

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

Holzleichtbeton-Verbundelemente:

Wirtschaftliche Studien

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

Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Alireza Fadai

und

o. Univ. Prof. DDI Wolfgang Winter

E 259.2

Institut für Architektur und Entwerfen

Abteilung für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Marcus-Alexander Pipoh

Matr.-Nr.: 9827345

Wien, am 01.11.2015

Kurzfassung

Das Institut für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (ITI) der Technischen Universität Wien (TU Wien) übernahm im Rahmen des Forschungsprojektes „Wood-based concrete: building construction with composite elements of wood-concrete compound and timber“ die wissenschaftliche Leitung. Das Projekt hat zum Ziel, Verbundsysteme in ökologischer Holzleichtbeton-Verbundbauweise zu entwickeln und deren praktischen Einsatz zu optimieren. Es wird von den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) unterstützt.

Das konkrete Ziel der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit ist, die Wirtschaftlichkeit der Holzleichtbeton-Verbundelemente mit konventionellen Holz- und Stahlbetonsystemen zu vergleichen.

Hierfür werden die Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton bzw. Holzleichtbetonverbundprodukten in Relation mit konventionellen Konstruktionssystemen auf Bauteilebene unter gesetzten bauphysikalischen Rahmenbedingungen verglichen und wirtschaftlich bewertet. Die Bewertung der Systeme bezieht sich auf den mehrgeschossigen Wohnbau der Gebäudeklasse 5 mit weniger als 6 Geschossen. Durch diese Festlegung ergeben sich klare bauphysikalische Rahmenbedingungen

Zu Beginn der Ausarbeitung werden die Parameter Ökologie und Lebenszykluskosten, sowie erforderliche Brand-, Schall- und Wärmeschutzanforderungen erarbeitet und dargestellt. In weitere Folge werden die unterschiedlichen Bausysteme hinsichtlich ihrer technischen Vielfalt und der handelsüblichen Verfügbarkeit vorgestellt.

Die wirtschaftlichen Studien einleitend, werden die Bauwerkskosten für ein realisiertes Stahlbetonmassivhaus mit den Kosten für eine Umsetzung in Holzbauweise verglichen. Von diesem Vergleich ausgehend, wird eine weiterführende Kosten- und Bauzeitanalyse erstellt bei der die aufgeführten Bausysteme auf Elementebene miteinander verglichen werden.

Durch die Analyse konnte gezeigt werden, dass eine vollständige und wirtschaftlich sinnvolle Umsetzung eines mehrgeschossigen Wohnbaus der Gebäudeklasse 5 mit weniger als 6 Geschossen in Holzleichtbeton und mit Holzleichtbeton-Verbundsystemen generell machbar ist. Im Bereich der Decken- und Innenwandsysteme würde eine Weiterentwicklung die Wirtschaftlichkeit in der Gesamtbetrachtung weiter verbessern.

Abstract

The Department of Structural Design and Timber Engineering (ITI) at the Technical University of Vienna (TU Wien) took over the scientific management within the scope of the research project "Wood-based concrete: building construction with composite elements of wood-concrete compound and timber". The project aims to optimize wood-based concrete compound systems and their application. It is supported by the Fund for the Promotion of Scientific Research (FWF).

The specific objective of the present research work is to compare economic efficiency of wood-concrete compound systems to conventional wood and reinforced concrete systems. The comparison is made under defined conditions and valued economically afterwards. The assessment of systems is related to multistory residential buildings with less than 6 stories.

The paper starts with the definition of ecological parameters and life cycle costs. Then the necessary fire, sound and thermal insulation requirements will be presented, followed by a presentation of the different building systems, their technical diversity and the commercial availability.

In the economic studies the construction costs for a realized multistory house made of reinforced concrete are compared to the construction costs for the same object realized in timber construction. From this comparison basis, a further cost and construction time analysis is created and the different systems are compared to each on element level.

The analysis reveals that multistory residential buildings according to building class 5 with less than 6 stories in wood-concrete and elements of wood-concrete compound systems are generally feasible. A development of the ceiling and interior wall systems would improve the economy of the wood-concrete compound systems.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung und Zielsetzung	6
2	Rahmenbedingungen	7
2.1	Ökologie und Lebenszykluskosten	9
2.2	Brandschutz	12
2.2.1	Klassifizierung von Bauprodukten.....	13
2.2.2	Brandschutzanforderungen in der Gebäudeklasse 5 ≤ 6 Geschosse ..	15
2.2.3	Kompensationsmaßnahmen für Holzbauten der GK 5 ≤ 6 Geschosse .	17
2.3	Schallschutz	18
2.3.1	Luftschallschutz	20
2.3.2	Trittschallschutz	22
2.4	Wärmeschutz	24
3	Konstruktionssysteme	29
3.1	Holzkonstruktionssysteme	29
3.1.1	Holzmassivbauweise	30
3.1.2	Holzleichtbauweise	34
3.2	Stahlbetonkonstruktionssysteme	37
3.2.1	Ortbetonsysteme.....	39
3.2.2	Halbfertigteile	42
3.3	Holzleichtbeton-Verbundsysteme	45
3.3.1	HLB Steine.....	50
3.3.2	Marktübersicht HLB Steine	55
3.3.3	HLB Plattenwerkstoffe	59
3.3.4	Marktübersicht HLB Plattenwerkstoffe	62
4	Wirtschaftliche Studien	72
4.1	Referenzgebäude	73
4.2	Bauwerkskostenvergleich für Stahlbeton und Holz am Referenzobjekt.....	77
4.3	Kostenanalyse auf Bauteilebene	78
4.3.1	Außenwandsysteme	79
4.3.1.1	Holzaußenwand	80
4.3.1.2	Stahlbetonaußenwand	82
4.3.1.3	Holzleichtbetonaußenwand	84
4.3.2	Deckensysteme	88
4.3.2.1	Holzdecken.....	89
4.3.2.2	Betondecken	95

4.3.2.3	Holz-Holzleichtbeton-Decken	97
4.3.3	Wohnungstrennwandsysteme	100
4.3.3.1	Massivholz Wohnungstrennwand	101
4.3.3.2	Stahlbeton Wohnungstrennwand	107
4.3.3.3	Holzleichtbeton Wohnungstrennwand	109
4.3.4	Raumtrennwände	112
4.3.4.1	Holz Innenwände	113
4.3.4.2	Stahlbeton Innenwände	121
4.3.4.3	Holzleichtbeton Innenwände	125
5	Ergebnisdarstellung und Empfehlung	130
6	Literaturnachweis	136
7	Normenverzeichnis	140
8	Abbildungsverzeichnis	141
9	Tabellenverzeichnis	144
10	Anhang	146
10.1	Tabellenwerke zu Brandverhalten und Feuerwiderstand	146
10.2	Kostengruppen nach ÖNORM B 1801	149
10.3	Kostennachweise	150
10.3.1	Holzaußenwand	150
10.3.2	Stahlbetonaußenwand	152
10.3.3	Holzleichtbetonaußenwand	155
10.3.4	Holzdecke KLH	157
10.3.5	HBV-Decke in Eigenproduktion	159
10.3.6	HBV-Decke als Zukaufprodukt	160
10.3.7	Betondecke	161
10.3.8	Holzleichtbetondecke nach Hofer	164
10.3.9	KLH Massivholz-Wohnungstrennwand	166
10.3.10	Mayr-Melnhof Massivholz-Wohnungstrennwand	168
10.3.11	Stora-Enso Massivholz-Wohnungstrennwand	170
10.3.12	Stahlbeton Wohnungstrennwand	172
10.3.13	Holzleichtbeton Wohnungstrennwand	174
10.3.14	KLH Innenwand	176
10.3.15	Mayr-Melnhof Innenwand	177
10.3.16	Stora-Enso-CLT Innenwand	178
10.3.17	Holzständer-Innenwand	179

10.3.18 Stahlbeton Innenwand	180
10.3.19 Ziegel Innenwand.....	182
10.3.20 Holzleichtbeton Innenwand	184
10.3.21 Holzständerwand mit Holzleichtbeton Beplankung	185
10.3.22 Lohnkosten	187
10.3.23 KLH.....	188
10.3.24 SFS Intec	190
10.3.25 Stora Enso	191
10.3.26 TiComTec HBV Decken.....	193
10.3.27 Velox.....	195
10.4 Detailkatalog Herstelleraufbauten	198
10.4.1 KLH.....	198
10.4.2 Stora Enso	200
10.4.3 Mayr-Melnhof	201
10.4.4 Velox.....	203
10.4.5 DataHolz	205
10.4.6 Bau!Massiv!	207
10.5 OI3 Datenblätter	210
10.6 Herstellerverzeichnis.....	214

1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die vorliegende Ausarbeitung hat zum Ziel, die Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton bzw. Holzleichtbetonverbundprodukten in Relation mit konventionellen Konstruktionssystemen auf Bauteilebene unter gesetzten bauphysikalischen Rahmenbedingungen zu vergleichen und wirtschaftlich zu bewerten.

In den wirtschaftlichen Untersuchungen soll ermittelt werden, ob Holzleichtbeton-Verbundsysteme eine Alternative zu den konventionellen Systemen in Holz- und Stahlbetonbau darstellen können. Hierzu werden die Bausysteme Holz, Holz-Beton-Verbund und Stahlbeton unter den bauphysikalischen Rahmenbedingungen Brand-, Schall- und Wärmeschutz sowie Aspekten der Ökologie und Lebenszykluskosten auf Kostenbasis und Bauzeiten miteinander verglichen. Die Ausarbeitung beschränkt sich auf die Anforderungen der Gebäudeklasse 5 mit weniger als sechs Geschossen (GK ≤ 6 Geschosse). Die Vergleichsstudien werden auf ein realisiertes Referenzobjekt bezogen, das von der Firma Ed Züblin in Stuttgart errichtet wurde. In einem iterativen Prozess hat ein mehrköpfiges Team der Ed Züblin AG das realisierte Stahlbetonmassivgebäude in Holz „transkribiert“ und die Bauwerkskosten im Vergleich bewertet. Die Vergleichsdaten der Kostengruppen 300 und 400 (nach DIN) wurden für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt und werden anonymisiert abgebildet.

Ausgehend von dem Bauwerkskostenvergleich, wird eine weiterführende Kosten- und Bauzeitanalyse erstellt, um die aufgeführten Bausysteme auf Elementebene zu vergleichen. Da manche Kostenstrukturen nicht nur auf Ebene von Quadratmeterpreisen bewertet werden können, wird bei der weiterführenden Kostenanalyse wieder der Bezug zum Referenzobjekt hergestellt.

Neben dem Bauwerkskostenvergleich am Referenzobjekt greift die vorliegende Arbeit teilweise die Ergebnisse folgender Forschungen auf:

TU München „*Holzbau der Zukunft, Teilprojekt 17, Holzleichtbeton im Hochbau*“, Dr. R. Krippner „*Untersuchungen zu Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton im Bereich von Gebäudefassaden*“ und T. Hofer „*Experimentelle und analytische Untersuchungen des Tragverhaltens von Holz-Holzleichtbeton-Sandwich-Deckenbauweisen*“

In einer abschließenden Betrachtung sollen die Ergebnisse zusammengefasst und eine Empfehlung ausgesprochen werden.

2 Rahmenbedingungen

„Städte und ihre Umlandgebiete, insbesondere der Großraum Wien, werden in Zukunft an Bevölkerung gewinnen, strukturschwache Industrieregionen sowie schwerer erreichbare Bezirke Österreichs werden schrumpfen. Die relativ stärksten Zuwächse sind im nördlichen und südlichen Wiener Umland zu erwarten: 2030 werden diese beiden Regionen um 21% mehr Bevölkerung zählen als derzeit.“¹

Der Auszug aus der Pressemitteilung der Statistik Austria lässt die Prognose zu, dass der städtebauliche Prozess des verdichteten Wohnens und somit der mehrgeschossige Wohnbau in Ballungszentren zukünftig verstärkt an Bedeutung gewinnen wird.

An Bauteile im mehrgeschossigen Wohnbau werden hohe Ansprüche hinsichtlich Brand- und Schallschutz gestellt, da mehrere Nutzungseinheiten in einem Gebäude zusammengefasst werden. Die bauphysikalischen Rahmenbedingungen sind auf legislativer Ebene in Normen ausgedrückt.

Um die bautechnischen Vorschriften der Bundesländer zu harmonisieren wurden die auf den ÖNORMEN basierenden OIB-Richtlinien erarbeitet und schrittweise von den Ländern als verbindlich anerkannt. In wie weit die Länder den OIB-Richtlinien eine rechtliche Verbindlichkeit zugesprochen haben, ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Tab. 1: Inkrafttreten der OIB-Richtlinien 2015 in den Bundesländern – Stand 08.10.2015

BUNDESLAND	OIB-RICHTLINIEN 1 - 5	OIB-RICHTLINIE 6
Burgenland	OIB-RL 2011 in Kraft	27.05.2015
Kärnten	OIB-RL 2011 in Kraft	OIB-RL 2011 in Kraft
Niederösterreich	OIB-RL 2011 in Kraft	OIB-RL 2011 in Kraft
Oberösterreich	OIB-RL 2011 in Kraft	OIB-RL 2011 in Kraft
Salzburg	-	OIB-RL 2011 in Kraft
Steiermark	OIB-RL 2011 in Kraft	OIB-RL 2011 in Kraft
Tirol	OIB-RL 2011 in Kraft	OIB-RL 2011 in Kraft
Vorarlberg	OIB-RL 2011 in Kraft	OIB-RL 2011 in Kraft
Wien	02.10.2015	02.10.2015

¹ S. Bundesanstalt Statistik Österreich (2010): Pressemitteilung:9.734-176/10, Bevölkerungsprognose. [online]

In den OIB-Richtlinien werden die Anforderungen an ein Bauwerk entsprechend seiner Nutzung gestellt und Gebäude in Gebäudeklassen eingeteilt.

„Durch die Einteilung von Bauwerken in Gebäudeklassen werden gewisse, in der Praxis häufig anzutreffende Gebäudetypen definiert. Die Kriterien für die Einteilung in Gebäudeklassen umfassen die Anzahl der oberirdischen Geschosse, das Fluchtniveau, die Brutto-Grundfläche der oberirdischen Geschosse sowie die Anzahl von Wohnungen bzw. Betriebseinheiten.“²

In der vorliegenden Ausarbeitung wird auf die Anforderungen an Bauwerke der Gebäudeklasse 5 mit maximal 6 Geschossen referenziert (GK 5 ≤ 6 Geschosse).

Innerhalb der gewählten Gebäudeklasse müssen bei der nachfolgenden wirtschaftlichen Untersuchung die Baustoffe bzw. Bauteile, den bauphysikalischen Rahmenbedingungen gemäß den Anforderungen der OIB-Richtlinien hinsichtlich Brandschutz, Schallschutz und Wärmeschutz entsprechen.

Mit der Errichtung neuer Gebäude für mehr Wohnraum steigt auch die Verantwortung des Menschen gegenüber der Umwelt. Der Begriff des ökologischen Bauens, in Deutschland erstmals in den 1960er Jahren durch den Arzt H. Palm publik geworden, versteht die ganzheitliche Lehre über die Wechselbeziehungen zwischen dem Mensch, seiner bebauten Umgebung und der Natur. Mit seinem Buch „Das gesunde Haus“ verfasste Palm das erste Grundlagenwerk der Baubiologie und des umweltbewussten Bauens³

Baustoffe beeinflussen in ihrem Lebenszyklus (Herstellung, Nutzung, Rückbau, Verwertung und Entsorgung) Umwelt- und Gesundheitsbereiche in unterschiedlichen Ausmaßen. Um einen objektiven Vergleich zwischen unterschiedlicher Baumaterialien führen zu können, benötigt es ökologische Kennzahlen wie z.B. das Treibhaus- oder Versäuerungspotential. Diese Angaben reichen jedoch nicht aus, um eine Gesundheitsbelastung beim Einbau oder in der Nutzung zu bewerten. Hierfür sind weitere Informationen und Methoden notwendig.⁴

Auf den nachfolgenden Seiten werden die Rahmenbedingungen für die Bauteile hinsichtlich ökologischer und bauphysikalischer Anforderungen im Einzelnen beschrieben.

² OIB-Richtlinie 2 (2015): *Erläuterungen Bemerkungen*, S.3

³ s. wikipedia 10/2015: Ökologische Bauen. [online]

⁴ Baubook (2015): Materialwahl-Ökoindex 3, *Erläuterungen* [online]

2.1 Ökologie und Lebenszykluskosten

„Vereinfachte quantitative ökologische Bewertungsmethoden für Gebäude haben in den letzten Jahren Einzug in die Wohnbauförderungsmodelle fast aller Bundesländer gehalten. Eine zentrale Rolle spielt dabei der vom IBO⁵ [...] im Jahre 2003 entwickelte OI3-Index.“⁶

Dabei bestand die Aufgabe des IBO darin, ein einfaches Bewertungsverfahren zu erstellen, um Gebäude in förderwürdige oder nicht förderwürdige Kategorien einteilen zu können. Ein ursprünglich auf dem Treibhauspotential basierendes Bewertungsverfahren erwies sich als unzulänglich, da Gebäude mit CO₂-neutralen Heizsystemen unabhängig von ihrem Energieverbrauch gut abgeschnitten hätten. Um den komplexen Zusammenhängen in der Bauökologie gerecht zu werden, wurde vom IBO der auf drei Ökokennzahlen basierende OI3-Index definiert.⁷

Der Index ist auf der CML-Methodik (CML 2001) des Umweltinstituts der Universität Leiden, Niederlande, aufgebaut. Diese Methode besteht aus folgenden Schritten:

- Der erste Schritt beinhaltet neben der Darstellung des Herstellungsprozesses eines Baustoffes bzw. einer Baukonstruktion in einem Bilanzmodell auch die Untersuchung von Stoff- und Energieflüssen (In- und Outputs). Hierbei geht es darum die entstehenden Nebenprodukte wie Abfälle, Emissionen in Luft, Wasser, Boden und nicht mehr nutzbare Energie (Abwärme) festzustellen.
- Im zweiten Schritt geht es um die Wirkungen der Produkte und der Nebenprodukte. Auswirkungskategorien sind Treibhauseffekt (GWP), Versäuerung der Böden (Versäuerungspotential AP), und die zur Herstellung benötigte Energie (Primärenergieaufwand PEI). Jeder „Wirkungskategorie“ können Leitsubstanzen zugeordnet werden, welche für eine „genormte“ Wirkung stehen. CO₂ steht bspw. für den Treibhauseffekt.

Die Auswirkungen der Stoff- und Energieflüsse werden auf eine äquivalente Wirkung wie die der Leitsubstanz umgerechnet und zusammengezählt.

In einer Datenbank finden sich die Referenzwerte für alle wichtigen Baustoffe und Energieträger mit den Einzelwirkungen pro 1kg Baustoff oder 1MJ Energie.

⁵ Österreichische Institut für Bauen und Ökologie

⁶ s. Lipp: IBO Magazin 2/2006, S.3f

⁷ vgl. Lipp: IBO Magazin 2/2006, S.3f

- Abschließend erfolgt in einem dritten Schritt eine zusammenfassende Bewertung für ein Gebäude bzw. eine Konstruktion, bei der die Wirkungen aller Bauteile zu einer Wirkungskategorie zusammengefasst werden. Anhand einer linearen Funktion pro 1m²-Baukonstruktionsfläche (KOF) kann die Wirkung auf einer Punkteskala (Wertebereich 0-100 Punkte) umgerechnet werden. Die erhaltenen Punktwerte für das Treibhauspotential, das Versäuerungspotential und die Primärenergie werden summiert und im Wertebereich (1-100) im Bezugssystem „OI3-Punkte“ abgebildet.

Je höher der Punktwert einer Baukonstruktion ist, umso ökologisch aufwendiger ist diese. Negative Punkte sind durch ökologisch besonders optimierte Konstruktionen zu erreichen.⁸

Die Berechnung des „OI3- Index“ kann in folgender Gleichung abgebildet werden:

$$OI3 = 1/3 OI_{PEIne} + 1/3 OI_{GWP} + 1/3 OI_{AP}^9$$

In der nachfolgenden Abbildung ist die Bewertung einer Außenwand Konstruktion nach OI3_{KON} abgebildet. Der Indexwert abhängig von den Bauteilschichten und Bauteilen, die zur Berechnung herangezogen wurden. Die OI3 Indizes von Konstruktionen lassen mit gängiger Bauphysiksoftware oder mit dem IBO Exceltool ECOSOFT WBF berechnen.

Ziegelaußenwand (25cm) mit WDVS und Putze pro 1 m ² Konstruktionsfläche	PEIne / KOF	GWP / KOF	AP / KOF	OI _{TGH,PEIne}	OI _{TGH,GWP}	OI _{TGH,AP}	OI3 _{Kon}
Steinwolle WDVS	945,83	83,29	0,39	44,6	66,6	70,2	60,5
EPS WDVS	772,05	62,35	0,276	27,2	56,2	26,2	36,5
Mineralschaumplatte WDVS	673,37	66,53	0,258	17,3	58,3	19,0	31,5
Kork WDVS	711,08	42,41	0,270	21,1	46,2	24,1	30,5
Stahlbetonaußenwand (20cm) mit WDVS und Putzen pro 1 m ² Konstruktionsfläche	PEIne / KOF	GWP / KOF	AP / KOF	OI _{TGH,PEIne}	OI _{TGH,GWP}	OI _{TGH,AP}	OI3 _{Kon}
Steinwolle WDVS	1029,36	102,91	0,43	52,9	76,5	89,0	72,8
EPS WDVS	855,57	81,97	0,323	35,6	66,0	45,0	48,9
Mineralschaumplatte WDVS	756,89	86,15	0,305	25,7	68,1	37,8	43,9
Kork WDVS	794,60	62,03	0,317	29,5	56,0	42,9	42,8

Abb. 1: OI3_{KON}-Werte von einigen Passivhaus Außenwand Konstruktionen
(Bei OI3_{KON}-Werten erfolgt keine Beschränkung auf den Bereich 0–100 Punkte)

⁸ vgl. Lipp: IBO Magazin 2/2006, S.3f

⁹ OI_{PEIne} – Ökoindikator für das Treibhauspotential

OI_{AP} – Ökoindikator für das Versäuerungspotential

OI_{GWP} – Ökoindikator für die Primärenergie nicht erneuerbar

In der Wohnbauförderung werden zurzeit nur die Gebäudehülle und die Zwischendecken in eine Bewertung einbezogen. Durch diese Einschränkung wird der OI3-Index automatisch in der Energieausweisberechnung berücksichtigt.

Dafür werden die OI3-Indexwerte in Bezug auf die thermische Gebäudehülle mit $OI3_{TGH}$ ausgedrückt. Wird zusätzlich die Gebäudegeometrie berücksichtigt, erhält man den $OI3_{TGH,lc}$, welcher in der Wohnbauförderung der Bundesländer Salzburg, Niederösterreich, Steiermark und Kärnten zur Berechnung der Förderungspunkte genutzt wird. Genaue Berechnungsverfahren und Details sind im Leitfaden zur OI3-Berechnung des IBO festgelegt.¹⁰

Zusammenfassend sollen der OI3 bzw. der $OI3_{KON}$ Index bei der Auswahl ökologischen Baustoffe helfen. Die Auswahlkriterien zur Bewertung der Baustoffe sind auf wissenschaftlichen Daten basierend und sollen die komplexen Zusammenhänge in der Bauökologie abbilden. Um dieser Komplexität gerecht zu werden, wird die Indexbewertung auf der mehrstufigen CML-Methode (CML 2001) aufgebaut.

In der Ökologischen Bewertung sind die Lebenszyklen eines Baustoffes mit berücksichtigt.

In der wirtschaftlichen Betrachtung im späteren Teil der Arbeit sollen die ökologischen Aspekte mit den bauphysikalischen Rahmenbedingungen ganzheitlich bewertet werden. Analog der Wohnbauförderung werden Außenwände und Trenndecken bewertet.

In den sich anschließenden Kapiteln werden nun die bauphysikalischen Randbedingungen Brand-, Schall- und Wärmeschutz näher betrachtet.

¹⁰ vgl. Lipp: IBO Magazin 2/2006, S.4

2.2 Brandschutz

„Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch [...] vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.“¹¹

Im Brandfall dürfen tragende Bauteile nicht sofort versagen und müssen die Gebäudestruktur erhalten, bis das Gebäude innerhalb einer vorgegeben Zeit geordnet evakuiert werden kann.

Brandschutzmaßnahmen haben zum Ziel, das Risiko eines Brandesausbruches, dessen Verbreitung und Folgeschäden zu minimieren.

Die Instrumente der Brandprävention umfassen den baulichen Brandschutz mit planerischen und konstruktiven Maßnahmen, den anlagentechnischen Brandschutz mit z.B. Brandmelde-, Lösch- und Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, den organisatorischen Brandschutz mit Maßnahmen während des Gebäudebetriebes und dem öffentlichen Brandschutz mit öffentlichen Feuerwehren und Löschwasserversorgung.¹²

In Österreich werden die Anforderungen an den Brandschutz von Gebäuden und die dafür notwendigen Maßnahmen und planerischen Vorgaben in der OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“ (OIB-RL2) definiert. Entsprechend der Gebäudeklasse, welcher ein Bauwerk zugeordnet wird, müssen die eingesetzten Bauprodukte bzw. Bauteile den bauphysikalischen Anforderungen der OIB Richtlinie 2 entsprechen.

In den folgenden Unterkapiteln werden die Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen, die Brandschutzanforderungen an Gebäude GK5≤6 Geschosse sowie mögliche Kompensationsmaßnahmen bei Abweichung von der Richtlinie 2 beschrieben.

¹¹ Musterbauordnung (MBO)(2015), §14, Brandschutz.

¹² vgl. Hestermann, Rongen (2010): *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 823f.

2.2.1 Klassifizierung von Bauprodukten

Die Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen wird entsprechend der Euroklasse des Brandverhaltens nach ÖNORM EN 13501-1 definiert.

Wesentliche Kriterien sind die Entzündlichkeit, Brennbarkeit, Flammenausbreitung und Rauchentwicklung.

Anhand standardisierter Prüfungen werden die Baustoffe, mit Ausnahme von Bodenbelägen, auf ein vergleichbares Niveau gebracht und in sieben Klassen eingeteilt, wobei Brandparallelerscheinungen wie Rauchgasentwicklung und brennendes Abtropfen zusätzlich klassifiziert werden:

- Baustoffklassen:

Baustoffklassen A1, A2 und B – E

Die Widerstandsfähigkeit gegen Feuer nimmt von A1 zu E ab, wobei

Baustoffklasse A nicht brennbare Baustoffe,

Baustoffklasse B brennbare Baustoffe in unterschiedliche Entflammbarkeit darstellen.

In Verbindung mit Brandparallelerscheinungen sind noch weitere Unterklassifizierungen möglich.

- Brandparallelerscheinungen:

Abtropfen/Abfallen:

d0: ohne brennendes Abtropfen/Abfallen

d1: begrenztes Abtropfen/Abfallen

d2: ohne Beschränkungen = dauerhaftes Abtropfen/Abfallen

Rauchentwicklung:

s1: gering / begrenzt;

s2: mittel = freigesetzte Rauchmenge sowie das Verhältnis des Anstiegs der Rauchentwicklung sind beschränkt;

s3: ohne Beschränkungen vor.¹³

¹³ vgl. ÖNORM EN 13501-1: Klassifizierung von Bauprodukten [...] zu ihrem Brandverhalten, Seite 1

Im Zuge einer europäischen Harmonisierung der Bauvorschriften besteht seitens der Europäischen Kommission die Möglichkeit, bei Baustoffen mit bekannten Brandverhalten und definierten Materialeigenschaften, wie Dichte, Dicke, Befestigung und dergleichen, eine Klassifizierung ohne zusätzliche Prüfungen (cwft) durchzuführen. Eine Zuordnung der bisherigen österreichischen Klassen zu den europäischen Klassen und umgekehrt ist aufgrund der unterschiedlichen Prüfmethoden nicht zulässig.¹⁴ Im nachfolgenden Kapitel werden die Brandschutzanforderungen an ein mehrgeschossiges Wohngebäude der Gebäudeklasse 5 mit weniger als sechs oberirdischen Geschossen visuell dargestellt.

In den Tabellenwerken im Anhang werden die Anforderungen an das Brandverhalten und den Feuerwiderstand von Bauteilen in Abhängigkeit der hier betrachteten Gebäudeklasse $5 \leq 6$ Geschosse (GK5) genauer beschrieben.

¹⁴ vgl. Teibinger (2015): Zuschnitt - *Brandschutzvorschriften in Österreich Anforderungen nach oib-Richtlinie 2*, Seite 3

2.2.2 Brandschutzanforderungen in der Gebäudeklasse 5 ≤ 6 Geschosse

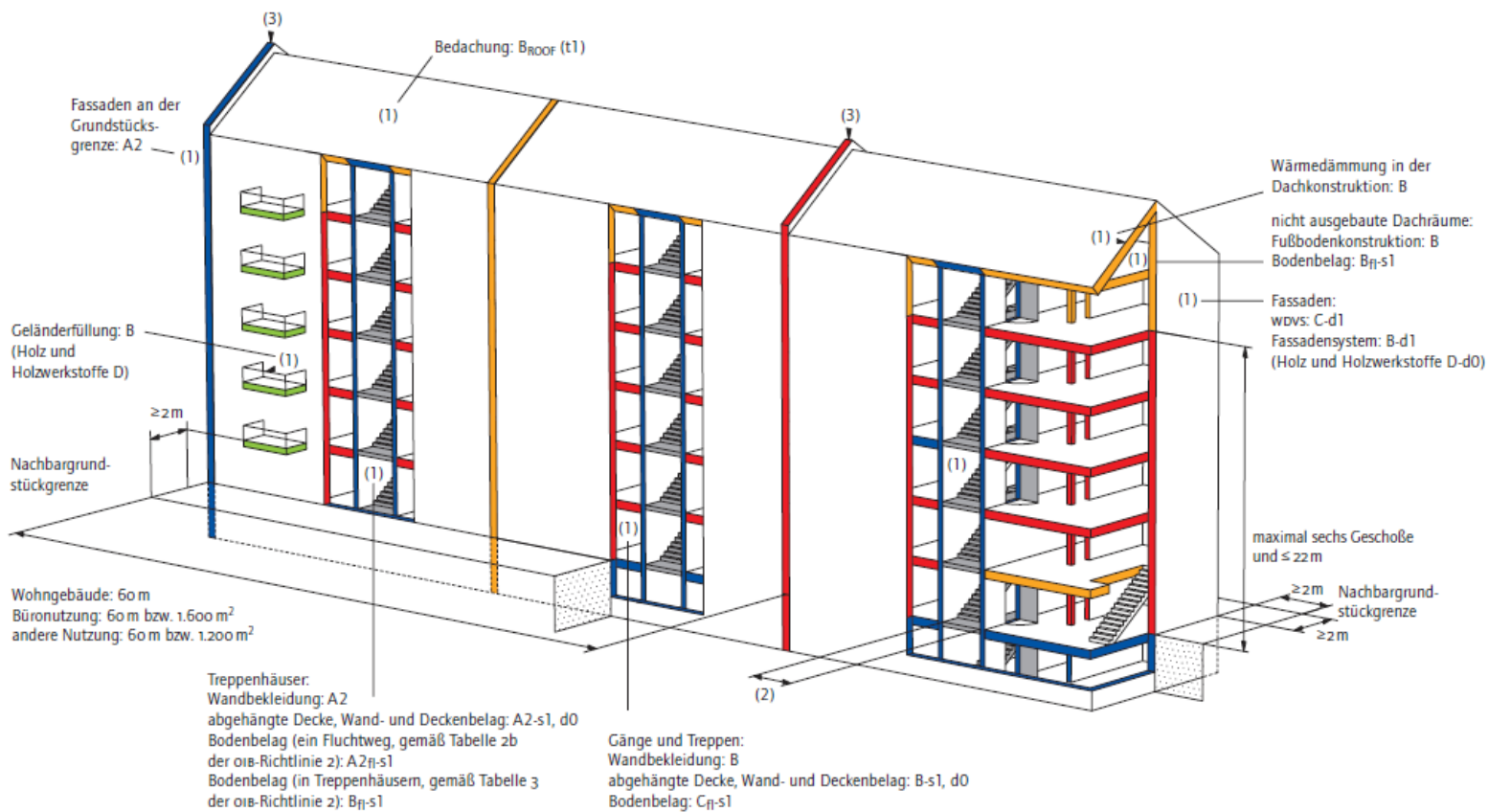


Abb. 2: Brandschutzanforderungen Gebäudeklasse 5 ≤ 6 Geschosse. © M.Teibinger

Anforderung an den Feuerwiderstand:

- 30 min oder A2
- 30 min und A2
- 60 min
- 90 min
- 90 min und A2

Tab. 2: Legende zu Abb. 2

1	Anforderungen an das Brandverhalten von Bauprodukten lt. Anforderungen OIB-RL2, Tabelle 1
2	Durchgangsbreiten von Gängen, Treppen und Türen im Verlauf von Fluchtwegen laut Anforderungen OIB-RL 4
3	Brandabschnittsbildenden Wände sind 15 cm über Dach zu führen. Wenn ein Brandüberschlag durch andere Mittel verhindert wird, müssen sie nur bis zur Dacheindeckung geführt werden.

In der vorangestellten Darstellung des mehrgeschossigen Wohngebäudes ist erkennbar, dass die tragenden Bauteile der unterirdischen Geschosse feuerbeständig (R 90), aus nicht brennbaren Materialien (A2) hergestellt werden müssen.

Tragende Bauteile in den oberirdischen Geschossen müssen ebenfalls feuerbeständig (R 90) ausgeführt werden. Im obersten Geschoss und nicht ausgebauten Dachräumen ist eine hochfeuerfeste Ausführung (R60) zulässig.

Der Bodenaufbau in nicht ausgebauten Dachräumen muss schwer entflammbar (Klasse B) sein und es ist lediglich ein Bodenbelag mit geringer Rauchentwicklung (s1) zulässig.

Das Stiegenhaus muss, wie die unterirdischen Geschosse, feuerbeständig (R 90), aus nicht brennbaren Materialien (A2) hergestellt werden. Stellt es zusätzlich den einzigen Fluchtweg dar, so ist der Bodenbelag aus nicht brennbaren Materialien (A2) mit geringer Rauchentwicklung (s1) herzustellen, um eine gesicherte Evakuierung zu gewährleisten und keine zusätzliche Gefährdung durch Rauchgase in höher liegenden Geschossen darzustellen.

Aus diesem Grund müssen die Wandverkleidungen im Stiegenhaus ebenfalls aus nicht brennbaren Materialien sein (A2), Oberbeläge an Decken und Wänden sind nur mit geringer Rauchentwicklung und ohne brennendes Abtropfen zulässig.

Brandabschnittsbildenden Wände sind 15 cm über Dach zu führen und müssen in R90 bzw. R90 und A2 hergestellt werden. Wenn ein Brandüberschlag durch andere Mittel verhindert werden kann, ist es ausreichend, die Wände nur bis zur Dacheindeckung zu führen (Abb. 1, Pos.3).

Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme müssen schwer entflammbar und begrenzt abtropfend sein (C-d1).

Sonstige klassifizierte Fassadensysteme sind aus schwer entflammbaren Materialien (Klasse B-d1) oder Holz und Holzwerkstoffe der Klasse D-d0 (normal entflammbar) zulässig.

2.2.3 Kompensationsmaßnahmen für Holzbauten der GK 5 ≤ 6 Geschosse

Um einen mehrgeschossigen Wohnbau in Holzbauweise errichten zu können, muss in einem Brandschutzkonzept nachgewiesen werden, dass die gesetzlichen Schutzziele trotz Abweichung von der OIB Richtlinie 2 erreicht werden.

Hierbei ist der OIB Leitfaden „Abweichungen im Brandschutz und Brandschutzkonzept“ zu beachten und das Konzept im Vorfeld mit der Behörde abzustimmen.

Wie im vorangegangenen Kapitel dargestellt, müssen in der Gebäudeklasse GK 5 ≤ 6 Geschosse mit weniger als sechs oberirdischen Geschossen in allen Ebenen, mit Ausnahme des obersten Geschosses, die tragenden und trennenden Bauteile einen Feuerwiderstand von mindestens 90 min besitzen und teilweise aus der Baustoffklasse A2 bestehen. Begründet werden die Anforderungen damit, dass andernfalls eine zusätzliche Brandlast der Konstruktion im Brandfall zu befürchten sei.

Zusammenfassend sind reine Holzkonstruktionen im mehrgeschossigen Wohnbau nur in Kombination mit kompensatorischen Maßnahmen umsetzbar. Um den normativen Anforderungen gerecht zu werden, bleibt die Möglichkeit des konstruktiven Brandschutzes durch Kapselung des Holztragwerkes mit mineralischen Baustoffen oder der anlagentechnische Brandschutz durch Einbau von Brandmelde-, Lösch-, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Die erforderliche konstruktive Ausbildung der Kapselung kann entsprechend dem Zeitraum der äquivalenten Branddauer nach ÖNORM EN 1991-1-2 Anhang F berechnet werden und ist bauteilbezogen zu führen.

Alternativ dazu kann auch eine Nachweisführung in Form einer Prüfung nach ÖNORM B3800-9 durch Befuerung bzw. Abbrand eines definierten Prüfaufbaus in einer akkreditierten Prüfanstalt durchgeführt werden.¹⁵

¹⁵ vgl. Teibinger (2015): Zuschnitt - Brandschutzvorschriften in Österreich Anforderungen nach oib-Richtlinie 2, Seite 20

2.3 Schallschutz

Durch die Verdichtung von Wohnräumen sind hohe Anforderungen an den Schallschutz gestellt. In den Ballungszentren leben immer mehr Menschen auf gleichbleibender urbaner Fläche zusammen. Wie zu Beginn des Kapitels beschrieben, ist zukünftig mit einer steigenden Nachfrage nach Wohnraum in den Großstädten zu rechnen. Gleichzeitig steigen die Ansprüche der Nutzer an Wohnkomfort und Privatsphäre. Seit 1970 wird in Österreich in Intervallen die Störung der Bewohner durch Lärm und andere Emissionen erhoben.

Wie aus der statistischen Erhebung „Mikrozensus“ der Statistik Austria hervorgeht, fühlten sich im Jahr 2011 rund 40 % der österreichischen Bevölkerung in ihrem Wohnalltag durch Lärm belästigt.

3,7 % der Befragten gaben eine sehr starke, 6,6 % eine starke Beeinträchtigung durch Lärm an. Klar erkennbar ist auch, dass die Lärmbelastung in Ballungszentren weit über denen in ländlichen Regionen lag, woraus der Rückschluss zulässig ist, dass die Wohnumgebung den größten Einfluss auf das Lärmausmaß hat.

Die größte Lärmbelastung zeigte sich in der Kategorie „dicht verbaut mit mehrgeschossigen Häusern“. ¹⁶

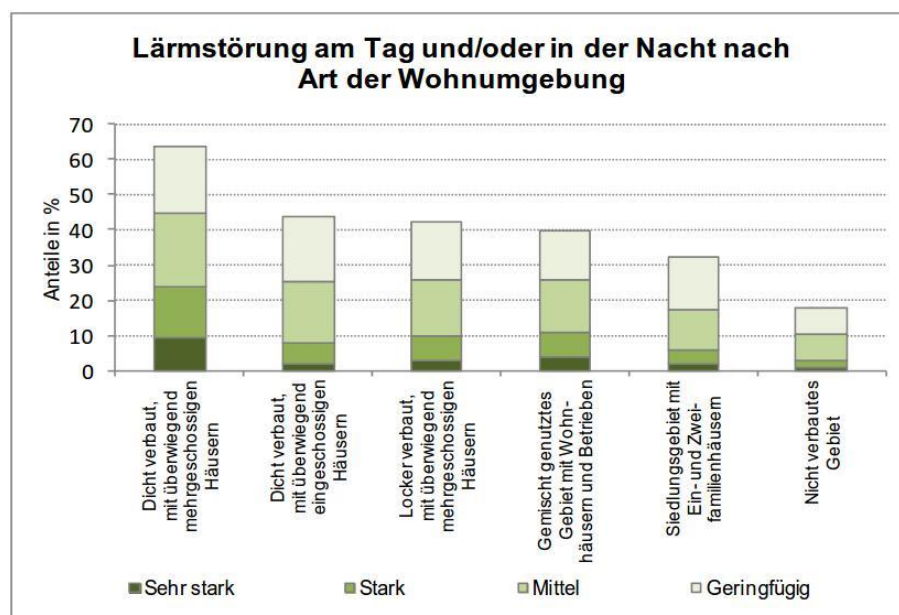


Abb. 3: Lärmstörung am Tag und/oder in der Nacht nach Art der Wohnumgebung.
© Mikrozensus 3. Quartal 2011

¹⁶ vgl. Baud (2013): Seite 33ff

Die Beeinträchtigung durch Verkehrslärm ist im Gegensatz zu vorherigen Erhebungen rückläufig, stellt aber mit rund 62 % die größte Lärmquelle dar.

Der Anteil an Lärmstörungen durch nicht-verkehrsbedingte Lärmquellen ist 2011 auf 38 % angestiegen. Hier stellt die Kategorie „Nachbarwohnungen“ die größte Lärmquelle dar.¹⁷

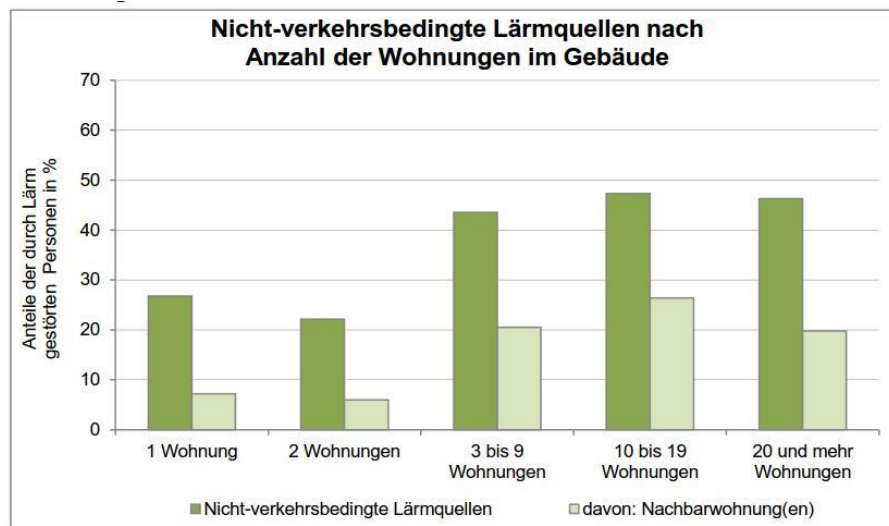


Abb. 4: Nicht-verkehrsbedingte Lärmquellen nach Anzahl der Wohnungen im Gebäude.
© Mikrozensus 3. Quartal 2011

Die Erhebung 2011 zeigt, dass Lärm ein vorwiegend städtisches Phänomen ist. Der Abstand zwischen einer gefühlten Lärmbelastigung zwischen Stadt und Land hat sich im Gegensatz zu vorherigen Erhebungen deutlich vergrößert.

Im Bundesländervergleich zeigt Wien mit 58,4 % die größte Gesamtbelastung durch Lärm, gefolgt von Salzburg mit 44,1 %. Die geringste Beeinträchtigung zeigte sich innerhalb der Auswertung im Burgenland mit 31,3 %.¹⁸

Aus den Untersuchungen des Mikrozensus 2011 der Statistik Austria geht deutlich hervor, dass dem Luft- und Körperschallschutz im mehrgeschossigen Wohnbau eine bedeutende Aufgabe zukommt. Diese Anforderung sind in den OIB Richtlinien 5 definiert und werden im Folgenden dargestellt.

¹⁷ vgl. Baud (2013): *Umweltbedingungen, Umweltverhalten 2011 – Ergebnisse des Mikrozensus*, Seite 33ff

¹⁸ vgl. Baud (2013): *Umweltbedingungen, Umweltverhalten 2011 – Ergebnisse des Mikrozensus*, Seite 33ff

2.3.1 Luftschallschutz

Im mehrgeschossigen Wohnbau ist der Bauteil „Wohnungstrennwand“ und dessen bauphysikalische Leistung bedeutend, da ihm die Aufgabe der Dämpfung des Luftschallübertrags zwischen zwei Nutzungseinheiten zukommt.

Dabei regt die Druckschwankung der Luft im Senderaum die raumbegrenzenden Bauteile (Wohnungstrennwand) zum Mitschwingen an. Der Luftschall wird dann in Form von Körperschall durch die Bauteile geleitet und im Empfangsraum in Form von Luftschall für das Gehör wahrnehmbar freigesetzt. Der Anteil des Schalls, der durch die so genannte Flankenübertragung über die Decke, Seiten- oder Außenwand in den Empfangsraum gelangt, ist im Regelfall geringer als jener, welcher direkt durch die Wohnungstrennwand gelangt.

Eine Hauptfunktion der Trennwand ist somit der Schallschutz zwischen den Nutzungseinheiten.

Bauakustisch muss zwischen steif verbundenen und entkoppelten Bauteilen unterschieden werden, da die steif verbundenen Bauteile aufgrund der Anregung mehr Schall weiter leiten als entkoppelte Bauteile.

Neben der Entkoppelung ist die Bauteilmasse ein weiterer beeinflussender Faktor, da sich schwere Bauteile wegen ihrer Massenträgheit schlechter anregen lassen.¹⁹

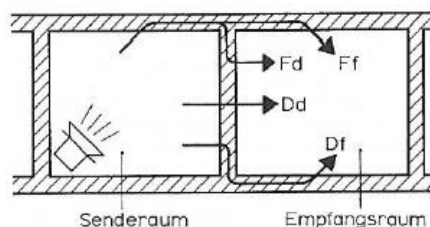


Abb. 5: Übertragungswege des Luftschalls zwischen zwei Räumen © Frick/Knöll, Baukonstruktionslehre 1

In der OIB Richtlinie 5 „Schallschutz“ werden Mindestanforderungen an den Luftschallschutz im Wohnbau mit einer mindesterforderlichen, bewerteten Standard-Schallpegeldifferenz für Wände von $D_{nT,w} \geq 55$ dB definiert.

Bei Trennwänden mit Türen oder Fenstern darf der Wert ≥ 50 dB betragen.²⁰

¹⁹ vgl. Hestermann, Rongen, 2010: *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 802f

²⁰ s. ÖNORM B8115-2, April 2012, Seite 2

Tab. 3: Klassifizierung des Luftschallschutzes im Gebäudeinneren. © ÖNORM B8115-5

Klassifizierung des Luftschallschutzes zwischen Räumen							
Luftschalldämmung ^a	Klasse A	Klasse B	Klasse C _R	Klasse C	Klasse D	Klasse E	Zeile
	„hoher Komfort“	„Komfort“	„Standard Reihenhaus“ ^b	„Standard“ ^b	„gering“	„sehr gering“ oder „keine Leistung festgestellt“	
	dB						
Luftschalldämmung zwischen Nutzungseinheiten bzw. zu Aufenthaltsräumen von Treppenhäusern, Aufzügen, Kellerräumen und Gemeinschaftsräumen	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 60$	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 55$	$D_{nT,w} \geq 60$	$D_{nT,w} \geq 55$	$D_{nT,w} \geq 50$	$D_{nT,w} < 50$	1
wie Zeile 1, jedoch mit Verbindung durch eine Türe, ein Fenster o. dgl. unmittelbar in Aufenthaltsräumen	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 50$	$D_{nT,w} + C \geq 50$	–	$D_{nT,w} \geq 50$	$D_{nT,w} \geq 45$	$D_{nT,w} < 45$	2
Luftschalldämmung zu Aufenthaltsräumen innerhalb von Nutzungseinheiten, auch im Einfamilienhaus ^c	$D_{nT,w} + C_{50-3150} \geq 45$ mit Türe: ≥ 35	$D_{nT,w} \geq 45$ mit Türe: ≥ 35	–	–	–	–	3
^a zu Nebenräumen gelten um 5 dB verminderte Anforderungen ^b entspricht den Mindestanforderungen gemäß ÖNORM B 8115-2 ^c Diese Räume sind gesondert festzulegen.							

Zusammenfassend haben Trennwänden im mehrgeschossigen Wohnbau eine bedeutende Funktion im Bereich des Schallschutzes und müssen gemäß den normativen Vorgaben ein Mindestschalldämmmaß von $D_{nT,w} \geq 55$ dB erfüllen.

Diese Anforderung ist bei der späteren Definition von Bauteilen zum wirtschaftlichen Vergleich als eine der Rahmenbedingungen zu beachten.

2.3.2 Trittschallschutz

Ähnlich wie beim zuvor beschriebenen Luftschallübertrag verhält es sich auch mit dem Trittschall. Der Körperschall wird durch direkte mechanische Anregung des Trennbau- teils (Decke) im Senderraum erzeugt, über angrenzende Bauteile in den Empfangs- raum geleitet und dort als Luftschall wahrnehmbar abgestrahlt.²¹

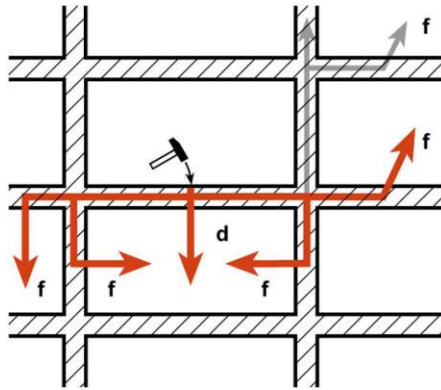


Abb. 6: Übertragungswege des Trittschalls © Baunetzwissen.de

Die Leistungsbeschreibung des Trittschallschutzes bei Decken erfolgt über den Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$. Dazu wird ein Norm-Hammerwerk auf eine 10m² große Decken- fläche in einem Prüfstand aufgebaut und der Schalleintrag im darunter liegenden Emp- fangsraum ermittelt. Das frequenzabhängige Messergebnis wird anschließend in Be- zug zu einer genormten Bezugsdecke gesetzt und der Normtrittschallpegel berechnet. Das Ergebnis entspricht einem „Prüfstand-Wert“ ohne Berücksichtigung von Flanken- überträgen. Im Gegensatz dazu wird der Standard-Trittschallpegel $L_{nT,w}$ auf einer ein- gebauten Decke innerhalb eines Gebäudes mit dem Norm-Hammerwerk ermittelt und auf eine Nachhallzeit von 0,5 Sekunden bezogen. Das Ergebnis bezieht die Flanken- übertragungen mit ein und wird als bewerteter Standard-Trittschallpegel bezeichnet.²² In der OIB Richtlinie 5 „Schallschutz“ werden die Mindestanforderungen an den Trittschallschutz im Wohnbau mit einem bewerteten Standard-Trittschallpegel von $L'_{nT,w} \leq 48$ dB. Die Klassifizierung des gesamten Trittschallschutzes ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt und gilt ohne Berücksichtigung von Einrichtungsge- genständen oder Bodenbelägen.²³

²¹ vgl. Hestermann, Rongen (2010): *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 802

²² vgl. Infoholz.at (2015). Katalogeintrag [Online]

²³ vgl. OIB-Richtlinie 5 (2015): *Schallschutz*

Tab. 4: Klassifizierung des Trittschallschutzes nach ÖNORM B8115-5.© ÖNORM

Klassifizierung des Trittschallschutzes								
Trittschalldämmung ^a		Klasse A	Klasse B	Klasse C _R	Klasse C	Klasse D	Klasse E	
		„hoher Komfort“	„Komfort“	„Standard Reihenhaus“ ^b	„Standard“ ^b	„gering“	„sehr gering“ oder „keine Leistung festgestellt“	Zeile
		dB						
zu Aufenthaltsräumen aus Räumen angrenzender Nutzungseinheiten	$L'_{nT,w}$	≤ 38	≤ 43	≤ 43	≤ 48	≤ 53	> 53	1a
	$L'_{nT,w} + C_1$	≤ 43	≤ 43	–	–	–	–	1b
	$L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$	≤ 48	–	–	–	–	–	1c
zu Räumen innerhalb einer Nutzungseinheit, auch im Einfamilienhaus ^c	$L'_{nT,w}$	≤ 48	≤ 53	–	–	–	–	2a
	$L'_{nT,w} + C_1$	≤ 53	≤ 53					2b
	$L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$	≤ 58	–	–	–	–	–	2c

Tab. 5: Subjektive Empfindung des Trittschallschutzes zwischen Räumen nach ÖNORM B8115-5. © ÖNORM

Subjektive Empfindung des Trittschallschutzes					
Schallschutzklasse	Klasse A hoher Komfort	Klasse B Komfort	Klasse C _R ^a „Standard Reihenhaus“	Klasse C ^a Standard	Klasse D ^a gering
Anforderung	$L'_{nT,w} + C_{1,50-2500}$ 48 dB	$L'_{nT,w} + C_1$ 43 dB	$L'_{nT,w}$ 43 dB ^a	$L'_{nT,w}$ 48 dB ^a	$L'_{nT,w}$ 53 dB ^a
	$L'_{nT,w}$ 38 dB				
Schallquelle					
Gehen	fast unhörbar	kaum hörbar	schwach hör- bar	hörbar	deutlich hör- bar
Kinderlaufen, Barfußgehen	schwach hörbar	hörbar	deutlich hörbar	deutlich hörbar	sehr deutlich hörbar
^a massive Decken zugrunde gelegt					

Unter Berücksichtigung der bewerteten Ergebnisse der Statistik Austria zu Beginn des Kapitels über das stetig steigende Lärmempfinden der Menschen und die in Tabelle 5 abgebildete „deutlich Hörbarkeit von Gehen“ und ähnlichen Körperschallbeaufschlagungen der Decken in der Klasse C machen deutlich, wie notwendig die Einhaltung eines minimalen Trittschallschutzes von $L'_{nT,w} \leq 48$ dB im mehrgeschossigen Wohnbau ist.

2.4 Wärmeschutz

„Gebäude müssen einen ihrer Nutzung und den klimatischen Verhältnissen entsprechenden Wärmeschutz haben.“²⁴

Der Wärmeschutz von Gebäuden soll Mensch und Bauwerk gleichermaßen schützen. In Folge von Temperaturdifferenzen von innen nach außen kann es bei ungenügendem Schutz der Substanz zu einer Taupunktverschiebung und schädigendem Tauwasserniederschlag an der Gebäudestruktur kommen.

Ebenso können schnell wechselnde Temperaturen zu Materialermüdung in der Substanz führen.

Aus ökologischer Sicht muss ein Gebäude einen solchen Wärmeschutz aufweisen, dass der Energiebedarf zum Heizen und Kühlen auf ein Minimum beschränkt bleibt.

Der Wärmeschutz soll dem Nutzer ein behagliches Innenklima garantieren.

Ein guter Wärmeschutz ist nicht nur für die winterliche Kälte relevant, sondern schützt das Bauwerk und den Nutzer vor sommerlicher Überwärmung.²⁵

Normativ wird der Wärmeschutz durch die OIB-Richtlinie 6, „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ beschrieben. Ziel ist, die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden durch Methoden zur Bewertung in Energiekennzahlen zu ermöglichen.

Auch die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinien, welche eine „Mindest-Anforderung an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zumindest auf Ebene des Endenergiebedarfes und obligatorisch einen numerischen Indikator für den Primärenergiebedarf“²⁶ fordert, findet Ausdruck in der oben genannten Norm.

Die Anforderungen gelten nicht nur für den Neubau, sondern auch im Fall größerer Renovierungen.²⁷

²⁴ s. Musterbauordnung (MBO)(2015), §15, Wärme-, Schall-, Erschütterungsschutz

²⁵ vgl. Hestermann, Rongen (2010): *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 728 ff

²⁶ s. OIB RL 6 (2015): *Erläuternde Bemerkungen zur OIB RL6*, Seite 3f

²⁷ s. OIB RL 6 (2015): *Erläuternde Bemerkungen zur OIB RL6*, Seite 3f

„Grundsätzlich können Anforderungen an die thermisch-energetische Qualität von Gebäuden an den folgenden Ebenen ansetzen:

- Anforderungen an die thermische Qualität von Bauteilen wie an die maximalen U-Werte für einzelne Bauteile;
- Anforderungen an den Nutzenergiebedarf bzw. Anteile davon wie an den Heizwärmebedarf (HWB) oder an den Kühlbedarf (KB), bei denen neben der thermischen Qualität der Gebäudehülle auch die Klimagunst und Nutzungseigenschaften des Gebäudes mit berücksichtigt werden;
- Anforderungen an den Endenergiebedarf bzw. Anteile davon wie an den Heizenergiebedarf (HEB), der jenen Anteil beschreibt, der für die Heizungs- und Warmwasserversorgung aufzubringen ist, oder an den Kühlenergiebedarf (KEB), jeweils unter Berücksichtigung von Hilfsenergieanteilen für Wasser- und Luftförderung und unter Berücksichtigung allfälliger Feuchtekonditionierungen, wobei beide Anteile sowohl von der thermischen Qualität des Gebäudes als auch von der energetischen Qualität des Technischen Gebäudesystems abhängen;
- Anforderungen an den Gesamtenergieeffizienz-Faktor ersetzen die vorgeannten Nachweisebenen, wobei hinsichtlich Heizwärmebedarf und Kühlbedarf Mindestanforderungen beibehalten werden, die ungefähr den seit 2012 gültigen Anforderungen entsprechen;
- Anforderungen an den Primärenergiebedarf, der sich aus den Anteilen des Endenergiebedarfes je Energieträger gewichtet (multipliziert) mit den Konversionsfaktoren für die Primärenergie zusammensetzt;
- Anforderungen an die CO₂-Emissionen, die sich aus den Anteilen des Endenergiebedarfes je Energieträger gewichtet (multipliziert) mit den Konversionsfaktoren für die CO₂-Emissionen zusammensetzen.“²⁸

²⁸ s. OIB RL 6 (2015): *Erläuternde Bemerkungen zur OIB RL6*, Seite 2

Die OIB Richtlinie 6 besitzt ein ausgiebiges Tabellenwerk, welches unterschiedliche Bewertungsmethode in unterschiedlichen Erbringungsarten mit den dazugehörigen Höchstwerten beschreibt.

Da in der späteren Ausführung Kostenvergleiche auf Bauteileben geführt werden sollen, werden hier als bewertetes Kriterium die U-Werte der Bauteile betrachtet.

Die Mindestanforderungen an Bauteile in konditionierten Räumen bezüglich des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert $\text{W/m}^2\text{K}$) werden in der Tabelle auf der folgenden Seite abgebildet.

Die Tabelle 6 zeigt, dass die aufgelisteten Bauteile die folgenden U-Werte nicht unterschreiten dürfen:

Außenwände: U-Wert $\leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$

Böden und Kellerwände gegen Erdreich: U-Wert $\leq 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Trennwände und Trenndecken: U-Wert $\leq 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$

Decken und Dachschrägen gegen Außenluft: U-Wert $\leq 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Für Innenwände und Innentüren ist keine Definition festgelegt.²⁹

²⁹ vgl. OIB RL 6 (2015): *Energieeinsparung und Wärmeschutz*, Seite 6

Tab. 6: U-Werte auf Bauteilebene © OIB RL 6

	Bauteil	U-Wert [W/m²K]
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	0,6
4	WÄNDE erdberührt	0,4
5	WÄNDE (Trennwände) zwischen Wohn- oder Betriebseinheiten oder konditionierten Treppenhäusern	0,9
6	WÄNDE gegen andere Bauwerke an Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenzen	0,5
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	0,7
8	WÄNDE (Zwischenwände) innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten	-
9	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Wohngebäuden (WG) gegen Außenluft ⁽¹⁾	1,4
10	FENSTER, FENSTERTÜREN, VERGLASTE TÜREN jeweils in Nicht-Wohngebäuden (NWG) gegen Außenluft ⁽¹⁾	1,7
11	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen Außenluft ⁽²⁾	1,7
12	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE horizontal oder in Schrägen gegen Außenluft ⁽²⁾	2
13	sonstige TRANSPARENTE BAUTEILE vertikal gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽²⁾	2,5
14	DACHFLÄCHENFENSTER gegen Außenluft ⁽³⁾	1,7
15	TÜREN unverglast, gegen Außenluft ⁽⁴⁾	1,4
16	TÜREN unverglast, gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽⁴⁾	2,5
17	TÖRE Rolltore, Sektionaltore u. dgl. gegen Außenluft ⁽⁵⁾	2,5
18	Innentüren	-
19	DECKEN und DACHSCHRÄGEN jeweils gegen Außenluft und gegen Dachräume (durchlüftet oder ungedämmt) ⁽⁶⁾	0,2
20	DECKEN gegen unbeheizte Gebäudeteile ⁽⁶⁾	0,4
21	DECKEN gegen getrennte Wohn- und Betriebseinheiten ⁽⁶⁾	0,9
22	DECKEN innerhalb von Wohn- und Betriebseinheiten ⁽⁶⁾	-
23	DECKEN über Außenluft (z.B. über Durchfahrten, Parkdecks) ⁽⁶⁾	0,2
24	DECKEN gegen Garagen ⁽⁶⁾	0,3
25	BÖDEN erdberührt ⁽⁶⁾	0,4

Tab. 7: Anhang zu Tabelle 6 © OIB RL 6

(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.

Zusammenfassung der Rahmenbedingungen

In der wirtschaftlichen Betrachtung im späteren Teil der Arbeit sollen die ökologischen Aspekte mit den bauphysikalischen Rahmenbedingungen ganzheitlich bewertet werden. Analog der Wohnbauförderung werden nur Außenwände und Trenndecken bewertet. Der Vergleich der Bauteile erfolgt auf Basis der ΔOI_{3BS} Punkte.

Um die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Bauteile in den jeweiligen Systemen innerhalb der Gebäudeklasse $5 \leq 6$ Geschosse miteinander vergleichen zu können, wurden mit Hilfe bauphysikalischer Eigenschaften Rahmenbedingungen für einen Vergleich geschaffen.

Im Brandschutz müssen die Materialien von tragenden Bauteilen bzw. deren Verkleidungen der Baustoffklasse A2 entsprechen. Fassaden Wärmedämmverbundsysteme müssen der Baustoffklasse C-d1, sonstige klassifizierte Fassadensysteme der Baustoffklasse B-d1 entsprechen. Holz und Holzwerkstoffe in Fassaden sind in der Klasse D-d0 (normal entflammbar) zulässig.

Im Luftschallschutz müssen trennende Bauteile ein Mindestschalldämmmaß von $D_{nT,w} \geq 55$ dB erfüllen, um im mehrgeschossigen Wohnbau eingesetzt zu werden.

An Innenwände innerhalb einer Nutzungseinheit werden keine besonderen Ansprüche gestellt.

Im Bereich des Trittschallschutzes müssen trennende Bauteile einen Mindestschallschutz von $L'_{nT,w} \leq 48$ dB erfüllen, bei dem Gehen bzw. Laufen noch hörbar bzw. deutlich hörbar bleiben.

Um den Wärmeschutz im mehrgeschossigen Wohnbau zu erfüllen, müssen bei Außenwänden U-Werte $\leq 0,35$ W/m²K, bei Trennwände und Trenndecken U-Wert $\leq 0,9$ W/m²K eingehalten werden.

3 Konstruktionssysteme

Die vorliegende Ausarbeitung bewertet in später folgenden Kapiteln die Wirtschaftlichkeit von Holzleichtbeton-Verbundelementen im Vergleich mit konventionellen Holz- und Stahlbetonsystemen.

Vor einer wirtschaftlichen Gegenüberstellung sollen die unterschiedlichen Systeme mit ihren Derivaten in kurzen, eigenen Kapiteln vorgestellt werden.

3.1 Holzkonstruktionssysteme

Holz, als nachwachsender Rohstoff, war in der Zeit vor der industriellen Revolution ein unverzichtbarer, integraler Bestandteil von Gebäudekonstruktionen.

Erst mit der Weiterentwicklung moderner Baustoffe in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts, insbesondere mit der Weiterentwicklung des Stahlbetons, wurde Holz als natürlicher Baustoff immer weiter verdrängt.

Der Einsatz von Holz und Holzwerkstoffen war in Mitteleuropa um 1900 ca. zehnmal höher als heutzutage.³⁰

Da heutzutage der Ökologie und Nachhaltigkeit in der Architektur immer mehr Bedeutung beigemessen wird und diese auch normativ gefordert wird, steigt das Interesse der Nutzer und Planer am Rohstoff Holz als natürliches, umwelt- und ressourcenschonendes Baumaterial wieder an.

Dazu lassen sich die Holzbausysteme in zwei Kategorien unterteilen; Holzmassiv- und Holzleichtbauweise.

³⁰ vgl. Musso et al (2009): *Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 17*, Seite TP17-3

3.1.1 Holzmassivbauweise

Der Ursprung der Holzmassivbauweise liegt in den anfänglichen Konstruktionen von Gebäuden aus geschlagenen, großteils unbehandelten massiven Stämmen.

Der Blockbau, mit seinem Ursprung in Mitteleuropa und Nordamerika, kann als die Urform des Holzmassivbaus betrachtet werden. Dabei wurden vor Ort geschlagene Rundhölzer zu einer tragenden Außenwandkonstruktion gestapelt und mit einem Überstand an den Gebäudekanten durch Verkämmung oder Verzinkung kraftschlüssig miteinander verbunden. Die massiven Bauteile bildeten die Tragwerksstruktur und gleichzeitig den Raumabschluss.

Der Nachteil dieser Konstruktionen war ein hoher Anteil an Bauteilfugen sowie das hohe Quell- und Schwindverhalten des Baustoffes. Besonders im Anschluss von Türen und Fenstern machte sich dieser Nachteil bemerkbar, da Holz bei hohen Temperaturen und geringer Luftfeuchtigkeit schwindet und bei hoher Luftfeuchtigkeit quillt.

Heutzutage werden moderne Blockbauten, entsprechend der Anforderungen an die Energieverordnungen, zweischalig ausgeführt, wobei die tragenden Wände aus Balken und Kanthölzern bestehen, die nach innen winddicht abgedichtet und gedämmt sind und mit einer Innenverkleidung beplankt werden. Die geschlagenen Rundhölzer sind aus Kosten- und Bearbeitungsgründen Materialien wie Brettsperrholzelementen, Brettstapelholzelementen oder Holz-Blocktafeln gewichen.

Allen Holzmassivbau-Systemen ist gemein, dass Lasten vertikal über teilweise großformatige und großflächige Elemente abgeleitet werden, wobei die Wandelemente häufig eine aussteifende Funktion erfüllen.³¹

³¹ vgl. Schickhofer, Gerhard: *Die Holzmassivbauweise am Beispiel von Brettsperrholz*



Abb. 7: Blockhausbau, Kraftschlüssiger Verbund durch Verkämmung

Die im modernen Holzmassivbau gängigen Holzsorten wie Brettsperrholz, Brettstapelholz und Blocktafeln werden in einer Kurzübersicht dargestellt.

Brettsperrholz

Brettsperrholz (BSP), das unter Marktnamen wie z.B. KLH-Kreuzlagenholz oder CLT-Cross Laminated Timber erhältlich ist, besteht aus mindestens drei kreuzweise verlegten, flächig miteinander verklebten (bzw. verdübelten) Brettlagen aus Nadelholz. Vor dem kraftschlüssigen Verbund werden die Einzelbretter visuell bzw. maschinell festigkeitssortiert und gehobelt, da der Querschnitt symmetrisch aufgebaut sein muss. Die Einzelbretter können seitenverleimt und in Längsrichtung durch Keilzinkung verbunden sein. Der Übergang von mehrschichtigen Massivholzplatten zu Brettsperrholz (stärkere Dimensionen der einzelnen Elemente möglich) ist fließend.³²

³² vgl. DATAHOLZ.COM: *Brettsperrholz*, Ausgabe 22.10.2012, Seite 1 [online]



Abb. 8: Brettsperrholz © Mayr-Melnhof Holz GmbH

Brettsperrhölzer, wie zum Beispiel CLT-Elemente von Mayr-Melnhof Holz, eignen sich durch ihre lastabtragende und aussteifende Funktion für tragende Außen- und Innenwände. In Hinblick auf mögliche Spannweiten werden BSP Platten auch im Deckenbereich eingesetzt. Durch die Montage großformatiger Platten kann im Dachausbau schnell eine regendichte Fläche hergestellt werden.

CLT-Platten sind ab einem dreilagigen Aufbau luftdicht.³³

Brettstapelholz

Brettstapelholz besteht aus parallelen, hochkant gestellten Brettern, die durch Verleimung, Nagelung oder Verdübelung kraftschlüssig zu großformatigen Elementen miteinander verbunden werden (s. Abb. 9). Durch die Verwendung einzelner Bretter, deren Stöße versetzt angeordnet sind, ist es möglich große Längen herzustellen. Brettstapelholz kommt vorwiegend in Decken und Wandscheiben zum Einsatz und ermöglicht bei projektbezogener Herstellung einen hohen Vorfertigungsgrad im Hausbau. In ihrem Anwendungsbereich sind Brettstapelhölzer mit Kreuz-Lagen-Hölzern vergleichbar.

³³ vgl. Stora Enso CLT (05/2015), *Technische Broschüre*



Abb. 9: Brettstapelholzdecke, Schnitt



Brettstapelholzdecke, Unteransicht

Holzblocktafeln

Aus geschosshohen, gerahmten Tafeln von 0,8 bis 1,25m Breite werden Wandelemente mit mehrschichtigem Aufbau industriell hergestellt. Die Wandtafeln werden entsprechend ihres Verwendungszweckes als Wandtafeln, Fenstertafeln oder Türtafeln ausgebildet und im Fertigungsprozess mit Leerrohren oder Verkabelungen bestückt. Für die Rahmen werden Latten oder Kanthölzer verwendet, die beidseitig beplankt werden. Die Beplankung für Innenwandflächen wird vorwiegend aus Werkstoffen wie Spanplatte, Sperrholz oder Gipskartonplatten hergestellt. Im Außenbereich finden Werkstoffe wie Faserzementplatten, beschichtete Spanplatten oder Spanplatten mit Dünnschicht-Kunstharzputzen ihren Einsatz.

Die Tafелеlemente werden in der Montage mit Bolzenschlössern, Dollen oder Federn untereinander verbunden. Die Deckenlasten ruhen bei diesem System auf den vertikalen Tafelstößen, während die Querkräfte durch die mit Füllungen ausgesteiften Tafeln aufgenommen werden.³⁴

³⁴ vgl. Hestermann, Rongen: *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 194ff

3.1.2 Holzleichtbauweise

In der Leichtbauweise lassen sich der Ständerbau und Holzrahmen voneinander unterscheiden.

Holzständerbau

Der Holzständerbau, auch Holzrippenbau genannt, ist eine Weiterentwicklung der Pfostenbauweise, welcher im Mittelalter im Fachwerkbau seine bekannteste Ausführung erfuhr.

Der Holzständerbau ist durch enggestellte, von der Sohle bis zum Dach durchgehende Stützen gekennzeichnet, welche das tragende System bilden. Das Ständerwerk wird durch horizontale Riegel und Dreiecksverbände vervollständigt und prägt in seinem äußeren Erscheinungsbild die typischen Fachwerkhäuser.

Ende des Mittelalters veränderte sich das durchlaufende Ständerwerk zu Gunsten stockwerkshohe Ständer mit einem Rähm Abschluss.

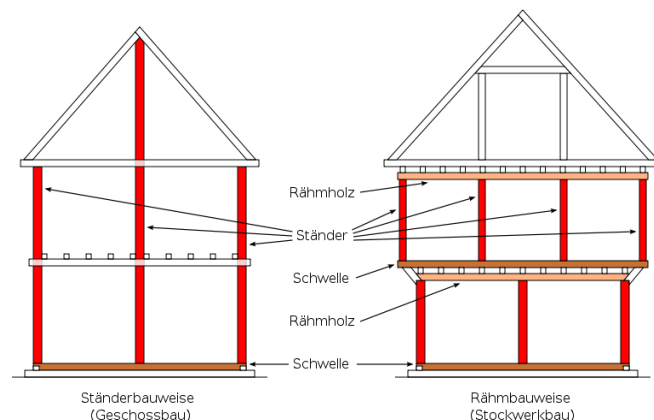


Abb. 10: Ständerbau vs. Rähmbau © Wikipedia

Holzrahmenbau

Mit der Einführung von industriell produzierten Plattenwerkstoffen erfuhr der Holzbau im deutschsprachigen Raum erneute Aufmerksamkeit.

In den 1930er Jahren stellte Konrad Wachsmann die industrielle Fertigung und die Plattenwerkstoffe in den Fokus seiner Planungen und legte mit seinen Theorien den Grundstein für den modernen, segmentierten Holzbau.

Nach seiner Emigration in die USA 1941, begann Wachsmann eine intensive Zusammenarbeit mit Walter Gropius, welche in der Entwicklung des Fertigteilhaussystem „Packaged House System“ oder „General Panel System“ gipfelte. Vorgefertigte Bauelemente, inklusive der Installation, wurden auf die Baustelle transportiert und konnten innerhalb eines Tages von fünf Laien aufgestellt werden. Mit den entwickelten Fertigbauelementen konnten beliebige Ein- oder Zweifamilienhäusern gebaut werden. Das System setzte sich letztlich nicht durch und verschwand vom Markt.

In den 1970er Jahren wurde der Holzbau im deutschsprachigen Europa von lokalen Zimmereien wieder entdeckt und an die örtlichen klimatischen Bedingungen angepasst.

1985 wurden mit dem „Holzrahmenbau-Katalog“ alle bis dato aufgestellten Konstruktionsregeln zusammengefasst, die bis heute in adaptierter Form noch immer ihre Gültigkeit haben.³⁵

Kennzeichnend für den Holzrahmenbau ist die Mehrschichtigkeit der Bauteilaufbauten. Den einzelnen Schichten sind je nach Eigenschaft verschiedene Funktionen zugewiesen:

- Rahmen: horizontale und vertikale Lastabtragung
- Beplankung außen bzw. innen: Aussteifung und Funktionsschicht
(Brandschutz, Wind- bzw. Luftdichtung, gegebenenfalls Witterungsschutz)
- Dämmung im Hohlraum: Wärme-, Schall- und Brandschutz

³⁵ vgl. Nerdinger et al (2010): *Wendepunkt/e im Bauen*

Der Holzrahmenbau ist im Sinne der Stilprägung Wachsmanns durch standardisierte Holzquerschnitte im Tragwerk mit mindestens einseitig kraftschlüssiger, aussteifender Beplankung definiert.

Die Plattenwerkstoffe zur Beplankung werden in einer Breite von 125 cm bzw. 250 cm hergestellt, woraus ein Achsabstand von 62,5 cm der Steher zueinander resultiert, welches einem Drittel oder der Hälfte der Plattenbreite der Beplankung entspricht. Die Breite der Steher liegt vornehmlich bei 6 cm, die Tiefe ist von dem zu erzielenden Wärmedämmwert abhängig.³⁶

Durch die zunehmende Qualifizierung der Holzbaubetriebe, gestützt durch CAD Planungs- und Fertigungsmethoden in Verbindung mit wirtschaftlich maschineller Fertigung „haben sich in den letzten 30 Jahren individuell geplante Holzhäuser neben dem konventionellen Fertighausbau einen gleichwertigen Marktanteil erobert. Die Grenze zwischen dem handwerklich geprägten Holzhausbau und der industriellen Fertigbauweise verläuft heute fließend.“³⁷

³⁶ vgl. Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (2009): *Holzbau Handbuch Reihe 7 – Seite 12*

³⁷ Deutsche Gesellschaft für Holzforschung: *Holzbau Handbuch Reihe 7 – Seite 11*

3.2 Stahlbetonkonstruktionssysteme

Beton ist ein Verbundwerkstoff aus Zement, natürlichen sowie künstlichen mineralischen Stoffen und Wasser, welcher eine hohe Druckfestigkeit erreicht.

Durch die Zugabe von Betonzusatzmitteln und Betonzusatzstoffen entwickelt sich der Beton von einem Dreistoffsystem zunehmend zu einem Fünfstoffsystem.

Beton ist aktuell einer der am häufigsten verwendeten Konstruktionsbaustoffe im Bauwesen, was sich aus folgenden Vorzügen begründet:

- nahezu unbegrenzte Formbarkeit
- verhältnismäßig preisgünstige Ausgangsstoffe
- vielfältige Variationsmöglichkeiten der Frisch- und Festbetoneigenschaften entsprechend der vorgesehenen Verarbeitung und Beanspruchung des Bauteils
- hohe Dauerhaftigkeit bei fachgerechter Herstellung
- niedriger Unterhaltungsaufwand³⁸

Durch die Addition von Baustahl (Armierung) zu Beton erhält man Stahlbeton, der, im Gegensatz zum Beton, durch das Einbringen von Bewehrung nun über erhöhte Biegezug-, Zug- und Schubfestigkeit verfügt.

Die notwendige Stahlmenge, sowie dessen Lage im Bauteil werden im Vorfeld statisch berechnet. In bewehrten Betonteilen werden auftretenden Druckspannungen von Beton, die Zug- und Schubspannungen von der Bewehrung aufgenommen. Dabei umschließt der Beton bei fachgerechter Einbringung den gerippten Baustahl komplett und verhindert, dass es zu Rostbildung kommt. Der Verbund zwischen Beton und Betonstahl erfolgt durch den von der Rippung des Stahls erzeugten Scherverbund, den durch Haftung des Zementes erzeugten Haftverbund und den durch Reibung zwischen Beton und Stahl erzeugten Reibungsverbund.

Da die Wärmdehnzahlen der Baustoffe Beton und Stahl nahezu ident sind, wird der rissfreie Verbund zwischen den Baustoffen ermöglicht.³⁹

³⁸ vgl. Hestermann, Rongen (2010): *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 63ff

³⁹ vgl. Hestermann, Rongen (2010): *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 63

Beton kann nach

- der Verantwortlichkeit der Rezeptur
- der Trockenrohdichte
- dem Ort der Herstellung
- dem Ort des Einbringens
- dem Fördern, Verarbeiten und Verdichten
- der Konsistenz

klassifiziert werden.

In der vorliegenden Arbeit wird der Beton nach dem Ort des Einbringens betrachtet. Dabei wird zwischen Bauteilen in lokaler Ortbetonweise und werksgefertigten Betonfertigteilen unterschieden.

- Ortbeton: Der Beton wird als Frischbeton auf die Baustelle verbracht und dort in seine endgültige Form gegossen oder gepumpt.
- Fertigteile: Der Beton wird in witterungsunabhängigen Werkstätten in Formen gegossen und nach dem vollständigen Aushärten auf die Baustelle gebracht und montiert. ⁴⁰

⁴⁰ vgl. Hestermann, Rongen: *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 67

3.2.1 Ortbetonsysteme

Ortbeton wird in der heutigen Bauwirtschaft vorwiegend als Transportbeton oder Lieferbeton mit Betonmischwagen auf die Baustellen geliefert. Durch die Herstellung des Betons in einem Mischwerk mit definierten Prozessen, ist eine durchgängig gleichbleibende Betongüte und Qualitätssicherung garantiert.

Lieferbeton muss umgehend nach dem Eintreffen auf der Baustelle verarbeitet werden, da nach einiger Zeit ein Abbinden stattfindet. Eine später Zugabe von Wasser, um die Konsistenz nach längerer Wartezeit oder bei hohen Temperaturen zu ändern, ist nicht zulässig, da der Beton seine Güte verliert. Durch die Beigabe von Zusatzmitteln ist es möglich, den Lieferbeton auf den speziellen Erfordernisse des Bauvorhabens oder gegebene Umweltbedingungen anzupassen.

Lieferbeton wird in unterschiedlichen Druckfestigkeits- und Expositionsklassen, je nach statischen Anforderungen auf die Baustellen geliefert. Einen gesamtgültigen Überblick über die unterschiedlichen Klassen werden in der ÖNORM B4710-1 abgehandelt, ein Auszug von Sorten wird in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 8: Betonsorten mit garantierten Eigenschaften nach ÖN B 4710-1 © Wopfinger

Kurzbezeichnung	Druckfestigkeitsklasse
X0 Unbewehrte Fundamente ohne Frost, Füll- und Ausgleichsbeton ohne Frost	X0
	C8/10
	C12/15
	C16/20
XC1 Beton in Gebäuden (trocken oder ständig nass) oder Bauteile, die permanent dem Wasser ausgesetzt sind.	C12/15
	C16/20
	C20/25
	C25/30
	C30/37
XC2 Innenräume (nass, und selten trocken) mit hoher Luftfeuchtigkeit, Bauwerke in nicht drückendem Grundwasser ohne Anforderung an Dichtheit.	C20/25
	C25/30
	C30/37
	C35/45
	C40/50
	C45/55
	C50/60

Nach dem Eintreffen des Lieferbetons auf den Baustellen wird dieser durch Pumpen oder Betonkübel in die vorbereiteten Schalungen eingebracht.

Die Schalungen werden im Vorfeld entsprechend der Planvorgaben auf- bzw. hergestellt. Der Schalungsaufbau und die Bewehrung müssen so angeordnet sein, dass sie das Einbringen und Verdichten des Betons nicht behindern. Beim Einbringen des Betons ist darauf zu achten, dass dieser sich nicht entmischt.

Beim Betonieren von Mauern oder Stützen muss der eingebrachte Beton alle 30-50 cm durch Rütteln verdichtet und mit der unteren Betonlage verbunden werden. Durch das Verdichten des Betons mittels Rütteln ist gewährleistet, dass der Beton den Bewehrungsstahl komplett umhüllt und im Werkstück keine Nester entstehen.⁴¹



Abb. 11: Einbringen des Betons mittels Betonfüllkübel. © Boels

Im Hintergrund: Verdichten mit Rüttelflasche. Im Vordergrund: Abziehen mit Rüttelpatsche

⁴¹ vgl. Hestermann, Rongen: *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 81

Die Anforderungen an die Formgebung von Stahlbetonbauteile sind gestiegen und gleichzeitig wurde aus wirtschaftlichen Zwängen eine Rationalisierung von Materialeinsatz und Arbeitszeit gefordert. Somit hat sich der Schalungsbau zu einem spezialisierten Fachgebiet entwickelt.

Schalungssysteme bestehen aus einer Schalhaut und einer Tragkonstruktion, wobei die Schalhaut dem Einsatz angepasst werden muss.

Maßgeblich für die Wahl der Schalhaut sind Form und Oberflächenbeschaffenheit des Werkstücks. Bei Nicht-Sichtflächen ist die Wahl der Schalhaut meist dem Nachunternehmer frei gestellt, da auch nachträgliche Oberflächennachbehandlungen zulässig sind. Bei Betonflächen in Sichtqualität kann durch die Wahl der Schalhaut die spätere Oberflächenstruktur des Werkstücks bestimmt werden. Es sind Nachbildungen von Holzmaserungen, glatte oder gekörnte Oberflächen (Waschbeton) möglich.⁴²



Abb. 12: WOLF Schalungssystem für Ortbeton

⁴² vgl. Hestermann, Rongen: *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*, Seite 83f

Der Vorteil von standardisierten Schalungssystemen ist eine breite Variation an gestalterischen Möglichkeiten bei einer möglichst geringen Anzahl von unterschiedlichen Elementtypen.

Entsprechend dieser Anforderungen wurden Schalungssysteme entwickelt, die aus Einzelementen bestehen, welche nach Bedarf zusammengebaut werden können. Die Elemente werden im Regelfall mit Kränen an ihren Einsatzort gesetzt, miteinander verbunden und durch Anker gesichert. Nach der Fertigstellung der Betonarbeiten werden die Werkstücke ausgeschalt, die Schalungen gesäubert und in die nächste Ebene verbracht.

3.2.2 Halbfertigteile

Ein weiterer Einsatzbereich für Ortbeton ist das Einbringen in bzw. auf Stahlbeton-Halbfertigteile. Halbfertigteile in Form von Wand- oder Deckenelementen bilden ein Teil der Konstruktion und ersetzen die Schalungen.

Wegen ihrer Wirtschaftlichkeit, der gleichbleibenden Güte und Qualitätssicherung werden im Wohnungsbau häufig Betonfertig- oder Halbfertigteile zum Einsatz gebracht. Ihre Verwendung bedeutet eine verkürzte Bauzeit und geringeren Material- und Personaleinsatz auf der Baustelle. Die vordefinierten Elemente für Fundamente, Keller, Wände und Decken werden in Produktionsstätten mit allen notwendigen Installationen hergestellt.

Volle Wand- und Deckenelemente sind im Wohnbau vor allem unter dem Begriff der Plattenbauweise, oder Großtafelbauweise bekannt. Zu den Vorteilen zählen eine wetterunabhängige Produktion mit gesicherter Qualität und kurzen Errichtungszeiten in Gebieten mit gering nutzbarer Bauzeit. Als Nachteil dieses Systems ist die mangelnde Individualität zu werten, da alle Installationen und Auslässe in der Planung definiert werden müssen und Änderungen nur schwer herbeiführbar sind. Dieser Nachteil wird in dem Moment einer großen Stückzahl und standardisierter Grundrisse ausgeglichen. Bei Vollelementen sind das hohe Gewicht und die Transportlogistik teilweise reduzierende Kriterien.⁴³

⁴³ vgl. Fa. Oberndorfer (2015): *Produktbeschreibung* [online]

Die im Wohnbau eingesetzten Halbfertigteile werden vornehmlich als Decken- und Wandsysteme ausgeführt. Der signifikanteste Unterschied zu den vollen Fertigteilen ist das geringe Gewicht und die damit vereinfachte Transportlogistik sowie die Notwendigkeit, das Bauteil auf der Baustelle zu vervollständigen. Ein Charakteristikum das allen Halbfertigteilen gemein ist, ist ihre Funktion als verlorene Schalung beim Auf- oder Einbringen des Ortbetons.

Deckenelemente können als vorgespannte oder schlaff bewehrte Halbfertigteildecken produziert werden. Durch den auf der Baustelle aufgetragenen Ortbeton ergibt sich nach Aushärtung die erforderliche statische Tragfähigkeit. Der Verbund des grünen Betons mit dem ausgehärteten Beton des Halbfertigteils erfolgt durch eine aufgeraute Oberfläche des ausgehärteten Betons oder durch herausstehende Anschlussbewehrung. Die statisch erforderliche untere Bewehrung und die Gitterträger, welche die Montagesteifigkeit sowie den Verbund zum Aufbeton sicherstellen, werden bereits im Fertigteilwerk eingebaut. Die Betondecken werden meist mit einer Stärke von 5 cm und in Breiten bis zu 3 Metern hergestellt.⁴⁴

„Elementdecken werden meist einachsig gespannt als Einfeld- oder Durchlaufträgersystem mit Stützweiten bis zu 7,50 m wirtschaftlich eingesetzt. Aber auch kreuzweise gespannte Decken und im speziellen Flachdecken mit Rastermaßen bis zu 10 m sind heute keine Seltenheit mehr“.⁴⁵

Ähnlich der Decken lassen sich auch Halbfertigteilwände (s. folgende Abbildung) herstellen. Bei der Herstellung der Wandelemente werden zwei ca. 5-7 cm starke Stahlbetonschalen mit einem Stahlgitterträger im Werk unverschieblich miteinander verbunden. Die Halbfertigteile stellen eine verlorene Schalung dar, dessen Schalen zusätzlich mit unterschiedlichen Funktionen belegt werden können.

Nach dem Aufstellen der Elemente am Bestimmungsort ist ein Verfüllen des Zwischenraumes mit Ortbeton notwendig, da so die geforderte Festigkeit erreicht wird. Das Einbringen einer Bewehrung kann in reduziertem Umfang notwendig sein.

⁴⁴ vgl. Fa. Oberndorfer (2015): *Produktbeschreibung* [online]

⁴⁵ s. Fa. Oberndorfer (2015): *Produktbeschreibung* [online]



Abb. 13: Hohlwand © Fa. Franz Oberndorfer GmbH & Co KG

3.3 Holzleichtbeton-Verbundsysteme

Das Kompositmaterial Holzleichtbeton (HLB) gewinnt in Hinblick auf die Ressourcenverknappung von Rohmaterialien wie Sand und Kies und aufgrund seiner hohen Rezyklierbarkeit eine zunehmend größere Bedeutung im nachhaltigen Bauen. Die Gewichtsersparnis bei Wand- und Deckenkonstruktionen, welche eine manuelle Manipulation erlauben, so wie die optimale Ausnutzung des Rohmaterials Holz durch Verwendung von Schwach- und Resthölzern sind Kernparameter des Holzleichtbetons.⁴⁶

Der Versuch, Holz und Beton bzw. zementgebundene Materialien zu verbinden, ist keine Erfindung der Neuzeit, sondern wird bereits seit Anfang des 19. Jahrhunderts auf parallelen Wegen erforscht und umgesetzt.

Holz-Beton-Verbundkonstruktionen (HBV) wurde bereits Ende der 1930er Jahre durch den kriegsbedingte Ressourcenknappheit von Stahl entwickelt.

Otto Schaub meldete im Jahr 1939 ein Patent auf die Herstellung von Verbunddecken aus Holzrippen und einer Deckschicht aus Beton an, wobei er Z- bzw. I-Profile aus Stahl als Schubverbinder einsetzte.⁴⁷

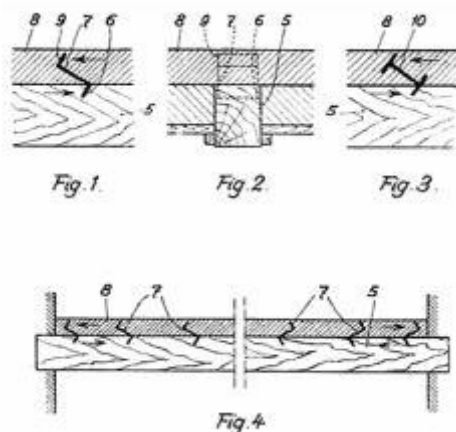


Abb. 14: Verbundsystem nach Reichspatent Nr. 673556

⁴⁶ vgl. Krippner (2012): Zuschnitt 45, S. 8

⁴⁷ vgl. Winter, Kreuzinger, Mestek (2009): *Holzbau der Zukunft-Teilprojekt 15*, S.182 f

Mit dem Ende des 2. Weltkrieges rückte die Entwicklung von Holz-Beton-Verbundkonstruktionen wieder in den Hintergrund. Es ist dokumentiert, dass im Jahre 1960 in Bratislava eine bestehende Holzdecke durch das Einschlagen von Nägeln und Aufbringen einer Betonschicht saniert und das Ergebnis über mehrere Jahre überwacht und dokumentiert wurde.

Beschränkten sich die HBV-Konstruktionen anfänglich noch auf stabförmige Holzträger mit einer flächigen Deckschicht aus Beton, entsprechend dem statischen Tragsystem von Holzbalkendecken, so haben die weiteren Forschungen an Verbindungsmitteln, Holzbauweisen und Betonrezepturen zu einer Entwicklung von flächigen Verbundkonstruktionen geführt. Diese Systeme erfüllen alle Anforderungen hinsichtlich des Brand- und Schallschutzes sowie des Schwingungsverhaltens im modernen Hochbau.

HBV-Konstruktionen werden als wirtschaftliche und zeitsparende Bauweise bewertet. Die Holzkonstruktionen können aus Vollholz- und Brettschichtholzbauteilen, sowie daraus gewonnenen Bauprodukten wie Brettstapel- oder Brettsperrholzelementen bestehen und werden mit einer dünnen Deckschicht aus Beton (Aufbauhöhen ≥ 6 cm) schubfest verbunden. Die Betone werden in der Druckzone, die Holzkonstruktion in der Zugzone eingesetzt mit dem Ziel einer Verbundkonstruktion mit reduzierter Durchbiegung und erhöhten Traglasten.

An die eingesetzten Betone werden, projektspezifische, hohe Anforderungen gestellt, da sie über ein geringes Eigengewicht, gute Verarbeitung (pumpfähig und gut zu verdichten), geringes Kriech- und Schwindverhalten sowie eine geringe Feuchtigkeitsabgabe verfügen sollen. Die Weiterentwicklungen der Betontechnologie hat es ermöglicht, dass diese Anforderungen durch Zugabe von Zusatzstoffen gezielt erreicht und folgende Hochleistungsbetone hergestellt werden können:

- selbstverdichtende Betone (SVB)
- selbstverdichtende Leichtbetone (SLVB)
- Stahlfaserbetone
- Konstruktive Leichtbetone
- hochfeste/ultrahochfeste Betone ⁴⁸

⁴⁸ vgl. Winter, Kreuzinger, Mestek (2009): *Holzbau der Zukunft-Teilprojekt 15*, S.182 ff

In den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen der marktüblichen Schubverbinder für HBV-Decken ist die Verwendung von Beton C20/25 gefordert. Dabei beträgt die erforderliche Mindestdicke der Betonschicht 60mm bei Schraubankern bzw. 70mm bei eingeklebten Lochblechen.

In der Regel ist keine weitere statisch wirksame Bewehrung notwendig, generell ist jedoch eine Schwindbewehrung vorzusehen, die mindestens einer Betonstahlmatte Q131 (bzw. Q188 für eingeklebte Lochbleche) entspricht.⁴⁹ [

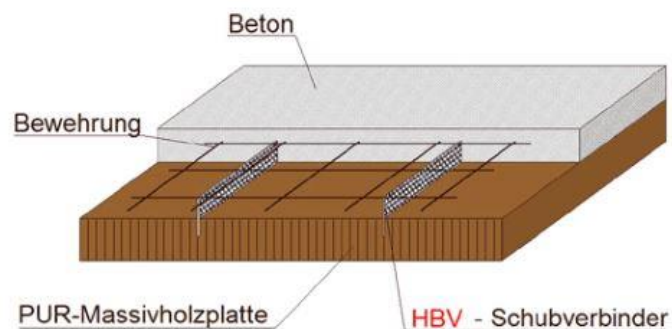


Abb. 15: Schema einer HBV Plattendecke, © Fa. TiComTec GmbH

⁴⁹ vgl. Winter, Kreuzinger, Mestek (2009): *Holzbau der Zukunft-Teilprojekt 15*, S.184

In der Publikation „*Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 15. Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen*“ werden die folgenden Bereiche als bevorzugten Anwendungsgebiete der HBV-Bauweise beschrieben:

- Altbausanierung

Um den gestiegenen Anforderungen an die Trag- und Gebrauchstauglichkeit von Trenndecken zu entsprechen, können bestehenden Holzbalkendecken, nach entsprechender Begutachtung der Deckenbalken und Balkenlager, durch Einbringen von Schubverbindern und Ortbeton in ein HBV-System überführt werden. Etwaige Verformungen können durch Abstützung während des Betonierens und Aushärtens rückgängig gemacht werden. Nach der Sanierungsmaßnahme bleibt der Lastabtrag der Konstruktion bei verbesserten Brand- und Schallschutz unverändert, was die Sanierung historischer Gebäude unterstützt.

- Hochbau

Mit Brettstapelelementen lassen sich flächige Verbundkonstruktionen herstellen, die durch ihre hohe Steifigkeit Spannweiten von 8 bis 10 m erlauben und dabei alle Kriterien im Hinblick auf das Schwingungsverhalten erfüllen. Die mit Schubverbindern vorgefertigten Holzbalken- oder Massivholzdecke werden auf der Baustelle mit einer Schicht Ortbeton bedeckt, wodurch ein rauchdichter Ebenenabschluß entsprechend den Brandschutzvorschriften erreicht und das statische System durch eine schubsteife Scheibe ergänzt wird. Ein hoher Vorfertigungsgrades unter standardisierten Werksbedingungen zeichnet die HBV-Konstruktionen besonders für den Einsatz im mehrgeschossigen Wohnbau aus.⁵⁰

- Brückenbau

In der Schweiz und im skandinavischen Raum werden Brückenbauprojekte in der HBV-Bauweise verwirklicht, bei denen eine Betonfahrbahnplatte mit blockverklebten Holzträgern verleimt wird. Die Fahrbahn übernimmt die Querverteilung der Achslasten, den Abtrag horizontaler Lasten und den konstruktiven Holzschutz. Da marktübliche Schubverbinder nur für ruhende Belastung zugelassen sind, ist in Deutschland und Österreich eine entsprechende Überprüfung und Genehmigung im Einzelfall notwendig.⁵¹

⁵⁰ vgl. Winter, Kreuzinger, Mestek (2009): *Holzbau der Zukunft-Teilprojekt 15* ,S.183

⁵¹ vgl. Winter, Kreuzinger, Mestek (2009): *Holzbau der Zukunft-Teilprojekt 15* ,S.183

Fast zeitgleich mit der Entwicklung und Erforschung von HBV-Konstruktion durch Schaub, entstanden um 1920 die ersten Holzleichtbetonrezepturen.

Ausgangslage für die Weiterentwicklung bildete der seit ca. 1900 bekannte Steinholzestrich aus Magnesiamörtel und Sägemehl. Er verband die Vorteile eines harten, glänzenden Steinbodens mit den Vorzügen eines warmen und elastischen Holzbodens. Das betongleiche Schwind- und Quellverhalten des Steinholzestrichs gab ihm den Beinamen Holzbeton.

Der Verlust der Magnesiamvorkommen in Schlesien und die Rohstoffverknappung nach Ende des Zweiten Weltkriegs führte zu erneuten Versuchen mit Holzbetonen. Das Ziel war, die positiven Eigenschaften des Steinholzestrichs unter Beigabe von alternativ verfügbaren Bindemitteln beizubehalten.⁵²

1932 bzw. 1934 lässt sich der Niederländer Richard Handl ein „Verfahren zur Herstellung poröser Formlinge aus cellulosehaltigen Stoffen und Zement“ patentieren. Auf seinem Patent aufbauend entwickelt Handl später ein „Verfahren zur Herstellung eines Leichtbaustoffs aus Holzabfällen und Zement“, welches er ebenfalls anmeldete und das bis heute die Basis für Holzleichtbetonprodukte darstellt.⁵³

Im Gegensatz zu den früheren Rezepturen beim Steinholzestrich, wurde nun Zement als Bindemittel eingesetzt und die organischen Zuschläge reichten von Sägemehl und Sägespäne bis zu Stroh und Schilf. Es erwies sich, dass eine Vorbehandlung der Holzstoffe durch Mineralisierung nicht nur das Eindringen von Feuchtigkeit verhinderte, sondern die Oberflächenbindung zwischen Zementleim und Holz verbesserte und das nachteilige Schwind- und Quellverhalten verringerte.

Bei der Mineralisierung werden die zerkleinerten Holzspäne mit „Mineralisierungs-Additiven“ vollständig durchtränkt, wodurch sich an der Holzoberfläche eine gelartige Schichte bildet, an der sich der Zement gut anlagern kann und einen festen Verbund mit den übrigen Zuschlägen garantiert.⁵⁴

⁵² vgl. Musso et al (2009): *Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 17*, S. TP17-6

⁵³ vgl. Krippner (2004): *Untersuchungen zu Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton im Bereich von Gebäudefassaden*, S.38

⁵⁴ vgl. Krippner (2004): *Untersuchungen zu Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton im Bereich von Gebäudefassaden*, S.38

In Österreich wurde Anfang der 1930er Jahre der patentierte Holzspanbeton entwickelt, welcher sich vor allem in so genannten „Holzspanmantelstein“ und „Holzspanmantelbetonplatten“ etablierte.

Dabei wurden mineralisierte Reststoffe aus der Holzverarbeitung mit Bindemitteln gemischt und in Formen gepresst. Mit diesem Verfahren wurden unterschiedliche Steine für tragende und nicht tragende Innen- sowie Außenwände gefertigt.

In der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) wurden Ende der 1960er vermehrt Holzbetonprodukte im Bauwesen eingesetzt. Mit Holzbetonsteinen wurden tragende Innen- und Außenwänden für Einfamilienhäuser, die Wände in den obersten Stockwerken mehrgeschossigen Wohnbauten, nichttragende Außen- und Innenwände sowie Ausfachungen im Skelettbau erstellt.

Neben seinen Eigenschaften als energiesparendes und kosteneffizientes Bauprodukt, stellte er eine Substitution für die eingeschränkten Mauerziegelproduktion dar und löste Abhängigkeiten, da Holzbetonsteine aus örtlich verfügbaren Rohmaterialien hergestellt werden konnten.⁵⁵

3.3.1 HLB Steine

Hohl- oder Mantelsteine aus Holzleichtbeton haben sich bereits seit Anfang der 1930er Jahre in Österreich unter dem Namen „Holzspanmantelstein“ etabliert.

Holzleichtbeton (HLB) ist ein industriell hergestellter Verbundwerkstoff aus Mineralien, Bindemitteln und organischen Zuschlagstoffen. Als Zuschlagstoffe werden vorwiegend Holzspäne von Nadelhölzern wie Fichte und Tanne, aber auch Schwach- und Resthölzer von Birken, Eschen und Linden genutzt. Die Holzspäne werden in Schlagmühlen zerkleinert und in einem weiteren Bearbeitungsschritt mineralisiert, was die Oberflächenbindung zwischen Zementleim und Holz verbessert und eine Verringerung des Schwind- und Quellverhaltens bewirkt.⁵⁶

Danach wird das Holzleichtbetongemisch in Formen gegeben und zu Steinen gepresst, welche im Anschluss befräst und kalibriert werden.

⁵⁵ vgl. Krippner (2004): *Untersuchungen zu Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton im Bereich von Gebäudefassaden*, S.37

⁵⁶ vgl. Musso et al(2009): *Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 17*, S. TP17-6

Dabei anfallende Abfälle werden in den Produktionszyklus zurückgeführt. Zur Formgebung der Steine können mobile sowie stationäre Anlagen zum Einsatz kommen. Die Fertigung muss witterungsgeschützt auf einer ebenen, betonierten Fläche erfolgen. Nach dem Austrocknen werden die Steine gestapelt und für die Auslieferung bereitgestellt. Die Fertigung kann in 1-Schichtbetrieb mit einer Taktzeit 30 Sekunden erfolgen.

Bei der stationären Fertigung erfolgt die Herstellung der Steine auf Unterlagsblechen, welche nach der Formgebung auf einer Hubleiter in mehreren Ebenen gestapelt und zur Trocknung mit einer Verschiebebühne ins Trockenregal gebracht werden. Nach dem Reifen der Steine werden diese mit einem Stapelroboter zu fertigen Verkaufseinheiten gepackt.

In einer 8 Stunden-Schicht können 2300 Stück Außenwandsteine mit den Abmessungen 38 x 25 x 100 cm (BxHxL) oder bis zu 3800 Stück Innenwandsteine mit den Abmessungen 18 x 25 x 100 cm (BxHxL) mit einer stationären Anlage produziert werden.⁵⁷

Die Investitionskosten für eine mobile Maschine, wie sie in der nachfolgenden Abbildung zu sehen ist, werden laut Hersteller AME Maschinen GmbH mit 186.950 € inklusive Installation und Training der Mitarbeiter veranschlagt.



Abb. 16: WSB 100 von AME. © Fa. AME GmbH

Je nach Anlagenkonfiguration kann die Maschine als mobiler Bodenfertiger oder als stationäre Formgebungsmaschine für Holzbetonsteine eingesetzt werden.

⁵⁷ vgl. Produktinformation der Firma AME (2015)

Zusätzlich zur Fertigungsmaschine wird eine Mischanlage zur Herstellung des Holzleichtbetons sowie eine Lösung für das Produkthandling nach der Herstellung benötigt. Diese Maschinen können auch aus der konventionellen Betonsteinfertigung herangezogen werden.

Für eine komplette stationäre Anlage mit Holzschnitzelzubereitung, Zementmischern, Maschine mit Kreislauf, Trockenkammer, Produktnachbearbeitung (Schleifen, Styroporeinschub) und Recyclingkreislauf kann rund 4.000.000 € veranschlagt werden. Je nach optionalen Erweiterungen und Dimensionen der Anlage kann der Preis deutlich variieren.⁵⁸

Bei der Herstellung der Steine wird je nach Hersteller, zwischen Normal- oder Riegel- und Randsteinen unterschieden. Mit den Normal- oder Riegelsteinen werden volle Flächen hergestellt, die durch Aussparungen für Türen und Fenster unterbrochen sein können. Die meisten Anbieter von Mantelsteinen haben ihr Sortiment dahingehend erweitert, das sie alle notwendigen Sondersteine für Tür- und Fensterstürze mit anbieten. Für die Eckausbildung werden eigene Randsteine verbaut. Im Schnittpunkt von Innen- und Außenwänden wird der Stoß stumpf ausgeführt und die Wände mit Winkelblechen verschraubt.



Abb. 17: Fixierung im Eckbereich oder bei Wandanschlüssen. © Fa. Velox Werk GmbH

⁵⁸ Interview mit der Firma AME

Die Mantelsteine werden auf der Baustelle trocken übereinander geschichtet und zum Abschluss der Montage mit verdichteten Kernbeton ausgefüllt. Entsprechend der statischen Anforderungen muss vor dem Betonieren eine Bewehrung in die Hohlwände eingebracht werden. Die folgende Abbildung zeigt eine Baustelle, auf der Einzelsteine in zuvor beschriebener Weise versetzt.



Abb. 18: Baustellenbild vom Bau mit Holzleichtbetonsteinen. © Isospan Baustoffwerk GmbH

Beim Ausbetonieren und Verdichten der Mantelsteinwände sind die Vorgaben der Hersteller zu beachten. Die Firma Velox schreibt in ihrer technischen Dokumentation eine Betoniergeschwindigkeit von max. 1 Stgm/h unter Verwendung von Beton der Festigkeitsklasse C16/20 oder C 20/25 vor.⁵⁹

Allen Holzleichtbetonsteinen ist gleich, dass sie eine verlorene Schalung darstellen, bei der Installationsebene, Putzträger und statisch tragende Konstruktion in einem Arbeitsgang hergestellt werden können. Dies führt zu einer Zeit- und Materialersparnis in der Montage und somit zu einer Kostenersparnis bei den Gesamtherstellkosten eines Bauprojektes.^{60]}

⁵⁹ vgl. Produktinformation der Firmen Velox und Isospan (2015)

⁶⁰ vgl. Produktinformation der Firmen Velox und Isospan (2015)

Neben den Einzelsteinen bieten die meisten Hersteller ihre Produkte als vorgefertigte Wandelemente an, bei denen die Steine im Werk zu funktionalen Einheiten verbunden werden.

Durch eine Nummerierung der Wandmodule bei der Herstellung, die sich auf den Montageplänen wiederfindet, wird die Einbauposition auf der Baustelle beschrieben. Sämtliche Wandelemente werden stehend auf eigenen Halterungen auf die Baustelle transportiert und vor Ort mit Hilfe eines (Auto-)Krans aufgestellt.

Während der Montage müssen die Bauteile mit Stützen gesichert werden, da sie ihre Standfestigkeit erst mit dem Ausbetonieren erreichen.⁶¹

⁶¹ vgl. Produktinformation der Firmen Velox und Isospan (2015)

3.3.2 Marktübersicht HLB Steine

Durisol

Durisol ist eine Handelsmarke der Durisol International Corp. aus Kanada, welche die Markenrechte hält und weltweit Lizenzen zur Produktion von Durisol-Holzbetonprodukte vergibt. 2005 erwarb die Firma Leier die Lizenzrechte für die Produktion von Mantelsteinen für den Wohnbau sowie Lärmschutzwände für Straße und Schiene in Österreich.

Die Durisol bietet die Mantelsteine in unterschiedlichen Stärken von 15 – 37,5 cm mit und ohne zusätzlicher Wärmedämmung an. Alle Steine besitzen die Brandwiderstandsklasse REI 180.

Auf Wunsch werden Geschosshöhe, vorgefertigte Wandmodule geliefert, die projektspezifisch hergestellt werden und aus den jeweils erforderlichen miteinander verklebten Durisol-Steinen bestehen. Die Abmessungen der Wandmodule sind auf 5 x 3 m beschränkt.

Laut Angaben des Herstellers dauert das Versetzen der Modulwände inklusive des Einbringens der Kernbetons ca. 0,2h/m² und stellt somit eine große Zeitersparnis gegenüber dem konventionellen Versetzen der Steine auf der Baustelle.

In der folgenden Abbildung ist das Versetzen eines Hohlwandmoduls abgebildet.⁶²



Abb. 19: Hohlwandmodul, aus Einzelsteinen vorgefertigt © Durisol-Leier GesmbH

⁶² vgl. Produktinformation der Firma Durisol Leier (2015)

Thermo-Span

Thermo-Span ist der Markenname für Holzleichtbeton-Mantelsteine der Firma Thermo-Span Baustoffwerk Harml-Quehenberger GmbH mit Sitz in St. Johann im Pongau.

Die Firma wurde 1965 von den Brüdern Quehenberger und Harml gegründet und begann im Jahre 1974, angetrieben durch die Ölkrise, mit der Produktion von Holz-Mantelbetonsteinen. Das Produkt wurde weiterentwickelt und laut Selbstauskunft der Firma Thermo-Span, war diese das erste Unternehmen, welches mit dem Isotherm-S einen Baustein mit integrierter Wärmedämmung auf den Markt gebracht hat.

Die Produktpalette von Thermo-Span umfasst Steine für tragende und nicht tragende Innenwände, Wohnungstrennwände mit erhöhtem Schallschutz sowie tragende Außenwandsteine mit eingebrachter Dämmung, die nach Einbau und Putzauftrag einen U-Wert von $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ erreichen.

Die Innenwandsteine haben die Brandwiderstandsklasse REI 90, eine Bauteildicke von 15 – 30 cm und ein bewertetes Schalldämmmaß R_w von 52 – 62 dB, entsprechend der Steindicke.⁶³

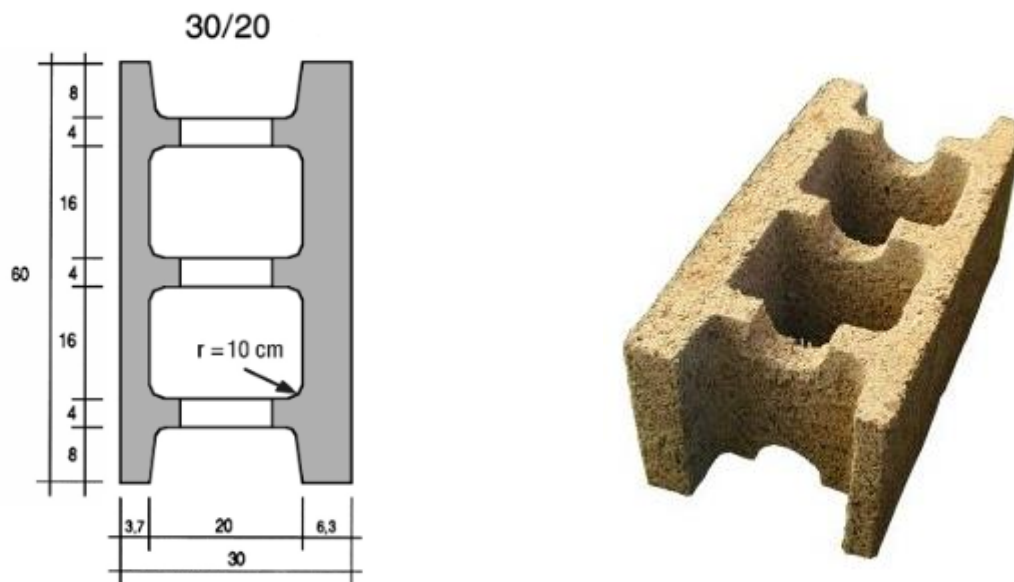


Abb. 20: Innenwandstein Fa. Thermo-Span. Trennwandstein TW 30/20 für Wohnungstrennwände und Stiegenhäuser mit erhöhtem Wärme- und Schallschutz © Thermo-Span

⁶³ vgl. Produktinformation Firma Thermo-Span(2015), [online]

Die Außenwandsteine „Thermo“ sind, je nach Wärmeschutzeigenschaft, zwei- bis dreiwandig aufgebaut und mit EPS, Resol-Hartschaum oder Mineralwolle als Dämmstoff befüllt.

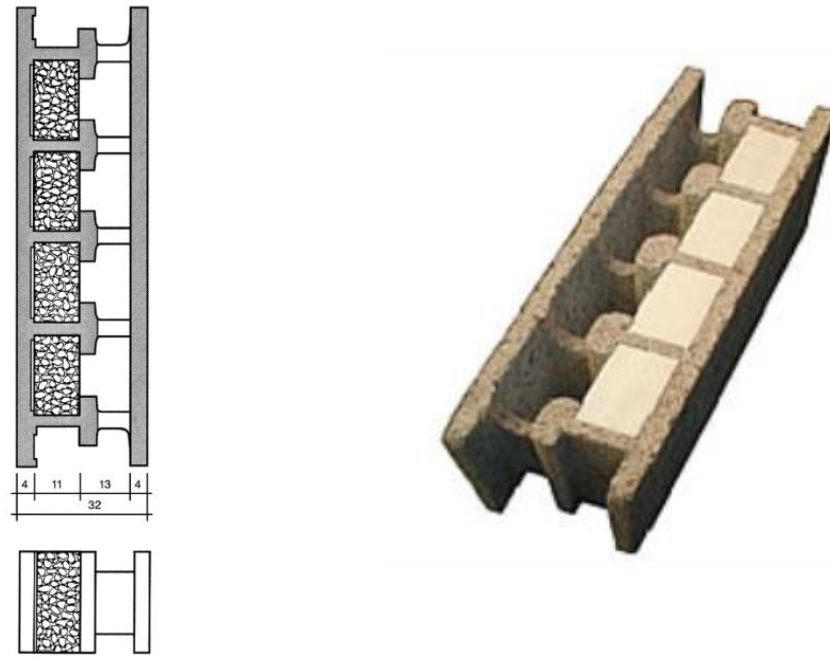


Abb. 21: Außenwandstein Thermo S-super 32/11. Zweiwandiger Energie-Sparstein für Außenmauerwerk mit erhöhtem Wärmeschutz © Thermo-Span

Die Steine erfüllen alle, mit Ausnahme des dreiwandigen Thermo-T2 Steins (REI60), die Brandwiderstandsklasse REI 180. Die Bauteile haben eine Dicke von 25-38 cm und erreichen nach Berechnung entsprechend der ÖNORM B8115, ein bewertetes Schalldämmmaß R_w von 52 – 56 dB.

Auch Thermo-Span bietet die Herstellung von Modulwänden als Fertigelemente aus dem Einzelsteinprogramm an. Wie beim Produkt Durisol zuvor beschrieben, werden auch Thermo-Span Modulwände auf Gestellen per LKW auf die Baustelle verbracht und die nummerierten Elemente laut Verlegplan mit einem Kran versetzt und abschließend mit Kernbeton verfüllt.⁶⁴

⁶⁴ vgl. Produktinformation Firma Thermo-Span(2015), [online]

Isospan

Isospan ist der Markenname für Holzleichtbeton-Mantelsteine der im Jahr 1960 gegründeten Firma ISO-SPAN Baustoffwerk GmbH aus Ramingstein in Salzburg.⁶⁵

Anteilseigner der Gesellschaft sind die Firmen thermo-span Baustoffwerk Harml-Quehenberger GmbH und Sepp Harml GmbH, welche auch die Thermo-Span Baustoffe produzieren.⁶⁶

Die Produktpalette von Isospan ist kongruent mit dem Thermo-Span Angebot und umfasst Steine für tragende und nicht tragende Innenwände, Wohnungstrennwände mit erhöhtem Schallschutz, tragende Außenwandsteine mit eingebrachter Dämmung, sowie die Herstellung von Wandmodulen aus dem Einzelsteinprogramm.

Alle unverputzten tragenden Mauersteine haben die Brandwiderstandsklasse REI 180. Als Dämmstoffe bei den Außenwandsteinen wird in der Produktlinie „silver“ EPS mit dem Markennamen EPS silver, in der Produktlinie „ökopur“ eine Holzfaserdämmung und in Produktlinie „isopur“ eine Hartschaumplatte eingesetzt.⁶⁷

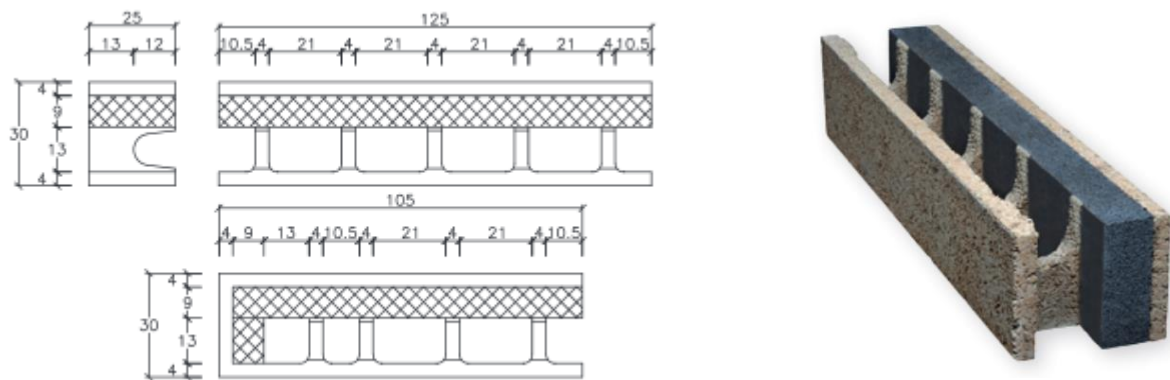


Abb. 22: Außenwandstein SILVER 30/9. Darstellung von Riegel und Endsteine für tragende Außenwand mit 9 cm SILVER-Zusatzdämmung© Isospan

Ergänzend zu den Holzleichtbetonsteinen bietet Isospan auch Plattenwerkstoffe mit den Abmessungen (LxH) 200x50 cm zur Herstellung von Schalungen an.

⁶⁵ Internetauskunft Firmen ABC. Suchbegriff: „Isospan“. (Online, 24.10.2015)

⁶⁶ Internetauskunft Fa. Creditreform. (Online, 24.10.2015)

⁶⁷ vgl. Produktinformation Firma Isospan(2015), [online]

3.3.3 HLB Plattenwerkstoffe

Holzleichtbetonplatten sind, mit Ausnahme des Amroc Paneels, schichtweise aufgebaut und unterscheiden sich bei ihrer Herstellung nur in der Rezeptur der anteiligen Zusammensetzung ihrer Inhaltsstoffe.

Die Produktionsvorgänge sind bei allen Holzleichtbetonplatten kongruent und am Beispiel der Fa. Velox abgebildet.

Produktionsablauf V900

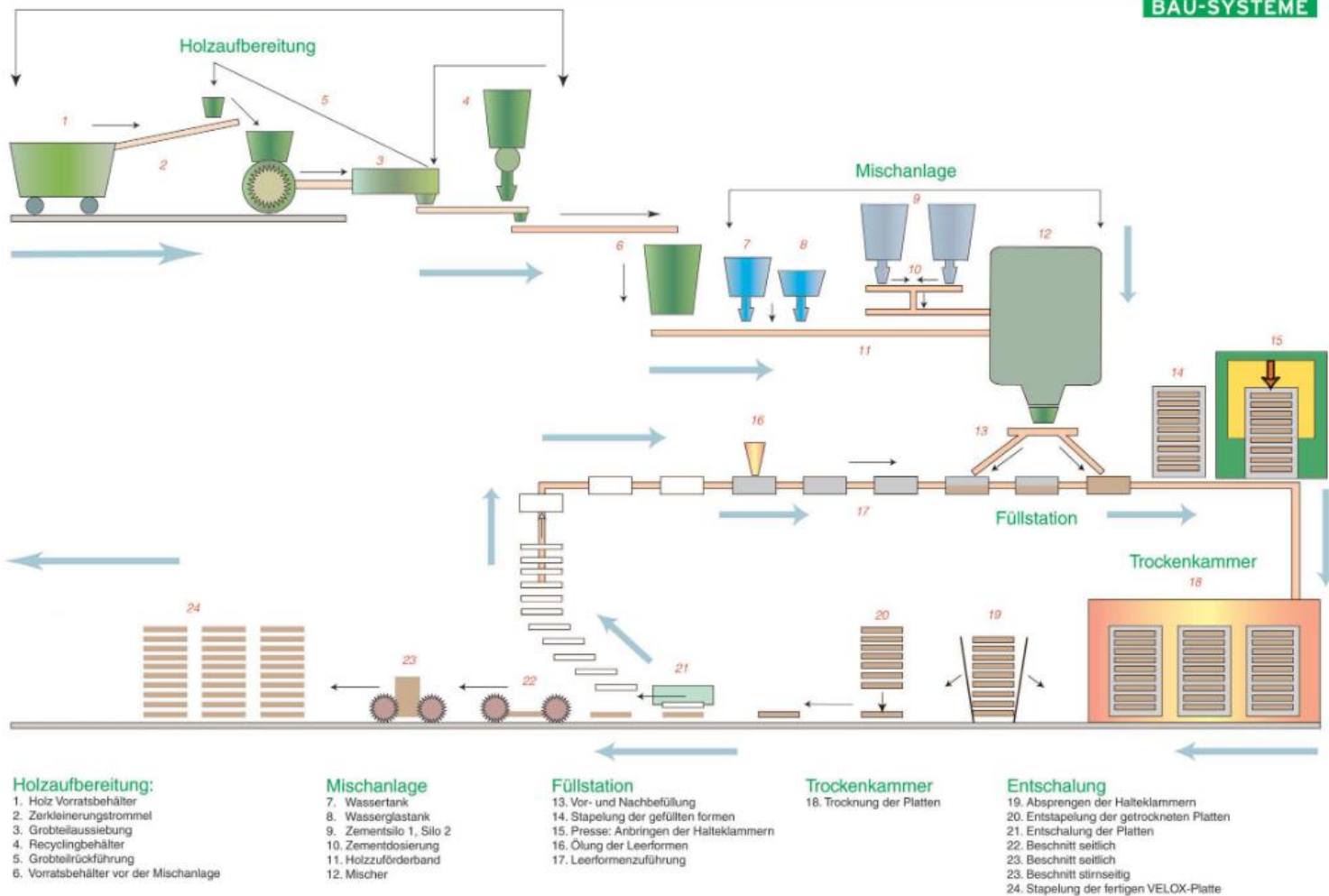


Abb. 23: Herstellungsprozesses von Holzleichtbetonplatten am Beispiel der Firma Velox © Velox

Für die Herstellung der Holzleichtbetonplatten wird entrindete Holzmasse, meist Fichten- und Tannenholz, nach einer drei- bis viermonatiger Lagerung zu nadelförmigen Spänen zerspant und in Silos gelagert. Über eine Dosiereinrichtung werden die Holzmasse, Portlandzement, Mineralisierungsstoffe und eine, entsprechend der Holzfeuchte angepasste Menge Wasser in einen Mischer geführt. Mittels einer Streueinrichtung wird der Materialmix auf vorbehandelte Stahlbleche, welche in einer Endlosanlage im Kreis laufen, aufgebracht. Dabei trennt ein Luftstrom die feinen von den größeren Spänen. Die Streueinrichtung besteht aus vier getrennten, aneinander gereihten Schüttkammern. In der ersten Schüttkammer wird mit den feinen Spänen eine glatte Deckschicht für die Platten gebildet. In der zweiten und dritten Schüttkammer erfolgt durch eine gleichmäßige mechanische Beschickung die gröbere Mittelschicht, welche in der vierten Kammer von einer glatten Deckschicht aus feinen Spänen abgeschlossen wird. Nach der Beschüttung werden die Stahlbleche mit Flies bedeckt, übereinander gestapelt und unter hohem Druck bis auf ihre Nominaldicke (ca. 1/3 der Schüttdicke) gepresst. Nach einem beschleunigten Hydratationsprozess in der Aushärtekammer werden die Platten von den Stahlblechen getrennt und in ein Zwischenlager verbracht, wo sie nachreifen und auf ihren Feuchtigkeitsgehalt konditioniert werden. In einem abschließenden Prozess erfolgen noch Besäumung und Zuschnitt sowie gegebenenfalls Oberflächenbehandlungen.⁶⁸

Aus den plattenförmigen Werkstoffen lassen sich vorgefertigte Wandsysteme für Innen- und Außenwände sowie Platten für Schalungen und Wände in Ortbauweise herstellen.

Örtlich hergestellte Wände werden in der so genannten Platten-Bügel-Bauweise errichtet. Die Holzleichtbetonplatten werden auf der Baustelle mit Hilfe von Bügeln zu einem Schalungskörper zusammengebaut, wobei die Holzleichtbeton-Platten als verlorene Schalung, Installationsebene und Putzträger zu bewerten sind.

Die Plattenwerkstoffe haben eine Abmessung von 200 x 50 (LxH) cm und müssen zum Abschluss der Montage mit Kernbeton ausgefüllt und verdichtet werden. Entsprechend der statischen Erfordernisse kann eine Bewehrungseinlage notwendig sein.⁶⁹

⁶⁸ vgl. Cetris (2012): *Technische Anleitung für Architekten, Projektanten und Verarbeiter*

⁶⁹ vgl. Produktinformation der Firmen Velox und Isospan

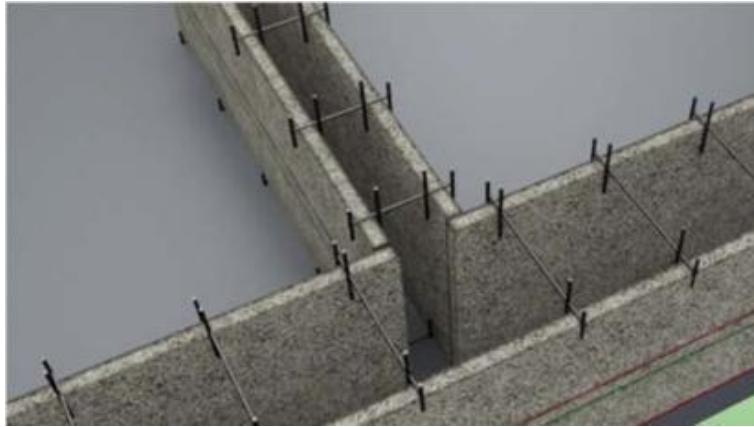


Abb. 24: Platten-Bügel-Bauweise. Kraftschlüssige Wandeinbindung. © Fa. VELOX Werk GesmbH

Beim Einbringen des Kernbetons in die Schalungen sind die Herstellervorgaben hinsichtlich der Betoniergeschwindigkeit, der Betoneigenschaften und des Verdichtens zu beachten.⁷⁰

Alternativ zur Platten-Bügel-Bauweise oder Modulwänden können die Holzleichtbetonplatten zur Beplankung von Holzrahmen- oder Holzständerbauten im Innen- und Außenbereich zum Einsatz kommen, da sie gute brandschutztechnische und akustische Eigenschaften besitzen.



Abb. 25: Montage einer Holzleichtbetonplatte im Fassadenbereich. © Siniat GmbH

⁷⁰ vgl. Produktinformation der Firmen Velox und Isospan

3.3.4 Marktübersicht HLB Plattenwerkstoffe

Duripanel

Im Jahre 1981 begann die Firma Eternit GmbH mit der Produktion von tragenden und aussteifenden Holzzementplatten und brachte diese unter dem Produktnamen Duripanel auf den Markt.⁷¹ Seit Januar 2015 werden die Holzleichtbetonprodukte aufgrund einer strategischen Ausrichtung der Firma Eternit von der Schwestergesellschaft Siniat geführt.⁷²

Das Duripanel ist eine dreischichtige Holzzementplatte in den Baustoffklassen A2 (nichtbrennbar) und B1 (schwer entflammbar) für Fassadenverkleidungen, Holzrahmenbau, Fußböden, Innenwände und Decken mit tragender Funktion, Feuchtraumauskleidungen, Brand- und Schallschutzkonstruktionen und Sportstättenbau (Ballwurfsicherheit). In B1 ist das Duripanel bauaufsichtlich als tragende und aussteifende Beplankung im Holz- bzw. Holzrahmenbau zugelassen. Besonders im Bereich des konstruktiven Brandschutzes bietet sich das Paneel als Verkleidung von Wand-, Dach- und Tragsystem an.

Die Paneele können bei allen Konstruktionen, bei denen Platten der Holzwerkstoffklasse 20, 100 und 100 G nach DIN 68800⁷³ erlaubt sind, ohne Holzschutz eingesetzt werden. Die Holzleichtbetonplatten sind witterungs- und frostbeständig, feuchtigkeitsunempfindlich und schimmelresistent und können als Außenbeplankung im Holzbau als temporärer Witterungsschutz genutzt werden.

Die Basisplatte des Duripanel wird in raumhohen Formaten von 310 x 125 cm und 260 x 125 cm in einer Plattenstärke von 8-40 mm für den Wand- und Deckenbereich angeboten.

⁷¹ vgl. Firmenhistorie Fa. Eternit. <http://www.eternit.de/unternehmen/ueber-eternit/historie/historie/>

⁷² Siniat Pressemitteilung vom 19.01.2015.

⁷³ s. Arnold, Ulrich, „Anwendungsfälle von Holzwerkstoffe nach EN“

DIN Werkstoffklasse "20" entspricht in etwa DIN EN Klasse "Trockenbereich"

DIN Werkstoffklasse "100" entspricht in etwa DIN EN Klasse "Feuchtbereich"

DIN Werkstoffklasse "100 G" entspricht in etwa DIN EN Klasse "Außenbereich"

Die Basisplatte ist in einer geschliffenen Ausführung mit gelblichbrauner Feinspanoptik und in einer ungeschliffenen Ausführung mit glatter, zementgrauer Oberflächenoptik erhältlich.⁷⁴



Abb. 26: Duripanel B1, ungeschliffen; Duripanel A2, ungeschliffen und geschliffen. © Siniat GmbH

Für Hohlböden und Trockenestriche wird die Duripanel Verlegeplatte mit einer Abmessungen von 62,5 x 125 cm in Nut-Feder-Ausbildung angeboten.

Die Herstellung der Holzleichtbetonplatten erfolgt, wie zuvor beschrieben, aus entrindeter Holzmasse, welcher Portlandzement, Mineralisierungsstoffe und eine der Holzfeuchte entsprechende Menge Wasser beigemischt werden.

Die Zusammensetzung für das Duripanel der Baustoffklasse B1 besteht aus:

58% Holz, 20% Zement, 9% Wasser, 3% Mineralien und 10% Luft.

Dem A2-Paneel wird aus brandschutztechnischen Gründen Perlite beigemischt, weshalb sich der Holzanteil um rund 18% verringert.⁷⁵

⁷⁴ vgl. Produktbeschreibung Eternit Holzzementplatte Duripanel

⁷⁵ vgl. Produktbeschreibung Eternit Holzzementplatte Duripanel

Cetris Basic

Die Firma Cetris produziert seit 1991 zementgebundenen Spanplatten und ist nach eigenen Angaben der größte europäische Hersteller am Markt mit einem Produktionsvolumen von 55 000 m³ Platten pro Jahr.

Das Cetris Basic Paneel ist eine dreischichtige Holzzementplatte der Baustoffklasse A2 (nichtbrennbar) und für Fassadenverkleidungen, Holzrahmenbau, Fußböden, Innenwände und Decken mit tragender Funktion, Feuchtraumauskleidungen, Brand- und Schallschutzkonstruktionen geeignet. Die bauphysikalischen Eigenschaften und Einsatzgebiete des Plattenwerkstoffs entsprechen weitestgehend denen des Duripaneels. Die Paneele können bei allen Konstruktionen, bei denen Platten der Holzwerkstoffklasse 20, 100 und 100 G nach DIN 68800 76 erlaubt sind, ohne Holzschutz eingesetzt werden. Die Holzleichtbetonplatten sind witterungs- und frostbeständig, feuchtigkeitsunempfindlich und schimmelresistent.

Die Basisplatte Cetris Basic wird in raumhohen Formaten von 335 cm x 125cm in einer Plattenstärke von 8-32 mm für den Wand- und Deckenbereich angeboten. Plattenstärken von 34-40 mm Plattenstärke sind auf Anfrage erhältlich.

Die Standardplatte wird ungeschliffen, mit einer zementgrauen Oberflächenoptik ausgeführt.

Der Herstellungsprozess und die Rezeptur der Grundstoffe entsprechen im Grunde dem zuvor beschriebenen Siniat-Produkt. Der Anteil an Holz und Zement ist um jeweils 5% höher gegenüber dem Duripanel.

Abgeleitet vom Basispaneel, bietet die Firma Cetris weitere Ausführungsvarianten an. Es werden grundierte Elemente für den Fassadenbereich angeboten, die bauseits eine Endbeschichtung durch den Kunden erhalten oder mit kompletter Endbeschichtung in allen RAL oder NCS Farben nach Kundenwunsch geliefert werden.⁷⁷

⁷⁶ s. Arnold, Ulrich, „Anwendungsfälle von Holzwerkstoffe nach EN“

DIN Werkstoffklasse "20" entspricht in etwa DIN EN Klasse "Trockenbereich"

DIN Werkstoffklasse "100" entspricht in etwa DIN EN Klasse "Feuchtbereich"

DIN Werkstoffklasse "100 G" entspricht in etwa DIN EN Klasse "Außenbereich"

⁷⁷ vgl. Cetris - Technische Anleitung für Architekten, Projektanten und Verarbeiter 2012

Eine weitere Produktlinie stellen die 10-12 mm starken Profilplatten mit einer Oberflächenstruktur in Holz- oder Schieferoptik als Verkleidungselemente für den Innenausbau und Fassadenbereich dar. Die Verkleidungselemente werden in grundierter Ausführung oder mit einer Endbeschichtung in RAL oder NCS Farben angeboten. Die Cetris-Produktpalette wird durch eine Akustikpaneel und geschliffene Verlegeplatten mit Nut-Feder-System für Trockenestriche im Format 125 x 62,5 cm abgeschlossen.⁷⁸



Abb. 27: Cetris Profil Finish. Oberflächen in Holz- oder Schieferstruktur © Division CETRIS



Abb. 28: Cetris PDB. Geschliffene Trockenestrichplatte. © Division CETRIS

⁷⁸ vgl. Cetris – Technische Anleitung für Architekten, Projektanten und Verarbeiter 2012

AMROC Panel

Die Firma Amroc Baustoffe GmbH, bietet seit 1997 ihr Produkt unter dem Markennamen AMROC Panel an.⁷⁹

Das AMROC Panel ist eine monolithische Zementspanplatte der Baustoffklasse B1 und für Fassadenverkleidungen, Holzrahmenbau, Fußböden, Innenwände und Decken mit tragender Funktion, Feuchtraumauskleidungen, Brand- und Schallschutzkonstruktionen sowie Sportstättenbau (Ballwurfsicherheit) geeignet.

Das Herstellungsverfahren des AMROC Panels ist so gewählt, dass ein einschichtiger, monolithischer Plattenwerkstoff entsteht, dessen Vorteil laut Herstellerangaben darin liegt, dass ein monolithische Werkstoff im Gegensatz zu einer mehrschichtige Zementspanplatten unter der Einwirkung von Feuchtigkeit nicht zu Delamination⁸⁰ neigt.

Das Herstellungsverfahren zeichnet sich aufgrund der zugänglichen Informationen ähnlich der Herstellung der mehrschichtigen Leichtbetonplatten ab.

Die Paneele können bei allen Konstruktionen, bei denen Platten der Holzwerkstoffklasse 20, 100 und 100 G nach DIN 68800⁸¹ erlaubt sind, ohne Holzschutz eingesetzt werden. Die Holzleichtbetonplatten sind witterungs- und frostbeständig, feuchtigkeitsunempfindlich und schimmelresistent und können als Außenbeplankung im Holzbau zum temporären Witterungsschutz genutzt werden.

Das AMROC Panel B1 ist die Basisplatte von der alle weiteren Ausführungen abgeleitet werden. Die Bauplatte wird in den Formaten von 310 x 125cm, 260 x 125 cm und 125 x 62,5 cm in einer Plattenstärke von 8-40 mm für den Wand- und Deckenbereich angeboten.⁸²

⁷⁹ Telefoninterview Fa. Amroc GmbH vom 24.04.2015

⁸⁰ Delamination: Ablösung der einzelnen Schichten voneinander

⁸¹ s. Arnold, Ulrich. Anwendungsfälle von Holzwerkstoffe nach EN

DIN Werkstoffklasse "20" entspricht in etwa DIN EN Klasse "Trockenbereich"

DIN Werkstoffklasse "100" entspricht in etwa DIN EN Klasse "Feuchtbereich"

DIN Werkstoffklasse "100 G" entspricht in etwa DIN EN Klasse "Außenbereich"

⁸² vgl. Produktbeschreibung Amroc (2015): AMROC Panel



Abb. 29: AMROC B1. Basis der AMROC -Holzleichtbetonplatten. © AMROC Baustoffe GmbH

Für den dekorativen Innenausbau werden die Paneele in einer geschliffenen, durchgefärbten Ausführung für Decken, Wände und Fußböden angeboten.



Abb. 30: AMROC-Rustikal. Geschliffene und durchgefärbte Holzleichtbetonplatten. © AMROC Baustoffe GmbH

Die AMROC-Produktpalette beinhaltet noch Verlegeplatten mit den Abmessungen 125 x 62,5 cm in geschliffener Oberfläche und umlaufender Nut-Feder-Profilierung, Paneele mit Steinsplittbeschichtung auf der Sichtseite in unterschiedlichen Farben für den Sockel- oder Fassadenbereich sowie Akustikelemente mit unterschiedlich beschaffener Oberfläche und Perforationen.⁸³

⁸³ vgl. Produktbeschreibung Amroc (2015): AMROC Panel

Velox

Die Firma Velox wurde 1956 als Familienunternehmen gegründet. Der Anlass dafür waren die Überlegungen der Firmengründer, Sägerestholz aus dem eigenen Sägewerk wirtschaftlich weiter zu verarbeiten. Aus diesem Bestreben entwickelte sich das Velox-Mantelbetonsystem, das 1960 patentiert wurde.

Die Basis aller VELOX Produkte bildet die 200x50 cm große zementgebundene Holzspanplatte mit einer Plattenstärke von 50-75 mm.

Der Herstellungsprozess und die Rezeptur der Grundstoffe entsprechen im Grunde den zuvor beschriebenen Produkten. Die mineralisierten Holzspanplatten entsprechen der Baustoffklasse A2 (nichtbrennbar) und sind zur Errichtung von ein- und mehrgeschossigen Wohnbauten in der Platten-Bügelbauweise oder mit Fertigwandmodulen geeignet. Ab Werk werden vorgefertigte, zertifizierte Wandsystemen für den Außen- und Innenbereich in verschiedenen Waddicken mit unterschiedlichen bauphysikalischen Kennwerten (entsprechend den Erfordernissen) angeboten. Die Außenwände der vorgefertigten Systeme ermöglichen mit Aussparungen eine kraftschlüssige Einbindung der Wohnungstrennwände durch einen unterbrechungsfrei hergestellten Betonkern.⁸⁴



Abb. 31: Montage Velox Wandmodule © Fa. VELOX Werk GesmbH

⁸⁴ vgl. Produktbeschreibungen Velox (2015)

Der Plattenwerkstoff ist witterungsbeständig und für Fassadenverkleidungen, Holzrahmenbau, Innenwände und Außenwände mit tragender Funktion sowie Brand- und Schallschutzkonstruktionen geeignet.



Abb. 32: Verkleidung bei Holzriegel-Konstruktion © Fa. VELOX Werk GesmbH

Die bauphysikalischen Eigenschaften und Einsatzgebiete des Plattenwerkstoffs entsprechen weitestgehend den zuvor genannten Produkten.

Die Standardplatte wird ungeschliffen, mit einer zementgrauen Oberflächenoptik ausgeführt. Im Gegensatz zu den vorher genannten Produzenten bietet Velox ausschließlich die Schallabsorptions-Platten mit einem Finish zur Fassadengestaltung an.

Die Velox Produktpalette wird durch Schalungssysteme (Mauer- und Deckenroste) sowie Lärmschutzwände abgerundet. Die Bau- und Dämmplatten sind in unterschiedlichen Formaten mit oder ohne Aufdämmung erhältlich.⁸⁵

⁸⁵ vgl. Produktbeschreibungen Velox (2015)

Betonyp

Zum Abschluss der Recherche marktüblicher Holzleichtbeton Produkte sei noch die Firma FALCO wood industry, heute ein Teil der Kronospan Gruppe, erwähnt.

Seit 1977 werden Holzleichtbetonplatten unter dem Handelsnamen BETONYP Bauplatten hergestellt. Die Platten entsprechen in ihrer Ausführung und Einsatzmöglichkeit den vorangegangenen Produkten und sind witterungs- und frostbeständig, feuchtigkeitsunempfindlich und schimmelresistent.

Sie eignen sich für den Anwendungsbereich als Fassadenverkleidungen, abgehängte Decken, nicht tragenden Innenwände, als aussteifende Elemente für Leichtkonstruktionen, Innenraumbeplankung, Decken- und Schalungselemente.

Die Platten entsprechen der Brandschutzklasse B-s1 und werden in Formaten von 320 x 125 cm und 280 x 125 cm in einer Plattenstärke von 8-40 mm angeboten.⁸⁶



Abb. 33: BETONYP Bauplatte. Ungeschliffene Holzleichtbetonplatten. © Kronospan Worldwide

⁸⁶ vgl. Falco Wood (2015): Produktbeschreibungen *betony building boards*

Abschließend kann festgehalten werden, dass handelsübliche Holzleichtbetonprodukte in Form von Holzleichtbetonsteinen oder als Plattenwerkstoffe angeboten werden.

Holzleichtbetonsteine haben ein geringes Eigengewicht, sind von mehreren Herstellern erhältlich und haben eine dem Einsatzbereich entsprechende Variation in der Ausführung. Durch trockenes Aufeinanderstellen können tragende und nichttragende Innen- wie Außenwände hergestellt werden. Nach dem Aufstellen müssen die Wände mit Kernbeton verfüllt werden und stellen eine „verlorene Schalung“, Installationsebene, Putzträger und statisch tragende Konstruktion in einem Produkt dar. Gegebenenfalls kann der Einbau einer Bewehrung notwendig sein. Die meisten Hersteller bieten vorgefertigte Wandmodule aus ihrem Steinprogramm an.

Holzleichtbetonplattenwerkstoffe werden von diversen Herstellern in unterschiedlichen Abmessungen, Stärken und Oberflächen angeboten.

Unter Verwendung der Platten-Bügel-Bauweise lassen sich Plattenwerkstoffen zu Wände in Ortbauweise aufstellen. Die meisten Hersteller bieten vorgefertigte Wandmodule mit den Platten an. Die Bandbreite der Wände variiert dabei in Bezug auf Gebäudeklassen und Wärmeschutzanforderungen. Es sind Wandmodule für tragende und nichttragende Innen- wie Außenwände verfügbar.

Alternativ können Plattenwerkstoffe zur tragenden und aussteifenden Beplankung im Holzrahmen /Holzriegelbau sowie zum konstruktiven Brandschutz eingesetzt werden.

Allen Holzleichtbetonprodukten ist folgendes gleich:

Sie sind

- brandbeständig (A2 bzw. B1)
- schalldämmend
- gut bearbeitbar
- witterungsbeständig
- gut manipulierbar
- gut transportierbar

4 Wirtschaftliche Studien

In den wirtschaftlichen Untersuchungen soll ermittelt werden, ob Holzleichtbeton-Verbundsysteme eine Alternative zu den konventionellen Systemen in Holz- und Stahlbetonbau darstellen können. Hierzu werden die unter Kapitel 3 beschriebenen Bauweisen Holz-, Stahlbeton- und Holzleichtbeton-Verbundsysteme unter den in Kapitel 2 beschriebenen Rahmenbedingungen Ökologie, Brand-, Schall- und Wärmeschutz auf Kostenbasis und Bauzeiten miteinander verglichen. Die wirtschaftliche Bewertung beschränkt sich auf die Gebäudeklasse GK5 $\leq$ 6 Geschosse.

Die Vergleichsstudien werden auf ein realisiertes Referenzobjekt bezogen, das von der Firma Ed Züblin in Stuttgart errichtet wurde. In einem iterativen Prozess im Jahr 2013 hat eine mehrköpfige Arbeitsgruppe das Gebäude in Holz „transkribiert“ und die Bauwerkskosten im Vergleich bewertet. Die Vergleichsdaten der Kostengruppen 300 und 400 (nach DIN) wurden für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt und werden anonymisiert abgebildet.

Ausgehend von dem Bauwerkskostenvergleich, wird eine weiterführende Kosten- und Bauzeitanalyse erstellt, um die aufgeführten Bausysteme auf Elementebene zu vergleichen. Da manche Kostenstrukturen nicht nur auf Ebene von Quadratmeterpreisen bewertet werden können, wird bei der weiterführenden Kostenanalyse wieder der Bezug zum Referenzobjekt hergestellt.

4.1 Referenzgebäude

Das Referenzgebäude „Think K“ wurde vom Architekturbüro Ortner & Ortner geplant und im Zuge des Stadtentwicklungsprogrammes „Forum Killesberg“ in Stuttgart realisiert.



Abb. 34: Referenzgebäude „Think K“, Mittelhaus © Ed Züblin AG (05/2013)

Das kubische Gebäude mit den Abmessungen von 25,9m x 12,6 m besteht aus einem Untergeschoss sowie wie fünf oberirdischen Geschossen. Das Erdgeschoss ist der kommerziellen Nutzung gewidmet, in den darüber liegenden Obergeschossen sind pro Etage jeweils drei Zwei- bis Dreizimmerwohnungen mit 54m² - 93 m² Wohnfläche angeordnet.

Die 25 cm dicken Außenwände wurden in Ortbetonbauweise errichtet und mit einem verputzten Wärmedämmverbundsystem gedämmt.

Die 25 cm starken Geschosdecken sind zwischen den Wohnungstrennwänden bzw. normal dazu zwischen den Längsfassaden gespannt haben eine Spannweite von 8,4 m zwischen den Wohnungstrennwänden bzw. 5,2 m-6,6 m normal zu den Längs-

fassaden. Der 15 cm starke Fußbodenaufbau besteht aus einem schwimmenden Heizstrich und Oberbelägen. Die lichte Raumhöhe in den Wohnungen beträgt 2,5 m und 3,0 m im Erdgeschoss. Die Erschließung erfolgt über einen massiven, aussteifend wirkenden Betonkern.

Transkription in Holzbauweise

Bei der Übersetzung des Gebäudes von einem Stahlbetonsystem in ein Holzkonstruktionssystem durch das Team um Dr. Peter wurde der Erschließungskern aus Gründen der Statik und des Brandschutzes beibehalten. Die lichten Raumhöhen blieben erhalten, die kommerziellen Einheiten im Erdgeschoss wurden durch Wohnung analog der Obergeschosse ersetzt. Die Stahlbetondecken aus der Bestandsplanung wurden durch einachsrig gespannte Holzmassivdecken aus 160 mm starken STEPHAN FLEXplan Elementen in Gebäudelängsrichtung ersetzt. Aus schallschutztechnischen Gründen wurde abschließend 60 mm Aufbeton aufgebracht.



Abb. 35: Stephan Flexplan Element, Produktbeschreibung Stephan FLEXplan © Paul Stephan GmbH + Co. KG

Die Decken lagern auf tragenden Wänden und deckenebenen Unterzügen auf und tragen durch ihre Scheibenwirkung zum horizontalen Lastabtrag bei. Unter Einhaltung der Gebrauchstauglichkeit ließen sich Deckenspannweiten bis ca. 5 m erreichen. Für die deckengleichen Unterzüge wurde ein Stahlwalzprofil HE220B gewählt, da es bei einer Verformungsbeschränkung von $l/300$ und einem wesentlich höheren Querschnitt beim Einsatz von Holzträgern bedeutet hätte. Die Deckenelemente liegen auf Flanschen den Stahlträger auf und werden mit Bolzen kraftschlüssig verbunden.

Die stählernen Unterzüge selbst lagern auf Brettsper Holz wänden und Stahlstützen auf und sind im mittleren Gebäudetrakt an den Stahlbetonkern angeschlossen.

Um größere Spannweiten und stützenfreie Lagerung der Decken zu erreichen wäre ein höherer statischer Aufbau (Rippendecke) oder weiterentwickelte Techniken im Bereich der Holzbetonverbundbauweise (HBV-Decken für den mehrgeschossigen Wohnbau) erforderlich gewesen.⁸⁷

Für die tragenden Innen- und Außenwände wurden fünflagige, 140-160 mm starken Brettsperrholzelemente der Marke STEPHAN FLEXcross definiert. Die Wandscheiben tragen zum vertikalen und horizontalen Lastabtrag sowie zur Aussteifung des Gebäudes bei.



Abb. 36: Stephan FlexCross Element, Produktbeschreibung Stephan FLEXcrossplan © Paul Stephan GmbH + Co. KG

Fertigungstechnisch waren die STEPHAN FLEXcross Elemente in Längen bis 20 m herstellbar, wodurch sich die Möglichkeit der vorgefertigten Wandelemente ergab. Für die Außenwände konnten Fassade, Installationen und Anschlagpunkte werkseitig vormontiert werden, wodurch die Montagezeit verkürzt und die Qualitätssicherung erhöht wurde.

Die nichttragenden Wände in den Wohnungen wurden analog zur Bestandsaufführung als Gipskarton-Trockenbauwände ausgeführt. Einige nicht tragende Wände im Bestandsgrundriss mussten aufgrund statischer Zwänge als tragende Brettsperrholzwände ausgeführt werden. Aus Schallschutzgründen wurden die Holzwände im Bereich der Wohnungstrennwände zweischalig ausgeführt. Die Verbindung der tragenden und statisch relevanten Holzbau Elemente erfolgte mit Stahlwinkeln und Anschlussblechen durch geschraubte oder gedübelte stabförmige Verbindungsmittel.

Um die Stützweite der Unterzüge zu reduzieren, wurde in den mittig liegenden Wohneinheiten eine Geschossübergreifende Pendelstütze aus einem gedrunenem Stahlwalzprofil in die nichttragenden Trockenbauwände implementiert. Das mehrköpfige Team der Arbeitsgruppe um Dr. Peter hat für alle Anschlüsse und Verbindungen aus dem Massivbau mit einer adäquaten Methode in Holzbauweise ermittelt.

⁸⁷ vgl. Peter et al: Ergebnisbericht der Arbeitsgruppe Züblin Holzbausysteme, 2013

Beispielhaft ist noch ein Detailbild zum Anschluss der Innenwände an die Decke dargestellt. Da der Schwerpunkt der Arbeit im wirtschaftlichen Vergleich von Bausystemen liegt, wird auf die Darstellung der Übersetzung statischen relevanter Anschlüsse von Massivbau in Holzbau nicht weiter eingegangen.

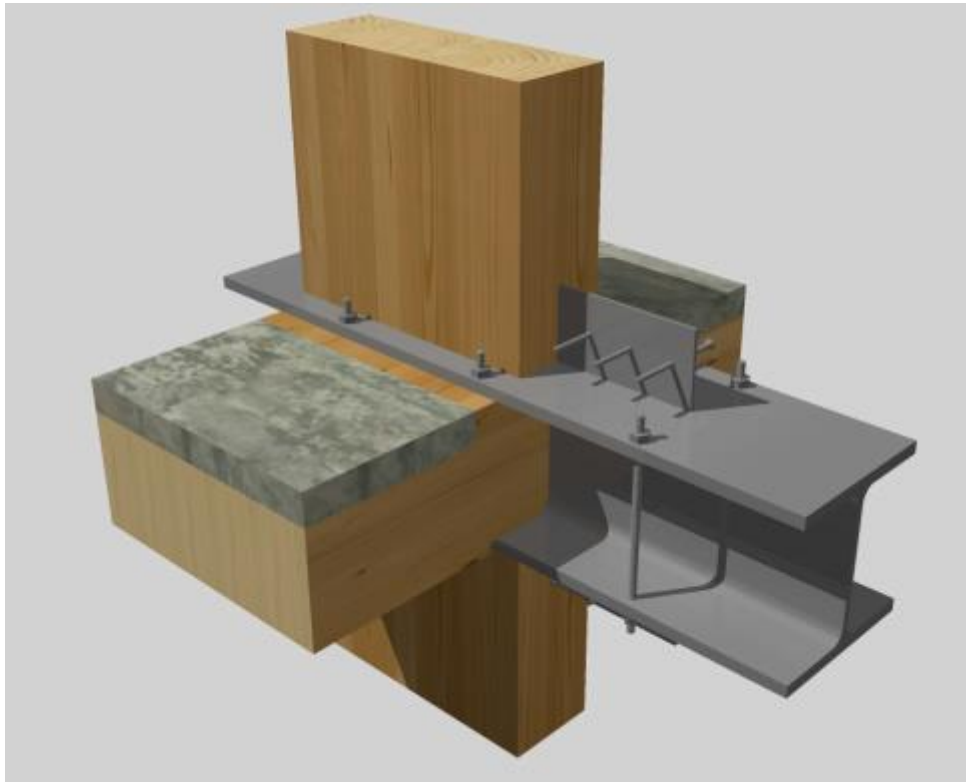


Abb. 37: 3-D Modell Anschluss Innenwand an Decke. © Arbeitsgruppe Züblin Holzbausysteme

4.2 Bauwerkskostenvergleich für Stahlbeton und Holz am Referenzobjekt

Nach der Transkription des Stahlbetonsystems in ein Holzbausystem wurden, unter Berücksichtigung der Aufwände ein statisch adäquates System zu erhalten, die Kosten für beide Systeme auf Basis der Kostengruppen 300 und 400 nach DIN 276 bewertet.⁸⁸ Die Auswertung der Bauwerkskosten zeigte, dass Mehrkosten in Höhe von rund 12% für die Ausführung in einem Holzbausystem gegenüber einem konventionellen Stahlbetonmassivbausystem bei dem gegebenen Grundriss entstehen. Es müssen jedoch die geringeren Wandstärken und der damit verbundenen Flächengewinn von ca. 46 m² NGF im Holzbau in eine Gesamtbewertung einfließen. Bei der Annahme eines ortsüblichen Verkaufserlöses würden sich die Gesamtkostenbewertung ca. 1,5% Mehrkosten für den Holzbau im Vergleich zum Stahlbetonmassivbau ergeben.

Im Rohbau waren besonders die Positionen Baustelleinrichtung und die Stahlbetonarbeiten von Kostenänderungen betroffen. Durch den Einsatz vorgefertigter und großvolumiger Holzbauteile reduzierte sich die Rohbauzeit von 40 auf 15 Tage und damit verbunden der Einsatz von Baukränen und die Vorhaltung der Baustelleneinrichtung. Bei den Beton- und Stahlbetonarbeiten entfiel die Herstellung der tragenden Konstruktionen. Lediglich der Erschließungskern blieb bestehen. Durch den Einsatz von Holzwerkstoffen ergaben sich geringerer Lasten, die über Streifenfundamente abgeleitet werden konnten. Für die entfallenen Maurer- und Betonierungsarbeiten fielen Kosten für Holzbauarbeiten an. Trotz Einsparungspotentialen waren die Rohbaukosten für die Ausführung in Holz höher als die Kosten für eine Ausführung in Stahlbeton.

Der Ausbau kann als kostengleich beschrieben werden. Durch den Einsatz der Holztafeln entfielen Kosten für Verspachtelung- und Malerarbeiten im Bereich der Decken sowie Kosten für Innenputze, da nur noch der Stahlbetonkern verputzt wurde. Mehrkosten ergaben sich bei den Decken durch die Estricharbeiten, da 50mm Aufbeton aufgebracht wurde. Im Trockenbau ergaben sich durch notwendige Kapselung von Holzbauteilen ebenfalls Mehrkosten.

Die Studie gibt einen ersten Ausblick darauf, in welche Richtung sich die Ergebnisse der Kostenanalyse entwickeln könnten. Es besteht die Notwendigkeit, eine weiterführende Kostenanalyse der Systeme auf Bauteilebene durchzuführen.

⁸⁸ Die DIN-Kostengruppen 300 und 400 entsprechen den Kostengruppen 2 bis 4 nach ÖNORM B1800

4.3 Kostenanalyse auf Bauteilebene

In den weiterführenden wirtschaftlichen Untersuchungen soll ermittelt werden, wie weit Holzleichtbeton-Verbundsysteme eine Alternative zu den konventionellen Systemen in Holz- und Stahlbetonbau darstellen können.

Dazu werden die Bausysteme Holz-, Stahlbeton- und Holzleichtbeton-Verbund-Systeme unter den Rahmenbedingungen von Brand-, Schall- und Wärmeschutz auf Bauteilebene hinsichtlich der Kosten und Bauzeiten miteinander verglichen. Die wirtschaftliche Bewertung beschränkt sich auf die Gebäudeklasse GK5 ≤ 6 Geschosse.

Der Kostenvergleich wird auf das zuvor beschriebene „Think K“ Referenzobjekt bezogen. Um eine vergleichbare Aussage treffen zu können, werden die Bauteile

- Außenwand
- Raumtrennwand
- Wohnungstrennwand
- Wohnungstrenndecke

entsprechend der oben genannten Rahmenbedingungen für alle Systeme beschrieben und mit Kostenangaben bezogen auf einen m²-Preis ausgewiesen.

Ein Bezug zum Referenzobjekt ist notwendig, da Kosten teilweise in Kosten pro Meter zu bewerten sind, diese jedoch auf eine Fläche oder Masse bezogen werden müssen.

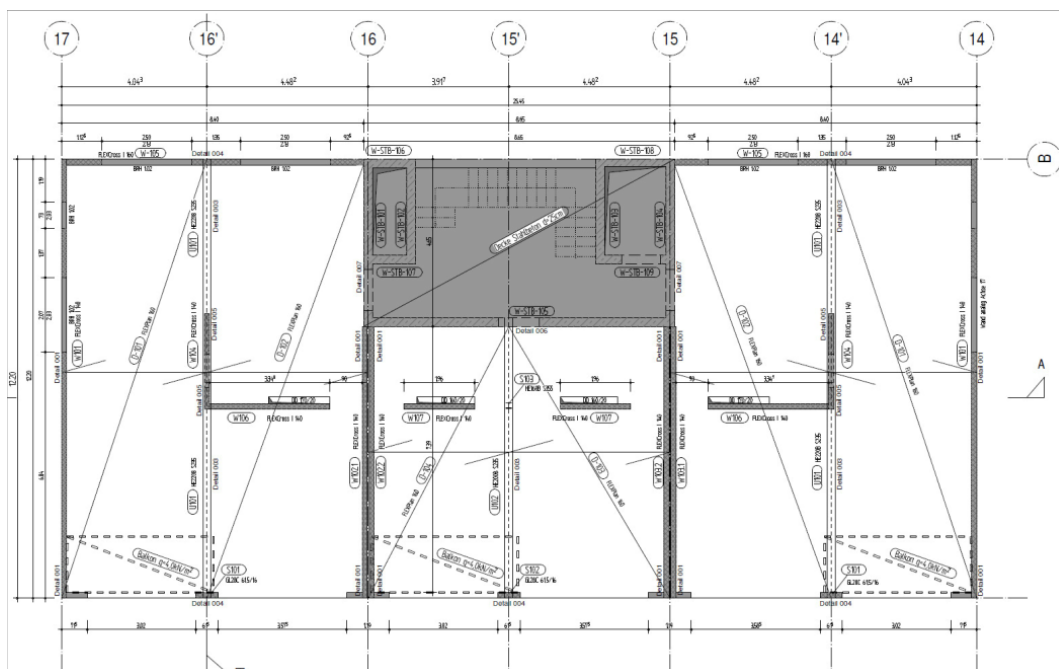


Abb. 38: Referenzgebäude „Think K“, Planauszug 1.OG © Ed Züblin AG (2013)

4.3.1 Außenwandsysteme

Die Herstellkosten der unterschiedlichen Bausysteme werden anhand der folgenden Aufbauten verglichen:

- Holzmassivbauwand
- Stahlbetonbeton Massivwand
- Holzleichtbetonwand

Vereinfachte Annahme:

Die Analyse erfolgt auf Bauteilebene über die gesamte Fassadenfläche des Referenzobjektes ohne Berücksichtigung von Außenwandöffnungen durch Fenster und Türen und damit verbundenen Mehrkosten für die Ausführung von wind- und wasserdichten Anschlüssen, Leibungen und Schalungen.

Es gelten folgende Rahmenbedingungen für alle Bauteile:

- Gebäudeabmessungen: 25.9m x 12,6 m x 17m (LxBxH)
- Bruttogeschossfläche/Ebene: 326,5 m² (inkl. Betonkern)
- Fassadenfläche: 1309m² (ohne Öffnungen)
- U-Wert: 0,17 W/m²K
- Feuerwiderstand: R90 in oberirdischen Geschossen, R60 im obersten Geschoss.
- Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDV) müssen dem Brandverhalten C-d1 entsprechen. Sonstige klassifizierte Fassadensysteme sind aus schwer entflammaren Materialien (Klasse B-d1) oder Holz und Holzwerkstoffe der Klasse D-d0 (normal entflammbar) zulässig.
- Ein ökologischer Vergleich der Bauteile erfolgt auf Basis der ΔOI_{3BS} Punkte. Berechnungsdetails sind im Anhang hinterlegt.

Das für die Berechnungen gewählte WDV-System „weber.therm B 200 WDV-System“ entspricht der Baustoffklasse B1 (schwer entflammbar) gemäß DIN 4102. Die Zulassung gilt nur für das komplette System. Es dürfen keine Systembestandteile eigenmächtig ausgetauscht oder ersetzt werden. Bei der Verwendung systemfremder Bestandteile erlöschen die Gewährleistung und die Zulassung.

In den folgenden Unterkapiteln werden die o.g. Außenwandsysteme zunächst in ihrem Bauteilaufbau und dann in ihren Herstellungskosten und –zeiten vorgestellt.

4.3.1.1 Holzaußenwand

Bauteilaufbau:

Tragende Holzmassivbauwand aus einer 158 mm KLH-Platte.

Im Außenbereich ist ein 14 cm dickes WDVS aus EPS mit einer Putzschicht aufgebracht. Die Innenwand ist zweilagig mit 12,5 mm Gipskarton-Feuerschutzplatten beplankt, gespachtelt und weiß gemalt.

Bauteildicke: 34,3 cm

Der Bauteilaufbau entspricht den Angaben zur Übersetzung des Referenzobjektes in Holz

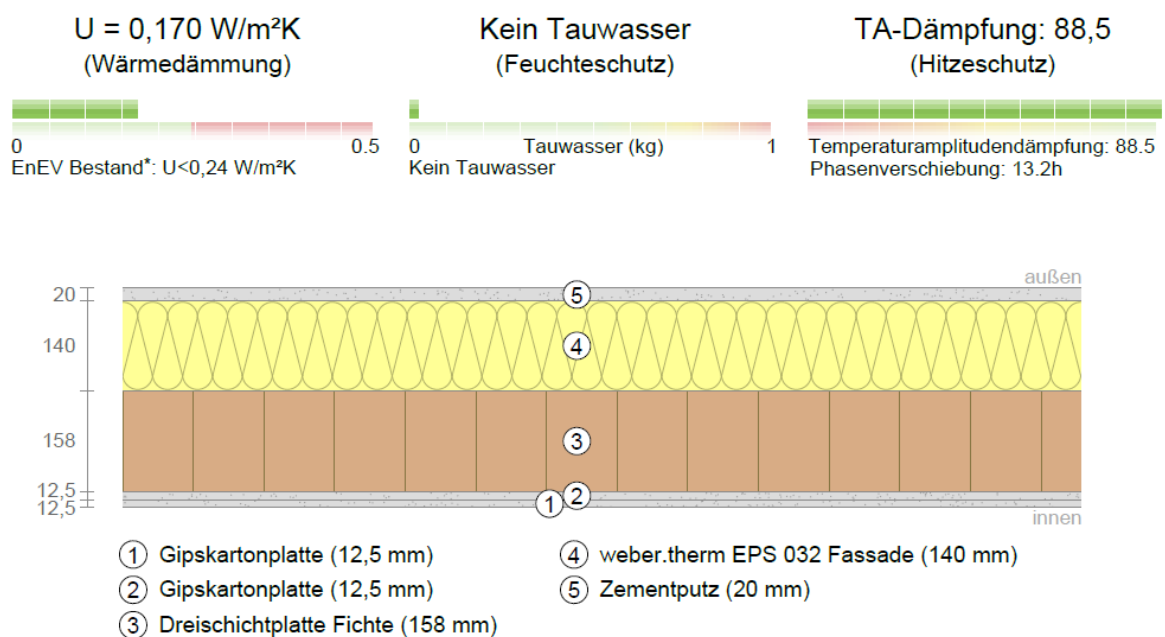


Abb. 39: Wandaufbau und U-Wert der Holzmassivwand. Erstellt mit U-Wert.net

Tab. 9: ΔOI_{3BS}: KLH Außenwand

ΔOI ₃	70	[Pkt./m²]
PENRT	1.206,70	MJ/m²
GWP100 Summe	-58,644	kg CO ₂ /m²
AP	0,29892	kg SO ₂ /m²

Tab. 10: Herstellkosten Holzmassivwand

Herstellkosten Holzmassivwand		
	Einheitspreis	Projektkosten F= 1309 m ²
WDVS, Wärmedämmung, 140 mm	34,00 € / m ²	44.506,00 €
Dampfsperre	5,00 € / m ²	6.545,00 €
KLH 158, 5s, DQ, D=158 mm	78,50 € / m ²	102.756,50 €
GKF-Platten, 2x12,5cm	35,00 € / m ²	45.815,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	1.701,70 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	4.843,30 €

Herstellkosten gesamt, 1309 m²: 206.167,50 €

Herstellkosten pro m ²	157,50 € / m ²
-----------------------------------	---------------------------

Tab. 11: Herstellzeiten Holzmassivwand

Herstellzeiten Holzmassivwand		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten F= 1309 m ²
WDVS, Wärmedämmung, 140 mm	0,32 h / m ²	418,88 h
Dampfsperre	0,08 h / m ²	104,72 h
KLH-Wandtafel manipulieren	0,20 h / m ²	261,80 h
GKF-Platten, 2x12,5 cm	0,44 h / m ²	575,96 h
Grundierung	0,03 h / m ²	39,27 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	157,08 h

Herstellzeit gesamt, 1309 m²: 1557,71 h

Herstellzeit:	1,19 h / m ²
	≈ 71 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

4.3.1.2 Stahlbetonaußenwand

Bauteilaufbau:

Tragende 25 cm dicke Stahlbetonaußenwand in Ortbetonbauweise erstellt.

Die Betonoberfläche wird in nicht-Sichtqualität ausgeführt.

Im Außenbereich ist ein 18 cm dickes WDVS aus EPS mit einer Putzschicht aufgebracht. Die Innenwand ist mit einem Gipsputz verputzt.

Bauteildicke: 46 cm

Der Bauteilaufbau entspricht den Angaben des Referenzobjektes in Massivbauweise.

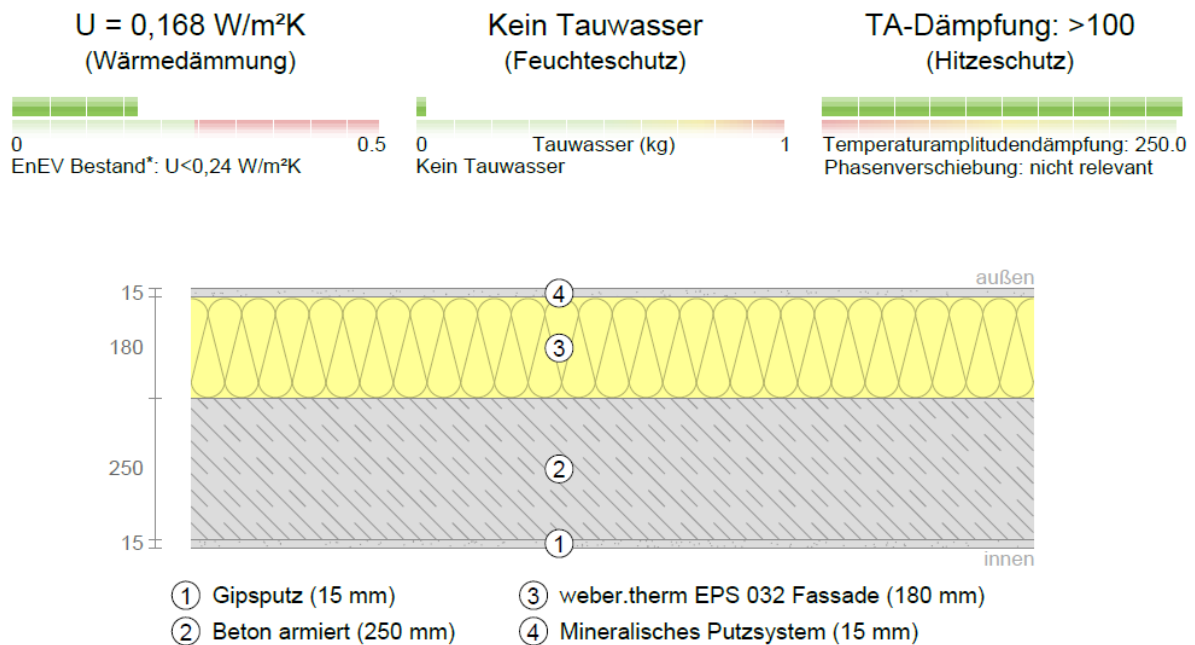


Abb. 40: Wandaufbau und U-Wert der Stahlbetonwand. Erstellt mit U-Wert.net

Tab. 12: $\Delta\text{OI3}_{\text{BS}}$: Stahlbetonaußenwand

ΔOI3	95	[Pkt./m²]
PENRT	1.253,20	MJ/m²
GWP100 Summe	101,897	kg CO2/m²
AP	0,27131	kg SO2/m²

Tab. 13: Herstellkosten Stahlbetonwand

Herstellkosten Stahlbetonwand		
	Einheitspreis	Projektkosten F= 1309 m ²
Mineralischer Oberputz	13,00 € / m ²	17.017,00 €
WDVS, Wärmedämmung, 180 mm	45,00 € / m ²	58.905,00 €
Beton C25/30, 20 cm Wand	18,00 € / m ²	23.562,00 €
Betonstahlmatten Bst500M/B500B	24,00 € / m ²	31.416,00 €
Betonstabstahl	13,00 € / m ²	17.017,00 €
Bewehrungszubehör	3,00 € / m ²	3.927,00 €
Wandschalung, rau	31,00 € / m ²	40.579,00 €
Gipsputz	13,00 € / m ²	17.017,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	1.701,70 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	4.843,30 €

Herstellkosten gesamt, 1309 m²:

215.985,00 €

Herstellkosten pro m ²	165,00 € / m ²
-----------------------------------	---------------------------

Tab. 14: Herstellzeiten Stahlbetonwand

Herstellzeiten Stahlbetonwand		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten F=1309 m ²
Mineralischer Oberputz	0,25 h / m ²	327,25 h
WDVS, Wärmedämmung, 180 mm	0,32 h / m ²	418,88 h
Beton für 20 cm Wand	0,80 h / m ²	1047,20 h
Betonstahlmatten Bst500M/B500B	0,44 h / m ²	575,96 h
Betonstabstahl	0,03 h / m ²	39,27 h
Bewehrungszubehör	0,05 h / m ²	65,45 h
Wandschalung, rau	0,70 h / m ²	916,30 h
Gipsputz	0,22 h / m ²	287,98 h
Grundierung	0,03 h / m ²	39,27 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	157,08 h

Herstellzeit gesamt, 1309 m²:

3874,64 h

Herstellzeit:	2,96 h / m ²
	≈ 178 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang im hinterlegt.

4.3.1.3 Holzleichtbetonaußenwand

Für die wirtschaftliche Bewertung stehen die Holzleichtbetonhalbfertigteil-Systeme mehrerer Anbieter zur Verfügung. Der Autor entschied sich für ein Wandsystem der Firma Velox.

Innerhalb der Herstellerauswahl Velox standen drei Systeme zur Auswahl:

Velox Außenwandsystem TT25, GT 25 und GG25.

Alle drei Systeme weisen einen U- Wert von $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf und haben eine Bauteildicke von 25 cm ohne WDVS. Sie unterscheiden sich in der notwendigen Menge Füllbeton [l/m^2] und somit im Gesamtgewicht der verputzten Wand pro m^2 sowie den zulässigen maximalen Geschossen. Für die Kostenbewertung wird das Außenwandsystem GT25 ausgewählt, da es die bauphysikalischen Randbedingungen erfüllt, für den mehrgeschossigen Wohnbau bis 6 Geschosse zugelassen ist und eine Betongüte von C25/30 zulässt, was den Vergleich der unterschiedlichen Bausysteme begünstigt.

Bauteilaufbau:

Velox Außenwandsystem TT25.

Tragende, 25cm dicke Mantelbetonwand aus zementgebundenen Holspan-Dämmplatten gemäß ÖNROM B6022.

Der Wandaufbau besteht aus einer 16,5 cm dicken Betonkern, welcher nach Innen durch 3,5 cm dicke und nach Außen durch 5 cm dicke Holzleichtbeton-Platten in Form einer verlorenen Schalung eingefasst wird.

Die Innenwand wird mit 1,5 cm Kalk-Gipsputz verputzt, im Außenbereich ist ein WDVS aus 16 cm EPS mit einer Putzschicht aufgebracht.

Bauteildicke: 44 cm

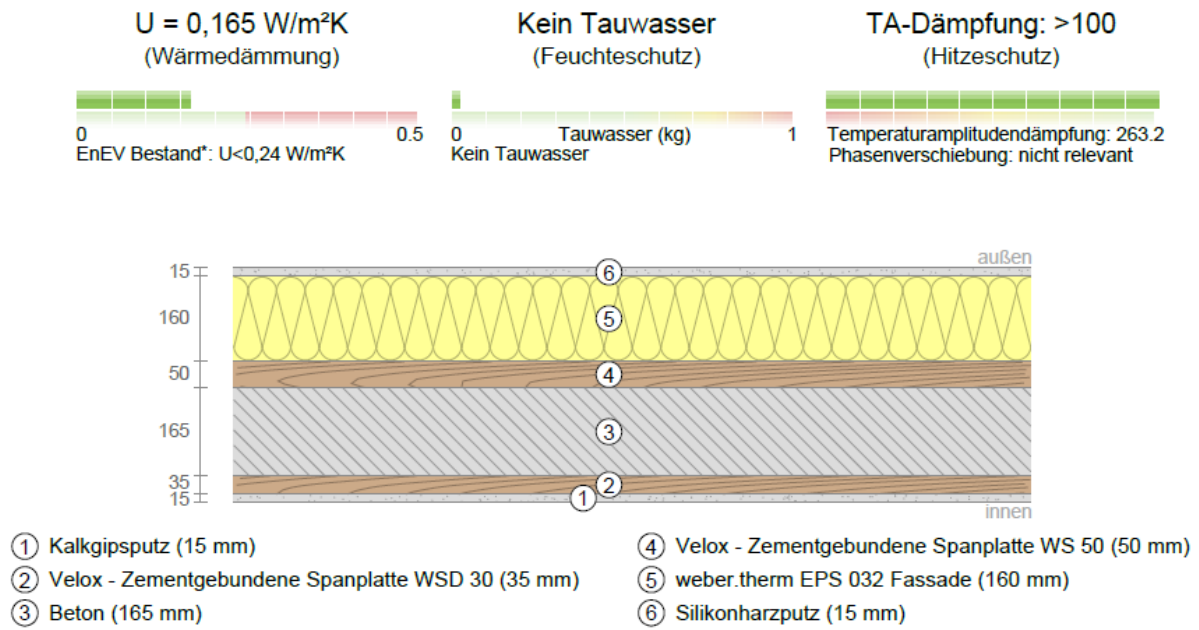


Abb. 41: Wandaufbau und U-Wert der Velox-Systemwand. Erstellt mit U-Wert.net

Tab. 15: $\Delta\text{OI}_{3\text{BS}}$: Velox Außenwand

ΔOI_3	80	[Pkt./m ²]
PENRT	1.141,20	MJ/m ²
GWP100 Summe	52,093	kg CO ₂ /m ²
AP	0,24609	kg SO ₂ /m ²

Tab. 16: Herstellkosten Holzleichtbetonaußenwand

Herstellkosten Holzleichtbetonaußenwand		
	Einheitspreis	Projektkosten F=1309 m²
Mineralischer Oberputz	13,00 € / m²	17.017,00 €
WDVS, Wärmedämmung EPS, 160 mm	45,00 € / m²	58.905,00 €
Beton C25/30, 16,5 cm Wand	14,85 € / m²	19.438,65 €
Velox GT25	34,08 € / m²	44.610,72 €
Gipsputz	13,00 € / m²	17.017,00 €
Grundierung	1,30 € / m²	1.701,70 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m²	4.843,30 €

Herstellkosten gesamt, 1309 m²: 163.533,37 €

Herstellkosten pro m²	124,93 € / m²
-----------------------	---------------

Tab. 17: Herstellzeiten Holzleichtbetonaußenwand

Herstellzeiten Holzleichtbetonaußenwand		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten F= 1309 m²
Mineralischer Oberputz	0,25 h / m²	327,25 h
WDVS, Wärmedämmung EPS, 160 mm	0,32 h / m²	418,88 h
Dampfsperre	0,08 h / m²	104,72 h
Velox GT25 versetzen und betonieren	0,25 h / m²	327,25 h
Gipsputz	0,22 h / m²	287,98 h
Grundierung	0,03 h / m²	39,27 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m²	157,08 h

Herstellzeit gesamt, 1309 m²: 1662,43 h

Herstellzeit:	1,02 h / m²
	≈ 61 min / m²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Eine Auswertung der Kostenanalyse für das Bauteil Außenwand zeigt:

- aus rein wirtschaftlicher Sicht ist die Ausführung mit Holzleichtbeton-Systemwänden im mehrgeschossigen Wohnbau zu bevorzugen.
- Die Herstellzeiten innerhalb der Vergleichsgruppe waren beim Holzleichtbeton-System die Kürzesten.
- Die geringsten Wandstärken lassen sich bei Holzmassivwänden erzielen. Bei gleichbleibender Grundfläche lässt sich eine größere Nettogrundfläche erzielen.
- Bei einer ökologischen Bewertung der eingesetzten Baustoffe schneidet das Stahlbetonmassivbauteil mit 95 ΔOI_{3BS} Punkten/m² am Schlechtesten ab.

4.3.2 Deckensysteme

Die Herstellkosten der unterschiedlichen Bausysteme werden an Hand der folgenden Aufbauten verglichen:

- Massivholzdecke
- HBV-Verbunddecke
- Stahlbetondecke
- Holz-Holzleichtbetonverbunddecke

Es gelten folgende Rahmenbedingungen für alle Bauteile:

- Gebäudeabmessungen: 25,9m x 12,6 m x 17m (LxBxH)
- Bruttogeschossfläche/Ebene: 326,5 m² (inkl. Betonkern)
- Trittschallschutz: $L'_{nT,w} \leq 48$ dB
- erforderliche Spannweite: ≈ 7 m
- Trenndecken über sonstigen oberirdischen Geschossen: REI90.
- Die Unteransicht der Bauteile wird mit einer Lasur oder durch Farbauftrag behandelt.
- Ein ökologischer Vergleich der Bauteile erfolgt auf Basis der ΔOI_{3BS} Punkte. Berechnungsdetails sind im Anhang hinterlegt.

Die Kostenermittlung für die Trenndeckensysteme erfolgt auf Geschossebene. Es liegen keine Datensätze vor, mit denen eine Bewertung zur Kostenbeeinflussung bei der Herstellung der Decken über alle Geschosse getroffen werden kann. Ein Rückschluss aus den Daten des Referenzobjektes kann nicht gezogen werden.

Ein Rückschluss zur Einhaltung des geforderten Trittschallschutzes kann nur über Vergleichsaufbauten gezogen werden. Der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ kann grundsätzlich nur durch eine entsprechende Prüfung der Deckenkonstruktion ermittelt werden, da sich dieser Wert nicht berechnen lässt.

Der Aufbau der Holzleichtbetonverbunddecke wurden im Rahmen der Diplomarbeit „Experimentelle und analytische Untersuchungen des Tragverhaltens von Holz-Holzleichtbeton-Sandwich-Deckenbauweisen“ von Thomas Hofer am ITI der TU Wien im Jahre 2013 beschrieben. Die Untersuchung der Kosten und Wirtschaftlichkeit referenziert auf diesen Aufbau.

4.3.2.1 Holzdecken

Neben einer Massivholzdecke wird auf Grund der akustischen und brandschutztechnischen Anforderungen eine HBV-Decke in die Kostenbetrachtung mit aufgenommen. Die Kosten dafür werden nach dem Ansatz der Eigenproduktion und als Zukaufteil bewertet.

Massivholzdecke, KLH

Der Aufbau der Wohnungstrennendecke entspricht dem Detail WTD 01 aus dem KLH-Detailkatalog Wohnbau (2015).

Bauteilaufbau:

Auf der Oberseite der Decke ist eine 5 cm dicke, schwimmend verlegte Estrichschicht aufgebracht. Diese liegt auf 30 mm Trittschalldämmung und 60 mm loser Schüttung zur Schallentkopplung. Eine 162mm dicke KLH-Platte definiert die Tragstruktur unter der ein abgehängtes, zweilagig beplanktes Gipskarton-Trockenbausystem mit 7 cm Luftraum installiert ist.

Bauteildicke: 36,5 cm + 11,3 cm für die abgehängte Decke

$L'_{nT,w} < 46 \text{ (2) dB}$

Brandschutz: REI 90⁸⁹

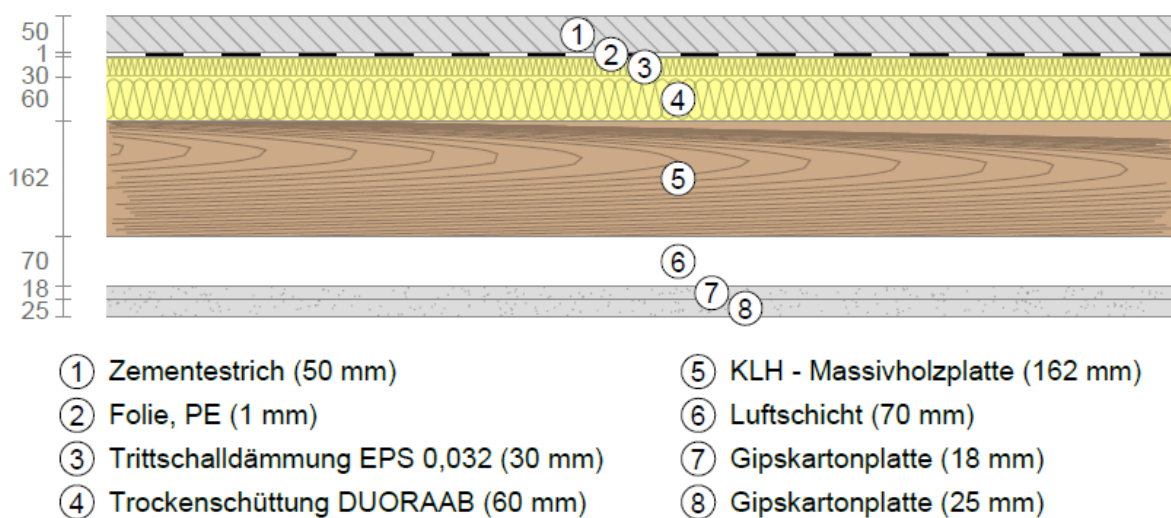


Abb. 42: Deckenaufbau KLH-Decke WTD 01. Erstellt mit U-Wert.net

⁸⁹ Der Aufbau KLH Deckenaufbau ist mit dem dataholz Aufbau „tdmnxs01-01“ im Grunde nach vergleichbar. Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung des annähernd gleichen Brandschutzes.

Tab. 18: $\Delta OI3_{BS}$: KLH-Decke

$\Delta OI3$	22	[Pkt./m ²]
PENRT	312,20	MJ/m ²
GWP100 Summe	24,098	kg CO ₂ /m ²
AP	0,05996	kg SO ₂ /m ²

Tab. 19: Herstellkosten KLH-Decke

Herstellkosten KLH-Decke		
	Einheitspreis	Projektkosten: F= 326,5 m ²
Estrich, schwimmend	21,00 € / m ²	6.856,50 €
Randdämmstreifen	7,14 € / m ²	2.331,21 €
Trittschalldämmung EPS	3,00 € / m ²	979,50 €
Trockenschüttung 2 x 30 mm	18,00 € / m ²	5.877,00 €
BSP-Platte 162 mm	80,75 € / m ²	26.364,88 €
abgehängte Decke, GK	92,00 € / m ²	30.038,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	424,45 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.208,05 €

Herstellkosten Rohdecke KLH gesamt, 326,5m²: 74.079,59 €

Herstellkosten Rohdecke KLH gesamt, pro m²: 226,89 €

Tab. 20: Herstellzeiten KLH-Decke

Herstellzeit KLH-Decke		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F= 326,5 m ²
Estrich, schwimmend	0,25 h / m ²	81,63 h
Randdämmstreifen	0,02 h / m ²	6,53 h
Trittschalldämmung EPS	0,04 h / m ²	13,06 h
Trockenschüttung 2 x 30 mm	0,12 h / m ²	39,18 h
abgehängte Decke, GK	0,70 h / m ²	228,55 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,80 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	39,18 h

Herstellzeit HBV-Rohdecke gesamt, 326,5m²: 417,92 h

Herstellzeit HBV-Rohdecke gesamt, pro m²: 1,28 h / m²
 ≈ 77 min / m²

Bei einem abgehängten Deckensystem ohne Brandschutzanforderungen, einlagig beplankt, reduzierten sich die Kosten für diese Position auf 38 €/m², die Bauteil Gesamtkosten auf 172 €/m² bei einer Herstellzeit von 60 min/m².

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m²umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

HBV-Deckensystem in Eigenproduktion

Bauteilaufbau:

160 mm dicke KLH-Platte mit eingeschlitzten und eingeklebten Lochblechen im Abstand von 12,5 cm. Die Platten werden industriell vorgefertigt und mit Anschlagpunkten zum Einheben mit einem Kran ausgerüstet. Vor Ort werden 5 cm Ortbeton aufgebracht, die Unteransicht bleibt in Holz. Der Bauteilaufbau entspricht den Dokumenten der Ed Züblin AG zur Übersetzung des Referenzobjektes in Holz.

Abmessung des Deckenelements: 2,7 x 6,75m.

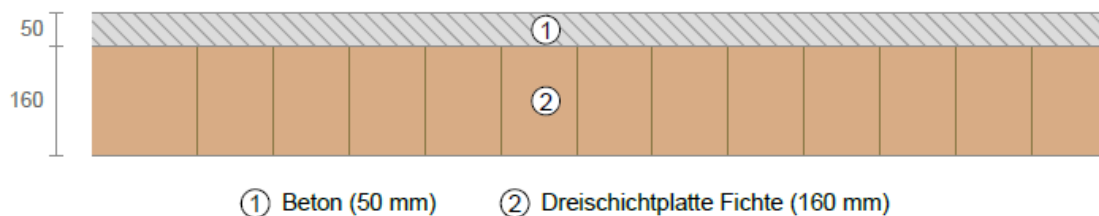
Bauteildicke: 21 cm

$L'_{nT,w}$: n.d.

Brandschutz: REI 90⁹⁰



Bauteilaufbau:



① Beton (50 mm) ② Dreischichtplatte Fichte (160 mm)

Abb. 43: Deckenaufbau HBV-Decke. Erstellt mit U-Wert.net

Tab. 21: ΔOI_{3BS} : HBV-Decke in Eigenproduktion

ΔOI_3	52	[Pkt./m ²]
PENRT	853,00	MJ/m ²
GWP100 Summe	-66,664	kg CO ₂ /m ²
AP	0,26176	kg SO ₂ /m ²

⁹⁰ Der Deckenaufbau aus der Studie der Ed Züblin AG wurde für die Anforderungen an den Brandschutz im mehrgeschossigen Wohnbau in Deutschland designt.

Tab. 22: Herstellkosten HBV-Decke in Eigenproduktion

Herstellkosten HBV-Decke, Eigenproduktion		
	Einheitspreis	Projektkosten: F= 326,5 m²
Schlitzten	1,33 € / m²	434,25 €
Lochblech, Abst.12,5 cm	2,96 € / m²	966,44 €
Leim & Einleimen Lochbleche	1,48 € / m²	483,22 €
Ortbeton C20/25, 5 cm	3,70 € / m²	1.208,05 €
Bewehrung inkl. Einbau	5,00 € / m²	1.632,50 €
Arbeitszeit, 32€/h	8,86 € / m²	2.892,79 €
CLT-Decke D=160 mm	80,75 € / m²	26.364,88 €
Anschlagmittel, 4 Stk à 10€	2,19 € / m²	715,04 €
Vergussmörtel Fugenrand	3,65 € / m²	1.191,73 €
Holzschutz, Anstrich	4,10 € / m²	1.338,65 €

Herstellkosten Rohdecke HBV gesamt, 326,5m²: 37.227,53 €

Herstellkosten Rohdecke HBV gesamt, pro m²:	114,02 €
---	----------

Tab. 23: Herstellzeiten HBV-Decke in Eigenproduktion

Herstellzeit HBV-Decke, Eigenproduktion		
	Ø Arbeitszeit	Projektbezogen: F: 326,5 m² U: 25.9 m x 12,6 m
Schlitzten	0,02 h / m²	6,53 h
Lochblech einleimen alle 12,5 cm	0,02 h / m²	6,53 h
Ortbeton C20/25, 5 cm	0,04 h / m²	13,06 h
Bewehrung inkl. Einbau	0,10 h / m²	32,65 h
CLT-Decke D=160 mm	0,10 h / m²	32,65 h
Vergussmörtel Fugenrand	0,50 h / m²	163,25 h
Holzschutz, Anstrich	0,10 h / m²	32,65 h

Herstellzeit HBV-Rohdecke gesamt, 326,5m²: 287,32 h

Herstellzeit HBV-Rohdecke gesamt, pro m²:	0,88 h / m²
	≈ 53 min / m²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Nach dem Abgleich mit einem ähnlichen Trenndeckenaufbau in REI90 auf Dataholz.at wurde auf eine Beplankung mit einer GK/FGK-Platte verzichtet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

HBV-Deckensystem als Zukaufprodukt

Zum Vergleich und zur Verifizierung der oben angeführten Kosten einer Eigenproduktion, werden im Folgenden die Kosten eines Fertigproduktes der Firma TiComTec gegenübergestellt. HBV-Decken werden in allen gängigen Deckenformen als Halbfertigteile am Markt angeboten. Mit der HBV-Plattendecke der Firma TiCom Tec lassen sich Spannweiten bis ca. 12,0 m realisieren.

Bauteilaufbau:

Die BSP Massivholzplatten werden werksseitig mit HBV-Schubverbindern beschlagen. Für den Holzschutz wird werksseitig eine Feuchtigkeitssperre auf der Oberseite und ein Schutzanstrich auf der Unterseite aufgetragen. Die Bauteile werden mit einem Kran versetzt und nach dem Auflegen einer Mattenbewehrung ausbetoniert. In der Normalausführung liegt die Betonschicht direkt auf dem Holz auf. Bei besonderen Ansprüchen bezüglich Wärme- oder Schallschutz kann eine Dämmschicht eingebracht werden. Ein Holzschutz wird werksseitig aufgetragen.

Bauteildicke: 24 cm

$L'_{n,w,R}$: 46 dB

Brandschutz: erfüllt ⁹¹

Tab. 24: Kosten HBV-Plattendecke, TiCom Tec

Herstellkosten HBV-Rohdecke, TiCom Tec		
	Einheitspreis	Projektbezogenen Kosten: F: 326,5 m ² U: 25,9m x 12,6 m
Ortbeton C20/25, 8 cm	5,92 € / m ²	1.932,88 €
HBV-Plattendecke bis 7 m	138,00 € / m ²	45.057,00 €

Herstellkosten Rohdecke HBV gesamt, 326,5m²: 46.989,88 €

Herstellkosten Rohdecke HBV gesamt, pro m ² :	143,92 €
--	----------

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

⁹¹ Der Hersteller TiComTec verweist darauf, dass die HBV-Decken projektspezifisch auf den erforderlichen Brandschutz abgestimmt werden können.

4.3.2.2 Betondecken

Bauteilaufbau:

Es wird eine 25 cm dicke Stahlbetondecke in örtlicher Herstellung kalkuliert.

Bewehrung zweilagig mit zusätzlich eingebundenen Eisen in Randbereichen und für aufstrebende Bauteile.

Der Bauteilaufbau entspricht den Angaben des Referenzobjektes in Massivbauweise.

Bauteildicke: 25 cm

$L'_{nT,w}$: n.d.

Brandschutz: REI 90⁹²

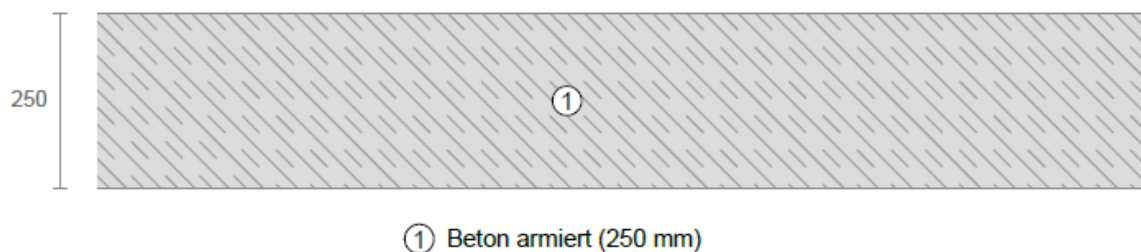


Abb. 44: Stahlbetondecke. Erstellt mit U-Wert.net

Tab. 25: $\Delta OI3_{BS}$: Stahlbetondecke

$\Delta OI3$	57	[Pkt./m ²]
PENRT	655,30	MJ/m ²
GWP100 Summe	73,531	kg CO ₂ /m ²
AP	0,1748	kg SO ₂ /m ²

⁹² Der Deckenaufbau aus der Studie der Ed Züblin AG wurde für die Anforderungen an den Brandschutz im mehrgeschossigen Wohnbau in Deutschland designt

Tab. 26: Herstellkosten Stahlbetondecke

Herstellkosten Stahlbetondecke		
	Einheitspreis	Projektkosten: F: 326,5 m ²
Decke, Sichtbeton C25/30, 25 cm	22,50 € / m ²	7.346,25 €
Betonstahlmatten Bst500M/B500B	24,00 € / m ²	7.836,00 €
Betonstabstahl	13,00 € / m ²	4.244,50 €
Bewehrungszubehör	3,00 € / m ²	979,50 €
Deckenschalung / Deckentische	36,00 € / m ²	11.754,00 €
Randschalung	2,59 € / m ²	845,64 €
Dämmung Deckenrand	2,12 € / m ²	692,18 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.208,05 €

Herstellkosten gesamt, 326,5m²: 34.906,12 €

Herstellkosten pro m ² :	106,91 €
-------------------------------------	----------

Tab. 27: Herstellzeit Stahlbetondecke

Herstellzeit Stahlbetondecke		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F: 326,5 m ²
Decke, Sichtbeton C25/30, 25 cm	0,20 h / m ²	65,30 h
Betonstahlmatten Bst500M/B500B	0,50 h / m ²	163,25 h
Betonstabstahl	0,20 h / m ²	65,30 h
Bewehrungszubehör	0,10 h / m ²	32,65 h
Deckenschalung / Deckentische	0,20 h / m ²	65,30 h
Randschalung	0,02 h / m ²	6,53 h
Dämmung Deckenrand	0,05 h / m ²	16,33 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h

Herstellzeit gesamt, 326,5m²: 450,66 h

Herstellzeit pro m ² :	1,38 h / m ²
	≈ 83 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

4.3.2.3 Holz-Holzleichtbeton-Decken

Der Deckenaufbau der Holz-Holzleichtbetondecke wird von Hofer als Conclusio seiner Ausarbeitung „Experimentelle und analytische Untersuchungen des Tragverhaltens von Holz-Holzleichtbeton-Sandwich-Deckenbauweisen“ auf Seite 96 definiert.

Das Bauteildesign entspricht einer HBV-Decke mit Schrauben als Schubverbindern.

Bauteilaufbau:

6,0 cm selbstverdichtender Beton

15,0 cm Velox WSD 75

11,8 cm Brettsperrholz 118, 3-Schicht

2x 1,5 cm GKF

Bauteildicke: 35,8 cm

$L'_{nT,w}$: n.d.

Brandschutz: REI 90

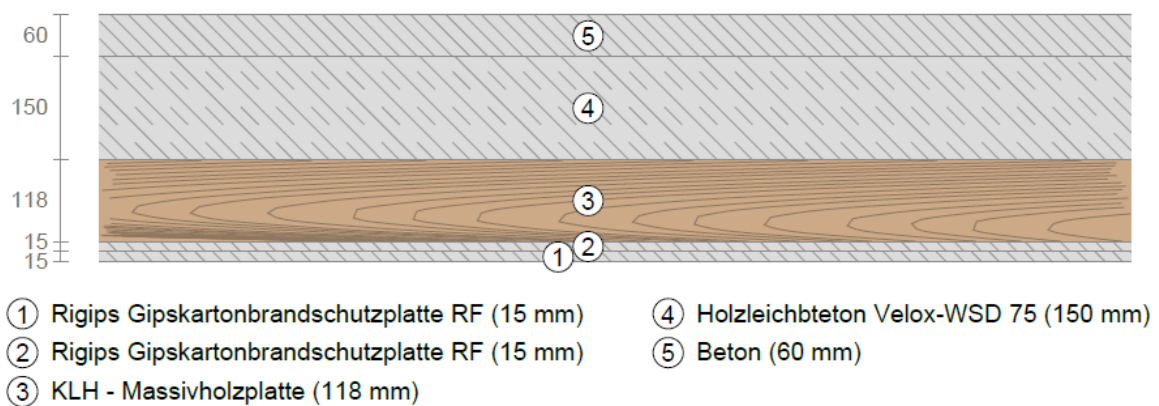


Abb. 45: Deckenaufbau Holzleichtbeton. Erstellt mit U-Wert.net

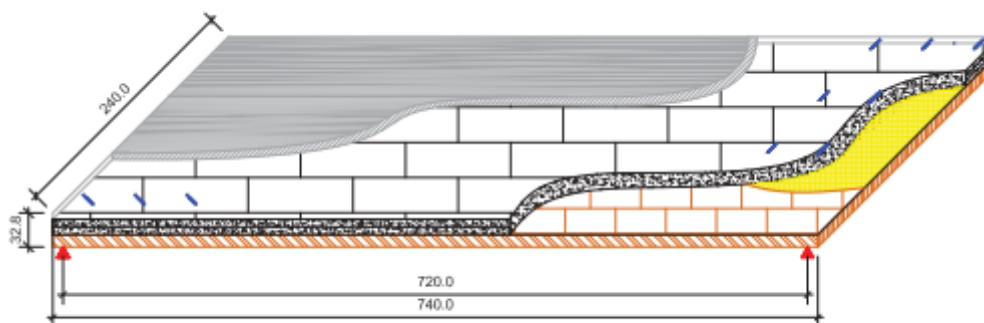


Abb. 46: Deckenaufbau © Thomas Hofer

Tab. 28: ΔOI_{3BS} : Holz-Holzleichtbeton-Decke nach Hofer

ΔOI_3	57	[Pkt./m ²]
PENRT	918,80	MJ/m ²
GWP100 Summe	-73,975	kg CO ₂ /m ²
AP	0,28653	kg SO ₂ /m ²

Tab. 29: Herstellkosten Holz-Holzleichtbetondecke nach Hofer

Herstellkosten Rohdecke Holz-Holzleichtbeton nach Hofer		
	Einheitspreis	Projektkosten: F= 326,5 m ²
Selbstverdichtender Beton; 6 cm	6,84 € / m ²	2.233,26 €
Holzbeton, Velox WSD 35; 15 cm	52,50 € / m ²	17.141,25 €
CLT-Decke D=118 mm	67,75 € / m ²	22.120,38 €
Schrauben, WR-T 9x400; 2,8 Stk/m ²	9,21 € / m ²	3.007,07 €
Lohnkosten	8,86 € / m ²	2.892,79 €
Randschalung Velox WS-EPS 135	2,98 € / m ²	972,97 €
GK Feuerschutzplatte, 2-lagig	35,00 € / m	11.427,50 €
Grundierung	1,30 € / m ²	424,45 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.208,05 €

Herstellkosten gesamt, 326,5m²: 61.427,71 €

Herstellkosten pro m ² :	188,14 € / m ²
-------------------------------------	---------------------------

Tab. 30: Herstellzeit Holz-Holzleichtbetondecke nach Hofer

Herstellzeit Holz-Holzleichtbetondecke nach Hofer		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F: 326,5 m ²
Selbstverdichtender Beton; 6 cm	0,05 h / m ²	15,67 h
Holzbeton, Velox WSD 35; 15 cm	0,20 h / m ²	65,30 h
Schrauben, WR-T 9x400; 2,8 Stk/m ²	0,03 h / m ²	9,14 h
Randschalung Velox WS-EPS 135	0,02 h / m ²	6,53 h
GK Feuerschutzplatte, 2-lagig	0,44 h / m ²	143,66 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,80 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	39,18 h

Herstellzeit gesamt, 326,5m²: 289,28 h

Herstellzeit pro m ² :	0,89 h / m ²
	≈ 53 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet. Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Eine Auswertung der Kostenanalyse für das Bauteil Trenndecke zeigt:

- aus rein ökonomischer Sicht ist die Ausführung einer Trenndecke aus Stahlbeton mit Kosten von rund 107 €/m² zu bevorzugen. Die HBV-Decke in Eigenproduktion ist mit rund 114 €/m² nicht wesentlich teurer.
- Die Herstellzeiten innerhalb der Vergleichsgruppe sind bei den „HBV-Systemen“ die Kürzesten mit rund 54 min/m².

Bei allen Halbfertigteilen muss berücksichtigt werden, dass das Einheben des Bauteils mit einem Kran auf der Baustelle noch hinzukommt.

- Die geringste Aufbauhöhe lässt sich mit der HBV-Decke in Eigenkonstruktion erreichen, wobei die HBV-Decke in Eigenproduktion in einer Bandbreite mit der HBV-Decke der Fa. TiCom Tec und der Stahlbetondecke einzuordnen ist.
- Anhand der Vergleiche ist erkennbar, dass ein Zusammenhang zwischen der Bauteildicke und den Herstellungskosten besteht. Der KLH-Aufbau hat die größte Bauteildicke und die höchsten Kosten.
- Bei einer ökologischen Bewertung der eingesetzten Baustoffe schneidet die HBV-Decke in Eigenproduktion mit 53 ΔOI_{3BS} Punkten/m² am Besten, die KLH-Decke mit 65 Schlechtesten ΔOI_{3BS} Punkten/m² am Schlechtesten ab.
- Der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w} \leq 48$ dB der Bauteile lässt sich nicht miteinander vergleichen. Da dieser nur durch eine entsprechende Prüfung der Deckenkonstruktion ermittelt werden kann und sich nicht berechnen lässt, kann bei unvollständigen oder abweichenden Bauteilangaben kein Vergleich erfolgen.
- Die erforderliche Spannweite von ≈ 7 m kann mit allen Deckensystemen erreicht werden.
- Alle Deckensysteme erfüllen den Anspruch an den Brandschutz mit REI90.

4.3.3 Wohnungstrennwandsysteme

Die Anforderungen an Wohnungstrennwände werden vor allem durch den Luftschallschutz und den Brandschutz zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten beschrieben.

Die Herstellkosten der unterschiedlichen Bausysteme werden an Hand der folgenden Aufbauten verglichen:

- Massivholztrennwand
Aufbauten nach Vorgabe KLH, Mayr-Melnhof und Stora-Enso-CLT
- Stahlbetonbetontrennwand
- Holzleichtbetontrennwand

Vereinfachte Annahme:

Die Analyse erfolgt auf Bauteilebene über die Wandfläche einer Geschossebene des Referenzobjektes. Wandöffnungen und damit verbundenen Mehrkosten für die Ausführung von Anschlüssen, Leibungen und Schalungen sind nicht berücksichtigt.

Es gelten folgende Rahmenbedingungen für alle Bauteile:

- Gebäudeabmessungen: 25,9 m x 12,6 m x 17 m (LxBxH)
- Bruttogeschossfläche/Ebene: 326,5 m² (inkl. Betonkern)
- Länge der Wand/ Geschossebene: 33 m
- Wandhöhe: 2,50 m
- Wandfläche/Geschossebene: 82,5m²
- Luftschall: bewertete Standard-Schallpegeldifferenz von $D_{nT,w} \geq 55$ dB
- Feuerwiderstand: R90 und A2 zum Stiegenhaus;
R90 in oberirdischen Geschossen, R60 im obersten Geschoss.

Die Kostenermittlung für die Trennwandsysteme erfolgt auf Geschossebene.

4.3.3.1 Massivholz Wohnungstrennwand

Bauteilaufbau KLH:

Der Aufbau der Wohnungstrennwand entspricht dem Detail KLH-BS 02-1 aus dem KLH-Detaillkatalog Wohnbau (2015)

Der Kern der Wand wird von einer 94 mm dicken KLH-Platte definiert.

Auf der Holzplatte wird auf jeder Seite eine 25mm dicke Steinwolldämmplatte mit einer selbsttragenden Vorsatzschale angebracht. Die Vorsatzschale besteht aus einem 62,5 mm dicken Sandwichaufbau aus Gipskarton mit Holzwolldämmkern.

Bauteildicke: 26,9 cm

$D_{nT,w} > 59$ (-1;-7) dB

$R'_w > 60$ (-2;-8) dB

$R_w > 63$ (-3;-9) dB

Brandschutz: REI 90 beidseitig⁹³

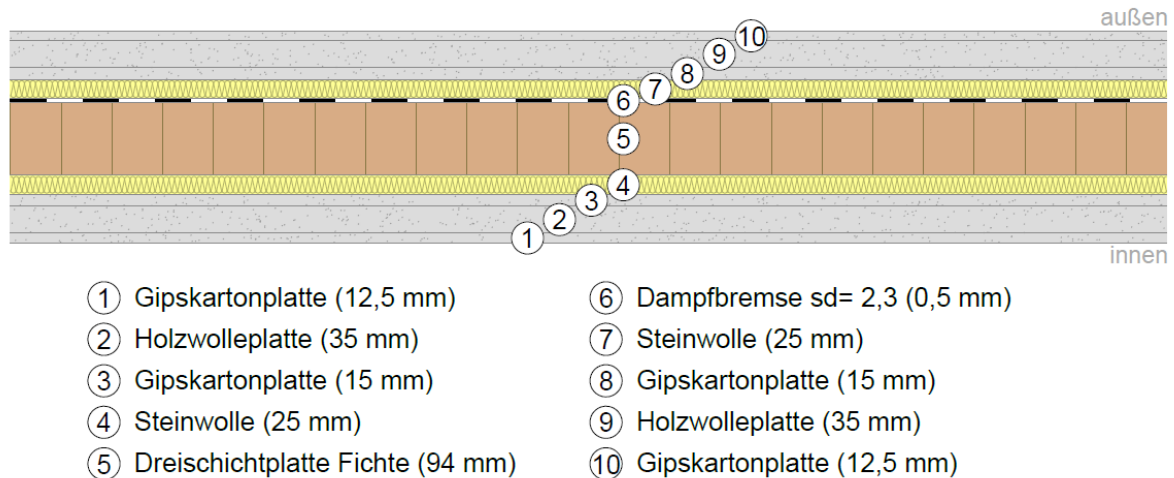


Abb. 47: Aufbau KLH Wohnungstrennwand. Erstellt mit U-Wert.net

⁹³ s. Detail KLH-Decke im Anhang 10.4.1

Tab. 31: Herstellkosten Wohnungstrennwand, Massivholz, KLH

Herstellkosten Wohnungstrennwand, Massivholz, KLH		
	Einheitspreis	Projektbezogenen Kosten: Fl: 82,5 m ² ohne Öffnungen
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	305,25 €
Grundierung	1,30 € / m ²	107,25 €
Gipskartonplatte, 12,5 mm	16,00 € / m ²	1.320,00 €
Holzwollplatte, 35 mm	10,00 € / m ²	825,00 €
Gipskartonplatte, 15 mm	16,00 € / m ²	1.320,00 €
Steinwolldämmung	5,00 € / m ²	412,50 €
BSP 94mm 3s	51,50 € / m ²	4.248,75 €
strömungsdichte Schicht	5,00 € / m ²	412,50 €
Steinwolldämmung	5,00 € / m ²	412,50 €
Gipskartonplatte, 15 mm	16,00 € / m ²	1.320,00 €
Holzwollplatte, 35 mm	10,00 € / m ²	825,00 €
Gipskartonplatte, 12,5 mm	16,00 € / m ²	1.320,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	107,25 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	305,25 €

Herstellkosten gesamt, 82,5 m²:

13.241,25 €

Herstellkosten pro m ²	160,50 € / m ²
-----------------------------------	---------------------------

Tab. 32: Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Massivholz, KLH

Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Massivholz, KLH		
	Ø Arbeitszeit	Projektbezogenen Kosten: Fl: 82,5 m ² ohne Öffnungen
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	9,90 h
Grundierung	0,03 h / m ²	2,48 h
GKF-Platten, 12,5 cm	0,25 h / m ²	20,63 h
Holzwollplatte, 35 mm	0,02 h / m ²	1,65 h
Gipskartonplatte, 15 mm	0,25 h / m ²	20,63 h
Steinwolldämmung, 30 mm	0,02 h / m ²	1,65 h
KLH Platte, 94 mm	0,20 h / m ²	16,50 h
strömungsdichte Schicht	0,08 h / m ²	6,60 h
Steinwolldämmung, 30 mm	0,02 h / m ²	1,65 h
Gipskartonplatte, 15 mm	0,25 h / m ²	20,63 h
Holzwollplatte, 35 mm	0,10 h / m ²	8,25 h
GKF-Platten, 12,5 cm	0,25 h / m ²	20,63 h
Grundierung	0,03 h / m ²	2,48 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	9,90 h

Herstellzeit gesamt, 82,5 m²:

143,55 h

Herstellzeit:	1,74 h / m ²
	≈ 105 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Bauteilaufbau Mayr-Melnhof:

Der Aufbau der Wohnungstrennwand entspricht dem Detail Mayr-Melnhof WTW 02 aus dem Detailkatalog M1BSP Crossplan (2015)

Der Wandaufbau besteht aus zwei 95 mm dicken Crossplan BSP-Platten mit einer 30mm dicken Steinwolldämmung Zwischenraumdämmung. Raumseitig wird der Aufbau mit jeweils einer Lage Gipskartonplatte verkleidet.

Bauteildicke: 25,5 cm

$R_w = 56 \text{ dB}$

Brandschutz: REI 90 ⁹⁴

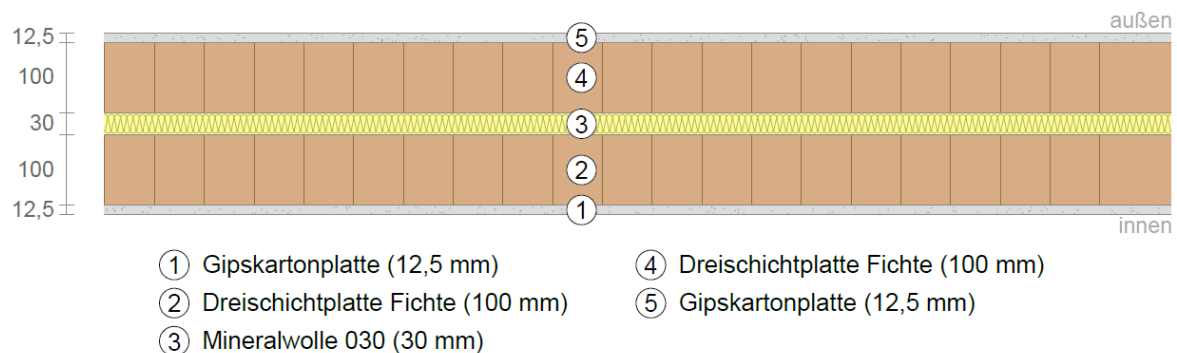


Abb. 48: Aufbau MM - Wohnungstrennwand. Erstellt mit U-Wert.net

⁹⁴ s. Detail MM-Decke im Anhang 10.4.3

Tab. 33: Herstellkosten Wohnungstrennwand, Massivholz, Mayr-Melnhof

Herstellkosten Wohnungstrennwand, Massivholz, Mayr-Melnhof		
	Einheitspreis	Projektkosten: F= 82,5 m ²
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	305,25 €
Grundierung	1,30 € / m ²	107,25 €
Gipskartonplatte, 12,5 mm	16,00 € / m ²	1.320,00 €
M1 BSP Crossplan, 95 mm	52,25 € / m ²	4.310,63 €
Mineralwolldämmung, 30 mm	5,00 € / m ²	412,50 €
M1 BSP Crossplan, 95 mm	52,25 € / m ²	4.310,63 €
Gipskartonplatte, 12,5mm	16,00 € / m ²	1.320,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	107,25 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	305,25 €

Herstellkosten gesamt, 82,5 m²: 12.498,75 €

Herstellkosten pro m ²	151,50 € / m ²
-----------------------------------	---------------------------

Tab. 34: Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Massivholz, Mayr-Melnhof

Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Massivholz, Mayr-Melnhof		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F= 82,5 m ²
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	9,90 h
Grundierung	0,03 h / m ²	2,48 h
GKF-Platten, 12,5 cm	0,25 h / m ²	20,63 h
M1 BSP Crossplan, 95 mm	0,20 h / m ²	16,50 h
Mineralwolldämmung, 30 mm	0,02 h / m ²	1,65 h
M1 BSP Crossplan, 95 mm	0,20 h / m ²	16,50 h
GKF-Platten, 12,5 cm	0,25 h / m ²	20,63 h
Grundierung	0,03 h / m ²	2,48 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	9,90 h

Herstellzeit gesamt, 82,5 m²: 100,65 h

Herstellzeit:	1,22 h / m ²
	≈ 73 min / m ²

Die Kosten für die Crossplan95-Platte wurden von den Kostenangaben der Fa. KLH und Stora Enso abgeleitet, da keine Datensätze vorlagen.

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Bauteilaufbau Stora-Enso:

Der Aufbau der Wohnungstrennwand entspricht dem Detail aus dem Detailkatalog Stora-Enso-CLT, Technische Broschüre (2015), Trennwandaufbauten.

Der Wandaufbau besteht aus einer 100 mm dicken CLT-Platte, der einseitig eine zweilagige Gipskartonvorsatzschale auf einer CW-Unterkonstruktion mit 50 mm Mineralwolldämmung vorgesetzt wurde.

Die gegenüberliegende Seite wird mit einer Lage Gipskartonplatte beplankt.

Bauteildicke: 18,8 cm

DnT,w (C;Ctr): 60 (-2;-8) dB

Brandschutz: REI k.A.

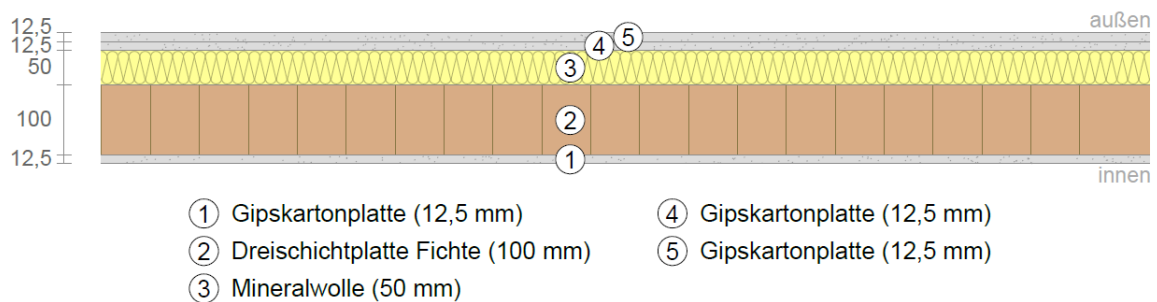


Abb. 49: Aufbau Stora-Enso Wohnungstrennwand. Erstellt mit U-Wert.net

Tab. 35: Herstellkosten Wohnungstrennwand, Massivholz, Stora Enso

Herstellkosten Wohnungstrennwand, Massivholz, Stora Enso		
	Einheitspreis	Projektbezogenen Kosten: Fl: 82,5 m ² ohne Öffnungen
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	305,25 €
Grundierung	1,30 € / m ²	107,25 €
Gipskartonplatte, 12,5 mm	16,00 € / m ²	1.320,00 €
Vorsatzschale GK, CW 50	41,00 € / m ²	3.382,50 €
Stora Enso CLT100 C3s	52,50 € / m ²	4.331,25 €
Gipskartonplatte, 12,5 mm	16,00 € / m ²	1.320,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	107,25 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	305,25 €
Herstellkosten gesamt, 82,5 m ² :		11.178,75 €
Herstellkosten pro m ²		135,50 € / m ²

Tab. 36: Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Massivholz, Stora Enso

Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Massivholz, Stora Enso		
	Ø Arbeitszeit	Projektbezogenen Kosten: Fl: 82,5 m ² ohne Öffnungen
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	9,90 h
Grundierung	0,03 h / m ²	2,48 h
GKF-Platten, 12,5 cm	0,32 h / m ²	26,40 h
Vorsatzschale GK, CW 50	0,45 h / m ²	37,13 h
Stora Enso CLT100 C3s	0,20 h / m ²	16,50 h
GKF-Platten, 12,5 cm	0,32 h / m ²	26,40 h
Grundierung	0,03 h / m ²	2,48 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	9,90 h
Herstellzeit gesamt, 82,5 m ² :		131,18 h
Herstellzeit:		1,59 h / m ²
		≈ 95 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

4.3.3.2 Stahlbeton Wohnungstrennwand

Bauteilaufbau:

Tragende, 20 cm dicke Stahlbetonwand in Ortbetonbauweise erstellt.

Die Betonoberfläche wird in Sichtqualität ausgeführt.

Die Innenwand ist beidseitig mit 15mm Gipsputz verputzt.

Der Aufbau entspricht dem Baumassiv online Planungstool.

Bauteildicke: 23 cm

$R_w = 61 \text{ dB}$ ⁹⁵

Brandschutz: REI 90

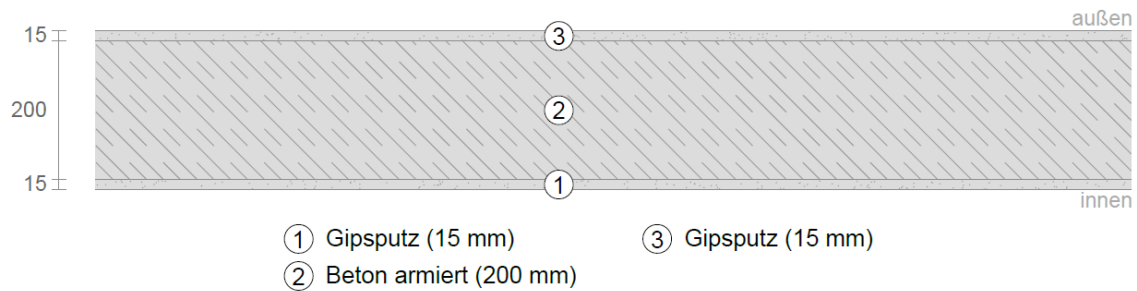


Abb. 50: Aufbau Stahlbeton-Wohnungstrennwand. Erstellt mit U-Wert.net

⁹⁵ Berechnung laut Norm

Tab. 37: Herstellkosten Wohnungstrennwand, Stahlbeton

Herstellkosten Wohnungstrennwand, Stahlbeton		
	Einheitspreis	Projektbezogenen Kosten: Fl: 82,5 m ² ohne Öffnungen
Beton C25/30, 20 cm Wand	18,00 € / m ²	1.485,00 €
Betonstahlmatten Bst500M/B500B	24,00 € / m ²	1.980,00 €
Betonstabstahl	13,00 € / m ²	1.072,50 €
Bewehrungszubehör	3,00 € / m ²	247,50 €
Wandschalung, glatt	30,00 € / m ²	2.475,00 €
Gipsputz, bds.	13,00 € / m ²	2.145,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	107,25 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	305,25 €

Herstellkosten/Geschoss, 82,5 m²: 9.817,50 €

Herstellkosten pro m ²	119,00 € / m ²
-----------------------------------	---------------------------

Tab. 38: Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Stahlbeton

Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Stahlbeton		
	Ø Arbeitszeit	Projektbezogenen Kosten: Fl: 82,5 m ² ohne Öffnungen
Beton für 20 cm Wand	0,05 h / m ²	4,13 h
Betonstahlmatten Bst500M/B500B	0,44 h / m ²	36,30 h
Betonstabstahl	0,03 h / m ²	2,48 h
Bewehrungszubehör	0,05 h / m ²	4,13 h
Wandschalung, glatt	0,80 h / m ²	66,00 h
Gipsputz	0,22 h / m ²	36,30 h
Grundierung	0,03 h / m ²	2,48 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	9,90 h

Herstellzeit /Geschoss, 82,5 m²: 161,70 h

Herstellzeit:	1,96 h / m ²
	≈ 118 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

4.3.3.3 Holzleichtbeton Wohnungstrennwand

Bauteilaufbau Velox Wohnungstrennwand GT30:

Der Aufbau der Wohnungstrennwand entspricht dem Bauteilkatalog Velox Wandsysteme (2015). Die Mantelbeton-Wand besteht aus zwei Holzleichtbetonplatten die auf ihren Außenseiten mit einem Kalk-Gipsputz beschichtet sind.

Zwischen den Platten ist ein Betonkern mit einer Stärke von 215 mm erforderlich.

Die Wand ist als tragende Wand ohne Bewehrung mit der Betongüte C 12/15 bis C 25/30 für einen Einsatzbereich bis max. 15 Geschosse konzipiert. Dabei sind die Betongüte und Erdbebenzonen in Österreich projektspezifisch zu bewerten.

Bauteildicke: 33 cm

$R_w = 64 \text{ dB}$

Brandschutz: REI 90⁹⁶

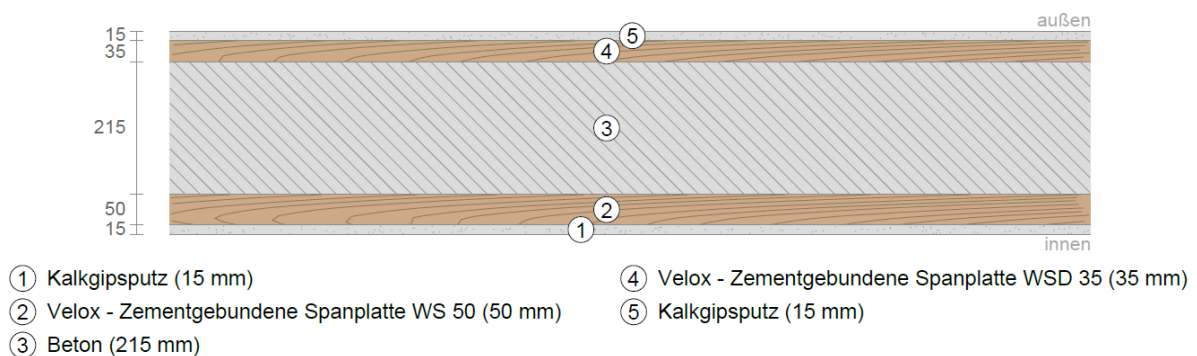


Abb. 51: Aufbau Velox-Wohnungstrennwand GT30. Erstellt mit U-Wert.net

⁹⁶ s. Detail Velox GT30 im Anhang 10.4.4

Tab. 39: Herstellkosten Wohnungstrennwand, Holzleichtbeton

Herstellkosten Wohnungstrennwand, Holzleichtbeton		
	Einheitspreis	Projektbezogenen Kosten: Fl: 82,5 m ² ohne Öffnungen
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	305,25 €
Grundierung	1,30 € / m ²	107,25 €
Gipsputz	13,00 € / m ²	1.072,50 €
Velox GT30	34,30 € / m ²	2.829,75 €
Beton, C25/30	19,35 € / m ²	1.596,38 €
Velox GT30 versetzen und betonieren	10,00 € / m ²	825,00 €
Gipsputz	13,00 € / m ²	1.072,50 €
Grundierung	1,30 € / m ²	107,25 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	305,25 €

Herstellkosten/Geschoss, 82,5 m²: 8.221,13 €

Herstellkosten pro m ²	99,65 € / m ²
-----------------------------------	--------------------------

Tab. 40: Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Holzleichtbeton

Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Holzleichtbeton		
	Ø Arbeitszeit	Projektbezogenen Kosten: Fl: 82,5 m ² ohne Öffnungen
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	9,90 h
Grundierung	0,03 h / m ²	2,48 h
Gipsputz	0,22 h / m ²	18,15 h
Velox GT versetzen und betonieren	0,25 h / m ²	20,63 h
Gipsputz	0,22 h / m ²	18,15 h
Grundierung	0,03 h / m ²	2,48 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	9,90 h

Herstellzeit/Geschoss, 82,5 m²: 81,68 h

Herstellzeit:	0,99 h / m ²
	≈ 59 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Eine Auswertung der Kostenanalyse für das Bauteil Wohnungstrennwand zeigt:

- Alle Bausysteme erfüllen die Anforderungen an den Brandschutz REI90
- aus rein ökonomischer Sicht ist die Ausführung einer Wohnungstrennwand mit dem Velox Wandsystem mit Kosten von rund 100 €/m² zu bevorzugen.
- Die Herstellzeiten innerhalb der Vergleichsgruppe waren beim Holzleichtbeton-System die Kürzesten mit rund 60 min/m².

Bei allen Halbfertigteilen muss berücksichtigt werden, dass das Einheben des Bauteils mit einem Kran auf der Baustelle noch hinzukommt.

- Die geringste Wanddicke lässt sich mit dem Wandaufbau von Stora-Enso erreichen. Da bei diesem Aufbau die Angaben zum Brandschutz nicht vollständig sind, scheidet die Wand aus der Betrachtung aus. In der neuen Reihung wird mit der Stahlbetonwand die dünnste Wohnungstrennwand realisiert.
- Anhand der Vergleiche ist erkennbar, dass ein Zusammenhang zwischen der Bauteildicke und den Herstellungskosten besteht. Der Aufbau der Firma KLH ist unter allen betrachteten Aufbauten der komplexeste und kostenintensivste. Trotz des hohen Aufwands in der Konstruktion ist die Wand mit einem $R_w > 63$ dB fast ident mit der Velox Trennwand mit $R_w = 64$ dB. Die Kostendifferenz der Aufbauten zueinander beträgt rund 60 €/m².

4.3.4 Raumtrennwände

Die Raumtrennwände sind nicht tragende Wände, die innerhalb einer Nutzungseinheit Funktionsbereiche voneinander abgrenzen.

Die Anforderungen hinsichtlich der bauphysikalischen Eigenschaften sind gering.

Die Raumtrennwände werden im Folgenden unter dem Begriff Innenwände geführt.

Die Herstellkosten der unterschiedlichen Bausysteme werden an Hand der folgenden Aufbauten verglichen:

- Massivholztrennwand
Aufbauten nach Vorgabe KLH, Mayr-Melnhof und Stora-Enso-CLT
- Stahlbeton- und Ziegeltrennwand
- Holzleichtbetontrennwand, Holzrahmenbau mit Holzleichtbeton-Bepankung

Vereinfachte Annahme:

Die Analyse erfolgt auf Bauteilebene über die Wandfläche einer Geschossebene des Referenzobjektes. Wandöffnungen und damit verbundenen Mehrkosten für die Ausführung von Anschlüssen, Leibungen und Schalungen sind nicht berücksichtigt.

Es gelten folgende Rahmenbedingungen für alle Bauteile:

- Gebäudeabmessungen: 25,9 m x 12,6 m x 17 m (LxBxH)
- Bruttogeschossfläche/Ebene: 326,5 m² (inkl. Betonkern)
- Trennwände werden als nichttragende Wände ausgeführt
- Länge der Wand/ Geschossebene: 120 m
- Wandhöhe: 2,50 m
- Wandfläche/Geschossebene: 300 m²
- Schallschutz: keine Anforderungen
- Feuerwiderstand: keine Anforderungen

Die Kostenermittlung für die Trennwandsysteme erfolgt auf Geschossebene.

4.3.4.1 Holz Innenwände

Bauteilaufbau KLH Innenwand:

Der Aufbau der Innenwand entspricht dem Detail KLH-B S 01-2 aus dem KLH-Detailkatalog Wohnbau (2015)

Der Kern wird von einer 94 mm dicken KLH-Massivholzplatte definiert, die beidseitig mit jeweils 12,5 mm Gipskartonplatte beplankt ist.

Bauteildicke: 11,9 cm

$R'_w \geq 60$ dB

Brandschutz: n.d.

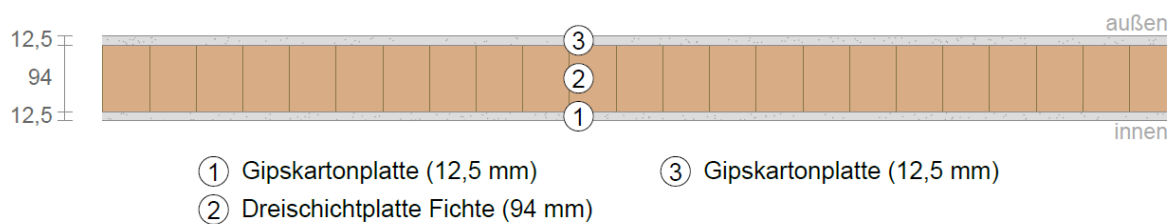


Abb. 52: Aufbau KLH Innenwand, tragend. Erstellt mit U-Wert.net

Tab. 41: Herstellkosten Innenwand, Massivholz, KLH

Herstellkosten Innenwand, Massivholz, KLH		
	Einheitspreis	Projektkosten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	390,00 €
Gipskartonplatte, 12,5 mm	16,00 € / m ²	4.800,00 €
KLH 94mm 3s DQ	50,50 € / m ²	15.150,00 €
Gipskartonplatte, 12,5 mm	16,00 € / m ²	4.800,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	390,00 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €

Herstellkosten 300 m² / Geschoß 27.750,00 €

Herstellkosten pro m ²	92,50 € / m ²
-----------------------------------	--------------------------

Tab. 42: Herstellzeiten Innenwand, Massivholz, KLH

Herstellzeiten Innenwand, Massivholz, KLH		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,00 h
Gipskartonplatte, 12,5 mm	0,25 h / m ²	75,00 h
KLH Platte, 94 mm	0,20 h / m ²	60,00 h
Gipskartonplatte, 12,5 mm	0,25 h / m ²	75,00 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,00 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h

Herstellzeit 300 m² / Geschoß: 300,00 h

Herstellzeit:	1,00 h / m ²
	≈ 60 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Bauteilaufbau Mayr-Melnhof Innenwand IW 02:

Der Aufbau der Innenwand entspricht dem Detail IW 02 aus dem Detailkatalog M1BSP Crossplan (2015)

Der Wandaufbau besteht aus einer 95 mm dicken Crossplan BSP-Platte, die beidseitig jeweils zweilagig mit 12,5 mm Gipskartonplatte beplankt ist.

Für den Kostenvergleich wurde die Beplankung auf eine Lage Gipskartonplatte pro Seite reduziert.

Bauteildicke: 11,9 cm

$R_w = \approx 40 \text{ dB}$

Brandschutz: F90/REI 90 ⁹⁷

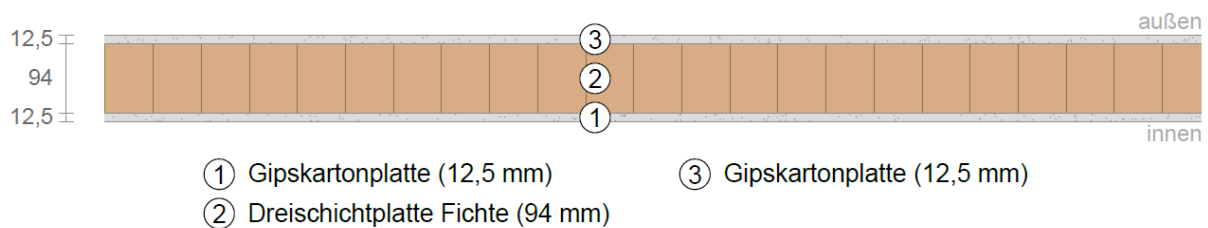


Abb. 53: Modifizierter Aufbau Mayr Melnhof Innenwand IW 02. Erstellt mit U-Wert.net

⁹⁷ statischer Restholzquerschnitt mit 80 mm Stärke bei beidseitig zweilagiger Beplankung mit 12,5mm GK, vgl. M1BSP Crossplan, S. 28, 2015

Tab. 43: Herstellkosten Innenwand, Massivholz, Mayr Melnhof

Herstellkosten Innenwand, Massivholz, Mayr Melnhof		
	Einheitspreis	Projektkosten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	390,00 €
Gipskartonplatte, 1 x 12,5 mm	16,00 € / m ²	4.800,00 €
M1 BSP Crossplan, 95 mm	50,00 € / m ²	15.000,00 €
Gipskartonplatte, 1 x 12,5 mm	16,00 € / m ²	4.800,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	390,00 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €

Herstellkosten 300 m² / Geschoß 27.600,00 €

Herstellkosten pro m ²	92,00 € / m ²
-----------------------------------	--------------------------

Tab. 44: Herstellzeiten Innenwand, Massivholz, Mayr Melnhof

Herstellzeiten Innenwand, Massivholz, Mayr Melnhof		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,00 h
Gipskartonplatte, 1x12,5 mm	0,25 h / m ²	75,00 h
KLH Platte, 94 mm	0,20 h / m ²	60,00 h
Gipskartonplatte, 1x12,5 mm	0,25 h / m ²	75,00 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,00 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h

Herstellzeit 300 m² / Geschoß: 300,00 h

Herstellzeit:	1,00 h / m ²
	≈ 60 min / m ²

Die Kosten für Crossplan 95 wurden von den Kostenangaben der Fa. KLH und Stora Enso abgeleitet.

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Bauteilaufbau Stora-Enso CLT-Wand:

Der Aufbau der Innenwand entspricht dem Detail aus dem Detailkatalog Stora-Enso-CLT Technische Broschüre (2015), CLT-Wand.

Der Wandaufbau besteht aus einer 80 mm dicken CLT-Platte, die beidseitig mit einer 12,5 mm dicken Gipskartonfeuerschutzplatte beplankt ist.

Bauteildicke: 10,5 cm

R_w : n.d.

Brandschutz: REI 60 ⁹⁸

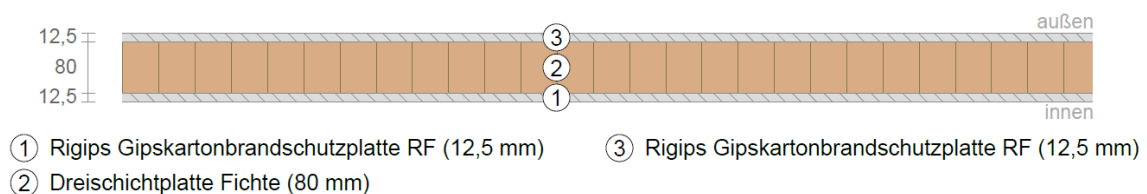


Abb. 54: Aufbau Stora Enso CLT-Wand. Erstellt mit U-Wert.net

⁹⁸ vgl. Detailkatalog Stora Enso

Tab. 45: Herstellkosten Innenwand, Massivholz, Stora Enso

Herstellkosten Innenwand, Massivholz, Stora Enso		
	Einheitspreis	Projektkosten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	390,00 €
GKF 12,5 mm	16,00 € / m ²	4.800,00 €
CLT 80 C3s	46,00 € / m ²	13.800,00 €
GKF 12,5 mm	16,00 € / m ²	4.800,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	390,00 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €

Herstellkosten 300 m² / Geschoß 26.400,00 €

Herstellkosten pro m ²	88,00 € / m ²
-----------------------------------	--------------------------

Tab. 46: Herstellzeiten Innenwand, Massivholz, Stora Enso

Herstellzeiten Innenwand, Massivholz, Stora Enso		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,00 h
GKF 12,5 mm	0,25 h / m ²	75,00 h
CLT 80 C3s	0,20 h / m ²	60,00 h
GKF 12,5 mm	0,25 h / m ²	75,00 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,00 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h

Herstellzeit 300 m² / Geschoß: 300,00 h

Herstellzeit:	1,00 h / m ²
	≈ 60 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Bauteilaufbau Holzständerwand:

Holzrahmenbaukonstruktion mit einem Rahmenabstand von 60 – 62,5 cm, beidseitig mit 15 mm Sperrholzplatte beplankt.

Zwischen den Rahmen ist der Hohlraum mit einer Holzfaserplatte bedämpt.

Alternativ kann die Beplankung auch mit anderen Werkstoffen, z.B. GK-Platten, erfolgen. Der Aufbau entspricht einer Bauteilbeschreibung aus dem BKI.⁹⁹

Bauteildicke: 13 cm

DnT,w : n.d.

Brandschutz: n.d.

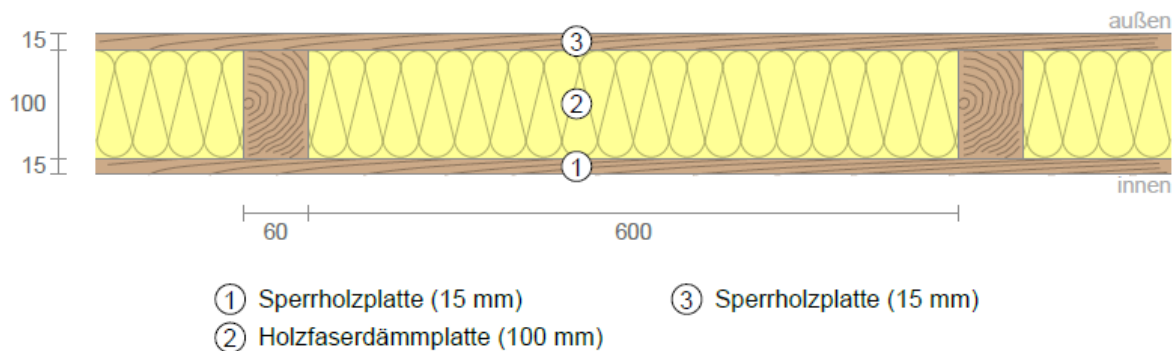


Abb. 55: Aufbau Holzständerwand. Erstellt mit U-Wert.net

⁹⁹ vgl. BKI 2015, S. 235

Tab. 47: Herstellkosten Innenwand, Holzständer

Herstellkosten Innenwand, Holzständer		
	Einheitspreis	Projektkosten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	390,00 €
Holzständerwand 11,5, einseitig mit Sperrholzplatte beplankt, inkl. Holzfaserdämmplatte	70,00 € / m ²	21.000,00 €
Beplankung 2. Seite, GK-Platte	16,00 € / m ²	4.800,00 €
Grundierung	1,30 € / m ²	390,00 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €

Herstellkosten 300 m² / Geschoß 28.800,00 €

Herstellkosten pro m ²	96,00 € / m ²
-----------------------------------	--------------------------

Tab. 48: Herstellkosten Innenwand, Holzständer

Herstellzeiten Innenwand, Holzständer		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,00 h
Holzständerwand 11,5	0,60 h / m ²	180,00 h
Beplankung 2. Seite, GK-Platte	0,25 h / m ²	75,00 h
Grundierung	0,03 h / m ²	9,00 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h

Herstellzeit 300 m² / Geschoß: 345,00 h

Herstellzeit:	1,15 h / m ²
	≈ 69 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

4.3.4.2 Stahlbeton Innenwände

Innerhalb des Massivbaus würden nicht tragende Innenwände aus Kosten- und Herstellungsgründen in Trockenbausystemen oder als Ziegelwand ausgeführt werden.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden hier jedoch auch die Kosten für die Errichtung einer nicht tragenden Wand aus Stahlbeton errechnet.

In einer zweiten Kalkulation werden die Kosten für die Errichtung einer Ziegelwand ermittelt.

Bauteilaufbau:

Nicht tragende, 10 cm dicke Stahlbetonwand in Ortbetonbauweise erstellt.

Die Betonoberfläche wird in Nichtsichtqualität ausgeführt.

Die Innenwand ist beidseitig mit 15mm Putz verputzt.

Bauteildicke: 13 cm

$R_w = 40 \text{ dB}$

Brandschutz: n.d.¹⁰⁰

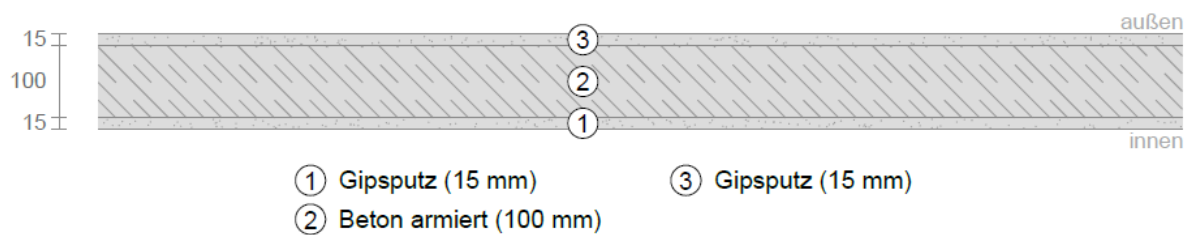


Abb. 56: Aufbau Stahlbetonwand. Erstellt mit U-Wert.net

¹⁰⁰ vgl. baumassiv Detail im Anhang 10.4.6

Tab. 49: Herstellkosten Innenwand, Stahlbeton

Herstellkosten Innenwand, Stahlbeton		
	Einheitspreis	Projektkosten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €
Kalk-Gipsputz, Innenwand	13,00 € / m ²	3.900,00 €
Beton C25/30, 10 cm Wand	9,00 € / m ²	2.700,00 €
Betonstahlmatten 10 kg/m ²	12,00 € / m ²	3.600,00 €
Betonstabstahl 5 kg/m ²	6,50 € / m ²	1.950,00 €
Bewehrungszubehör	3,00 € / m ²	900,00 €
Wandschalung	30,00 € / m ²	9.000,00 €
Kalk-Gipsputz, Innenwand	13,00 € / m ²	3.900,00 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €

Herstellkosten 300 m² / Geschoß:: 28.170,00 €

Herstellkosten pro m ²	93,90 € / m ²
-----------------------------------	--------------------------

Tab. 50: Herstellkosten Innenwand, Stahlbeton

Herstellzeiten Innenwand, Stahlbeton		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h
Kalk-Gipsputz, Innenwand	0,22 h / m ²	66,00 h
Beton C25/30, 10 cm Wand	0,05 h / m ²	15,00 h
Betonstahlmatten Bst500M/B500B	0,22 h / m ²	66,00 h
Betonstabstahl	0,03 h / m ²	9,00 h
Bewehrungszubehör	0,05 h / m ²	15,00 h
Wandschalung	0,80 h / m ²	240,00 h
Kalk-Gipsputz, Innenwand	0,22 h / m ²	66,00 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h

Herstellzeit 300 m² / Geschoß:: 549,00 h

Herstellzeit:	1,83 h / m ²
	≈ 109 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Tab. 52: Herstellzeiten Innenwand, Ziegel

Herstellzeiten Innenwand, Ziegel		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h
Kalk-Gipsputz, Innenwand	0,22 h / m ²	66,00 h
Hochlochziegel, 10 cm	0,40 h / m ²	120,00 h
Flachanker, gemittelt	0,01 h / m ²	3,00 h
Kalk-Gipsputz, Innenwand	0,22 h / m ²	66,00 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h

Herstellzeit 300 m² / Geschoß:: 327,00 h

Herstellzeit:	1,09 h / m ²
	≈ 65 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

4.3.4.3 Holzleichtbeton Innenwände

Eine nicht tragende Innenwand würde, wie auch im Betonbau, als Trockenbauwand ausgeführt werden. Die leichteste und dünnste Wand der vordefinierten Aufbauten aus dem Detailkatalog der Firma Velox ist die Innenwand TT18.

Der Wandaufbau muss mit Kernbeton verfüllt werden und ist im Datenblatt als tragende Wand beschrieben.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden hier jedoch die Kosten für die Errichtung einer Velox-Innenwand mit Betonkern angegeben.

Eine Trockenbauwand wird zusätzlich skizziert und bewertet.

Bauteilaufbau:

Der Wandaufbau TT18 entspricht dem Bauteilkatalog der Velox Wandsysteme.

Die Mantelbeton-Wand besteht aus zwei Holzleichtbetonplatten die auf ihren Außen-seiten mit einem Kalk-Gipsputz beschichtet sind.

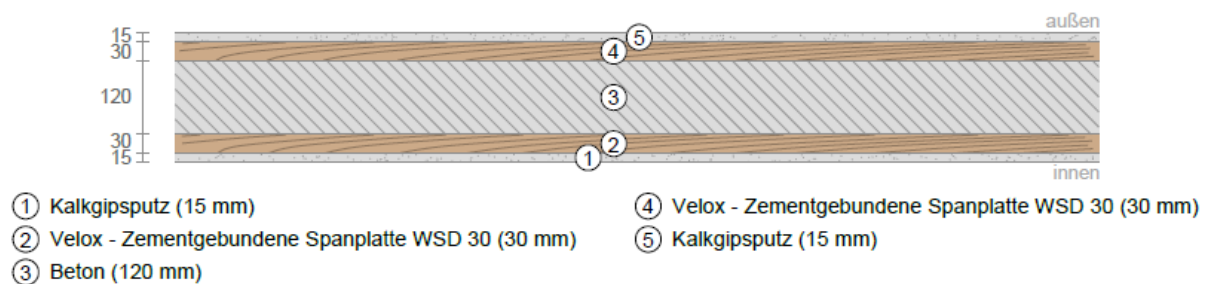
Zwischen den Platten ist ein Betonkern mit einer Stärke von 120 mm erforderlich.

Die Wand ist als tragende Wand ohne Bewehrung mit der Betongüte C 12/15 bis C 25/30 konzipiert, der Einsatzbereich bis max. 15 Geschosse.

Bauteildicke: 18 cm (+ 3cm Putzauftrag)

$R_w = 50 \text{ dB}$

Brandschutz: REI 90 ¹⁰²



Aufbau Velox TT18. Erstellt mit U-Wert.net

¹⁰² vgl. Velox Datenblatt TT18 im Anhang 10.4.4.

Tab. 53: Herstellkosten Innenwand, Holzleichtbeton TT18

Herstellkosten Innenwand, Holzleichtbeton TT18		
	Einheitspreis	Projektkosten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €
Kalk-Gipsputz, Innenwand	13,00 € / m ²	3.900,00 €
Velox TT18	36,27 € / m ²	10.881,00 €
Kalk-Gipsputz, Innenwand	13,00 € / m ²	3.900,00 €
Beton C25/30, 12cm Wand	10,80 € / m ²	3.240,00 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €

Herstellkosten 300 m² / Geschoß: 24.141,00 €

Herstellkosten pro m ²	80,47 € / m ²
-----------------------------------	--------------------------

Tab. 54: Herstellzeiten Innenwand, Holzleichtbeton TT18

Herstellzeiten Innenwand, Holzleichtbeton TT18		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h
Kalk-Gipsputz, Innenwand	0,22 h / m ²	66,00 h
Velox TT18	0,25 h / m ²	75,00 h
Beton C25/30, 12cm Wand	0,05 h / m ²	15,00 h
Kalk-Gipsputz, Innenwand	0,22 h / m ²	66,00 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h

Herstellzeit 300 m² / Geschoß: 294,00 h

Herstellzeit:	0,98 h / m ²
	≈ 59 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Holzständerwand mit Holzleichtbetonbeplankung

Bauteilaufbau:

Der Wandaufbau entspricht dem Innenwandaufbau iwrxxo01a-00 aus der dataholz Bauteildatenbank. Der skizzierte Bauteil wurde im Bereich der Beplankung von GK-Platte auf Velox WS75 verändert.

Das Holzständerwerk (60x100) ist beidseitig einlagig mit Velox WS75 beplankt.

Der Hohlraum zwischen den Ständern ist mit 100 mm Mineralwolldämmung bedämpt.

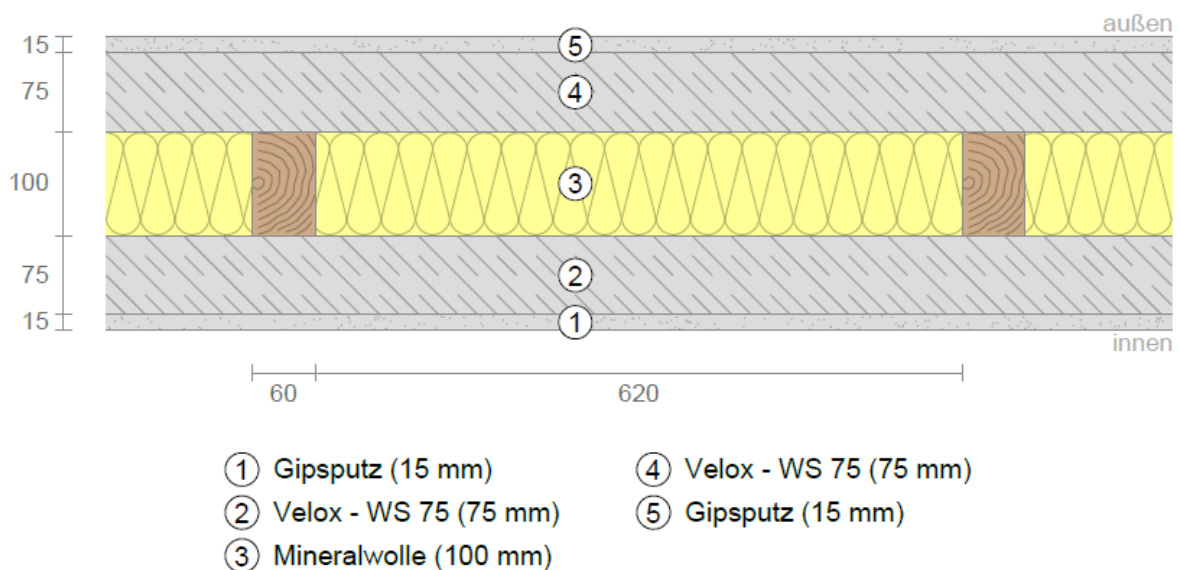
Die Wand ist als nichttragende Wand konzipiert.

Bauteildicke: 28 cm

$R_w = \text{n.d.}$

Brandschutz: n.d.

Im Originalaufbau iwrxxo01a-00 mit je einer Lage Gipskartonplatte pro Seite besteht ein Brandschutz von REI 45.



Herstellkosten Innenwand, Ständerwand mit Velox WS75		
	Einheitspreis	Projektkosten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €
Kalk-Gipsputz, Innenwand	13,00 € / m ²	3.900,00 €
Velox WS 75	25,56 € / m ²	7.668,00 €
Montagewand, Holz, 100 mm	30,00 € / m ²	9.000,00 €
Velox WS 75	25,56 € / m ²	7.668,00 €
Kalk-Gipsputz, Innenwand	13,00 € / m ²	3.900,00 €
Beschichtung, Dispersion	3,70 € / m ²	1.110,00 €

Herstellkosten 300 m² / Geschoß:: 34.356,00 €

Herstellkosten pro m ²	114,52 € / m ²
-----------------------------------	---------------------------

Herstellzeiten Innenwand, Ständerwand mit Velox WS75		
	Ø Arbeitszeit	Projektzeiten: F=300 m ²
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h
Kalk-Gipsputz, Innenwand	0,22 h / m ²	66,00 h
Velox WS 75	0,25 h / m ²	75,00 h
Montagewand, Holz, 100 mm	0,10 h / m ²	30,00 h
Velox WS 75	0,25 h / m ²	75,00 h
Kalk-Gipsputz, Innenwand	0,22 h / m ²	66,00 h
Beschichtung, Dispersion	0,12 h / m ²	36,00 h

Herstellzeit 300 m² / Geschoß:: 384,00 h

Herstellzeit:	1,28 h / m ²
	≈ 77 min / m ²

In den angegebenen Herstellkosten sind die Lohnanteile berücksichtigt.

Alle Kostenangaben wurden in €/m² umgerechnet.

Detaillierte Kostennachweise zu den Bauteilen und Positionen sind im Anhang hinterlegt.

Eine Auswertung der Kostenanalyse für das Bauteil Raumtrennwand:

- Eine Umsetzung der Innenwände ist mit allen Bausysteme möglich.
- Aus rein ökonomischer Sicht ist die Ausführung der Innenwände mit einer verputzten Hochlochziegelwand (HLZ) mit 75,50 €/m² zu bevorzugen.
- Die Herstellzeiten innerhalb der Vergleichsgruppe waren beim Holzleichtbeton-System die Kürzesten mit rund 60 min/m².
- Die geringste Wanddicke lässt sich mit dem Wandaufbau von Stora-Enso erreichen. Mit Ausnahme der Innenwände, die mit Veloxprodukten erstellt oder beplankt wurden, besitzen alle Innenwände eine durchschnittliche Bauteildicke von 12-13 cm.
- Innerhalb der Bewertung wurden Trockenbau- bzw. Holzständerbausysteme betrachtet. Die Kosten für diese Systeme waren nicht günstiger als massive Systeme und hatten keine bedeutend kürzeren Herstellzeiten.
- Im Bereich des Schallschutzes mussten keine besonderen Rahmenbedingungen erfüllt werden.
- Im Bereich des Brandschutzes mussten keine besonderen Rahmenbedingungen erfüllt werden.

5 Ergebnisdarstellung und Empfehlung

Das Ziel der vorliegenden Ausarbeitung ist, die Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton-Verbundsystemen als Alternative zu den konventionellen Systemen im Holz- und Stahlbetonbau zu bewerten.

Dazu wurden die Kosten und Herstellzeiten der Systeme auf Bauteilebene unter den bauphysikalischen Rahmenbedingungen Brand-, Schall- und Wärmeschutz sowie Aspekten der Ökologie und Lebenszykluskosten miteinander verglichen. Die Bauteile mussten den Anforderungen der Gebäudeklasse 5 mit weniger als sechs Geschossen (GK ≤ 6 Geschosse) genügen. Dabei waren besonders der Brand- und der Schallschutz dominierenden Faktoren.

Die ökologische Bewertung der Bauteile wurde analog den Anforderungen der Wohnbauförderung auf Außenwände und Trenndecken begrenzt. Für die Bauteile Wohnungstrennwand und Rauntrennwand erfolgt keine Bewertung nach ΔOI_{3BS} Punkten.

Für das Bauteil Außenwand waren ein U-Wert $\approx 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ und ein Feuerwiderstand von R90 in oberirdischen Geschossen die begrenzenden Rahmenbedingungen. Die Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) mussten dem Brandverhalten C-d1 entsprechen, sonstige klassifizierte Fassadensysteme waren aus schwer entflammaren Materialien (Klasse B-d1) oder Holz und Holzwerkstoffe der Klasse D-d0 (normal entflammbar) zulässig.

Alle Aufbauten erfüllten diese limitierenden Kriterien. Die Aufbauten waren aus Gründen der Vergleichbarkeit als Halbfertigprodukte oder Großtafelelemente mit örtlicher Fertigstellung ausgelegt und benötigten zur Umsetzung Baustelleneinrichtungen wie Gerüste und Kräne.

Unter rein wirtschaftlichen Aspekten betrachtet sind die eingesetzten Holzleichtbeton-Wandmodule allen anderen Systemen zu bevorzugen und hatten innerhalb der Vergleichsgruppe die kürzesten Herstellzeiten. Die Holzleichtbeton-Wandmodule konnten ihren Systemvorteil, dass sie die Schalung, Installationsebene, Putzträger und statisch tragender Konstruktion in einem Arbeitsgang ausbilden, klar ausspielen.

In der ökologischen Bewertung der Bauteile erzielte die KLH-Massivholzwand das beste Ergebnis. Alle Aufbauten wurden mit einem WDVS aus EPS gedämmt. Selbst bei einer einheitlichen Dämmstärke mit EPS, hätte die KLH-Massivwand die beste ökologische Bewertung erzielt. Die Holzleichtbeton-Wandsysteme erreichten auf Grund der notwendigen Betonkerne ein schlechteres Ergebnis. Wäre es möglich den

Stahlbeton durch andere Werkstoffe zu ersetzen, erzielten die Holzleichtbeton-Wandmodule aus wirtschaftlicher, bauphysikalischer und ökologischer Sicht das beste Ergebnis für Außenwandsysteme im mehrgeschossigen Wohnbau.

Für das Bauteil Trenndecke waren ein Trittschallschutz von $L'_{nT,w} \leq 48$ dB, eine Spannweite von rund 7 Metern und ein Feuerwiderstand von REI90 in oberirdischen Geschossen die limitierenden Rahmenbedingungen.

Alle Aufbauten erfüllten das Kriterium der Spannweite und des Feuerwiderstandes.

Der geforderte Trittschallschutz konnte bei den ausgewählten Aufbauten maximal mit dokumentierten Referenzaufbauten verglichen werden. Eine exakte Aussage zum bewerteten Standard-Trittschallpegel der Aufbauten war nicht möglich, da die Aufbauten vom Autor oder in externen Quellen definiert wurden. Der bewertete Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ kann grundsätzlich nur durch eine entsprechende Prüfung der Deckenkonstruktion ermittelt werden und lässt sich nicht berechnen.

Unter rein wirtschaftlichen Aspekten ist die Ausführung einer Trenndecke aus Stahlbeton mit Kosten von rund 107 €/m² zu bevorzugen. Die HBV-Decke in Eigenproduktion war mit rund 114 €/m² nicht wesentlich teurer und erzielte bei der ökologischen Bewertung das beste Punkteergebnis.

Der Aufbau des Holz-Holzleichtbetonsystems Hofers entspricht im Grunde dem Aufbau einer konventionellen HBV-Decke. Es wurden Schrauben als Schubverbinder genutzt und zusätzlich Holzleichtbeton aufgebracht. Selbst unter adaptierten Herstellzeiten und Kosten ließ sich das beschriebene System nicht wirtschaftlich umsetzen und erzielte zudem eine schlechte ΔOI_{3BS} Punktwertung.

Im Bereich des Trenndeckenbauteils erzielte die HBV-Decke aus wirtschaftlicher und ökologischer Betrachtung das beste Ergebnis bei der kürzesten Herstelldauer.

Innerhalb der Bauteilgruppe der Wohnungstrennwände waren die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz von $D_{nT,w} \geq 55$ dB und ein Feuerwiderstand von R90 in oberirdischen Geschossen die limitierenden Rahmenbedingungen.

Die Aufbauten wurden der Anforderung des Brand- und Schallschutzes entsprechend aus Bauteilkatalogen oder Bauteildatenbanken gewählt. Alle Systeme und Aufbauten erfüllen die bauphysikalischen Anforderungen.

Unter rein wirtschaftlichen Aspekten betrachtet sind die eingesetzten Holzleichtbeton-Wandmodule allen anderen Systemen zu bevorzugen und hatten innerhalb der Vergleichsgruppe die kürzesten Herstellzeiten. Die Holzleichtbeton-Wandmodule konnten auch hier ihren Systemvorteil (Schalung, Installationsebene, Putzträger und statisch tragender Konstruktion in einem Arbeitsgang) ausnutzen.

Rein konstruktiv ließ sich mit dem skizzierten Aufbau der Stora Enso Wood Products GmbH die dünnste Wohnungstrennwand realisieren.

Aus der Analyse der Wohnungstrennwände ist erkennbar, dass ein Zusammenhang zwischen der Bauteildicke und den Herstellungskosten besteht. Der von der Firma KLH Massivholz GmbH skizzierte Aufbau ist von allen bewerteten Aufbauten der komplexeste und kostenintensivste. Trotz des hohen Aufwands in der Konstruktion, ist der erreichte Schallschutz mit $R_w > 63$ dB fast kongruent mit dem erzielten Schallschutzergebnis des Velox Trennwandaufbaus mit $R_w = 64$ dB. Die Kostendifferenz der Aufbauten zueinander beträgt rund 60 €/m².

Zusammenfassend kann für die Bauteilgruppe der Wohnungstrennwände festgehalten werden, dass die Holzleichtbeton-Wandmodule aus ökonomischer und bauphysikalischer Perspektive das beste Ergebnis innerhalb der Vergleichsgruppe erzielten.

Für die Bauteilgruppe der Rauntrennwände lagen keine limitierenden Faktoren vor. Es bestanden keine normativen Anforderungen an die Luftschalldämmung zu Aufenthaltsräumen innerhalb von Nutzungseinheiten in der betrachteten Klasse C „Standard“. Da die Wände als nicht tragend ausgeführt wurden, bestand ebenfalls keine Anforderung hinsichtlich des Brandschutzes.

Als Vergleichskriterien bleiben die Bauteildicke, die Herstellkosten und –zeit bestehen. Eine Umsetzung des Bauteils „nicht tragende Innenwand“ war mit allen System möglich.

Die Herstellzeiten waren bei den verglichenen Systemen mit Ausnahme des Stahlbeton-Systems ident und betrugen durchschnittlich rund 60 min/m². Für die Herstellung der Betonwand müssen rund 109 min/m² kalkuliert werden.

Die Bauteildicken waren bei den verglichenen Systemen, mit Ausnahme der Holzleichtbeton-Systeme, großteils ident und betrugen durchschnittlich rund 12-13 cm.

Wandsysteme aus Holzleichtbeton, bzw. eine mit Holzleichtbeton beplankte Holzständerwand entsprechend dem DataHolz Aufbau, erreichten Bauteildicken von 18 cm bzw. 28 cm.

Unter rein wirtschaftlichen Aspekten ist die Ausführung einer Innenwand aus einer verputzten Hochlochziegelwand (HLZ) für 75,50 €/m² zu bevorzugen. Das Holzleichtbeton Wandsystem ließe sich für 80,50 €/m² realisieren, alle weiteren System liegen mit durchschnittlich 92 €/m² deutlich darüber.

Innerhalb der Bewertung ließen sich für die Ständerbausysteme keine wirtschaftlichen Vorteile gegenüber den massiven Systemen erkennen.

In der Vergleichsgruppe der Rauntrennwände erzielte die verputzte Hochlochziegelwand innerhalb dieser Studie anhand der gegebenen Daten aus wirtschaftlicher Sicht das beste Ergebnis, da sie ein geringe Bauteildicke, eine kurze Herstellzeit und die geringsten Herstellkosten aufwies.

Bei der Ausarbeitung über den wirtschaftlichen Vergleich der unterschiedlichen Bausysteme traten neue, weiterführende Fragestellungen auf, welche in der zeitlich begrenzten Bearbeitung nicht beantwortet werden konnten. Diese werden im Folgenden kurz skizziert.

Die wirtschaftliche Betrachtung der Systeme erfolgte immer bezogen auf eine Geschoßebene. Die Auswirkungen von Masseneffekten auf die Kosten konnte innerhalb der Ausarbeitung aufgrund fehlender Datensätze nicht bewertet werden.

Aus der Auswertung der Daten des Referenzobjektes ist bekannt, dass die Auswahl der Bausysteme Einfluss auf den Bauablauf und die Kosten hat. Für eine detaillierte Bewertung der Kostenbeeinflussung müsste in einer weiteren Bearbeitung ein Bauablauf durchgeplant werden und die einzelnen Positionen bzw. Elemente mit den vorliegenden Montagezeiten assoziiert werden.

Es lässt sich die Arbeitshypothese aufstellen, dass eine verkürzte Bauzeit, neben geringeren Lohn- und Baustelleneinrichtungskosten, durch eine frühere Fertigstellung eine frühere Refinanzierung ermöglicht und dadurch die Finanzierungskosten senkt.

Entsprechend der Aufgabenstellung zu Beginn, sollten in dieser Ausarbeitung die Lebenszykluskosten der Systeme mit bewertet werden. Während der Bearbeitung stellte sich heraus, dass diese Aufgabe sehr komplex ist und nicht alle notwendigen Daten ermittelt werden konnten. An dieser Stelle wird auf eine Publikation von Bernhard Lipp im IBO-Magazin „33 Jahre IBO-Pfade in die Zukunft“ verwiesen, in welcher der Autor beschreibt, dass eine Bewertung der Lebenszykluskosten eng an ökologisch und ökonomisch sinnvolle Gebäudestandards gekoppelt ist. „[...] Hierbei treten eine Reihe von

sehr schwierig zu beantwortenden Fragen auf, da die richtigen Antworten weit in der Zukunft liegen und richtige Prognosen daher sehr schwer bis unmöglich sind. Die Lage wird durch eine Reihe von nicht prognostizierbaren Parametern wie z.B. Energiepreisentwicklung maßgeblich bestimmt. Daher befindet man sich eher in einer Szenarioanalyse als in einer Kostenrechnungsanalyse. Diese Tatsache ist allerdings wenigen bewusst oder wird bei den Berechnungen und Darstellungen der Ergebnisse ignoriert.“¹⁰³

Die Ausarbeitung von Kostenszenarien über den Lebenszyklus muss in einer gesonderten Ausarbeitung erfolgen.

¹⁰³ S. Lipp, Bernhard (2013): *33 Jahre IBO-Pfade in die Zukunft*, in: 33 Jahre Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie, S.4

Empfehlung

Bei der Ergebnisbetrachtung kann abschließend festgehalten werden, dass die Holzleichtbeton-Systeme im Bereich der Außen- und Wohnungstrennwände aus ökonomischer und bauphysikalischer Sicht eine Alternative zu den konventionellen Systemen Holz- und Stahlbetonbau darstellen und diese aus wirtschaftlicher Sicht zu bevorzugen sind.

Das Deckensystem in Holzleichtbeton wurde anhand des von M. Hofer skizzierten Aufbaus bewertet und erscheint zum Zeitpunkt der Studie als ein nicht marktreifes Produkt. Eine weiterführende Forschung und Entwicklung in diesem Bauteilbereich ist anzuraten, da bessere Konzepte die Wirtschaftlichkeit der Holzleichtbeton-Systeme in der Gesamtbetrachtung weiter verbessert hätten.

Holzleichtbeton-Innenwandsysteme sollte nach Auswertung der vorliegenden Ergebnisse weiterführend erforscht und entwickelt werden. Bei den Herstellkosten und Herstellzeiten erzielten die Holzleichtbeton Wandsysteme sehr gute Ergebnisse, die Bauteildicke wirkt sich im Vergleich zu den anderen Systemen negativ aus. Aus dem Vergleich der Bauwerkskosten des Referenzobjektes resultiert die Erkenntnis, dass sich mit schlanken Wandkonstruktionen bei gleichbleibender Bruttogrundfläche höhere Nettogrundflächen generieren ließen. Der Grund für eine höhere Bauteildicke liegt vermutlich im universellen Einsatzbereich der Wandmodule, da diese gleichzeitig als tragende Innen- und Außenwände genutzt werden können.

Wenn die dargestellten Einschränkungen der Holzleichtbeton-Verbundsysteme beseitigt würden, ist eine vollständige und wirtschaftlich sinnvolle Umsetzung eines mehrgeschossigen Wohnbaus der Gebäudeklasse 5 mit weniger als 6 Geschossen mit Holzleichtbeton und Holzleichtbeton-Verbundsystemen umsetzbar.

6 Literaturnachweis

Arnold, Ulrich (2015). *Anwendungsfälle von Holzwerkstoffe nach EN* [online],
Verfügbar unter: http://www.holzfragen.de/seiten/holzwerkstoffe_en.html [16.04.2015]

Baubook (2015). *Materialwahl - Ökoindex 3, Erläuterungen* [online]
Verfügbar unter: <http://www.bau-book.at/m/PHP/Kat.php?SKK=171.11080.11081.11091&ST=1&rg=K&SW=2&oegpk=0> [17.10.2015]

Baud, Sascha (2013). *Umweltbedingungen, Umweltverhalten 2011 – Ergebnisse des Mikrozensus*. Wien: Bundesanstalt Statistik Österreich.
ISBN 978-3-902791-83-2

Baumassiv, Fachverband der Stein- und keramischen Industrie
Planungstool [online],
Verfügbar unter: <http://www.baumassiv.at/planungstool/index.php> [28.09.2015]

BKI (2015). *Baukosten, Positionen Neubau, Statistische Kostenkennwerte*.
Stuttgart: BKI - Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammer GmbH

Bundesanstalt Statistik Österreich (2010), Pressemitteilung: 9.734-176/10 , *Bevölkerungsprognose*. [online]
Verfügbar unter: http://www.statistik.at/web_de/presse/051896.html [26.10.2015]

DATAHOLZ.com (2012): *Brettsper Holz* [online],
Verfügbar unter: http://www.dataholz.com/Public/Baustoffe/Datenblaetter/bsp_de.pdf
[16.12.2014]

Deutsche Gesellschaft für Holzforschung / Entwicklungsgemeinschaft Holzbau, Arbeitsgemeinschaft Holz, Düsseldorf (2009). Informationsdienst Holz / Entwicklungsgemeinschaft Holzbau (EHG) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung e.V. ; [Arbeitsgemeinschaft Holz e.V. Düsseldorf] – *Holzbau Handbuch Reihe 7*
Düsseldorf: Arbeitsgemeinschaft

Franz Oberndorfer GmbH & Co KG (2015). Internetpräsenz [online],
Verfügbar unter: <http://www.oberndorfer.at/produkte/fertigteil-bau/> [15.03.2015]

Hestermann, Ulf; Rongen, Ludwig (2010). *Frick/Knöll - Baukonstruktionslehre 1*.
35. Auflage, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Hofer, Thomas (2013). *Experimentelle und analytische Untersuchungen des Tragverhaltens von Holz-Holzleichtbeton-Sandwich-Deckenbauweisen*, Diplomarbeit, TU Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung.

InfoHolz.at (2015). *Katalogeintrag zum Thema Trittschallpegel*. [online],
Verfügbar unter: <http://www.infoholz.at/katalog/eintrag/unterschied-zwischen-norm-trittschall-pegel-und-standard-trittschallpegel.htm>. [26.10.2015]

Kist, Michael (2013). *Sicherheitskonzept für mehrgeschossige Gebäude aus Holz am Beispiel von Wien- für Wohn und Büronutzung*, Dissertation, TU Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung.

KLH Massivholz GmbH (2015): *Bauteilkatalog Wohnbau* [online], Verfügbar unter:
http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Nachhaltigkeit/PEFC_Zertifizierung/EN/Wohnbau_dt.pdf
[18.09.2015]

Krippner, Roland (2004).
Untersuchungen zu Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton im Bereich von Gebäudefassaden. Dissertation, Technische Universität München, Fakultät für Architektur
Institut für Entwerfen und Bautechnik, Lehrstuhl für Gebäudetechnologie

Lipp, Bernahrd (2013). *33 Jahre IBO-Pfade in die Zukunft*, in: 33 Jahre Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie, Publikation, Wien, Österreichische Institut für Baubiologie und –ökologie

LIPP, Bernahrd (2006): *Der OI3-Index*, in: IBO-Magazin 03/2006. Publikation, Wien, Österreichische Institut für Baubiologie und –ökologie

Musso, Florian (Hg); Krippner, Roland; Niebler, Dagmar; Issig, Holger (2009).
Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 17. Holzleichtbeton im Hochbau.
Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag. ISBN 978-3-8167-7876-9

Nerdinger, Winfried (Hsg.); Barthel, Rainer; Grdanjski, Mirjana (2010). *Wendepunkt/e im Bauen – Von der seriellen zur digitalen Architektur*. München: Edition Detail. ISBN 978-3-920034-40-9

Peter, Mandy; Rabold, Frank; Baar, Martin; Offele, Andreas;
Baun, Christian; Luik, Bettina; von Klaeden, Joachim; Waelisch, Daniel; Scheffler, Jürgen; Wiedemayr, Bernd (2013): *Ergebnisbericht der Arbeitsgruppe Züblin Holzbausysteme*, Stuttgart: Ed Züblin AG, Mai 2013

PRO:HOLZ Steiermark (2014). *Holzbausysteme* [online],
Verfügbar unter: http://proholz-stmk.at/index.php?option=com_content&view=article&id=76:holzbausysteme-&catid=8:holzfachberatung-publikationen&Itemid=47 [16.11.2014]

Schickhofer, Gerhard (2014): *Die Holzmassivbauweise am Beispiel von Brettspertholz*, Publikation, Wien: proHolz Austria
Verfügbar unter: <http://www.proholz.at/forschung-technik/werkstoffportraits/die-holzmassivbauweise-am-beispiel-von-brettspertholz/> [16.12.2014]

Siniat GmbH (2015). Pressemitteilung vom 19.01.2015: *Universell und sicher. Holzzementplatte Duripanel neu im Siniat Produktprogramm* [online],
Verfügbar unter: http://www.siniat.de/~media/Files/Siniat/General/DE/Aktuelles/BAU%202015/Pressemeldung_Siniat%20GmbH_Duripanel.pdf / [18.07.2015]

Teibinger, Martin (2015). Zuschnitt Attachment: *Brandschutzvorschriften in Österreich - Anforderungen nach OIB-Richtlinie 2*, Publikation, Wien: proHolz Austria, 3. Auflage, Juni 2015. ISBN 978-3-902320-59-9

Teibinger, Martin; Busch, Thomas (2007). *Machbarkeitsstudie eines Holzbaus in der Gebäudeklasse 5*, Endbericht. Wien: Holzforschung Austria.

Tichelman, Karsten; Merl, Adolf; Pfau, Jochen; Pfeiffer-Rudy, Margit; Winter, Wolfgang (2007). *Leichtbau und Wirtschaftlichkeit, Studie Teil 3: Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus*, Wissenschaftliche Studie, Wien: Hsg. BAU.GENIAL
Verfügbar unter: http://baugenial.at/itrfile/_1_/ca56d3a19e45e4652982c9b99ef6acc7/BAU.GENIAL_Schwerpunkt%20Wirtschaftlichkeit.pdf. [27.10.2014]

Dipl.-Ing. Arch. Dederich, Ludger, Holzabsatzfonds (2009) *Holzbauhandbuch, Reihe1*.
Bonn: Holzabsatzfonds - Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft.
ISSN-Nr. 04 6 6 -2114

Winter, Stefan; Kreuzinger, Heinrich; Mestek, Peter (2009).
*Holzbau der Zukunft – Teilprojekt 15. . Flächen aus Brettstapeln, Brettsper Holz und Verbund-
konstruktionen*. Stuttgart: Frauenhofer IRB Verlag. ISBN 978-3-8167-7875-2

Wikipedia (2015): *Ökologisches Bauen* [online]
Verfügbar unter: https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96kologisches_Bauen [27.10.2015]

7 Normenverzeichnis

ÖNORM EN 13501-1: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten; Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten.

Wien: Austrian Standards Institute, Ausgabe: 2009-12-01

ÖNORM B 1801-1: Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 1: Objekterrichtung

Wien: Austrian Standards Institute, Ausgabe 2009-06-01

ÖNORM B 1801-2: Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 2: Objekt-Folgekosten

Wien: Austrian Standards Institute, Ausgabe 2009-06-01

ÖNORM B 8115 – 1. Schallschutz und Raumakustik im Hochbau; Teil 1: Begriffe und Einheiten. Wien: Austrian Standards Institute, Ausgabe: 2011-06-01

ÖNORM B 8115 – 2. Schallschutz und Raumakustik im Hochbau; Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz. Wien: Austrian Standards Institute, Ausgabe: 2006-12-01

ÖNORM B 8115 – 5. Schallschutz und Raumakustik im Hochbau; Teil 5: Klassifizierung. Wien: Austrian Standards Institute, Ausgabe: 2012-04-01

OIB Richtlinie 2: Erläuterungen, Erläuternde Bemerkungen zu OIB-RL 2 „Brandschutz“, OIB-330.2-015/15, Wien: Österreichisches Institut für Bautechnik, Ausgabe Oktober 2011

OIB-Richtlinie 2: Brandschutz, OIB-330.2-011/15

Wien: Österreichisches Institut für Bautechnik, Entwurf vom März 2015

OIB-Richtlinie 5: Schallschutz, OIB-330.5-002/15

Wien: Österreichisches Institut für Bautechnik, Ausgabe 03-2015

8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Ol3Kon-Werte von einigen Passivhaus Außenwand Konstruktionen	10
Abb. 2:	Brandschutzanforderungen Gebäudeklasse 5 ≤ 6 Geschosse..... © M.Teibinger	15
Abb. 3:	Lärmstörung am Tag und/oder in der Nacht nach Art der Wohnumgebung. © Mikrozensus 3. Quartal 2011	18
Abb. 4:	Nicht-verkehrsbedingte Lärmquellen nach Anzahl der Wohnungen im Gebäude. © Mikrozensus 3. Quartal 2011	19
Abb. 5:	Übertragungswege des Luftschalls zwischen zwei Räumen © Frick/Knöll, Baukonstruktionslehre 1.....	20
Abb. 6:	Übertragungswege des Trittschalls © Baunetzwissen.de	22
Abb. 7:	Blockhausbau, Kraftschlüssiger Verbund durch Verkämmung	31
Abb. 8:	Brettsperrholz © Mayr-Melnhof Holz GmbH	32
Abb. 9:	Brettstapelholzdecke, Schnitt Brettstapelholzdecke, Unteransicht	33
Abb. 10:	Ständerbau vs. Rähmbau © Wikipedia	34
Abb. 11:	Einbringen des Betons mittels Betonfüllkübel. © Boels.....	40
Abb. 12:	WOLF Schalungssystem für Ortbeton	41
Abb. 13:	Hohlwand © Fa. Franz Oberndorfer GmbH & Co KG	44
Abb. 14:	Verbundsystem nach Reichspatent Nr. 673556.....	45
Abb. 15:	Schema einer HBV Plattendecke, © Fa. TiComTec GmbH	47
Abb. 16:	WSB 100 von AME. © Fa. AME GmbH	51
Abb. 17:	Fixierung im Eckbereich oder bei Wandanschlüssen. Fa. Velox Werk GmbH	52
Abb. 18:	Baustellenbild vom Bau mit Holzleichtbetonsteinen. © Isospan Baustoffwerk GmbH.....	53
Abb. 19:	Hohlwandmodul, aus Einzelsteinen vorgefertigt © Durisol-Leier GesmbH.....	55
Abb. 20:	Innenwandstein Fa. Thermo-Span. Trennwandstein TW 30/20 für Wohnungstrennwände und Stiegenhäuser mit erhöhtem Wärme- und Schallschutz © Thermo- Span.....	56
Abb. 21:	Außenwandstein Thermo S-super 32/11. Zweiwandiger Energie-Sparstein für Außenmauerwerk mit erhöhtem Wärmeschutz © Thermo-Span.....	57

Abb. 22:	Außenwandstein SILVER 30/9. Darstellung von Riegel und Endsteine für tragende Außenwand mit 9 cm SILVER-Zusatzdämmung© Isospan 58
Abb. 23:	Herstellungsprozesses von Holzleichtbetonplatten am..... Beispiel der Firma Velox © Velox..... 59
Abb. 24:	Platten-Bügel-Bauweise. Kraftschlüssige Wandeinbindung. © Fa. VELOX Werk GesmbH..... 61
Abb. 25:	Montage einer Holzleichtbetonplatte im Fassadenbereich. © Siniat GmbH..... 61
Abb. 26:	Duripanel B1, ungeschliffen; Duripanel A2, ungeschliffen und geschliffen. © Siniat GmbH..... 63
Abb. 27:	Cetris Profil Finish. Oberflächen in Holz- oder Schieferstruktur © Division CETRIS..... 65
Abb. 28:	Cetris PDB. Geschliffene Trockenestrichplatte. © Division CETRIS 65
Abb. 29:	AMROC B1. Basis der AMROC -Holzleichtbetonplatten. © AMROC Baustoffe GmbH 67
Abb. 30:	AMROC-Rustikal. Geschliffene und durchgefärbte Holzleichtbetonplatten. © AMROC Baustoffe GmbH 67
Abb. 31:	Montage Velox Wandmodule © Fa. VELOX Werk GesmbH..... 68
Abb. 32:	Verkleidung bei Holzriegel-Konstruktion © Fa. VELOX Werk GesmbH 69
Abb. 33:	BETONYP Bauplatte. Ungeschliffene Holzleichtbetonplatten..... © Kronospan Worldwide 70
Abb. 34:	Referenzgebäude „Think K“, Mittelhaus © Ed Züblin AG (05/2013)..... 73
Abb. 35:	Stephan Flexplan Element, Produktbeschreibung Stephan FLEXplan © Paul Stephan GmbH + Co. KG..... 74
Abb. 36:	Stephan FlexCross Element, Produktbeschreibung..... Stephan FLEXcrossplan © Paul Stephan GmbH + Co. KG 75
Abb. 37:	3-D Modell Anschluss Innenwand an Decke..... © Arbeitsgruppe Züblin Holzbausysteme..... 76
Abb. 38:	Referenzgebäude „Think K“, Planauszug 1.OG © Ed Züblin AG (2013)..... 78
Abb. 39:	Wandaufbau und U-Wert der Holzmassivwand. Erstellt mit U-Wert.net..... 80

Abb. 40:	Wandaufbau und U-Wert der Stahlbetonwand.	
	Erstellt mit U-Wert.net.....	82
Abb. 41:	Wandaufbau und U-Wert der Velox-Systemwand.	
	Erstellt mit U-Wert.net.....	85
Abb. 42:	Deckenaufbau KLH-Decke WTD 01. Erstellt mit U-Wert.net	89
Abb. 43:	Deckenaufbau HBV-Decke. Erstellt mit U-Wert.net	92
Abb. 44:	Stahlbetondecke. Erstellt mit U-Wert.net	95
Abb. 45:	Deckenaufbau Holzleichtbeton. Erstellt mit U-Wert.net	97
Abb. 46:	Deckenaufbau © Thomas Hofer	97
Abb. 47:	Aufbau KLH Wohnungstrennwand. Erstellt mit U-Wert.net.....	101
Abb. 48:	Aufbau MM - Wohnungstrennwand. Erstellt mit U-Wert.net.....	103
Abb. 49:	Aufbau Stora-Enso Wohnungstrennwand. Erstellt mit U-Wert.net.....	105
Abb. 50:	Aufbau Stahlbeton-Wohnungstrennwand. Erstellt mit U-Wert.net.....	107
Abb. 51:	Aufbau Velox-Wohnungstrennwand GT30. Erstellt mit U-Wert.net.....	109
Abb. 52:	Aufbau KLH Innenwand, tragend. Erstellt mit U-Wert.net.....	113
Abb. 53:	Modifizierter Aufbau Mayr Melnhof Innenwand IW 02.	
	Erstellt mit U-Wert.net.....	115
Abb. 54:	Aufbau Stora Enso CLT-Wand. Erstellt mit U-Wert.net.....	117
Abb. 55:	Aufbau Holzständerwand. Erstellt mit U-Wert.net.....	119
Abb. 56:	Aufbau Stahlbetonwand. Erstellt mit U-Wert.net.....	121
Abb. 57:	Aufbau Ziegelwand, nicht tragend. Erstellt mit U-Wert.net.....	123

9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Inkrafttreten der OIB-Richtlinien 2015 in den Bundesländern	
	– Stand 08.10.2015	7
Tab. 2:	Legende zu Abb. 2	15
Tab. 3:	Klassifizierung des Luftschallschutzes im Gebäudeinneren.	
	© ÖNORM B8115-5.....	21
Tab. 4:	Klassifizierung des Trittschallschutzes nach ÖNORM B8115-5.	
	© ÖNORM	23
Tab. 5:	Subjektive Empfindung des Trittschallschutzes zwischen Räumen	
	nach ÖNORM B8115-5. © ÖNORM	23
Tab. 6:	U-Werte auf Bauteilebene © OIB RL 6	27
Tab. 7:	Anhang zu Tabelle 6 © OIB RL 6	28
Tab. 8:	Betonsorten mit garantierten Eigenschaften nach	
	ÖN B 4710-1 © Wopfinger.....	39
Tab. 9:	ΔOI_{3BS} : KLH Außenwand	80
Tab. 10:	Herstellkosten Holzmassivwand	81
Tab. 11:	Herstellzeiten Holzmassivwand	81
Tab. 12:	ΔOI_{3BS} : Stahlbetonaußenwand.....	82
Tab. 13:	Herstellkosten Stahlbetonwand.....	83
Tab. 14:	Herstellzeiten Stahlbetonwand.....	83
Tab. 15:	ΔOI_{3BS} : Velox Außenwand	85
Tab. 16:	Herstellkosten Holzleichtbetonaußenwand	86
Tab. 17:	Herstellzeiten Holzleichtbetonaußenwand	86
Tab. 18:	ΔOI_{3BS} : KLH-Decke	90
Tab. 19:	Herstellkosten KLH-Decke	90
Tab. 20:	Herstellzeiten KLH-Decke	90
Tab. 21:	ΔOI_{3BS} : HBV-Decke in Eigenproduktion	92
Tab. 22:	Herstellkosten HBV-Decke in Eigenproduktion	93
Tab. 23:	Herstellzeiten HBV-Decke in Eigenproduktion	93
Tab. 24:	Kosten HBV-Plattendecke, TiCom Tec	94
Tab. 25:	ΔOI_{3BS} : Stahlbetondecke	95
Tab. 26:	Herstellkosten Stahlbetondecke.....	96
Tab. 27:	Herstellzeit Stahlbetondecke	96
Tab. 28:	ΔOI_{3BS} : Holz-Holzleichtbeton-Decke nach Hofer	98

Tab. 29:	Herstellkosten Holz-Holzleichtbetondecke nach Hofer	98
Tab. 30:	Herstellzeit Holz-Holzleichtbetondecke nach Hofer	98
Tab. 31:	Herstellkosten Wohnungstrennwand, Massivholz, KLH.....	102
Tab. 32:	Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Massivholz, KLH.....	102
Tab. 33:	Herstellkosten Wohnungstrennwand, Massivholz, Mayr-Melnhof.....	104
Tab. 34:	Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Massivholz, Mayr-Melnhof.....	104
Tab. 35:	Herstellkosten Wohnungstrennwand, Massivholz, Stora Enso	106
Tab. 36:	Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Massivholz, Stora Enso	106
Tab. 37:	Herstellkosten Wohnungstrennwand, Stahlbeton	108
Tab. 38:	Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Stahlbeton	108
Tab. 39:	Herstellkosten Wohnungstrennwand, Holzleichtbeton	110
Tab. 40:	Herstellzeiten Wohnungstrennwand, Holzleichtbeton	110
Tab. 41:	Herstellkosten Innenwand, Massivholz, KLH	114
Tab. 42:	Herstellzeiten Innenwand, Massivholz, KLH	114
Tab. 43:	Herstellkosten Innenwand, Massivholz, Mayr Melnhof	116
Tab. 44:	Herstellzeiten Innenwand, Massivholz, Mayr Melnhof	116
Tab. 45:	Herstellkosten Innenwand, Massivholz, Stora Enso	118
Tab. 46:	Herstellzeiten Innenwand, Massivholz, Stora Enso	118
Tab. 47:	Herstellkosten Innenwand, Holzständer.....	120
Tab. 48:	Herstellkosten Innenwand, Holzständer.....	120
Tab. 49:	Herstellkosten Innenwand, Stahlbeton.....	122
Tab. 50:	Herstellkosten Innenwand, Stahlbeton.....	122
Tab. 51:	Herstellkosten Innenwand, Ziegel	123
Tab. 52:	Herstellzeiten Innenwand, Ziegel	124
Tab. 53:	Herstellkosten Innenwand, Holzleichtbeton TT18.....	126
Tab. 54:	Herstellzeiten Innenwand, Holzleichtbeton TT18.....	126
Tab. 55:	Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten..... – OIB RL2 März 2015, Seite14	146
Tab. 56:	Erläuterungen zu Tabelle 56.....	147
Tab. 57:	Tabelle 1b: Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand	
	GK5 ≤ 6 oberirdische Geschosse – OIB RL2 Ausgabe März 2015....	148
Tab. 58:	Zusammenfassung der Kostengruppierungen und Kosten	
	nach ÖNORM B 1801	149

10 Anhang

10.1 Tabellenwerke zu Brandverhalten und Feuerwiderstand

Tab. 55: Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten – OIB RL2 März 2015, Seite 14

Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten bei Gebäudeklasse GK5 ≤ 6 oberirdische Geschosse nach OIB RL2 März 2015		
1.	Fassaden	
1.1.	Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme	C-d1
1.2.	Fassadensysteme, vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete ⁽¹²⁾	
1.2.1.	Gesamtsystem, oder	B-d1 ⁽¹⁾
1.2.2.	Einzelkomponenten - Außenschicht - Unterkonstruktion stabförmig / punktförmig - Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	A2-d1 ⁽²⁾ D/A2 B ⁽²⁾
1.3.	Sonstige Außenwandbekleidungen oder –beläge ⁽¹²⁾	B-d1 ⁽⁴⁾
1.4.	Gebäudetrennfugenmaterial	A2
1.5.	Geländerfüllungen bei Balkonen, Loggien u. dgl.	B ⁽⁴⁾
2.	Gänge und Treppen jeweils außerhalb von Wohnungen: Bekleidungen und Beläge sowie abgehängte Decken	
2.1.	Wandbekleidungen ⁽⁵⁾	
2.1.1.	Gesamtsystem, oder	B
2.1.2.	Einzelkomponenten - Außenschicht - Unterkonstruktion - Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	B A2 ⁽⁴⁾ A2
2.2.	abgehängte Decken	B-s1, d0
2.3.	Wand- und Deckenbeläge	B-s1, d1
2.4.	Bodenbeläge	Cfl-s1
3.	Treppenhäuser: Bekleidungen und Beläge sowie abgehängte Decken	
3.1.	Wandbekleidungen ⁽⁵⁾	
3.1.1.	Gesamtsystem, oder	A2
3.1.2.	Einzelkomponenten - Außenschicht - Unterkonstruktion - Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	A2 A2 ⁽⁴⁾ A2
3.2.	abgehängte Decken	A2-s1, d0
3.3.	Wand- und Deckenbeläge	A2-s1, d1
3.4.	Bodenbeläge	
3.4.1.	in Treppenhäusern im Verlauf des einzigen Fluchtweges	A2fl-s1
3.4.2.	in Treppenhäusern im Verlauf von mehreren Fluchtwegen	Bfl-s1
4.	Dächer mit einer Neigung ≤ 60°	
4.1.	Bedachung (Gesamtsystem) ⁽⁷⁾	BROOF ⁽¹¹⁾ (8)
4.2.	Dämmschicht bzw. Wärmedämmung in der Dachkonstruktion	B ⁽¹⁰⁾
5.	nicht ausgebaute Dachräume	
5.1.	Bekleidungen (Fußbodenkonstruktionen)	
5.1.1.	Gesamtsystem, oder	B
5.1.2.	Klassifizierte Einzelkomponenten - Außenschicht - Dämmschicht bzw. Wärmedämmung	B B ⁽¹⁰⁾
5.2.	Bodenbeläge	Bfl-s1 ⁽¹¹⁾

Erläuterungen zu Tabelle 56

Tab. 56: Erläuterungen zu Tabelle 56

1) Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig, wenn das klassifizierte Gesamtsystem die Klasse D-d0 erfüllt;
(2) Bei einer Dämmschicht/Wärmedämmung in A2 ist eine Außenschicht in B-d1 oder aus Holz und Holzwerkstoffen in D zulässig;
(3) Bei einer Dämmschicht/Wärmedämmung in A2 ist eine Außenschicht in B-d1 zulässig;
(4) Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig;
(5) Fehlen in Gängen und Treppenhäusern Wand- bzw. Deckenbeläge, gelten für die Bekleidung (als Gesamtsystem) bzw. die Außenschicht der Bekleidung die Anforderungen für Wand- bzw. Deckenbeläge gemäß Zeile 2.3 bzw. 3.3;
(6) Laubhölzer (z.B. Eiche, Rotbuche, Esche) mit einer Mindestdicke von 15 mm sind zulässig;
(7) Sofern bei Dächern mit einer Neigung $< 20^\circ$ eine oberste Schicht mit 5 cm Kies oder Gleichwertigem vorhanden ist, ist Eindeckung in E ausreichend;
(8) Bei Dächern mit einer Neigung $\geq 20^\circ$ müssen Eindeckung, Lattung, Konterlattung und Schalung der Klasse A2 entsprechen; abweichend davon sind für Lattung, Konterlattung und Schalung auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig;
(9) In folgenden Fällen sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E zulässig:
- auf Dächern mit einer Neigung $< 20^\circ$ bzw. auf der obersten Geschossdecke oder
- auf Dächern mit einer Neigung $\geq 20^\circ$, die in A2 hergestellt sind und die gemäß Tabelle 3 erforderliche Feuerwiderstandsdauer auch hinsichtlich der Leistungseigenschaften E und I erfüllen;
(10) Es sind auch EPS, XPS und PUR der Klasse E bei Dächern mit einer Neigung $< 20^\circ$ bzw. auf der obersten Geschossdecke zulässig, sofern diese in A2 hergestellt sind und die gemäß Tabelle 3 erforderliche Feuerwiderstandsdauer auch hinsichtlich der Leistungseigenschaften E und I erfüllt wird.
(11) Es sind auch Bodenbeläge in Dfl zulässig, sofern die Wärmedämmung bzw. Dämmschicht in B ausgeführt wird.

Ist der geforderte Feuerwiderstand bereits durch eine „rohe“ Wand bzw. Decke allein erbracht wird, müssen zusätzlich angebrachten Bekleidungen bezüglich der Feuerwiderstandsklasse keine Anforderungen erfüllen.¹⁰⁴

Die Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen werden nach den europäischen REI-Klassen in der ÖNORM EN13501-5 definiert und in der nachfolgenden Tabelle 1b für die Gebäudeklasse 5 (GK5) mit weniger als 6 oberirdischen Geschossen beschrieben.

¹⁰⁴ OIB Richtlinie 2 (2015): *Erläuterungen, Erläuternde Bemerkungen zu OIB-RL 2 „Brandschutz“*, S.5

Tab. 57: Tabelle 1b: Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand GK5 ≤ 6 oberirdische Geschosse – OIB RL2 Ausgabe März 2015

Tabelle 1b: Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen bei Gebäudeklasse GK5 ≤ 6 oberirdische Geschosse nach OIB RL2 Oktober 2011 – Rev. 12 / 2011		
1.	1 tragende Bauteile (ausgenommen Decken und brandabschnittsbildende Wände)	
1.1.	im obersten Geschoss	R60
1.2.	in sonstigen oberirdischen Geschossen	R90
1.3.	in unterirdischen Geschossen	R90 und A2
2.	Trennwände (ausgenommen Wände von Treppenhäusern)	
2.1.	im obersten Geschoss	REI 60 EI 60
2.2.	in oberirdischen Geschossen	REI 90 EI 90
2.3.	in unterirdischen Geschossen	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.4.	zwischen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in Reihenhäusern	nicht zutreffend
3.	brandabschnittsbildende Wände und Decken	
3.1.	brandabschnittsbildende Wände an der Grundstücks- bzw. Bauplatzgrenze	REI 90 und A2 EI 90 und A2
3.2.	sonstige brandabschnittsbildende Wände oder Decken	REI 90 und A2 EI 90 und A2
4.	Decken und Dachschrägen mit einer Neigung ≤ 60°	
4.1.	Decken über dem obersten Geschoss	R 60
4.2.	Trenndecken über dem obersten Geschoss	REI 60
4.3.	Trenndecken über sonstigen oberirdischen Geschossen	REI 90
4.4.	Decken innerhalb von Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in oberirdischen Geschossen	R 60
4.5.	Decken über unterirdischen Geschossen	REI 90 und A2
5.	Balkonplatten	R30 oder A2

Legende:

R: Tragfähigkeit (Résistance)

E: Raumabschluss (Étanchéité)

I: Wärmedämmung (Isolation)

I₂ Wärmedämmung (keine Temperaturmessung innerhalb eines 100 mm breiten Randbereiches des Türblattes)

30, 60, 90: Feuerwiderstandsdauer [min]

S_a, S_m: Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit, Leckrate)

10.2 Kostengruppen nach ÖNORM B 1801

Herstellkosten im Vergleich

In der ÖNORM B 1801 - Bauprojekt- und Objektmanagement, werden Kosten bzw. Kostengruppen erfasst und beschrieben. Die ÖNORM B 1801-1 bildet die Objekterichtungskosten ab.

Tab. 58: Zusammenfassung der Kostengruppierungen und Kosten nach ÖNORM B 1801

0 - 9: Kostengruppen gem. ÖNORM B 1801-1

Baugliederung									
0 Grund GRD									
1 Aufschließung AUF									
2 Bauwerk-Rohbau BWR	Bauwerks-	Baukosten	Errichtungs-	Gesamt-					
3 Bauwerk-Technik BWT	kosten		kosten	kosten					
4 Bauwerk-Ausbau BWA	BWK	BAK	ERK	GEK					
5 Einrichtung EIR									
6 Außenanlagen AAN									
7 Planungsleistungen PLL									
8 Nebenleistungen NBL									Lebens-
9 Reserven RES									zyklus-
1 Verwaltung					Kosten	Gebäude-	Nutzungs-	Folge-	
2 Technischer Gebäudebetrieb					Gebäude-	basiskosten	kosten	kosten	kosten
3 Ver- und Entsorgung					betrieb				
4 Reinigung und Pflege									
5 Sicherheit					KGB	GBK	ONK	OFK	LZK
6 Gebäudedienste									
7 Instandsetzung, Umbau									
8 Sonstiges									
9 Objektbeseitigung, Abbruch									

1 - 9: Kostengruppen gem. ÖNORM B 1801-2

10.3 Kostennachweise

Um die unterschiedlichen Bauweisen miteinander vergleichen zu können, wurden durch Interviews, Marktrecherche und statistische Kostenkennwerte die Preise für einzelne Baustoffe angefragt und gegebenenfalls ein Durchschnittspreis ermittelt.

Die Art der Preisfindung ist bei der Darstellung der Materialpreise hinterlegt.

Alle Preise sind Nettopreise

10.3.1 Holzaußenwand

WDVS, Wärmedämmung, EPS 035, 140mm

Wärmedämmung aus Polystyrol-Hartschaumplatten, für Wärmedämm-Verbundsystem, auf tragfähigem Untergrund der Außenwand kleben, Platten im Verband, pressgestoßen verlegen und offene Fugen aufschäumen, Unebenheiten schleifen.

Dämmstoff: EPS

Brandverhalten: Klasse E

Wärmeleitfähigkeit: 0,035 W/(mK)

Durchschnittspreis: 34 €/m²

Ausführungsdauer: 0,32 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen. S. 341

Dampfsperre, feuchteadaptiv, sd-variabel

Dampfbremsebahn, feuchteadaptiv, mit variablem sd-Wert; Seitenüberdeckung und Überlappungen nach Herstellervorgaben. Herstellen der wind- und luftdichten Anschlüsse [...] in gesonderter Position.

Sd-Wert: variabel

Brandverhalten: Klasse E

Durchschnittspreis: 7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,08 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen. S. 226

BSP-Platte, 160 mm

KLH 158 mm, 5s, DQ, Nichtsichtqualität : 78,50 €/m² (Preisliste KLH 2015)

Aufpreis Wohnsicht (WSI) einseitig: 16 €/m² (Preisliste KLH 2015)

CLT 160mm, C5s, Nichtsichtqualität : 83,50 €/m² (Preisliste Stora Enso 2014)

Aufpreis Sicht (Sicht + Nichtsicht) einseitig: 15 €/m² (Preisliste Stora Enso 2014)

Aufpreis Sicht (Sicht + Sicht) beidseitig: 30 €/m² (Preisliste Stora Enso 2014)

GK-/GF-Bekleidung, doppelt, auf Unterkonstruktion

Zweilagige Bekleidung von Wand oder Decke mit Gipsplatten, auf vorhandene Unterkonstruktion, einschließlich Verspachtelung.

Plattendicke: 2x12,5mm

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Durchschnittspreis: 35 €/m²

Ausführungsdauer: 0,44 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.609

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.2 Stahlbetonaußenwand

Mineralischer Oberputz, WDVS

Oberputz, mineralisch, für Wärmedämmverbundsystem, auf Armierungsputz

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.344

WDVS - Wärmedämmung, EPS 035, 180mm

Wärmedämmung aus Polystyrol-Hartschaumplatten, für Wärmedämm-Verbundsystem, auf tragfähigem Untergrund der Außenwand kleben, Platten im Verband, pressgestoßen verlegen und offene Fugen aufschäumen, Unebenheiten schleifen.

Dämmstoff: EPS

Brandverhalten: Klasse E

Wärmeleitfähigkeit: 0,035 W/(mK)

Durchschnittspreis: 45€/m²

Ausführungsdauer: 0,32 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.341

Wand, Sichtbeton C25/30, bis 25cm

Wände aus Stahlsichtbeton, mit Ortbeton; Schalung und Bewehrung in gesonderten Positionen.

Festigkeitsklasse: C25/30

Wanddicke: 20-25 cm

Wandhöhe: bis 3,00 m

Durchschnittspreis: 122 €/m²

Ausführungsdauer: 0,80 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.341

Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B

Bewehrung aus Betonstahlmatten, unterschiedliche Mattenabmessungen, einschließlich Zwischenlagerung auf der Baustelle, Zuschnitt nach Schneideskizzen und Schneiden von Aussparungen und dgl.

Durchschnittspreis: 1,20 €/kg

Ausführungsdauer: 0,02 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Betonstabstahl, Bst 500

Bewehrung aus Betonstabstahl, in unterschiedlichen Durchmessern, einschließlich aller Anpassungsarbeiten

Durchschnittspreis: 1,30 €/kg

Ausführungsdauer: 0,03 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Bewehrungszubehör Stahl, Abstandshalter, Kunststoff

Bewehrungszubehör aus Stahl und Abstandshalter, Kunststoff

Durchschnittspreis: 3,00 €/kg

Ausführungsdauer: 0,05 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Schalung, Wand rau

Schalung der Wand, rau, Betonflächen nicht sichtbar bleibend.

Höhe: bis 3,00 m

Durchschnittspreis: 31,00 €/m²

Ausführungsdauer: 0,70 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.174

Kalk-Gipsputz, Innenwand, einlagig, Q3-geglättet

Einlagiger Kalk-Gipsputz, innen, für feinstrukturierte Wandbeläge und matte, fein strukturierte Beschichtungen.

Putzdicke: 15mm

Oberflächenqualität: Q3 – geglättet

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,22 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.336

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.3 Holzleichtbetonaußenwand

Mineralischer Oberputz, WDVS

Oberputz, mineralisch, für Wärmedämmverbundsystem, auf Armierungsputz

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.344

WDVS - Wärmedämmung, EPS 035, 160mm

Wärmedämmung aus Polystyrol-Hartschaumplatten, für Wärmedämm-Verbundsystem, auf tragfähigem Untergrund der Außenwand kleben, Platten im Verband, pressgestoßen verlegen und offene Fugen aufschäumen, Unebenheiten schleifen.

Dämmstoff: EPS

Brandverhalten: Klasse E

Wärmeleitfähigkeit: 0,035 W/(mK)

Durchschnittspreis: 45€/m²

Ausführungsdauer: 0,32 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.341

Der Einheitspreis wird gehalten, da die Abweichung von der Dämmstärke mit dem höherwertigen EPS argumentiert wird.

Lieferbeton, C25/30

Lieferbeton C25/30, Klasse BSBQ1

Einheitspreis: 90€/m³

Ausführungsdauer: 0,8 h/m²

Quelle: Marktanalyse, Stand 08/2015

Velox Außenwandsystem TT25.

Tragende, 25cm dicke Mantelbetonwand aus zementgebundenen Holspan-Dämmplatten gemäß ÖNROM B6022.

Der Wandaufbau besteht aus einer 16,5 cm dicken Betonkern, welcher nach Innen durch 3,5 cm dicke und nach Außen durch 5 cm dicke Holzleichtbeton-Platten in Form einer verlorenen Schalung eingefasst wird.

Die Innenwand wird mit 1,5 cm Kalk-Gipsputz verputzt, im Außenbereich ist ein 20 cm dickes WDVS aus EPS mit einer Putzschicht aufgebracht.

Bauteildicke: 43 cm

Einheitspreis: 45,44€/m² Listenpreis. 10% Nachlass berücksichtigt.

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: Interview Fa. Velox, Stand 08/2015

Kalk-Gipsputz, Innenwand, einlagig, Q3-geglättet

Einlagiger Kalk-Gipsputz, innen, für feinstrukturierte Wandbeläge und matte, fein strukturierte Beschichtungen.

Putzdicke: 15mm

Oberflächenqualität: Q3 – geglättet

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,22 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.336

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.4 Holzdecke KLH

Estrich, schwimmend, CT C25 F4 S75

Zementestrich als schwimmender Estrich für Bodenbelag auf Dämmschicht.

Estrichart: CT

Estrichdicke: 45 mm

Durchschnittspreis: 21 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.373

Randdämmstreifen, PE-Schaum

Randdämmstreifen für schwimmenden Estrich an Wänden und aufgehenden Bauteilen Ausführung mit Überstand über Estrich und die Lage der Trittschalldämmung einbeziehend.

Durchschnittspreis: 0,7 €/m; $0,7 \text{ €} \times 333 \text{ m} \div 326,5 \text{ m}^2 = 7,14 \text{ €/m}^2$

Ausführungsdauer: 0,02 h/m; $0,02 \text{ €} \times 333 \text{ m} \div 326,5 \text{ m}^2 = 0,02 \text{ h/m}^2$

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.372

Trittschalldämmung EPS 30-3mm 045 DES sm

Trittschalldämmschicht aus Polystyrol-Dämmplatten unter schwimmenden Estrich.

Brandverhalte: A1

Durchschnittspreis: 3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,04 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.369

Trockenschüttung, bis 30mm

Ausgleichsschüttung auf Rohdecke, gebundene Form

Durchschnittspreis: 9 €/m²

Ausführungsdauer: 0,06 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.369

BSP-Platte, 162 mm

KLH 162mm 5sDL: 78 €/m²

CLT 160 L5s-2: 83,50 €/m²

Durchschnittspreis: 80,75 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Decke, abgehängt, GK/GF, doppellagig, F90-a/EI-90

Unterdecke aus Gipsplatten, als abgehängte Decke an Holzbalken, inkl. Unterkonstruktion, abgehängt mit Schnellabhängern. Wandanschlusssausbildung nach gesonderten Positionen.

Unterkonstruktion: Metallprofile

Bekleidung: Gipsplatte Typ F/D/Gipsfaserplatte

Plattendicke: 1 x 18mm und 1 x 25 mm

Brandschutz: F90/EI-90, Brandbelastung von unten

Durchschnittspreis: 92 €/m²

Ausführungsdauer: 0,70 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.595

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.5 HBV-Decke in Eigenproduktion

Eigenfertigung

Schlitzten der BSP-Platte: 1,33 €/m²

19,5 lfm Lochblech pro Platte: 2,96 €/m²

Materialkosten für Leim und Einleimen der Lochbleche: 1,48 €/m²

Bewehrung inkl. Einbau : 5€/m²

Arbeitszeit: 8,86 €/m²

Anschlagmittel: 2,90 €/m²

Vergussmörtel Fugenrand : 3,65 €/m²

Montage: 19,01 €/m²

Quelle: Ed Züblin AG

Beton

Lieferbeton, C 20/25, XC1, 74 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

BSP-Platte, 162 mm

KLH 162mm 5sDL: 78 €/m²

CLT 160 L5s-2: 83,50 €/m²

Durchschnittspreis: 80,75 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Holzschutz, Flächen, farblos

Vorbeugender, chemischer Holzschutz für konstruktive Bauteile, Anwendung durch Streichen, farblos

Durchschnittspreis: 4,10 €/m²

Ausführungsdauer: 0,10 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.221

10.3.6 HBV-Decke als Zukaufprodukt



Engineering
Consulting

HBV-Plattendecke

Lastannahmen: $g = 1,50 \text{ kN/m}^2 + \text{EG}$ $q = 1,50 \text{ kN/m}^2 + 1,20 \text{ kN/m}^2$

Trittschallverbesserungsmaß durch Estrich : 30 dB

Spannweiten	5,00 m	6,00 m	7,00 m	8,00 m	9,00 m	10,00 m	
Betondicke C30/37	8	9	8	11	12	14	cm
Holzdicke GL24h	8	10	16	14	18	20	cm
Eigenfrequenz f_1	7,70	7,20	7,05	7,00	7,30	8,00	Hz
Luftschall $R'_{w,R}$	56	56	56	58	59	59	dB
Trittschall $L'_{n,w,R}$	49	46	46	43	43	41	dB
Überhöhung w_0	7	15	5	25	20	25	mm
Enddurchbiegung $w_{net,fin}$	20	20	28	32	37	41	mm
Eigengewicht	240	250	280	345	390	450	kg/m ²
Kosten Rohdecke	ca. 90,00	105,00	138,00	138,00	160,00	178,00	€/m ²

Andere Deckenaufbauten sind möglich.

Die Verformung $w_{net, fin}$ ist die rechnerische Durchbiegung unter quasi ständiger Last zum Zeitpunkt $t = \infty$.

Die Nettokosten basieren auf den derzeitigen Rohstoffpreisen und mittleren Lohnkosten. [...]

10.3.7 Betondecke

Decke aus Sichtbeton C25/30 bis 25 cm

Herstellung einer Decke aus Sichtbeton in Ortbetonweise. Betonflächen unten und seitlich sichtbar bleibend. Schalung und Bewehrung gesondert.

Festigkeitsklasse: C25/30

Expositionsklasse: XC 1

Deckenstärke: 18 – 24 cm

Durchschnittspreis: 126 €/m³

Ausführungsdauer: 0,80 h/m³

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.178

Schalung, Decke, glatt

Schalung der Deckenplatte, glatt, aus Schalungsplatten.

Höhe Betonunterseite: 2.50 – 3.00 m

Oberfläche: sichtbar bleibend, Sichtbeton

Durchschnittspreis: 36 €/m²

Ausführungsdauer: 0,80 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.178

Randschalung, Deckenplatte

Randschalung der Deckenplatte. Oberfläche rau.

Plattendicke 22-30 cm

Durchschnittspreis: 11 €/m; $11 \text{ €/m} \times 77 \text{ m pro Ebene} = 847 \text{ €} / 326,5 \text{ m}^2 = 2,59 \text{ €/m}^2$

Ausführungsdauer: 0,10 h/m; $0,10 \text{ h/m} \times 77 \text{ m} = 7,7 \text{ h} / 326,5 \text{ m}^2 = 0,02 \text{ h/m}^2$

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.178

Dämmung, Deckenrand, PS

Dämmung des Deckenrands aus extrudiertem Polystyrol-Hartschaum-Dämmplatten liefern und dicht gestoßen am Deckenrand in die Schalung einlegen, einschließlich Rückverankerung zur Deckenplatte

Durchschnittspreis: 9 €/m; $9 \text{ €/m} \times 77 \text{ m pro Ebene} = 693 \text{ €} / 326,5 \text{ m}^2 = 2,12 \text{ €/m}^2$

Ausführungsdauer: 0,20 h/m; $0,20 \text{ h/m} \times 77 \text{ m} = 15,4 \text{ h} / 326,5 \text{ m}^2 = 0,05 \text{ h/m}^2$

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.178

Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B

Bewehrung aus Betonstahlmatten, unterschiedliche Mattenabmessungen, einschließlich Zwischenlagerung auf der Baustelle, Zuschnitt nach Schneideskizzen und Schneiden von Aussparungen und dgl.

Durchschnittspreis: 1,20 €/kg

Ausführungsdauer: 0,02 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Betonstabstahl, Bst 500

Bewehrung aus Betonstabstahl, in unterschiedlichen Durchmessern, einschließlich aller Anpassungsarbeiten

Durchschnittspreis: 1,30 €/kg

Ausführungsdauer: 0,03 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Bewehrungszubehör Stahl, Abstandshalter, Kunststoff

Bewehrungszubehör aus Stahl und Abstandshalter, Kunststoff

Durchschnittspreis: 3,00 €/kg

Ausführungsdauer: 0,05 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Stundensatz Facharbeiter, Betonbau

Durchschnittspreis: 44 €/h

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.195

Stundensatz Helfer, Betonbau

Durchschnittspreis: 38 €/h

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.195

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

Beton

Beton		
Werkstoff	Preis	Preisfindung
Lieferbeton, C 20/25, XC1	74,00 € / m ³	Markt
Lieferbeton, C 25/30, BSBQ1	90,00 € / m ³	Markt
Aufpreis selbstverdichtender Beton	40,00 € / m ³	Markt
Holzleichtbeton für WS 35	300,00 € / m ³	Velox
Holzleichtbeton für WSD 35	350,00 € / m ³	Velox

10.3.8 Holzleichtbetondecke nach Hofer

Beton

Beton		
Werkstoff	Preis	Preisfindung
Lieferbeton, C 20/25, XC1	74,00 € / m ³	Markt
Lieferbeton, C 25/30, BSBQ1	90,00 € / m ³	Markt
Aufpreis selbstverdichtender Beton	40,00 € / m ³	Markt
Holzleichtbeton für WS 35	300,00 € / m ³	Velox
Holzleichtbeton für WSD 35	350,00 € / m ³	Velox

Selbstverdichtender Beton; 6cm

Lieferbeton, C 20/25, XC1: 74 €/m³

Aufpreis selbstverdichtender Beton: 40 €/m³

Positionspreis: 114 €/m³; 6cm Beton: 114€/m³ x 0,06 m = 6,84 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Holzbeton

Holzleichtbeton, Velox WSD 35

Holzleichtbeton für WSD 35: 350 €/m³; 15cm Beton: 350 €/m³ x 0,15m = 52,50 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

BSP-Platte, 118 mm

KLH 117mm 5sDL: 65 €/m²

CLT 120mm L5s: 70,50 €/m²

Durchschnittspreis: 67,75 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Schrauben, WR-T 9x400

Vollgewindeschrauben mit Senkkopf, 48 Stk/m²

Preis laut Katalog: 548 €/100Stk ≈ 5,48 €/Stk

Kosten lt. Ausarbeitung Hofer: 2,15 €/Stk.

Annahme: bei Großabnahme und einem 40%igem Nachlass: 3,29 €/Stk.

Durchschnittspreis: 2,8 Schrauben / m² x 3,29 €/Stk = 9,21 €/m²

Ausführungsdauer: 0,01 h/Stk ≈ 0,028 h/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview, Dauer: Selbstversuch

Lohnkosten

Die Arbeitsleitung wurde von Hofer mit $3 \times 3 \text{ h} \times 32 \text{ €/h} = 288 \text{ €} / 17,8 \text{ m}^2 = 16,18 \text{ €/m}^2$

Für die Kostenanalyse werden die ermittelten Daten der Ed Züblin AG für die Eigenproduktion des HBV-Deckenfeldes herangezogen.

Arbeitszeit: $8,86 \text{ €/m}^2$

Quelle: Hofer / Züblin

Randschalung Velox WS-EPS 135

Randschalung zum Abschalen von Decken mit WS-EPS

Putzträgerplatte mit EPS-Dämmplatte fix verbunden

Befestigung durch einfaches Kleben mittels Montageschaum

Durchschnittspreis: $12,63 \text{ €/m}$; $12,63 \text{ €/m} \times 77 \text{ m pro Ebene} = 972,51 \text{ €} / 326,5 \text{ m}^2 = 2,98 \text{ €/m}^2$

Ausführungsdauer: $0,10 \text{ h/m}$; $0,10 \text{ h/m} \times 77 \text{ m} = 7,7 \text{ h} / 326,5 \text{ m}^2 = 0,02 \text{ h/m}^2$

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

GK Feuerschutzplatten-Bekleidung, doppelt, auf Unterkonstruktion

Zweilagige Bekleidung von Wand oder Decke mit Gipsplatten, auf vorhandene Unterkonstruktion, einschließlich Verspachtelung.

Plattendicke: $2 \times 12,5 \text{ mm}$

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Durchschnittspreis: 35 €/m^2

Ausführungsdauer: $0,44 \text{ h/m}^2$

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.609

10.3.9 KLH Massivholz-Wohnungstrennwand

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beplankung, Wand, GK 12,5mm

Wandbeplankung aus Gipsplatten, einlagig, mit Schnellbauschrauben auf vorhandene Unterkonstruktion, einschließlich Verspachtelung.

Plattendicke: 12,5 mm

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Durchschnittspreis: 16 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.236

Dämmplatte

Gutex Thermoroom 40mm

unbehandeltes Tannen- und Fichtenholz aus dem Schwarzwald,

Zuschlagstoff: 4% PUR-Harz, baubiologisch unbedenklich (natureplus zertifiziert)

Durchschnittspreis: 9 €/m²

Ausführungsdauer: 0,02 h/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Steinwolldämmplatte RAF, 30mm

Formstabile Steinwolle-Dämmplatte als schallabsorbierende Auflage auf abgehängten, gelochten oder geschlitzten Akustikdecken sowie Wandbekleidungen mit Trennvlies. Nichtbrennbar, Euroklasse A1, Schmelzpunkt > 1000 °C, wärme- und schalldämmend und diffusionsoffen. Recyclbar.

Durchschnittspreis: 5 €/m²

Ausführungsdauer: 0,02 h/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview, Produktdatenblatt Rockwool

BSP-Platte, 94 mm

KLH 94mm 3sDQ: 50,50 €/m²

CLT 100mm C3s: 52,50 €/m²

Durchschnittspreis: 51,50 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

10.3.10 Mayr-Melnhof Massivholz-Wohnungstrennwand

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beplankung, Wand, GK 12,5mm

Wandbeplankung aus Gipsplatten, einlagig, mit Schnellbauschrauben auf vorhandene Unterkonstruktion, einschließlich Verspachtelung.

Plattendicke: 12,5 mm

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Durchschnittspreis: 16 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.236

BSP-Platte, 100 mm

KLH 100mm 3sDQ: 52,00 €/m²

CLT 100mm C3s: 52,50 €/m²

Durchschnittspreis: 52,25 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Steinwolldämmplatte RAF, 30mm

Formstabile Steinwolle-Dämmplatte als schallabsorbierende Auflage auf abgehängten, gelochten oder geschlitzten Akustikdecken sowie Wandbekleidungen mit Trennvlies. Nichtbrennbar, Euroklasse A1, Schmelzpunkt > 1000 °C, wärme- und schalldämmend und diffusionsoffen. Recyclbar.

Durchschnittspreis: 5 €/m²

Ausführungsdauer: 0,02 h/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview, Produktdatenblatt Rockwool

10.3.11 Stora-Enso Massivholz-Wohnungstrennwand

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beplankung, Wand, GK 12,5mm

Wandbeplankung aus Gipsplatten, einlagig, mit Schnellbauschrauben auf vorhandene Unterkonstruktion, einschließlich Verspachtelung.

Plattendicke: 12,5 mm

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Durchschnittspreis: 16 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.236

BSP-Platte, 100 mm

KLH 100mm 3sDQ: 52,00 €/m²

CLT 100mm C3s: 52,50 €/m²

Durchschnittspreis: 52,25 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Vorsatzschale GK, Schallschutz

Nichttragende innere, freistehende Vorsatzschale oder Schachtwand, schalldämmend, mit Dämmschicht aus Mineralwollplatten, abrutschsicher und dicht gestoßen, einschließlich Verspachtelung von Fugen und Befestigungsmitteln.

Unterkonstruktion: Einfach-Ständerwerk aus verzinkten Stahlblechprofilen

Plattendicke: 12,5 mm

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Dämmung: Akustikdämmplatten, Trennwanddämmrollen, Trennwanddämmplatten

Durchschnittspreis: 41 €/m²

Ausführungsdauer: 0,45 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.606

10.3.12 Stahlbeton Wohnungstrennwand

Schalung, Wand glatt

Schalung der Wand, glatt, Sichtbeton.

Höhe: bis 3,00 m

Durchschnittspreis: 30,00 €/m²

Ausführungsdauer: 0,80 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.174

Kalk-Gipsputz, Innenwand, einlagig, Q3-geglättet

Einlagiger Kalk-Gipsputz, innen, für feinstrukturierte Wandbeläge und matte, fein strukturierte Beschichtungen.

Putzdicke: 15mm

Oberflächenqualität: Q3 – geglättet

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,22 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.336

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

Beton

Beton		
Werkstoff	Preis	Preisfindung
Lieferbeton, C 20/25, XC1	74,00 € / m³	Markt
Lieferbeton, C 25/30, BSBQ1	90,00 € / m³	Markt
Aufpreis selbstverdichtender Beton	40,00 € / m³	Markt
Holzleichtbeton für WS 35	300,00 € / m³	Velox
Holzleichtbeton für WSD 35	350,00 € / m³	Velox

Beton C25/30, 20cm Wand

Durchschnittspreis: $90\text{€/m}^3 \times 0,2\text{m} = 18\text{ €/m}^2$

Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B

Bewehrung aus Betonstahlmatten, unterschiedliche Mattenabmessungen, einschließlich Zwischenlagerung auf der Baustelle, Zuschnitt nach Schneideskizzen und Schneiden von Aussparungen und dgl.

Durchschnittspreis: 1,20 €/kg

Ausführungsdauer: 0,02 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Betonstabstahl, Bst 500

Bewehrung aus Betonstabstahl, in unterschiedlichen Durchmessern, einschließlich aller Anpassungsarbeiten

Durchschnittspreis: 1,30 €/kg

Ausführungsdauer: 0,03 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Bewehrungszubehör Stahl, Abstandshalter, Kunststoff

Bewehrungszubehör aus Stahl und Abstandshalter, Kunststoff

Durchschnittspreis: 3,00 €/kg

Ausführungsdauer: 0,05 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

10.3.13 Holzleichtbeton Wohnungstrennwand

Kalk-Gipsputz, Innenwand, einlagig, Q3-geglättet

Einlagiger Kalk-Gipsputz, innen, für feinstrukturierte Wandbeläge und matte, fein strukturierte Beschichtungen.

Putzdicke: 15mm

Oberflächenqualität: Q3 – geglättet

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,22 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.336

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

Velox GT30

Wohnungstrennwand, Mantelbeton-Wand aus Holzspan-Dämmplatten gemäß ÖNORM B 6022.

Tragende Wohnungstrennwand ohne Bewehrung mit Betongüte C12/15 bis C25/30 und beidseitigem 15mm Kalk-Gips-Putz

Bis max. 15 Geschosse, jedoch abhängig vom Öffnungsgrad, der Betongüte und der Erdbebenzone in Österreich.

$U=0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Listenpreis: 45,74 €/m²

Durchschnittspreis: 34,30 €/m² (bei 25% Rabatt lt. Hersteller)

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

10.3.14 KLH Innenwand

KLH 94mm 3s DQ

KLH Platte 94mm, 3s, DQ

Durchschnittspreis: 50,50 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Beplankung, Wand, GK 12,5mm

Wandbeplankung aus Gipsplatten, einlagig, mit Schnellbauschrauben auf vorhandene Unterkonstruktion, einschließlich Verspachtelung.

Plattendicke: 12,5 mm

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Durchschnittspreis: 16 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.236

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.15 Mayr-Melnhof Innenwand

M1 BSP Crossplan

Massive Brettsperrholzplatte (BSP), 95mm

Material: Fichte

Durchschnittspreis: 50 €/m²

Quelle: Die Kosten für Crossplan 95 wurden von den Kostenangaben der Fa. KLH und Stora Enso abgeleitet

Beplankung, Wand, GK 12,5mm

Wandbeplankung aus Gipsplatten, einlagig, mit Schnellbauschrauben auf vorhandene Unterkonstruktion, einschließlich Verspachtelung.

Plattendicke: 12,5 mm

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Durchschnittspreis: 16 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.236

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.16 Stora-Enso-CLT Innenwand

CLT 80 C3s

CLT-Massivplatten aus drei Lagen kreuzweise verklebter Einschichtplatten

Material: Fichte

Durchschnittspreis: 46 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Beplankung, Wand, GK 12,5mm

Wandbeplankung aus Gipsplatten, einlagig, mit Schnellbauschrauben auf vorhandene Unterkonstruktion, einschließlich Verspachtelung.

Plattendicke: 12,5 mm

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Durchschnittspreis: 16 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.236

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.17 Holzständer-Innenwand

Innenwand, Holzständer 11,5 cm, Sperrholz, WF

Holzrahmenbaukonstruktion als Innenwand, nichttragend, einseitig beplankt, innen einschl. Verbindung der Elemente untereinander, Anschluss an vorhandene Bauteile wird gesondert vergütet, Ausführung gemäß anliegender Zeichnung, Beplankung der zweiten Seite nach erfolgter Installation. Vergütung getrennt.

Sperrholzplatte Dicke: 15mm

Dämmung: Holzfaser WF

WLG:040

Durchschnittspreis: 70 €/m²

Ausführungsdauer: 0,60 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.235

Beplankung, Wand, GK 12,5mm

Wandbeplankung aus Gipsplatten, einlagig, mit Schnellbauschrauben auf vorhandene Unterkonstruktion, einschließlich Verspachtelung.

Plattendicke: 12,5 mm

Einbauhöhe: bis 3 m

Oberfläche: Q2/Q3/Q4

Durchschnittspreis: 16 €/m²

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.236

Grundierung, Gipskarton-/Gipsflächen

Decken-/Wandflächen aus Gipsplatten vorbereiten und grundieren.

Durchschnittspreis: 1,3 €/m²

Ausführungsdauer: 0,03 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.542

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.18 Stahlbeton Innenwand

Beton C25/30

Lieferbeton C25/30, BSBQ1

Durchschnittspreis: 90 €/m²

Quelle: Marktrecherche, Telefoninterview

Betonstahlmatten, Bst 500M/B500B

Bewehrung aus Betonstahlmatten, unterschiedliche Mattenabmessungen, einschließlich Zwischenlagerung auf der Baustelle, Zuschnitt nach Schneideskizzen und Schneiden von Aussparungen und dgl.

Durchschnittspreis: 1,20 €/kg

Ausführungsdauer: 0,02 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Betonstabstahl, Bst 500

Bewehrung aus Betonstabstahl, in unterschiedlichen Durchmessern, einschließlich aller Anpassungsarbeiten

Durchschnittspreis: 1,30 €/kg

Ausführungsdauer: 0,03 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Bewehrungszubehör Stahl, Abstandshalter, Kunststoff

Bewehrungszubehör aus Stahl und Abstandshalter, Kunststoff

Durchschnittspreis: 3,00 €/kg

Ausführungsdauer: 0,05 h/kg

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.191

Schalung, Wand rau

Schalung der Wand, rau, Betonflächen nicht sichtbar bleibend.

Höhe: bis 3,00 m

Durchschnittspreis: 31,00 €/m²

Ausführungsdauer: 0,70 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.174

Kalk-Gipsputz, Innenwand, einlagig, Q3-geglättet

Einlagiger Kalk-Gipsputz, innen, für feinstrukturierte Wandbeläge und matte, fein strukturierte Beschichtungen.

Putzdicke: 15mm

Oberflächenqualität: Q3 – geglättet

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,22 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.336

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.19 Ziegel Innenwand

Raumtrennwand Hochlochziegel

Mauerwerk der Innenwand nach DIN 1053-1 / Normenreihe DIN EN 1996, aus Hochlochziegel, für späteren Putzauftrag, mit Stoßfugenvermörtelung; Wand stumpf angeschlossen, mit Flachanker aus nichtrostendem Stahl; Flachanker in getrennter Position
Wanddicke bis 11,5 cm

Steinart: HLz

Durchschnittspreis: 42 €/m²

Ausführungsdauer: 0,40 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.139

Flachanker, Anschlussschiene, HTA 28/15

Flachanker für Mauerwandanschlüsse, geeignet für Anschluss an Maueranschlussschiene.

Material: Stahl verzinkt/rostfrei

Durchschnittspreis: 1,1 €/Stk

Ausführungsdauer: 0,04 h/Stk

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.150

Kalk-Gipsputz, Innenwand, einlagig, Q3-geglättet

Einlagiger Kalk-Gipsputz, innen, für feinstrukturierte Wandbeläge und matte, fein strukturierte Beschichtungen.

Putzdicke: 15mm

Oberflächenqualität: Q3 – geglättet

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,22 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.336

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.20 Holzleichtbeton Innenwand

Velox TT18

TT 18 - Innenwand oder Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (EPS)

Mantelbeton-Wand aus Holzspan-Dämmplatten gemäß ÖNORM B 6022.

Tragende Innenwand oder Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (EPS) ohne Bewehrung mit Betongüte C12/15 bis C 25/30 und innenseitigem Kalk-Gips-Putz von 15 mm. Bis max. 4 Geschosse, jedoch abhängig vom Öffnungsgrad, der Betongüte und der Erdbebenzone in Österreich.

Einheitspreis: 36,27 €/m². Listenpreis -10% Nachlass

Ausführungsdauer: 0,25 h/m²

Quelle: Interview Fa. Velox, Stand 08/2015

Kalk-Gipsputz, Innenwand, einlagig, Q3-geglättet

Einlagiger Kalk-Gipsputz, innen, für feinstrukturierte Wandbeläge und matte, fein strukturierte Beschichtungen.

Putzdicke: 15mm

Oberflächenqualität: Q3 – geglättet

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,22 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.336

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.21 Holzständerwand mit Holzleichtbeton Beplankung

Montagewand, Holz, 100mm, ohne Beplankung, MW 40mm

Nichttragende Trennwand-Unterkonstruktion, mit Dämmschicht aus Mineralwollplatten.

Unterkonstruktion: Einfach-Ständerwerk aus Holzprofilen

Profilquerschnitt: 60 x 60 cm

Ständerabstand: 62,5 cm

Durchschnittspreis: 30 €/m²

Ausführungsdauer: 0,10 h/m²

Quelle: Eigenermittlung aus der Positionen „Montagewand, Holz, 100mm, GK einlagig, MW 40mm, EI30“, BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.598 abzüglich der Positionen „GF/GK Bekleidung, einlagig, auf Unterkonstruktion“, BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.609

Velox Innenausbauplatte WS

Innenausbauplatte WS 75

Mineralisierte Holzspan-Dämmplatte nach ÖNORM B 6022 bzw. ETA-12/0321

Format: 1000 x 500 mm

Anwendungsbereich: Für nichttragende Zwischenwände

Eigenschaften: Große Stabilität und Wärmedämmung; schraub- und nagelfest (keine Hohlräume)

Einheitspreis: 26,56 €/m². (bei 25% Rabatt lt. Hersteller)

Ausführungsdauer: 0,25 h/m² (analog der Beplankung mit GK-Platten)

Quelle: Interview Fa. Velox, Stand 08/2015

Kalk-Gipsputz, Innenwand, einlagig, Q3-geglättet

Einlagiger Kalk-Gipsputz, innen, für feinstrukturierte Wandbeläge und matte, fein strukturierte Beschichtungen.

Putzdicke: 15mm

Oberflächenqualität: Q3 – geglättet

Durchschnittspreis: 13 €/m²

Ausführungsdauer: 0,22 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.336

Beschichtung, Dispersion, scheuerbeständig, weiß

Dispersionsbeschichtung auf Decken und Wandflächen, Farbe lösemittel- und weichmacherfrei nach VDL-Richtlinie 01

Nassabrieb: Klasse 2

Farbe: weiß

Durchschnittspreis: 3,7 €/m²

Ausführungsdauer: 0,12 h/m²

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.543

10.3.22 Lohnkosten

Stundensatz Facharbeiter, Betonbau

Durchschnittspreis: 44 €/h

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.195

Stundensatz Helfer, Betonbau

Durchschnittspreis: 38 €/h

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen.S.195

Stundensatz Facharbeiter, Holzbau

Durchschnittspreis: 47 €/h

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen S. 241

Stundensatz Helfer, Holzbau

Durchschnittspreis: 36 €/h

Quelle: BKI. Baukosten 2015 Neubau, Teil 3. Statistische Kostenkennwerte für Positionen S.241

10.3.23 KLH



MADE FOR BUILDING
BUILT FOR LIVING

NETTOPREISE FÜR KLH - STANDARDPLATTENTYPEN

Preisliste Stand Mai 2014 - gültig ab 01.05.2014

PLATTENTYP	VERRECHNUNGSBREITE	NICHTSICHTQUALITÄT (NSI) EUR/m ²
------------	--------------------	--

DQ - PLATTEN - VORWIEGEND ALS WANDELEMENTE (Orientierung der Decklage quer zur Produktionslänge)

KLH 57mm 3s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	39,00
KLH 72mm 3s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	43,50
KLH 80mm 3s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	47,00
KLH 94mm 3s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	50,50
KLH 100mm 3s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	52,00
KLH 120mm 3s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	58,00*
KLH 95mm 5s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	58,00
KLH 120mm 5s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	64,00
KLH 128mm 5s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	67,50
KLH 140mm 5s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	73,00
KLH 158mm 5s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	76,00
KLH 160mm 5s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	78,50
KLH 180mm 5s DQ	2.40/2.50/2.73/2.95 m	84,50

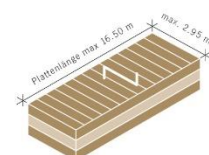
PLATTENTYP	VERRECHNUNGSBREITE	NICHTSICHTQUALITÄT (NSI) EUR/m ²
------------	--------------------	--

DL - PLATTEN - VORWIEGEND ALS DECKEN- UND DACHELEMENTE (Orientierung der Decklage längs zur Produktionslänge)

KLH 60mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	41,00
KLH 78mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	47,50
KLH 90mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	50,50
KLH 95mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	52,00
KLH 108mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	56,00
KLH 120mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	59,50**
KLH 95mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	59,50
KLH 100mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	61,50
KLH 117mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	65,00
KLH 120mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	65,50
KLH 125mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	69,50
KLH 140mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	72,00
KLH 145mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	74,00
KLH 162mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	78,00
KLH 180mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	87,50**
KLH 182mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	88,50
KLH 200mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	94,00**
KLH 201mm 7s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	98,50
KLH 226mm 7s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	106,00
KLH 208mm 7ss DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	103,00
KLH 230mm 7ss DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	109,50
KLH 248mm 7ss DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	116,50
KLH 260mm 7ss DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	123,00**
KLH 280mm 7ss DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	130,50**
KLH 247mm 8ss DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	118,00
KLH 300mm 8ss DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	138,50**
KLH 320mm 8ss DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	148,50**

Hinweise:

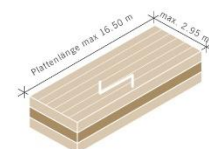
Standardplattentypen ohne Kennzeichnung sind lieferbar in Nichtsicht-, Industriesicht- und Wohnsichtqualität.
Standardplattentypen gekennzeichnet mit ** in Nichtsicht- und Industriesichtqualität, gekennzeichnet mit * nur in Nichtsichtqualität.
Produktionslänge von 8,25 m bis 16,50 m jeweils in 5 cm - Schritten. Verrechnungsbreite von 2,25 m auf Anfrage und gegen Aufpreis möglich.



3s DQ



5s DQ



3s DL



5s DL



7s DL



7ss DL



8ss DL



MADE FOR BUILDING
BUILT FOR LIVING

OBERFLÄCHEN UND OBERFLÄCHENBEHANDLUNGEN

Industriesicht (ISI) einseitig	€ 7,50/m ²
Industriesicht (ISI) einseitig, vollflächig geschliffen	€ 9,50/m ²
Wohnsicht (WSI) einseitig	€ 16,00/m ²
Wohnsicht (WSI) einseitig, gebürstet	€ 19,50/m ²
Industriesicht (ISI) beidseitig	auf Anfrage
Wohnsicht (WSI) beidseitig	auf Anfrage
Oberflächen - weitere Holzarten (Tanne, Weißtanne, Zirbe, Kiefer, Douglasie etc.)	auf Anfrage
Oberflächenbehandlungen	auf Anfrage

Qualitäts- und Anwendungshinweise zu den angebotenen Oberflächen finden Sie unter www.klh.at

ZUSCHNITTELEISTUNGEN

CNC - Standardzuschnitt für Decken- und Dachelemente von 60 mm - 162 mm	€ 4,00/m ²
CNC - Standardzuschnitt für Decken- und Dachelemente > 162 mm - 248 mm	€ 6,00/m ²
CNC - Standardzuschnitt für Decken- und Dachelemente > 248 mm - 320 mm	€ 8,00/m ²
CNC - Standardzuschnitt für Wandelemente von 57 mm - 158 mm	€ 8,00/m ²
CNC - Standardzuschnitt für Wandelemente > 158 mm - 200 mm	€ 9,50/m ²
CNC - Spezialzuschnitt (Fräsungen, Bohrungen, Installationsausnehmungen u. dgl. mehr)	auf Anfrage

Zuschnittdefinitionen und Hinweise zu unseren Toleranzen finden Sie unter www.klh.at

HEBESYSTEM, CE - ZERTIFIZIERT INKLUSIVE WERKSEITIGEM EINBAU

Hebeschleufe bis 1.000 kg	€ 2,50/Stück
Hebeschleufe bis 2.500 kg	€ 4,00/Stück
Hebeschleufe bis 1.000 kg inklusive Sicherungsbolzen (bei Decken- und Dachelementen)	€ 6,00/Stück
Hebeschleufe bis 2.500 kg inklusive Sicherungsbolzen (bei Decken- und Dachelementen)	€ 7,50/Stück
Hebesystem (VLS) für Sichtflächen	€ 14,00/Stück

Nähere Informationen zu unseren CE - zertifizierten Hebesystemen finden Sie unter www.klh.at

LIEFERZEIT

Alle Standardplattentypen ohne Zusatzleistungen sind kurzfristig lieferbar.
Die Produktion erfolgt projektbezogen. Lieferzeit ca. 3 - 8 Wochen je nach Art und Umfang der Zusatzleistungen.
Fristenlauf ab Produktionsfreigabe nach Abklärung aller kaufmännischen und technischen Details.

ZAHLUNGSKONDITIONEN

- innerhalb von 14 Tagen abzüglich 2% Skonto
- innerhalb von 30 Tagen netto/netto

Unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen finden Sie unter www.klh.at

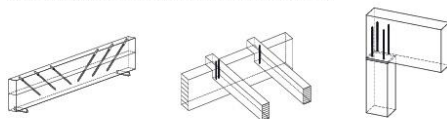
Verbindung von konstruktiven Holzbauteilen Vollgewindeschrauben mit Senkkopf, Bohr- oder Halbspitze und Durocoat®-Beschichtung

WR-T-9/13xL



Anwendung

Verbindung von z.B. Holz-Holz, Stahl-Holz, Querkzugverstärkungen, Schubverstärkungen u.v.m.



Material

Befestiger Senkkopf, Oberfläche Durocoat®

Montagegerät

WR-T-9xL
BO 1055



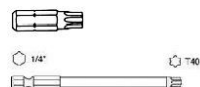
* nicht im Sortiment

Empfehlung

WR-T-13xL *
Metabo B32/3 *
Bosch GBM 32-4 *
Milwaukee B4-32 *
Protool DRP 32-4 *

Bits (siehe auch Zubehör Seite 121)

Bit T40-25-HEX 1/4"
Bit T40-35-HEX-5/16"
Bit T40-70-HEX 1/4"



Bit T50-36-HEX-5/16"
Bit T50-55-iQuad 1/2"
Morsekegel ZA1/2"-MK3



Bezeichnung	Maße / mm	Art.-Nr.	CE	Gewindelänge / mm *	VPE	Preis EUR / 100 St.
WR-T-	9x250	1216592	•	250	50	291,00
WR-T-	9x300	1216594	•	300	50	329,60
WR-T-	9x350	1216598	•	350	50	431,90
WR-T-	9x400	1216595	•	400	50	548,00
WR-T-	9x450	1216596	•	450	50	662,30
WR-T-	9x500	1216599	•	500	50	765,40
WR-T-	13x400	1216600	•	400	25	1.016,70
WR-T-	13x500	1216602	•	500	25	1.218,20
WR-T-	13x600	1216603	•	600	25	1.424,40
WR-T-	13x700	1216604	•	700	25	1.661,80
WR-T-	13x800	1216609	•	800	25	1.937,20
WR-T-	13x900	1216610	•	900	25	2.298,30
WR-T-	13x1.000	1222001	•	1.000	25	2.744,10

* Bestimmungen der ETA-12/0062 beachten.

SFS intec

Technische Informationen, siehe Katalog
Telefon +49 6171 7002-0, Fax +49 6171 7002-55
Vertrieb: de.info@sfs.biz
Technik: de.technik@sfs.biz

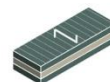
10.3.25 Stora Enso



Preisliste - Architekten CLT - Cross Laminated Timber

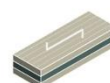
C-PLATTEN

Bezeichnung [-]	Nenn- stärke [mm]	Schichten [s]	Verrechnungsbreiten [cm]	NVI ^{***} [€/m²]
CLT 60 C3s	60	3	245; 275; 295	41,50
CLT 80 C3s	80	3	245; 275; 295	46,00
CLT 90 C3s	90	3	245; 275; 295	48,50
CLT 100 C3s	100	3	245; 275; 295	52,50
CLT 120 C3s	120	3	245; 275; 295	60,50
CLT 100 C5s	100	5	245; 275; 295	63,00
CLT 120 C5s	120	5	245; 275; 295	70,50
CLT 140 C5s	140	5	245; 275; 295	74,50
CLT 160 C5s	160	5	245; 275; 295	83,50



L-PLATTEN

Bezeichnung [-]	Nenn- stärke [mm]	Schichten [s]	Verrechnungsbreiten [cm]	NVI ^{***} [€/m²]
CLT 60 L3s	60	3	245; 275; 295	41,50
CLT 80 L3s	80	3	245; 275; 295	46,00
CLT 90 L3s	90	3	245; 275; 295	48,50
CLT 100 L3s	100	3	245; 275; 295	52,50
CLT 120 L3s	120	3	245; 275; 295	60,50
CLT 100 L5s	100	5	245; 275; 295	63,00
CLT 120 L5s	120	5	245; 275; 295	70,50
CLT 140 L5s	140	5	245; 275; 295	74,50
CLT 160 L5s	160	5	245; 275; 295	83,50
CLT 180 L5s	180	5	245; 275; 295	92,00
CLT 200 L5s	200	5	245; 275; 295	100,50
CLT 160 L5s-2'	160	5	245; 275; 295	83,50
CLT 180 L7s	180	7	245; 275; 295	97,50
CLT 200 L7s	200	7	245; 275; 295	106,50
CLT 240 L7s	240	7	245; 275; 295	124,00
CLT 220 L7s-2'	220	7	245; 275; 295	115,00
CLT 240 L7s-2'	240	7	245; 275; 295	124,00
CLT 260 L7s-2'	260	7	245; 275; 295	133,00
CLT 280 L7s-2'	280	7	245; 275; 295	142,50
CLT 300 L8s-2''	300	8	245; 275; 295	153,50
CLT 320 L8s-2''	320	8	245; 275; 295	163,50



* Decklagen bestehend aus 2 Längslagen.

** Decklagen sowie die innere Lage bestehend aus 2 Längslagen.

*** NVI: Nichtsichtqualität (beidseitig).

Status 04/2014

BASIS ABBUNDLEISTUNGEN

Wandabbund	9,00 € / m²
Deckenabbund	6,00 € / m²

Preisänderungen und Druckfehler vorbehalten.
Preise exklusive Ust. FCA Bad St. Leonhard bzw. Ybbs Werksgeleände.

www.storaenso.com / www.clt.info

1/7



storaenso

AUFSCHLAG

	Oberflächenqualitäten	[€/m²]
INV	(Industriesicht + Nichtsicht)	8,00
IBI	(Industriesicht + Industriesicht)	16,00
VI	(Sicht + Nichtsicht)	15,00
IVI	(Sicht + Industriesicht)	23,00
BVI	(Sicht + Sicht)	30,00

SONDER ABBUNDLEISTUNGEN

Abbundgruppe	Definition	Verrechnungseinheit	Einheitspreis
Formatschnitt	rechtwinkelig, formatierte Rohplatte	m²	2,00 €
2-seitige Bearbeitungen	bezogen auf die tatsächlich betroffene Elementnettofläche	m² Elementfläche	10,00 €
Pfetten-, Sparren-, I-träger- und Tramauslässe, Durchbrüche	ab 10 Stück / BV	Stück	10,00 €
Durchschnittliche Elementfläche < 6 m²	Elementfläche aus EVV	m² Verrechnungsfläche / BV	3,00 €
Fräsungen	Elektroleitungen, Fräsungen für Stahlträgerauflager, I-trägerfräsungen ...	lfm	3,50 €
Steckdosenbohrung	Durchmesser 68 mm	Stück	2,50 €
Verdeckter Kabelkanal	Durchmesser 28 mm	lfm	25,00 €
Verdeckter Kabelkanal	inkl. Freistich für Kabeleinführung	lfm	30,00 €
Bohrungen		Stück	1,50 €
Kleinteile	mit einer Nettofläche < 1 m²	Stück	10,00 €
Schifferschnitte, Sparrenkerben, Kreisfräsungen		nach Aufwand	

HEBEMITTEL

System	Verrechnungseinheit	Einheitspreis
Hebeschlaufe	Stück	2,50 €
Stabdübel + Hebeschlaufe	Stück	6,00 €
Hebeschraube	25 Stück	25,00 €
Hebeanker	2 Stück	200,00 €
RAMPA Muffe	Stück	4,50 €

10.3.26 TiComTec HBV Decken



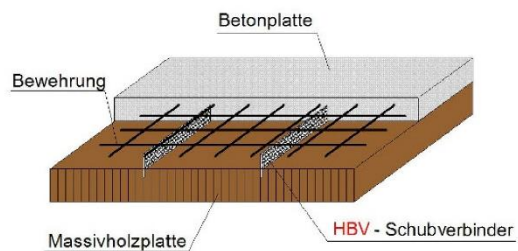
Engineering
Consulting

Deckentypen:

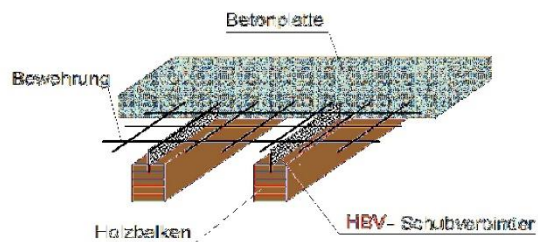
Die intelligente Kombination von Holz und Beton ermöglicht eine Vielzahl von Deckenaufbauten.

Die wohl am häufigsten verwendeten Deckentypen sind:

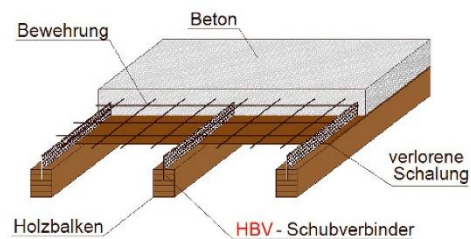
HBV® – Plattendecken



HBV® – Rippendecken



HBV® – Balkendecken



7-082015

Fakten: Deckentypen im direkten Vergleich

HBV-Plattendecke

Lastannahmen:

$$g = 1,50 \text{ kN/m}^2 + \text{EG}$$

$$q = 1,50 \text{ kN/m}^2 + 1,20 \text{ kN/m}^2$$

Trittschallverbesserungsmaß durch Estrich : 30 dB

Spannweiten	5,00 m	6,00 m	7,00 m	8,00 m	9,00 m	10,00 m	
Betondicke C30/37	8	9	8	11	12	14	cm
Holzdicke GL24h	8	10	16	14	18	20	cm
Eigenfrequenz f_1	7,70	7,20	7,05	7,00	7,30	8,00	Hz
Luftschall $R'_{w,R}$	56	56	56	58	59	59	dB
Trittschall $L'_{n,w,R}$	49	46	46	43	43	41	dB
Überhöhung w_0	7	15	5	25	20	25	mm
Enddurchbiegung $w_{net,fin}$	20	20	28	32	37	41	mm
Eigengewicht	240	250	280	345	390	450	kg/m ²
Kosten Rohdecke	ca. 90,00	105,00	138,00	138,00	160,00	178,00	€/m ²

Andere Deckenaufbauten sind möglich.

Die Verformung $w_{net,fin}$ ist die rechnerische Durchbiegung unter quasi ständiger Last zum Zeitpunkt $t = \infty$.

Die Nettokosten basieren auf den derzeitigen Rohstoffpreisen und mittleren Lohnkosten.

Sie ersetzen nicht ein verbindliches Angebot

8-082015

10.3.27 Velox

Empfohlene & geprüfte Wandsysteme



Wohnungstrennwände: zwischen Wohnungen

Kurz- bezeichnung	Wandaufbau	Wandstärke ohne Verputz cm	Verwendungszweck nach ÖIB-Richtlinie 6	Füllbeton L/m²	Kernbeton Druckfläche cm²/lfm	Wandgewicht verputzt kg/m²	Bauphysikalische Daten (verputzt)			Unverb. empf. Richtpreise € ohne MwSt./m²
							* Putz- system	Rw dB	U-Wert W/m²K a)	
GT 30	 WS50/215/WSD35	30	Wohnungs- trennwand (ohne Vorsatzschale)	215	2150	575	2	64	0,82	45,74 ^{b)}
GU 30	 WS50/200/WSD50	30	Wohnungs- trennwand (ohne Vorsatzschale)	200	2000	580	2	62	0,75	52,27 ^{b)}
GT 25	 WS50/165/WSD35	25	Wohnungs- trennwand (ohne Vorsatzschale)	165	1650	456	2	60	0,84	45,44 ^{b)}
2xTT 18	 WSD30/120/WSD30/ 30 cm Mineralwolle/ WSD30/120/WSD30	39	Doppelwand mit Bautrennfuge	2 x 120	2 x 1200	715	2	70	0,41	80,60 ^{c)}

Wohnungstrennwände: zu unbeheizten Räumen/Stiegenhaus-Installationswände

Kurz- bezeichnung	Wandaufbau	Wandstärke ohne Verputz cm	Verwendungszweck nach ÖIB-Richtlinie 6	Füllbeton L/m²	Kernbeton Druckfläche cm²/lfm	Wandgewicht verputzt kg/m²	Bauphysikalische Daten (verputzt)			Unverb. empf. Richtpreise € ohne MwSt./m²
							* Putz- system	Rw dB	U-Wert W/m²K a)	
SST 32	 WSD35/206/WS-EPS/T79	32	Trennwand zu unbeheizten Räumen/ Stiegenhaus	206	2060	546	2	57	0,50	62,89 ^{b)}
XG 35	 WS75/225/WS50	35	Wohnungs- trennwand mit dicken Installationsebenen	225	2250	603	2	64	0,59	62,63 ^{b)}

Varianten zu den angeführten Wandsystemen sind jederzeit möglich.

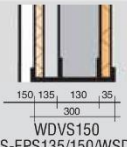
* Putzsysteme: Es gelten die Richtlinien der ARGE Putz
1 Innen 1,5 cm Gips-Kalk-Putz
2 Beidseitig 1,5 cm Gips-Kalk-Putz
3 Leichtgrundputz; aufgesp. Textilglasgitter + Oberputz

a) UC-Werte in W/m²K können bauteilspezifisch zusätzlich nach der
ONORM EN ISO 6946 ermittelt werden
b) inkludiert: 2m² Velox Platten, 10 Stk. Baubügel ES+DS
c) inkludiert: 4m² Velox Platten, 20 Stk. Baubügel ES+DS

Empfohlene & geprüfte Wandsysteme

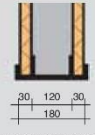
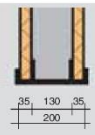
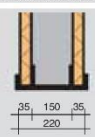
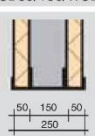
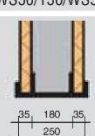
Außenwände



Kurzbezeichnung	Wandaufbau	Wandstärke ohne Verputz cm	Verwendungszweck	Füllbeton L/m²	Kernbeton Druckfläche cm²/lfm	Wandgewicht verputzt kg/m²	Bauphysikalische Daten (verputzt)			Unverb. empf. b) Richtpreise € ohne MwSt./m²
							* Putzsystem	Rw dB	U-Wert W/m²K a)	
ET 32 + WDVS		32	Außenwand für Passivhäuser (*EPS Plus)	150	1500	445	WDVS 15	52	0,12	73,66 (ohne WDVS)

a) UC-Werte in W/m²K können bauteilspezifisch zusätzlich nach der ÖNORM EN ISO 6946 ermittelt werden

Innenwände

Kurzbezeichnung	Wandaufbau	Wandstärke ohne Verputz cm	Verwendungszweck	Füllbeton L/m²	Kernbeton Druckfläche cm²/lfm	Wandgewicht verputzt kg/m²	Bauphysikalische Daten (verputzt)		Unverb. empf. b) Richtpreise € ohne MwSt./m²
							* Putzsystem	Rw dB	
TT 18		18	Innenwand	120	1200	348	2	51	40,30
TT 20		20	Innenwand	130	1300	355	2	53	42,74
TT 22		22	Innenwand	150	1500	415	2	57	43,04
GG 25		25	Innenwand	150	1500	419	2	55	54,04
TT 25		25	Innenwand	180	1800	483	2	60	43,04
TT 30		30	Innenwand	230	2300	703	2	63	43,34

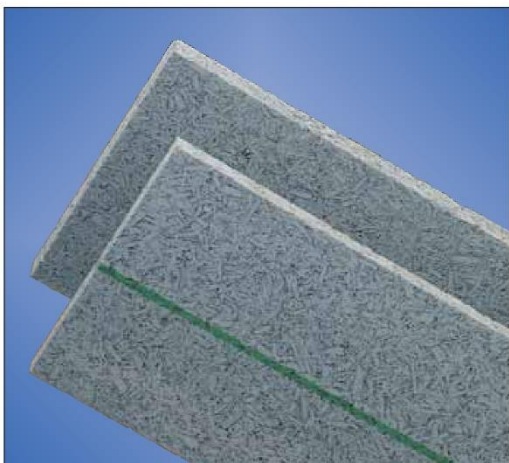
* Putzsysteme: Es gelten die Richtlinien der ARGE Putz
 1 Innen 1,5 cm Gips-Kalk-Putz
 2 Beidseitig 1,5 cm Gips-Kalk-Putz
 3 Leichtgrundputz; aufgesp. Textilglasgitter + Oberputz

b) inkludiert: 2m² Velox Platten,
 10 Stk. Baubügel ES+DS

Seite 11

Mineralisierte Holzbaustoffe für Mantelbeton

Holzspan-Dämmplatte WS 50 und 75*



Mineralisierte Holzspan-Dämmplatte nach ÖNORM B 6022 bzw. ETA-12/0321 mit erhöhter Druckfestigkeit

Art. Nr.	Dicke mm	Liefergew. ca. kg/m ²	Lieferein- h. m ² /Stapel	Unverb. empf. Verkaufspreis/m ²	
				€ ohne MwSt.	€ mit MwSt.
2332	50	36	20	20,92	25,10
2336	75	52	14	29,51	35,41

Format WS 50: 2000 x 500 mm

Format WS 75: 1000 x 500 mm

Anwendungsbereich: Außen- und Innenwände

Besondere Eigenschaften: rüttelfest

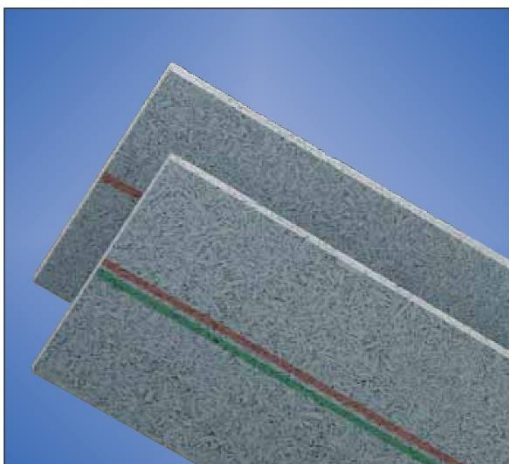
WS 50: keine Dübelung für WDVS-EPS notwendig

Verpackung: Stapel, lose

Farbliche Kennzeichnung:

Grüner Längsstrich für Platten, die keine Dübelung für WDVS - EPS benötigen

Holzspan-Schallschutzplatte WSD 30, 35 und 50



Mineralisierte Holzspan-Schallschutzplatte nach ÖNORM B 6022 bzw. ETA-12/0321 mit erhöhter Rohdichte und hoher dynamischer Steifigkeit

Art. Nr.	Dicke mm	Liefergew. ca. kg/m ²	Lieferein- h. m ² /Stapel	Unverb. empf. Verkaufspreis/m ²	
				€ ohne MwSt.	€ mit MwSt.
2341	30	27	35	17,30	20,76
2342	35	32	30	18,52	22,22
2346	50	41	20	25,05	30,06

Format: 2000 x 500 mm

Anwendungsbereich: Außen-/Innenwände mit hoher Schallschutzanforderung

Besondere Eigenschaften: rüttelfest, WSD 35: erhöhter Schallschutz

keine Dübelung für WDVS-EPS notwendig

Verpackung: Stapel, lose

Farbliche Kennzeichnung:

Grüner Längsstrich für Platten, die keine Dübelung für WDVS - EPS benötigen

Roter Längsstrich für Platten mit erhöhtem Schallschutz

10.4 Detailkatalog Herstelleraufbauten

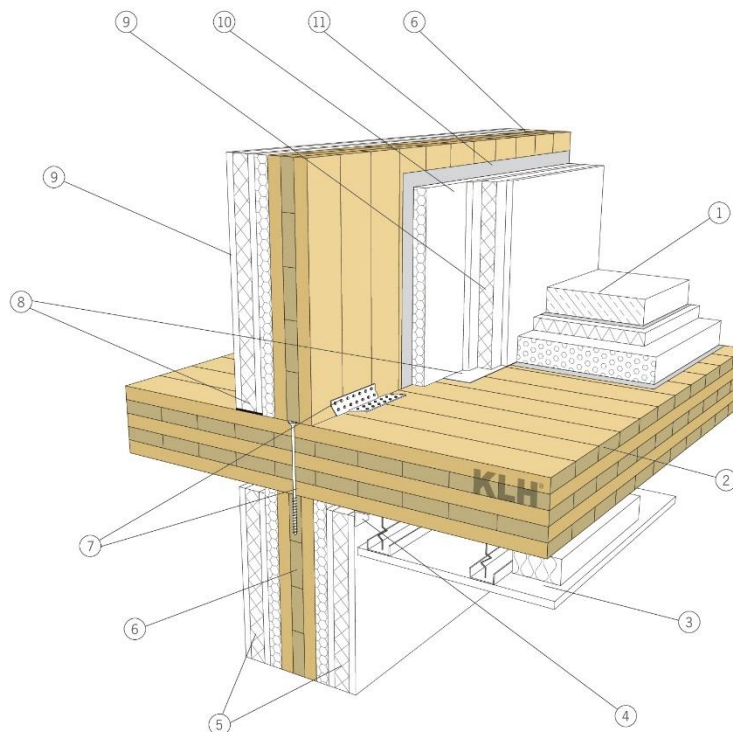
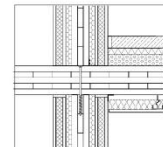
10.4.1 KLH



DETAIL

14 DETAIL KLH – BS 02-1

14.1 KNOTEN TRENNDECKE – WOHNUNGSTRENNWAND



- ① Fußbodenaufbau
- ② KLH-Deckenplatte 5s
- ③ Abgehängte Decke
- ④ Metallwinkel zur punktuellen Befestigung der Vorsatzschalen
- ⑤ Vorsatzschale freistehend vor der KLH Platte
- ⑥ KLH-Wandplatte nach statischem Erfordernis
- ⑦ Verbindungsmittel lt. Statik
- ⑧ Elastische Unterlagsstreifen
- ⑨ Vorsatzschale selbsttragend:
12,5 GK Platte
35 mm Heraklith BM
15 mm GKF-Platte, alle 3 Schichten zu Paket
verklebt, freistehend vor der KLH Wand
- ⑩ TPS 25/22
- ⑪ strömungsdichte Schicht

Wohnungstrenndecke: WTD 01

$D_{nT,w} > 55$ (-3;-9) dB
 $R'_{w} > 60$ dB
 $L'_{nT,w} < 46$ (2) dB

Deckenaufbau

5 bis 7 cm Estrich
 Estrichfolie
 3 cm TSDP
 6 cm Schüttung, ungebunden
 Rieselschutz (wenn nötig)
 KLH-Deckenplatte
 abgehängte Decke

Wohnungstrennwand: WTW 1s xxt

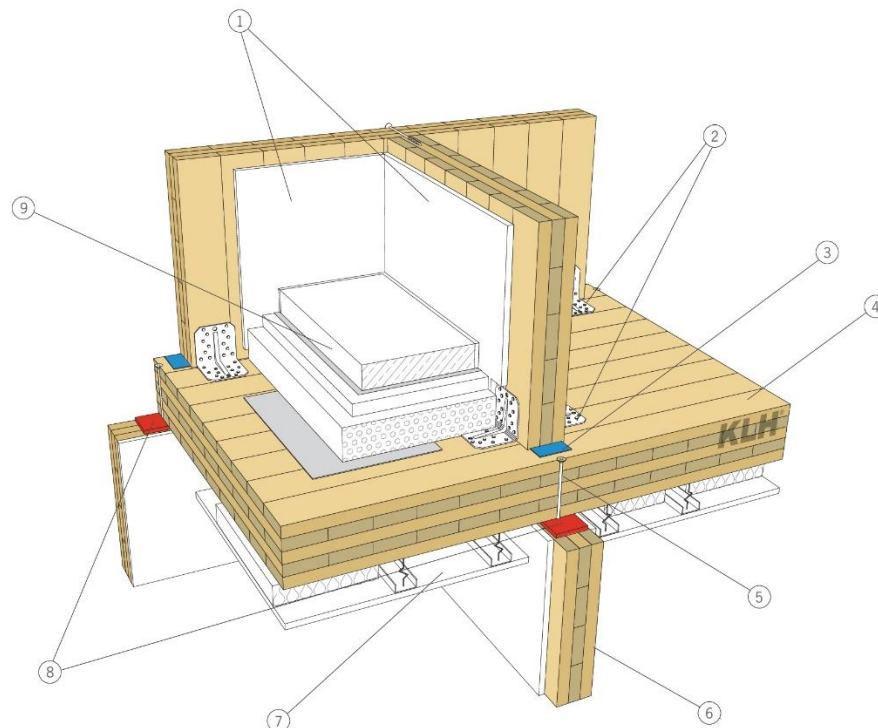
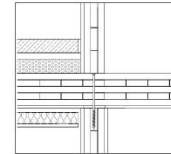
$D_{nT,w} > 59$ (-1;-7) dB
 $R'_{w} > 60$ (-2;-8) dB
 $R_w > 63$ (-3;-9) dB
 REI 90 beidseitig

Wandaufbau

Vorsatzschale selbsttragend
 TPS 25/22
 KLH-Wandplatte
 Strömungsdichte Schicht
 TPS 25/22
 Vorsatzschale selbsttragend

07 DETAIL KLH – BS 01-2

7.1 KNOTEN TRENNDECKE – INNENWAND TRAGEND



- ① Verkleidung mit Gipskarton
- ② BMF-Winkel für Schubkräfte sowie geringe Zugkräfte
- ③ Fugenband
- ④ KLH-Deckenplatte
- ⑤ Verschraubung lt. Statik
- ⑥ KLH-Wandplatte
- ⑦ Abgehängte Decke (ca. 7 cm Luftraum mit Hohlraumdämpfung)
- ⑧ Elastische Lagerung für Schallschutz
- ⑨ Fußbodenaufbau

Wohnungstrenndecke: WTD 01

$D_{nT,w} > 55$ (-3;-9) dB
 $R'_{w} > 60$ dB
 $L'_{nT,w} < 46$ (2) dB

Deckenaufbau

5 bis 7 cm Estrich
 Estrichfolie
 3 cm TSDP
 6 cm Schüttung, ungebunden
 Rieselschutz (falls notwendig)
 KLH-Deckenplatte
 abgehängte Decke

Brandschutz von CLT

CLT unter Brandeinwirkung

CLT von Stora Enso hat einen Feuchtigkeitsgehalt von zirka 12 %. Wird CLT einer Brandbeanspruchung ausgesetzt und kommt es somit zu einer Energiezufuhr, steigt dessen Temperatur und das darin enthaltene Wasser beginnt ab ca. 100 °C zu verdampfen. Die ab 200-300 °C stattfindende Zersetzung chemischer Verbindungen – wobei es durch Ausgasung brennbarer Bestandteile des Holzes zur Verformung mit Flamme kommt – wird Pyrolyse genannt; sie setzt sich schrittweise fort und baut hinter sich eine Verkohlungzone auf. Diese Kohleschicht entsteht aus kohlenstoffhaltigen Rückständen der Pyrolyse, die mit Glut verbrennen. Die Eigenschaften dieser Schicht – insbesondere die niedrige Dichte und die hohe Permeabilität – wirken wärmedämmend und schützend in Bezug auf das darunter liegende, unversehrte Holz.

Daraus resultiert die schützende Wirkung der Kohleschicht auf noch nicht vom Brand beanspruchte, innere CLT-Lagen, sodass – anders als bei Stahl- oder Betonkonstruktionen – die massive Holzkonstruktion bei einem Brand zwar verkohlt, aber der Pyrolysevorgang und das Verhalten von Holz unter Brandeinwirkung berechenbar und vorhersehbar sind.

Brandschutzmaßnahmen – die beispielsweise bei Stahlkonstruktionen zusätzlich notwendig werden – wurden dem Baustoff Holz bereits durch die Eigenschaften der Pyrolyse und der Kohleschichtbildung, von der Natur in die Wiege gelegt. Der ökologische Baustoff bietet einzigartige Eigenschaften unter Brandeinwirkung, die in hohen Feuerwiderständen von CLT-Elementen resultieren.

Um diese Aussage zu bekräftigen, wurde Stora Enso CLT von akkreditierten Instituten geprüft. Die Ergebnisse sprechen eine deutliche Sprache und belegen den hohen Feuerwiderstand von CLT-Bauteilen.

Trennwandaufbauten

Schallwerte aus Labor- und Bauteilemessungen, Details zur Knotenausbildung auf Anfrage.

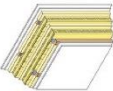
D_{st,w} (C,C_{tr}) 67 (-1;-4) dB

Zweischalig, Vorsatzschale

12,5 mm	Gipskartensplatte
12,5 mm	Gipskartensplatte
50 mm	Vorlagende (CW-Prall)
50 mm	Vorlagende (CW-Prall)
inkl. 50 mm	Mineralfülle

Stora Enso CLT

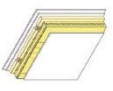
100 mm	Vorlagende
40 mm	Mineralfülle
100 mm	Vorlagende
50 mm	Vorlagende
50 mm	Vorlagende
50 mm	Mineralfülle
12,5 mm	Gipskartensplatte
12,5 mm	Gipskartensplatte



D_{st,w} (C,C_{tr}) 60 (-2;-8) dB

Einschalig, Vorsatzschale

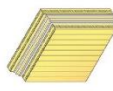
12,5 mm	Gipskartensplatte
100 mm	Stora Enso CLT
50 mm	Vorlagende
50 mm	Vorlagende
50 mm	Vorlagende
12,5 mm	Gipskartensplatte
12,5 mm	Gipskartensplatte



D_{st,w} (C,C_{tr}) 61 (-3;-10) dB

Zweischalig, CLT sichtbar

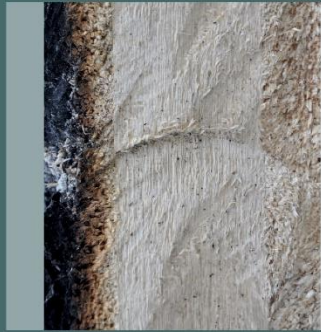
100 mm	Stora Enso CLT
12,5 mm	Gipskartensplatte
30 mm	Mineralfülle
30 mm	Mineralfülle
6 mm	Lufthohle
100 mm	Stora Enso CLT



Wandaufbauten

Die Schalldämmung von einschaligen Bauteilen ist durch ihre flächenbezogene Masse und die Biegesteifigkeit bestimmt. Nach dem Massegesetz von Berger erhöht sich die Schalldämmung bei Verdoppelung der Masse um 6 dB und hat bei der Konstruktionsfrequenz ihre Schwachstelle. Bei mehrschaligen Bauteilen mit Vorsatzschalen lässt sich bei geringerer Masse eine höhere Schalldämmung erreichen.

Bei solchen Masse-Feder-Systemen steigt die Schalldämmung unterhalb der Resonanzfrequenz f_0 um 6 dB pro Oktave (Verdoppelung der Frequenz), oberhalb f_0 jedoch um 18 dB pro Oktave. Um eine gute Schalldämmung zu erreichen ist die Resonanzfrequenz also möglichst tief (≤ 100 Hz) abzustimmen. Verringern lässt sich die Resonanzfrequenz durch Vergrößerung des Schaltenabstandes, die Erhöhung der Masse sowie durch eine möglichst biegeweiche Anbindung der Vorsatzschale an die tragende Wand. Zur Vermeidung von Hohlraumresonanzen sind Vorsatzschalen mit flechtigen Dämmstoffen auszdämmen.



Querschnittfläche eines ursprünglich mit GKF-Platten beklebten 80 mm dicken CLT-Elementes nach einem Großbrandversuch: Gut zu erkennen sind die verschiedenen Schichten – die Verkohlungszonen (schwarze Färbung), gefolgt von der Pyrolysezone (braunliche Färbung) und dem unversehrten Holz – die durch Fortschreiten des Brandes bzw. der Pyrolyse entstehen.

Das Brandverhalten von Stora Enso CLT ist als D-s2, d0 eingestuft.

Zur Führung des Nachweises des Feuerwiderstandes von Holzbauteilen können entweder Klassifizierungsberichte nach EN 13501-2 auf Basis von Großbrandversuchen herangezogen oder Berechnungen nach EN 1986-1-2 in Kombination mit den jeweiligen nationalen Anwendungsdokumenten durchgeführt werden.

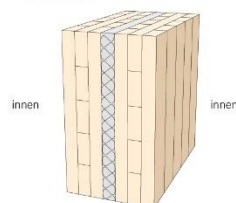
10.4.3 Mayr-Melnhof

Bauteilkatalog

Wohnungstrennwand / Ohne Installationsebene

Systemaufbau von links nach rechts	Stärke [mm]	Bauteilstärke [mm]	Bauphysik		
			Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
MMcrosslam 3s od. 5s	100	230	REI 60*	Luftschall R_w 48 dB	U-Wert 0,39 W/m²K
Trittschalldämmplatte MW-T	30,0				
MMcrosslam 3s od. 5s	100				

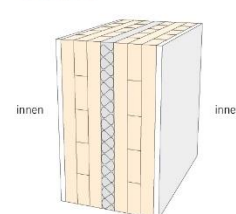
WTW 01



Wohnungstrennwand / Ohne Installationsebene

Systemaufbau von links nach rechts	Stärke [mm]	Bauteilstärke [mm]	Bauphysik		
			Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
GKF 12,5 mm	12,5	255	REI 90*	Luftschall R_w 56 dB	U-Wert 0,38 W/m²K
MMcrosslam 3s od. 5s	100				
Trittschalldämmplatte MW-T	30,0				
MMcrosslam 3s od. 5s	100				
GKF 12,5 mm	12,5	230	REI 60*	48 dB	0,39 W/m²K
Aufbau ohne GKF Platten					

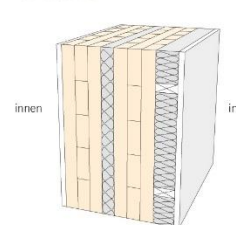
WTW 02



Wohnungstrennwand / Mit Installationsebene

Systemaufbau von links nach rechts	Stärke [mm]	Bauteilstärke [mm]	Bauphysik		
			Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
GKF 12,5 mm	12,5	305	REI 90*	Luftschall R_w 62 dB	U-Wert 0,27 W/m²K
MMcrosslam 3s od. 5s	100				
Trittschalldämmplatte MW-T	30,0				
MMcrosslam 3s od. 5s	100				
Holzlattung Fichte 40/50 auf Schwingbügel Glaswolle [0,040; R = 16] D = 50 mm	50,0				
GKF 12,5 mm	12,5				

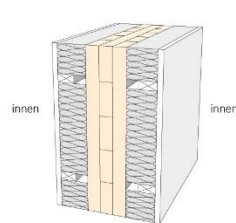
WTW 03



Wohnungstrennwand / Mit Installationsebene

Systemaufbau von links nach rechts	Stärke [mm]	Bauteilstärke [mm]	Bauphysik		
			Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
GKF 12,5 mm	12,5	265	REI 90*	Luftschall R_w 58 dB	U-Wert 0,25 W/m²K
Steinwolle [0,04; R = 27] D = 60 mm	70,0				
Holzlattung Fichte 40/50 auf Schwingbügel	70,0				
MMcrosslam 3s od. 5s	100				
Holzlattung Fichte 40/50 auf Schwingbügel Steinwolle [0,04; R = 27] D = 60 mm	70,0				
GKF 12,5 mm	12,5				

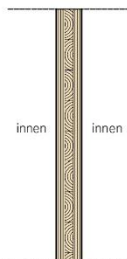
WTW 04



Quelle: www.dataholz.com, Katalog »Bauphysikalisch geprüfter Bauteile für den Holzbau«
*It. Klassifizierungsbericht Holz Forschung Austria, EN 13501-2: REI 30 – REI 120

IW 01

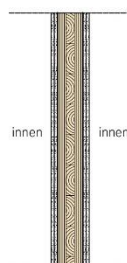
Innenwand / Ohne Installationsebene



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
M1 BSP crossplan	95,0	95	F30 / REI30 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 75 mm	Luftschall R_w 33 dB	U-Wert 1,1 [W / m²K]

IW 02

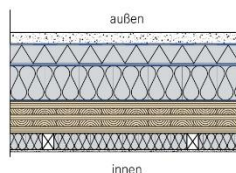
Innenwand / Ohne Installationsebene



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
GFK 2 x 12,5 mm	25,0	145	F90 / REI90 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt	Luftschall R_w 38 dB	U-Wert 0,87 [W / m²K]
M1 BSP crossplan	95,0				
GFK 2 x 12,5 mm	25,0				

FD 01

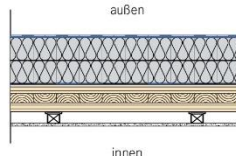
Flachdach / Abgehängt / Ohne Hinterlüftung



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Schüttung Kies	50,0	512	F60 / REI60 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt	Luftschall R_w 47 dB	U-Wert 0,12 [W / m²K]
Trennvlies [SD ≤ 0,2M]					
Extrudiertes Polystyrol	80,0				
Bitumenpappe	9,0				
Steinwolle [0,040; R = 16]	150,0				
Dampfbremse SD ≥ 1500M		140			
M1 BSP crossplan Decke bzw. lt. statischer Erfordernis					
Holz Fichte Lattung abgehängt					
Glaswolle [0,040; R = 16] D = 50 mm	70,0				
GKF-Platte	12,5				

FD 02

Flachdach / Abgehängt / Ohne Hinterlüftung



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Dachbahn		381	F30 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt	Luftschall R_w 47 dB	U-Wert 0,15 [W / m²K]
Faserdämmplatte 2 x 100 mm	200,0				
Dampfsperre bituminös (= Notdach)	0,2				
M1 BSP crossplan Decke 118 mm bzw. lt. statischer Erfordernis	118				
Schwingbügel / Luftraum	50,0				
Gipsfaserplatte	12,5				

Quelle: www.dataholz.com, Katalog «Bauphysikalisch geprüfter Bauteile für den Holzbau»

10.4.4 Velox



Mantelbetonsystem Empfohlene und geprüfte Wandsysteme



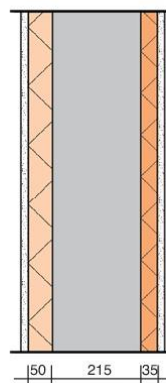
GT 30 - Wohnungstrennwand (ohne Vorsatzschale) $U = 0,82 \text{ W/m}^2\text{K}$

Nach OIB Richtlinie 6!

Mantelbeton-Wand aus Holzspan-Dämmplatten gemäß ÖNORM B 6022.

Tragende Wohnungstrennwand ohne Bewehrung mit Betongüte C 12/15 bis C 25/30 und beidseitigem Kalk-Gips-Putz von 15 mm.

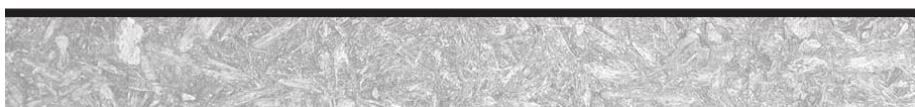
Bis max. 15 Geschoße, jedoch abhängig vom Öffnungsgrad, der Betongüte und der Erdbebenzone in Österreich.



Wandangaben	Dicke d (m)	Roh- dichte (kg/m³)	Wärme- leitfähigkeit (W/mK)	Wärme- durchlass- widerstand (m² K/W)
Wärmeübergangswiderstand (Rs, i)				0,130
Kalk-Gips-Putz	0,015	1300	0,700	0,021
VELOX - WS	0,050	560	0,100	0,500
Betonkern	0,215	2200	1,500	0,143
VELOX - WSD	0,035	750	0,125	0,280
Kalk-Gips-Putz	0,015	1300	0,700	0,021
Wärmeübergangswiderstand (Rs, i)				0,130

MASSE der Konstruktion	m (kg/m²)	575
WÄRMEDURCHLASSWIDERSTAND der Gesamtkonstruktion	R (m²K/W²)	1,225
WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENT der Gesamtkonstruktion	U (W/m²K)	0,82

Brandwiderstandsklasse der gesamten Konstruktion **REI90** lt. ÖNORM B 3800 4. Teil
Schalldämmmaß $R_w = 64 \text{ dB}$ lt. Prüfattest TU Graz vom 27.11.2007



www.velox.at

http://www.velox.at/fileadmin/content/produkte/wohn-hochbau/wandsysteme/Trennwaende/Datenblatt_GT30.pdf

Mantelbetonsystem

Empfohlene und geprüfte Wandsysteme

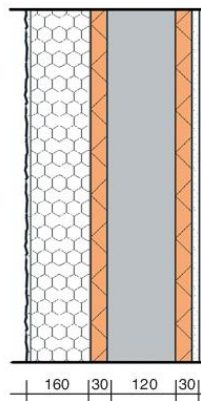


TT 18 - Innenwand oder Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (EPS)

Mantelbeton-Wand aus Holzspan-Dämmplatten gemäß ÖNORM B 6022.

Tragende Innenwand oder Außenwand mit Wärmedämmverbundsystem (EPS) ohne Bewehrung mit Betongüte C 12/15 bis C 25/30 und innenseitigem Kalk-Gips-Putz von 15 mm.

Bis max. 4 Geschoße, jedoch abhängig vom Öffnungsgrad, der Betongüte und der Erdbebenzone in Österreich.



Berechnungsbeispiel:

TT-18 mit 16 cm WDVS

Wandangaben	Dicke d (m)	Roh- dichte (kg/m³)	Wärme- leitfähigkeit (W/mK)	Wärme- durchlass- widerstand (m² K/W)
Wärmeübergangswiderstand (Rs, e)				0,040
Dünnbett - Silikatputz	0,005	1300	0,800	0,006
WDVS - EPS	0,160	20	0,040	4,000
VELOX - WSD	0,030	750	0,125	0,240
Betonkern	0,120	2200	1,500	0,080
VELOX - WSD	0,030	750	0,125	0,240
Kalk-Gips-Putz	0,015	1300	0,700	0,021
Wärmeübergangswiderstand (Rs, i)				0,130
MASSE der Konstruktion		m (kg/m²)	365	
WÄRMEDURCHLASSWIDERSTAND der Gesamtkonstruktion		R (m²K/W²)	4,75	
WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENT der Gesamtkonstruktion		U (W/m²K)	0,21	

Weitere U-Werte

WDVS in cm	U-Wert W/m²K
14	0,24
16	0,21
20	0,17

Brandwiderstandsklasse der gesamten Konstruktion **REI90** lt. ÖNORM B 3800 4. Teil
Schalldämmmaß R_w = 50 dB lt. Eignungsnachweis Prof. Dr. DI Rudolf Suntinger

www.velox.at

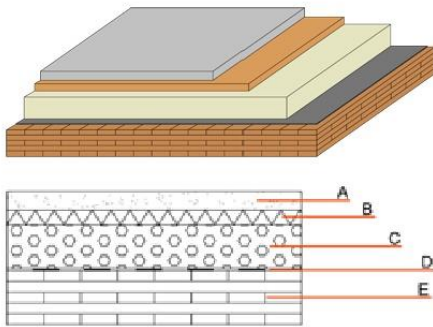
http://www.velox.at/fileadmin/content/produkte/wohn-hochbau/wandsysteme/aussenwaende/Datenblatt_TT18.pdf

10.4.5 DataHolz

dataholz.com

Bezeichnung: tdmxs01-01
Stand: 15.10.2015
Quelle: Saint-Gobain Rigips Austria GesmbH
Bearbeiter: HFA, PLB

Trenndecke - Holzmassivbau, ohne Bekleidung, nass, mit Schüttung



Bauphysikalische und ökologische Bewertung

Brandschutz	REI	90
--------------------	-----	----

max. Spannweite = 5 m; max. Last $E_{d,fi}$ = 5,06 kN/m²
Klassifizierung durch IBS

Wärmeschutz	U[W/(m ² K)]	0,37
	Diffusionsverhalten	geeignet
	$m_{w,B,A}$ [kg/m ²]	34,7

speicherwirksame Masse oben: 102,7 kg/m
Berechnung durch HFA

Schallschutz	R_w (C ₅ ;C ₅)	77 (-2; -7)
	$L_{n,w}$ (C ₅)	38 (-1)

Beurteilung durch IFT

Ökologie*	OI _{3,kon}	14,5
------------------	---------------------	------

Berechnung durch IBO

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau

(von außen nach innen, Maße in mm)

	Dicke	Baustoff	Wärmeschutz				Brandverhaltenskl.
			λ	μ min - max	ρ	c	
A	50,0	Zementestrich	1,330	50 - 100	2000	1,080	A1
B	40,0	Trittschalldämmung MW-T [s' = 6 MN/m]	0,035	1	80	1,030	A2
C	120,0	Splittschüttung gebunden Splitt 5/8 dauerelastisch gebunden	0,700	2	1500	1,000	A1
D		Rieselschutz					E
E	147,0	Brettspertholz BBS 125 5-lagig	0,130	50	470	1,600	D

*Ökologische Bewertung im Detail

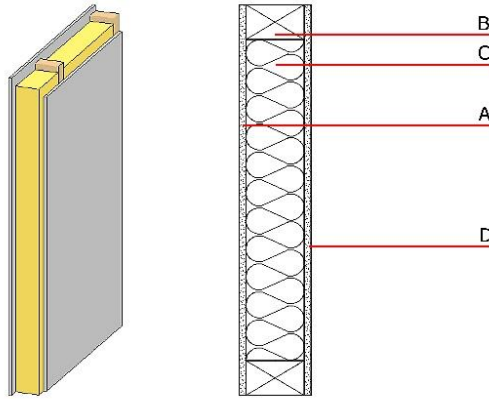
GWP	AP	PEI ne	PEI e	EP	POCP
[kg CO ₂ Äqv.]	[kg SO ₂ Äqv.]	[MJ]	[MJ]	[kg PO ₄ Äqv.]	[kg C ₂ H ₄ Äqv.]
-70,5	0,258	845,3	1.643,0	0,039	0,067

*Flächenbezogene Masse

m	Berechnet mit
[kg/m ²]	
352,40	GKF

dataholz.com – Katalog bauphysikalisch und ökologisch geprüfter und/oder zugelassener Holz und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilanschlüsse für den Holzbau, freigegeben von akkreditierten Prüfanstalten.
Die Kennwerte können als Grundlage für die Nachweisführung gegenüber österreichischen Baubehörden herangezogen werden.

Innenwand - Holzrahmenbau, ohne Installationsebene



Bemerkung: Der Feuerwiderstand gilt beim Einsatz als Trennwand mit einseitiger Beflammung.

Bauphysikalische und ökologische Bewertung

Brandschutz	REI	45
-------------	-----	----

max. Wandhöhe = 3 m; max. Last $E_{d,5}$ = 19,2 kN/m
 Klassifizierung durch MA39

Wärmeschutz	$U[W/(m^2K)]$	
	Diffusionsverhalten	
	$m_{v,B,A}[kg/m^2]$	12,7

Berechnung durch HFA

Schallschutz	$R_w (C, C_{tr})$	–
	$L_{n,w} (C_1)$	–

Ökologie*	ÖI3 _{kon}	-23,8
-----------	--------------------	-------

Berechnung durch IBO

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau

(von außen nach innen, Maße in mm)

	Dicke	Baustoff	Wärmeschutz		ρ	c	Brandverhaltenskl.
			λ	μ min – max			
A	12,5	GKF oder	0,250	10	800	1,050	A2
A	12,5	Gipsfaserplatte	0,320	21	1000	1,100	A2
B	100,0	Konstruktionsholz (60/100 od. 60/160; e=625)	0,130	50	500	1,600	D
C	100,0	Glaswolle (0,040; R=16)	0,040	1	16	1,030	A1
D	12,5	GKF oder	0,250	10	800	1,050	A2
D	12,5	Gipsfaserplatte	0,320	21	1000	1,100	A2

*Ökologische Bewertung im Detail

GWP	AP	PEI ne	PEI e	EP	POCP
[kg CO ₂ Äqv.]	[kg SO ₂ Äqv.]	[MJ]	[MJ]	[kg PO ₄ Äqv.]	[kg C ₂ H ₄ Äqv.]
2,0	0,045	184,1	105,9	0,007	0,002

*Flächenbezogene Masse

m	Berechnet mit
[kg/m ²]	
25,50	Gipsfaserplatte

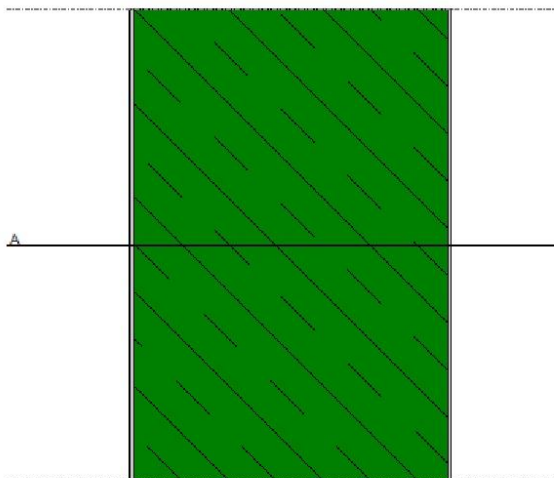
dataholz.com – Katalog bauphysikalisch und ökologisch geprüfter und/oder zugelassener Holz und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilanschlüsse für den Holzbau, freigegeben von akkreditierten Prüfanstalten.
 Die Kennwerte können als Grundlage für die Nachweisführung gegenüber österreichischen Baubehörden herangezogen werden.

10.4.6 Bau!Massiv!

Wohnungstrennwand, Stahlbeton, 20cm



Stahlbetonwand 20cm



Bauphysikalische Werte

Wärmedämmung	U in W/m ² K	2.87
Speichermasse	m _{W,B,A} in kg/m ²	237
Luftschallschutz	R _w in dB	61 ¹
Brandschutz		-

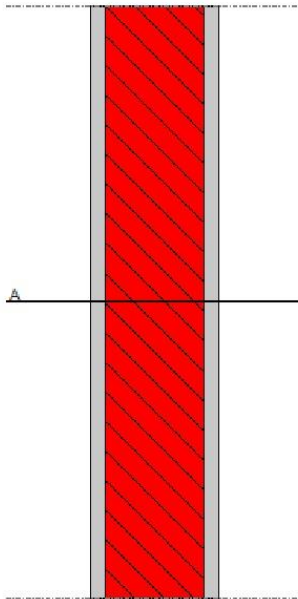
¹Berechnung laut Norm

Dies ist eine sehr vereinfachte Darstellung. Insbesondere die korrekte Ausführung des Fensteranschlusses nach ÖNORM B5320 muss sichergestellt werden.

Schichten von außen nach innen bzw. von oben nach unten. Speichermasse m_{W,B,A} bezieht sich auf die Innen- bzw. Unterseite.

Dicke[cm]	Baustoff	Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]	spezifische Wärmekapazität [kJ/kgK]	Dichte [kg/m ³]
0.2	Innenspachtel	0.8	1.13	1500
20	Stahlbetonwand	2.4	1.08	2400
0.2	Innenspachtel	0.8	1.13	1500

Ziegelwand 10cm nichttragend



Bauphysikalische Werte

Wärmedämmung	U in W/m²K	1.56
Speichermasse	$m_{w,B,A}$ in kg/m²	55
Luftschallschutz	R_w in dB	40 ¹
Brandschutz		-

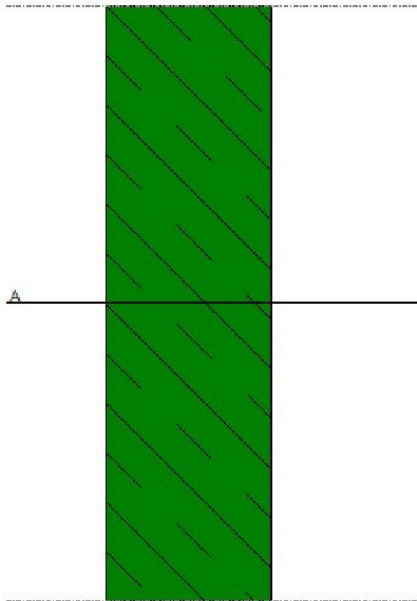
¹Prüfbericht

Dies ist eine sehr vereinfachte Darstellung. Insbesondere die korrekte Ausführung des Fensteranschlusses nach ÖNORM B5320 muss sichergestellt werden.

Schichten von außen nach innen bzw. von oben nach unten. Speichermasse $m_{w,B,A}$ bezieht sich auf die Innen- bzw. Unterseite.

Dicke[cm]	Baustoff	Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]	spezifische Wärmekapazität [kJ/kgK]	Dichte [kg/m³]
1.5	Innenputz	0.7	1	1500
10	Hochlochziegel IW NT	0.295	0.92	800
1.5	Innenputz	0.7	1	1500

Stahlbetonwand 10cm



Bauphysikalische Werte

Wärmedämmung	U in W/m²K	3.31
Speichermasse	$m_{w,B,A}$ in kg/m²	123
Luftschallschutz	R_w in dB	51 ¹
Brandschutz		-

¹Berechnung laut Norm

Dies ist eine sehr vereinfachte Darstellung. Insbesondere die korrekte Ausführung des Fensteranschlusses nach ÖNORM B5320 muss sichergestellt werden.

Schichten von außen nach innen bzw. von oben nach unten. Speichermasse $m_{w,B,A}$ bezieht sich auf die Innen- bzw. Unterseite.

Dicke[cm]	Baustoff	Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]	spezifische Wärmekapazität [kJ/kgK]	Dichte [kg/m³]
10	Stahlbetonwand	2.4	1.08	2400

10.5 OI3 Datenblätter

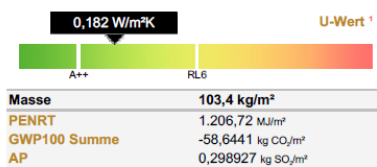
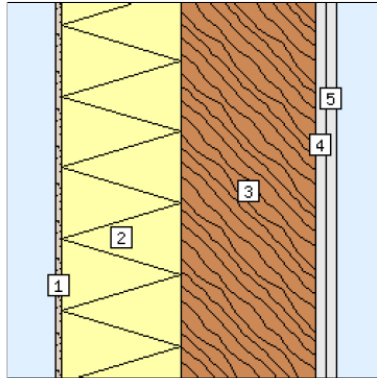
Außenwände

31. 10. 2015
Marcus Pipoh (P17513)



Aussenwand mit KLH

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet



Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1		Baugutputz KZP 65	0,200	0,830	0,002	0
2		WDVS aus EPS	14,000	0,035	4,000	25
3		KLH Platte	15,800	0,130	1,215	41
4		Gipskartonplatte 1,25 cm	1,250	0,250	0,050	2
5		Gipskartonplatte 1,25 cm	1,250	0,250	0,050	2
$R_{si} / R_{se} =$					0,130 / 0,040	
R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =					5,488 / 5,488	
Bauteil			32,500		5,488	70

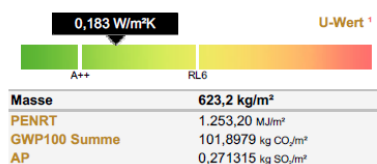
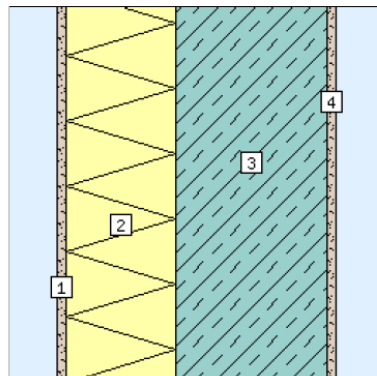
¹ U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946. A++: U-Werte im Bereich der Markierung A++ (0,13 W/m²K) sind notwendig, um derartige Gebäude zu errichten. RL6: OIB Richtlinie 6 (April 2007); In ganz Österreich seit 1.1.08 verbindlich festgelegter max. U-Wert (0,35 W/m²K) für alle Neubauten sowie instandgesetzte bzw. erneuerte Bauteile.

31. 10. 2015
Marcus Pipoh (P17513)



Stahlbetonaussenwand

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet

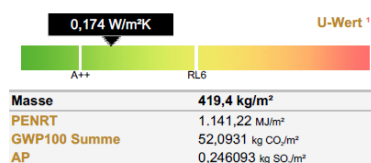
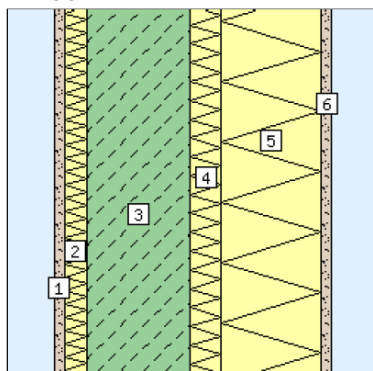


Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1		Mineralischer Putz	1,500	0,910	0,016	3
2		WDVS aus EPS	18,000	0,035	5,143	32
3		Stahlbeton	25,000	2,300	0,109	57
4		Gipsputz	1,500	0,470	0,032	2
$R_{si} / R_{se} =$					0,130 / 0,040	
R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =					5,470 / 5,470	
Bauteil			46,000		5,470	95

¹ U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946. A++: U-Werte im Bereich der Markierung A++ (0,13 W/m²K) sind notwendig, um derartige Gebäude zu errichten. RL6: OIB Richtlinie 6 (April 2007); In ganz Österreich seit 1.1.08 verbindlich festgelegter max. U-Wert (0,35 W/m²K) für alle Neubauten sowie instandgesetzte bzw. erneuerte Bauteile.

Velox Aussenwand

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet



Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1		Gipsputz	1,500	0,470	0,032	2
2		Velox WSD 35	3,500	0,104	0,337	3
3		Normalbeton	16,500	1,350	0,122	20
4		Velox WS 50	5,000	0,104	0,481	5
5		WDVS aus EPS	16,000	0,035	4,571	29
6		Silikonharzputz	1,500	0,700	0,021	21
			$R_s / R_{se} =$		0,130 / 0,040	
			R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		5,734 / 5,734	
Bauteil			44,000		5,734	80

¹ U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 A++ (0,13 W/m²K) sind notwendig, um derartige Gebäude zu errichten. RL6: OIB Richtlinie 6 (April 2007); In ganz Österreich soll 1.1.08 verbindlich festgelegter max. U-Wert (0,35 W/m²K) für alle Neubauten sowie instandgesetzte bzw. erneuerte Bauteile.

Bauteil	U [W/m²K]	d [m]	flächenspez. Masse [kg/m²]	PEI n. e. [MJ/m²]	GWP100 [kg CO ₂ equ./m²]	AP [kg SO ₂ equ./m²]	ΔOI3
Aussenwand mit KLH	0,182	0,3250	103,4	1206,72	-58,6441	0,298927	70
Stahlbetonaussenwand	0,183	0,4600	623,2	1253,20	101,8979	0,271315	95
Velox Aussenwand	0,174	0,4400	419,4	1141,22	52,0931	0,246093	80

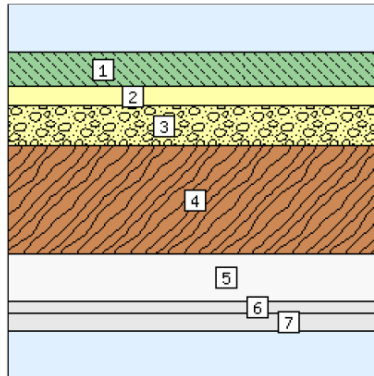
Decken

31. 10. 2015
Marcus Pipoh (P17513)

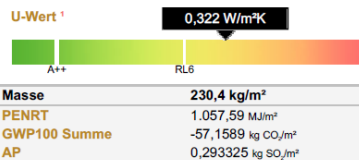


Massivholzdecke, KLH

Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben



Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1		Zementestrich	5,000	1,600	0,031	9
2		EPS Trittschalldämmung	3,000	0,042	0,714	2
3		Trockenschüttung	6,000	0,100	0,600	2
4		KLH®-Massivholzplatte	16,200	0,130	1,246	42
5		Luftschicht	7,100	0,417	0,170	0
6		18mm GK Platte	1,800	0,210	0,086	4
7		25 mm GK Platte	2,500	0,210	0,119	5
			$R_{s1} / R_{s2} =$		0,100 / 0,040	
			R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		3,107 / 3,107	
Bauteil			41,600		3,107	65



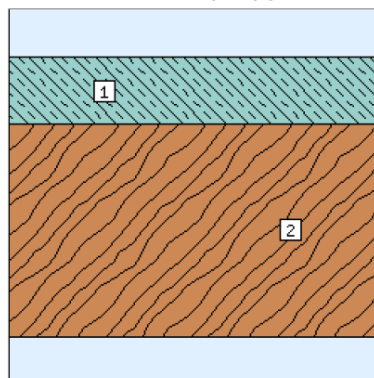
¹ U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 A++-U-Werte im Bereich der Markierung A++ (0,12 W/m²K) sind notwendig, um derartige Gebäude zu errichten. RL6: OIB Richtlinie 6 (April 2007); In ganz Österreich seit 1.1.08 verbindlich festgelegter max. U-Wert (0,20 W/m²K) für alle Neubauten sowie instandgesetzte bzw. erneuerte Bauteile.

31. 10. 2015
Marcus Pipoh (P17513)

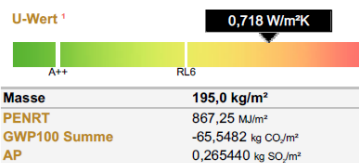


HBV Decke in Eigenproduktion

Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben



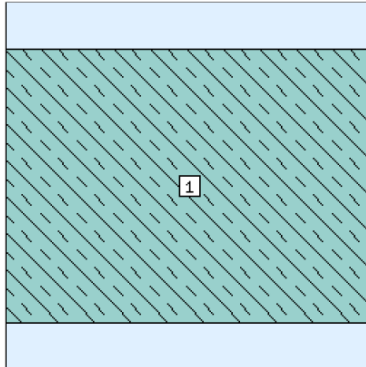
Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1		50 mm Normalbeton	5,000	2,300	0,022	11
2		KLH Platte 160mm	16,000	0,130	1,231	42
			$R_{s1} / R_{s2} =$		0,100 / 0,040	
			R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =		1,393 / 1,393	
Bauteil			21,000		1,393	53



¹ U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946 A++-U-Werte im Bereich der Markierung A++ (0,12 W/m²K) sind notwendig, um derartige Gebäude zu errichten. RL6: OIB Richtlinie 6 (April 2007); In ganz Österreich seit 1.1.08 verbindlich festgelegter max. U-Wert (0,20 W/m²K) für alle Neubauten sowie instandgesetzte bzw. erneuerte Bauteile.

Stahlbetondecke 25 cm

Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben



Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1		Stahlbeton	25,000	2,300	0,109	57
$R_s / R_{se} =$					0,100 / 0,040	
R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =					0,249 / 0,249	
Bauteil			25,000		0,249	57

U-Wert ¹

4,021 W/m²K

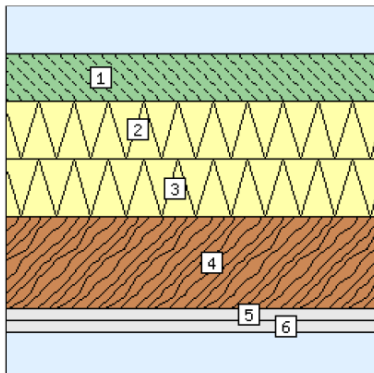


Masse	575,0 kg/m²
PENRT	655,39 MJ/m²
GWP100 Summe	73,5310 kg CO₂/m²
AP	0,174800 kg SO₂/m²

¹ U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946. A++: U-Werte im Bereich der Markierung A++ (0,12 W/m²K) sind notwendig, um derartige Gebäude zu errichten. RL6: OIB Richtlinie 6 (April 2007); in ganz Österreich seit 1.1.08 verbindlich festgelegter max. U-Wert (0,20 W/m²K) für alle Neubauten sowie instandgesetzte bzw. erneuerte Bauteile.

4.3.2.3 Holz-Holzleichtbeton-Decken

Decke, Dach: Flach- oder Schrägdach gegen Außenluft - nicht hinterlüftet - Wärmestrom nach oben



Nr.	Typ	Schicht	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔOI3 Pkt/m²
1		Beton 60mm	6,000	1,350	0,044	7
2		Velox WSD 75	7,500	0,104	0,721	7
3		Velox WSD 75	7,500	0,104	0,721	7
4		KLH®-Massivholzplatte	11,800	0,130	0,908	31
5		Rigips Feuerschutzplatte	1,500	0,250	0,060	2
6		Rigips Feuerschutzplatte	1,500	0,250	0,060	2
$R_s / R_{se} =$					0,100 / 0,040	
R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =					2,654 / 2,654	
Bauteil			35,800		2,654	57

U-Wert ¹

0,377 W/m²K



Masse	274,6 kg/m²
PENRT	918,85 MJ/m²
GWP100 Summe	-73,9756 kg CO₂/m²
AP	0,286530 kg SO₂/m²

¹ U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) berechnet nach ÖNORM EN ISO 6946. A++: U-Werte im Bereich der Markierung A++ (0,12 W/m²K) sind notwendig, um derartige Gebäude zu errichten. RL6: OIB Richtlinie 6 (April 2007); in ganz Österreich seit 1.1.08 verbindlich festgelegter max. U-Wert (0,20 W/m²K) für alle Neubauten sowie instandgesetzte bzw. erneuerte Bauteile.

Alle Delta OI3 Berechnungen und die dazugehörigen Darstellungen wurden mit dem online Tool „baubook, Rechner für Bauteile“ erstellt. Verfügbar unter: <https://www.baubook.info/BTR>

10.6 Herstellerverzeichnis

Die Produkte folgender Anbieter wurden innerhalb der Ausarbeitung betrachtet:

AME Maschinen GmbH, Badendorf 12, 8413 St. Georgen / Stiefing

<http://www.ame.at>

AMROC Baustoffe GmbH Magdeburg. Am Zweigkanal 7b, 39126 Magdeburg

<http://amroc.de>

CIDEM Hranice, a.s. - DIVISION CETRIS. Nová 223, 735 01 Hranice I – Město

<http://www.cetris.cz/>

DURISOL - Werke GmbH. Johannesgasse 46, 7312 Horitschon.

<http://www.durisol.at>

FALCO Zrt. - Zanati u. 26, 9700 Szombathely, Hungary

<http://www.falco-woodindustry.com/>

ISOSPAN Baustoffwerk GmbH. Madling 177, 5591 Ramingstein. <http://www.isospan.eu>

KLH Massivholz GmbH, Katsch an der Mur 202, 8842 Teufenbach-Katsch

<http://www.klh.at>

MAYR-MELNHOF Holz Leoben GmbH, Turmgasse 67,- 8700 Leoben

<http://www.mm-holz.com/>

RIEDER-Betonwerk GmbH. Mühlenweg 22, 5751 Maishofen

<http://www.rieder.at>

SFS GROUP AG, Rosenbergsaustasse 8, 9435 Au, Schweiz

<http://www.sfs.biz>

SINIAT GmbH. Frankfurter Landstrasse 2-4, 61440 Oberursel

<http://www.siniat.de>

STORA ENSO WP Bad St. Leonhard GmbH, Wisperndorf 4, 9642 Bad St. Leonhard

<http://www.clt.info>

THERMO-SPAN Baustoffwerk Harml - Quehenberger GmbH.

Maschl 28, 5600 St. Johann im Pongau.

<http://www.thermo-span.com>

TiComTec GmbH, Goethestr. 60, D-63808 Haibach

<http://www.ticomtec.de>

VELOX - Werk GmbH. Dachberg 10, 9422 Maria Rojach.

<http://www.velox.at>