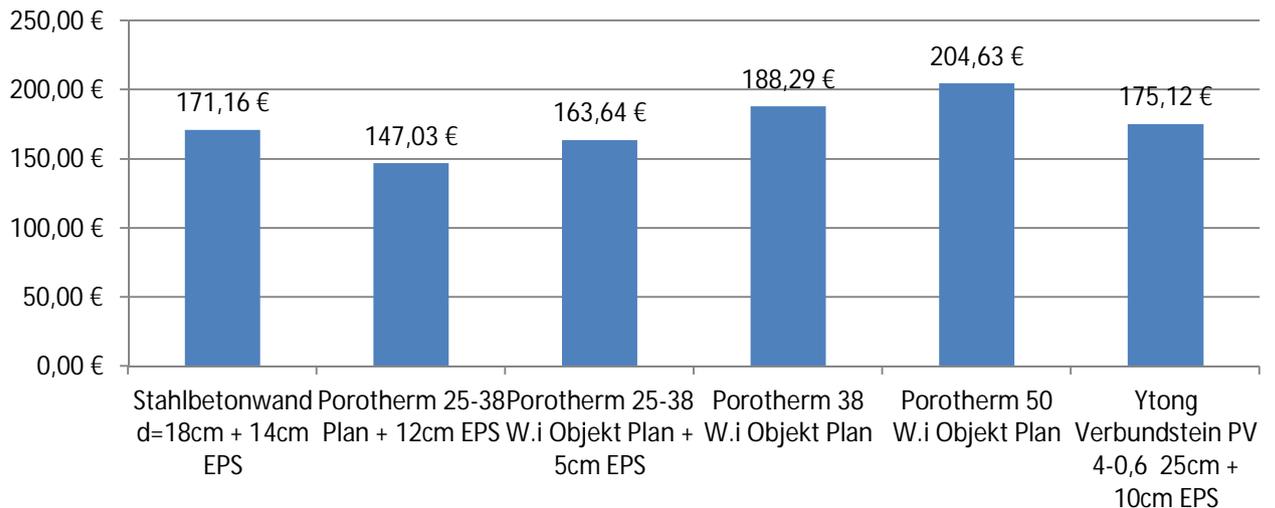


Abb. 14: Direkter Kostenvergleich der Wandkonstruktionen pro m² für das Einfamilienhaus, die die Wärmeschutzanforderung nach [OIB RL6 2015] für das Jahr 2016 gemäß [OIB RL6 NAT] erfüllen

Die Erläuterung zum Kostenvergleich findet sich abschließend in der Zusammenfassung.

Nun sollten jedoch die Dicken der einzelnen Konstruktionen beim einem vorausschauenden Kostenvergleich eine wichtige Rolle zugesprochen bekommen, da auch berücksichtigt werden soll, dass jeder eingesparte cm in einem ungefähren Gewinn von 30-40€/lfm (Stand 2016, Wien) resultieren wird.

4 Mehrfamilienhaus

4.1 Das Untersuchungsobjekt

Als zweites Untersuchungsobjekt wurde ein bereits geplantes Wohnhaus mit drei oberirdischen Geschossen und einer Tiefgarage gewählt. Anhand des Gebäudes wurden dann die unterschiedlichen Bauweisen, die auch hier tatsächlich zum Einsatz kommen könnten, untersucht: von einer einfachen einschaligen Ziegelwand mit Hochlochziegeln über moderne Ziegelsysteme mit integrierter Dämmung bis hin zu Stahlbeton- bzw. Porenbetonwänden wurden sechs verschiedenen Konstruktionen durchsimuliert. Diese sind im folgenden Kapitel „4.2 Konstruktionen“ ausführlich beschrieben. Etwaige Wärmebrücken, die v.a. in der einschaligen Bauweise auftreten können, wurden für die Heizwärmebedarfsberechnung nicht berücksichtigt. Im Anschluss ist der Grundriss vom Erdgeschoss, ein Querschnitt und zwei Ansichten zu sehen.

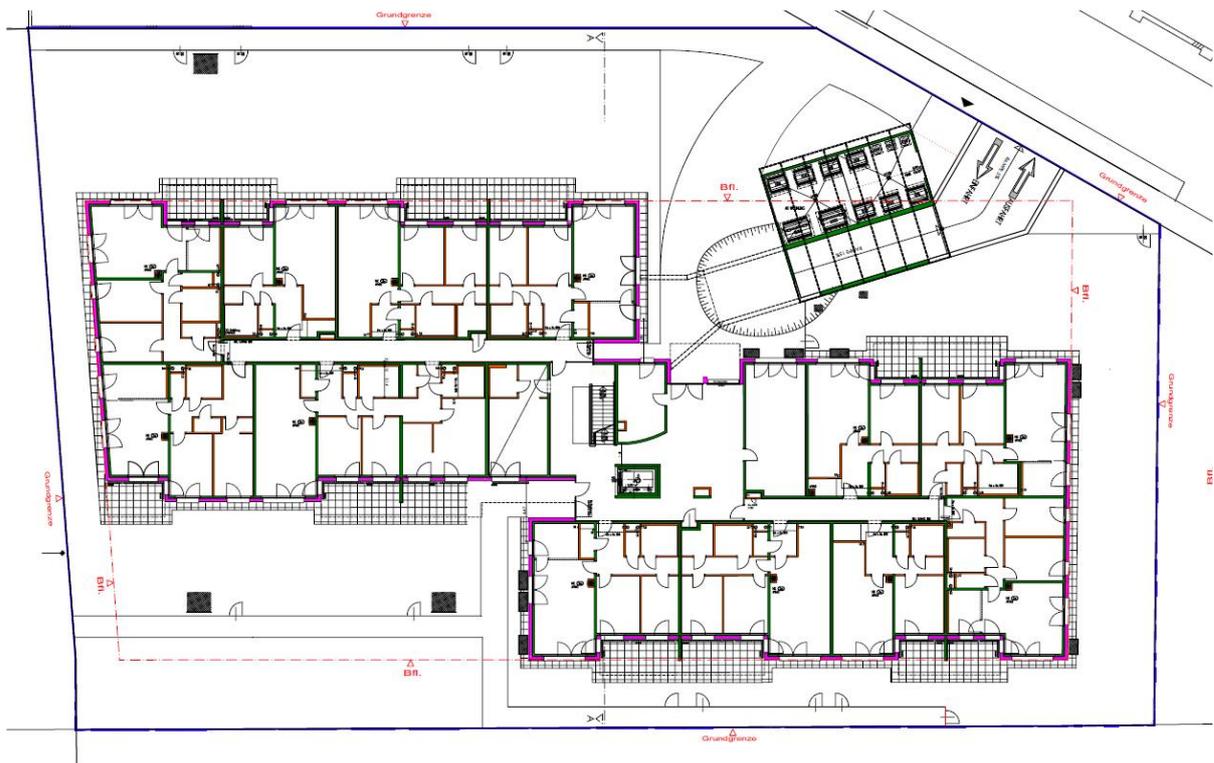
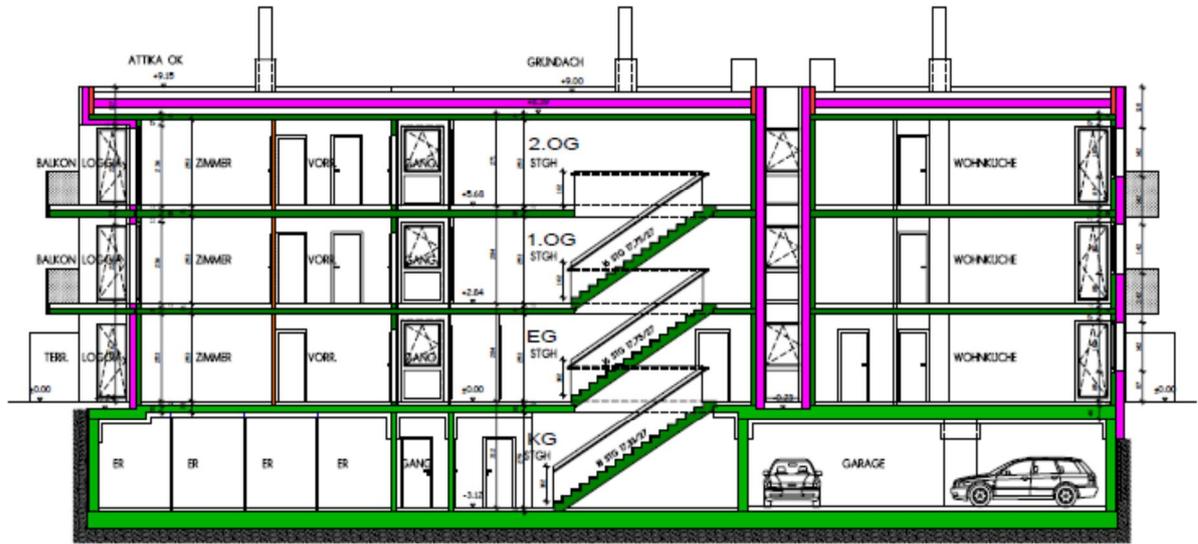


Abb. 15: Grundriss Erdgeschoss



SCHNITT A-A

Abb. 16: Querschnitt



ANSICHT SÜD

Abb. 17: Ansicht Süd



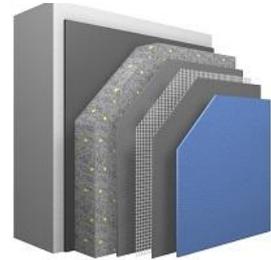
ANSICHT NORD

Abb. 18: Ansicht Nord

4.2 Konstruktionen

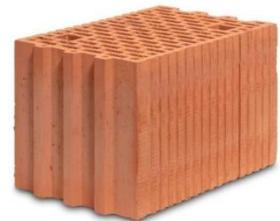
Konstruktion 1:

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. Spachtelung | 0,4cm |
| 2. Stahlbetonwand | 18,0cm |
| 3. EPS | nach Anforderung |
| 4. Armierungsmörtel | 0,6cm |
| 5. Oberputz | 0,4cm |



Konstruktion 2:

- | | |
|-------------------------|------------------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Porotherm 25-38 Plan | 25,0cm |
| 3. EPS | nach Anforderung |
| 4. Armierungsmörtel | 0,6cm |
| 5. Oberputz | 0,4cm |



Konstruktion 3:

- | | |
|------------------------------------|------------------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan | 25,0cm |
| 3. EPS | nach Anforderung |
| 4. Armierungsmörtel | 0,6cm |
| 5. Oberputz | 0,4cm |



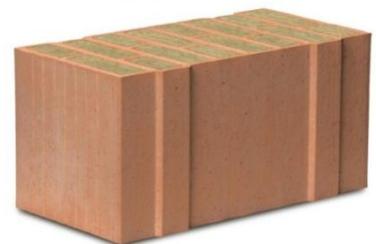
Konstruktion 4:

- | | |
|------------------------------------|--------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan | 38,0cm |
| 3. Außenputz | 2,0cm |



Konstruktion 5:

- | | |
|---------------------------------|--------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Porotherm 50 W.i Objekt Plan | 50,0cm |
| 3. Außenputz | 2,0cm |



Konstruktion 6:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| 1. Innenputz | 1,5cm |
| 2. Ytong Verbundstein PV4 – 0,60 | 25,0cm |
| 3. EPS | nach Anforderung |
| 4. Armierungsmörtel | 0,6cm |
| 5. Oberputz | 0,4cm |



4.3 Ergebnisse

4.3.1 Wärmeschutz

Im Zuge des Vergleichs bezüglich des Wärmeschutzes wurden zunächst die Mindestanforderungen für den Heizwärmebedarf, laut Tabelle 3, aus [OIB RL6 NAT], berechnet. Die dafür benötigte l_c für dieses gewählte Mehrfamilienhaus beträgt 2,64 und wurde mithilfe des Programmes ArchiPHYSIK 13.0, nachdem sämtliche Gebäudedimensionen eingegeben wurden, ausgegeben.

Länge, charakteristische (l_c):

„Maß für die Kompaktheit eines Gebäudes, dargestellt in Form des Verhältnisses des konditionierten Volumens V zur umschließenden Oberfläche A dieses Volumens.“ [OIB BGR]

Anschließend wurde mit den Programmen ArchiPHYSIK 13.0 und Microsoft Excel der Heizwärmebedarf für die Jahre 2014-2020, deren Anforderungen über den Nationalen Plan [OIB RL6 NAT] geregelt sind, berechnet. Um die geforderten Heizwärmebedarfe bis 2020 zu erreichen wurden, wie beim Einfamilienhaus, die derzeitigen mindestgeforderten U-Werte der einzelnen Bauteile (Außendecke, Außenwand, Kellerdecke und Fenster) laut [OIB RL6 2015] genommen und gleichmäßig proportional erhöht. Somit kann vermieden werden, dass nur über einzelne Bauteile die energetischen Anforderungen erfüllt werden und die anderen Bauteile eine schlechte Wärmedämmwerte behalten und die ev. Wärmebrückenproblematik verstärken.. Die Ergebnisse hiervon sind der Tabelle 25 zu entnehmen.

Tab. 25: Anforderung Heizwärmebedarf nach Nationalem Plan[OIB 6_NP]

	HWB [kWh/m ² a]	U-Werte [W/m ² K]				
		AD	AW	GD	KD	AF
2014	34,18	0,154	0,2695	0,231	0,308	1,2
2016	29,91	0,13	0,2275	0,195	0,26	1,1
2018	25,64	0,11	0,1925	0,165	0,22	0,95
2020	21,36	0,088	0,154	0,132	0,176	0,8

Darauffolgend wurden in ArchiPHYSIK 13.0 alle Bauteile eingegeben und die Außenwand, wenn für die Erreichung des Heizwärmebedarfs notwendig, um eine Dämmschicht mit dem Lambda-Wert von 0,035 W/mK erweitert. Das Programm errechnete dann die nötige Dämmstärke dieser zusätzlich aufzutragenden Dämmung für jeder einzelne Variante im Zuge dieser Energieausweis-Berechnung [siehe Anhang].

Diese Ergebnisse sind in der Tabelle 26 dargestellt.

Tab. 26: erforderliche zusätzliche Dämmstärke und gesamte Wandstärke nach Konstruktion in cm

Konstruktionen	2014 (U=0,270 W/m²)		2016 (U=0,228 W/m²)		2018 (U=0,192 W/m²)		2020 (U=0,154 W/m²)	
	Dämmstärke	Wandstärke	Dämmstärke	Wandstärke	Dämmstärke	Wandstärke	Dämmstärke	Wandstärke
1 Stahlbetonwand d=18cm + WDVS	12,1	31,8	14,5	34,2	17,2	36,9	21,8	41,5
2 Porothersm 25-38 Plan + WDVS	8,6	36,1	11	38,5	13,8	41,3	18,3	45,8
3 Porothersm 25-38 W.i Objekt Plan + WDVS	-	29,0	1,9	30,9	4,7	33,6	9,2	38,2
4 Porothersm 38 W.i Objekt Plan	-	42,0	-	42,0	-	42,0	4,0	46,0
5 Porothersm 50 W.i Objekt Plan	-	54,0	-	54,0	-	54,0	-	54,0
6 Ytong Verbundstein PV 4-0,6 + WDVS	7,7	34,5	10,1	37,6	12,8	40,3	17,5	45,0

Erläuterung:

- : U-Wert der Konstruktion entspricht bereits bzw. überschreitet bereits die Anforderung an den Wert

Auch beim Mehrfamilienhaus würde der Porothersm 25-38 W.i Objekt Plan zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit noch ohne eine zusätzliche Dämmung auskommen. Um den Anforderungen der kommenden Jahre zu entsprechen muss auch dieser aber bald auch eine Mindestdämmung erhalten.

Ein heutzutage weit verbreitetes Problem im Bauwesen ist die Unübersichtlichkeit der Angaben in den Regelwerken und die Unzugänglichkeit zu den Rechenverfahren, mit denen die tatsächlich benötigten Werte, wie z.B. der geforderte U-Wert einer Wandkonstruktion, errechnet werden können.

Die ev. zusätzlich erforderliche Dämmschicht, beispielweise für dieses Mehrfamilienhaus, wurde durch die Tabelle 26 leicht und verständlich ablesbar gemacht und kann auch als Referenz für andere Mehrfamilienhaus-Planungen aufgegriffen werden.

4.3.2 Schallschutz

Im Diagramm 19 ist das berechnete Schalldämmmaß der sechs in dieser Arbeit untersuchten und bewerteten Konstruktionen für das Mehrfamilienhaus dargestellt.

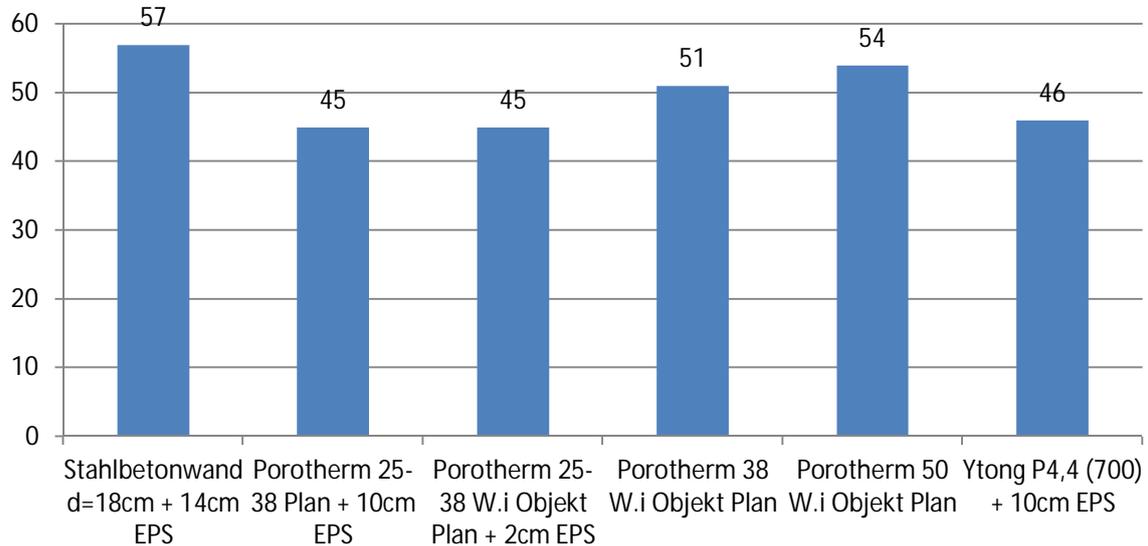


Abb. 19: Schalldämmmaß R_w der einzelnen Konstruktionen in dB

Die Schalldämmeigenschaften von einschaligen, dichten Wänden hängen hauptsächlich von deren flächenbezogener Masse ab, weshalb hier die Stahlbetonkonstruktion etwas besser abschneidet.

Der erforderliche Schallschutz der Außenbauteile ist gemäß der Tabelle 16 aus der [ON B 8115-2: 2006] vom Außenlärmpegel abhängig. Diese Norm gibt u.a. auch die Anforderungen an das Schalldämm-Maß R_w von opaken Außenbauteilen (Wandkonstruktion), das Schalldämm-Maß von Fenster und Außentüren, als auch das resultierende Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ für zusammengesetzte Außenbauteile mit Fenstern vor.

Die Schalldämmung von Fenster liegt üblicherweise weit unter den Werten der Außenwandkonstruktionen. Das resultierende Bauschalldämm-Maß hängt dadurch stark vom Fensterflächenanteil in der Außenwand ab. Um die Unterschiede beim Vergleich der verschiedenen Bauweisen zu veranschaulichen, wurden im Zuge dieser Arbeit auch der theoretisch maximale Fensterflächenanteil in den Wänden für jede Konstruktion berechnet, bei dem die Mindestschalldämmung laut Tabelle 16 aus [ÖNORM 8115-2] trotzdem noch erreicht werden würde. Dies wurde, wie in den Tabellen zu erkennen, für die verschiedenen Anforderungsklassen jeweils einzeln berechnet. Die Erkenntnisse sind in den Tabellen [27] - [29] zu sehen.

Tab. 27: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{w,F}=34\text{dB}$

Wandkonstruktionen	A, B, C	D, E	F, G
1 Stahlbetonwand d=18cm + 14cm EPS	100%	44%	13%
2 Porotherm 25-38 Plan + 10cm EPS	100%	36%	1%
3 Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan + 2cm EPS	100%	36%	1%
4 Porotherm 38 W.i Objekt Plan	100%	42%	11%
5 Porotherm 50 W.i Objekt Plan	100%	43%	12%
6 Ytong P4,4 (700) + 10cm EPS	100%	38%	-

Tab. 28: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{w,F}=36\text{dB}$

Wandkonstruktionen	Stufe nach ÖNORM B8115-5		
	A, B, C	D, E	F, G
1 Stahlbetonwand d=18cm + 14cm EPS	100%	70%	21%
2 Porotherm 25-38 Plan + 10cm EPS	100%	63%	3%
3 Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan + 2cm EPS	100%	63%	3%
4 Porotherm 38 W.i Objekt Plan	100%	69%	18%
5 Porotherm 50 W.i Objekt Plan	100%	70%	20%
6 Ytong P4,4 (700) + 10cm EPS	100%	65%	7%

Tab. 29: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{w,F}=38\text{dB}$

Wandkonstruktionen	A, B, C	D, E	F, G
1 Stahlbetonwand d=18cm + 14cm EPS	100%	100%	34%
2 Porotherm 25-38 Plan + 10cm EPS	100%	100%	5%
3 Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan + 2cm EPS	100%	100%	5%
4 Porotherm 38 W.i Objekt Plan	100%	100%	29%
5 Porotherm 50 W.i Objekt Plan	100%	100%	32%
6 Ytong P4,4 (700) + 10cm EPS	100%	100%	13%

Aus den Tabellen 27-29 wird sichtbar, dass theoretisch gesehen sogar eine vollflächige Fensterkonstruktion die Anforderungen A, B, C erfüllen würde, in den strengeren Klassen der mögliche Fensteranteil aber natürlich geringer ist.

Interessant ist es auch zu erwähnen, dass die Betonwand als Trennwand sehr gute schallschutztechnische Eigenschaften hat, aber die Mindestanforderungen an Wärmedämmung ($U_{\min}=0,9\text{W/m}^2\text{K}$) nicht erfüllt. Das Problem kann durch eine Vorsatzschale mit integrierter Dämmung gelöst werden, wobei aber die speicherwirksame Masse auf der Seite wo die Vorsatzschale montiert wird enorm verringert würde.

4.3.3 Sommerliche Überwärmung

Bei den Simulationen zur sommerlichen Überwärmung spielte die Raumgeometrie und die speicherwirksame Masse der Konstruktionen, inklusive der Fensterflächen, auch beim Mehrfamilienhaus, die größte Rolle.

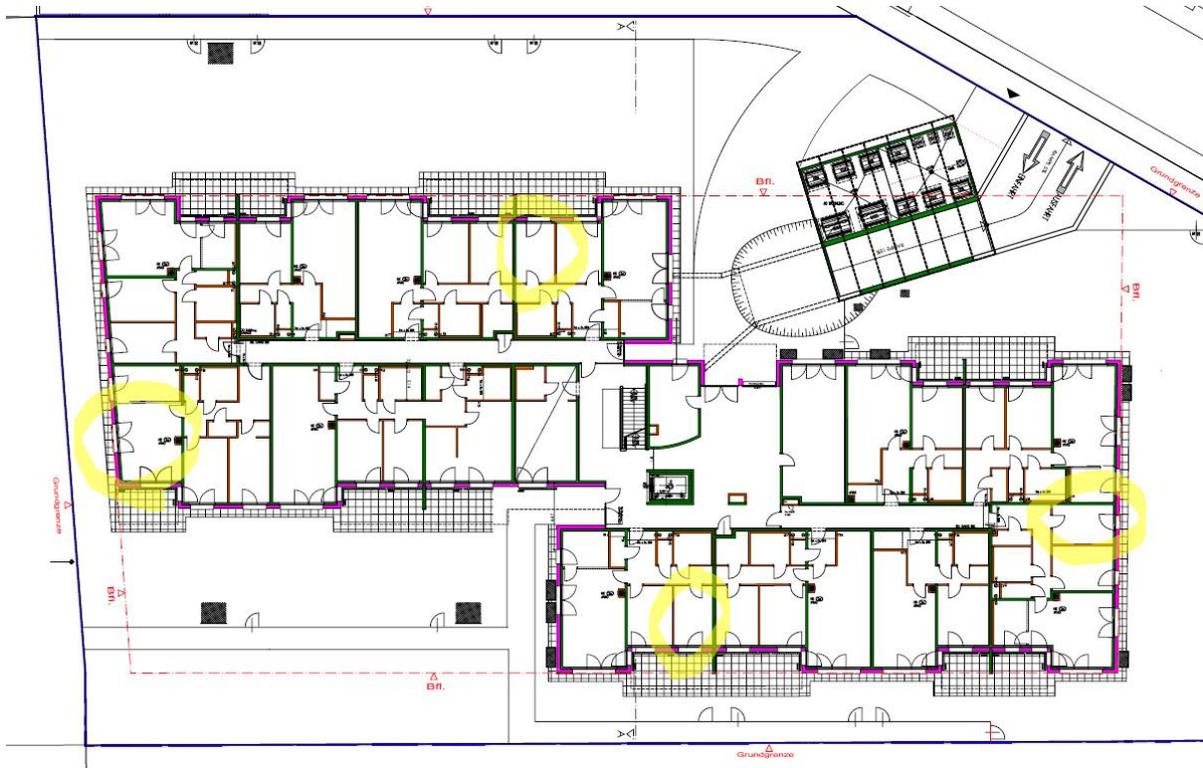


Abb. 20: für den Nachweis der sommerlichen Überwärmung relevante Zimmer

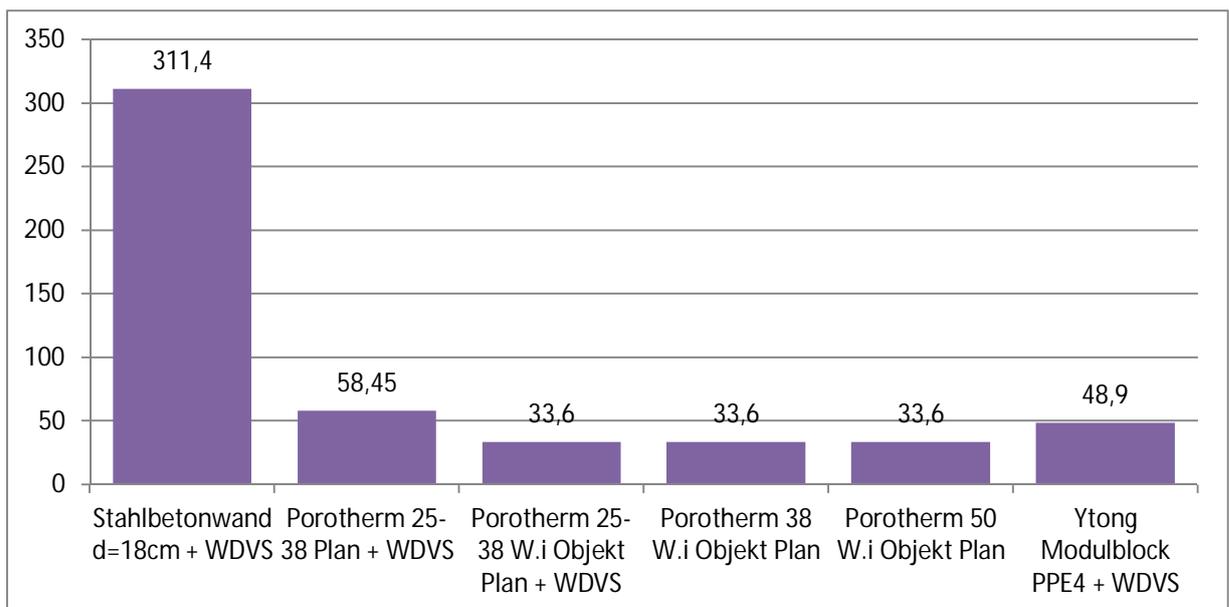


Abb. 21: Speicherwirksame Massen der untersuchten Wandkonstruktionen

Die Untersuchung zur Sommertauglichkeit wurde, repräsentativ für das Gebäude, an den in der Abbildung 20 eingezeichnetem Räumen durchgeführt. Hier kann aufgrund der Abdeckung aller Orientierungen und der großen Fensterflächen in den gewählten Räumen von den schlechtesten Werten für das Mehrfamilienhaus ausgegangen werden.

Bei den Berechnungen zur Vermeidung der sommerlichen Überwärmung wurden auch am gewählten Mehrfamilienhaus alle möglichen Szenarien die die Fenster (Fensteröffnungszeit, Lage bzw. Farbe des Sonnenschutzes usw.) betreffen in Relation zur speicherwirksamen Masse gebracht.

Es wurde zunächst für die Tabellen 30 bis 37 die resultierende Immissionsfläche (siehe Seite 22) für alle Sonnenschutzanordnungen berechnet. Anschließend wurde die auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse bei den Übergängen zwischen den Güteklassen der sommerlichen Überwärmung (siehe Seite 20) laut [ON B 8110-3: 2012] näherungsweise simuliert. Die Tabellen 30, 32, 34 und 36 stellen diese Simulation nun veranschaulicht dar und zeigen, für alle Fensterkombinationen, bei welcher bezogenen speicherwirksamen Masse welche Güteklasse erfüllt wird.

Auch anhand der Tabellen 30, 32, 34 und 36 lässt sich erkennen, dass ziemlich genau bei einer nötigen speicherwirksamen Masse von 8000kg/m^2 die Mindestanforderung zur Vermeidung der sommerlichen Überwärmung erfüllt wird, was die Genauigkeit des vereinfachten Nachweises laut Tabelle 9 aus [ÖNORM B 8110-3] nochmal bestätigt.

Für die Tabellen 31, 33, 35 und 37 wurde im Unterschied dazu die gesamte speicherwirksame Masse für die Berechnung der vorhandenen Güteklasse hergenommen. Weiters wurden dort die folgenden vier verschiedenen Bauweisen, die die sechs in dieser Arbeit verwendeten Konstruktionen enthalten, eingetragen.

Bauweise 1 – Beton

Außenwand: Stahlbetonwand 18cm + WDVS
Innenwand: Stahlbetonwand 15cm
Decke: Stahlbetondecke 18cm

Bauweise 2 – Porotherm 25-38 Plan:

Außenwand: Porotherm 25-38 Plan + WDVS
Innenwand: Porotherm 10-50
Decke: Stahlbetondecke

Bauweise 3 – Prortherm 38W.i Objekt Plan

Außenwand: Porotherm 25-38 Plan + WDVS
Innenwand: Porotherm 10-50
Decke: Stahlbetondecke

Bauweise 4 – Ytong:

Außenwand: YtongP4,4 (700) 25cm + WDVS
Innenwand: Ytong
Decke: Stahlbetondecke

In den Tabellen 31, 33, 35 und 37 ist durch die Ergebnisse erkennbar, dass, abgesehen von der Stahlbetonkonstruktion, die restlichen Bauteile mit einem starken und außenliegenden Sonnenschutz unterstützt werden müssten, um eine positive Güteklasse zu erreichen.

Folgend sind die untersuchten Räume des Mehrfamilienhauses sowie die Ergebnistabellen bezüglich der sommerlichen Überwärmung dargestellt:

Zimmer 1

EG, Top 1

Grundfläche: 10,40m²

Orientierung nach Norden

Gesamtenergiedurchlassgrad: $g = 0,60$

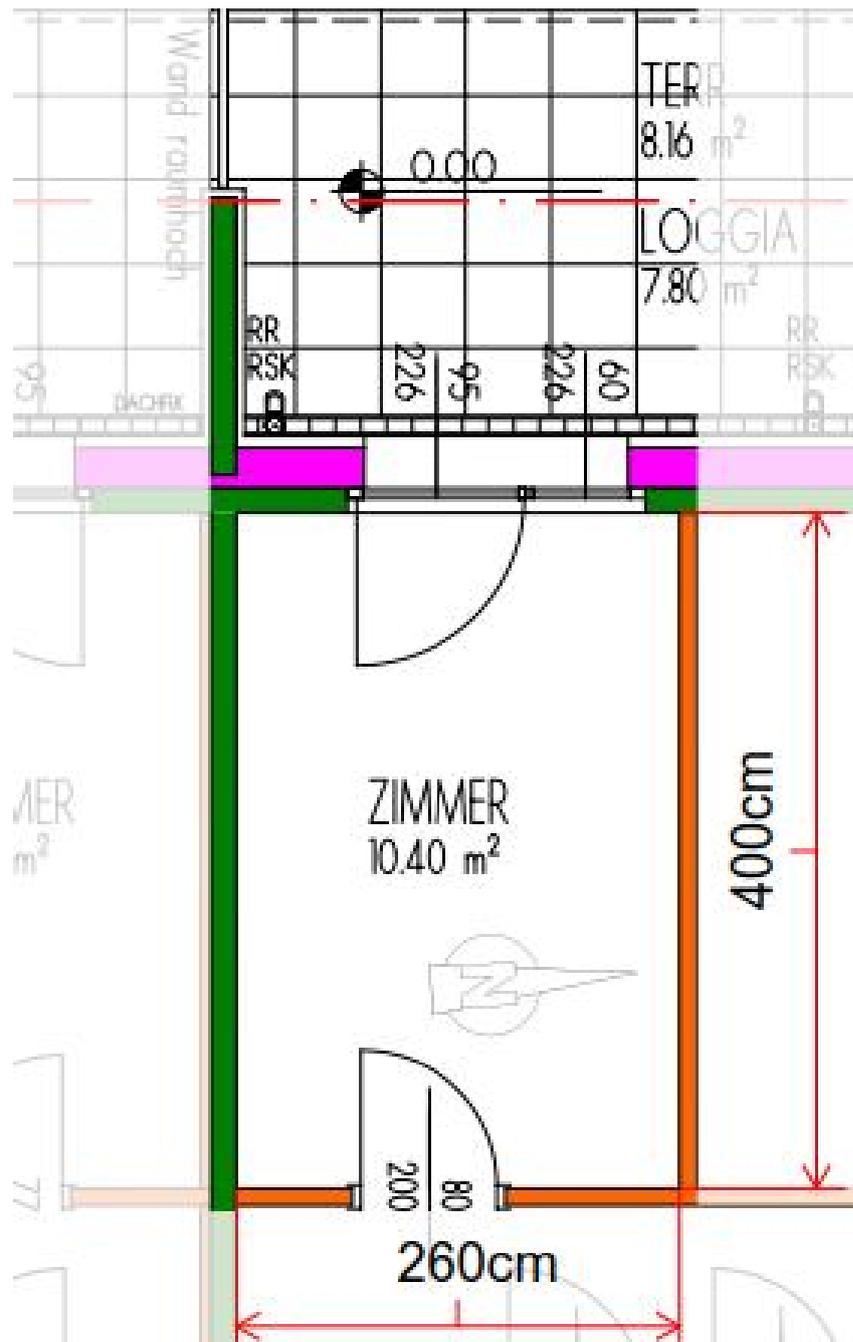
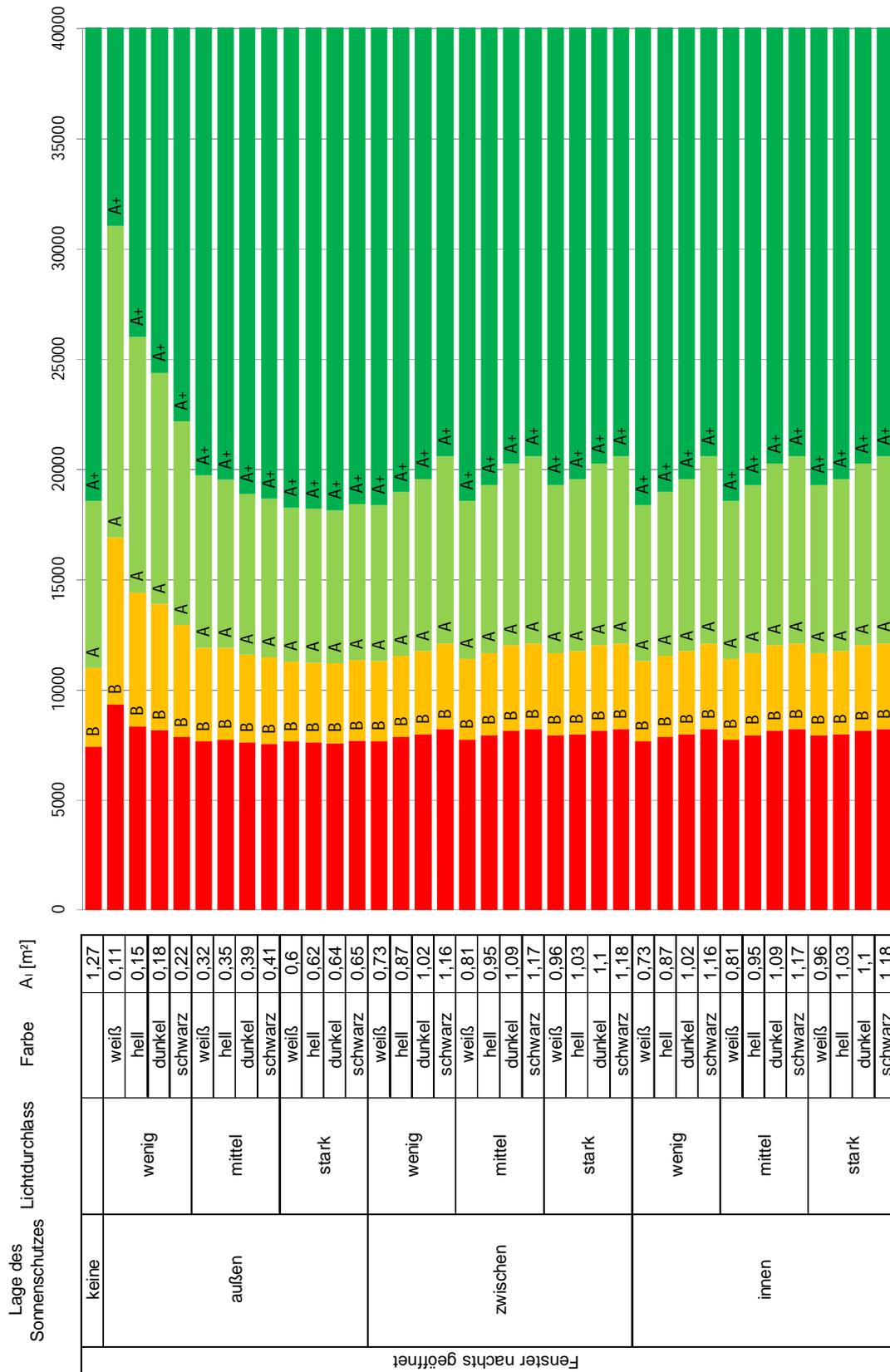
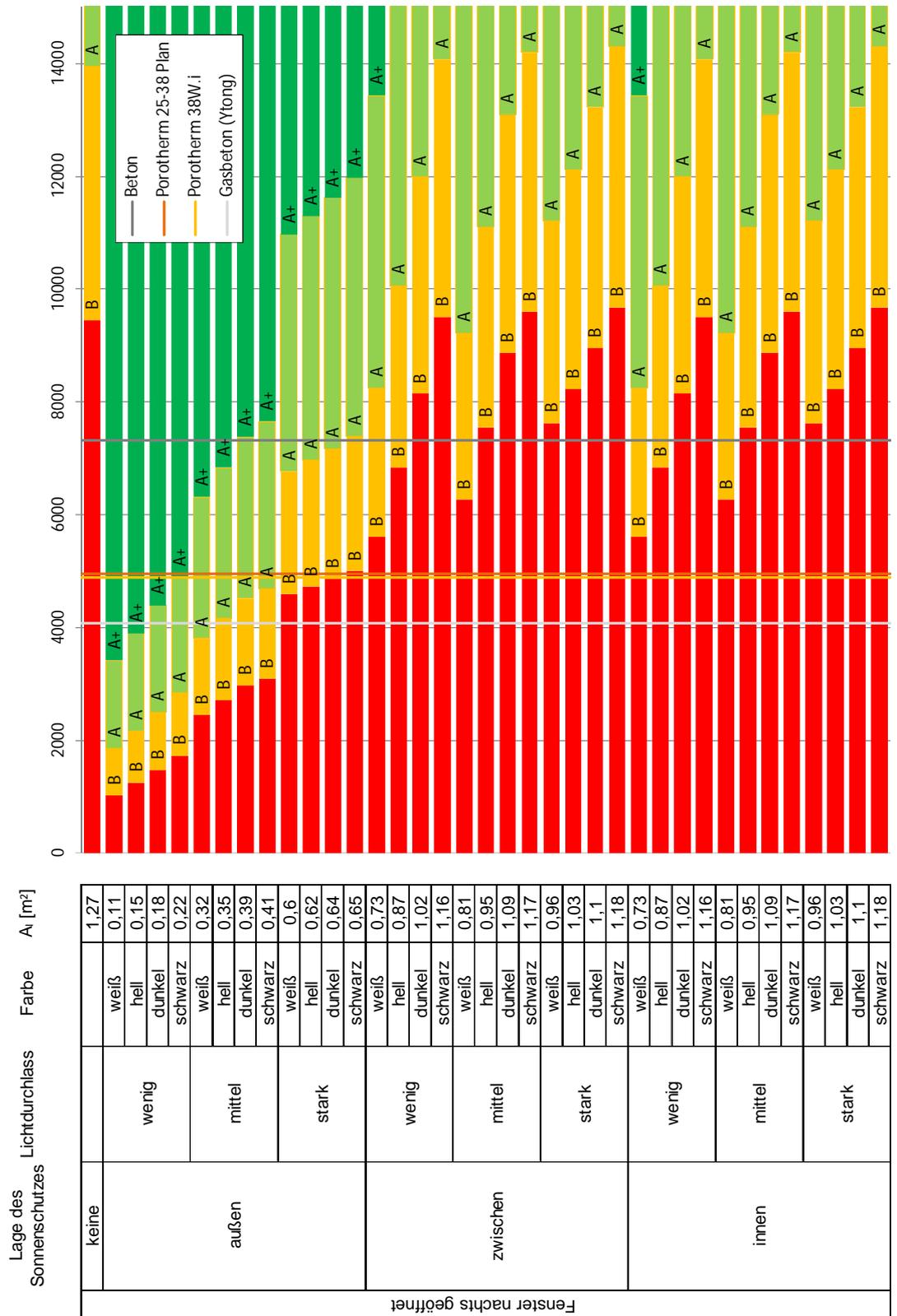


Abb. 22: Zimmer 1 - Grundriss

Tab. 30: Zimmer 1 - Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



Tab. 31: Zimmer 1 - Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



Zimmer 5

EG, Top 5

Grundfläche: 32,06m²

Orientierung nach Süden und nach Osten

Gesamtenergiedurchlassgrad: $g = 0,60$

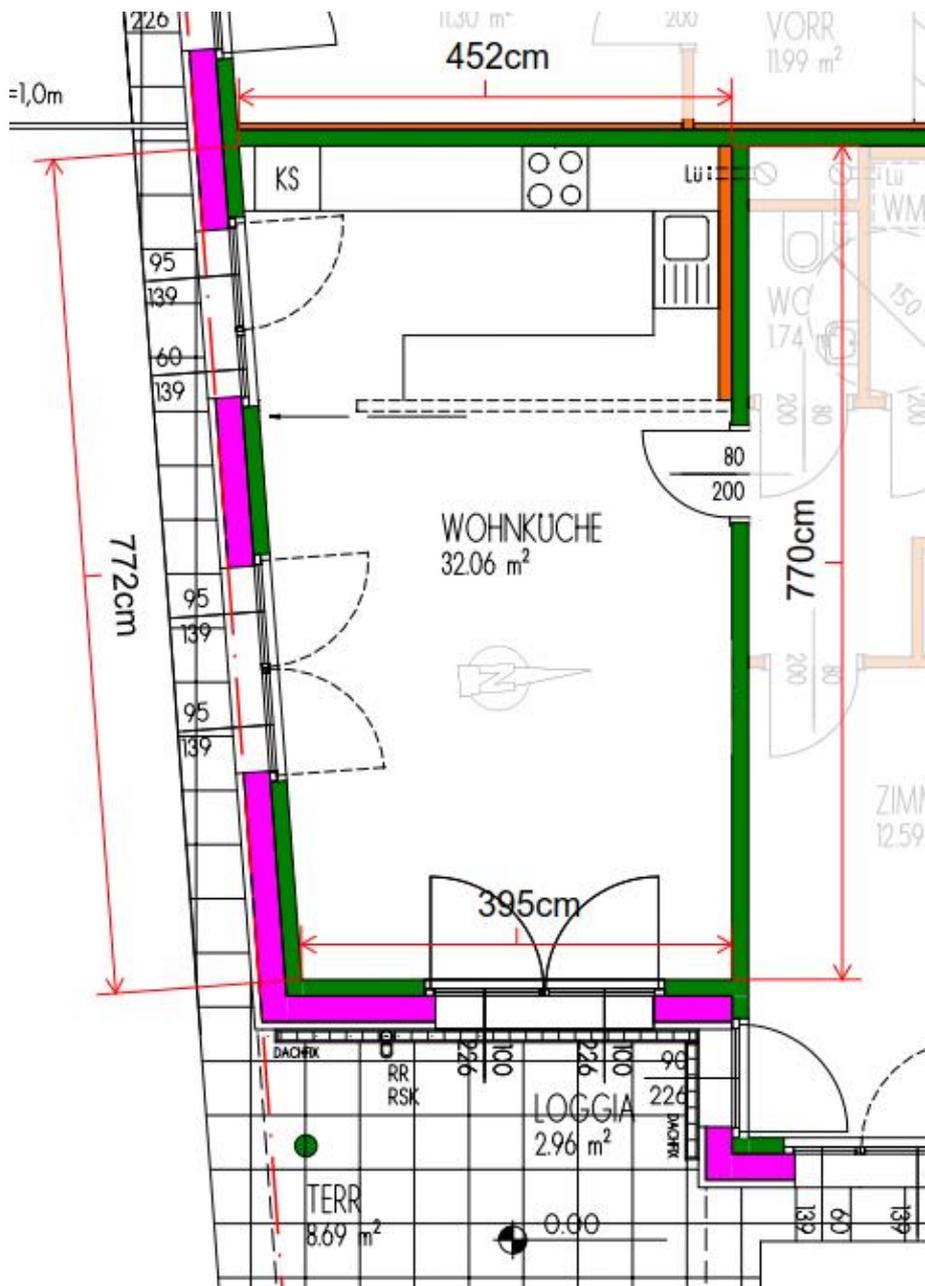
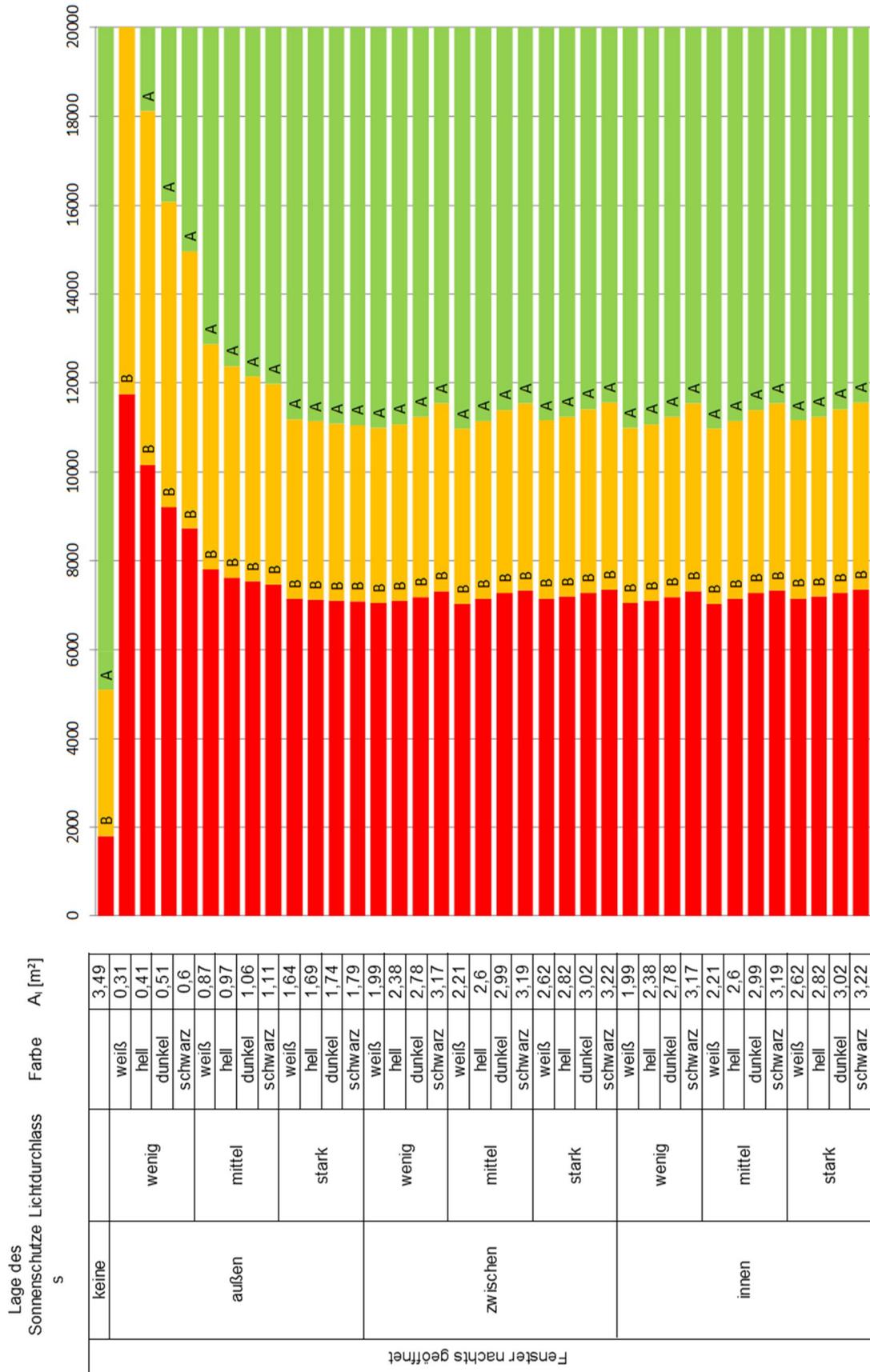
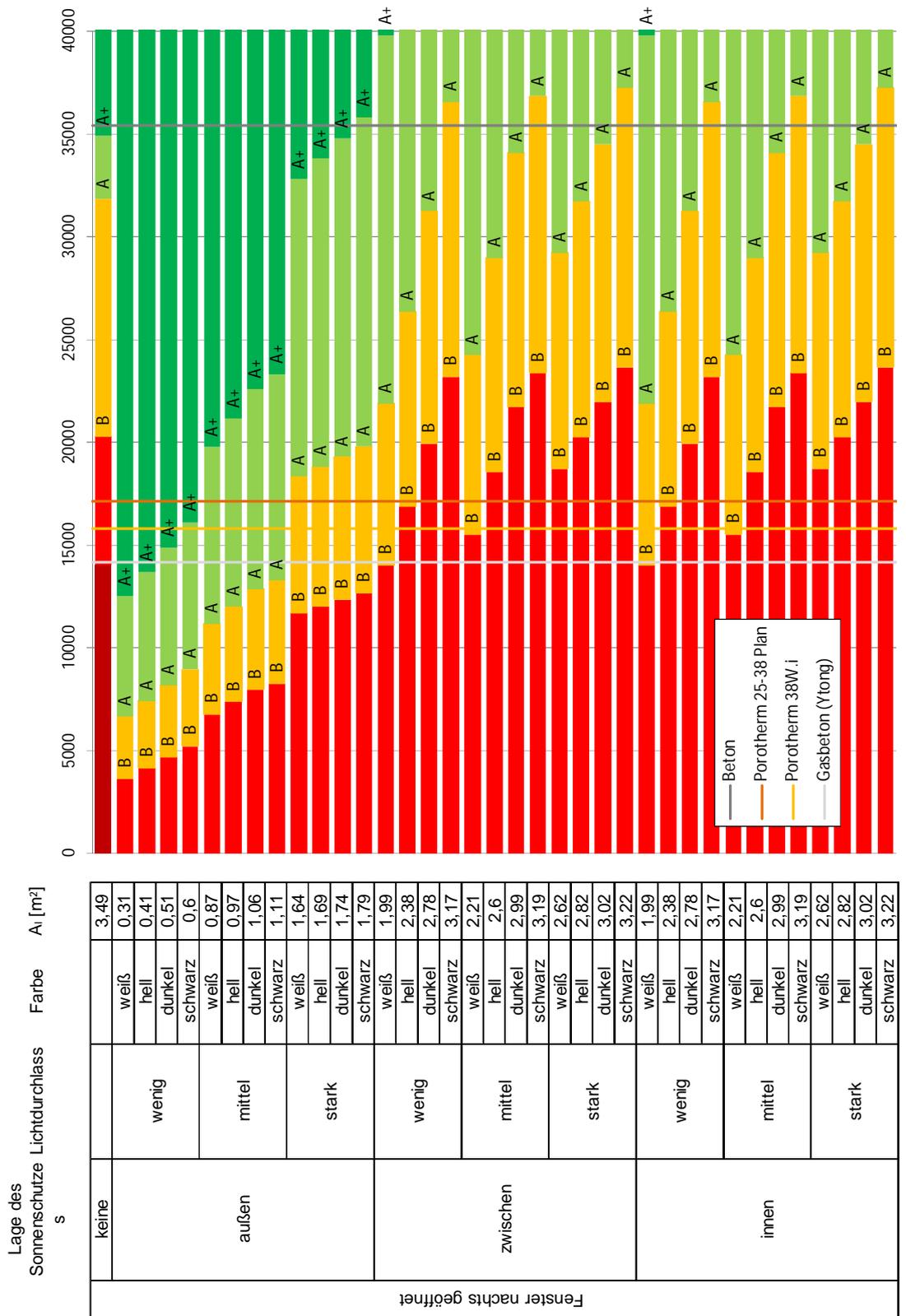


Abb. 23: Zimmer 5 - Grundriss

Tab. 32: Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



Tab. 33: Zimmer 5 - Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



Zimmer 7

EG, Top 7

Grundfläche: 10,50m²

Orientierung nach Osten

Gesamtenergiedurchlassgrad: $g = 0,60$

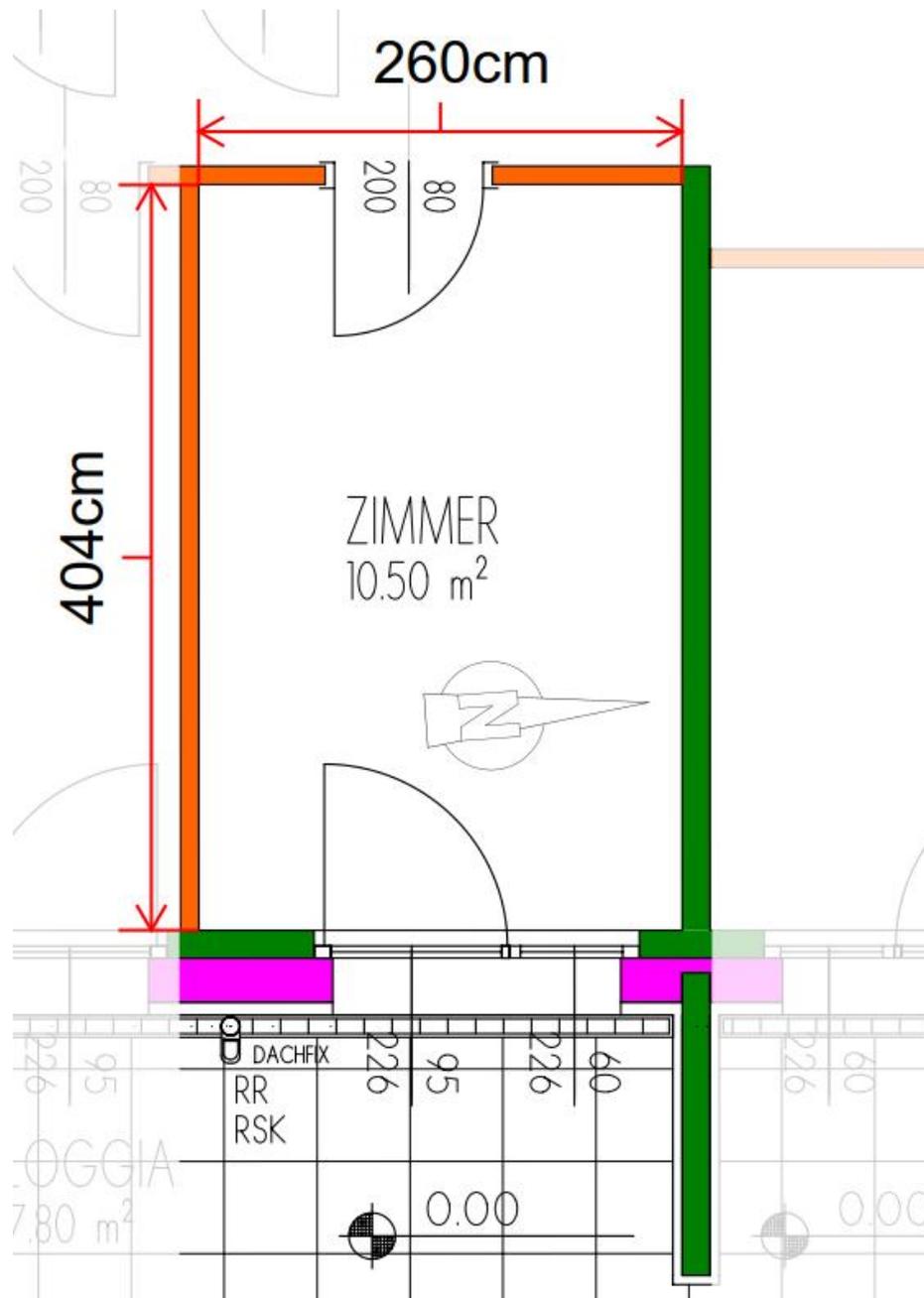
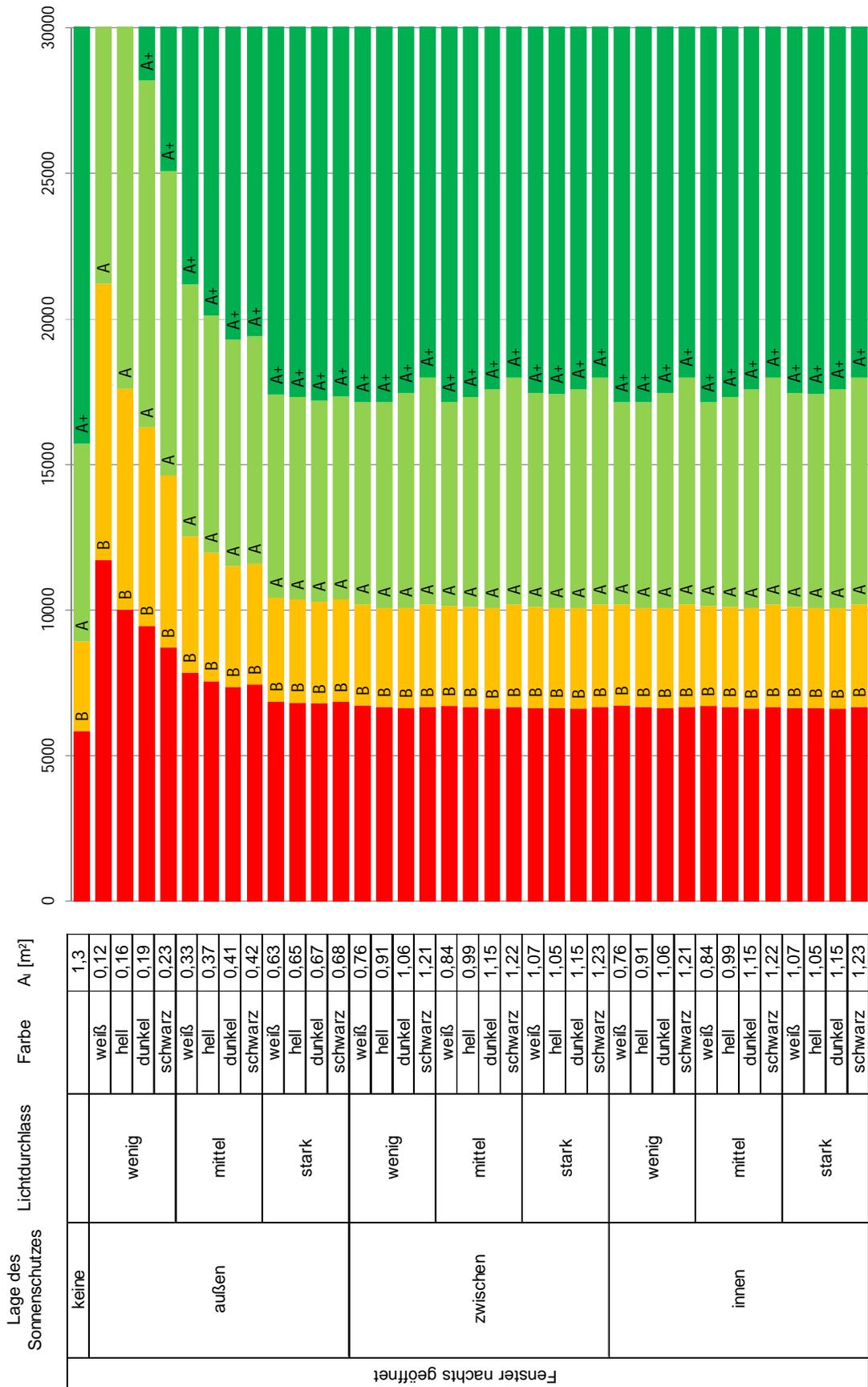
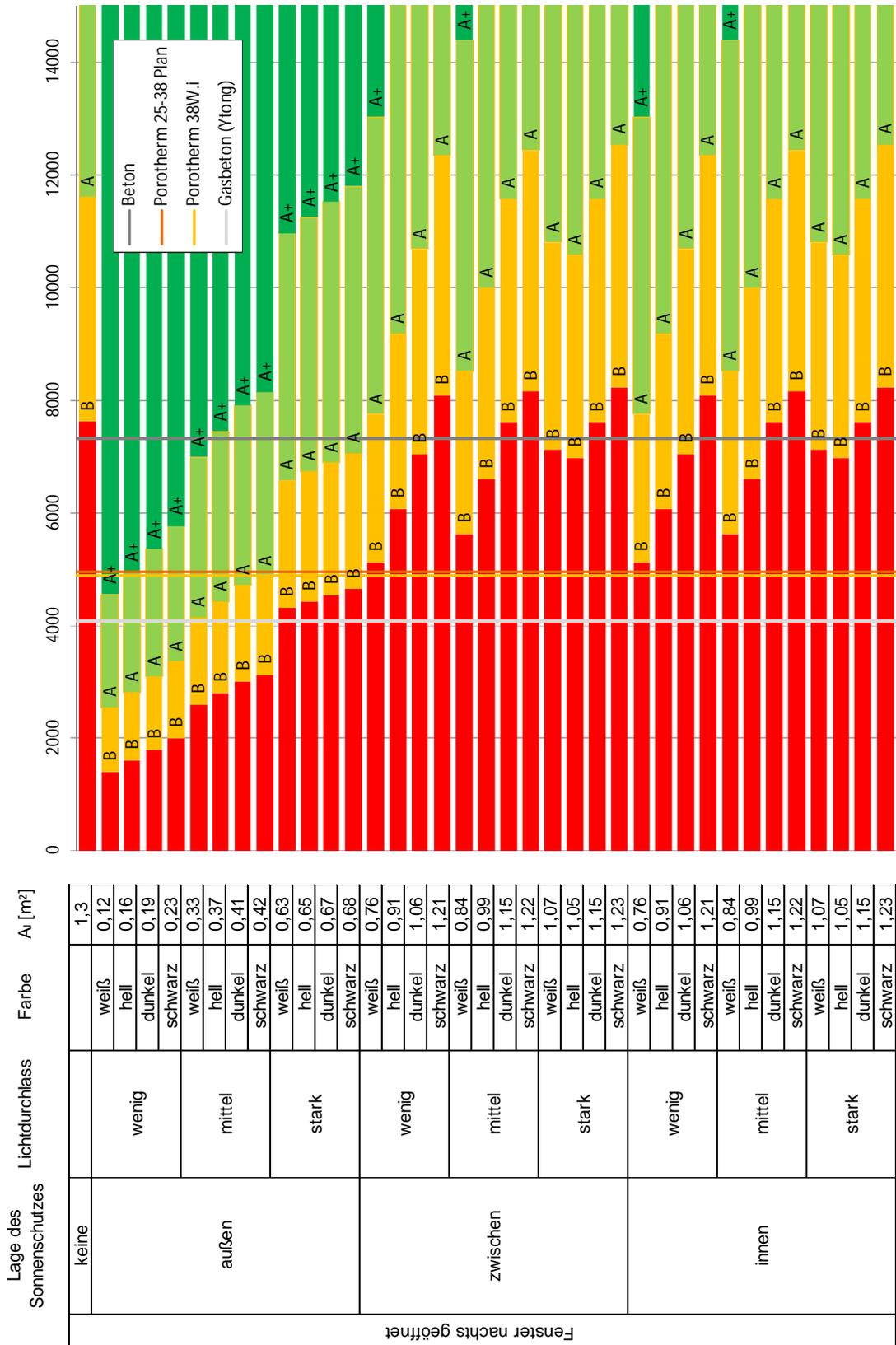


Abb. 24: Zimmer 7 - Grundriss

Tab. 34: Zimmer 7 - Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



Tab. 35: Zimmer 7 - Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



Zimmer 10

EG, Top 10

Grundfläche: 10,81m²

Orientierung nach Norden

Gesamtenergiedurchlassgrad: $g = 0,60$

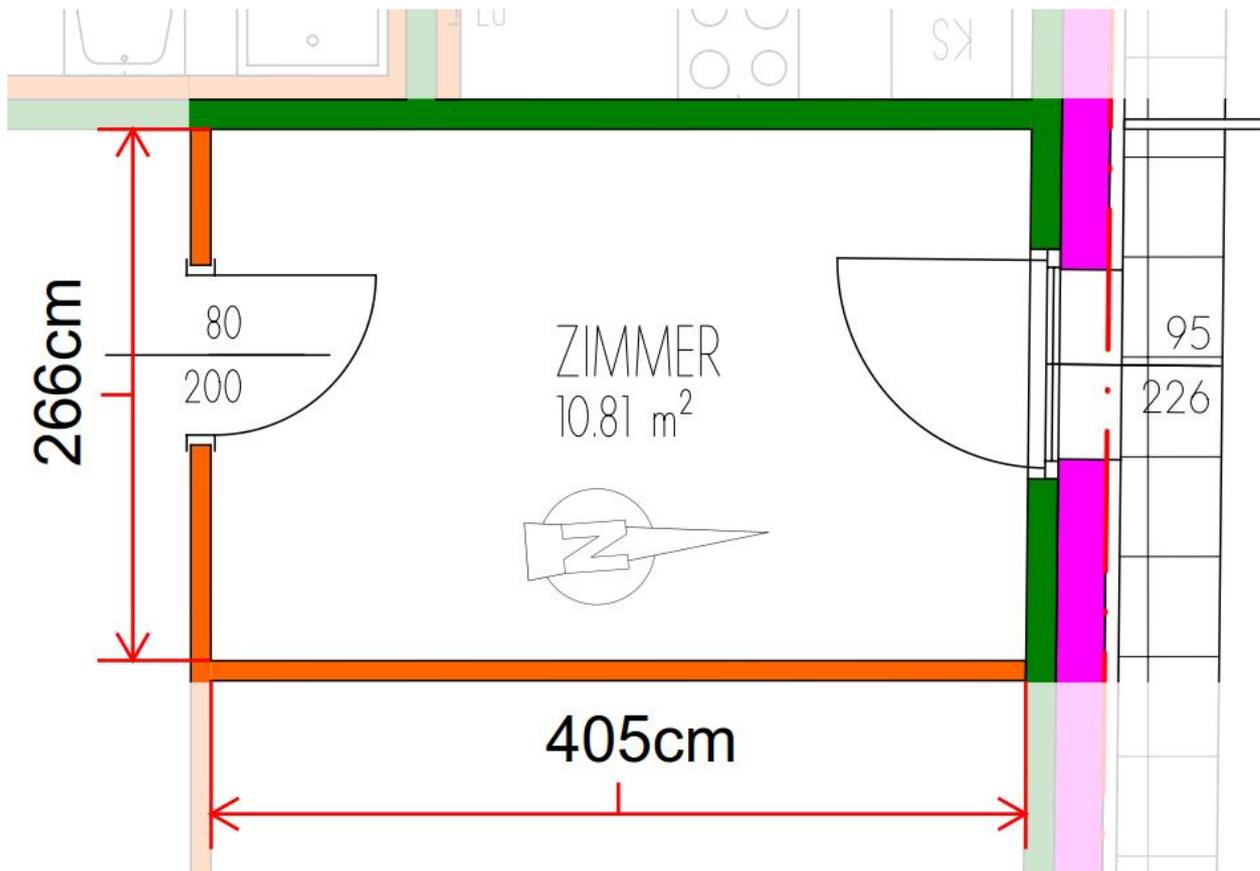
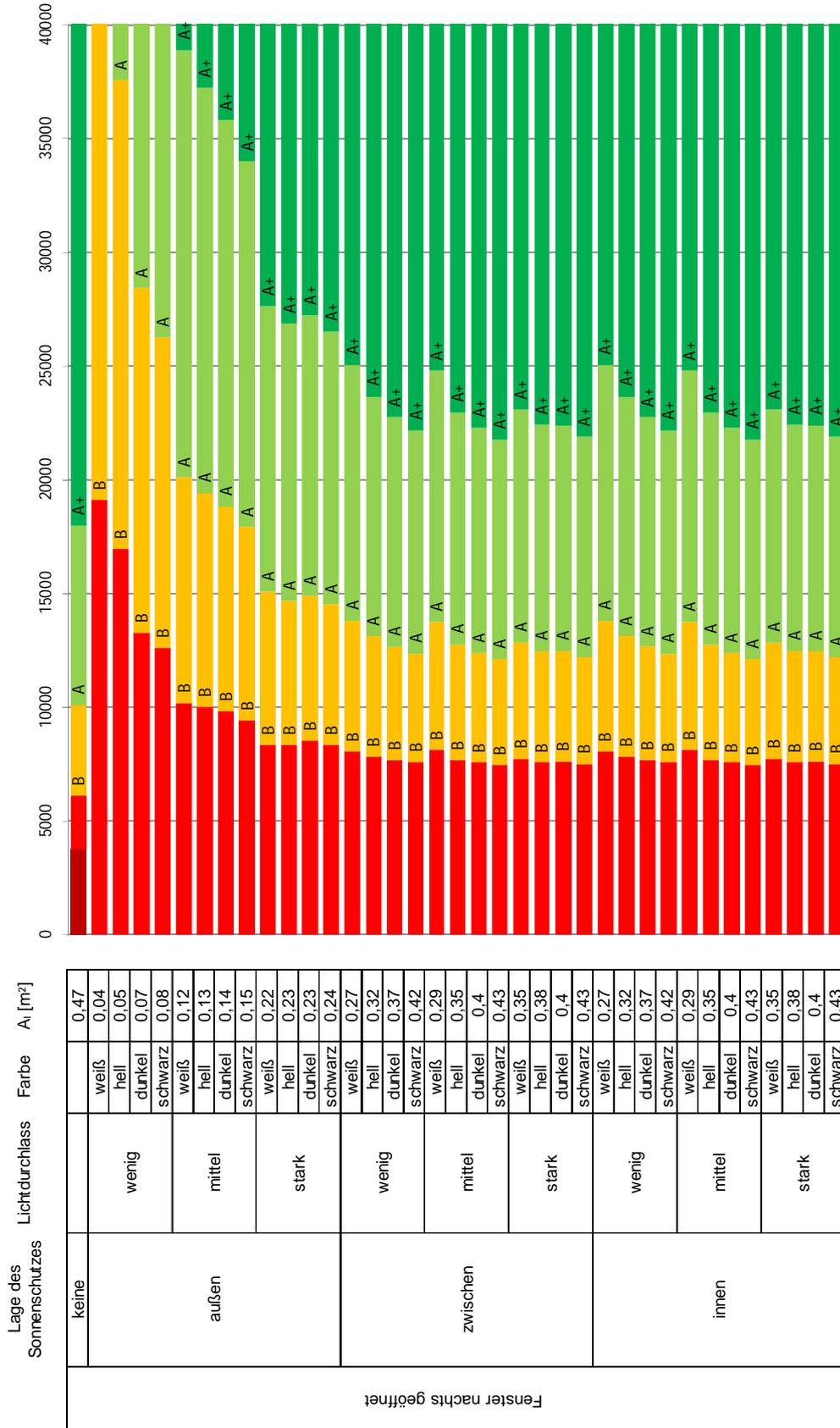
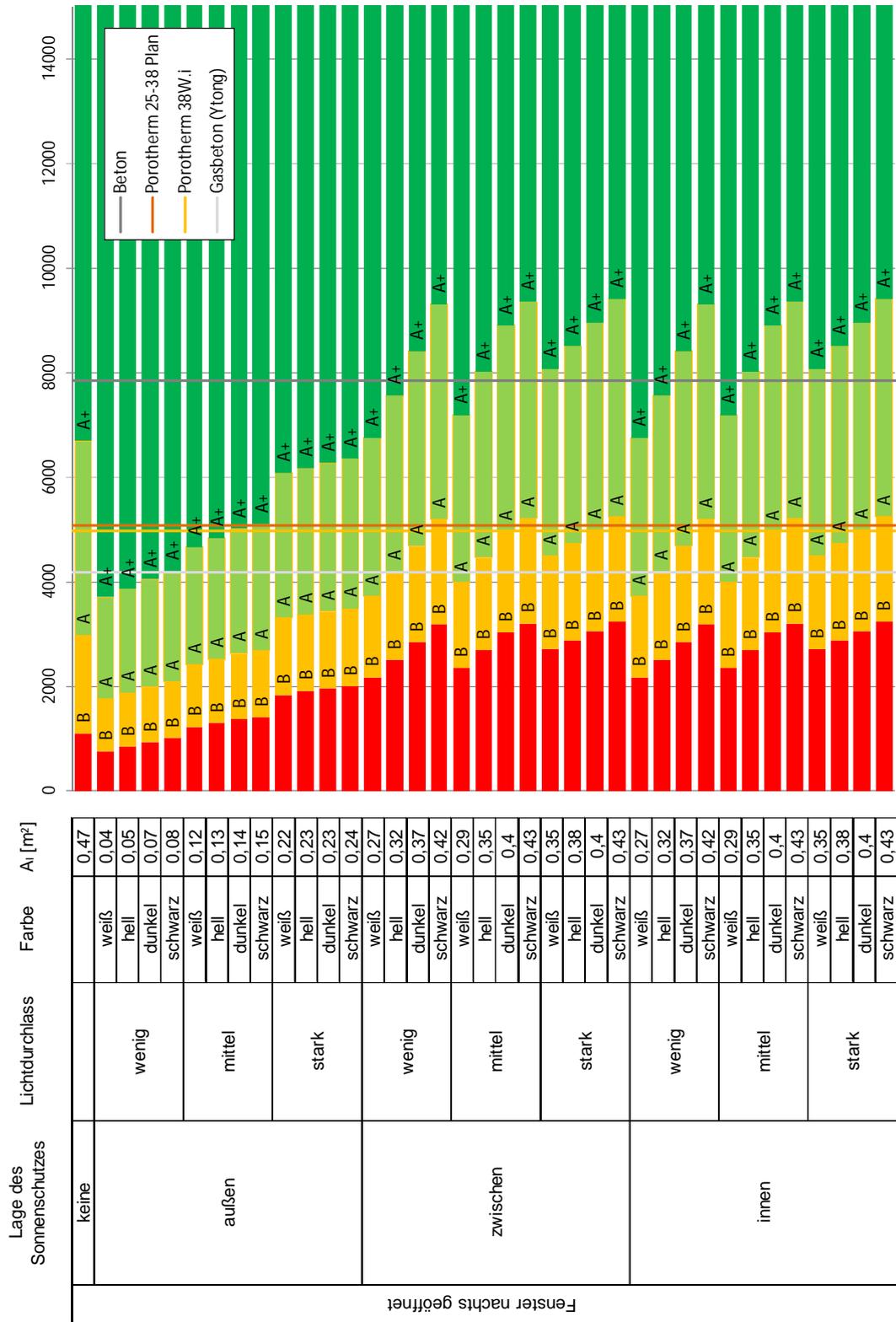


Abb. 25: Zimmer 10 - Grundriss

Tab. 36: Zimmer 10 - Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



Tab. 37: Zimmer 10 - Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung



4.4 Kostenvergleich

4.4.1 Kostenermittlung MFH

Der Kostenvergleich des Mehrfamilienhauses wurde auch für die sechs unterschiedlichen Außenwandkonstruktionen mit Berücksichtigung der zusätzlich nötigen Dämmung, mit dem Programm Microsoft Excel auf Basis der 19. Ausgabe des Leistungsbuches Hochbau (LB-H) erstellt (siehe auch Punkt Kostenvergleich). Herausgeber vom LB-Hochbau ist das Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ).

Konstruktion 1: Stahlbetonwand d=18cm + 16cm EPS

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
07	Beton- und Stahlbetonarbeiten					
07 02 01	Wände aus Beton b.3,2m					
07 02 01 E	Beton Wand b. 20cm C25/30 b.3,2m	1	m²	6,26	15,74	
07 02 01 S	Beton Wand Schalung b. 3,2m	2	m²	52,66	11,98	
07 02 01 W	Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m	10	kg	0,59	1,01	
				59,51	28,73	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				64,87 €	29,53 €	94,40 €
44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)					
440201	WDVS mit Dämmplatten aus EPS					
440201H	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD16cm	1	m²	23,46	21,3	
4414	Mechanische Befestigung (Dübel)					
441401	Zusätzliche mechanische Befestigung für das WDVS					
44 14 01 H	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD16cm	1	m²	4,7	7,66	
44 20	Oberputze für WDVS					
44 20 01	Endbeschichtung des WDVS mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
44 20 01 A	WDVS Dünnp.kunsth.Rillenstruktur 2mm	1	m²	7,82	6,6	
44 20 20 A	WDVS Farbe kunsth.Standard	1	m²	1,96	1,68	
				37,94	37,24	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				41,35 €	38,28 €	79,64 €
Konstruktion 1 - Gesamt:						174,04 €

Konstruktion 2: Porotherm 25-38 Plan + 12cm EPS

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 02	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 02 03 C	25cm HLZ-Plan-Mwk.b.3,2m	1	m²	32,26	25,3	
				38,98	32,45	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				42,49 €	33,36 €	75,85 €
44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)					
44 02 01	WDVS mit Dämmplatten aus EPS					
44 02 01 F	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD12cm	1	m²	23,46	18,15	
44 14	Mechanische Befestigung (Dübel)					
44 14 01	Zusätzliche mechanische Befestigung für das WDVS					
44 14 01 F	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD12cm	1	m²	4,70	4,91	
44 20	Oberputze für WDVS					
44 20 01	Endbeschichtung des WDVS mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
44 20 01 A	WDVS Dünnp.kunsth.Rillenstruktur 2mm	1	m²	7,82	6,6	
44 20 20 A	WDVS Farbe kunsth.Standard	1	m²	1,96	1,68	
				37,94	31,34	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				41,35 €	32,22 €	73,57 €
Konstruktion 2 - Gesamt:						149,42 €

Konstruktion 3: Porotherm 25-38 W.i Objekt Plan + 5cm EPS

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 02	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 02 03 E	38cm HLZ-Plan-Mwk.b.3,2m	1	m²	32,26	42,14	
				38,98	49,29	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				42,49 €	50,67 €	93,16 €
44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)					
44 02 01	WDVS mit Dämmplatten aus EPS					
44 02 01 A	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD5cm	1	m²	23,46	16,58	
44 14	Mechanische Befestigung (Dübel)					
44 14 01	Zusätzliche mechanische Befestigung für das WDVS					
44 14 01 A	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD5cm	1	m²	4,7	3,47	
44 20	Oberputze für WDVS					
44 20 01	Endbeschichtung des WDVS mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
44 20 01 A	WDVS Dünnp.kunsth.Rillenstruktur 2mm	1	m²	7,82	6,6	
44 20 20 A	WDVS Farbe kunsth.Standard	1	m²	1,96	1,68	
				37,94	28,33	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				41,35 €	29,12 €	70,48 €
Konstruktion 3 - Gesamt:						163,64 €

Konstruktion 4: Porotherm 38 W.i Objekt Plan

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 02	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 02 03 S	38cm HLZ-W.i-Plan-Mwk.b.3,2m	1	m²	47,91	67,29	
				54,63	74,44	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				59,55 €	76,52 €	136,07 €
10 03	Außenputz AP/Fassaden					
10 03 03 A	Kalkzement UP-AP m.PGV+Spachtelung+TGG	1	m²	21,19 €	10,53 €	
10 03 11	Endbeschichtung mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
10 03 11 A	Dünnputz kunsth.Rillenstruktur GK2mm	1	m²	7,08 €	6,85 €	
10 03 21	Endbeschichtung in Standardfarben					
10 03 21 A	Endbeschichtung m.Kunstharzfarbe	1	m²	1,56 €	1,79 €	
				29,83 €	19,17 €	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				32,51 €	19,71 €	52,22 €
Konstruktion 4 - Gesamt:						188,29 €

Konstruktion 5: Porotherm 50 W.i Objekt Plan

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 02	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 02 03 S	50cm HLZ-W.i-Plan-Mwk.b.3,2m	1	m²	62,9	67,29	
				69,62	74,44	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				75,89 €	76,52 €	152,41 €
10 03	Außenputz AP/Fassaden					
10 03 03 A	Kalkzement UP-AP m.PGV+Spachtelung+TGG	1	m²	21,19 €	10,53 €	
10 03 11	Endbeschichtung mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
10 03 11 A	Dünnputz kunsth.Rillenstruktur GK2mm	1	m²	7,08 €	6,85 €	
10 03 21	Endbeschichtung in Standardfarben					
10 03 21 A	Endbeschichtung m.Kunstharzfarbe	1	m²	1,56 €	1,79 €	
				29,83 €	19,17 €	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				32,51 €	19,71 €	52,22 €
Konstruktion 5 - Gesamt:						204,63 €

Konstruktion 6: Ytong Verbundstein PV 4-0,6 25cm + 12cm EPS

Positionsnummer	Positionstext	Menge	EH	Lohn	Sonstiges	Positionspreis
10 01	Innenputz IP auf Wänden W					
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m	1	m²	6,72	7,15	
08 04	Mauerwerk aus Porenbeton					
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände					
08 04 01 B	25cm Porenbet. Verb. ST Mwk 2,5N b.3,2m	1	m²	21,51	64,02	
				28,23	71,17	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				30,77 €	73,16 €	103,93 €
44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)					
44 02 01	WDVS mit Dämmplatten aus EPS					
44 02 01 F	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD12cm	1	m²	23,46	18,15	
44 14	Mechanische Befestigung (Dübel)					
44 14 01	Zusätzliche mechanische Befestigung für das WDVS					
44 14 01 F	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD12cm	1	m²	4,70	4,91	
44 20	Oberputze für WDVS					
44 20 01	Endbeschichtung des WDVS mit kunstharzgebundenem Dünnputz					
44 20 01 A	WDVS Dünnp.kunsth.Rillenstruktur 2mm	1	m²	7,82	6,6	
44 20 20 A	WDVS Farbe kunsth.Standard	1	m²	1,96	1,68	
				37,94	31,34	
	BKI Lohn 05.2012 - 06.2016:			1,09		
	BKI Materialkosten 03.2012 - 06.2016:				1,028	
				41,35 €	32,22 €	73,57 €
Konstruktion 6 - Gesamt:						177,51 €

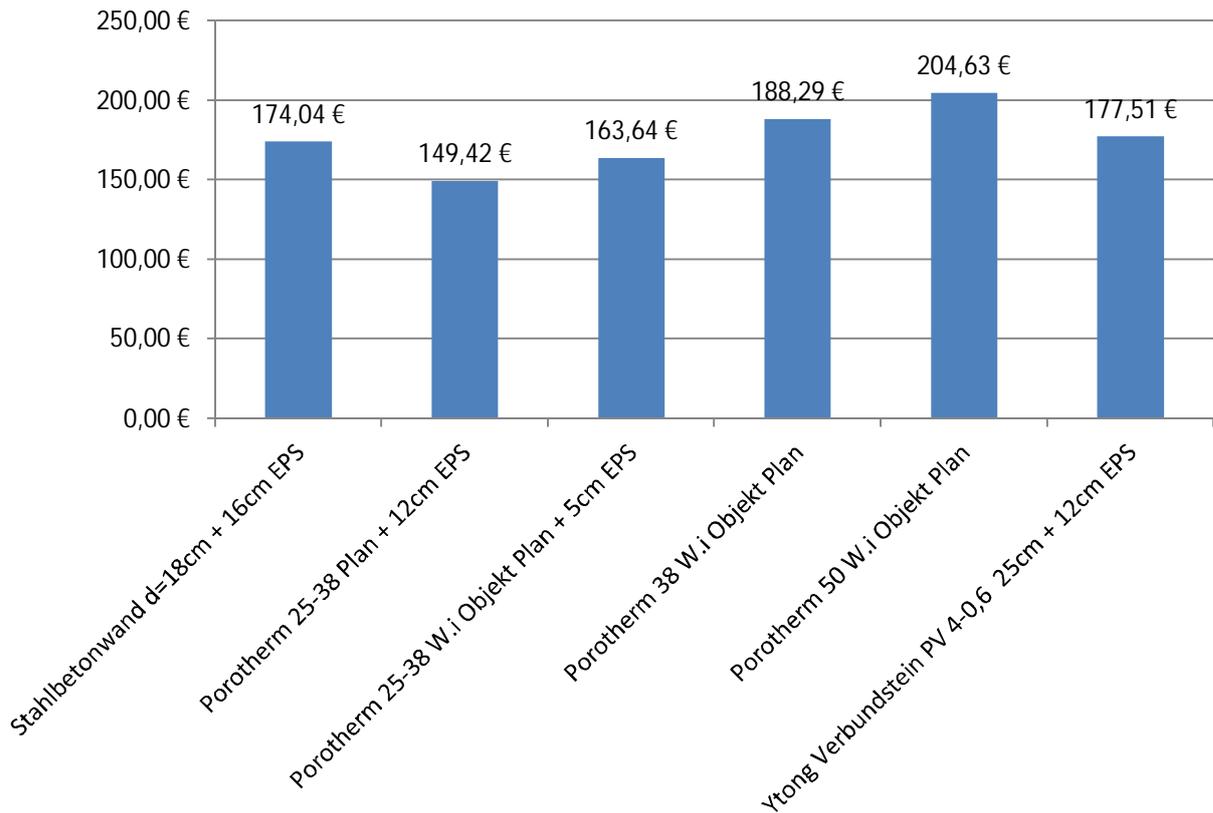


Abb. 26: Direkter Kostenvergleich der Wandkonstruktionen pro m² für das Mehrfamilienhaus, die die Wärmeschutzanforderung nach [OIB RL6 2015] für das Jahr 2016 gemäß [OIB RL6 NAT] erfüllen

Die kurze Erläuterung zum Kostenvergleich findet sich abschließend in der Zusammenfassung.

Die Dicken der einzelnen Konstruktionen sollten beim einem vorausschauenden Kostenvergleich auch im Mehrfamilienbereich eine wichtige Rolle zugesprochen bekommen und auch da berücksichtigt, dass jeder eingesparte cm in einem ungefähren Gewinn von 30-40€/lfm (Stand 2016, Wien) resultiert.

5 Zusammenfassung

Obwohl ein alter Spruch sagt „Es ergibt nur Sinn ein Objekt in Ziegelbauweise zu errichten, wenn es auch als Ziegelbau geplant wurde“ wurden im Zuge dieser Arbeit möglichst viele Faktoren berücksichtigt, um die verschiedenen Konstruktionen zu bewerten und miteinander vergleichen zu können.

Simulationen:

Die Stahlbetonkonstruktion stach bei den Untersuchungen zur sommerlichen Überwärmung wie erwartet positiv heraus, die restlichen Materialien wiesen allesamt eine ungefähr 6-7fach geringere speicherwirksame Masse auf. Dies kann sich, abhängig von der Fensterfläche, stark in den somit reduzierten Kosten für den Sonnenschutz bei dieser Bauweise mit Stahlbeton niederschlagen. Weiters wurde bei den Simulationen zum Schallschutz klar, dass bei den gewählten einschaligen Bauteilen deren Masse effektiv am ausschlaggebendsten für deren Schalldämmwirkung ausfällt und die Stahlbetonkonstruktion hier ein um bis zu 12dB besseres Schalldämmmaß und damit einen größeren Spielraum für eine mögliche Vergrößerung der Fensterfläche bietet.

Bei der Berücksichtigung der Wandstärken stellte sich der POROTHERM 38 W.i Objekt Plan als sehr vorteilhaft heraus, da er bis in das Jahr 2020 hinaus trotz einer relativ geringen Dicke die Anforderungen an den HWB erfüllen würde und somit Nutzfläche gespart werden könnte. Jedoch muss bei diesem dann beim Errichten von hohen Gebäuden unbedingt noch die statische Tragfähigkeit berücksichtigt werden, was nicht Teil dieser Arbeit war.

Ausblick bis 2020:

Es wurde klar, dass ein Ziegel mit integrierter Wärmedämmung aus ökonomischer Sicht erst besonders interessant sein würde, wenn keine zusätzliche Dämmung erforderlich ist. Obwohl die Konstruktion mit dem POROTHERM 25-38 W.i Objekt Plan ohne Zusatzdämmung die bauphysikalische Anforderung bezüglich des Heizwärmebedarfs ab 2014 nicht mehr erfüllt, würde eine zusätzliche Dämmschicht aufgrund der relativ geringen Wandstärke keine übermäßige ökonomische Verschlechterung darstellen. Denn im Vergleich würde die Stahlbetonwand für eine Erfüllung der Anforderungen an den HWB zu 2020 18cm Dämmung im Falle des EFH und 22cm bei untersuchtem MFH benötigen. Dahingegen benötigt der Porenbeton nur ungefähr dieselben Dämmstärken wie der POROTHERM 25-38 Plan.

Bei den Untersuchungen zum Wärmeschutz stellte sich heraus, dass bei gegebenen EFH die Ziegelwandkonstruktionen mit POROTHERM 38 W.i Objekt Plan und POROTHERM 50 W.i Objekt Plan die Anforderungen an den Heizwärmebedarf bis in das Jahr 2020 ohne eine zusätzlich angebrachte Dämmschicht erfüllen würden bzw. beim MFH einzig die Wand des POROTHERM 50W.i Objekt Plan dies erreichen könnte. Vor allem der Einsatz des POROTHERM 38 W.i Plan sollte, bei einem EFH, in Betracht gezogen werden sowie die möglichen Ersparnisse durch seine im Vergleich geringe Wandstärke und dem nicht benötigten zusätzlichen Auftragen einer Dämmung geschätzt werden.

Kostenermittlung:

Im direkten Kostenvergleich der Konstruktionen der, inklusive der für das Jahr 2016 (HWB Anforderung 2016) eventuell geforderten zusätzlichen Dämmung, durchgeführt wurde, schneidet der POROTHERM 25-38 Plan mit einer zusätzlichen EPS Dämmung von 10cm mit 147,03€/m² am preiswertesten ab.

Der Preis für den POROTHERM 25-38 W.i Objekt Plan mit 5cm EPS beträgt 163,64€/m², die Stahlbetonkonstruktion mit 14cm EPS beläuft sich auf 171,16€/m² und der Ytong Verbundstein PV 4-0,6 mit 10cm EPS auf 175,12€/m². Die beiden High-End Ziegelsysteme, der POROTHERM 38 W.i Objekt Plan bzw. der POROTHERM 50 W.i Objekt Plan weisen schließlich den höchsten Preis mit 188,29€/m² bzw. 204,63€/m² auf.

6 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Strahlungsbilanz und Gesamtenergiedurchlassgrad einer Beispielverglasung [KAI13].....	11
Abb. 2: Strahlungsbilanz und Gesamtenergiedurchlassgrad einer Beispielverglasung bei aktiviertem Sonnenschutz [KAI13].....	13
Abb. 3: Abweichung der Außenlufttemperatur vom Tagesmittelwert nach ÖNORM B 8110-3.....	15
Abb. 4: Definition von A und H für verschieden geöffnete und gekippte Fenster.....	17
Abb. 5: Festlegung der Orientierung bzw. Neigung der nach außen weisenden Flächennormalen nach ÖNORM B 8110-3.....	26
Abb. 6: Grundriss Erdgeschoss.....	35
Abb. 7: Grundriss Obergeschoss.....	36
Abb. 8: Querschnitt.....	36
Abb. 9: Ansicht Süd.....	37
Abb. 10: Ansicht Ost.....	37
Abb. 11: Schalldämmmaß der einzelnen Konstruktionen.....	41
Abb. 12: Speicherwirksame Massen der untersuchten Wandkonstruktionen.....	43
Abb. 13: für den Nachweis der sommerlichen Überwärmung relevantes Zimmer.....	44
Abb. 14: Direkter Kostenvergleich der Wandkonstruktionen pro m ² für das Einfamilienhaus, die die Wärmeschutzanforderung nach [OIB RL6 2015] für das Jahr 2016 gemäß [OIB RL6 NAT] erfüllen.....	53
Abb. 15: Grundriss Erdgeschoss.....	54
Abb. 16: Querschnitt.....	55
Abb. 17: Ansicht Süd.....	55
Abb. 18: Ansicht Nord.....	55
Abb. 19: Schalldämmmaß der einzelnen Konstruktionen.....	59
Abb. 20: für den Nachweis der sommerlichen Überwärmung relevante Zimmer.....	61
Abb. 21: Speicherwirksame Massen der untersuchten Wandkonstruktionen.....	61
Abb. 22: Zimmer 1 - Grundriss.....	64
Abb. 23: Zimmer 5 - Grundriss.....	67
Abb. 24: Zimmer 7 - Grundriss.....	70
Abb. 25: Zimmer 10 - Grundriss.....	73
Abb. 26: Direkter Kostenvergleich der Wandkonstruktionen pro m ² für das Mehrfamilienhaus, die die Wärmeschutzanforderung nach [OIB RL6 2015] für das Jahr 2016 gemäß [OIB RL6 NAT] erfüllen.....	80

7 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile [OIB RL6 2015]	7
Tab. 2: Wohnbau - Anforderung an Energiekennzahlen bei Neubau und größerer Renovierung [OIB RL6 2015]	8
Tab. 3: Wohnbau - Anforderung an Energiekennzahlen bei Neubau [OIB RL6 NAT] ..	8
Tab. 4: Richtwerte für optische und thermische Eigenschaften von Glas nach ÖNORM B8110-3, Anhang D	12
Tab. 5: Anzunehmende innere Lasten – Wohnung, Gästezimmer in Pensionen und Hotels nach ÖNORM B 8110-3	15
Tab. 6: Typische Kenngrößen für Sonnenschutzvorrichtungen nach ÖNORM B 8110-3	18
Tab. 7: Richtwerte für Sonnenschutzvorrichtungen nach ÖNORM B 8110-3	18
Tab. 8: Richtwerte für Sonnenschutzvorrichtungen nach ÖNORM B 8110-3 (fortgesetzt)	19
Tab. 9: Mindest erforderliche immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse in Abhängigkeit vom immissionsflächenbezogenen stündlichen Luftvolumenstrom nach ÖNORM B 8110-3	21
Tab. 10: Verschattungsfaktoren für Horizontüberhöhung F_h für verschiedene Horizontwinkel und Flächenneigungen nach ÖNORM B 8110-6	23
Tab. 11: Verschattungsfaktoren für horizontale Überstände F_o bei verschiedenen Flächenneigungen nach ÖNORM B 8110-6	24
Tab. 12 Verschattungsfaktoren für vertikale Überstände F_f bei verschiedenen Flächenneigungen nach ÖNORM B 8110-6	25
Tab. 13: Faktoren zur Berücksichtigung der Glasflächen-Orientierung und -Neigung nach ÖNORM B 8110-3	26
Tab. 14: Anzunehmende Luftwechselzahl in Räumen und Raumverbänden (z.B. Wohnungen) in Abhängigkeit von der Lage der Lüftungsöffnungen (in ein, zwei oder mehreren Fassaden- bzw. Dachebenen) bei vollständiger Öffnung unter Sommerbedingungen für das vereinfachte Verfahren nach ÖNORM B 8110-3	27
Tab. 15: Planungsrichtwerte für gebietsbezogene Schallimmissionen [ÖNORM 8115-2]	30
Tab. 16: Mindest erforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen [ÖNORM 8115-2]	32
Tab. 17 Klassifizierung des Luftschallschutzes im Gebäudeinneren [ÖNORM B 8115-5]	33
Tab. 18: Anforderung Heizwärmebedarf nach Nationalem Plan [OIB 6_NP]	39
Tab. 19: erforderliche zusätzliche Dämmstärke nach Konstruktion in cm	40
Tab. 20: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{W,F}=34\text{dB}$	42
Tab. 21: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{W,F}=36\text{dB}$	42
Tab. 22: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{W,F}=38\text{dB}$	42

Tab. 23: Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung	46
Tab. 24: Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung.....	47
Tab. 25: Anforderung Heizwärmebedarf nach Nationalem Plan[OIB 6_NP].....	57
Tab. 26: erforderliche zusätzliche Dämmstärke nach Konstruktion in cm	58
Tab. 27: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{W,F}=34\text{dB}$	60
Tab. 28: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{W,F}=36\text{dB}$	60
Tab. 29: Maximaler Fensterflächenanteil bei $R_{W,F}=38\text{dB}$	60
Tab. 30: Zimmer 1 - Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung.....	65
Tab. 31: Zimmer 1 - Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung.....	66
Tab. 32: Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung	68
Tab. 33: Zimmer 5 - Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung.....	69
Tab. 34: Zimmer 7 - Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung.....	71
Tab. 35: Zimmer 7 - Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung.....	72
Tab. 36: Zimmer 10 - Auswirkung der auf die Immissionsfläche bezogene speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung.....	74
Tab. 37: Zimmer 10 - Auswirkung der gesamten speicherwirksame Masse auf die Klasse der sommerlichen Überwärmung.....	75

8 Literaturverweis

- [RIC10] Christof Riccabona, Thomas Bednar: Baukonstruktionslehre 4, MANZ Verlag, 2010
- [FAS03] Wolfgang Fassold, Eva Veres: Schallschutz und Raumakustik in der Praxis. Verlag Bauwesen, 2003.
- [HEI08] Heinz-Martin Fischer, Richard Jenisch, Martin Stohrer u.a.: Lehrbuch der Bauphysik. Vieweg+Teubner, 2008
- [KAI13] Kai Schild, Wolfgang M. Willems: Wärmeschutz Grundlagen-Berechnung-Bewertung. Springer Verlag, 2013
- [CAR01] Carl-Eric Hagentoft: Introduction to Building Physics. Studentlitteratur AB, 2001
- [HUG07] Hugo Hens: Building Physics – Heat, Air and Moisture. Ernst & Sohn, 2007
- [PÖH07] Pöhn, Pech, Bednar, Streicher: Bauphysik. Erweiterung 1: Energieeinsparung und Wärmeschutz. Energieausweis – Gesamtenergieeffizienz. Springer, 2007
- [WBLP17] Wienerberger AG: Preisliste 2017, Link: <http://wienerberger.at/service/download-center> 10.11.2016
- [BK110] Wirtschaftskammer Österreich Baukostenindex: Basis 2010=100, Link: [https://www.wko.at/Content.Node/Interessenvertretung/ZahlenDatenFakten/Baukosten - und Baupreisindex.html](https://www.wko.at/Content.Node/Interessenvertretung/ZahlenDatenFakten/Baukosten_-_und_Baupreisindex.html)
- [EURL 2002/91/EG] Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union: Richtlinie 2002/91/EG
- [OIB RL6 2015] Österreichisches Institut für Bautechnik. OIB-Richtlinie 6. März 2015.
- [OIB LF] Österreichisches Institut für Bautechnik. Leitfaden RL6. März 2015.
- [OIB BGR] Österreichisches Institut für Bautechnik. Begriffsbestimmungen. März 2015.
- [OIB RL6 NAT] Österreichisches Institut für Bautechnik. Nationaler Plan. März 2014.
- [ON B 8110-1: 2011] Wärmeschutz im Hochbau Teil 1: Anforderungen an den Wärmeschutz und Deklaration des Wärmeschutzes von Gebäuden/Gebäudeteilen - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf. 2011-11-01. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Heinestraße 38 1020 Wien
- [ON B 8110-2: 2003] Wärmeschutz im Hochbau Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz. 2003-07-01. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Heinestraße 38 1020 Wien
- [ON B 8110-3: 2012] Wärmeschutz im Hochbau Teil 3: Vermeidung sommerlicher Überwärmung. 2012-03-15. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Heinestraße 38 1020 Wien
- [ON B 8110-5: 2011] Wärmeschutz im Hochbau Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile. 2011-03-01. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Heinestraße 38 1020 Wien

- [ON B 8110-6: 2014] Wärmeschutz im Hochbau Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf. 2014-11-15. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Heinestraße 38 1020 Wien
- [ON B 8115-1: 2011] Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 1: Begriffe und Einheiten. 2011-06-01. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Heinestraße 38 1020 Wien
- [ON B 8115-2: 2006] Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz. 2006-12-01. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Heinestraße 38 1020 Wien
- [ON B 8115-4: 2003] Schallschutz und Raumakustik im Hochbau - Teil 4: Maßnahmen zur Erfüllung der schalltechnischen Anforderungen. 2003-09-01. Österreichisches Normungsinstitut (ON). Heinestraße 38 1020 Wien
- [ON EN 13786: 2007] Wärmetechnisches Verhalten von Bauteilen - Dynamisch-thermische Kenngrößen - Berechnungsverfahren (ISO 13786:2007)
- [PB TGM VA AB 12157] Prüfbericht über die Luftschalldämmung bzw. der Verbesserung der Luftschalldämmung einer rd. 25cm dicken Massivwand aus Hochlochziegeln „Wienerberger POROTHERM 25-38 W.i Objekt Plan, Format 25/37,5/24,9cm, mit Steinwolle verfüllt, eine Seite mit Kalk-Gipsmörtel verputzt, zweite Wandseite mit diversen Wärmedämmverbundsystemarten bzw. mit einer Vorsatzschalle versehen. TGM, 20. Juni 2013
- [PB TGM VA AB 12220] Prüfbericht über die Luftschalldämmung einer rd. 38cm dicken Massivwand aus Hochlochziegeln „Wienerberger POROTHERM 38 W.i Plan, Format 38/25/24,9cm, mit Steinwolle verfüllt, eine Seite mit Kalk-Gipsmörtel verputzt, zweite Wandseite mit rd. 2,7cm dickem Kalk-Zementputz „GrundPutz Leicht“, einem mineralischem Armierungsputz sowie mit einem mineralischen Oberputz versehen. TGM, 29. Oktober 2013

9 Anhang

9.1 Energieausweis Einfamilienhaus(Ausschnitt)

Energieausweis für Wohngebäude

OiB ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OiB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Diplomarbeit EFH 2016		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	
Nutzungsprofil	Einfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße		Katastralgemeinde	Albern
PLZ/Ort	1230 Wien-Liesing	KG-Nr.	01109
Grundstücksnr.		Seehöhe	158 m

SPEZIFISCHER HEIZWÄRMEBEDARF, PRIMÄRENERGIEBEDARF, KOHLENDIOXIDEMISSIONEN UND GESAMTENERGIEEFFIZIENZ-FAKTOR (STANDORTKLIMA)

	HWB SK	PEB SK	CO2 SK	f GEE
A ++				
A +				
A				A
B	B	B	B	
C				
D				
E				
F				
G				

HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welcher um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrombedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PFB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004–2008.

CO2: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

fGEE: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

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

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „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).

Energieausweis für Wohngebäude

oib ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	221,00 m ²	Klimaregion	N	mittlerer U-Wert	0,328 W/m ² K
Bezugs-Grundfläche	176,80 m ²	Heiztage	215 d	Bauweise	mittelschwere
Brutto-Volumen	552,50 m ³	Heizgradtage	3446 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	479,00 m ²	Norm-Außentemperatur	-12,9 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,87 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	31
charakteristische Länge	1,15 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF **Wohnen**

	Referenzklima	Standortklima	spezifisch	Anforderung	
	spezifisch	zonenbezogen			
HWB	47,28 kWh/m ² a	10.732 kWh/a	48,56 kWh/m ² a	54,40 kWh/m ² a	erfüllt
WWWB		2.823 kWh/a	12,78 kWh/m ² a		
HTEB RH		2.207 kWh/a	9,99 kWh/m ² a		
HTEB WW		2.405 kWh/a	10,88 kWh/m ² a		
HTEB		4.639 kWh/a	20,99 kWh/m ² a		
HEB		18.194 kWh/a	82,33 kWh/m ² a		
HHSB		3.630 kWh/a	16,43 kWh/m ² a		
EEB		21.824 kWh/a	98,75 kWh/m ² a	114,28 kWh/m ² a	erfüllt
PEB		30.836 kWh/a	139,50 kWh/m ² a		
PEB n.ern.		29.117 kWh/a	131,80 kWh/m ² a		
PEB ern.		1.718 kWh/a	7,80 kWh/m ² a		
CO ₂		5.812 kg/a	26,30 kg/m ² a		
f GEE	0,75 -		0,75 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		ErstellerIn	ArchiPHYSIK - www.archiphysik.com
Ausstellungsdatum	27.05.2016	Unterschrift	
Gültigkeitsdatum	26.05.2026		

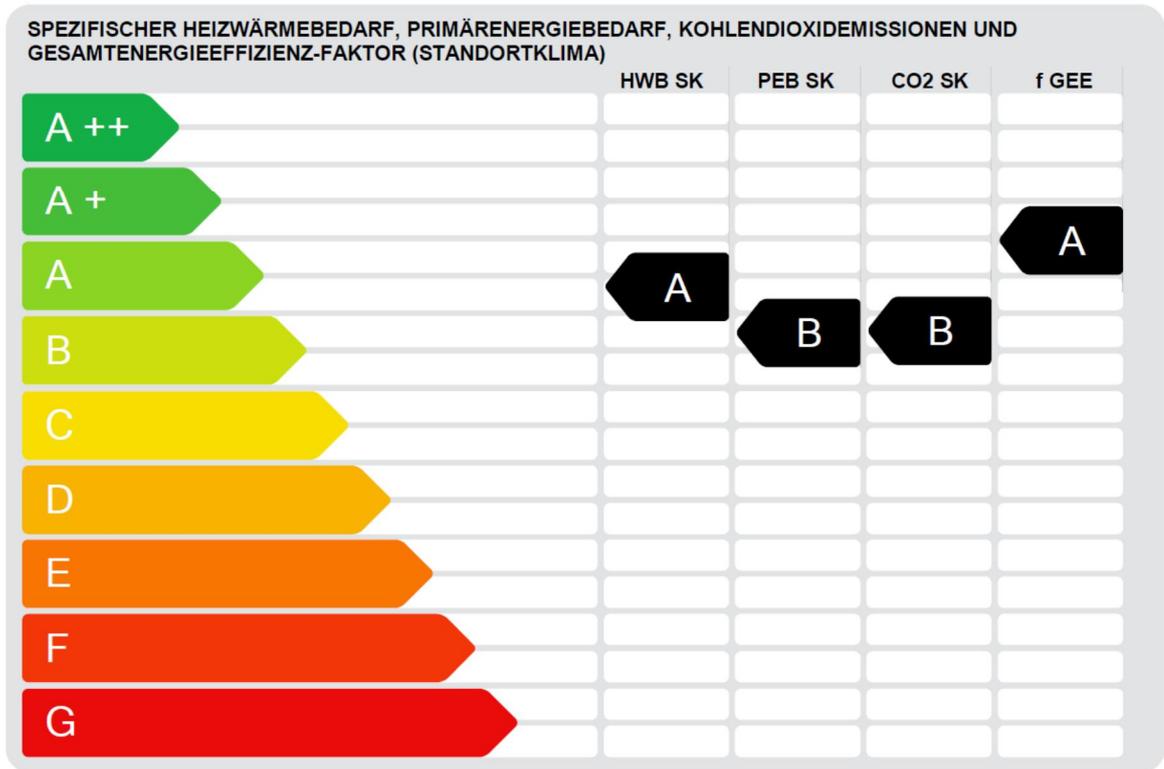
Die Energiekennzahlen dieses Energieausweises dienen ausschließlich der Information. Aufgrund der idealisierten Eingangsparameter können bei tatsächlicher Nutzung erhebliche Abweichungen auftreten. Insbesondere Nutzungseinheiten unterschiedlicher Lage können aus Gründen der Geometrie und der Lage hinsichtlich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

9.2 Energieausweis Mehrfamilienhaus(Ausschnitt)

Energieausweis für Wohngebäude

OiB ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK
OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

BEZEICHNUNG	Wohngebäude Kugelmangasse Allgemein		
Gebäude(-teil)	Wohnen	Baujahr	
Nutzungsprofil	Mehrfamilienhäuser	Letzte Veränderung	
Straße	Kugelmangasse 3	Katastralgemeinde	Erlaa
PLZ/Ort	1230 Wien-Liesing	KG-Nr.	01802
Grundstücksnr.	256/15	Seehöhe	197 m



HWB: Der Heizwärmebedarf beschreibt jene Wärmemenge, welche den Räumen rechnerisch zur Beheizung zugeführt werden muss.

WWWB: Der Warmwasserwärmebedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. einem Liter Wasser je Quadratmeter Brutto-Grundfläche, welcher um ca. 30 °C (also beispielsweise von 8 °C auf 38 °C) erwärmt wird.

HEB: Beim Heizenergiebedarf werden zusätzlich zum Nutzenergiebedarf die Verluste der Haustechnik im Gebäude berücksichtigt. Dazu zählen beispielsweise die Verluste des Heizkessels, der Energiebedarf von Umwälzpumpen etc.

HHSB: Der Haushaltsstrombedarf ist als flächenbezogener Defaultwert festgelegt. Er entspricht ca. dem durchschnittlichen flächenbezogenen Stromverbrauch in einem durchschnittlichen österreichischen Haushalt.

EEB: Beim Endenergiebedarf wird zusätzlich zum Heizenergiebedarf der Haushaltsstrombedarf berücksichtigt. Der Endenergiebedarf entspricht jener Energiemenge, die eingekauft werden muss.

PEB: Der Primärenergiebedarf schließt die gesamte Energie für den Bedarf im Gebäude einschließlich aller Vorketten mit ein. Dieser weist einen erneuerbaren und einen nicht erneuerbaren Anteil auf. Der Ermittlungszeitraum für die Konversionsfaktoren ist 2004–2008.

CO2: Gesamte dem Endenergiebedarf zuzurechnenden Kohlendioxidemissionen, einschließlich jener für Transport und Erzeugung sowie aller Verluste. Zu deren Berechnung wurden übliche Allokationsregeln unterstellt.

fGEE: Der Gesamtenergieeffizienz-Faktor ist der Quotient aus dem Endenergiebedarf und einem Referenz-Endenergiebedarf (Anforderung 2007).

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

Dieser Energieausweis entspricht den Vorgaben der Richtlinie 6 „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).

Energieausweis für Wohngebäude

oib ÖSTERREICHISCHES
INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

OIB-Richtlinie 6
Ausgabe Oktober 2011

GEBÄUDEKENNDATEN

Brutto-Grundfläche	4.173,80 m ²	Klimaregion	N	mittlerer U-Wert	0,219 W/m ² K
Bezugs-Grundfläche	3.339,04 m ²	Heiztage	218 d	Bauweise	schwere
Brutto-Volumen	13.146,15 m ³	Heizgradtage	3488 Kd	Art der Lüftung	Fensterlüftung
Gebäude-Hüllfläche	4.986,30 m ²	Norm-Außentemperatur	-12,3 °C	Sommertauglichkeit	keine Angabe
Kompaktheit (A/V)	0,38 1/m	Soll-Innentemperatur	20 °C	LEK T-Wert	14
charakteristische Länge	2,64 m				

WÄRME- UND ENERGIEBEDARF **Wohnen**

	Referenzklima	Standortklima	spezifisch	Anforderung	
	spezifisch	zonenbezogen			
HWB	21,29 kWh/m ² a	91.746 kWh/a	21,98 kWh/m ² a	34,20 kWh/m ² a	erfüllt
WWWB		53.320 kWh/a	12,78 kWh/m ² a		
HTEB RH		20.482 kWh/a	4,91 kWh/m ² a		
HTEB WW		46.495 kWh/a	11,14 kWh/m ² a		
HTEB		93.230 kWh/a	22,34 kWh/m ² a		
HEB		215.399 kWh/a	51,61 kWh/m ² a		
HHSB		68.555 kWh/a	16,43 kWh/m ² a		
EEB		283.954 kWh/a	68,03 kWh/m ² a	83,30 kWh/m ² a	erfüllt
PEB		436.498 kWh/a	104,60 kWh/m ² a		
PEB n.ern.		402.699 kWh/a	96,50 kWh/m ² a		
PEB ern.		33.798 kWh/a	8,10 kWh/m ² a		
CO ₂		80.029 kg/a	19,20 kg/m ² a		
f GEE	0,71 -		0,71 -		

ERSTELLT

GWR-Zahl		Unterschrift	Edin Drljo
Ausstellungsdatum	28.06.2016		
Gültigkeitsdatum	27.06.2026		

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

9.3 Richtpreisdatei AUER Success gemäß LB-HB19

AUSSCHREIBUNG / ANGEBOT

PROJEKT:	Standardkalk_LB-HB19_LT Richtpreisdatei
BAUHERR:	AUER - Die Bausoftware GmbH
	Oberst-Lepperdinger-Straße 19 5071 Wals-Siezenheim

<i>Positionsnummer</i>	<i>Positionstext</i> <i>Menge EH</i>	<i>Preisanteile</i>	<i>P Z Z V w G K V</i> <i>Positionspreis</i>
07	Beton- und Stahlbetonarbeiten		
07 02	Wände,Balken und Stützen		
07 02 01	Wände aus Beton (Wand). Im Positionstichwort sind die Dicke		
07 02 01 E	Beton Wand b.20cm C20/25 b.3,2m		
	Lohn :	34,76	
	Sonstiges :	87,43	
	1,00 m ³ Einheitspreis :	122,19 EUR	122,19
07 02 01 S	Betonwand Schalung b.3,2m		
	Lohn :	26,33	
	Sonstiges :	5,99	
	1,00 m ² Einheitspreis :	32,32 EUR	32,32
07 02 01 W	Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m		
	Lohn :	0,59	
	Sonstiges :	1,01	
	1,00 kg Einheitspreis :	1,60 EUR	1,60
08 02	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)		
08 02 01	Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ-Mwk.), für tragende Wände		
08 02 03	Mauerwerk aus Hochlochziegeln aus Planziegeln (HLZ-Plan-Mwk.)		
08 02 03 C	25cm HLZ-Plan-Mwk.b.3,2m		
	Lohn :	32,26	
	Sonstiges :	25,30	
	1,00 m ² Einheitspreis :	57,56 EUR	57,56
08 02 03 E	38cm HLZ-Plan-Mwk.b.3,2m		
	Lohn :	47,91	
	Sonstiges :	47,84	
	1,00 m ² Einheitspreis :	95,75 EUR	95,75

Anhang

Positionsnummer	Positionstext Menge EH	Preisanteile	P Z Z V w G K V Positionspreis
08 04	Mauerwerk aus Porenbeton		
08 04 01	Mauerwerk mit Porenbeton-Verbundsteinen (Porenbet. Verb.ST) f		
08 04 01 B	25cm Porenbet. Verb.ST Mwk 2,5N b.3,2m		
		Lohn : 21,51	
		Sonstiges : 64,02	
	1,00 m ²	Einheitspreis : 85,53 EUR	85,53
10	Putz		
10 01	Innenputz IP auf Wänden W		
10 01 01	Gipshaltiger Putz innen auf Wänden (IP W). Im Positionsstic		
10 01 01 A	Gipshaltiger IP W b.3,2m		
		Lohn : 6,72	
		Sonstiges : 7,15	
	1,00 m ²	Einheitspreis : 13,87 EUR	13,87
10 03	Außenputz AP/Fassaden		
10 03 03	Kalkzement-Unterputz außen (UP-AP) für die Ausführung eines		
10 03 03 A	Kalkzement UP-AP m.PGV+Spachtelung+TGG		
		Lohn : 21,19	
		Sonstiges : 10,53	
	1,00 m ²	Einheitspreis : 31,72 EUR	31,72
10 03 11	Endbeschichtung mit kunstharzgebundenem Dünnputz (kunsth.),		
10 03 11 A	Dünnputz kunsth.Rillenstruktur GK2mm		
		Lohn : 7,08	
		Sonstiges : 6,85	
	1,00 m ²	Einheitspreis : 13,93 EUR	13,93
10 03 21	Endbeschichtung in Standardfarben.		
10 03 21 A	Endbeschichtung m.Kunstharzfarbe		
		Lohn : 1,56	
		Sonstiges : 1,79	
	1,00 m ²	Einheitspreis : 3,35 EUR	3,35

<i>Positionsnummer</i>	<i>Positionstext</i> <i>Menge EH</i>	<i>Preisanteile</i>	<i>P Z Z V w G K V</i> <i>Positionspreis</i>
44	Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)		
44 02	WDVS aus Polystyrol (EPS-F)		
44 02 01	WDVS mit Dämmplatten aus expandiertem Polystyrol-Partikelsch		
44 02 01 A	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD5cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	12,63	
	1,00 m ² Einheitspreis :	36,09 EUR	36,09
44 02 01 B	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD6cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	13,42	
	1,00 m ² Einheitspreis :	36,88 EUR	36,88
44 02 01 C	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD7cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	14,21	
	1,00 m ² Einheitspreis :	37,67 EUR	37,67
44 02 01 D	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD8cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	15,00	
	1,00 m ² Einheitspreis :	38,46 EUR	38,46
44 02 01 E	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD10cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	16,58	
	1,00 m ² Einheitspreis :	40,04 EUR	40,04
44 02 01 F	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD12cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	18,15	
	1,00 m ² Einheitspreis :	41,61 EUR	41,61
44 02 01 G	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD14cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	19,71	
	1,00 m ² Einheitspreis :	43,17 EUR	43,17
44 02 01 H	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD16cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	21,30	
	1,00 m ² Einheitspreis :	44,76 EUR	44,76
44 02 01 I	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD18cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	22,89	
	1,00 m ² Einheitspreis :	46,35 EUR	46,35
44 02 01 J	WDVS EPS-F 0,04W/(mK) UP3mm DD20cm		
	Lohn :	23,46	
	Sonstiges :	24,47	
	1,00 m ² Einheitspreis :	47,93 EUR	47,93

Positionsnummer	Positionstext Menge EH	Preisanteile	P Z Z V w G K V Positionspreis
44 14	Mechanische Befestigung (Dübel)		
44 14 01	Zusätzliche mechanische Befestigung für das WDVS, ohne Unter		
44 14 01 A	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD5cm		
	Lohn :	4,70	
	Sonstiges :	3,41	
	1,00 m ² Einheitspreis :	8,11 EUR	8,11
44 14 01 B	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD6cm		
	Lohn :	4,70	
	Sonstiges :	3,41	
	1,00 m ² Einheitspreis :	8,11 EUR	8,11
44 14 01 D	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD8cm		
	Lohn :	4,70	
	Sonstiges :	3,68	
	1,00 m ² Einheitspreis :	8,38 EUR	8,38
44 14 01 E	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD10cm		
	Lohn :	4,70	
	Sonstiges :	4,16	
	1,00 m ² Einheitspreis :	8,86 EUR	8,86
44 14 01 F	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD12cm		
	Lohn :	4,70	
	Sonstiges :	4,91	
	1,00 m ² Einheitspreis :	9,61 EUR	9,61
44 14 01 G	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD14cm		
	Lohn :	4,70	
	Sonstiges :	6,45	
	1,00 m ² Einheitspreis :	11,15 EUR	11,15
44 14 01 H	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD16cm		
	Lohn :	4,70	
	Sonstiges :	7,66	
	1,00 m ² Einheitspreis :	12,36 EUR	12,36
44 14 01 I	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD18cm		
	Lohn :	4,70	
	Sonstiges :	8,77	
	1,00 m ² Einheitspreis :	13,47 EUR	13,47
44 14 01 J	WDVS Flächendübel n.W.AN f.DD20cm		
	Lohn :	4,70	
	Sonstiges :	10,05	
	1,00 m ² Einheitspreis :	14,75 EUR	14,75

<i>Positionsnummer</i>	<i>Positionstext</i> <i>Menge EH</i>	<i>Preisanteile</i>	<i>P Z Z V w G K V</i> <i>Positionspreis</i>
44 20	Oberputze für WDVS		
44 20 01	Endbeschichtung des WDVS mit kunstharzgebundenem Dünnputz (D		
44 20 01 A	WDVS Dünnp.kunsth.Rillenstruktur 2mm		
	Lohn :	7,82	
	Sonstiges :	6,60	
	1,00 m ² Einheitspreis :	14,42 EUR	14,42
44 20 20	Oberflächenbeschichtung des WDVS mit Fassadenfarbe kunstharz		
44 20 20 A	WDVS Farbe kunsth.Standard		
	Lohn :	1,96	
	Sonstiges :	1,68	
	1,00 m ² Einheitspreis :	3,64 EUR	3,64