



DIPLOMARBEIT

Leitfaden zur Wahl der optimalen Deckenkonstruktion

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

O.Univ.Prof. DDI Wolfgang Winter
und

Univ.Ass. Dipl.-Ing. Andrea Borska
als mitbetreuende Assistentin

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

Markus Koliha
9671379

Abstract

Decken sind im Hochbau mit mehr als einem Drittel der Rohbaukosten von entscheidender Bedeutung. Da jede Deckenkonstruktion ihre eigenen Stärken und Schwächen besitzt, sollte die Konstruktionsart schon in der ersten Entwurfsphase gewählt werden, wenn die Grundzüge der Gebäudestruktur erarbeitet werden.

In dieser Arbeit werden die Vor- und Nachteile von 17 aktuell angewendeten Deckenkonstruktionen untersucht. Faktoren wie sinnvolle Spannweiten, Eigengewicht, Deckenstärken, Schallschutz, Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit, thermische Speicherfähigkeit etc. werden ermittelt, sowie weitere für den Entwurf relevante Qualitäten aufgezeigt. Durch Gewichtung der vorliegenden Faktoren und Berücksichtigung der vorherrschenden Gegebenheiten kann mit Hilfe dieses Leitfadens die passende Deckenkonstruktion ermittelt werden.

Ceilings determine more than a third of the cost for structural shell and therefore are of vital importance for the construction of a building. Since each construction type has its specific strengths and weaknesses, the optimal kind should be decided in the first design phase.

In this thesis the advantages and disadvantages of 17 currently used ceiling construction types are discussed. Parameters such as appropriate span, dead load, slab thickness, acoustic insulation, cost effectiveness, sustainability and thermic retention capacity are considered. Additional qualities relevant for the design are identified. By weighting the present factors and evaluating the enviromental conditions, the appropriate ceiling construction can be determined by means of this guide.

Inhaltsverzeichnis

	Abstract.....	3
	Danksagung.....	7
	Ziel der Arbeit.....	8
	Methodik.....	9
1.	Anforderungen und Kriterien zur Wahl von Deckensystemen....	10
1.1.	Statische Anforderungen und Kriterien.....	10
1.1.1.	Einachsig und zweiachsig spannbare Deckenkonstruktionen.....	10
1.1.2.	Einfeldträger und Mehrfeldträger.....	11
1.1.3.	Auftretende Lasten.....	11
1.1.4.	Vorspannung.....	12
1.1.5.	Verbunddecken.....	13
1.2.	Bauphysikalische Anforderungen und Kriterien.....	14
1.2.1.	Schallschutz.....	14
1.2.2.	Brandschutz.....	16
1.2.3.	Wärmedurchgangskoeffizient.....	17
1.2.4.	Gewicht und Speichermasse.....	18
1.3.	Bauökologische Anforderungen und Kriterien.....	19
1.3.1.	Ökobilanz.....	19
2.	Übersicht der Deckenkonstruktionen.....	20
2.1.	Holzdecken.....	22
2.1.1.	Decken aus Tragbalken.....	23
2.1.1.1.	Tramdecke.....	23
2.1.1.2.	Fehltramdecke.....	24
2.1.1.3.	Tramtraversendecke.....	24
2.1.2.	Tafelbauweise.....	25
2.1.3.	Massivholzdecken.....	25
2.1.3.1.	Brettsperrholzdecke.....	26
2.1.3.2.	Brettstapelholzdecke.....	27
2.1.3.3.	Hohlkastendecke.....	28
2.2.	Betondecken.....	29
2.2.1.	Ortbetondecken.....	29
2.2.1.1.	Plattendecke.....	30
2.2.1.2.	Plattenbalkendecke.....	31
2.2.1.3.	Kassettendecke.....	32
2.2.1.4.	Hohlkörperdecke.....	33
2.2.2.	Teilmontagedecken.....	34
2.2.2.1.	Elementdecke.....	34

2.2.2.2.	Hohlkörperdecke	35
2.2.2.3.	Füllkörperdecke	36
2.2.3.	Vollmontagedecken	37
2.2.3.1.	Leichtbetondecke	37
2.2.3.2.	Spannbeton-Hohldecke	38
2.3.	Holz und Beton im Verbund	39
2.3.1.	Teilmontagedecken	39
2.3.1.1.	Holz-Beton Verbunddecke	39
2.3.1.2.	Holz-Leichtbeton Verbunddecke	40
2.4.	Stahl und Beton im Verbund	41
2.4.1.	Ortbeton Verbunddecken	41
2.4.1.1.	Verbundträger	42
2.4.2.	Teilmontage Verbunddecken	43
2.4.2.1.	Trapezblechverbunddecke	43
2.4.2.2.	Hoesch Additiv Decke	44
2.4.2.3.	Slim-Floor Decken	44
2.4.3.	Vollmontage Verbunddecken	45
2.4.3.1.	Cofradal Decke	46
3.	Gliederung nach unterschiedlichen Kriterien	47
4.	Wertermittlung	51
4.1.	Konstruktionshöhe	54
4.2.	Eigengewicht	56
4.3.	Wirksame Wärmespeicherkapazität	58
4.4.	Schallschutz	60
4.5.	Wärmedurchgangskoeffizient	64
4.6.	Kostenermittlung	66
4.7.	Ökobilanz	70
5.	Zusammenführung der Wertermittlung	76
6.	Ergebnisdarstellung und Empfehlung	78
7.	Quellen	90
7.1.	Literaturnachweise	90
7.2.	Normenverzeichnis	93
7.3.	Abbildungsverzeichnis	94
7.4.	Tabellenverzeichnis	96
7.5.	Diagrammverzeichnis	97
7.6.	Herstellerverzeichnis	98

8.	Anhang.....	99
8.1.	Referenzprojekte und Montagebilder	99
8.2.	Anforderungen und Kriterien zur Wahl von Deckensystemen	106
8.2.1.	Schallschutz.....	106
8.2.2.	Brandschutz.....	107
8.2.3.	Wärmedurchgangskoeffizient.....	108
8.3.	Dimensionierung	109
8.3.1.	Brettstapelholzdecke	109
8.3.2.	Holz Beton-Verbunddecke	115
8.3.3.	Plattendecke.....	122
8.3.4.	Verbundträger	125
8.3.5.	Trapezblechverbunddecke.....	128
8.3.6.	Elementdecke.....	132
8.3.7.	Spannbeton Hohldecken.....	133
8.3.8.	Verbundträger	135
8.3.9.	Cofradaldecke.....	136
8.3.10.	Brettsperrholzdecke.....	137
8.3.11.	Hohlkastendecke.....	138
8.3.12.	Hohlkörperdecke	138
8.4.	Kostenermittlung	139
8.4.1.	Kostenermittlung Quellen	139
8.4.2.	Kostenermittlung Tabellen	140
8.4.3.	Trittschalldämmung unter Estrich	145
8.4.4.	Brettsperrholzdecke.....	146
8.4.5.	Hohlkastendecke.....	150
8.4.6.	Hohlkörperdecke	150
8.4.7.	Füllkörperdecke	151
8.4.8.	Elementdecke.....	152
8.4.9.	Spannbeton Hohldecke	153
8.4.10.	Leichtbetondecke	154
8.4.11.	Verbunddecke, Hoesch Additiv Decke & Cofradaldecke.....	155
8.5.	Ökobilanz	156

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinem Diplomarbeitsprofessor O.Univ.Prof. DDI Wolfgang Winter sowie der mitbetreuenden Assistentin Univ.Ass. Dipl.-Ing. Andrea Borska bedanken, die mich tatkräftig bei dieser Arbeit unterstützt haben, und mein Interesse an diesem Thema stets steigern konnten. Ich konnte im Laufe dieser Arbeit in vielen Punkten mein Wissen vertiefen.

Weiters möchte ich mich bei Stud.Ass. Alex Müllner BSc bedanken, mich vorallem bei der Dimensionierung der tragenden Elemente unterstützt zu haben.

Ich danke meinen Eltern, dass sie mir den Besuch an der Universität ermöglicht haben, sowie meiner Frau Simone Koliha, dass sie mich in den letzten Jahren immer unterstützt hat. Anschließend danke ich Gerhard Pfister, der mir bei vielen Formulierungen und auch bei der Korrektur der Diplomarbeit sehr hilfreich zur Seite stand.

Ziel der Arbeit

Decken stellen einen integralen Bestandteil einer jeden Architektur dar. Während ihnen als horizontales Element nicht nur die Aufgabe des Überspannens zukommt, ermöglichen sie erst die vertikale Entwicklung des Raumes. Gleichzeitig gibt es eine Unzahl an verschiedenen Konstruktionsmöglichkeiten, die sich in ihren Eigenschaften und Qualitäten stark unterscheiden. Da das Deckensystem die Grundrissgestaltung stark mitbestimmt und ihr unterschiedliche Freiheit geben kann und außerdem Decken eine starke Auswirkung auf andere Bauteile eines Gebäudes haben, ist eine Auseinandersetzung mit der am besten geeigneten Deckenkonstruktion bereits ab der ersten Entwurfsphase stark zu empfehlen. Eine Wahl erst im späteren Verlauf kann größere Anpassungen des Entwurfs und damit Zeitkosten notwendig machen und verhindert außerdem die Ausnützung der spezifischen Potentiale des gewählten Deckensystems.

Die Herausforderung besteht nun darin, sich in der Unzahl der verfügbaren Konstruktionen einen Überblick zu verschaffen bzw. vor der endgültigen Wahl die Auswahl zuerst auf einige wenige Optionen einzugrenzen. Berücksichtigt man die vielen Faktoren, von denen die optimale Lösung abhängt, wird die Komplexität dieser Entscheidung deutlich. Da sich die meisten Hersteller auf ein Deckensystem spezialisiert oder dieses gerade entwickelt haben, fällt es auch schwer, sich durch Firmenberatung einen objektiven Überblick zu verschaffen. Neben historischen Decken und Spezialkonstruktionen bleibt noch eine größere Zahl an aktuell eingesetzten Systemen; diese Arbeit behandelt die 17 wichtigsten davon. Sich darin einen Überblick zu verschaffen ist genau jene Aufgabenstellung, der sich diese Arbeit widmet; sie soll Architekten helfen, das optimale Deckensystem für die jeweilige Bauaufgabe auszuwählen.

Methodik

Die vorliegende Arbeit beginnt mit einer Erläuterung der für Deckensysteme relevanten Grundlagen aus den Bereichen Statik, Bauphysik und Ökologie.

Im darauf folgenden Kapitel werden 17 aktuell eingesetzte Deckenkonstruktionen inklusive Sonderformen beschrieben. Es werden die spezifischen Vor- und Nachteile unterschiedlicher Materialien erläutert, sowie genauere Betrachtungen jedes Deckensystems in Hinsicht auf Herstellung, Montage, Eigenschaften, Stärken und Schwächen, sowie sonstige relevante Aspekte vorgenommen. Einige der beschriebenen Eigenschaften resultieren aus den Berechnungen im darauf folgenden Kapitel (Wertermittlung).

Im Kapitel 4 „Wertermittlung“ wurden diese 17 Deckensysteme mit unterschiedlichen Standardaufbauten versehen, welche zumindest die gesetzlichen Mindestanforderungen an den Schallschutz gewährleisten, jedoch an die Stärken und Schwächen der jeweiligen Konstruktion angepasst sind. Eine Dimensionierung wurde für eine Spannweite von 6m, einer Nutzlast von 3,0 kN/m² und eine Fußbodenauflast von 2,0 kN/m² unter Berücksichtigung des spezifischen Eigengewichts durchgeführt. Zusätzlich zu Schallschutz und Eigengewicht wurde die wirksame thermische Speichermasse, der Wärmedurchgangskoeffizient, die Wirtschaftlichkeit, die Arbeitszeit und die Ökobilanz der Deckenkonstruktionen inklusive und exklusive Fußbodenaufbau ermittelt.

Seitlich neben den Beschreibungen der Decken im Kapitel 2 „Übersicht der Deckenkonstruktionen“ befindet sich eine Kompaktübersicht der jeweiligen Decke, die ebenso die ermittelten Werte mit Fußbodenaufbau beinhaltet.

Zu guter Letzt werden nach Analyse der ermittelten Werte die Stärken und Schwächen in der Ergebnisdarstellung sowohl in Textform als auch mit Hilfe von Piktogrammen präsentiert; außerdem wird je eine Empfehlung für Einfamilienhäuser, Wohnbauten und Bürobauten vorgestellt.

Nähere Informationen zu der Ermittlung der Werte lassen sich im Anhang nachschlagen.

1. Anforderungen und Kriterien zur Wahl von Deckensystemen

1.1. Statische Anforderungen und Kriterien

1.1.1. Einachsig und zweiachsig spannbare Deckenkonstruktionen

Einige Decken lassen sich nur einachsig spannen, andere wiederum können auch zweiachsig gespannt werden (Abb. 1). Einachsig gespannt bedeutet, dass die Deckenelemente auf nur zwei gegenüberliegende Seiten ihre Kräfte abtragen. Bei Öffnungen in der Decke (z.B. Stiege, Lüftung etc.) werden Auswechslungen zur Kraftabtragung benötigt. Einachsig gespannte Decken sind mehr an ein orthogonales Raster gebunden, was bei der Grundrissgestaltung einschränken kann.

Andere Deckenkonstruktionen wiederum lassen sich auch zweiachsig (kreuzweise) spannen. Hier werden beide Richtungen für die Lastabtragung herangezogen. Die Biegemomente werden verringert und damit sind etwas geringere Deckenstärken möglich. Zweiachsig gespannte Decken sind nur bis zu einem Seitenverhältnis von 2:1 sinnvoll. Wird das Seitenverhältnis größer, wirken sie wie eine einachsig gespannte Platte.¹ Werden sie gleichmäßig belastet, konzentrieren sich die Auflagerkräfte hauptsächlich auf die Mittelbereiche der Wände, was die Ecken abheben lässt² (Abb. 2). Bei Stahlbetondecken kann dies durch Auflast, Verankerung oder eine randversteifende Attika verhindert werden; es ergibt sich ein zusätzlicher Trageffekt, der die Biegemomente weiter abmindert. Die in den Ecken damit entstehenden Drillmomente müssen mit einer zusätzlichen konstruktiven Bewehrung in den Ecken aufgenommen werden.³ Decken auf Stützen sind ebenso zweiachsig gespannt.

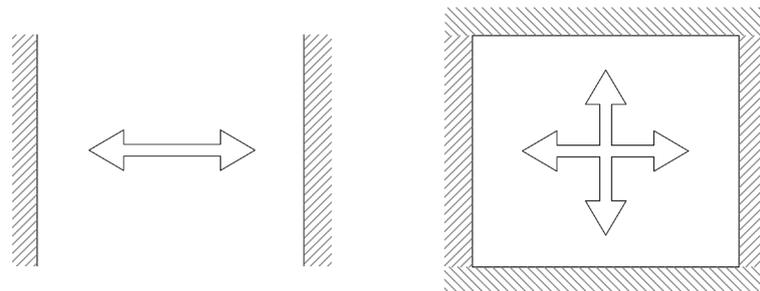


Abb. 1: einachsig und zweiachsig gespannte Decken

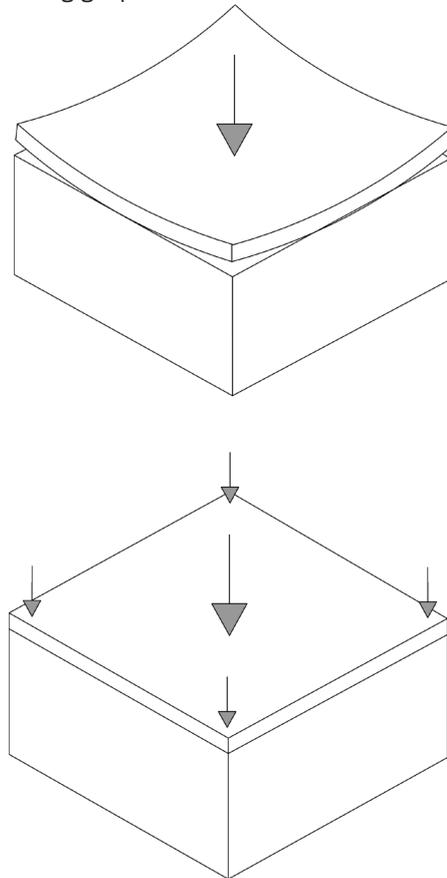


Abb. 2: Abheben der Ecken von zweiachsig gespannten Decken

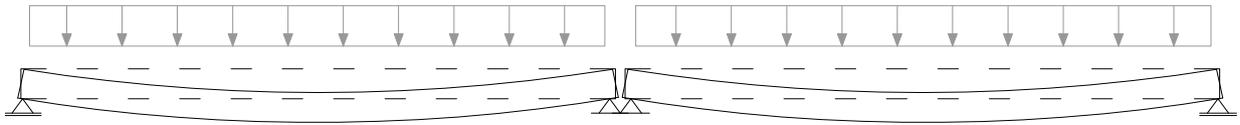
1 www.hochbau.tuwien.ac.at/fileadmin/mediapool-hochbau/Diverse/Lehre/Hochbau-BIUE/2012S/HBK1-5.pdf, 22.11.2015, 12:40

2 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.5

3 LEICHER, 2015, Tragwerkslehr in Beispielen und Zeichnungen, S.405

1.1.2. Einfeldträger und Mehrfeldträger

zwei Einfeldträger



ein Mehrfeldträger

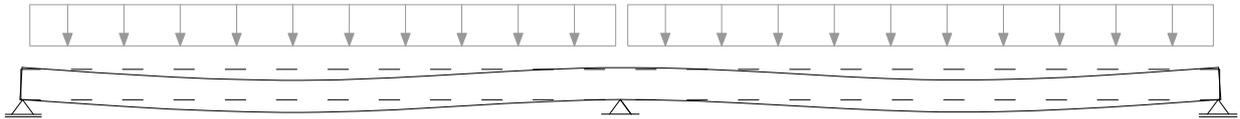


Abb. 3: Verformung eines Einfeld- und eines Mehrfeldträgers

Ein Einfeldträger ist ein Träger der zwischen zwei Endauflagern gespannt ist.

Ein Mehrfeldträger, oder auch Durchlaufträger genannt, besitzt hingegen ein oder mehrere Auflager zwischen den Endauflagern und kann aufgrund seiner Durchlaufwirkung die entstehenden Biegemomente auf die angrenzende Felder übertragen und somit die Durchbiegung minimieren. Dieses Prinzip lässt sich ebenso auf Decken anwenden.⁴ Bei größeren Temperaturdifferenzen kann es jedoch zu Zwängungen kommen.

1.1.3. Auftretende Lasten

Deckensysteme werden neben ihrem eigenen Eigengewicht und dem Gewicht des Fußbodenaufbaus hauptsächlich durch Nutzlasten (oder auch Verkehrslasten genannt) beansprucht. Diese sind in der Regel im Wohn- und Bürobau Belastungen durch den Aufenthalt von Menschen und Möblierungen. Da bei unterschiedlichen Nutzungen die erwarteten Nutzlasten variieren teilt die EN 1991-1-1 sie in unterschiedlichen Kategorien ein und definiert ihre Größen.

Nutzungskategorie			Nutzlast [kN/m ²]
Kategorie A	Wohnflächen	Decken in Wohn- und Aufenthaltsräumen	2,0
		Decken von nicht ausgebauten, begehbaren Dachböden	1,5
		Treppen in Wohnhäusern	3,0
		Balkone (Loggien)	4,0
Kategorie B	Büroflächen	Büroflächen in bestehenden Gebäuden	2,0
		Büroräume in Bürogebäuden	3,0

Tabelle 1: Nutzlastenkategorien laut EN 1991-1-1

Bei Dächern ist zusätzlich noch mit Schnee- und Windlasten zu rechnen.

Der charakteristische Wert der Schneelast S_k wird in EN 1991-1-3 angegeben und berücksichtigt die Dachneigung, die Geländehöhe und die Schneelastzone (4 Zonen in Österreich). Der Wert variiert zwischen 1,06 kN/m² (Andau im Burgenland) und 15,5 kN/m² (St. Christoph in Tirol).

Die Windlast wird durch den Basisgeschwindigkeitsdruck $q_{b,0}$ angegeben und lässt sich in der EN 1991-1-4 für ausgewählte Orte in Österreich finden. Sie variiert zwischen 0,19 kN/m² (z.B. Klagenfurt oder Villach in Kärnten) und 0,50 kN/m² (Traun in Oberösterreich).⁵

⁴ HESTERMANN, RONGEN, Baukonstruktionslehre 1, S. 7

⁵ HESTERMANN, RONGEN, Baukonstruktionslehre 1, S. 2

1.1.4. Vorspannung

Betondecken können vorgespannt ausgeführt werden, kommen aber derzeit eher nur bei Sonderanwendungen zum Einsatz (z.B. bei weitgespannten Flachdecken ab 8m). Diese Konstruktionsart ist durch den zusätzlichen Arbeitsaufwand etwas teurer, bietet aber einige Vorteile gegenüber normalem Ortbeton:

- Reduktion der Durchbiegung
- Biegebeanspruchung durch die Umlenkräfte verringert
- Höherer Durchstanzwiderstand durch Spanngliederführung über Stützen
- Reduktion der Ausschalfristen
- Verringerung der Deckenstärken

Die Umlenkräfte aus der Vorspannung entlasten die Konstruktion hauptsächlich von den Auswirkungen des Eigengewichts.⁶

Es gibt drei unterschiedliche Varianten der Vorspannung.

Am häufigsten findet bei vorgespannten Ortbetondecken die Vorspannung ohne Verbund Anwendung (*Abb. 4*). Die Spannglieder gehen über den Stützen in die Höhe und hängen dazwischen durch. Nur an den Hoch- und Tiefpunkten werden sie befestigt. Die Spannglieder liegen in einem mit Fett ausgefüllten Spannkanaal. Nach dem Betonieren und Erreichen einer Mindestbetonfestigkeit werden die Litzen mittels Spannpressen gespannt.

In Ausnahmefällen wird die Vorspannung mit nachträglichem Verbund ausgeführt. Bei diesem Verfahren werden an beiden Enden der Spannglieder Ankerkörper vorgesehen. Wenn der Beton erhärtet ist, werden die Spannglieder gespannt und anschließend der Spannkanaal durch vorgesehene Injektionsrohre mit Zementmörtel gefüllt.⁷ Der Spannkanaal muss dadurch dicker sein als bei der Vorspannung ohne Verbund und findet daher eher für dickere Bauteile als Geschoßdecken Anwendung.

Die dritte Variante ist die Vorspannung mit sofortigem Verbund. Die Spannglieder werden schon vor dem Betoniervorgang gegen externe Widerlager gespannt. Sie sind nicht ummantelt und sorgen daher für einen direkten Verbund. Nach dem Betonieren und Erhärten des Betons wird die Vorspannung gelöst. Diese Methode wird hauptsächlich in Fertigteilen angewendet.

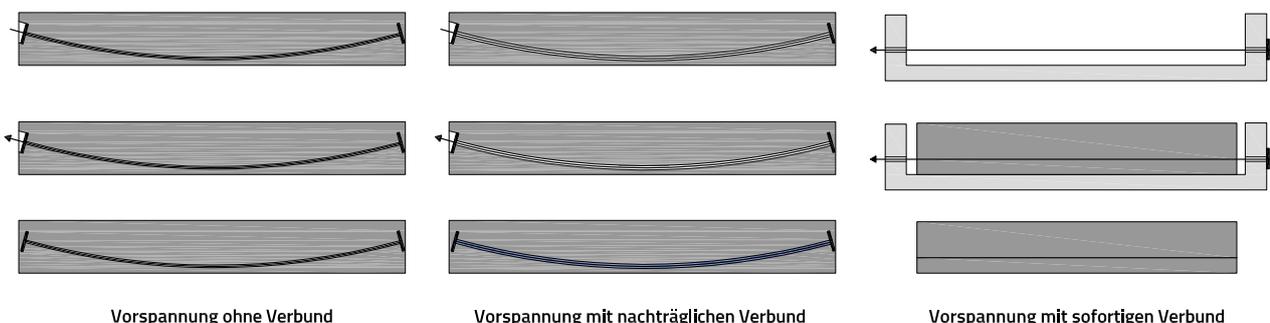


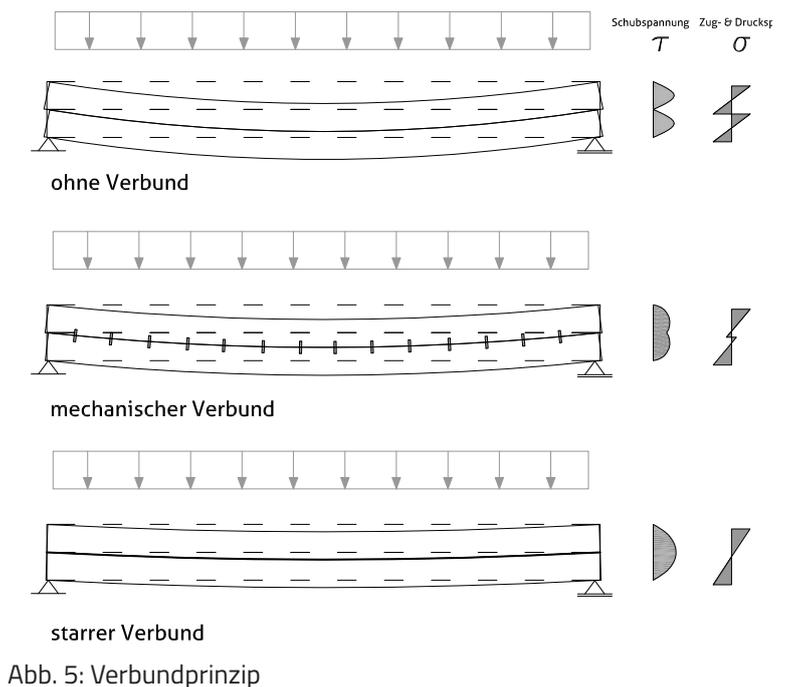
Abb. 4: Vorspannung

6 http://www.dywidag-systems.at/uploads/media/Vorgespannte_Flachdecken_m_Vorspannung_o_Verbu_at_01.pdf, 16.12.2015, 17:43

7 PAUSER, 1998; Beton im Hochbau, S.40

1.1.5. Verbunddecken

Verbunddecken kombinieren unterschiedliche Materialien miteinander, um eine optimale Ausnutzung der spezifischen Baustoffeigenschaften erhalten zu können. Durch günstige Wahl der Konstruktionsart und der Schichtdicken lassen sich die Vorteile verschiedener Materialien in einem Aufbau vereinigen. Die Tragfähigkeit kann damit erhöht werden, eine Verbesserung des Schall- und Brandschutzes ist realisierbar, die Speichermasse kann zur Amplitudenverschiebung oder Minderung der Schwingungsanfälligkeit erhöht werden, eine Verringerung des Eigengewichts ist möglich, eine Vereinfachung des Bauablaufes kann erzielt werden und eine wirtschaftliche Sanierung von alten bzw. geschädigten Konstruktionen ist durchführbar.⁸



Legt man zwei Materialien lose übereinander, verschieben sie sich gegenseitig an den Berührungsflächen. Wird zwischen den Materialien jedoch ein Verbund hergestellt, wird die Verschiebung vermindert oder völlig verhindert und die Durchbiegung damit geringer.⁹ In der Zwischenschicht entstehen Scherkräfte, die Schubspannungen verursachen, welche der Verbund aufnehmen können muss. Eine Verleimung zum Beispiel ist eine starre Verbindung, sie bewirkt, dass sich beide Materialien wie ein Querschnitt verhalten. Werden sie mechanisch verbunden, bleibt je nach Steifigkeit der Verbindung eine gewisse Verschiebbarkeit erhalten.¹⁰

8 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.115

9 KRAUS, FÜHRER, NEUKÄTER, WILLEMS, TECHEN, 2014: Grundlagen der Tragwerkslehre1, S.88

10 LEICHER, 2014: Tragwerkslehr in Beispielen und Zeichnungen, S.132

1.2. Bauphysikalische Anforderungen und Kriterien

1.2.1. Schallschutz

Laut der statistischen Erhebung „Mikrozensus“ der Statistik Austria aus dem Jahr 2011 fühlen sich 40% der österreichischen Bevölkerung von Lärm in ihrem Wohnalltag gestört.¹¹ Die Erwartungen von Bewohnern an den Schallschutz sind in der Regel höher als der gesetzlich geforderte und wirtschaftliche Schallschutz.

Bei Deckenkonstruktionen unterscheidet man zwischen Luft- und Trittschall.

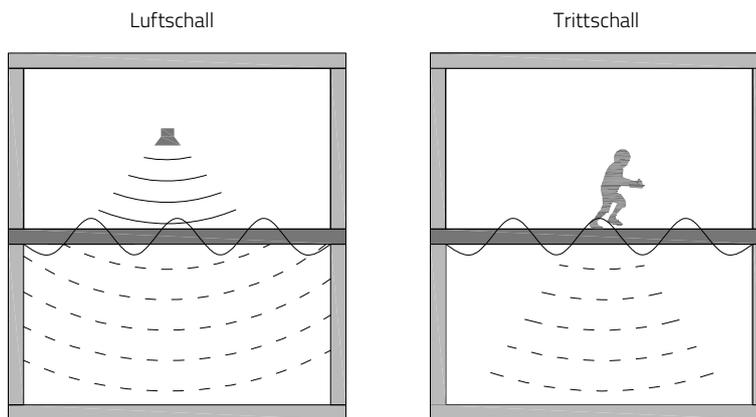


Abb. 6: Anregung einer Decke durch Luft- und Trittschall

Luftschall

Luftschallwellen breiten sich im Raum durch Druckschwankungen aus und regen die Decke zum Schwingen an. Die angeregte Decke gibt ihre Biege-Wellen an der anderen Seite als Luftschallabstrahlung wieder ab und der Schall wird somit hörbar.¹² Der Schalldämmwert hängt primär vom Flächengewicht der Konstruktion ab. Alternativ zur Erhöhung dessen hilft zum Beispiel eine abgehängte Decke mit Federschienen zur Entkopplung.

Das bewertete Schalldämmmaß R_w wird in Dezibel [dB] angegeben und beschreibt den Luftschallschutz eines Bauteils. Die Messungen bzw. Berechnungen berücksichtigen die frequenzabhängige Empfindlichkeit des menschlichen Ohrs in einem Bereich von 100 bis 3150 Hz und ermitteln daraus einen Mittelwert.¹³ Je höher der R_w -Wert einer Konstruktion ist, desto besser sind ihre schalldämmenden Eigenschaften.

Das resultierende Schalldämmmaß R'_w unterliegt einer projektspezifischeren Berechnungsmethode des Schalldämmwertes. Die Übertragung von Luftschall von einem Raum in den anderen erfolgt nicht nur über die Geschoßdecke sondern auch über angrenzende Wände. Dieser Effekt wird Flankenübertragung genannt und bei der Berechnung des resultierenden Schalldämmmaßes R'_w mitberücksichtigt.

11 <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/laerm/verursacher/>, 27.02.2016, 11:52

12 http://www.geberit.at/media/local_media/unterlagen/produkte_1/kompetenzbroschueren/Geberit_Planungsgrundlagen_WEB.pdf, 27.02.2016, 12:44

13 http://www.baunetzwissen.de/standardartikel/Glas_Bewertetes-Schalldaemm-Mass-Rw_159264.html

Die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ ist eine noch genauere Betrachtung einer spezifischen Situation. Sie bezieht den Pegelkorrekturwert C mit ein, der sich aus dem Volumen des Empfangsraums und der gemeinsamen Fläche S des trennenden Bauteils definiert.¹⁴

$$D_{nT,w} = R'_w - C$$

In der OIB-Richtlinie 5 „Schallschutz“ wird eine mindestens erforderliche bewertete Standard-Schallpegeldifferenz von 55 dB für sich trennende Aufenthaltsräume vorgeschrieben.¹⁵ Die OIB-Richtlinien 1-5 wurden in Österreich mittlerweile in allen Bundesländern außer Salzburg in ihren Bauordnungen für verbindlich erklärt.¹⁶

Trittschall

Trittschall ist eine Sonderform des Körperschalls und wird durch direkte mechanische Anregung der Decke erzeugt, die diese dann als Luftschall weiter in den darunter liegenden Raum abstrahlt.¹⁷ Nur selten wird Körperschall direkt in Form von Vibrationen oder Erschütterungen wahrgenommen. Der Trittschallschutz kann primär durch mehrschalige Aufbauten erreicht werden, welche durch Dämpfungselementen von einander entkoppelt werden (z.B. schwimmender Estrich oder Trittschalldämmung).

Der Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ wird in Dezibel [dB] angegeben und beschreibt den Trittschallschutz einer Decke. Hiefür wird in einem Prüfstand auf eine Decke ein Norm-Hammerwerk angewendet und im darunter liegenden Raum der Trittschallpegel, auf 10m^2 Schallabsorptionsfläche bezogen, gemessen. Der in Abhängigkeit von der Frequenz ermittelte Norm-Trittschallpegel wird anschließend mit einer genormten Bezugsdecke in Verhältnis gesetzt.¹⁸ Je geringer dieser Wert, desto besser ist der Trittschallschutz der Konstruktion.

Der bewertete Standard-Trittschallpegel $L_{nT,w}$ wird auf einer gebauten Decke mithilfe eines Norm-Hammerwerkes ermittelt und auf eine Nachhallzeit von 0,5 Sekunden bezogen. Er ist ein praxisspezifischer Wert, der vor Ort (auf der Baustelle) gemessen wird. Somit werden die Flankenübertragung und sonstige Nebenwege mitberücksichtigt. In der OIB-Richtlinie 5 „Schallschutz“ wird vorgeschrieben, dass ein bewerteter Standard-Trittschallpegel von 48 dB für sich trennende Aufenthaltsräume nicht überschritten werden darf.¹⁹

Diese vorgeschriebenen Richtlinien für die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ und den bewerteten Standard-Trittschallpegel $L_{nT,w}$ gelten für Wohnbauten und Bürobauten, jedoch nicht für Einfamilienhäuser. Hierfür gibt es keine gesetzlich einzuhaltenen Anforderungen. Jedoch sollte zur Erhöhung der Wohnqualität ebenso darauf geachtet werden.

14 http://www.geberit.at/media/local_media/unterlagen/produkte_1/kompetenzbroschueren/Geberit_Planungsgrundlagen_WEB.pdf, 27.02.2016, 12:55

15 http://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_5_26.03.15.pdf, 27.02.2016, 13:32

16 <http://www.oib.or.at/node/1616469>, 27.02.2016, 13:36

17 MEZERA, RICCABONA, Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten, S. 840

18 <http://www.foholz.at/katalog/eintrag/unterschied-zwischen-norm-trittschallpegel-und-standard-trittschallpegel.htm>, 28.02.2016, 11:07

19 http://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_5_26.03.15.pdf, 28.02.2016, 13:32

1.2.2. Brandschutz

Um im Brandfall die Rettung von Menschen und Tieren sowie Löscharbeiten möglichst effektiv durchführen zu können, müssen planerische und konstruktive Maßnahmen ergriffen werden, insbesondere um tragende Bauteile wie Geschoßdecken zu schützen sowie eine Rauchentwicklung zu vermeiden.²⁰

Die Anforderungen an das Brandverhalten von Baustoffen wird von der Europäischen Norm EN 13501-1 definiert.

Brennbarkeitsklassen	Qualmbildungsklassen	Brandwiderstandsklasse	Brandwiderstandsdauer [min]	Brandschutztechnische Bezeichnung	Klassifizierungskriterien
A1 nicht brennbar ohne Anteile von brennbaren Stoffen	s1 schwach qualmen s2 normal qualmen s3 stark qualmen	F30	30 ≤ t ≤ 60	brandhemmend / feuerhemmend	R Tragfähigkeit E Raumabschluss I Hitzebarriere / Wärmedämmung W Begrenzung des Strahlendurchtritts M Mechanische Einwirkung auf Wände
A2 nicht brennbar mit Anteile von brennbaren Stoffen		F60	60 ≤ t ≤ 90	hochbrandhemmend / hochfeuerhemmend	
B1 schwer brennbar	Tropfenbildung d0 nicht tropfend	F90	90 ≤ t ≤ 180	brandbeständig / feuerbeständig	S Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit
B2 normal brennbar	d1 tropfend	F180	180 ≤ t	hochbrandbeständig / hochfeuerbeständig	C Selbstschließende Eigenschaft
B3 leicht brennbar	d2 zündend tropfend				P Aufrechterhaltung d. Energieversorgung

Tabelle 2: Brandverhalteneinteilung von Baustoffen nach EN 13501-1

Zu nicht brennbaren Baustoffen (Klasse A) zählen zum Beispiel Sand, Kies, Naturbims, Zement, Kalk, Schaumglas, Mörtel, Beton, Steine, Ziegel, Glas, Eisen, Stahl, Gips etc. Zur Brennbarkeitsklasse B1 gehören Holzwolle-Leichtbauplatten, Hartschaum-Wärmedämmplatten mit Flammschutzzusatz, Kunstharzputz, Gussasphaltestrich etc. Zur Brennbarkeitsklasse B2 zählen unter anderem Holz ab bestimmten Abmessungen, Gipskarton-Verbundplatten, Hartschaum-Wärmedämmplatten ohne Flammschutzzusatz sowie unterschiedliche Kunststoffe.

Falls der Deckenbaustoff nicht selbst die geforderte Brandwiderstandsdauer erreicht, müssen Sekundärmaßnahmen diese herstellen. Dazu gehören beispielsweise Brandschutzverkleidungen, spezielle Putze, schaumbildende Anstriche, Ummantelungen oder Innenfüllungen mit Beton oder die Wasserfüllung von Hohlprofilen.²¹

Die erforderlichen Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen werden in Österreich von der OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“ definiert.²²

Gebäudeklassen	GK1	GK2	GK3	GK4	GK5 ≤6 oberirdischen Geschoßen	GK5 >6 oberirdischen Geschoßen
brandabschnittsbildende Decken	EI 90	EI 90	EI 90	EI 90	EI 90	EI 90 und A2
Trenndecken über sonstigen oberirdischen Geschoßen	REI 30	REI 60	REI 60	REI 60	REI 90	REI 90 und A2
Decken innerhalb von Wohnungen und Betriebseinheiten	R 30	R 30	R 30	R 30	R 60	R 90 und A2
Decken über unterirdischen Geschoßen	R 60	REI 60	REI 90 und A2	REI 90 und A2	REI 90 und A2	REI 90 und A2
Decken über dem Treppenhaus mit einem Fluchtweg	REI 30	REI 60	REI 60	REI 60	REI 90 und A2	REI 90 und A2
Decken über dem Treppenhaus im Verlauf von Fluchtwegen	EI 30	EI 60	EI 60	EI 60	REI 90 und A2	REI 90 und A2
Decken über dem Treppenhaus im Verlauf von Fluchtwegen	REI 30	REI 60	REI 60	REI 60	REI 90 und A2	REI 90 und A2

Tabelle 3: Anforderungen an Decken laut OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“

20 MEZERA, RICCABONA, Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten, S. 860

21 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.12

22 http://www.propellents.at/wpcms/wp-content/uploads/2012/11/oib-rl2_2011_brandschutz.pdf, 01.03.2016. 18:31

1.2.3. Wärmedurchgangskoeffizient

Der Wärmedurchgangskoeffizient, auch U-Wert genannt, wird in $W/(m^2K)$ angegeben und gibt jene Energiemenge an, die in einer Sekunde durch einen Quadratmeter eines Bauteils strömt, wenn die Temperaturdifferenz zwischen beiden Seiten konstant ein Kelvin beträgt.²³ Ein geringer U-Wert beschreibt dementsprechend eine bessere Wärmeisolation der Konstruktion.

Materialien mit vielen kleinen Lufteinschlüssen wie Holz, Porenbeton, Styropor etc. weisen sehr gute Wärmedämmeigenschaften auf, Beton oder Stahl hingegen schlechte.

Mittlerweile haben alle neun Bundesländer in Österreich die OIB-Richtlinien 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ in deren Bauordnung für verbindlich erklärt. Sie definiert unter anderem den erforderlichen U-Wert eines Bauteiles.

Für Geschoßdecken zwischen zwei beheizten Räumen, mit denen sich diese Arbeit hauptsächlich auseinandersetzt, wird ein leicht zu erreichender U-Wert von $0,90 W/m^2K$ gefordert.

Geschoßdecken zwischen beheizten und unbeheizte Gebäudeteile müssen $0,40 W/m^2K$ erreichen. Decken von beheizten Räumen gegen Garagen $0,30 W/m^2K$ und gegen Außenluft oder Dachräume dürfen $0,20 W/m^2K$ nicht überschreiten.²⁴

Die durch eine Decke zu einem unbeheizten Raum entweichende Wärmemenge ergibt sich aus dem Produkt des U-Wertes, der Fläche und dem Temperaturunterschied zwischen den beiden Räumen.

Beispiel: Eine Decke weist einen U-Wert von $0,3 W/m^2K$ auf; durch eine Temperaturdifferenz von 20 Kelvin und eine Fläche von $100 m^2$ entsteht ein Wärmeverlust von 600 Watt ($0,3 W/m^2K * 20 K * 100 m^2$).

Für die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten wird der Wärmekoeffizient Lambda durch die Schichtdicke dividiert. Lambda ist das Maß der Wärmeleitfähigkeit und wird in W/mK angegeben. Er beschreibt, welche Wärmeleistung in Watt durch einen Quadratmeter eines Materials mit der Schichtdicke von einem Meter hindurchgeleitet wird, wenn der Temperaturunterschied der beiden Oberflächen ein Kelvin beträgt.

Beispielsweise beträgt der Lambda-Wert von Eisen $60,0 W/mK$, der von Stahlbeton $2,33 W/mK$ ²⁵ und jener von Holz etwa $0,13 W/mK$.

Der U-Wert einer 20 cm dicken Holzplatte ist demnach $0,65 W/m^2K$ ($0,13 W/mK / 0,20 cm$).

23 <http://www.hausbaumagazin.at/u-wert-berechnen-so-berechnet-man-den-u-wert/>, 21.02.2016, 17:05

24 http://www.oib.or.at/sites/default/files/richtlinie_6_26.03.15.pdf, 21.02.2016, 18:17

25 <http://www.wohnet.at/bauen/bauvorbereitung/u-wert-43532>, 21.02.2016, 19:45

1.2.4. Gewicht und Speichermasse

Das Gewicht unterschiedlicher Deckenkonstruktionen unterscheidet sich um bis zu einer halben Tonne pro Quadratmeter. Es beeinflusst damit das Gesamtgewicht eines Gebäudes erheblich und kann natürlich auch Einfluss auf die Fundament- und Auflagerdimensionierung nehmen und ebenso die Kosten für den Transport minimieren.

Schwerere Konstruktionen besitzen gleichzeitig eine erhöhte Speichermasse. Diese wiederum ist wichtig um im Gebäude im Sommer wie im Winter ein behagliches Klima zu erhalten. Die Speichermasse kann als spezifische Wärmekapazität c in J/kgK oder Wh/kgK oder als Wärmespeicherzahl S in $\text{Wh/m}^3\text{K}$ angegeben werden. Die Baustoffdichte mit der spezifischen Wärmekapazität multipliziert ergibt die Wärmespeicherzahl. Holz besitzt zwar mit $0,58 \text{ Wh/kgK}$ eine mehr als doppelt so große spezifische Wärmekapazität wie Beton mit $0,28 \text{ Wh/kgK}$, ist jedoch leichter; das geringere eingebaute Gewicht hat wiederum eine niedrigere Wärmespeicherzahl zur Folge, nämlich $350 \text{ Wh/m}^3\text{K}$ bei Holz und $670 \text{ Wh/m}^3\text{K}$ bei Beton. Für einen Konstruktionsvergleich wird zu der Wärmespeicherzahl noch die Materialdicke mit einbezogen und als wirksame Wärmespeicherkapazität in $\text{kJ/m}^2\text{K}$ angegeben.²⁶

Materialien zur Wärmedämmung besitzen wenig Speichermasse, helfen jedoch am effektivsten den Temperaturentausch zwischen innen und außen zu verringern. Sie senken somit im Winter die Heizkosten und verhindern im Sommer, dass Wärme durch mit Wärmedämmung ausgestattet Bauteile ins Gebäude gelangt. Durch Glasflächen entstehen solare Gewinne, die im Winter erwünscht sind, jedoch im Sommer das Gebäude weiter aufheizen. Um dies zu verhindern, wird Speichermasse benötigt. Sie nimmt die Wärme untertags auf und gibt sie erst in der Nacht wieder ab, während gelüftet werden kann. So kann die Speichermasse in der kühleren Nacht wieder abkühlen und untertags die Raumtemperatur niedrig halten. Dieser Effekt der Verzögerung wird Phasenverschiebung genannt; optimal sind zehn bis zwölf Stunden.

Durch eine kühlende Wirkung untertags und eine wärmende in der Nacht sinken die Temperaturschwankung im Gebäude. Dieser Vorgang wird Amplitudendämpfung genannt.

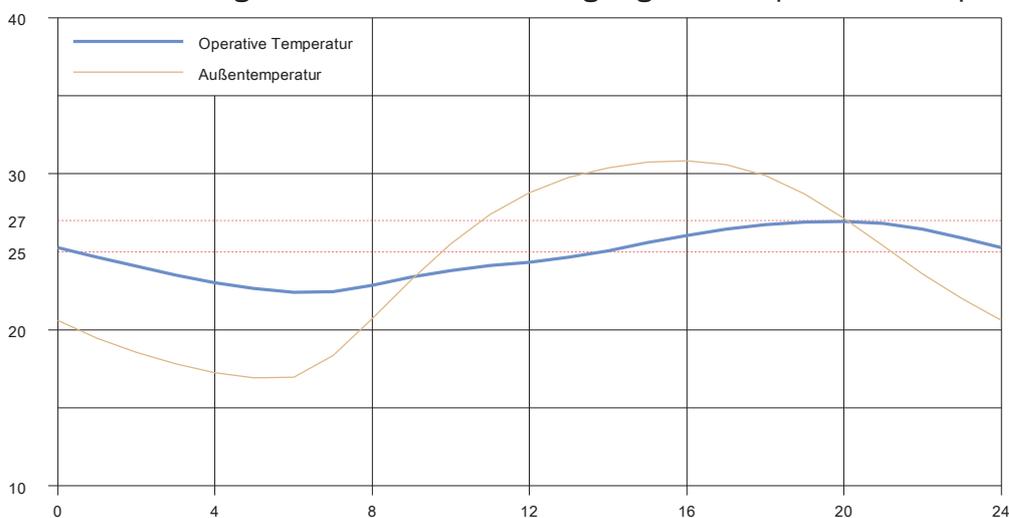


Abb. 7: Beispielhafter 24h-Temperaturverlauf

26 http://www.klausroggel.de/waer_spei.htm, 23.02.2016, 12:04

1.3. Bauökologische Anforderungen und Kriterien

1.3.1. Ökobilanz

2003 entwickelte das Österreichische Institut für Bauen und Ökologie (IBO) den OI3-Index. Er dient als vereinfachte quantitative ökologische Bewertungsmethode von Baustoffen, die auf wissenschaftlichen Daten basiert und dabei die komplexen Zusammenhänge in der Bauökologie berücksichtigt.

Dieser Index basiert auf den folgenden drei Ökokennzahlen:

- Primärenergieinhalt an nicht erneuerbaren Ressourcen (PEI n.e.)
- Treibhauspotential (GWP)
- Versauerungspotential (AP)

Jede dieser Kennzahlen lässt sich in Datenbanken (z.B. www.oekobaudat.de oder www.epd-online.com) nachschlagen und werden in den einzelnen Prozessschritten eines gesamten Lebenszykluses eines Gebäudes angegeben. Sie setzen sich aus der Herstellung, der Errichtung, der Nutzung, der Entsorgung und dem Recyclingpotential zusammen. Für eine neutrale Betrachtung der Konstruktionen ist es entscheidend im Vorhinein ein Szenario zu definieren, dass an allen verwendeten Bauteilen angewendet wird.

Der Primärenergieinhalt an nicht erneuerbaren Ressourcen wird in MJ angegeben und beschreibt den erforderlichen Gesamtbedarf an nicht erneuerbaren Ressourcen.

Das Treibhauspotential wird auch Globales Erwärmungspotential genannt und beschreibt die Menge an Kohlendioxid (CO₂) in kg, die den gleichen Beitrag zur globalen Erwärmung hätte, wie die im Prozessschritt freigesetzten Treibhausgase.

Das Versauerungspotential wird ebenso in kg angegeben und bezeichnet das Äquivalent an Schwefeldioxidgasen (SO₂) mit der gleichen Auswirkung. Durch eine Wechselwirkung mit anderen Bestandteilen der Luft entsteht saurer Regen, der zur Versauerung von Seen und Gewässern und in Folge zur Dezimierung der Fischbestände führt. Durch den sauren Regen gelangen ebenso Salpeter- und Schwefelsäure in den Boden und schädigen außerdem Gebäude (vor allem Sandstein- und historische Gebäude).

Für den ökologischen Vergleich unterschiedlicher Konstruktionen kann der Ökoindikator OI3KON herangezogen werden. Dieser Indikator wird für einen Quadratmeter einer Konstruktion definiert und setzt sich zusammen jeweils aus einem Drittel OIPENRT (Ökoindikator für Primärenergie nicht erneuerbar), der OIGWP (Ökoindikator des Treibhauspotentials) und der OIAP (Ökoindikator der Versäuerung).²⁷

$$OI3KON = 1/3 OIPENRT + 1/3 OIGWP + 1/3 OIAP$$

Die Umrechnung der einzelnen Ökokennzahlen auf die Ökoindikatoren wird in Kapitel 4.7 „Ökobilanz“ näher beschrieben.

Übliche Konstruktionen besitzen einen OI3KON Wert zwischen -30 und 120 Punkten. Je höher der Wert, umso umweltschädlicher ist der Aufbau. Negative Punkte sind nur durch ökologisch besonders optimierte Konstruktionen erreichbar.

27 http://www.ibo.at/de/documents/20131016_OI3_Berechnungsleitfaden_V3.pdf, 20.02.2016, 13:53

2. Übersicht der Deckenkonstruktionen

Deckenkonstruktionen lassen sich auf unterschiedlichste Arten kategorisieren. In dieser Arbeit wurde eine Gruppierung nach Material (Holz, Beton, Holz-Beton, Stahl-Beton) und Montageart (Ortbeton, Teilmontage, Vollmontage, trockene Bauweise) vorgenommen (Siehe Abb. 8).

Ortbetondecken sind im Bauzustand nicht belastbar und benötigen eine Schalung und Unterstellung zur Errichtung. Die Schalung wird vor Ort ausgegossen.

Teilmontagedecken sind im Bauzustand teilweise belastbar. Balken und Füllkörper werden trocken verlegt und können Lasten, die im Zuge der Verlegung auftreten, aufnehmen, sie dienen zugleich als Schalung und als Konstruktion. Eine Unterständerrung ist nur in größeren Abständen notwendig. Die endgültige Tragfähigkeit erhalten sie nach Erhärten des Füll- und/oder Aufbetons.

Vollmontagedecken sind sofort belastbar und benötigen keine Unterstellung, an der Baustelle werden nur noch Vergussarbeiten der Fugen durchgeführt.²⁸

Decken in trockener Bauweise sind sofort voll belastbar; sie werden direkt vor Ort mit anderen Bauteilen ohne Vergussarbeiten verbunden.

Neben der Beschreibung der unterschiedlichen Deckensystemen befindet sich eine Kompaktübersicht.

Sie beinhaltet Diagramme, welche die Konstruktionshöhe zur Spannweite in Verhältnis setzen und wurde mithilfe von Vordimensionierungstabellen erstellt.

Sonstige in den Kompaktübersichten beinhalteten Werte wurden mit einer Nutzlast von $3,0 \text{ kN/m}^2$, eine Auflast von $2,0 \text{ kN/m}^2$ sowie das jeweilige Eigengewicht der Konstruktion für einen Einfeldträger mit einer Spannweite von 6m dimensioniert. Die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit konnte nachgewiesen werden.

Da die Konstruktionen an sich unterschiedliche Schallschutzeigenschaften aufweisen, wurde der Fußbodenaufbau dementsprechend angepasst. Der gesetzlich mindest erforderliche Schallschutz wurde angestrebt. Die Fußbodenaufbauhöhe variiert zwischen 10 und 18cm. Nähere Informationen dazu befinden sich im Kapitel 4 „Wertermittlung“ und 4.4 „Schallschutz“.

Montagebilder, Konstruktionsdetails und Referenzprojekte zu den jeweiligen Deckenkonstruktionen können im Anhang (8.1) nachgeschlagen werden.

²⁸ MEZERA, RICCABONA, Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten, S. 261

2.1. Holzdecken

Holzkonstruktionen können gegenüber spröderen und härteren Materialien wie Beton leichter erdbebensicher errichtet werden. Das geringere Gewicht von Holz gegenüber Beton ermöglicht eine dünnere Fundamentplatte. Wenn gewisse Schallschutzanforderungen gestellt werden, muss im Holzbau ein größerer konstruktiver Aufwand betrieben werden, beispielsweise indem man:

- die flächenbezogene Masse von Estrich oder Beplankung erhöht
- zusätzlich Schüttung aufbringt
- Platten zusätzlich einlegt
- eine Entkopplung der Untersicht durch Befestigung der Beplankung mittels Federschien durchführt
- Hohlräume mit Dämmstoffen füllt
- die Trittschalldämmung erhöht
- Akustikplatten montiert

Ein Nachteil von Holzdecken ist eine geringere Wärmespeicherkapazität, was eine geringere Amplitudendämpfung und Phasenverschiebung zur Folge hat.

Hier kann Abhilfe geschaffen werden durch: ²⁹

- Erhöhung der Masse des Estrichs oder der Schüttung
- zusätzlicher Einbau klein- oder großformatiger Platten
- Vermeidung von abgehängten Decken
- weniger Fensterfläche für geringeren Wärmeeintrag

In Österreich beträgt die Bewaldung mehr als 48% der Gesamtfläche, dadurch ist Holz nicht nur wegen seines Materials ein ökologischer Baustoff, sondern auch aufgrund seiner minimalen Transportwege.

Ein weiterer Vorteil ist der trockene und rasche Einbau, die Decke ist sofort nach der Montage voll belastbar. Holz ist jedoch feuchteempfindlicher als Stahl oder Beton, es bietet einen Nährboden für Pilze und Bakterien, wenn die Holzfeuchte einen Wert von 20% langfristig übersteigt. Bei optimaler Planung und Bauausführung stellt dies aber kein Problem dar.

Der Brandschutz ist durch Maßnahmen wie Überdimensionierung oder brandhemmende Verkleidung oder teilweise auch durch Anstriche oder Salze gut in Griff zu bekommen.

²⁹ PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.85

2.1.1. Decken aus Tragbalken

2.1.1.1. Tramdecke

Die Tramdecke oder Holzbalkendecke obliegt einem einfachen Konstruktionsprinzip; im Grunde besteht sie aus einachsig gespannten Hauptträgern, die auf der Oberseite und typischerweise auch auf der Unterseite beplankt werden. Diese Beplankung kann mit den Balken verleimt oder verschraubt werden.

Eine Verleimung führt zu einer höheren Steifigkeit, eine Verschraubung jedoch zu einem höheren Schalldämmmaß.³⁰

Der Balkenabstand variiert zwischen 70 und 90cm, die Hohlräume dazwischen werden meistens mit Dämmung ausgelegt, um den Schall- und Wärmeschutz zu erhöhen. Zur weiteren Erhöhung kann die Dämmung zwischen den Rippen noch zusätzlich an den Balken hochgeführt werden.³¹ Der Hohlraum bietet ebenso Platz zur Leitungsführung. Falls keine hohen Schall- oder Wärmeschutzanforderungen gestellt werden, und damit kein weiterer Aufwand betrieben werden muss, gehört die Tramdecke zu den günstigsten Deckenarten und ist bis zu einer Spannweite von 6m wirtschaftlich. Ihre Konstruktionshöhe ist gegenüber anderen Deckenkonstruktionen überdurchschnittlich hoch.

Falls Deckenöffnungen für Kamingruppen, Stiegenaufgänge etc. erforderlich sind, können die Träme nicht durchlaufen. Die anlaufenden Träme werden daher ausgewechselt, d.h. sie liegen auf einem zwischen den beiden letzten durchgehenden Trämen eingelegten Tramwechsel auf.

Ein schwimmender Estrich kann auf einer Holzbalkendecke errichtet werden, es muss aber darauf geachtet werden, dass das Holz bei der Verlegung keinerlei Feuchtigkeit aufnimmt. Ein Trockenestrich stellt eine Alternative dar.

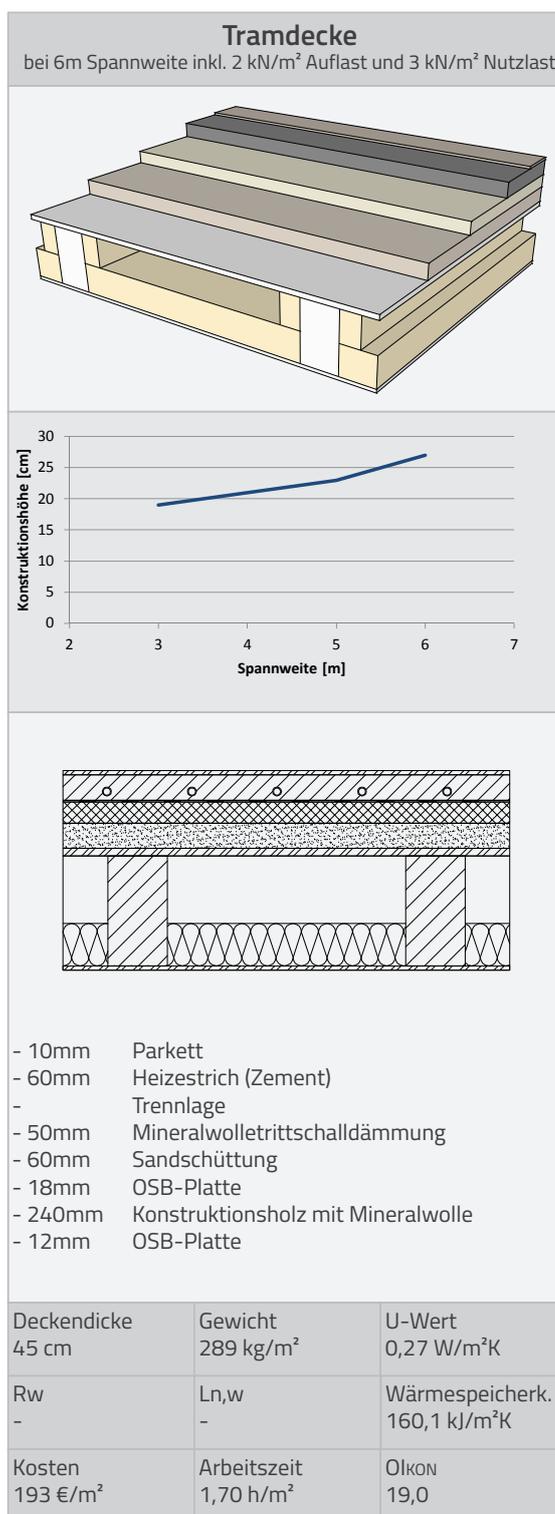


Abb. 9: Kompaktübersicht Tramdecke

30 TEIBINGER, DOLEZAL, MATZINGER, 2009: Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau, S.17

31 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.87

2.1.1.2. Fehltramdecke

Die Fehltramdecke ist eine Sonderform der Tramdecke. Der Haupttram trägt die Fußbodenkonstruktion und der unabhängig davon verlegte Fehltram (etwa 5cm. unter dem Haupttram) trägt die Untersicht.

Dies verhindert Rissbildung in der Deckenuntersicht und verbessert die akustischen Eigenschaften, ist jedoch etwas teurer als eine normale Tramdecke.³²

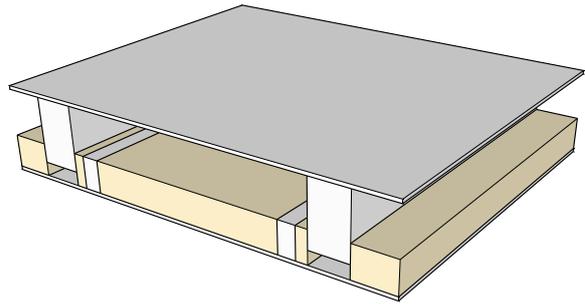


Abb. 10: Konstruktionsschema Fehltramdecke

2.1.1.3. Tramtraversendecke

Der Balkenabstand liegt genauso bei 70 bis 90cm, diese liegen jedoch normal auf Stahlprofilen auf, die in einem Abstand von 2,5 bis 3,5m verlegt werden.

Diese Konstruktionsart wird hauptsächlich für weitere Spannweiten oder bei größeren Nutzlasten gewählt. Sie werden bei Dachgeschoßausbauten häufig verwendet; die Traversen werden dazu jeweils auf Außen- und Mittelmauern aufgelegt. Da die Träme nicht ins Mauerwerk eingebunden werden besteht keine Fäulnisgefahr bei den Auflagern.³³

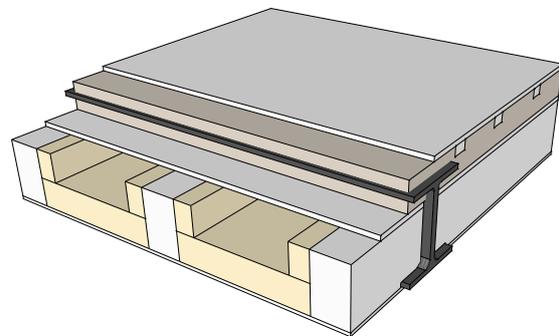


Abb. 11: Konstruktionsschema Tramtraversendecke

32 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.94

33 MEZERA, RICCABONA, Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten, S. 275

2.1.2. Tafelbauweise

Decken in Tafelbauweise sind im Grunde ebenso Tramdecken, die aber im witterungsunabhängigen Werk vorgefertigt und als ganze, fertige Elemente, also bereits mit Wärmedämmung und Beplankung, auf die Baustelle geliefert werden.³⁴ In einer Werkstatt ist zusätzlich ein präziseres Arbeiten als auf einer Baustelle möglich; nachträgliche Änderungen gestalten sich dadurch jedoch sehr schwierig.

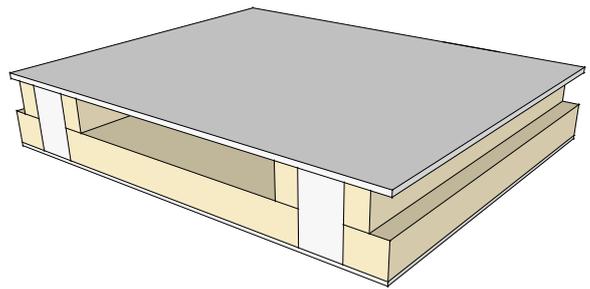


Abb. 12: Konstruktionsschema Tafelbauweise

Die Elemente werden auf der Baustelle nur mehr miteinander verbunden. Bei der Planung ist die Einhaltung eines Konstruktionsrasters sowie die Berücksichtigung der maximalen Transportmaße wesentlich.

Ein Nachteil gegenüber den im nächsten Absatz folgenden Massivholzdecken ist der Raumverlust durch etwas dickere Konstruktionshöhen.

Durch die Wärmedämmung, die zwischen den Trägern eingelegt wird, können die Wärmedämmeigenschaften erhöht werden. Zur besseren Schalldämmung kann diese noch an den Balken hochgeführt werden.

Die Winddichtheit und ein ausreichender Feuchteschutz durch Dampfbremsen sollte über die Geschoße hinweg gewährleistet sein.³⁵

Dieses Prinzip wird gerne in Fertigteilhäusern verwendet; die Wand und Deckenelemente sind vordefiniert und werden in einigen wenigen unterschiedlichen Dimensionen produziert. Die Serienproduktion ermöglicht es, kostengünstiger zu bauen, schränkt aber natürlich auch die Freiheit der Planung ein.

2.1.3. Massivholzdecken

Massivholzdecken besitzen gegenüber den Holzbalkendecken und der Holztafelbauweise als Vorteile eine größere Elementsteifigkeit, eine geringere Deckenstärke und eine etwas höheres Eigengewicht und damit auch einen höheren Schallschutz. Trotzdem sind Beschüttung und Estrich notwendig um die gegebenen Schallschutzanforderungen gewährleisten zu können.³⁶ Die vielen kleinen Lufteinschlüsse im Holz gewährleisten gute Wärmedämmeigenschaften (etwa $0,12 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$).

34 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.87

35 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.98

36 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.98

2.1.3.1. Brettsperrholzdecke

Brettsperrholzdecken werden auch KLH- (Kreuzlagenholz) oder CLT-Decken (Cross Laminated Timber) genannt. Sie bestehen in der Regel aus 3, 5 oder 7 unter hohem Druck kreuzweise miteinander verleimten Fichtenlatten und sind in einer Maximallänge von 16m sowie einer Breite von 2,95m und einer Deckenstärke von bis zu 50cm erhältlich.³⁷ CLT-Platten können auch als Wände verwendet werden, was beim Einsatz von CLT-Decken häufig der Fall ist.

Bei der Oberfläche kann zwischen Nichtsichtqualität (Oberfläche wurde nicht nachbehandelt), Industriesichtqualität (besitzt vereinzelt raue Stellen) oder Wohnsichtqualität (beste Oberflächenqualität) gewählt werden.

Die großen Vorteile der Querverleimung sind die Minimierung von Quellen und Schwinden des Holzes und die Erhöhung der statischen Belastbarkeit und Formstabilität. Sie können als ein- und als zweiachsig gespannte Decken ausgeführt werden und erlauben eine flexible Grundrissgestaltung ohne Rasterbindung.

Brettsperrholzplatten sind mit ca. 470 kg/m^3 leichter als Beton (2400 kg/m^3) oder Ziegel und ermöglichen somit dünner dimensionierte Fundamentplatten.

Bei der Produktion wird ausschließlich technisch getrocknetes Holz mit einer Holzfeuchte von 12% verwendet, um neben dem Quellen und Schwinden auch einen zerstörenden Schädlings-, Pilz- und Insektenbefall ausschließen zu können.³⁸

Die Wände und Decken können Dank ihres hohen Vorfertigungsgrades im Werk (also einer geschützten Umgebung) schon mit Aussparungen und ausgefrästen oder gebohrten Installationsöffnungen hergestellt werden und benötigen damit auf der Baustelle wie die Tafelbauweise nur mehr eine kurze Errichtungszeit.

In Abbildung 13 kann man den nahezu linearen Anstieg beim Verhältnis zwischen Spannweite und Plattendicke sehen.

Im Brandfall baut die Pyrolyse eine Verkohlungszone auf, welche wärmedämmend wirkt und damit das darunterliegende Holz schützt.³⁹ Ein zusätzlicher chemischer oder kons-

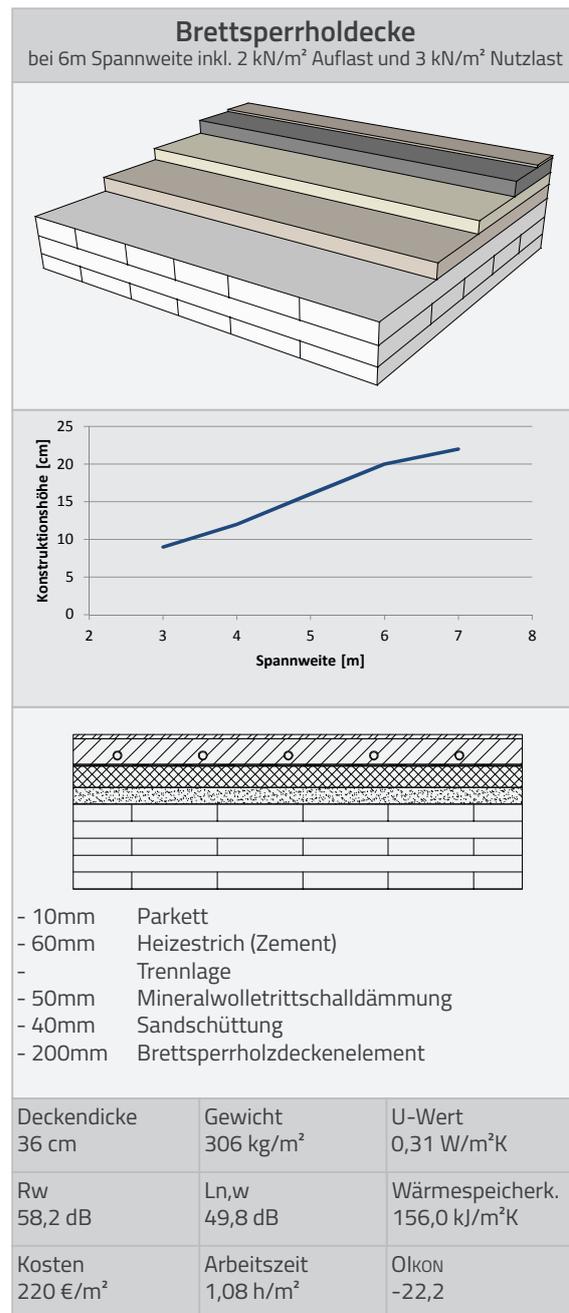


Abb. 13: Kompaktübersicht Brettsperrholzdecke

37 http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Download/Kreuzlagenholz_dt.pdf, 05.11.2015, 14:17

38 www.klh.at/kreuzlagenholz/herstellung.html, 22.10.2015, 15:07

39 www.clt.info/media-downloads/broschueren/broschueren, 22.10.2015, 16:51

truktiver Brandschutz ist daher nicht mehr erforderlich. Eine unverkleidete 14cm dicke Decke mit 5 Lagen besitzt bereits eine Brandwiderstandsdauer von 90 Minuten. Mehrere CLT-Platten können durch einen verschraubten Stufenfalz, durch Nut- und Federausbildung oder durch Holzlaschen und Schrauben oder Bolzen sowie durch optionale zusätzliche Verklebungen kraftschlüssig verbunden werden. In die Deckenstöße und Anschlussfugen müssen Dichtbänder zur Gewährleistung der Rauchdichtheit eingelegt werden.⁴⁰

2.1.3.2. Brettstapelholzdecke

Diese Art von Deckenkonstruktion besteht aus 24 bis 60mm dicken Brettern, die hochkant nebeneinander angeordnet werden. Sie werden entweder schon im Werk miteinander verleimt oder gedübelt oder vor Ort vernagelt. Schalltechnischen Untersuchungen zufolge weisen verleimte Brettstapeldecken im Vergleich zu vernagelten schlechtere Dämmwerte auf. Dies ist auf die höhere Biegesteifigkeit der verleimten Decke zurückzuführen und kann bis zu 6dB betragen.

Genagelte Decken sind schubweicher, also statisch nicht so belastbar, was geringere sinnvolle Deckenspannweiten mit sich zieht.⁴¹ Sie erhalten erst durch eine oberhalb fixierte Deckplatte ihr Scheibenwirkung. Genagelte Decken sind auch luftdurchlässig und müssen durch eine zusätzliche Sperrschicht rauchdicht gemacht werden.

Gedübelte Decken besitzen Holzdübel die normal zur Laufrichtung durch die ganze Platte laufen, sie besitzen ähnliche statische Eigenschaften wie verleimte Platten.

Beim Bau muss auf eine Holzfeuchte von 12% geachtet werden, und beim gesamten Transport, der Lagerung und der Montage darf die Konstruktion nie der Witterung ausgesetzt sein um Quellen und Schwinden zu verhindern. Sie ist besonders anfällig auf Verformung in Breitenrichtung der Decke. Um Schwindrisse zu vermeiden, darf das Bauwerk im ersten Winter nur langsam aufgeheizt werden.⁴²

Wenn die einzelnen Brettstapелеlemente,

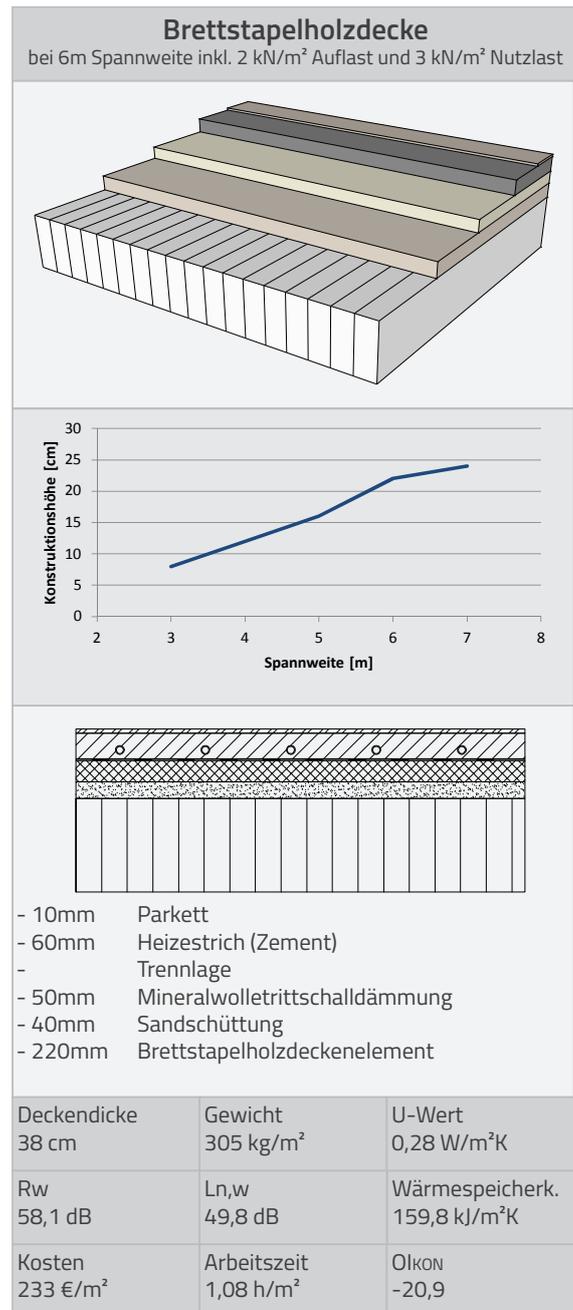


Abb. 14: Kompaktübersicht Brettstapelholzdecke

40 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.100

41 TEIBINGER, DOLEZAL, MATZINGER, 2009: Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigenHolzbau S.19

42 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.102

die auf eine gemeinsame Breite von 2,95m beschränkt sind, zusammenwirken sollen, müssen die Verbindungen untereinander mit gleicher Schubsteifigkeit ausgebildet werden. Dazu sind Lochbleche aus Stahl oder Holzwerkstoffplatten mit Nägeln oder Klammern und Stabdübeln geeignet.⁴³

Brettstapeldecken können gegenüber Brettsper Holzdecken nur einachsiger gespannt sein, was die Positionierung von Aussparungen und Öffnungen schwieriger gestaltet. Wirtschaftliche Spannweiten sind 3 bis 7m.

Die Holzoberfläche der Decken kann sichtbar belassen werden, hierfür kann zwischen vier unterschiedlichen Profilen gewählt werden, Glatt, Plus/Minus, Akustikprofil und Nutprofil. Ansonsten besitzen sie die selben positiven Eigenschaften wie Brettsper Holzdecken, also ihr geringes Eigengewicht gegenüber Betondecken, ein angenehmes Raumklima durch Aufnahme und Abgabe von Wärme und Feuchtigkeit, gute Wärmedämmwerte, eine geringe Bauteildicke und kurze Montagezeiten.

2.1.3.3. Hohlkastendecke

Die Träger werden mittels Nut und Feder untereinander verbunden und ermöglichen Spannweiten von bis zu 10m. Sie sind ab ungefähr 5m Spannweite wirtschaftlich. Das System ist in Form von einzelnen Kastelementen oder je vier verbundenen Kastelementen (Flächenelement) erhältlich.⁴⁴ Die Hohlkammern können mit Platten für erhöhten Brandschutz, mit Wärmedämmung für einen besseren Wärmedämmwert oder mit Gewichten für einen höheren Schallschutz gefüllt werden. Auch Installationen wie Beleuchtung oder Leitungen lassen sich in den Hohlräumen verlegen.⁴⁵

Die Untersicht kann zur Schallabsorption in unterschiedlichen Mustern angefräst werden. Die Elemente besitzen eine ähnliche Elementsteifigkeit wie die beiden anderen Massivholzdeckenarten (Brettsper Holz- und Brettstapelholzdecke), können aber durch ihr geringeres Gewicht höhere Spannweiten erzielen. Der Nachteil daran ist aber die fehlende Speicher- und schallschluckende Masse, welche aber durch den richtigen Fußbodenaufbau kompensierbar ist.

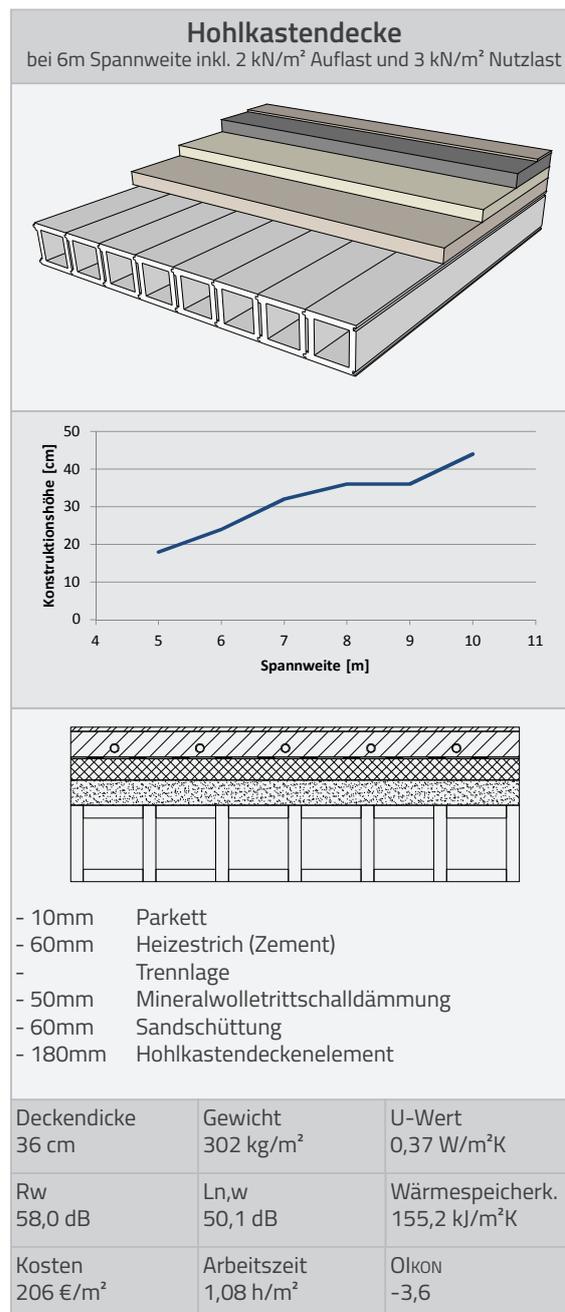


Abb. 15: Kompaktübersicht Hohlkastendecke

43 www.erlacher-peter.it/fileadmin/user_upload/Brettstapelbauweise.pdf, 25.10.2015,0 11:14

44 www.lignatur.ch/produkteplanung/lignatur-element/idee, 25.10.2015,0 15:29

45 <http://www.lignatur.ch/fileadmin/ablage/downloads/imagebook-de/index.html>, 25.10.2015. 16:48

Die restlichen Vorteile wie schnelle Montage, Vorfertigung im witterungsgeschützten Werk, geringe Bauteildicke oder die Möglichkeit, die Holzoberfläche sichtbar zu belassen, besitzt diese Konstruktionsart gleich wie die beiden zuvor erwähnten Massivholzdeckenkonstruktionen.⁴⁶

2.2. Betondecken

Betondecken sind Massivdecken und bestehen aus Beton und Bewehrungsstahl. Der Bewehrungsstahl erhöht die Zugfestigkeit und der Beton übernimmt die Druckfestigkeit. Der Brandschutz und Schallschutz ist ohne komplizierten oder hohen Fußbodenaufbau möglich, sie sind widerstandsfähiger gegen Feuchtigkeit, sehr langlebig, besitzen viel Speichermasse und weisen eine hohe Tragfähigkeit auf. Nachteilig sind die hohe Wärmeleitfähigkeit, das hohe Eigengewicht, Schwinden und Kriechen von Beton, sowie der aufwändige Abriss eines Stahlbetonbaus.⁴⁷

2.2.1. Ortbetondecken

Ortbetondecken werden direkt auf der Baustelle hergestellt. Das Betonieren erfolgt auf unterstellten Schalungen auf die zuvor die Bewehrung aufgelegt wurde. Das Aufstellen der Schalungen, Gießen und aushärten lassen (frühestens nach 3 Wochen betretbar) verlängert die Baustellenzeit erheblich.⁴⁸ Durch die Fertigung unter Baustellenbedingungen und Witterungseinflüssen kann die Qualität und Genauigkeit stark beeinträchtigt werden.⁴⁹

Es ist keine Rasterbindung notwendig, flexible Grundrisse und eine beliebige Formgebung sind möglich. Eine Wiederverwendung von Ortbeton ist nur durch viel Aufwand möglich; mit Hilfe einer Brechanlage kann der Beton zerkleinert und für Frostschuttschichten, Tragschichten oder auch als Kiesersatz in Recyclingbeton wiederverwendet werden.⁵⁰

Die beiden Eigenschaften hohe Speichermasse und hohe Wärmeleitfähigkeit ermöglichen eine thermische Bauteilaktivierung, also Heizung und Kühlung über im Beton eingegossene Rohrleitungen.

46 www.oekologisch-bauen.info/hausbau/bauweisen/holzbau/holzdecken/hohlkastendecke.html, 25.10.2015, 14:38

47 www.karteikarte.com/card/106831/vor-u-nachteile-von-beton, 01.11.2015, 11:14

48 www.dornbach.com/de/baulexikon/stahlbetondecke.html, 01.11.2015, 13:52

49 www.zvbww.de/fileadmin/user_upload/PDF/Artikel_4.pdf, 01.11.2015, 15:38

50 www.deutscher-bauzeiger.de/bauen/rohbau/erdgeschossdecke/massivdecke-ortbeton, 01.11.2015, 16:16

2.2.1.1. Plattendecke

Die konventionelle Plattendecke ist aufgrund ihrer optimierten Schalungstechnik eine wirtschaftliche und anpassungsfähige Lösung. Bei Deckenstärken von 16 bis 30cm lassen sich Spannweiten von 8m schlaff bewehrt überspannen. In Kombination mit Unterzügen oder dem Prinzip der Vorspannung kann die Spannweite erhöht werden.

Ortbetonplattendecken können zweiachsig gespannt werden, wodurch eine wesentliche Reduktion der Biegemomente möglich ist.⁵¹

Flachdecken können auch punktgelagert (also auf Stützen) ausgeführt werden, wodurch sich statisch gesehen eine zweiachsig gespannten Decken ergibt.⁵² Die Pilzdecke wäre für den Kräfteverlauf die naheliegendste Form, ist aber sehr aufwendig zu schalen. Meist wird die Decke im Bereich von Stützen nur mit zusätzlicher Bewehrung verstärkt. Diese Varianten dienen nicht nur der Kraftübertragung, sondern auch der Durchstanzsicherung. Punktgelagerte Decken sind nicht rastergebunden und bringen eine größtmögliche Freiheit an Raumgestaltung mit sich.

Leerverrohrung für Leitungen mit geringem Durchmesser können mitgegossen werden, nachträglich Adaption ist aufwendig, größere Leitungen (z.B. Lüftung) müssen in einer abehängten Decke oder einem Doppelboden geführt werden.

Abbildung 16 zeigt die möglichen und wirtschaftlichen Spannweiten für Ortbeton-Deckenplatten mit und ohne Vorspannung.

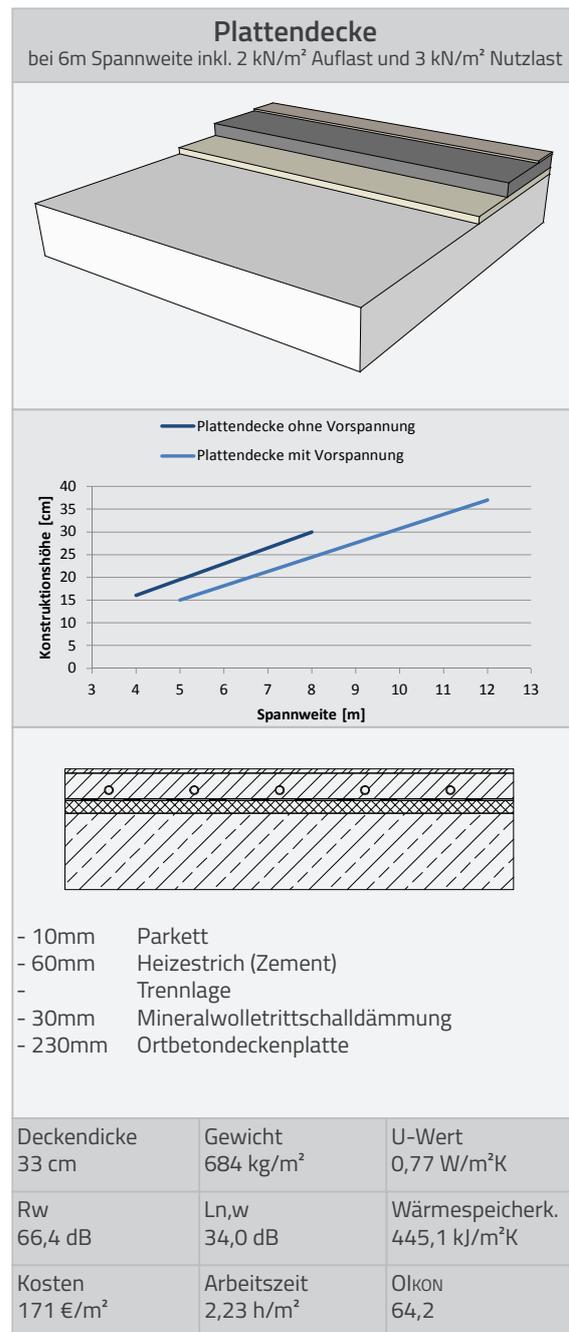


Abb. 16: Kompaktübersicht Plattendecke

51 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.28

52 MEZERA, RICCABONA, Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten, S.264

2.2.1.2. Plattenbalkendecke

Die Rippendecke besitzen Rippen in einem Achsabstand zwischen 65 und 75cm, durch welche die Spannweite erheblich erhöht werden kann; sie kommt aufgrund des hohen Schalungsaufwandes nur selten zum Einsatz.

Eine Kompromisslösung ist die Plattenbalkendecke; sie besitzt einen höheren Achsabstand von üblicherweise 1,5 bis 2,5m und eine größere Balkenbreite von ca. 15cm sowie eine Plattenstärke von 10 bis 16cm.⁵³ Dadurch wird der Schalungsaufwand gegenüber den traditionellen Rippendecken minimiert aber dennoch eine größere Spannweite als mit konventionellen Plattendecken ermöglicht. Dies ist der Fall, da bei annähernd gleichem Tragvermögen das Eigengewicht erheblich reduziert wird. Analog dazu verringert sich der Materialaufwand gegenüber einer normalen Plattendecke. Die geringere Plattendicke verkürzt die Aushärungszeit.

Diese Decken sind auf Grund der integrierten Balken nur einachsig spannbear. Bei offener Untersicht bleibt trotz des geringeren Eigengewichts die wirksame Wärmekapazität etwa gleich, da die Wärme auf Grund der Geometrie des Bauteils schneller weiter in die Konstruktion eindringen kann. Falls eine gerade Untersicht mithilfe abgehängter Decken erzeugt wird, steht die Raumluft nicht mehr direkt im Kontakt mit der Konstruktion, wodurch der Effekt der Wärmespeicherung stark minimiert wird.

Die Konstruktionsstärke erhöht sich leicht, wobei aber die Möglichkeit besteht, zwischen den Balken Leitungen zu führen, was wiederum zur Reduktion der gesamten Aufbauhöhe führen kann.⁵⁴ Die Planung der Haustechnikinstallation ist jedoch schwieriger, da sie schlecht quer zu den Balken geführt werden kann.

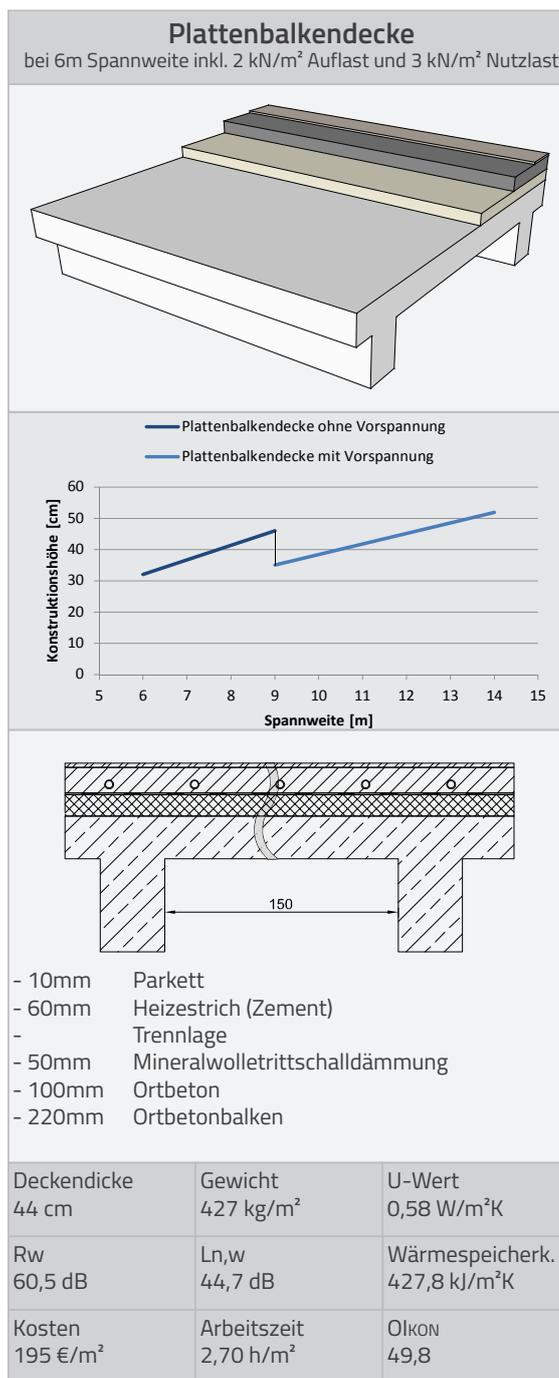


Abb. 17: Kompaktübersicht Plattenbalkendecke

53 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.37

54 www.bswals.at/wrl-m/raum/stbde/plabal.htm, 08.11.2015, 13:16

2.2.1.3. Kassettendecke

Die Kassettendecke ist eine kreuzweise gespannte Rippendecke. Bei der Herstellung werden vorgefertigte, quadratische Kunststoffhauben mit einer Seitenlänge von 0,50 bis 1,5m auf die Schalung gelegt. Die Bewehrung muss natürlich an die Hauben angepasst werden. Wie in der Abbildung 18 gut erkennbar, sind ähnliche Spannweiten wie bei vorgespannten Rippendecken möglich, aber bei einer etwas geringeren Aufbauhöhe; jedoch ist eine Verlegung von Haustechnikinstallationen in den Hohlräumen nicht wirklich realisierbar.⁵⁵ Ebenso ist das Eingießen von Leitungen bzw. Leerverrohrungen in der nur 10cm starken Massivplatte nicht realisierbar.

Aus konstruktiver Sicht wäre eine Verkleinerung der Rippenabstände im Stützenbereich sinnvoll, aber wirtschaftlich gesehen sind gleiche Schalkörper eindeutig von Vorteil.⁵⁶

Trotz geringeren Materialverbrauchs sind diese Decken teurer als Plattendecken, da der Schalungsaufwand einen erheblichen Teil der Errichtungskosten ausmacht.

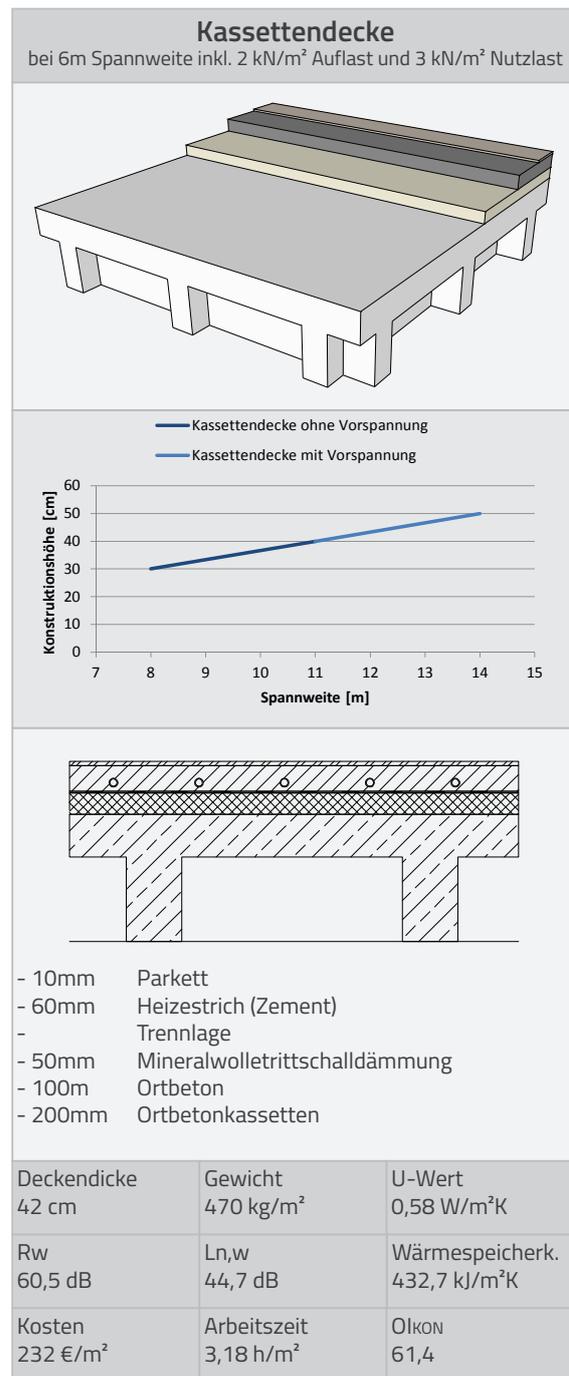


Abb. 18: Kompaktübersicht Kassettendecke

55 www.bsvals.at/wrl-m/raum/stbde/plabal.htm, 08.11.2015, 14:27

56 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.37

2.2.1.4. Hohlkörperdecke

Höhlkörperdecken können zweiachsig gespannt werden und besitzen in der statisch neutralen Zone Kunststoffhohlkugeln, welche das Material dort verdrängen wo es ohnehin die geringste Wirkung erbrächte. Durch dieses Verfahren ist eine Reduktion des Eigengewichts und damit auch der CO₂-Emissionen von ungefähr 30% möglich.⁵⁷ Die Verdrängungskörper werden meistens aus zu 100% recyceltem Kunststoff hergestellt. Ab einer Deckenstärke von 30cm (ungefähr 8m Spannweite) ist diese Konstruktion etwas kostengünstiger als eine gewöhnliche Plattendecke, davor ist sie ungefähr gleich teuer. Die Konstruktionshöhe ist meistens gleich bzw. nur geringfügig größer. Spannweiten von bis zu 20m stellen für diese Konstruktionsart kein Problem dar. Auch Ausführungen mit Vorspannung sind möglich.

Am Markt sind sie meist unter dem Namen „BubbleDeck“ zu finden.

Die Kugeln werden von einer unten und oben liegenden Bewehrungsmatte gehalten, damit sie beim Gießen nicht aufschwimmen und ihre Position behalten. Bei der Planung besteht keine Rasterbindung wodurch Freiheit bei der Raumgestaltung besteht.⁵⁸

In Abbildung 19 sieht man das Verhältnis zwischen Spannweite und Plattendicke, die Sprünge entstehen dadurch, dass die Kunststoffkugeln nur in vordefinierten Größen produziert werden.⁵⁹

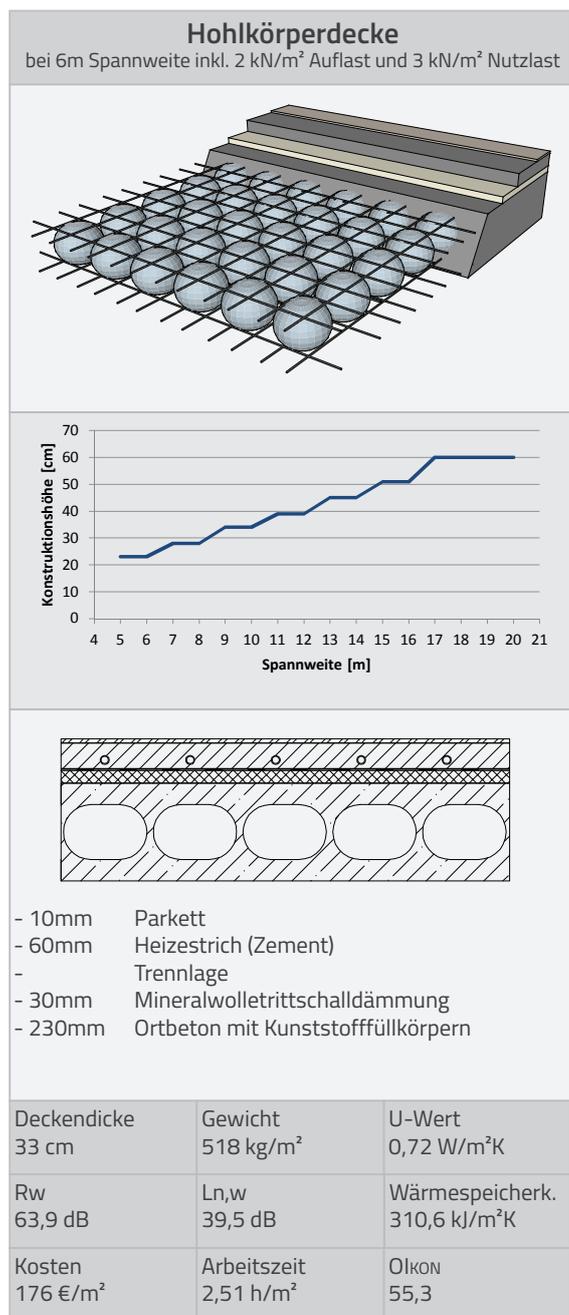


Abb. 19: Kompaktübersicht Hohlkörperdecke

57 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.39

58 www.cobias.com/technologie, 08.11.2015, 15:48

59 www.bubbledeck-uk.com/pdf/Product%20Information%20_final_20070219.pdf, 08.11.2015, 17:34

2.2.2. Teilmontagedecken

Diese Montageart benötigt keine Schalung, die im Nachhinein wieder entfernt werden muss, denn die unterste Schicht dient zugleich als Schalung und als Konstruktion. Eine Unterständerung ist nur in größeren Abständen notwendig, da die Schalungsschicht aus Fertigelementen wie Balken, Füllkörpern oder Platten besteht, die trocken verlegt werden und die Lasten, die im Zuge der Verlegung auftreten, größtenteils aufnehmen können. Dies reduziert die Baustellenzeit erheblich. Die endgültige Tragfähigkeit erhalten sie nach Erhärten des Füll- und/oder Aufbetons.

2.2.2.1. Elementdecke

Die Elementdecke wird auch Halbfertigdecke oder Filigrandecke genannt und besteht aus 7 bis 8cm dicken Elementplatten mit einer maximalen Breite von 2,5m, die vorerst einachsig gespannt werden. Nach dem Ausgießen und Aushärten kann die Kraftabtragung auch zweiachsig erfolgen. Diese Deckenart besitzt im fertigen Zustand ein sehr ähnliches Tragverhalten wie die üblichen monolithischen Ortbetondecken, mit wirtschaftlichen Spannweiten von bis zu 8m bzw. mit Vorspannung von bis zu 12m. Auch andere Vorteile wie Schallschutz, Brandschutz oder Speichermasse sind in einem ähnlichen Ausmaß vorhanden.⁶⁰ Durch das Wegfallen der üblichen Schalung und der nur in Abständen von 2m notwendigen Unterstellungen kann einiges an Bauzeit eingespart werden; jedoch müssen die Plattenelemente zuvor zur Baustelle transportiert werden und benötigen einen Kran zur Montage. Die Platten bilden eine flache Untersicht und können falls notwendig zur Nachjustierung miteinander verschraubt werden. Die Fugen zwischen den Elementen sind allerdings zu verspachteln. Die Elementdecke wird derzeit hauptsächlich im Wohnungsbau verwendet.

Die statisch erforderliche Querbewehrung kann vollständig im Aufbeton verlegt werden. Die Oberseite der Platten ist aufgeraut um eine gute Verbindung mit dem Aufbeton zu gewährleisten.

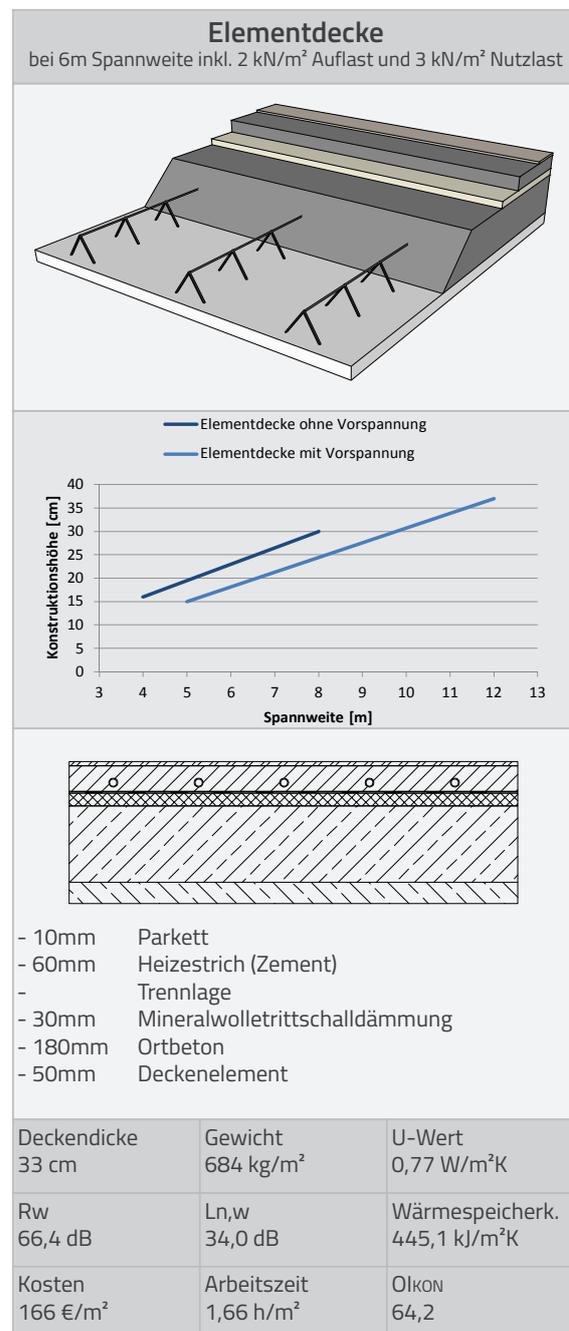


Abb. 20: Kompaktübersicht Elementdecke

60 www.katzenberger.com/index.php/produkte-leistungen/elementdecken, 12.11.2015, 12:06

Die Biegebewehrung ist in den Elementplatten verlegt und hat folgende Wirkung:

- Stellt eine ausreichende Steifigkeit für den Montagezustand her
- Verbessert den Verbund zwischen Elementplatte und Aufbeton
- Dient als Schubbewehrung
- Dient als Biegezugbewehrung

Sonderformen der Elementdecke:

Auf die Elementplatten werden Verdrängungskörper aus Polystyrol gelegt, welche das Eigengewicht in der neutralen Zone reduzieren und damit die mögliche Spannweite erhöhen.

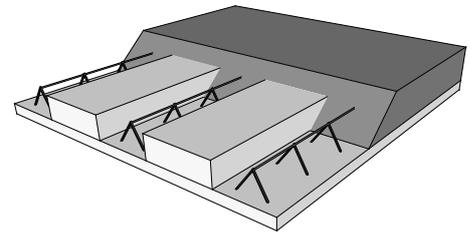


Abb. 21: Konstruktionschema Elementplatte mit Verdrängungskörpern

Ein ähnliches Verfahren besteht bei der „Wing-Decke“. Hier wird die Fertigteilplatte jedoch vorgespannt ausgeführt; dadurch können bis zu 6m unterstellungsfrei verlegt werden. Sie besitzt einen Hohlplattenbereich zwischen der Biegebewehrung. Klimaleitungen können in die Hohlräume werkseitig eingelegt werden und somit das Gebäude sowohl kühlen als auch beheizen.⁶¹

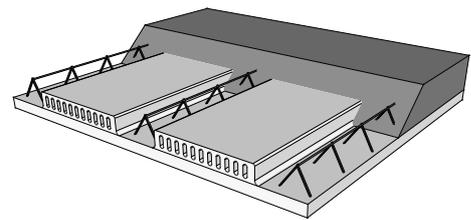


Abb. 22: Konstruktionschema Wing-Decke

Durch die Anwendung von hochfestem Beton für die vorgespannten Fertigrinnenplattelemente lassen sich höhere Druckspannungen aufnehmen, wodurch unterstellungsfrei errichtet werden kann und dünnere Deckenstärken möglich werden. Quer zu den Rippen kann knapp darüber noch eine Verteilerbewehrung eingelegt werden.

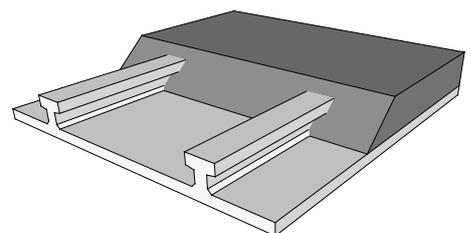


Abb. 23: Konstruktionschema Fertigrinnenplattelement

2.2.2.2. Hohlkörperdecke

Hohlkörperdecken als Teilmontagedecken haben die selben statischen und bauphysikalischen Eigenschaften wie Ortbetonhohlkörperdecken (Kapitel 2.2.1.4) mit selber Deckenstärke. Sie unterscheiden sich nur in der Errichtung. Die unterste Schicht ersetzt die Schalung und erhöht den Unterstellungsabstand.

Die Bewehrung unter den Hohlkörpern ist schon in der Fertigteilplatte integriert und ermöglicht den Verbund zwischen Ortbeton und Fertigteil.⁶²

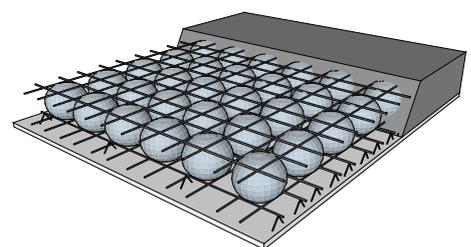


Abb. 24: Konstruktionschema Hohlkörperdecke in Teilmontageausführung

61 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.50

62 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.39

Weiters gibt es noch Doppelstegplatten (TT-Platten) und Trogplatten welche aber aufgrund ihrer hohen Konstruktionshöhe (70cm und mehr) nur im Hallen- und Industriebau eingesetzt werden und heutzutage überhaupt nur mehr selten zur Anwendung kommen. Es lassen sich Spannweiten von bis zu 22m bei hohen Lasten überspannen. Sie können als Vollmontagedecken gefertigt werden oder mit einer 5-10cm dicken Aufbetonschicht als Teilmontagedecken ausgeführt werden, wenn größere Einzellasten oder eine gewisse dynamische Beanspruchung zu erwarten ist.

2.2.2.3. Füllkörperdecke

Füllkörperdecken bestehen aus dünnen Fertigteilplatten mit Bewehrungsstäben in einem maximalen Abstand von 75cm und Füllkörpern dazwischen, die mit Aufbeton übergossen werden. Diese Verdrängungskörper gibt es in unterschiedlichen Herstellungsarten (Hohlblockelemente, Lochziegelsteine, Deckensteine aus Leichtbeton etc.) und erzeugen aus konstruktiver Sicht eine Rippendecke.⁶³ In den meisten Füllkörpern lassen sich Installationsleitungen führen. Es gibt auch offene Kappsteine falls keine gerade Untersicht gewünscht ist und kein Platz für Leitungen benötigt wird. Die Träger können auch vorgespannt ausgeführt werden. Sie sollten bei der Herstellung ungefähr alle 1,5m unterstellt werden. Bei größeren Öffnungen müssen Träger ausgewechselt werden. Dies geschieht meistens durch eine Einlage von Wechseleisen und Betonieren eines Ortbetonbalkens.

Durch ihr geringeres Gewicht weisen sie einen schlechteren Schallschutz als Massivbetondecken auf, gleichzeitig ist ihre Konstruktionshöhe etwas größer.

Ein zusätzlicher Aufwand entsteht, da die Unterseite verputzt oder verkleidet werden muss.⁶⁴ Der Vorteil gegenüber den anderen Teilmontagedecken ist, dass die Decke ohne Kran verlegt werden kann.⁶⁵ Spannweiten von bis zu 6m sind realisierbar.

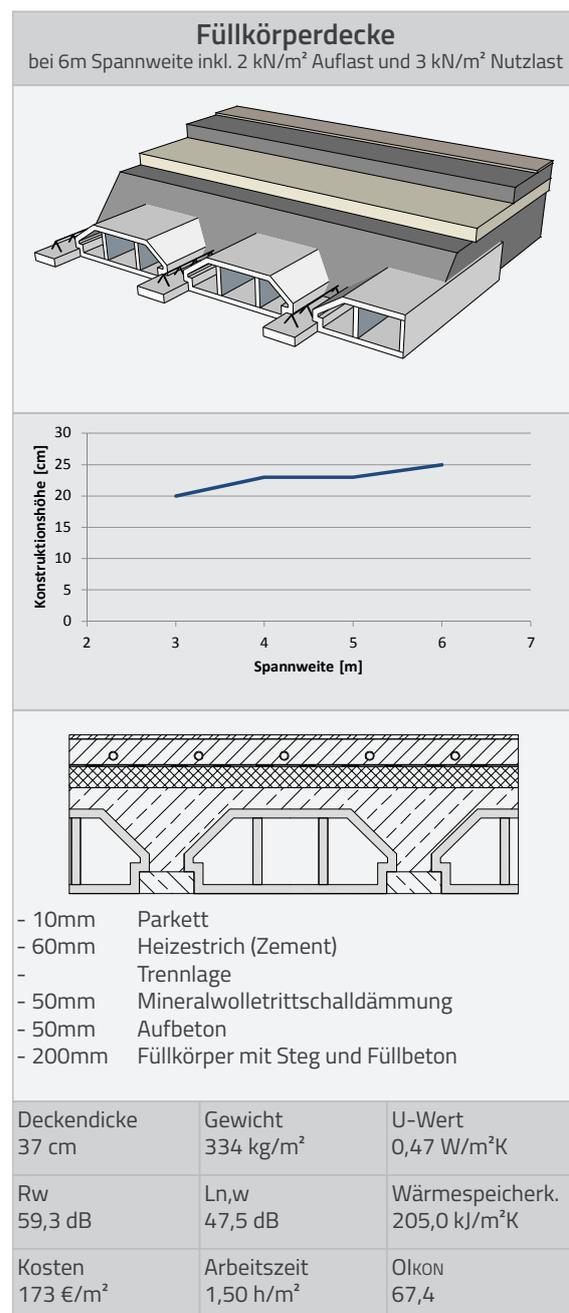


Abb. 25: Kompaktübersicht Füllkörperdecke

63 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.43

64 MEZERA, RICCABONA, Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten, S.280

65 www.elkage.de/src/public/showterms.php?id=2792, 12.11.2015, 15:17

2.2.3. Vollmontagedecken

Für diese Deckenarten werden vorgefertigte Bauelemente verwendet. Sie sind sofort nach Einbau voll belastbar und benötigen keine Unterstellung, Schalung oder Aushärtungszeit; die Bauzeit wird dadurch auf ein Minimum reduziert. Die Elemente werden unmittelbar nebeneinander verlegt. Auf der Baustelle werden nur mehr Vergussarbeiten durchgeführt. Die werkseitige Herstellung der Elemente erhöht die Qualität. Es kann kein Problem durch Baufeuchte entstehen.

Die Nachteile sind, dass für den Transport und die Montage schwerere Hebezeuge erforderlich sind und sie nur einachsiger gespannt werden können, was Öffnungen in den Decken schwieriger macht und bei der Grundrissgestaltung einschränkt.

2.2.3.1. Leichtbetondecke

Leichtbeton, auch Porenbeton oder Ytong genannt, ist ca. 60% leichter als Normalbeton und damit gut als Fertigelement auf die Baustelle transportierbar und vor Ort montierbar.

Die bewehrten Plattenelemente mit einer Breite von 62,5cm und bis zu 6m Länge, besitzen Nut und Feder und werden mit einem Fugenguss trocken verlegt.⁶⁶

Die vielen kleinen Luftkammern im Porenbeton ermöglichen sehr gute Wärmedämmeigenschaften, weshalb er sich gut als Decke zu Dachboden oder Keller eignet.

Brandschutztechnisch kommen die Deckenplatten bis auf REI120 und besitzen damit sehr gute Eigenschaften, schon Deckenplatten mit nur 15cm Stärke erreichen REI90.⁶⁷

Einer der größten Nachteile ist die Begrenzung auf eine Spannweite von 6m, die erhöhte Konstruktionshöhe und der geringere Schallschutz aufgrund der fehlenden Masse.⁶⁸ Falls die Deckenscheibe als Aussteifungselement dienen soll, muss ein bewehrter Aufbeton von 5cm auf die Elemente aufgetragen werden.

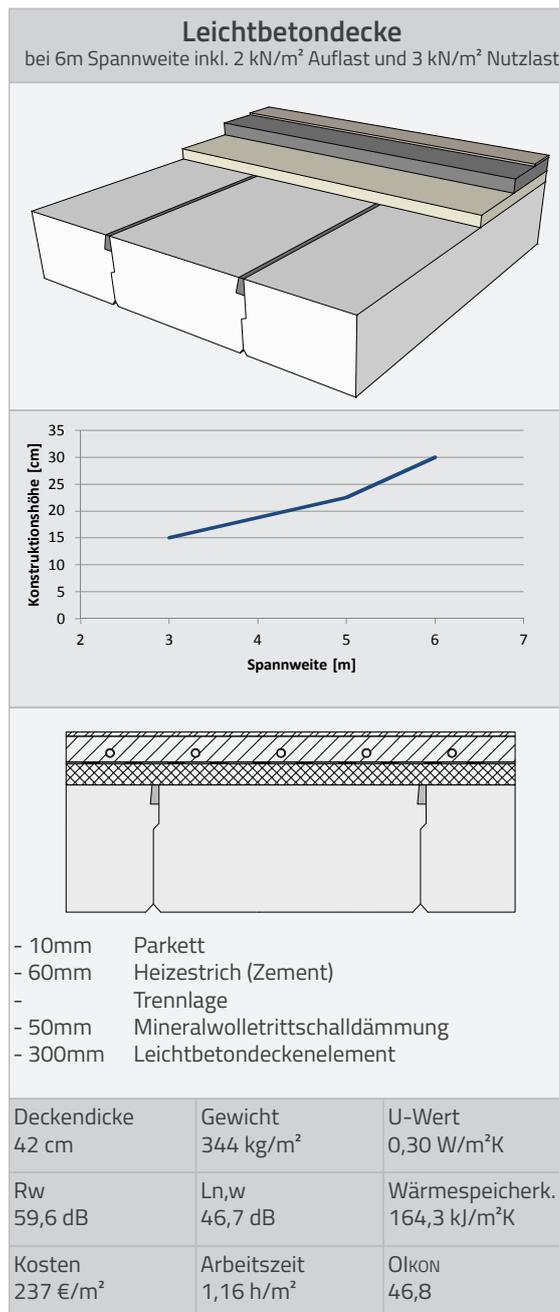


Abb. 26: Kompaktübersicht Leichtbetondecke

66 MEZERA, RICCABONA, Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten, S.270

67 www.ytong.at/de/img/Decken-_und_Dachsysteme.pdf, 15.11.2015, 14:19

68 www.bsh-traumhaus.de/uploads/media/PB-Decke-Dach.pdf, 15.11.2015, 17:12

2.2.3.2. Spannbeton-Hohldecke

Spannbeton-Hohldecken werden auch Hohlkammer-Fertigdecken oder Spannbeton-Fertigdecken genannt und bestehen aus normalem Spannbeton, der mehr Kräfte in den Zug- und Druckzonen aufnehmen kann als Leichtbeton. Durch die Hohlräume in der statisch „neutralen Zone“ sinkt das Eigengewicht um etwa 40% gegenüber flachen Ort betonplattendecken. Durch diese beiden Eigenschaften lassen sich größere Spannweiten von bis zu 19m erreichen. Das statische Prinzip ähnelt jenem der Hohlkörperdecke; mit Unterschied dazu liegt der Vorteil in der Vorfertigung der Elemente im Werk. Die Platten besitzen in der Regel eine Breite von 1,20 oder 2,40m und sind in den Deckenstärken 16, 20, 26, 32, 40, 45 und 50cm erhältlich.⁶⁹ Sie werden einachsig gespannt und benötigen eine Auswechslung bei Öffnungen; ihre Breite muss einem vielfachen der Hohlkammern entsprechen, um die Spannstäbe nicht zu zerstören. Die Hohlplattenelemente werden, nach dem Einlegen einer Bewehrung in den Fugen mithilfe des Fugenvergusses miteinander verbunden. Durch das Zubetonieren einzelner Hohlräume mit integrierter schlaffer Bewehrung lassen sich auch Kragplatten herstellen.⁷⁰

Ein weiterer Vorteil der Hohlräume ist, dass Haustechnikleitungen darin eingelegt werden können, was im Wohnbau meistens eine abgehängte Decke erübrigt und somit an Höhe einspart.

Spannbeton-Hohldecken besitzen prinzipiell eines der Verhältnisse von Spannweite zu Plattendicke.

Sie können sowohl im Stahl- und Stahlbetonskelettbau als auch im normalen Mauerwerksbau eingesetzt werden.⁷¹ Bei Stahlträgern werden die Hohlplattendecken auf Elastomerstreifen aufgelegt.⁷²

Der Schallschutz ist besser als bei den Leichtbetonplattendecken, aber schlechter als bei Ort betonplattendecken.

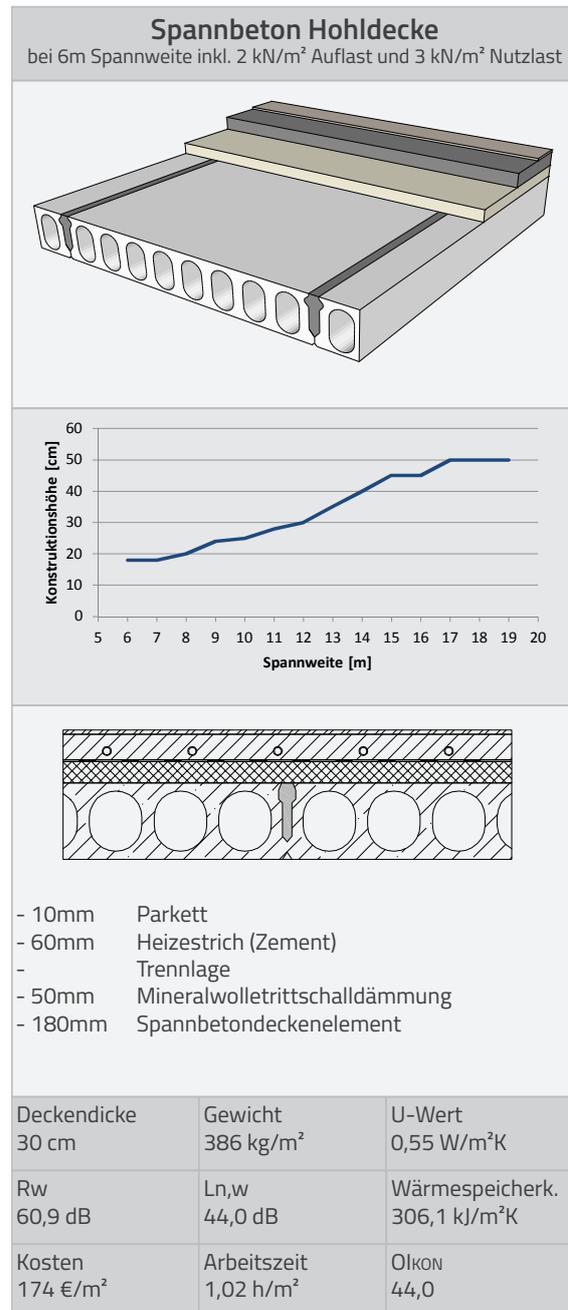


Abb. 27: Kompaktübersicht Spannbeton-Hohldecke

69 www.leier.at/?Produkte___Deckensysteme___vorgespante_Hohldiele, 15.11.2015, 18:43

70 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.53

71 [www.roেকেlein.de/html/service/downloads/prospekte/hochbau/RoেকেleinSupraplan.pdf](http://www.roeckelein.de/html/service/downloads/prospekte/hochbau/RoেকেleinSupraplan.pdf), 15.11.2015

72 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.55

2.3. Holz und Beton im Verbund

2.3.1. Teilmontagedecken

Beim Verbund zwischen Holz und Beton gibt es nur Teilmontage- und Vollmontagedecken, da dem Prinzip entsprechend nie eine separate Schalung benötigt wird. Bei Ausführung als Vollmontagedecke ist die zweiachsige Spannung nur bei entsprechend kleinen Deckenfeldern möglich.

2.3.1.1. Holz-Beton Verbunddecke

Die Besonderheit der Holz-Beton Verbunddecke liegt in der Nutzung der jeweils dominierenden Festigkeitseigenschaften beider Stoffe, indem das Holz die Zugkräfte und der Beton darüber die Druckkräfte aufnimmt.

Der Beton wird mit der Holzdecke in der Regel mittels Schubschrauben⁷³ verbunden; sie nehmen die auftretenden Scherkräfte auf und übertragen sie von der einen Schicht in die andere. Manchmal werden auch Gewindestangen, Nägel oder Klammern als Verbindungsmittel gewählt.

Ein weiterer Nachteil, erst vor Ort den Aufbeton zu gießen, ist die lange Trocknungszeit und damit die Verlängerung der Bauzeit.

Durch den Zusatz von Stahlfasern in den Beton kann das spröde und schlagartige Versagen vermieden und damit das Nachbruchverhalten günstig beeinflusst werden.⁷⁴

Das Hauptanwendungsgebiet liegt derzeit bei Althausanierungen und Dachausbauten. Vor allem bei letzterem muss durch die Umnutzung die Decke auf die heutigen Ansprüche und statisch höheren Anforderungen angepasst werden. Für die oberste Geschoßdecke wurde früher aus Brandschutzgründen die Dippelbaumdecke bevorzugt, das System kann dort, aber auch bei gewöhnlichen Holzbalkendecken, angewendet werden.⁷⁵

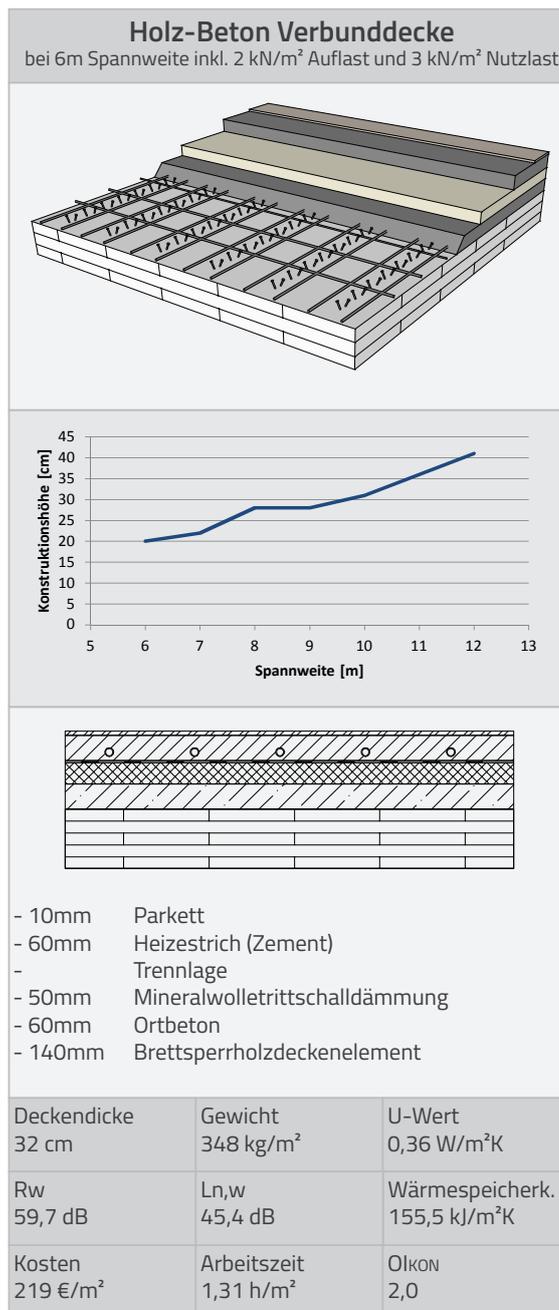


Abb. 28: Kompaktübersicht Holz-Beton Verbunddecke

73 [http://www.sfsintec.de/internet/sfsmedien.nsf/05BA3B1C7CAEF37EC125740C0056B80B/\\$FILE/VB_Tech_Doku_dt_DE_SSB_1.01.pdf](http://www.sfsintec.de/internet/sfsmedien.nsf/05BA3B1C7CAEF37EC125740C0056B80B/$FILE/VB_Tech_Doku_dt_DE_SSB_1.01.pdf), 27,10,2015, 16:52

74 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.126

75 TEIBINGER, DOLEZAL, MATZINGER, 2009: Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau.S.21

Durch die Montage der Schubschrauben und das Aufbringen einer 6 bis 10cm dicken Betonschicht können folgende Vorteile erzielt werden: ⁷⁶

- erhöhte Tragfähigkeit
- erhöhte Biegesteifigkeit
- Minimierung der Schwingungsanfälligkeit
- erhöhter Brandschutz (bis F90)
- Verbesserung des Luft- und Trittschallschutzes
- Höhenausgleich bei leicht durchhängenden Bestandsdecken möglich
- Kostenersparnis bis 30% gegenüber herkömmlichen Deckensanierungslösungen

Die Holz-Beton Verbunddecke wird in den letzten Jahren auch immer häufiger bei mehrgeschoßigen Neubauten angewendet; hier werden meistens Massivholzdecken mit Beton verbunden. Durch eine sägeraue Oberfläche des Holzes, ein Nutprofil bei Brettstapelhölzern und Schubverbinder, die ins Holz eingearbeitet werden, kann der Verbund weiter verbessert werden. Dadurch werden Spannweiten von bis zu 12m ermöglicht; Konstruktionen ab 5m sind wirtschaftlich. Zu den weiteren Vorteilen gehört die zweiachsige Spannbarkeit und das geringe Eigengewicht. Die Schallschutzeigenschaften liegen im Mittelfeld.

2.3.1.2. Holz-Leichtbeton Verbunddecke

Die Holz-Leichtbeton Verbunddecke ist eine Weiterentwicklung der Holz-Beton Verbunddecke und derzeit noch in der Forschung. In der „neutralen Zone“ zwischen den starken Druckkräften, die der Beton aufnimmt, und den am unteren Bereich vorkommenden Zugkräften, die das Holz aufnimmt, befinden sich nur Schubspannungen, welche eine geringere Beanspruchung des Materials darstellen.

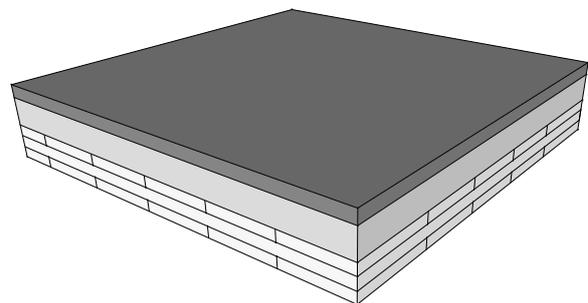


Abb. 29: Konstruktionsschema Holz-Leichtbeton Verbunddecke

Somit ist es möglich, als mittlere Schicht einen Holzspanbeton zu verwenden. Dieser ist eine Mischung aus Holzspänen und Zement und hat ein niedriges Eigengewicht, wodurch das Gewicht der ganzen Konstruktion bei gleichbleibendem Tragverhalten reduziert wird, wodurch wiederum die Spannweite erhöht, die Konstruktionshöhe verringert oder die Lasten darauf erhöht werden können. Außerdem wird die Ortbetonschicht dadurch dünner und senkt somit die Aushärtungszeit. Durch das „weichere“ Material verbessern sich ebenso die Schallschutzeigenschaften.

Neueste Entwicklungen ermöglichen es, Zement ohne Brennprozesse herzustellen, die Holzspäne sind Holzreste aus der Industrie; somit stellt Holzspanbeton einen ökologischen Baustoff dar. Ein Problem besteht derzeit noch in der optimalen Verbindung dieser drei Werkstoffe miteinander.

⁷⁶ www.bau-berlin.info/leistungen/holzbetonverbund, 27.10.2015, 17:27

2.4. Stahl und Beton im Verbund

Ebenso wie alle Verbunddecken, versucht der Verbund von Stahl und Beton die unterschiedlichen Materialien so miteinander kraftschlüssig zu verbinden, dass eine optimale Ausnutzung der spezifischen Baustoffeigenschaften ermöglicht wird. Der Stahl nimmt im unteren Bereich der Konstruktion die dort vorwiegend auftretenden Zugkräfte auf und der Beton darüber die Druckkräfte. Der Beton sorgt auch für Speichermasse und gute Schallschutzwerte. Nachteilig ist sein hohes Gewicht.

Diese Konstruktion findet derzeit hauptsächlich Anwendung in Skelettbauten mit regelmäßigen Stützenrastern und hohen Nutzlasten, wie Bürogebäude, Park-, Kranken- und Warenhäuser oder Schulen. Die Skelettbauweise mit Stahlträgern erlaubt große Durchbrüche im Stützenbereich ohne die sonst üblichen Durchstanzprobleme. Außerdem ermöglicht die Auflösung der Wände große offene Räume. In der einen Achse wird die Stützenabstand von der Dimension der Unterzüge, in der anderen von der Spannweite der Decke definiert.

2.4.1. Ortbeton Verbunddecken

Die typischen Nachteile der Ortbetondecken, also Baustellenbedingungen, notwendige Unterstellung und Schalung sowie Aushärtungszeit, treten natürlich auch hier auf (siehe Kapitel 2.2.1).

2.4.1.1. Verbundträger

Als „Verbundträger“ bezeichnete Decken sind tragwerkstechnisch und auch hinsichtlich ihrer Geometrie sehr ähnlich den Ortbetonplattenbalken. Sie unterscheiden sich darin, dass I-Träger aus Stahl als unterste Konstruktionsschicht anstelle von Stahlbetonbalken verwendet werden. Die Stahlträger besitzen meisten einen Abstand von etwa 2,4m und werden mit herausstehenden Betonankern oder Kopfbolzendübeln schubfest mit der Betonplatte verbunden.⁷⁷ Durch den Verbund der beiden Materialien lässt sich die Bauhöhe um etwa 30% und das Gewicht des Stahlträgers um ungefähr 60% verringern.

Die Vorteile der beiden Materialien werden optimal kombiniert und ergeben damit sehr gute Eigenschaften für Einfeldträger, bei Mehrfeldträgern entstehen über den Zwischenstützen jedoch Zugkräfte, die mit einer Bewehrung an der Oberseite der Betonplatte aufgenommen werden müssen.

Der Einsatz von Stahlträgern statt Stahlbetonbalken reduziert das Eigengewicht der Konstruktion und führt auch zu etwas geringeren Deckenhöhen. Ein weiterer Vorteil ist der geringere Schalungsaufwand, die Stahlträger können rasch montiert werden und benötigen nur mehr eine gerade Schalung zwischen den Trägern.

Um den Anforderungen des Brandschutzes gerecht werden zu können, werden die Stege der Stahlträger mit Beton gefüllt, der gesamte Träger verkleidet oder mit speziellen Anstrichen geschützt.⁷⁸ Installationsleitungen können genau wie bei Ortbetonplattenbalkendecken zwischen den Trägern geführt werden, auch sonst besitzen sie ähnliche Vor- und Nachteile wie Ortbetonplattenbalken (siehe Kapitel 2.2.1.1).

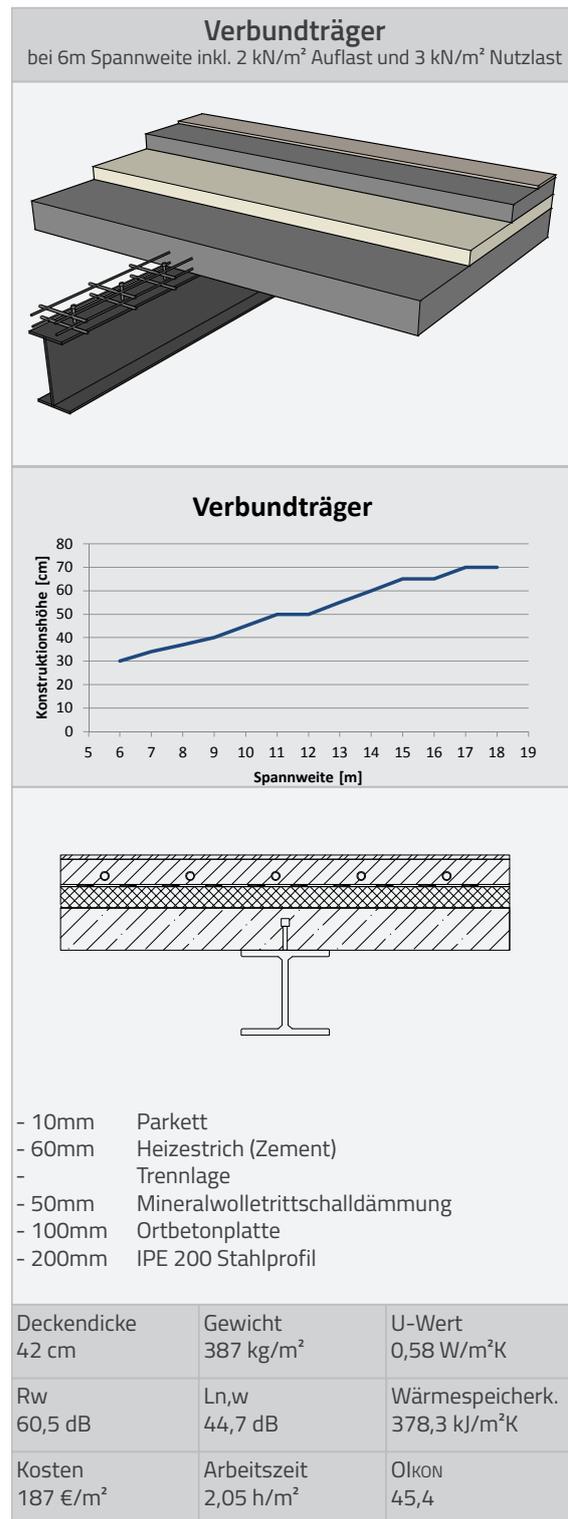


Abb. 30: Kompaktübersicht Verbundträger

77 www.bauforumstahl.de/upload/documents/Arbeitshilfe_2.7_neu.pdf, 17.11.2015, 14:11

78 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.116

2.4.2. Teilmontage Verbunddecken

Natürlich müssen auch bei diesen Deckensystemen die typischen Vor- und Nachteile der Teilmontagedecken, also Ersparnis der Schalung, Errichtung unter Baustellenbedingungen, notwendige Unterstellung und Aushärtungszeit, berücksichtigt werden (siehe Kapitel 2.2.2).

2.4.2.1. Trapezblechverbunddecke

Diese Verbunddecke besteht aus profilierten Blechen mit Aufbeton. Das Trapezblech dient als mitwirkende Stahldecke oder nur als verlorene Schalung; es ist schnell verlegt und dient sofort als Arbeitsbühne. Das Stahlblech kann als Bewehrung die Biegezugspannungen aufnehmen und somit die Konstruktionshöhe verringern und dadurch eine vor allem im Hochhausbau nicht unbedeutende Gewichtsreduzierung erzielen.

Das Blech wird in unterschiedlichen Arten hergestellt und schafft die schubfeste Verbindung ganz unterschiedlich:

- Mechanischer Verbund durch Formgebung des Blechs
- Reibungsverbund für Profile mit hinterschnittiger Geometrie
- Endverankerung durch aufgeschweißte Kopfbolzen
- Endverankerung durch Verformung der Rippen an den Blechenden ⁷⁹

Verbunddecken mit hinterschnittenen Profilen kommen in der Regel für Spannweiten zwischen 2,4 und 6m zur Ausführung.

Schwalbenschwanzprofile bieten eine gute Lösung für den Brandschutz; bei Anordnung einer Brandschutzbewehrung ist für F90 kein zusätzlicher Schutz erforderlich.⁸⁰ Außerdem lassen sich in die Trapezhohlräume Befestigungen schraubenlos einklemmen, um Installationen oder abgehängte Decken zu montieren.

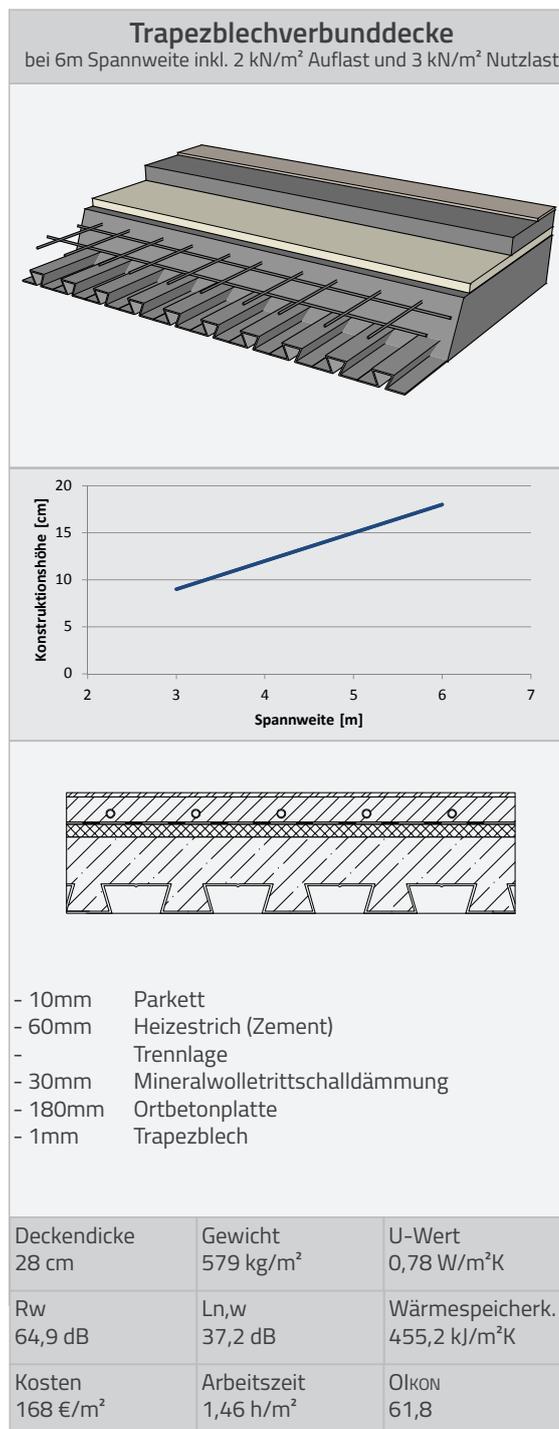


Abb. 31: Kompaktübersicht Trapezblechverbunddecke

79 www.bauforumstahl.de/upload/documents/Arbeitshilfe_2.7_neu.pdf, 17.11.2015, 16:19

80 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.121

2.4.2.2. Hoesch Additiv Decke

Die Hoesch Additiv Decke besitzt Blechprofile, welche zwischen zwei Trägern (Stahl- oder Stahlbetonträger) eingehängt und anschließend ausgegossen werden. Im Endzustand tragen die bewehrte und betonierte Rippendecke und das Blech gemeinsam. Die Bleche können ohne Kraneinsatz verlegt werden und müssen nicht unterstellt werden. Diese Bauweise wird derzeit vor allem für Parkhäuser bei einer Spannweite von 5-6m eingesetzt.⁸¹ Die Rippen ermöglichen eine Leitungsführung in der Konstruktionsebene, erhöhen jedoch ebenso die Deckendicke.

2.4.2.3. Slim-Floor Decken

Der Begriff Slim-Floor Decke ist eher als Oberbegriff für eine Art von Deckensystemen zu verstehen. Der Unterzug wird in den Deckenspiegel der Betondecke integriert und verbindet damit die Vorteile der Flachdecke mit denen eines Unterzugsystems.

Derzeit sind es hauptsächlich vorgespannte Hohlplattenelemente oder Elementplatten, die normal zu I-Stahlprofilen oder speziellen Slim-Floor Profilen gespannt werden.⁸²

Für einen Brandschutz von F90 müssen die Träger oben mit Beton abgedeckt werden, welcher auch eine Scheibenwirkung erreicht.

Die Hohlplattenelemente werden mit einander und den Trägern verbunden, indem Bewehrungen durch die Slim-Floor Träger oder über die I-Träger verlaufen und mit Ortbeton vergossen werden, sodass ein Verbundträger entsteht. Bei den Elementplatten ist das gleiche Prinzip anwendbar, jedoch wird mehr Ortbeton benötigt. Die Aushärtungszeit und damit verbundene Bauzeit ist dadurch bei der Slim-Floor Decke mit Hohlplattenelementen kürzer. Falls keine aussteifende Wirkung der Geschoßdecke und kein erhöhter Brandschutz erzielt

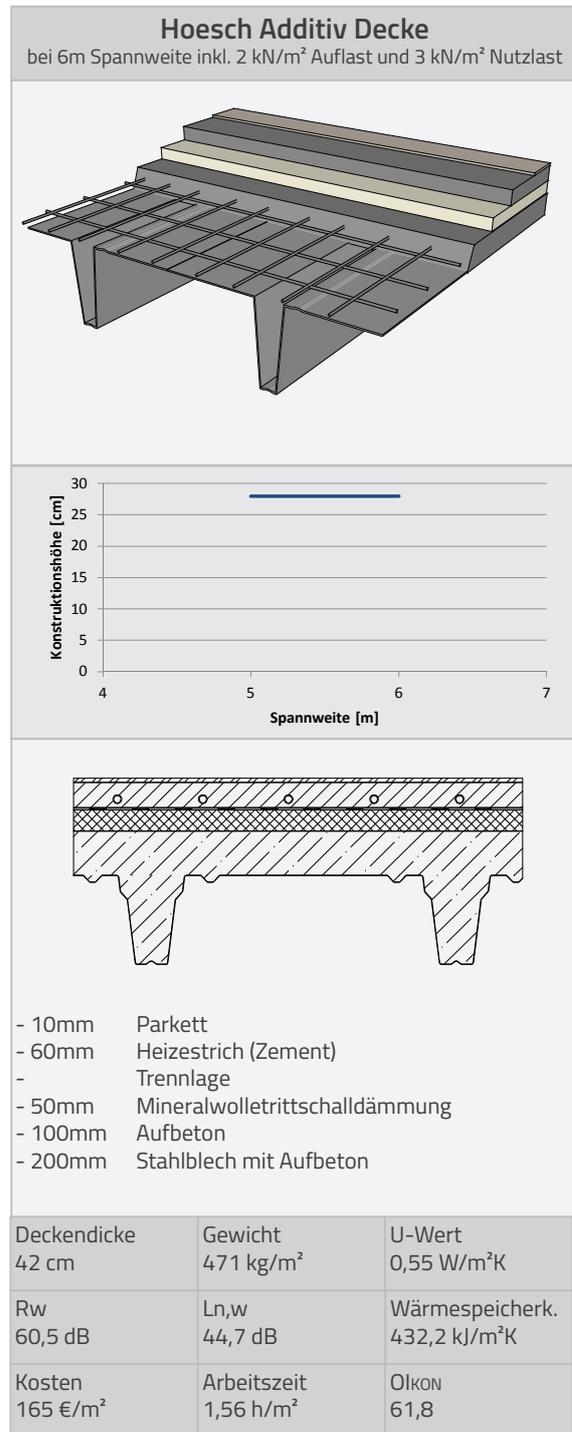


Abb. 32: Kompaktübersicht Hoesch Additiv Decke

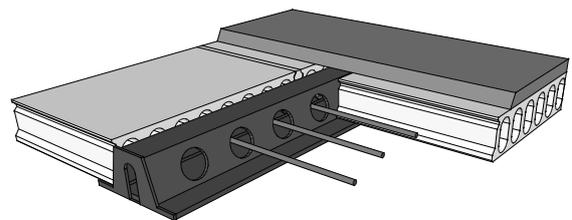


Abb. 33: Konstruktionsschema Slim-Floor Decke mit Hohldeckenelementen

81 http://ds.arcelormittal.com/repo/AMC/ARC_cofraplus220_22_single.pdf, 06.02.2016, 13:36

82 PECH, KOLBITSCH, ZACH, 2006: Decken, S.123

werden muss, reicht bei der Slim-Floor Decke mit Hohlplattenelementen auch der reine Fugenverguss, was das Konstruktionsprinzip zu einer Vollmontageplatte macht.⁸³ Sie besitzen auch das beste Eigengewicht-zu-Spannweite-Verhältnis unter den Stahl-Beton Verbunddecken. Ein Tragwerksraster von 12x12m oder 8x16m ist möglich.⁸⁴

Beide Arten bieten eine niedrige Konstruktionshöhe,⁸⁵ mit allen damit verbunden Vorteilen. Die unterzugsfreie Bauweise ermöglicht eine einfachere Verlegung der Haustechnik auch in Querrichtung, da keine aufwändigen Trägerdurchbrüche notwendig sind.⁸⁶

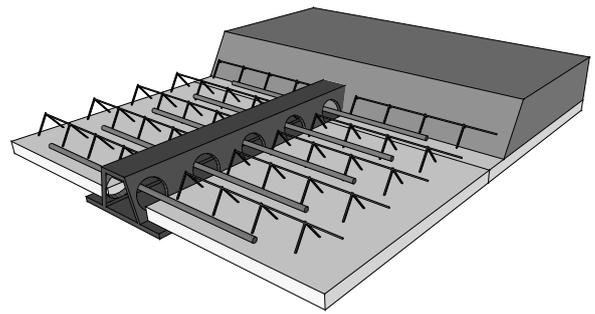


Abb. 34: Konstruktionschema Slim-Floor Decke mit Elementplatten

2.4.3. Vollmontage Verbunddecken

Die typischen Vor- und Nachteile der Vollmontagedecken, also Ersparnis der Schalung, Unterstellung und Aushärtungszeit, sowie Produktion im witterungsgeschützten Werk, aber auch die Einschränkung durch vordefinierte Größen finden auch hier Anwendung (siehe Kapitel 2.2.3).

83 <http://www.dw-systembau.de/sites/default/files/Tragverhalten%20von%20Slim%20Floor-Konstruktionen.pdf>, 03.12.2015, 16:02

84 www.peikko.at/kategorie-deltabeam-de, 17.11.2015, 14:56

85 www.dw-systembau.de/produkte/flachdecken-mit-brespa%20AE-decken, 17.11.2015, 16:24

86 http://sections.arcelormittal.com/uploads/tx_abdownloads/files/Die_moderne_Slim-Floor_Bauweise_-_Braun_German.pdf, 17.11.2015, 19:48

2.4.3.1. Cofradal Decke

Sie können als Slim-Floor Decke (Unterzug wird in die Deckenelementebene integriert) oder als übliches Unterzugsystem (Elemente werden auf den Unterzug gelegt) ausgeführt werden. Dieses System ist eine Kombination von Stahlleichtbauprofilen, Mineralfaserdämmung und Beton. Es handelt sich hierbei um 1,2m breite, vollkommen im Werk vorgefertigte Plattenelemente, die auf der Baustelle nur mehr positioniert und mittels Fugenvergusses verbunden werden. Die Dämmung bewirkt eine Gewichtsreduktion von etwa 60% gegenüber konventionellen Ortbetonplattendecken und ermöglicht zugleich eine Verbesserung der thermischen, akustischen sowie brandschutztechnischen Eigenschaften der Konstruktion.⁸⁷

Die Deckenkonstruktion alleine besitzt ein bewertetes Schalldämmmaß (R_w) von 58dB und einen bewerteten Norm-Trittschallpegel ($L_{n,w}$) von 78dB; mit 5cm schwimmendem Estrich und einer 2cm dicken Trittschalldämmung sind 72dB R_w und 49dB $L_{n,w}$ möglich.

Die Untersicht der Stahlleichtprofile kann für eine ansprechendere Optik farbbeschichtet werden. Die Montage von Installationsleitungen und Verblendungen unter der Decke sind leicht möglich. Diese Deckenkonstruktion wird ebenso wie die anderen Stahl-Beton Verbunddecken hauptsächlich für den Gewerbe-, Industrie- und Verwaltungsbau eingesetzt.

Die Deckenelemente sind in den Plattendicken 20, 23 und 26cm erhältlich und ermöglichen Spannweiten von bis zu 8m.⁸⁸ Bei der Dimensionierung der Elemente wird nicht nur die Plattendicke sondern auch der Bewehrungsdurchmesser gewählt.

Falls die Montage als Teilmontagedecke gewünscht wird, können die Plattenelemente, die nur aus Stahlprofilen mit eingelegter Dämmung bestehen, geliefert und montiert und erst vor Ort mit Beton vergossen werden.

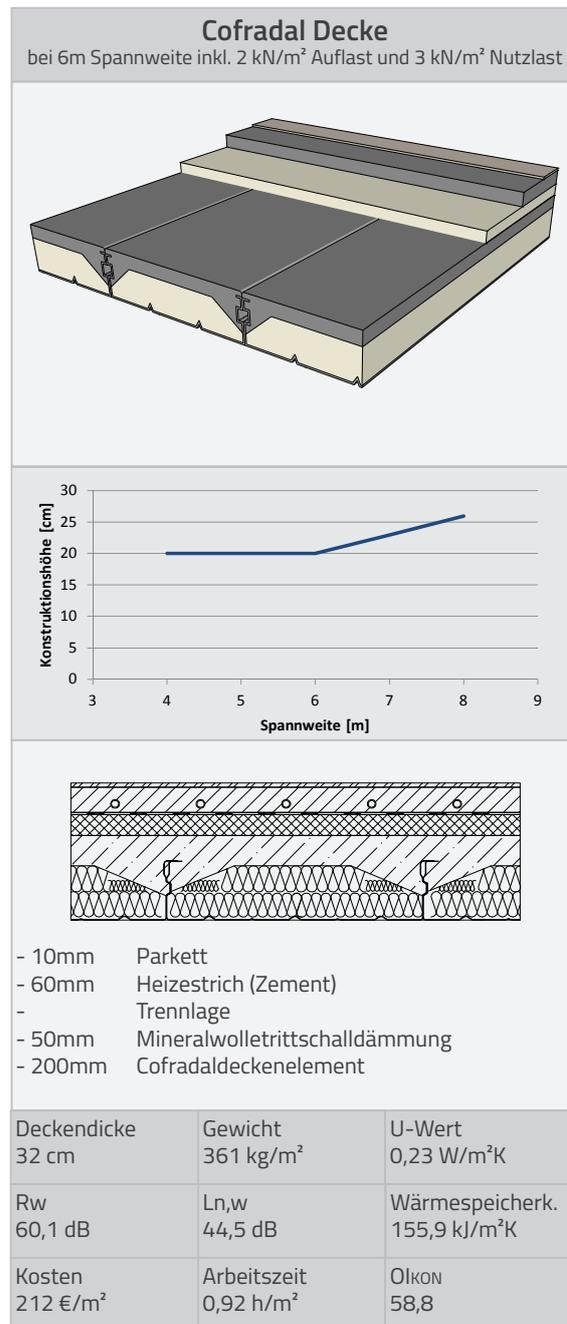


Abb. 35: Kompaktübersicht Cofradal Decke

87 www.szs.ch/user_content/editor/files/Downloads_Stahlwerkstoffe/verbunddeckensysteme%20cofradra.pdf, 17.11.2015, 19:48

88 http://ds.arcelormittal.com/repo/Switzerland%20Arval%20website/PDF%20DOC/cofradal_200.pdf?flip-book=1, 17.11.2015, 19:48

3. Gliederung nach unterschiedlichen Kriterien

Im folgenden Kapitel werden die vorhin erwähnten Deckenkonstruktionen nach unterschiedlichen Faktoren gegliedert und in Organigrammen dargestellt. Diese Faktoren können bei der Wahl der Deckenkonstruktion eine Rolle spielen und so das Ausschließen einiger Deckenkonstruktionen ermöglichen, die für das jeweilige Projekt wegen unterschiedlicher Rahmenbedingungen nicht praktikabel sind.

Gliederung nach sinnvollen Spannweiten

Spannweite [m]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Tramdecke																			
Brettsperrholz																			
Brettstapelholzdecke																			
Hohlkastendecke																			
Plattendecke ohne Vorspannung																			
Plattendecke mit Vorspannung																			
Plattenbalkendecke ohne Vorspannung																			
Plattenbalkendecke mit Vorspannung																			
Kasettendecke ohne Vorspannung																			
Kasettendecke mit Vorspannung																			
Hohlkörperdecke																			
Elementdecke ohne Vorspannung																			
Elementdecke mit Vorspannung																			
Füllkörperdecken																			
Leichtbetondecke																			
Spannbeton-Hohldecke																			
Holz-Beton Verbunddecke																			
Verbundträger ohne Vorspannung																			
Trapezblechverbunddecke																			
Hoesch Additiv Decke																			
Cofradal Decke																			

Tabelle 4: Gliederung nach sinnvollen Spannweiten

Gliederung nach derzeitiger Hauptnutzung

	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Bürogebäude	Industrie	Parkhäuser	Schulen	Krankenhäuser	Gewerbebau	Dachbodenausbau
Tramdecke									
Fehltramdecke									
Tramtraversendecke									
Brettsperrholzdecke									
Brettstapelholzdecke									
Hohlkastendecke									
Plattendecke									
Plattenbalkendecke									
Kasettendecke									
Hohlkörperdecke									
Elementdecke									
Füllkörperdecke									
Leichtbetondecke									
Spannbeton-Hohldecke									
Holz-Beton Decke									
Verbundträger									
Trapezblechverbunddecke									
Hoesch Additiv Decke									
Cofradal Decke									

Tabelle 5: Gliederung nach derzeitiger Hauptnutzung

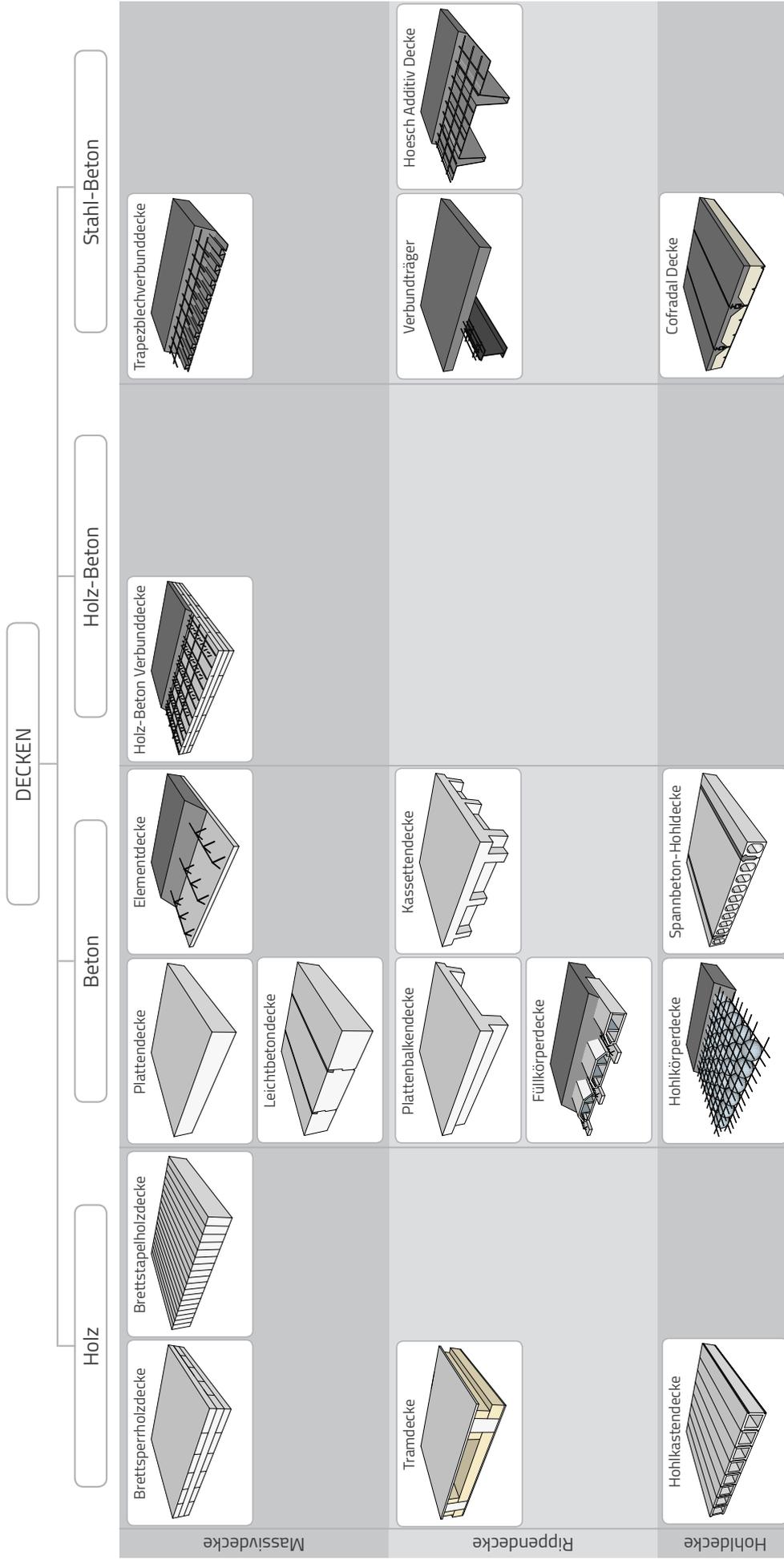


Abb. 36: Gliederung nach Konstruktionsart

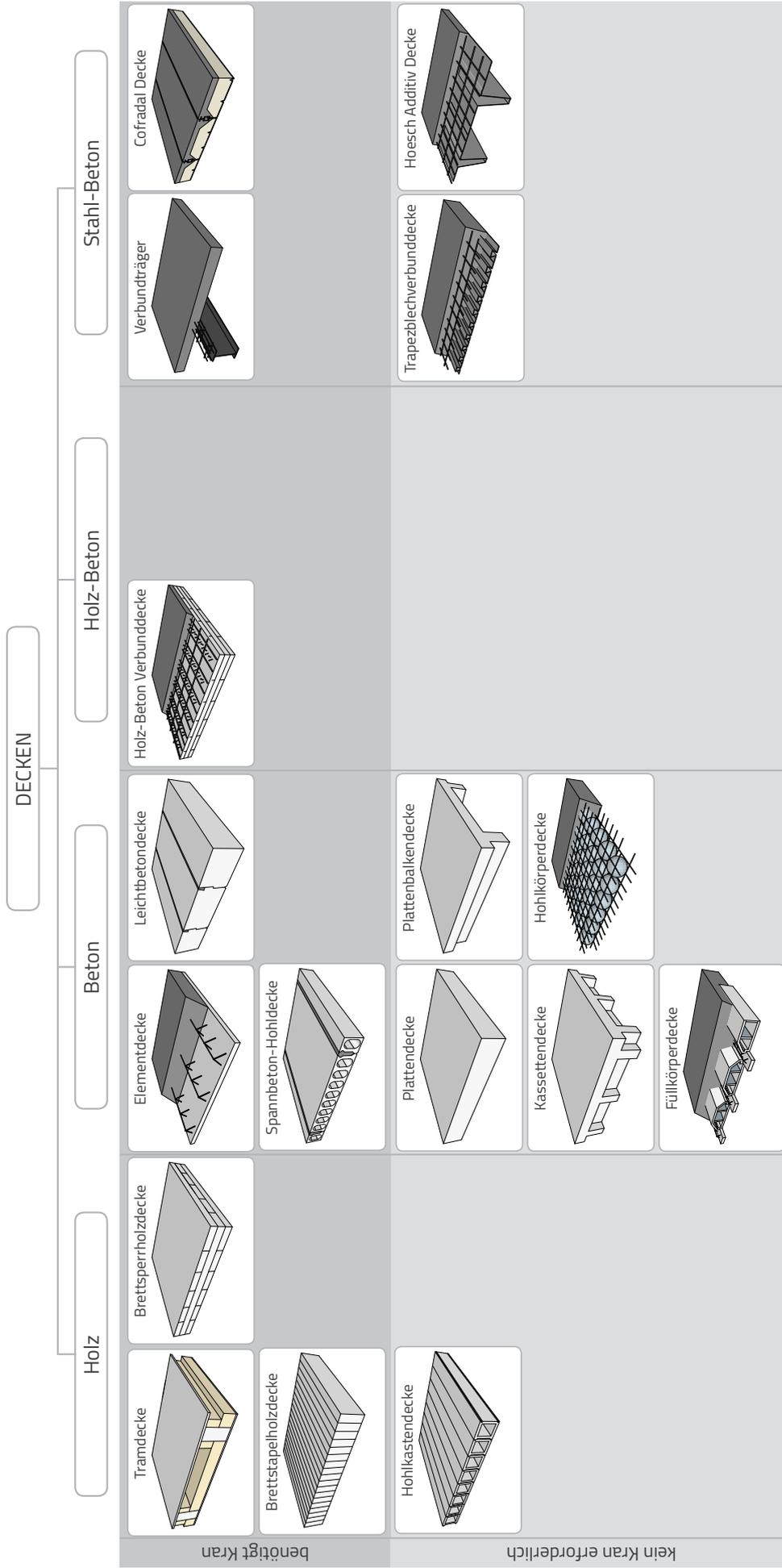


Abb. 37: Gliederung nach Kranbedarf

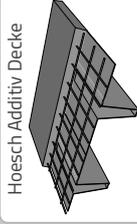
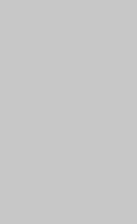
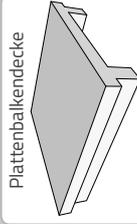
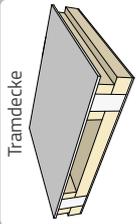
DECKEN

Holz

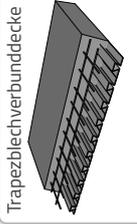
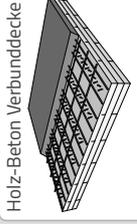
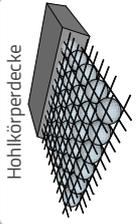
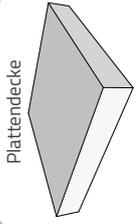
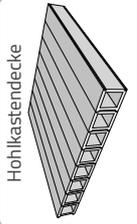
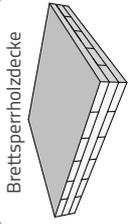
Beton

Holz-Beton

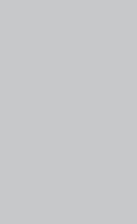
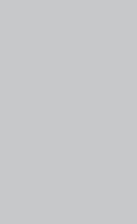
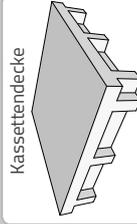
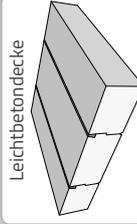
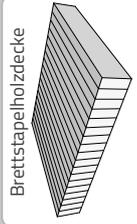
Stahl-Beton



Große Leitungen in Konstruktion führbar



Schlanke Leitungen in Konstruktion führbar



Keine Leitungen in Konstruktion führbar

Abb. 38: Gliederung nach Möglichkeit der Leitungsführung

4. Wertermittlung

In diesem Kapitel werden unterschiedliche Eigenschaften von Deckenkonstruktionen miteinander in Verhältnis gesetzt. Zum Vergleich stehen die 17 im Kapitel 2 erwähnten Decken, exklusive Sonderformen und vorgespannter Ausführungen von Ortbetondecken, da sie nur bei Sonderlösungen Einsatz finden.

Für die Dimensionierung der Konstruktionen wurde eine Nutzlast von $3,0 \text{ kN/m}^2$, eine Fußbodenauflast (Ausbaulast) von $2,0 \text{ kN/m}^2$ angenommen, und ebenso das Eigengewicht der jeweiligen Deckenkonstruktion berücksichtigt. Für die Berechnungen wurde ein Einfeldträger mit einer Spannweite von 6 m festgelegt, da diese im Wohnbau als angestrebte Spannweite gilt und im Bürobau ebenso Verwendung findet. Ein weiteres Kriterium für die Wahl dieser Spannweite war, dass sie die einzige ist, in der alle Deckenkonstruktionen (mit Ausnahme der Kassettendecke) sinnvoll eingesetzt werden können. Eine Nutzlast von $3,0 \text{ kN/m}^2$ wurde festgelegt, da jede Deckenkonstruktion sowohl im Wohnbau als auch im Bürobau eingesetzt werden kann. Falls die jeweilige Decke im Wohnbau (mindestens $2,0 \text{ kN/m}^2$ vorgeschrieben) angewendet werden sollte, ist mit einer minimalen Minderung der Deckenstärke von 1 bis 2 cm zu rechnen. Die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit konnte nachgewiesen werden.

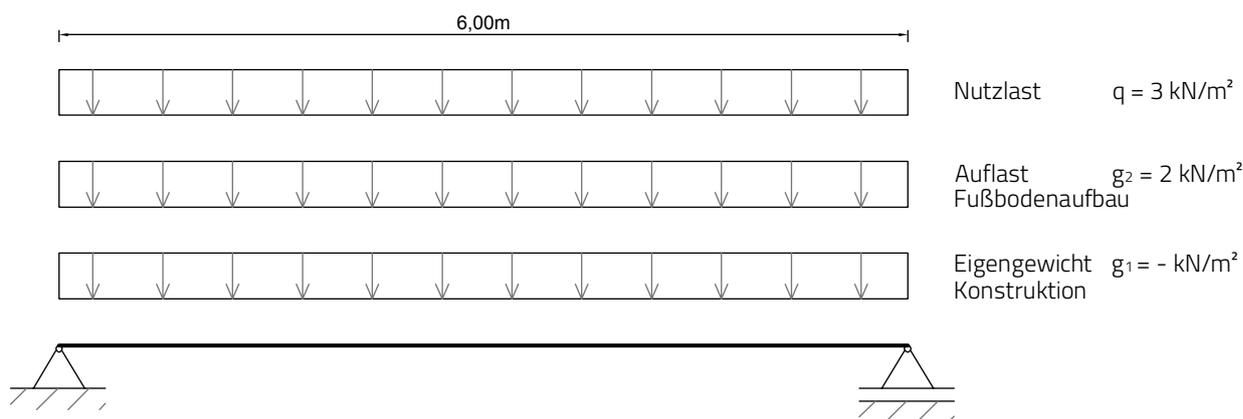


Abb. 39: Visualisierung Rahmenbedingungen für Wertermittlung

Die in den folgenden Berechnungen ermittelten Werte wurden auch in den Kompaktübersichten in Kapitel 2 verwendet.

Einige Deckenkonstruktionen besitzen schlechtere Schallschutzeigenschaften, aus diesem Grund benötigen sie einen erhöhten Fußbodenaufbau, um die gesetzlichen Mindestanforderungen an den Schallschutz einhalten zu können. Nähere Informationen dazu finden sich im Kapitel 4.4 „Schallschutz“.

Nachdem die Eigenschaften der Deckenkonstruktionen nicht linear zur Spannweite ansteigen, können die Verhältnisse bei anderen Stützweiten leicht variieren. Beispielsweise werden die Hohlkörperdecken ab einer Spannweite von 8 m etwas wirtschaftlicher als Plattendecken.

Gesamtübersicht aller im Kapitel 4 Wertermittlung behandelten Deckensystemen.

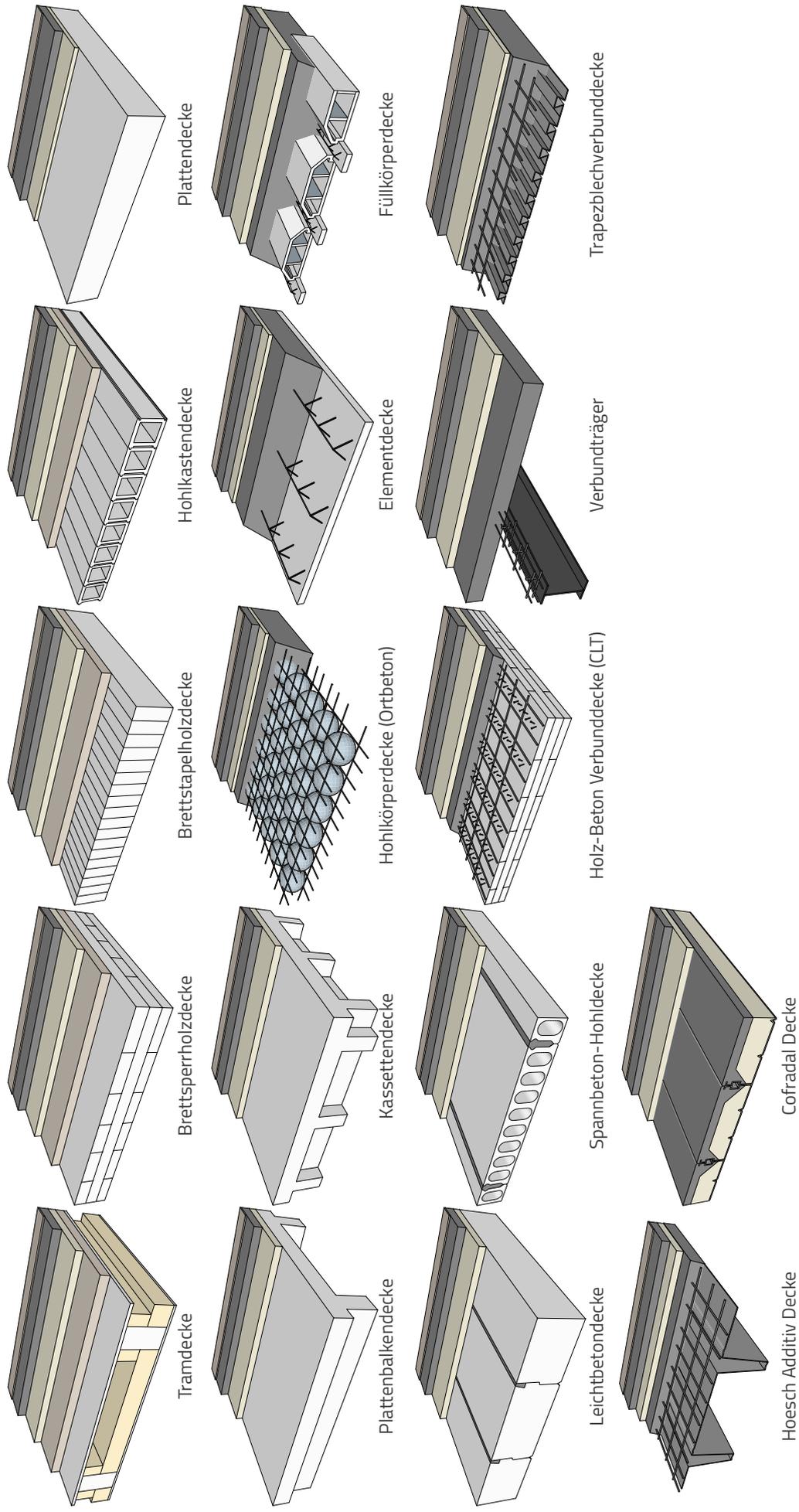


Abb. 40: Übersicht aller im Kapitel 4 Wertermittlung behandelten Decken

Das folgende Diagramm ist als Richtwert zu verstehen.

Es gibt das Verhältnis der Konstruktionshöhe zu unterschiedlichen Spannweiten an bei 3 kN/m^2 Nutzlast und 2 kN/m^2 Auflast.

Es wurde mit Hilfe von Dimensionierungstabellen (nähere Informationen dazu befinden sich im Anhang) und durch Informationen aus dem Buch „Decken“ von Pech, Kolbitsch und Zach (siehe Quellenverzeichnis) erstellt.

Die hierfür angewendeten Werte werden auch im Diagramm in den Kompaktübersichten bei den Deckenkonstruktionen angewendet.

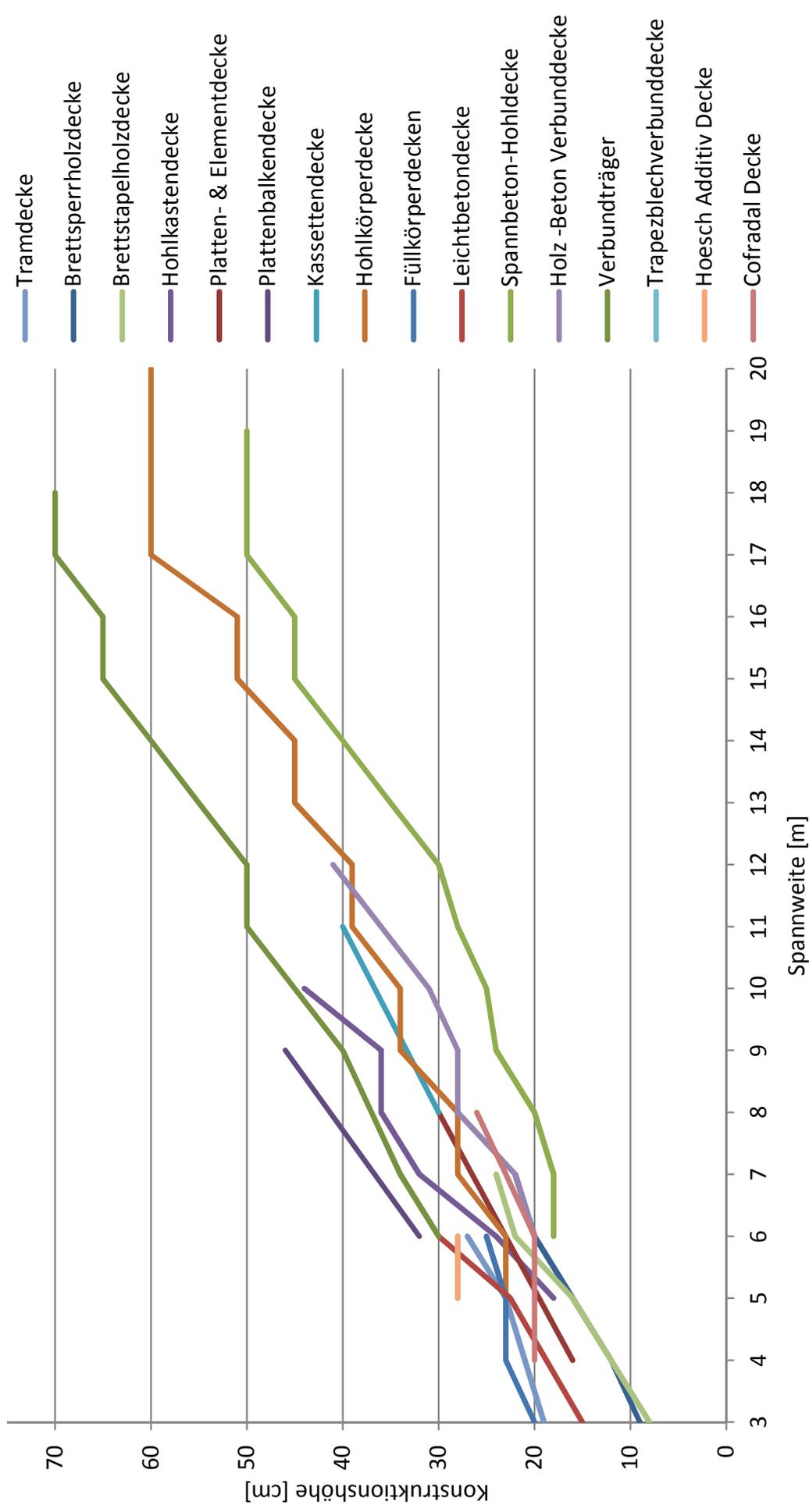


Diagramm 1: Konstruktion-zu-Spannweite-Verhältnis

4.1. Konstruktionshöhe

Die Werte wurde mit Hilfe der Software Frilo⁸⁹, Cofra 5 von Arcelor Mittal⁹⁰, CLTengineer von Storaenso⁹¹, CobiAx quick & light⁹² und VMW⁹³ ermittelt. Alle Parameter die zur Berechnung der Konstruktionshöhe relevant sind, basieren auf den im Kapitel 4 „Wertermittlung“ definierten Grundregeln.

Im Diagramm 2 „Deckenstärken“ wird die Konstruktionshöhe der unterschiedlichen Deckenkonstruktionen verglichen. Die im Balkendiagramm unten stehenden Werte bezeichnen die Höhe der reinen Konstruktion, die sich darüber befindenden und dicker geschriebenen Werte beschreiben die Gesamthöhe inklusive Fußbodenaufbau.

Die Differenz der Gesamtaufbauhöhen der unterschiedlichen Deckenkonstruktionen beträgt im Maximum 17cm. Eine Minimierung der Deckendicke kann zum Beispiel relevant sein, um sich innerhalb einer maximal erlaubten Gebäudehöhe zu bewegen, zur Erhöhung der Raumhöhe oder zur Kostenminimierung durch Fassadenflächeneinsparung.

Einige Deckenkonstruktionen besitzen eine höhere Konstruktion, können zur Reduktion der Gesamtaufbauhöhe jedoch beitragen, indem sie erforderliche Leitungsführungen in innenliegenden Hohlkörpern oder zwischen den Rippen aufnehmen können, oder indem sie gewisse Anforderungen bereits ohne höhenaufwändigen Fußbodenaufbau erfüllen. Verbundträger und Hoesch Additiv Decken zum Beispiel können ungefähr 20cm dicke Leitungen in der Konstruktion aufnehmen, Plattenbalkendecken und Tramdecken sogar 22cm.

Die geringste Konstruktionshöhe lässt sich mit Spannbeton-Hohldecken und Trapezblechverbunddecken erzielen. Die reine Konstruktionshöhe von Hohlkastendecken liegt ebenso bei 18cm, die Gesamthöhe fällt jedoch durch den erhöhten Fußbodenaufbau, aufgrund von schlechteren Schallschutzwerten, in den den durchschnittlichen Deckenstärkenbereich. Tramdecken, Plattenbalkendecken, Kassettendecken, Leichtbetondecken, Verbundträger und Hoesch Additiv Decken besitzen die größte Deckenstärke.

Im Schnitt ist die Deckenstärke der Gesamtkonstruktion von Holzdecken um etwa 2cm höher als von Betondecken und Stahl-Beton Verbunddecken, jedoch ohne Berücksichtigung des Schallschutzes um 3cm geringer.

89 <http://www.frilo.eu/de/start.html>, 25.02.2016, 10:26

90 <http://ds.arcelormittal.com/cofra5/cofra5/>, 25.02.2016, 10:27

91 <https://engineer.clt.info/>, 25.02.2016, 10:28

92 <http://www.cobiAx.com/downloads>, 25.02.2016, 10:29

93 <http://www.fg-vmm.de/bemessung/vmm-decken-bemessung.htm>, 25.02.2016, 10:30

Deckenstärke [cm]

■ Gesamtaufbau
■ Konstruktion

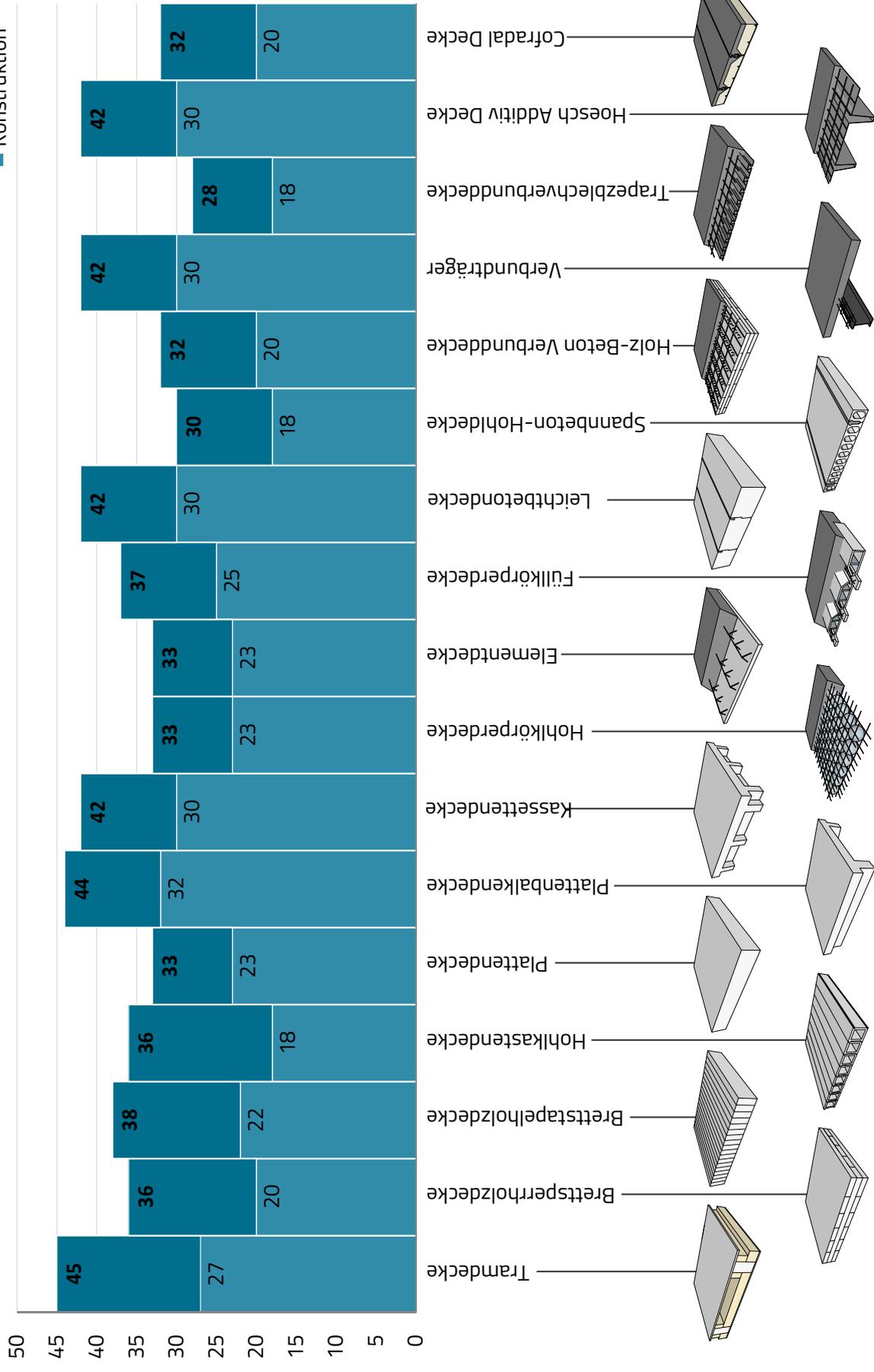


Diagramm 2: Deckenstärken

4.2. Eigengewicht

Im Diagramm 3 „Eigengewicht der Deckenkonstruktionen“ wird das Eigengewicht der unterschiedlichen Deckenkonstruktionen verglichen. Die im Balkendiagramm unten stehende Werte definieren das Konstruktionsgewicht, die sich darüber befindenden und dicker geschriebenen Werte beschreiben das Gesamtgewicht der Konstruktion inklusive des Fußbodenaufbaus.

Die Kalkulation wurde mit der Software ArchiPHYSIK von A-Null Development GmbH erstellt.⁹⁴ Alle Parameter die zur Berechnung des Eigengewichtes relevant sind, basieren auf den im Kapitel 4 „Wertermittlung“ definierten Grundregeln.

Wie im Diagramm gut ersichtlich variiert das Eigengewicht der unterschiedlichen Deckenkonstruktionen um bis zu eine halbe Tonne pro Quadratmeter.

Massivdecken inklusive Fußbodenaufbau aus Beton weisen mit 684 kg/m^2 ($6,71 \text{ kN/m}^2$) das höchste Eigengewicht auf. Das Konstruktionsgewicht lässt sich durch Hohlkörper um 30-50% reduzieren; Decken mit Rippen besitzen ein ähnliches Verhältnis. Deckensysteme aus Holz weisen ein noch geringeres Eigengewicht als Stahlbetondecken mit Hohlkörpern oder Rippen auf und wiegen damit am wenigsten.

Wie im Kapitel 1.2.4 „Gewicht und Speichermasse“ erläutert kann das Eigengewicht der Konstruktion Einfluss auf die Fundament- und Auflagerdimensionierung haben und ebenso die Kosten für den Transport beeinflussen.

Die Tabelle 6 zeigt die Dichte ρ unterschiedlicher Materialien, sowie die fürs folgende Kapitel relevante spezifische Wärmespeicherkapazität c und Wärmespeicherzahl S . Diese Wärmespeicherzahl ergibt sich aus der Multiplikation von c mit ρ .

Material	Dichte ρ [kg/m^3]	spezifische Wärmespeicherkapazität c [Wh/kg K]	Wärmespeicherzahl S [$\text{Wh/m}^3\text{K}$]
Holz (Fichte)	600	0,58	348
Beton	2365	0,28	662
Stahl	7850	0,13	1021
Leichtbeton	1000	0,28	280
Gipskartonplatten	900	0,30	270
Holzfaserplatten	200	0,58	116
Steinwolle	115	0,29	33
Glaswolle	40	0,23	9

Tabelle 6: Dichte und Wärmespeicherzahl unterschiedlicher Materialien

Das Eigengewicht von Beton ist um das Vierfache höher als von Holz.

Holz besitzt jedoch eine höhere spezifische Wärmespeicherkapazität wodurch ihre Wärmespeicherzahl nur ungefähr die Hälfte gegenüber Beton ausmacht.

⁹⁴ <http://www.archiphysik.at/>. 23.02.2016, 09:38

Gewicht [kg/m²]

■ Gesamtaufbau
■ Konstruktion

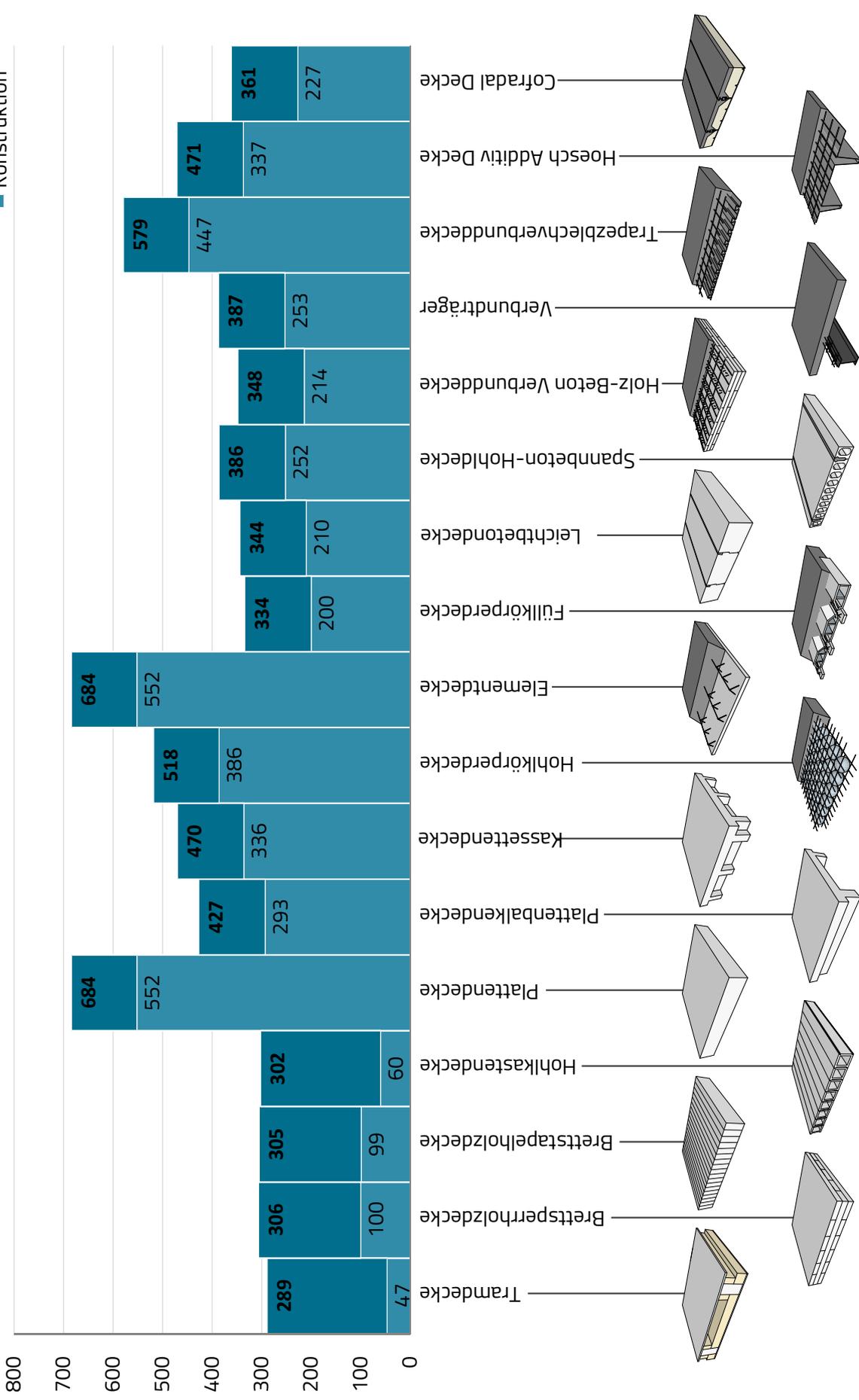


Diagramm 3: Eigengewicht der Deckenkonstruktionen

4.3. Wirksame Wärmespeicherkapazität

Die wirksame Wärmespeicherkapazität wird in $\text{kJ/m}^2\text{K}$ angegeben und definiert, wie viel Wärme in einem Zeitraum von 24 Stunden von der jeweiligen Konstruktion aufgenommen bzw. abgegeben werden kann.

Die Bauteile haben die Funktion, sommerliche Überhitzung zu vermeiden, indem sie untertags die Wärme in der Konstruktion absorbieren und erst in der Nacht, während gelüftet werden kann, wieder abgeben, sowie in der Nacht die Kühle im Material speichern und über den Tag hinweg kontinuierlich abgeben. Dadurch werden die Amplitudenschwankungen des Temperaturverlaufes gedämpft und der Wohnkomfort gesteigert. Im Fall von geringer oder keiner Speichermasse herrscht das sogenannte „Barackenklima“. Nähere Informationen können unter Kapitel 1.2.4 „Gewicht und Speichermasse“ entnommen werden.

Die wirksame Wärmespeicherkapazität wird bei Konstruktionen zweimal angegeben, einmal der Wert der Oberseite und einmal jener der Unterseite.

Die im Diagramm 4 „Wirksame Wärmespeicherkapazität der Deckenkonstruktionen“ unten stehenden Werte beschreiben die thermische Speicherkapazität der Unterseite, der darüberstehende Wert zeigt die Gesamtkapazität beider Seiten.

Die Wärmespeicherkapazität ist materialspezifisch und steht mit der Dichte, aber auch mit der Wärmeleitfähigkeit in Zusammenhang; bei guter Wärmeleitung kann die Wärme im Tagesverlauf weiter in den Baukörper vordringen. Relevant für den Wert einer Konstruktion ist jedoch auch die Anordnung der unterschiedlichen Schichten. Die Verkleidung einer Stahlbetondecke mit abgehängten Gipskartonplatten senkt beispielsweise die Wärmespeicherkapazität, da die Raumluft nicht direkt in Kontakt mit der Betonoberfläche steht. Plattenbalkendecken, Kassettendecken und die Hoesch Additiv Decken wurden in dieser Arbeit ohne Verkleidung der Untersicht gerechnet, wodurch ihre Speicherkapazität trotz geringeren Gewichts ähnlich zu den Plattendecken ist. Das resultiert ebenso daraus, dass die Wärme aufgrund ihrer größeren Oberfläche leichter in die Konstruktion vordringen kann.

Durch Erhöhung der Masse von Estrich oder Schüttung, sowie durch zusätzlich eingelegte Platten kann die Wärmespeicherkapazität zusätzlich erhöht werden.

Plattendecken, Plattenbalkendecken, Kassettendecken, Elementdecken, Trapezblechverbunddecken und Hoesch Additiv Decken weisen eine hohe wirksame Wärmespeicherkapazität auf. Alle vier Holzdecken, sowie Leichtbetondecken, Holz-Beton Verbunddecken und Cofradal Decken weisen hingegen eher schlechte thermische Speichereigenschaften auf.

wirksame Wärmespeicherkapazität [kJ/m²K]

■ Gesamtaufbau
■ Unterseite

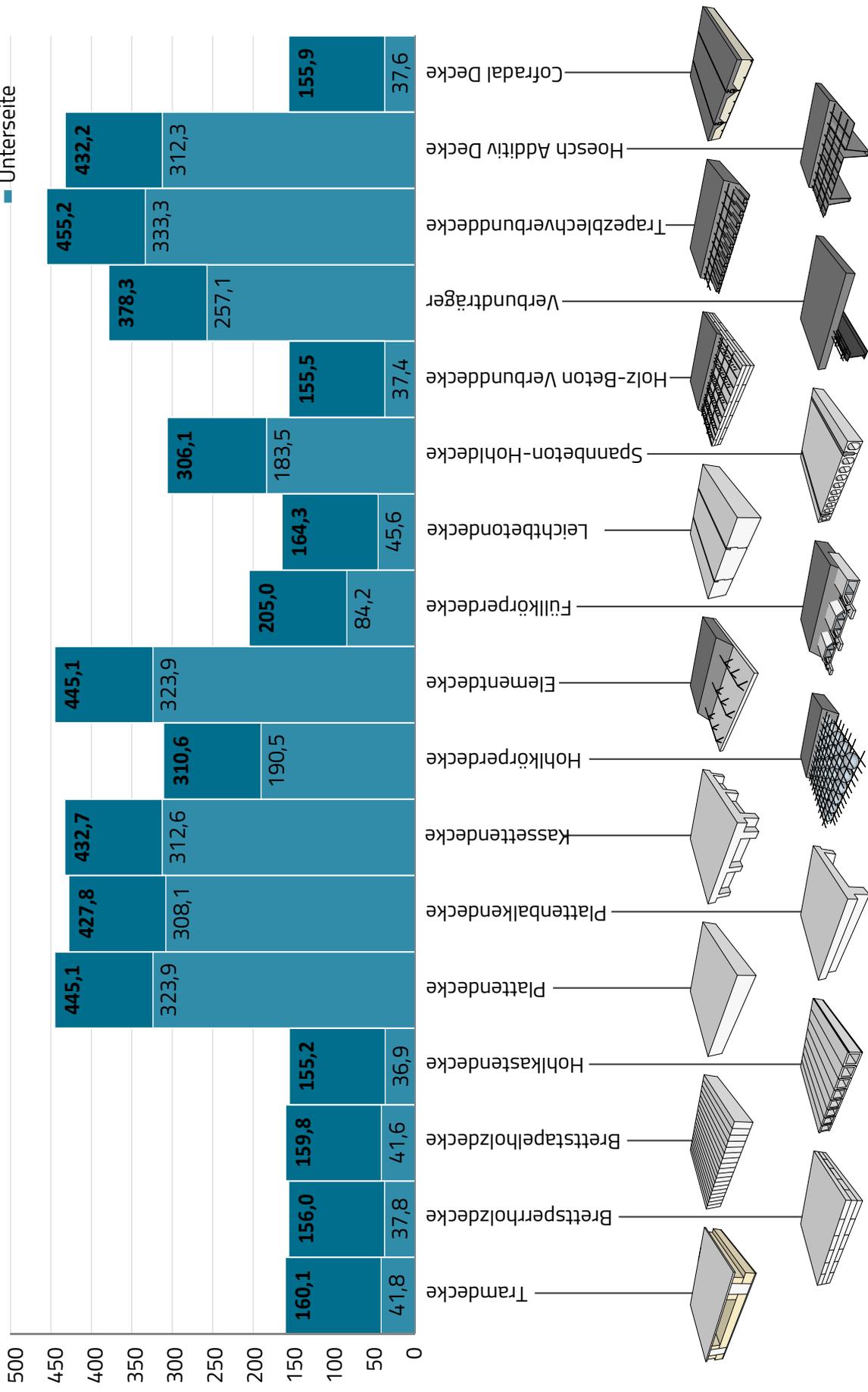


Diagramm 4: Wirksame Wärmespeicherkapazität der Deckenkonstruktionen

4.4. Schallschutz

Für Wohn- und Bürobauten gilt eine (laut OIB Richtlinie 5) gesetzlich vorgeschriebene mindest erforderliche bewertete Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ von 55dB, sowie ein mindest erforderlicher bewerteter Standard-Trittschallpegel $L_{nT,w}$ von 48dB.

Da die Flanken und Raumgeometrien der Konstruktionen nicht bekannt sind, kann nur das bewertete Schalldämmmaß, sowie der Norm-Trittschallpegel ermittelt werden.

Angenommen wurde eine durchschnittliche Verschlechterung der Schallschutzwerte von 3dB aufgrund der Flankenübertragung.

Da die Konstruktionen an sich unterschiedliche Schallschutzeigenschaften aufweisen, wurde der Fußbodenaufbau dementsprechend angepasst. Der gesetzlich mindest erforderliche Schallschutz wurde angestrebt. Die Fußbodenaufbauhöhe variiert zwischen 10 und 18cm.

Für reine Holzdecken war eine Schüttung von 4-6cm erforderlich; sie ist eine wirtschaftliche Alternative zur Minimierung von Schwingungen, Erhöhung der Speichermasse und dient ebenso beim Bau als Ausgleichsschicht von Unebenheiten. Darüber befindet sich eine Mineralwolle-Trittschalldämmung aus Steinwolle mit einer Dicke von 5cm, sowie ein Zementheizestrich mit 6cm und ein Parkett mit 1cm. Alle anderen Deckenkonstruktionen besitzen keine Schüttung, die Trittschalldämmung variiert je nach Erfordernis zwischen 3 und 5cm. Darüber befindet sich ebenso ein Zementheizestrich von 6cm und ein Parkett von 1cm.

	Schüttung	Trittschalldämmung	Heizestrich	Parkett	Summe [cm]
Tramdecke	6	5	6	1	18
Brettsperrholzdecke	4	5	6	1	16
Brettstapelholzdecke	4	5	6	1	16
Hohlkastendecke	6	5	6	1	18
Plattendecke		3	6	1	10
Plattenbalkendecke		5	6	1	12
Kasettendecke		5	6	1	12
Hohlkörperdecke		3	6	1	10
Elementdecke		3	6	1	10
Füllkörperdecke		5	6	1	12
Leichtbetondecken		5	6	1	12
Spannbeton-Hohldecke		5	6	1	12
Holz-Beton Verbunddecke		5	6	1	12
Verbundträger		5	6	1	12
Trapezblechverbunddecke		3	6	1	10
Hoesch Additiv Decke		5	6	1	12
Cofradal Decke		5	6	1	12

Tabelle 7: Fußbodenaufbauten

Hauptaugenmerk lag auf der Erfüllung eines bewerteten Schalldämmmaßes von 58dB. In Wohn- sowie Bürobauten ist ein Norm-Trittschallpegel von 45dB zu erreichen. Für Einfamilienhäuser gibt es keine Schallschutzbestimmungen, zur Erhöhung des Wohnkomforts sind sie aber dennoch sinnvoll.

Bei den Schallberechnungen darf der Bodenbelag nicht berücksichtigt werden, da er vom Eigentümer jederzeit entfernt bzw. ausgetauscht werden kann. Teppichboden weist natürlich bessere Trittschalldämmwerte als geklebter Parkett auf. Trittschalldämmmatten von etwa 3mm Dicke zwischen Parkett und Estrich können den Trittschallschutz um etwa 20dB verbessern⁹⁵, dürfen als Teil des Bodenbelags aber auch nicht zur Erfüllung von Vorschriften berücksichtigt werden. Hinsichtlich des Luftschallwertes haben sie ohnehin kaum Einfluss; dieser wird hauptsächlich vom Flächengewicht beeinflusst.

95 <http://www.baumarkt.de/nxs/5971//baumarkt/schablone1/Was-gehört-unter-Laminat-oder-Parkettboden,05.04.2016,12:13>

Somit wurde bei den Deckenkonstruktionen die hauptsächlich in Einfamilienhäusern eingesetzt werden das bewertete Schalldämmmaß von 58dB eingehalten, jedoch der Norm-Trittschallpegel leicht überschritten da er mit einer zusätzlichen Trittschalldämmung zwischen Parkett und Estrich mit Leichtigkeit erreicht werden kann. Dies trifft auf die Tramdecke, Brettsperrholzdecke, Brettstapelholzdecke, Hohlkastendecke, Füllkörperdecke und Leichtbetondecke zu. Falls diese doch im Wohn- bzw. Bürobau eingesetzt werden, müsste lediglich die Estrichdicke von 6cm auf 8cm erhöht werden.

Die derzeit normierten Rechenverfahren bieten nur die Möglichkeit, die bauakustischen Eigenschaften von homogenen Deckenkonstruktionen mit unterschiedlichen Deckenauflagen zu prognostizieren. Für inhomogene Konstruktionen besteht momentan lediglich die Möglichkeit, bestehende Prüfzeugnisse heranzuziehen.

Die Kalkulation und Beschaffung von Prüfzeugnissen wurde mit der Software ArchiPHYSIK von A-Null Development GmbH durchgeführt.⁹⁶ Zur Tramdecke mit den geforderten Dimensionen und den jeweiligen Fußbodenaufbau konnte leider kein passendes Zeugnis gefunden werden. Alle Parameter, die zur Berechnung der Schallschutzwerte relevant sind, basieren auf den im Kapitel 4 „Wertermittlung“ definierten Grundregeln.

Im Diagramm 5, auf der folgenden Seite, wird das bewertete Schalldämmmaß R_w der unterschiedlichen Deckenkonstruktionen verglichen. Dieser Wert ermöglicht es am besten, den Luftschallschutz unterschiedlicher Konstruktionen projektneutral zu beurteilen, da er nicht wie das resultierende Schalldämmmaß R'_w oder die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ die Flankenübertragung, das Volumen oder die Größe des trennenden Bauteils mitberücksichtigt. Die im Balkendiagramm unten stehende Werte bezeichnen den Wert der reinen Konstruktion, die sich darüber befindenden und dicker geschriebenen Werte beschreiben das Schalldämmmaß der gesamten Konstruktion inklusive Fußbodenaufbau. Je höher der Wert, desto besser sind seine Schalldämmeigenschaften.

Wie im Diagramm gut ersichtlich, weisen Holzdecken etwas schlechtere Schalldämmwerte auf. Diese können durch einen ausreichenden Fußbodenaufbau erheblich verbessert werden; falls eine Leitungsführung erforderlich ist, kann der Luftschall mit Hilfe einer abgehängten Decke ebenso gut verbessert werden.

Den besten Schalldämmwert weisen die Massivdecken aus Beton auf, Betonkonstruktionen mit Hohlräumen oder Rippenstruktur liegen im Mittelfeld zwischen Holzkonstruktionen und Massivdecken aus Beton.

Im Diagramm 6 wird der Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ der unterschiedlichen Deckenkonstruktionen verglichen. Eine situationsungebundene Betrachtung kann mittels dieses Wertes durchgeführt werden, da die Flankenübertragung, das Volumen oder die Größe des trennenden Bauteils außer Acht gelassen wird.

Die im Balkendiagramm darüber stehenden Werte bezeichnen den Wert der reinen Konstruktion, die sich darunter befindenden und dicker geschriebenen Werte beschreiben den Trittschallpegel der gesamten Konstruktion inklusive Fußbodenaufbau. Je geringer der Wert, desto besser sind seine Schalldämmeigenschaften.

96 <http://www.archiphysik.at/>. 23.02.2016, 09:38

mind. erf. bew.
Standard-Schall-
pegeldifferenz $D_{nt,w}$
laut OIB 5 [55dB]

bewertetes Schalldämmmaß R_w [dB]

■ Gesamtaufbau
■ Konstruktion

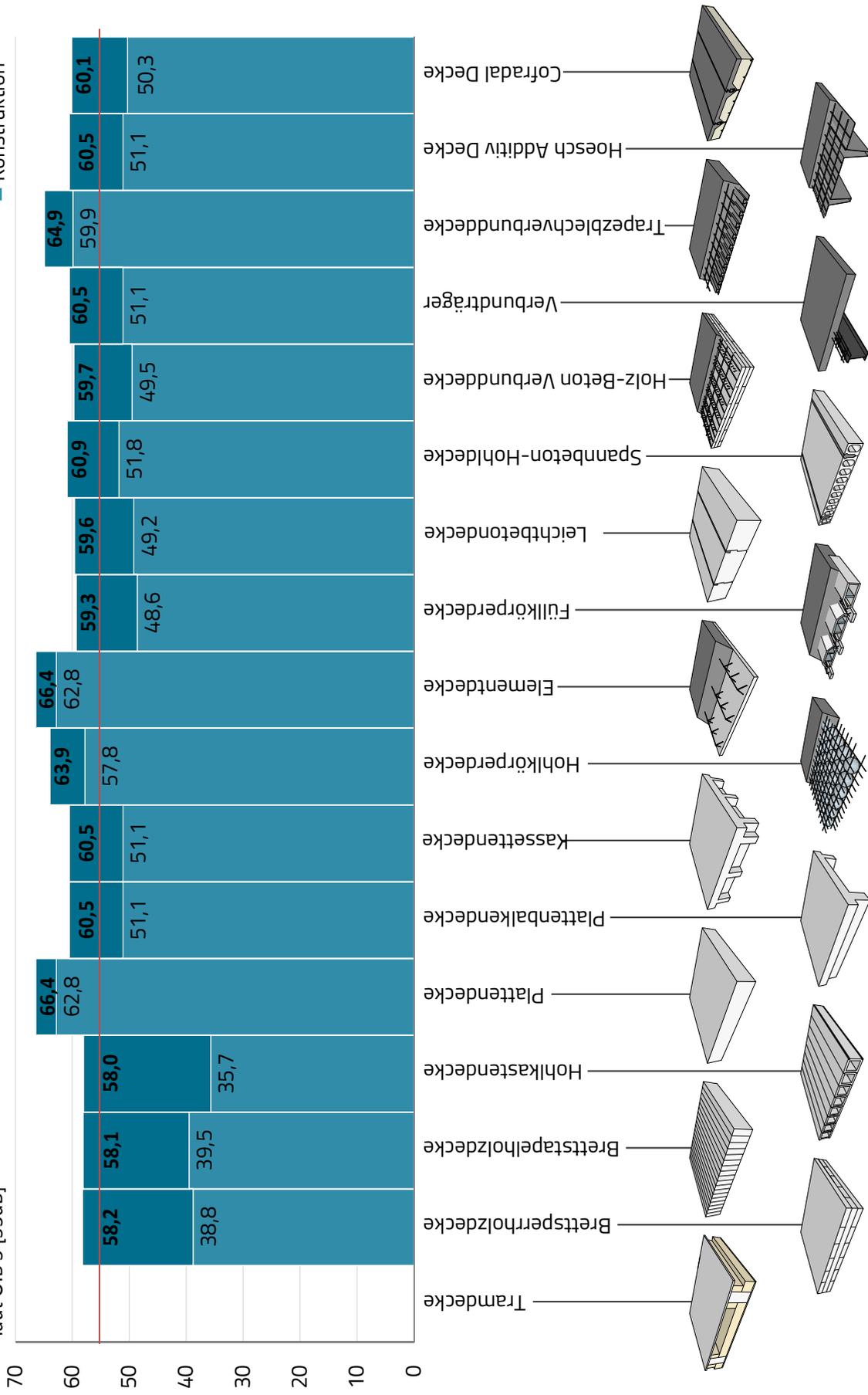


Diagramm 5: Bewertetes Schalldämmmaß R_w der Deckenkonstruktionen

mind. erf. bew.
Standard-Tritt-
schallpegel $L_{n,T,w}$
laut OIB 5 [48dB]

Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ [dB]

■ Gesamtaufbau
■ Konstruktion

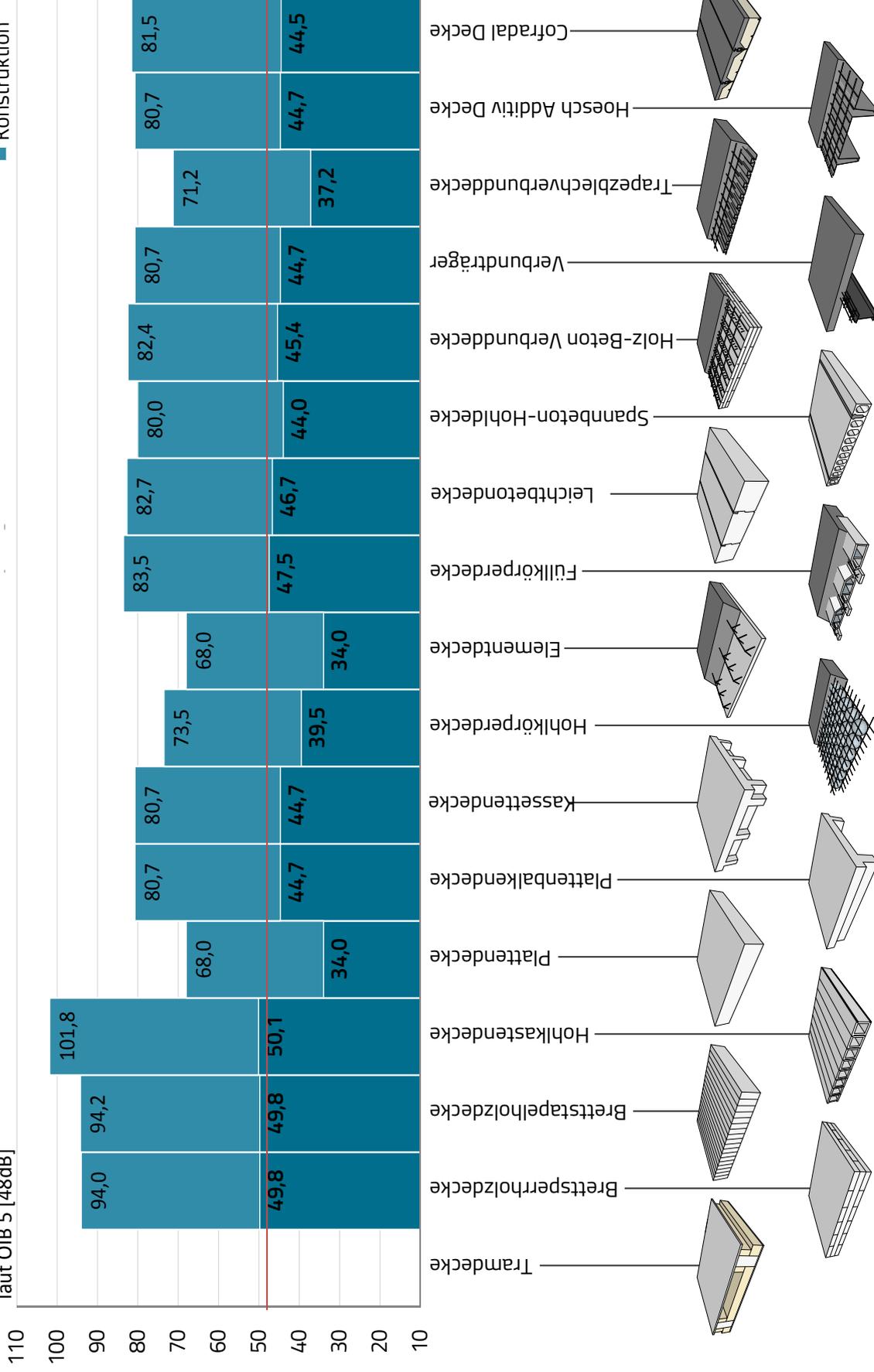


Diagramm 6: Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ der Deckenkonstruktionen

4.5. Wärmedurchgangskoeffizient

Im Diagramm 7, auf der folgenden Seite, wird der Wärmedurchgangskoeffizient (auch U-Wert genannt) der unterschiedlichen Deckenkonstruktionen verglichen. Nähere Erläuterungen des Wärmedurchgangskoeffizienten können im Kapitel 1.2.3 nachgelesen werden.

Die im Balkendiagramm darüber stehenden Werte bezeichnen den Wärmedurchgangskoeffizienten der reinen Konstruktion. Die sich darunter befindenden und dicker geschriebenen Werte beschreiben den U-Wert der Gesamtkonstruktion inklusive Fußbodenaufbau. Die im Diagramm vorhandene rote Linie zeigt den laut OIB-Richtlinien 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“ mindest erforderlichen U-Wert, für Geschoßdecken zwischen zwei beheizten Räumen, von $0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Die Kalkulation wurde mit der Software ArchiPHYSIK von A-Null Development GmbH erstellt.⁹⁷ Alle Parameter die zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten relevant sind, basieren auf den im Kapitel 4 „Wertermittlung“ definierten Grundregeln.

Das Diagramm zeigt die guten Wärmedämmeigenschaften von Holz durch seine vielen kleinen Lufteinschlüsse, der Fußbodenaufbau beeinflusst den Wert nurmehr minimal. Die Leichtbetondecken weisen ebenso gute Dämmeigenschaften auf, wie auch Cofradaldecken durch ihre Mineralfaserdämmung. Konstruktionen mit einem hohen Stahlbetonanteil weisen durch einen erhöhten Lambda Wert (Wärmeleitfähigkeit) von $2,33 \text{ W/mK}$ einen hohen U-Wert auf, der erst durch den Fußbodenaufbau in die gesetzlich erlaubten Grenzen für Geschoßdecken zwischen zwei beheizten Räumen fällt ($0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$). Um bei Stahlbetondecken gegen unbeheizte Räume den erforderlichen Wert zu erreichen, muss der Aufbau durch weitere Maßnahmen erhöht werden, was Einfluss auf die Konstruktionshöhe und die Kosten hat.

Material	Lambda-Wert [W/mK]
Holz (Fichte)	0,12
Beton	2,33
Stahl	60,0
Leichtbeton	0,18
Gipskartonplatten	0,21
Holzfaserverplatten	0,22
Steinwolle	0,03
Glaswolle	0,04

Tabelle 9: Lambda-Wert unterschiedlicher Materialien

⁹⁷ <http://www.archiphysik.at/>. 23.02.2016, 09:38

mind. erf. U-Wert
für Geschloßdecken
(beheizt/beheizt) lt.
ÖIB 6 [0,90 W/m²K]

Wärmedurchgangskoeffizient [W/m²K]

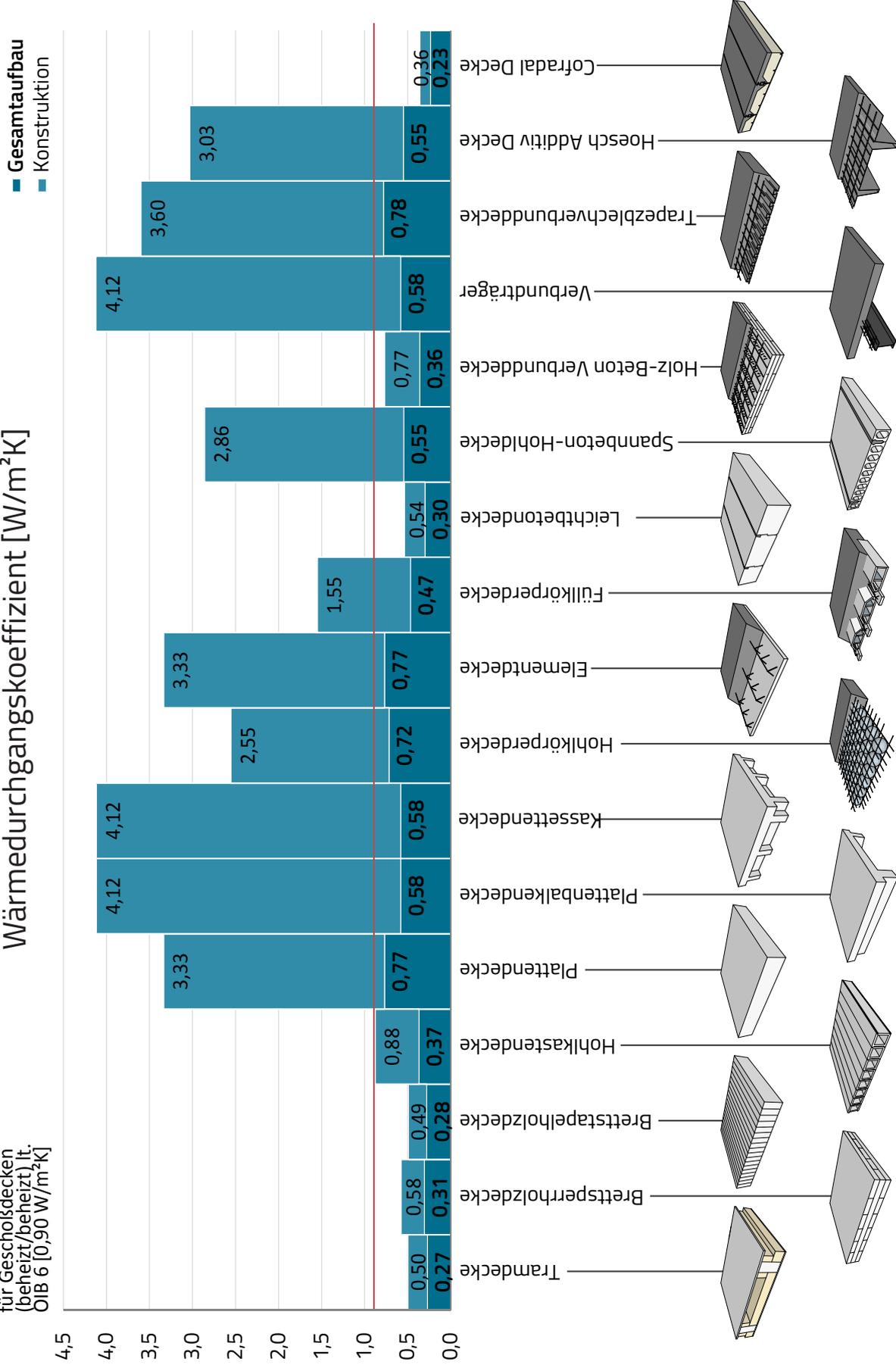


Diagramm 7: Wärmedurchgangskoeffizient der Deckenkonstruktionen

4.6. Kostenermittlung

In den Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen soll ermittelt werden, in welchem Spektrum sich die unterschiedlichen Deckenkonstruktionen bewegen und welchen Einfluss die Wahl der Konstruktionsart auf die Gesamtkosten hat.

Die ermittelten Kostenpositionen stammen größtenteils aus den BKI Baukostenbüchern des Baukosteninformationszentrums Stuttgart. Nähere Informationen zu den verwendeten Büchern befinden sich im Literaturverzeichnis. Diese Werte und alle weiteren aus Deutschland stammenden Werte, wurden mit einem Regionalfaktor von 0,902 an den durchschnittlichen Österreichischen Baukostenpreis angepasst. Es handelt sich hierbei um Durchschnittswerte aus abgerechneten Projekten unterschiedlicher Größe.



Abb. 41: Regionalfaktoren der Baukosten für Österreich

Weitere, nicht in den Baukostenbüchern enthaltene Materialkosten wurden von Datenblättern unterschiedlicher Händler entnommen; es wurde daraus ein Durchschnittswert gebildet. Detaillierte Kostennachweise zu den einzelnen Bauteilen können im Anhang gefunden werden. Alle angegebenen Summen sind inklusive Materialpreis, Lieferung und Montage und exklusive Mehrwertsteuer. Alle Werte wurden in €/m² umgerechnet und angegeben.

Die verwendeten Daten ermöglichen es, unterschiedliche Konstruktionen miteinander in ein Verhältnis zu setzen. Diese Werte können in der Realität nicht direkt übernommen werden, sondern müssen entsprechend den spezifischen Planungsbedingungen angepasst werden. Mögliche Faktoren sind zum Beispiel die Größe des Bauwerkes, die Grundrissform, erhöhte Transportwege, Lage des Grundstückes oder Rabatte aufgrund hoher Stückzahlen. Faktoren, die auf andere Gebäudeteile Einfluss nehmen können, wie zum Beispiel Fassadeneinsparungen durch geringere Deckendicken oder geringer Fundamentsdimensionierung aufgrund eines leichteren Konstruktionsgewichts, wurden

ebenso nicht in den Kostenermittlungen berücksichtigt.

Im Diagramm 8 „Kostenvergleich der Deckenkonstruktionen“ besteht jeder Balken aus zwei Segmenten. Das untere beschreibt die Kosten pro Quadratmeter der reinen Konstruktion, der Wert darüber beschreibt den Wert der Gesamtkonstruktion inklusive Fußbodenaufbau.

Die Differenz zwischen der günstigsten und der teuersten Deckenkonstruktion liegt bei 72€/m².

Holzdecken sind im Schnitt um etwa 30€/m² teurer als Betondecken. Bei geringeren Spannweiten als 6m wird die Kostendifferenz kleiner.

Plattenbalkendecken und Kassettendecken sind etwas teurer als Plattendecken obwohl sie weniger Material benötigen. Das resultiert aus der aufwendigeren Schalungstechnik. Hohlkörperdecken sind bei 6m Spannweite noch marginal teurer als Plattendecken, doch schon ab 8m Spannweite etwas günstiger.

Elementdecken stellen unter den Betondecken aufgrund der wegfallenden Schalung die günstigste Variante dar.

Füllkörperdecken sind als günstige Deckenkonstruktionen bekannt. Dass sie sich hier nur im unteren Bereich befinden, liegt an der Einbeziehung der Montagekosten, während die meisten Arbeitsschritte von Hand und ohne eine Baufirma ausgeführt werden können, wodurch ein Einsparungspotential von etwa 35€ der Lohnkosten pro Quadratmeter besteht.

Leichtbetondecken ergaben bei den Berechnungen den höchsten Preis.

Das Diagramm 9 besteht ebenso aus zwei Segmenten. Der untere Wert beschreibt die aufgewendete Arbeitszeit pro Quadratmeter der reinen Konstruktion, der Wert darüber beschreibt den Wert der Gesamtkonstruktion inklusive Fußbodenaufbau.

Die Werte stammen ebenso aus den BKI Baukostenbüchern des Baukosteninformationszentrums Stuttgarts.

Im Diagramm gut ersichtlich ist der Zeitaufwandsunterschied der Montagearten. Zwischen Vollmontagedecken bzw. Decken in trockener Bauweise und Teilmontagedecken besteht nur ein geringerer Arbeitsmehraufwand von durchschnittlichen 0,33 Stunden pro Quadratmeter. Zwischen Teilmontage und Ortbetondecken besteht eine höhere Differenz von 0,69 Stunden pro Quadratmeter. Bei diesen ermittelten Werten handelt es sich ausschließlich um die erforderliche Montagezeit. Der größte Faktor, der Einfluss auf die Bauzeit nimmt, ist die Austrocknungszeit, die je nach Betondicke bis zu 4 Wochen in Anspruch nimmt.

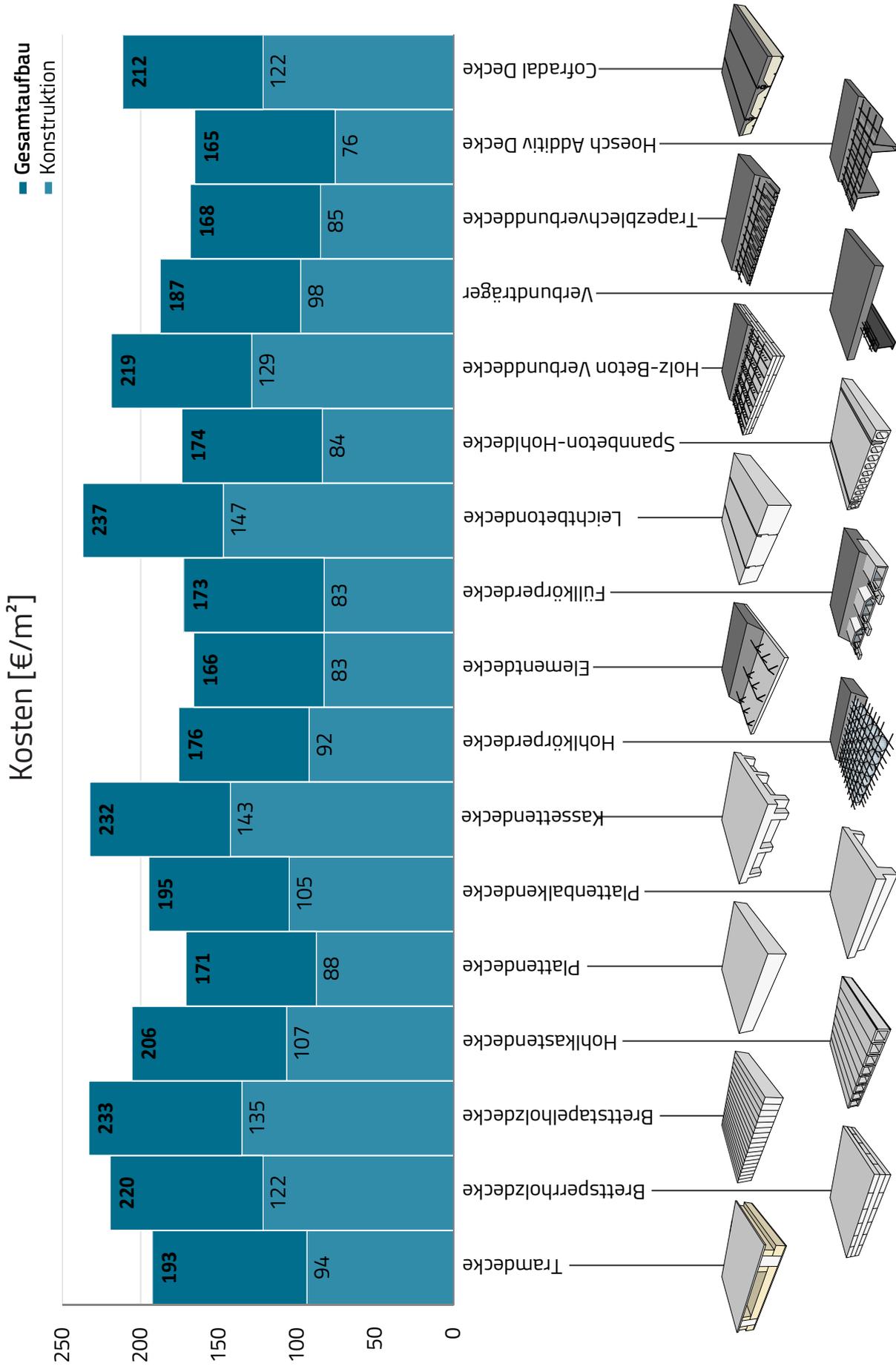


Diagramm 8: Kostenvergleich der Deckenkonstruktionen

Arbeitszeit [h/m²]

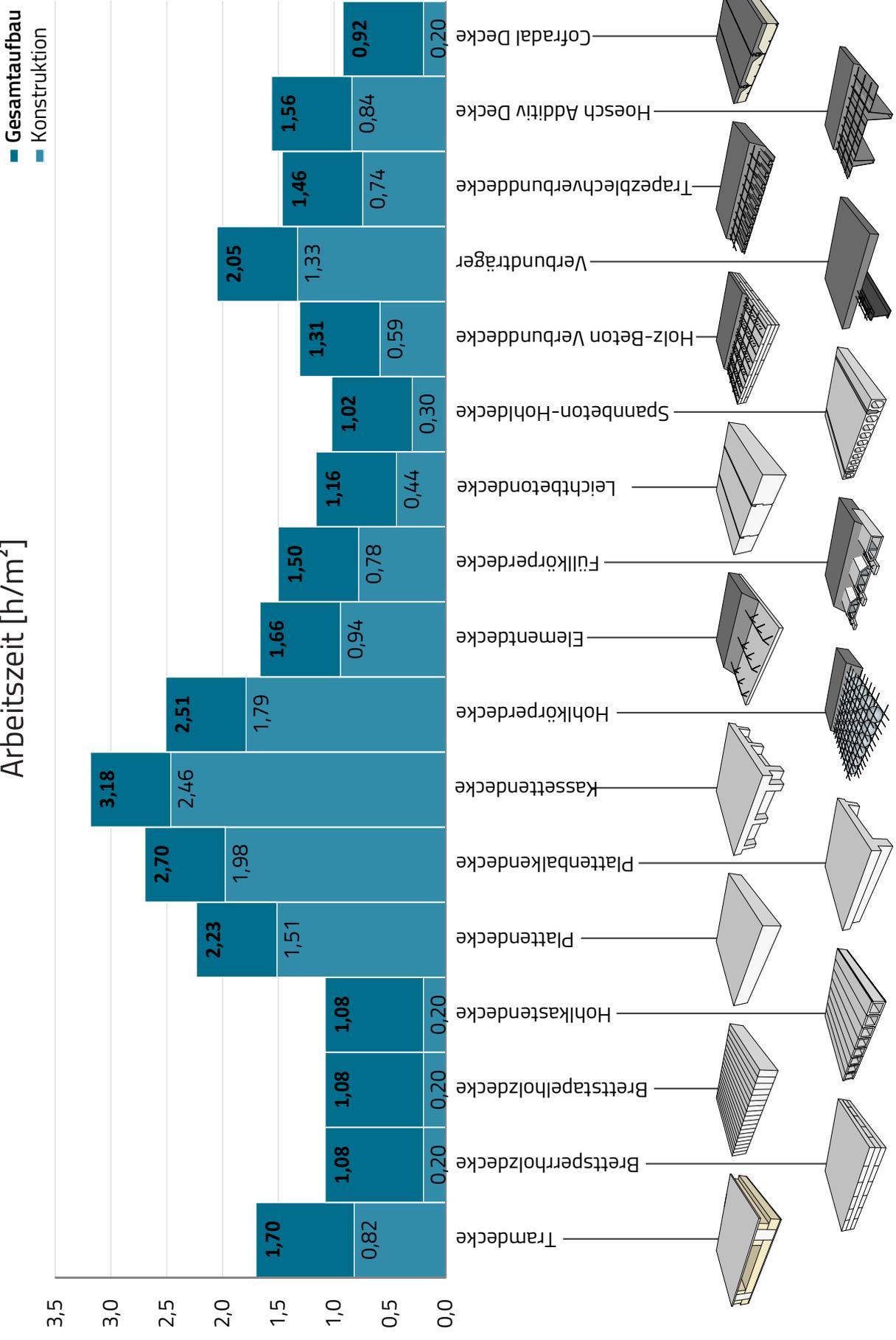


Diagramm 9: Arbeitszeitvergleich der Deckenkonstruktionen

4.7. Ökobilanz

Alle verwendeten Kennzahlen stammen aus der Ökobau Datenbank des Deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und aus der EPD Datenbank vom Institut Bauen und Umwelt e.V.⁹⁸

EPDs sind Umweltproduktdeklarationen die gemäß der seit 2012 geltenden EN 15804 Norm erstellt werden; sie beschreiben die Nachhaltigkeitsleistung eines Bauproduktes. Seit 2013 ist ebenso die Ökobau Datenbank konform zur EN 15804 (Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte).⁹⁹

Diese vorhin erwähnte Norm definiert die einzelnen Prozessschritte des Lebenszyklus eines Gebäudes. Die Prozessschritte sind in A (Herstellung und Errichtung), B (Nutzung), C (Entsorgung) und D (Recyclingpotential) gegliedert.

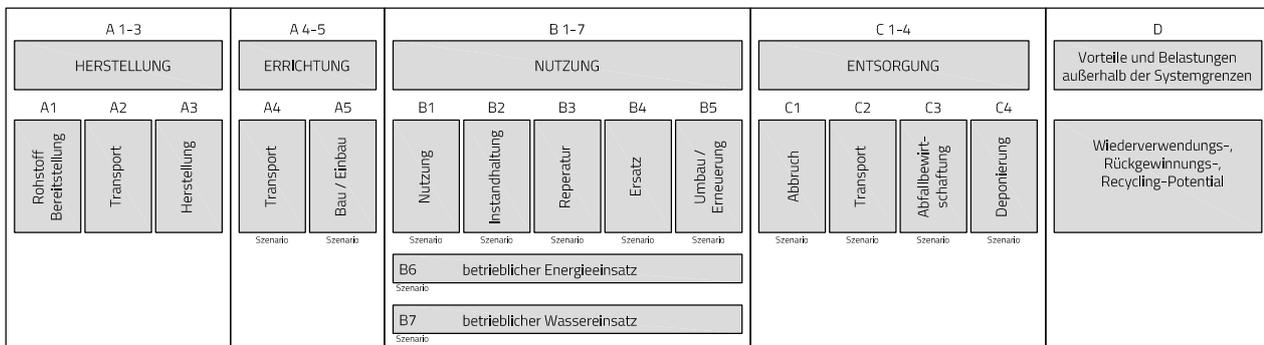


Tabelle 8: Lebenszyklusphasen eines Gebäudes nach EN 15804

Prozessschritte A1-A3 sind verpflichtend in der Ökobilanz zu berücksichtigen, gleichfalls Prozessschritt D, falls er bei dem jeweiligen Material möglich ist. Alle anderen Schritte werden je nach im Vorhinein definiertem Szenario der Berechnung hinzugefügt.

Für die folgende Ökobilanzierung wurde, falls vorhanden, die Abfallbewirtschaftung (C3) in der Kategorie Entsorgung berücksichtigt; falls nicht vorhanden, wurde das Material auf die Bauschuttdeponie geführt und endgelagert. Falls eine Abfallbewirtschaftung möglich war, resultierte daraus ebenso ein Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- oder Recyclingpotential. Für Holzwerkstoffe wurde von einer thermischen Verwertung ausgegangen.

Als Betrachtungszeitraum wurden 80 Jahren angenommen. Die durchschnittliche Nutzungsdauer von Bauteilen wurde der Homepage www.nachhaltigesbauen.de des Deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit entnommen. Für den Holz-Mehrschichtparkett¹⁰⁰ wird eine Lebenserwartung von 40 Jahren angegeben, was bedeutet, dass er im Laufe von 80 Jahren zusätzlich einmal erneuert werden muss. Alle anderen Materialien der Deckenkonstruktionen müssen nicht ausgetauscht werden.

98 <http://bau-umwelt.de/>, 06.04.2016, 14:48

99 <http://www.oekobaudat.de/>, 20.02.2016, 16:04

100 http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/baustoff_gebauedaten/BNB_Nutzungsdauern_von_Bauteilen__2011-11-03.pdf (Nr. 352.812), 07.04.2016, 19:53

Dieses Kapitel soll einen Überblick darüber verschaffen, wie ökologisch die jeweiligen Deckenkonstruktionen sind. Wie unter den Rahmenbedingungen Kapitel 1.3.1 „Ökobilanz“ schon erläutert, kann der Ökoindikator OI_{3KON} zum Vergleich eines Quadratmeters unterschiedlicher Konstruktionen herangezogen werden. Er setzt sich zu je einem Drittel aus den Ökoindikatoren OI_{PENRT}, OI_{GWP} und OI_{AP} zusammen.

$$OI_{3KON} = 1/3 OI_{PENRT} + 1/3 OI_{GWP} + 1/3 OI_{AP}$$

Diese Indikatoren lassen sich wiederum aus den Ökokennzahlen PENRT, GWP und AP mit Hilfe der folgenden Formeln errechnen:

$$OI_{PENRT} = 1/10 * (PENRT - 500)$$

$$OI_{GWP} = 1/2 * (GWP + 50)$$

$$OI_{AP} = 100/0,25 * (AP - 0,21)$$

Die folgenden Balkendiagramme besitzen jeweils zwei Balken mit Werte. Die hellblauen Balken beschreiben den Wert der reinen Konstruktion, die dunkelblauen Balken mit in fett geschriebenen Zahlen darin erläuterten den Wert der Gesamtkonstruktion inklusive Fußbodenaufbau.

Wie im Diagramm 10 „Ökoindikator-Konstruktion der Deckenkonstruktionen“ gut ersichtlich besitzen jene Konstruktionen die hauptsächlich aus Holz bestehen einen sehr guten OI_{3KON}-Index. Dies resultiert unter anderem daraus, dass ein Baum während seines Wachstums Kohlendioxid aus der Atmosphäre absorbiert. Nachdem er gefällt wurde bleibt das CO₂ im Holz gespeichert und gleichzeitig kann an der selben Stelle ein neuer Baum wachsen und weiteres Kohlenstoffdioxid binden.¹⁰¹ Außerdem nehmen alte Bäume weniger Kohlendioxid pro Jahr auf als jüngere.¹⁰²

Weiters ist im Diagramm erkennbar, dass Konstruktionsarten ohne Holzwerkstoffe aber mit Hohlräumen weniger Material benötigen, als Konstruktionen ohne Hohlräume. Damit ist die Ökobilanz der erstgenannten etwas besser.

Eine Wiederverwendung von Ortbeton ist nur durch viel Aufwand möglich. Mit Hilfe einer Brechanlage kann der Beton zerkleinert und für Frostschutzschichten, Tragschichten oder als Recyclingbeton wiederverwendet werden. Der Stahlanteil wird mittels starker Magnete vom Betonbruch getrennt. Recyclingbeton setzt sich derzeit aus bis zu 45% recyceltem Beton als Kiesersatz und üblichem Sand als weiterer Zuschlag, sowie aus Zement, Wasser und etwas Bauchemie zusammen. Er besitzt dieselben Eigenschaften wie üblicher, nicht recycelter Beton.

Holzwerkstoffe setzen mehr Energie bei der Verbrennung frei als für die Verarbeitung, Herstellung, Transport etc. aufgewendet werden muss. Dadurch befindet sich ihr Wert im negativen Bereich.

101 http://issuu.com/storaenso/docs/stora_enso_clt_-_der___lteste_baust/11?e=7939336/12534853, 20.02.2016, 16:47

102 http://www.waldwissen.net/wald/klima/wandel_co2/wsl_holzen_klimaschutz/wsl_holzen_klima_schutz_originalartikel.pdf, 20.02.2016, 16:56

OIB KON

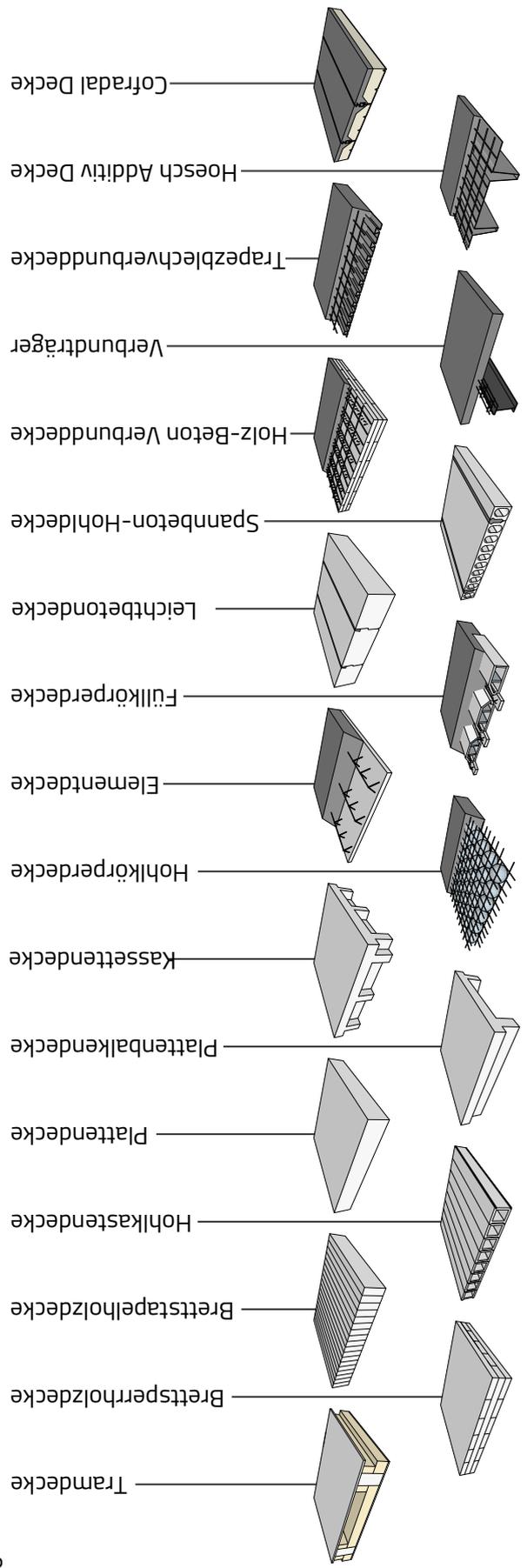
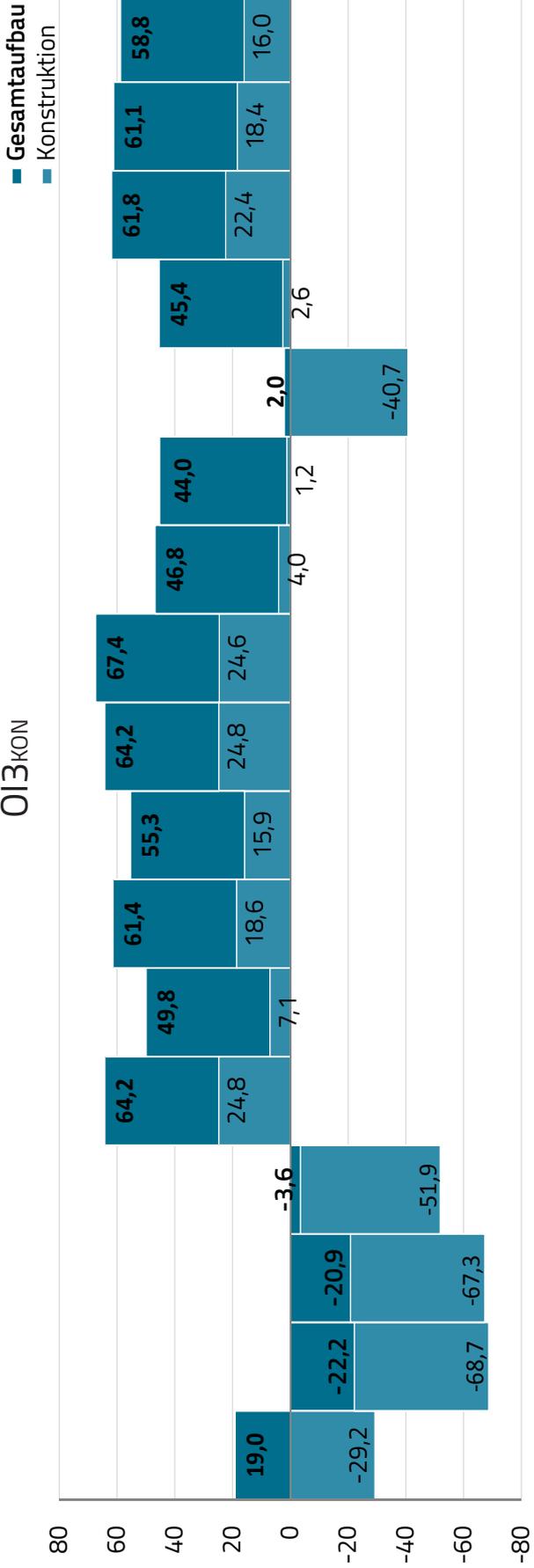


Diagramm 10: Ökoindikator-Konstruktion der Deckenkonstruktionen

ΣPENRT beschreibt den erforderlichen Gesamtbedarf an nicht erneuerbaren Ressourcen für einen Quadratmeter der gesamten Konstruktion in MJ/m².

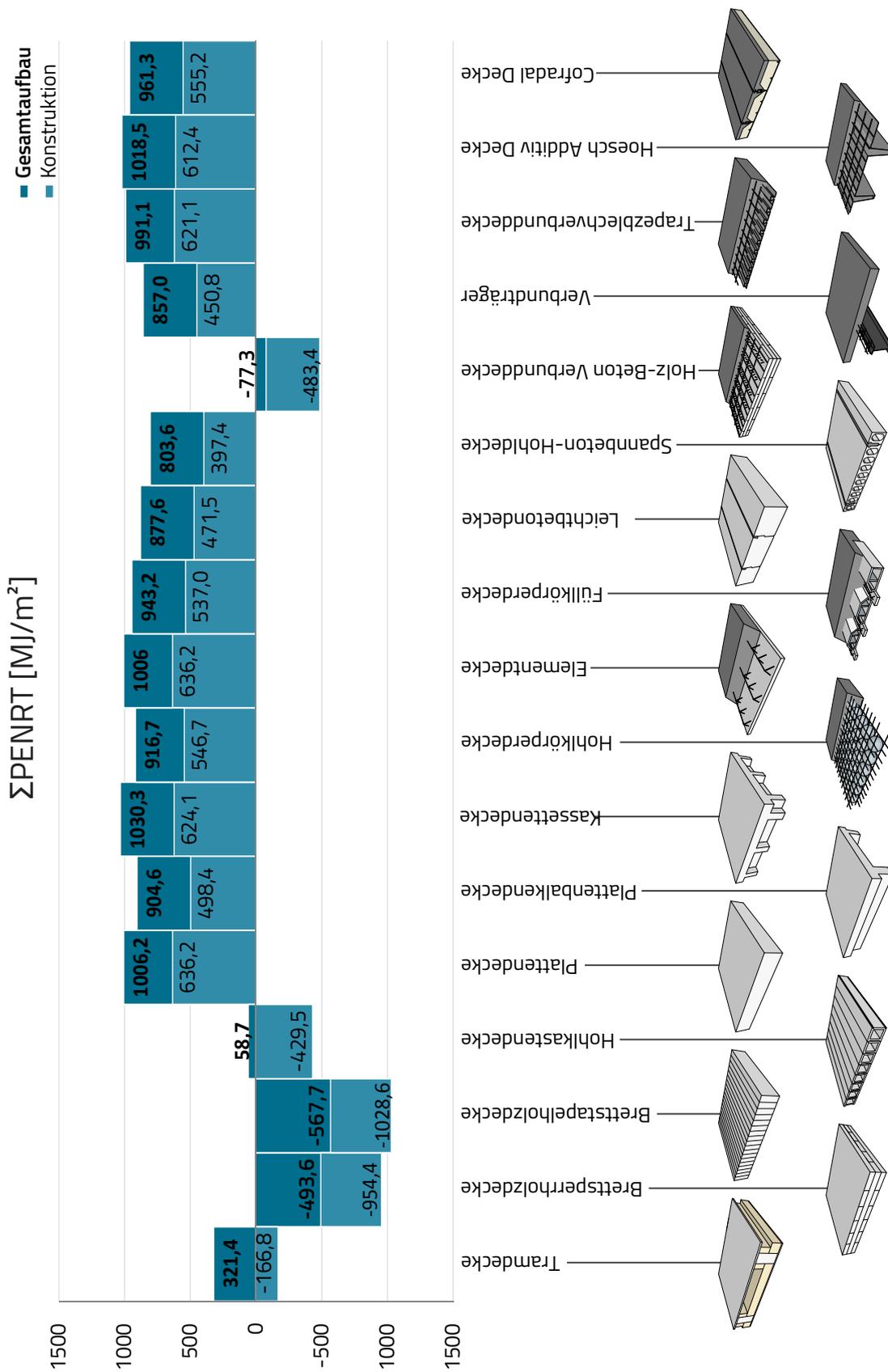


Diagramm 11: Primärenergieinhalt an nicht erneuerbaren Ressourcen PENRT

Σ GWP beschreibt den Beitrag eines Spurengases zur globalen Erwärmung relativ zum Beitrag einer gleichen Menge Kohlendioxid für einen Quadratmeter der gesamten Konstruktion in kg/m².

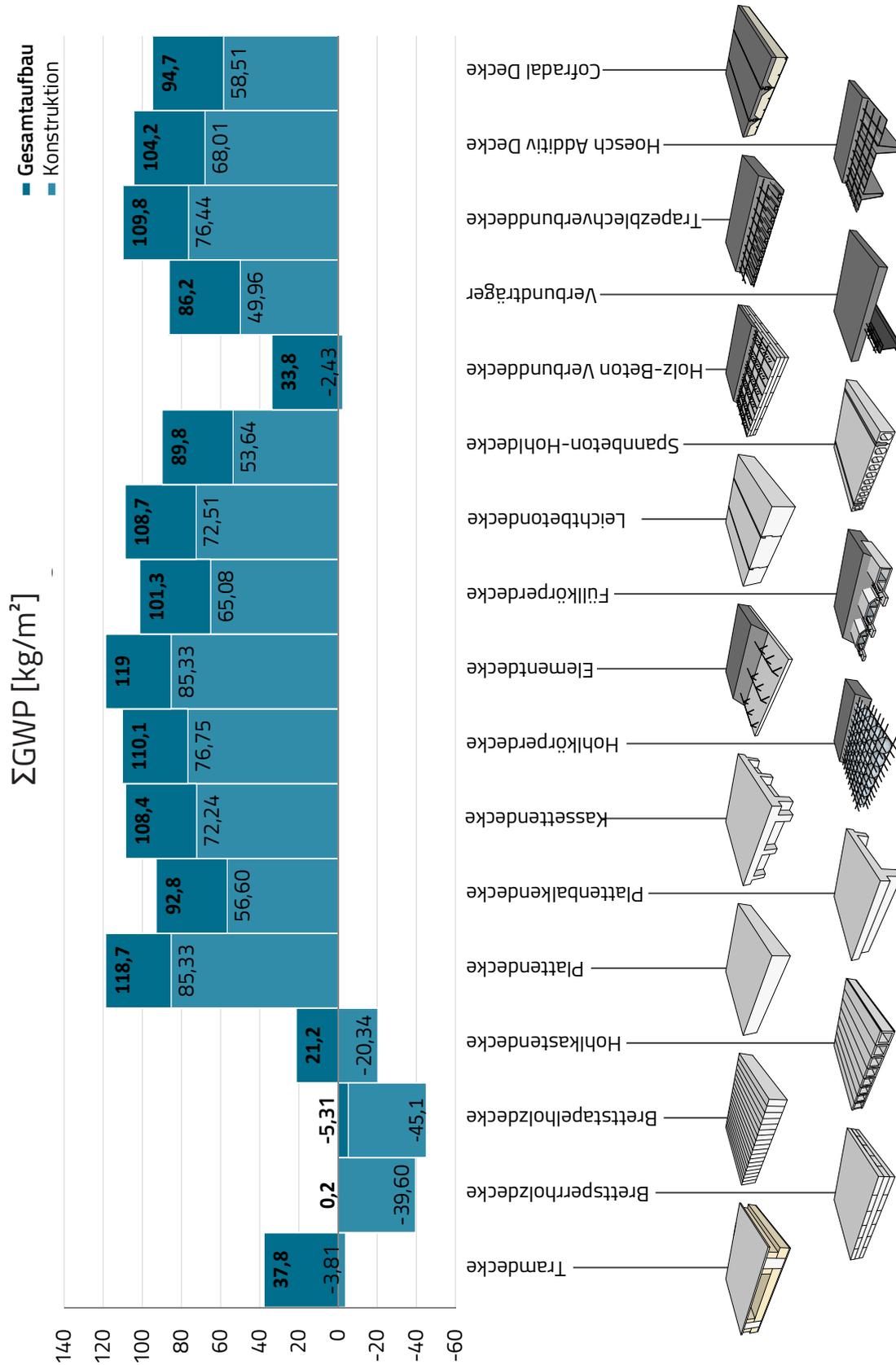


Diagramm 12: Treibhauspotential GWP der Deckenkonstruktionen

Σ AP beschreibt das Versauerungspotential und somit das Äquivalent an Schwefeldioxidgasen mit der gleichen Auswirkung hinsichtlich der Wechselwirkung von versauernden Emissionen mit anderen Bestandteilen der Luft für einen Quadratmeter der gesamten Konstruktion in kg/m^2 .

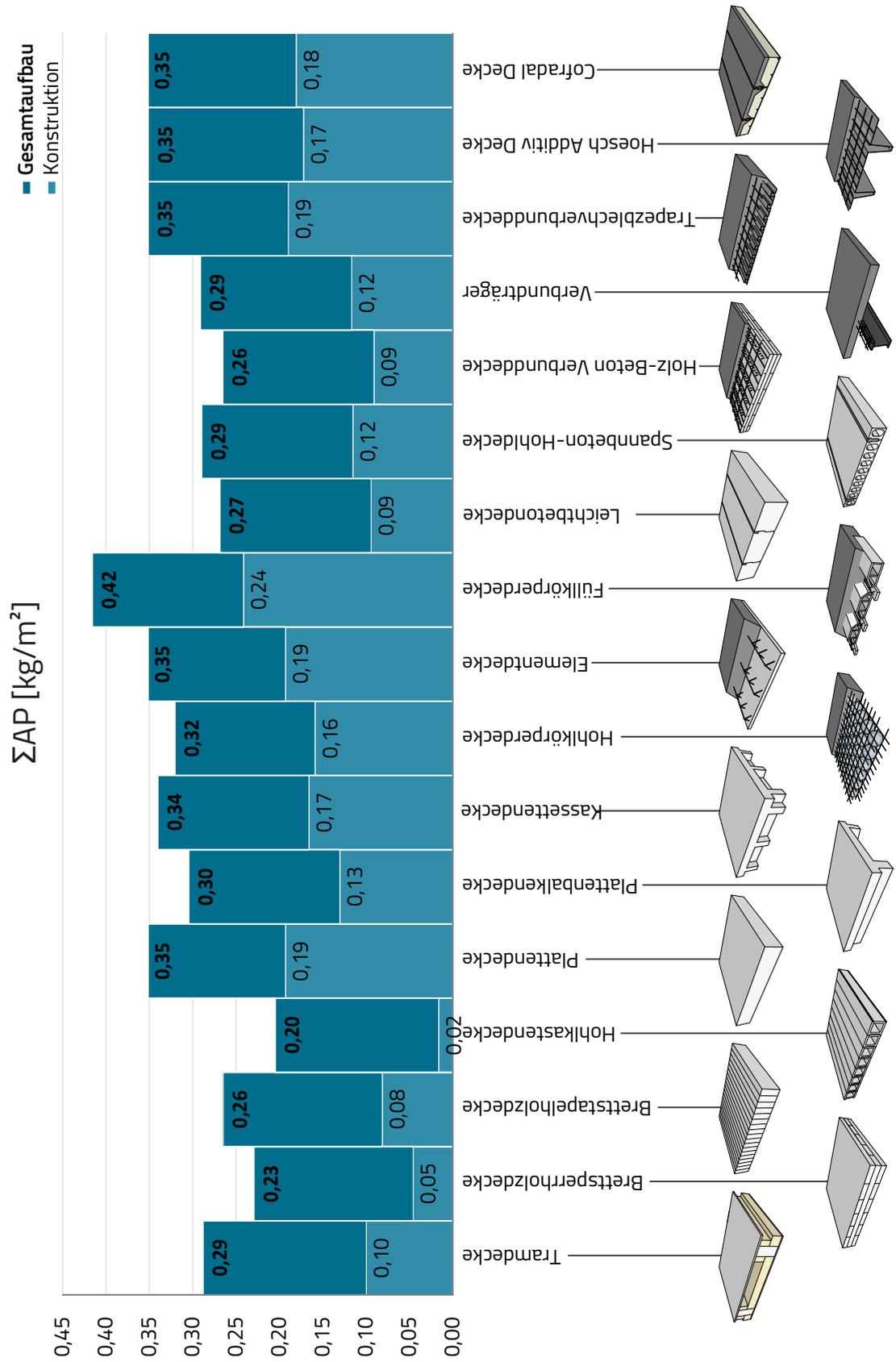


Diagramm 13: Versauerungspotential AP der Deckenkonstruktionen

5. Zusammenführung der Wertermittlung

Das folgende Diagramm zeigt alle ermittelten Werte der Konstruktionen prozentuell zueinander ins Verhältnis gesetzt.

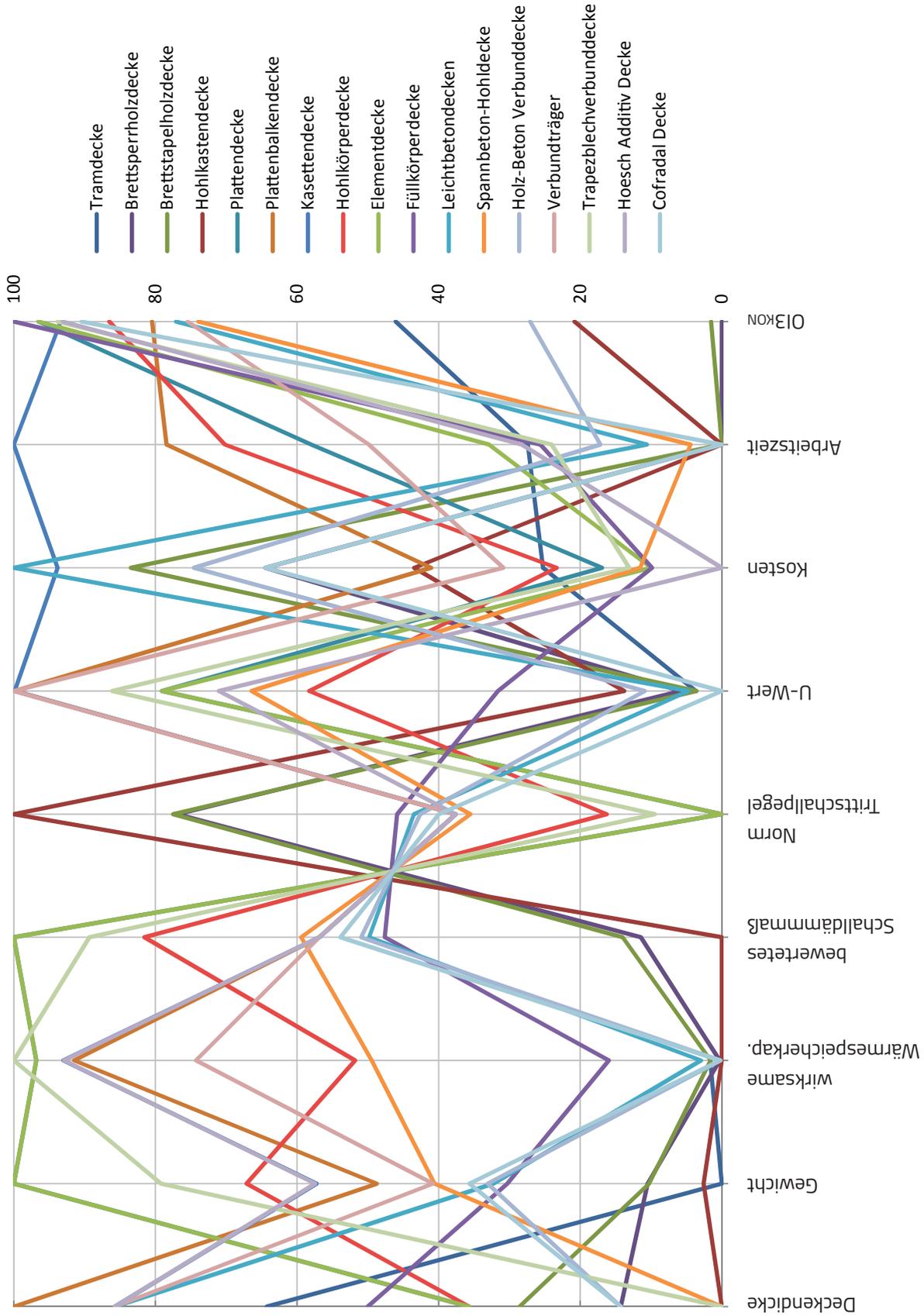


Diagramm 14: Übersicht aller ermittelten Werte der reinen Konstruktion

Das folgende Diagramm zeigt alle ermittelten Werte der Gesamtkonstruktionen inklusive Fußbodenaufbau prozentuell zueinander ins Verhältnis gesetzt.

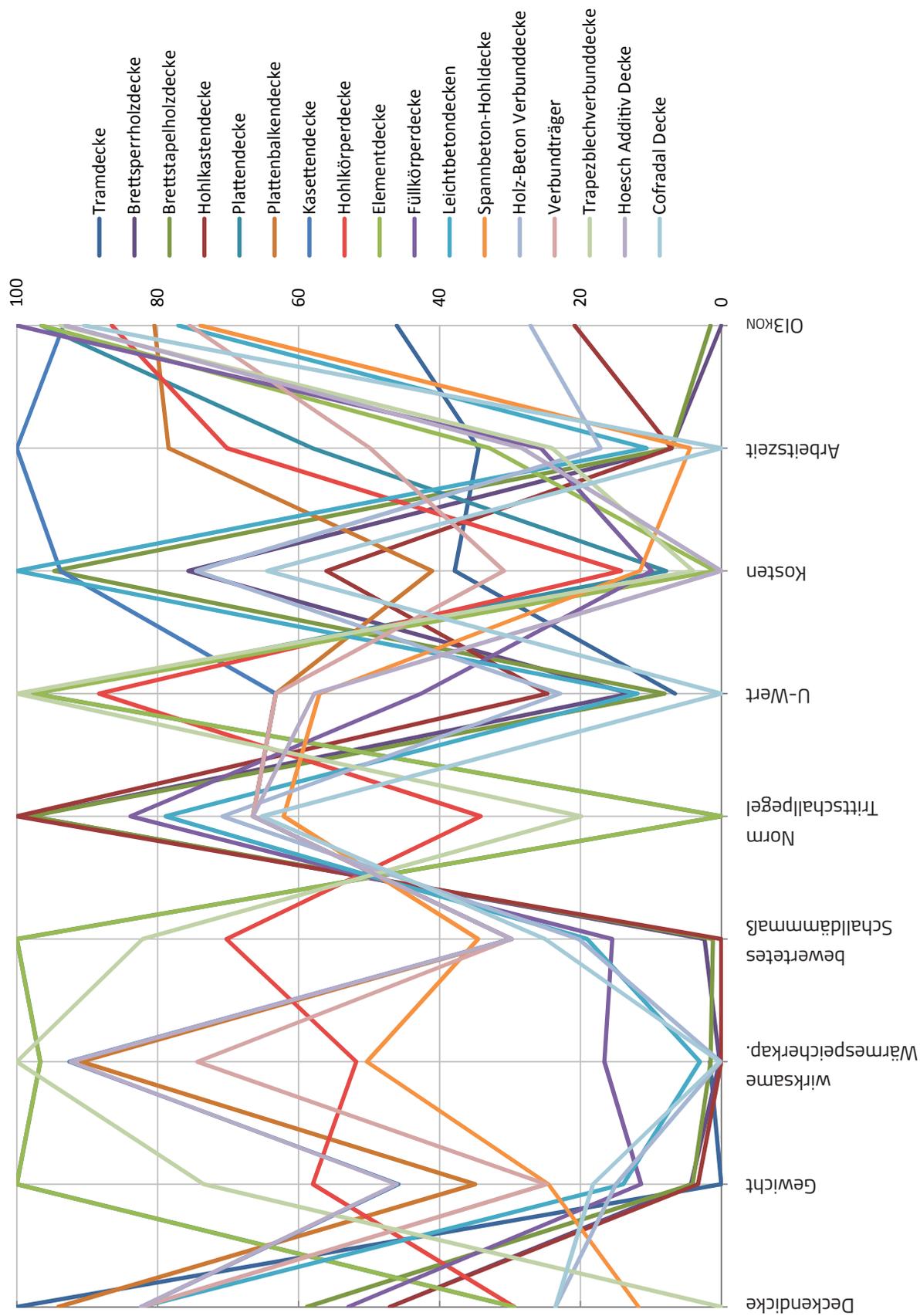


Diagramm 15: Übersicht aller ermittelten Werte der Gesamtkonstruktion

6. Ergebnisdarstellung und Empfehlung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die in der Praxis üblichen Deckenkonstruktionen für Einfamilienhäuser, Wohn- und Bürobauten miteinander zu vergleichen. Jede Konstruktionsart besitzt ihre Vor- und Nachteile, die im Entwurf andere Möglichkeiten bieten. Dabei spielen mögliche Spannweiten, Deckendicken, Schall- und Brandschutz, Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit, Integration der Haustechnik etc. eine entscheidende Rolle.

Als Basis für die Wertermittlung wurde eine übliche Spannweite von 6m sowie eine Nutzlast von 3 kN/m² angenommen. Die Fußbodenaufbauten wurde so gewählt, dass sie die Nachteile der jeweiligen Konstruktion etwas kompensieren, mit Hauptaugenmerk auf die Einhaltung des gesetzlich vorgeschriebenen Schallschutzes.

Nachdem die Kosten und Konstruktionshöhen bei den Deckenkonstruktionen nicht linear zur Spannweite ansteigen, können die Verhältnisse bei anderen Stützweiten leicht variieren. Die jeweiligen Stärken und Schwächen bleiben jedoch über alle möglichen Spannweiten hinweg erhalten.

Zusammenfassend kann über die spezifischen Decken folgendes Fazit getroffen werden:

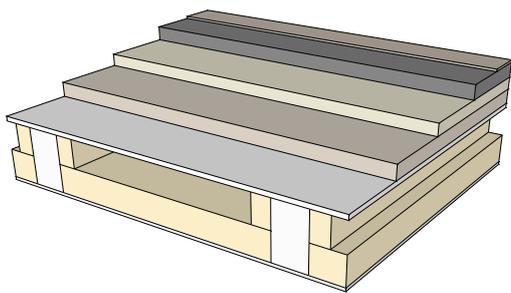


Abb. 42: Konstruktionsschema Tramdecke

Tramdecken sind eine ökologische Lösung mit geringem Eigengewicht und kurzer Bauzeit für geringe Spannweiten, mit der Möglichkeit einer konstruktionsinternen Leitungsführung. Sie sind wirtschaftlich, wenn keine Anforderungen an den Schallschutz erforderlich sind. Zu ihren Nachteilen gehören neben dem schlechten Schallschutz die größere Konstruktionshöhe, wenig Speichermasse und, dass sie nur einachsig spannbar sind.

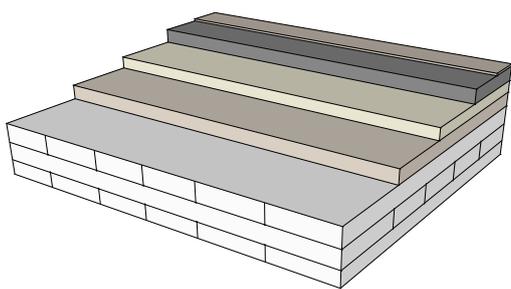


Abb. 43: Konstruktionsschema Brettsperrholzdecke

Brettsperrholzdecken sind zweiachsig spannbar, besitzen gegenüber den Tramdecken zwar bessere, jedoch nicht ausreichende Schallschutzeigenschaften, um ohne weitere konstruktive Maßnahmen einen optimalen Schallschutz gewährleisten zu können. Ihr Eigengewicht ist, wie bei allen Holzkonstruktionen, sehr gering. Zu ihren weiteren Vorteilen gehört die kurze Bauzeit, ihre gute Ökobilanz, eine geringe Konstruktionshöhe, sowie ein niedriger U-Wert. Leitungen können jedoch nur durch eine abgehängte Decke oder Einfräsungen bzw. Bohrungen im Holz verlegt werden. Wirtschaftlich betrachtet sind sie um etwa 20% teurer als Plattendecken.

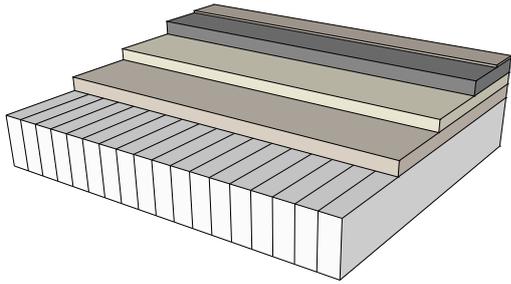


Abb. 44: Konstruktionsschema Brettstapelholzdecke

Brettstapelholzdecken gehören zu den teuersten Deckenkonstruktionen und sind ebenso nur einachsig spannbar. Auch hier sind weitere Maßnahmen für den Schallschutz erforderlich. Sie besitzen ein geringes Eigengewicht, sowie eine kurze Bauzeit, eine gute Ökobilanz und gute Wärmedämmeigenschaften. Eine Leitungsführung in der Konstruktion ist nicht möglich. Aufgrund des höheren Preises und der einachsigen Spannbarkeit löst die Brettsper Holzdecke die Brettstapelholzdecke in den letzten Jahren immer mehr ab.

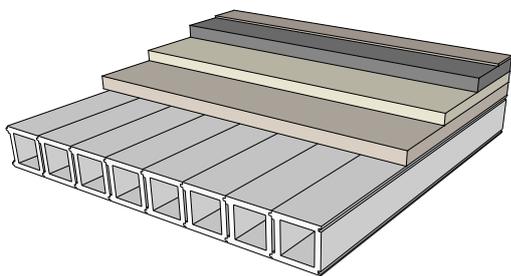


Abb. 45: Konstruktionsschema Hohlkastendecke

Hohlkastendecken besitzen, ebenso wie die Tramdecken, schlechte Schallschutzeigenschaften und eine geringe Speichermasse, dies ist aber durch die richtige Füllung der Hohlräume erheblich verbesserbar. Überdies lassen sich dünnere Leitungen wie Elektro- oder Wasserrohre durch die Konstruktion führen. Sie sind nur einachsig spannbar. Zu ihren Vorteilen gehören ihr geringes Eigengewicht, kurze Bauzeit, gute Ökobilanz sowie für den Holzbau hohe Spannweiten von bis zu 10m.

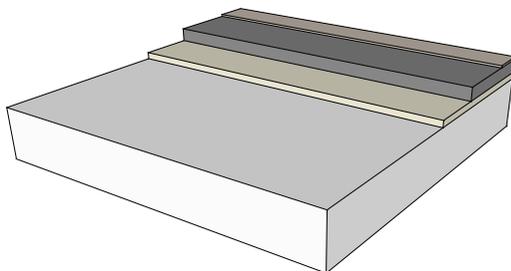


Abb. 46: Konstruktionsschema Plattendecke

Plattendecken gehören zu den günstigsten Konstruktionsarten. Sie sind außerdem zweiachsig spannbar, besitzen gute Schallschutzeigenschaften und eine hohe Speichermasse. Zu ihren Nachteilen gehört ihr hohes Eigengewicht, ihre hohe Wärmeleitfähigkeit, sowie eine erhöhte Bauzeit durch Schalung, Unterstellung und Aushärtungszeit. Leerverrohrung für Leitungen mit geringem Durchmesser können mitgegossen werden, nachträgliche Adaption ist aufwendig. Größere Leitungen (z.B. Lüftung) müssen in einer abgehängten Decke oder einem Doppelboden geführt werden.

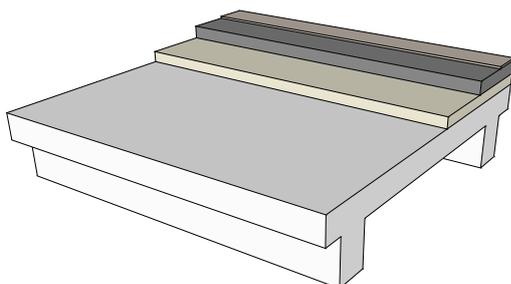


Abb. 47: Konstruktionsschema Plattenbalkendecke

Plattenbalkendecken ermöglichen etwas höhere Spannweiten als Plattendecken durch eine Gewichtsreduktion von ungefähr 40%. Die Balken erhöhen jedoch die Konstruktionshöhe erheblich. Die gewonnenen Hohlräume können dafür Leitungen aufnehmen. Sie sind nur einachsig spannbar, besitzen schlechte Wärmedämmeigenschaften und ihre Bauzeit ist durch komplexe Schalungstechnik noch länger als bei Plattendecken.

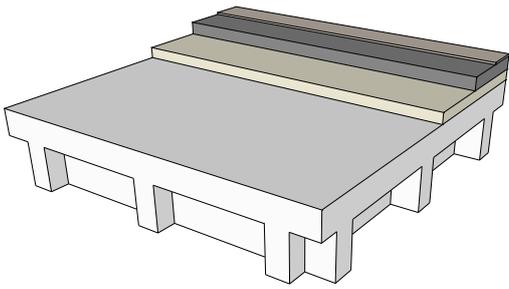


Abb. 48: Konstruktionsschema Kassettendecke

Kassettendecken sind zweiachsig spannbar und ermöglichen höhere Spannweiten. Aufgrund ihrer aufwendigen Schalung sind sie teuer und verlängern die Bauzeit. Sie besitzen eine vergrößerte Konstruktionshöhe sowie schlechte Wärmedämmeigenschaften. Leitungen lassen sich nicht in der Konstruktion führen.

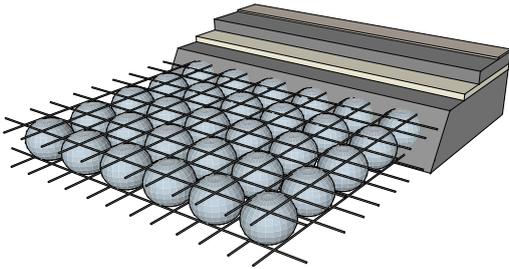


Abb. 49: Konstruktionsschema Hohlkörperdecke

Hohlkörperdecken bieten durch die Kunststoffverdrängungskörper eine Gewichtsreduktion von 30-50% und ermöglichen hohe Spannweiten von bis zu 20m. Sie sind preiswert, zweiachsig spannbar und besitzen gute Schalldämmeigenschaften. Sie besitzen eine lange Bauzeit.

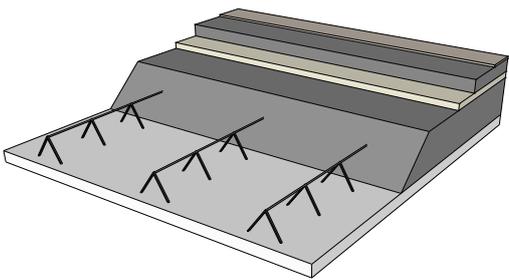


Abb. 50: Konstruktionsschema Elementdecke

Elementdecken besitzen die selben Eigenschaften wie die Plattendecken. Durch ihr Fertigteillement kann nur auf die Schalung verzichtet werden, wodurch die Bauzeit etwas geringer wird, allerdings trotzdem noch immer hoch bleibt.

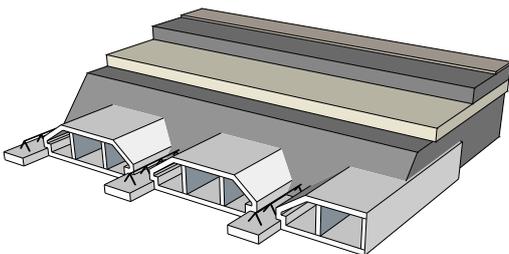


Abb. 51: Konstruktionsschema Füllkörperdecke

Füllkörperdecken sind kostengünstig und besitzen durch ihre rippenartige Konstruktion ein geringes Eigengewicht. Sie lassen sich leicht von Hand verlegen. Zu ihren Nachteilen gehören ihre geringe Spannweite von maximal 6m sowie ihre rein einachsige Spannbarkeit.

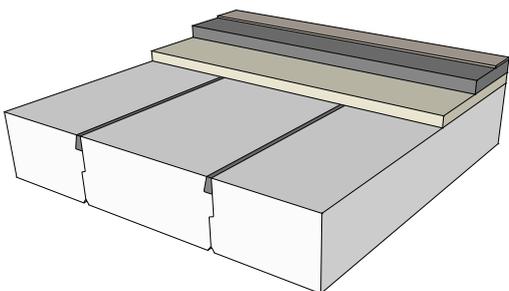


Abb. 52: Konstruktionsschema Leichtbetondecke

Leichtbetondecken besitzen ein geringes Eigengewicht, eine kurze Bauzeit sowie sehr gute Wärmedämmeigenschaften, wodurch sie sich optimal zu unbeheizten Räumen (Keller, Dachboden, etc.) einsetzen lassen. Zu ihren Nachteilen gehören ihr erhöhter Preis, ihre einachsige Spannbarkeit, geringe Maximalspannweite von 6m sowie ihre erhöhte Konstruktionsstärke. Leitungsführung kann nur außerhalb der Konstruktion erfolgen.

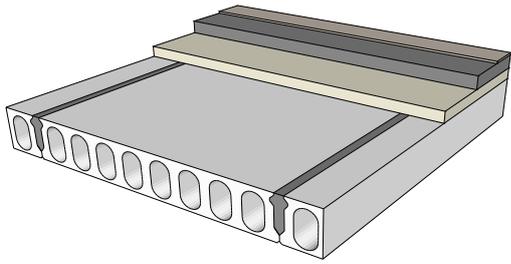


Abb. 53: Konstruktionschema Spannbeton-Hohldecke

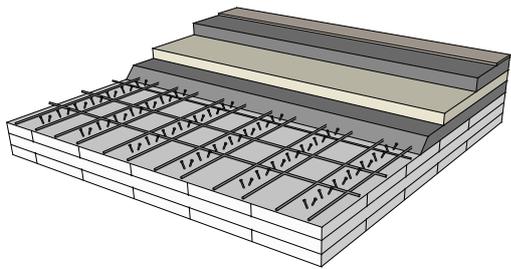


Abb. 54: Konstruktionschema Holz-Beton Verbunddecke

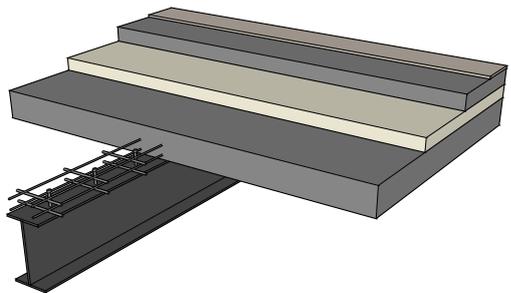


Abb. 55: Konstruktionschema Verbundträger

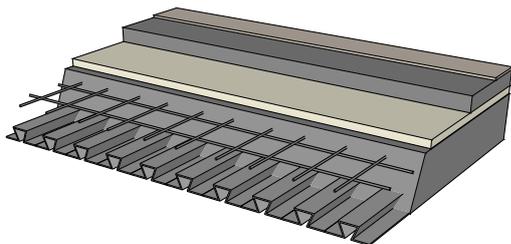


Abb. 56: Konstruktionschema Trapezblechverbunddecke

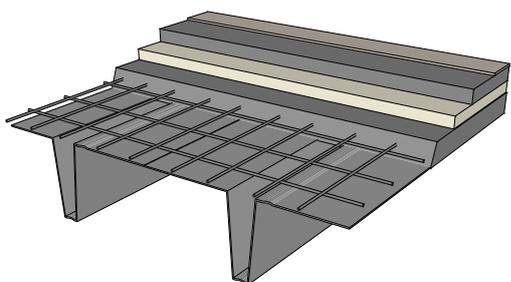


Abb. 57: Konstruktionschema Hoesch Additiv Decke

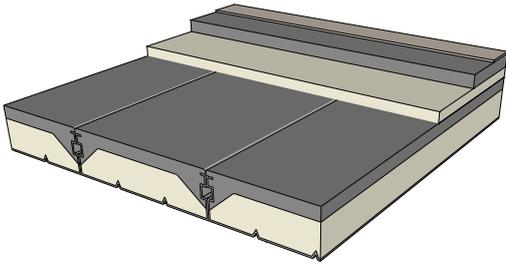
Spannbeton-Hohldecken sind kostengünstig, besitzen ein geringes Eigengewicht, eine kurze Bauzeit durch die Vollmontageart sowie eine geringe Konstruktionshöhe bei hohen Spannweiten von bis zu 19m. Leitungen mit geringerem Durchmesser lassen sich in den Hohlräumen der Konstruktion führen.

Holz-Beton Verbunddecken sind eine ökologische Alternative für hohe Spannweiten bis 12m. Sie sind zweiachsig spannbar, besitzen ein geringes Eigengewicht und einen guten Wärmedämmwert sowie eine geringe Konstruktionshöhe. Leitungen mit geringem Durchmesser können nur durch Einfräsungen bzw. Bohrungen im Holz realisiert werden.

Verbundträger besitzen ein geringes Eigengewicht und ermöglichen Spannweiten von bis zu 18m. Leitungen können unter der Stahlbetonplatte zwischen den Stahlprofilen geführt werden die meistens einen Abstand von 2,4m besitzen. Mit den Unterzügen besitzen sie eine hohe Konstruktionsdicke, ohne jedoch eine geringe. Sie sind einachsig spannbar, besitzen geringe Wärmedämmeigenschaften sowie eine erhöhte Bauzeit.

Trapezblechverbunddecken sind kostengünstig und ermöglichen einen guten Schallschutz sowie eine geringe Konstruktionshöhe. Sie sind nur einachsig spannbar, besitzen ein hohes Eigengewicht und einen geringen Wärmedämmwert. Die Spannweite zwischen den Auflagern darf maximal 6m betragen.

Hoesch Additiv Decken sind preiswert, durch ihre rippenartige Konstruktion leicht und können Leitungen in der Konstruktionsebene führen. Sie sind nur einachsig spannbar, haben eine überdurchschnittlich hohe Konstruktionsstärke und eine hohe Wärmeleitfähigkeit; die Spannweite zwischen den Auflagern darf maximal 6m betragen.



Cofradal Decken sind leicht, benötigen eine kurze Bauzeit, ermöglichen geringe Konstruktionshöhen und besitzen hohe Wärmedämmwerte, sind jedoch nur einachsig spannbar.

Abb. 58: Konstruktionsschema Cofradal Decke

Die **geringsten Konstruktionshöhen** sind mit Hohlkastendecken (bei geringen Schallschutzanforderungen), Spannbeton-Hohldecken und Trapezblechverbunddecken erreichbar.

Das **geringste Eigengewicht** sowie die **beste Ökobilanz** besitzen die vier Holzkonstruktionen (Tramdecke, Brettsperrholzdecke, Brettstapelholzdecke und Hohlkastendecke).

Die **höchste Wärmespeicherkapazität** besitzen die Plattendecke, Elementdecken und Trapezblechverbunddecken.

Den **besten Schallschutz** weisen Plattendecken, Elementdecken und Trapezblechverbunddecken auf.

Ein **optimaler Wärmedämmwert** lässt sich mit allen vier Holzkonstruktionen, sowie mit Leichtbetondecken und Cofradaldecken erzielen.

Zu den **günstigsten Deckenkonstruktionen** gehören Plattendecken, Elementdecken, Spannbeton-Hohldecken sowie Trapezblechverbunddecken und Hoesch Additiv Decken.

Die **geringste Bauzeit** besitzen Brettsperrholzdecken, Brettstapelholzdecken, Hohlkastendecken, Leichtbetondecken, Spannbeton-Hohldecken und Cofradal Decken.

Die **größten Spannweiten** sind mit Hohlkörperdecken, Spannbeton-Hohldecken und Verbundträgern möglich.

Auf den kommenden Seiten werden die Stärken und Schwächen der Konstruktionen exklusive und inklusive Fußbodenaufbau mit Hilfe von Piktogrammen dargestellt.

	Tramdecke	Brettstapelholzdecke	Plattendecke	Kassettendecke	Elementdecke
Deckendicke					
Eigengewicht					
Wärmespeicherkapazität					
Schallschutzeigenschaften					
Wärmedämmeigenschaften					
Wirtschaftlichkeit					
Arbeitszeit					
ökologisch					
Spannweite					
zweischichtig spannbear					
Leitungsführung in der Konstr.					
	Brettspertholzdecke	Hohlkastendecke	Plattenbalkendecke	Hohlkörperdecke	Füllkörperdecke

Abb. 59: Stärken und Schwächen der Konstruktion

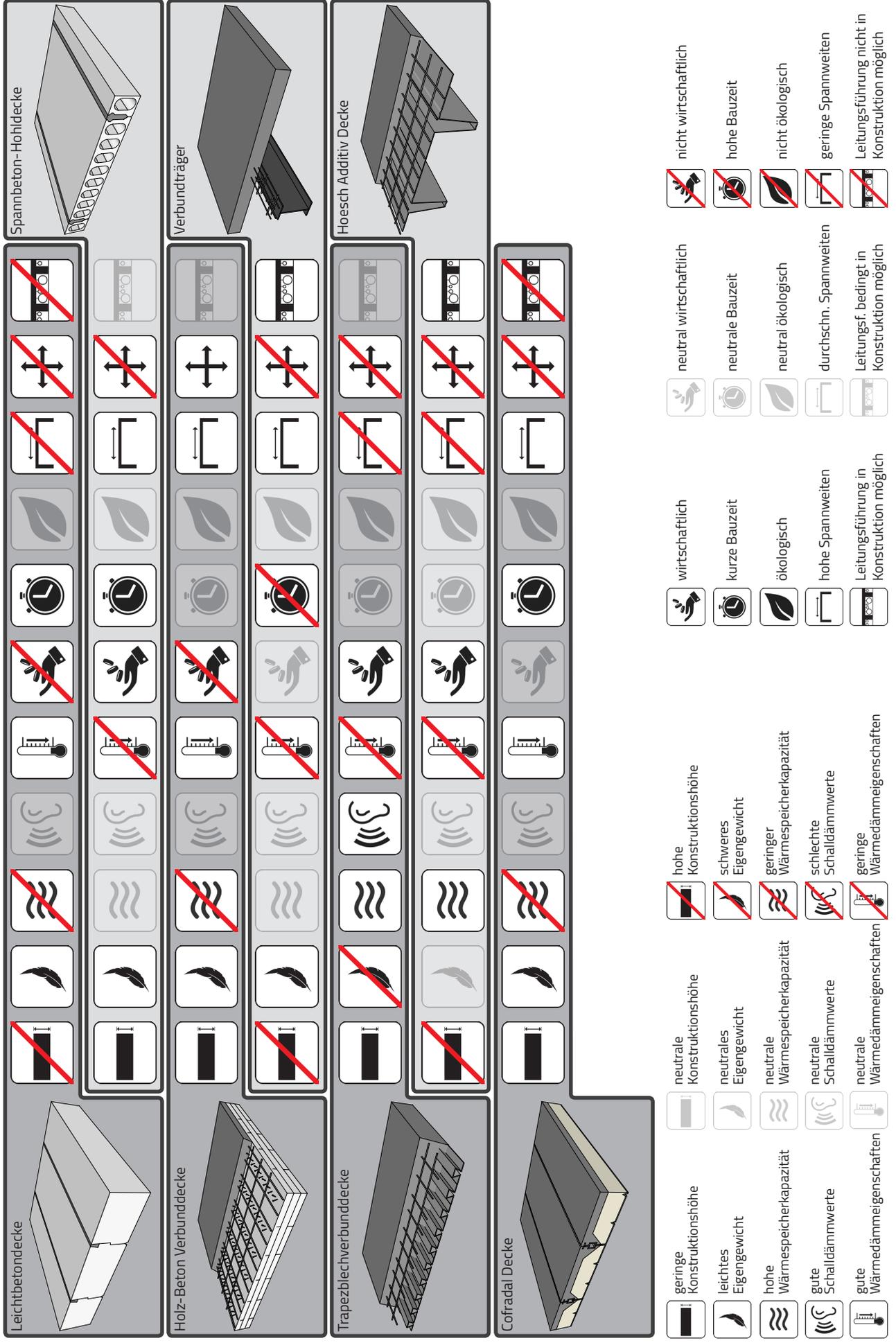


Abb. 60: Stärken und Schwächen der Konstruktion

	Tramdecke	Brettstapelholzdecke	Plattendecke	Kassettendecke	Elementdecke
Deckendicke					
Eigengewicht					
Wärmespeicherkapazität					
Schallschutzeigenschaften					
Wärmedämmeigenschaften					
Wirtschaftlichkeit					
Arbeitszeit					
ökologisch					
Spannweite					
zweischichtig spannbear					
Leitungsführung in der Konstr.					
	Brettspertholzdecke	Hohlkastendecke	Plattenbalkendecke	Hohlkörperdecke	Füllkörperdecke

Abb. 61: Stärken und Schwächen der Konstruktion inklusive Fußbodenaufbau

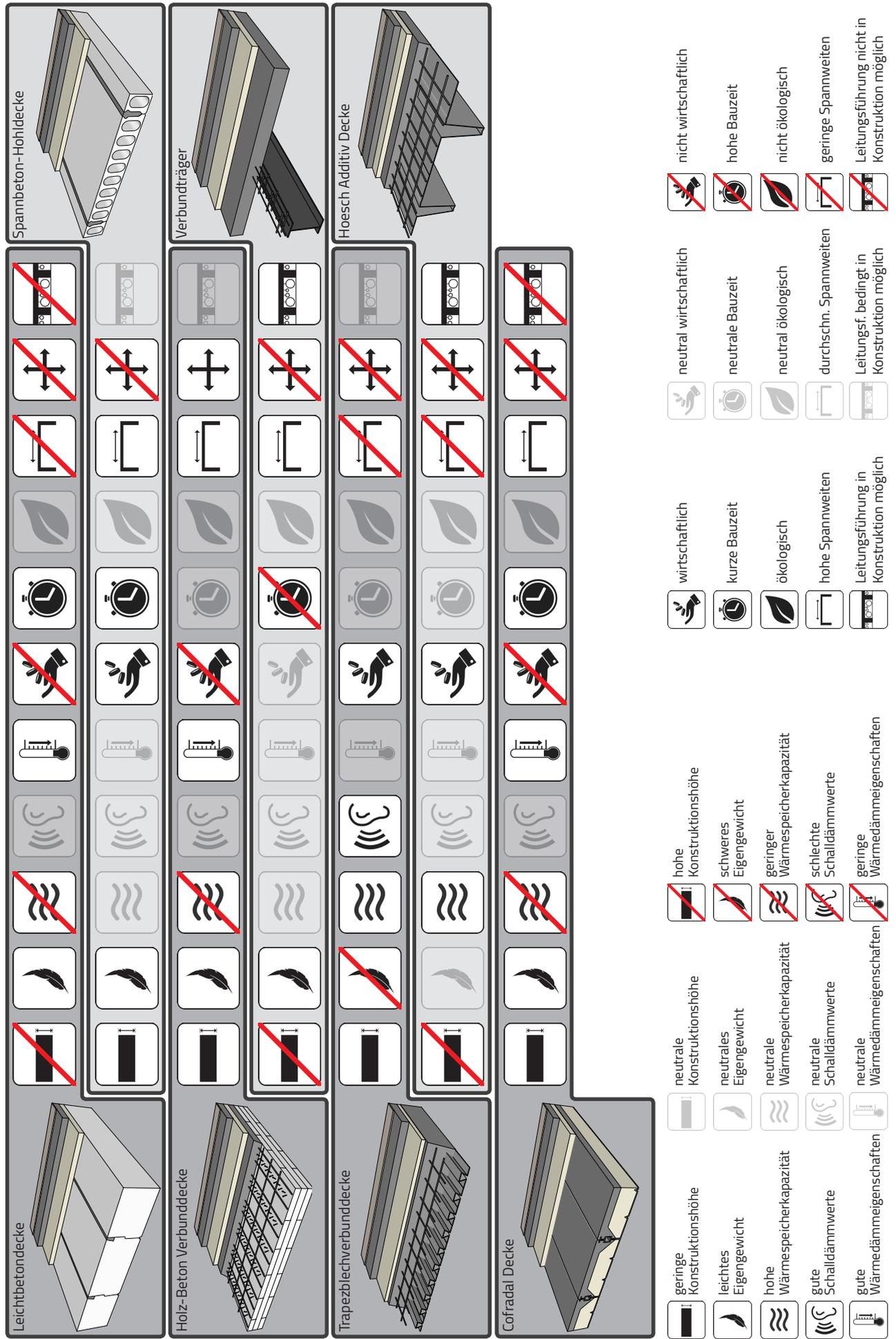


Abb. 62: Stärken und Schwächen der Konstruktion inklusive Fußbodenaufbau

Empfehlung

Für spezifische Bauaufgaben wird verschiedenen Faktoren eine unterschiedliche Gewichtung zugemessen; bei weicherem Erdboden zum Beispiel kann das Eigengewicht der Konstruktion von erheblicher Bedeutung sein, bezüglich der Einhaltung von Gebäudeklassen kann die Konstruktionshöhe relevant sein, für einige Bauherren spielen die Kosten die größte Rolle, anderen wiederum ist der Schallschutz und eine freie Grundrissgestaltung von hohem Wert. Im Allgemeinen jedoch würde ich die folgenden Konstruktionen für Standardsituationen der Kategorien Einfamilienhäuser, Wohnbauten und Bürobauten empfehlen.

Empfehlung für Einfamilienhäuser

Für Einfamilienhäuser mit durchschnittlichen Spannweiten von 3-7m empfehle ich für Geschoßdecken zwischen zwei beheizten Räumen die Elementdecke. Sie besitzt gute Schallschutzwerte, ist kostengünstig und ermöglicht eine freie Grundrissgestaltung. Ihre sonstigen Eigenschaften liegen im guten Durchschnitt.

Eine ökologische Alternative wäre die Brettsper Holzdecke. Sie besitzt gegenüber der Elementdecke ein erheblich geringeres Eigengewicht, sowie eine deutlich kürzere Bauzeit. Zur Verbesserung des Schallschutzes kann der Fußbodenaufbau erhöht werden, damit hätten beide Konstruktionen eine ähnliche Deckenstärke. Die Brettsper Holzdecke ist um etwa 50 €/m² teurer als die Elementdecke.

Empfehlung für Wohnbauten

Für Wohnbauten mit vielen Freiformen empfehle ich die Plattendecke, ansonsten für durchschnittliche Spannweiten von bis zu 7m wieder die Elementdecke. Als ökologische Alternative empfehle ich eine Holz-Beton Verbunddecke; sie weist ebenso gute Schallschutzwerte auf, besitzt jedoch gegenüber der Elementdecke ein geringeres Eigengewicht, eine kürzere Bauzeit sowie eine etwas geringere Konstruktionshöhe.

Für erhöhte Spannweiten im Wohnbau (z.B. Foyer, Sockelgeschoß, Penthouse) empfehle ich die Hohlkörperdecke oder eine Spannbeton-Hohldecke. Hohlkörperdecken sind zweiachsig spannbar, Spannbeton-Hohldecken hingegen nicht, besitzen dafür aber eine kürzere Bauzeit sowie eine geringere Deckendicke.

Empfehlung für Bürobauten

Im Bürobau sind meist höhere Spannweiten als im Wohnbau erforderlich. Falls eine freie Grundrissgestaltung gewünscht ist, empfehle ich eine Hohlkörperdecke, ansonsten die einachsig spannbare Spannbeton-Hohldecke mit kürzerer Bauzeit sowie einer geringeren Deckendicke.

Alternativ ermöglicht der Stahlskelettbau mithilfe der Unterzüge anstelle von Wänden große offene Räume mit wenigen Stützen. Jedoch ist er eher an ein orthogonales Raster gebunden als der Ortbetonbau. Falls ein Stahlskelettbau gewünscht ist, würde ich die Trapezblechverbunddecke empfehlen. Sie ist kostengünstig und besitzt gute Schallschutzwerte.

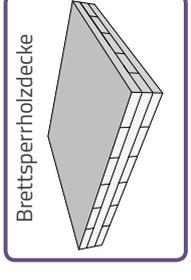
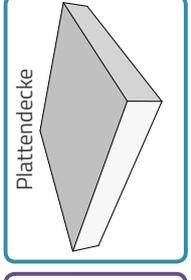
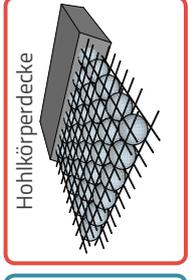
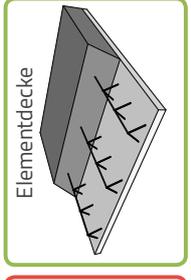
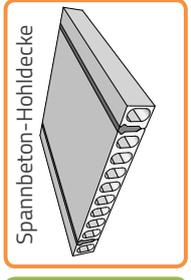
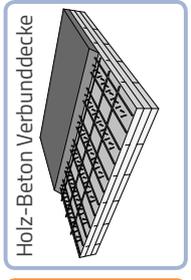
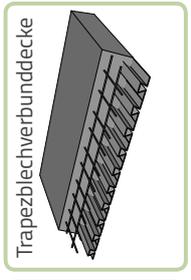
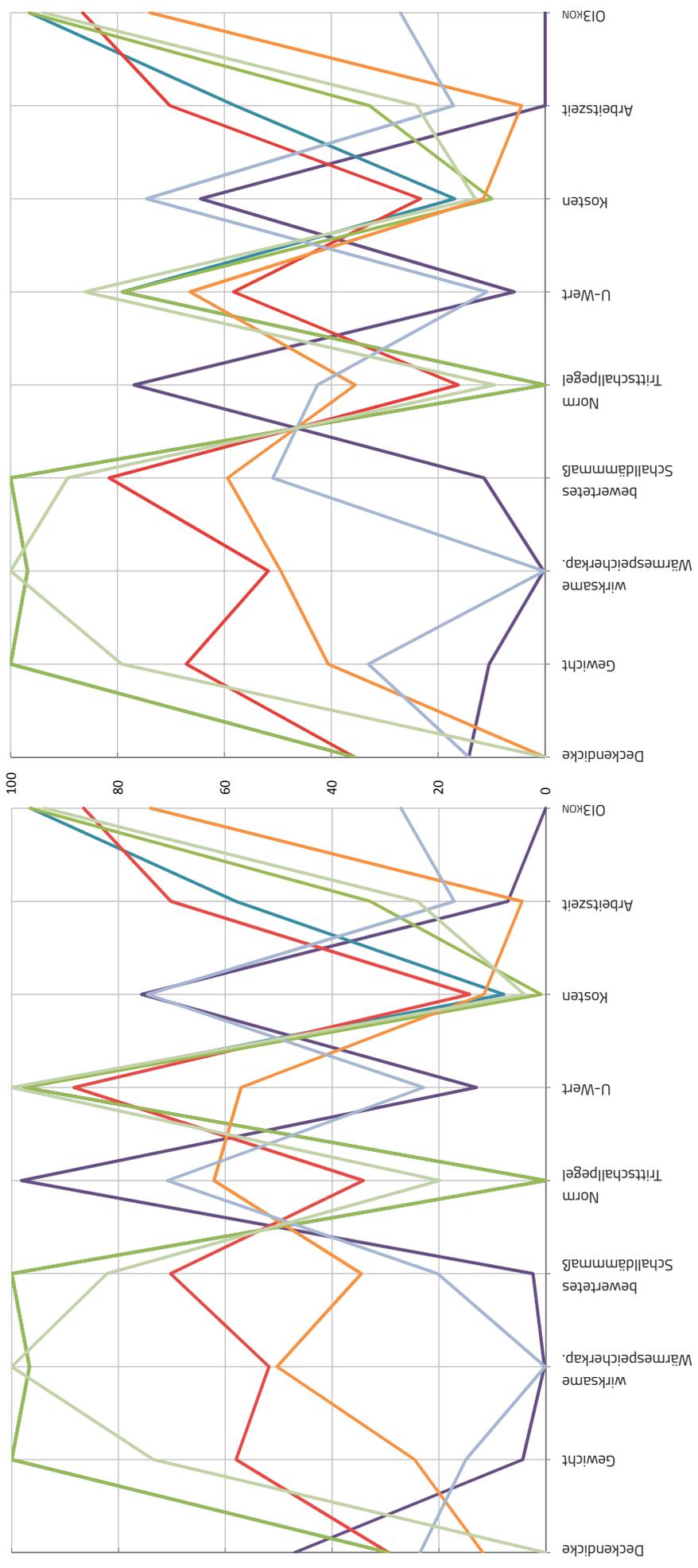


Diagramm 16: Eigenschaften der empfohlenen Decken (exkl. Fußbodenaufbau)

Diagramm 17: Eigenschaften der empfohlenen Decken (inkl. Fußbodenaufbau)

7. Quellen

7.1. Literaturnachweise

BENEDETTI Christina (2011). *Bauen mit Holz*, Bozen: bu, press

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

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

HESTERMANN Ulf, RONGEN Lufwig (2015). *Frick/Knöll Baukonstruktionslehre 1*, Erfurt: Springer Verlag

KRAUS, FÜHRER, NEUKÄTER, WILLEMS, TECHEN (2014). *Grundlagen der Tragwerkslehre 1*, Deutschland: Rudolf Müller

LEICHER Gottfried (2014). *Tragwerkslehr in Beispielen und Zeichnungen*, Köln: Bundesanzeiger Verlag

MEZERA Karl, RICCABONA Christof (2008). *Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten*, Wien: Manz Schulbuch

PAUSER Alfred (1998). *Beton im Hochbau*, Wien: Verlag Bau+Technik

PECH Anton, KOLBITSCH Andreas, ZACH Franz (2006). *Decken*, Wien: Springer-Verlag

SCHMITT Heinrich, HEENE Andreas (2001). *Hochbaukonstruktion*, Deutschland: Vieweg Verlag

TEIBINGER Martin, DOLEZAL Franz, MATZINGER Irmgard (2009). *Deckenkonstruktionen für den mehrgeschoßigen Holzbau*, Wien: Holzforschung Austria

online

Arbeitsgemeinschaft Holz e.V (2000). *Brettstapelholzbauweise*
http://www.erlacher-peter.it/fileadmin/user_upload/Brettstapelbauweise.pdf
[05.03.2016]

ArcelorMittal (2016). *Arval Cofradal 200*
http://ds.arcelormittal.com/repo/Switzerland%20Arval%20website/PDF%20DOC/cofradal_200.pdf?flip%ADbook=1 [05.03.2016]

ArcelorMittal (2016). *Cofraplus 220 - for efficient car park design*
http://ds.arcelormittal.com/repo/AMC/ARC_cofraplus220_22_single.pdf [05.03.2016]

ArcelorMittal (2016). *Floor systems guide*
http://ds.arcelormittal.com/repo/AMC/Floor/Floor_Systems_guide.pdf [05.03.2016]

Bauen mit Stahl (2005). *Stahlgeschossbau - Deckensysteme*
www.bauforumstahl.de/upload/documents/publikationen/D614.pdf [05.03.2016]

bauforumstahl (2010). *Verbundbauweise*
www.bauforumstahl.de/upload/documents/Arbeitshilfe_2.7_neu.pdf [05.03.2016]

Bubble Deck (2008). *Product Introduction*
http://www.bubbledeck-uk.com/pdf/Product%20Information%20_final_20070219.pdf
[05.03.2016]

Cobias (2015). *Technologiehandbuch*
http://www.cobias.com/dynamo/files/user_uploads/02_deutschland/Cobias_THB_11_2015_de.pdf [05.03.2016]

DATAHOLZ.com (2016). *Bauteil Information*
http://www.dataholz.at/de/bauteil_info.htm [05.03.2016]

DW Systembau GmbH (2008). *Beton- und Stahlbetonbau / Sonderdruck 1/08*
<http://www.dw-systembau.de/sites/default/files/Tragverhalten%20von%20Slim%20Floor-Konstruktionen.pdf> [15.03.2016]

Geberit (2005). *Allgemeine Planungsgrundlagen*
http://www.geberit.at/media/local_media/unterlagen/produkte_1/kompetenzbro-schueren/Geberit_Planungsgrundlagen_WEB.pdf [15.03.2016]

IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH (2013). *O13-Indikator Leit-faden zur Berechnung von Ökokennzahlen für Gebäude*
http://www.ibo.at/de/documents/20131016_O13_Berechnungsleitfaden_V3.pdf
[05.03.2016]

KLH (2015). *Kreuzlagenholz*
http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Download/Kreuzlagenholz_dt.pdf
[15.03.2016]

KLH (2016). *Technische Kenndaten*
http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Technische%20Anwendungen/Statik/Neu/KLH_Technische%20Kenndaten.pdf [05.03.2016]

Land Oberösterreich (2014). *Schallschutz im Wohnbau*
http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/U_schallschutzimWohnbau.pdf [05.03.2016]

Lignatur (2016). *Das Tragende Element. Aus Holz*
<http://www.lignatur.ch/fileadmin/ablage/downloads/imagebook-de/index.html>
[15.03.2016]

Röckelein (2015). *Röckelein Supraplan Vollmontagedecke*
<http://www.roeckelein.de/html/service/downloads/prospekte/hochbau/RoeckeleinSupraplan.pdf> [05.03.2016]

SFSintec (2006). *Holz-Beton-Verbundsystem VB - Technische Dokumentation*
http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Download/Kreuzlagenholz_dt.pdf
[15.03.2016]

Storaenso (2015). *Der älteste Baustoff der Welt ist auch der modernste: Holz*
https://issuu.com/storaenso/docs/stora_enso_clt_-_der___lteste_baus-t/11?e=7939336/12534853 [05.03.2016]

Xella Porenbeton Österreich GmbH (2016). *Ytong Decken- und Dachsysteme / mit Leichtigkeit massive Decken und Dächer errichten*
http://www.ytong.at/de/img/Decken-_und_Dachsysteme.pdf [05.03.2016]

Xella Porenbeton Österreich GmbH (2004). *Ytong Systemdecken, Ytong Massivdach*
http://www.ytong.at/de/img/Decken-_und_Dachsysteme.pdf [05.03.2016]

zement.at (2005). *Vorgespannte Flachdecken mit Vorspannung ohne Verbund*
http://www.dywidag-systems.at/uploads/media/Vorgespannte_Flachdecken_m_Vorspannung_o_Verbu_at_01.pdf [15.03.2016]

7.2. 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*

Brüssel: Europäisches Komitee für Normung, Dezember 2009

ÖNORM EN 15804: *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*

Brüssel: Europäisches Komitee für Normung, April 2014

ÖNORM EN 1991-1-1: *Allgemeine Einwirkungen-Wichten, Eigengewicht, Nutzlast im Hochbau*

Brüssel: Europäisches Komitee für Normung, Dezember 2011

ÖNORM EN 1991-1-3: *Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten*

Brüssel: Europäisches Komitee für Normung, Januar 2016

ÖNORM EN 1991-1-4: *Allgemeine Einwirkungen - Windlasten*

Brüssel: Europäisches Komitee für Normung, Mai 2013

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

Wien: Österreich Institut für Bautechnik, März 2015

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

Wien: Österreich Institut für Bautechnik, März 2015

OIB-Richtlinie 6: *Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-009/15*

Wien: Österreich Institut für Bautechnik, März 2015

7.3. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: einachsig und zweiachsig gespannte Decken	10
Abb. 2: Abheben der Ecken von zweiachsig gespannten Decken	10
Abb. 3: Verformung eines Einfeld- und eines Mehrfeldträgers.....	11
Abb. 4: Vorspannung	12
Abb. 5: Verbundprinzip	13
Abb. 6: Anregung einer Decke durch Luft- und Trittschall.....	14
Abb. 7: Beispielhafter 24h-Temperaturverlauf.....	18
Abb. 8: Einteilung der Deckenkonstruktionen nach Montageart	21
Abb. 9: Kompaktübersicht Tramdecke.....	23
Abb. 10: Konstruktionsschema Fehltramdecke	24
Abb. 11: Konstruktionsschema Tramtraversendecke	24
Abb. 12: Konstruktionsschema Tafelbauweise	25
Abb. 13: Kompaktübersicht Brettsperrholzdecke.....	26
Abb. 14: Kompaktübersicht Brettstapelholzdecke.....	27
Abb. 15: Kompaktübersicht Hohlkastendecke.....	28
Abb. 16: Kompaktübersicht Plattendecke.....	30
Abb. 17: Kompaktübersicht Plattenbalkendecke.....	31
Abb. 18: Kompaktübersicht Kassettendecke	32
Abb. 19: Kompaktübersicht Hohlkörperdecke	33
Abb. 20: Kompaktübersicht Elementdecke	34
Abb. 21: Konstruktionsschema Elementplatte mit Verdrängungskörpern.....	35
Abb. 22: Konstruktionsschema Wing-Decke	35
Abb. 23: Konstruktionsschema Fertigruppenplattenelement.....	35
Abb. 24: Konstruktionsschema Hohlkörperdecke in Teilmontageausführung.....	35
Abb. 25: Kompaktübersicht Füllkörperdecke	36
Abb. 26: Kompaktübersicht Leichtbetondecke.....	37
Abb. 27: Kompaktübersicht Spannbeton-Hohldecke	38
Abb. 28: Kompaktübersicht Holz-Beton Verbunddecke	39
Abb. 29: Konstruktionsschema Holz-Leichtbeton Verbunddecke.....	40
Abb. 30: Kompaktübersicht Verbundträger.....	42
Abb. 31: Kompaktübersicht Trapezblechverbunddecke.....	43
Abb. 32: Kompaktübersicht Hoesch Additiv Decke	44
Abb. 33: Konstruktionsschema Slim-Floor Decke mit Hohldeckenelementen.....	44
Abb. 34: Konstruktionsschema Slim-Floor Decke mit Elementplatten	45
Abb. 35: Kompaktübersicht Cofradal Decke	46
Abb. 36: Gliederung nach Konstruktionsart.....	48
Abb. 37: Gliederung nach Kranbedarf.....	49
Abb. 38: Gliederung nach Möglichkeit der Leitungsführung	50
Abb. 39: Visualisierung Rahmenbedingungen für Wertermittlung	51
Abb. 40: Übersicht aller im Kapitel 4 Wertermittlung behandelten Decken.....	52

Abb. 41: Regionalfaktoren der Baukosten für Österreich	66
Abb. 42: Konstruktionsschema Tramdecke	78
Abb. 43: Konstruktionsschema Brettsperrholzdecke.....	78
Abb. 44: Konstruktionsschema Brettstapelholzdecke.....	79
Abb. 45: Konstruktionsschema Hohlkastendecke.....	79
Abb. 46: Konstruktionsschema Plattendecke.....	79
Abb. 47: Konstruktionsschema Plattenbalkendecke.....	79
Abb. 48: Konstruktionsschema Kassetendecke	80
Abb. 49: Konstruktionsschema Hohlkörperdecke	80
Abb. 50: Konstruktionsschema Elementdecke.....	80
Abb. 51: Konstruktionsschema Füllkörperdecke	80
Abb. 52: Konstruktionsschema Leichtbetondecke.....	80
Abb. 53: Konstruktionsschema Spannbeton-Hohldecke	81
Abb. 54: Konstruktionsschema Holz-Beton Verbunddecke	81
Abb. 55: Konstruktionsschema Verbundträger	81
Abb. 56: Konstruktionsschema Trapezblechverbunddecke.....	81
Abb. 57: Konstruktionsschema Hoesch Additiv Decke	81
Abb. 58: Konstruktionsschema Cofradal Decke	82
Abb. 59: Stärken und Schwächen der Konstruktion.....	84
Abb. 60: Stärken und Schwächen der Konstruktion.....	85
Abb. 61: Stärken und Schwächen der Konstruktion inklusive Fußbodenaufbau	86
Abb. 62: Stärken und Schwächen der Konstruktion inklusive Fußbodenaufbau	87

7.4. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nutzlastenkategorien laut EN 1991-1-1	11
Tabelle 2: Brandverhaltenserteilung von Baustoffen nach EN 13501-1	16
Tabelle 3: Anforderungen an Decken laut OIB-Richtlinie 2 „Brandschutz“	16
Tabelle 4: Gliederung nach sinnvollen Spannweiten.....	47
Tabelle 5: Gliederung nach derzeitiger Hauptnutzung	47
Tabelle 6: Dichte und Wärmespeicherzahl unterschiedlicher Materialien	56
Tabelle 7: Fußbodenaufbauten.....	60
Tabelle 9: Lambda-Wert unterschiedlicher Materialien.....	64
Tabelle 8: Lebenszyklusphasen eines Gebäudes nach EN 15804	70

7.5. Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Konstruktion-zu-Spannweite-Verhältnis.....	53
Diagramm 2: Deckenstärken.....	55
Diagramm 3: Eigengewicht der Deckenkonstruktionen	57
Diagramm 4: Wirksame Wärmespeicherkapazität der Deckenkonstruktionen	59
Diagramm 5: Bewertetes Schalldämmmaß R_w der Deckenkonstruktionen	62
Diagramm 6: Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ der Deckenkonstruktionen.....	63
Diagramm 7: Wärmedurchgangskoeffizient der Deckenkonstruktionen.....	65
Diagramm 8: Kostenvergleich der Deckenkonstruktionen	68
Diagramm 9: Arbeitszeitvergleich der Deckenkonstruktionen.....	69
Diagramm 10: Ökoindikator-Konstruktion der Deckenkonstruktionen.....	72
Diagramm 11: Primärenergieinhalt an nicht erneuerbaren Ressourcen PENRT	73
Diagramm 12: Treibhauspotential GWP der Deckenkonstruktionen.....	74
Diagramm 13: Versauerungspotential AP der Deckenkonstruktionen	75
Diagramm 14: Übersicht aller ermittelten Werte der reinen Konstruktion	76
Diagramm 15: Übersicht aller ermittelten Werte der Gesamtkonstruktion.....	77
Diagramm 16: Eigenschaften der empfohlenen Decken (exkl. Fußbodenaufbau)	89
Diagramm 17: Eigenschaften der empfohlenen Decken (inkl. Fußbodenaufbau)	89

7.6. Herstellerverzeichnis

ARCELORMITTAL - Eisen Wagner GmbH, Schärldinger Straße 63, A-4910 Ried im Innkreis
<http://www.constructalia.com/>

BUBBLEDECK Europe, Rösevagen, DK-3520 Farum
<http://www.bubbledeck.com/>

COBIAX - AT GmbH, Ufergasse 56, A-3500 Krems
<http://www.cobiaux.com/startseite>

GEBERIT International AG, Schachenstraße 77, CH-8645 Jona
<http://www.geberit.at/>

GOIDINGER Bau + Leichtbeton GmbH, Salzburgerstraße 40, A-6112 Wattens
<http://www.goidinger.com/>

KLH Massivholz GmbH, A-8842 Teufenbach-Katsch
<http://www.klh.at/>

HOESCH Bausysteme GmbH, Kalvariengürtel 67/3/14, A-8020 Graz
<http://www.hoesch-bau.com/>

LIGNATUR AG, Herisauerstraße 30, CH-9104 Waldstatt
<http://www.lignatur.ch/>

OBERNDORFER GmbH & CO KG, Lambacher Straße 14, A-4623 Gunskirchen
<http://www.oberndorfer.at/>

PEIKKO Austria GmbH, Zehentweg 6, A-6833 Weiler
<http://www.peikko.at/>

ROCKWOOL Handelsgesellschaft m.b.H, Eichenstraße 38, A-1120 Wien
<http://www.rockwool.at/>

SFSintec GmbH, Wiener Straße 29, A-2100 Korneuburg
<http://www.sfsintec.at/internet/sfsat.nsf>

STORA ENSO Wood Products GmbH, Brand 44, A-3531 Brand
<http://www.clt.info/>

XELLA Porenbeton Österreich GmbH, Wachaustraße 69, A-3382 Loosdorf
<http://www.ytong.at/>

8. Anhang

8.1. Referenzprojekte und Montagebilder



Einfamilienhaus / CH / 2008



Einfamilienhaus / AT / 2008



Wohnhaus Haidbauer / AT / 2007



Mehrfamilienhaus / AUS / 2012



Beispielprojekte



Einfamilienhaus / AT

Zubau / DE / 2014



Beispielprojekte



Mehrfamilienhaus Puukukka / FIN / 2014



Montagebild



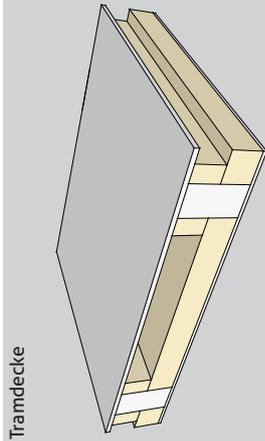
Montagebild



Montage einer Decke mit Öffnungen



Auflagerung einer Deckenplatte in Stahlträger

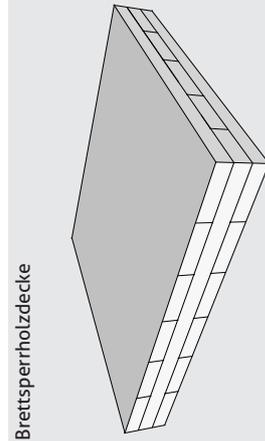


Tramdecke



Konstruktionsschema

Untersicht einen nicht verkleideten Tramdecke



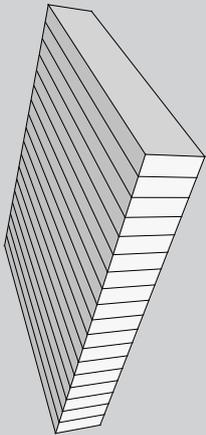
Brettsperrholzdecke



Konstruktionsschema

Holzunterzug

Brettstapelholzdecke



Konstruktionsschema



Deckenplatte mit Akustikprofil



Montage einer Deckenplatte



Deckenplatte mit Akustikprofil

Beispielprojekte



Steigerwald Zentrum / DE / 2014

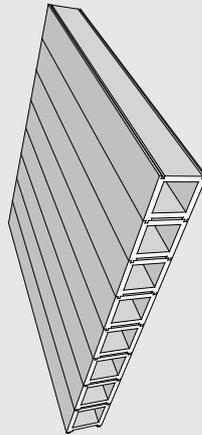


Einfamilienhaus Ajax / AT / 2002

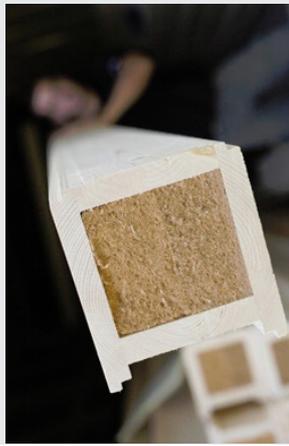


Einfamilienhaus Schwarzenberg / AT / 2002

Hohlkastendecke



Konstruktionsschema



Kastenelement mit Akustikfüllung

Beispielprojekte



Betreutes Wohnen / CH



Mehrfamilienhaus Murmelli / CH / 2010



Einfamilienhaus Huber Maisch / DE



Flächenelemente mit integrierten Gewichten

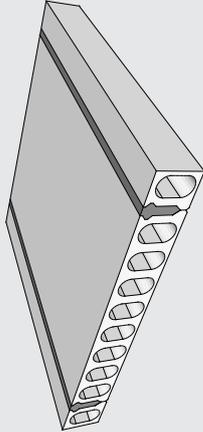


Leitungen in Hohlraum führbar



Einfamilienhaus Loidl / AT

Spannbeton-Hohldecke



Konstruktionsschema



Unterseite einer nicht verputzten Spannbeton-Hohldecke

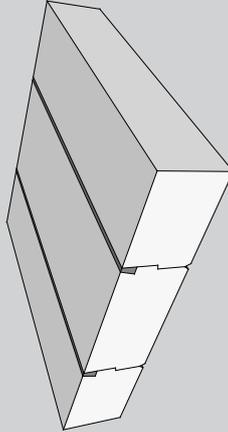


Montagebild



Auswechslung aus Stahlblech

Leichtbetondeckenplatte



Konstruktionsschema



Montagebild

Beispielprojekte



Gewerbebau / H / 2011



Bürogebäude / AT

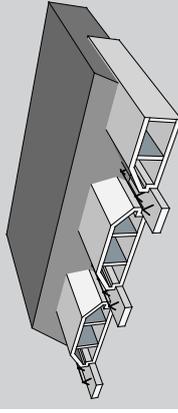


Mehrfamilienhaus / DE / 2013



Bürogebäude / DE

Füllkörperdecke



Konstruktionsschema



Unverputzte Untersicht



Montagebild



Montagebild

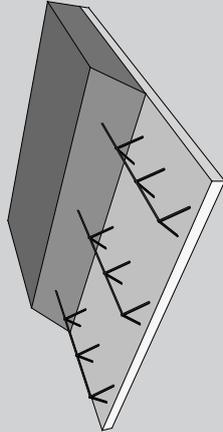


Montagebild



Montagebild

Elementdecke

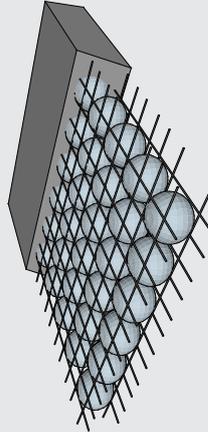


Konstruktionsschema



Treppenöffnung in Decke

Hohlkörperdecke



Konstruktionsschema



Kugelrunde Verdrängungskörper

Beispielprojekte



Montagebild



Leerverrohrung

Beispielprojekte



Verguss der Verdrängungskörper



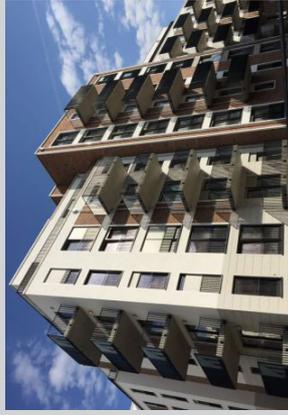
Verlegung per Hand



Mehrfamilienhaus Molefeuer / DE / 2015



Mehrfamilienhaus Stadtvilla / DE / 2014



Mehrfamilienhaus LaVie / DE / 2014



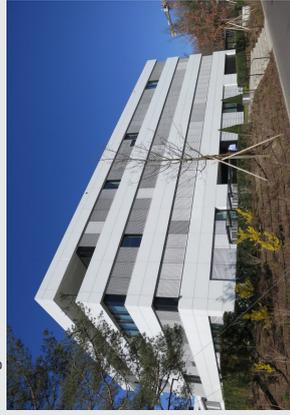
Bürogebäude / DE / 2012



Bürogebäude / DE / 2012

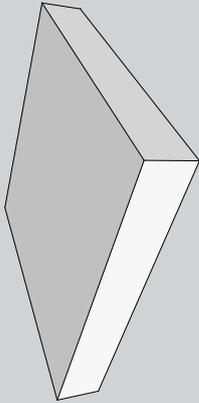


Bürogebäude / DE / 2009



Bürogebäude / CH / 2011

Plattendecke

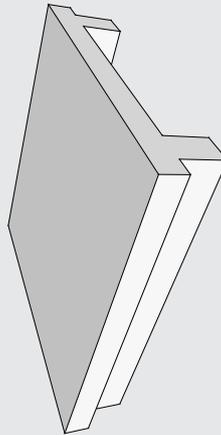


Konstruktionsschema



Montagebild

Plattenbalkendecke



Konstruktionsschema



Unterseite mit noch nicht herausgelösten Körpern

Beispielprojekte

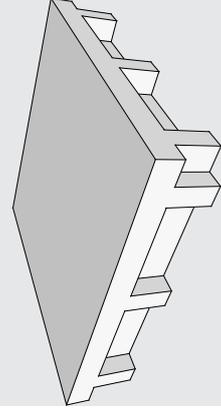


Einfamilienhaus / DE

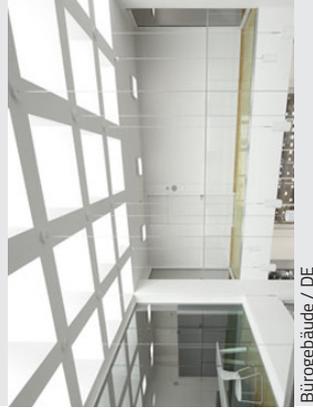


Mehrfamilienhaus K6 / AT / 2007

Kassettendecke



Konstruktionsschema



Bürogebäude / DE



Montagebild



Foto vom Bau (K6 / AT)



Unterseite



Schalung für Rippendecken



Mehrfamilienhaus Nussbaumallee / AT / 2013



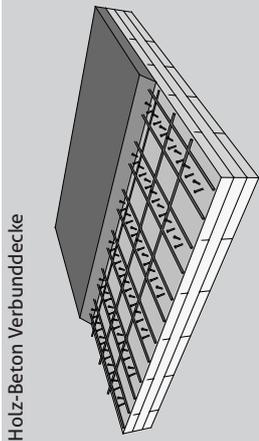
Mehrfamilienhaus Brauerei Liesing / AT / 2009



Kassettendecke vor Ortbetonverguss



Verdrängungskörper

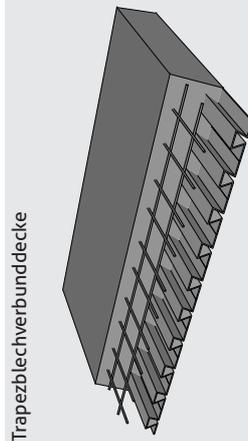


Holz-Beton Verbunddecke



Konstruktionsschema

Brettstapelholz mit Schubverbinder



Trapezblechverbunddecke



Konstruktionsschema

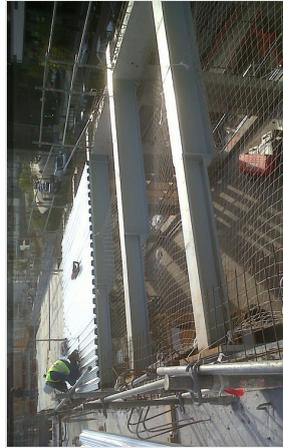
Montagebild



Verbunddecke mit Brettsperrholzdecke



Renovierung eines Dachbodens



Montagebild



Montagebild



Beispielprojekte

Mehrfamilienhaus C13 / DE / 2013



Mehrfamilienhaus e3Bau / DE / 2008



Mehrfamilienhaus Hufgasse / CH / 2012



Beispielprojekte

Bürogebäude Commerzbank / DE / 1997

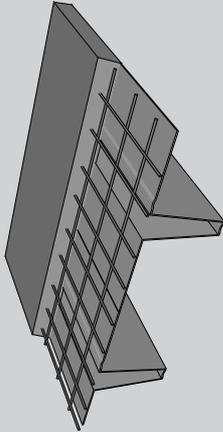


Autohaus BMW Welt / DE / 2007



Bürogebäude Stadttor Düsseldorf / DE / 1997

Hoesch Additiv Decke



Konstruktionsschema



Montagebild

Montagebild



Montagebild



Untersicht

Beispielprojekte



Parkhaus Messe Stuttgart / DE / 2013



Parkhaus BKH Kurfürstentempel / AT / 2009

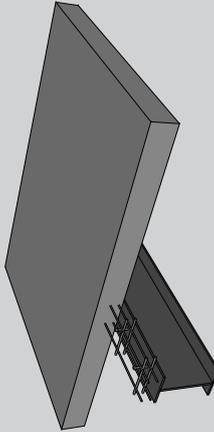


Autohaus / AT / 2006



Möbelhaus Atrium / SK / 2006

Verbundträger

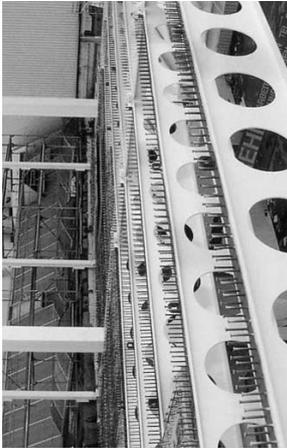


Konstruktionsschema

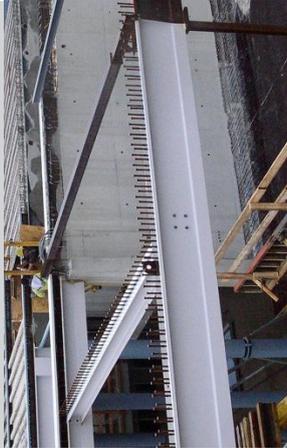


Montagebild

Montagebild

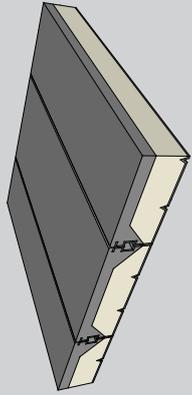


Montagebild



Montagebild

Confradal Decke



Konstruktionsschema



Montagebild



Confradaldecke als Vollmontagedecke



Confradaldecke als Teilmontagedecke

8.2. Anforderungen und Kriterien zur Wahl von Deckensystemen

8.2.1. Schallschutz

Mindest erforderliche bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ in Gebäuden			
zu		aus	$D_{nT,w}$ [dB] ohne / mit Verbindung durch Türen, Fenster oder sonstige Öffnungen
1	Aufenthaltsräumen	Aufenthaltsräumen anderer Nutzungseinheiten	55 / 50
		allgemein zugänglichen Bereichen (z.B. Treppenhäuser, Gänge, Kellerräume, Gemeinschaftsräume)	55 / 50
		Nebenräumen anderer Nutzungseinheiten	55 / 50
2	Hotel-, Klassen-, Krankenzimmern, Gruppenräumen in Kindergärten sowie Wohnräumen in Heimen	Räumen gleicher Kategorie	55 / 50
		allgemein zugänglichen Bereichen (z.B. Treppenhäuser, Gänge, Kellerräume, Gemeinschaftsräume)	55 / 38
		Nebenräumen	50 / 35
3	Nebenräumen	Aufenthaltsräumen anderer Nutzungseinheiten	50 / 35
		allgemein zugänglichen Bereichen (z.B. Treppenhäuser, Gänge, Kellerräume, Gemeinschaftsräume)	50 / 35
		Nebenräumen anderer Nutzungseinheiten	50 / 35
Als andere Nutzungseinheit sind bei Schulen die einzelnen Klassenzimmer, bei Kindergärten einzelne Gruppenräume, bei Krankenhäusern einzelne Krankenzimmer, bei Hotels einzelne Hotelzimmer, bei Heimen einzelne Heimzimmer, bei Verwaltungs- und Bürogebäuden aber die fremdgenutzte Betriebseinheit zu sehen.			
Bei Gebäuden mit gemischter Nutzung sind die Anforderungen entsprechend der speziellen Raumnutzungen anzuwenden.			

OIB-Richtlinie 5 „Schallschutz“ (OIB-330.5-002/15) S.3

Höchst zulässiger bewerteter Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$			
in		aus	$L'_{nT,w}$ [dB]
1	Aufenthaltsräumen	Räumen anderer Nutzungseinheiten (Wohnungen, Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Hotels, Heime, Verwaltungs- und Bürogebäude und vergleichbare Nutzungen)	48
		allgemein zugänglichen Terrassen, Dachgärten, Balkonen, Loggien und Dachböden	48
		allgemein zugänglichen Bereichen (z.B. Treppenhäuser, Laubengänge)	50
		nutzbaren Terrassen, Dachgärten, Balkonen, Loggien und Dachböden	53
2	Nebenräumen	Räumen anderer Nutzungseinheiten (Wohnungen, Schulen, Kindergärten, Krankenhäuser, Hotels, Heime, Verwaltungs- und Bürogebäude und ver- gleichbare Nutzungen)	53
		allgemein zugänglichen Terrassen, Dachgärten, Balkonen, Loggien und Dachböden	53
		allgemein zugänglichen Bereichen (z.B. Treppenhäuser, Laubengänge)	55
		nutzbaren Terrassen, Dachgärten, Balkonen, Loggien und Dachböden	58
Als andere Nutzungseinheit sind bei Schulen die einzelnen Klassenzimmer, bei Kindergärten einzelne Gruppenräume, bei Krankenhäusern einzelne Krankenzimmer, bei Hotels einzelne Hotelzimmer, bei Heimen einzelne Heimzimmer, bei Verwaltungs- und Bürogebäuden aber die fremdgenutzte Betriebseinheit zu sehen.			
Bei Gebäuden mit gemischter Nutzung sind die Anforderungen entsprechend der speziellen Raumnutzungen anzuwenden.			

OIB-Richtlinie 5 „Schallschutz“ (OIB-330.5-002/15) S.4

8.2.2. Brandschutz

Tabelle 1b: Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen

Gebäudeklassen (GK)	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	
					≤ 6 oberirdische Geschosse	> 6 oberirdische Geschosse
1 tragende Bauteile (ausgenommen Decken und brandabschnittsbildende Wände)						
1.1 im obersten Geschöß	-	R 30	R 30	R 30	R 60	R 60
1.2 in sonstigen oberirdischen Geschößen	R 30 ⁽¹⁾	R 30	R 60	R 60	R 90	R 90 und A2
1.3 in unterirdischen Geschößen	R 60	R 60	R 90 und A2			
2 Trennwände (ausgenommen Wände von Treppenhäusern)						
2.1 im obersten Geschöß	-	REI 30 EI 30	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60
2.2 in oberirdischen Geschößen	-	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60	REI 90 EI 90	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.3 in unterirdischen Geschößen	-	REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2			
2.4 zwischen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in Reihenhäusern	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	nicht zutreffend
3 brandabschnittsbildende Wände und Decken						
3.1 brandabschnittsbildende Wände an der Nachbargrundstücks- bzw. Bauplatzgrenze	REI 60 EI 60	REI 90 ⁽²⁾ EI 90 ⁽²⁾	REI 90 und A2 EI 90 und A2			
3.2 sonstige brandabschnittsbildende Wände oder Decken	nicht zutreffend	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 und A2 EI 90 und A2
4 Decken und Dachschrägen mit einer Neigung ≤ 60°						
4.1 Decken über dem obersten Geschöß	-	R 30	R 30	R 30	R 60	R 60
4.2 Trenndecken über dem obersten Geschöß	-	REI 30	REI 30	REI 60	REI 60	REI 60
4.3 Trenndecken über sonstigen oberirdischen Geschößen	-	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90	REI 90 und A2
4.4 Decken innerhalb von Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in oberirdischen Geschößen	R 30 ⁽¹⁾	R 30	R 30	R 30	R 60	R 90 und A2
4.5 Decken über unterirdischen Geschößen	R 60	REI 60 ⁽³⁾	REI 90 und A2			
5 Balkonplatten	-	-	-	R 30 oder A2	R 30 oder A2	R 30 und A2 ⁽⁴⁾
(1) Nicht erforderlich bei Gebäuden, die nur Wohnzwecken oder der Büronutzung bzw. büroähnlichen Nutzung dienen;						
(2) Bei Reihenhäusern genügt für die Wände zwischen den Wohnungen bzw. Betriebseinheiten auch an der Nachbargrundstücks- bzw. Bauplatzgrenze eine Ausführung in REI 60 bzw. EI 60;						
(3) Für Reihenhäuser sowie Gebäude mit nicht mehr als zwei Betriebseinheiten mit Büronutzung bzw. büroähnlicher Nutzung genügt die Anforderung R 60;						
(4) Bei Einzelbalkonen genügt eine Ausführung in R 30 oder A2, wenn die Fläche nicht mehr als 10 m ² , die Auskrägung nicht mehr als 2,50 m und der Abstand zwischen den Einzelbalkonen mindestens 2,00 m beträgt.						

8.2.3. Wärmedurchgangskoeffizient

4.4 Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile

4.4.1 Beim Neubau eines Gebäudes oder Gebäudeteiles dürfen bei konditionierten Räumen folgende Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Werte) nicht überschritten werden. Für Dachschrägen mit einer Neigung von mehr als 60° gegenüber der Horizontalen gelten die jeweiligen Anforderungen für Wände:

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

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

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

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

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

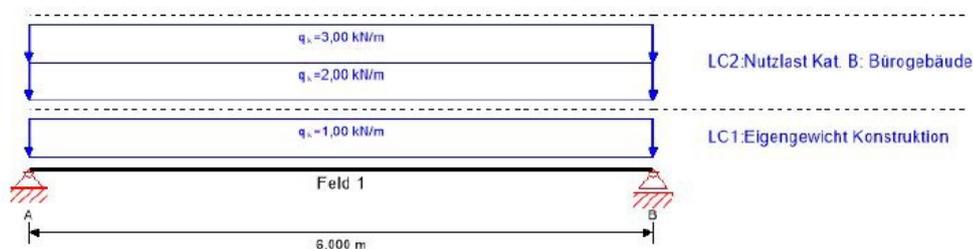
⁽⁵⁾ ... Für Tore ist das Prüfnormmaß 2,00 m × 2,18 m anzuwenden.

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

8.3. Dimensionierung

8.3.1. Brettsper Holzdecke

System

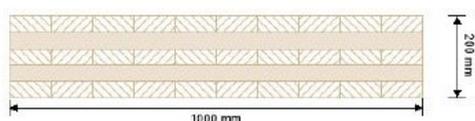


Globaler Ausnutzungsgrad

87 %

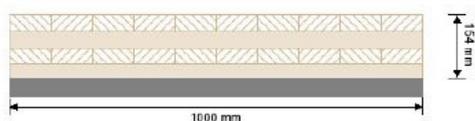
ULS	45 %	ULS Brand	16 %	SLS	87 %	SLS Schwingung	0 %	Auflager	-1 %
-----	------	-----------	------	-----	------	----------------	-----	----------	------

Querschnitt: CLT 200 L5s



Schicht	Dicke	Orientierung	Material
1	40,0 mm	0°	C24 Fichte
2	40,0 mm	90°	C24 Fichte
3	40,0 mm	0°	C24 Fichte
4	40,0 mm	90°	C24 Fichte
5	40,0 mm	0°	C24 Fichte
t _{CLT}	200,0 mm		

Querschnitt Brand: CLT 200 L5s



Schicht	Dicke	Orientierung	Material
1	40,0 mm	0°	C24 Fichte
2	40,0 mm	90°	C24 Fichte
3	40,0 mm	0°	C24 Fichte
4	34,0 mm	90°	C24 Fichte
t _{CLT}	154,0 mm		

Feuerwiderstandsklasse: R 60

Bepankungsaufbau : kein zusätzlicher Brandschutz

Zeit		60 min				
k ₀	d ₀	d _{char,0,h}	d _{ef,h}	d _{char,0,v}	d _{ef,v}	
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	7	39,0	46,0	0,0	0,0	

Materialkennwerte

Material	f _{m,k}	f _{t,0,k}	f _{t,90,k}	f _{c,0,k}	f _{c,90,k}	f _{v,k}	f _{r,k min}	E _{0,mean}	G _{mean}	G _{r,mean}
	[N/mm ²]									
C24 Fichte	24,00	14,00	0,12	21,00	2,50	4,00	1,25	12.500,00	690,00	50,00

Belastung

Lastfallgruppen

	Lastfallgruppe	Typ	Dauer	Kmod	γ _{inf}	γ _{sup}	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂
LC1	Eigengewicht Konstruktion	G	ständig	0,6	1	1,35	1	1	1
LC2	Nutzlast Kat. B: Bürogebäude	Q	mittel	0,8	0	1,5	0,7	0,5	0,3

LC1: Eigengewicht Konstruktion

Gleichlast	
Feld	Last am Anfang
	[kN/m]
1	1,00

Berechnung einer Brettsper Holzdecke über CLTengineer (<https://engineer.clt.info/>) von Storaenso S.1

LC2:Nutzlast Kat. B: Bürogebäude

Gleichlast

Feld	Last am Anfang
	[kN/m]
1	2,00
1	3,00

ULS Kombinationen

	Kombinationsvorschrift
LCO1	1,35/1,00 * LC1
LCO2	1,35/1,00 * LC1 + 1,50/0,00 * LC2

ULS Kombinationen Brand

	Kombinationsvorschrift
LCO1	1,00/1,00 * LC1
LCO2	1,00/1,00 * LC1 + 1,00/0,00 * 0,30 * LC2

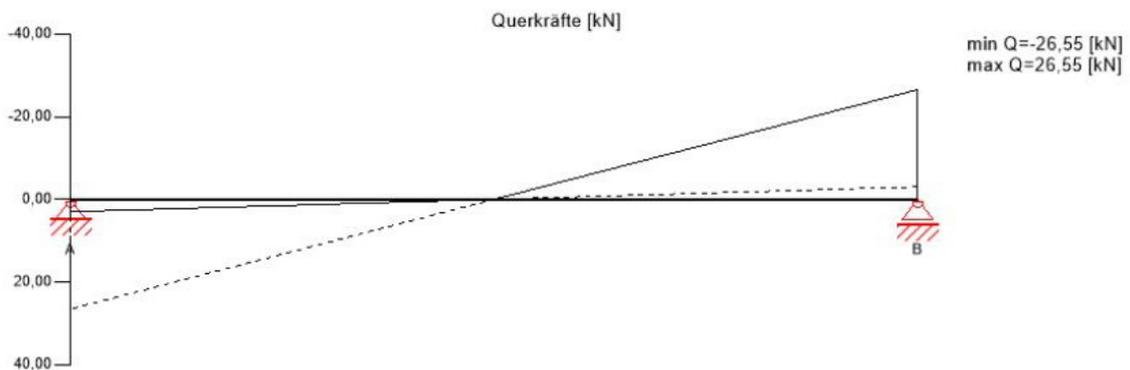
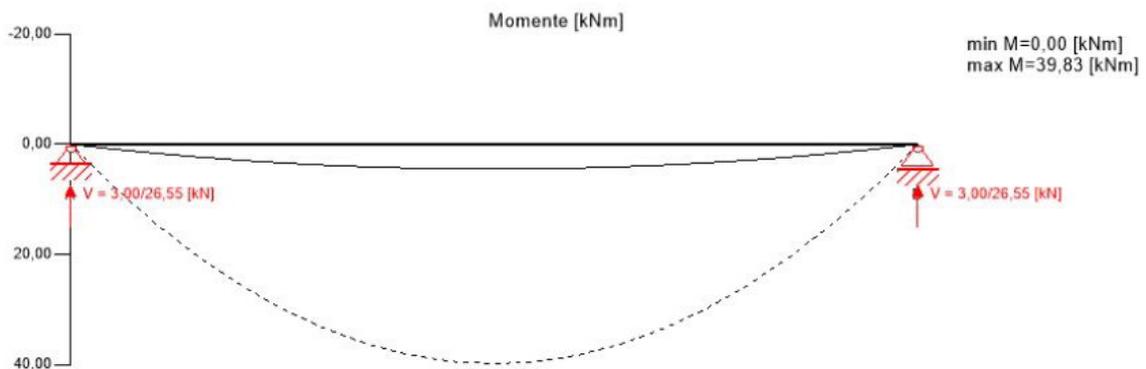
SLS Charakteristische Kombination

	Kombinationsvorschrift
LCO1	1,00/1,00 * LC1
LCO2	1,00/1,00 * LC1 + 1,00/0,00 * LC2

SLS Quasi-ständige Kombination

	Kombinationsvorschrift
LCO3	1,00/1,00 * LC1
LCO4	1,00/1,00 * LC1 + 1,00/0,00 * 0,30 * LC2

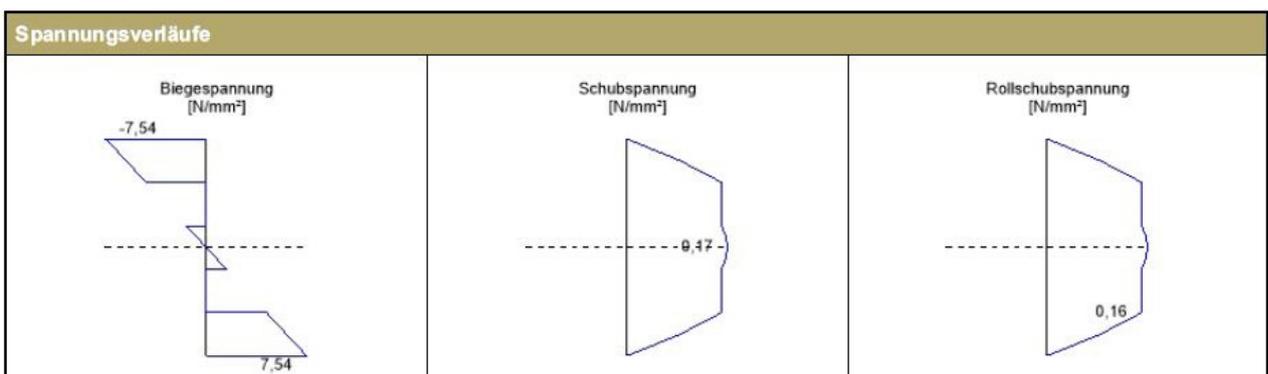
Grenz Zustand der Tragfähigkeit (ULS) - Bemessungsergebnisse



ULS Biegebemessung										
Feld	Dist.	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	k_{sys}	$f_{m,d}$	M_d	$\sigma_{m,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	3,0	24,00	1,25	0,80	1,10	16,90	39,83	7,54	45 %	LCO2

ULS Schubbemessung										
Feld	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{v,d}$	V_d	$T_{v,d}$	Ausn.		
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]			
1	6,0	4,00	1,25	0,80	2,56	26,55	0,17	7 %	LCO2	

ULS Rollschubbemessung										
Feld	Dist.	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{r,d}$	V_d	$T_{r,d}$	Ausn.		
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]			
1	6,0	1,05	1,25	0,80	0,67	26,55	0,16	24 %	LCO2	

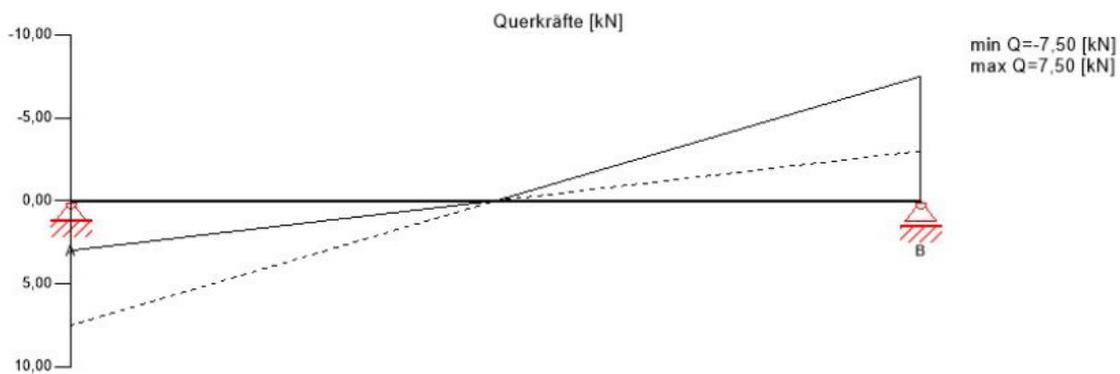
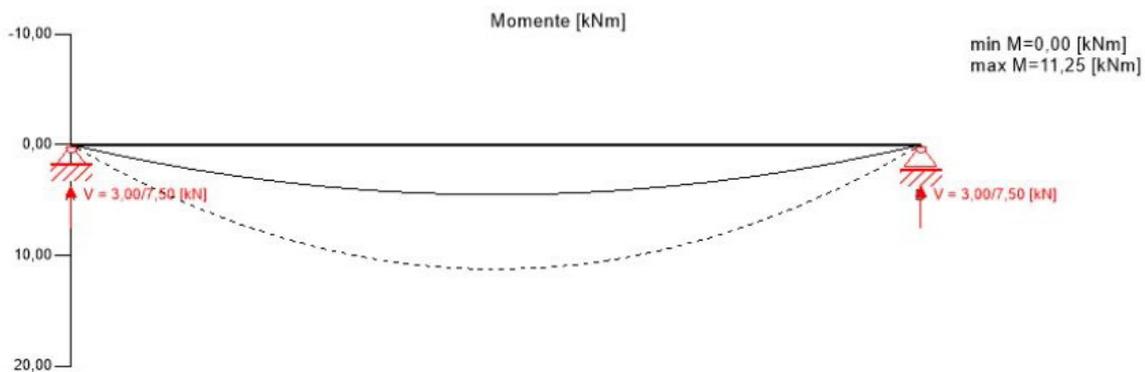


Biegespannungsnachweis			
$M_d = 39,83$ kNm		$f_{m,k} = 24,00$ N/mm ²	
		$\gamma_m = 1,25$	
		$k_{mod} = 0,80$	
		$k_{sys} = 1,10$	
$\sigma_{m,d} = 7,54$ N/mm ²	<	$f_{m,d} = 16,90$ N/mm ²	✓
Ausnutzungsgrad		45 %	

Schubspannungsnachweis			
$V_d = 26,55$ kN		$f_{v,k} = 4,00$ N/mm ²	
		$\gamma_m = 1,25$	
		$k_{mod} = 0,80$	
$T_{v,d} = 0,17$ N/mm ²	<	$f_{v,d} = 2,56$ N/mm ²	✓
Ausnutzungsgrad		7 %	

Rollschubspannungsnachweis			
$V_d = 26,55$ kN		$f_{r,k} = 1,05$ N/mm ²	
		$\gamma_m = 1,25$	
		$k_{mod} = 0,80$	
$T_{r,d} = 0,16$ N/mm ²	<	$f_{r,d} = 0,67$ N/mm ²	✓
Ausnutzungsgrad		24 %	

Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS) im Brandfall - Bemessungsergebnisse



ULS Brand Biegebemessung

Feld	Dist.	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	k_{sys}	K_{fi}	$f_{m,d}$	M_d	$\sigma_{m,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	3,0	24,00	1,00	1,00	1,10	1,15	30,36	11,25	4,87	16 %	LCO2

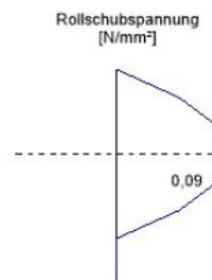
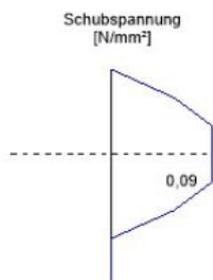
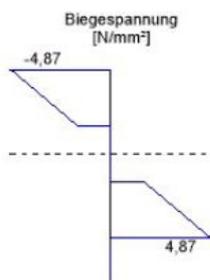
ULS Brand Schubbemessung

Feld	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	K_{fi}	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	6,0	4,00	1,00	1,00	1,15	4,60	7,50	0,09	2 %	LCO2

ULS Brand Rollschubbemessung

Feld	Dist.	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	K_{fi}	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	6,0	1,11	1,00	1,00	1,15	1,28	7,50	0,09	7 %	LCO2

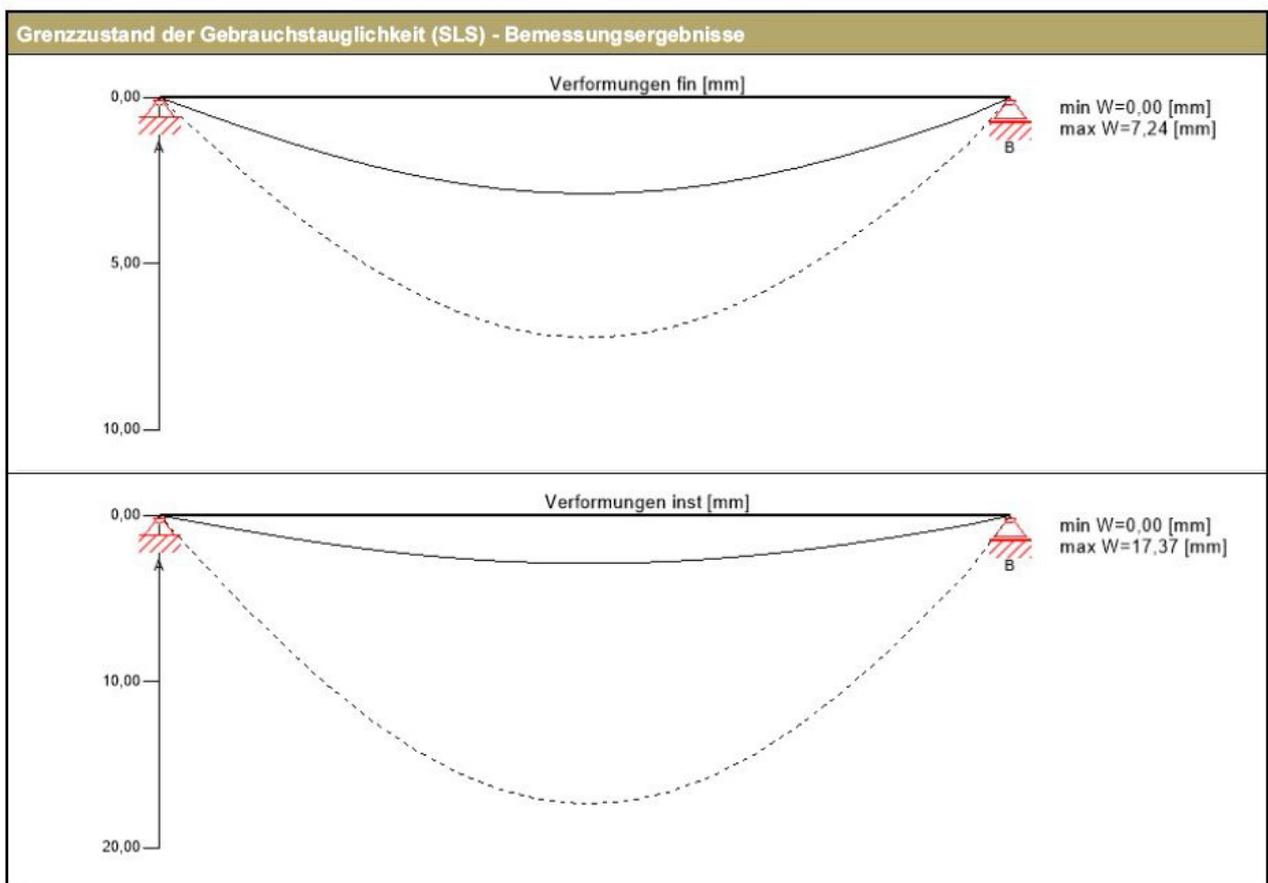
Spannungsverläufe



Biegespannungsnachweis Brand			
$M_d = 11,25$ kNm		$f_{m,k} = 24,00$ N/mm ²	
		$\gamma_m = 1,00$	
		$k_{mod} = 1,00$	
		$k_{sys} = 1,10$	
		$k_{\beta} = 1,15$	
$\sigma_{m,d} = 4,87$ N/mm ²	<	$f_{m,d} = 30,36$ N/mm ²	✓
Ausnutzungsgrad		16 %	

Schubspannungsnachweis Brand			
$V_d = 7,50$ kN		$f_{v,k} = 4,00$ N/mm ²	
		$\gamma_m = 1,00$	
		$k_{mod} = 1,00$	
		$k_{\beta} = 1,15$	
$\tau_{v,d} = 0,09$ N/mm ²	<	$f_{v,d} = 4,60$ N/mm ²	✓
Ausnutzungsgrad		2 %	

Rollschubspannungsnachweis Brand			
$V_d = 7,50$ kN		$f_{r,k} = 1,11$ N/mm ²	
		$\gamma_m = 1,00$	
		$k_{mod} = 1,00$	
		$k_{\beta} = 1,15$	
$\tau_{r,d} = 0,09$ N/mm ²	<	$f_{r,d} = 1,28$ N/mm ²	✓
Ausnutzungsgrad		7 %	



Anfangsdurchbiegung [w_{char}]						
Feld	Dist.	Limit	w_{grenz}	$w_{vorb.}$	Ausn.	
	[m]	[-]	[mm]	[mm]		
1	3,0	1/300	20,0	17,4	87 %	LCO2

Enddurchbiegung [$W_{char}+W_{q,p} \cdot k_{def}$]						
Feld	Dist.	Limit	W_{grenz}	$W_{vorh.}$	Ausn.	
	[m]	[-]	[mm]	[mm]		
1	3,0	1/150	40,0	23,2	58 %	LCO4

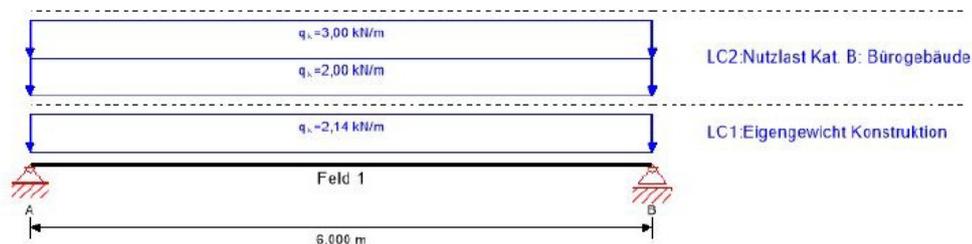
Enddurchbiegung netto [$W_{q,p} \cdot (1+k_{def})$]						
Feld	Dist.	Limit	W_{grenz}	$W_{vorh.}$	Ausn.	
	[m]	[-]	[m]	[mm]		
1	3,0	1/250	24,0	13,0	54 %	LCO4

Auflagerkräfte			
Lastfallgruppe	k_{mod}	A_V	B_V
		[kN]	
Eigengewicht Konstruktion	0,6	3,00	3,00
Nutzlast Kat. B: Bürogebäude	0,8	15,00	15,00
Summe		18,00	18,00

Verwendete Unterlagen für diese Bemessung	
Literaturtitel	Beschreibung
EN 338	EN 338 - Bauholz für tragende Zwecke — Festigkeitsklassen
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Teil 1-1: Allgemeines — Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ETA-14/0349	Europäische Technische Bewertung ETA-14/0349 vom 02.10.2014
Gutachten Rollschub - nicht schmalseitenverklebt, H.J. Blass	Gutachten über Rollschub der CLT Platte
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten, Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Bemessung für den Brandfall
Gutachterliche Stellungnahme 122/2011/02: Berechenbarkeit von Tragfähigkeit und Raumabschluss von Brettspertholzbauteilen	Berechenbarkeit der Tragfähigkeit und des Raumabschlusses von Brettspertholzbauteilen "Stora Enso CLT"
Gutachterliche Stellungnahme 2434/2012 - BB: Versagenszeit t_f von Gipskartonfeuerschutzplatten (GKF) nach ÖNorm B3410	Gutachtliche Stellungnahme über die Versagenszeit t_f von Gipskartonfeuerschutzplatten gemäß ÖNorm B3410 bzw. Gipsplattentyp DF gemäß EN 520
EN 1990	EN 1990 - Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung
ÖNorm B 1995-1-1 NA	ÖNORM EN 1995-1-1 - Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ÖNorm B 1995-1-2 NA	ÖNORM EN 1995-1-2 - Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten, Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Bemessung für den Brandfall, Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1995-1-2, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technische Richtlinie für Europa; herausgegeben von SP Technical Research Institute of Sweden
Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1995-1-2, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen, Kapitel 12	Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1995-1-2, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen, Kapitel 12
Gutachten Rollschub, H.J. Blass	Gutachten über Rollschubmodul und Rollschubfestigkeit von CLT Platten
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, kapitel 7.3	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten; Teil 1-1: Allgemeines — Allgemeine Regeln und Regeln für den Holzbau; Nationale Festlegungen zur Umsetzung der ÖNORM EN 1995-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen, Kapitel 7.3

8.3.2. Holz Beton-Verbunddecke

System



Globaler Ausnutzungsgrad							73 %		
ULS	73 %	ULS Brand	36 %	SLS	71 %	SLS Schwingung	0 %	Auflager	-1 %

Querschnitt: CLT 140 L5s				
	Schicht	Dicke	Orientierung	Material
	1	40,0 mm	0°	C24 Fichte
	2	20,0 mm	90°	C24 Fichte
	3	20,0 mm	0°	C24 Fichte
	4	20,0 mm	90°	C24 Fichte
	5	40,0 mm	0°	C24 Fichte
t_{CLT}	140,0 mm			

Querschnitt Brand: CLT 140 L5s				
	Schicht	Dicke	Orientierung	Material
	1	40,0 mm	0°	C24 Fichte
	2	20,0 mm	90°	C24 Fichte
	3	20,0 mm	0°	C24 Fichte
	4	14,0 mm	90°	C24 Fichte
t_{CLT}	94,0 mm			
Feuerwiderstandsklasse: R 60	Zeit	60 min		
Bepankungsaufbau : kein zusätzlicher Brandschutz	k_0	d_0	$d_{char,0,h}$	$d_{ef,h}$
	[-]	[mm]	[mm]	[mm]
	1	7	39,0	46,0

Materialkennwerte										
Material	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{r,k \min}$	$E_{0,mean}$	G_{mean}	$G_{r,mean}$
	[N/mm ²]									
C24 Fichte	24,00	14,00	0,12	21,00	2,50	4,00	1,25	12.500,00	690,00	50,00

Belastung

Lastfallgruppen										
	Lastfallgruppe	Typ	Dauer	Kmod	γ_{inf}	γ_{sup}	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
LC1	Eigengewicht Konstruktion	G	ständig	0,6	1	1,35	1	1	1	1
LC2	Nutzlast Kat. B: Bürogebäude	Q	mittel	0,8	0	1,5	0,7	0,5	0,3	

Berechnung eine Holz-Beton Verbunddecke über CLTengineer (<https://engineer.clt.info/>) von Storaenso S.1

LC1:Eigengewicht Konstruktion	
Gleichlast	
Feld	Last am Anfang
	[kN/m]
1	2,14

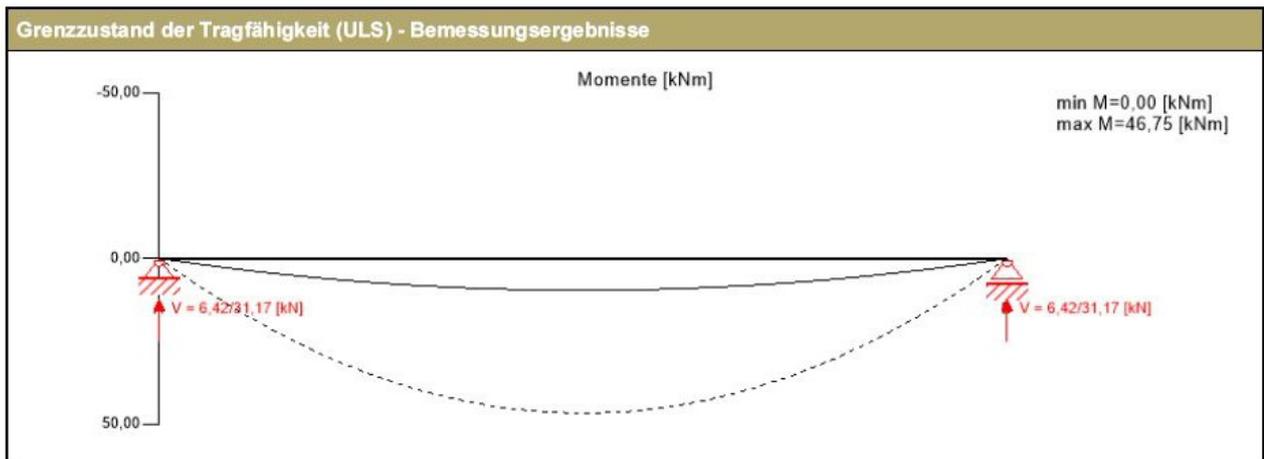
LC2:Nutzlast Kat. B: Bürogebäude	
Gleichlast	
Feld	Last am Anfang
	[kN/m]
1	2,00
1	3,00

ULS Kombinationen	
	Kombinationsvorschrift
LCO1	$1,35/1,00 * LC1$
LCO2	$1,35/1,00 * LC1 + 1,50/0,00 * LC2$

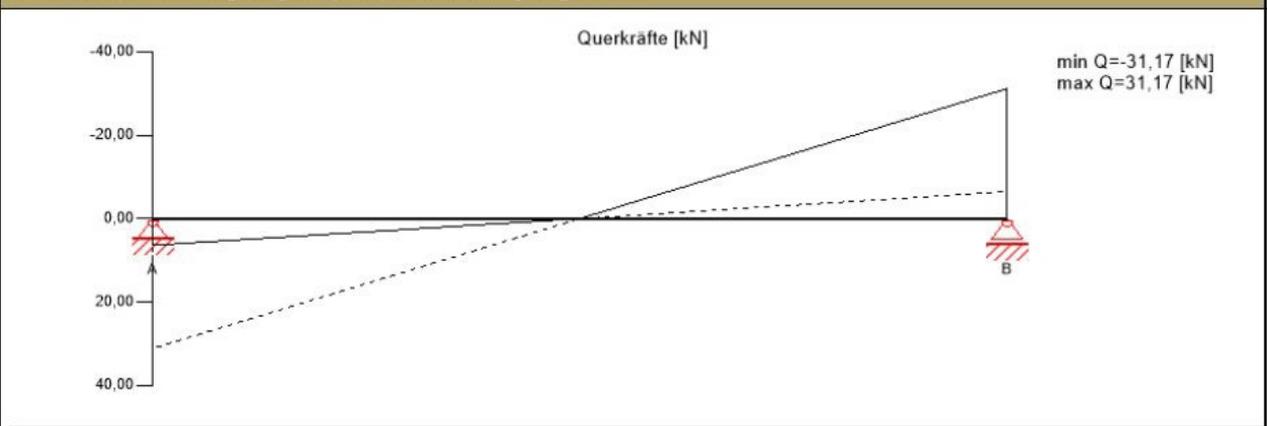
ULS Kombinationen Brand	
	Kombinationsvorschrift
LCO1	$1,00/1,00 * LC1$
LCO2	$1,00/1,00 * LC1 + 1,00/0,00 * 0,30 * LC2$

SLS Charakteristische Kombination	
	Kombinationsvorschrift
LCO1	$1,00/1,00 * LC1$
LCO2	$1,00/1,00 * LC1 + 1,00/0,00 * LC2$

SLS Quasi-ständige Kombination	
	Kombinationsvorschrift
LCO3	$1,00/1,00 * LC1$
LCO4	$1,00/1,00 * LC1 + 1,00/0,00 * 0,30 * LC2$



Grenz Zustand der Tragfähigkeit (ULS) - Bemessungsergebnisse



ULS Biegebemessung

Feld	Dist.	$f_{t,k}$	γ_m	k_{mod}	k_{sys}	$f_{t,d}$	M_d	$\sigma_{m,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	3,0	20,00	1,50	1,00	1,00	13,33	46,75	-9,57	72 %	LCO2

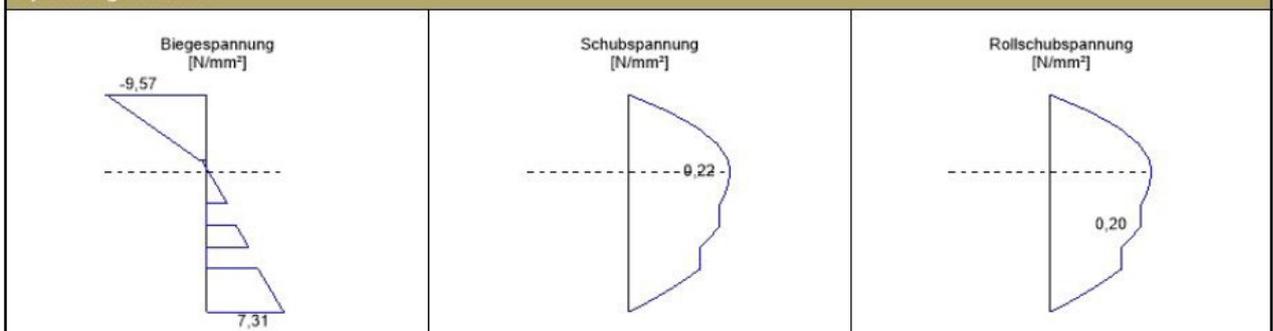
ULS Schubbemessung

Feld	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	0,0	4,00	1,25	0,80	2,56	31,17	0,22	9 %	LCO2

ULS Rollschubbemessung

Feld	Dist.	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	0,0	1,25	1,25	0,80	0,80	31,17	0,20	25 %	LCO2

Spannungsverläufe



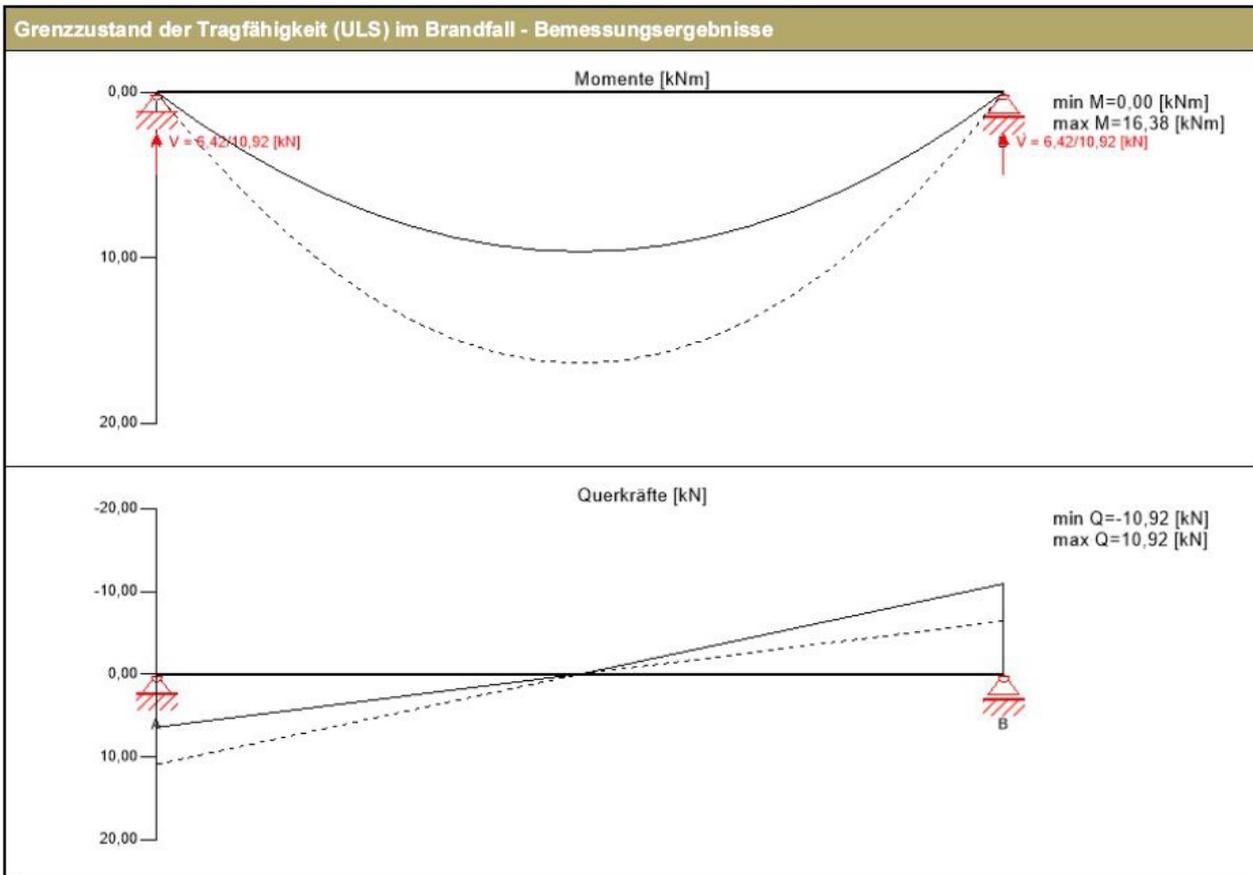
Biegespannungsnachweis

$M_d = 46,75$ kNm	$f_{t,k} = 20,00$ N/mm ²		
	$\gamma_m = 1,50$		
	$k_{mod} = 1,00$		
	$k_{sys} = 1,00$		
$\sigma_{m,d} = -9,57$ N/mm ²	$f_{t,d} = 13,33$ N/mm ²	<	✓
Ausnutzungsgrad			72 %

Schubspannungsnachweis

$V_d = 31,17$ kN	$f_{v,k} = 4,00$ N/mm ²		
	$\gamma_m = 1,25$		
	$k_{mod} = 0,80$		
	$f_{v,d} = 2,56$ N/mm ²		
$\tau_{v,d} = 0,22$ N/mm ²		<	✓
Ausnutzungsgrad			9 %

Rollschubspannungsnachweis				
$V_d = 31,17$		$f_{r,k} = 1,25$	N/mm^2	
		$\gamma_m = 1,25$		
$\tau_{r,d} = 0,20$	$<$	$k_{mod} = 0,80$	$f_{r,d} = 0,80$	N/mm^2 ✓
Ausnutzungsgrad				25 %

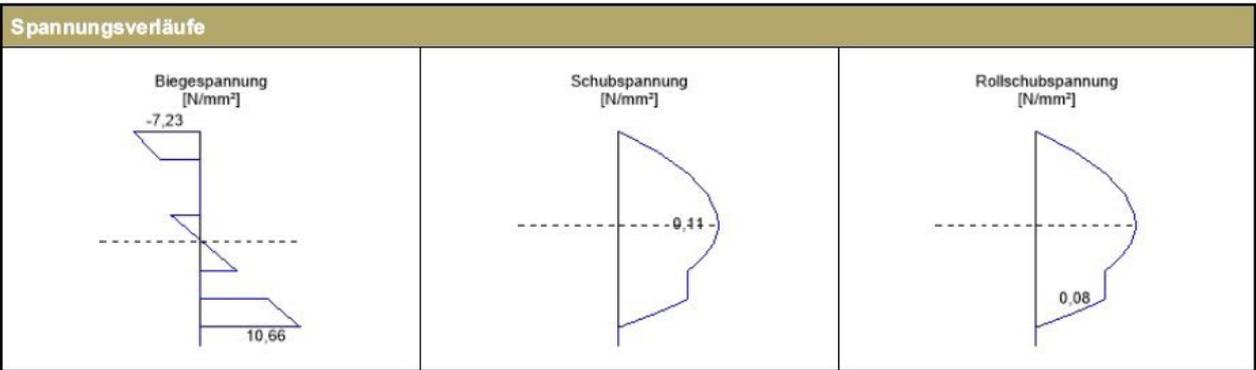


ULS Brand Biegebemessung											
Feld	Dist.	$f_{m,k}$	γ_m	k_{mod}	k_{sys}	K_{fl}	$f_{m,d}$	M_d	$\sigma_{m,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kNm]	[N/mm ²]		
1	3,0	20,00	1,00	1,00	1,00	1,00	20,00	16,38	-7,23	36 %	LCO2

ULS Brand Schubbemessung										
Feld	Dist.	$f_{v,k}$	γ_m	k_{mod}	K_{fl}	$f_{v,d}$	V_d	$\tau_{v,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	0,0	4,00	1,00	1,00	1,15	4,60	10,92	0,11	2 %	LCO2

ULS Brand Rollschubbemessung										
Feld	Dist.	$f_{r,k}$	γ_m	k_{mod}	K_{fl}	$f_{r,d}$	V_d	$\tau_{r,d}$	Ausn.	
	[m]	[N/mm ²]	[-]	[-]	[-]	[N/mm ²]	[kN]	[N/mm ²]		
1	0,0	1,25	1,00	1,00	1,15	1,44	10,92	0,08	6 %	LCO2

Berechnung einer Holz-Beton Verbunddecke über CLTengineer (<https://engineer.clt.info/>) von Storaenso S.4



Biegespannungsnachweis Brand

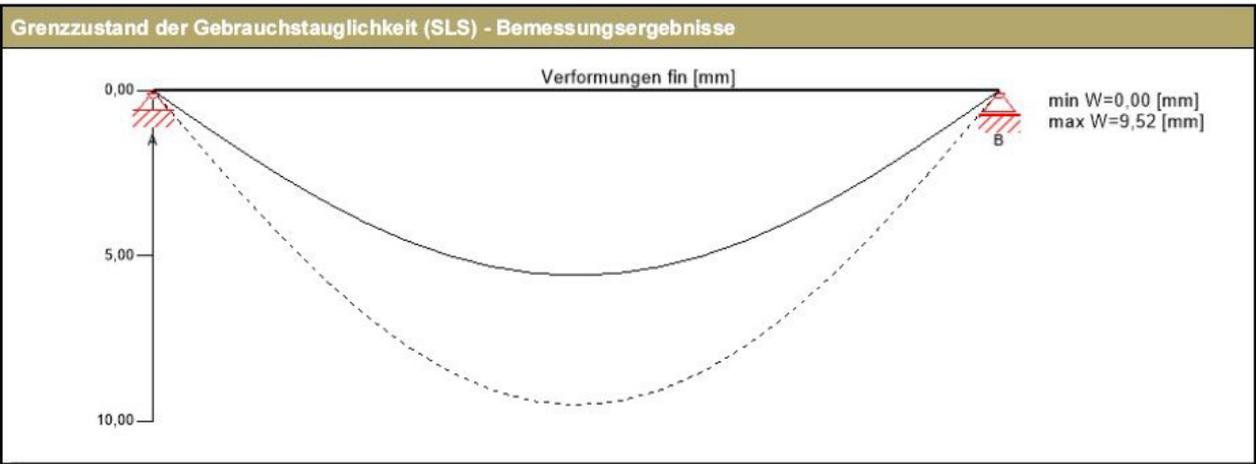
$M_d = 16,38 \text{ kNm}$	$f_{m,k} = 20,00 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_m = 1,00$	$k_{mod} = 1,00$	$k_{\beta} = 1,00$	$f_{m,d} = 20,00 \text{ N/mm}^2$	✓
$\sigma_{m,d} = -7,23 \text{ N/mm}^2$	<					
Ausnutzungsgrad						36 %

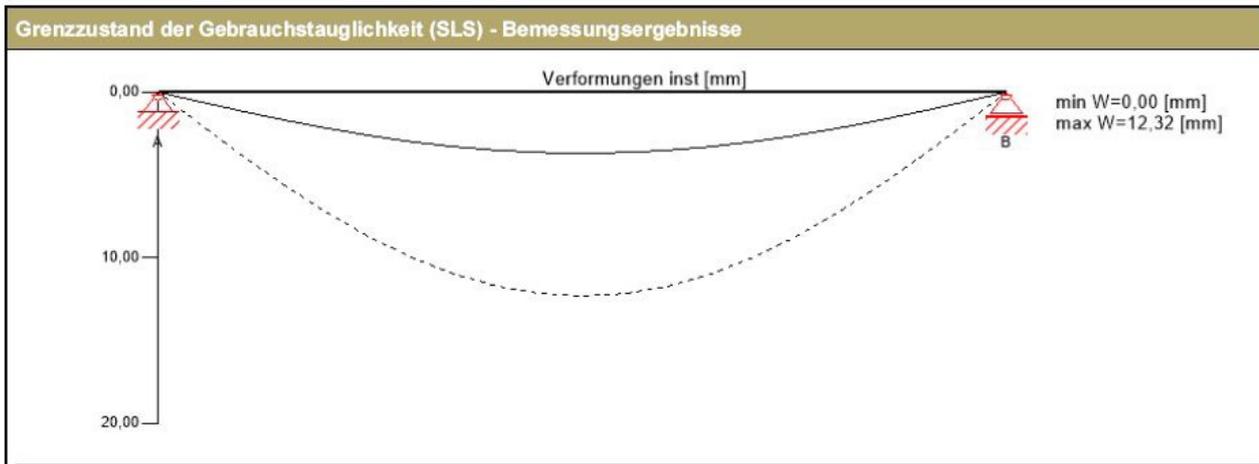
Schubspannungsnachweis Brand

$V_d = 10,92 \text{ kN}$	$f_{v,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_m = 1,00$	$k_{mod} = 1,00$	$k_{\beta} = 1,15$	$f_{v,d} = 4,60 \text{ N/mm}^2$	✓
$\tau_{v,d} = 0,11 \text{ N/mm}^2$	<					
Ausnutzungsgrad						2 %

Rollschubspannungsnachweis Brand

$V_d = 10,92 \text{ kN}$	$f_{r,k} = 1,25 \text{ N/mm}^2$	$\gamma_m = 1,00$	$k_{mod} = 1,00$	$k_{\beta} = 1,15$	$f_{r,d} = 1,44 \text{ N/mm}^2$	✓
$\tau_{r,d} = 0,08 \text{ N/mm}^2$	<					
Ausnutzungsgrad						6 %





Anfangsdurchbiegung [W_{char}]						
Feld	Dist.	Limit	W_{grenz}	$W_{vorh.}$	Ausn.	
	[m]	[-]	[mm]	[mm]		
1	3,0	1/300	20,0	12,3	62 %	LCO2

Enddurchbiegung [$W_{char}+W_{q,p} \cdot k_{def}$]						
Feld	Dist.	Limit	W_{grenz}	$W_{vorh.}$	Ausn.	
	[m]	[-]	[mm]	[mm]		
1	3,0	1/150	40,0	19,9	50 %	LCO4

Enddurchbiegung netto [$W_{q,p} \cdot (1+k_{def})$]						
Feld	Dist.	Limit	W_{grenz}	$W_{vorh.}$	Ausn.	
	[m]	[-]	[m]	[mm]		
1	3,0	1/250	24,0	17,1	71 %	LCO4

Auflagerkräfte				
Lastfallgruppe	k_{mod}	A_V	B_V	
		[kN]		
Eigengewicht Konstruktion	0,6	6,42	6,42	
Nutzlast Kat. B: Bürogebäude	0,8	15,00	15,00	
Summe		21,42	21,42	

Verwendete Unterlagen für diese Bemessung	
Literaturtitel	Beschreibung
EN 338	EN 338 - Bauholz für tragende Zwecke — Festigkeitsklassen
EN 1995-1-1	EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Teil 1-1: Allgemeines — Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ETA-14/0349	Europäische Technische Bewertung ETA-14/0349 vom 02.10.2014
Gutachten Rollschub - nicht schmalseitenverklebt, H.J. Blass	Gutachten über Rollschub der CLT Platte
EN 1995-1-2	EN 1995-1-2 - Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten, Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Bemessung für den Brandfall
EN 14080	EN 14080 - Holzbauwerke - Brettschichtholz und Balkenschichtholz - Anforderungen
Gutachterliche Stellungnahme 122/2011/02: Berechenbarkeit von Tragfähigkeit und Raumabschluss von Brettsperrholzbauteilen	Berechenbarkeit der Tragfähigkeit und des Raumabschlusses von Brettsperrholzbauteilen "Stora Enso CLT"
Gutachterliche Stellungnahme 2434/2012 - BB: Versagenszeit t_f von Gipskartonfeuerschutzplatten (GKF) nach ÖNorm B3410	Gutachtliche Stellungnahme über die Versagenszeit t_f von Gipskartonfeuerschutzplatten gemäß ÖNorm B3410 bzw. Gipsplattentyp DF gemäß EN 520
EN 1990	EN 1990 - Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung
ÖNorm B 1995-1-1 NA	ÖNORM EN 1995-1-1 - Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
ÖNorm B 1995-1-2 NA	ÖNORM EN 1995-1-2 - Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten, Teil 1-2: Allgemeine Regeln — Bemessung für den Brandfall, Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1995-1-2, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen

Berechnung eine Holz-Beton Verbunddecke über CLTengineer (<https://engineer.clt.info/>) von Storaenso S.6

Verwendete Unterlagen für diese Bemessung	
Literaturtitel	Beschreibung
Fire safety in timber buildings - technical guideline for Europe	Fire safety in timber buildings - technische Richtlinie für Europa; herausgegeben von SP Technical Research Institute of Sweden
Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1995-1-2, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen, Kapitel 12	Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1995-1-2, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen, Kapitel 12
EN 1992-1-1	EN 1992-1-1 - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Grundlagen und Anwendungsregeln für den Hochbau
Z-9.1-557	DIBt Allgem. bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-557; TiComTec; Holz-Beton-Verbundsystem mit eingeklebten HBV-Schubverbindern
ETA-11/0030	ETA-11/0030 European Technical Approval; Rothoblaas; Self-tapping screws for use in timber structures
Z-9.1-472	DIBt Allgem. bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-472; SFS intec GmbH; SFS Befestiger WT-S-6,5, WT-T-6,5, WR-T-9,0 und WR-T-13 als Holzverbindungsmittel
Gutachten Rollschub, H.J. Blass	Gutachten über Rollschubmodul und Rollschubfestigkeit von CLT Platten
Darstellung und praxistaugliche Aufbereitung für die Ermittlung mitwirkender Plattenbreiten von BSP-Elementen; TU-Graz; focus_sts 2.2.3_1	Darstellung und praxistaugliche Aufbereitung für die Ermittlung mitwirkender Plattenbreiten von BSP-Elementen; TU-Graz; focus_sts 2.2.3_1
ÖNORM EN 1995-1-1_NA, kapitel 7.3	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten; Teil 1-1: Allgemeines — Allgemeine Regeln und Regeln für den Holzbau; Nationale Festlegungen zur Umsetzung der ÖNORM EN 1995-1-1, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen, Kapitel 7.3

Haftungsausschluss

Jegliche Verwendung der softwarebasierten Ergebnisse ist nur erlaubt, wenn diese von einem Ingenieur für Baustatik/Bauphysik auf Vollständigkeit und Richtigkeit geprüft und genehmigt wurden. Der Nutzer hat die Möglichkeit, Bemessungsprotokolle auszudrucken; jedwede Veränderung des Inhaltes dieser Bemessungsprotokolle ist untersagt. Obwohl die Software mit äußerster Sorgfalt erstellt wurde, übernimmt Stora Enso Wood Products GmbH keinerlei Gewährleistung, weder ausdrücklicher noch stillschweigender Art, hinsichtlich Genauigkeit, Gültigkeit, Aktualität und Vollständigkeit von Information und Daten, welche durch die Software erstellt werden. Eine Garantie für allgemeine Gebrauchstauglichkeit, oder Eignung für einen bestimmten Zweck wird ausdrücklich abgewiesen. Stora Enso Wood Products GmbH haftet nicht für direkte, indirekte, unmittelbare oder mittelbare Folgeschäden, die durch den Gebrauch der Software verursacht wurden. Dies schließt ohne Einschränkungen auch entgangene Gewinne, Betriebsausfälle sowie den Verlust von Programmen und/oder Daten auf dem Datenverarbeitungssystem des Nutzers ein, auch wenn Stora Enso Wood Products GmbH ausdrücklich auf die Möglichkeit eines solchen Schadens hingewiesen wurde. In keinem Fall haftet Stora Enso Wood Products GmbH oder ein mit Stora Enso Wood Products GmbH verbundenes Unternehmen, für jegliche direkte, indirekte, unmittelbare und mittelbare Neben- und Folgeschäden oder Schäden jeder anderen Art, selbst wenn Stora Enso oder jede andere Partei auf diese Möglichkeiten hingewiesen wurden. Das Vorstehende gilt nicht im Fall von vorsätzlichem Fehlverhalten und/oder gesetzlich zwingender Haftungspflicht (zwingender Haftung).

Berechnung eine Holz-Beton Verbunddecke über CLTengineer (<https://engineer.clt.info/>) von Storaenso S.7

8.3.3. Plattendecke

Platten mit finiten Elementen PLT 01/2016A (Frilo R-2016-1/P6)

PROJEKT: Mein Projekt

POS: Stahlbetondecke bei 6m

SYSTEM: Übersicht

Plattendicke: 23 [cm]
Bettungsmodul: 0 [kN/m³]
Systempunkte: 8
Wandzüge: 2

MATERIAL

Beton: C 20/25
E-Modul: 3000 [kN/cm²]
Querdehnzahl: 0.20
Spezifisches Gewicht: 25 [kN/m³]
Temperaturausdehnungskoeffizient: 1e-005 [1/Grad]

Bewehrungsstahl: B500 (A)
Bewehrungslagen, oben: d-1 = 3.0 d-2 = 3.5 [cm]
Bewehrungslagen, unten: d-1 = 3.0 d-2 = 3.5 [cm]

BEMESSUNG: Einstellungen

Norm: ÖNorm B 1992-1-1:2011-12-01

Global vorgegebene Längsbewehrung

Wird verwendet bei einem der nachfolgend aufgeführten Nachweise.

- Platte

oben : as1 = 1.88 as2 = 1.88 [cm²/m]
unten : as1 = 1.88 as2 = 1.88 [cm²/m]

- Unter-/Überzüge

oben : 4.0 [cm²]
unten : 4.0 [cm²]

Grenzzustand der Tragfähigkeit

Biegebemessung

- Platte

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1): NEIN

- Unter-/Überzüge

Berücksichtigung der Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens (9.3.1.1): JA

Querkraft-Bemessung

Ermittlung des Hebelarms der inneren Kräfte mit den kz-Werten aus der Biegebemessung

- Platte

Berücksichtigung der Biegezugbewehrung mit einer global vorgegebenen Bewehrung
Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf
Winkel: 32.0 [Grad] Cotangens: 1.6 [1]
Nachweis direkt an Auflagerpunkten: NEIN

Genauere Ermittlung des inneren Hebelarms und der Betondeckung (ab Version 01/2007): JA

- Unter-/Überzüge

Berücksichtigung der Biegezugbewehrung mit einer vorgegebenen Bewehrung
Begrenzung der Druckstreben-Neigung auf
Winkel: 32.0 [Grad] Cotangens: 1.6 [1]
Berücksichtigung von Torsion: JA

Berechnung einer Stahlbetondecke über Frilo (<http://www.frilo.eu>) S.1

FE-EIGENSCHAFTEN

 FE-Netz: Viereck-Elemente
 mit dreieckigen Übergangselementen
 Anzahl der Knoten: 59
 Anzahl der Elemente: 41
 Durchschnittliche Elementgröße: 50 [cm]
 Abminderungsfaktor für die
 Drillsteifigkeit der Platte: 1.0
 Berücksichtigung der
 Schubverformung der Platte: NEIN
 Berechnung der Element-Ergebnisse
 an den: Mittelpunkten der Element-Seiten

SYSTEMPUNKTE

Punkt	x [m]	y [m]	Punkt	x [m]	y [m]
1	0.000	0.000	2	6.000	0.000
3	6.000	1.000	4	0.000	1.000
5	0.100	1.000	6	0.100	-0.000
7	5.900	1.000	8	5.900	0.000

PLATTE

Nummer	Kante	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]
	1	1	2			
	2	2	3			
	3	3	4			
	4	4	1			

WÄNDE

Nummer	Dicke [cm]	Länge [m]	Von Punkt	Bis Punkt	Radius [m]	x-Mitte [m]	y-Mitte [m]	Material
1	20.0	1.000	5	6				C 20/25
2	20.0	1.000	7	8				C 20/25

WÄNDE: Lagerbedingungen (pro lfd Meter)

Nummer	Zugfeder-Ausfall	Verschiebung Vertikal [kN/m]	Verdrehung Um Wandachse [kNm/rad]	Verdrehung Um senkr. Achse [kNm/rad]
1	NEIN	starr	frei	frei
2	NEIN	starr	frei	frei

LASTFALL 1 "auflast+nutzlast"

```

-----
Art:                nicht ständig
Eigengewicht infolge
  Platte und Unter-/Überzügen
  ist berücksichtigt:                JA
Einwirkung:                Wohnräume
Teilsicherheitsbeiwert:        1.50
Lastpunkte:                  4
Punktlasten:                  0
Linienlasten:                 0
Flächenlasten:                1
Temperaturlasten:             0

Summe der eingegebenen Lasten:    29 [kN]
  (Anteil auf der Platte)
Eigengewicht infolge
  Platte und Unter-/Überzügen:    34 [kN]
Summe aller Lasten:              63 [kN]

Summe der Auflagerkräfte:        63 [kN]
  
```

HINWEIS

Alle Beanspruchungsergebnisse (wie Momente, Querkräfte, Auflagerkräfte, Durchbiegungen, etc.) eines einzelnen Lastfalls sind im Unterschied zu den Ergebnissen einer Lastfallüberlagerung 1-fache, d.h. charakteristische, Werte. Bemessungsergebnisse werden mit den gamma-fachen Werten, d.h. mit den Bemessungswerten, ermittelt.

Lastfall 1 "auflast+nutzlast"
Flächen-Lasten

```

-----
Nummer    Lastwert    Kante    Von    Bis    Radius    x-Mitte    y-Mitte
          [kN/m²]                Punkt   Punkt   [m]       [m]       [m]
          1          5.00        1      1      2
                               2      2      3
                               3      3      4
                               4      4      1
  
```

Lastfall 1 "auflast+nutzlast"
Flächen-Lasten - Lastsummen

```

-----
Nummer    Gesamt    Auf Platte
          [kN]      [kN]
          1    29.00    29.00
Gesamt    29.00    29.00
  
```

<Grafik>

Lastfall 1 "auflast+nutzlast"

Momente m-1, m-2, m-12 [kNm/m]
Charakteristische Werte (1-fach)
Maßstab 1 : 50

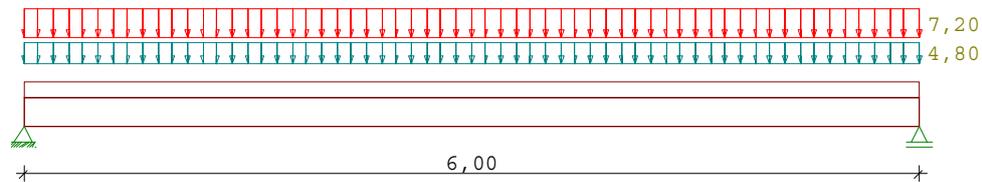
11.4	22.1	31.1	38.3	43.1	45.3	45.0	42.9	38.0	30.4	20.5	9.77
0.76	0.82	0.61	0.51	0.30	0.31	0.33	0.36	0.41	0.60	1.13	3.71
-2.59	-2.27	-1.83	-1.25	-0.77	-0.31	0.16	0.63	1.12	1.71	2.03	2.82
10.8	22.2	30.5	38.0	43.0	45.3	45.1	43.3	38.7	31.3	21.6	11.8
1.56	1.66	0.81	1.08	0.67	0.61	0.64	0.68	0.72	0.73	1.26	2.45
2.93	1.86	1.59	1.05	0.59	0.14	-0.32	-0.78	-1.27	-1.61	-2.27	-2.38

8.3.4. Verbundträger

VERBUNDEINFELDTRÄGER

$l = 6,00 \text{ m}$

System M 1 : 50



MATERIAL

Bauteil	Bezeichnung	E-Modul [kN/cm ²]	f_k [kN/cm ²]	γ_M (GK)	γ_M (AK)	γ_M (BF)
Betonplatte	C 25/30	3100	2,50	1,50	1,30	1,00
Plattenbew.	BSt 500 (A)	20000	50,00	1,15	1,00	1,00
Stahlträger	S235	21000	23,50	1,00	1,00	1,00

ALLGEMEINE BERECHNUNGSPARAMETER

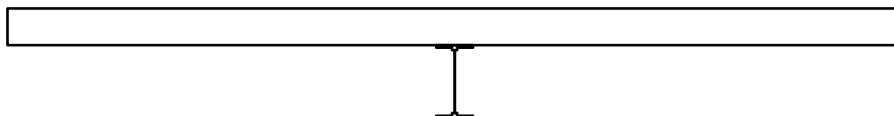
Norm : ÖNORM B 1994-1-1:2009-07-01
 Norm Material Beton : ÖNORM B 1992-1-1:2011-12-01
 Norm Material Stahl : ÖNORM B 1993-1-1:2007
 Feuerwiderstandsklasse : -
 Beanspruchungszeitraum : $t_0 = 28 \text{ d}$, $t_n = 9999 \text{ d}$
 Lage des Bauteils : in trockener Luft
 Unterstützung Träger : kontinuierliche Stützung im Bauzustand
 Schadensfolgeklasse : CC2

QUERSCHNITTSABMESSUNGEN

Nr.	Bereich	Abmessungen/ Bewehrung
1	Betonplatte	Gesamthöhe $h_0 = 10,0 \text{ cm}$ Breite $b = 240,0 \text{ cm}$
	Träger	IPE 200

<Grafik>

M 1 : 20



LASTEN

Lastbreite: $bl = 2,40 \text{ m}$ Durchlauffaktor: 1,00
 Ausbaulast: $g_1 = 2,00 \text{ kN/m}^2$ --> LF 1
 Nutzl. Kat. A (Wohng.): $q_0 = 3,00 \text{ kN/m}^2$ --> LF 2
 Eigenlast Beton: $g_2 = 6,00 \text{ kN/m}$ ---> LF 3
 Eigenlast Baustahl: $g_3 = 0,22 \text{ kN/m}$ ---> LF 4

EWG Beschreibung	γ_{sup}	γ_{inf}	ψ_0	ψ_1	ψ_2
99 ständig	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00
1 Kat. A: Wohngebäude	1,50	0,00	0,70	0,50	0,30
202 Ausbaulast	1,35	1,00	1,00	1,00	1,00

Art: 1 = Einzellast in kN

2 = Gleichlast von a bis Abst.+ Länge in kN/m

Berechnung einem Verbundträger über Frilo (<http://www.frilo.eu>) S.1

PROJEKT:

POS:

LF	EWG	ALG	ZUG	Art	P ₁	von x[m]	P ₂	bis x[m]	Bezeichnung
1	202	0	0	2	4,80	0,00	4,80	6,00	Standardlast Ausbau
2	1 88	0	2		7,20	0,00	7,20	6,00	Nutzlasten Kat.A(Wohn.)
3	99	0	0	2	6,00	0,00	6,00	6,00	Platte über OK Träger
4	99	0	0	2	0,22	0,00	0,22	6,00	Träger ab UK Platte

B E R E C H N U N G U N D B E M E S S U N G

mittragende Breiten : $b_{e1} = 75,0$ cm, $b_{e2} = 75,0$ cm
 : $b_{eff} = 150,0$ cm

QUERSCHNITTSWERTE: für die Durchbiegungsermittlung

Nr.	Bez.	Kurzzeit I _y [cm ⁴]	Langzeit I _y [cm ⁴]	Schwinden I _y [cm ⁴]
1	Träger	1940		
1	Verbund	9467	6366	7436

QUERSCHNITTSKLASSE DES STAHLTRÄGERS NACH EN1993

Der Baustahlquerschnitt wird in Querschnittsklasse 1 eingeordnet.

TRAGFÄHIGKEITEN DER QUERSCHNITTE: Tragfähigk. (GZT), Brandfall (BF)

Nr.	Typ	Z _p [cm]	M _{p1,a,Rd} [kNm]	M _{p1,Rd} [kNm]	V _{p1,Rd} [kN]	V _{1,Rd} [kN]
1	GZT	2,7	52,00	124,91	190,17	669,38

VERBUNDSICHERUNG (linearisierte Teilverbundtheorie)

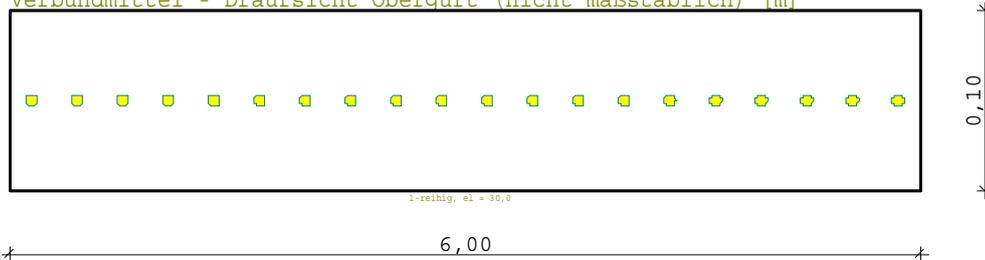
Kopfbolzendübel : $d = 1,9$ cm, $h = 7,5$ cm Gesamt: 20
 Dübeltragfähigkeit : $P_{Rd} = 72,95$ kN
 Dübelzugfestigkeit : $f_{uk} = 45,00$ kN/cm²
 Verbundsicherung : für vollen Verbund (M_{p1d})

Ber.	von x [m]	bis x [m]	n quer	e ₁ [cm]	e _q [cm]	n längs	P _{Rd} [kN]	Bemerkungen
1	0,00	6,00	1	30,0	0,0	20	72,95	

Verdübelungsgrad: $\min.\eta = 1,00$, $\text{vorh.}\eta = 1,00$

Verbundmittelbereiche [m] M 1 : 50

Verbundmittel - Draufsicht Oberquert (nicht maßstäblich) [m]



PROJEKT:

POS:

MAßGEBENDE LASTFALLKOMBINATIONEN

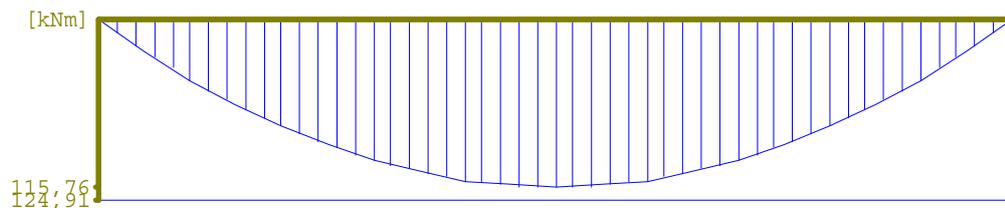
Grenzzustand der Tragfähigkeit LF	EWG	ALG	ZUG	$\gamma * \psi$
1 Standardlast Ausbau	202	0	0	1.35
2 Nutzlasten Kat.A(Wohn.)	1	88	0	1.50
3 Platte über OK Träger	99	0	0	1.35
4 Träger ab UK Platte	99	0	0	1.35

Quasi-Ständige Komb. LF	EWG	ALG	ZUG	$\gamma * \psi$
1 Standardlast Ausbau	202	0	0	1.00
2 Nutzlasten Kat.A(Wohn.)	1	88	0	0.30
3 Platte über OK Träger	99	0	0	1.00
4 Träger ab UK Platte	99	0	0	1.00

TRAGFÄHIGKEITSNACHWEIS IM GZ DER TRAGFÄHIGKEIT

$M_{Sd} = 115,76 \text{ kNm}$ $M_{Rd} = 124,91 \text{ kNm}$ $\eta = 0,93$
 $V_{Sd} = 73,24 \text{ kN}$ $V_{Rd} = 190,17 \text{ kN}$ $\eta = 0,39$

Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - M [kNm] M 1 : 50



Tragfähigkeitsnachweis im GZ d. Tragfähigkeit - Q [kN] M 1 : 50



SCHUBKRAFTAUSLEITUNG IN DEN BETONGURT

von x bis x Schnitt (EN 1994-1-1, 6.6.6.1)	$V_{Rd,max}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	A_{sf}/s_f [cm ² /m]
0.00 6.00 c-c (Dübelumriss)	6233,61	1459,08	2,33 ^{ab}
0.00 6.00 a-a (Plattenanschnitt)	7377,05	1459,08	2,33 ^{ac}

- a) ohne Mindestbewehrung
- b) als untere Bewehrung
- c) als obere + untere Bewehrung

DURCHBIEGUNGEN, Verformungsanteile bei x0 = 3,00 m

Bezeichnung	vorh.f cm	zul.f cm	η
Gesamtverformung:	2,83		
Gesamtverformung - Überhöhung:	1,33	2,00	0,67
Kriechen + Schwinden:	1,17	2,00	0,58

Berechnung einem Verbundträger über Frilo (<http://www.frilo.eu>) S.3

8.3.5. Trapezblechverbunddecke

Schalung im Bauzustand

Γ_{δ}	=	0.07	<= 1.00	Zulässige Durchbiegung
$\Gamma_{M,+}$	=	0.17	<= 1.00	positives Biegemoment im Feld
$\Gamma_{R,Ex}$	=	0.13	<= 1.00	Auflagerkraft am Endauflager
$\Gamma_{M,-}$	=	0.21	<= 1.00	negatives Stützmoment
$\Gamma_{R,C}$	=	0.22	<= 1.00	Auflagerkraft am Zwischenauflager
Γ_{RM}	=	0.28	<= 1.00	Momenten-Querkraft-Interaktion

Verbunddecke im Endzustand

Γ_{M+}	=	0.64	<= 1.00	positives Biegemoment im Feld
Γ_{M-}	=	-1	<= 1.00	negatives Stützmoment
$\Gamma_{M-(L/3)}$	=	-1	<= 1.00	Längsscherfestigkeit nach Teilverbund-Methode
Γ_{VR1}	=	0.64	<= 1.00	negatives Moment am Punkt L/3
Γ_{VR1}	=	0.57	<= 1.00	Querkraft-Scherfestigkeit Endauflager
Γ_{VR2}	=	-1	<= 1.00	Querkraft-Scherfestigkeit Zwischenauflager
Γ_{FL}	=	0.95	<= 1.00	Durchbiegungsbegrenzung
Γ_{Vi}	=	0.76	<= 1.00	Schwingungsbegrenzung
Γ_{VP}	=	-1	<= 1.00	Durchstanzen
Γ_{Fs}	=	-1	<= 1.00	Rissbreitenbeschränkung

Brandwiderstand

Γ_{IST}	=	-1	<= 1.00	Isolationskriterium
Γ_{RF}	=	-1	<= 1.00	statischer Brandwiderstand
$\Gamma_{RF(L/3)}$	=	-1	<= 1.00	Momentenwiderstand am Punkt L/3
$\Gamma_{RF_recommended}$	=	-1	<= 1.00	empfohlene Kontrolle des Momentenwiderstands im

Berechnung einer Trapezblechverbunddecke über Cofra5 (<http://ds.arcelormittal.com/cofra5>) von ArcelorMittal S.1

Charakteristische Merkmale	Wert	Einheit
Blechdicke des Profils t_{nom}	0.88	mm
Eigengewicht des Profilblechs g_s	13.64	kg/m ²
Profilhöhe h_p	56	mm
Baubreite des Profils w	0	mm
Querschnittsfläche des Profils A_p	1659	mm ² /m
Flächenträgheitsmoments des Profils I_p	60.6	cm ⁴ /m
Lage der neutralen Faser des Profils	0	mm
reduziertes Betonvolumen gegenüber Vollbetondecke	10	mm
positiver Momentenwiderstand	5.97	kNm/m
Auflagerwiderstand Endauflager	30.47	kN/m
Auflagerwiderstand Zwischenauflager	60, 100	kN/m
max. negativer Stützmomentenwiderstand	5.63, 5.97	kNm/m
max. Auflagerwiderstand Zwischenauflager	43.83, 53.68	kN/m
Empirischer Beiwert (m) der Längsscherfestigkeit	0	N/mm ²
Empirischer Beiwert (k) der Längsscherfestigkeit	0	
Längsscherfestigkeit der Verbunddecke $\tau_{u,Rk}$	0.31	N/mm ²

Berechnung einer Trapezblechverbunddecke über Cofra5 (<http://ds.arcelormittal.com/cofra5>) von ArcelorMittal S.2

b. Verbunddecke

Tragwerkssystem:

Feldnummer→	1	2	3	4	5
Spannweite (m)	6	0	0	0	0

Statisches System:

einfeldrig - stat. Bestimmt

Stärke der gesamten Decke:

180 (mm)

Estrich ("I"-Kriterium Brandfall):

130 (mm)

c. Bauzustand

Tragwerkssystem:

Nummer Profilblech	1	2	3	4	5
Anzahl der Felder	1	0	0	0	0

Anzahl der Unterstützungen je Feld:

Feld →	1	2	3	4	5
Anzahl der Stützen	4	0	0	0	0

Anmerkung: für $N > 0$, Unterstützung jeweils an der Stelle $L/(N+1)$ der Spannweite

Breite der Unterstützung:

80 (mm)

Breite des Endauflagers

50 (mm)

Breite des Zwischenauflegers:

100 (mm)

d. Betonstahlbewehrung

Streckgrenze:

500

Duktilitätsklasse:

B

Expositionsklasse:

XC2

Strukturklasse:

S4

Mindestbetonüberdeckung:

35 (mm)

Allgemeine Bewehrung

0.80 cm²

c_{nom} : 40 (mm)

Stützmomentenbewehrung über

c_{nom} : (mm)

Untere Bewehrung (Durchstanzen):

c_{nom} : 10 (mm)

Längsbewehrung in den Rippen:

c_{nom} : (mm)

e. Beton : normal / NC25/30

Eigengewicht des Frischbetons

25 kN/m³

Eigengewicht des Festbetons

24 kN/m³

Betondruckfestigkeit F_{ck}

25 N/mm²

Betonzugfestigkeit F_{ctm}

2.6 N/mm²

Elastizitätsmodul Beton E_{cm}

31000 N/mm²

Berechnung einer Trapezblechverbunddecke über Cofra5 (<http://ds.arcelormittal.com/cofra5>) von ArcelorMittal S.3

f. Anforderung des Projekts

Methode der Verbundwirkung		partielle
Durchbiegungsbegrenzung im Bauzustand	L /	180
Durchbiegungsbegrenzung im Endzustand	L /	300
Rissbreitenbeschränkung	W_{\max}	
Koeffizient zur Momentenumverteilung		0
Koeffizient zur Lastreduzierung (Schwingung)		0.5
Minimale Eigenfrequenz		3
Brandwiderstandsdauer	REI	30
Kombinationsfaktor veränderliche Einwirkung im Brandfall	$\Psi_{1,1} =$	0.5

g. Lasteinwirkungen

- gleichförmig verteilte Lasten

Feld →	1	2	3	4	5
ständige Lasten g_{per} (kN/m ²)	2				
Verkehrslasten q (kN/m ²)	3				

- Linienlasten senkrecht zur Hauptspannrichtung der Decke

Anmerkung: Jede Linienlast wird berücksichtigt

- Punktlasten

Anmerkung: Jede Punktlast wird berücksichtigt

- mobile Achslasten

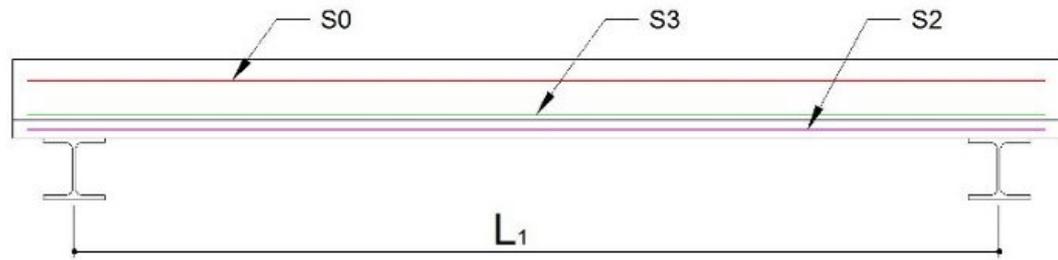
Anmerkung: Jede mobile Last wird berücksichtigt

h. Teilsicherheitsbeiwert

Material			Einwirkung		
Profilblech	γ_M	1.1	ständige Lasten	γ_0	1.35
Bewehrung	γ_{sb}	1.15	Verkehrslast	γ_q	1.5
Beton	γ_c	1.5			
Längsschub	γ_{vs}	1.25			

2. Längs- und Querschnitt

Längsschnitt



Profil: cofrastra56S / 0.88mm / ungelocht

L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L4 (m)	L5 (m)
6	0	0	0	0

Allgemeine Bewehrung (Rissbreite)	S_0	0.80 cm ²
Stützmomentenbewehrung	S_1	
Längsbewehrung in den Rippen	S_2	
untere Bewehrungslage	S_3	

Deckenstärke	h_t	180	mm
Profilhöhe	h_p	56	mm
c_{nom} Allgemeine Bewehrung (Rissbreite)	e_0	40	mm
c_{nom} Stützmomentenbewehrung	e_1		mm
c_{nom} Längsbewehrung in den Rippen	e_2		mm
c_{nom} untere Bewehrungslage	e_3	10	mm

3. Details

Ausführung der Verbunddecke: Auflager, Unterstützungen, Befestigung, Öffnungen, etc. sollen den anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Die Hinweise der bauaufsichtlichen Zulassung und der verschiedenen Dokumentation von ArcelorMittal Construction sind zu berücksichtigen

Beton: das Einbringen des Betons mittels Pumpe wird empfohlen. Anderenfalls, sollte der Betonkübel über einem Auflager behutsam nach und nach entleert werden und Betonanhäufungen vermieden werden, indem der Beton umgehend auf die zu betonierende Fläche verteilt wird.

Betonbedarf	170	Litres/m ²
Gewicht der gesamten Decke	438.64	Kg/m ²
Allgemeine Bewehrung	0	Kg/m ²
Stützmomentenbewehrung	0	Kg/m ²
Untere Bewehrungslage	0	Kg/m ²
Längsbewehrung in den Rippen	0	Kg/m ²

8.3.6. Elementdecke

zulässige auflasten.
(charakteristische Einwirkungen, Gebrauchslasten)



VSE mit Gitterträger: in (KN/m²) gem. Bemessungsprogramm ZT DI. Hans Spreitzer

für ungeschwächte Platten und vorwiegend ruhende Lasten sowie für Expositionsklasse X0 und XC1 gem. EUROCODE

Beton: Fertigteile C 40/50 / Aufbeton C 25/30

	 Produktlänge (1,19 m) / Montagebreite (1,20 m)		 Produktlänge (1,19 m) / Montagebreite (1,20 m)		 Produktlänge (1,19 m) / Montagebreite (1,20 m)		 Produktlänge (1,19 m) / Montagebreite (1,20 m)		 Produktlänge (1,19 m) / Montagebreite (1,20 m)		Querschnitte
	Deckenstärke	VSE 8+8 *		VSE 10+8 *		VSE 10+10 *		VSE 12+10 *		VSE 12+12 *	
Spannweite in (m)	ohne Unterst.	1x ** unterst.	Spannweite in (m)								
3,20	21,0	26,0	24,7	28,9	29,3	31,5	41,7	41,7	42,3	42,3	3,20
3,60	13,5	19,8	16,7	21,9	19,3	25,7	36,2	36,2	36,8	36,8	3,60
4,00	8,1	15,3	10,9	17,0	12,1	19,9	31,0	31,9	32,4	32,4	4,00
4,40		12,0	6,7	13,3	6,8	15,7	22,7	26,0	25,7	28,8	4,40
4,80		9,5		10,5		12,4	16,4	21,0	18,1	23,9	4,80
5,20		7,6		8,3		9,9	11,4	17,2	12,2	19,6	5,20
5,60		6,0		6,3		7,9	7,5	14,1	7,5	16,1	5,60
6,00		4,5		4,6		6,3		11,7		13,3	6,00
6,40		3,2		3,3		4,8		9,7		11,1	6,40
6,80				2,2		3,4		8,0		9,2	6,80
7,20						2,3		6,6		7,6	7,20
7,60								5,4		6,3	7,60
8,00								4,4		5,1	8,00
Auflagertiefe	8 cm		8 cm		8 cm		10 cm		10 cm		Auflagertiefe
Montagegew.	200 kg/m ²		250 kg/m ²		250 kg/m ²		300 kg/m ²		300 kg/m ²		Montagegew.
Eigengew.	4,00 kN/m ²		4,50 kN/m ²		5,00 kN/m ²		5,50 kN/m ²		6,00 kN/m ²		Eigengew.

* Produktionsbreite = 2,39 (1,19) m, Montagebreite = 2,40 (1,20) m

***) Mittige Unterstellung L/500 überhöht vorab errichtet!

8.3.7. Spannbeton Hohldecken

VSD® spannbetonhohldielen als geschossdecke. zulässige auflasten. (charakteristische Einwirkungen, Gebrauchslasten)



VSD® in (KN/m²) gem. Bemessungsprogramm
ZT DI. Hans Spreitzer
für ungeschwächte Platten und vorwiegend ruhende Lasten sowie für
Expositionsklasse X0 und XC1 (im Inneren) gem. EUROCODE

									Querschnitte
lichte Weite	VSD-8-16-M	VSD-8-16-B	WB-8-20-B	WB-8-20-C	VSD-6-20-B	VSD-6-20-C	VSD-5-26,5-B	VSD-5-26,5-C	lichte Weite
3,5	18,3	23,3							3,5
4,0	13,6	17,5	23,5	25,6					4,0
4,5	10,4	13,4	18,0	22,2	19,1	21,2			4,5
5,0	8,0	10,5	14,1	19,3	15,5	18,8			5,0
5,5	6,3	8,3	11,1	15,5	12,5	16,7	23,1		5,5
6,0	4,9	6,7	8,9	12,5	10,1	13,7	20,9	21,7	6,0
6,5		5,4	7,1	10,3	8,3	11,3	18,5	19,7	6,5
7,0			5,7	8,4	6,8	9,5	15,6	18,0	7,0
7,5				7,0	5,6	7,9	13,2	16,4	7,5
8,0				5,7		6,7	11,2	14,1	8,0
8,5							9,6	12,1	8,5
9,0							8,2	10,5	9,0
9,5							7,1	9,1	9,5
10,0							6,1	7,9	10,0
10,5							5,2	6,9	10,5
11,0								6,0	11,0
11,5									11,5
12,0									12,0
12,5									12,5
13,0									13,0
13,5									13,5
14,0									14,0
14,5									14,5
g _{FT}	2,45		3,45		2,65		3,50		kN/m ²
g ₁	2,60		3,65		2,85		3,75		kN/m ²
Verguss	6		7,5		7,5		11		l/m ²
Beton	C50/60								Beton
Auflagertiefe	8 cm						10 cm		Auflagertiefe

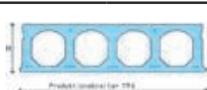
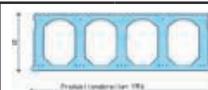
IN STATISCHER HINSICHT GEFÜHRTE
G.Z.: 22 9 0 DATUM: - 6. MAZ 2007

Zul. Auflasten q für Geschossdecken
in [kN/m²] als charakt. Einwirkungen
q = g₁+q₁ (mit g₁=2kN/m²; ψ₁=0,5; ψ₂=0,3)
Gebrauchslasten Stand: Jän. 2007

Legende: g_{FT}... Montagegewicht der Hohlziele ohne Fugenverguss
g₁ ... Eigengewicht inkl. Fugenverguss

Oberndorfer GmbH & CO KG: Dimensionierungstabelle Elementdecke S.6
www.oberndorfer.at/fileadmin/user_upload/documents/Download/Produktinformationen/AT_DS_ VER_0001-06_Produktkatalog.pdf



													Querschnitte
lichte Weite	VSD-4-32-B	VSD-4-32-C	VSD-4-40-B	VSD-4-40-C	VSD-4-45-B	VSD-4-45-C	VSD-4-50-B	VSD-4-50-C	lichte Weite				
7,5	21,3	23,9							7,5				
8,0	18,3	22,1	25,2	30,6					8,0				
8,5	15,8	20,0	21,9	28,4					8,5				
9,0	13,7	17,5	19,1	24,9	28,8	34,6			9,0				
9,5	11,9	15,3	16,7	22,0	25,4	30,6			9,5				
10,0	10,4	13,5	14,7	19,4	22,5	27,2	34,5	39,1	10,0				
10,5	9,1	11,9	12,9	17,2	19,9	24,2	30,8	34,9	10,5				
11,0	8,0	10,5	11,4	15,3	17,7	21,6	27,6	31,3	11,0				
11,5	7,0	9,3	10,1	13,7	15,8	19,4	24,8	28,2	11,5				
12,0	6,1	8,2	8,9	12,2	14,1	17,4	22,3	25,5	12,0				
12,5	5,3	7,3	7,9	10,9	12,6	15,6	20,1	23,0	12,5				
13,0		6,5	6,9	9,8	11,3	14,1	18,2	20,9	13,0				
13,5			6,1	8,8	10,1	12,7	16,4	18,9	13,5				
14,0			5,4	7,8	9,0	11,5	14,9	17,2	14,0				
14,5				7,0	8,1	10,3	13,5	15,6	14,5				
15,0				6,3	7,2	9,3	12,2	14,2	15,0				
15,5				5,6	6,4	8,4	11,1	13,0	15,5				
16,0				5,0	5,7	7,6	10,0	11,8	16,0				
16,5					5,1	6,8	9,1	10,8	16,5				
17,0						6,1	8,2	9,8	17,0				
17,5						5,5	7,4	8,9	17,5				
18,0							6,7	8,1	18,0				
18,5							6,0	7,4	18,5				
19,0							5,4	6,7	19,0				
19,5								6,0	19,5				
20,0								5,5	20,0				
20,5									20,5				
9FT	4,40		4,80		6,00		6,50		kN/m ²				
g ₁	4,70		5,20		6,45		7,00		kN/m ²				
Verguss	13		18		19		21		l/m ²				
Beton	C50/60				C55/67				Beton				
Auflagertiefe	12 cm				15 cm				Auflagertiefe				

IN STATISCHER HINSICHT GEPRÜFT
G.Z.: 2290 DATUM: - 6. MRZ. 2007 - WIEN

Zul. Auflasten q für Geschossdecken
in [kN/m²] als charakt. Einwirkungen
q = g₁+q₁ (mit g₁=2kN/m²; ψ₁=0,5; ψ₂=0,3)
Gebrauchslasten Stand: Jän. 2007

Oberndorfer GmbH & CO KG: Dimensionierungstabelle Elementdecke S.7
www.oberndorfer.at/fileadmin/user_upload/documents/Download/Produktinformationen/AT_DS_VER_0001-06_Produktkatalog.pdf

8.3.8. Verbundträger

Grenzstützweiten L (m)																						
B (m)	p (kN/m ²)	d (cm)	IPE-Profile																			
			240		270		300		330		360		400		450		500		550		600	
			S235	S355	S235	S355	S235	S355	S235	S355	S235	S355	S235	S355	S235	S355	S235	S355	S235	S355	S235	S355
2,40	2,00	10	8,2	9,9	9,0	10,9	10,0	12,1	11,1	13,2	12,2	14,4	13,5	15,9	15,0	17,7	16,7	19,7	18,4	21,9	20,2	24,2
		12	8,2	9,9	9,1	10,9	10,0	12,1	11,1	13,3	12,2	14,5	13,4	15,9	14,9	17,6	16,6	19,5	18,2	21,6	19,9	23,8
		14	8,2	10,0	9,1	11,0	10,0	12,1	11,1	12,8	12,1	14,5	13,4	15,9	14,9	17,6	16,4	19,4	18,2	21,4	19,8	23,4
	3,50	10	7,3	8,8	8,1	9,7	9,0	10,8	9,9	11,8	10,9	12,9	12,1	14,2	13,4	15,9	14,9	17,6	16,5	19,6	18,1	21,7
		12	7,4	8,9	8,1	9,8	9,0	10,8	10,0	11,9	10,9	13,0	12,1	14,3	13,5	15,9	14,9	17,6	16,4	19,5	18,0	21,5
		14	7,5	9,0	8,2	9,9	9,1	10,9	10,0	11,6	11,0	13,2	12,1	14,4	13,5	16,0	14,9	17,6	16,5	19,4	18,0	21,3
	5,00	10	6,6	8,0	7,3	8,8	8,2	9,8	9,1	10,7	9,9	11,7	11,0	13,0	12,3	14,5	13,6	16,1	15,0	17,9	16,6	19,8
		12	6,7	8,2	7,5	9,0	8,3	9,9	9,1	10,9	10,0	12,0	11,1	13,1	12,3	14,6	13,7	16,1	15,1	17,9	16,6	19,7
		14	6,8	8,3	7,5	9,1	8,4	10,1	9,2	10,7	10,1	12,1	11,2	13,3	12,4	14,7	13,8	16,2	15,2	17,9	16,6	19,7
	7,50	10	5,8	7,1	6,4	7,8	7,2	8,6	8,0	9,5	8,8	10,4	9,7	11,4	10,8	12,8	12,0	14,3	13,3	15,9	14,7	17,6
		12	6,0	7,3	6,7	8,1	7,5	9,0	8,2	9,9	9,0	10,8	10,0	11,8	11,1	13,1	12,4	14,5	13,6	16,2	15,0	17,8
		14	6,1	7,4	6,7	8,1	7,5	9,0	8,2	9,5	9,0	10,8	10,0	11,9	11,1	13,1	12,3	14,5	13,6	16,0	14,9	17,6
3,60	2,00	10	7,5	9,2	8,3	10,1	9,3	11,3	10,3	12,4	11,3	13,6	12,6	15,2	14,1	16,8	15,7	18,6	17,4	20,6	19,1	22,7
		12	7,5	9,2	8,3	10,1	9,3	11,2	10,2	12,4	11,3	13,6	12,5	15,1	14,0	16,8	15,5	18,6	17,1	20,4	18,9	22,4
		14	7,5	9,2	8,3	10,1	9,3	11,2	10,2	11,9	11,2	13,6	12,4	15,0	13,9	16,7	15,4	18,5	17,0	20,3	18,7	22,2
	3,50	10	6,7	8,1	7,4	9,0	8,2	10,0	9,1	11,1	10,1	12,1	11,2	13,5	12,6	15,0	14,0	16,7	15,5	18,4	17,1	20,3
		12	6,7	8,2	7,4	9,1	8,3	10,1	9,2	11,2	10,1	12,3	11,3	13,6	12,6	15,1	14,0	16,7	15,4	18,4	17,0	20,2
		14	6,8	8,2	7,5	9,1	8,3	10,1	9,2	11,2	10,1	12,3	11,3	13,6	12,6	15,1	14,0	16,8	15,4	18,4	17,0	20,2
	5,00	10	6,0	7,3	6,7	8,1	7,5	9,1	8,3	10,1	9,1	11,1	10,2	12,3	11,5	13,7	12,8	15,2	14,2	16,8	15,6	18,6
		12	6,1	7,4	6,8	8,3	7,6	9,2	8,4	10,2	9,2	11,2	10,3	12,4	11,5	13,9	12,8	15,3	14,2	16,9	15,7	18,5
		14	6,2	7,6	6,9	8,4	7,6	9,3	8,5	10,3	9,3	11,3	10,3	12,5	11,6	13,9	12,9	15,5	14,2	17,0	15,7	18,6
	7,50	10	5,3	6,4	5,9	7,1	6,6	7,9	7,3	8,8	8,0	9,7	9,0	10,9	10,1	12,1	11,3	13,4	12,5	14,9	13,8	16,5
		12	5,5	6,7	6,1	7,4	6,8	8,2	7,5	9,1	8,3	10,1	9,2	11,2	10,4	12,5	11,6	13,8	12,8	15,2	14,1	16,8
		14	5,5	6,7	6,1	7,4	6,8	8,2	7,5	9,5	8,3	10,1	9,2	11,2	10,3	12,5	11,5	13,8	12,7	15,2	14,0	16,7
4,80	2,00	10	5,8	7,0	6,4	7,8	7,1	8,7	7,9	9,6	8,8	10,6	9,8	11,9	11,0	13,3	12,4	14,9	13,7	16,5	15,3	18,2
		12	5,8	7,0	6,4	7,8	7,1	8,7	7,9	9,6	8,7	10,6	9,7	11,8	10,9	13,2	12,2	14,8	13,5	16,4	15,0	18,0
		14	5,8	7,0	6,4	7,8	7,1	8,7	7,9	9,6	8,7	10,6	9,6	11,7	10,8	13,1	12,0	14,7	13,4	16,2	14,8	17,9
	3,50	10	5,1	6,2	5,7	6,9	6,3	7,7	7,0	8,5	7,8	9,4	8,7	10,5	9,8	11,8	11,0	13,2	12,2	14,7	13,5	16,2
		12	5,1	6,2	5,7	6,9	6,4	7,7	7,1	8,6	7,8	9,5	8,7	10,5	9,8	11,8	10,9	13,2	12,1	14,8	13,5	16,2
		14	5,2	6,3	5,8	7,0	6,4	7,8	7,1	8,6	7,8	9,5	8,7	10,6	9,7	11,8	10,9	13,2	12,2	14,9	13,4	16,2
	5,00	10	–	5,6	5,1	6,2	5,7	6,9	6,4	7,7	7,0	8,5	7,9	9,5	8,9	10,7	9,9	11,9	11,1	13,3	12,3	14,8
		12	–	5,7	5,2	6,3	5,8	7,0	6,4	7,8	7,1	8,6	7,9	9,6	8,9	10,8	10,0	12,0	11,1	13,4	12,3	14,8
		14	–	5,8	5,3	6,4	5,9	7,1	6,5	7,9	7,2	8,7	8,0	9,7	8,9	10,8	10,0	12,1	11,1	13,4	12,3	14,9
	7,50	10	–	4,8	–	5,4	5,0	6,0	5,5	6,7	6,2	7,4	6,9	8,2	7,7	9,3	8,7	10,4	9,7	11,6	10,8	13,0
		12	–	5,1	–	5,6	5,2	6,3	5,8	7,0	6,4	7,7	7,1	8,6	8,0	9,6	8,9	10,8	9,9	12,0	11,0	13,3
		14	–	5,1	–	5,7	5,2	6,3	5,8	7,0	6,4	7,7	7,1	8,6	7,9	9,6	8,9	10,7	9,9	11,9	10,9	13,2
7,20	2,00	10								7,7	–	8,6	7,9	9,6	8,9	10,8	10,0	12,1	11,2	13,5	12,4	15,0
		12								7,7	–	8,6	7,9	9,5	8,9	10,7	9,9	12,0	11,0	13,4	12,2	14,8
		14								7,7	–	8,5	7,8	9,5	8,8	10,7	9,8	11,9	10,9	13,2	12,1	14,7
	3,50	10	–	–	7,5	–	8,4	7,9	9,5	8,9	10,7	9,9	11,9	11,0	13,3							
		12	–	–	7,6	–	8,5	7,9	9,6	8,8	10,7	9,8	11,9	10,9	13,2							
		14	–	–	7,8	–	8,7	8,0	9,8	9,0	10,9	10,0	12,1	11,1	13,4							
	5,00	10	–	–	–	–	7,6	–	8,6	8,0	9,6	9,0	10,8	10,0	12,0							
		12	–	–	–	–	7,7	–	8,7	8,1	9,7	9,0	10,8	10,0	12,0							
		14	–	–	–	–	7,8	–	8,8	8,1	9,8	9,0	10,9	10,0	12,0							
	7,50	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7,5	–	8,4	7,8	9,4	8,7	10,5			
		12	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7,7	–	8,6	8,0	9,6	8,9	10,7			
		14	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	7,7	–	8,8	8,0	9,6	8,9	10,6			

Tabelleninhalt: Grenzstützweite L in m von Verbundträgern IPE (S235, früher St 37; S355, früher St 52) mit Betongurten aus B25 auf zwei Stützen. Bei der Ermittlung der Grenzstützweiten sind das Eigengewicht der Betonplatte, des Stahlträgers und eine zusätzliche Auflast $g = 1,14 \text{ kN/m}^2$ zur Berücksichtigung von Belägen eingeschlossen. Eingangswert ist also nur die Verkehrslast p nach DIN 1055 Bl. 3. Vom Benutzer ist zu prüfen, ob die eingearbeitete Auflast (Estrich, Bodenbelag etc.) von $g = 1,14 \text{ kN/m}^2$ in etwa mit seinen Annahmen übereinstimmt.

Sicherheit: Ausgereifte Technik und qualifizierte Beratung

Bei der Errichtung von Geschöfßbauten hat der Stahlbau in den letzten Jahren eine ständig wachsende Bedeutung erlangt; die Mitgliedsfirmen des Deutschen Stahlbau-Verbandes haben sich dabei aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit und Erfahrung als qualifizierte Partner erwiesen. Viele dieser Unternehmen errichten in Zusammenarbeit mit Planern und Bauherren auf Wunsch auch komplette schlüsselfertige Gebäude.

Literatur

- Hart, Henn, Sontag: Stahlbauatlas
- Grimm: Stahlbau im Detail, Kapitel 8, Verbundbau
- Bode: Euro-Verbund
- Roik, Bergmann, Haensel, Hanswille: Betonkalender II, 1999
- Stahlbau-Arbeitshilfen:
 - 10 Verbundbauweise
 - 20.2 Walträger im Geschöfßbau
 - 21.2 Deckenplatten im Geschöfßbau



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf
 Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf
 Telefon (02 11) 67 07-828
 Telefax (02 11) 67 07-829
 Internet: www.bauen-mit-stahl.de
 E-Mail: zentrale@bauen-mit-stahl.de

Bauen mit Stahl: Dimensionierungstabelle Verbundträger im Geschöfßbau S.2

http://www.szs.ch/user_content/editor/files/Downloads_Stahlgeschosfßbau/verbundtraeger%20im%20geschosfßbau.pdf

8.3.9. Cofradaldecke



Technik

Tragsicherheit

Tragsicherheit Bemessungssituation nach:
SWISSCODE 260/4.4.3(16)/
Grenzzustand Typ2

$$E_d = E (1,35 [g_1 + g_2 + \dots + g_i]) + (1,5 [q_1 + \dots + q_i]) \leq R_d$$

g_1 = Eigengewicht des Deckenelementes (2,0 kN/m²)

$g_2 + \dots + g_i$ = Summe ständiger Einwirkungen z.B.
- Unterlagsböden,
- Bodenbeläge
- Flachdachabdichtungen

$q_1 + \dots + q_i$ = Summe veränderlichen Einwirkungen z.B.
- Nutzlasten im Gebäude
- Installationen
- nichttragende Wände
- Schneelasten

Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation nach
SWISSCODE 260/4.4.4 resp. Tabelle 3

Die angegebenen Durchbiegungswerte basieren auf dem Verbundquerschnitt von COFRADAL 200®. Die berechneten Werte sind im Versuchslabor bestätigt worden. Es ergeben sich 2 Kriterien für die Durchbiegungsbegrenzung:

(1) Einbauten mit duktilem Verhalten
 $W = l/350$ für $L < 3,50$ m
 $W = l/700 + 0,5$ cm für $L > 3,50$ m

(2) Einbauten mit sprödem Verhalten
 $W = l/500$ für $L < 5,0$ m
 $W = l/1000 + 0,5$ cm für $L < 5,0$ m



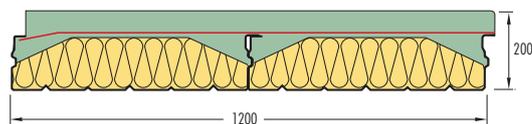
Technische Werte

Nennstärke der Tragschale	Eigengewicht des Deckenelementes	Position der neutralen Achse	Position der neutralen Achse	Position der neutralen Achse	Trägheitsmoment	Trägheitsmoment	Trägheitsmoment
		$e_y (n=Es/Ec=7)$	$e_y (n=Es/Ec=15)$	$e_y (n=Es/Ec=21)$	$(n=Es/Ec=7)$	$(n=Es/Ec=15)$	$(n=Es/Ec=21)$
(mm)	(kN/m ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(cm ⁴ /m ³)	(cm ⁴ /m ³)	(cm ⁴ /m ³)
1,00	2,00	51,5	69,5	78,5	2914	2373	2105

Belastungstabelle COFRADAL 200®

COFRADAL 200®	TRAGSICHERHEIT		GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT		
	Spannweite	Gebrauchslasten Auflast g_2 +Nutzlast q	Bruchlasten aus Versuchen	mit duktilen Einbauten	mit spröden Einbauten
				$W = l/350$ $W = l/700 + 0,5$ cm (kN/m ²)	$W = l/500$ $W = l/1000 + 0,5$ cm (kN/m ²)
L (m)	(kN/m ²)	(kN/m ²)			
5,00	8,87	16,00	8,33	7,00	
5,50	7,37	13,70	6,77	5,48	
6,00	5,87	11,50	5,20	3,95	
6,50	5,07	10,20	4,20	3,23	
7,00	4,27	9,00	3,20	2,50	

COFRADAL 200® im Querschnitt – Coupe du COFRADAL 200®



Prüfzeugnisse: Zulassung CSTB N° 3/04-422, ETN Qualiconsult N° 0712003ETN100
Certificats: Avis Technique du CSTB N° 3/04-422, ETN Qualiconsult N° 0712003ETN100



Arcelor Mittal: Dimensionierungstabelle Cofradal S.4

www.lignatur.ch/fileadmin/ablage/downloads/workbook_a4_de/2014-03-28_workbook_a4_de_statik.pdf

8.3.10. Brettsperrholzdecke

04 KLH ALS DECKE - EINFELDTRÄGER

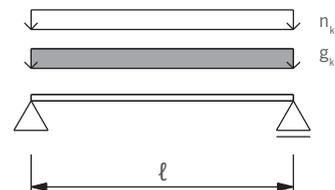
4.1 SCHWINGUNGSNACHWEIS FÜR GERINGE ANFORDERUNGEN

Mindestplattenstärken für R 0 (Kaltbemessung)

nach Zulassung ETA-06/0138

ÖNORM EN 1995-1-1:2009 und ÖNORM B 1995-1-1:2010

ÖNORM EN 1995-1-2:2011 und ÖNORM B 1995-1-2:2011



Ständige Auflast	Nutzlast	SPANNWEITE EINFELDTRÄGER l									
		3,00 m	3,50 m	4,00 m	4,50 m	5,00 m	5,50 m	6,00 m	6,50 m	7,00 m	
g_k^* [kN/m ²]	n_k [kN/m ²]										
KAT	KAT										
1,00	A	1,50	3s 78 DL	3s 90 DL	3s 95 DL	3s 108 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL
		2,00			5s 145 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL			
		2,80			5s 140 DL						
	B	3,00	3s 90 DL	3s 108 DL	3s 108 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 201 DL
		3,50			5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL				
		4,00			7s 208 DL						
	C	4,00	3s 95 DL	3s 120 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL
		5,00			5s 145 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL			
		5,00			5s 162 DL						
1,50	A	1,50	3s 78 DL	3s 90 DL	3s 108 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	
		2,00			5s 145 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL			
		2,80			5s 140 DL						
	B	3,00	3s 90 DL	3s 95 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 145 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL	
		3,50			5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL				
		4,00			7s 208 DL						
	C	4,00	3s 95 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 145 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL	
		5,00			5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL		
		5,00			5s 162 DL						
2,00	A	1,50	3s 90 DL	3s 95 DL	3s 108 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	
		2,00			5s 145 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL			
		2,80			5s 140 DL						
	B	3,00	3s 90 DL	3s 108 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	
		3,50			5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL				
		4,00			7s 208 DL						
	C	4,00	3s 95 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL	
		5,00			5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL		
		5,00			5s 200 DL						
2,50	A	1,50	3s 90 DL	3s 108 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	
		2,00			5s 145 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL			
		2,80			5s 140 DL						
	B	3,00	3s 90 DL	3s 108 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 200 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL	
		3,50			5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL				
		4,00			7s 208 DL						
	C	4,00	3s 108 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 145 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL	
		5,00			5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL		
		5,00			5s 162 DL						
3,00	A	1,50	3s 90 DL	3s 108 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	
		2,00			5s 145 DL	5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL			
		2,80			5s 140 DL						
	B	3,00	3s 95 DL	3s 120 DL	5s 140 DL	5s 145 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 201 DL	7s 230 DL	
		3,50			5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL				
		4,00			7s 208 DL						
	C	4,00	3s 108 DL	5s 140 DL	5s 145 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL	7s 248 DL	
		5,00			5s 162 DL	5s 182 DL	5s 200 DL	7s 208 DL	7s 230 DL		
		5,00			5s 162 DL						

*) zusätzlich zum Eigengewicht der KLH-Elemente (das Eigengewicht von KLH ist in der Tabelle bereits berücksichtigt)

Brandwiderstand:

R 0

R 30

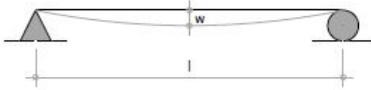
R 60

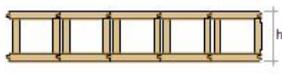
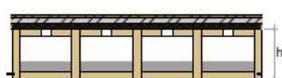
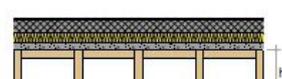
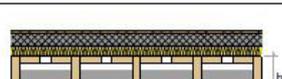
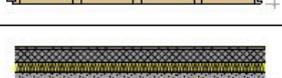
R 90

KLH Massivholz GmbH: Dimensionierungstabelle Brettsperrholzdecke S.10

http://www.klh.at/fileadmin/klh/kunde/2011/Technische%20Anwendungen/Statik/120312_KLH_Vorbemessungstabellen.pdf?PHPSESSID=939e16c520ab8a29305fe1cad5478eb0

8.3.11. Hohlkastendecke



			l (m)	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10
I		$q_N = 200\text{kg/m}^2$ $q_A = 0\text{kg/m}^2$ $g = 47\text{kg/m}^2$	h (mm)	120	140	160	180	200	220	280	280	320	-	-
			w (mm)	8	8	9	9	10	11	7	9	9	-	-
1 2 4 III		$q_N = 200\text{kg/m}^2$ $q_A = 36\text{kg/m}^2$ $g = 89\text{kg/m}^2$	h (mm)	140	180	200	220	280	280	320	360	360	440	-
			w (mm)	9	8	9	10	7	10	10	8	10	9	-
1 3 5 6 II		$q_N = 200\text{kg/m}^2$ $q_A = 161\text{kg/m}^2$ $g = 39\text{kg/m}^2$	h (mm)	160	180	200	240	280	320	320	360	360	360	440
			w (mm)	8	10	11	10	9	9	12	10	13	17	18
1 3 5 IV		$q_N = 200\text{kg/m}^2$ $q_A = 116\text{kg/m}^2$ $g = 139\text{kg/m}^2$	h (mm)	180	200	220	280	280	280	280	320	360	360	440
			w (mm)	8	9	11	8	12	16	21	19	15	19	21
1 3 5 8 V		$q_N = 200\text{kg/m}^2$ $q_A = 244\text{kg/m}^2$ $g = 64\text{kg/m}^2$	h (mm)	180	200	200	220	240	280	320	320	360	360	480
			w (mm)	9	10	15	17	18	17	16	21	18	22	20
1 3 5 7 VI		$q_N = 300\text{kg/m}^2$ $q_A = 212\text{kg/m}^2$ $g = 68\text{kg/m}^2$	h (mm)	200	200	220	240	280	320	320	360	360	440	480
			w (mm)	9	13	15	17	16	16	21	18	23	20	24

Lignatur AG: Dimensionierungstabelle Elementdecke S.6

www.lignatur.ch/fileadmin/ablage/downloads/workbook_a4_de/2014-03-28_workbook_a4_de_statik.pdf

8.3.12. Hohlkörperdecke

Version	Slab Thickness	Bubbles	Span (Multiple bays)	Cantilever Maximum Length	Span (Single bay rows)	Completed Slab Mass	Site Concrete Quantity
	mm	mm	metres	metres	metres	kN/m ²	m ³ /m ²
BD230	230	Ø 180	5 – 8.1	≤ 2.8	5 – 6.5	4.26	0.112
BD280	280	Ø 225	7 – 10.1	≤ 3.3	6 – 7.8	5.11	0.146
BD340	340	Ø 270	9 – 12.5	≤ 4.0	7 – 9.5	6.22	0.191
BD390	390	Ø 315	11 – 14.4	≤ 4.7	9 – 10.9	6.92	0.219
BD450	450	Ø 360	13 – 16.4	≤ 5.4	10 – 12.5	7.95	0.252
BD510*	510	Ø 410	15 – 18.8	≤ 6.1	11 – 13.9	9.09	0.298
BD600*	600	Ø 500	16 – 21.0	≤ 7.2	12 – 15.0	10.30	0.348

* New

Bubbledeck: Dimensionierungstabelle Hohlkörperdecken S.5

http://www.bubbledeck-uk.com/pdf/Product%20Information%20_final_20070219.pdf

8.4. Kostenermittlung

8.4.1. Kostenermittlung Quellen

Bauteil	Bestandteil	Einheit	Nettopreis	Österreichfaktor	Nettopreis Ö	Arbeitszeit	Quelle
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 63,0	0,902	€ 56,8	0,40	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 19,0	0,902	€ 17,1	0,25	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 1,6	0,902	€ 1,4	0,02	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Trittschalldämmung - MW 3cm	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 7,0	0,902	€ 6,3	0,05	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Schüttung - Sand, trocken 6cm	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 10,0	0,902	€ 9,0	0,16	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Zwischensparendämmung MW 14cm	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 16,0	0,902	€ 14,4	0,22	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Konstruktionsvollholz - Nadelholz	KVH Materialpreis	€/m ²	€ 45,0	0,902	€ 40,6	16,06	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Konstruktionsvollholz - Nadelholz	KVH Lieferung und Montage	€/m ²	€ 13,0	0,902	€ 11,7	0,20	BKI Baukonstruktionsdetails K3 (2011)
Gipskartonverkleidung einlagig	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 23,0	0,902	€ 20,7	0,32	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
OSB-Platte 12mm	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 15,0	0,902	€ 13,5	0,20	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
KLH 5s 200	CLT Materialpreis	€/m ²	€ 94,0	1,000	€ 94,0	S.1	KLH Massivholz Preisliste (2014)
KLH 5s 200	CLT Lieferung und Montage	€/m ²	€ 13,0	0,902	€ 11,7	0,20	BKI Baukonstruktionsdetails K3 (2011)
KLH 5s 200	CLT Oberflächenbehandl.	€/m ²	€ 16,0	1,000	€ 16,0	S.2	KLH Massivholz Preisliste (2014)
Brettstapelholzdecke gehobelt 22cm	BSH Materialpreis	€/m ²	€ 137,0	0,902	€ 123,6	16,71	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Brettstapelholzdecke gehobelt 22cm	BSH Lieferung und Montage	€/m ²	€ 13,0	0,902	€ 11,7	0,20	BKI Baukonstruktionsdetails K3 (2011)
Lignaturdeckenelement	Element Materialpreis	€/m ²	€ 95,0	1,000	€ 95,0		BKI Holzwerke Preisliste (2016)
Lignaturdeckenelement	Element Lieferung & Mont.	€/m ²	€ 13,0	0,902	€ 11,7	0,20	BKI Baukonstruktionsdetails K3 (2011)
Ortbetonplattendecke C35/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	€/m ³	€ 126,0	0,902	€ 113,7	0,80	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Schalung Decke glatte Untersicht	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 36,0	0,902	€ 32,5	0,80	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Bewehrung	inkl. Lieferung und Montage	€/kg	€ 1,2	0,902	€ 1,1	0,02	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Schalung Rippendecke	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 56,0	0,902	€ 50,5	1,20	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Hohlkörper aus Kunststoff	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 18,0	0,902	€ 16,2	S.37	Cobiax Technologiehandbuch (2015)
Elementdecke	Element Materialpreis	€/m ²	€ 17,0	1,000	€ 17,0	S.8	Oberndorfer Preisliste (2014)
Elementdecke 5+13 Aufbeton exkl. B	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 65,0	0,902	€ 58,6	0,60	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Elementdecke 5+17 Aufbeton exkl. B	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 71,0	0,902	€ 64,0	0,65	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Elementdecke 5+17 Aufbeton inkl. S+B	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 90,0	0,902	€ 81,2	351,25	BKI Baukosten Bauelemente Neubau (2015)
Spachtelung und Schleifen Decke	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 6,0	0,902	€ 5,4	0,14	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Füllkörper mit Steg und Füllbeton	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 57,2	1,000	€ 57,2	S.38	Goidinger Preisliste (2014)
Ytong Deckenplatte PP4,4-070	Element Materialpreis	€/m ²	€ 114,0	1,000	€ 114,0	S.17	Ytong Preisliste (2015)
Vorgespannte Hohldeckendecke	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 56,2	1,000	€ 56,2	S.10	Oberndorfer Preisliste (2014)
KLH 5s 140	CLT Materialpreis	€/m ²	€ 73,0	1,000	€ 73,0	S.1	KLH Massivholz Preisliste (2014)
Trapezblech	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 33,0	0,902	€ 29,8	0,15	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)
Trapezblechverbunddecke	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 80,0	1,000	€ 80,0	S.16	Arcelormittal Kosten (2011)
Hoesch Stahlblechprofil	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 70,0	1,000	€ 70,0	S.16	Arcelormittal Kosten (2011)
Coffradal 200 Element	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 110,0	1,000	€ 110,0	S.16	Arcelormittal Kosten (2011)
Trittschalldämmung Steinwolle 3cm	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 8,0	1,000	€ 8,0	0,05	ROCKWOOL Preisliste (2016)
Trittschalldämmung Steinwolle 5cm	inkl. Lieferung und Montage	€/m ²	€ 14,5	1,000	€ 14,5	0,05	ROCKWOOL Preisliste (2016)
IPE Profilstahl	inkl. Lieferung und Montage	€/kg	€ 3,0	0,902	€ 2,7	0,02	BKI Baukosten Positionen Neubau (2015)

8.4.2. Kostenermittlung Tabellen

Tramdecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Schüttung - Sand, trocken	inkl. Lieferung und Montage	0,16	6,0	9,0
OSB-Platte	inkl. Lieferung und Montage	0,20	1,8	13,5
Konstruktionsholz - Nadelholz gehobelt mit Mineralwolle als Zwischensparrendämmung 14cm	KVH Materialpreis		24,0	40,6
	KVH Lieferung und Montage	0,20		11,7
	MW inkl. Lieferung und Montage	0,22		14,4
OSB-Platte	inkl. Lieferung und Montage	0,20	1,2	13,5
		1,7	45	€ 193

Kostenermittlung Tramdecke

Brettsper Holzdecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Schüttung - Sand, trocken	inkl. Lieferung und Montage	0,16	4,0	8,0
KLH 5s 200 Deckenelement - Oberflächenqualität Wohnsicht einseitig	CLT Materialpreis		20,0	94,0
	CLT Oberflächenbeh. auf Wohnsicht einseitig im Werk			16,0
	CLT Lieferung und Montage	0,20		11,7
		1,08	36	€ 220

Kostenermittlung Brettsper Holzdecke

Brettstapelholzdecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Schüttung - Sand, trocken	inkl. Lieferung und Montage	0,16	4,0	8,0
Brettstapelholzdeckenelement - gehobelt, Verbindungen genagelt	BSH Materialpreis		22,0	123,6
	BSH Lieferung und Montage	0,20		11,7
		1,08	38	€ 233

Kostenermittlung Brettstapelholzdecke

Hohlkastendecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Schüttung - Sand, trocken	inkl. Lieferung und Montage	0,16	6,0	9,0
Lignatur Hohlkastendeckenelement - ohne Dämmung	Element Materialpreis		18,0	95,0
	Element Lieferung und Montage	0,20		11,7
		1,08	36	€ 206

Kostenermittlung Hohlkastendecke

Plattendecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	3,0	8,0
Ortbetondeckenplatte C25/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,18	23,0	26,2
	Schalung inkl. Lieferung & Mont.	0,80		32,5
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,53		29,1
		2,23	33	€ 171

Kostenermittlung Plattendecke

Plattenbalkendecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Ortbetondeckenplatte C25/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,14	32,0	19,3
	Schalung inkl. Lieferung & Mont.	1,20		50,5
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,64		35,2
		2,70	44	€ 195

Kostenermittlung Plattenbalkendecke

Kassettendecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Ortbetondeckenplatte C25/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,14	30,0	20,5
	Schalung inkl. Lieferung & Mont.	1,60		82,6
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,72		39,6
		3,18	42	€ 232

Kostenermittlung Kassettendecke

Hohlkörperdecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	3,0	8,0
Ortbetondeckenplatte C25/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,13	23,0	18,3
	Schalung inkl. Lieferung & Mont.	0,80		32,5
	Hohlkörper inkl. Lieferung & M.	0,40		16,2
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,46		25,3
		2,51	33	€ 176

Kostenermittlung Hohlkörperdecke

Elementdecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	3,0	8,0
Ortbetondeckenplatte C25/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,14	18,0	20,5
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,36		19,8
Oberndorfer Deckenelement - C25/30	Element Materialpreis		5,0	17,0
	Element L. & M. & Unterstellung	0,30		20,1
Spachtelung und Schleifen d. Unters.	inkl. Lieferung und Montage	0,14		5,4
		1,66	33	€ 166

Kostenermittlung Elementdecke

Füllkörperdecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Aufbeton	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,04	5,0	8,5
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,20		11,0
Goidinger Füllkörper mit Steg und Füllbeton	Blähtonstein		20,0	37,7
	Element L. & M. & Unterstellung	0,40		20,1
Spachtelung und Schleifen d. Unters.	inkl. Lieferung und Montage	0,14		5,4
		1,50	37	€ 173

Kostenermittlung Füllkörperdecke

Leichtbetondecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Ytong Deckenplatte PP4,4-070	Element Materialpreis		30,0	114,0
	Element Lieferung und Montage	0,20		11,7
	Fugenverguss mit Fugenbew.	0,10		16,0
Spachtelung und Schleifen d. Unters.	inkl. Lieferung und Montage	0,14		5,4
		1,16	42	€ 237

Kostenermittlung Leichtbetondecke

Spannbeton-Hohldecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Oberndorfer Vorgespannte Hohldeckendecke - C50/60	Element Materialpreis		18,0	56,2
	Element Lieferung und Montage	0,20		11,7
	Fugenverguss mit Fugenbew.	0,10		16,0
		1,02	30	€ 174

Kostenermittlung Spannbeton-Hohldecke

Holz-Beton Verbunddecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Ortbetondeckenplatte C25/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,05	6,0	6,8
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,24		13,2
KLH 5s 140 Deckenelement - Wohnsicht einseitig inkl. Verbindungsschrauben	Schrauben inkl. Lieferung & M.	0,10		8,2
	CLT Materialpreis		14,0	73,0
	CLT Oberflächenbehandlung			16,0
	CLT Lieferung und Montage	0,20		11,7
		1,31	32	€ 219

Kostenermittlung Holz-Beton Verbunddecke

Verbundträger	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Ortbetondeckenplatte C25/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,08	10,0	11,4
	Schalung inkl. Lieferung & Mont.	0,80		32,5
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,23		12,7
IPE-Stahlprofil	Stahlprofil Materialpreis		20,0	29,5
	Stahlprofil Lieferun und Montage	0,22		11,7
		2,05	42	€ 187

Kostenermittlung Verbundträger

Trapezblechverbunddecke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	3,0	8,0
Ortbetondeckenplatte C25/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,14	18,0	18,6
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,30		16,5
Trapezblech	Element Materialpreis		0,1	29,8
	Element L. & M. & Unterstellung	0,30		20,1
		1,46	28	€ 168

Kostenermittlung Trapezblechverbunddecke

Hoesch Additiv Decke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m ²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m ²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Ortbetondeckenplatte C25/30	Beton Materialpreis inkl. L. & M.	0,24	30,0	17,1
	Bewehrung inkl. Lieferung & M.	0,30		16,5
Hoesch Stahlblechprofil	Element Materialpreis		0,1	22,0
	Element inkl. Lieferung & M.	0,30		20,1
		1,56	42	€ 165

Kostenermittlung Hoesch Additiv Decke

Cofradal Decke	Bestandteil	Arbeitszeit [h/m²]	Schichtdicke [cm]	Preis [€/m²]
Parkett - mit Nut und Feder, geklebt	inkl. Lieferung und Montage	0,40	1,0	56,8
schwimmender Heizzementestrich	inkl. Lieferung und Montage	0,25	6,0	17,1
PE-Folie	inkl. Lieferung und Montage	0,02	0,1	1,4
Trittschalldämmung - Mineralwolle	inkl. Lieferung und Montage	0,05	5,0	14,5
Cofradal 200 Element	Element Materialpreis		20,0	110,0
	Element Lieferung und Montage	0,20		11,7
		0,92	32	€ 212

Kostenermittlung Cofradal Decke

8.4.3. Trittschalldämmung unter Estrich

Dämmung für schwimmende Estriche

ROCKWOOL ist Mitglied im Verband Österreichischer Estrich-Hersteller

Trittschalldämmplatte Floorrock® SE



Abmessungen mm (L x B x D)	Art.-Nr.	ROCKPACK		EINZELPAKET m ²	R _D (m ² · K)/W	Preis €/m ²	
		Anzahl Pakete	m ²			exkl. MwSt.	inkl. MwSt.
1000 x 625 x 20-5	107069	24	240	10,0	0,55	4,80	5,76
1000 x 625 x 25-5	107070	24	180	7,5	0,70	6,20	7,44
1000 x 625 x 30-5	107071	24	150	6,25	0,85	7,80	9,36
1000 x 625 x 35-5	107072	28	140	5,0	1,00	9,35	11,22
1000 x 625 x 40-5	111340	24	120	5,0	1,10	11,20	13,44
1000 x 625 x 50-5*	107055	28	105	3,75	1,40	14,05	16,86



Steinwolle-Dämmplatte für den Luft- und Trittschallschutz sowie zur Wärmedämmung von Wohnungstrenndecken unter schwimmendem Estrich ohne keramischem Belag. Geeignet als schalldämmende Einlage für die Trennfuge von zweischaligen Haustrennwänden – außer bei Ortbeton.

- Produktart MW-T nach ÖNORM B 6000
- Euroklasse A1 nach ÖNORM EN 13501-1
- Nennwert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda_D = 0,035 \text{ W/(m·K)}$
- Durchgehend wasserabweisend
- Zusammendrückbarkeit $c \leq 5 \text{ mm}$

Lieferdicke d _L in mm	20	25	30	35	40	50
Dynamische Steifigkeit s' (MN/m ³)	18	13	11	10	10	8

Trittschalldämmplatte Floorrock® TE



Abmessungen mm (L x B x D)	Art.-Nr.	PALETTE		EINZELPAKET m ²	R _D (m ² · K)/W	Preis €/m ²	
		Anzahl Pakete	m ²			exkl. MwSt.	inkl. MwSt.
1000 x 625 x 20-3	107088	20	150,0	7,5	0,55	5,65	6,78
1000 x 625 x 23-3	107095	24	135,0	5,625	0,65	6,70	8,04
1000 x 625 x 25-3	107089	20	125,0	6,25	0,70	7,35	8,82
1000 x 625 x 30-3	107090	20	100,0	5,0	0,85	9,15	10,98
1000 x 625 x 35-3	107091	20	75,0	3,75	1,00	10,95	13,14
1000 x 625 x 40-3	107092	20	75,0	3,75	1,10	12,90	15,48
1000 x 625 x 45-3	107093	16	60,0	3,75	1,25	14,50	17,40



Steinwolle-Dämmplatte für den Luft- und Trittschallschutz sowie zur Wärmedämmung von Wohnungstrenndecken unter schwimmendem Estrich, auch mit keramischem Belag.

- Produktart MW-T nach ÖNORM B 6000
- Euroklasse A1 nach ÖNORM EN 13501-1
- Nennwert der Wärmeleitfähigkeit $\lambda_D = 0,035 \text{ W/(m·K)}$
- Durchgehend wasserabweisend
- Zusammendrückbarkeit $c \leq 3 \text{ mm}$

Lieferdicke d _L in mm	20	23	25	30	35	40	45
Dynamische Steifigkeit s' (MN/m ³)	30	30	23	19	17	16	13

ROCKWOOL: Preisliste 2016, S28

www.rockwool.at/files/RW-A%20files/5_DOWNLOADS/02_Preislisten/Preislisten%20AT/RWA-HB-PL_2016-01.pdf

8.4.4. Brettsper Holzdecke



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
------------	--------------------	--

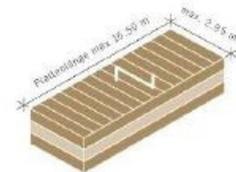
DQ - PLATTEN - VORWIEGEND ALS WANDELEMENTE (Orientierung der Decklage quer zur Produktionslänge)

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)

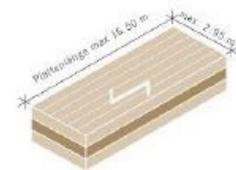
KLH 60mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	41,00
KLH 78mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	47,50
KLH 90mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	50,50
KLH 95mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	52,00
KLH 108mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	56,00
KLH 120mm 3s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	59,50**
KLH 95mm 5s DL	2.40/2.50/2.73/2.95 m	59,50
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**



3s DQ



5s DQ



3s DL



5s DL



7s DL



7ss DL



8ss DL

KLH Massivholz GmbH: Nettopreis für KLH-Standardplattentypen, S.1



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

Hebeschlaufe bis 1.000 kg	€ 2,50/Stück
Hebeschlaufe bis 2.500 kg	€ 4,00/Stück
Hebeschlaufe bis 1.000 kg inklusive Sicherungsbolzen (bei Decken- und Dachelementen)	€ 6,00/Stück
Hebeschlaufe 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.

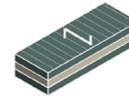


storaenso

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

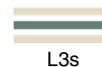
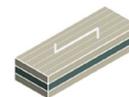


C3s



C5s

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



L3s



L5s



L5s-2*



L7s



L7s-2*



L8s-2**

* 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		€/m ²
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	m ²	2,00 €
2-seitige Bearbeitungen	bezogen auf die tatsächlich betroffene Elementnettofläche	m ² Elementfläche	10,00 €
Pfetten-, Sparren-, I-träger- und Tramauslässe, Durchbrüche	ab 10 Stück / BV	Stück	10,00 €
Durchschnittliche Elementfläche < 6 m ²	Elementfläche aus EVV	m ² 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 m ²	Stück	10,00 €
Schifterschnitte, 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 €

8.4.5. Hohlkastendecke

Bauen mit Holz / Lignatur easy



Preis **115,95 €** pro m²
inkl. MwSt.
zzgl. Versand

Mindestbestellmenge: 2,6 m² = **301,47 €** inkl. MwSt.

Bestellintervall: 2,6 m² = **301,47 €** inkl. MwSt.

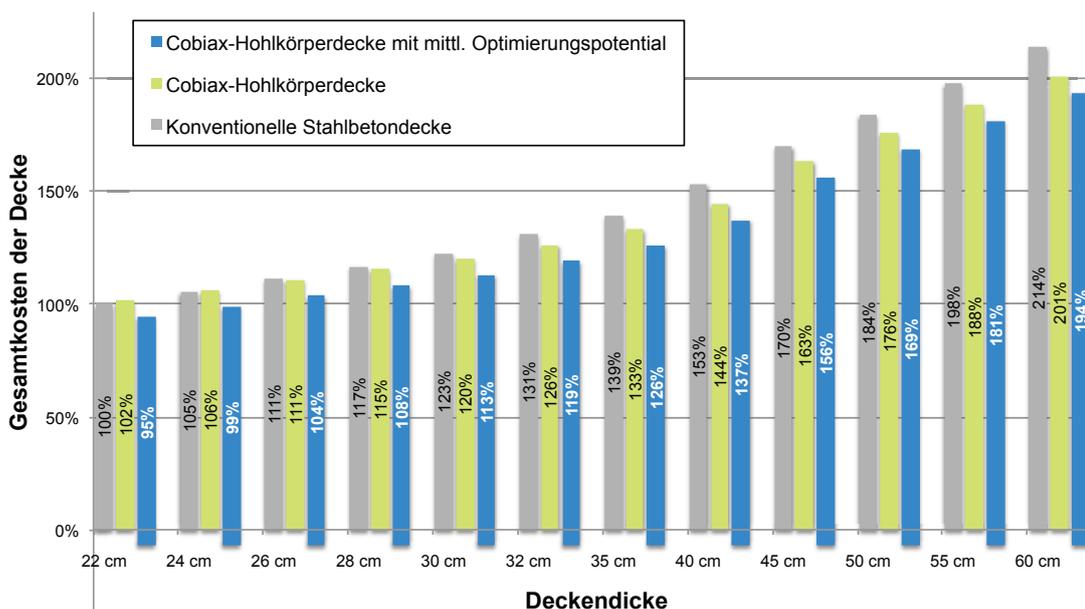
Verfügbarkeit:



SCS Holzwerke: Preisangabe Lignatur easy ohne Dämmung
<http://goo.gl/FQB7eZ>

8.4.6. Hohlkörperdecke

KOSTEN (auf den m ² Deckenfläche bezogen)		Konventionelle Stahlbetondecke h= 43 cm	Cobiax-Hohlkörperdecke h= 40 cm mit CBCM-S-260c Volumenverdrängung 0,1346 m ³ /m ² im belegten Bereich 65% Hohlkörperbereiche und 35% massive Bereiche
Schalung		28,00 EUR/m ²	um ca. 27% reduzierte Eigen-/Betonierlast 27,00 EUR/m ²
Bewehrung obere und untere Bewehrung Unterstützungskörbe obere Bewehrung Dübelleisten/Durchstanzbewehrung		51,6 kg/m ² x 1,00 EUR/kg = 51,60 EUR/m ² 100% x 2,6 kg/m ² x 2,50 EUR/kg = 6,50 EUR/m ² 7,70 EUR/m ² 65,80 EUR/m ²	um ca. 13% red. Bewehrung; um ca. 27% red. Dübelleisten/Durchstanzbew. 44,9 kg/m ² x 1,00 EUR/kg = 44,90 EUR/m ² 35% x 2,4 kg/m ² x 2,50 EUR/kg = 2,10 EUR/m ² 5,60 EUR/m ² 52,60 EUR/m ²
Cobiax-Hohlkörpermodule CBCM-S-260c frei Bau liefern abladen und verlegen			65% x 30,60 EUR/m ² = 19,89 EUR/m ² 65% x 1,50 EUR/m ² = 0,98 EUR/m ² 20,87 EUR/m ²
Beton massive Bereiche Hohlkörperbereiche mit h= 0,40 m - 0,1346 m		100% x 0,43 m x 109,60 EUR/m ³ = 47,13 EUR/m ² 47,13 EUR/m ²	35% x 0,40 m x 110,10 EUR/m ³ = 15,41 EUR/m ² 65% x 0,2654 m x 117,90 EUR/m ³ = 20,34 EUR/m ² 35,75 EUR/m ²
Gesamtkosten im reinen Deckenvergleich Differenz		100% 140,93 EUR/m ²	97% 136,22 EUR/m ² 136,22 EUR/m ² - 140,93 EUR/m ² = -4,71 EUR/m ²
Optimierungspotential am Gesamtgebäude i.M.			3,00 bis 10,00 EUR/m ² = -6,50 EUR/m ²
Gesamtkosten mit Optimierungspotential Differenz			92% 129,72 EUR/m ² 129,72 EUR/m ² - 140,93 EUR/m ² = -11,21 EUR/m ²



Cobiax - AT GmbH: Preisvergleich in Technologiehandbuch, S.37 & 38

http://www.cobiax.com/dynamo/files/user_uploads/02_deutschland/Cobiax_THB_11_2015_de.pdf

8.4.7. Füllkörperdecke



LW bis	Art.Nr.	NL kg/m ²	Höhe	PREIS/m ² EURO	LW bis	Art.Nr.	NL kg/m ²	Höhe	PREIS/m ² EURO
3,00	1202300	250	20	34,50	3,00	1205300	500	20+4	36,40
3,25	1202325	250	20	36,40	3,25	1205325	500	20+4	36,40
3,50	1202350	250	20	36,40	3,50	1205350	500	20+4	38,70
3,75	1202375	250	20	36,40	3,75	1205375	500	20+4	38,70
4,00	1202400	250	20	38,70	4,00	1205400	500	20+4	41,20
4,25	1202425	250	20	41,20	4,25	1205425	500	20+4	41,20
4,50	1202450	250	20	41,20	4,50	1205450	500	20+5	43,00
4,75	1202475	250	20	43,00	4,75	1205475	500	20+5	44,40
5,00	1202500	250	20	46,00	5,00	1205500	500	20+5	47,50
5,25	1202525	250	20	47,50	5,25	1205525	500	20+5	49,40
5,50	1202550	250	20+4	55,50	5,50	1205550	500	20+5	55,50
5,75	1202575	250	20+5	55,50	5,75	1205575	500	20+5	58,90
6,00	1202600	250	20+5	57,20	6,00	1205600	500	20+5	60,70
Deckenträger									
LW bis	Art.Nr.	NL kg/m ²	Höhe	PREIS/m ² EURO	LW bis	Art.Nr.	NL kg/m ²	PREIS/lfm EURO	
3,00	1209300	1000	20+5	38,70	3,00	1200300	250	8,20	
3,25	1209325	1000	20+5	38,70	3,25	1200325	250	9,20	
3,50	1209350	1000	20+5	41,20	3,50	1200350	250	9,20	
3,75	1209375	1000	20+5	41,20	3,75	1200375	250	9,20	
4,00	1209400	1000	20+5	44,40	4,00	1200400	250	10,20	
					4,25	1200425	250	11,40	
					4,50	1200450	250	11,40	
					5,00	1200500	250	13,50	
					5,75	1200575	250	18,70	
Preise inkl. Träger- und Füllsteine. Abrechnung Trägerlänge x Lichter Breite.									
Wechsel, Querrippen, Kapp- und Einspannbewehrung sind im Preis nicht enthalten.									

8.4.8. Elementdecke

Preisliste 2016

Seite: 7

20. November 2015

Preise gültig ab 01.01.16

Alle Debitoren

Nr. Bezeichnung Preis in EUR per

ED - Elementdecken

Elementstärke: ca. 5,0 bis 5,5 cm - Betongüte der Elemente: C25/30 XC2

Standardplattenbreite: 2,40 m, 2,60 m bis 3,00 m

Im Plattenpreis enthalten: Ausarbeiten von Montage- und Verlegeplänen, planbedingt erforderliche

Passplatten und schräge Plattenrandabschalung, inklusive Aussparungen rechteckig,

Bestellen und Einbauen von Standard-Elektrodosen und PVC-Rohren in Elementhöhe bis Ø 150 mm.

Keine bauseitigen Beistellungen von Standard-Elektrodosen möglich.

Preise ab Werk Gunkirchen, Herzogenburg, Gars/Kamp, Großwilfersdorf, Radfeld, Völkermarkt

ED Elementdecke 17,00 m²
Grundplatte d= ca. 5,0 bis 5,5 cm, Betongüte = C25/30 XC2,
Bewehrung und Gitterträger werden in eigener Position verrechnet

Oberndorfer G,bH & CO KG: Preisliste Elementdecke, S.7

http://www.oberndorfer.at/fileadmin/user_upload/documents/Download/Preisliste/Oberndorfer_Preisliste_2014.pdf

Art. Nr	Bezeichnung	EH	Preis pro EH EURO
1301010	Elementdecke - Brett ab Werk*	m ²	14,90
1301020	Aufpreis für Plattenbreite 1 m	m ²	2,00
1301021	Aufpreis für Passplatten	m ²	1,95
1301025	Aufpreis für Plattendicke über 5 cm, je cm	m ²	1,34
1301030	Aufpreis für Aussparung eckig	Stk	13,97
1301033	Aufpreis für Aussparung rund	Stk	31,88
1301034	Rundabschalungen	lfm	45,18
1301035	Aufpreis für schräge Platten (Schrägabschalung)	lfm	15,24
1301050	Aufpreis Aufkantung bis 24 cm	lfm	32,83
1301055	Aufpreis Isokorb einbauen	Stk	26,37
1302010	Elementdecke Bewehrung TC 55	kg	2,63
1302015	Elementdecke Fugenbewehrung	kg	2,63
1302020	Elementdecke Bewehrung Baustahlmatten	kg	2,63
1302050	Gitterträgermehrkosten	kg	0,33
1303010	Einlegen von Wassernasen u.Dreikantleist.	lfm	8,27
1303013	Einlegen von beigestellten Dosen, Anker	Stk	10,29
1303015	Winterzuschlag 15.11.-15.3	m ²	0,77
1303016	nachträgl.ändern der Pläne d.den Kunden (ab 2.Änd.)	Stk	68,29

Goidinger Bau + Leichtbeton GmbH: Preisliste Elementdecke, S.36

<http://www.goidinger.at/new/pdf/preisliste.pdf>

8.4.9. Spannbeton Hohldecke

Preisliste 2016

Seite: 10

20. November 2015

Preise gültig ab 01.01.16

Alle Debitoren

Nr.	Bezeichnung	Preis in EUR per
VSD - Hohldielendecken		
Betongüte VSD 8-16 - VSD 4-32: C50/60 - Betongüte VSD 4-40 - VSD 4-50: C55/67		
Spannweiten lt. Belastungsdiagramm		
Preise ab Werk, inkl. PVC-Kappen und Entwässerungsbohrungen		
VSD16M	VSD Hohldiele, Typ 8-16 M	44,95 m ²
VSD16B	VSD Hohldiele, Typ 8-16 B	51,00 m ²
VSD20B	VSD Hohldiele, Typ 6-20 B	56,15 m ²
VSD20C	VSD Hohldiele, Typ 6-20 C	63,55 m ²
VSD26B	VSD Hohldiele, Typ 5-26,5 B	72,90 m ²
VSD26C	VSD Hohldiele, Typ 5-26,5 C	78,05 m ²
VSD28S	VSD Hohldiele, Typ 5-28,5 S (nur GSK)	Preis auf Anfrage
VSD32B	VSD Hohldiele, Typ 4-32 B	80,40 m ²
VSD32C	VSD Hohldiele, Typ 4-32 C	88,95 m ²
VSD40B	VSD Hohldiele, Typ-4-40 B	92,45 m ²
VSD40C	VSD Hohldiele, Typ-4-40 C	98,60 m ²
VSD42S	VSD Hohldiele, Typ-4-42 S (nur GSK)	Preis auf Anfrage
VSD 4-45	ab Werk GWD, VOE, WOE	
VSD45B	VSD Hohldiele, Typ-4-45 B	Preis auf Anfrage
	Aussparungen werksseits nicht möglich	
VSD45C	VSD Hohldiele, Typ-4-45 C	Preis auf Anfrage
	Aussparungen werksseits nicht möglich	
VSD 4-50	ab Werk GWD, HZB, RDF	
VSD50B	VSD Hohldiele, Typ 4-50 B	Preis auf Anfrage
	Aussparungen werksseits nicht möglich	
VSD50C	VSD Hohldiele, Typ 4-50 C	Preis auf Anfrage
	Aussparungen werksseits nicht möglich	

Bewehrung:

Bewehrungspreise sind unverbindlich und können sich jederzeit ändern.

Den tagesaktuellen Preis bitten wir anzufragen.

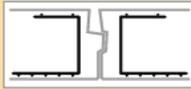
Bewehrung mitgeliefert:

PVSDROS7	VSD Standard Fugen- und Rostbewehrung mitli. 7 m Stangen, gerade, nicht gebogen	1.200,00 to
PVSDROST	VSD Fugen- und Rostbewehrung mitliefern geschnitten und teilweise gebogen	1.450,00 to
PVSDZA16	VSD Zuganker für Hohldiele 16 cm mitliefern geschnitten und gebogen - Werk VOE	3,93 Stk
PVSDZA20	VSD Zuganker für Hohldiele 20 cm mitliefern geschnitten und gebogen - Werk VOE	4,20 Stk
PVSDZA26	VSD Zuganker für Hohldiele 26 cm mitliefern geschnitten und gebogen - Werk VOE	4,45 Stk
PVSDZA32	VSD Zuganker für Hohldiele 32 cm mitliefern geschnitten und gebogen - Werk VOE	4,72 Stk

8.4.10. Leichtbetondecke

YTONG DECKEN- UND DACHPLATTEN

Ytong Decken- und Dachplatten unterscheiden sich von den Ytong Decken- und Dachplatten durch ihr Nut-Feder-Profil mit kleinerer Vergussnut. Aus den Ytong Decken- und Dachplatten lassen sich Decken und Massivdächer jeder Form mit jedem gewünschten Dachaufbau realisieren.

YTONG Decken- und Dachplatten PP 4,4 - 0,70			$\lambda=0,18$ W/mK Normierte Druckfestigkeit: 4,4 N/mm ²		Verrechnungseinheit: m ² Mindestlieferungsmenge: 1 Stk.				
									
SAP Art. Nr.	Artikelbezeichnung	L x B x D cm	Verrechnungseinheit	Brutto-Listenpreis 2015 in Euro/Einheit, franko					
				ab Werk	Zone 1 1-100 km	Zone 2 101-200 km	Zone 3 201-300 km	Zone 4 über 300 km	
					enthaltene Frachtkosten				
10506400	Dachplatten PP 4,4 -0,70 12,5 cm $\lambda=0,18$	max. 330 x 62,5 x 12,5	m ²	47,56	50,44 2,88	50,98 3,42	52,03 4,47	53,74 6,18	
10506500	Dachplatten PP 4,4-0,70 15 cm $\lambda=0,18$	max. 400 x 62,5 x 15	m ²	57,12	60,54 3,42	61,24 4,12	62,49 5,37	64,55 7,43	
10506700	Dachplatten PP 4,4-0,70 20 cm $\lambda=0,18$	max. 550 x 62,5 x 20	m ²	76,07	80,65 4,58	81,56 5,49	83,24 7,17	85,96 9,89	
10506900	Dachplatten PP 4,4-0,70 24 cm $\lambda=0,18$	max. 600 x 62,5 x 24	m ²	91,34	96,83 5,49	97,94 6,60	99,90 8,56	103,20 11,86	
10507100	Dachplatten PP 4,4-0,70 30 cm $\lambda=0,18$	max. 600 x 62,5 x 30	m ²	114,18	121,04 6,86	122,43 8,25	124,88 10,70	129,00 14,83	
51007212	Werkseitige Schnitte		lfm	24,81					

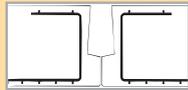
TECHNISCHE DATEN

Zulässige Belastung ohne Eigengewicht kN/m ²	Max. Stützweiten in cm bei Regellastfällen in Abhängigkeit von der Schlankheit ohne Formänderungsnachweis					Tragfähigkeit – Bemessungshilfe Max. Auflasten und max. Stützweiten für die Güteklasse P4.4 -0,70 Maximale Schlankheit l/h ≤ 30
	Plattendicke - Stützweite in cm					
	12,5 cm	15 cm	20 cm	24 cm	30 cm	
2,50	320	385	515	590	590	
3,00	320	360	490	585	590	
3,50	305	340	460	550	590	
4,00	290	325	440	530	590	
4,50	275	310	420	505	590	
5,00	265	300	405	490	590	
5,50	255	285	395	470	590	
6,00	245	275	380	455	570	

Feuerwiderstand	REI- 60	REI- 90
-----------------	---------	---------

Güteklasse - Rohdichteklasse P 4,4- 0,70	Berechnungsgewichte je Plattendicke				
Plattendicke in cm	12,5	15	20	24	30
Eigenlast in kN/m ²	1,05	1,26	1,68	2,01	252
Fugenvergussbeton l/m ²	2,3	2,7	3,4	4,2/ 17,5 -1)	2,7

YTONG DECKENELEMENTE UND ZUBEHÖR

YTONG Deckenelemente P 4,4-0,70			$\lambda=0,18 \text{ W/mK}$ Normierte Druckfestigkeit: 4,4 N/mm ²		Verrechnungseinheit: m ² Mindestlieferungsmenge: 1 Stk.		
			Lichte Weite ≤ 540 cm: Auflast = 4,0 kN/m ² Lichte Weite 540-580 cm: Auflast = 3,0 kN/m ² Auflagertiefe: 10 cm je Seite Brandwiderstandsklasse ¹⁾ : REI 90 Profil: Nut/Feder				
SAP Art. Nr.	Artikelbezeichnung L x B x D cm	Verrechnungseinheit	Brutto-Listenpreis 2015 in Euro/Einheit, franko				
			ab Werk	Zone 1 1-100 km	Zone 2 101-200 km	Zone 3 201-300 km	Zone 4 über 300 km
			enthaltene Frachtkosten				
10514800	Deckenelemente bis max. 600 x 62,5 x 24	m ²	91,34	96,83 5,49	97,94 6,60	99,90 8,56	103,20 11,86
Zusatzleistungen, Zubehör							
51007300	Werkseitige Schnitte (Nettopreis)	l ^{fm}	24,81				
50500020	Abladen der Decke auf Mauerwerk ¹⁾	m ²	4,60				
31235001	Auswechlungsbügel 62,5 x 24 cm	Stk.	43,96				
31235004	Auswechlungswinkel 125 x 24 cm	Stk.	102,60				
30421010	Unterlagsstreifen 120 x 10 x 1	Stk.	1,45				

¹⁾ Gültig bei einer Mindestabnahmemenge von 80 m², maximale Kranausladung 17m ab Achse Kran. Die Zufahrt für einen Kran-LKW muss gewährleistet sein. Das Verlegepersonal ist bauseits zu stellen.

Deckenrost-Verblendelemente und -steine				Verrechnungseinheit: Stk.	
SAP Art. Nr.	Artikelbezeichnung	L x D x H cm	Güteklasse	Brutto-Listenpreis 2015 in Euro/Einheit, franko	
				ab Werk	zugestellt
11086700	Deckenrost-Verblendelement	250 x 7,5 x 20	P 3,3	26,49	27,61
11086900	Deckenrost-Verblendelement	250 x 10 x 20	P 3,3	35,32	36,82
11087000	Deckenrost-Verblendelement	250 x 10 x 24	P 3,3	42,38	44,22
01360710	Deckenroststein 1 Pal = 60 Stk	50 x 10 x 20	P 2-0,35	1,45	1,96

Xella Porenbeton Österreich GmbH: Preisliste Ytong Deckenplatten, S.16

8.4.11. Verbunddecke, Hoesch Additiv Decke & Cofradaldecke

Deckensysteme	Preisindikation in €/m ² DEF ^{b)}				ArcelorMittal-Arval Systeme/Produkte
Nutzlasten:	< 3,50 kN/m ²	< 5,00 kN/m ²	< 7,50 kN/m ²	< 10,00 kN/m ²	
Verbunddecken (mit Verbundwirkung) • Spannweiten von 2,5 m - 3,5 m • Spannweiten von 3,5 m - 5,0 m	55 - 70 €/m ² 60 - 80 €/m ²	61 - 78 €/m ² 65 - 90 €/m ²	66 - 84 €/m ² 75 - 100 €/m ²	75 - 95 €/m ² 85 - 120 €/m ²	Cofrasta 40 Cofrasta 56 Cofrasta 70 Cofraplus 60
Mitragende Profibleche (additive Tragwirkung)^{c)} • Spannweiten von 4,5 m - 6,2 m (ohne temporäre Unterstützung)	52 - 70 €/m ²	55 - 75 €/m ²	-	-	Cofraplus 220A ^{c,d)}
Vorgefertigte Verbundelementdecke^{d)} • Spannweiten von 5,0 m bis 7,0 m (ohne temporäre Unterstützung)	80 - 110 €/m ²	80 - 110 €/m ²	-	-	Cofradal 200 ^{d)}
Verbunddecke mit Stahlfaserbeton^{e)} • Spannweiten von 2,5 m - 3,5 m • Spannweiten von 3,5 m - 5,0 m	54 - 75 €/m ² 59 - 84 €/m ²	60 - 83 €/m ² 64 - 94 €/m ²	66 - 92 €/m ² 75 - 105 €/m ²	78 - 105 €/m ² 90 - 130 €/m ²	Verbunddeckenprofile siehe oben; TABIX, HE, FE
Preisminderungen und Preisaufläge					
Minderpreis für REI 30-Qualität (F30)					- 3 bis - 8 €/m ²
Mehrpreis für beschichtete Profibleche ^{e)}					+ 2 bis + 5 €/m ²

Arcelormittal: Durchschnittspreis bei Stahl-Beton Verbunddecken, S.16

http://www.szs.ch/user_content/editor/files/Downloads_Kosten/kosten%20im%20stahlbau%202011.pdf

8.5. Ökobilanz

Nr.	Bezeichnung	Phase	Dichte [kg/m³]	Menge	Einheit (kg, m3, m2)	PENRT Herst. [MJ/*]	GWP Herst. [kg/*]	AP Herst. [kg/*]
2.1.a	Zement (CEM II 32,5)	A1-A3	3000	1	kg	2,29	0,8387	0,001055
5.1.a	Sand 0/2	A1-A3	1600	1	kg	0,04057	0,002955	8,97E-06
4.1.a	Fußbodenheizung PP (200 mm Abstand)	A1-A3		1	m2	141	4,86	0,008728
4.1.c	Fußbodenheizung PP (200mm Abstand)	C3		1	m2	0,6168	4,916	0,0003023
4.1.d	Fußbodenheizung PP (200mm Abstand)	D		1	m2	-34,23	-2,296	-0,002759
5.1.c	Bauschuttzubereitung	C3		1	kg	0,05303	0,002728	1,93E-05
1.1.a	Stabparkett	A1-A3	800	1	m2	150,98	-29,08	0,0731
1.c	Holz naturbelassen in MVA	C3		1	kg	0,3936	1,82	0,0001748
1.d	Holz naturbelassen in MVA	D		1	kg	-11,51	-0,7694	-0,0009115
4.2.a	Dampfbremse PE	A1-A3	930	1	m2	14,39	0,4467	0,005599
4.c	Verbrennung Kunststoff in MVA	C3		1	kg	1,166	2,526	0,0006019
4.d	Verbrennung Kunststoff in MVA	D		1	kg	-23,73	-1,591	-0,001908
5.2.a	Mineralwolle Bodendämmung	A1-A3	120	1	m3	1,78E+03	138,8	0,6228
1.2.a	5 Schicht Massivholzplatte	A1-A3	500	1	m3	2,97E+03	-642	0,597
1.2.c	5 Schicht Massivholzplatte	C3	500	1	m3	-90,2	8,10E+02	0,00698
1.2.d	5 Schicht Massivholzplatte	D	500	1	m3	-7652	-366	-0,376
5.3.a	Sand getrocknet	A	1800	1	kg	0,5404	0,0338	0,00003262
1.c.2	Holzwerkstoffe	C3		1	kg	0,5121	1,799	0,0005856
1.d.2	Holzwerkstoffe	D		1	kg	-8,958	-0,5987	-0,0007089
2.a	Transportbeton C20/25	A1-A3	2365	1	kg	0,4157	0,1044	0,0001669
2.a.2	Transportbeton C30/37	A1-A3	2365	1	kg	0,4297	0,1303	0,0001971
3.1.a	Bewehrungsstahl	A1-A3	7850	1	kg	10,71	0,75	0,001786
1.3.a	Brettschichtholz	A1-A3	450	1	m3	2,87E+03	-6,50E+02	0,746
1.3.c	Brettschichtholz	C3	450	1	m3	6,56	819	0,00698
1.3.d	Brettschichtholz	D	450	1	m3	-7552	-374	-0,384
1.4.a	Konstruktionsvollholz	A1-A3	500	1	m3	1,59E+03	-712	0,475
1.4.c	Konstruktionsvollholz	C3	500	1	m3	82,62	8,10E+02	0,00698
1.4.d	Konstruktionsvollholz	D	500	1	m3	-7135	-365	-0,375
2.a.3	Porenbeton P4 05 unbewehrt	A1-A3	700	1	m3	1418	230,4	0,2456
3.a.1	Stahlprofile	A1-A3	7850	1	kg	12,9	1,024	0,002884
3.c.1	Stahlprofile	C3	7850	1	kg	0,01206	0,0008872	5,383E-06
3.d.1	Stahlprofile	D	7850	1	kg	-1,815	-0,2056	-0,0007996
3.a.2	Feuerverzinktes Stahlblech	A1-A3	5720	1	m2	177,8	15,24	0,05421
3.c.2	Feuerverzinktes Stahlblech	C3	5720	1	m2	0,01316	9,68E-04	5,872E-06
3.d.2	Feuerverzinktes Stahlblech	D	5720	1	m2	-14,29	-1,619	-0,006296
2.a.4	Blähton	A1-A3	500	1	m3	821,6	130,9	0,841
4.a.2	Polypropylen Kugel	A1-A3	12	1	kg	91,89	3,174	0,005299
4.c.2	Polypropylen Kugel	C3	12	1	kg	0,4038	3,219	0,0001979
4.d.2	Polypropylen Kugel	D	12	1	kg	-24,45	-1,64	-0,001971

Daten von Ökobaudat (<http://www.oekobaudat.de/>), 03.03.2016, 16:06

Nr.	Bezeichnung	Phase	Dichte [kg/m ³]	Menge	Einheit (kg, m ³ , m ²)	PENRT Herst. [MJ/*]	GWP Herst. [kg/*]	AP Herst. [kg/*]
1.5.a	Balkenschichtholz	A1-A3	500	1	m ³	2,42E+03	-674	0,552
1.5.c	Balkenschichtholz	C3	500	1	m ³	37,8	815	6,98E-03
1.5.d	Balkenschichtholz	D	500	1	m ³	-7,23E+03	-367	-0,378
1.6.a	OSB-Platte	A1-A3	617	1	m ³	4808	-760,5	1,04E+00
1.6.c	OSB-Platte	C3	617	1	m ³	-537	1,04E+03	0
1.6.d	OSB-Platte	D	617	1	m ³	-1,05E+04	-649	-0,3863
5.2.c	Baushuttdeponie	C4		1	kg	0,2193	0,01613	0,00009786

Daten von Ökobaudat (<http://www.oekobaudat.de/>), 03.03.2016, 16:06

Technische Beschreibung von Bauschutt-Deponierung (Datensatz von Ökobau.Dat):

Dieser Datensatz deckt die Abscheidung von 1 kg Bauschutt in einer angemessenen Deponie ab. Inertabfalldeponien mit Oberflächenversiegelung Basisabdichtung gemäß TaSi (deutsche Umsetzung der Directive 1999/31/EG für Deponien). Deponiehöhe 30 m, Deponiegelände 40.000 Quadratmetern; 100 Jahre Lagerung. Die Bemühung um Dichtungsmaterialien (Ton, Mineralguss, PE-Film) und Diesel für den Verdichter/für die Müllpress ist im Datensatz enthalten. Fällungsdaten von [BAUMGARTNER & LIEBSCHER]. Es wird ein Anteil von 50 % Transpiration/Abfluss angenommen. Deponiesickerwasser: Es wird von einer exponentiellen Löslichkeit von Flüssigkeiten ausgegangen. Löslichkeitsfaktoren werden zur Berechnung verschiedener Löslichkeiten herangezogen. [Finnveden]. Sickerwasser und Deponiekörper werden als einheitlich vorausgesetzt. Kein Sickerwasserkreislauf. Für Sickerwasser probate Basisabdichtung: 60 %. Das Hintergrundsystem wird wie folgt bezeichnet (deutsche Bedingungen): Die Versiegelung enthält als relevante Prozesse Kies/Schotter, Blähton, Polyethylenfolie und Sand. Hintergrundsystem: Strom: Die Stromerzeugung wird entsprechend der länderspezifischen Randbedingungen modelliert. Die landesspezifische Analyse beinhaltet:

- 1.: Spezifische Kraftwerke der verschiedenen fossilen Energieträger und der Einsatz erneuerbarer Energien sind entsprechend der länderspezifischen Energieträgermische modelliert. Die Analyse bezieht Stromimporte aus den Nachbarländern, Transmissions- und Verteilungsverluste und den Eigenverbrauch im Kraftwerk und bei der Verteilung bzw. Speicherung, z. B. durch Pumpspeicherwerke, ein.
- 2.: Die landes-/regionalspezifischen Technologiestandards sowie die Erzeugung in Elektrizitätskraftwerken und/oder in speziellen Kraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sind berücksichtigt.
- 3.: Die länderspezifische Energieträgerbereitstellung (mit Anteil der Importe und/oder Eigenversorgung) einschließlich der Energieträger-Eigenschaften (z. B. Elementar- und Energiegehalte) werden berücksichtigt.
- 4.: Die Förderung, Produktion, Verarbeitung und Transportprozesse werden entsprechend der Situation im jeweiligen Stromerzeugerland modelliert. Die unterschiedlichen Produktions- und Verarbeitungsverfahren (Emissionen und Wirkungsgrade) in den verschiedenen Energieerzeugerländern werden einbezogen, z. B. Rohöl-Veredelungsverfahren oder Abfackel-Raten an den Ölplattformen. Thermische Energie, Prozessdampf: Die Erzeugung von Dampf und thermischer Energie in Heizkraftwerken wird entsprechend der landesspezifischen Situation (Emissionsgrenzwerte, Energieträgerbasis) modelliert. Der Wirkungsgrad für die thermische Energieerzeugung beträgt per Definition 100% des Energieträgereinsatzes. Für Prozessdampf liegt der Wirkungsgrad im Bereich von 85-95%. Die zur Heizenergie-Erzeugung verwendeten Energieträger werden entsprechend der nationalen Situation modelliert (siehe Kapitel Strom oben). Transporte: Alle relevanten und bekannten Transportprozesse in Form von See- und Binnenschiffsverkehr sowie Bahn-, Lkw- und der Leitungstransport sind enthalten. Energieträger: Die Energieträger werden entsprechend der spezifischen Versorgungslage modelliert (siehe Kapitel Strom oben). Raffinerieprodukte: Diesel, Benzin, technische Gase, Heizöl, Schmierstoffe und Rückstände, wie Bitumen, werden mit einem parametrisierten länderspezifische Raffineriemodell modelliert. Das Raffinerie-Modell bezieht die länderspezifischen Veredelungsverfahren (z. B. Emissionspegel, interner Energieverbrauch etc.) und das länderspezifische Produktspektrum ein, das sich je nach Land stark unterscheiden kann. Die Rohöl-Förderung wird gemäß der länderspezifischen Situation mit den jeweiligen Energieträger-Eigenschaften modelliert.

Technische Beschreibung von End of life - Holzwerkstoffe in Müllverbrennungsanlagen:

Der Datensatz beschreibt die Verbrennung von Holzwerkstoffen mit einem unteren Heizwert von 14,6 MJ/kg. Die Verbrennung erfolgt in Müllverbrennungsanlagen (MVA) unter Nutzung der thermischen Energie mit deutschen Randbedingungen. Um den gesetzlichen Anforderungen zu entsprechen, wird eine trockenen Rauchgasreinigung und selektive nicht-katalytische Reduktion zur Stickoxid-Beseitigung nachgeschaltet. Auswirkungen auf die Umwelt, die durch die Abfallsammlung, den Transport oder die Vorbehandlung entstehen, sind nicht im Datensatz enthalten. Die modellierte Anlage besteht aus einer Verbrennungslinie, die mit einem Rost- und einem Dampfgenerator ausgestattet ist. Der durchschnittliche Wirkungsgrad der Dampferzeugung liegt bei 82%. Ein Teil des erzeugten Dampfes wird intern als Prozessdampf genutzt. Der restliche Teil wird zur Stromerzeugung oder als Heizenergie für die Industrie oder Haushalte bereitgestellt. Die Energiebilanz der analysierten Anlage entspricht den landes-/regionsspezifische Bedingungen. Die durchschnittliche Anlage weist einen Wirkungsgrad von 38% auf. Die erzeugte Energie wird zu 28 % für Stromgewinnung genutzt, 72% dienen der Dampferzeugung. Datengrundlage bildet eine ITAD-Studie (IG der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen Deutschland), die im Jahr 2008 69 Müllverbrennungsanlagen in Deutschland analysiert hat. Die Energiebilanz eines Durchschnittsabfalls wird herangezogen, um spezifische Abfälle wie Kunststoffabfall oder Holz mit den entsprechenden Heizwerten berechnen zu können. Der Eigenverbrauch der Anlage sowie Hilfsstoffe sind im Datensatz berücksichtigt. Der Eigenverbrauch ist teilweise unabhängig von der Abfallart, z. B. bezüglich der Aufbereitung des Abfalls vor der Verbrennung. In anderen Bereichen spielt die Abfallzusammensetzung eine wesentliche Rolle, so z. B. beim Abgasvolumen, der Behandlung spezifischer Emissionen etc. Zur Rauchgasreinigung wird ein Trockenverfahren mit Adsorber eingesetzt. Stickoxidemissionen werden durch das SNCR-Verfahren, bei dem Ammoniakwasser in den Feuerraum eingedüst wird, vermindert. Die Stickoxide reagieren mit dem Ammoniak zu Stickstoff und Wasser. Anschließend wird das Rauchgas konditioniert, Adsorptionsmittel zugegeben und durch einen Gewebefilter gereinigt. Kalkmilch und feine Partikel von Herdofenkoks werden als Adsorptionsmittel verwendet; ein Teil der Adsorptionsmittel kann recycelt werden. Die Flugasche wird mit Adsorptionsmittel versetzt und anschließend mit der Kesselasche vermischt (Behandlung von APC-Rückständen siehe unten). Daten zu durchschnittlichen Emissionswerten von HCl, HF, NO_x, VOC, N₂O, CO, NH₃, SO₂, Staub, Dioxinen und den Schwermetallen As, Cd, Co, Cr, Ni und Pb pro Kubikmeter gereinigtes Rauchgas sind dem BREF-Dokument Waste incineration⁴⁴ der Europäischen Kommission entnommen. Bedingt durch die Vielzahl an Emissionen werden für einige Emissionen und Stoffrückstände die Durchschnittswerte mit zusätzlichen gemessenen Anlagendaten ergänzt. Wenn Emissionswerte gänzlich fehlen, werden durchschnittliche Transferkoeffizienten (Literatur) zur Berechnung herangezogen. Auch die Verteilung von Elementen auf die entstehenden Reststoffe erfolgt in dieser Weise. Die APC-Rückstände einschließlich Kesselasche, Filterkuchen und Schlämme werden in unterirdischen Lagerstätten, z. B. Salzbergwerken, deponiert. Die Entsorgung in unterirdischen Lagerstätten ohne freies Wasser und ohne Kontakt zum Grundwasser wurde als emissionsfrei modelliert. Der Betrieb der unterirdischen Lagerstätte ist inbegriffen. Entsorgungstransporte sind ebenfalls berücksichtigt. Alle relevanten Betriebsmittel und Hilfsstoffen, die in der Abfallverbrennungsanlage verwendet werden, sind im Ökobilanzmodell betrachtet.

Hintergrundsystem: Strom: Die Stromerzeugung wird entsprechend der länderspezifischen Randbedingungen modelliert. Die landesspezifische Analyse beinhaltet:

- 1.: Spezifische Kraftwerke der verschiedenen fossilen Energieträger und der Einsatz erneuerbarer Energien sind entsprechend der länderspezifischen Energieträgermische modelliert. Die Analyse bezieht Stromimporte aus den Nachbarländern, Transmissions- und Verteilungsverluste und den Eigenverbrauch im Kraftwerk und bei der Verteilung bzw. Speicherung, z. B. durch Pumpspeicherwerke, ein.
- 2.: Die landes-/regionalspezifischen Technologiestandards sowie die Erzeugung in Elektrizitätskraftwerken und/oder in speziellen Kraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) sind berücksichtigt.
- 3.: Die länderspezifische Energieträgerbereitstellung (mit Anteil der Importe und/oder Eigenversorgung) einschließlich der Energieträger-Eigenschaften (z. B. Elementar- und Energiegehalte) werden berücksichtigt.
- 4.: Die Förderung, Produktion, Verarbeitung und Transportprozesse werden entsprechend der Situation im jeweiligen Stromerzeugerland modelliert. Die unterschiedlichen Produktions- und Verarbeitungsverfahren (Emissionen und Wirkungsgrade) in den verschiedenen Energieerzeugerländern werden einbezogen, z. B. Rohöl-Veredelungsverfahren oder Abfackel-Raten an den Ölplattformen. Thermische Energie, Prozessdampf: Die Erzeugung von Dampf und thermischer Energie in Heizkraftwerken wird entsprechend der landesspezifischen Situation (Emissionsgrenzwerte, Energieträgerbasis) modelliert. Der Wirkungsgrad für die thermische Energieerzeugung beträgt per Definition 100% des Energieträgereinsatzes. Für Prozessdampf liegt der Wirkungsgrad im Bereich von 85-95%. Die zur Heizenergie-Erzeugung verwendeten Energieträger werden entsprechend der nationalen Situation modelliert (siehe Kapitel Strom oben). Transporte: Alle relevanten und bekannten Transportprozesse in Form von See- und Binnenschiffsverkehr sowie Bahn-, Lkw- und der Leitungstransport sind enthalten. Energieträger: Die Energieträger werden entsprechend der spezifischen Versorgungslage modelliert (siehe Kapitel Strom oben). Raffinerieprodukte: Diesel, Benzin, technische Gase, Heizöl, Schmierstoffe und Rückstände, wie Bitumen, werden mit einem parametrisierten länderspezifische Raffineriemodell modelliert. Das Raffinerie-Modell bezieht die länderspezifischen Veredelungsverfahren (z. B. Emissionspegel, interner Energieverbrauch etc.) und das länderspezifische Produktspektrum ein, das sich je nach Land stark unterscheiden kann. Die Rohöl-Förderung wird gemäß der länderspezifischen Situation mit den jeweiligen Energieträger-Eigenschaften modelliert.

Tramdecke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe						
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]	
	0.0100	Parkett	Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
	0.0600	Zement	Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
		Sand	Sand 0/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
		Fußbodenheiz	Fußbodenheizung	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
	0.0010	PE-Folie	Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
	0.0500	Trittschalldäm	Mineralwolle Bode	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
	0.0600	Schüttung	Sand getrocknet	0,0600	108,0000	58,36	3,6504	0,0035	Baushuttdeponie	23,68	1,7420	0,0106					82,05	5,3924	0,0141	
	0.0200	OSB-Platte	OSB-Platte	0,0200	12,3400	96,16	-15,2100	0,0208	OSB-Platte	-10,74	20,8000	0,0000	OSB-Platte	-210	-12,98	-0,007726	-124,58	-7,3900	0,0131	
	0.2400	KVH	Konstruktionsvollf	0,0360	18,0000	57,24	-25,6320	0,0171	Konstruktionsvollf	2,97	29,1600	0,0003	Konstruktionsvollf	-256,86	-13,14	-0,0135	20,11	7,2763	0,0800	
		Mineralwolle	Mineralwolle Bode	0,12	14,4	213,6	16,656	0,074736	Baushuttdeponie	3,15792	0,232272	0,001409								
	0.0100	OSB-Platte	OSB-Platte	0,01	6,17	48,08	-7,605	0,01039	OSB-Platte	-5,37	10,4	0	OSB-Platte	-105	-6,49	-0,003863	-62,29	-3,695	0,006527	
	0.45	Summe															321,44	37,806	0,2877	

Ökobilanzermittlung Tramdecke

Brettsperholzdecke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe						
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]	
	0.0100	Parkett	Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
	0.0600	Zement	Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
		Sand	Sand 0/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
		Fußbodenheiz	Fußbodenheizung	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
	0.0010	PE-Folie	Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
	0.0500	Trittschalldäm	Mineralwolle Bode	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
	0.0400	Schüttung	Sand getrocknet	0,0400	72,0000	38,91	2,4336	0,0023	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070					54,70	3,5950	0,0094	
	0.2000	Brettsperholz	5 Schicht Massivh	0,2000	100,0000	594,00	-128,4000	0,1194	5 Schicht Massivh	-18,04	162,0000	0,0014	5 Schicht Massivh	-1530,4	-73,2	-0,0752	-954,44	-39,6000	0,0456	
		Summe															-493,59	0,1919	0,2291	

Ökobilanzermittlung Brettsperholzdecke

Brettstapelholzdecke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe				
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PEMRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PEMRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PEMRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	0,0721
Heizementestrich	0,0600		Zement	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	19,4776
			Sand	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070					47,3215	0,0658
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759		
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163
Trittschalldämmung	0,0500		Trittschalldäm	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368
Schüttung	0,0400		Sand getrocknet	0,0400	72,0000	38,91	2,4336	0,0023	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070					54,70	3,5950
Brettstapelholzeckenelement	0,2200		Brettschichtho	0,2200	99,0000	631,40	-143,0000	0,1641	Brettschichtholz	1,44	180,1800	0,0015	Brettschichtholz	-1661,44	-82,28	-0,08448	-1028,60	-45,1000
Summe	0,38																-567,75	0,2646

Ökobilanzermittlung Brettstapelholzdecke

Hohlkastendecke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe				
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PEMRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PEMRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PEMRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	0,0721
Heizementestrich	0,0600		Zement	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	19,4776
			Sand	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070					47,3215	0,0658
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759		
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163
Trittschalldämmung	0,0500		Trittschalldäm	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368
Schüttung	0,0600		Sand getrocknet	0,0600	108,0000	58,36	3,6504	0,0035	Baushuttdeponie	23,68	1,7420	0,0106					82,05	5,3924
Hohlkastendeckenelement	0,1800		Balkenschichtholz	0,0900	45,0000	217,80	-60,6600	0,0497	Balkenschichtholz	3,40	73,3500	0,0006	Balkenschichtholz	-650,7	-33,03	-0,03402	-429,50	-20,3400
Summe	0,36																58,70	21,2493

Ökobilanzermittlung Hohlkastendecke

Plattendecke	Schichtdicke [m]	Phase A je					Phase C je					Phase D je					Summe		
		Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]
Aufbau																			
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600		Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	9,87	0,7259	0,0044	Baushuttdeponie				239,02	47,3215	0,0658	
			Sand 0/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	15,79	1,1614	0,0070	Baushuttdeponie							
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0300		Mineralwolle Bode	0,0300	3,6000	53,40	4,1640	0,0187	0,79	0,0581	0,0004	Baushuttdeponie				54,19	4,2221	0,0190	
Stahlbetondeckenplatte	0,2300		Transportbeton C2	0,2286	535,7908	222,73	59,9366	0,0894	117,50	8,6423	0,0524	Baushuttdeponie				636,22	85,3276	0,1929	
			Bewehrung	0,0035	27,0825	290,05	20,3119	0,0464	5,94	0,4368	0,0027	Baushuttdeponie							
Summe	0,33															1006,24	118,7098	0,3543	

Ökobilanzermittlung Plattendecke

Plattenbalkendecke	Schichtdicke [m]	Phase A je					Phase C je					Phase D je					Summe		
		Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]
Aufbau																			
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600		Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	9,87	0,7259	0,0044	Baushuttdeponie				239,02	47,3215	0,0658	
			Sand 0/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	15,79	1,1614	0,0070	Baushuttdeponie							
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0500		Mineralwolle Bode	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	1,32	0,0968	0,0006	Baushuttdeponie				90,32	7,0368	0,0317	
Stahlbetondeckenplatte	0,1000		Transportbeton C2	0,0985	232,9525	96,84	24,3202	0,0389	51,09	3,7575	0,0228	Baushuttdeponie				276,62	37,0989	0,0839	
			Bewehrung	0,0015	11,7750	126,11	8,8373	0,0270	2,58	0,1899	0,0012	Baushuttdeponie							
Stahlbetonbalken	0,2200		Transportbeton C2	0,022	52,03	21,62887	5,431932	0,008684	11,41018	0,839244	0,005092	Baushuttdeponie				221,7881	19,50224	0,04631	
			Bewehrung	0,0022	17,27	184,9617	12,9525	0,030844	3,787311	0,278565	0,00169	Baushuttdeponie							
Summe	0,44															904,56	92,7981	0,3042	

Ökobilanzermittlung Plattenbalkendecke

Kassettendecke		Phase A je					Phase C je					Phase D je					Summe			
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PE/RT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	AP A [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PE/RT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PE/RT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PE/RT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]	
Parkett	0,0100	Parkett	Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600	Zement	Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
		Sand	Sand 0/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
		Fußbodenheiz	Fußbodenheizung	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010	PE-Folie	Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0500	Trittschalldämm	Mineralwolle Bode	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
Stahlbetondeckenplatte	0,1000	Beton	Transportbeton C3	0,0985	232,9525	96,84	24,3202	0,0389	Baushuttdeponie	51,09	3,7575	0,0228					276,62	37,0989	0,0839	
		Bewehrung	Bewehrungsstahl	0,0015	11,7750	126,11	8,8313	0,0210	Baushuttdeponie	2,58	0,1899	0,0012								
Stahlbetondeckenplatte	0,2000	Beton	Transportbeton C3	0,0600	14,19	58,98783	14,81436	0,023663	Baushuttdeponie	31,11867	2,288847	0,013886					34,74915	35,14557	0,081934	
		Bewehrung	Bewehrungsstahl	0,0030	23,55	252,2205	17,6625	0,04206	Baushuttdeponie	5,164515	0,37862	0,002305								
Summe	0,42																1030,26	108,4414	0,3399	

Ökobilanzermittlung Kassettendecke

Hohlkörperdecke		Phase A je					Phase C je					Phase D je					Summe aller Bestandteile einer			
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PE/RT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	AP A [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PE/RT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PE/RT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PE/RT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]	
Parkett	0,0100	Parkett	Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600	Zement	Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
		Sand	Sand 0/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
		Fußbodenheiz	Fußbodenheizung	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010	PE-Folie	Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0300	Trittschalldämm	Mineralwolle Bode	0,0300	3,6000	53,40	4,1640	0,0187	Baushuttdeponie	0,79	0,0581	0,0004					54,19	4,2221	0,0190	
Hohlkörperdecke	0,2300	Beton	Transportbeton C3	0,1610	380,7650	163,61	49,6137	0,0750	Baushuttdeponie	83,50	6,1417	0,0373					546,71	76,7548	0,1588	
		Bewehrung	Bewehrungsstahl	0,0030	23,4715	251,38	17,6036	0,0419	Baushuttdeponie	5,15	0,3786	0,0023								
		PP Kugeln	Polypropylen Kugel	0,0529	0,6348	58,33177	2,014855	0,003364	Polypropylen Kugel	0,256332	2,043421	0,000126	Polypropylen Kugel	-15,52086	-1,041072	-0,001251				
Summe	0,33																916,73	110,1370	0,3201	

Ökobilanzermittlung Hohlkörperdecke

Elementdecke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe						
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]	
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600		Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
			Sand D/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämm	0,0300		Mineralwolle Bode	0,0300	3,6000	53,40	4,1640	0,0187	Baushuttdeponie	0,79	0,0581	0,0004					54,19	4,2221	0,0190	
Stahlbetondeckenplatte	0,1800		Transportbeton C2	0,1773	419,3145	174,31	43,7764	0,0700	Baushuttdeponie	91,96	6,7635	0,0410					497,91	66,7781	0,1509	
			Bewehrung	0,0027	21,1950	227,00	15,8963	0,0379	Baushuttdeponie	4,65	0,3419	0,0021								
Element	0,0500		Transportbeton C2	0,04925	116,4763	48,41918	12,16012	0,01944	Baushuttdeponie	25,54324	1,878762	0,011398					138,3087	18,54947	0,041929	
			Bewehrung	0,00075	5,8875	63,05513	4,415625	0,010515	Baushuttdeponie	1,291129	0,094965	0,000576						1006,24	118,7098	0,3543
Summe	0,33																			

Ökobilanzermittlung Elementdecke

Füllkörperdecke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe						
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]	
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600		Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
			Sand D/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämm	0,0500		Mineralwolle Bode	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
Aufbeton	0,0500		Transportbeton C2	0,0490	115,8850	48,17	12,0984	0,0193	Baushuttdeponie	25,41	1,8692	0,0113					159,38	19,9817	0,0455	
			Bewehrung	0,0010	7,8500	84,07	5,8875	0,0140	Baushuttdeponie	1,72	0,1266	0,0008								
Blähtonsteine mit Beton	0,2000		Blähton	0,16	80	131,456	2,0944	0,13456	Baushuttdeponie	17,5444	1,2904	0,007829					377,6575	45,09467	0,195759	
			Beton	0,038	89,87	37,35896	9,382428	0,014959	Baushuttdeponie	19,70849	1,448603	0,008795								
			Bewehrung	0,002	15,7	168,147	11,775	0,02804	Baushuttdeponie	3,44301	0,253241	0,001536								
Summe	0,37																943,19	101,2733	0,4153	

Ökobilanzermittlung Füllkörperdecke

Leichtbetondecke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe						
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m³]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m³]	APA [kg/m³]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m³]	AP C [kg/m³]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m³]	AP D [kg/m³]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m³]	Σ AP [kg/m³]	
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600		Zement	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
			Sand	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0500		Mineralwolle Bode	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
Leichtbetondeckenelement	0,3000		Porenbeton P4,05	0,3000	210,0000	425,40	69,1200	0,0737	Baushuttdeponie	46,05	3,3873	0,0206					471,45	72,5073	0,0942	
Summe	0,42																877,60	108,7042	0,2683	

Ökobilanzermittlung Leichtbetondecke

Spannbeeton-Hohldecke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe						
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m³]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m³]	APA [kg/m³]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m³]	AP C [kg/m³]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m³]	AP D [kg/m³]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m³]	Σ AP [kg/m³]	
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600		Zement	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
			Sand	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0500		Mineralwolle Bode	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
Stahlbetondeckenplatte	0,1800		Transportbeton C3	0,1080	255,4200	109,75	33,2812	0,0503	Baushuttdeponie	56,01	4,1199	0,0250					397,41	53,6393	0,1153	
			Bewehrung	0,0027	21,1950	227,00	15,8963	0,0379	Baushuttdeponie	4,65	0,3419	0,0021								
Summe	0,30																803,56	89,8362	0,2893	

Ökobilanzermittlung Spannbeeton Hohldecke

Holz-Beton Verbunddecke mit KLH		Phase A je			Phase C je			Phase D je			Summe									
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m³]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m³]	AP C [kg/m³]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m³]	AP D [kg/m³]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m³]	
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600		Zement	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
			Sand	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0500		Trittschalldämm	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
Stahlbetondeckenplatte	0,0600		Beton	0,0588	139,0620	57,81	14,5181	0,0232	Baushuttdeponie	30,50	2,2431	0,0136					191,26	23,9781	0,0546	
			Bewehrung	0,0012	9,4200	100,89	7,0650	0,0168	Baushuttdeponie	2,07	0,1519	0,0009								
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Brettsperholzdeckenplatte	0,1400		Brettsperholz	0,1400	70,0000	415,80	-89,8800	0,0836	5 Schicht Massivh	-12,63	113,4000	0,0010	5 Schicht Massivh	-1071,28	-51,24	-0,05264	-668,11	-27,7200	0,0319	
Summe	0,32																-77,29	33,7712	0,2649	

Ökobilanzermittlung Holz-Beton Verbunddecke

Verbundträger		Phase A je			Phase C je			Phase D je			Summe									
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m³]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m³]	AP C [kg/m³]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m³]	AP D [kg/m³]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m³]	
Parkett	0,0100		Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600		Zement	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
			Sand	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
			Fußbodenheiz	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010		Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0500		Trittschalldämm	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
Stahlbetondeckenplatte	0,1000		Beton	0,0985	232,9525	96,84	24,3202	0,0389	Baushuttdeponie	51,09	3,7575	0,0228					276,62	37,0989	0,0839	
			Bewehrung	0,0015	11,7750	126,11	8,8373	0,0270	Baushuttdeponie	2,98	0,1899	0,0012								
PE-Stahlträger	0,2000		Stahlprofil	0,002	15,7	202,53	16,0768	0,045279	Stahlprofile	0,189342	0,013929	8,45E-05	Stahlprofile	-28,4955	-3,22792	-0,012554	174,2238	12,86281	0,03281	
Summe	0,42																856,99	86,1587	0,2907	

Ökobilanzermittlung Verbundträger

Trapezblechverbunddecke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe						
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]	
Parkett	0,0100	Parkett	Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600	Zement	Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
		Sand	Sand 0/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
		Fußbodenheiz	Fußbodenheizung	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010	PE-Folie	Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0300	Trittschalldämm	Mineralwolle Bode	0,0300	3,6000	53,40	4,1640	0,0187	Baushuttdeponie	0,79	0,0581	0,0004					54,19	4,2221	0,0190	
Stahlbetondeckenplatte	0,1800	Beton	Transportbeton C2	0,1710	404,4130	168,12	42,2209	0,0675	Baushuttdeponie	88,69	6,5232	0,0396					457,56	62,8172	0,1417	
		Bewehrung	Bewehrungsstahl	0,0023	18,3690	196,73	13,7768	0,0328	Baushuttdeponie	4,03	0,2963	0,0018								
Trapezblech	0,0020	Trapezblech	Feuerverzinktes St	0,002	11,44	177,8	15,24	0,05421	Feuerverzinktes St	0,01316	0,00968	5,87E-06	Feuerverzinktes St	-14,29	-1,619	-0,006296	163,5232	13,62197	0,04792	
Summe	0,28																991,11	109,8213	0,3510	

Ökobilanzermittlung Trapezblechverbunddecke

Hoesch Additiv Decke		Phase A je				Phase C je				Phase D je				Summe						
Aufbau	Schicht- dicke [m]	Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PENRT A [MJ/m²]	GWP A [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PENRT C [MJ/m²]	GWP C [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PENRT D [MJ/m²]	GWP D [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PENRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]	
Parkett	0,0100	Parkett	Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	Holzwerkstoffe	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,664	-4,7896	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600	Zement	Zement (CEM II 32)	0,0130	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	Baushuttdeponie	9,87	0,7259	0,0044					239,02	47,3215	0,0658	
		Sand	Sand 0/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	Baushuttdeponie	15,79	1,1614	0,0070								
		Fußbodenheiz	Fußbodenheizung	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	Fußbodenheizung	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010	PE-Folie	Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	Verbrennung Kuns	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämmung	0,0500	Trittschalldämm	Mineralwolle Bode	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	Baushuttdeponie	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
Stahlbetondeckenplatte	0,3000	Beton	Transportbeton C2	0,1275	301,5375	125,35	31,4805	0,0503	Baushuttdeponie	66,13	4,8638	0,0295					448,86	54,3867	0,1242	
		Bewehrung	Bewehrungsstahl	0,0030	23,5500	252,22	17,6625	0,0421	Baushuttdeponie	5,16	0,3799	0,0023								
Trapezblech	0,0025	Trapezblech	Feuerverzinktes St	0,0025	14,3	177,8	15,24	0,05421	Feuerverzinktes St	0,01316	0,00968	5,87E-06	Feuerverzinktes St	-14,29	-1,619	-0,006296	163,5232	13,62197	0,04792	
Summe	0,42																1018,53	104,2055	0,3462	

Ökobilanzermittlung Hoesch Additiv Decke

Cofradal Decke	Schicht- dicke [m]	Phase A je					Phase C je					Phase D je					Summe		
		Bestandteil	Bezeichnung Phase A	Volumen [m³/m²]	Masse [kg/m²]	PEVRT A [MJ/m²]	GWPA [kg/m²]	APA [kg/m²]	Bezeichnung Phase C	PEVRT C [MJ/m²]	GWPC [kg/m²]	AP C [kg/m²]	Bezeichnung Phase D	PEVRT D [MJ/m²]	GWPD [kg/m²]	AP D [kg/m²]	Σ PEVRT [MJ/m²]	Σ GWP [kg/m²]	Σ AP [kg/m²]
Parkett	0,0100	Parkett	Stabparkett	0,0100	8,0000	150,98	-29,0800	0,0731	4,10	14,3920	0,0047	Holzwerkstoffe	-71,654	-4,7895	-0,005671	83,41	-19,4776	0,0721	
Heizementestrich	0,0600	Zement	Zement (CEM II 32)	0,0150	45,0000	103,05	37,7415	0,0475	9,87	0,7259	0,0044	Baushuttdeponie				239,02	47,3215	0,0658	
		Sand	Sand 0/2	0,0450	72,0000	2,92	0,2128	0,0006	15,79	1,1614	0,0070	Baushuttdeponie							
		Fußbodenheiz	Fußbodenheizung	0,0600	0,0000	141,00	4,8600	0,0087	0,62	4,9160	0,0003	Fußbodenheizung	-34,23	-2,296	-0,002759				
PE-Folie	0,0010	PE-Folie	Dampfbremse PE	0,0010	0,9300	14,39	0,4467	0,0056	1,08	2,3492	0,0006	Verbrennung Kuns	-22,07	-1,4796	-0,0018	-6,59	1,3163	0,0044	
Trittschalldämm	0,0500	Trittschalldämm	Mineralwolle Borde	0,0500	6,0000	89,00	6,9400	0,0311	1,32	0,0968	0,0006					90,32	7,0368	0,0317	
Stahlbetondeckenplatte	0,0900	Beton	Transportbeton C20	0,0891	210,7215	87,60	21,9993	0,0352	46,21	3,3989	0,0206					211,02	30,8110	0,0691	
		Bewehrung	Bewehrungsstahl	0,0009	7,0650	75,67	5,2988	0,0126	1,55	0,1140	0,0007								
Mineralwolle	0,1000	Mineralwolle	Mineralwolle Borde	0,1	12	178	13,88	0,06228	2,6316	0,19356	0,001174					180,6316	14,07356	0,063454	
Stahlblech	0,0100	Stahlblech	Feuerverzinktes St	0,01	57,2	177,8	15,24	0,05421	0,01316	0,000968	5,87E-06	Feuerverzinktes St	-14,29	-1,619	-0,006296	163,5232	13,62197	0,04792	
Summe	0,32															961,33	94,7034	0,3545	

Ökobilanzermittlung Cofradaldecke