

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

M A S T E R ' S T H E S I S

Experimentelle und analytische Untersuchungen des Tragverhaltens von Holz-Holzleichtbeton-Sandwich- Deckenbauweisen

ausgeführt am Institut für
Architekturwissenschaften, Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau

zum Zwecke der Erlangung des akademischen
Grades eines
Diplom-Ingenieurs

unter der Anleitung von

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

und

o. Univ. Prof. DDI **Wolfgang Winter**

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Thomas Hofer

Matr.Nr.: 08 27 137

Hiesbach 74

A - 3365 Allhartsberg

Wien, im November 2013

Danksagung

Diese Arbeit stellt den Abschluss meines Studiums an der Technischen Universität Wien dar. Daher möchte ich mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die zu meinem Studium und dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein größter Dank gilt meiner ganzen Familie. Ohne deren Unterstützung, hätte ich dieses Studium nicht absolvieren können. Ganz besonders danke ich meinen Eltern Andrea und Christian Hofer, sie haben mir das Studium ermöglicht. Meinen Geschwistern, Großeltern, Tanten, Onkeln, Cousins und Cousine möchte ich für den Rückhalt danken, den sie mir jederzeit gegeben haben und geben.

Im Studium lernt man, dass nichts ohne Freunde und Wegbegleiter geht. Ich hatte das Glück, zu einer Gruppe zu gehören, die sich gegenseitig zu Höchstleistungen motivierte. Besonders hervorzuheben sind: Flo, Flo Loisl, Eugen, Tom, Romy, Ivi, Matze, Ralf, Stelzi. Und allen in diesem Jahrgang (2008) danke für euren vielfältigen Beitrag zu einem gelungenen Studium sowohl auf der Universität als auch in der Freizeit.

Herr Projass. Dipl.-Ing. Michael Fuchs danke ich herzlich für die ausgezeichnete Betreuung und genaue Korrektur meiner Diplomarbeit. Ebenfalls gilt ein besonderer Dank Herrn Franz Tanzberger, der bei den experimentellen Versuchsdurchführung mit Rat und Tat zur Seite stand.

Weiters bedanke ich mich bei Univ.-Prof. DDI Wolfgang Winter und Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Alirezah Fadai, die mir diese Diplomarbeit ermöglicht haben und mit ihrem Fachwissen immer zur Seite standen.

Kurzfassung

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Weitgespannte Flachdeckensysteme in Holzspanbeton-Verbundbauweise“ am ITI der TU Wien wird das Trag- und Verformungsverhalten eines Sandwichsystems aus Holz, Holzleichtbeton und Beton behandelt.

Konkretes Ziel des Projektes ist, den Werkstoff „Holzleichtbeton“ für ein tragendes Flachdeckensystem einzusetzen. Dabei wird Holzleichtbeton als Zwischenschicht eines Sandwichquerschnittes mit Holz als Zugschicht und Beton als Druckschicht eingesetzt.

Eingangs werden im Rahmen der experimentellen Kleinuntersuchungen die mechanischen Verbindungsmittel (Schrauben) beschrieben, die für die Anwendung für das System „Holz-Holzleichtbeton-Verbund“ getestet worden sind. Weiters wurden anhand von Kleinproben (Klebersversuchsreihen) verschiedene Klebersysteme mit den verwendeten Materialien mit Haftzugprüfungen untersucht.

Im Hauptteil dieser Arbeit werden vier Großproben (Bauteilversuche) mit den Abmessungen $l = 740 \text{ cm}$, $b = 50 \text{ cm}$, $h = 32,8 \text{ cm}$ experimentellen Untersuchungen unterzogen. Das verwendete statische System war ein Vier-Punkt-Biegeversuch.

In diesem Abschnitt wird die Herstellung des Bauteils und die Versuchsdurchführung erläutert. Nach der Herstellung werden die verwendeten Messmittel und deren Positionierung beschrieben. Weiters wird das Versagen der einzelnen Bauteilversuche erklärt und ein Vergleich der Kraft-Verschiebungslinien dargestellt.

Abschließend werden die durchgeführten Scherversuche erläutert, die einen Aufschluss über das Zusammenwirken der Verbindungsmittel geben.

Im nächsten Abschnitt wird die Rückrechnung der Fugensteifigkeit c_F mit dem γ -Verfahren und eine Gegenüberstellung der berechneten Werte der vier Bauteilversuche beschrieben.

In einem weiteren Abschnitt ist ein Berechnungsbeispiel für das γ -Verfahren angeführt, um ein Nachweisschema für das Sandwichbauteil vorzuschlagen.

Am Ende der Arbeit befindet sich eine Kostenanalyse und ein ökonomischer Vergleich mit systemgleichen, handelsüblichen Deckensystemen.

Abstract

The research project „Weitgespannte Flachdeckensysteme in Holzspan-beton-Verbundbauweise“, conducted at the ITI of the Technical University of Vienna, examines the load-bearing behavior as well as the deformation behavior of a sandwich-system of wood, wood-lightweight-concrete and concrete.

The specific aim of this project is to use the material "wood-lightweight- concrete" for a load-bearing flat slab system. Therefore, wood-lightweight-concrete is used as the intermediate layer of a sandwich cross-section, whereby wood functions as tension layer and concrete functions as pressure layer.

The initial small-scale studies are divided into three parts. The first part discusses mechanical fasteners (screws), which have been tested for the use of the system „wood-lightweight-concrete-composite.“ In addition, various small samples (glue test series) with different adhesive systems are investigated by using materials with bond tensile strength testing.

The main part of this work experimentally examines four bulk samples (component testing) with the dimensions of $l = 740$ cm, $b = 50$ cm, $h = 32.8$ cm. The used static system was a four-point bending test.

Furthermore, this section explains the production of the component and the experimental procedure to then describe the measuring instruments as well as their positioning. The type of failure of the individual component tests is explained and a comparison of the force-displacement curves is presented.

This section concludes with a description of the conducted shear tests, which give insight into the interaction of the fastener systems.

The next part discusses the transformation of a joint stiffness c_f with the γ - method and a comparison of the calculated values of the four component tests. Moreover, a calculation example is provided in order to propose a proof schematic for the sandwich component.

Finally, the project encloses a cost analysis and an economic comparison with similar standard ceiling systems.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
1.1. Einleitung, Ziele und Vorgehensweise	1
2. Experimentelle Untersuchungen	3
2.1. Verbindungsmittel	3
2.1.1. Schrauben	3
2.1.1.1. Schraubentyp: WR-dxL und WR-T-dxL	4
2.1.1.2. Schraubentyp: WT-T-dxL	5
2.1.1.3. Schraubentyp: TWIN-UD-dxL und TWIN-UD-dxL Sichel	6
2.1.1.4. Beschreibung und Durchführung des Eignungsversuchs der Schrauben	6
2.1.1.5. Versuchsauswertung	7
2.1.2. Kleber	8
2.1.2.1. Einteilung	8
2.1.2.2. Vorteile von Klebverbindungen	9
2.1.3. Klebversuche	10
2.1.3.1. Ermittlung der Klebermenge mit der Sandflächenmetho- de [28]	10
2.1.3.2. Haftzugprüfung	12
2.1.3.3. Versuchsvorbereitung	13
2.1.3.4. Versuchsdurchführung	14
2.1.3.5. Klebversuchsreihe 1	14
2.1.3.6. Klebversuchsreihe 2	16
2.2. Biegeversuche	22
2.2.1. Beschreibung der Bauteilversuche	22
2.2.1.1. Versuchsprogramm der Experimentellen Untersuchungen	23
2.2.1.2. Verwendete Bauteilkomponenten	23
2.2.1.3. Herstellung des Sandwichaufbaus	26
2.2.1.4. Versuchsanordnung	28
2.2.1.5. Versuchsablauf	31
2.2.2. Bauteilversuche	33
2.2.2.1. Allgemeines	33
2.2.2.2. Bauteilversuch 1 (BT 1)	33
2.2.2.3. Bauteilversuch 2 (BT 2)	38
2.2.2.4. Bauteilversuch 3 (BT 3)	44
2.2.2.5. Bauteilversuch 4 (BT 4)	49

2.2.2.6.	Gegenüberstellung der Bauteilversuche	55
2.2.3.	Scherversuch	59
2.2.4.	Conclusio und Ausblick	66
2.2.4.1.	Conclusio	66
2.2.4.2.	Ausblick	67
3.	Analytische Untersuchungen	68
3.1.	Einleitung	68
3.2.	γ -Verfahren	69
3.2.1.	Anwendung des Verfahrens auf das Sandwichbauteil	69
3.2.2.	Evaluierung der experimentellen Untersuchungen anhand des γ -Verfahrens	73
3.2.3.	Vergleich der errechneten Fugensteifigkeit mit den Verschiebungsmoduln aus den Scherversuchen	73
4.	Bemessungsansatz für das Holz-Holzleichtbeton-Sandwich-Deckensystem	77
4.1.	Vorbemerkungen	77
4.1.1.	Annahmen für das Beispiel:	77
4.1.2.	Beschreibung der Nachweisführung	78
4.1.2.1.	Tragfähigkeitsnachweis	78
4.1.3.	Gebrauchstauglichkeitsnachweis	78
4.2.	Bauteilgeometrie und Abmessungen	79
4.3.	Angaben der Berechnung	79
4.3.1.	Parameter aus den Versuchen (BT 3, SV 1, SV 2)	79
4.3.1.1.	Verschiebungsmodul	79
4.3.1.2.	Widerstandskraft pro Schraube $R_{S,d}$	80
4.3.2.	Beton	80
4.3.3.	Holzleichtbeton	81
4.3.4.	Holz (BSP)	81
4.4.	Einwirkungen	81
4.5.	Bemessungsschnittgrößen	82
4.6.	Tragfähigkeitsnachweis	84
4.6.1.	Bestimmung der γ Faktoren	84
4.6.2.	Bestimmung des Schwerpunktes	84
4.6.3.	Bestimmung der effektiven Biegesteifigkeit	84
4.7.	Schnittgrößen der Teilquerschnitte im Bereich 2: Punkt m	85
4.7.1.	Ermittlung der Normalspannungen im Bereich 2: Punkt m	85
4.7.2.	Ermittlung der Schubspannungen im Bereich 1: Punkt a und d	86
4.7.3.	Ermittlung der Schubspannungen im Bereich 2: Punkt b und c	86
4.7.4.	Normalspannungsnachweise im Bereich 2: Punkt m	87
4.7.5.	Schubspannungsnachweise im Bereich 1: Punkt a und d	87
4.7.6.	Schubspannungsnachweise im Bereich 2: Punkt b und c	88
4.8.	Gebrauchstauglichkeitsnachweis	89
4.8.1.	Bestimmung der γ Faktoren	89

4.8.2.	Bestimmung des Schwerpunktes	89
4.8.3.	Bestimmung der effektiven Biegesteifigkeit	89
5.	Kostenanalyse und Vergleich zu anderen Deckensystemen	91
5.1.	Ausgewählte Deckensysteme	91
5.2.	Verwendete Materialien für den Sandwichaufbau	92
5.2.1.	Beton	92
5.2.2.	Holzleichtbeton	92
5.2.3.	Holz	92
5.2.4.	Verbindungsmitel	92
5.2.4.1.	Schrauben	92
5.2.4.2.	Kleber	93
5.3.	Sandwichbauteile: Holz-Holzleichtbeton-Verbund	93
5.3.1.	Bauteil 1 (BT 1)	93
5.3.2.	Bauteil 3 (BT 3)	94
5.3.3.	vorgeschlagener Bauteil (BT)	96
5.3.4.	Abschätzung der Arbeitszeit in der Produktion	97
5.3.5.	Berechnung der Herstellkosten der Sandwichbauteile	97
5.4.	Kostenvergleich mit anderen Deckensystemen	98
5.5.	Zusammenfassung	98
A.	Bemessungsansatz für das Holz-Holzleichtbeton-Sandwich-Deckensystem	108
A.1.	Vorbemerkungen	108
A.1.1.	Annahmen für das Beispiel:	108
A.1.2.	Beschreibung der Nachweisführung	109
A.1.2.1.	Tragfähigkeitkeitsnachweis	109
A.1.3.	Gebrauchstauglichkeitsnachweis	109
A.2.	Beispiel für die Bauteilgeometrie und die Abmessungen	110
A.3.	Angaben der Berechnung	110
A.3.1.	Parameter aus den Versuchen (BT, SV)	110
A.3.1.1.	Verschiebungsmodul	110
A.3.1.2.	Widerstandkraft pro Schraube $R_{S,d}$	111
A.3.2.	Beton (B)	111
A.3.3.	Holzleichtbeton (HLB)	112
A.3.4.	Holz (BSP)	112
A.4.	Einwirkungen	112
A.5.	Bemessungsschnittgrößen	113
A.6.	Tragfähigkeitkeitsnachweis	114
A.6.1.	Bestimmung der γ Faktoren	114
A.6.2.	Bestimmung des Schwerpunktes	115
A.6.3.	Bestimmung der effektiven Biegesteifigkeit	115
A.7.	Schnittgrößen der Teilquerschnitte im Bereich 2: Punkt m	115
A.7.1.	Ermittlung der Normalspannungen im Bereich 2: Punkt m	116
A.7.2.	Ermittlung der Scherspannungen im Bereich 1: Punkt a und d	116

A.7.3.	Ermittlung der Scherspannungen im Bereich 2: Punkt b und c . . .	117
A.7.4.	Normalspannungsnachweise im Bereich 2: Punkt m	118
A.7.5.	Scherspannungsnachweise im Bereich 1: Punkt a und d	118
A.7.6.	Scherspannungsnachweise im Bereich 2: Punkt b und c	119
A.8.	Gebrauchstauglichkeitsnachweis	119
A.8.1.	Bestimmung der γ Faktoren	119
A.8.2.	Bestimmung des Schwerpunktes	120
A.8.3.	Bestimmung der effektiven Biegesteifigkeit	120

1. Einführung

1.1. Einleitung, Ziele und Vorgehensweise

Die vorliegende Diplomarbeit entstand im Rahmen der Forschungstätigkeit am Institut für Architekturwissenschaften: Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau. Sie schließt an die Arbeiten von Kirchmayer [25] und Schernberger [30] an. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Weitgespannte Flachdeckensysteme in Holzspanbeton–Verbundweise“ sind ihre Arbeiten entstanden. Die Ausarbeitung von Schernberger befasst sich mit der allgemeinen Anwendung und den Einsatzgebieten des Holzleichtbetons. Kirchmayer hat anhand von Versuchsreihen das Trag- und Verformungsverhalten verschiedener Aufbauten und Verbindungsmittel untersucht. Durch diese Versuche und Analysen ist der dargestellte Sandwichaufbau entstanden (Abbildung 1.1).

Ziele und Vorgehensweise: Das erste übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Sandwichaufbaus aus Brettsperrschichtholz (BSP), Holzleichtbeton (Velox-Platten) und selbeverdichtendem Beton (SVB). Der SVB (A) nimmt in dem Aufbau die Druckschicht ein, das BSP (C) die Zugschicht und der Holzleichtbeton (B) die Mittelschicht. Die Verbindung der unterschiedlichen Werkstoffe wird durch die Anwendung von einem Kleber im Mittelbereich und gegebenenfalls mit Schrauben im Endbereich gewährleistet.

Das zweite Ziel dieser Arbeit ist die Nachrechnung der Versuchsergebnisse mit den „ γ -Verfahren“ und dem Finite Elemente Programm „Sofistik“. Die Finite Elemente Berechnung sind im Forschungsbericht des ITI der TU Wien [21] beschrieben.

Weiters sollen die Grundlagen zur Bemessung des Sandwichaufbaus entwickelt werden.

Zusätzlich ist eine ökonomische Betrachtung des Sandwichaufbaus zu erstellen und einen Kostenvergleich mit den systemgleichen, handelsüblichen Deckensystemen zu erarbeiten.

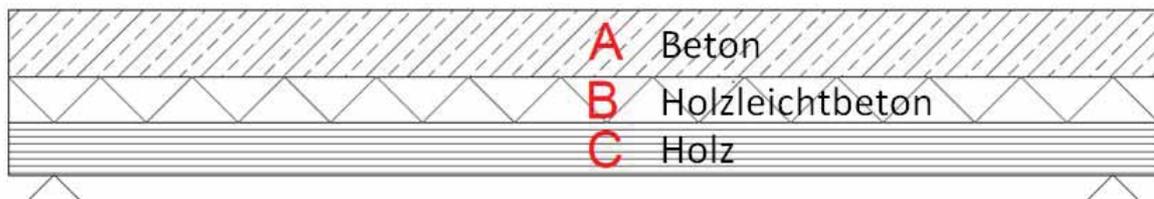


Abbildung 1.1.: Sandwichaufbau: Holz-Holzleichtbeton-Verbund (HHV), nach [25]

Die genannten Ziele sollen mit Hilfe der experimentellen Bauteilversuchen erreicht werden. Dabei wird ausschließlich das Kurzzeitverhalten des Sandwichaufbaus untersucht. Die Kurzzeitdurchbiegung wurde für die Nachrechnung daher mit $L/400$ begrenzt, um Reserven für Langzeitverformungen zu haben.

Im Ablaufdiagramm 1.2 ist die Vorgehensweise bei der Erstellung der Arbeit ersichtlich.

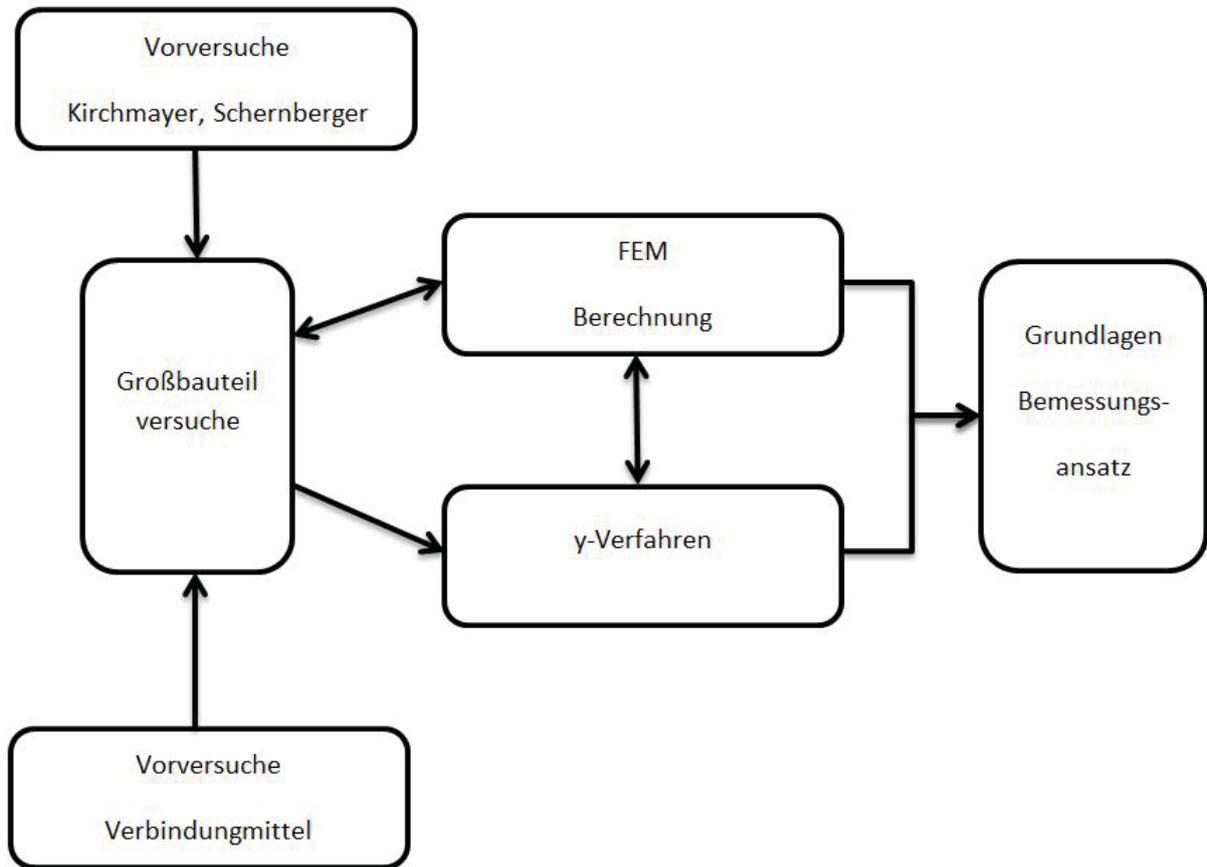


Abbildung 1.2.: Ablauforganigramm der Diplomarbeit

2. Experimentelle Untersuchungen

2.1. Verbindungsmittel

Die Verbindungsmittel dienen der kraftschlüssigen Verbindung der einzelnen Teilquerschnitte untereinander. Es kamen stiftförmige und flächenhafte Verbindungsmittel zum Einsatz. Mit Hilfe der Schrauben als stiftförmiges Verbindungsmittel können mehrere Teilquerschnitte miteinander verbunden werden, während der Kleber als flächenhaftes Verbindungsmittel zwei benachbarte Teilquerschnitte verbindet. Der Kleber stellt eine starre Verbindung dar, während die Schrauben nachgiebige Verbindungsmittel sind.

Die Verbindungsmittel werden durch Schubkräfte zufolge der Querkraftbelastung des Querschnitts belastet. Dementsprechend ist der Verlauf der Schubkräfte über die Trägerlänge analog zum Querkraftverlauf. Bei einer Belastung des Systems durch eine Gleichlast steigt die Belastung von Trägermitte zum Auflager hin linear an.

Die Holzleichtbetonschichten können ebenfalls als flächenhafte Schubverbinder zwischen Beton und Holz betrachtet werden. Zusammen mit dem Kleber entsteht ein Schubverbund über die Trägerlänge. Mit Hilfe der Schrauben sollen die maximalen Querkraftbeanspruchungen in Auflagernähe abgeleitet werden.

Die Scherversuche in Abschnitt 2.2.3 sind erste Ansätze, um das Zusammenwirken der einzelnen Verbindungsmittel zu erforschen.

2.1.1. Schrauben

In Anlehnung an das herkömmliche HBV-System wurde gemeinsam mit Firma SFS-intec das System mit langen Holzschrauben als Schubverbinder entwickelt. Die Firma SFS-intec hat mehrere Schrauben im Programm, die folgende Randbedingungen erfüllen:

1. Einschraubwinkel: 45°
2. Schraubenlänge: 200 – 500 mm
3. Einschraubtechnik: ohne Vorbohren
4. Keine Beschädigung der Schrauben beim Durchbohren des Holzleichtbetons (Vellox)

Das Durchbohren der Holzleichtbetonschicht wurden in Zusammenarbeit mit der Firma SFS-intec an verschiedenen Schraubentypen vorab getestet.

Ausgesuchte Schraubentypen:

- WR-dxL
- WR-T-dxL
- WT-T-dxL
- TWIN-UD-dxL
- TWIN-UD-dxL Sichel

Die Schrauben unterscheiden sich durch:

- Schraubenkopfform
- Gewindeanordnung bzw. Schaftform
- Spitze

2.1.1.1. Schraubentype: WR-dxL und WR-T-dxL

Die Befestigungssysteme WR (Abbildung 2.1) und WR-T (Abbildung 2.2) finden hauptsächlich bei großen Querschnitten im Bereich der Verbindungen, Verstärkungen und Stahl-Holz-Anschlüsse Anwendung. Die Schrauben sind aus Kohlenstoffstahl gefertigt. Der Schraubendurchmesser ist zwischen 9 mm oder 13 mm wählbar. Die Schrauben sind in den Längen von 250 mm bis 1000 mm verfügbar. Die Oberfläche der Schraube ist mit einem Durocoat überzogen, der als Korosionsschutz und als Gleitmittel fungiert.

Die beiden Systeme unterscheiden sich nur durch die Spitzenform der Schraube.

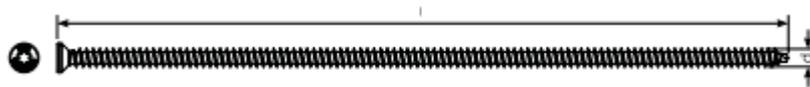


Abbildung 2.1.: Schraubentype: WR-dxL

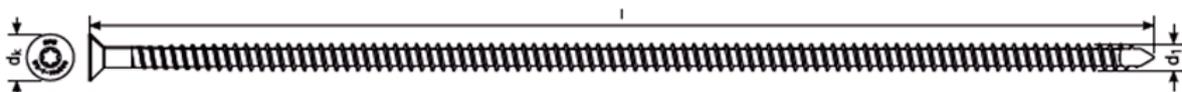


Abbildung 2.2.: Schraubentype: WR-T-dxL

Besondere Eigenschaften laut Hersteller [20], sind:

- sehr hohe Leitungsfähigkeit
- breites Anwendungsspektrum
- Verschraubung auch parallel zur Faserrichtung möglich
- keine Abminderung der Tragfähigkeit von $90^\circ - 45^\circ$ zur Faser
- Verarbeitung ohne Vorbohren
- geringe Spaltneigung
- unsichtbare Verbindung

2.1.1.2. Schraubentype: WT-T-dxL

Das Befestigungssystem WT-T (Abbildung 2.3) ist für den universellen Einsatz im konstruktiven Holzbau konzipiert. Die Schrauben sind aus Kohlenstoffstahl gefertigt. Der Schraubendurchmesser ist zwischen 6,5 mm oder 8,2 mm wählbar. Die Schrauben sind in den Längen von 65 mm bis 330 mm verfügbar. Die Oberfläche der Schraube ist mit einem Durocoat überzogen, der als Korosionsschutz und als Gleitmittel fungiert.

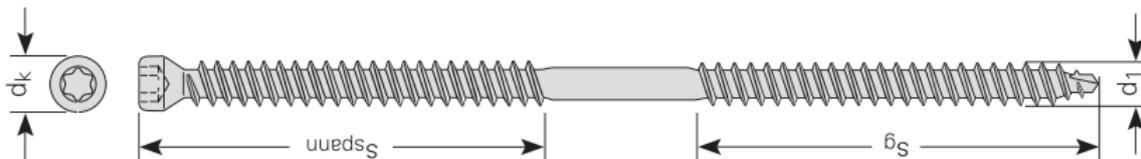


Abbildung 2.3.: Schraubentype: WT-T-dxL

Besondere Eigenschaften laut Hersteller [20], sind:

- einfache und sichere Berechnung
- vielfältiges Anwendungsspektrum
- dauerhafte Verbindung bei hoher Tragfähigkeit
- schnelles, effizientes Verarbeiten ohne Vorbohren
- formschlüssige Verbindung dank Doppelgewinde
- hoher Brandwiderstand
- anspruchsvolle Ästhetik dank versenkter Befestigungsmittel

2.1.1.3. Schraubentype: TWIN-UD-dxL und TWIN-UD-dxL Sichel

Das System TWIN-UD (Abbildung 2.4) und TWIN-UD-Sichel (Abbildung 2.5) wird seit Jahren für die Befestigung von Aufsparrendämmung auf Dächern und hinterlüftete Fassaden verwendet. Die Schrauben sind aus Kohlenstoffstahl gefertigt. Der Schraubendurchmesser beträgt 7,5 mm und die Schraubenlänge variiert im Bereich von 160 mm bis 480 mm. Die Oberfläche der Schraube ist mit einem Durocoat überzogen, der als Korrosionsschutz und als Gleitmittel fungiert.

Die beiden Systeme unterscheiden sich nur durch die Spitzenform der Schraube.



Abbildung 2.4.: Schraubentype: TWIN-UD-dxL



Abbildung 2.5.: Schraubentype: TWIN-UD-dxL Sichel

Besondere Eigenschaften nach Angaben des Herstellers [20], sind:

- Holzbohrspitze reduziert die Spaltgefahr des Holzes
- optimiertes Doppelgewinde ohne Gangunterschied
- Rändel für erleichtertes Eindrehen
- mehr Leistung durch angepasste Gewindedurchmesser
- hohe Traglast auf Zug und Druck dank Doppelgewinde
- minimale Wärmebrücken bei vollflächiger Dämmung
- Dämmstärken von 60 mm bis 300 mm möglich

2.1.1.4. Beschreibung und Durchführung des Eignungsversuchs der Schrauben

Bei der Herstellung des Sandwich-Elements für die Bauteilversuche werden zuerst die Holzleichtbeton-Platten auf die BSP-Platte geklebt und anschließend die Schrauben durch die Holzleichtbeton-Platten in die BSP-Platte eingeschraubt. Die Versuchsdurchführungen sollen sicher stellen, dass nach der Durchdringung der Holzleichtbetonschicht das Gewinde und die Spitze keinen Schaden nehmen und damit eine einwandfreie Verbindung im Holz zustande kommt.

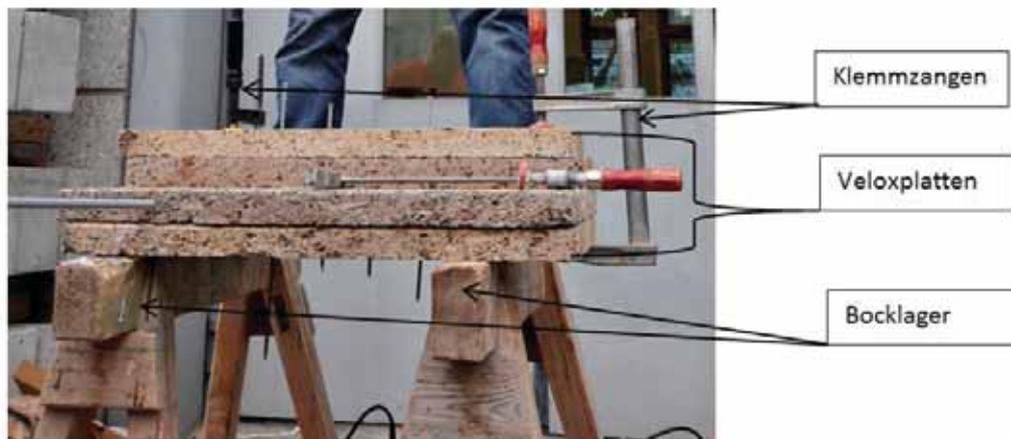


Abbildung 2.6.: Aufbau des Schraubenversuchs mit Beschriftung

Es wurden vier Lagen Velox-Platten [18] zu je 5 cm übereinandergelegt und mit Klemmzangen zusammengehalten (Abbildung 2.6). Um das Durchbohren und die anschließende Besichtigung der Schrauben zu ermöglichen, wurden die Platten auf Holzböcken gelagert.

2.1.1.5. Versuchsauswertung

In Abbildung 2.7 sind die Schraubenspitzen nach dem Durchbohren der vier Velox-Platten dargestellt. Es ist ersichtlich, dass keine Schraube beschädigt wurde.

Weiters war beim Einbohren der Schrauben kein Unterschied im Kraftaufwand festzustellen.



Abbildung 2.7.: Schraubenspitzen nach dem Durchbohren der vier Velox-Platten

Aufgrund der folgenden Kriterien wurde der Typ **WR-T 9 x400 mm** ausgewählt.

Um über den gesamten Einbohrvorgang eine Führung zu gewährleisten, wurde eine Gewindeanordnung über die gesamte Schraubenlänge bevorzugt.

Der Schraubenkopf besitzt eine große Fläche, somit wird ein guter Verbund im Beton erreicht.

Der Schraubentyp ist in Längen von 250 mm bis 1000 mm erhältlich und kann somit bei Trägern mit unterschiedlichen Abmessungen verwendet werden.

2.1.2. Kleber

Der Kleber wird verwendet, um in Kombination mit den Velox-Platten eine tragfähige Mittelschicht als Schubverbindung zu erhalten.

Unter Kleben versteht man:

“Fügen gleicher oder ungleicher Werkstoffe unter Verwendung eines Klebstoffes.

Klebstoffe sind nichtmetallische Stoffe, die Füge­teile durch Flächenhaftung und innere Festigkeit (Adhäsion und Kohäsion) verbinden.“(nach [12])

2.1.2.1. Einteilung

Die Einteilung der Klebstoffe wird von Habenich in [24] auf zwei Arten angeführt. Zum einen auf der chemischen Basis und zum anderen nach dem Abbindemechanismus.



Abbildung 2.8.: Einteilung der Klebstoffe nach dem Abbindemechanismus, nach [24]

2.1.2.2. Vorteile von Klebverbindungen

Habenich [24] hat die Vorteile des Klebens gegenüber Schrauben und anderen Verbindungsmethoden (Schweißen, Löten, Nieten) beschrieben.

Vorteile von Klebungen

- gleichmäßige Spannungsverteilung senkrecht zur Belastungsrichtung
- keine Thermische Gefügebeeinflussung
- kein thermisch bedingter Bauteilverzug
- Verbindungsmöglichkeit für unterschiedliche Materialkomponenten
- Gewichtsersparnis, Leichtbau
- Verbindungsmöglichkeit für sehr wärmeempfindliche Werkstoffe
- Festigkeitserhöhung in Verbindung mit Schrauben
- hohe dynamische Festigkeit, hohe Schwingungsdämpfung
- Möglichkeit zur Automatisierung

Nachteile von Klebverbindungen

- Einfluss der Zeit auf den Verfahrensablauf
- Oberflächenvorbehandlung der Fügeteile
- begrenzte thermische Formbeständigkeit
- sorgfältige Prozesskontrolle
- Alterungsabhängigkeit der Klebschicht und Grenzschicht
- aufwendige Kontrollverfahren
- geringe Schälwiderstände, Kriechneigung
- begrenzte Reparaturmöglichkeiten
- aufwendige Festigkeitsberechnungen
- Demontage von Klebungen

2.1.3. Klebversuche

Die Klebversuche wurden vorgenommen, um Probleme bei der Verarbeitung, die Klebermenge und das Verbundverhalten des Klebers mit den Sandwichschichten zu ermitteln.

Der erste Abschnitt beinhaltet die Berechnung der Klebermenge am Beispiel des Versuchskörpers mit Hilfe der Sandflächenmethode.

Im zweiten Abschnitt wird die Haftzugprüfung erläutert. Mit ihrer Hilfe wird die Haftung des Klebers auf den Materialien Holz und Holzleichtbeton getestet. Der Kennwert für die Haftung ist die Haftzugfestigkeit.

2.1.3.1. Ermittlung der Klebermenge mit der Sandflächenmethode [28]

Mit der Sandflächenmethode wird die Rauigkeit von porösen Materialien bestimmt. Die Rauigkeit bestimmt die Klebermenge, die zum Porenverschluss des Werkstoffes notwendig ist. Darauf wird die Menge an Kleber aufgetragen, die zur Vernetzung der zu verklebenden Werkstoffe benötigt wird.

Durchführung Es wird 15 g feiner Sand mit einer Körnung von 0,1 mm bis 0,2 mm in einen kleinen Behälter gefüllt. Anschließend wird der Sand auf das Prüfmaterial gehäuft [Abbildung 2.9] und mit Hilfe eines Stempels kreisförmig verteilt. Somit werden die oberflächigen Hohlräume (Poren) ausgefüllt. Der mittlere Durchmesser des „Sandflecks“ wird anschließend gemessen [Abbildung 2.10]. Anhand des Durchmesser und des Volumens des Sandes wird die Rautiefe (in [mm]) bestimmt.



Abbildung 2.9.: Aufgeschütteter Sand auf der Velox-Platte



Abbildung 2.10.: Ermittlung des mittleren Durchmessers, $D = 11$ cm

Berechnung des Kleberbedarfs Am Beispiel des Versuchskörpers ($l = 7,40$ m und $b = 0,50$ m) für die Bauteilversuche wird die Berechnung des Kleberbedarfs demonstriert. Als Kleber wird das Produkt SikaTop®-107 Seal verwendet. Die Klebermenge wird für die Verklebung einer BSP-Platte und drei Schichten Velox WSD 50 berechnet (Abbildung 2.11).

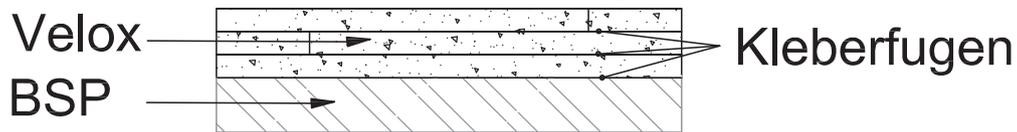


Abbildung 2.11.: Klebefugen vom Sandwichbauteil: Holz-Holzleichtbeton-Verbund

Angaben:

- mittlerer Durchmesser des Sandflecks:

$$D = 11 \text{ cm}$$

- Sandvolumen:

$$V_S = 0,01 \text{ L}$$

- Dichte des Sandes:

$$\rho_S = 1,60 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

- Dichte des Klebers (z.B.: SikaTop®-107 Seal [4])

$$\rho_K = 2,0 \frac{\text{kg}}{\text{L}}$$

- Abmessungen des Versuchskörpers:

$$l = 7,40 \text{ m}$$

$$b = 0,50 \text{ m}$$

- Dicke der Klebefuge: Um die Unebenheiten der Velox-Platten aus der Produktion und der Lagerung auszugleichen ist eine Klebefugenstärke von etwa 2 mm erforderlich.

$$d_K = 2 \text{ mm}$$

- Spachtelfaktor (Abminderung für unvollständigen Porenverschluss – Erfahrungswert lt. Fa. Sika)

$$f_{Sp} = \frac{2}{3}$$

Bestimmung der Rauigkeit nach [28]

$$R = \frac{V * 4}{\pi * D^2} = 1,05 \text{ mm} \quad (2.1)$$

Kleberbedarf pro Fläche

$$B_K = \rho_K * d_K = 3,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (2.2)$$

Kleberbedarf für Porenverschluss

$$B_{K,P} = R * \rho_S * f_{Sp} = 1,12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (2.3)$$

Kleberbedarf für BSP-Velox-Fuge

$$B_{BSP-Velox} = B_K * l * b = 11,84 \text{ kg} \quad (2.4)$$

Kleberbedarf für Velox-Velox-Fuge

$$B_{Velox-Velox} = (B_K + B_{K,P}) * l * b = 18,06 \text{ kg} \quad (2.5)$$

Benötigter Kleber für den gesamten Träger

$$B_{ges} = B_{BSP-Velox} + 2 * B_{Velox-Velox} = 47,95 \text{ kg} \quad (2.6)$$

2.1.3.2. Haftzugprüfung

Um den Haftverbund der Kleber mit der Velox- und der Holzplatte zu untersuchen, wurde die Haftzugprüfung angewendet.

In den Versuchen wurde die Prüfeinheit Dynameter Z16E [17] mit den Stempeln ($d = 5 \text{ cm}$) verwendet (Abbildung 2.12).



Abbildung 2.12.: Prüfeinheit Dynameter Z16E: Ausgabeinheit und Messeinheit, [17]

2.1.3.3. Versuchsvorbereitung

Anmischen und Auftragen des Klebers Die zu testenden Kleber basieren alle auf einem 2-Komponenten-System. Daher mussten die Komponenten nach dem vom Hersteller angegebenen Mischverhältnis abgemischt werden. Um eine einheitliche Masse zu erhalten, wurden die zwei Komponenten mit einem Quirl vermischt.

Zuerst wurden die oberflächigen Poren vom Holzleichtbeton (Velox) mit Hilfe einer Spachtel verschlossen. Anschließend wurde der Kleber mit einer Zahnpachtel aufgetragen. Die Kleberproben härteten eine Woche lang aus.

Aufkleben der Stempel Im ersten Schritt wurden drei Kernbohrungen mit einem Durchmesser von 5,0 cm auf jeder Probe gebohrt. Um den Aushärtprozess des Prüfklebers (UHU plus, [9]) zu beschleunigen, wurden die Stempel mit einem Heißluftfön vorgewärmt. Anschließend wurde der Prüfkleber abgemischt und auf die Kernbohrungen der Proben aufgetragen. Darauf wurde der vorgewärmte Stempel mit geringem Kraftaufwand gedrückt. Die Aushärtezeit für den Prüfkleber betrug 15 min (Abbildung 2.13).

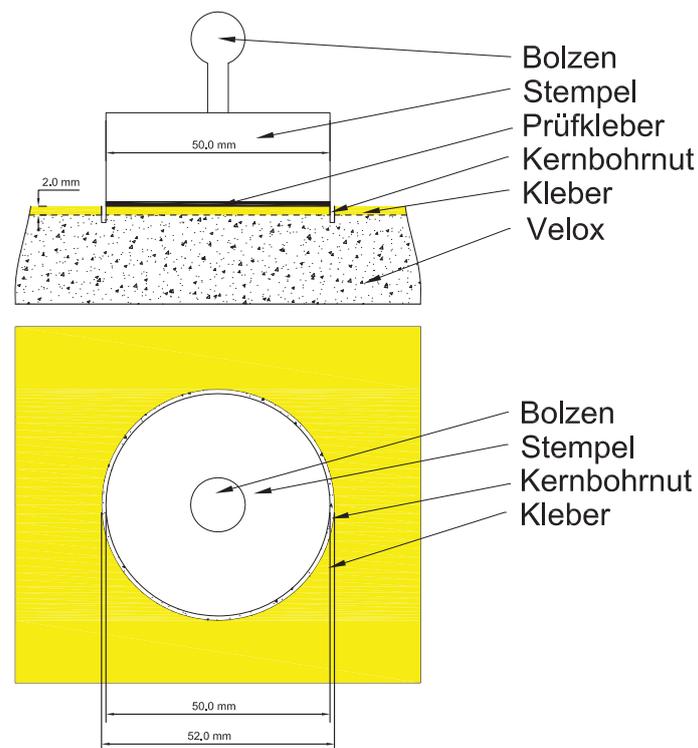


Abbildung 2.13.: Vorbereitung und Aufbau der Kleberversuche ohne Prüfeinheit

2.1.3.4. Versuchsdurchführung

Zuerst wurde der Bolzen in das Gewinde des Stempels eingedreht. Anschließend wurde die Messeinheit über der Probe positioniert und der Bolzen in die Einkerbung eingefädelt. Die Kraft wurde manuell mit der Handkurbel aufgebracht (Abbildung 2.14).

Nach dem Versuch wurde auf der Ausgabeeinheit die gemessene Maximalkraft abgelesen.



Abbildung 2.14.: Dynamometer Z16E: Hauptbestandteile der Messeinheit

2.1.3.5. Klebversuchsreihe 1

Beim ersten Bauteilversuch traten Probleme bei der Verarbeitung des Kleber SikaDur®-31 AUT auf. Der Kleber entwickelt bei großen Mischmengen eine schnelle Aushärtezeit und war beim Auftragen über den gesamten Träger schwer zu verarbeiten.

In Abstimmung mit der Firma Sika wurde an folgenden Produkten die grundsätzliche Eignung für das Sandwichbauteil geprüft.

SikaFloor®-161 [3]

- 2-Komponenten-Bindemittel auf Epoxidharzbasis
- Anwendung als Grundierung auf Betonoberflächen
- Komponente A: Harz
Komponente B: Härter
- Mischverhältnis: A:B = 79:21 Gewichtsteile

SikaTop®-109 ElastoCem [5]

- dauerelastisches 2-Komponenten-Abdichtungssystem auf Zement-Kunststoff-Basis
- Anwendung als Abdichtung von Betonbauteilen
- Komponente A: Flüssigkeit
Komponente B: Pulver (Zement)
- Mischverhältnis: A:B = 10:25 Gewichtsteile

SikaForce®-7710 [4]

- universeller 2-Komponenten-Klebstoff auf Polyurethan-Basis
- Anwendung als Industrieklebstoff für viele Materialien (Faserzement, Holz, GFK, etc.)
- Komponente A: Polyole gefüllt
Komponente B: Isocyanatderivate
- Mischverhältnis: A:B = 100:19 Gewichtsteile

In den Abbildungen 2.15 – 2.17 sind die Bruchflächen der Kleber ersichtlich. Um einen Referenzwert zu den Versuchsergebnissen mit Kleber zu erhalten, wurde eine Velox-Platte ohne einen Kleber einer Haftzugprüfung unterzogen (Abbildung 2.18).



Abbildung 2.15.: Bruchfläche
SikaForce®-7710



Abbildung 2.16.: Bruchfläche
SikaTop®-109
ElastoCem



Abbildung 2.17.: Bruchfläche
SikaFloor®-161



Abbildung 2.18.: Bruchfläche Velox

Verarbeitbarkeit Um die Unebenheiten der Velox-Platten aus Produktion und Lagerung auszugleichen ist eine Klebefugenstärke von etwa 2 mm erforderlich. Die Kleber SikaForce®-7710 und SikaFloor®-161 konnte nicht in der benötigten Stärke aufgetragen werden, da die Kleber zu dünnflüssig sind und die Riefen vom Auftragen mit der Zahnpachtel nicht stehen blieben.

Die Konsistenz des Klebers SikaTop®-109 ElastoCem war steif genug um diesen Anspruch zu erfüllen.

Innere Festigkeit und Haftzugfestigkeit Die Kleber SikaForce®-7710 und SikaFloor®-161 haben sehr gute Haftung, welche anhand der Versuchsergebnisse (Tabelle 2.1) zu erkennen sind. Es versagte bei den beiden nicht der Kleber sondern die Velox-Platte. Die innere Festigkeit von der Velox-Platte ist geringer, als die des Klebers.

Beim Kleber SikaTop®-109 ElastoCem hat nicht die Velox-Platte sondern der Kleber versagt. Die durchschnittliche Bruchspannung lag bei $0,39 \text{ N/mm}^2$. Die Zugfestigkeit wird im Produktdatenblatt [5] der Fa. Sika jedoch mit $0,7 \text{ N/mm}^2$ angeführt und liegt damit über der inneren Festigkeit der Velox-Platte ($0,42 \text{ N/mm}^2$). Da dieser Kleber auf Zement basiert, ist eine Aushärtezeit von 28 Tagen erforderlich, damit er seine Endfestigkeit erreicht. Somit werden die Ergebnisse der Haftzugprüfung nach einer Woche unterschätzt. Daher ist zu erwarten, dass die innere Festigkeit des Klebers mit längerer Aushärtezeit ansteigt.

Aufgrund der einfachen Vorbereitung und der guten Verarbeitung wurde der Kleber SikaTop®-109 ElastoCem für den Bauteilversuch 2 verwendet.

2.1.3.6. Kleberversuchsreihe 2

Es wurden nach dem zweiten Bauteilversuch weitere Kleberversuche durchgeführt. Der Grund dafür war, dass der Kleber SikaTop®-109 ElastoCem schon beim Einheben in die Prüfeinrichtung Beschädigungen aufwies (siehe Abschnitt 2.2.2.3).

Tabelle 2.1.: Messergebnisse und Auswertung der Kleberversuchsreihe 1

Versuchsplatte	Kraft [kN]	Mittelwert [kN]	Spannung [N/mm ²]	Mittelwert [N/mm ²]
1 Versuch: SikaForce®-7710	1,47	1,45	0,75	0,74
	1,56		0,79	
	1,32		0,67	
2 Versuch: SikaTop®-109 ElastoCem	0,74	0,77	0,38	0,39
	0,77		0,39	
	0,80		0,41	
3 Versuch: SikaFloor®-161	2,11	2,04	1,07	1,04
	1,82		0,93	
	2,20		2,12	
4 Versuch: nur Velox	0,84	0,82	0,43	0,42
	0,80		0,41	

Es wurde wieder in der Absprache mit der Firma Sika ein 2-Komponenten-Kleber SikaTop®-107 Seal gewählt. Dieser Kleber hat eine höhere innere Festigkeit (lt. [4]) als der Kleber SikaTop®-109 ElastoCem.

Er besitzt die gleichen Verarbeitungs- und Kostenvorteile (siehe Kapitel 5) wie der Kleber SikaTop®-109 ElastoCem.

Um das Verbundverhalten des Klebers mit dem BSP-Platte und der Velox-Platte zu untersuchen, wurden Versuchsproben erstellt (Abbildung 2.19 und 2.20). Die Versuchsvorbereitung und Versuchsdurchführung entsprach der Kleberversuchsreihe 1. Die Seitenlänge der Proben betragen 10 cm und 25 cm.

Der Kleber SikaTop®-107 Seal wurde mit dem Mischverhältnis von 1:4,5 abgemischt und auf die Probenkörper aufgetragen. Vor dem Auftragen wurde das Holz und das Velox noch befeuchtet, da beim Aushärten des Klebers ein Feuchtigkeitstransport in das Holz stattfindet.

Um einen Vergleich zu der ersten Versuchsreihe zu erhalten, härtete der Kleber eine Woche aus. Die Aushärtezeit und die Haftzugprüfung wurde ident zu der Kleberversuchsreihe 1 durchgeführt.

In Abbildung 2.21 sind die Proben mit den dazugehörigen Bruchflächen dargestellt. In manchen Bereichen ging der Prüfkleber mit der Kleberoberfläche keine Verbindung ein, es wurde zu wenig Prüfkleber aufgetragen. Diese Flächen sind in der Abbildung rot markiert und wurden bei der Spannungsberechnung nicht berücksichtigt. Es wurde die Fläche des Stempels ($A = r^2 * \pi = 19,64 \text{ cm}^2$, Abbildung 2.14) um diesen Abminderungsanteil verringert. [Tabelle:2.2]

Verarbeitbarkeit Wie bei dem Kleber SikaTop®-109 ElastoCem ließ sich der Kleber gut verarbeiten und konnte in der erforderlichen Konsistenz aufgetragen werden (Riefen).



Abbildung 2.19.: Holzproben:
SikaTop®-107 Seal
auf Holz



Abbildung 2.20.: Veloxproben:
SikaTop®-107 Seal
auf Velox

Tabelle 2.2.: Auswertung der Klebversuchsreihe 2, Holz

SikaTop®-107 Seal auf Holz				
Versuchsprobe		Kraft [kN]	Abminderung [%]	Spannung [N/mm ²]
H1	1	1,25	25,0	0,85
	2	0,99	–	0,50
H2	1	1,46	43,0	1,30
	2	1,86	–	0,95
H3	1	1,07	12,0	0,62
	2	2,27	5,0	1,22
Mittelwert				0,91

Innere Festigkeit und Haftzugfestigkeit Bei den Holzproben fand der Bruch sowohl in der Kleberschicht als auch in der Kontaktfläche zwischen Holz und Kleber statt.

Bei den Veloxproben versagte immer die Velox-Platten (Abbildung 2.21). Die innere Festigkeit von Velox ist geringer, als die des Klebers. Da die aufnehmbaren Spannungen bei den Holz-Versuchen (Minimum 0,62 N/mm²) deutlich über der inneren Festigkeit von Velox bei den Velox-Versuchen (Maximum 0,33 N/mm²) liegen, wurde dieser Kleber für die weiteren Bauteilversuche (BT 3 und BT 4) verwendet.



Abbildung 2.21.: Bruchflächen der Proben (SikaTop®-107 Seal); rote Markierung: fehlender Haftverbund zwischen Prüfkleber und Kleberoberfläche

Tabelle 2.3.: Auswertung der Kleberversuchsreihe 2, Holzleichtbeton

SikaTop®-107 Seal-107 auf Velox WSD 50			
Versuchsprobe		Kraft [kN]	Spannung [N/mm ²]
V1	1	0,34	0,17
	2	0,56	0,29
V2	1	0,52	0,26
	2	0,39	0,20
V3	1	0,26	0,13
	2	0,64	0,33
Mittelwert			0,23

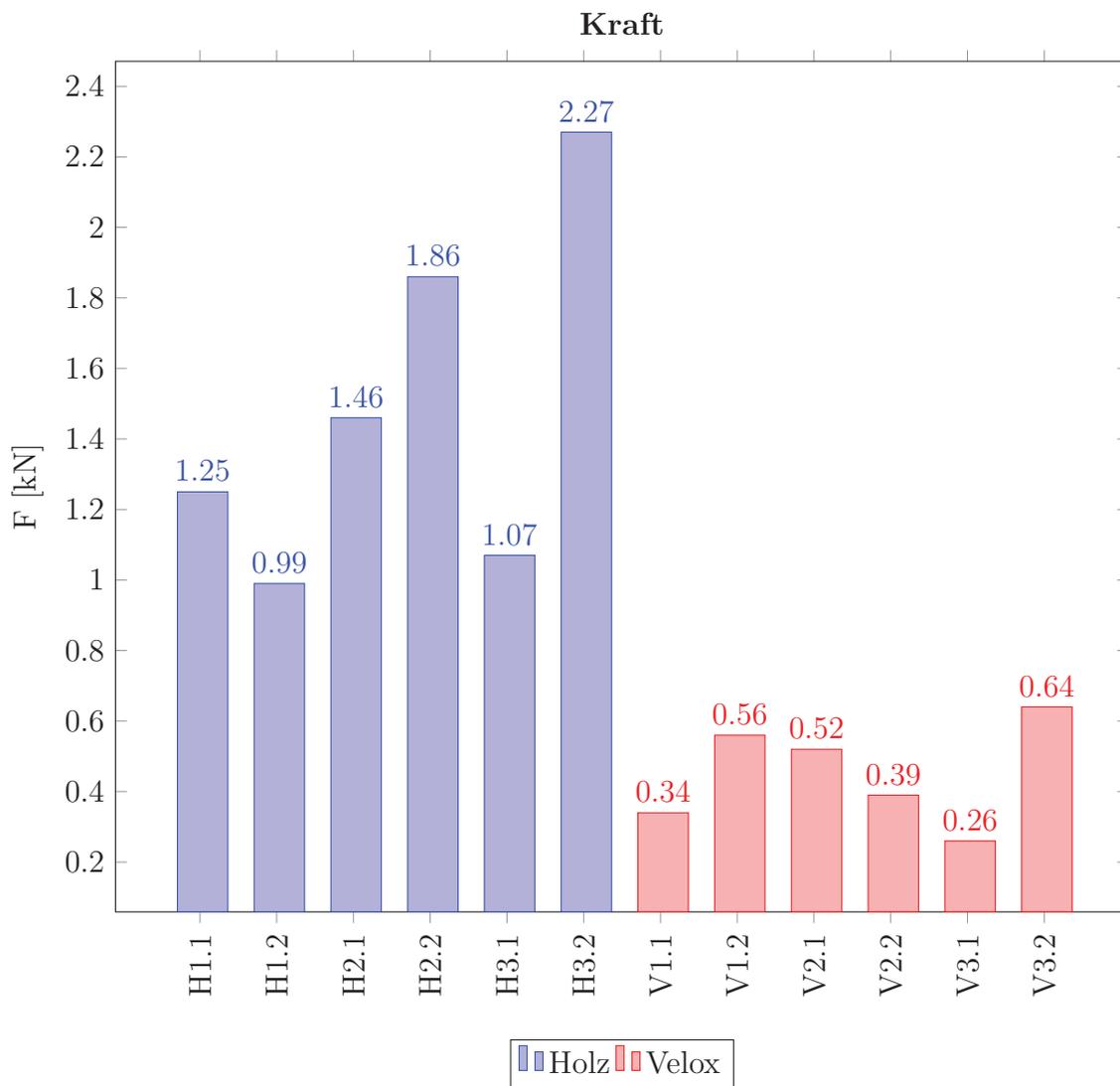


Abbildung 2.22.: Vergleich der Kräfte: SikaTop®-107 Seal auf Holz, SikaTop®-107 Seal auf Velox-Platten

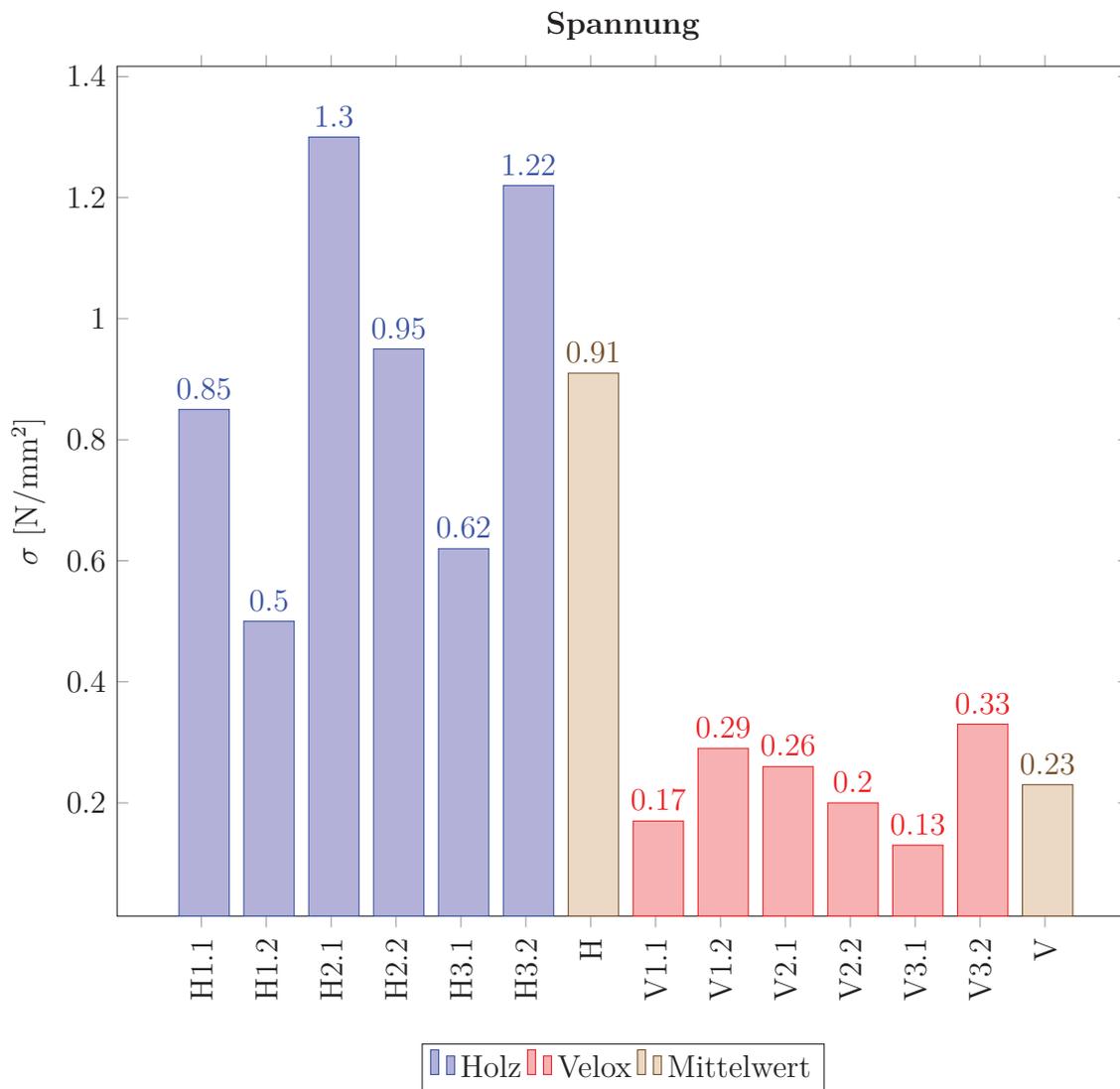


Abbildung 2.23.: Vergleich der Spannungen mit dem Mittelwert: SikaTop®-107 Seal auf Holz, SikaTop®-107 Seal auf Velox-Platten

2.2. Biegeversuche

Dieser Abschnitt behandelt die experimentellen Biegeuntersuchungen, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden. Der erste Teil (Abschnitt 2.2.1 und 2.2.2) behandelt die Biegeversuche – im Folgenden „Bauteilversuche“ genannt. Der zweite Teil (Abschnitt 2.2.3) hat die Scherversuche zum Inhalt.

Zuerst erfolgt eine allgemeine Beschreibung der Versuchskörper. Es wird auf die einzelnen Komponenten des Sandwichsystems eingegangen.

Im Weiteren wird der Herstellungsprozess erläutert.

Danach wird die Versuchsanordnung, die verwendeten Messmittel und der Versuchsablauf beschrieben. Es gab Unterschiede in den Versuchsabläufen, den verwendeten Verbindungsmitteln und den Messinstrumenten.

Im Anschluss wird auf die einzelnen Bauteilversuche eingegangen. Es wird auf die Besonderheiten der Versuchskörper, den Versuchsablauf, die Versagensform und das Verformungsverhalten eingegangen. Danach folgt ein Vergleich der Versuchsergebnisse.

Im letzten Abschnitt werden die Erkenntnisse aus den Versuchen zusammengefasst und Vorschläge für die Weiterentwicklung des Sandwichelements thematisiert.

2.2.1. Beschreibung der Bauteilversuche

Die Versuchskörper stellen eine Weiterentwicklung der Versuche von Kirchmayer [25] dar. In Abbildung 2.24 ist der Sandwichaufbau mit den verwendeten Materialien dargestellt.

Als erste Abschätzung für die Bauteilhöhe (h_{ges}) wurde das Verhältnis von Bauteilhöhe zu Spannweite (L) mit $\frac{h_{ges}}{L} = 20$ angenommen.

$$h_{ges} = \frac{720}{20} = 36 \text{ cm}$$

Die Dicke der Betonschicht wurde analog zu einer Mindestdicke im Holz-Beton-Verbundbau mit $h_{SVB} = 6 \text{ cm}$ angenommen (siehe [23]).

Für den Holzleichtbetonquerschnitt wurden drei Velox-Platten WSD 50 gewählt.

$$h_{HLB} = 3 * 5 = 15 \text{ cm}$$

Für die Holzschicht wurde eine BSP-Platte mit drei Schichten im Bereich der Resthöhe von 15 cm gewählt: BSP 118 3s DL ind.

Der Querschnitt wurde mit dem γ -Verfahren auf Einhaltung des gewählten Limits für die Kurzzeitdurchbiegung von $\frac{L}{400}$ überprüft.

Die Dicke der Schichten bzw. die Bauteilhöhe war bei allen Bauteilversuchen unverändert.

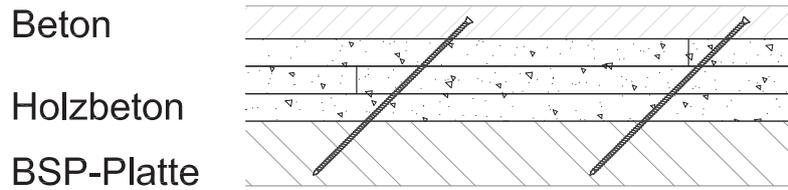


Abbildung 2.24.: Sandwichsystem im Schnitt mit Schichtaufbau und Schrauben

2.2.1.1. Versuchsprogramm der Experimentellen Untersuchungen

Die Tabelle 2.6 gibt einen Überblick über die Bauteilversuche und die Unterschiede im Aufbau. Grundlegende Gedanken für die Änderungen der Bauteilkomponenten waren die Material- und Herstellungskosten zu reduzieren.

Tabelle 2.4.: Versuchsprogramm der Bauteilversuche

Übersicht			
Versuch	Abmessungen l x b x h in [m]	Schraubenzahl (Fa. SFS)	Kleber (Fa. Sika)
Bauteil 1 (BT 1)	7,40 x 0,50 x 0,33	28	SikaDur®-31 AUT , [2]
Bauteil 2 (BT 2)	7,40 x 0,50 x 0,33	8	SikaTop®-109 ElastoCem, [5]
Bauteil 3 (BT 3)	7,40 x 0,50 x 0,33	12	SikaTop®-107 Seal, [4]
Bauteil 4 (BT 4)	7,40 x 0,50 x 0,33	-	SikaTop®-107 Seal, [4]

2.2.1.2. Verwendete Bauteilkomponenten

Selbstverdichtender Beton, SVB: Selbstverdichtender Beton ist ein besonders fließfähiger Beton, der sich selbst entlüftet und eine ebene Oberfläche bildet. Durch die Fließfähigkeit ist ein besonders guter Verbund mit dem porösem Werkstoff Holzleichtbeton (Velox) gewährleistet. Die Betonschicht wurde auf eine minimale Dicke von 6 cm reduziert. Das Limit wurde vom Holz-Beton-Verbundbau übernommen (siehe [23]). Damit ergibt sich eine Verankerungslänge der Schrauben von 4 cm zuzüglich einer Betondeckung von 2 cm. Die Betonrezeptur hat Kirchmayer [25] ausgearbeitet. (siehe Abbildung 2.25)

Mischungsberechnung Betonrezeptur

1 m ³ = 1000 Liter				
Rezept	Volumen	Gewicht	Dosierung	
	[l]	[kg]		[kg]
Wasser	215	215	Fließmittel	2.42
Zement	111	346		
Kalksteinmeh	117	311		
0/1 mm	296	784	1/4 mm	4/8mm
1/8 mm	235	624	144	480
Luft	25	0		
Gesamt	1000	2280		

Mischvolumen 95 Liter

Rezept	Volumen	Einwaage	Dosierung	
	[l]	[kg]		[kg]
Wasser	20.4	20.4	Fließmittel	0.230
Zement	10.6	32.8		
Kalksteinmeh	11.2	29.6		
0/1 mm	28.1	74.5	2/4 mm	4/8 mm
2/8 mm	22.4	59.3	13.6	45.6
Luft	2.4	0.0		
Gesamt	95.0	216.6		

Fließmittel SIKA Addiment FM 209
 Dosierung 0.70 [% vom Zementgewicht]

Wasser/Zement-Wert: 0.62
 Wasser/Bindemittel-Wert: 0.33

Sollwerte		
Fließmaß:	80.0 [cm]	65 - 75
Trichterdurchlaufzeit:	15 [sek]	10 - 20

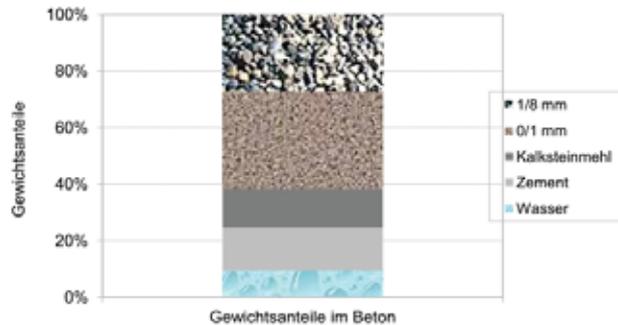
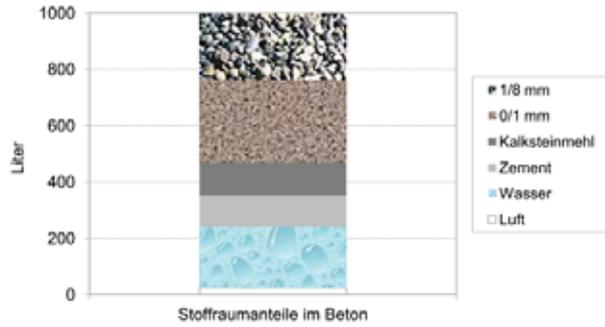


Abbildung 2.25.: Beton-Mischrezeptur mit Okamurarechner berechnet, nach [25]

Holzleichtbeton: Holzleichtbeton besteht aus den Komponenten Zement, Sägespänen, Wasser, Additiven und Zuschlagstoffen. Die Auswahl des Materials geht auf die Vorversuche von Kirchmayer bzw. Schernberger zurück. Die Velox-Platte ist ein Industrieprodukt, das ausführlich in der Ausarbeitung von Kirchmayer [25] beschrieben wird. (siehe Abbildung 2.26)

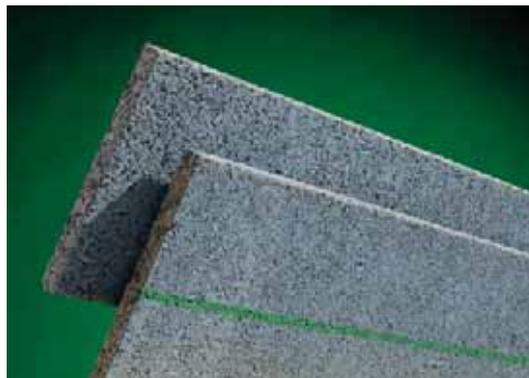


Abbildung 2.26.: Holzleichtbeton-Platte WSD 50 der Firma Velox [18]

Brettsperrholz, BSP: Die Brettsperrholz-Platte ist ein flächiges Holzprodukt aus mindestens drei verleimten Schichten. Die Faserrichtungen zweier aufeinander folgender Schichten stehen rechtwinklig zueinander. BSP wird im Holzmassivbau eingesetzt und kann mit großen Abmessungen hergestellt werden. (siehe Abbildung 2.27)



Abbildung 2.27.: Fünfschichtige Brettsperrholzplatte (BSP) der Fa. MMK,[16])

Verbindungsmittel: Um einen kraftschlüssigen Verbund der einzelnen Bauelemente herstellen zu können, kamen verschiedene Verbindungsmittel zur Anwendung. Aus den Vorversuchen von Kirchmayer ist hervorgegangen, dass die besten Ergebnisse mit verschraubten bzw. verklebten Sandwichsystemen erzielt worden sind.

Schrauben: Die Schrauben sind in einem Winkel von 45° angeordnet. Die maximale Länge der Schrauben ($l_{S,max}$) ist von der Bauteilhöhe ($h_{ges} = 32,8$ cm), Betondeckung ($c_B = 2,0$ cm) und dem Mindestabstand zwischen Schraubenspitze und Holzunterseite ($c_H = 2,0$ cm) abhängig (Abbildung 2.28).

$$l_{S,max} = (32,8 - 2 - 2) \cdot \sqrt{2} = 40,7 \text{ cm}$$

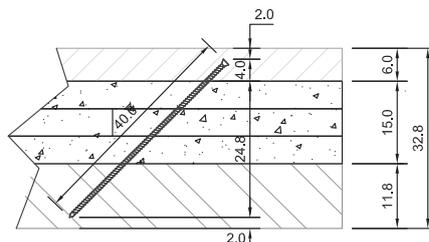


Abbildung 2.28.: Schraubeneinbettung im Sandwichsystem mit Schichtdicken, in [cm]

Es wurde die Schraube SFS Intec WR-T-9x400 mit der Länge von 400 mm aufgrund der Vorversuche und der Bauteilhöhe ausgewählt (Abschnitt 2.1.1).

Kleber: Die angeführten Kleber sind 2-Komponenten-Systeme. Der erste Kleber (SikaDur®-31 AUT) arbeitet auf Epoxidharz-Basis, während die anderen Kleber (SikaTop®-109 ElastoCem, SikaTop®-107 Seal) auf Zement-Kunststoff-Basis aushärten.

- SikaDur®-31 AUT
- SikaTop®-109 ElastoCem
- SikaTop®-107 Seal

Der Kleber SikaDur®-31 AUT wurde beim ersten Bauteilversuch (BT 1) verwendet, da Kirchmayer in seinen Versuchen mit dem Kleber gearbeitet hat. Dabei traten Probleme beim Auftragen auf, die sich auf die Vernetzung der Schichten negativ auswirkten (siehe Abschnitt 2.1.3.5).

Beim zweiten Bauteil (BT 2) wurde der Kleber SikaTop®-109 ElastoCem verwendet. Vorteile gegenüber dem Kleber SikaDur®-31 AUT waren die einfachere und schnellere Verarbeitung und die geringeren Kosten (Abschnitt 2.1.3.5). Jedoch traten schon vor der Versuchsdurchführung Fugenrisse im Bereich des Auflagers auf, welche auf geringe innere Festigkeit des Klebers zurückzuführen ist (Abschnitt 2.1.3.6).

Die beiden letzten Versuche (BT 3 und BT 4) wurden mit den Kleber SikaTop®-107 Seal gefertigt. Diese Kleber hat die gleichen Verarbeitungs- und Kostenvorteile wie SikaTop®-109 ElastoCem, besitzt aber eine höhere Festigkeit (Abschnitt 2.1.3.6).

2.2.1.3. Herstellung des Sandwichaufbaus

Bei der Herstellung der Bauteile, bei denen ein Klebersystem mit Zement-Kunststoff-Basis zur Anwendung kam, wurde die Holzoberfläche vorbefeuchtet. Der 2-Komponenten-Kleber wurde mit einem Quirl im Mischverhältnis laut Datenblatt des Herstellers gemischt. Das Auftragen des Klebers auf die BSP-Platte erfolgte mit einer Zahnpachtel mit 8 mm Riefenhöhe (Abbildung 2.29).

Auf die Kleberschicht wurden die Velox-Platten aufgelegt. Die weiteren beiden Velox-Lagen wurden entsprechend verarbeitet.

Im nächsten Schritt wurde das Schraubenmuster auf der obersten Velox-Platte aufgezeichnet. Die Schrauben wurden mit einem Hilfswinkel (Holzprofil) und einem Hammer angesetzt um den Einschraubwinkel von 45° einzuhalten. Die Schrauben wurden anschließend ohne Vorbohren mit einer Bohrmaschine eingebohrt, bis die Schrauben nur noch 4 cm aus der oberen Velox-Schicht herausstanden (Abbildung 2.30).

Der letzte Schritt vor dem Betonieren war das Anbringen der Schalung. Es wurden Schalungsbretter auf einer Höhe von 20 cm zugeschnitten. Die Schalung wurde mit einem Überstand von 6 cm über der letzten Velox-Schicht angebracht. Damit man den Überstand allseitig gleich hält, wurden zwei Holzprofile mit den geforderten 6 cm als Lehren verwendet. Die Bretter wurden an die Velox-Schicht angeschraubt (Abbildung 2.31) .

Abschließend wurde der Beton hergestellt. Die einzelnen Bestandteile wurden nach der Betonrezeptur (Abbildung: 2.25) exakt eingewogen und mit einem Zwangsmischer vermischt. Der Beton wurde von Hand aufgebracht. Die Betonoberfläche wurde mit einer Holzlatte abgezogen. (Abbildung 2.32).



Abbildung 2.29.: Kleberauftrag
auf die BSP-
Platte



Abbildung 2.30.: Einschrauben
der Schrauben



Abbildung 2.31.: Befestigung der
Schalung am
Holzleichtbeton
(Velox-Platten)



Abbildung 2.32.: Einbringen und
Abziehen des
Betons (SVB)

2.2.1.4. Versuchsanordnung

Die Versuchsanordnung ist ein 4-Punkt-Biegeversuch, wie Abbildung 2.33 zeigt.

Der Prüfkörper wird auf die Auflager A und B positioniert und in den Viertel-Punkten mit den Kräften F_A und F_B belastet. Die Momentenlinie ist zwischen den Kräfteeinleitungspunkten konstant und stellt eine Umhüllende des parabelförmigen Momentenverlaufs einer äquivalenten Flächenlast dar.

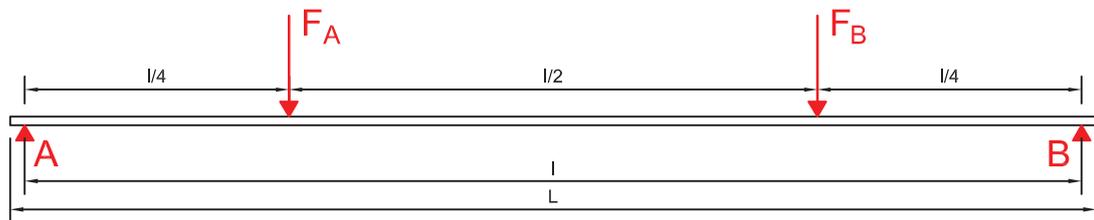


Abbildung 2.33.: Versuchsaufbau mit Abmessungen, Lagerung und Lasteinleitung

Prüfanlage Die Prüfanlage der Firma Amsler besteht aus dem Prüfstand (Abbildung 2.34) und der Prüfmaschine (Abbildung 2.35).

Für die Versuche BT3 und BT4 wurde die Anlage mit einer computergestützten Steuerung erweitert. Dies ermöglichte die Eingabe von vorgegebenen Belastungskurven und das elektronische Aufzeichnen der Messdaten.



Abbildung 2.34.: Prüfstand



Abbildung 2.35.: Prüfmaschine

Verwendete Messmittel

Analoge Wegaufnehmer Für die Bauteilversuche BT 1 und BT 2 wurden analoge Messuhren der Fa. Käfer verwendet. Die Messuhren haben einen Messweg von 7 cm und eine Messgenauigkeit von 1/100 mm.



Abbildung 2.36.: Messuhr für vertikale Verschiebung, befestigt am Standbein



Abbildung 2.37.: Messuhr für horizontale Verschiebung am Bauteilende

Die magnetischen Halteeinrichtungen wurden auf einem Standfuß angebracht, welcher die Messuhren in der vorgesehenen Position hielten. Der gesamte Aufbau ist in Abbildung 2.36 dargestellt.

Für die Befestigung der Wegaufnehmer für die horizontale Verschiebung wurden an den Stirnflächen der BSP-Platte Stahlplatten angeschraubt, an denen die Messinstrumente mit einer magnetischen Haltevorrichtung befestigt wurden. Der gesamte Aufbau kann der Abbildung 2.37 entnommen werden.

Digitale Wegaufnehmer Es wurden digitale Seilzug-Wegsensoren der Fa. MICRO-EPSILON für die Bauteilversuche BT 3 und BT 4 verwendet (Serie WDS, Baureihe P60, 1000 mm). Die Messuhren haben einen maximalen Messweg von 100 cm und eine Messgenauigkeit von 0,1 mm.

Der vertikale Wegsensor wurde an einer Metallstange mit Standfuß befestigt. Das Seil wurde mit einer Holzschraube an der BSP-Platte befestigt. Der gesamte Aufbau ist in Abbildung 2.38 dargestellt.

Für die Messung der horizontalen Verschiebung wurde eine Haltevorrichtung hergestellt. Die Vorrichtung wurde mit Schrauben auf der BSP-Platte angeschraubt. Der Wegsensor wurde an der Haltevorrichtung befestigt. Der gesamte Aufbau kann der Abbildung 2.39 entnommen werden.



Abbildung 2.38.: Wegaufnehmer für vertikale Verschiebung mit Standbein und Stange



Abbildung 2.39.: Wegaufnehmer für horizontale Verschiebung am Bauteilende

Anordnung der Messmittel Die Durchbiegung wurde an der Unterseite des Bauteils gemessen. Die Messpunkte befanden sich in der Trägermitte (u_1) und unter der Lasteinleitung (u_2 und u_3). Die Messmittel wurden entlang des Trägerrades positioniert.

An beiden Trägerenden wurden Wegaufnehmer angebracht, um die horizontale Relativverschiebung zwischen Beton-Schicht und der BSP-Schicht zu messen.

Die analogen Messuhren kamen in den ersten beiden Versuchen (BT 1 und BT 2) und bei den Scherversuchen zur Anwendung. In den weiteren Versuchen (BT 3 und BT 4) wurden die digitalen Wegsensoren verwendet.

In Abbildung 2.40 sind die Messpunkte skizziert und beschriftet.

- u_1 : Durchbiegung in Feldmitte
- u_2/u_3 : Durchbiegung bei $1/4$
- u_4/u_5 : Verschiebung der Betonschicht gegenüber der Holzschicht an beiden Enden
- Krafteinleitung F bei $1/4$
- A/B: Auflager

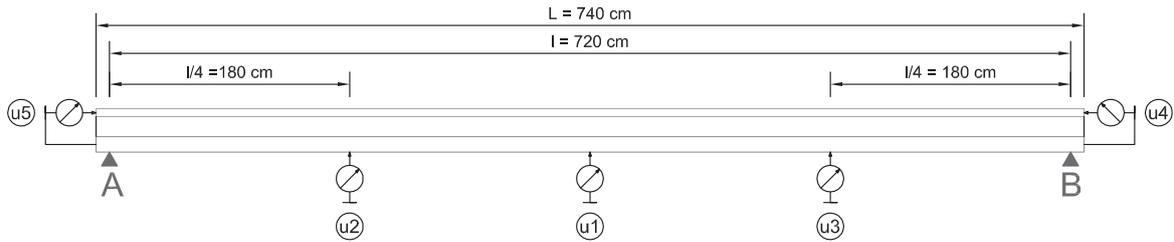


Abbildung 2.40.: Anordnung der Messpunkte beim Bauteilversuch

2.2.1.5. Versuchsablauf

Für die Bauteilversuche BT 1 und BT 2 wurde eine Belastungsgeschwindigkeit von etwa 4 kN/min gewählt. Der Versuch wurde manuell kraftgesteuert gefahren. Das Ablesen der Messwerte erfolgte im Abstand von 2 kN.

Bei den Bauteilversuchen BT 3 und BT 4 wurde eine Belastungskurve nach der ÖNORM EN 380 gewählt (siehe Abbildung 2.41).

Das Grundverfahren der Belastung besteht aus den 7 Verfahrensstufen.

G_1 Eigengewicht des Bauteils

G_2 Gewicht des erforderlichen Aufbaus (Dämmung, Estrich, Bodenbelag, nach ÖNORM EN 1991-1-1 [14] gewählt: $g_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$)

Q veränderliche Last lt. EC1 für Wohnräume gewählt: $g_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Berechnung der Kräfte G_2 und Q bezogen auf einen Kräfteeinleitungspunkt F

$$G_2 = \frac{g_k \cdot l \cdot b}{2} = \frac{1,50 \cdot 7,20 \cdot 0,50}{2} = 2,70 \text{ kN}$$

$$Q = \frac{q_k \cdot l \cdot b}{2} = \frac{2,0 \cdot 7,20 \cdot 0,50}{2} = 5,4 \text{ kN}$$

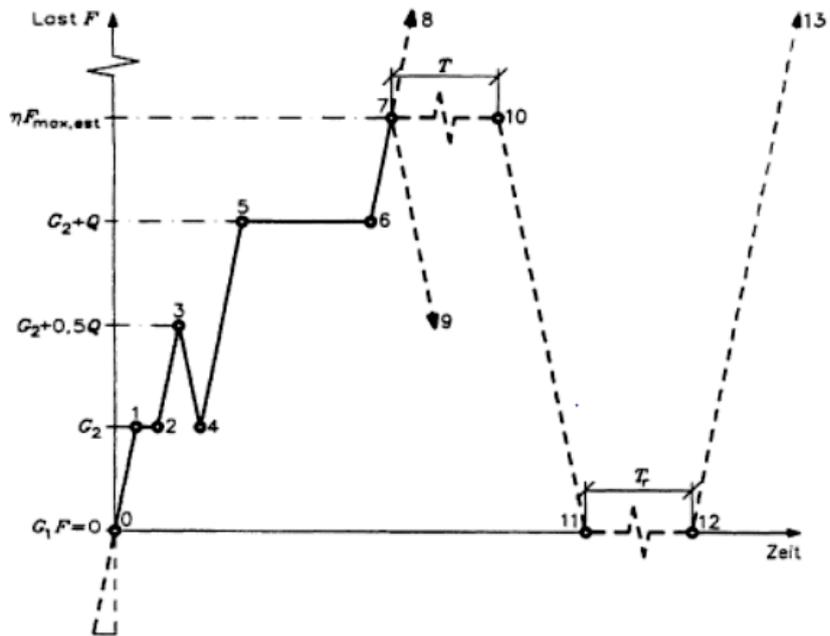


Abbildung 2.41.: Schematische Belastungskurve, nach [11]

Tabelle 2.5.: Laststufen und Haltepunkte für die Bauteilversuche BT 3 und BT 4

Verfahrensstufe	Belastungsverfahren	Zeit in [s]	F [kN]
0	Es wirkt nur G_1 ; $F=0$		
0-1	$F=G_2$ aufbringen		2,70
1-2	$F=G_2$ konstant halten	120	2,70
2-3	$F=G_2+0,5*Q$ aufbringen	120	5,40
3-4	0,5 Q entlasten	120	2,70
4-5	$F=G_2+Q$ aufbringen	240	8,10
5-6	$F=G_2+Q$ konstant halten	600	8,10
6-8	$F=$ steigern bis Bruch		
max. Belastungsgeschwindigkeit 0,25Q je 60 sec			

2.2.2. Bauteilversuche

2.2.2.1. Allgemeines

Die Tabelle 2.6 gibt einen Überblick über die Bauteilversuche und die Unterschiede im Aufbau.

Tabelle 2.6.: Versuchsprogramm der Bauteilversuche

Übersicht				
Versuch	Abmessungen l x b x h in [m]	Schraubenanzahl (Fa. SFS)	Kleber (Fa. Sika)	Aushärtezeit Tage
BT 1	7,40 x 0,50 x 0,33	28	SikaDur®-31 AUT	14
BT 2	7,40 x 0,50 x 0,33	8	SikaTop®-109 ElastoCem	21
BT 3	7,40 x 0,50 x 0,33	12	SikaTop®-107 Seal	28
BT 4	7,40 x 0,50 x 0,33	-	SikaTop®-107 Seal	28

2.2.2.2. Bauteilversuch 1 (BT 1)

Versuchskörper Der grundsätzliche Schichtenaufbau ist in Abschnitt 2.24 beschrieben.

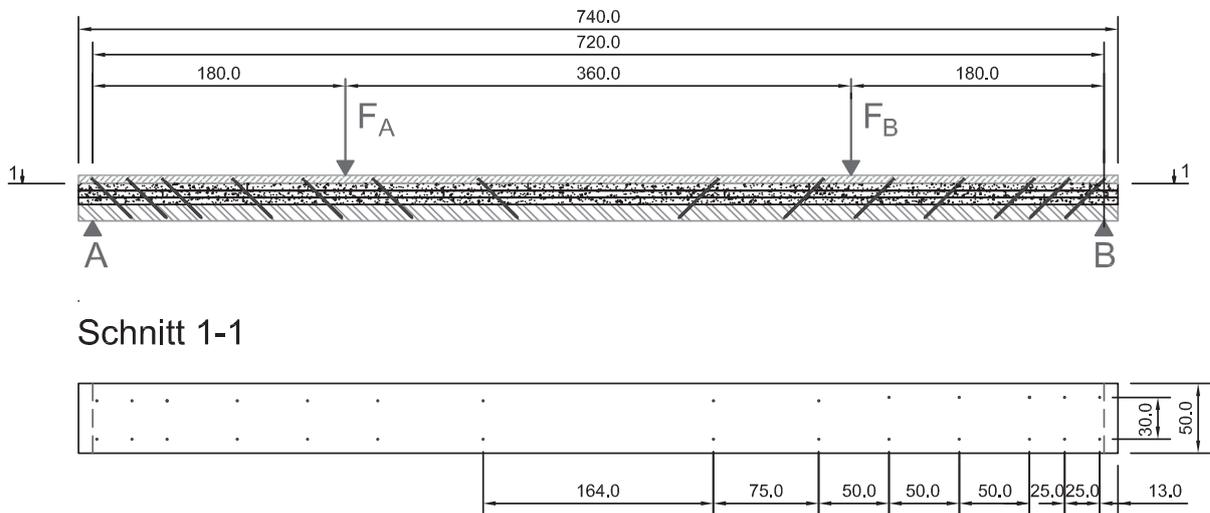


Abbildung 2.42.: BT 1 im Schnitt, mit Verbindungsmittel und Lasteinleitung, in [cm]

Die Anordnung der Schrauben ist der Abbildung 2.42 zu entnehmen. Die Schrauben wurden analog zum Verlauf der Querkraftlinie zufolge einer Gleichlast angeordnet, d.h. im Auflagerbereich ist der Schraubenabstand geringer als in Trägermitte. Es wurde zwischen der Holz und Holzleichtbetonschicht sowie zwischen den Holzleichtbetonschichten der Kleber SikaDur®-31 AUT verwendet.

Die Verschiebungen wurden an den Rändern des Bauteils gemessen. Um eine auftretende Verdrehung (Torsion) während des Versuchs erfassen zu können, wurden in der Trägermitte zwei Messuhren an den Rändern angebracht (u1.1 und u1.2).

Versuchsablauf Der Versuch wurde manuell kraftgesteuert durchgeführt, die Belastungsgeschwindigkeit betrug etwa 4 kN/min. Bei der Laststufe von 58 kN (je Zylinder) wurde ein Haltepunkt eingefügt, da eine Keilzinkung versagte (Abbildung 2.43).

Bei weiterer Belastung wurde die Maximallast von 78 kN erreicht. Nach dieser Laststufe erhöhte sich die Durchbiegung sprunghaft bei gleichzeitiger Reduktion der aufgebrachten Last, deswegen wurde der Versuch bei dieser Laststufe abgebrochen.

Um einen vollständigen Bruch des Systems herbeizuführen, wurde der Bauteil nochmals belastet. Der Bruch trat bei einer Last von 48 kN ein (Abbildung 2.44).



Abbildung 2.43.: Versagen der Keilzinkung unter der Lasteinleitung F_A

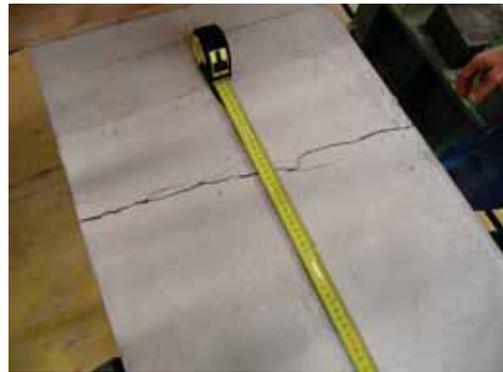


Abbildung 2.44.: Betonriss im Bereich der Krafteinleitung F_A nach Maximalbelastung

Versagensbeschreibung Das erste Versagen wurde bei einer Last von 58 kN festgestellt. Unter F_A brach eine Keilzinkung der Brettsperrholzplatte. In Abbildung 2.43 ist der Schaden am Bauteil darstellt. Im Diagramm in Abbildung 2.49 ist zu erkennen, dass vor dem Erreichen dieser Laststufe bereits eine erhöhte horizontale Verschiebung zwischen Beton und Holz bei Auflager A stattfand.

Das Versagen der Klebefuge führte zu einer Spannungsumlagerung in den Teilquerschnitten Beton und Holz. Durch die aus der Spannungsumlagerung erhöhten Randspannungen brach die Keilzinkung unter dem Lasteinleitungspunkt F_A (Abbildung 2.43).

Beim weiteren Belasten waren Risse im Beton zwischen der Krafteinleitung F_A und dem Auflager A entstanden. Die maximale Belastung betrug 78 kN.

Durch den Bruch konnte danach die unterste Klebefuge zwischen Holzleichtbeton und Holz betrachtet werden (Abbildung 2.46). Es zeigte sich, dass ca. ein Viertel der Fläche ungenügenden Verbund hatte. Ein Grund für das Versagen der Verbundfuge dürfte in der ungenügenden Vernetzung der Klebeschicht zwischen Holz und Holzleichtbeton liegen. Durch den unzureichenden Verbund kam es zu höheren Biegespannungen in den Teilquerschnitten Holz und Beton und damit zum Bruch der Keilzinkung.

Desweiteren wurde ersichtlich, dass im Endbereich des Bauteils zwei Schrauben nicht aus dem Holz ausgezogen wurden, sondern in der Klebefuge zwischen Holz und Holzleichtbeton abgerissen sind. Die restlichen Schrauben wurden aus der Brettsperrholzplatte ausgezogen.



Abbildung 2.45.: Bruch nach Wiederbelastung bei F_A



Abbildung 2.46.: Oberfläche der BSP-Platte am Auflager A

Verformungsverhalten In Abbildung 2.48 ist das Kraft-Verschiebungs-Diagramm des Versuchs dargestellt.

Es weist einen annähernd linearen Verlauf bis zu der Kraft von 58 kN auf. Wie im Diagramm ersichtlich, besteht kein Unterschied zwischen den Messpunkten u1.1 und u1.2, d.h. es kam zu keiner Torsion während des Versuchs. Der weitere Verlauf der Kennlinie ist mit einigen Knicken versehen, die als Datenerfassungsfehler interpretiert werden.

Abbildung 2.49 zeigt die relative Verschiebung zwischen der BSP-Schicht und der Betonschicht. Bis zur Laststufe von 35 kN trat keine messbare Verschiebung auf. Weiters ist erkennbar, dass bei 58 kN der Verbund zwischen der BSP-Schicht und der Holzleichtbetonschicht nicht mehr vorhanden war.

Die Abflachung der Kurve zwischen 58 und 60 kN beinhaltet die Kriechverformung zufolge der konstant gehaltenen Kraft von 58 kN (siehe auch Abbildung 2.47). Während die Kurve u4 (Verschiebung bei Auflager B) bei weiterer Belastung die gleiche Steigung wie vor dem Haltepunkt aufweist, zeigt die Kurve u5 das fortschreitende Versagen der Schubverbindungen zwischen Beton und Holz.

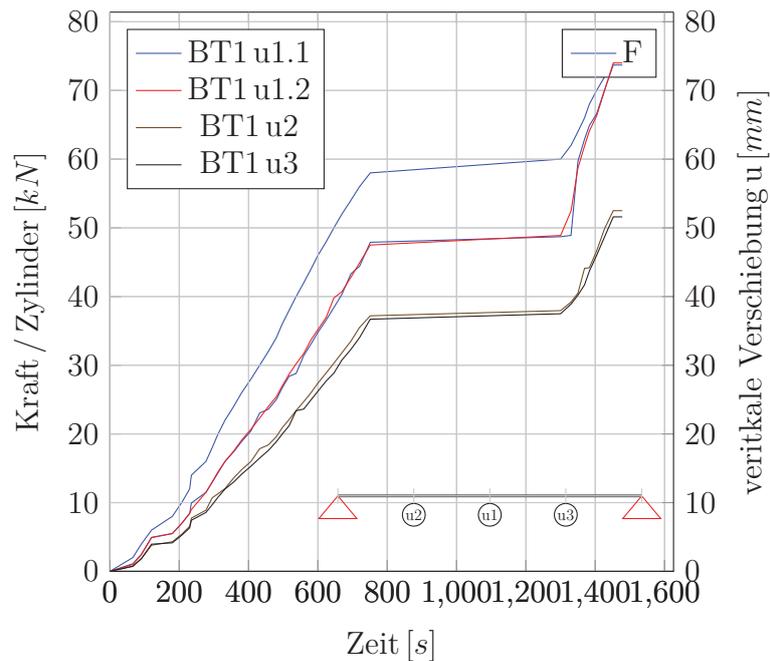


Abbildung 2.47.: Bauteilversuch 1: Kraft- und Verschiebungsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit

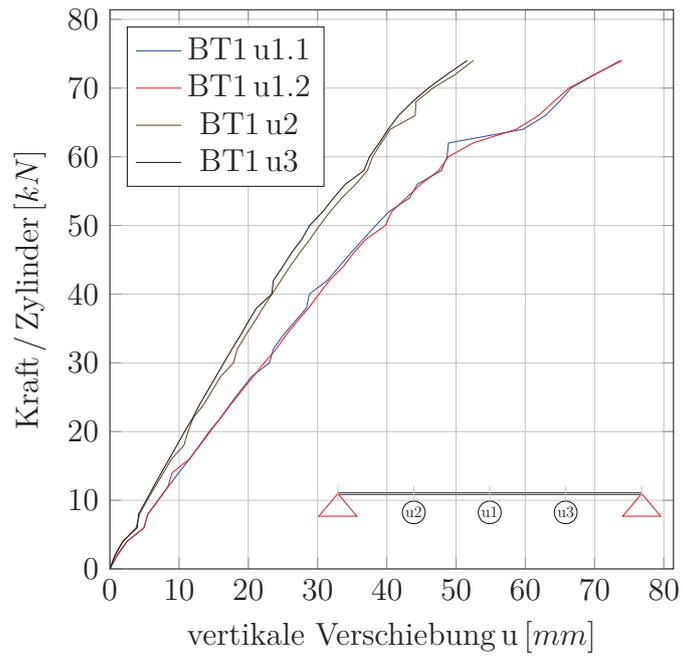


Abbildung 2.48.: Bauteilversuch 1: Kraft- Verschiebungsverlauf

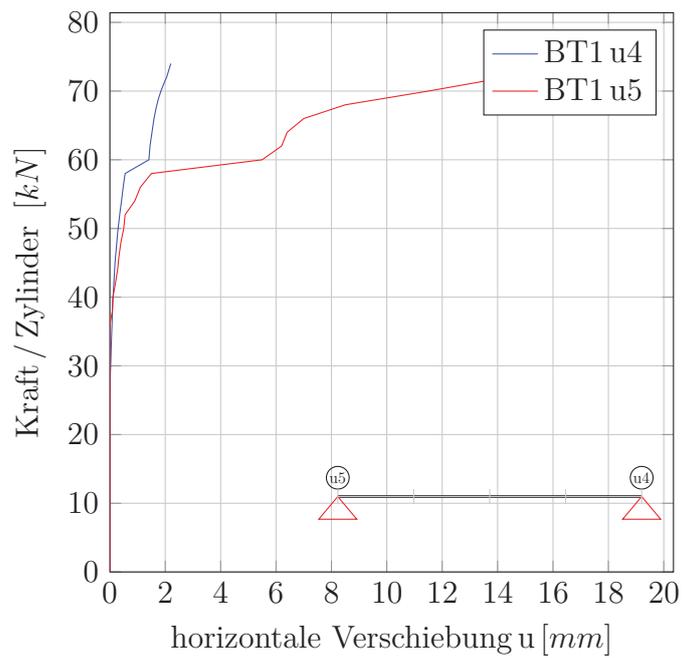


Abbildung 2.49.: Bauteilversuch 1: Kraft-Scherverformungsverlauf

2.2.2.3. Bauteilversuch 2 (BT 2)

Versuchskörper Der grundsätzliche Schichtenaufbau ist in Abschnitt 2.24 beschrieben.

Im Unterschied zum Versuch BT 1 (2.2.2.2) wurden die Schrauben analog zum Querkraftverlauf zufolge der Belastungsanordnung im Versuch positioniert (Abbildung 2.50). Mittels einer Finite Elemente Berechnung mit dem Programm „Sofistik“ wurde die Lage der Schrauben so optimiert, dass die Schrauben die gleiche Zugkraft erfahren.

Nach den Kleberversuchreihe 1 (Abschnitt 2.1.3.5) wurde der Kleber SikaTop®-109 ElastoCem für den Bauteilversuch 2 verwendet.

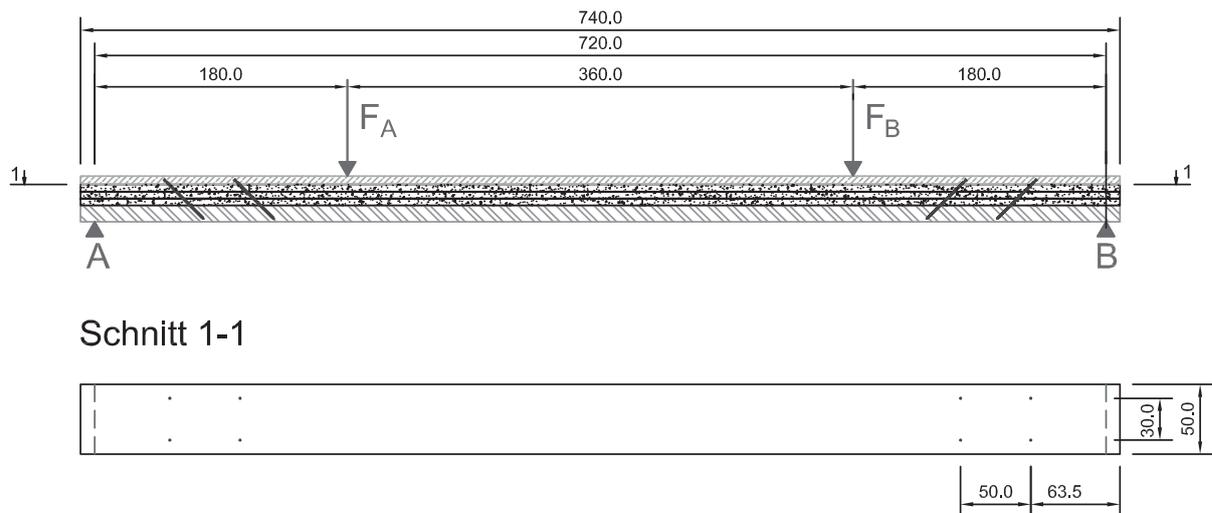


Abbildung 2.50.: BT 2 im Schnitt, mit Verbindungsmittel und Lasteinleitung, in [cm]

Schädigungen vor Versuchsdurchführung Die Schädigungen sind beim Einheben des Trägers in die Prüfanlage aufgetreten. Der Träger wurde mit zwei Gurten, die im einem Abstand von ca. 3 m zueinander in der Mitte des Trägers befestigt wurden, angehoben. Durch den daraus resultierenden Lastzustand (Kragarm am Trägerende) entstanden die Betonzugrisse im Abstand von ca. 150 cm von den Trägerenden (Abbildung 2.52) und der Spalt in der obersten Klebefuge an den Trägerenden (Abbildung 2.51).

Über die gesamte Länge des Träger wurden außerdem in der obersten Klebefuge ungenügende Vernetzungen im Randbereich der einzelnen Velox-Platten festgestellt. An diesen Stellen war ein deutlicher Spalt zwischen den Veloxschichten zu sehen.

Entgegen der Resultate der Kleberversuchreihe 1 erwiesen sich die Eigenschaften des hier verwendeten Kleber (SikaTop®-109 ElastoCem) als ungeeignet für das Sandwichsystem.



Abbildung 2.51.: Schädigung der obersten Klebefuge beim Auflager B



Abbildung 2.52.: Betonzugriss bei F_B (150 cm vom Trägerende)

Versuchsablauf Der Versuch wurde ebenfalls manuell kraftgesteuert durchgeführt. Die Belastungsgeschwindigkeit betrug etwa 4 kN/min.

Die Maximalkraft betrug 31 kN. Danach fiel die Belastung auf 18 kN ab, als der maximale Zylinderweg der Prüfanlage erreicht wurde. Um einen vollständigen Bruch des Systems herbeizuführen, wurde der Bauteil nochmals belastet. Der Bruch trat bei einer Last von 21 kN ein.

Versagensbeschreibung Abschnitt 2.2.2.3 beschreibt die Schädigungen, die durch das Einheben des Trägers in die Prüfanlage entstanden sind.

Wegen des großflächig nicht vorhandenen Verbundes in den Klebefugen (Abbildung 2.53 und 2.54) wird davon ausgegangen, dass die mechanischen Verbindungsmittel (Schrauben) alleine die Verbundwirkung zwischen Holz und Beton herstellen.

Bei der Laststufe von 24 kN fand das erste sichtbare Versagen in der Holzschicht statt. Es spaltete sich ein Keil in der Zugzone in Trägermitte ab (Abbildung 2.56).

Bei der Maximallast von 31 kN versagten die Schrauben beim Auflager A durch Herausziehen aus dem Holz. Das zeigt sich auch bei Betrachtung der überproportionalen Relativverschiebung zwischen Holz- und Betonschicht (Abbildung 2.55).

Anmerkung: Die Verschiebung ist im Diagramm in Abbildung 2.60 nicht erfasst, da die analogen Wegaufnehmer aus Sicherheitsgründen zu diesem Zeitpunkt bereits entfernt worden sind.

Der vollständige Bruch der BSP-Platte fand nach Wiederbelastung zwischen dem Lasteinleitungspunkt F_A und Trägermitte bei einer Last von 21 kN statt (Abbildung 2.57).

Verformungsverhalten In Abbildung 2.59 ist das Kraft-Verschiebungs-Diagramm des Versuchs dargestellt.

Der Verlauf der Linien ist bis zu einer Last von 14 kN linear. Danach nehmen die Verformungen progressiv zu. Über der Belastung von 16 kN vergrößert sich der Unterschied



Abbildung 2.53.: Oberfläche der obersten Klebeschicht



Abbildung 2.54.: Oberfläche der obersten Velox-Platte

zwischen der Verschiebungslinien u_2 und u_3 . Es ist auf die Abspaltung des Holzkeils der BSP-Platte zurückzuführen (Abbildung 2.56).

Die relative Verschiebung zwischen der BSP-Schicht und der Betonschicht ist in Abbildung 2.60 darstellt. Sie weisen bis zu 15 kN ein lineares Verhalten auf, danach ist ein progressiver Anstieg erkennbar.



Abbildung 2.55.: Horizontale Verschiebung beim Auflager A, nach Maximalbelastung



Abbildung 2.56.: Versagensdarstellung in Trägermitte nach $F_{max} = 31$ kN



Abbildung 2.57.: Vollständiger Bruch des Bauteils in Trägermitte nach Wiederbelastung

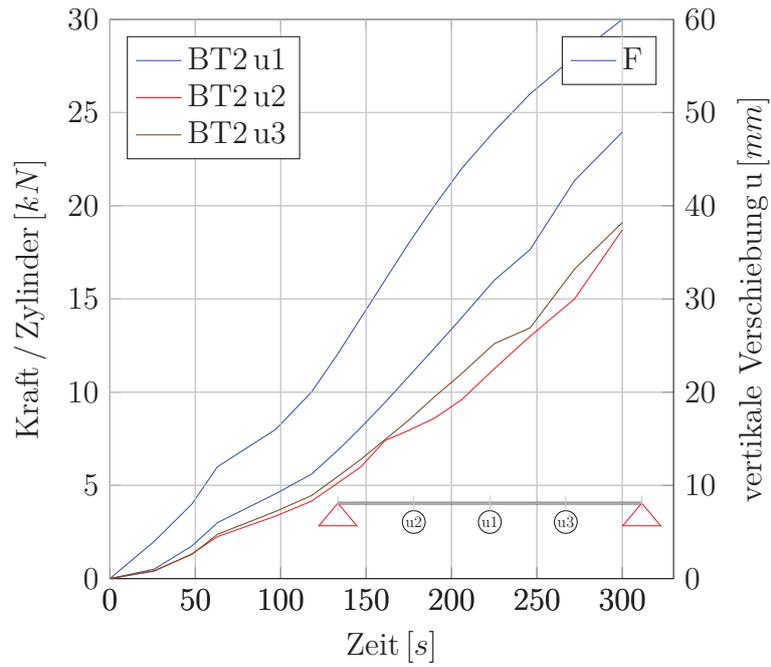


Abbildung 2.58.: Bauteilversuch 2: Kraft- und Verschiebungsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit

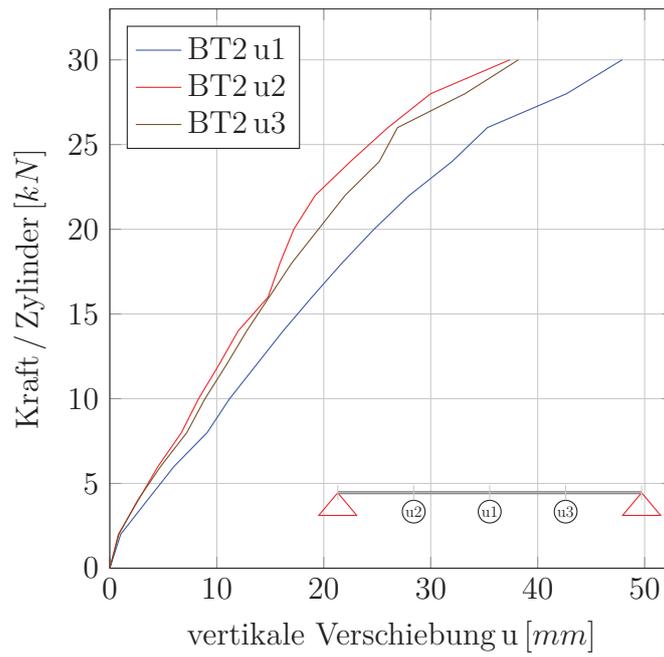


Abbildung 2.59.: Bauteilversuch 2: Kraft-Durchbiegungsverlauf

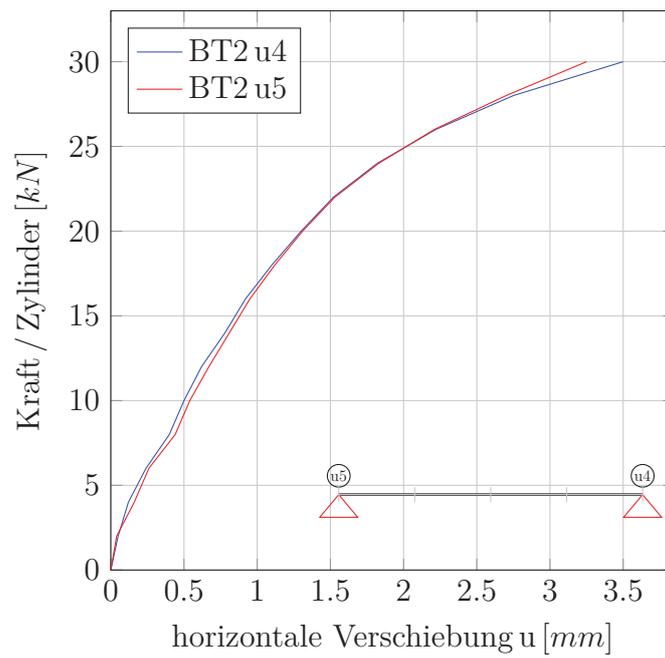


Abbildung 2.60.: Bauteilversuch 2: Kraft-Scherverformungsverlauf

2.2.2.4. Bauteilversuch 3 (BT 3)

Versuchskörper Der Schichtenaufbau ist in Abschnitt 2.24 beschrieben.

Aufgrund der Erfahrungen, die mit dem Bauteil 2 (BT 2) gemacht wurden, wurden folgende Änderungen bei den Verbindungsmitteln vorgenommen.

Die Anzahl und Anordnung der Schrauben ist der Abbildung 2.61 zu entnehmen. Im Auflagerbereich wurde eine zusätzliche Schraube angeordnet, um den Lastfall „Einheben des Versuchskörpers in die Prüfanlage“ zu berücksichtigen.

Weiters wurde ein Kleber mit höherer Steifigkeit (SikaTop®-107 Seal) eingesetzt (siehe Klebversuchsreihe 2).

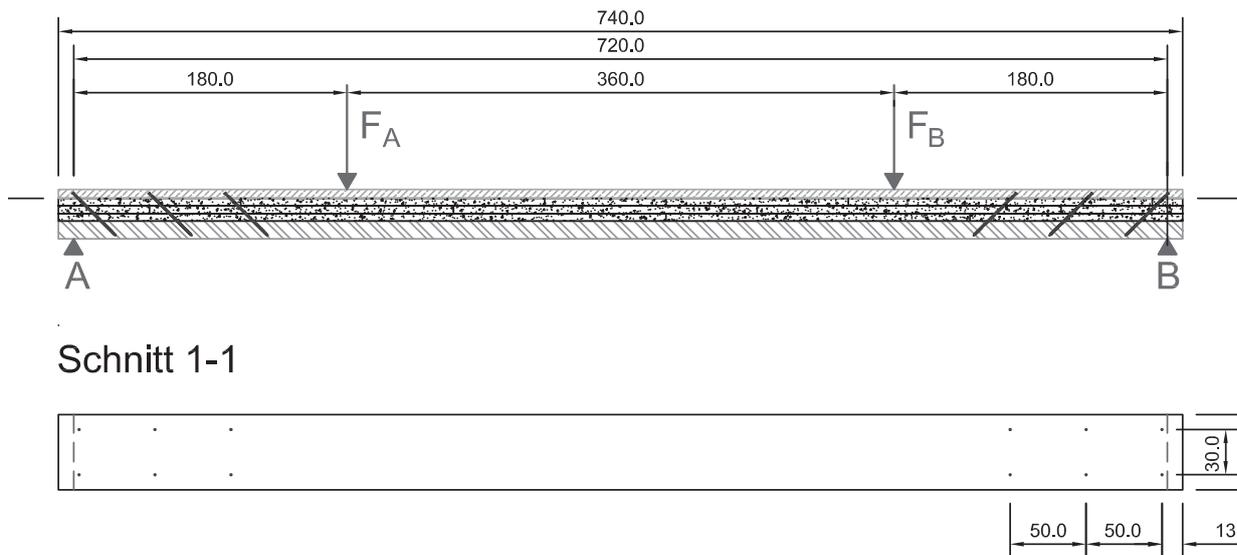


Abbildung 2.61.: BT 3 im Schnitt, mit Verbindungsmittel und Lasteinleitung, in [cm]

Versuchsablauf Wie im Abschnitt 2.2.1.4 beschrieben, wurde der Versuch mit einer digitalen Messeinrichtung versehen und Mithilfe einer programmierten Belastungskurve gesteuert. Abbildung 2.66 zeigt den zeitlichen Ablauf des Versuchs.

Bei der Last von 35 kN wurde ein weiterer Haltepunkt mit einer Dauer von 30 min eingefügt, um das Bauteilverhalten bei hoher konstant gehaltener Last zu beobachten.

Anschließend wurde der Bauteil weiter belastet, bis ein deutlicher Lastabfall eintrat. Die Maximallast F_{max} betrug 58 kN.

Nach Entfernung der Messinstrumente wurde der Bauteil manuell gesteuert belastet, bis die BSP-Platte bei einer Last von 35 kN im Bereich der Lasteinleitung F_B brach.



Abbildung 2.62.: Darstellung des Risses im Beton und Holzleichtbeton, nach $F_{max} = 58 \text{ kN}$



Abbildung 2.63.: Spalt zwischen BSP und Holzleichtbeton, nach $F_{max} = 58 \text{ kN}$

Versagensbeschreibung Die erste Schädigung trat als Riss im Beton und im Holzleichtbeton im Bereich der Lasteinleitung F_B bei der Maximallast von 58 kN auf (Abbildung 2.62). Dieser Betonzugriss ist ein Resultat der Spannungsumlagerung, welche sich zufolge des Versagens der Holzschrauben einstellt. Dieser Verlust der Verbundwirkung ist auch im Diagramm in Abbildung 2.68 zu sehen. Die Relativverschiebung zwischen Holz und Beton bei Auflager B (u4) erhöht sich im Bereich der Maximallast progressiv.

Abbildung 2.64 stellt das Versagen an der Krafteinleitungspunkt F_B dar, dass sich durch den Betonriss in Abbildung 2.62 angekündigt hatte.

Abbildung 2.65 zeigt eine gute Verklebung im Mittelbereich des Bauteils, hier versagte das Velox-Platte. In den Randbereichen versagte hingegen die Klebefuge.

Verformungsverhalten In Abbildung 2.67 ist das Kraft-Verschiebungs-Diagramm des Versuchs dargestellt.

Der Verlauf der Kennlinien im Kraft-Verschiebungs-Diagramm ist bis zu einer Last von 50 kN linear. Anschließend nehmen die Verformungen progressiv zu. Die Verschiebungen u2 und u3 haben bis zur Last von 56 kN den gleichen Verlauf, danach nimmt die Verformung u3 stärker zu. Dieses Verhalten ist auf das Versagen der Schubverbindungen in diesem Bereich zurückzuführen.

In Abbildung 2.68 ist die Scherverformung des Versuchs abgebildet. Durch die geringe Auflösung der Messsensoren entstand die Treppenkurve. Dennoch ist ein annähernd



Abbildung 2.64.: Bruch nach Wiederbelastung bei Lasteinleitung F_B



Abbildung 2.65.: Klebefuge zwischen BSP-Platte und Velox-Platte

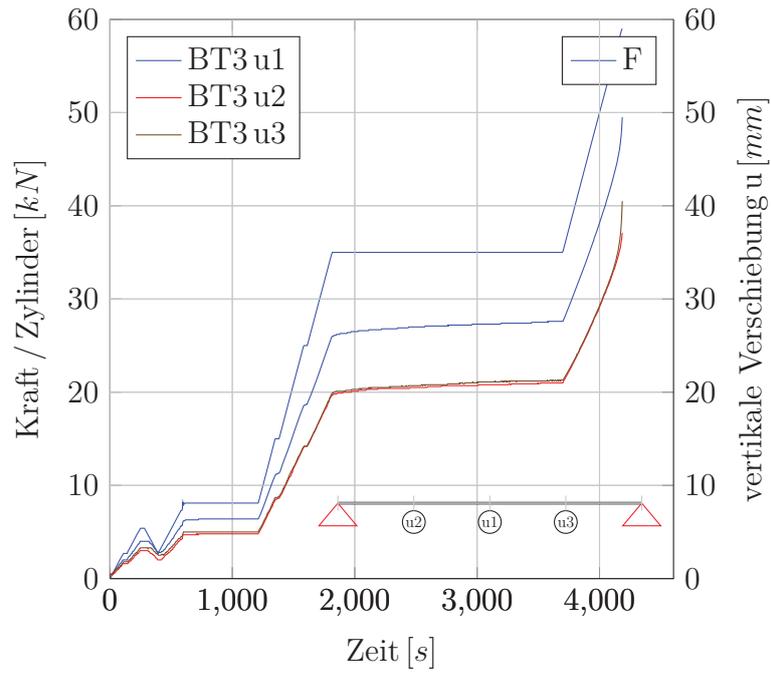


Abbildung 2.66.: Bauteilversuch 3: Kraft-und Verschiebungsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit

linearer Verlauf bis zur Last von ca. 50 kN zu erkennen. Wie im vorigen Abschnitt beschrieben zeigt die Zunahme der Verschiebung u4 ein Versagen der Schubverbindungen im Bereich des Auflagers B.

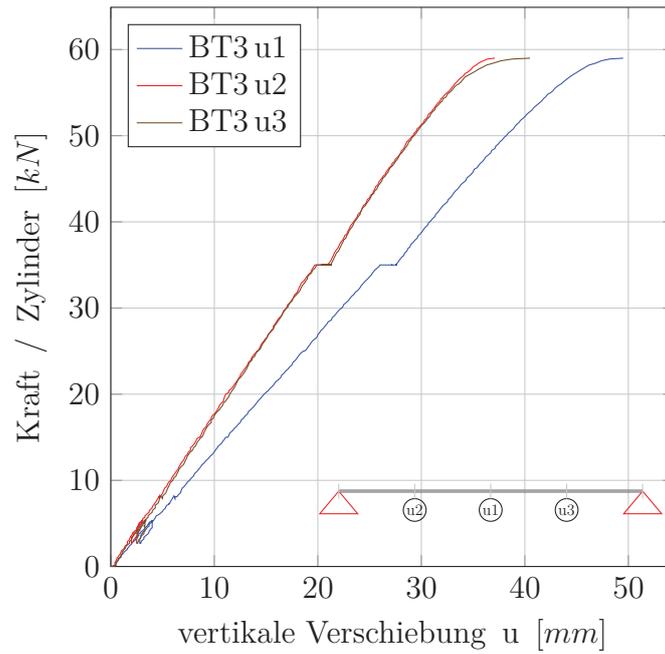


Abbildung 2.67.: Bauteilversuch 3: Kraft-Durchbiegungsverlauf

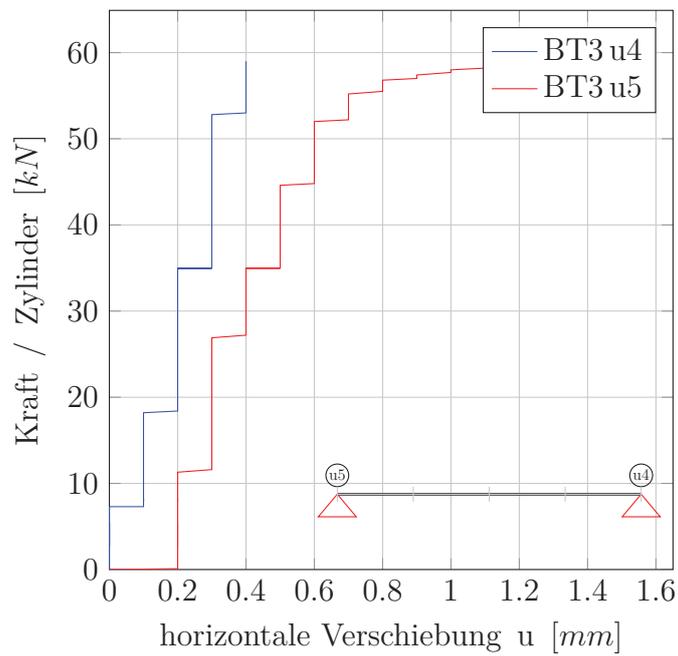


Abbildung 2.68.: Bauteilversuch 3: Kraft-Scherverformungsverlauf

2.2.2.5. Bauteilversuch 4 (BT 4)

Versuchskörper Der Schichtenaufbau ist in Abschnitt 2.24 beschrieben.

Der Bauteil wurde ohne mechanische Verbindungsmittel (Schrauben) gefertigt, um einen Referenzwert und den Einfluss der Schrauben auf das System zu ermitteln (Abbildung 2.69).

Bei diesem Versuch wurde wie bei Bauteil BT 3 der Kleber SikaTop®-107 Seal verwendet.

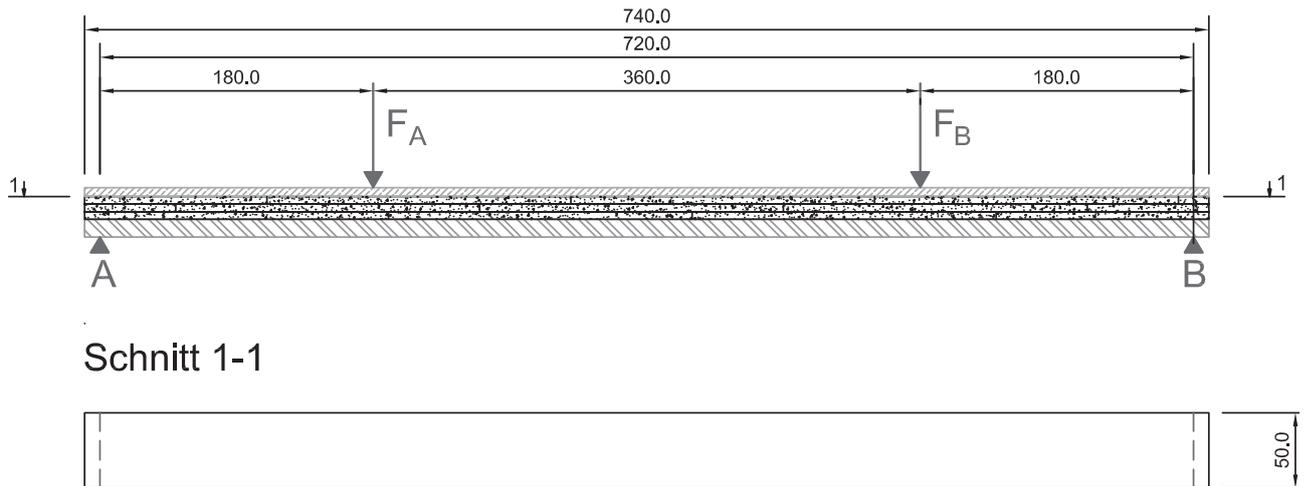


Abbildung 2.69.: BT 4 im Schnitt, mit Verbindungsmittel und Lasteinleitung, in [cm]

Schädigungen vor Versuchsdurchführung Wie in Abbildung 2.70 dargestellt sind schon Schäden vor dem Einheben in die Prüfanlage aufgetreten. Die unterste Klebefuge konnte mit einem Stahlwinkel bis zu 20 cm vom Bauteilende durchdrungen werden. Es traten weitere Schädigungen beim Einheben des Bauteils in die Prüfanlage auf. Der Bauteil wurde mit zwei Gurten, die im einem Abstand von ca. 4 m zueinander in der Mitte des Bauteils befestigt wurden, angehoben. Durch den daraus resultierenden Lastzustand entstanden die Betonzugrisse im Abstand von ca. 150 cm von den Trägerenden und der Spalt in der untersten Klebefuge an den Trägerenden wurde größer.

Über die gesamte Länge des Trägers wurden in der untersten Klebefuge ungenügende Vernetzungen im Randbereich der zwischen der BSP-Schicht und der Velox-Schicht festgestellt. An diesen Stellen war ein deutlicher Spalt zu sehen (Abbildung 2.71).



Abbildung 2.70.: Stahlwinkel durchdringt die unterste Klebefuge, bis zu 20 cm vom Bauteilende



Abbildung 2.71.: Spalt in der untersten Klebefuge im Randbereich des Bauteils (allseitig)

Versuchsablauf Wie im Abschnitt 2.2.1.4 beschrieben, wurde der Versuch mit einer digitalen Messeinrichtung versehen und mithilfe einer programmierten Belastungskurve gesteuert. Abbildung 2.74 zeigt den zeitlichen Ablauf des Versuchs.

Bei der Last von 5,4 kN war ein Haltepunkt von 120 s vorgesehen. Jedoch begann sich der Bauteil bei dieser Laststufe stark zu verformen, daher wurde die Last ca. 900 s manuell gehalten. In Abbildung 2.74 ist dargestellt, dass bei konstanter Last die Verformungen zunehmen (bei $t = 400 - 600$ s).

Anschließend wurde der Versuch nach der programmierten Belastungskurve weiter gefahren, bis er bei der Last von 7,5 kN beendet wurde, um die Messinstrumente abzunehmen.

Nach Entfernung der Messinstrumente wurde der Bauteil nochmals belastet, bis die BSP-Platte bei einer Last von 12 kN in Trägermitte brach.



Abbildung 2.72.: Horizontale Verschiebung beim Auflager A, nach Entlastung auf 2,7 kN



Abbildung 2.73.: Risse in der Beton- und Veloxschicht, nach Entlastung

Versagensbeschreibung Durch den fehlerhaften Verbund in der Klebefuge kam es zu Zugrissen im Beton und im Holzleichtbeton in der Nähe der Lasteinleitung F_B bei einer Last von 5 kN (Abbildung 2.73).

Beim Zeitpunkt 600 s bildete sich ein weiterer Riss in Trägermitte und die unterste Verbundfuge löste sich vollständig von Trägermitte bis zum Auflager B. Dadurch nahmen die Verformungen sprunghaft zu, insbesondere die Relativverschiebung u_5 .

Das Versagen der BSP-Platte fand bei Wiederbelastung bei 12 kN statt.

Verformungsverhalten In Abbildung 2.75 ist das Kraft-Verschiebungs-Diagramm des Versuchs dargestellt.

Die Verläufe weisen schon bei geringer Belastung auf ein nichtlineares Verhalten hin. Beim Haltepunkt 2,7 kN ist eine plastische Verformung ersichtlich.

Der weitere Verlauf bis zum nächsten Haltepunkt 5,4 kN zeigt ebenfalls ein deutlich nichtlineares Verhalten.

Bei der konstant gehaltenen Last von 5,4 kN nimmt die Verschiebungen ständig zu, was auf einen nichtvorhandenen Verbund der Schichten (zw. Holz und Holzleichtbeton) hinweist.

Nach der Entlastung auf 2,7 kN und darauffolgenden Wiederbelastung ist erkennbar, dass der Bauteil sich plastisch verformt hat.

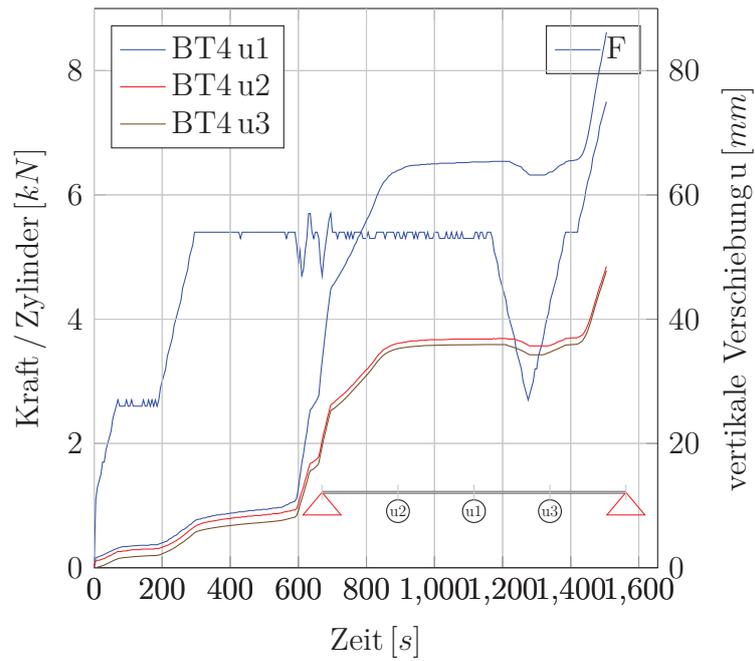


Abbildung 2.74.: Bauteilversuch 4: Kraft- und Verschiebungsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit

In Abbildung 2.77 ist die Scherverformung des Versuchs abgebildet.

Die Kennlinien sind bis zu dem Lastniveau von 5,4 kN fast ident. Bei der konstanten Last von 5,4 kN steigt die Verschiebung der Kennlinie u5 erheblich an. Dies ist auf das Versagen der Verbundfuge im Bereich zwischen Trägermitte und dem Auflager B zurück zu führen.

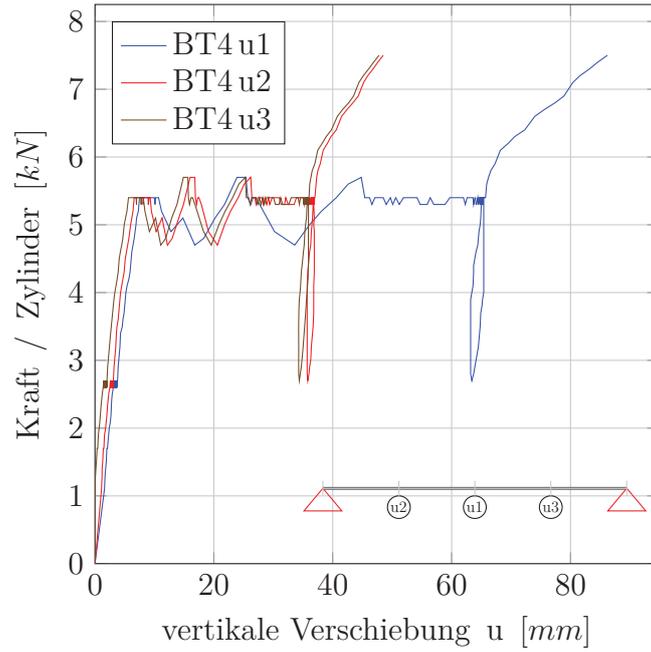


Abbildung 2.75.: Bauteilversuch 4: Kraft-Durchbiegungsverlauf

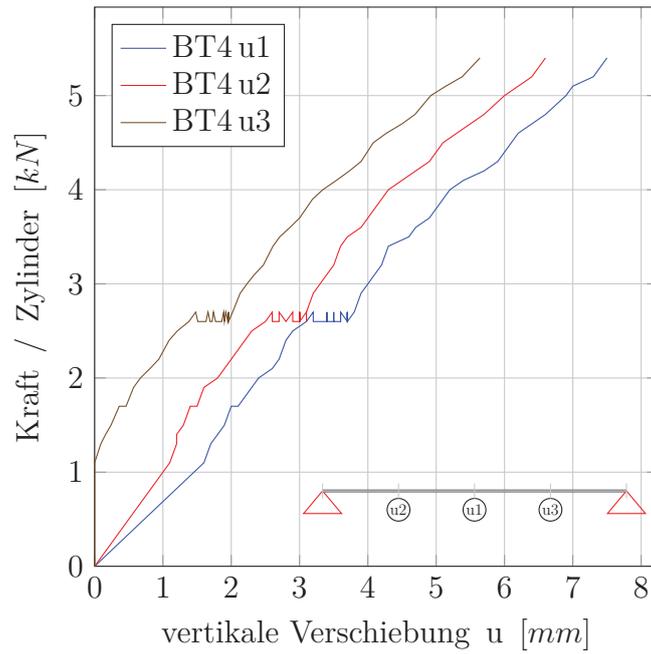


Abbildung 2.76.: Bauteilversuch 4: Kraft-Durchbiegung bis 5,4 kN

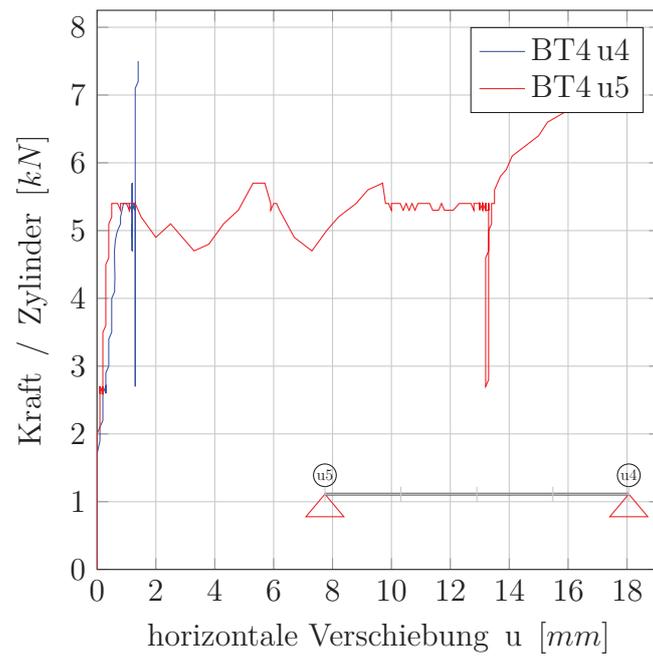


Abbildung 2.77.: Bauteilversuch 4: Kraft-Scherverformungsverlauf

2.2.2.6. Gegenüberstellung der Bauteilversuche

Durchbiegung in Feldmitte In der Abbildung 2.78 sind die Durchbiegungskennlinien in Trägermitte (u_1) dargestellt. Es fällt auf, dass die Kraft-Verschiebungs-Linien der BT 1 und BT 3 eine sehr gute Übereinstimmung aufweisen. Der Bauteil 2 hat eine geringere Biegesteifigkeit als diese beiden Versuchskörper. Der Träger BT 4 hatte die geringste Biegesteifigkeit.

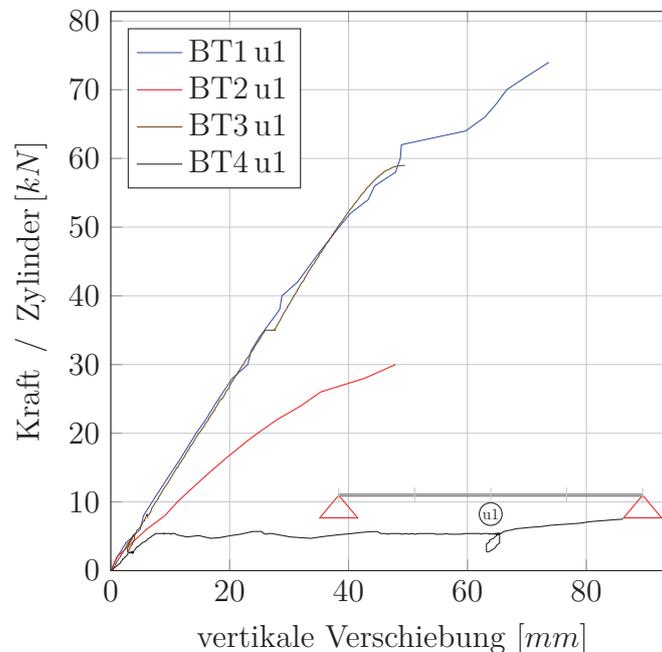


Abbildung 2.78.: Vergleich der vertikalen Verschiebung (u_1) in Bauteilmitte

Verformungs- und Traglastanalyse Um das Verformungs- und das Traglastverhalten der Sandwichbauteile zu analysieren, werden die Messwerte für eine Durchbiegung von $w = \frac{l}{400}$ und eine Belastung von $F = 8, 10 \text{ kN}$ als Vergleichswerte herangezogen (siehe Tabelle 2.7). Der Wert für die Durchbiegung wurde so gewählt, dass Reserven für Langzeitverformungen gegeben sind. Der Belastungswert ergibt sich aus der Summe der Eigenlast (G_1 und G_2) und einer üblichen Nutzlast (Q) im Wohnbau (siehe Abschnitt 2.2.1.5).

Die Maximallast verhält sich analog zu den Biegesteifigkeiten. Die Bauteile mit höherer Biegesteifigkeit EI_{equ} haben auch eine höhere Maximallast F_{max} .

Die Werte $w_{max, F=8,10 \text{ kN}}$ und EI_{equ} für den Bauteil BT 4 weichen stark von den restlichen Werten ab, weil der Bauteil in diesem Zustand bereits versagt.

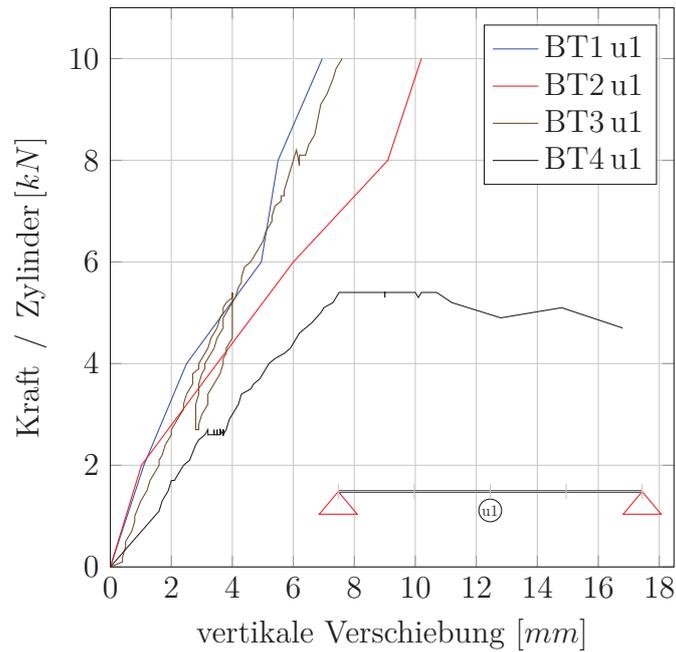


Abbildung 2.79.: Vergleich der vertikalen Verschiebung (u_1) in der Bauteilmitte bis 10 kN

Tabelle 2.7.: Vergleich: Maximallast, Last bei Durchbiegung $w = l/400$ und Berechnung der Biegesteifigkeiten, Durchbiegung bei Last $F = 8, 10$ kN und Berechnung der Biegesteifigkeiten

Versuch	F_{max} [kN]	$F(w = l/400)$ [kN]	EI_{equ} bei $w(l = 1/400)$ [MN · m ²]	$w(F = 8, 10$ kN) [mm]	EI_{equ} bei $F = 8, 10$ kN [MN · m ²]
BT 1	72	25	14,9	5,5	15,6
BT 2	30	15	8,9	9,20	9,3
BT 3	58	24,4	14,4	6,2	13,8
BT 4	12	4,8	2,9	58	1,5

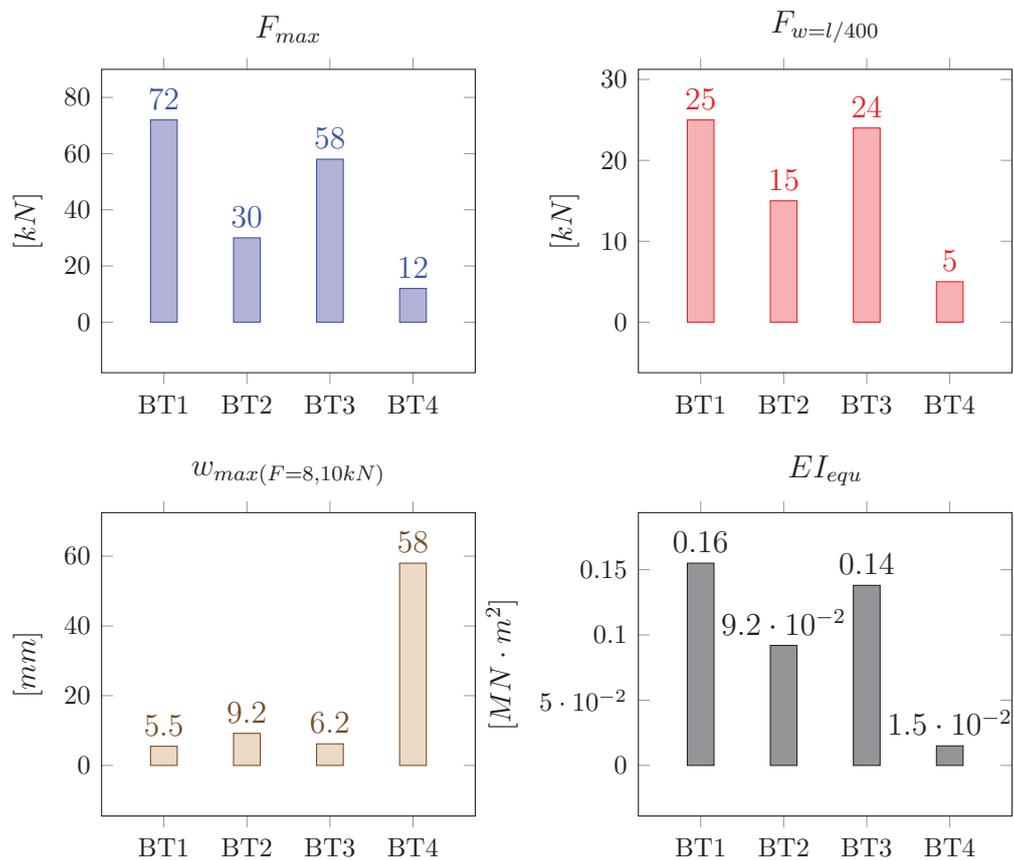


Abbildung 2.80.: Vergleich der Bauteilversuche (Maximallast, Durchbiegung, Biegesteifigkeit)

Scherverformung Abbildung 2.81 vergleicht die Relativverschiebungen zwischen Beton und Holz in Abhängigkeit der Kraft an beiden Auflagern aller Bauteilversuche. Da die Verbundsteifigkeit der Schichten zwischen Beton und Holz entscheidenden Einfluss auf das Verformungs- und Tragverhalten des Sandwichbauteils hat, ist die Biegesteifigkeit der Systeme mit geringer Schubverformung am höchsten. Dieser Zusammenhang wird auch durch die Anwendung des γ -Verfahrens als Berechnungsmodell anschaulich dargestellt (Abschnitt 3).

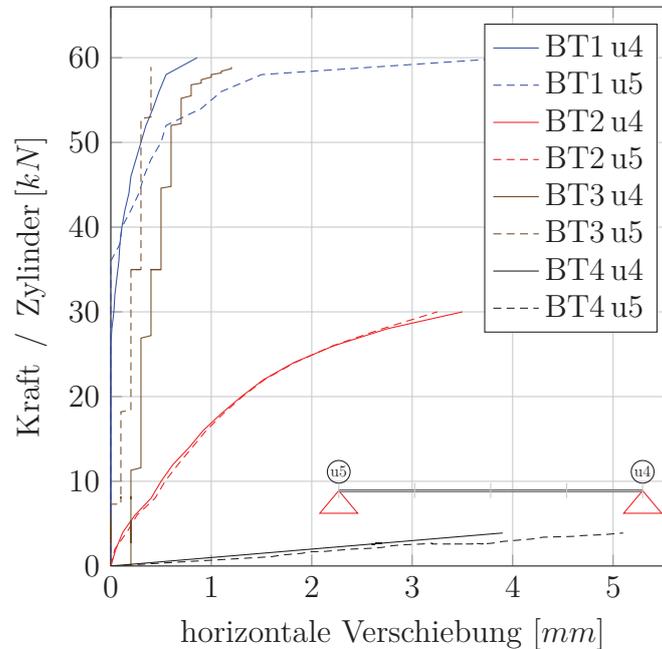


Abbildung 2.81.: Vergleich der horizontalen Verschiebung beim Auflager A (u5) und Auflager B (u4)

2.2.3. Scherversuch

Wie im vorigen Abschnitt erläutert, hat das Schubverhalten der Zwischenschichten zwischen Beton und Holzschicht großen Einfluss sowohl auf die Verteilung der Schnittgrößen, als auch auf das Verformungsverhalten des Sandwichbauteils.

Mit den Versuchen, die dieser Abschnitt beschreibt, kann das Schubverhalten des Systems erforscht werden.

Bei Versuchskörper BT 1 fand das Versagen zwischen Auflager A und Lasteinleitung F_A statt. In der Nähe der Lasteinleitung brach die BSP-Platte vollständig durch. Der Rest des Trägers von Lasteinleitungspunkt F_A bis Auflager B hatte keine sichtbare Schädigung.

In Anlehnung an die Scherversuche von Schäfers (Abbildung 2.83, [31]) wurden die Versuche geplant. Für die Probekörper wurden Abschnitte des Trägers BT 1 gewählt, in denen sich jeweils drei Schraubenpaare befanden. Mit Hilfe einer Motorsäge und einer Flex (Trennschleifer) wurde der restliche Träger zerteilt. In Abbildung 2.82 ist ersichtlich, welche Teile des Trägers verwendet wurden.

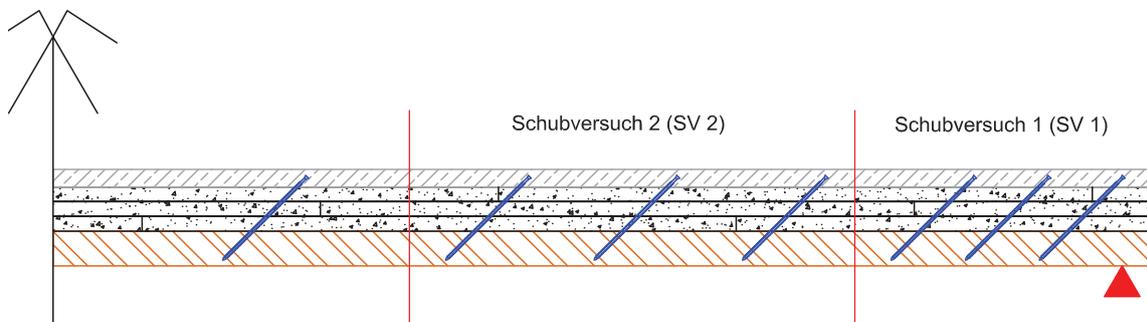


Abbildung 2.82.: Darstellung und Bezeichnung der verwendeten Bauteile

In der Arbeit von Schäfers [31] wird die Problematik der Ermittlung der Scher- bzw. Schubfestigkeiten erklärt.

Hinsichtlich der Ermittlung von Scher- bzw. Schubfestigkeiten für den Baustoff Holz existiert die Problematik, dass es nahezu unmöglich ist, einen reinen Schubspannungszustand für Scherflächen parallel zur Faser zu erzeugen. Bereits Petermann [29] und Kollmann [26] erkannten dieses Problem und betrachteten verschiedene Ansätze zur Lösung desselben. Bis heute - weitere 70 Jahre nach Erscheinen der oben genannten Arbeiten - ist diese Problematik nicht abschließend gelöst.

Im Wesentlichen haben sich heute zwei Prüfverfahren zur Ermittlung der Schubfestigkeit von Holz etabliert, welche den einschlägigen Normen in verschiedenen Ländern zugrunde liegen. Im Europäischen Raum bezieht sich der DIN EN 1995-1-1 [13] auf die DIN EN 408 [15] wo das in Abbildung 2.83 dargestellte Prüfverfahren festgelegt ist. (vgl. [31])

Abbildung 2.84 zeigt den abgeleiteten Versuchskörper und die Versuchsanordnung.

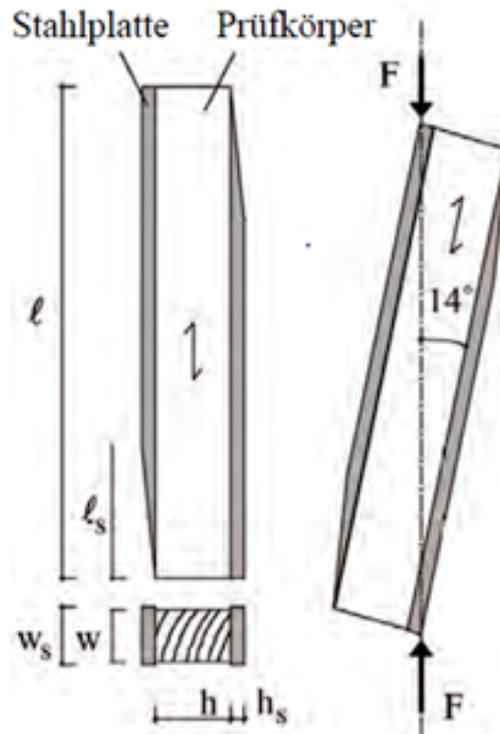


Abbildung 2.83.: Versuchsschema: Scherversuch nach [31]

Versuchskörper Folgende Schubversuche wurden mit den angeführten Abmessungen ($L \times B \times H$) durchgeführt:

1. Schubversuch 1 (SV 1): 100 x 50 x 32,8 cm
2. Schubversuch 2 (SV 2): 150 x 50 x 32,8 cm

Versuchsaufbau und Messeinrichtung Der Versuchsaufbau kann der Abbildung 2.84 entnommen werden. Der Versuchskörper wird so platziert, dass die Lasteinleitung vertikal über dem Auflager liegt. Damit der Versuchskörper die schräge Lage einnimmt, wurden Holzprofile angefertigt. Diese wurden mit Klemmzangen befestigt, um ein Ausweichen des unteren Auflagers zu verhindern.

Für die Lasteinleitung wurde ebenfalls ein Holzprofil hergestellt.

Es wurden für den Versuch zwei Messuhren (Abbildung 2.85) am oberen Punkt des Bauteils mittels einer Stahlplatte angebracht. Somit konnte die Relativverschiebung zwischen der BSP-Schicht und der Betonschicht gemessen werden.

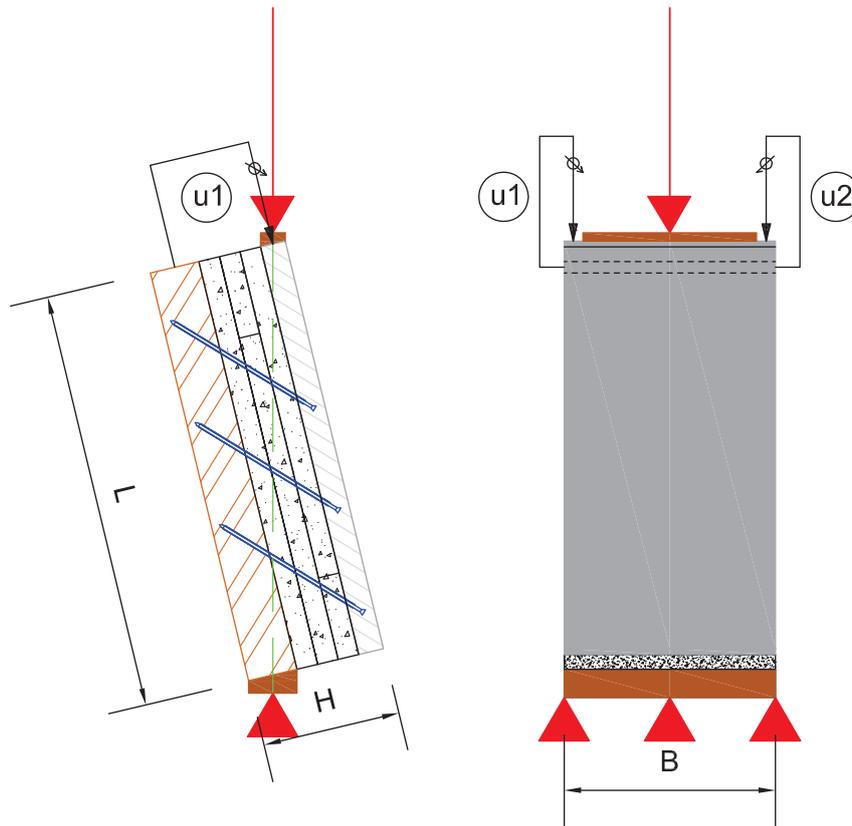


Abbildung 2.84.: Scherversuchsskizze mit Kräfteinleitung und Messmittelanordnung

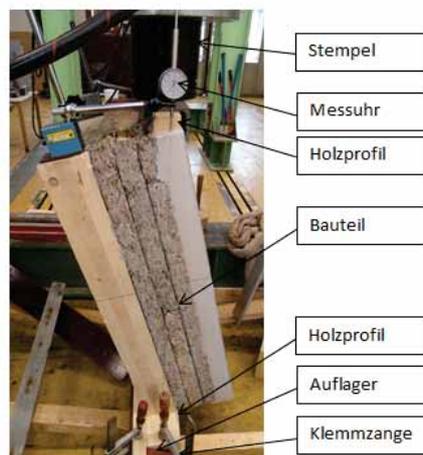


Abbildung 2.85.: Scherversuch mit Beschriftung der Hauptbestandteile

Versuchsablauf Zu Beginn des Versuchs wurde eine Referenzkraft von 0,5 kN aufgebracht. Die Messuhren wurden anschließend auf Null zurückgestellt. Die Versuche wurden manuell kraftgesteuert durchgeführt, die Belastungsgeschwindigkeit betrug etwa 0,1 kN/s.

Nach einem deutlichen Lastabfall wurden die Messuhren abgenommen, um eine Beschädigung der Instrumente zu verhindern. Nach der Maximallast von 359 kN bei Versuch SV 1 bzw. 348 kN bei SV 2 wurde bis zum kompletten Abscheren der Betonschicht weiter belastet.

Versagensbeschreibung

SV 1 Der Bruch deutete sich nur durch den Lastabfall an, visuell waren vor dem Bruch keine Schäden festzustellen.

Es wurden alle Schrauben aus dem Holz herausgezogen. Das Versagen in der Holzleichtbetonschicht trat in der untersten Klebefuge ein (Abbildung 2.86).



Abbildung 2.86.: SV1: Bruchbild des Scherversuch zw. BSP- und Veloxschicht

SV 2 Der Bruch verlief wie beim ersten Versuch.

Es wurden drei Schrauben aus dem Holz herausgezogen, die anderen drei brachen in der Holzleichtbetonschicht (Abbildung 2.87). Die beiden Schrauben am oberen Ende des Versuchskörper rissen in der mittleren Velox-Schicht, während die dritte Schraube in der unteren Velox-Schicht brach.

Der Bruchverlauf in der Velox-Schicht folgt den Bruchstellen der Schrauben (Abbildung 2.88).



Abbildung 2.87.: SV2: Bruchfläche mit den nicht ausgezogenen Schrauben



Abbildung 2.88.: SV2: seitliches Versagensdarstellung nach Bruch

Verformungsverhalten In Abbildung 2.89 sind das Kraft-Verschiebungs-Diagramm der Versuche dargestellt.

SV 1 Die unterschiedliche Verschiebung bei den beiden Messpunkten zeigt, dass sich die Betonschicht während des Versuchs verdreht hat. Die Kurve verläuft bis zu einer Last von 250 kN linear, danach flacht die Kurve bis zum Bruch zunehmend ab.

SV 2 Der lineare Verlauf der Kurve geht bis etwa 200 kN. Danach entstand ein ausgeprägtes Fließplateau bei 225 kN und schließlich nahm die Verformung progressiv zu bis zum Bruch.

Obwohl die Kennlinien anfangs sehr unterschiedliche Steigungen aufweisen und das Fließplateau beim ersten Versuch überhaupt fehlt, ist das Verhalten vor dem Bruch (ab 230 kN) sehr ähnlich (Abbildung 2.90).

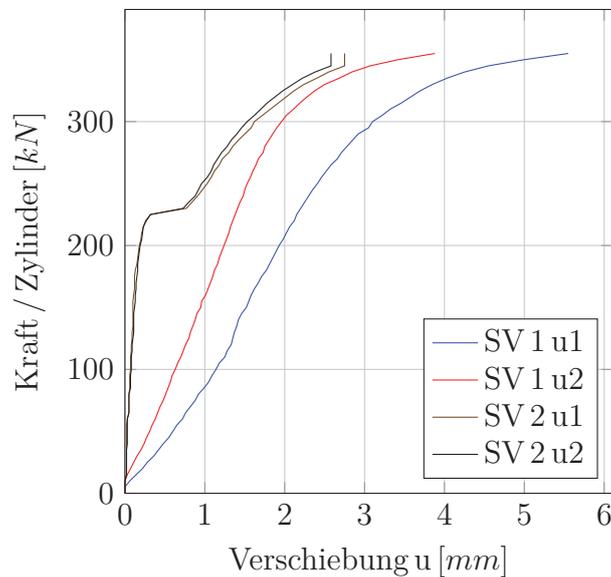


Abbildung 2.89.: Schubversuche: Kraft-Verformungsverlauf

Zusammenfassung: Bei der Berechnung des Verschiebungsmoduls wird die ÖNORM EN 26891 [10] verwendet. Die Auswertung ist im folgenden Abschnitt exemplarisch für den Versuch SV 1 darstellt.

Formel

$$k_{s,04} = \frac{F_{04}}{v_{04}} \quad (2.7)$$

- $F_{04} = 0,4 \cdot F_{max}$
- v_{04} ... Verschiebung bei F_{04}

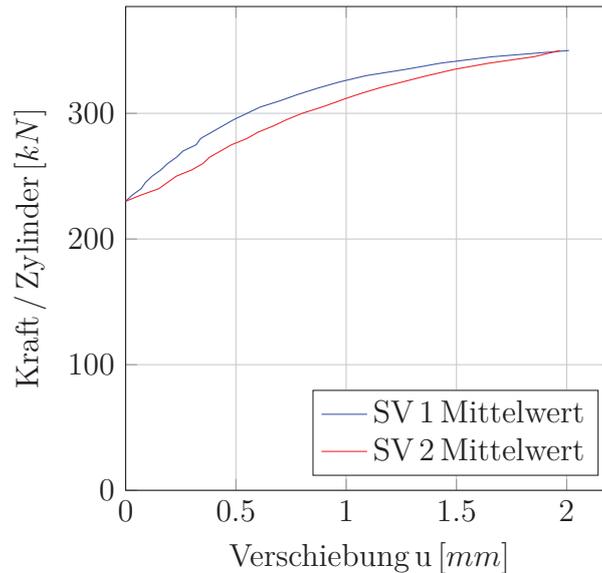


Abbildung 2.90.: Vergleich der Kennlinien ab 230 kN

Tabelle 2.8.: Berechnung des Verschiebungsmodul k_s

Versuch	F_{max} [kN]	$F_{0,4}$ [kN]	$v_{0,4}$ [mm]	$k_{s,0,4}$ [N/mm]
SV1	359	144	1,17	123076
SV2	348	139	0,11	1263636

Wie in der Einleitung dieses Abschnitts beschrieben, ist das Bauteilverhalten stark von der Verbindungssteifigkeit der Beton- mit der Holzschicht abhängig. Diese Steifigkeit wird mit dem Verschiebungsmodul k_s beschrieben ([10]).

Tabelle 2.8 beinhaltet die Anfangsverschiebungsmodule $k_{s,0,4}$ für eine Belastung von $0,4 \cdot F_{max}$.

Es zeigt sich, dass der Verschiebungsmodul des Versuchs SV 2 das zehnfache des Ergebnisses aus dem Versuch SV 1 beträgt. Durch die undefinierte Vorbelastung durch den Versuchsablauf und die darauf folgende Manipulation (Lagerung und Bearbeitung des Trägers) kann ohne weitere experimentelle Untersuchungen keine Interpretation der stark streuenden Ergebnisse getroffen werden.

Diese Untersuchungen laufen der Zeit im Rahmen des Forschungsprojektes „Weitgespannte Flachdeckensysteme in Holzspanbeton-Verbundbauweise“ [21].

2.2.4. Conclusio und Ausblick

2.2.4.1. Conclusio

Biegeversuche

Lastfall Montage und Transport Das statische System der durchgeführten Biegeversuche ist ein Einfeldträger mit zwei Einzellasten in den Viertel-Punkten. Im Montage- und Transportzuständen können jedoch andere statische Systeme auftreten, welche beim Entwurf der Elemente berücksichtigt werden müssen. Das zeigten insbesondere die Versuche BT 2 und BT 4 (Abschnitt 2.2.2.3 und 2.2.2.5). Dieses Problem kann durch eine entsprechende Anordnung der mechanischen Verbindungsmittel vermieden werden (siehe Versuchskörper BT3, Abschnitt 2.2.2.4).

Herstellung der Klebefuge Die Bauteilversuche zeigten, dass folgende Kriterien Einfluss auf die Qualität der Klebefugen hatten.

Eine gute *Verarbeitbarkeit* des Klebers ermöglicht ein gleichmäßiges und rasches Auftragen der Klebmasse auf den Untergrund. Die Verarbeitbarkeit hängt von der Viskosität des Klebers ab. Je flüssiger der Kleber, desto leichter die Verarbeitung. Jedoch müssen beim Auftragen mit der Zahnpachtel die Riefen stehen bleiben.

Die *Klebermenge* ist entscheidend für eine vollständig Vernetzung der zu verbindenden Schichten.

Die Vorverformung (Aufschüsseln durch Lagerung) der Velox-Platten muss bei der Wahl der Klebermenge und beim Verlegen der Platten berücksichtigt werden, um eine vollständige Vernetzung zu gewährleisten.

Anordnung mechanischer Verbindungsmittel Die Verankerung der Schrauben im Beton hielt den Belastungen stand. Bei keinem Versuch wurden Schrauben aus dem Beton ausgezogen.

Das Versagen der Schrauben trat entweder durch Herausziehen aus dem Holz oder durch den Bruch in der untersten Klebefuge ein.

Wie eingangs beschrieben, dienen die Schrauben im Auflagerbereich auch der Aufnahme der Schubkräfte beim Lastfall Transport.

Die Anzahl der verbauten Schrauben unterscheidet sich bei den beiden Versuchen BT 3 (6 Schrauben je Schraubenreihe) und BT 1 (14 Schrauben je Schraubenreihe) stark. Das Verformungsverhalten war jedoch sehr ähnlich (Abbildung 2.78). Unter der Lastanordnung in den Biegeversuchen tragen die Schrauben zwischen den beiden Lasteinleitungspunkten wenig zur Biegesteifigkeit des Sandwichträgers bei.

Die Vorschädigungen beim BT 4 zeigen, dass das Fehlen der Schrauben die Qualität der Verbundfuge negativ beeinflusst. Bei Bauteil 3 konnte durch Verwendung von Schrauben das Aufgehen der Klebefugen während dem Aushärten verhindert werden.

Beton Der selbstverdichtende Beton ging einen guten Verbund mit dem porösen Werkstoff der Velox-Platten ein. In keinem Versuch versagte diese Fuge.

Scherversuche Aus den durchgeführten Versuchen kann wegen der Vorbelastung aus den Biegeversuchen kein eindeutiges Scherverformungsverhalten abgeleitet werden (Abschnitt 2.2.3).

2.2.4.2. Ausblick

Es sind weitere Scherversuche notwendig, um Berechnungsparameter (k_s) für die Berechnungsmethoden in Abhängigkeit der verwendeten Materialien (z.B. Schubmodul von Holzleichtbeton und Anzahl der Schrauben) zu bestimmen und um die Bemessungsmodelle zu konkretisieren. Es sollen Erkenntnisse zur Anzahl, Anordnung und Geometrie der Schrauben gewonnen werden.

Es sollten Langzeitversuche durchgeführt werden, um das Kriechverhalten des Systems, sowie das Langzeitverhalten von Holzleichtbeton in Zusammenspiel mit den Verbindungsmitteln (Schrauben und Kleber) zu untersuchen.

Die Anwendung als Durchlaufträger wurde nicht berücksichtigt. Durch das Auftreten eines negativen Moments, kehren sich Druck- und Zugzone um. Für die Aufnahme der Zugkräfte im Beton sind Bewehrungseinlagen notwendig. Die Anordnung der Schrauben muss an das statische System angepasst werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Schrauben unter Druckbelastung ausknicken können.

Details im Auflagerbereich und im Bereich der Fugen zwischen den vorgefertigten Elementen müssen entwickelt werden. Aus statischer Sicht muss die Scheibenwirkung der gesamten Decke (Abtragen von Horizontallasten) und die Querkraftübertragung zwischen den Elementen gewährleistet sein.

3. Analytische Untersuchungen

3.1. Einleitung

Im Holzbau bzw. im Holz-Beton-Verbundbau werden nachgiebig zusammengesetzte Biegeträger eingesetzt. Dabei werden Bauteile aus gleichen oder verschiedene Baustoffen mit Verbindungsmitteln (Abschnitt 2.1) zu einem Biegeträger verbunden. Die verwendeten Verbindungsmittel haben erheblichen Einfluss auf den nachgiebigen Verbund und auf das Trag- und Verformungsverhalten des Biegeträgers. Die Biegesteifigkeit eines nachgiebig zusammengesetzten Biegeträgers befindet sich zwischen den beiden Grenzfällen „starrer Verbund“ und „kein Verbund“.

In Abbildung 3.1 sind die verschiedenen Verbundarten dargestellt. Die Durchbiegung, die Spannungsverteilung sowie die Größe der Randspannungen ist abhängig vom Verbund der Schichten.

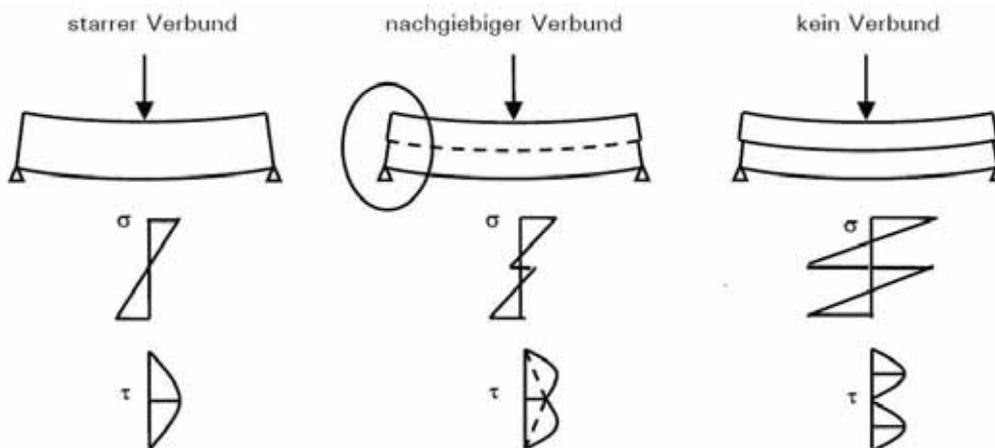


Abbildung 3.1.: Auswirkungen des nachgiebigen Verbundes auf die Spannungsverteilung, nach [32]

Es werden zwei Verfahren zur Berechnung nachgiebig verbundener Systeme verwendet:

- γ -Verfahren, nach ÖNORM EN 1995-1-1/NA Anhang B [13]
- Schubanalogie, nach DIN EN 1995-1-1/NA Abs.5.6 [19]

In dieser Arbeit wird das γ -Verfahren für die Berechnung und Nachweisführung verwendet, da dieses Verfahren mit einer einfachen Handrechnung (keine Softwarehilfe) angewendet werden kann.

3.2. γ -Verfahren

Mit dem γ -Verfahren kann eine effektive Biegesteifigkeit zur Ermittlung der Durchbiegung und der Schnittgrößen der Teilquerschnitte berechnet werden. Dafür wird der Nachgiebigkeitsfaktor γ eingeführt, der die Steineranteile der Biegesteifigkeiten der Teilquerschnitte reduziert. Die Eigenanteile der Teilquerschnitte gehen hingegen unvermindert in die Berechnung der effektiven Biegesteifigkeit ein.

In der ÖNORM EN 1995-1-1/NA Anhang B [13] sind die Voraussetzungen für eine mathematische korrekte Lösung angeführt:

- statisch bestimmter Einfeldträger
- sinusförmige Belastung
- konstante Querschnitte (max. drei Teilquerschnitte)
- Gültigkeit der Bernoulli-Hypothese in den Teilquerschnitten
- kontinuierlicher, konstanter Verbund
- Vernachlässigung der Schubverformung der Teilquerschnitte

3.2.1. Anwendung des Verfahrens auf das Sandwichbauteil

Bei der Holz-Holzleichtbeton-Sandwichbauweise werden die Baustoffe Beton, Holzleichtbeton und Holz verwendet und nachträglich miteinander verbunden. Der Beton stellt die Druckzone dar, während das Holz auf Zug belastet wird. Die Holzleichtbetonschicht bildet gemeinsam mit den mechanischen Verbindungsmitteln die Schubverbindung zwischen der Beton- und Holzschicht.

Durch die Anwendung des Holzleichtbetons als Mittelschicht und dessen geringer Steifigkeit (siehe Tabelle 3.1) wird das Sandwichbauteil als 2-teiliger Querschnitt betrachtet. Das lässt sich durch den geringen Beitrag der Holzleichtbetonschicht zur Biegesteifigkeit und den starren Verbund zwischen Beton und Holzleichtbeton bzw. Holzleichtbeton und Holz rechtfertigen.

Der E-Modul von Holzleichtbeton ist viel kleiner als der Wert der beiden anderen Schichten ($E_{HLB} \ll E_B, E_H$, Tabelle 3.1). Dadurch sind auch die Normalspannungen aus einer Biegebeanspruchung in der Holzleichtbetonschicht vernachlässigbar klein.

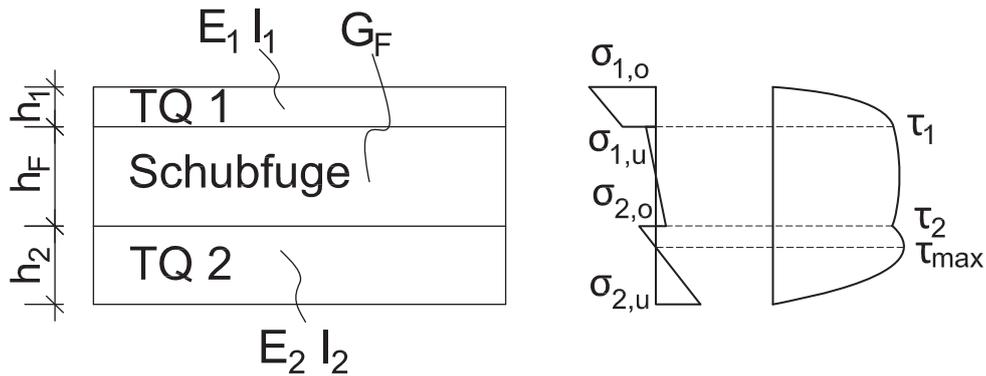


Abbildung 3.2.: Allgemeiner Verbundquerschnitt mit Normal- und Schubspannungsverlauf

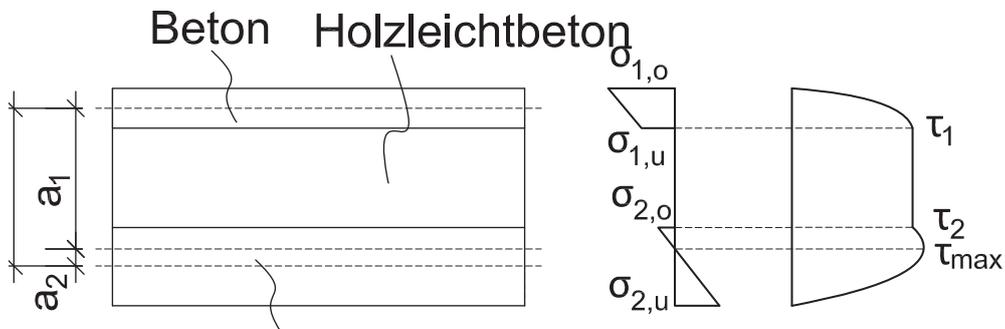


Abbildung 3.3.: Verbundquerschnitt mit Normal- und Schubspannungsverlauf für den Sandwichbauteil: Holz-Holzleichtbeton-Verbund (HHV)

Nachgiebigkeitsfaktoren Der Nachgiebigkeitsfaktor γ_1 reduziert die Steineranteile des Teilquerschnitts 1 (Beton) und geht in die Berechnung der Spannungsnullebenen und in die effektive Biegesteifigkeit ein.

$$\gamma_1 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1}{c_F \cdot l^2}}; \quad (3.1)$$

Das Sandwich wird als zweiteiliger Bauteil berechnet. Der Nachgiebigkeitsfaktor γ_2 wird daher nach [13] angenommen mit:

$$\gamma_2 = 1,0 \quad (3.2)$$

Tabelle 3.1.: Festigkeitseigenschaften der verwendeten Materialien für die Bauteilversuche

Material	E-Modul: $E_{0,mean}$ [MN/m ²]	Schubmodul: $G_{090,mean}$ [MN/m ²]	Quelle
(1) Beton (SVB)	$E_B = 19560$	198	[21]
(F) Holzleichtbeton (Velox)	$E_{HLB} = 1082$	14,9	[21]
(2) Holz (BSP C24)	$E_H = 11600$	650	[1]

Fugensteifigkeit Die Fugensteifigkeit kann als Funktion der Schubsteifigkeit der Holzleichtbetonschicht bzw. aus den Verschiebungsmodul der mechanischen Verbindungsmittel angesehen werden.

Die Fugensteifigkeit als Funktion des Schubmoduls und der Querschnittsabmessungen c_F kann analog zu [27] angenommen.

$$c_F = G_F \cdot \frac{b_F}{h_F} \quad (3.3)$$

Bei der Verwendung von mechanischen Verbindungsmitteln wird im Holzbau die Fugensteifigkeit c_F in Abhängigkeit des Verschiebungsmoduls des Verbindungsmittels K_{ser} und dem Abstand der Verbindungsmittel s_{eff} berechnet (siehe ÖNORM EN 1995-1-1, [13]).

$$c_F = \frac{K_{ser}}{s_{eff}} \quad (3.4)$$

K_{ser} kann mit experimentellen Schubversuchen ermittelt werden (siehe Abschnitt 2.2.3 bzw. [10]).

Durch die Kombination vom Holzleichtbeton und Schrauben als Schubverbindung muss das Zusammenwirken der beiden Verbindungsmittel noch näher untersucht werden, um Parameter für die mathematische Beschreibung des Trag- und Verformungsverhalten zu ermitteln.

Lage der ideellen Schwerachsen der Teilquerschnitte

$$a = \frac{h_1 + h_2}{2} + h_F \quad (3.5)$$

$$a_2 = \frac{\gamma_1 \cdot E_1 \cdot A_1 \cdot a_1}{\gamma_1 \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} \quad (3.6)$$

$$a_1 = a - a_2 \quad (3.7)$$

effektive Biegefestigkeit

$$EI_{eff} = E_1 I_1 + E_2 I_2 + \frac{a^2 \cdot \gamma_1 \cdot E_1 A_1 \cdot E_2 A_2}{\gamma_1 \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} \quad (3.8)$$

Schnittkräfte der Teilquerschnitte: Normalkraft und Biegemoment Berechnung der Schnittkräfte der Teilquerschnitte zufolge der Schnittgrößen des Gesamtquerschnitts (Biegemoment M , Querkraft V):

$$M_i = \frac{M}{EI_{eff}} \cdot E_i \cdot I_i \quad (3.9)$$

$$N_i = \frac{M}{EI_{eff}} \cdot \gamma_1 \cdot a_i \cdot E_i \cdot A_i \quad (3.10)$$

Normalspannungen

obere Randspannungen

$$\sigma_{i,o} = \frac{N_i}{A_i} - \frac{M_i}{I_i} \cdot \frac{h_i}{2} \quad (3.11)$$

untere Randspannungen

$$\sigma_{i,u} = \frac{N_i}{A_i} + \frac{M_i}{I_i} \cdot \frac{h_i}{2} \quad (3.12)$$

Schubspannungen

Schubspannung des Teilquerschnitts i am Rand zur Klebefuge

$$\tau_i = \frac{\gamma_i \cdot E_i \cdot A_i \cdot a_i}{EI_{eff}} \cdot \frac{V}{b_i} \quad (3.13)$$

Maximale Schubspannung im Schwerpunkt des Gesamtquerschnitts

Gilt nur für zusammengesetzte Querschnitte deren Schwerpunkt innerhalb des Teilquerschnitts² (Holzquerschnitt) liegt (Abbildung 3.2.1). Ist dies in der Berechnung nicht gegeben, so ist das Berechnungsverfahren abzubrechen.

$$\tau_{max} = \frac{V \cdot 0,5 \cdot E_2 \cdot \left(\frac{h_2}{2} + a_2\right)^2}{EI_{eff}} \quad (3.14)$$

Berechnung der Durchbiegung für 4-Punkt-Biegeversuch

$$w_x = \frac{F \cdot l^3}{24 \cdot EI_{eff}} \cdot \frac{x}{l} \cdot \left(3 - 4 \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^2\right) \quad (3.15)$$

3.2.2. Evaluierung der experimentellen Untersuchungen anhand des γ -Verfahrens

Die Versuche wurden mit dem γ -Verfahren nachgerechnet. Es wurde die Fugensteifigkeit c_F variiert bis bei der Durchbiegung $w_{max} = l/400$ die entsprechende Kraft aus dem Versuch erreicht wurde. Tabelle 3.2 enthält die berechneten Fugensteifigkeiten.

Da der Bauteil 4 vor dem Erreichen des Referenzwertes für die Durchbiegung bereits versagte, wurde für die Bestimmung der Fugensteifigkeit die Kraft bei $w_{max} = l/1000$ herangezogen.

In Abbildung 3.4 sind die Kraft-Verschiebungs-Linien der einzelnen Versuche abgebildet. Die rote Linie stellt das Verhältnis zwischen Kraft und Durchbiegung für einen Zusammengesetzten Biegeträger mit der Fugensteifigkeit c_F aus Tabelle 3.2 dar.

Wie in der Einleitung (Abschnitt 3.1) bereits erwähnt, ist das Trag- und Verformungsverhalten vom Verbund der Schichten abhängig. Die maßgebende Größe dafür ist die Biegesteifigkeit des Gesamtsystems EI_{eff} (siehe Formeln 3.9 – 3.15). Der Einfluss der Fugensteifigkeit c_F auf die effektive Biegesteifigkeit EI_{eff} ist in Abbildung 3.5 dargestellt. Man erkennt einen unterproportionalen Zusammenhang. Das heißt im unteren Bereich der Kurve hat die Fugensteifigkeit einen größeren Einfluss auf die Biegesteifigkeit als im oberen Bereich.

Die errechneten Fugen- und Biegesteifigkeiten wurden in Abbildung 3.5 als Punkte eingetragen. Sie befinden sich im unteren Bereich der Kurve. Eine Variation der Fugensteifigkeit hat somit eine sehr große Auswirkung auf das Trag- und Verformungsverhalten.

Tabelle 3.2.: Berechnung der Fugensteifigkeit für die Bauteilversuche bei $l/400=18$ mm

Versuch	$F_{w=l/400}$ [kN]	c_F [MN/m ²]	γ_1 [1]	EI_{eff} [MN * m ²]
1	25	198	0,64	14,85
2	15,0	47	0,30	8,90
3	24,2	172	0,61	14,38
	$F_{w=l/1000}$			
4	5,2	36	0,24	7,74

3.2.3. Vergleich der errechneten Fugensteifigkeit mit den Verschiebungsmoduln aus den Scherversuchen

In Anlehnung an die DIN EN 26891 [10] wurden der Verschiebungsmodul aus den Scherversuchen (Abschnitt 2.2.3) mit folgender Formel berechnet:

$$k_{s,ges} = \frac{F_{04}}{v_{04}} \quad (3.16)$$

$$k_s = \frac{k_{s,ges}}{n_s} \quad (3.17)$$

mit

$$F_{04} = 0,4 \cdot F_{max}$$

v_{04} Verschiebung zufolge F_{04}

n Anzahl der Schrauben (hier $n = 6$)

Tabelle 3.3.: Berechnung der Fugensteifigkeit für die Scherversuche

Versuch	F_{04} [kN]	v_{04} [mm]	$k_{s,ges}$ [MN/m]	k_s [MN/m]
SV 1	144	1,17	123,1	20,5
SV 2	139	0,11	1263,6	210,6

Um die Ergebnisse aus den Schubversuchen (Tabelle 3.3) mit den errechneten Fugensteifigkeiten (Tabelle 3.2) zu vergleichen, wird im folgenden ein Ansatz zur Umrechnung der Fugensteifigkeit auf den Verschiebungsmodul beschrieben.

effektiver Verbindungsmittelabstand laut EC 5 Abs. 9.17 [13]

$$s_{eff} = 0,75 \cdot s_{min} + 0,25 \cdot s_{max} \quad (3.18)$$

mit

s_{min} minimaler Verbindungsmittelabstand

s_{max} maximaler Verbindungsmittelabstand

$$k_s = c_F \cdot s_{eff} \quad (3.19)$$

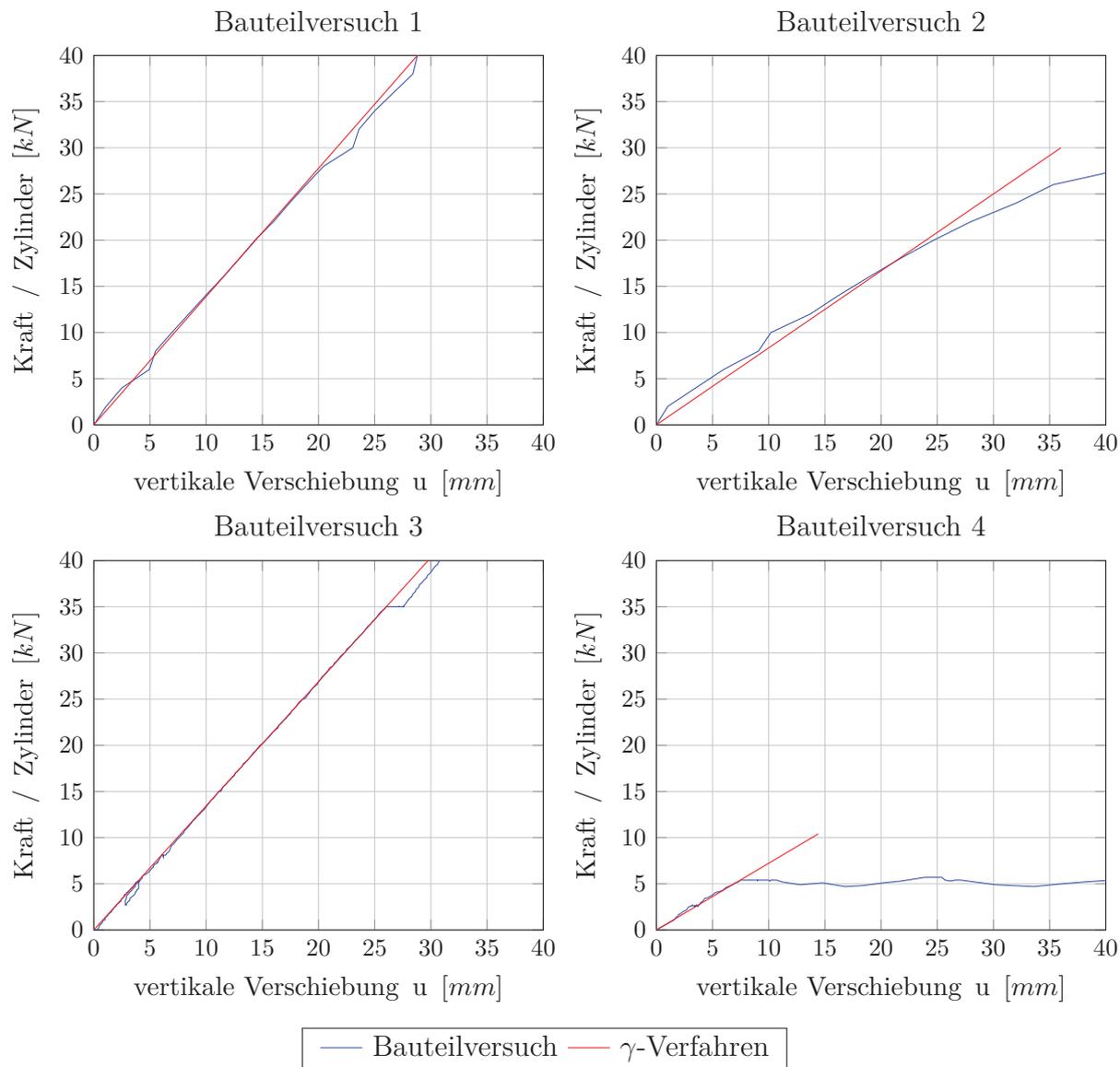


Abbildung 3.4.: Vergleich der Bauteilversuche (BT) mit der Nachrechnung (γ -Verfahren)

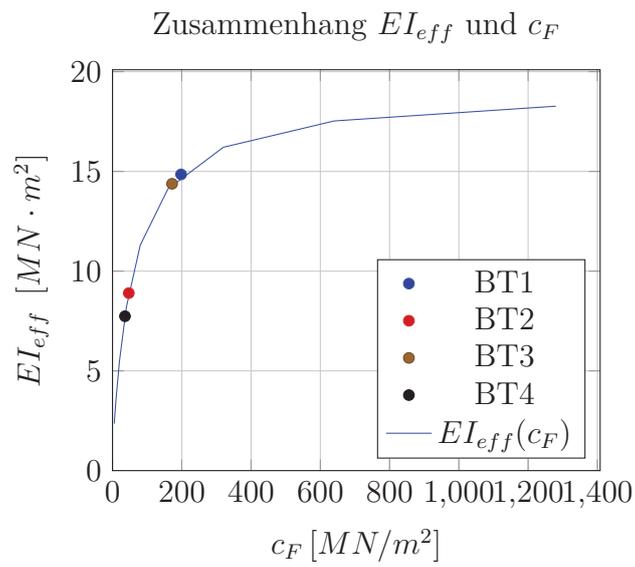


Abbildung 3.5.: Einfluss der Fugensteifigkeit c_F auf die effektive Biegesteifigkeit EI_{eff} bezogen auf eine Breite von 0,5 m

4. Bemessungsansatz für das Holz-Holzleichtbeton-Sandwich-Deckensystem

In diesem Abschnitt wird der Vorschlag für ein Bemessungssystem für das Sandwichbauteil aus Holz, Holzleichtbeton und Beton mit dem γ -Verfahren vorgestellt. Die Berechnung sollte als Anstoß für ein Bemessungssystem nach Eurocode dienen.

4.1. Vorbemerkungen

Zum derzeitigen Zeitpunkt sind noch Untersuchungen zu den Einflüssen der Verbundwirkung (Fugensteifigkeit: c_F bzw. Verschiebungsschubmodul: $k_{F,ser}$) und die Ermittlung des Teilsicherheitsbeiwertes von Holzleichtbeton ($\gamma_{c,F}$) ausständig. Daher wird Wert der Fugensteifigkeit (c_F) aus den vorhandenen Bauteilversuch 3 (BT 3) für die Berechnung herangezogen (3.2).

Für den Tragsicherheitsnachweis der Holzleichtbeton wurde ein Teilsicherheitsbeiwert mit $\gamma_{c,F} = 2,0$ angenommen.

Die aufnehmbare Kraft pro Schraube ($F_{s,mean}$) wurde aus den Schubversuchen im Abschnitt 2.2.3 ermittelt. Die maximal aufnehmbare Kraft $F_{s,max}$ (Mittelwert aus den Schubversuchen) wurde gleichmäßig auf die sechs Schrauben aufgeteilt. Für die Berechnung des Widerstandswertes $R_{a,d}$ wurde ein Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen ($\gamma_M = 1,3$) von der Norm [13] übernommen.

Die Kurzzeitdurchbiegung wurde mit $1/400$ beschränkt, um die zusätzliche Durchbiegung der zeitlichen Einflüsse zu berücksichtigen. Der Nachweis „Durchbiegung im Endzustand“ wird hier noch nicht geführt, da diese Untersuchungen nicht Teil dieser Arbeit sind. Diese Untersuchungen sind in zukünftigen Forschungsprojekten vorgesehen.

4.1.1. Annahmen für das Beispiel:

1. Es wird ein Plattenstreifen von 1 m betrachtet.
2. Es wird eine gleichmäßige Flächenlast vorausgesetzt.
3. Belastungsannahmen für Bürogebäude nach ÖNORM EN 1991-1-1, [14]
4. Das Sandwichsystem wird ausschließlich zur vertikalen Lastabtragung herangezogen.

5. Der Berechnung liegt ein statisch bestimmter Einfeldträger zu Grunde
6. konstante Querschnitte (max. drei Teilquerschnitte)

4.1.2. Beschreibung der Nachweisführung

4.1.2.1. Tragfähigkeitsnachweis

Durch die Unterteilung in die Teilbereiche Bereich 1 und Bereich 2 (Abbildung A.2) werden die unterschiedlichen Verbundsysteme über die Gesamtlänge des Bauteils berücksichtigt. In Bereich 1 wird der Verbund über die Holzleichtbetonschicht sowie die Holzschrauben hergestellt, in Bereich 2 nur über die Holzleichtbetonschicht.

Bereich 1: In den Punkten a und d werden die Schubspannungsnachweise zufolge der Querkraft in allen Teilquerschnitten (TQ) geführt. Weiters wird der Nachweis für die Widerstandskraft pro Schraube geführt.

Bereich 2: Es wird im Punkt m der Normalspannungsnachweis in allen Teilquerschnitten (TQ) geführt. In den Punkten b und c wird der Schubspannungsnachweis mit der reduzierten Querkraft ($V_{HLB,red}$) geführt.

4.1.3. Gebrauchstauglichkeitsnachweis

Die Kurzzeitdurchbiegung wurde mit 1/400 beschränkt. Für die Langzeitnachweise werden nur die Grenzen und das Berechnungsschema nach ÖNORM EN 1995-1-1 angegeben.

4.2. Bauteilgeometrie und Abmessungen

Bei der Berechnung des Bauteils wird durch die Unterteilung in Bereich 1 und Bereich 2 die unterschiedliche Zusammensetzung berücksichtigt (Abbildung 4.1).

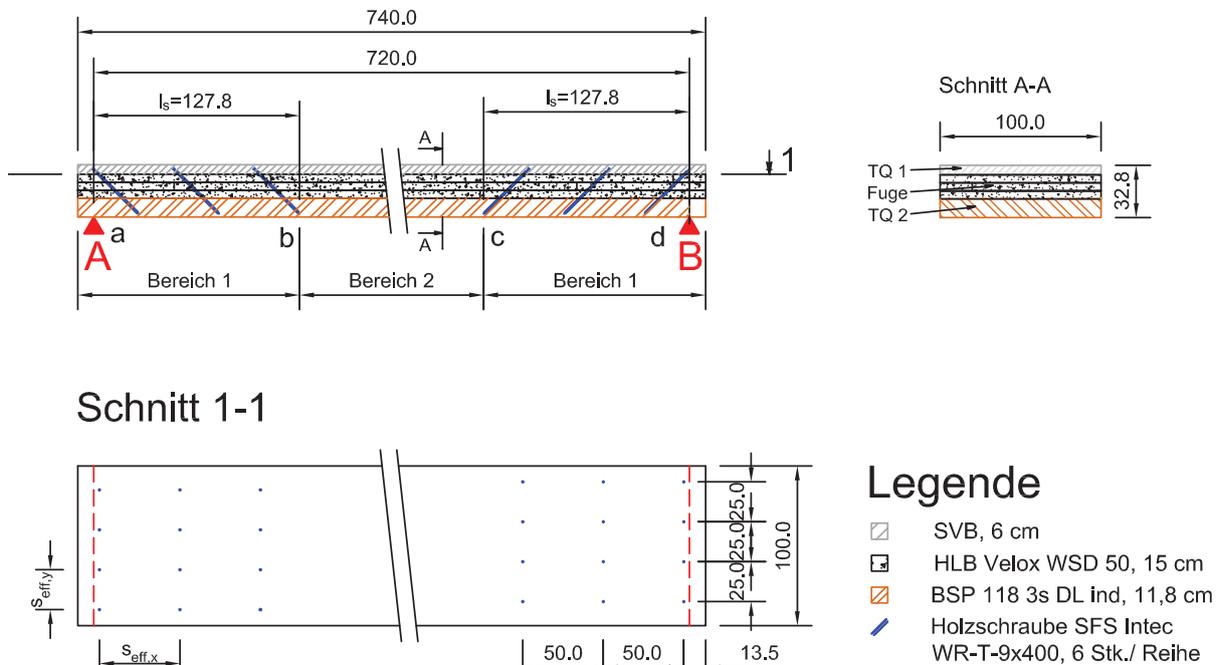


Abbildung 4.1.: Beschriftung und Bemaßung der Verbundplatte in [cm]

4.3. Angaben der Berechnung

Die angeführten Werkstoffwerte sind dem Forschungsbericht „Weitgespannte Flachdeckensysteme in Holzspanbeton-Verbundbauweise“ des ITI der TU Wien zu entnehmen.[21]

4.3.1. Parameter aus den Versuchen (BT 3, SV 1, SV 2)

4.3.1.1. Verschiebungsmodul

Die Fugensteifigkeit c_F wird aus der Rückrechnung vom Bauteilversuch 3 (BT 3) angesetzt. Der Wert ($c_F = 172 \text{ MN/m}^2$) bezieht sich auf die Versuchsbreite von $b = 0,5 \text{ m}$, daher wird die Fugensteifigkeit verdoppelt.

$$\text{Fugensteifigkeit: } c_{F,k} = 172 \cdot 2 = 344 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen: } \gamma_{M,cf} = 1,3$$

Die Formel zur Berechnung der Fugensteifigkeit wird in Anlehnung an den ÖNORM EN 1995-1-1 [13] angewendet.

$$c_{F,d} = \frac{2}{3} \cdot \frac{c_{F,k}}{\gamma_{M,cf}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{344}{1,3} = 176,41 \text{ MN/m}^2$$

4.3.1.2. Widerstandskraft pro Schraube $R_{S,d}$

Die Grundlagen der Werte sind im Abschnitt 4.1 erläutert.

$F_{s,max}$... gemittelte aufnehmbare Kraft aus den Schubversuchen: $F_{s,max} = 353,5 \text{ kN}$

n ... Anzahl der Schrauben/ Reihe: $n = 6$

γ_M ... Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen [13] $\gamma_M = 1,3$

aufnehmbare Kraft pro Schraube:

$$F_{s,mean} = \frac{F_{s,max}}{n} = \frac{353,5}{6} = 58,92 \text{ kN}$$

Widerstandskraft pro Schraube:

$$R_{a,d} = \frac{F_{s,mean}}{\gamma_M} = \frac{58,92}{1,3} = 45,32 \text{ kN} \quad (4.1)$$

4.3.2. Beton

C25/30, aus den ÖNORM EN 1991-1-1 [14]

$$h_{SVB} = 6 \text{ cm}$$

$$\rho_{SVB} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{ck} = 25 \text{ MN/m}^2$$

$$E_{cm} = 31000 \text{ MN/m}^2$$

$$G = 111 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_M} = \frac{25}{1,5} = 16,7 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_{cd} = 0,26 \text{ NM/m}^2$$

4.3.3. Holzleichtbeton

Velox WSD 50, aus dem Forschungsbericht [21]

$$\begin{aligned}h_{Velox} &= 15 \text{ cm} \\ \rho_{Velox} &= 750 \text{ MN/m}^3 \\ E_m &= 1082 \text{ MN/m}^2 \\ G_{Velox} &= 14,90 \text{ MN/m}^2 \\ f_{v,9090,k} &= 0,21 \text{ MN/m}^2 \\ \gamma_{c,f} &= 2,0 \\ f_{v,9090,d} &= \frac{f_{v,9090,k}}{\gamma_{c,f}} = \frac{0,21}{2} = 0,11 \text{ MN/m}^2\end{aligned}$$

4.3.4. Holz (BSP)

Brettschichtholz GLh24, aus der Norm [13], mittlere Einwirkungen

$$\begin{aligned}h_{BSP} &= 11,8 \text{ cm} \\ \rho_{BSP} &= 470 \text{ MN/m}^3 \\ E_{0,mean} &= 11600 \text{ MN/m}^2 \\ f_{m,k} &= 24 \text{ MN/m}^2 \\ f_{c,90,k} &= 2,5 \text{ MN/m}^2 \\ \gamma_M &= 1,25 \\ k_{mod} &= 0,8 \\ f_{m,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 24,0}{1,25} = 15,36 \text{ MN/m}^2 \\ f_{c,90,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 2,5}{1,2} = 1,67 \text{ MN/m}^2\end{aligned}$$

4.4. Einwirkungen

Bodenaufbaulast und Nutzlast aus den ÖNORM EN 1991-1-1 [14]

Abbildung 4.2.: Berechnung des Eigenlast

Schichtenfolge	ρ [kg/m^3]	Volumen [m^3]	Eigengewicht [kg]	Linienlast [kN/m]
TQ 1 (SVB)	2400	0,43	1037	1,41
Fuge (Velox)	750	1,08	810	1,10
TQ 2 (BSP)	470	0,85	399	0,55
Summe			2246	3,06

$$\begin{aligned}
 \text{Eigengewicht} : g_{k1} &= 3,06 \text{ kN/m} \\
 \text{Bodenauflast} : g_{k2} &= 1,60 \text{ kN/m} \\
 \text{Nutzlast} : q_k &= 3,0 \text{ kN/m} \\
 \gamma_g &= 1,35 \\
 \gamma_q &= 1,50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_k &= (g_{k1} + g_{k2}) + q_k = \\
 p_k &= (3,06 + 1,60) + 3 = 7,66 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 p_d &= \gamma_g \cdot (g_{k1} + g_{k2}) + \gamma_q \cdot q_k = \\
 p_d &= 1,35 \cdot (3,06 + 1,60) + 1,50 \cdot 3,0 = 10,79 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

4.5. Bemessungsschnittgrößen

$$M_d = \frac{p_d \cdot l^2}{8} = \frac{10,79 \cdot 7,20^2}{8} = 69,92 \text{ kNm}$$

$$V_d = \frac{p_d \cdot l}{2} = \frac{10,79 \cdot 7,20}{2} = 38,84 \text{ kN}$$

$$V_{HLB,red} = \frac{V}{\left(\frac{l}{2}\right)} \cdot \left(\frac{l}{2} - l_s\right) = \frac{38,84}{\left(\frac{7,20}{2}\right)} \cdot \left(\frac{7,20}{2} - 1,28\right) = 25,05 \text{ kN}$$

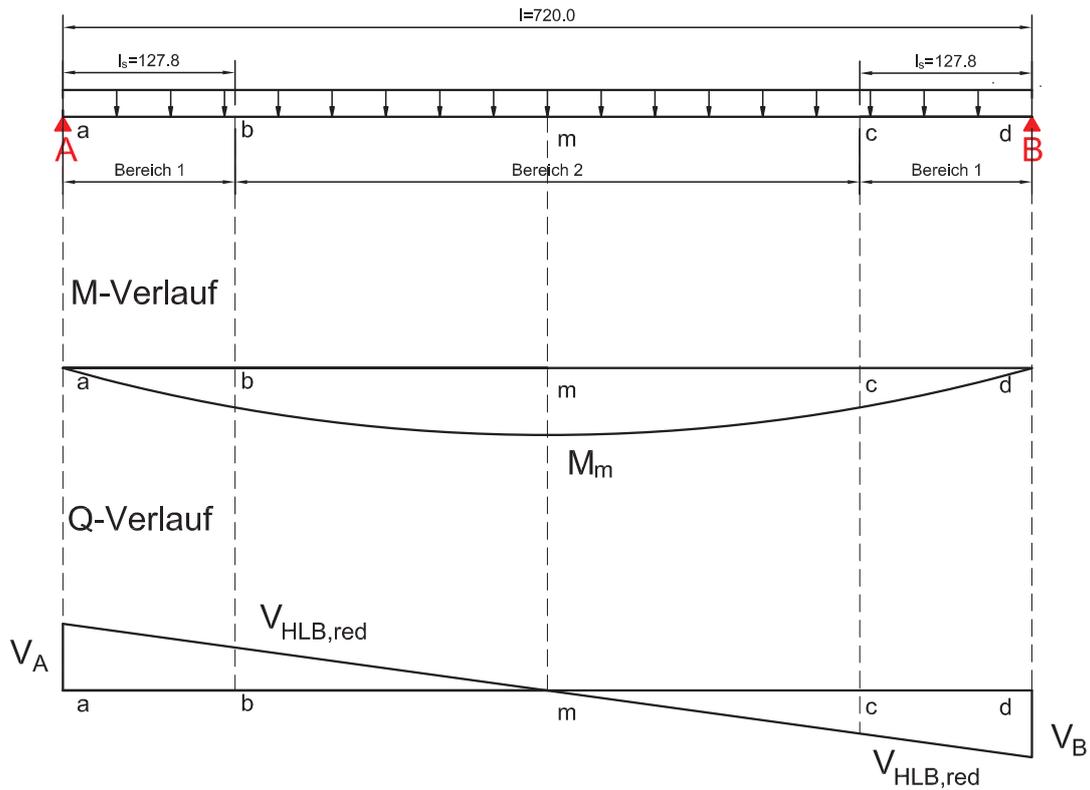


Abbildung 4.3.: Momenten- und Querkraftverlauf für eine Flächenlast

Abbildung 4.4.: Berechnung der Querschnittswerte der Teilquerschnitte

Schichtenfolge	$A = b * h_i$ [cm ²]	$I_i = \frac{b \cdot h_i^3}{12}$ [cm ⁴]	$E_i \cdot A_i$ [MN]	$E_i I_i$ [MN · m ²]
TQ 1 (SVB)	600	$1,80 \cdot 10^3$	$1,86 \cdot 10^3$	0,56
Fuge (Velox)	1500	$2,81 \cdot 10^4$		
TQ 2 (BSP)	1180	$1,37 \cdot 10^4$	$1,37 \cdot 10^3$	1,58

4.6. Tragfähigkeitsnachweis

4.6.1. Bestimmung der γ Faktoren

$$\gamma_{1,d} = \frac{1}{1 + \frac{\Pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1}{c_{F,d} \cdot l^2}} = \frac{1}{1 + \frac{\Pi^2 \cdot 1,1754 \cdot 10^3}{176,41 \cdot 7,20^2}} = 0,33$$

$$\gamma_{2,d} = 1,0$$

4.6.2. Bestimmung des Schwerpunktes

Schwerpunkt ist innerhalb des TQ 2 (Holz), daher darf die Berechnung fortgesetzt werden. Sonst muss die Berechnung hier abgebrochen werden!

$$a = \frac{h_1 + h_2}{2} + t_F = \frac{0,06 + 0,118}{2} + 0,15 = 23,9 \text{ cm}$$

$$a_{2,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a}{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} = \frac{0,33 \cdot 1,174 \cdot 10^3 \cdot 0,239}{0,33 \cdot 1,174 \cdot 10^3 + 1,369 \cdot 10^3} = 7,34 \text{ cm}$$

$$a_{1,d} = a - a_{2,d} = 23,9 - 7,44 = 16,46 \text{ cm}$$

4.6.3. Bestimmung der effektiven Biegesteifigkeit

$$EI_{eff,d} = E_1 I_1 + E_2 I_2 + \frac{a^2 \cdot \gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot E_2 A_2}{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} =$$

$$EI_{eff,d} = 0,352 + 1,588 + \frac{0,239^2 \cdot 0,33 \cdot 1,174 \cdot 10^3 \cdot 1,369 \cdot 10^3}{0,33 \cdot 1,174 \cdot 10^3 + 1,369 \cdot 10^3} = 26,48 \text{ MN/m}^2$$

4.7. Schnittgrößen der Teilquerschnitte im Bereich 2: Punkt m

Teilquerschnitt 1

$$N_{1,d} = -\frac{M_d}{EI_{eff,d}} \cdot \gamma_{1,d} \cdot a_{1,d} \cdot E_1 A_1 = -\frac{69,92}{26,48} \cdot 0,33 \cdot 0,165 \cdot 1,174 \cdot 10^3 = -268,84 \text{ kN}$$

$$M_{1,d} = \frac{M_d}{EI_{eff,d}} \cdot E_1 I_1 = \frac{69,92}{13,34} \cdot 0,352 = 1,47 \text{ kNm}$$

Teilquerschnitt 2

$$N_{2,d} = \frac{M_d}{EI_{eff,d}} \cdot \gamma_2 \cdot a_{2,d} \cdot E_2 A_2 = \frac{69,92}{26,84} \cdot 1,0 \cdot 0,074 \cdot 1,369 \cdot 10^3 = 268,84 \text{ kN}$$

$$M_{2,d} = \frac{M_d}{EI_{eff,d}} \cdot E_2 I_2 = \frac{69,92}{26,84} \cdot 1,588 = 4,19 \text{ kNm}$$

4.7.1. Ermittlung der Normalspannungen im Bereich 2: Punkt m

Teilquerschnitt 1

$$\sigma_{1,o,d} = \frac{N_{1,d}}{A_1} - \frac{M_{1,d}}{I_1} \cdot \frac{h_1}{2} = \frac{-268,84}{0,06} - \frac{1,47}{0,18 \cdot 10^{-4}} \cdot \frac{0,06}{2} = -6,94 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_{1,u,d} = \frac{N_{1,d}}{A_1} + \frac{M_{1,d}}{I_1} \cdot \frac{h_1}{2} = \frac{268,84}{0,06} + \frac{1,47}{0,18 \cdot 10^{-4}} \cdot \frac{0,06}{2} = -2,03 \text{ MN/m}^2$$

Teilquerschnitt 2

$$\sigma_{2,o,d} = \frac{N_{2,d}}{A_2} - \frac{M_{2,d}}{I_2} \cdot \frac{h_2}{2} = \frac{268,84}{0,118} - \frac{4,19}{I_2} \cdot \frac{h_2}{2} = 0,47 \text{ MN/m}^2$$

$$\sigma_{2,u,d} = \frac{N_{2,d}}{A_2} + \frac{M_{2,d}}{I_2} \cdot \frac{h_2}{2} = \frac{268,84}{0,118} + \frac{4,19}{1,369 \cdot 10^4} \cdot \frac{0,118}{2} = 4,19 \text{ MN/m}^2$$

4.7.2. Ermittlung der Schubspannungen im Bereich 1: Punkt a und d

Teilquerschnitt 1

$$\tau_{1,o,d} = 0,0 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_{1,u,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_1 \cdot V_d}{EI_{eff,d} \cdot b} = \frac{0,33 \cdot 1,174 \cdot 10^3 \cdot 0,165 \cdot 38,84}{13,341 \cdot 1,0} = 0,15 \text{ MN/m}^2$$

Teilquerschnitt 2

$$\tau_{2,o,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_{1,d} \cdot V_d}{EI_{eff,d} \cdot b} = \frac{0,33 \cdot 1,174 \cdot 10^3 \cdot 0,165 \cdot 25,05}{13,341 \cdot 1,0} = 0,15 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_{2,u,d} = 0,0 \text{ MN/m}^2$$

Ermittlung der Beanspruchung je Schrauben

$$\begin{aligned} F_{s,d} &= \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_{1,d} \cdot V_d \cdot s_{eff,y} \cdot s_{eff,x}}{EI_{eff,d} \cdot b} = \\ &= \frac{0,33 \cdot 1,86 \cdot 10^3 \cdot 0,016 \cdot 38,84 \cdot 0,25 \cdot 0,50}{26,48 \cdot 1,00} = 18,67 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.7.3. Ermittlung der Schubspannungen im Bereich 2: Punkt b und c

Teilquerschnitt 1

$$\tau_{1,o,d} = 0,0 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_{1,u,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_1 \cdot V_{HLB,red}}{EI_{eff,d} \cdot b} = \frac{0,33 \cdot 1,174 \cdot 10^3 \cdot 0,165 \cdot 38,84}{13,341 \cdot 1,0} = 0,10 \text{ MN/m}^2$$

Teilquerschnitt 2

$$\tau_{2,o,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_{1,d} \cdot V_{HLB,red}}{EI_{eff,d} \cdot b} = \frac{0,33 \cdot 1,174 \cdot 10^3 \cdot 0,165 \cdot 25,05}{13,341 \cdot 1,0} = 0,10 \text{ MN/m}^2$$

$$\tau_{2,u,d} = 0,0 \text{ MN/m}^2$$

4.7.4. Normalspannungsnachweise im Bereich 2: Punkt m

Beton (SVB)

$$\frac{\sigma_{1,o,d}}{f_{m,d}} = \frac{|-6,94|}{16,67} = 0,42 < 1,0$$

$$\frac{\sigma_{1,u,d}}{f_{m,d}} = \frac{|-2,03|}{16,67} = 0,12 < 1,0$$

Holz (BSP)

$$\frac{\sigma_{2,o,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,47}{15,36} = 0,03 < 1,0$$

$$\frac{\sigma_{2,u,d}}{f_{m,d}} = \frac{4,19}{15,36} = 0,27 < 1,0$$

4.7.5. Schubspannungsnachweise im Bereich 1: Punkt a und d

Beton (SVB)

$$\frac{\tau_{1,u,d}}{\tau_{cd}} = \frac{0,15}{0,26} = 0,57 < 1,0$$

Holzleichtbeton (Velox)

$$\frac{\tau_{2,o,d}}{f_{v,9090,d}} = \frac{0,15}{0,11} = 1,39 > 1,0$$

Der Schubspannungsnachweis in der Holzleichtbetonschicht ist nicht erfüllt. Die Schubkräfte zufolge der Querkraft werden über die Schrauben abgetragen. Ist der Nachweis erfüllt sind keine Schrauben notwendig, jedoch ist der Lastfall „Anheben des Sandwichbauteils“ noch nachzuweisen!

Nachweis der Schrauben im Bereich a-b und c-d

$$\frac{F_{s,d}}{R_{S,d}} = \frac{18,67}{45,32} = 0,41$$

Holz (BSP)

$$\frac{\tau_{2,o,d}}{f_{c,90,c}} = \frac{0,15}{1,67} = 0,09 < 1,0$$

4.7.6. Schubspannungsnachweise im Bereich 2: Punkt b und c

Beton (SVB)

$$\frac{\tau_{1,u,d}}{\tau_{c,d}} = \frac{0,10}{0,26} = 0,37 < 1,0$$

Holzleichtbeton (Velox)

$$\frac{\tau_{2,o,d}}{f_{v,9090,d}} = \frac{0,10}{0,11} = 0,92 < 1,0$$

Holz (BSP)

$$\frac{\tau_{2,o,d}}{f_{c,90,c}} = \frac{0,10}{1,67} = 0,06 < 1,0$$

4.8. Gebrauchstauglichkeitsnachweis

4.8.1. Bestimmung der γ Faktoren

$$\gamma_{1,k} = \frac{1}{1 + \frac{\Pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1}{c_{F,k} \cdot l^2}} = \frac{1}{1 + \frac{\Pi^2 \cdot 1,1754 \cdot 10^3}{344 \cdot 7,20^2}} = 0,49$$

$$\gamma_{2,k} = 1,0$$

4.8.2. Bestimmung des Schwerpunktes

$$a = \frac{h_1 + h_2}{2} + t_F = \frac{0,06 + 0,118}{2} + 0,15 = 23,9 \text{ cm}$$

$$a_{2,k} = \frac{\gamma_{1,k} \cdot E_1 A_1 \cdot a}{\gamma_{1,k} \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} = \frac{0,49 \cdot 1,174 \cdot 10^3 \cdot 0,239}{0,49 \cdot 1,174 \cdot 10^3 + 1,369 \cdot 10^3} = 9,58 \text{ cm}$$

$$a_{1,k} = a - a_{2,k} = 23,9 - 9,58 = 14,32 \text{ cm}$$

4.8.3. Bestimmung der effektiven Biegesteifigkeit

$$EI_{eff,k} = E_1 I_1 + E_2 I_2 + \frac{a^2 \cdot \gamma_{1,k} \cdot E_1 A_1 \cdot E_2 A_2}{\gamma_{1,k} \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} =$$

$$EI_{eff,k} = 0,352 + 1,588 + \frac{0,239^2 \cdot 0,49 \cdot 1,174 \cdot 10^3 \cdot 1,369 \cdot 10^3}{0,49 \cdot 1,174 \cdot 10^3 + 1,369 \cdot 10^3} = 33,50 \text{ MN/m}^2$$

Durchbiegung zufolge Eigengewicht

$$w_g = \frac{5 \cdot (g_{k1} + g_{k2}) \cdot l^4}{384 \cdot EI_{eff,k}} = \frac{5 \cdot (3,06 + 1,60) \cdot 7,20^4}{384 \cdot 33,50} = 4,86 \text{ mm}$$

Durchbiegung zufolge Nutzlast

$$w_p = \frac{5 \cdot p_k \cdot l^4}{384 \cdot EI_{eff,k}} = \frac{5 \cdot 3,0 \cdot 7,20^4}{384 \cdot 33,50} = 3,13 \text{ mm}$$

Charakteristische Bemessungssituation: Anfangszustand

$$w_{Q,inst} \leq \frac{l}{400} = \frac{7200}{400} = 18,0 \text{ mm}$$

$$w_{Q,inst} = 3,13 \text{ mm} < 18,0 \text{ mm}$$

Die Bemessungssituation im Endzustand kann zur Zeit noch nicht berechnet werden, da noch der Wert k_{def} in Langzeituntersuchungen ermittelt werden muss.

Charakteristische Bemessungssituation: Endzustand

$$w_{fin} - w_{G,inst} \leq \frac{l}{200} =$$

$$w_{fin} - w_{G,inst} = w_{G,inst} + \sum_{i \geq 1} w_{Q,i,inst} \cdot \psi_{0,i} (w_{G,inst} + \Psi_{2,1} \cdot w_{Q,1,inst} + \sum w_{Q,i,inst} \cdot \Psi_{2,1}) \cdot k_{def} =$$

Quasi-ständige Durchbiegung: Endzustand

$$w_{fin} - w_c \leq \frac{l}{250} =$$

$$w_{fin} - w_c = (w_{G,inst} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,1} \cdot w_{Q,i,inst}) \cdot (1 + k_{def}) - w_c =$$

5. Kostenanalyse und Vergleich zu anderen Deckensystemen

Durch eine Analyse der Material und Herstellkosten soll eine Einordnung in den Markt untersucht werden.

Die Basis für die Abmessungen des Sandwichträgers war der Bauteil-Versuchskörper mit einer Spannweite von $l = 7,20$ m. Die Breite der Platte ($b = 2,40$ m) wurde im Hinblick auf die zulässige Transportbreite gewählt. Für die Bemessung der einzelnen Systeme wurde ein Bodenaufbau laut ÖNORM EN 1991-1-1 [14] mit ($g_k = 1,60$ kN/m²) gewählt. Für den folgenden Kostenvergleich wurden Deckensysteme gewählt, die für diese Spannweite im Büro- und Wohnbau üblicherweise eingesetzt werden (Ortbeton, Elementdecke, Hohldielendecke) oder in Zukunft verstärkt zur Anwendung kommen (Holz-Beton-Verbund, Holzmassivbau BSP). Die Annahme für die statische Berechnung wurde aus den ÖNORM EN 1991-1-1 für einen Wohnbau übernommen ($q_k = 2,0$ kN/m², [14]). Die Materialkosten wurden über die üblichen Marktpreise inklusive eingerechneter Nachlässe bei größeren Bauprojekten ermittelt.

5.1. Ausgewählte Deckensysteme

Bei der Auswahl der zu vergleichenden Systeme wurde auf folgendes geachtet:

- Verfahren (Vorfertigung)
- Materialauswahl (Holz, Beton)
- Transport (Gewicht)

Vergleichssysteme:

- Holzmassivbau Brettsperrholz (BSP oder CLT)
- Elementdecke
- Hohldielendecke
- Holz-Beton-Verbunddecke

5.2. Verwendete Materialien für den Sandwichaufbau

5.2.1. Beton

Preis aus Preisliste [7].

Beton	SVB
Dichte	2300 kg/m ³
Dicke	6,0 cm
Preis	123 €/m ³

5.2.2. Holzleichtbeton

Der Preis wurde bei Fa. Velox in einem Interview nachgefragt (11,2012)

Holzbeton	Velox WSD 50	Velox WSD 75
Dichte	750 kg/m ³	750 kg/m ³
Dicke	5,0 cm	7,5 cm
Preis	264 €/m ³	239 €/m ³

5.2.3. Holz

Preis aus Preisliste [8].

Holz	BSP
Dichte	500 kg/m ³
Dicke	11,8 cm
Preis	500 €/m ³

5.2.4. Verbindungsmittel

5.2.4.1. Schrauben

Der Preis wurde bei Fa. SFS in einem Telefoninterview nachgefragt (10,2012)

Schrauben	WR-T 9 x 400
Gewicht	0,158 kg/Stk.
Preis	2,15 €/Stk

5.2.4.2. Kleber

Der Preis wurde bei Fa. Sika in einem Interview nachgefragt (11,2012)

Kleber	SikaDur®-31 AUT	SikaTop®-107 Seal
Dichte	1900 kg/m ³	2000 kg/m ³
Preis	4,50 €/kg	2,00 €/kg

5.3. Sandwichbauteile: Holz-Holzleichtbeton-Verbund

5.3.1. Bauteil 1 (BT 1)

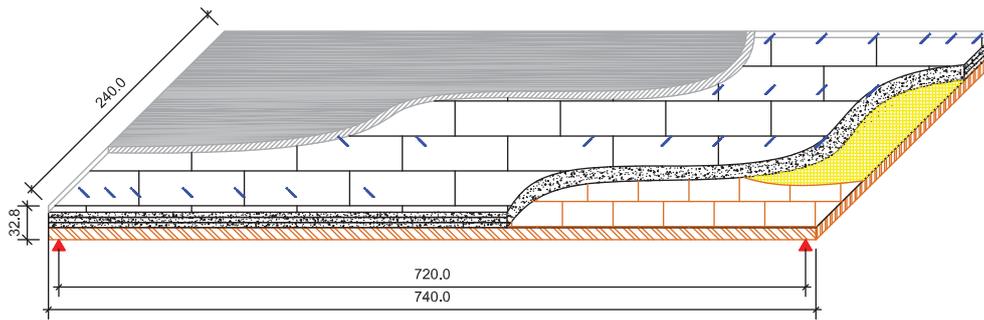
Der dargestellte Bauteil ist gleich dem ersten Bauteilversuch (BT 1). Die Abmessungen und die verwendeten Sandwichkomponenten sind der Abbildung 5.3.1 zu entnehmen. Der Abstand der Schraubenreihen beträgt 30 cm, daher werden 8 Reihen angesetzt. In einer Schraubenreihe befinden sich 14 Schrauben.

Die Anzahl der Schrauben beträgt: $8 \times 14 = 112$ Schrauben

Die Berechnung des Klebers wurde in Anlehnung an den Versuch mit 12,16 kg/m² angesetzt. (d.f. 216 kg/Bauteil)

Tabelle 5.1.: Materialkostenaufstellung für den Bauteil 1 (BT 1)

Komponente	Bezeichnung	Volumen m ³	Masse kg	Menge	Einheitspreis	Kosten €
Beton	SVB	1,04	2385,0	1,04 m ³	123,0 €/ m ³	127,53
Holzbeton	Velox WSD 50	2,59	1944,0	2,59 m ³	264,0 €/ m ³	684,29
Holz	BSP 118 3s	2,04	1121,0	2,04 m ³	500,0 €/ m ³	1019,52
Schrauben	WR-T 9x400	-	17,7	112 Stk.	2,15 €/ Stk.	240,80
Kleber	SikaDur®-31 AUT	-	216	108 l	4,5 €/ kg	972,00
Summe			5684			3044,13
Preis /m ²			328,92			176,17



Legende

	SVB	6,0 cm
	Velox WSD 50	15,0 cm
	BSP 118 3s DL ind	11,8 cm
	Sikadur-31 AUT Normal Komp. B	216 kg
	SFS Intec WR-T-9x400	112 Stk

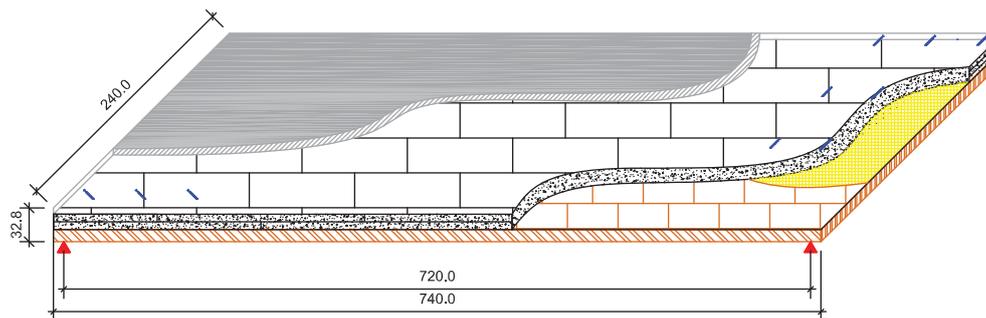
Abbildung 5.1.: Aufbau der Sandwichplatte wie der Bauteil 1, in [cm]

5.3.2. Bauteil 3 (BT 3)

Der dargestellte Bauteil ist gleich dem dritten Bauteilversuch. Die Abmessungen und die verwendeten Sandwichkomponenten sind der Abbildung 5.3.2 zu entnehmen. Der Abstand der Schraubenreihen beträgt 30 cm, daher werden 8 Reihen angesetzt. In einer Schraubenreihe befinden sich 6 Schrauben.

Die Anzahl der Schrauben beträgt: $8 \times 6 = 48$ Schrauben

Die Berechnung des Klebers wurde in Anlehnung an den Versuch mit $12,70 \text{ kg/m}^2$ angesetzt. (d.f. 225 kg/Bauteil)



Legende

	SVB	6,0 cm
	Velox WSD 50	15,0 cm
	BSP 118 3s DL ind	11,8 cm
	SikaTop-107 Seal	225 kg
	SFS Intec WR-T-9x400	48 Stk

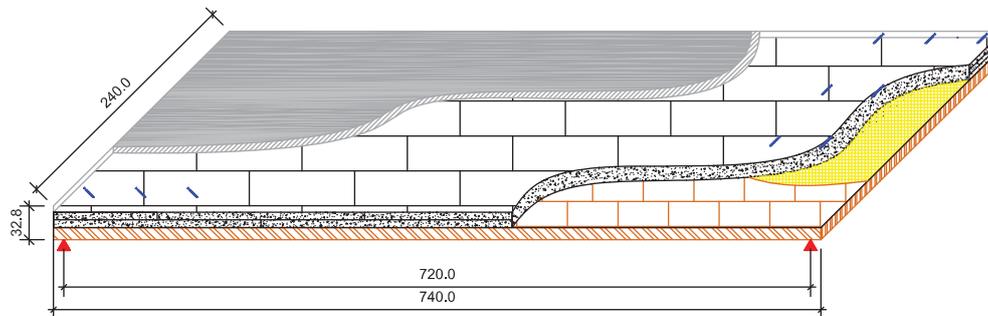
Abbildung 5.2.: Aufbau der Sandwichplatte wie der Bauteil 3, in [cm]

Tabelle 5.2.: Materialkostenaufstellung für den Bauteil 3 (BT 3)

Komponente	Bezeichnung	Volumen m^3	Masse kg	Menge	Einheitspreis	Kosten €
Beton	SVB	1,04	2385,0	1,04 m^3	123,0 €/ m^3	127,53
Holzbeton	Velox WSD 50	2,59	1944,0	2,59 m^3	264,0 €/ m^3	684,29
Holz	BSP 118 3s	2,04	1121,0	2,04 m^3	500,0 €/ m^3	1019,52
Schrauben	WR-T 9x400	-	6,6	48 <i>Stk.</i>	2,15 €/ <i>Stk.</i>	103,20
Kleber	SikaTop®-107 Seal	-	225	212 <i>l</i>	2,0 €/ <i>kg</i>	450,0
Summe			5682			2371,63
	/ m^2		328,86			137,99

5.3.3. vorgeschlagener Bauteil (BT)

Der vorgeschlagene Bauteil besitzt die gleichen Abmessungen und Sandwichkomponenten wie der Bauteil 3 (vgl. Abbildung 5.3.2), aber hat nur 2 Velox-Platten mit einer Dicke von 75 mm (Abbildung 5.3.3). Daraus ergibt sich die Verringerung der Klebermenge um 1/3. (d.f. 150 kg/Bauteil)



Legende

	SVB	6,0 cm
	Velox WSD 75	15,0 cm
	BSP 118 3s DL ind	11,8 cm
	SikaTop-107 Seal	150 kg
	SFS Intec WR-T-9x400	48 Stk

Abbildung 5.3.: Aufbau der Sandwichplatte bei Optimierung des Bauteil 3, in [cm]

Tabelle 5.3.: Materialkostenaufstellung für den vorgeschlagenen Bauteil (BT)

Komponente	Bezeichnung	Volumen m^3	Masse kg	Menge	Einheitspreis	Kosten €/m ²
Beton	SVB	1,04	2385,0	1,04 m ³	123,0 €/ m ³	127,53
Holzbeton	Velox WSD 75	2,59	1944,0	2,59 m ³	239,0 €/ m ³	619,49
Holz	BSP 118 3s	2,04	1121,0	2,04 m ³	500,0 €/ m ³	1019,52
Schrauben	WR-T 9x400	-	6,6	48 Stk.	2,15 €/ Stk.	103,20
Kleber	SikaTop®-107 Seal	-	150	74 l	2,0 €/ kg	300,0
Summe			5604			2169,73
/m ²			324,52			125,56

5.3.4. Abschätzung der Arbeitszeit in der Produktion

Die Annahmen für die Produktionszeit sind auf Grundlage der Bauteilversuche geschätzt worden. Die Werte beziehen sich auf eine manuelle Fertigung. Unter Einsatz von Maschinen können die Werte verringert werden.

- Abmessungen 7,20 x 2,40 m
- 3 Mann á 30 €/h

Tabelle 5.4.: Ermittlung der Arbeitszeit bezogen auf die Plattenabmessung ($l = 740,0 \text{ cm}, b = 240,0 \text{ cm}$)

Tätigkeit	BT1 Arbeitszeit [h]	BT3 Arbeitszeit [h]	BT Arbeitszeit [h]
Arbeitsvorbereitung	0,50	0,50	0,50
Verkleben der Holzbetonplatten	1,50	1,50	1,0
Einbringen der Schrauben	1,0	0,5	0,5
Einschalen und Betonieren	1,0	1,0	1,0
Summe [h]	4,0	3,50	3,0
Kosten/m ²	20,83	18,23	15,63

5.3.5. Berechnung der Herstellkosten der Sandwichbauteile

Die Differenz zwischen den BT 1 und BT 3 erklärt sich aus der Reduktion der Anzahl der Schrauben und der Verwendung eines günstigeren Klebers. Die weitere Preisreduktion des vorgeschlagenen Sandwichbauteils ist durch die Verwendung der dickeren Velox-Platten ($d = 75 \text{ mm}$) und der einhergehenden Verringerung der Klebeschichten zurückzuführen.

Tabelle 5.5.: Berechnung der Herstellkosten für die Bauteile

Bezeichnung	Materialpreis/ m^2	Arbeitskosten/ m^2	Herstellkosten/ m^2
Bauteil 1 (BT 1)	176,17	20,83	197,00
Bauteil 3 (BT 3)	137,99	18,23	156,22
vorgeschlagener Bauteil (BT)	125,56	15,63	141,19

5.4. Kostenvergleich mit anderen Deckensystemen

Die Einheitspreise für die Produkte und Vergleichssysteme wurden durch Anfragen an Industriebetriebe, Bauunternehmen und Ingenieurbüros ermittelt. Die Vorgabe waren: die Abmessungen wie in der Einleitung beschrieben und die Anwendung im Büro- und mehrgeschossigen Wohnbau.

Tabelle 5.6.: Vergleich ähnlicher Deckensysteme mit Holz-Holzleichtbeton-Verbunddecke

Bezeichnung	Dicke [cm]	Gewicht [kg/m ²]	Einheitspreis [€/m ²]	Anbieter
Holzmassivbau 240 7ss (HM)	24,8	182,0	124,0	MM-Kaufmann [8]
Hohldielendecke VSD 6-20-C (VSD)	20,0	265,0	68,0	Fa. Oberndorfer [6]
Elementdecke VSE 12+10 (VSE)	22,0	300,0	59,0	Fa. Oberndorfer [6]
Holz-Beton-Verbunddecke (HBV)	32,0	300,0	136,0	Dobler [22]
vorgeschlagener Bauteil (BT)	32,8	315,0	141,0	Tabelle 5.5

5.5. Zusammenfassung

Die einzelnen Deckensysteme bezüglich ihrer Herstellungskosten zu analysieren, ist durch die leicht ermittelbaren Marktpreise mit wenig Aufwand verbunden.

Der gesamte Herstellungsprozess der Decke und die Preisbildung hängen jedoch stark vom verwendeten System ab. Es war mit den ermittelten Daten teilweise schwierig, die einzelnen Positionen zu identifizieren und auf eine vergleichbare Basis zu bringen. Deswegen wurden nur ähnliche Systeme (Fertig-oder Teilfertigteil) für den Vergleich herangezogen und die Vergleichswerte in €/m² angegeben.

In Tabelle 5.6 ist Gewichtsvergleich dargestellt. Die Transportkosten können anhand von vom Gewicht überschlägig berechnet werden, sind aber in den Einheitspreisen nicht eingerechnet. Der Streckenvergleich muss aufgrund der geringen Anzahl an Betrieben mit Holzmassivelementen (BSP, BSH, etc.) individuell ermittelt werden.

Der Vergleich in Tabelle 5.6 zeigt, dass es noch einer weiteren Minimierung der Material bzw. der Herstellkosten des gegenständliche Sandwichsystem (BT) bedarf.

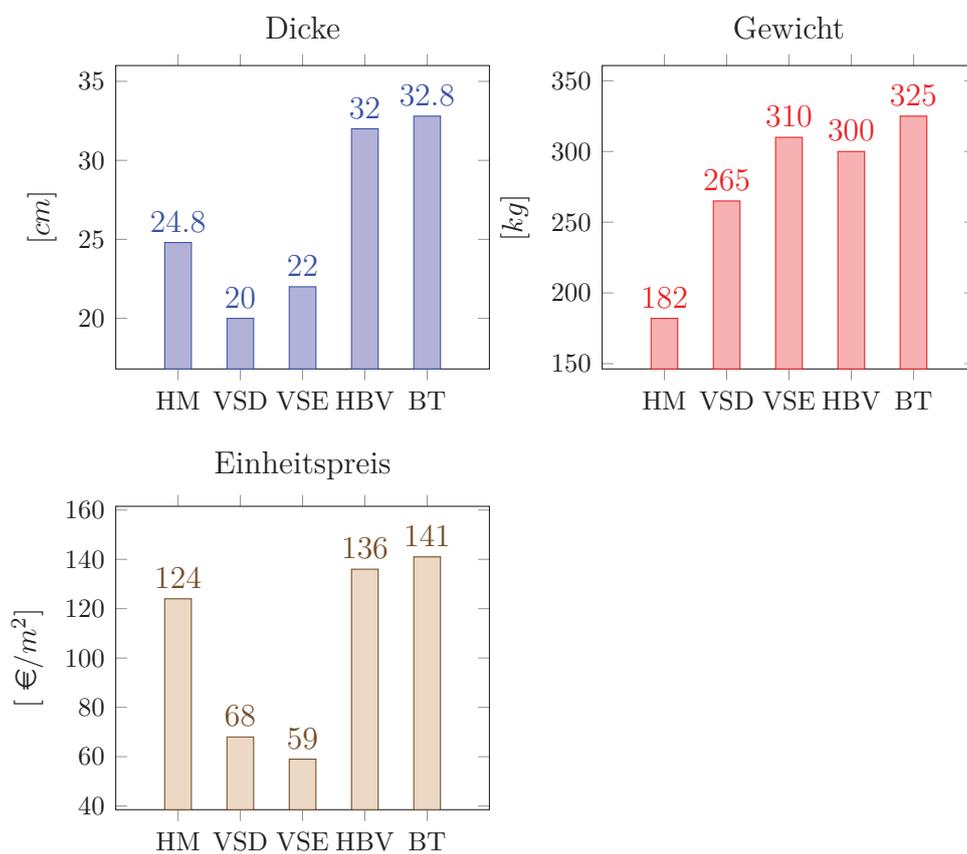


Abbildung 5.4.: Vergleich ähnlicher Deckensysteme mit Holz-Holzleichtbeton-Verbunddecke

Literaturverzeichnis

- [1] *Datenblatt: Brettsperrholz (BSP)*. http://www.mm-kaufmann.com/fileadmin/ablage/dokumente/dokumente/MMK_M1_BSP_crossplan_De.pdf. Online; abgerufen am 22.08.2013.
- [2] *Datenblatt: SikaDur®-31 AUT Rapid*. <http://aut.sika.com/dms/getredirect.get/at01.webdms.sika.com/657>. Online; abgerufen am 13.08.2013.
- [3] *Datenblatt: SikaFloor®-161*. <http://aut.sika.com/dms/getredirect.get/at01.webdms.sika.com/484>. Online; abgerufen am 13.08.2013.
- [4] *Datenblatt: SikaTop®-107 Seal*. http://aut.sika.com/dms/getdocument.get/b7b59642-69bf-3971-9d20-e5f974933a20/SikaTop-107Seal_DEAT.PDF. Online; abgerufen am 13.08.2013.
- [5] *Datenblatt: SikaTop®-109 ElastoCem*. <http://aut.sika.com/dms/getredirect.get/at01.webdms.sika.com/647>. Online; abgerufen am 13.08.2013.
- [6] *Preisliste: Deckensysteme*. http://www.rebloc.at/fileadmin/Bilder/Downloar/Preisliste_2013_ED.pdf. Online; abgerufen am 12.09.2013.
- [7] *Preisliste: Fertigbeton*. http://www.kotzian.com/downloads/fertigbeton_preisliste_2013.pdf. Online; abgerufen am 12.09.2013.
- [8] *Preisliste:MMcroslan*. . Online; abgerufen am 12.02.2013.
- [9] *Technisches Merkblatt: UHU PLUS ENDFEST 300*. http://www.uhu-profi.de/uploads/tx_ihtdatasheets/tds_plus_endfest300.pdf. Online; abgerufen am 16.10.2013.
- [10] *ÖNORM EN 26891 - Holzbauwerke - Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln - Allgemeine Grundsätze für die Ermittlung der Tragfähigkeit und des Verformungsverhaltens (ISO 6891:1983)*, Aug. 1991. Austrian Standards Institute, 1020 Wien.
- [11] *ÖNORM EN 380 - Holzbauwerke - Prüfverfahren - Allgemeine Grundsätze für die Prüfung unter statischen Belastungen*, Okt. 1993. Austrian Standards Institute, 1020 Wien.
- [12] *ÖNORM EN 923 - Klebstoffe - Benennungen und Definitionen*, Juli 2008. Austrian Standards Institute, 1020 Wien.

-
- [13] *ÖNORM EN 1995-1-1 - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*, Juli 2009. Austrian Standards Institute, 1020 Wien.
- [14] *ÖNORM EN 1991-1-1 - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen - Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*, Dez. 2011. Austrian Standards Institute, 1020 Wien.
- [15] *ÖNORM EN 408:Holzbauwerke - Bauholz für tragende Zwecke und Brettschichtholz - Bestimmung einiger physikalischer und mechanischer Eigenschaften*, Sep. 2012. Austrian Standards Institute, 1020 Wien.
- [16] *Datenblatt: Brettsperrholz (BSP)*. http://www.mm-kaufmann.com/fileadmin/ablage/dokumente/dokumente/MM_crosslam_de.pdf, 2013. Online; abgerufen am 01.09.2013.
- [17] *Datenblatt: Haftzugprüfgerät - Dyna Z16E*. http://www.proceq.com/fileadmin/documents/proceq/products/Concrete/Dyna/German/dyna_SF_D_2011.10.06_low.pdf, Okt. 2013. Online; abgerufen am 018.10.2013.
- [18] *Datenblatt: Holzspan-Schallschutzplatte WSD 35 und 50*. http://www.velox.at/fileadmin/content/servicecenter/downloads_rechte_Spalte/Wohn-Hochbau/datenblaetter/mantelbetonprodukte/Datenblatt_WSD30_35_50.pdf, 2013. Online; abgerufen am 01.09.2013.
- [19] *DIN EN 1995-1-1/NA Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau, Nationale Festlegungen zur DIN EN 1995-1-1 und nationale Erläuterungen*, Aug. 2013. Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [20] *SFS intec GmbH*. http://www.sfsintec.biz/de/web/industry_solutions/construction/timber_work/timber_work_1.html, 2013. Online; abgerufen am 01.09.2013.
- [21] *Weitgespannte Flachdeckensysteme in Holzspanbeton-Verbundbauweise, FFG Projekt-Nr.: 824892*, im Druck 2013. ITI TU Wien.
- [22] Dobler: *Entwicklung einer Bemessungshilfe für Holz-Beton-Verbunddecken*. Diplomarbeit, TU Wien, 2013.
- [23] Frangi, Fontana, I. S. u. H. E. H.: *Merkblatt Brandschutz: Bemessung von Holz-Beton-Verbunddecken bis 60min Feuerwiderstand*, Nov. 2001. Lignum, Schweizerische Holzwirtschaftskonferenz, Falkenstrasse 26, 8008 Zürich, www.linum.ch.
- [24] Habennich: *Kleben: Grundlagen, Technologien, Anwendungen*. Springer; Auflage: 5, ISBN-13: 978-3540262732, 2008.

-
- [25] Kirchmayer: *Beitrag zur Entwicklung von Holz-Holzbeton-Betonverbunddecken*. Diplomarbeit, TU Wien, 2012.
- [26] Kollmann: *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe*, 2. Auflage, 1982. Springer, Berlin.
- [27] Kreher: *Tragverhalten und Bemessung von Holz-Glas-Verbundträgern unter Berücksichtigung der Eigenspannung im Glas*. Dissertation, Lausanne, 2004. <http://library.epfl.ch/theses/?nr=2999>.
- [28] Momber, S.: *Handbuch der Oberflächenbearbeitung Beton: Bearbeitung — Eigenschaften — Prüfung*, 2006. Verlag: Birkhäuser-Basel.
- [29] Petermann: *Schubversuche mit Kiefernholz, Holz als Roh- und Werkstoff, Heft 4*, Apr. 1941. Springer-Verlag, ISSN 0018-3768.
- [30] Schernberger: *Holzspanbeton-Verbunddecken*. Diplomarbeit, TU Wien, 2011.
- [31] Schäfers, M.: *Entwicklung von hybriden Bauteilen aus Holz und hochfesten bzw. untrahochfesten Betonen*, Mai 2010. Universität Kassel, Fachbereich Bauingenieurwesen, Fachgebiet Bauwerkserhaltung und Holzbau.
- [32] Winter, Kreuzinger und Mestek: *Teilprojekt 15. Flächen aus Brettstapeln, Brettsperrholz und Verbundkonstruktionen Reihe Holzbauforschung, Band H 007/15*, 2009. TU München, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion, Fraunhofer IRB Verlag, ISBN 978-3-8167-7875-2.

Abbildungsverzeichnis

0.1. Sandwichaufbauweise: Holz-Holzleichtbeton-Verbundbauweise	4
0.2. sandwich-component: wood-lightweight-concrete-composite	5
1.1. Sandwichaufbau: Holz-Holzleichtbeton-Verbund (HHV), nach [25]	1
1.2. Ablauforganigramm der Diplomarbeit	2
2.1. Schraubentyp: WR-dxL	4
2.2. Schraubentyp: WR-T-dxL	4
2.3. Schraubentyp: WT-T-dxL	5
2.4. Schraubentyp: TWIN-UD-dxL	6
2.5. Schraubentyp: TWIN-UD-dxL Sichel	6
2.6. Aufbau des Schraubenversuchs mit Beschriftung	7
2.7. Schraubenspitzen nach dem Durchbohren der vier Velox-Platten	7
2.8. Einteilung der Klebstoffe nach dem Abbindemechanismus, nach [24]	8
2.9. Aufgeschütteter Sand auf der Velox-Platte	10
2.10. Ermittlung des mittleren Durchmessers, $D = 11$ cm	10
2.11. Klebefugen vom Sandwichbauteil: Holz-Holzleichtbeton-Verbund	11
2.12. Prüfeinheit Dynameter Z16E: Ausgabeinheit und Messeinheit, [17]	12
2.13. Vorbereitung und Aufbau der Kleberversuche ohne Prüfeinheit	13
2.14. Dynameter Z16E: Hauptbestandteile der Messeinheit	14
2.15. Bruchfläche SikaForce®-7710	15
2.16. Bruchfläche SikaTop®-109 ElastoCem	15
2.17. Bruchfläche SikaFloor®-161	16
2.18. Bruchfläche Velox	16
2.19. Holzproben: SikaTop®-107 Seal auf Holz	18
2.20. Veloxproben: SikaTop®-107 Seal auf Velox	18
2.21. Bruchflächen der Proben (SikaTop®-107 Seal); rote Markierung: fehlender Haftverbund zwischen Prüfkleber und Kleberoberfläche	19
2.22. Vergleich der Kräfte: SikaTop®-107 Seal auf Holz, SikaTop®-107 Seal auf Velox-Platten	20
2.23. Vergleich der Spannungen mit dem Mittelwert: SikaTop®-107 Seal auf Holz, SikaTop®-107 Seal auf Velox-Platten	21
2.24. Sandwichsystem im Schnitt mit Schichtaufbau und Schrauben	23
2.25. Beton-Mischrezeptur mit Okamurarechner berechnet, nach [25]	24
2.26. Holzleichtbeton-Platte WSD 50 der Firma Velox [18]	24
2.27. Fünfschichtige Brettsperholzplatte (BSP) der Fa. MMK,[16])	25
2.28. Schraubeneinbettung im Sandwichsystem mit Schichtdicken, in [cm]	25

2.29. Kleberauftrag auf die BSP-Platte	27
2.30. Einschrauben der Schrauben	27
2.31. Befestigung der Schalung am Holzleichtbeton (Velox-Platten)	27
2.32. Einbringen und Abziehen des Betons (SVB)	27
2.33. Versuchsaufbau mit Abmessungen, Lagerung und Lasteinleitung	28
2.34. Prüfstand	28
2.35. Prüfmaschine	28
2.36. Messuhr für vertikale Verschiebung, befestigt am Standbein	29
2.37. Messuhr für horizontale Verschiebung am Bauteilende	29
2.38. Wegaufnehmer für vertikale Verschiebung mit Standbein und Stange	30
2.39. Wegaufnehmer für horizontale Verschiebung am Bauteilende	30
2.40. Anordnung der Messpunkte beim Bauteilversuch	31
2.41. Schematische Belasungskurve, nach [11]	32
2.42. BT 1 im Schnitt, mit Verbindungsmittel und Lasteinleitung, in [cm]	33
2.43. Versagen der Keilzinkung unter der Lasteinleitung F_A	34
2.44. Betonriss im Bereich der Krafteinleitung F_A nach Maximalbelastung	34
2.45. Bruch nach Wiederbelastung bei F_A	35
2.46. Oberfläche der BSP-Platte am Auflager A	35
2.47. Bauteilversuch 1: Kraft- und Verschiebungsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit	36
2.48. Bauteilversuch 1: Kraft- Verschiebungsverlauf	37
2.49. Bauteilversuch 1: Kraft-Scherverformungsverlauf	37
2.50. BT 2 im Schnitt, mit Verbindungsmittel und Lasteinleitung, in [cm]	38
2.51. Schädigung der obersten Klebefuge beim Auflager B	39
2.52. Betonzugriss bei F_B (150 cm vom Trägerende)	39
2.53. Oberfläche der obersten Klebeschicht	40
2.54. Oberfläche der obersten Velox-Platte	40
2.55. Horizontale Verschiebung beim Auflager A, nach Maximalbelastung	41
2.56. Versagensdarstellung in Trägermitte nach $F_{max} = 31$ kN	41
2.57. Vollständiger Bruch des Bauteils in Trägermitte nach Widerbelastung	41
2.58. Bauteilversuch 2: Kraft- und Verschiebungsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit	42
2.59. Bauteilversuch 2: Kraft-Durchbiegungsverlauf	42
2.60. Bauteilversuch 2: Kraft-Scherverformungsverlauf	43
2.61. BT 3 im Schnitt, mit Verbindungsmittel und Lasteinleitung, in [cm]	44
2.62. Darstellung des Risse im Beton und Holzleichtbeton, nach $F_{max} = 58$ kN	45
2.63. Spalt zwischen BSP und Holzleichtbeton, nach $F_{max} = 58$ kN	45
2.64. Bruch nach Wiederbelastung bei Lasteinleitung F_B	46
2.65. Klebefuge zwischen BSP-Platte und Velox-Platte	46
2.66. Bauteilversuch 3: Kraft- und Verschiebungsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit	47
2.67. Bauteilversuch 3: Kraft-Durchbiegungsverlauf	48
2.68. Bauteilversuch 3: Kraft-Scherverformungsverlauf	48
2.69. BT 4 im Schnitt, mit Verbindungsmittel und Lasteinleitung, in [cm]	49

2.70. Stahlwinkel durchdringt die unterste Klebefuge, bis zu 20 cm vom Bauteilende	50
2.71. Spalt in der untersten Klebefuge im Randbereich des Bauteils (allseitig) .	50
2.72. Horizontale Verschiebung beim Auflager A, nach Entlastung auf 2,7 kN .	51
2.73. Risse in der Beton- und Veloxschicht, nach Entlastung	51
2.74. Bauteilversuch 4: Kraft- und Verschiebungsverlauf in Abhängigkeit von der Zeit	52
2.75. Bauteilversuch 4: Kraft-Durchbiegungsverlauf	53
2.76. Bauteilversuch 4: Kraft-Durchbiegung bis 5,4 kN	53
2.77. Bauteilversuch 4: Kraft-Scherverformungsverlauf	54
2.78. Vergleich der vertikalen Verschiebung (u_1) in Bauteilmitte	55
2.79. Vergleich der vertikalen Verschiebung (u_1) in der Bauteilmitte bis 10 kN	56
2.80. Vergleich der Bauteilversuche (Maximallast, Durchbiegung, Biegesteifigkeit)	57
2.81. Vergleich der horizontalen Verschiebung beim Auflager A (u_5) und Auflager B (u_4)	58
2.82. Darstellung und Bezeichnung der verwendeten Bauteile	59
2.83. Versuchsschema: Scherversuch nach [31]	60
2.84. Scherversuchsskizze mit Krafteinleitung und Messmittelanordnung	61
2.85. Scherversuch mit Beschriftung der Hauptbestandteile	61
2.86. SV1: Bruchbild des Scherversuch zw. BSP- und Veloxschicht	62
2.87. SV2: Bruchfläche mit den nicht ausgezogenen Schrauben	63
2.88. SV2: seitliches Versagensdarstellung nach Bruch	63
2.89. Schubversuche: Kraft-Verformungsverlauf	64
2.90. Vergleich der Kennlinien ab 230 kN	65
3.1. Auswirkungen des nachgiebigen Verbundes auf die Spannungsverteilung, nach [32]	68
3.2. Allgemeiner Verbundquerschnitt mit Normal- und Schubspannungsverlauf	70
3.3. Verbundquerschnitt mit Normal- und Schubspannungsverlauf für den Sandwichbauteil: Holz-Holzleichtbeton-Verbund (HHV)	70
3.4. Vergleich der Bauteilversuche (BT) mit der Nachrechnung (γ -Verfahren)	75
3.5. Einfluss der Fugensteifigkeit c_F auf die effektive Biegesteifigkeit EI_{eff} bezogen auf eine Breite von 0,5 m	76
4.1. Beschriftung und Bemaßung der Verbundplatte in [cm]	79
4.2. Berechnung des Eigenlast	82
4.3. Momenten- und Querkraftverlauf für eine Flächenlast	83
4.4. Berechnung der Querschnittswerte der Teilquerschnitte	83
5.1. Aufbau der Sandwichplatte wie der Bauteil 1, in [cm]	94
5.2. Aufbau der Sandwichplatte wie der Bauteil 3, in [cm]	95
5.3. Aufbau der Sandwichplatte bei Optimierung des Bauteil 3, in [cm]	96
5.4. Vergleich ähnlicher Deckensysteme mit Holz-Holzleichtbeton-Verbunddecke	99
A.1. Beschriftung der Verbundplatte	110

A.2. Momenten- und Querkraftverlauf für eine Flächenlast 114

Tabellenverzeichnis

2.1.	Messergebnisse und Auswertung der Kleberversuchsreihe 1	17
2.2.	Auswertung der Kleberversuchsreihe 2, Holz	18
2.3.	Auswertung der Kleberversuchsreihe 2, Holzleichtbeton	19
2.4.	Versuchsprogramm der Bauteilversuche	23
2.5.	Laststufen und Haltepunkte für die Bauteilversuche BT 3 und BT 4	32
2.6.	Versuchsprogramm der Bauteilversuche	33
2.7.	Vergleich: Maximallast, Last bei Durchbiegung $w = l/400$ und Berechnung der Biegesteifigkeiten, Durchbiegung bei Last $F = 8, 10$ kN und Berechnung der Biegesteifigkeiten	56
2.8.	Berechnung des Verschiebungsmodul k_s	65
3.1.	Festigkeitseigenschaften der verwendeten Materialien für die Bauteilversuche	71
3.2.	Berechnung der Fugensteifigkeit für die Bauteilversuche bei $l/400=18$ mm	73
3.3.	Berechnung der Fugensteifigkeit für die Scherversuche	74
5.1.	Materialkostenaufstellung für den Bauteil 1 (BT 1)	93
5.2.	Materialkostenaufstellung für den Bauteil 3 (BT 3)	95
5.3.	Materialkostenaufstellung für den vorgeschlagenen Bauteil (BT)	97
5.4.	Ermittlung der Arbeitszeit bezogen auf die Plattenabmessung ($l = 740, 0$ cm, $b = 240, 0$ cm)	97
5.5.	Berechnung der Herstellkosten für die Bauteile	98
5.6.	Vergleich ähnlicher Deckensysteme mit Holz-Holzleichtbeton-Verbunddecke	98
A.1.	Berechnung des Eigenlast	113
A.2.	Berechnung der Querschnittswerte der Teilquerschnitte	113

A. Bemessungsansatz für das Holz-Holzleibbeton-Sandwich-Deckensystem

Es wird der Vorschlag für ein Bemessungssystem für das Sandwichbauteil Holz-Holzleibbeton mit dem γ -Verfahren vorgestellt. Die Berechnung sollte als Anstoß für ein Bemessungssystem nach Eurocode dienen.

A.1. Vorbemerkungen

Die Fugensteifigkeit c_F und die Ermittlung des Teilsicherheitsbeiwertes von Holzleibbeton $\gamma_{c,F}$ muss durch Versuche ermittelt werden. (siehe [21])

Die aufnehmbare Kraft pro Schraube ($F_{s,mean}$) muss aus den Scherversuchen (siehe [21]) ermittelt. Die maximal aufnehmbare Kraft $F_{s,max}$ (Mittelwert aus den Scherversuchen) muss gleichmäßig auf die Anzahl der Schrauben aufgeteilt. Für die Berechnung des Widerstandswertes $R_{S,d}$ ist der Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen ($\gamma_M = 1,3$) von der ÖNORM EN 1995-1-1 [13] zu übernehmen.

Die Kurzzeitdurchbiegung ist mit $l/400$ beschränkt, um die zusätzliche Durchbiegung der zeitlichen Einflüsse zu berücksichtigen. Der Nachweis „Durchbiegung im Endzustand“ wird hier angeführt, jedoch ist der Verformungsbeiwert k_{def} noch zu ermitteln.

A.1.1. Annahmen für das Beispiel:

1. Es wird ein Plattenstreifen von 1 m betrachtet.
2. Es wird eine gleichmäßige Flächenlast vorausgesetzt.
3. Belastungsannahmen für Wohn- und Bürogebäude nach ÖNORM EN 1991-1-1
4. Das Sandwichsystem wird ausschließlich zur vertikalen Lastabtragung herangezogen.
5. Der Berechnung liegt ein statisch bestimmter Einfeldträger zu Grunde
6. konstante Querschnitte (max. drei Teilquerschnitte)

A.1.2. Beschreibung der Nachweisführung

A.1.2.1. Tragfähigkeitssachweis

Durch die Unterteilung in die Teilbereiche Bereich 1 und Bereich 2 (Abbildung A.2) werden die unterschiedlichen Verbundsysteme über die Gesamtlänge des Bauteils berücksichtigt. In Bereich 1 wird der Verbund über die Holzleibbetonschicht sowie die Holzschrauben hergestellt, in Bereich 2 nur über die Holzleibbetonschicht.

Bereich 1: In den Punkten a und d werden die Schubspannungssachweise zufolge der Querkraft in allen Teilquerschnitten (TQ) geführt. Weiters wird der Sachweis für die Widerstandskraft pro Schraube geführt.

Bereich 2: Es wird im Punkt m der Normalspannungssachweis in allen Teilquerschnitten (TQ) geführt. In den Punkten b und c wird der Schubspannungssachweis mit der reduzierten Querkraft ($V_{HLB,red}$) geführt.

A.1.3. Gebrauchstauglichkeitssachweis

Die Kurzzeitdurchbiegung wurde mit $1/400$ beschränkt. Für die Langzeitssachweise werden die Grenzen laut EC5 [13] angegeben. Der ausstehende Verformungsbeiwert k_{def} muss mit Versuchen ermittelt werden.

A.2. Beispiel für die Bauteilgeometrie und die Abmessungen

Bei der Berechnung des Bauteils wird durch die Unterteilung in Bereich 1 und Bereich 2 die unterschiedliche Zusammensetzung berücksichtigt (Abbildung A.1).

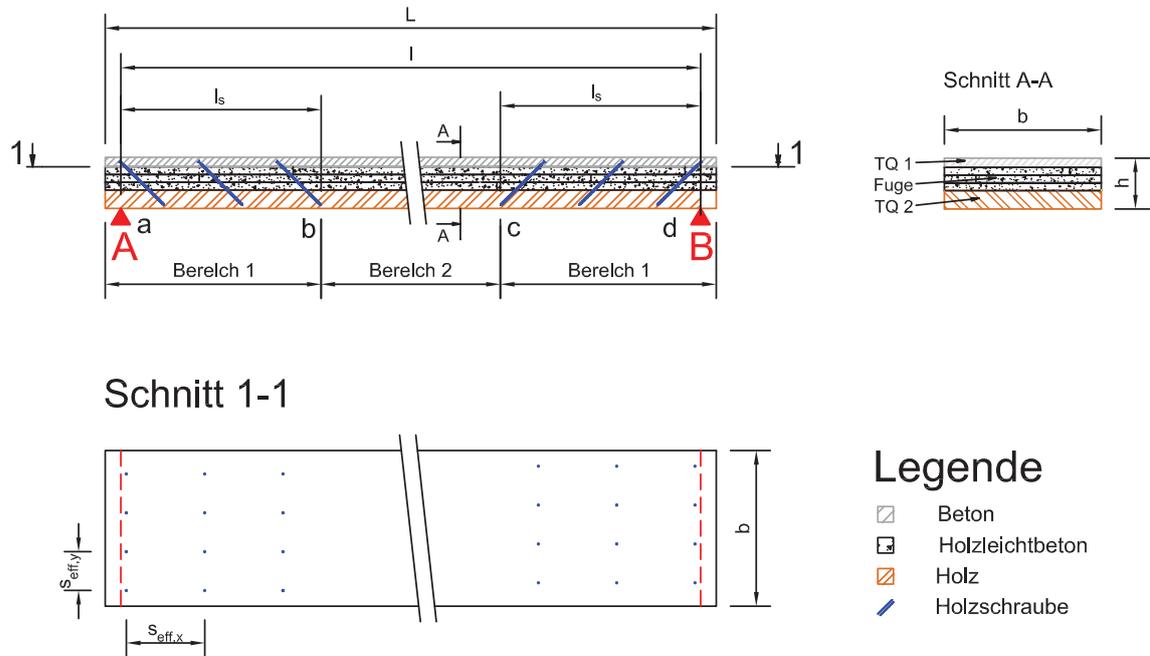


Abbildung A.1.: Beschriftung der Verbundplatte

A.3. Angaben der Berechnung

A.3.1. Parameter aus den Versuchen (BT, SV)

A.3.1.1. Verschiebungsmodul

Die Fugensteifigkeit c_F muss mit Bauteilversuchen bzw. aus Scherversuchen ermittelt werden (siehe [21]).

Fugensteifigkeit: $c_{F,k} =$

Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen: $\gamma_{M,cf} = 1,3$

$$c_{F,d} = \frac{2}{3} \cdot \frac{c_{F,k}}{\gamma_{M,cf}} =$$

A.3.1.2. Widerstandskraft pro Schraube $R_{S,d}$

Die Grundlagen der Werte sind im Abschnitt A.1 erläutert.

$F_{s,max}$... gemittelte aufnehmbare Kraft aus den Scherversuchen

n ... Anzahl der Schrauben /Reihe

γ_M ... Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen

$F_{s,mean}$... aufnehmbare Kraft pro Schraube:

$$F_{s,mean} = \frac{F_{s,max}}{n} =$$

Widerstandskraft pro Schraube:

$$R_{S,d} = \frac{F_{s,mean}}{\gamma_M} =$$

A.3.2. Beton (B)

$$h_B =$$

$$\rho_B =$$

$$f_{ck} =$$

$$E_{cm} =$$

$$G =$$

$$\gamma_c =$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$$

$$\tau_{cd} =$$

A.3.3. Holzleibbeton (HLB)

$$\begin{aligned}h_{HLB} &= \\ \rho_{HLB} &= \\ E_m &= \\ G_{HLB} &= \\ f_{v,9090,k} &= \\ \gamma_{c,f} &= \\ f_{v,9090,d} &= \frac{f_{v,9090,k}}{\gamma_{c,f}} =\end{aligned}$$

A.3.4. Holz (BSP)

$$\begin{aligned}h_{Holz} &= \\ \rho_{Holz} &= \\ E_{0,mean} &= \\ f_{m,k} &= \\ f_{c,90,k} &= \\ \gamma_M &= \\ k_{mod} &= \\ f_{m,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \\ f_{c,90,d} &= \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M} =\end{aligned}$$

A.4. Einwirkungen

$$\begin{aligned}\text{Eigengewicht} : g_{k1} &= \\ \text{Bodenauflbau} : g_{k2} &= \\ \text{Nutzlast} : q_k &= \\ \gamma_g &= 1,35 \\ \gamma_q &= 1,50\end{aligned}$$

Tabelle A.1.: Berechnung des Eigenlast

Schichtenfolge	ρ [kg/m^3]	Volumen [m^3]	Eigengewicht [kg]	Linienlast [kN/m]
TQ 1 (Beton)				
Fuge (HLB)				
TQ 2 (Holz)				
Summe				

$$p_k = (g_{k1} + g_{k2}) + q_k =$$

$$p_d = \gamma_g \cdot (g_{k1} + g_{k2}) + \gamma_q \cdot q_k =$$

A.5. Bemessungsschnittgrößen

$$M_d = \frac{p_d \cdot l^2}{8} =$$

$$V_d = \frac{p_d \cdot l}{2} =$$

$$V_{HLB,red} = \frac{V}{\left(\frac{l}{2}\right)} \cdot \left(\frac{l}{2} - l_s\right) =$$

Tabelle A.2.: Berechnung der Querschnittswerte der Teilquerschnitte

Schichtenfolge	$A = b \cdot h_i$ [cm^2]	$I_i = \frac{b \cdot h_i^3}{12}$ [cm^4]	$E_i \cdot A_i$ [MN]	$E_i I_i$ [$MN \cdot m^2$]
TQ 1 (Beton)				
Fuge (HLB)				
TQ 2 (Holz)				

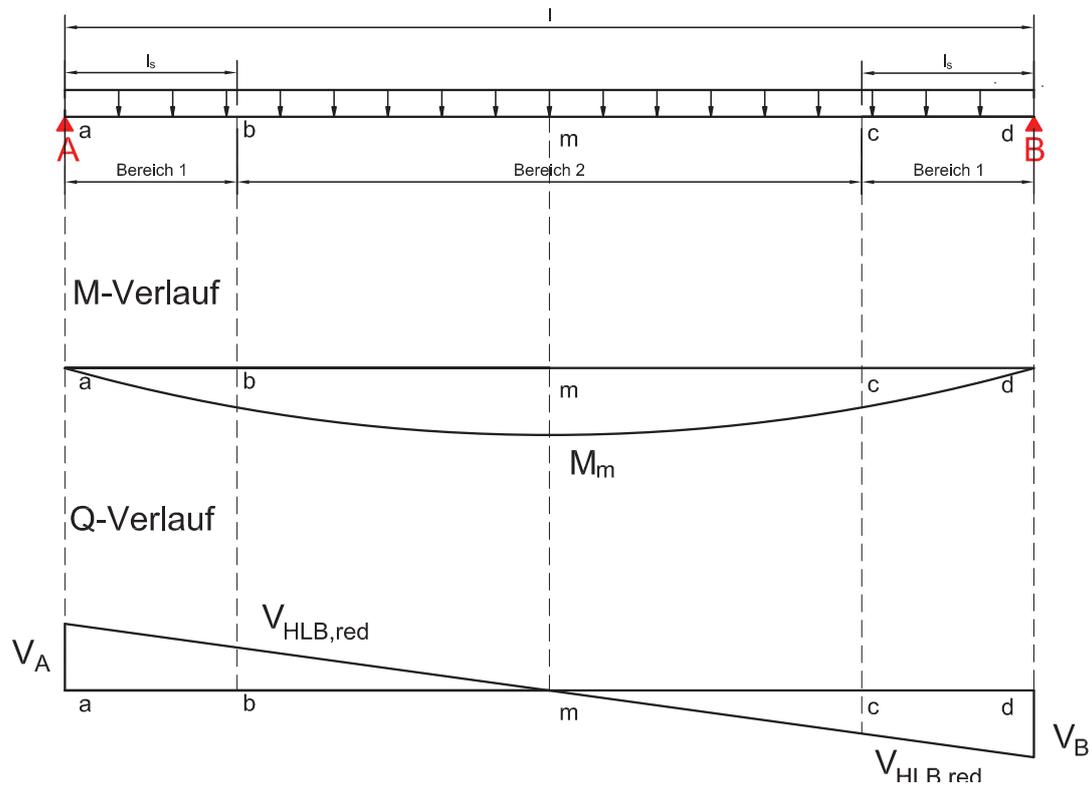


Abbildung A.2.: Momenten- und Querkraftverlauf für eine Flächenlast

A.6. Tragfähigkeitsnachweis

A.6.1. Bestimmung der γ Faktoren

$$\gamma_{1,d} = \frac{1}{1 + \frac{\Pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1}{c_{F,d} \cdot l^2}} =$$

$$\gamma_{2,d} = 1,0$$

A.6.2. Bestimmung des Schwerpunktes

Schwerpunkt ist innerhalb des TQ 2 (Holz), daher darf die Berechnung fortgesetzt werden. Sonst muss die Berechnung hier abgebrochen werden!

$$a = \frac{h_1 + h_2}{2} + t_F =$$
$$a_{2,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a}{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} =$$

$$a_{1,d} = a - a_{2,d} =$$

A.6.3. Bestimmung der effektiven Biegesteifigkeit

$$EI_{eff,d} = E_1 I_1 + E_2 I_2 + \frac{a^2 \cdot \gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot E_2 A_2}{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} =$$

A.7. Schnittgrößen der Teilquerschnitte im Bereich 2: Punkt m

Teilquerschnitt 1 (Beton)

$$N_{1,d} = -\frac{M_d}{EI_{eff,d}} \cdot \gamma_{1,d} \cdot a_{1,d} \cdot E_1 A_1 =$$

$$M_{1,d} = \frac{M_d}{EI_{eff,d}} \cdot E_1 I_1 =$$

Teilquerschnitt 2 (Holz)

$$N_{2,d} = \frac{M_d}{EI_{eff,d}} \cdot \gamma_2 \cdot a_{2,d} \cdot E_2 A_2 =$$

$$M_{2,d} = \frac{M_d}{EI_{eff,d}} \cdot E_2 I_2 =$$

A.7.1. Ermittlung der Normalspannungen im Bereich 2: Punkt m

Teilquerschnitt 1 (Beton)

$$\sigma_{1,o,d} = \frac{N_{1,d}}{A_1} - \frac{M_{1,d}}{I_1} \cdot \frac{h_1}{2} =$$

$$\sigma_{1,u,d} = \frac{N_{1,d}}{A_1} + \frac{M_{1,d}}{I_1} \cdot \frac{h_1}{2} =$$

Teilquerschnitt 2 (Holz)

$$\sigma_{2,o,d} = \frac{N_{2,d}}{A_2} - \frac{M_{2,d}}{I_2} \cdot \frac{h_2}{2} =$$

$$\sigma_{2,u,d} = \frac{N_{2,d}}{A_2} + \frac{M_{2,d}}{I_2} \cdot \frac{h_2}{2} =$$

A.7.2. Ermittlung der Scherspannungen im Bereich 1: Punkt a und d

Teilquerschnitt 1 (Beton)

$$\tau_{1,o,d} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{1,u,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_1 \cdot V_d}{EI_{eff,d} \cdot b} =$$

Teilquerschnitt 2 (Holz)

$$\tau_{2,o,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_{1,d} \cdot V_d}{EI_{eff,d} \cdot b} =$$

$$\tau_{2,u,d} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

Ermittlung der Beanspruchung je Schraube

$$F_{s,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_{1,d} \cdot V_d \cdot s_{eff,y} \cdot s_{eff,x}}{EI_{eff,d} \cdot b} =$$

A.7.3. Ermittlung der Scherspannungen im Bereich 2: Punkt b und c

Teilquerschnitt 1 (Beton)

$$\tau_{1,o,d} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{1,u,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_1 \cdot V_{HLB,red}}{EI_{eff,d} \cdot b} =$$

Teilquerschnitt 2 (Holz)

$$\tau_{2,o,d} = \frac{\gamma_{1,d} \cdot E_1 A_1 \cdot a_{1,d} \cdot V_{HLB,red}}{EI_{eff,d} \cdot b} =$$

$$\tau_{2,u,d} = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

A.7.4. Normalspannungsnachweise im Bereich 2: Punkt m

Beton

$$\frac{\sigma_{1,o,d}}{f_{m,d}} = < 1,0$$

$$\frac{\sigma_{1,o,d}}{f_{m,d}} = < 1,0$$

Holz

$$\frac{\sigma_{2,o,d}}{f_{m,d}} = < 1,0$$

$$\frac{\sigma_{2,o,d}}{f_{m,d}} = < 1,0$$

A.7.5. Scherspannungsnachweise im Bereich 1: Punkt a und d

Beton

$$\frac{\tau_{1,o,d}}{\tau_{cd}} = < 1,0$$

Holzleichtbeton

$$\frac{\tau_{2,o,d}}{f_{v,9090,d}} = < 1,0$$

Ist der Scherspannungsnachweis in der Holzleichtbetonschicht nicht erfüllt. So muss mindestens der Nachweis der Schrauben im Bereich a-b und c-d erfüllt sein! Die Schubkräfte zufolge der Querkraft werden über die Schrauben abgetragen. Ist der Nachweis erfüllt sind keine Schrauben notwendig, jedoch ist der Lastfall „Anheben des Sandwichbauteils“ noch zu untersuchen!

Nachweis der Schrauben im Bereich a-b und c-d

$$\frac{F_{s,d}}{R_{S,d}} = < 1,0$$

Holz

$$\frac{\tau_{2,o,d}}{f_{c,90,c}} = < 1,0$$

A.7.6. Scherspannungsnachweise im Bereich 2: Punkt b und c

Beton

$$\frac{\tau_{1,o,d}}{\tau_{cd}} = < 1,0$$

Holzleibbeton

$$\frac{\tau_{2,o,d}}{f_{v,9090,d}} = < 1,0$$

Holz

$$\frac{\tau_{2,o,d}}{f_{c,90,c}} = < 1,0$$

A.8. Gebrauchstauglichkeitsnachweis

A.8.1. Bestimmung der γ Faktoren

$$\gamma_{1,k} = \frac{1}{1 + \frac{\Pi^2 \cdot E_1 \cdot A_1}{c_{F,k} \cdot l^2}} =$$

$$\gamma_{2,k} = 1,0$$

A.8.2. Bestimmung des Schwerpunktes

$$a = \frac{h_1 + h_2}{2} + t_F =$$

$$a_{2,k} = \frac{\gamma_{1,k} \cdot E_1 A_1 \cdot a}{\gamma_{1,k} \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} =$$

$$a_{1,k} = a - a_{2,k} =$$

A.8.3. Bestimmung der effektiven Biegesteifigkeit

$$EI_{eff,k} = E_1 I_1 + E_2 I_2 + \frac{a^2 \cdot \gamma_{1,k} \cdot E_1 A_1 \cdot E_2 A_2}{\gamma_{1,k} \cdot E_1 A_1 + E_2 A_2} =$$

Durchbiegung zufolge Eigengewicht

$$w_g = \frac{5 \cdot (g_{k1} + g_{k2}) \cdot l^4}{384 \cdot EI_{eff,k}} =$$

Durchbiegung zufolge Nutzlast

$$w_p = \frac{5 \cdot p_k \cdot l^4}{384 \cdot EI_{eff,k}} =$$

Charakteristische Bemessungssituation: Anfangszustand

$$w_{Q,inst} \leq \frac{l}{400} =$$

$$w_{Q,inst} = w_p =$$

Charakteristische Bemessungssituation: Endzustand

$$w_{fin} - w_{G,inst} \leq \frac{l}{200} =$$

$$w_{fin} - w_{G,inst} = w_{G,inst} + \sum_{i \geq 1} w_{Q,i,inst} \cdot \psi_{0,i} (w_{G,inst} + \Psi_{2,1} \cdot w_{Q,1,inst} + \sum w_{Q,i,inst} \cdot \Psi_{2,1}) \cdot k_{def} =$$

Quasi-ständige Durchbiegung: Endzustand

$$w_{fin} - w_c \leq \frac{l}{250} =$$

$$w_{fin} - w_c = (w_{G,inst} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,1} \cdot w_{Q,i,inst}) \cdot (1 + k_{def}) - w_c =$$

SikaDur®-31 AUT N

2-komponentiger Klebemörtel

Beschreibung	SikaDur-31 AUT Normal ist ein feuchtigkeitsverträglicher, thixotroper 2-Komponentenkleber und Reparaturmörtel auf Epoxidharzbasis mit speziellen Füllstoffen, entwickelt für Verarbeitungstemperaturen von +10 °C bis +30 °C.
Anwendung	<p>Als Baukleber, Klebemörtel und Spachtelmasse auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Betonelemente - Harte Natursteine - Keramik - Faserzement - Mörtel, Backstein, Mauerwerk - Stahl, Eisen, Aluminium - Holz - Glas - Polyester, Epoxy <p>Als Reparaturmörtel für</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kanten - Löcher - Ausgleichen von Maßtoleranzen <p>Als Verfüllmörtel für Fugen und Rissflanken</p>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ■ Leichte Verarbeitbarkeit, leichte Mischbarkeit ■ Auf mattfeuchte Betonflächen applizierbar ■ Hohe Früh- und Endfestigkeiten ■ Thixotropisch: Kein Absacken bei vertikalen oder über Kopf Anwendungen ■ Schwundfreies Aushärten ■ Verschiedenfarbige Komponenten (Kontrolle beim Mischen) ■ Es wird kein Primer benötigt ■ Hohe Abrasions- und Stoßfestigkeit ■ Ausgezeichnete Haftung auf vielen Untergründen ■ Gute chemische Beständigkeit ■ Undurchlässig gegenüber Flüssigkeiten und Wasserdampf
Atteste	
Prüfzeugnisse	Gepüft nach EN 1504-4



Produktdaten

Art

Farbton	Komp. A:	weiss
	Komp. B:	dunkelgrau
	Komp. A+B gemischt:	betongrau
Lieferform	Vordosierte Gebinde:	Komp. A+B zu 6,0 kg, Palette mit 480 kg (80 x 6 kg)
	Nicht vordosierte Gebinde:	Komp. A: 20,0 kg Kessel Komp. B: 10,0 kg Kessel Palettenlieferung: 600 kg (20 x 20 kg Komp. A und 10 x 10 kg Komp. B)

Lagerung

Lagerbedingungen / Haltbarkeit	Im ungeöffneten Originalgebinde bei einer Lagertemperatur zwischen +5°C und +30°C: 24 Monate ab Produktionsdatum. Vor direkter Sonneneinstrahlung schützen.
---------------------------------------	---

Technische Daten

Chemische Basis	Epoxidharz
Dichte	1,90 ± 0,1 kg/L (Komp. A+B bei +23°C, gemischt)
Standfestigkeit	Auf vertikalen Flächen kein Absacken bis zu 15 mm Schichtstärke (nach EN 1799).
Schichtdicke	Maximal 30 mm Bei größeren Schichtdicken sind mehrere Applikationen nötig. Um eine Verkürzung der Verarbeitungszeit zu verhindern, sollten einzelne Gebindeeinheiten aufgebraucht und nie mit frisch angemachtem Material vermischt werden.
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	5,9 x 10 ⁻⁵ pro °C (zwischen +23°C und +60°C) nach EN 1770

Mechanische / physikalische Eigenschaften

Druckfestigkeit	nach DIN EN 196			
	Aushärtungszeit	+10°C	+23°C	+30°C
	1 Tag	25 - 30 N/mm ²	45 - 55 N/mm ²	50 - 60 N/mm ²
	3 Tage	40 - 50 N/mm ²	55 - 65 N/mm ²	60 - 70 N/mm ²
	7 Tage	50 - 60 N/mm ²	60 - 70 N/mm ²	60 - 70 N/mm ²

Biegezugfestigkeit	nach DIN EN 196			
	Aushärtungszeit	+10°C	+23°C	+30°C
	1 Tag	11 - 17 N/mm ²	20 - 30 N/mm ²	20 - 30 N/mm ²
	3 Tage	20 - 30 N/mm ²	25 - 35 N/mm ²	25 - 35 N/mm ²
	7 Tage	25 - 35 N/mm ²	30 - 40 N/mm ²	30 - 40 N/mm ²

Zugfestigkeit	nach ISO 527			
	Aushärtungszeit	+10°C	+23°C	+30°C
	1 Tag	2 - 6 N/mm ²	6 - 10 N/mm ²	9 - 15 N/mm ²
	3 Tage	9 - 15 N/mm ²	17 - 23 N/mm ²	17 - 23 N/mm ²
	7 Tage	14 - 20 N/mm ²	18 - 24 N/mm ²	19 - 25 N/mm ²

Haftzugfestigkeit

(nach EN ISO 4624, EN 1542 und EN 12188)

Aushärtungszeit	Temperatur	Untergrund	Abreissfestigkeit
1 Tag	+10°C	Beton trocken	> 4 N/mm ² *
1 Tag	+10°C	Beton feucht	> 4 N/mm ² *
1 Tag	+10°C	Stahl	6 - 10 N/mm ²
3 Tage	+10°C	Stahl	10 - 14 N/mm ²
3 Tage	+23°C	Stahl	11 - 15 N/mm ²
3 Tage	+30°C	Stahl	13 - 17 N/mm ²

* Betonbruch

Schwindverhalten

Schwindfreies Aushärten

E-Modul

Zug: ~ 5.000 N/mm² (nach 14 Tagen bei +23°C) (ISO 527)
 Druck: ~ 4.600 N/mm² (nach 14 Tagen bei +23°C) (ASTM D695)

Bruchdehnung

0,4 ± 0,1% (7 Tage bei +23°C) (nach ISO 75)

Beständigkeit

Thermische Beständigkeit

Heat Deflection Temperature (HDT):
 +49°C (nach 7 Tagen bei +23°C) (ISO 75, Dicke 10 mm)

Systemdaten

Verarbeitungshinweise

Verbrauch / Dosierung

1,9 kg/m² pro mm Schichtdicke

Untergrundbeschaffenheit

Mörtel und Beton müssen älter als 28 Tage alt sein (abhängig von den Mindestanforderungen an die Festigkeit). Die Oberflächenfestigkeit (Beton, Ziegel- und Naturstein) muss in jedem Fall überprüft werden. Stahloberflächen müssen bis Reinheitsgrad SA 2.5 entrostet werden.

Untergrundvorbereitung

Beton, Stein, Mörtel, Ziegel:

Die Oberfläche muss unversehrt, sauber, trocken und frei von stehendem Wasser, Fetten und Ölen, Staub, alter Farbe, losen Teilen und anderen Verschmutzungen sein. Die Zementhaut muss restlos entfernt werden.

Stahl

Die Oberfläche muss frei von Ölen, Fetten, Rost oder anderen Substanzen sein, welche die Haftung beeinträchtigen könnten.

Vorbehandlung:

Sandstrahlen, Abschleifen.

Auf Taupunkt (Kondenswasserbildung) achten.

Wenn der gereinigte Stahl nicht sofort verklebt wird, muss die Oberfläche mit SikaGard-63 N vorgestrichen werden, damit der Stahl vor erneutem Rosten geschützt ist.

Andere Oberflächen (Polyester, Epoxy, Glas, Keramik)

Fett- und Ölfrei.

Auf Oberflächen mit tiefer Porosität ist eine Vorbehandlung mit SikaFloor-156 (Primer) nötig. Vor der Aushärtung, SikaDur-31 AUT Normal nass in nass in SikaFloor-156 verarbeiten.

Verarbeitungsbedingungen / Limiten

Untergrundtemperatur

Mindestens: +10°C
 Maximal: +30°C

Lufttemperatur

Mindestens: +10°C
 Maximal: +30°C

Materialtemperatur	Mindestens: +10°C Maximal: +30°C								
Untergrundfeuchtigkeit	Auf matffeuchtem Untergrund mit Bürste gut in die Fläche einarbeiten.								
Taupunkt	Auf Kondenswasserbildung achten! Untergrundtemperatur während der Applikation muss mindestens 3°C über der Taupunkttemperatur liegen.								
Verarbeitungsanweisung									
Mischen	Komp. A : Komp. B = 2 : 1 Gew.- oder Volumsteile								
Mischzeit	 <p>Fertigpackung: Komp. B vollständig zu Komp. A geben. Mit elektrischem Handrührgerät mindestens 3 Minuten mischen, bis in der Masse und am Rand sowie am Boden der Dose keine Farbschlieren mehr sichtbar sind und eine gleichmäßige graue Tönung entsteht. Niedertourig mischen, um möglichst wenig Luft einzuführen (max. 600 U/min). Dann das gemischte Material in einen sauberen Behälter leeren und nochmals für ca. 1 Minute mischen. Nur soviel mischen wie innerhalb der Topfzeit verbraucht wird.</p> <p>Nicht vordosierte Grossgebinde: Material in den Kesseln gut aufrühren. Komponenten im richtigen Verhältnis dosieren und wie Fertigpackungen in geeignetem Gefäß mischen. Bei der Mischung von großen Mengen erwärmt sich SikaDur-31 AUT in Folge chemischer Reaktion sehr stark, wodurch die Topfzeit entsprechend verkürzt wird. Deshalb sollten die einzelnen Ansätze nicht mehr als 6 kg betragen. Falls trotzdem größere Mengen angemacht werden, ist es empfehlenswert, das gemischte Material auf verschiedene Kessel aufzuteilen.</p>								
Verarbeitungsmethode/-geräte	Bei Applikation einer dünnen Klebeschicht die Mischung auf den vorbehandelten Untergrund mit Spachtel, Kelle, Traufel usw. oder direkt mit der Hand (Gummihandschuhe obligatorisch) auftragen. Bei der Verwendung als Reparaturmörtel sind Abschaltungen zu empfehlen. Bei der Verklebung von Metall-Profilen auf vertikalen Oberflächen sind diese während mindestens 12 Stunden (bei 20 °C) mit geeigneten Maßnahmen zu fixieren. Die ausgehärtete Verklebung ist mit einem Hammer durch Abklopfen zu überprüfen.								
Gerätereinigung	Alle Werkzeuge und Verarbeitungsgeräte sind sofort nach Gebrauch mit Sika Colma Reiniger zu reinigen; ausgehärtetes Material kann nur mechanisch entfernt werden.								
Topfzeit	<table border="1"> <thead> <tr> <th>+10°C</th> <th>+23°C</th> <th>+30°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ca. 145 Min.</td> <td>ca. 55 Min.</td> <td>ca. 35 Min.</td> </tr> </tbody> </table> <p>Angaben für 200 g / nach EN ISO 9514</p> <p>Die Topfzeit beginnt beim Mischen. Sie ist kürzer je höher die Temperaturen sind und je größer die gemischte Menge ist. Um längere Offenzeiten bei hohen Temperaturen zu erreichen, die Komponenten in Portionen aufteilen. Eine andere Methode ist die einzelnen Komp. A und Komp. B vor dem Mischen zu kühlen (nicht unter 5 °C).</p>			+10°C	+23°C	+30°C	ca. 145 Min.	ca. 55 Min.	ca. 35 Min.
+10°C	+23°C	+30°C							
ca. 145 Min.	ca. 55 Min.	ca. 35 Min.							
Weitere Hinweise	Alle im Technischen Merkblatt angeführten Werte basieren auf Laboruntersuchungen. In der Praxis können die Werte durch verschiedene Einflüsse davon abweichen.								

Aushärtungsbedingungen

Hinweise

Die SikaDur-Harze wurden so formuliert, dass sie unter Dauerbelastung ein möglichst geringes Kriechen haben.
 Auf Grund des Kriechverhaltens, welches alle Polymere unter Belastung haben, ist bei der Bemessung der zulässigen Last das Kriechen zu berücksichtigen.
 Die ständige, wirkliche Last auf die Verklebung darf grundsätzlich nur 20 - 25% der Bruchlast betragen. Zusätzliche Sicherheitsfaktoren sind in diesem Fall nicht zu berücksichtigen.
 Für die Bemessung spezieller Probleme ist mit einem Bauingenieur Kontakt aufzunehmen.

CE-Kennzeichnung

		
0921		
Sika Schweiz AG Tüffenwies 16-22 CH-8048 Zürich 1001		
08		
0921-CPD-2054		
EN 1504-4		
Kleber für Bauzwecke zum Kleben von Mörtel oder Beton für andere Verwendungszwecke als solche mit geringen Leistungsanforderungen		
Haftvermögen/Adhäsion Zugfestigkeit		bestanden (Betonbruch)
Schrägscherfestigkeit auf Stahl	50° C 60° C 70° C	≥ 50 N/mm ² ≥ 60 N/mm ² ≥ 70 N/mm ²
Scherfestigkeit		≥ 12 N/mm ²
Druckfestigkeit		≥ 30 N/mm ²
Schwinden/Quellen		≤ 0.1%
Verarbeitungszeit		60 min. bei 20°C
Wasserempfindlichkeit		bestanden
E-Modul		≥ 2.000 N/mm ²
Thermischer Wärmeausdehnungskoeffizient		≤ 100 * 10 ⁻⁶ je K
Glasübergangstemperatur		≥ 40°C
Brandverhalten		Klasse E
Dauerhaftigkeit		bestanden
Gefährliche Stoffe	Übereinstimmung mit 5.4	keine

Sicherheitsvorschriften

Wichtige

Sicherheitshinweise

Für detaillierte Angaben konsultieren Sie bitte das aktuelle Sicherheitsdatenblatt unter www.sika.at

Rechtliche Hinweise

Die Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall zur Zeit der Drucklegung. Je nach den konkreten Umständen, insbesondere bezüglich Untergründen, Verarbeitung und Umweltbedingungen, können die Ergebnisse von diesen Angaben abweichen. Sika garantiert für ihre Produkte die Einhaltung der technischen Eigenschaften gemäss den Produktdatenblättern bis zum Verfalldatum. Produkthanwender müssen das jeweils neueste Produktdatenblatt unter «www.sika.at» abrufen. Es gelten unsere aktuellen allgemeinen Geschäftsbedingungen.



Sika Österreich GmbH
Dorfstrasse 23
6700 Bludenz-Bings

Tel. +43 (0)50 610 0
Fax +43 (0)50 610 1901
www.sika.at
info@sika.at





Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

1. Bezeichnung des Stoffs bzw. des Gemischs und des Unternehmens

1.1 Produktidentifikator

Handelsname : Sikafloor®-161 Komp. A

1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt liegen uns noch keine vollständigen Informationen zu den identifizierten Verwendungen vor. Bei Vorliegen der Daten werden diese in das Sicherheitsdatenblatt aufgenommen.

Produktverwendung : Epoxidharzbeschichtung.

1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Firma : Sika Österreich GmbH
Dorfstrasse 23
6700 Bludenz-Bings
Telefon : +4350610

1.4 Notrufnummer

Notrufnummer : 0043 1 4064343 (Giftinformationszentrale Wien)
: EHS@at.sika.com

2. Mögliche Gefahren

2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Produktart : Gemisch

Einstufung (67/548/EWG, 1999/45/EG)

Sensibilisierend	R43: Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.
Reizend	R36/38: Reizt die Augen und die Haut.
Umweltgefährlich	R51/53: Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.

2.2 Kennzeichnungselemente

Kennzeichnung gemäß EG-Richtlinien (1999/45/EG)

Gefahrenpiktogramme :



Reizend

R-Sätze



Umweltgefährlich

: R36/38
R43

R51/53

Reizt die Augen und die Haut.
Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.
Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.



Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

gen haben.

S-Sätze : S24 Berührung mit der Haut vermeiden.
S37 Geeignete Schutzhandschuhe tragen.

Gefahrenbestimmende Komponente(n) zur Etikettierung:

- 500-033-5 Reaktionsprodukt: Bisphenol-A-Epichlorhydrinharze mit durchschnittlichem Molekulargewicht ≤ 700
- 271-846-8 Oxiran, Mono[(C12-14-alkyloxy)methyl]derivate
- 500-006-8 Reaktionsprodukt: Bisphenol-F-Epichlorhydrinharze mit durchschnittlichem Molekulargewicht ≤ 700

Besondere Kennzeichnung : Enthält epoxidhaltige Verbindungen. Hinweise des Herstellers bestimmter Gemische beachten.

2.3 Sonstige Gefahren

Dieses Gemisch enthält keinen Stoff, der als sehr persistent und sehr bioakkumulierend (vPvB) betrachtet wird.

Dieses Gemisch enthält keinen Stoff, der als persistent, bioakkumulierend und toxisch (PBT) betrachtet wird.

3. Zusammensetzung/ Angaben zu Bestandteilen

3.1 Stoffe

nicht anwendbar

3.2 Gemische

Chemische Charakterisierung : Epoxidharz-Lösung

Gefährliche Inhaltsstoffe

Chemische Bezeichnung CAS-Nr. EG-Nr. Registrierungsnummer	Einstufung (67/548/EWG)	Einstufung (VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008)	Konzentration [%]
Reaktionsprodukt: Bisphenol-A-Epichlorhydrinharze mit durchschnittlichem Molekulargewicht ≤ 700 25068-38-6 500-033-5 01-2119456619-26-XXXX	Xi; R36/38 R43 N; R51/53	Eye Irrit. 2; H319 Skin Irrit. 2; H315 Skin Sens. 1; H317 Aquatic Chronic 2; H411	$\geq 25 - < 50$
Oxiran, Mono[(C12-14-alkyloxy)methyl]derivate 68609-97-2 271-846-8 01-2119485289-22-XXXX	Xi; R38 R43	Skin Irrit. 2; H315 Skin Sens. 1; H317	$\geq 2,5 - < 10$
Reaktionsprodukt: Bisphenol-F-Epichlorhydrinharze mit durchschnittlichem Molekulargewicht ≤ 700 9003-36-5 500-006-8	Xi; R36/38 N; R51/53 R43	Skin Irrit. 2; H315 Eye Irrit. 2; H319 Skin Sens. 1; H317 Aquatic Chronic 2; H411	$\geq 2,5 - < 10$



Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

01-2119454392-40-XXXX			
Benzylalkohol 100-51-6 202-859-9 01-2119492630-38-XXXX	Xn; R20/22	Acute Tox. 4; H332 Acute Tox. 4; H302 2; H319	< 10
Kohlenwasserstoffe, C9, Aromaten 64742-95-6 918-668-5 265-199-0 01-2119455851-35-XXXX	Xn; R65 R10 Xi; R37 R66 R67 N; R51/53	Flam. Liq. 3; H226 STOT SE 3; H335, H336 Asp. Tox. 1; H304 Aquatic Chronic 2; H411	< 2,5

Den vollen Wortlaut der hier genannten R-Sätze finden Sie in Abschnitt 16.

Den Volltext der in diesem Abschnitt aufgeführten Gefahrenhinweise finden Sie unter Abschnitt 16.

4. Erste-Hilfe-Maßnahmen

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen

- Allgemeine Hinweise : Betroffene aus dem Gefahrenbereich bringen.
Arzt konsultieren.
Dem behandelnden Arzt dieses Sicherheitsdatenblatt vorzeigen.
- Nach Einatmen : Bei anhaltenden Beschwerden einen Arzt aufsuchen.
- Nach Hautkontakt : Beschmutzte Kleidung und Schuhe sofort ausziehen.
Mit Seife und viel Wasser abwaschen.
Bei anhaltenden Beschwerden einen Arzt aufsuchen.
- Nach Augenkontakt : Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit viel Wasser spülen.
Kontaktlinsen entfernen.
Auge weit geöffnet halten beim Spülen.
Bei anhaltender Augenreizung einen Facharzt aufsuchen.
- Nach Verschlucken : Mund mit Wasser ausspülen und reichlich Wasser nachtrinken.
Weder Milch noch alkoholische Getränke verabreichen.
Nie einer ohnmächtigen Person etwas durch den Mund einflößen.
Arzt aufsuchen.

4.2 Wichtigste akute oder verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

- Symptome : Allergische Reaktionen
Übermäßiger Tränenfluss
Hautrötung
Siehe Abschnitt 11 für detailliertere Informationen zu gesundheitlichen Auswirkungen und Symptomen.
- Risiken : reizende Wirkungen
sensibilisierende Wirkungen



4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

Behandlung : Symptomatische Behandlung.

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung

5.1 Löschmittel

Geeignete Löschmittel : Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen.

5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Besondere Gefahren bei der Brandbekämpfung : Ablaufendes Wasser von der Brandbekämpfung nicht ins Abwasser oder in Wasserläufe gelangen lassen.

5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung

Besondere Schutzausrüstung für die Brandbekämpfung : Im Brandfall umgebungsluftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.

Weitere Information : Kontaminiertes Löschwasser getrennt sammeln, darf nicht in die Kanalisation gelangen. Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser müssen entsprechend den örtlichen behördlichen Vorschriften entsorgt werden.

6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung

6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen : Persönliche Schutzausrüstung verwenden. Für angemessene Lüftung sorgen.

6.2 Umweltschutzmaßnahmen

Umweltschutzmaßnahmen : Nicht in Oberflächengewässer oder Kanalisation gelangen lassen. Weiteres Auslaufen oder Verschütten verhindern, wenn dies ohne Gefahr möglich ist. Bei der Verunreinigung von Gewässern oder der Kanalisation die zuständigen Behörden in Kenntnis setzen.

6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung

Reinigungsverfahren : Mit flüssigkeitsbindendem Material aufnehmen (z.B. Sand, Silikagel, Säurebindemittel, Universalbindemittel, Sägemehl). Zur Entsorgung in geeignete und verschlossene Behälter geben.

6.4 Verweis auf andere Abschnitte

Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.



Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

7. Handhabung und Lagerung

7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Hinweise zum sicheren Umgang : Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.
Persönliche Schutzausrüstung siehe unter Abschnitt 8.
Personen, die an Hautsensibilisierungsproblemen, Asthma, Allergien, chronischen oder wiederholten Atemkrankheiten leiden, sollten bei keiner Verarbeitung eingesetzt werden, bei der dieses Gemisch gebraucht wird.
Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.

Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz : Übliche Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes.

7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten

Anforderungen an Lager- räume und Behälter : Behälter dicht verschlossen an einem trockenen, gut belüfteten Ort aufbewahren.
Geöffnete Behälter sorgfältig verschließen und aufrecht lagern um jegliches Auslaufen zu verhindern.

Sonstige Angaben : Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Lagerung und Anwendung.

7.3 Spezifische Endanwendungen

Bestimmte Verwendung(en) : Keine Daten verfügbar

8. Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen

8.1 Zu überwachende Parameter

Bestandteile mit arbeitsplatzbezogenen, zu überwachenden Grenzwerten

Inhaltsstoffe	CAS-Nr.	Wert	Zu überwachende Parameter *	Grundlage *
Kohlenwasserstoffe, C9, Aromaten	64742-95-6	TMW	20 ppm	AT OEL

*Angaben in der Tabelle beinhalten die aktuellen Grenzwerte der EU und Österreich (Grenzwerteverordnung GKV).

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Persönliche Schutzausrüstung

Atemschutz : Die Auswahl von Atemschutzmasken (EN 14387) muss sich nach den bekannten oder anzunehmenden einwirkenden Konzentrationen, den Gefahren des Produkts und den Arbeitsplatzgrenzwerten (Abschnitt 8.1) der jeweiligen Atemschutzmaske richten.
Filter gegen organische Dämpfe (Typ A)



Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

A1: < 1000 ppm; A2: < 5000 ppm; A3: < 10000 ppm

- Für angemessene Lüftung sorgen. Dies kann durch lokale Absaugung oder allgemeine Abluft erreicht werden.
(EN 689 - Methoden zur Ermittlung inhalativer Expositionen)
Dies gilt vor allem am Misch- bzw. Rührplatz.
Falls dies nicht ausreichend ist, um die Konzentration unter dem Arbeitsplatzgrenzwert zu halten, ist für Atemschutz zu sorgen.
- Handschutz : Beim Umgang mit chemischen Produkten müssen chemikalienbeständige Handschuhe (EN 374) getragen werden. Herstellerangaben sind zu beachten.
Bezugsnummer: EN 374.
Für kurzfristige Arbeiten oder als Spritzschutz geeignet: Handschuhe aus Butylkautschuk/Nitrilkautschuk (0,4 mm), Kontaminierte Handschuhe sofort wechseln und entsorgen.
Bei permanentem Produktkontakt:
Handschuhe aus Viton (0.4 mm)
Durchdringungszeit >30 min.
- Augenschutz : Dicht schließende Schutzbrille
Augenspülflasche mit reinem Wasser
- Haut- und Körperschutz : undurchlässige Schutzkleidung
Den Körperschutz je nach Menge und Konzentration der gefährlichen Substanz am Arbeitsplatz aussuchen.
- Hygienemaßnahmen : Die beim Umgang mit Chemikalien üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten.
Bei der Arbeit nicht essen und trinken.
Bei der Arbeit nicht rauchen.
Vor den Pausen und bei Arbeitsende Hände waschen.

Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition

- Allgemeine Hinweise : Nicht in Oberflächengewässer oder Kanalisation gelangen lassen.
Weiteres Auslaufen oder Verschütten verhindern, wenn dies ohne Gefahr möglich ist.
Bei der Verunreinigung von Gewässern oder der Kanalisation die zuständigen Behörden in Kenntnis setzen.

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

- Aussehen : viskos
Farbe : grau
Geruch : sehr schwach
Geruchsschwelle : Keine Daten verfügbar
Flammpunkt : 89 °C



Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

Zündtemperatur	: nicht anwendbar
Untere Explosionsgrenze (Vol%)	: Keine Daten verfügbar
Obere Explosionsgrenze (Vol%)	: Keine Daten verfügbar
Entzündbarkeit (fest, gasförmig)	: Keine Daten verfügbar
Oxidierende Eigenschaften	: Keine Daten verfügbar
Selbstentzündungstemperatur	: Keine Daten verfügbar
pH-Wert	: ca. 6
Schmelzpunkt/Schmelzbereich / Gefrierpunkt	: Keine Daten verfügbar
Siedepunkt/Siedebereich	: Keine Daten verfügbar
Dampfdruck	: Keine Daten verfügbar
Dichte	: ca. 1,6 g/cm ³ bei 20 °C
Wasserlöslichkeit	: Bemerkung: unlöslich
Verteilungskoeffizient: n-Octanol/Wasser	: Keine Daten verfügbar
Viskosität, dynamisch	: Keine Daten verfügbar
Viskosität, kinematisch	: > 7 mm ² /s bei 40 °C
Relative Dampfdichte	: Keine Daten verfügbar
Verdampfungsgeschwindigkeit	: Keine Daten verfügbar

9.2 Sonstige Angaben

Keine Daten verfügbar

10. Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Keine gefährlichen Reaktionen bekannt bei bestimmungsgemäßem Umgang.

10.2 Chemische Stabilität

Das Produkt ist chemisch stabil.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Gefährliche Reaktionen : Bemerkung: Keine Zersetzung bei bestimmungsgemäßer Verwendung.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen



Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

Zu vermeidende Bedingungen : Keine Daten verfügbar

10.5 Unverträgliche Materialien

Zu vermeidende Stoffe : Keine Daten verfügbar

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Thermische Zersetzung : Bemerkung: Keine Daten verfügbar

11. Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

Produkt

Akute orale Toxizität : Keine Daten verfügbar

Akute inhalative Toxizität : Keine Daten verfügbar

Akute dermale Toxizität : Keine Daten verfügbar

Ätz-/Reizwirkung auf die Haut : Keine Daten verfügbar

Schwere Augenschädigung/-reizung : Keine Daten verfügbar

Sensibilisierung der Atemwege/Haut : Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.

Mutagenität : Keine Daten verfügbar

Karzinogenität : Keine Daten verfügbar

Reproduktionstoxizität : Keine Daten verfügbar

Teratogenität : Keine Daten verfügbar

Inhaltsstoffe:

Reaktionsprodukt: Bisphenol-A-Epichlorhydrinharze mit durchschnittlichem Molekulargewicht <= 700 :

Akute orale Toxizität : LD50 Oral: > 5.000 mg/kg, Ratte

Akute dermale Toxizität : LD50 Dermal: > 20.000 mg/kg, Kaninchen

Benzylalkohol :

Akute orale Toxizität : LD50 Oral: 1.230 mg/kg, Ratte

Akute inhalative Toxizität : LC50: > 4,178 mg/l, 4 h, Ratte, Staub/Nebel

Kohlenwasserstoffe, C9, Aromaten :

Akute orale Toxizität : LD50 Oral: > 2.000 mg/kg, Ratte

Akute dermale Toxizität : LD50 Dermal: > 2.000 mg/kg, Kaninchen



Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

12. Umweltbezogene Angaben

12.1 Toxizität

Inhaltsstoffe:

Kohlenwasserstoffe, C9, Aromaten :

Toxizität gegenüber Algen	: 2,6 - 2,9 mg/l, 72 h, <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> (Grünalge)
---------------------------	---

12.2 Persistenz und Abbaubarkeit

Keine Daten verfügbar

12.3 Bioakkumulationspotenzial

Keine Daten verfügbar

12.4 Mobilität im Boden

Keine Daten verfügbar

12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Inhaltsstoffe:

Reaktionsprodukt: Bisphenol-A-Epichlorhydrinharze mit durchschnittlichem Molekulargewicht <= 700 :

Bewertung : Unbekannt

Oxiran, Mono[(C12-14-alkyloxy)methyl]derivate :

Bewertung : Unbekannt

Reaktionsprodukt: Bisphenol-F-Epichlorhydrinharze mit durchschnittlichem Molekulargewicht <= 700 :

Bewertung : Unbekannt

Benzylalkohol :

Bewertung	: Nicht eingestuft PBT-Stoff, Nicht eingestuft vPvB-Stoff
-----------	---

Kohlenwasserstoffe, C9, Aromaten :

Bewertung	: Stoff wird weder als persistent, bioakkumulierend noch toxisch (PBT) angesehen., Stoff wird weder als sehr persistent noch als sehr bioakkumulativ (vPvB) angesehen.
-----------	--

12.6 Andere schädliche Wirkungen

Keine Daten verfügbar

13. Hinweise zur Entsorgung

13.1 Verfahren zur Abfallbehandlung

Hinweise zur Entsorgung : Die Abfallerzeugung sollte nach Möglichkeit vermieden oder minimiert werden. Leere Behälter und Auskleidungen können Produktrückstände enthalten. Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden. Überschüsse und nicht zum Recyceln geeignete Produkte über ein anerkanntes Abfallbeseitigungsunternehmen entsorgen. Die Entsorgung dieses Produkts sowie seiner Lösungen und Nebenprodukte



Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

- muss jederzeit unter Einhaltung der Umweltschutzanforderungen und Abfallbeseitigungsgesetze sowie den Anforderungen der örtlichen Behörden erfolgen. Vermeiden Sie die Verbreitung und das Abfließen von freigesetztem Material sowie den Kontakt mit dem Erdreich, Gewässern, Abflüssen und Abwasserleitungen.
- Österreich - Abfallkatalog : 55510
- Europäischer Abfallkatalog : 08 04 09* Klebstoff- und Dichtmassenabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten
- Verunreinigte Verpackungen : ARA Lizenznummer: 1899 (gilt nur für die restentleerte Verpackung). Restentleerte Behälter sind einer Verwertung im Sinn der Verpackungsverordnung zurückzuführen.
- : 15 01 10* Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind

14. Angaben zum Transport

ADR

- 14.1 UN-Nummer : 3082
- 14.2 Bezeichnung des Gutes : UMWELTGEFÄHRDENDER STOFF, FLÜSSIG, N.A.G.
(Epoxidharz)
- 14.3 Klasse : 9
- 14.4 Verpackungsgruppe : III
- Klassifizierungscode : M6
- Gefahrzettel : 9
- Tunnelbeschränkungscode : (E)
- 14.5 Umweltgefährdend : ja

IATA

- 14.1 UN-Nummer : 3082
- 14.2 Bezeichnung des Gutes : Environmentally hazardous substance, liquid, n.o.s.
(epoxy resin)
- 14.3 Klasse : 9
- 14.4 Verpackungsgruppe : III
- Gefahrzettel : 9
- 14.5 Umweltgefährdend : ja

IMDG

- 14.1 UN-Nummer : 3082
- 14.2 Bezeichnung des Gutes : ENVIRONMENTALLY HAZARDOUS SUBSTANCE, LIQUID,
N.O.S.
(epoxy resin)
- 14.3 Klasse : 9
- 14.4 Verpackungsgruppe : III
- Gefahrzettel : 9
- EmS Nummer 1 : F-A
- EmS Nummer 2 : S-F
- 14.5 Meeresschadstoff : ja



14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender

Keine Daten verfügbar

14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code

nicht anwendbar

15. Rechtsvorschriften

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch

Kandidatenliste der besonders besorgniserregenden Stoffe für die Zulassung : Dieses Produkt enthält keine äußerst besorgniserregende Stoffe (REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Artikel 57).

REACH Information: Die in Sika Produkten enthaltenen Stoffe sind
- von unseren Lieferanten vorregistriert oder registriert und/oder
- von Sika vorregistriert oder registriert und/oder
- von der REACH Verordnung ausgenommen und/oder
- unterliegen der REACH Verordnung, aber sind von der Registrierpflicht ausgenommen.

Gefahrklasse nach VbF : Unterliegt nicht der VbF nach § 3, Absatz 3.

Wassergefährdungsklasse : WGK 2 wassergefährdend
Gemäß VwVws vom 30.Juli 2005

VOC-CH (VOCV) : 1,3 %
ohne VOC-Abgabe

VOC-EU (Lösemittel) : 3,27 %

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Diese Produkt enthält Substanzen, für die noch Stoffbewertungen erforderlich sind.

16. Sonstige Angaben

Vollständiger Wortlaut der in den Kapiteln 2 und 3 aufgeführten R-Sätze



Sikafloor®-161 Komp. A

Überarbeitet am 05.09.2012

Druckdatum 05.09.2012

R10	Entzündlich.
R20/22	Gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken.
R36/38	Reizt die Augen und die Haut.
R37	Reizt die Atmungsorgane.
R38	Reizt die Haut.
R43	Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich.
R51/53	Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.
R65	Gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen.
R66	Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.
R67	Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

Volltext der Gefahrenhinweise in Abschnitt 2 und 3.

H226	Flüssigkeit und Dampf entzündbar.
H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H304	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
H315	Verursacht Hautreizungen.
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H319	Verursacht schwere Augenreizung.
H332	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
H335	Kann die Atemwege reizen.
H336	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.

Schlüssel oder Legende für im Sicherheitsdatenblatt ver- wendete Abkürzungen und Akronyme	:	STOT-RE = Spezifische Zielorgan-Toxizität - Wiederholte Exposition
		STOT-SE = Spezifische Zielorgan-Toxizität - Einmalige Expo- sition
		DNEL = Abgeleiteter Nicht-Effekt-Grenzwert
		ATE = Schätzwert akute Toxizität
		ATE = Schätzwert akute Toxizität
		CLP =Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung [Verordnung (EG) Nr. 1272/2008]

Die in diesem Sicherheitsdatenblatt enthaltenen Angaben entsprechen unserem Wissensstand zur Zeit der Publikation. Sie stellen keine zugesicherten Eigenschaften dar. Bezüglich Gewährleistung gelten ausschließlich die entsprechenden Produktdatenblätter und die allgemeinen Verkaufsbedingungen. Vor Verwendung und Verarbeitung Produktdatenblätter beachten.

Änderungen gegenüber der letzten Ausgabe !

SikaForce®-7710 L35

Der universelle 2-Komponenten-Klebstoff

Technische Eigenschaften

	Komp. A SikaForce®-7710 L35	Komp. B SikaForce®-7010
Chemische Basis	Polyole gefüllt	Isocyanatderivate
Reaktionsmechanismus	Polyaddition	
Festkörpergehalt	100 %	100 %
Farbe (CQP ¹ 001-1)	Beige	braun
Mischfarbe	Beige	
Dichte (CQP 006-5)	ca. 1,6 kg/L	ca. 1,2 kg/L
Mischdichte (rechnerisch)	ca. 1,5 kg/L	
Viskosität ² (CQP 538-2)	Brookfield RVT 6/20 Brookfield RVT 2/50	ca. 30.000 mPas ca. 250 mPas
Mischviskosität ² (CQP 538-2)	Brookfield RVT 6/20	ca. 10.000 mPas
Mischungsverhältnis	Gewicht Volumen	100 : 19 100 : 25
Topfzeit ² (CQP 536-3)	ca. 35 Minuten	
Offene Zeit ² (CQP 590-1)	ca. 80 Minuten (siehe Diagramm 1)	
Presszeit ² (CQP 590-1)	ca. 125 Minuten (siehe Diagramm 1)	
Verarbeitungstemperatur	+15°C bis +30°C	
Shore D Härte ³ (CQP 537-2)	ca. 80 D	
Zugfestigkeit ⁴ (CQP 545-2 / ISO 527)	ca. 11 N/mm ²	
Bruchdehnung ⁴ (CQP 545-2 / ISO 527)	ca. 9 %	
Zugscherfestigkeit (CQP 546-2 / ISO 4587)	ca. 9 N/mm	
Haltbarkeit (Lagerung zwischen +10°C und +30°C)	12 Monate	9 Monate

¹⁾ CQP = Corporate Quality Procedure

²⁾ +23°C / 50 % r.LF

³⁾ 21 Tage Härtung

⁴⁾ 90 Tage Härtung

Beschreibung

SikaForce®-7710 L35 ist die Basiskomponente für ein 2-Komponenten-Polyurethan-Klebstoffsystem, welches mit dem Härter SikaForce®-7010 verarbeitet wird.

SikaForce®-7710 L35 wird nach dem Qualitätssicherungssystem ISO 9001 / 14001 und dem Responsible Care Programm hergestellt.

Produktvorteile

- Raumtemperaturhärtend
- Lösemittelfrei
- Lange Offenzeit / kurze Presszeit
- Die Offenzeit wird nicht von der Luftfeuchtigkeit beeinflusst
- Geprüft für Schottwände nach IMO Res.A 653(16)

Anwendungsbereich

Verkleben von Sandwich- und anderen Bauelementen mit Deckschichten aus Metall, Faserzement, Holz oder GFK und Kernmaterialien aus z.B. Polystyrol, Polyurethanschaum, Holz oder Mineralwolle. Dieses Produkt ist nur für erfahrene Anwender geeignet. Um Haftung und Materialverträglichkeit gewährleisten zu können, müssen Vorversuche mit Originalmaterialien unter den jeweiligen Bedingungen durchgeführt werden.



Aushärtung

Die Aushärtung von SikaForce®-7710 L35 erfolgt durch chemische Reaktion der beiden Komponenten. Hohe Temperaturen beschleunigen, niedrige Temperaturen verlangsamen die Aushärtung.

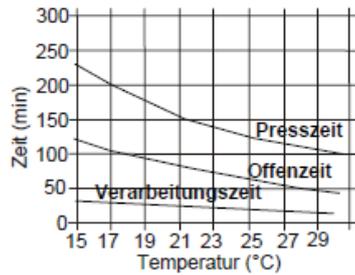


Diagramm 1: Presszeit, Offenzeit und Verarbeitungszeit für SikaForce®-7710 L35

Chemische Beständigkeit

Bei chemischer und thermischer Belastung werden objektbezogene Tests empfohlen. Bitte wenden Sie sich an die Abteilung Technical Service der Sika Industry.

Verarbeitungshinweise

Untergrundvorbereitung

Normalerweise bedarf es einer Untergrundvorbereitung um optimale Haftung und Festigkeit zu erreichen. In Abhängigkeit von der Oberflächenbeschaffenheit des Materials kann eine physikalische oder chemische Vorbehandlung nötig sein. Die Art der Vorbehandlung muss durch Tests ermittelt werden. Rat bezüglich spezifischer Anwendungen ist bei der Abteilung Technical Service der Sika Industry erhältlich.

Verarbeitung

Je nach Art der zu verklebenden Materialien werden Auftragsmengen zwischen 150 g/m² und 350 g/m² empfohlen. Die Auftragsmenge für eine bestimmte Kombination von Substraten sollte durch Tests ermittelt werden.

Für die manuelle Applikation muss die A-Komponente gründlich durchmischt werden, bevor der Härter im richtigen Verhältnis dazugegeben und beides zu einer homogenen Paste vermischt wird. Das Produkt muss vor Erreichen der Hälfte der Topfzeit mit einer Traufel appliziert werden und die Teiler innerhalb der offenen Zeit gefügt werden.

Für die Beratung zur Auswahl und Einrichtung einer geeigneten Anlage setzen Sie sich bitte mit der Abteilung System Engineering der Sika Industry in Verbindung.

Entfernung

Nicht ausgehärtetes SikaForce®-7710 L35 kann von Geräten und Werkzeugen mit SikaForce®-7260 Cleaner entfernt werden. Ausgehärtetes Material kann nur noch mechanisch entfernt werden. Hände / Haut sollen sofort mit Sika® HandClean oder einer geeigneten Handwaschpaste und Wasser gereinigt werden. Keine Lösemittel verwenden!

Lagerbedingungen

SikaForce®-7710 L35 muss trocken bei +10°C bis +30°C gelagert und vor direktem Sonnenlicht geschützt werden. Angebrochene Gebinde müssen vor Feuchtigkeit geschützt werden. Die minimale Temperatur während des Transports beträgt 0°C während maximal 6 Stunden.

Weitere Informationen

Folgende Dokumente sind auf Anfrage erhältlich:

- Sicherheitsdatenblatt

Gebinde

SikaForce®-7710 L35	
Eimer	25 kg
SikaForce®-7010	
Eimer	5 kg

Hinweis Messwerte

Alle in diesem Datenblatt genannten technischen Werte basieren auf Laborversuchen. Aufgrund von uns nicht beeinflussbarer Umstände können aktuell gemessene Werte variieren.

Arbeitsschutzbestimmungen

Für den Umgang mit unseren Produkten bei Transport, Handhabung, Lagerung und Entsorgung sind die wesentlichen physikalischen, sicherheitstechnischen, toxikologischen und ökologischen Daten dem aktuellen Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen.

Hinweis

Die vorstehenden Angaben, insbesondere die Vorschläge für Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall, vorausgesetzt die Produkte wurden sachgerecht gelagert und angewandt. Wegen der unterschiedlichen Materialien, Untergründe und abweichenden Arbeitsbedingungen kann eine Gewährleistung eines Arbeitsergebnisses oder eine Haftung, aus welchem Rechtsverhältnis auch immer, weder aus diesen Hinweisen, noch aus einer mündlichen Beratung begründet werden, es sei denn, dass uns insoweit Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit zur Last fällt. Hierbei hat der Anwender nachzuweisen, dass er schriftlich alle Kenntnisse, die zur sachgemäßen und erfolgversprechenden Beurteilung durch Sika erforderlich sind, Sika rechtzeitig und vollständig übermittelt hat. Der Anwender hat die Produkte auf ihre Eignung für den vorgesehenen Anwendungszweck zu prüfen. Änderungen der Produktspezifikationen bleiben vorbehalten. Im Übrigen gelten unsere jeweiligen Verkaufs- und Lieferbedingungen. Es gilt das jeweils neueste Produktdatenblatt, das bei uns angefordert werden sollte.

Weitere Informationen:

www.sika.at; E-Mail: technics.industry@at.sika.com
www.sika.com

Sika Österreich GmbH
Kleb- und Dichtstoffe Industrie
Lohnergasse 3
AT-1210 Wien
Österreich
Tel. +43 (0)5 0610 0
Fax +43 (0)5 0610 3901



Produktdatenblatt
 Ausgabe 23.04.2013
 Identifikationsnummer
 2011/PM
 Versionsnummer 0
 SikaTop®-109 ElastoCem

SikaTop®-109 ElastoCem

Dauerelastische 2-K-Dichtschlämme / Spachtelmasse

Beschreibung SikaTop-109 ElastoCem ist ein zweikomponentiges, flexibles Abdichtungssystem auf Zement-Kunststoff-Basis.

Anwendung Dauerelastisches Schutzsystem für:
 - Abdichtung von Betonfundamenten
 - Abdichtung von Brauchwasserbehältern und Auffangwannen
 - Abdichtung von gerissenem Beton
 - Abdichtung von Balkonen und Terrassen unter keramischen Belägen

- Vorteile**
- Einfache und verarbeitungsfreundliche Applikation
 - Hohe Standfestigkeit bis 3 mm vertikal bei gleichzeitiger Roll- und Streichbarkeit
 - Hohe Rissüberbrückung
 - Elastische Eigenschaften auch bei -20°C
 - Reduzierte Wasseraufnahme
 - Dauerelastisch durch neuartige Technologie (keine Versprödung)
 - Keine Nachbehandlung
 - Zementgraue Färbung
 - Geräte mit Wasser zu reinigen

Produktdaten

Art

Farbton Flüssigkomponente: hellbeige Dispersion
 Pulverkomponente: graues Pulver

Lieferform Flüssigkomponente: Gebinde zu 8 kg (Kunststoffeimer)
 Pulverkomponente: Gebinde zu 20 kg (Papiersack)

Lagerung

Lagerbedingungen / Haltbarkeit Gut verschlossene Gebinde 1 Jahr - frostfreie und vor Feuchtigkeit geschützte Lagerung vorausgesetzt.



Technische Daten

Dichte	Komp.A	1,01 kg/L
	Komp.B	1,37 kg/L
	Fertigmischung (A+B)	1,60 kg/L

Schichtdicke	Maximale Schichtstärke je Arbeitsgang 2 mm, lokal bis 3 mm.
---------------------	---

Mechanische / physikalische Eigenschaften

Zugfestigkeit	Ca. 0,7 N/mm ² nach Wasserlagerung
----------------------	---

Bruchdehnung	Ca. 40 %
---------------------	----------

Rissüberbrückung	≥ 0,5 mm (statisch bei +20°C)
-------------------------	-------------------------------

Systemdaten

Verarbeitungshinweise

Verbrauch	2 kg/m ² und mm Trockenschichtstärke
------------------	---

Untergrundvorbereitung / Grundierung Die Betonoberfläche muss fest, frei von losen und absandenden Teilen, Staub und Schmutz sein. Farbreste und Reste von Entschalungsmitteln, insbesondere öl- und wachshaltige, sowie an der Oberfläche sitzende Zementschlämme müssen entfernt werden.

Saugfähige Untergründe mit Wasser befeuchten.

Verarbeitungsbedingungen / Limiten

Verarbeitungstemperatur	Mindestens	+5°C	am Untergrund
	Maximal	+30°C	am Untergrund

Verarbeitungsanweisung

Mischen SikaTop-109 ElastoCem wird gebrauchsfertig geliefert und ohne Wasserzugabe im Verhältnis 10 : 25 (GT) gemischt.

Die Flüssigkomponente wird gut aufgerührt und im Mischgefäß vorgelegt. Dann wird die Pulverkomponente B langsam und unter dauerndem Mischen mit elektrischem Rührgerät zugegeben und so lange gerührt, bis ein homogenes, knollenfreies Gemisch hergestellt ist.

Verarbeitungsmethode / -geräte SikaTop-109 ElastoCem lässt sich in einer Konsistenz streichen, quasten spachteln und spritzen.

Die erste Schicht auf Beton oder anderen porösen Untergründen muss zur Vermeidung von Blasenbildung mit einem Hartgummi-Reibebrett in den Untergrund eingearbeitet werden bzw. etwas mit Wasser verdünnt (10 - 20 %) intensiv in den Untergrund eingeschlämmt werden.

Großflächig kann SikaTop-109 ElastoCem maschinell aufgetragen werden. Als Verarbeitungsgerät eignen sich Nassspritzgeräte der Firmen Putzmeister und Wagner.

Gerätereinigung	Nicht ausgehärtetes Material ist mit Wasser leicht zu entfernen. Ausgehärtetes Material muss mechanisch abgestoßen werden.
Verarbeitungszeit	45 Minuten bei +20°C (Topfzeit) Hautbildezeit nach Applikation ca. 10 Minuten
Wartezeit zwischen den Arbeitsgängen	Die Wartezeiten zwischen den einzelnen Lagen sind abhängig vom Aushärtungsgrad derselben. Die zweite bzw. nächste Lage kann dann aufgetragen werden, wenn die 1. bzw. vorausgegangene Lage durch den nachfolgenden Materialauftrag nicht mehr beschädigt wird. Die Mindesttrockenzeit beträgt 4 Stunden bei +20°C.
Überarbeitbarkeit	SikaTop-109 ElastoCem kann mit Anstrichstoffen, die für alkalische Untergründe geeignet sind, überstrichen werden. Aufgrund der elastischen Eigenschaften von SikaTop-109 ElastoCem sollte ebenfalls nur elastisch überarbeitet werden. Besonders geeignet sind SikaGard-550 W Elastic oder SikaGard ElastoColor-675W. Ein Primer ist hierbei nicht erforderlich. Wartezeit mindestens 3 Tage!
Aushärtungsbedingungen	
Nachbehandlung	Eine Nachbehandlung wie diese bei hydraulischen Systemen üblich ist, ist nicht erforderlich. Die Beschichtung ist jedoch in den ersten 12 Stunden vor Regen zu schützen.
Hinweise	<ul style="list-style-type: none"> - Für einen Lunker- und Porenverschluss kann mit Sika Mono-Top723 N eine Kratzspachtelung durchgeführt werden. Dies empfiehlt sich, um Blasenbildung zu vermeiden. - Blasenbildung tritt auch bei nahezu lunkerfreien Flächen durch eingeschlossene Luft auf. Zur Vermeidung kann SikaTop-109 ElastoCem im ersten Arbeitsgang mit 20 bis 30 % Anmachwasser (Achtung: Setzt ab - daher aufrühren!) verdünnt intensiv in den Untergrund eingeschlämmt werden. - Bei fallenden Temperaturen arbeiten. - Die Verarbeitung sollte nicht bei praller Sonne und bei starker Luftbewegung erfolgen. Eine Nachbehandlung ist nicht erforderlich!
Sicherheitsvorschriften	
Messwerte	Alle in diesem Produktdatenblatt aufgeführten technischen Daten stammen aus Laborversuchen. Von uns nicht beeinflussbare Umstände können zu Abweichungen der effektiven Werte führen.
Wichtige Sicherheitshinweise	Für detaillierte Angaben konsultieren Sie bitte das aktuelle Sicherheitsdatenblatt unter www.sika.at

Rechtliche Hinweise

Die Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall zur Zeit der Drucklegung. Je nach den konkreten Umständen, insbesondere bezüglich Untergründen, Verarbeitung und Umweltbedingungen, können die Ergebnisse von diesen Angaben abweichen. Sika garantiert für ihre Produkte die Einhaltung der technischen Eigenschaften gemäss den Produktdatenblättern bis zum Verfalldatum. Produkthanwender müssen das jeweils neueste Produktdatenblatt unter «www.sika.at» abrufen. Es gelten unsere aktuellen allgemeinen Geschäftsbedingungen.



Sika Österreich GmbH
Dorfstrasse 23
6700 Bludenz-Bings

Tel. +43 5552 6101 0
Fax +43 5552 6101 13
www.sika.at
info@sika.at



SikaTop®-107 Seal

Flexibler Dichtungsmörtel

Beschreibung

Zementgebundener, kunststoffvergüteter, leicht flexibler 2-Komponenten-Dichtungsmörtel mit schlammbarer Konsistenz, welcher die Anforderungen an EN 1504-2 erfüllt.

Anwendung

- Mit oder ohne Gewebearmierung auf Beton, Zementmörtel, Mauerwerk für
- Interne und externe Abdichtung von gegen Wasser und Feuchtigkeit
- Schutz von Betonkonstruktionen gegen die Einwirkung von Tausalz
- Starre Abdichtung von Wasserbehältern
- Starre Abdichtung von Kelleraußenwänden bei Neubauten (ohne hydrostatische Druckbelastung)
- Nachträgliche Abdichtung von Kellerwänden gegen eindringendes Wasser
- Abdichtung feiner Risse in Betonkonstruktionen (ohne Bewegung)

Vorteile

- Einfache Anwendung
- Vordosierte Packung
- Leichte Mischbarkeit
- Konsistenz einstellbar zum Schlämmen oder Aufziehen
- Ausgezeichnete Haftung auf gesundem Untergrund
- Wasserdicht
- Guter Karbonatisierungsschutz
- Hohe Frost- und Tausalzbeständigkeit
- Mit Spezialgewebe armierbar
- Keine Schwind- oder Austrocknungsrisse bei sachgemäßer Verarbeitung
- Verwendung im Nassspritzverfahren

Produktdaten

Art

Aussehen

Mittelgrau
 Komp. A: gelbliche Flüssigkeit
 Komp. B: graues Pulver



Lieferform	Vordosierte Einweggebinde zu 25 kg (Komp. A + B) Komp. A: 5 kg Gebinde Komp. B: 20 kg Sack													
Lagerung														
Lagerbedingungen / Haltbarkeit	Im Originalgebinde mindestens 12 Monate ab Herstellung. Komp. A vor Frost schützen. Komp. B vor Feuchtigkeit schützen.													
Technische Daten														
Dichte	Komp. A: 1,02 kg/L Komp. B: 1,50 kg/L (Schüttdichte) Komp. A+B: 2,00 kg/L (Rohdichte des Frischmörtels)													
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	Ca. $13 \cdot 10^{-6}$ pro °C													
Kohlendioxiddiffusions-Widerstand (μCO_2)	Ca. 35.000													
Wasserdampfdiffusions-Widerstand ($\mu\text{H}_2\text{O}$)	Ca. 500													
Mechanische / physikalische Eigenschaften														
E-Modul	Ca. 8400 N/mm ²													
Festigkeitsentwicklung	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>nach 3 Tagen</th> <th>nach 28 Tagen</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Druckfestigkeit [N/mm²]</td> <td>20 – 25</td> <td>35 - 40</td> </tr> <tr> <td>Biegezugfestigkeit [N/mm²]</td> <td>6 – 7</td> <td>10 - 12</td> </tr> <tr> <td>Haftzugfestigkeit [N/mm²] sandgestrahlt</td> <td></td> <td>2 – 3</td> </tr> </tbody> </table>			nach 3 Tagen	nach 28 Tagen	Druckfestigkeit [N/mm ²]	20 – 25	35 - 40	Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	6 – 7	10 - 12	Haftzugfestigkeit [N/mm ²] sandgestrahlt		2 – 3
	nach 3 Tagen	nach 28 Tagen												
Druckfestigkeit [N/mm ²]	20 – 25	35 - 40												
Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	6 – 7	10 - 12												
Haftzugfestigkeit [N/mm ²] sandgestrahlt		2 – 3												
Systemdaten														
Verarbeitungshinweise														
Verbrauch	Mindestens 2 Lagen auftragen. Mindestverbrauch pro Lage: - als Tausalzschutz: 2,0 kg/m ² - als Abdichtung gegen Wasser bis 1m: 1,5 kg/m ² - als Abdichtung gegen Wasser > 1m: 2,0 kg/m ²													
Untergrundvorbereitung	Beton, Mörtel, Mauerwerk: Sauber, fett- und ölfrei, keine losen Teile und Zementhaut, ausreichende Rautiefe durch Strahlverfahren sicherstellen. Stahl und Eisen: Sauber, fett- und ölfrei, frei von Zunder und Rost													

Verarbeitungsbedingungen / Limiten	
Untergrundtemperatur	Minimal: +8°C Maximal: +30°C
Verarbeitungstemperatur	Minimal: +8°C Maximal: +30°C
Verarbeitungsanweisung	
Mischen	<p>Zum Schlämmen und Spritzen: Komp. A : Komp. B = 1 : 4 Gew.Teile</p> <p>Zum Aufziehen: Komp. A : Komp. B = 1 : 4,5 Gew. Teile</p> <p>In einem geeigneten Mischgefäß Komp. A vorlegen. Unter dauerndem Rühren Komp. B langsam zugeben. 3 Minuten lang maschinell mischen mit niedertouriger Geschwindigkeit (maximal 500 U/min), damit möglichst wenig Luft eingeführt wird.</p> <p>Falls nur ein Teil des Gebindes angemacht wird, müssen beiden Komponenten einzeln vor dem Dosieren gründlich durchgemischt werden, damit die Homogenität gewährleistet ist.</p> <p>Als Mischwerkzeuge werden ein- und zweiarmige Korbrührer, Zwangs- und Stativmischer empfohlen.</p>
Verarbeitungsmethode	<p>Saugender Untergrund ist gründlich vorzunässen und muss, wenn die erste Lage SikaTop-Seal 107 appliziert wird, mattfeucht sein.</p> <p>Die zweite Lage wird erst appliziert, wenn die erste Lage erhärtet ist. Wenn immer möglich sollte damit bis zum darauffolgenden Tag gewartet werden.</p> <p>Zum Schlämmen eignet sich eine Plafondbürste mit Kunststoffborsten, für horizontale Flächen auch ein Gummiwischer. SikaTop-107 Seal muss in möglichst gleichmäßiger Schichtstärke aufgetragen werden. Örtliche Anreicherung des Materials in Ecken, Vertiefungen, Lunkern usw. kann zu Rissbildungen führen. Solche Unebenheiten müssen vorerst mit SikaTop-122 SP egalisiert werden, damit die Unterlage möglichst eben ist.</p> <p>Spachtelbare Konsistenz: Zum Aufziehen wird für die erste Lage eine Zahntraufel mit 3 - 4 mm Zahnung, für die zweite Lage deren glatte Kante verwendet.</p> <p>Der flexible Dichtungsmörtel SikaTop-107 Seal härtet bei normalen Witterungsbedingungen schwindarm aus. Bei starker Sonneneinstrahlung oder Wind sollte die Spachtel feucht gehalten und gegen zu schnelles Austrocknen geschützt werden. Allgemein wird eine mörtelübliche Nachbehandlung empfohlen.</p>
Gerätereinigung	Arbeits- und Mischgeräte können von nicht ausgehärtetem Mörtel mit Wasser gereinigt werden. Erhärteter Mörtel kann nur noch mechanisch entfernt werden.
Verarbeitungszeit	30 - 40 Minuten (bei 23°C)
Überarbeitbarkeit	SikaTop-107 Seal kann mit Sikagard-Elastocolor 675 W oder Sikagard-550 W Elastic beschichtet werden.
Weitere Hinweise	<p>Nie mehr als 4 kg/m² für eine Lage verwenden.</p> <p>Gleichmäßige Schichtstärken applizieren, um Rissbildungen zu vermeiden.</p> <p>Für Betonkosmetik und andere Arbeiten, bei denen ästhetische Belange eine Rolle spielen, nicht geeignet. Weiße Auswaschungen durch Regen oder Feuchtigkeit stören die Funktion der Schutzbeschichtung jedoch nicht.</p>

Zur Abdichtung gegen Wasser oder Feuchtigkeit immer 2 Lagen bis zu einer Gesamtschichtstärke von mindestens 2 mm auftragen. Unter besonders ungünstigen Bedingungen können 3 Lagen notwendig sein.

Infolge vagabundierender Ströme können zementöse Materialien elektrochemisch aufgelöst werden. Das trifft auch für SikaTop-107 Seal zu.

Der Bauherr hat für entsprechende konstruktive Maßnahmen zu sorgen, damit keine elektrischen Ströme fließen können.

Aushärtungsbedingung

Nachbehandlung SikaTop-107 Seal nach der Applikation mindestens 3 bis 5 Tage mittels Folie nachbehandeln.

Sicherheitsvorschriften

Messwerte Alle in diesem Produktdatenblatt aufgeführten technischen Daten stammen aus Laborversuchen. Von uns nicht beeinflussbare Umstände können zu Abweichungen der effektiven Werte führen.

Wichtige Sicherheitshinweise Für detaillierte Angaben konsultieren Sie bitte das aktuelle Sicherheitsdatenblatt unter www.sika.at

Rechtliche Hinweise

Die Angaben, insbesondere die Vorschläge für die Verarbeitung und Verwendung unserer Produkte, beruhen auf unseren Kenntnissen und Erfahrungen im Normalfall zur Zeit der Drucklegung. Je nach den konkreten Umständen, insbesondere bezüglich Untergründen, Verarbeitung und Umweltbedingungen, können die Ergebnisse von diesen Angaben abweichen. Sika garantiert für ihre Produkte die Einhaltung der technischen Eigenschaften gemäss den Produktdatenblättern bis zum Verfalldatum. Produktanwender müssen das jeweils neueste Produktdatenblatt unter «www.sika.at» abrufen. Es gelten unsere aktuellen allgemeinen Geschäftsbedingungen.



Sika Österreich GmbH
Dorfstrasse 23
6700 Bludenz-Bings

Tel. +43 (0)50 610 0
Fax +43 (0)50 610 1901
www.sika.at
info@sika.at



Mehr Power im konstruktiven Holzbau
Mit dem effizienten Befestigungssystem **WR** für
leistungsstarke Verbindungen und Verstärkungen



Neu:

Befestigungssystem WR



WR-T-13x1000



WR-T-13x900



WR-T-13x800



WR-T-13x700



WR-T-13x600



WR-T-13x500



WR-T-13x400



WR-T-9x500



WR-T-9x450



WR-T-9x400



WR-T-9x350

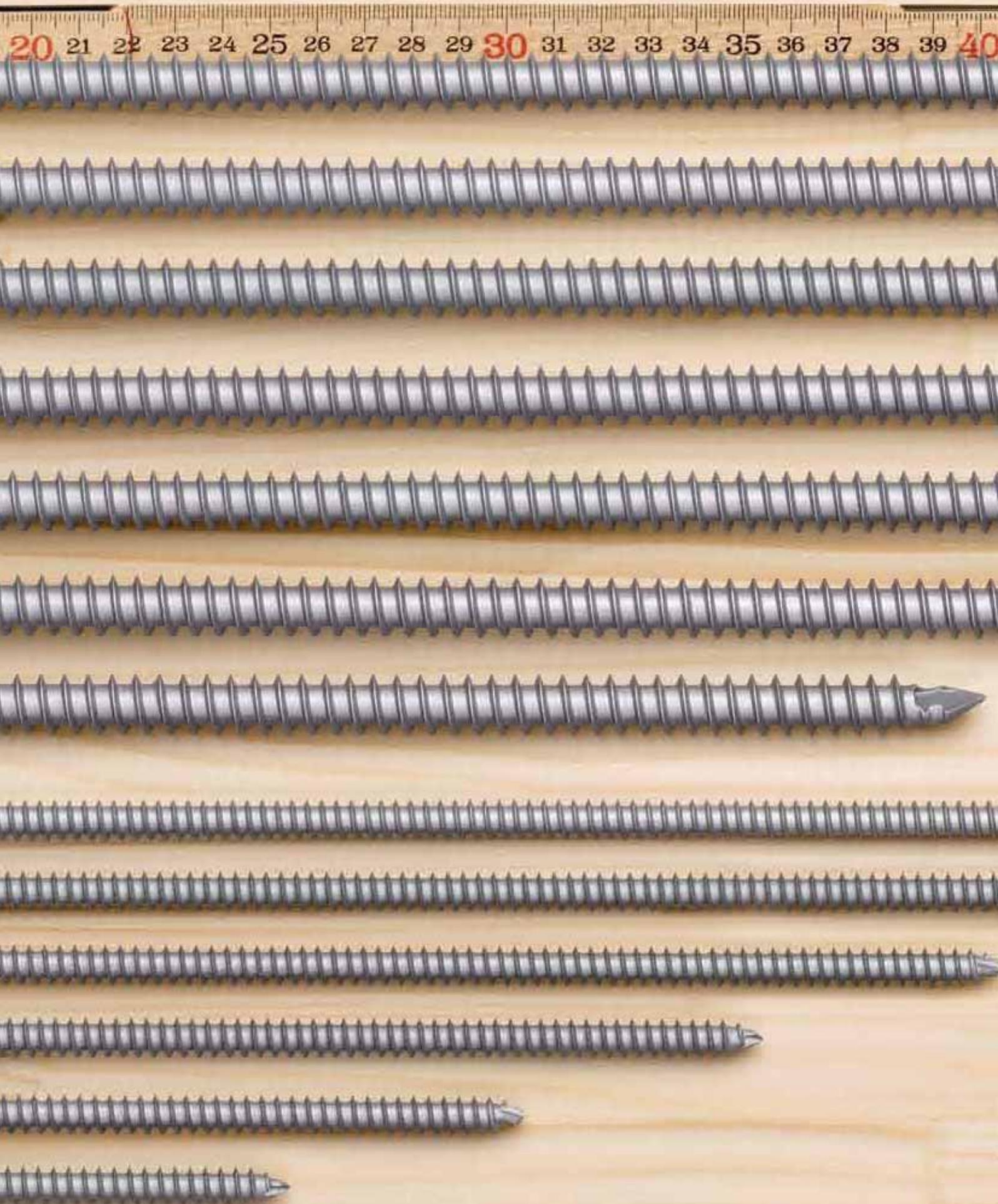


WR-T-9x300

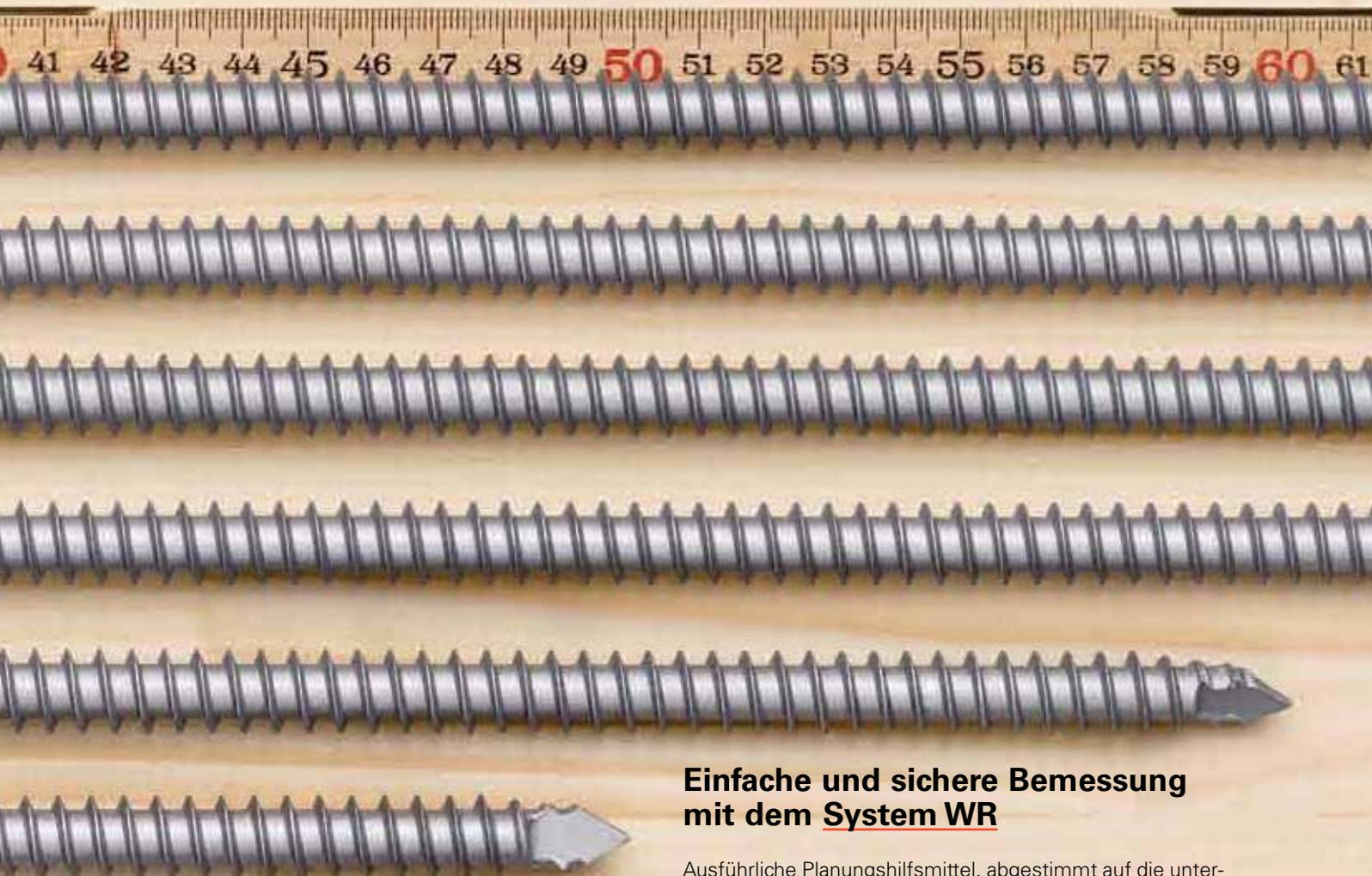


WR-T-9x250

- effizient und sicher für leistungss



starke Verbindungen und Verstärku



Einfache und sichere Bemessung mit dem System WR

Ausführliche Planungshilfsmittel, abgestimmt auf die unterschiedlichsten Anwendungen, gewährleisten eine einfache und sichere Bemessung.



ungen im konstruktiven Holzbau



System WR – das Sortiment

WR-T-9 x L			
Typ	Material Kohlenstoff	Durchmesser d ₁ [mm]	Länge l [mm]
WR - T -		9	x 250
WR - T -		9	x 300
WR - T -		9	x 350
WR - T -		9	x 400
WR - T -		9	x 450
WR - T -		9	x 500

WR-T-13 x L			
Typ	Material Kohlenstoff	Durchmesser d ₁ [mm]	Länge l [mm]
WR - T -		13	x 400
WR - T -		13	x 500
WR - T -		13	x 600
WR - T -		13	x 700
WR - T -		13	x 800
WR - T -		13	x 900
WR - T -		13	x 1000

Material: Kohlenstoffstahl
 Oberfläche: Durocoat
 Gewinde: Ø 9 mm / Ø 13 mm
 Spitze: Ø 9 mm: Bohrspitze
 Ø 13 mm: Halbspitze

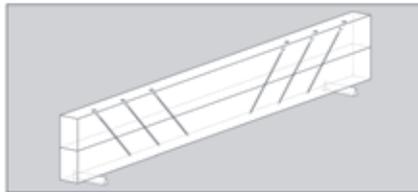
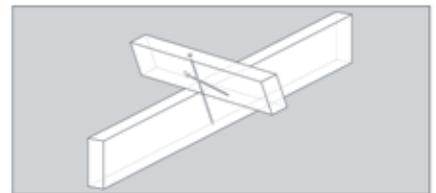
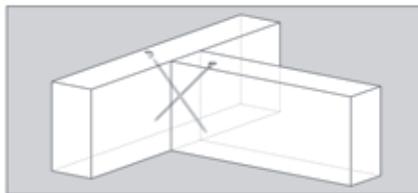
Montagegeräte und Zubehör	
Befestiger	Zubehör
WR-T-9 x L 	Bit T40 Längen 25, 35 und 70 mm
WR-T-13 x L 	Bit T50 Länge 36 mm Länge 50 mm mit Innen- vierkantaufnahme 1/2" Adapter ZA 1/2" – MK3
WR-T-9 x L	Bohrmaschine BO 1055
WR-T-13 x L	Empfohlene Geräte (nicht im Programm) BOSCH GBM 23-2/32-4 Milwaukee B4-32 Protool DRP 32-4



System WR: Eine Lösung – unzählige Anwendungen

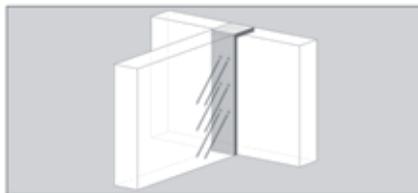
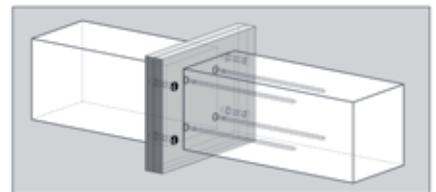
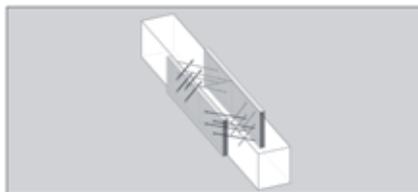
Holz-Holz-Verbindungen

- Haupt-/Nebenträger
- Sparren-/Pfetten-Verbindung
- Knaggen
- Scherverbindungen
- verdübelte Balken
- Stirnholzverschraubungen
z.B. einfache Fachwerke



Stahl-Holz-Anschlüsse

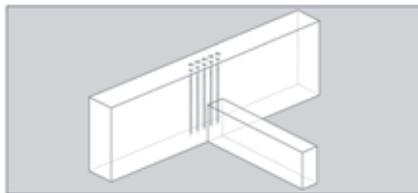
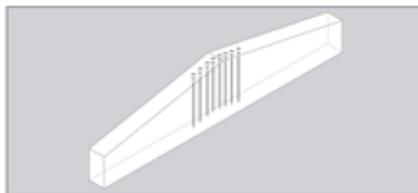
- Stahlplatten allgemein
- Stirnholzanschlüsse
- Haupt-/Nebenträger
- Rahmenecken
- geschraubte Fachwerke
- Auf- und Abhängungen
an BSH-Trägern
- Anschlussplatten Windverbände



Holz-Verstärkungen

Querzugverstärkungen

- Satteldächer
- gekrümmte Träger
- Querzug durch Anschlüsse
- Ausklinkungen
- Trägerdurchbrüche



Querdruckverstärkungen

- Auflagerverstärkungen
- Kraftein- und -durchleitungen

Schubverstärkungen

- zur Sanierung gerissener Träger

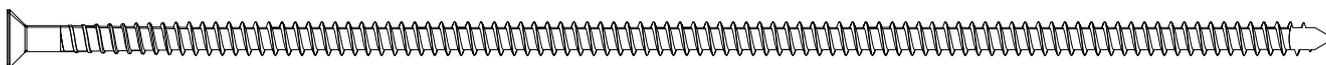


Das **neue** Befestigungssystem **WR** für Verbindungen, Verstärkungen und Stahl-Holz-Anschlüsse in grossen Querschnitten.



Vorteile, die überzeugen:

- sehr hohe Leistungsfähigkeit
- breites Anwendungsspektrum
- Längen bis 1000 mm
- Verschraubung auch parallel zur Faser möglich
- keine Abminderung der Tragfähigkeit von 90° bis 45° zur Faser
- Verarbeitung ohne Vorbohren
- geringe Spaltneigung = kleine Rand- und Zwischenabstände
- nicht sichtbare Verbindung
- hoher Korrosionsschutz (Durocoat)



Leistungsfähigkeit, die Ihnen umfassenden Nutzen bringt

■ Zeit- und Kostenreduktionen

Die Verbindung von Holzbauteilen mit dem Spezialbefestiger WR erfolgt in einem Arbeitsgang, ohne Vorbohren. Die empfohlenen Geräte ermöglichen eine einfache und sichere Verarbeitung.

■ Breites Anwendungsspektrum

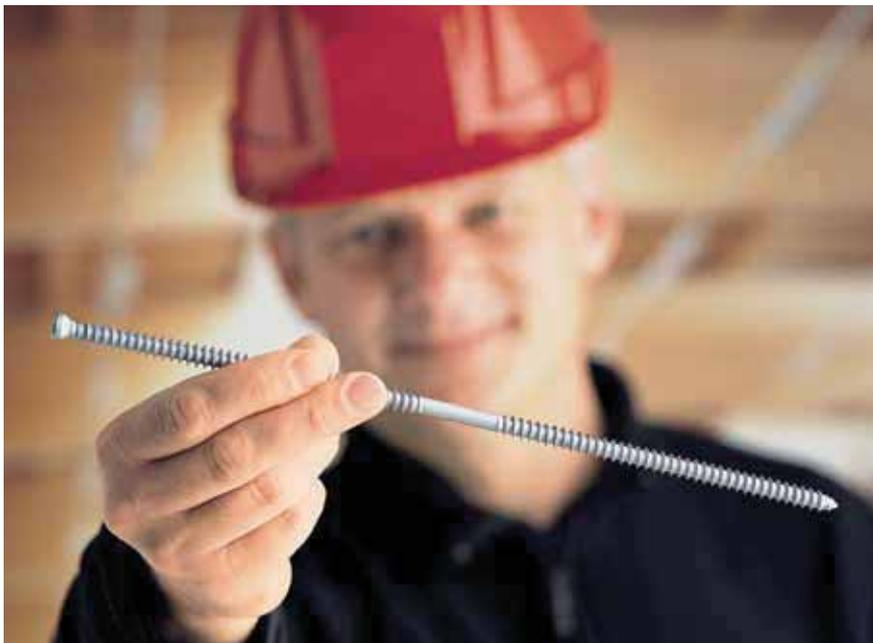
Mit dem System WR lassen sich auch Anwendungen realisieren, die bisher nur sehr aufwändig möglich waren. Dadurch können viele verschiedene Befestigungsmittel mit nur einem einzigen Befestigungssystem ersetzt werden. Fazit: Vereinfachung der Disposition und Einsparungen bei der Lagerhaltung.

■ Sichere Verbindungen

Geschraubte Verbindungen sind ästhetisch, da nicht sichtbar. Zudem ist der Befestiger vor Korrosion sowie im Brandfall vor Hitze weitgehend geschützt.

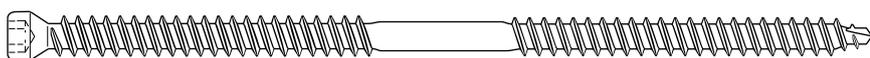


Das bewährte Befestigungssystem **WT** für den universellen Einsatz im konstruktiven Holzbau.



Vorteile, die überzeugen:

- einfache und sichere Berechnung
- vielfältiges Anwendungsspektrum
- dauerhafte Verbindungen bei hoher Tragfähigkeit
- schnelles, effizientes Verarbeiten ohne Vorbohren
- formschlüssige Verbindung dank Doppelgewinde
- anspruchsvolle Ästhetik dank versenkter Befestigungsmittel
- hoher Brandwiderstand
- spezielles Montagezubehör



Verarbeitungskomfort und Wirtschaftlichkeit optimal kombiniert

Ob filigrane Lattenverbindung oder hochbeanspruchte Trägerverstärkung: Das System WT ist für unterschiedlichste Anwendungen eine überzeugende Lösung und bietet umfassenden Nutzen.

■ Schnelle, sichere Verarbeitung

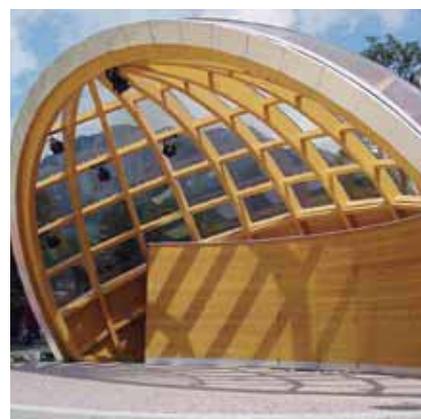
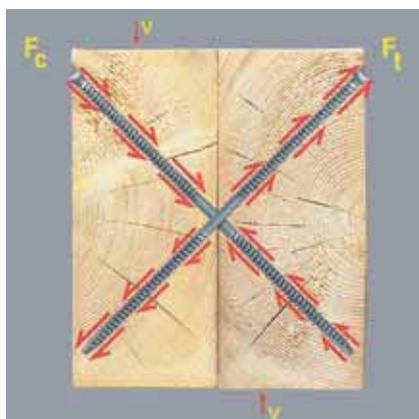
Abgestimmt auf die unterschiedlichsten Anwendungen im konstruktiven Holzbau stehen bei den Systemen WT durchdachte Setzgeräte zur Verfügung. Sie ermöglichen eine effiziente und präzise Montage der Befestiger sowie ein ermüdungsfreies Arbeiten über längere Zeit.

■ Bauphysikalische und ästhetische Vorteile

Erwähnenswert sind besonders der hohe Brandwiderstand durch eine verborgene Anordnung der Befestigungsmittel sowie die Eliminierung von Wärmebrücken. Die im Holz versenkten Befestigungsmittel bringen zudem Vorteile in Bezug auf die Ästhetik.

■ Dauerhafte Verbindung

Das Doppelgewinde des Spezialbefestigers zieht die Bauteile formschlüssig zusammen. Auch bei Feuchtewechseln des Holzes sind die Haltekräfte optimal aufeinander abgestimmt.



Das einzigartige System **WB** für wirtschaftliche Querkzugverstärkungen im Holzleimbau.



Vorteile, die überzeugen:

- Querkzugverstärkung ohne Klebstoff
- Kraftübertragung über das Gewinde
- hohe Zugfestigkeit 800 N/mm²
- sichere Berechnung durch einfache Bemessungsgrundlagen
- individueller Längenzuschnitt
- bis zu 50% Zeiteinsparung
- äusserst wirtschaftliches und effizientes System
- nicht sichtbar



Sichere und wirtschaftliche Querkzugverstärkungen

■ Hohe Zugfestigkeit

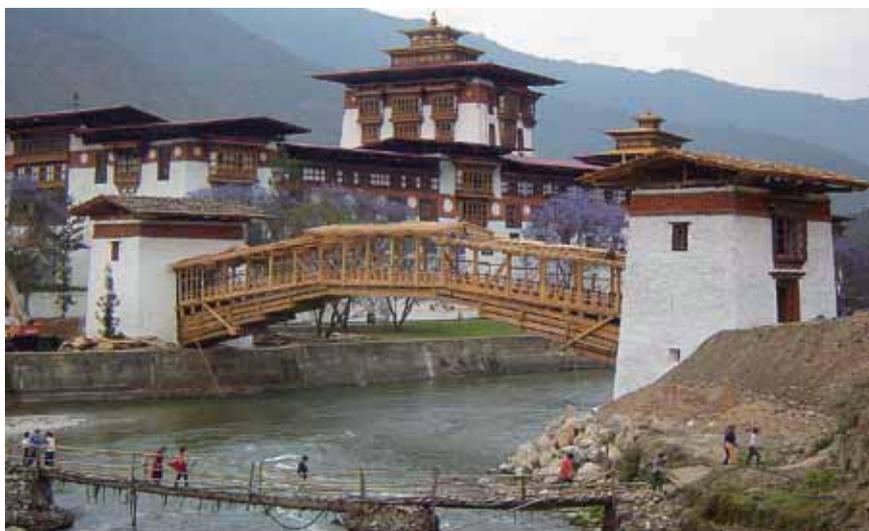
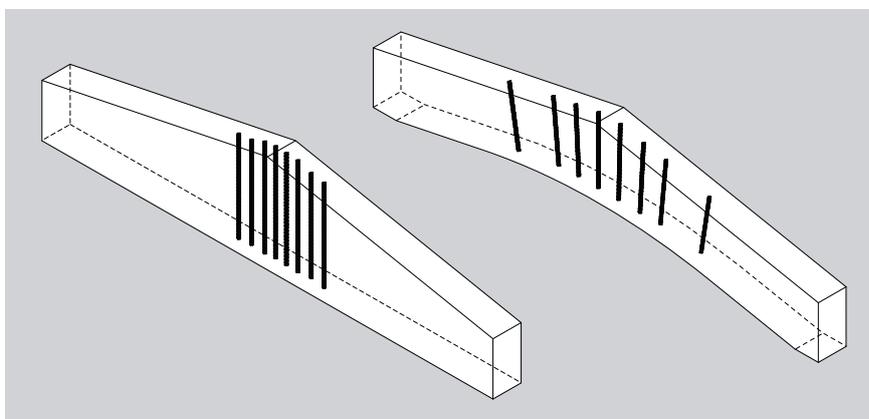
Dank der hohen Zugfestigkeit von 800 N/mm² werden bis zu 50% weniger Gewindestangen benötigt.

■ Verarbeitung ohne Klebstoff

Die Kraftübertragung erfolgt ausschliesslich über die Verzahnung des Gewindes. Die zeitintensive Verarbeitung von Klebstoff entfällt.

■ Individueller Längenzuschnitt

Nach dem individuellen Zuschnitt können die Gewindestangen mit der speziellen Eindrehhülse eingedreht und direkt versenkt werden.





Befestigungstechnik, auf die Sie sich verlassen können

Auf der Basis jahrelanger Markterfahrung und intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit setzt SFS intec als Hersteller von Befestigungssystemen seit Jahren Massstäbe. Zahlreiche Innovationen, die sich millionenfach auf der ganzen Welt bewährt haben, sind handfeste Beweise dafür.

Abgesicherte Qualität

Der hohe Qualitätsstandard der Produkte und Dienstleistungen von SFS intec ist durch ein dynamisches Qualitätssicherungssystem und ausführliche Tests im eigenen Prüflabor gewährleistet.

Befestigungssysteme von SFS intec schaffen umfassenden Nutzen für Planer + Verarbeiter – alle profitieren gleichermassen!

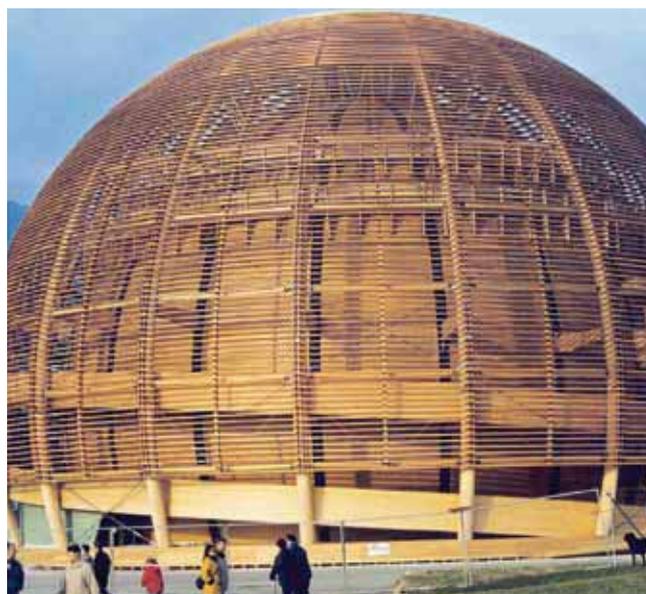
Zur effizienten und wirtschaftlichen Umsetzung kreativer und leistungsfähiger Konstruktionsmethoden im konstruktiven Holzbau sind durchdachte Befestigungslösungen gefragt. Mit den leistungsstarken Systemen WT / WR / WB von SFS intec können innovative Architekten und Ingenieure aussergewöhnliche Gestaltungskonzepte kostengünstig umsetzen, ohne bezüglich Sicherheit und Ästhetik Kompromisse einzugehen.

als Planer

- grosses Anwendungsspektrum mit SFS Systemen
- Systemsoftware für effiziente und sichere Planung
- umfassende Dokumentation
- höchste Leistungsfähigkeit ist gewährleistet
- allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
- Erfahrung aus tausenden erfolgreich realisierten Projekten
- Qualitätssicherung und -kontrolle bei SFS intec

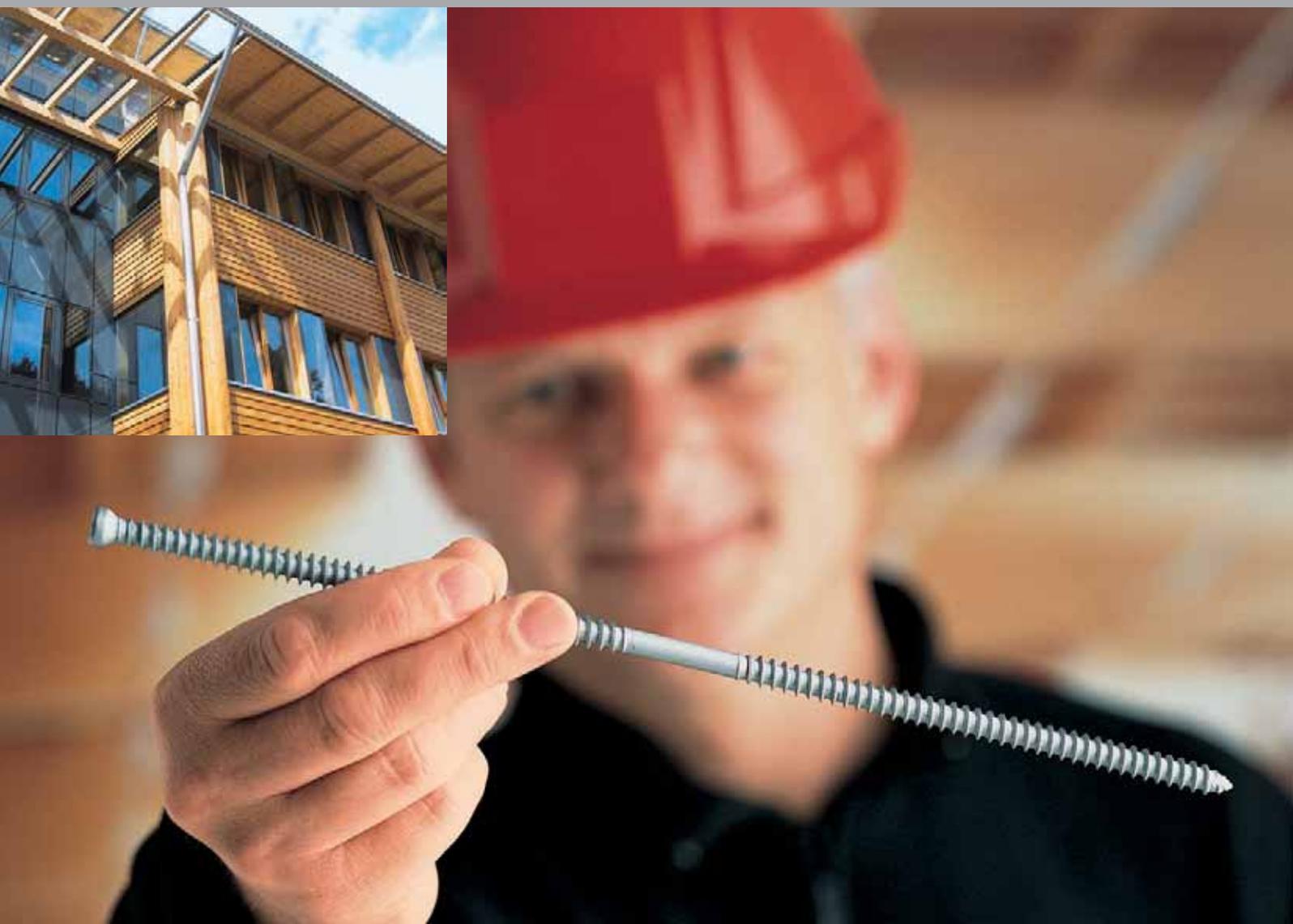
als Verarbeiter

- einfache, komfortable und schnelle Verarbeitung
- höchste Leistungsfähigkeit mit Systemen WT / WR / WB
- WT + WR sind selbstbohrende Befestigungssysteme
- geringe Spaltneigung = schmalere Trägerquerschnitte
- leistungsstarke Setzgeräte = hohe Setzleistung
- nur WT + WR können parallel zur Faser gesetzt werden!
- Betreuung während der Einführungsphase

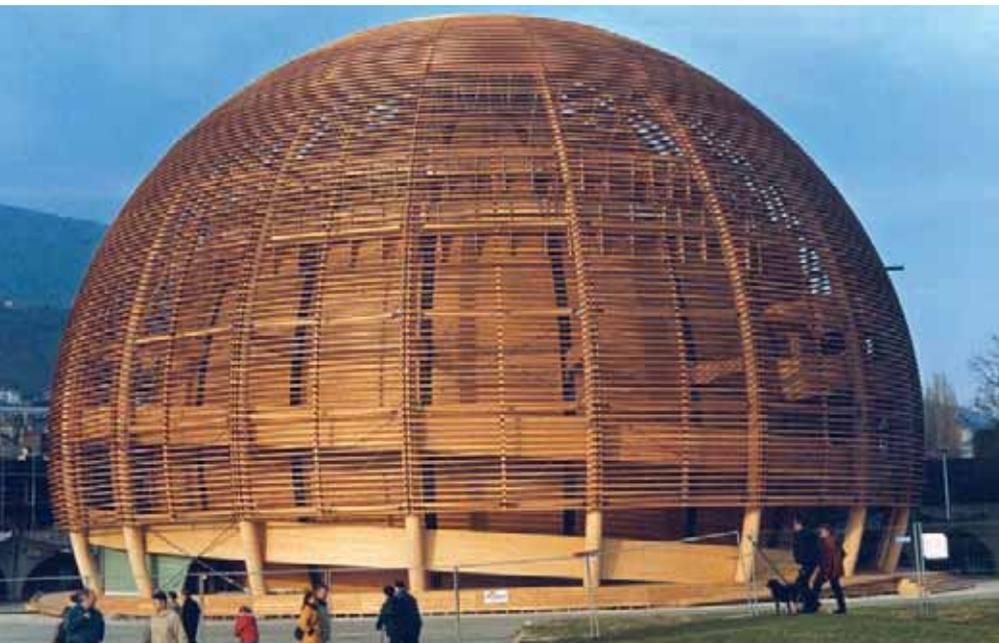


Wenn Sie Fragen zur Befestigungstechnik im konstruktiven Holzbau oder zu unseren effizienten Systemen haben, dann rufen Sie uns einfach an. Wir beraten Sie gerne!

Vielseitigkeit und Leistungsfähigkeit, die begeistert:
Befestigungssystem WT für wirtschaftliche und
dauerhafte Verbindungen im konstruktiven Holzbau.



Innovative Gestaltungskonzepte oder einfache Holzverbindungen: Das Befestigungssystem WT überzeugt in jedem Fall.



Aussergewöhnliche Lösungen einfach und wirtschaftlich umsetzen

Zur effizienten und wirtschaftlichen Umsetzung kreativer und leistungsfähiger Konstruktionsmethoden im Holzbau sind durchdachte Befestigungslösungen gefragt. Mit dem neuen System WT von SFS intec können innovative Architekten und Ingenieure aussergewöhnliche Gestaltungskonzepte kostengünstig umsetzen, ohne bezüglich Sicherheit und Ästhetik Kompromisse einzugehen. Das leistungsfähige Befestigungssystem bietet sowohl bei der Realisierung hochkomplexer Ingenieurbauten als auch im konstruktiven Holzbau überzeugende Vorzüge.

< Palais de l'Equilibre, CH-Neuenburg

Wesentliche Produktivitäts- Verbesserungen im Elementbau, im Hallenbau und bei allgemeinen Zimmereiarbeiten

Ob filigrane Lattenverbindung oder hochbeanspruchte Trägerverstärkung: Das System WT ist für unterschiedlichste Anwendungen eine überzeugende Lösung.

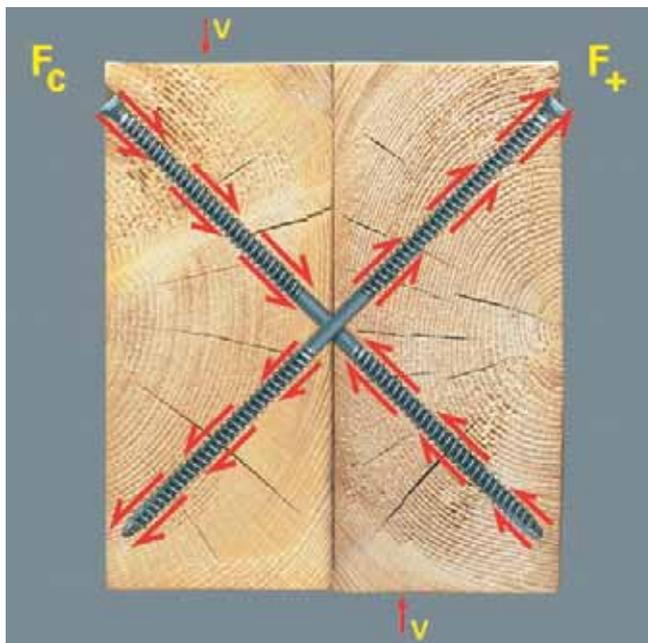
Wo bisher mehrere Befestigungsmethoden eingesetzt werden mussten, kann nun mit einem System gearbeitet werden. Sowohl im Elementbau als auch bei Zimmermannsarbeiten lässt das System WT keine Wünsche offen. Durch die Eliminierung von Arbeitsgängen, eine komfortable Verarbeitung und die einfache Integration in bestehende betriebliche Abläufe profitieren Unternehmer und Verarbeiter gleichermaßen.



Titelseite:
ÖBF AG, Bürogebäude,
Architekt: DI Dr. Herwig Ronacher (AT)

Neue Messehallen, DE-Karlsruhe >

Nutzenpotentiale auf mehreren Ebenen realisieren: Unternehmer, Planer und Verarbeiter profitieren gleichermaßen.



Wirtschaftlichkeit, die sich bezahlt macht

Gegenüber konventionellen Befestigungselementen wie Nägeln, handelsüblichen Holzschrauben oder Blechformteilen bietet das System WT überzeugende Vorteile:

■ Zeit- und Kostenreduktionen

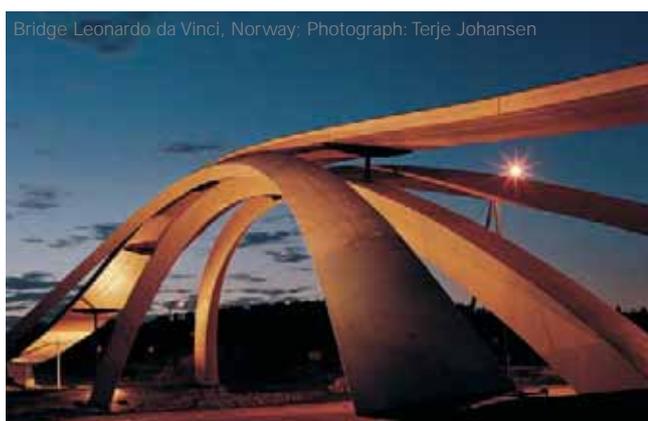
Die Verbindung von Holzbauteilen mit dem Spezialbefestiger WT erfolgt in einem Arbeitsgang, ohne Vorbohren. Dadurch lassen sich wesentliche Zeit- und Kostenreduktionen realisieren.

■ Einsparungen bei der Lagerhaltung

Dank vielseitigen Einsatzmöglichkeiten können verschiedene herkömmliche Befestigungsmittel ersetzt werden. Neben Vereinfachungen bei der Disposition ergeben sich dadurch auch Einsparungen bei der Lagerhaltung.

■ Einfache und sichere Berechnung

Eine umfassende Auswahl an Bemessungsgrundlagen, abgestimmt auf die verschiedenen Anwendungen im konstruktiven Holzbau, ermöglicht die einfache und sichere Berechnung der Verbindungen.



Bridge Leonardo da Vinci, Norway; Photograph: Terje Johansen

Leistungsfähigkeit, die Ihnen Sicherheit gibt

■ Hohe Tragfähigkeit

Mit dem System WT ist höchste Sicherheit durch eine optimale Verarbeitungsqualität und die Übernahme enormer Kräfte gewährleistet. So kann zum Beispiel mit einer Haupt-/Nebenträger-Verbindung bis zu 3,7 t charakteristische Kraft übernommen werden.

■ Dauerhafte Verbindung

Das Doppelgewinde des Spezialbefestigers WT zieht die Bauteile formschlüssig zusammen, sodass kein Vorspannungsverlust möglich ist. Die Haltekräfte sind auch bei Feuchtewechseln des Holzes optimal aufeinander abgestimmt, und ein überdurchschnittlicher Korrosionsschutz sorgt für eine lange Lebensdauer der Verbindung.

Komfort, der sich sehen lässt

Auch die genialsten Befestigungsmittel erzielen nur dann die gewünschte Wirkung, wenn sie korrekt und präzise verarbeitet werden. Und dies vom ersten bis zum letzten Montagepunkt eines Bauobjektes.

■ Schnelle und sichere Verarbeitung

Abgestimmt auf die unterschiedlichsten Anwendungen im konstruktiven Holzbau stehen beim System WT durchdachte Setzgeräte zur Verfügung. Sie ermöglichen eine effiziente und präzise Montage der Befestiger sowie ein ermüdungsfreies Arbeiten über längere Zeit.

■ Bauphysikalische Vorteile

Erwähnenswert sind besonders der hohe Brandwiderstand durch eine verborgene Anordnung der Befestigungsmittel sowie die Eliminierung von Wärmebrücken.

■ Ästhetik

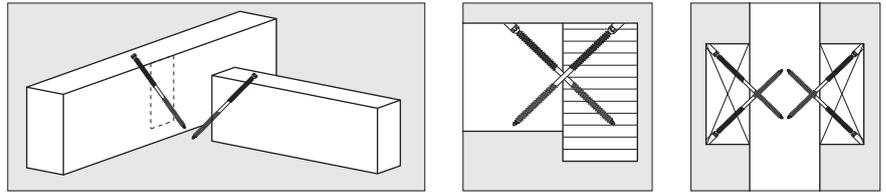
Dank ihrer speziellen Geometrie können die Befestiger gezielt im Holz versenkt werden. Dies kann vor allem in Bezug auf die Ästhetik bei der Umsetzung anspruchsvoller Projekte von entscheidender Bedeutung sein.



Die ideale Lösung für unzählige Anwendungen im konstruktiven Holzbau: Das Befestigungssystem WT, einfach überzeugend.

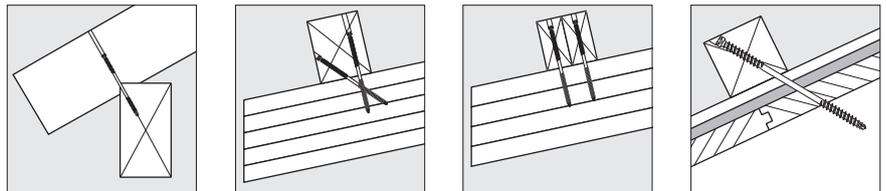
Haupt-/Nebenträger-, Pfosten-Riegel-Verbindung

Ob in der Werkstatt oder auf der Baustelle, das System WT ermöglicht eine einfache, schnelle und nicht sichtbare Verbindung bei hoher Tragfähigkeit.



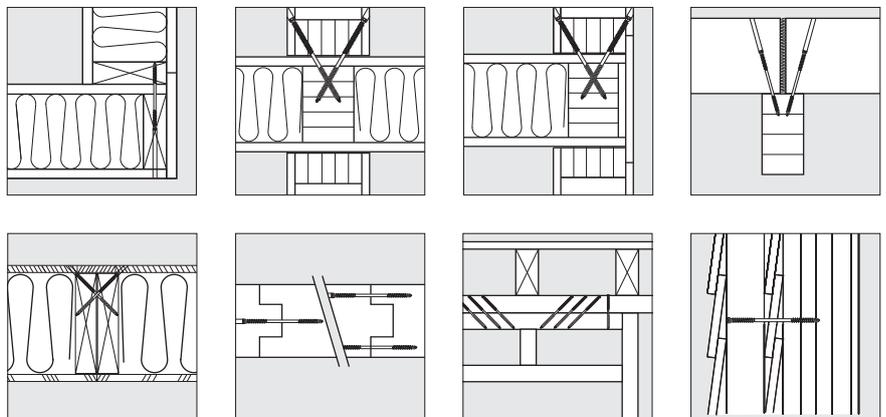
Sparren-/Pfetten-Verbindung

Eine wesentliche Verkürzung der Montagezeit bei ausserordentlich hoher Tragfähigkeit sind die Vorzüge bei Sparren-/Pfetten-Verbindungen.



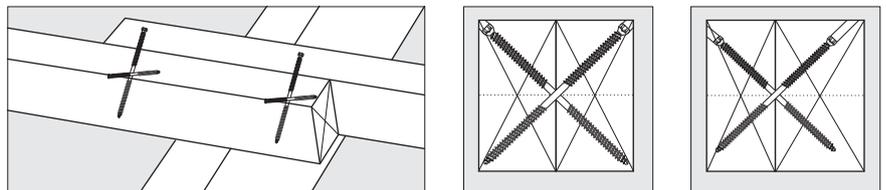
Element(haus)bau

Verbindungen in Boden, Dach und Wand werden mit dem System WT leicht gemacht. Der Befestiger arbeitet auf Zug, Druck und Abscheren und kann in verschiedenen Winkeln gesetzt werden. Eine enorme Arbeitszeiterparnis, hohe Leistungsfähigkeit und die Systemsicherheit sind Vorzüge die überzeugen.



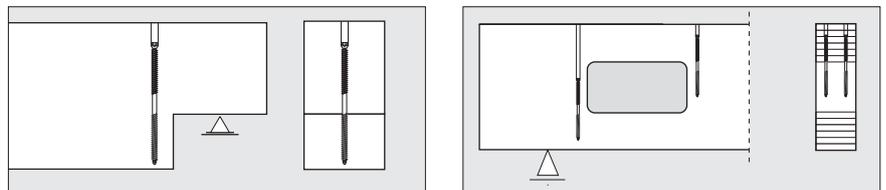
Koppelpfetten

Ohne Vorbohren, einfache Verarbeitung, kein Nachziehen: Schneller, besser und dauerhafter lassen sich Koppelpfetten nicht verbinden.



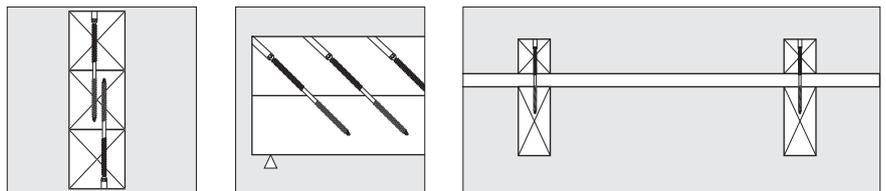
Ausklüngen und Durchbrüche

Mit dem System WT wird die aufwändige Bewehrung von Querschnittschwächungen einfach. Die Verbindungen behalten ihre volle Leistungsfähigkeit auch bei Temperaturschwankungen.



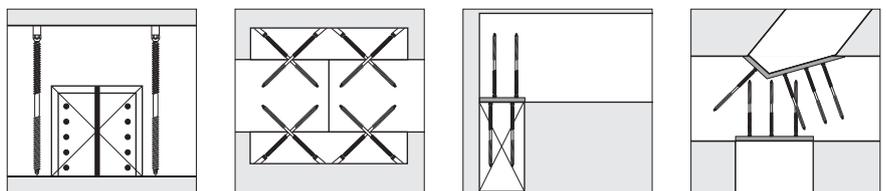
Verbundträger und Aufdoppelungen

Bei Renovierungen oder Neubauten können verdübelte Balken und Decken wirtschaftlich erstellt werden. Die Verbindung ist nicht sichtbar und von hoher Steifigkeit.



Weitere Einsatzgebiete

- Zuganschlüsse
- Schraub-Press-Klebung
- Querzug- und Querdruckbewehrung
- und viele weitere Anwendungen



Befestigungssystem WT: Der neue Massstab für dauerhafte, ästhetische Holz-Holz-Verbindungen.

Befestigungssortiment

WT-S-6,5 x L

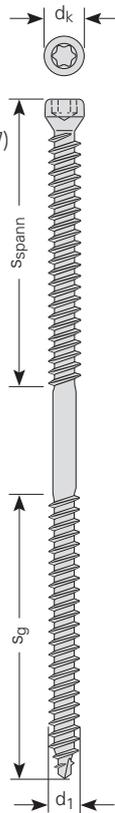
Material: Stahl rostfrei A2 (1.4567)
Oberfläche: gewachst
Gewinde-Ø: 6,5 mm

WT-T-6,5 x L

Material: Kohlenstoffstahl
Oberfläche: Durocoat
Gewinde-Ø: 6,5 mm

WT-T-8,2 x L

Material: Kohlenstoffstahl
Oberfläche: Durocoat
Gewinde-Ø: 8,2 mm (s_g)
und Ø 8,9 mm (s_{spann})



Befestigersortiment WT-S-6,5 x L

Typ	Material	Gewinde-Ø	Länge	s_g	s_{spann}	d_k	Bit
	S = Stahl rostfrei A2	d_1 [mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
WT	S	6,5 x	65	28	28	8,0	T30
WT	S	6,5 x	90	40	40	8,0	T30
WT	S	6,5 x	130	55	55	8,0	T30

Befestigersortiment WT-T-6,5 x L

Typ	Material	Gewinde-Ø	Länge	s_g	s_{spann}	d_k	Bit
	T = Kohlenstoffstahl	d_1 [mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
WT	T	6,5 x	65	28	28	8,0	T30
WT	T	6,5 x	90	40	40	8,0	T30
WT	T	6,5 x	130	55	55	8,0	T30
WT	T	6,5 x	160	65	65	8,0	T30
WT	T	6,5 x	190	80	80	8,0	T30
WT	T	6,5 x	220	95	95	8,0	T30

Befestigersortiment WT-T-8,2 x L

Typ	Material	Gewinde-Ø	Länge	s_g	s_{spann}	d_k	Bit
	T = Kohlenstoffstahl	d_1 [mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
WT	T	8,2 x	160	65	65	10,0	T40
WT	T	8,2 x	190	80	80	10,0	T40
WT	T	8,2 x	220	95	95	10,0	T40
WT	T	8,2 x	245	107	107	10,0	T40
WT	T	8,2 x	275	122	122	10,0	T40
WT	T	8,2 x	300	135	135	10,0	T40
WT	T	8,2 x	330	135	135	10,0	T40

Montagehilfen

Von der einfachen Universallehre bis zum Spezialgerät für einzelne Anwendungen bieten wir das passende Zubehör. Unsere Fachberater unterstützen Sie gerne bei der richtigen Auswahl.

Bemessungsgrundlagen

Ausführliche Planungsunterlagen, abgestimmt auf die unterschiedlichsten Anwendungen, gewährleisten eine einfache und sichere Bemessung. Für Spezialanwendungen unterstützen Sie unsere Fachberater für den konstruktiven Holzbau gerne bei der Auswahl des effizientesten und wirtschaftlichsten Befestigungsmittels.



Mehr Informationen:

Wenn Sie Fragen zur Befestigungstechnik haben, rufen sie uns einfach an. Wir beraten Sie gerne!

Montagegeräte und Zubehör (Ausschnitt)

Anwendung	Geräte/Zubehör	Befestiger	Geräte/Zubehör
Haupt-/Nebenträger, verdübelter Balken, Elementbau, usw.	Universallehre ZL WT/U 	WT-T-8,2 x L WT-S/T-6,5 x L	Bohrmaschine BO 1055
Haupt-/Nebenträger	Setzgerät ZL WT/MS 	WT-S/T-6,5 x L L max.: 130 mm	Bohrschrauber DI 650
Haupt-/Nebenträger	Balkenträger ZLWT/S 	WT-T-8,2 x L WT-S/T-6,5 x L	Vorsatzgerät WT-T40/D10 Vorsatzgerät WT-T30
Koppelpfette	Setzgerät ZL WT 	WT-T-8,2 x L WT-S/T-6,5 x L	Bit T40, Längen 70, 152, 200, 350, 520 mm Bit T30, Längen 70, 200, 350 mm



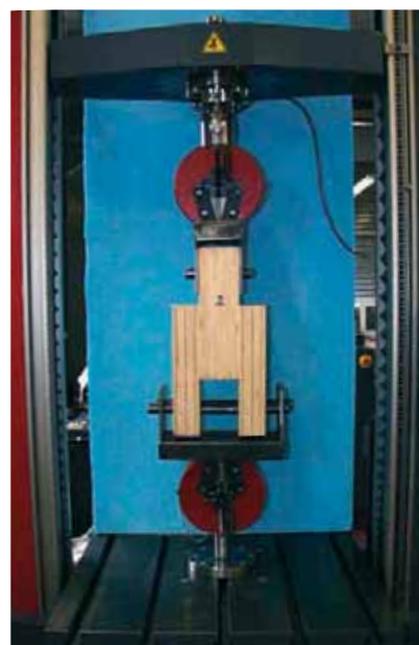
Ein starker Partner für mechanische Befestigungstechnik mit internationaler Präsenz.

Befestigungstechnik, auf die Sie sich verlassen können

Auf der Basis jahrelanger Markterfahrung und intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeit setzt SFS intec als Hersteller von Befestigungssystemen seit Jahren Maßstäbe. Zahlreiche Innovationen, die sich millionenfach auf der ganzen Welt bewährt haben, sind handfeste Beweise dafür. Das langjährige Fertigungs-Know-how aus den Produktionswerken in verschiedenen Ländern Europas sowie in den USA macht SFS intec zum kompetenten Partner für mechanische Befestigungstechnik.

Die abgesicherte Qualität

Der hohe Qualitätsstandard der Produkte und Dienstleistungen von SFS intec ist durch ein dynamisches Qualitätssicherungssystem und ausführliche Tests im eigenen Prüflabor gewährleistet. Selbstverständlich verfügen unserer Befestiger über die nötigen Zulassungen, Prüfzeugnisse und Zertifikate nationaler und internationaler Prüfinstitute.



© SFS intec, ITW 90444, 04/11
W1_Prospek_AT_Kor_102
Technische Änderungen vorbehalten
Gedruckt in der Schweiz

Beratung und Verkauf

SFS intec GmbH
FasteningSystems
Wiener Strasse 29
AT-2100 Korneuburg

T +43 2262 90500 0
F +43 2262 90500 930
at.korneuburg@sfsintec.biz
www.sfsintec.biz/at

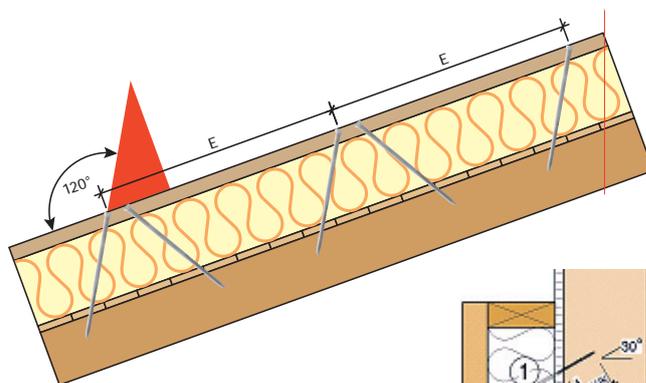
SFS intec
Turn ideas into reality.

Dämmung an Dach und Fassade
Bewährtes Befestigungssystem Twin UD markant verbessert!

Twin UD



Mit der überarbeiteten Version des Doppelgewindebefestigers Twin UD profitieren Planer und Verarbeiter von markanten Produktverbesserungen. Dächer und Fassaden bei Neubauten und Sanierungen lassen sich nun noch wirtschaftlicher planen sowie einfacher, schneller und sicherer realisieren.



Die neue, optimierte Twin UD

Wegweisende Produktverbesserungen machen das System noch effizienter für Anwendungen an Dach und Wand:

- ✓ neue **Holzbohrspitze** reduziert Spaltgefahr des Holzes
- ✓ optimiertes **Doppelgewinde** ohne Gangunterschied
- ✓ neu mit **Rändel** für erleichtertes Eindrehen
- ✓ mehr Leistung durch angepasste Gewindedurchmesser

Twin UD überzeugt bezüglich rationeller Verarbeitung und hoher Energieeffizienz

Der Doppelgewindebefestiger verbindet die Konterlatte in einem Arbeitsgang direkt mit der Tragkonstruktion.

- ✓ kontrollierter **Anpressdruck** der Konterlatte auf Dämmstoff durch definierte Kraftübertragung des Gewindes
- ✓ **hohe Traglast** auf Zug und Druck dank Doppelgewinde
- ✓ **Dämmstärken** von 60 – 300 mm möglich
- ✓ minimale Wärmebrücken bei vollflächiger Dämmung
- ✓ **Setzschablone** und Bit liegen jeder Verpackung bei

Durchdachtes Gesamtsystem

Das System Twin UD bewährt sich seit mehr als 20 Jahren für die Befestigung von Aufsparrendämmung auf Dächern und hinterlüftete Fassaden.

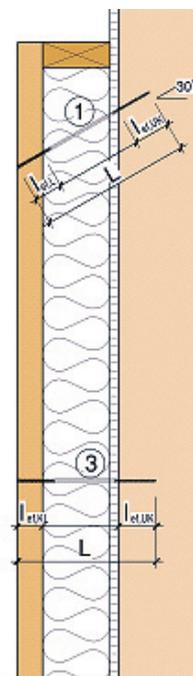
- ✓ für die Anwendung optimal abgestimmter Befestiger
- ✓ umfassendes Befestigersortiment von **170 – 480 mm**
- ✓ Projektbezogene **Sonderlängen** bis 600 mm lieferbar
- ✓ hoher Korrosionsschutz dank Durocoat®-Oberfläche

Einfacher und effizienter planen mit der neuen Software und umfassender Dokumentation

Auch bei der Planung und Berechnung ergeben sich markante Vorteile:

- ✓ Statisch nachweisbar sichere Lösung
- ✓ Zulassung Z-9.1-279 sowie ETA-12/0038
- ✓ Bemessungsprogramm für Dach und Wand
- ✓ einfache Arbeitsschritte – minimaler Arbeitsaufwand

Gerne informieren wir Sie im Detail über die neuen Möglichkeiten des optimierten Systems Twin UD. Rufen Sie uns einfach an und verlangen Sie weitere Informationen oder eine Projektberatung.



Die **neue Holzbohrspitze** greift schneller und verhindert das Spalten des Holzes.

Befestigersortiment WB-T-d

Typ	Durchmesser d ₁ [mm]	Länge [mm]	Dämmstoffdicke* [mm]
Twin UD	7,5	x 170	50
Twin UD	7,5	x 190	60
Twin UD	7,5	x 210	80
Twin UD	7,5	x 230	100
Twin UD	7,5	x 250	120
Twin UD	7,5	x 270	140
Twin UD	7,5	x 300	160
Twin UD	7,5	x 330	180
Twin UD	7,5	x 360	200
Twin UD	7,5	x 400	240
Twin UD	7,5	x 440	280
Twin UD	7,5	x 480	300

* maximale Dämmstoffdicke bei 19 mm Schalung und 40 mm Konterlattenhöhe

© SFS intec, ITW 905186, 07/12
Twin_UD_Projekt_dt.CH_Hgg_103
Technische Änderungen vorbehalten
Gedruckt in der Schweiz

Holzspan-Dämmplatte WS 50 und 75

Zementgebundene Holzspan-Dämmplatte nach ÖNORM B 6022 mit erhöhter Druckfestigkeit.

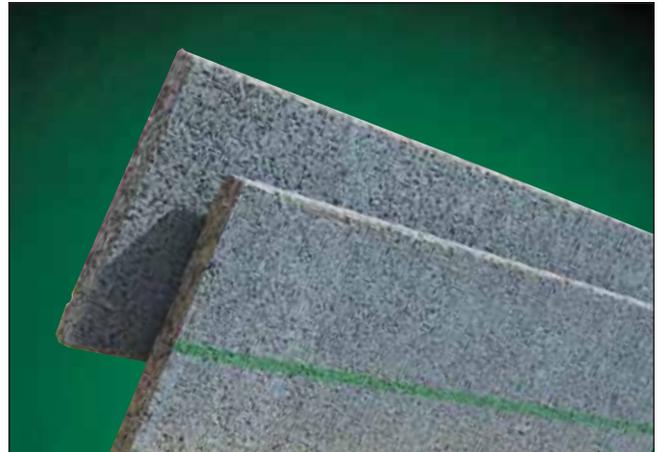
Anwendungsbereich: Außen- und Innenwände in Mantelbetonbauweise.

Besondere Eigenschaften:

- Rüttelfest
- Druckstabil
- Idealer Putzträger
- Beste Betonhaftung, da nur mäßig saugend
- Nagelfest
- Diffusionsoffen
- Baubiologisch in Ordnung
- Unempfindlich gegen tierische und pflanzliche Schädlinge
- WS 50: keine Dübelung für WDVS-EPS (in der Fläche) erforderlich

Verpackung: Stapel, lose

Lagerung: Platten sind vor zu starker Durchfeuchtung zu schützen und sind planeben zu lagern.



Farbliche Kennzeichnung:
Grüner Längsstrich für Platten, die keine Dübelung für WDVS - EPS benötigen.

Kurzbezeichnung			WS	WS
Plattendicke	d	mm	50	75
Norm. Gewicht max.		ca. kg/m ³	560	540
Biegezugfestigkeit lt. ÖNORM ≥		N/mm ²	1,0	0,8
Haftzugfestigkeit		N/mm ²	0,25	
Dynamische Steifigkeit	s	MN/m ³	≥ 8000	
Wärmeleitfähigkeit	λ _n	W/mK	0,100	0,100
Wärmedurchlasswiderstand	R	m ² K/W	0,45	0,79
Diffusionswiderstandszahl	μ		9	9
Äquivalente Luftschichtdicke	sd	m	0,45	0,68
Brandverhalten nach ÖNORM B 3800/1			B1, Q1, Tr1	
Regelgröße Standardformat		mm	2000 x 500	

Holzspan-Schallschutzplatte WSD 35 und 50

Zementgebundene Holzspan-Schallschutzplatte nach ÖNORM B 6022 mit erhöhter Rohdichte und hoher dynamischer Steifigkeit.

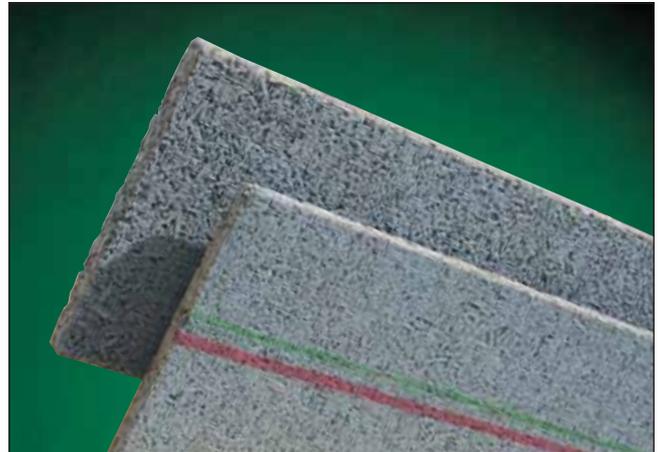
Anwendungsbereich: Außen- und Innenwände in Mantelbetonbauweise mit erhöhter Schallschutzanforderung.

Besondere Eigenschaften:

- Schallschutzanforderung
- Rüttelfest
- Druckstabil
- Idealer Putzträger
- Beste Betonhaftung, da nur mäßig saugend
- Nagelfest
- Diffusionsoffen
- Baubiologisch in Ordnung
- Unempfindlich gegen tierische und pflanzliche Schädlinge
- WSD 35: keine Dübelung für WDVS-EPS (in der Fläche) erforderlich

Verpackung: Stapel, lose

Lagerung: Platten sind vor zu starker Durchfeuchtung zu schützen und sind planeben zu lagern.



Farbliche Kennzeichnung:
Grüner Längsstrich für Platten, die keine Dübelung für WDVS - EPS benötigen.
Roter Längsstrich für Platten mit erhöhtem Schallschutz.

Kurzbezeichnung			WSD	WSD
Plattendicke	d	mm	35	50
Norm. Gewicht min.		ca. kg/m ³	750	750
Biegezugfestigkeit lt. ÖNORM ≥		N/mm ²	2,2	1,8
Haftzugfestigkeit		N/mm ²	0,25	
Wärmeleitfähigkeit	λ _n	W/mK	0,125	0,125
Wärmedurchlasswiderstand	R	m ² K/W	0,23	0,33
Diffusionswiderstandszahl	μ		15	15
Äquivalente Luftschichtdicke	sd	m	0,53	0,75
Brandverhalten nach ÖNORM B 3800/1			B1, Q1, Tr1	
Regelgröße Standardformat		mm	2000 x 500	

Reihenhaus-Trennwandplatte WS-EPS/T-WS

Zwei zementgebundene Holzspan-Dämmplatten verklebt mit einer Trittschalldämmplatte der Stärke 23/20 mm aus Polystyrol-B1-Hartschaum (EPS-T). Produktart in Anlehnung an ÖNORM B 6022.

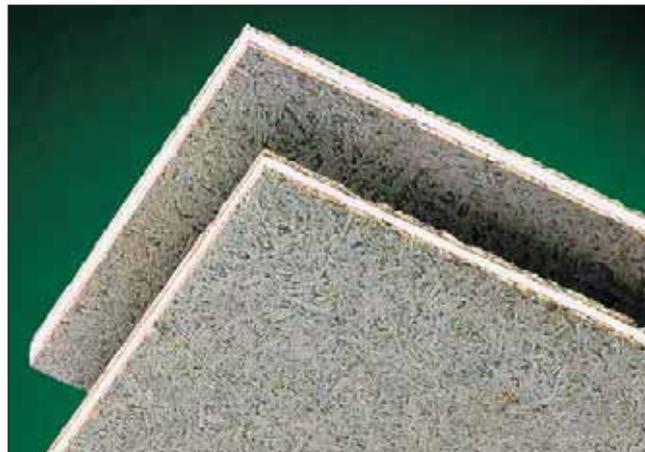
Anwendungsbereich: Für schalltechnisch einwandfreie Trennung von Reihenhäusern, Gebäuden und Gebäudeteilen.

Besondere Eigenschaften:

- Schalltechnisch hochwirksam
- Druckstabil
- Baubiologisch in Ordnung

Verpackung: Palette

Lagerung: Platten sind vor zu starker Durchfeuchtung zu schützen und sind planeben zu lagern.



Kurzbezeichnung			WS-EPS/T-WS		
Plattendicke	unbelastet / belastet	d	mm	40	50
Aufbau	Holzspan-Deckschicht	d ₁	mm	10	15
	Polystyrol-Hartschaum	d ₂	mm	20	20
	Holzspan-Deckschicht	d ₃	mm	10	15
Gewicht		ca. kg/m ²	22	26	
Wärmeleitfähigkeit		λ _n	W/mK	0,063	0,069
Wärmedurchlasswiderstand		R	m ² K/W	0,63	0,72
Diffusionswiderstandszahl		μ		30 - 50 (EPS)	30 - 50 (EPS)
Äquivalente Luftschichtdicke		sd	m	1,0 (EPS)	1,0 (EPS)
Brandverhalten nach ÖNORM B 3800/1				B1, Q1, Tr1	B1, Q1, Tr1
Regelgröße Standardformat			mm	2000 x 500	2000 x 500

Holzspan-Zweischichtplatte WS-EPS

Rüttelfeste zementgebundene Holzspan-Dämmplatte mit 35 mm Deckschicht unter Druck verklebt mit expandiertem Polystyrol-B1-Hartschaum (EPS) nach ÖNORM B 6022.

Anwendungsbereich: Für Außenwände mit erhöhter Wärmedämmung.

Besondere Eigenschaften:

- Rüttelfest
- Hoch wärmedämmend
- Druckstabil
- Idealer Putzträger
- Nagelfest
- Einfache Ecken- und Laibungsbildung
- Baubiologisch in Ordnung

Verpackung: Palette

Lagerung: Platten sind vor zu starker Durchfeuchtung zu schützen und sind planeben zu lagern.



Kurzbezeichnung			WS-EPS	WS-EPS	WS-EPS	WS-EPS	WS-EPS
Plattendicke	d	mm	65	85	115	135	185
davon EPS			30	50	80	100	150
Gewicht		ca. kg/m ²	28 - 31				
Biegezugfestigkeit lt. ÖNORM ≥		N/mm ²	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Querzugfestigkeit lt. ÖNORM ≥		N/mm ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Wärmeleitfähigkeit	λ _n	W/mK	0,061	0,054	0,049	0,048	0,044
Wärmedurchlasswiderstand	R	m ² K/W	1,07	1,57	2,32	2,82	4,07
Diffusionswiderstandszahl	μ		30 - 50 (EPS)				
Äquivalente Luftschichtdicke	sd	m	1,50	2,50	4,00	5,00	7,50
Brandverhalten nach ÖNORM B 3800/1			B1, Q1, Tr1				
Regelgröße Standardformat		mm	2000 x 500				

Laibungs-Streifen

Werkseitig zugeschnittene Streifen aus zementgebundenen Holzspan-Dämmplatten.

Anwendungsbereich: Für die einfache Ausbildung von Fenster-, Tür-laibungen und Stürzen.

Besondere Eigenschaften:

- Nagelfest
- Sind in allen Betonkernstärken exakt zugeschnitten

Bedarf: ca. 0,5 lfm/m² Außenwand
ca. 0,3 lfm/m² Innenwand

Verpackung: Stapel, lose

Lagerung: Laibungs-Streifen sind vor zu starker Durchfeuchtung zu schützen und sind planeben zu lagern.



Format	mm	2000 x Betonkernstärke
Dicke	mm	50
Streifenbreite	mm	je nach Betonkernstärke



Facts Brettsperrholz (BSP):

Holzart

- Fichte

Stärken

- 78 - 278 mm

Format

- max. 3,00 x 16,50 m

Technische Zulassungen

- Europäische Technische Zulassung
ETA-09 / 0036
- Bauaufsichtliche Zulassung
Z-9.1-638

Oberflächen

- Industrieoberfläche
- Standardoberfläche

Inhalt

Eigenschaften	2 - 3
Vorteile	4 - 5
Technische Daten	6
Lieferprogramm	7
Oberflächen	8
Statik und Bemessung	9 - 21
Auftragsabwicklung	22
Verladung / Transport	23 - 25
Bauteilkatalog	26 - 33
Ausschreibungstexte	34 - 35

M1 BSP crossplan

EIGENSCHAFTEN

Modern, ökologisch und flexibel – entwickelt für den Einsatz im konstruktiven Holzbau.

M1 BSP crossplan ist ein massives, statisch wirksames und gleichzeitig raumbildendes Holzelement, das sich dank seiner flexiblen Abmessungen und hervorragenden bauphysikalischen Eigenschaften für jede bauliche Anforderung eignet.

Der kreuzweise Aufbau aus qualitativ hochwertigem Rohmaterial gewährleistet durch die dauerhafte Verleimung formstabile und steife Bauteile.

Die besondere statische Leistungsfähigkeit sowie die baubiologischen Eigenschaften von M1 BSP crossplan werden durch nationale und internationale Zertifizierungen sichergestellt.



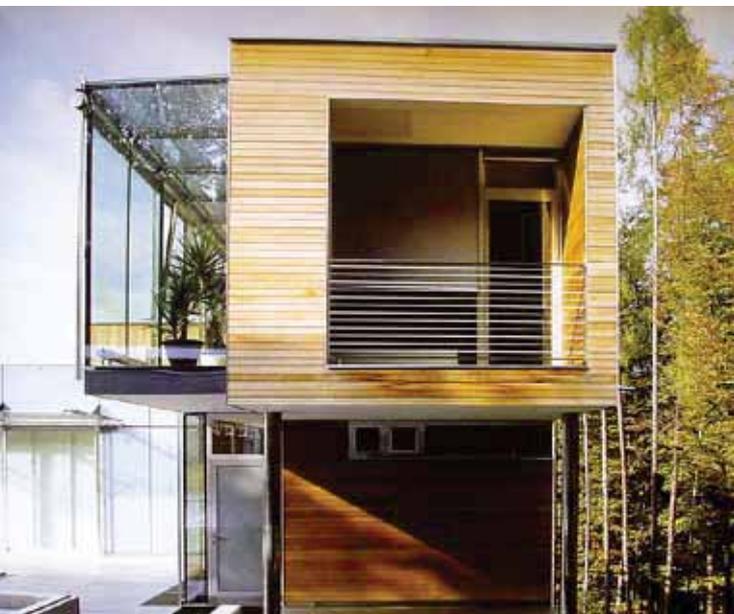
Auf einen Blick

- Massive werthaltige Bauweise
- Raumgewinn durch geringe Konstruktionsstärken
- Flexible Gestaltung ohne Rasterbindung
- Ausgezeichnete Formstabilität und Maßhaltigkeit
- Hervorragende statische Eigenschaften
- Vorgefertigte Elemente, exakte Montage
- Kurze Bauzeit durch trockene Bauweise
- Baubiologisch empfohlen
- CO₂ Speicher, Klima-positiv

Zahlreiche Einsatzgebiete

Als Wand-, Decken- und Dachelement

- Ein- und Mehrfamilienhäuser
- Mehrgeschossige Wohnbauten
- Öffentliche Bauten
- Kindergärten und Schulen
- Gewerbe- und Bürobauten
- Industrie- und Hallenbauten
- Modulbauten
- Gartenhäuser, Carports, etc.





Gewichtige Argumente haben Format

Das Einsatzgebiet von M1 BSP crossplan erstreckt sich vom individuell gestalteten Einfamilienhaus bis hin zu großvolumigen Bauprojekten. Mit großformatigen Massivholzplatten lassen sich auch besondere statische Herausforderungen problemlos bewältigen.

Das lagenweise Konstruktionsprinzip mit einfachen Verbindungsdetails garantiert wirtschaftlichste Anwendungen in allen Bereichen des Bauens.

Die rasche und unkomplizierte Montage der Elemente ermöglicht eine kurze Bauzeit. Die gestalterische Vielfalt erfüllt sowohl die Bedürfnisse der Anhänger moderner Architektur als auch jene traditioneller Baustile.



Europäische Technische Zulassung (ETA)
ETA -09 / 0036



EG -Konformitätszertifikat



Deutsche Bauaufsichtliche Zulassung (BAZ)
Z-9.1-638



PEFC
Chain of Custody



Baubiologisches Gütesiegel
(IBR Rosenheim)



Individuelle architektonische Gestaltungsmöglichkeiten

M1 BSP crossplan bietet Architekten und Planern neue Gestaltungsfreiheiten, da sie an keinerlei Raster gebunden sind. Diese hohe Flexibilität in der Planung liefert individuelle Lösungen unterschiedlicher Bauaufgaben.

Die Verwendung von Brettsperrholz schafft neue interessante Möglichkeiten und Ausdrucksformen in der modernen Holzbauarchitektur.



Hoher Vorfertigungsgrad

M1 BSP crossplan wird auf Wunsch durch unsere computer-gesteuerten CNC-Portalbearbeitungsanlagen werkseitig abgebunden.

Der dadurch erreichte hohe Vorfertigungsgrad führt zu kurzen Rohbauzeiten und zu geringeren Baukosten.

Des Weiteren wird eine gleichbleibend hohe Produktqualität der montagefertigen Elemente erzielt und somit das Risiko von Montagefehlern durch passgenaue Bauteile minimiert.



Massive Bauweise

Die massive Bauweise mit M1 BSP erfüllt nicht nur die klassischen Vorteile gängiger massiven Baukonstruktionen, sondern optimiert diese mit geringen Bauteilstärken, weniger Transportgewicht, kurzer Bauzeiten sowie durch seine ausgezeichneten statischen Eigenschaften.

Durch den massiven, kreuzweisen Lagenaufbau sowie das einzigartige Herstellungsverfahren erhält M1 BSP crossplan seine hervorragende Formstabilität und Maßhaltigkeit.

Dies vereinfacht das Konstruieren und Bauen mit M1 BSP crossplan wesentlich, da keinerlei Toleranzen und Formveränderungen berücksichtigt werden müssen.

Ausgezeichnete statische Eigenschaften

M1 BSP crossplan eröffnet dank hervorragender statischer Eigenschaften neue Möglichkeiten im modernen Holzbau. Die hohe Tragfähigkeit bei geringem Eigengewicht erlaubt selbst bei großen Spannweiten eine schlanke Dimensionierung der Bauteile. Dadurch liegen die Wandquerschnitte unter denen anderer Baumaterialien. Dies schafft mehr Wohnfläche bei gleich bleibenden Außenmaßen.

Durch den speziellen, kreuzweisen Lagenaufbau von M1 BSP crossplan erfolgt eine allseitige Lastabtragung für die Verwendung als Platte und Scheibe. Punktgestützte Konstruktionen oder Auskragungen sind problemlos möglich.

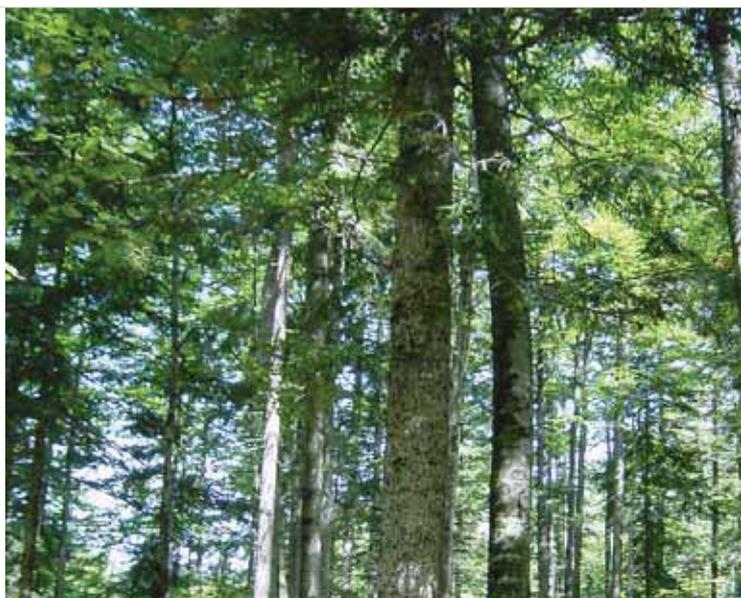
Darüber hinaus ermöglicht M1 BSP crossplan eine erdbebensichere Bauweise.



Hervorragende Ökobilanz

Das Rohmaterial für die Herstellung von M1 BSP crossplan stammt zum überwiegenden Teil aus heimischen Wäldern. Seit Generationen werden diese nach dem Prinzip der Nachhaltigkeit bewirtschaftet. Unser Rohstoff ist deshalb nicht nur stets verfügbar, sondern wächst auch dauerhaft nach. Dies bestätigt auch unsere PEFC-Zertifizierung.

Holz ist zudem der einzige Baustoff, dessen Energie- und Klimabilanz positiv ausfällt. Bauen mit Holz stellt daher einen aktiven Beitrag zum Klimaschutz dar.



Baubiologisch empfohlen

Holz verleiht Räumen eine angenehme Atmosphäre und besticht durch seine optische Wirkung. Zudem vermittelt es beim Anfassen wohlige Vertrautheit und Wärme.

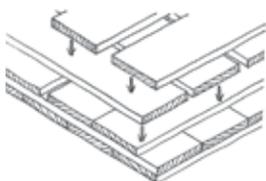
Die gefühlte Oberflächentemperatur von M1 BSP crossplan liegt deutlich über jener anderer Baumaterialien. Das führt selbst bei niedrigen Raumtemperaturen zu einem angenehmen Temperatiergefühl.



Produkt

M1 BSP (Brettsperrholz) crossplan ist eine großformatige Massivholzplatte mit mehrschichtigem, kreuzweise orientiertem Querschnittaufbau.

Aufbau und Herstellung



Keilgezinkte und gehobelte Brettlamellen werden lose nebeneinander verlegt und die Lagen rechtwinkelig zueinander flächig verleimt.

Zur Vermeidung von unkontrollierten Spannungsrisen erfolgt keine Schmalseitenverleimung. Die Lagen werden vor Aufbringen des Pressdrucks ($1,2 \text{ N/mm}^2$) seitlich bündig zusammengeschoben, um eine fugenfreie Oberfläche zu erhalten.

Abmessungen

Längen	bis 16,50 m	Standardbreiten	2,40 m / 2,65 m / 2,75 m /
Breiten	bis 3,00 m		2,90 m / 3,00 m
Dicken	78 bis 278 mm		

Technische Zulassungen

Europäische Technische Zulassung ETA-09 / 0036
Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung Z-9.1-638

Holzarten

Fichte (*Picea abies*) aus heimischen Wäldern; weitere Holzarten auf Anfrage

Lamellen

19 bis 40 mm, maschinell getrocknet, gütesortiert und keilgezinkt

Festigkeitsklasse der Lamellen

C 24 nach EN 338 (entspricht S 10 nach DIN 4074)
Ein Anteil von max. 10% C 16 ist zulässig (vgl. ETA-09 / 0036)

Verleimung

Klebstoff auf Melaminharzbasis, Klebstofftyp I nach EN 301 zugelassen für die Verleimung von tragenden Holzbauteilen im Innen- und Außenbereich, bewitterungsbeständig mit transparenter Leimfuge

Rohdichte

ca. 480 kg/m^3

Holzfeuchte

12% (+/- 2%) bei Auslieferung

Formveränderung

zur Plattenebene	0,01 % je % Holzfeuchtänderung
⊥ zur Plattenebene	0,20 % je % Holzfeuchtänderung

Wärmeleitfähigkeit

$\lambda = 0,13 \text{ W/mK}$

Wärmekapazität

$c = 1,60 \text{ kJ/kgK}$

Diffusionswiderstand

$\mu = 60$ (bei 12% Holzfeuchte)

Luftdichtheit

Ab 95 mm Plattendicke luftdicht

Schallschutz

Abhängig vom Wand- bzw. Deckenaufbau → siehe geprüfte Musterwandaufbauten

Brandverhalten

Nach EN 13501: D, s2, d0
(normal entflammbar, mittlere Rauchentwicklung, kein brennendes Abtropfen)

Rechnerische Abbrandrate

0,7 - 0,8 mm / min (abhängig vom Plattenaufbau)

Nutzungsklassen

Nutzungsklassen 1 oder 2 gem. ETA-09 / 0036



Lieferprogramm

Bezeichnung		Schichten	Schichtenaufbau Fett = Parallel zu den Decklagen						Dicke	Standardbreiten	Länge	Eigengewicht
M1 BSP crossplan			mm						mm	m	m	kN / m ²
78	3s	3	25	28	25				78			0,38
94	3s	3	33	28	33				94			0,45
95	5s	5	19	19	19	19	19		95			0,46
98	3s	3	32	34	32				98			0,47
106	3s	3	39	28	39				106			0,51
118	3s	3	39	40	39				118			0,57
134	5s	5	26	27	28	27	26		134			0,65
140	5s	5	32	25	26	25	32		140	2,40		0,67
146	5s	5	32	27	28	27	32		146	2,65		0,70
160	5s	5	39	27	28	27	39		160	2,75		0,77
173	5s	5	40	27	39	27	40		173	2,90		0,83
184	5s	5	39	33	40	33	39		184	3,00		0,89
198	5s	5	39	40	40	40	39		198			0,95
214	7s	7	39	27	27	28	27	27	39			1,03
214	7ss	7	39	27	27	28	27	27	39			1,03
240	7s	7	39	27	40	28	40	27	39			1,16
240	7ss	7	39	40	27	28	27	40	39			1,16
258	7ss	7	39	40	33	34	33	40	39			1,24
278	7ss	7	39	40	40	40	40	40	39			1,34

ss: äußere Lagen bestehen aus 2 faserparallelen Decklagen.

Weitere Dimensionen (z.B. optimiert für 2-achsige Lastabtragung) auf Anfrage möglich.

Je nach Anwendungsfall kann die Ausrichtung der Decklage längs (DL) oder quer (DQ) gewählt werden.



Industriequalität



Standardqualität

Optische Qualität

M1 BSP crossplan wird in zwei Oberflächenqualitäten angeboten.

Industriequalität

Für den konstruktiven Bereich, zur nachträglichen bauseitigen Bekleidung (z.B. Gipskartonplatte).

- Die Sortierung der Decklamellen erfolgt ausschließlich nach den Sortierkriterien der Tragfestigkeit für C 24 gemäß EN 338. Ein Anteil von max. 10% C 16 ist zulässig (vgl. ETA-09 / 0036).
- Farbliche Unterschiede einzelner Lamellen (z.B. Bläue) sowie Ausfalläste, Rindeneinwuchs und Harzgallen sind möglich.
- Einzelne Fugen in der Decklage, Leimdurchschläge sowie einzelne Druckstellen und Verschmutzungen können auftreten

Standardqualität

Mit zusätzlichen optischen Anforderungen für den sichtbaren Einsatz.

- Zusätzlich zu den für die Tragfähigkeit geforderten Sortierkriterien werden erhöhte optische Kriterien für die Decklamellen angewendet.
- Ausgesuchte Decklamellen mit gesunden, festverwachsenen Ästen. Vereinzelt wenige Ausfalläste sind möglich, Fehlstellen und kleine Harzgallen sind zulässig.
- Oberfläche gehobelt und geschliffen.

Hinweis

Holz ist ein Naturprodukt. Auch bei sorgfältigster Auswahl des Rohstoffes können Abweichungen in der Qualität auftreten.

Das Erscheinungsbild der M1 BSP crossplan Oberfläche ist durch die Brettstruktur der Decklage bestimmt. Zwischen den einzelnen Brettern können mit der Zeit, z.B. durch Schwinden, Fugen entstehen. Oberflächige Trockenrisse sind ebenfalls möglich.

Allgemeines

Die Bemessung und Ausführung von Bauteilen aus M1 BSP crossplan erfolgt laut nachstehenden Normen:

- Bemessung nach DIN 1052:2008 unter Berücksichtigung der Allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassung (Z-9.1-638)

oder

- Bemessung nach EN 1995 (Eurocode 5) unter Berücksichtigung der Anhänge 2 bis 4 der Europäischen Technischen Zulassung ETA-09 / 0036

Dabei ist der statische Nachweis für M1 BSP crossplan in jedem Einzelfall zu führen und die am Ort der Verwendung gültigen Normen und Vorschriften zu beachten.

Der Nachweis der Spannungsverteilung und der Schnittgrößen ist nach der Verbundtheorie unter Berücksichtigung von Schubverformungen zu führen.

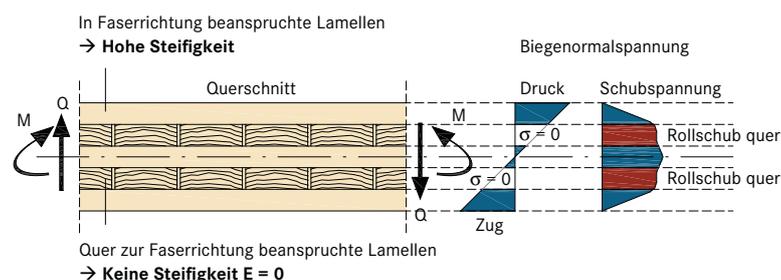
Baupraktisches Näherungsverfahren für die Berechnung der Schnittkräfte und Verformungen

In der praktischen Anwendung behilft man sich mit einem Näherungsverfahren. Dabei erfolgt die Berechnung wie für einen Biegeträger mit nachgiebigen Verbindungsmitteln (vgl. ÖNorm B4100 / 2; DIN 1052; EN 1995-1-1, Anhang B), jedoch wird anstelle der Nachgiebigkeit der Verbindungsmittel die Schubverformung der Querlagen berücksichtigt.

Mit diesem Ansatz kann eine gute Näherung für die Spannungs- und Verformungsberechnungen erzielt werden.

Für die konkrete Bemessung werden dabei die Trägheitsmomente mit einem Abminderungsbeiwert – die Nettoträgheitsmomente und die Rollschubverformung der Querlagen berücksichtigt – multipliziert.

Mit den daraus gewonnenen wirksamen bzw. effektiven Trägheitsmomenten (I_{eff}) können die Schnittkräfte und Verformungen wie für Biegeträger mit starrem Verbund berechnet werden.



Hinweis:

Die Lösung gilt exakt nur für Einfeldträger mit sinusförmiger Gleichlast. Zu beachten ist zudem, dass die wirksamen Trägheitsmomente I_{eff} von der Stützweite der Platten abhängen. Je kürzer die Stützweite ist, umso größer ist der Anteil der Schubverformung und damit auch die prozentuelle Abminderung der Trägheitsmomente (vergleiche Tabelle Querschnittswerte). Darüber hinaus ist speziell bei hohen Einzellasten und sehr kurzen Trägerlängen ein genaueres Berechnungsverfahren notwendig.

Bei Durchlaufträgern ist für die Stützweite zur Auswahl des effektiven Trägheitsmomentes I_{eff} $4/5$ der Stützweite des betreffenden Feldes einzusetzen, bei Kragträgern die doppelte Kraglänge zu verwenden (vgl. EN 1995-1-1, Anhang B). Die Schnittkraft- und Verformungsberechnung hat jedoch mit den tatsächlichen Stützweiten bzw. Kraglängen zu erfolgen.

Dieses Näherungsverfahren liegt auch den Bemessungsdiagrammen zugrunde.

Bemessung als Platte nach DIN 1052:2008 BAZ Nr. Z-9.1-638

Für die Bemessung gilt die Beanspruchung rechtwinkelig zur Plattenebene. Der Nachweis der Spannungsverteilung und der Schnittgrößen ist laut Allgemeiner Bauaufsichtlicher Zulassung (Z-9.1-638) nach der oben erwähnten Verbundtheorie unter Berücksichtigung von Schubverformungen zu führen (DIN 1052:2008, Anhang D)

Bei der Plattenbeanspruchung sind die unterschiedlichen Biegesteifigkeiten der jeweiligen Spannrichtungen zu berücksichtigen, d.h., dass in Plattenlängsrichtung (Haupttragrichtung) die Brettlagen in Längsrichtung bzw. in Plattenquerrichtung die Brettlagen in Querrichtung der Platte berücksichtigt werden können.

Entspricht der Aufbau quer zur Spannrichtung dem Aufbau einer 3-schichtigen Platte, müssen die Querschnittswerte aus der Tabelle (Seite 11) entnommen werden.

Anmerkung:

Bei 3-schichtigen Platten ist bei der Bemessung quer zur Haupttragrichtung die mittlere Lage als Vollholzquerschnitt zu berechnen.

Bemessung als Scheibe nach DIN 1052:2008 BAZ Nr. Z-9.1-638

Bei Beanspruchung in Plattenebene dürfen nur diejenigen Lagen in Rechnung gestellt werden, deren Faserrichtung parallel zur betrachteten Kraftkomponente verläuft (vgl. Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-9.1-638).

Bei der Bemessung in Plattenebene sind nachstehende Modelle zu unterscheiden.

Wandscheibe

Bei Beanspruchung als Wandscheibe (aussteifende Decken und Wände) sind die entsprechenden Schubspannungsnachweise lt. o.a. Allg. Bauaufsichtlicher Zulassung zu führen.

Sturzbemessung

Für die Bemessung werden nur die parallel zur Kraftrichtung bzw. Schnittgrößenrichtung laufenden Lamellenlagen berücksichtigt. Die Höhe der einzelnen Balkenquerschnitte sind im Einzelfall festzulegen. Somit können Wandscheiben auch unter Berücksichtigung von Fenster- und Türöffnungen berechnet werden.

Wandscheibe als Knickstab

Für die Bemessung der Tragfähigkeit in der Plattenebene sind nur die parallel zur Kraftrichtung laufenden Lamellenlagen zu berücksichtigen. Der hierzu erforderliche Knicknachweis ist nach dem Ersatzstabverfahren lt. DIN 1052 bzw. EN 1995 zu führen. Dabei sind die entsprechenden Schlankheiten (λ) und die dazugehörigen Abminderungsbeiwerte (κ) zu ermitteln.

Schwingungs- bemessung

Es ist sicherzustellen, dass häufig zu erwartende Einwirkungen auf Bauteile oder Tragwerke keine Schwingungen verursachen, die die Funktion des Bauwerks beeinträchtigen können oder zu Unbehagen führen. Der erforderliche Nachweis ist nach EN 1995-1-1 zu erbringen, wobei für Wohnungsdecken, deren Eigenfrequenz höchstens 8 Hz beträgt, eine besondere Untersuchung durchzuführen ist.

Anmerkung:

Bei der Nachweisführung nach DIN 1052 ist die Durchbiegung am ideellen Einfeldträger aus ständiger und quasi-ständiger Last zu ermitteln. Bei einer Durchbiegung von mehr als 6 mm ist auch hier ein gesonderter Nachweis zu führen.

Brandbemessung

Die Brandbemessung von M1 BSP crossplan erfolgt gem. EN 1995 bzw. DIN 1052 / 4102 (sogen. Warmbemessung unter Einbeziehung der Resttragfähigkeit).

Materialkennwerte (It. BAZ Nr. Z-9.1-638)

Eigenschaft		Zahlenwert
Festigkeitsklassen der Bretter		S10
E-Modul faserparallel • Für die Brettlagen faserparallel in Tragrichtung	E_{II}	11000,00 [N / mm ²]
E-Modul rechtwinklig	E_L	370,00 [N / mm ²]
Schubmodul • Infolge Rollschubbeanspruchung	G_R	50,00 [N / mm ²]
Rollschub • Rollschubspannung der Querlagen	zul τ_R	0,45 [N / mm ²]
Biegung	zul σ_B	10,00 [N / mm ²]
Zug parallel • Für die Brettlagen faserparallel in Tragrichtung	zul $\sigma_{z,II}$	7,00 [N / mm ²]
Zug rechtwinklig	zul $\sigma_{z,L}$	0,05 [N / mm ²]
Druck parallel • Für die Brettlagen in Faserrichtung	zul $\sigma_{d,II}$	8,50 [N / mm ²]
Druck rechtwinklig • Bei unbedenklichen Eindrückungen ist eine Erhöhung um 20% erlaubt	zul $\sigma_{d,L}$	2,00 [N / mm ²]

Rechenwerte I_{eff}

Bezeichnung		Aufbau	A_{voll}	A_{netto}	I_{netto}	I_{eff} (in Abhängigkeit der Stützweite Einfeldträger)													
Dickten	Lagen	Fett = parallel zur Faserrichtung der Decklagen			$(b \times d^3) / 12$	1,00 m		2,00 m		2,50 m		3,00 m		4,00 m		6,00 m		8,00 m	
						I_{eff}	I_{eff} / I_{voll}	I_{eff}	I_{eff} / I_{voll}	I_{eff}	I_{eff} / I_{voll}	I_{eff}	I_{eff} / I_{voll}	I_{eff}	I_{eff} / I_{voll}	I_{eff}	I_{eff} / I_{voll}	I_{eff}	I_{eff} / I_{voll}
[mm]	[]	[mm]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[%]	[cm ⁴]	[%]	[cm ⁴]	[%]	[cm ⁴]	[%]	[cm ⁴]	[%]	[cm ⁴]	[%]	[cm ⁴]	[%]
78	3s	25 28 25	780	500	3955	2255	57	3211	81	3391	86	3498	88	3612	91	3699	94	3730	94
94	3s	33 28 33	940	660	6922	3664	53	5508	80	5889	85	6123	88	6376	92	6572	95	6644	96
95	5s	19 19 19 19 19	950	570	7145	3248	45	4760	67	5047	71	5219	73	5402	76	5542	78	5592	78
98	3s	32 34 32	980	640	7843	3741	48	5927	76	6408	82	6707	86	7037	90	7294	93	7389	94
106	3s	39 28 39	1060	780	9925	4994	50	7741	78	8347	84	8723	88	9138	92	9463	95	9583	97
118	3s	39 40 39	1180	780	13692	5507	40	9539	70	10564	77	11231	82	11994	88	12612	92	12845	94
134	5s	26 27 28 27 26	1340	800	20051	6483	32	11455	57	12666	63	13443	67	14320	71	15023	75	15286	76
140	5s	32 25 26 25 32	1400	900	22867	7511	33	13704	60	15296	67	16336	71	17527	77	18496	81	18862	82
146	5s	32 27 28 27 32	1460	920	25934	7959	31	14884	57	16722	64	17936	69	19340	75	20493	79	20931	81
160	5s	39 27 28 27 39	1600	1060	34133	9859	29	19338	57	22075	65	23938	70	26152	77	28017	82	28737	84
173	5s	39 28 39 28 39	1730	1170	43148	11870	28	23466	54	26867	62	29196	68	31978	74	34334	80	35246	82
184	5s	39 33 40 33 39	1840	1180	51913			25658	49	29853	58	32807	63	36425	70	39567	76	40805	79
198	5s	39 40 40 40 39	1980	1180	64687			28216	44	33493	52	37340	58	42207	65	46580	72	48342	75
214	7s	39 27 27 28 27 27 39	2140	1320	81670					48650	60	52680	65	57453	70	61462	75	63008	77
214	7s	39 27 27 28 27 27 39	2140	1600	81670					49619	61	55525	68	63182	77	70243	86	73137	90
240	7s	39 27 40 28 40 27 39	2400	1580	115200							73025	63	79582	69	85078	74	87195	76
240	7s	39 40 27 28 27 40 39	2400	1860	115200							76001	66	87804	76	99117	86	103879	90
258	7s	39 40 33 34 33 40 39	2580	1920	143113									102032	71	117910	82	124844	87
278	7s	39 40 40 40 40 40 39	2780	1980	179041									118227	66	140134	78	150028	84

Alle Angaben beziehen sich auf einen 1 m breiten Plattenstreifen

- A_{netto} Querschnittswert für den Nachweis der Druckspannungen in Richtung der Decklage
- A_q Querschnittswert für den Nachweis der Schubspannungen für Lastabtragung in Richtung der Decklage
- I_{voll} Trägheitsmoment des Vollquerschnittes - nur als Vergleichswert
- $I_{effektiv}$ Trägheitsmoment für den Verbundquerschnitt inklusive des Schubverformungsanteils für die Lastabtragung in Richtung der Decklagen
- $I_{effektiv} / I_{voll}$ Verhältniswert der angibt, inwieweit die Querlagen das Trägheitsmoment des Querschnitts verändern
- $W_{effektiv}$ Widerstandsmoment für die Spannungsnachweise infolge Biegemomente = $I_{effektiv}$

Bemessung nach ETA-09 / 0036

Die Bemessung des Brettspertholzes darf gemäß EN 1995-1-1 und EN 1995-1-2 unter Berücksichtigung der Anhänge 2 bis 4 der Europäischen Technischen Zulassung erfolgen. Zur Berechnung der charakteristischen Querschnittswerte dürfen nur Bretter berücksichtigt werden, die in Richtung der mechanischen Beanspruchung angeordnet sind. Zur Bemessung der Bauteile aus Brettspertholz gemäß EN 1995-1-1 sind die charakteristische Festigkeit und Steifigkeit des Vollholzes nach Anhang 3 (der ETA 09-0036) heranzuziehen. Für in beide Hauptrichtungen mehrachsig gespanntes Brettspertholz sind in den beiden Hauptrichtungen unterschiedliche Steifigkeiten zu berücksichtigen.

Plattenbeanspruchung des Brettspertholzes

Die wirksame Biegesteifigkeit ist vom effektiven Trägheitsmoment I_{eff} abhängig. Die Berechnung des effektiven Trägheitsmomentes und damit der effektiven Biegesteifigkeit erfolgt nach EN 1995-1-1 (Abschnitt 9.1.3 und Anhang B):

Allgemein

$$I_{eff} = \sum_{i=1}^n (n_i * I_i + \gamma_i * n_i * A_i * a_i)$$

Für einen 5-schichtigen symmetrischen Aufbau gilt:

→ **Schwerpunktabstände:**

$$a_1 = \frac{t_1}{2} + t_1 + \frac{t_2}{2}$$

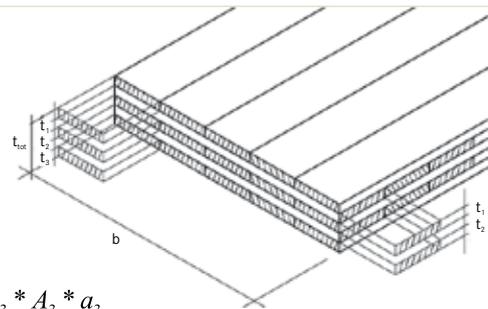
$$a_2 = 0 \text{ für symmetrischen Aufbau}$$

$$a_3 = \frac{t_3}{2} + t_2 + \frac{t_2}{2}$$

$$I_{eff} = I_1 + I_2 + I_3 + \gamma_1 * A_1 * a_1 + \gamma_2 * A_2 * a_2 + \gamma_3 * A_3 * a_3$$

$$\text{mit } I_i = \frac{b_i * t_i^3}{12} \text{ Einzelträgheitsmomente der Längslagen } i = 1 \text{ bis } 3$$

$$\text{und } A_i = b * t_i \text{ Flächen der Längslagen} \\ (b = 1,0 \text{ m})$$



Nachgiebigkeits- faktoren γ

Die Nachgiebigkeitsfaktoren γ berücksichtigen die Schubverformung (Rollschub) der Quersichten, der Ausdruck $\frac{S_i}{K_i}$ der EN 1995-1-1 sollte durch $\frac{t_i}{G_{9090} * b}$ ersetzt werden.

→ **Die Nachgiebigkeiten ergeben sich dadurch:**

$$\gamma_1 = \left(1 + \frac{\pi * E_1 * A_1 * t_1}{l * G_{9090} * b} \right)^{-1} \quad \gamma_2 = 1 \quad \gamma_3 = \left(1 + \frac{\pi * E_3 * A_3 * t_2}{l * G_{9090} * b} \right)^{-1}$$

→ **mit:**

$$E_{1,3} = 11600 \text{ N/mm}^2 \text{ Elastizitätsmodul für C24}$$

$$G_{9090} = 50 \text{ N/mm}^2 \text{ Schubmodul für C24}$$

$$l = \text{maßgebende Stützweite}$$

$$W_{eff} = \frac{2 * I_{eff}}{t_{tot}} \quad \text{mit} \quad t_{tot} = \sum_i t_i + t_i$$

$$\tau_{v,d} = \frac{1,5 * V_d}{A_{gross}} \quad \text{mit} \quad A_{gross} = b * t_{tot}$$

Scheibenbeanspruchung des Brettspertholzes

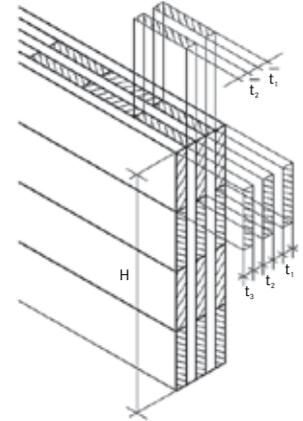
Für die Beanspruchung in Plattenebene (Scheibenbeanspruchung) dürfen unter den Voraussetzungen der technischen Stabtheorie folgende Gleichungen verwendet werden:

$$I_{net} = \frac{T * H}{12} \quad H \leq 400 \text{ mm}$$

$$W_{net} = \frac{T * H}{6} \quad T = \sum_i t_i$$

t_i Dicke der Brettlagen in Beanspruchungsrichtung

t_i Dicke der Brettlagen normal zur Beanspruchungsrichtung



→ Schwerpunktabstände:

$$\tau_{v,d} = \text{Maximum} \left\{ \begin{array}{l} 1,5 * \frac{V_d}{A_{x,net}} \\ 1,5 * \frac{V_d}{A_{z,net}} \end{array} \right\} \quad \text{mit} \quad \begin{cases} A_{x,net} = H * \sum t_i \\ A_{z,net} = H * \sum t_i \end{cases}$$

V_d = Bemessungswert der Querkraft

Die Berechnung der Biegespannungen und der Biegesteifigkeit darf mit dem Vollquerschnitt der Bretterlagen in Beanspruchungsrichtung erfolgen. Bei der Berechnung der Schubspannungen ist die Nettofläche mit dem kleineren Querschnitt der beiden Beanspruchungsrichtungen maßgebend.

Plattenbelastung

Materialeigenschaften nach ETA-09 / 0036

Eigenschaft	Zahlenwert
Festigkeitsklassen der Bretter	C24
Elastizitätsmodul:	
• Parallel zur Faserrichtung der Bretter $E_{0,mean}$	11 600,00 N / mm ²
• Normal zur Faserrichtung $E_{90,mean}$	3 700,00 N / mm ²
Schubmodul:	
• Parallel zur Faserrichtung der Bretter $G_{090,mean}$	650,00 N / mm ²
• Normal auf die Faserrichtung der Bretter, Rollschubmodul $G_{9090,mean}$	50,00 N / mm ²
Biegefestigkeit:	
• Parallel zur Faserrichtung der Bretter $f_{m,k}$	24,00 N / mm ²
• $f_{m,k}$ darf nach obiger Zulassung auf 28,8 N/mm ² für C 24 erhöht werden ($f_{m,CLT,k}$)	
Zugfestigkeit:	
• Normal auf die Faserrichtung der Bretter $f_{t,90,k}$	0,12 N / mm ²
Druckfestigkeit:	
• Normal auf die Faserrichtung der Bretter $f_{c,90,k}$	2,50 N / mm ²
Schubfestigkeit:	
• Parallel zur Faserrichtung der Bretter $f_{v,090,k}$	2,50 N / mm ²
• Normal auf die Faserrichtung der Bretter (Rollschubfestigkeit) $f_{v,9090,k}$	1,10 N / mm ²

Scheibenbelastung

Eigenschaft	Zahlenwert
Festigkeitsklassen der Bretter	C24
Elastizitätsmodul: • Parallel zur Faserrichtung der Bretter $E_{0,mean}$	11 600,00 N / mm ²
Schubmodul: • Parallel zur Faserrichtung der Bretter $G_{090,mean}$	250,00 N / mm ²
Biegefestigkeit: • Parallel zur Faserrichtung der Bretter $f_{m,k}$	24,00 N / mm ²
Zugfestigkeit: • Parallel zur Faserrichtung der Bretter $f_{t,90,k}$	14,00 N / mm ²
Druckfestigkeit: • Parallel zur Faserrichtung der Bretter $f_{c,90,k}$	21,00 N / mm ²
Schubfestigkeit: • Parallel zur Faserrichtung der Bretter $f_{v,090,k}$	5,00 N / mm ²

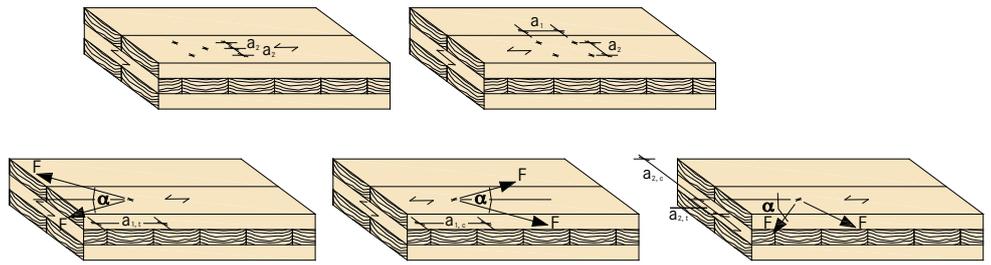
Verbindungsmittel nach ETA-09 / 0036

Die kraftschlüssige Verbindung von M1 BSP crossplan Elementen hat für jede Bauaufgabe gesondert und mit geeigneten Verbindungsmitteln zu erfolgen. Die Auslegung der Verbindungsmittel (Durchmesser, Anzahl und Abstände) sollte in der Verantwortung eines mit Brettsperrholz vertrauten Fachmanns liegen.

Als Empfehlung zur Ermittlung der Bemessungswerte wird auf die «Bemessungsvorschläge für Verbindungsmittel in Brettsperrholz» [aus Bauen mit Holz 111 (2009), BLASS Hans Joachim; UIBEL Thomas] bzw. auf die Gutachtliche Stellungnahme Nr. GU07-402-1-01 der TU Graz verwiesen. Darin werden die Lochleibungsfestigkeiten für Schrauben- und Nagelverbindungen, Stabdübel, Passbolzen und Bolzen festgelegt sowie ein Bemessungsvorschlag bei axialer Beanspruchung (Zug) vorgegeben.

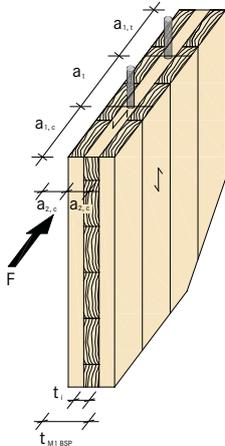
Bei den Verbindungen ist zwischen Verbindungen in den Schmalflächen und solchen in den Seitenflächen zu unterscheiden. Die Statische Nachweise der Verbindungen sind nach EN 1995 -1-1 zu führen.

Mindestabstände der Verbindungsmittel in den Seitenflächen



	$a_{1,t}$	$a_{1,c}$	a_1	$a_{2,t}$	$a_{2,c}$	a_2
Schrauben¹⁾	$6 \times d$	$6 \times d$	$4 \times d$	$6 \times d$	$2,5 \times d$	$2,5 \times d$
Nägel	$(7+3 \times \cos\alpha) \times d$	$6 \times d$	$(3+3 \times \cos\alpha) \times d$	$(3+4 \times \sin\alpha) \times d$	$3 \times d$	$3 \times d$
Stabdübel Passbolzen	$5 \times d$	$4 \times d \times \sin\alpha$ (mind. $3 \times d$)	$(3+3 \times \cos\alpha) \times d$	$3 \times d$	$3 \times d$	$3 \times d$
Bolzen	$5 \times d$	$6 \times d$	$(3+3 \times \cos\alpha) \times d$ (mind. $4 \times d$)	$3 \times d$	$3 \times d$	$4 \times d$

Mindestabstände von Verbindungsmitteln in den Schmalflächen



	$a_{1,t}$	$a_{1,c}$	a_1	$a_{2,t}$	a_2
Schrauben¹⁾	$12 \times d$	$7 \times d$	$10 \times d$	$5 \times d$	$3 \times d$
Stabdübel Passbolzen	$5 \times d$	$3 \times d$	$4 \times d$	$3 \times d$	$3 \times d$
Bolzen	$5 \times d$	$4 \times d$	$4 \times d$	$3 \times d$	$4 \times d$

	Mindestdicke der maßgebenden Brettlage t_1 in mm	Mindestdicke des Brettsperrholzes t_{BSP} in mm	Mindesteinbindetiefe der VM in den Schmalflächen t_1 bzw. t_2 in mm
Schrauben¹⁾	$d > 8 \text{ mm} : 3 \times d$ $d \leq 8 \text{ mm} : 2 \times d$	$10 \times d$	$10 \times d$
Stabdübel Passbolzen	d	$6 \times d$	$5 \times d$
Bolzen	d	$6 \times d$	$5 \times d$

α Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung der Decklagen

¹⁾ Selbstbohrende Holzschrauben

t_1 Mindesteinbindetiefe des Verbindungsmittels in den Schmalflächen des Seitenholzes bzw. Seitenholzdicke

t_2 Mindesteinbindetiefe des Verbindungsmittels in den Schmalflächen des Mittelholzes

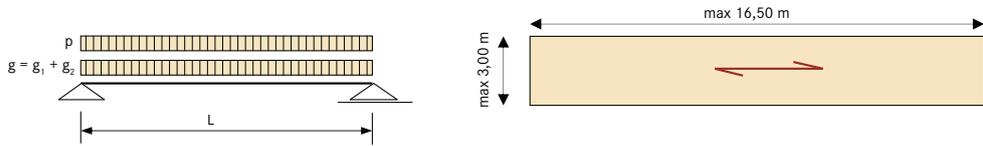
Statik-Beispiele

Um die Bemessungsverfahren der ETA 09-0036 zu verdeutlichen, befinden sich im Downloadbereich unter www.mm-kaufmann.com Rechenbeispiele mit erläuternder Nachweiseführung nach EN 1995-1-1.

Allgemeines

Die angeführten Tabellen dienen der Vorbemessung und ersetzen keine statische Berechnung.

Statisches System Einfeldträger

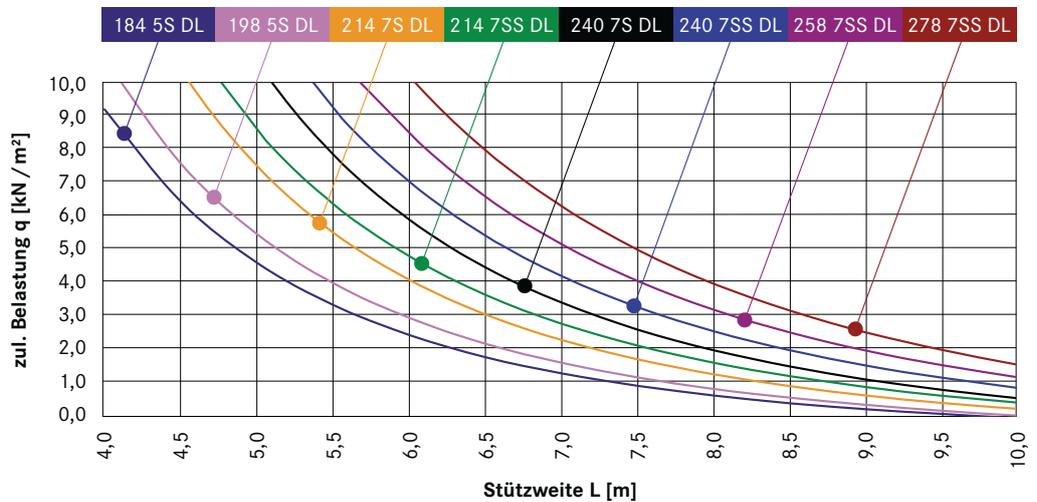
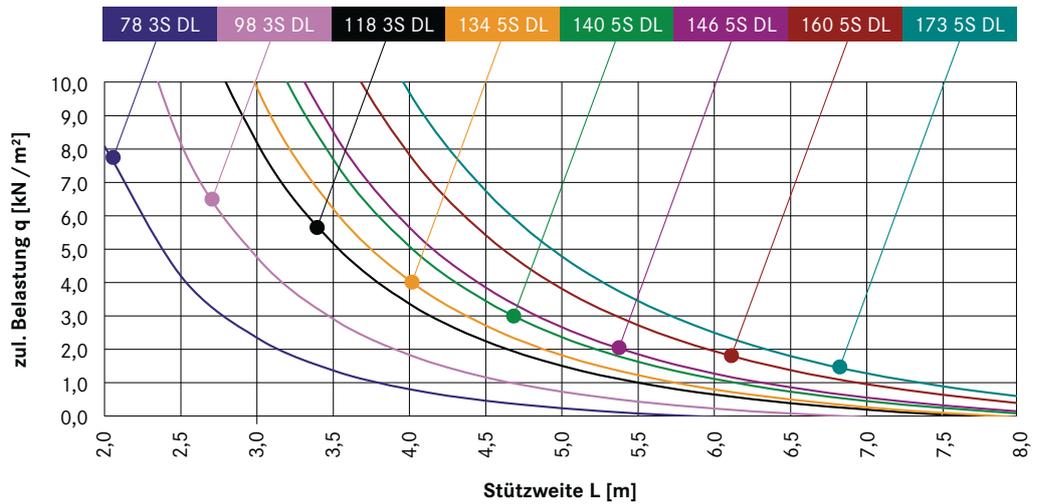


Ermittlung der zulässigen Belastung q für die erforderliche Stützweite

- $q = g_2 + p$ [kN/m²]
- g_1 = Eigengewicht der Platte; im Diagramm berücksichtigt
- g_2 = Deckenaufbau
- p = Nutzlast

Maximale Verformung: Einfeldträger unter Gleichlast q ; $\text{max } f = L / 400$ $L / 400$

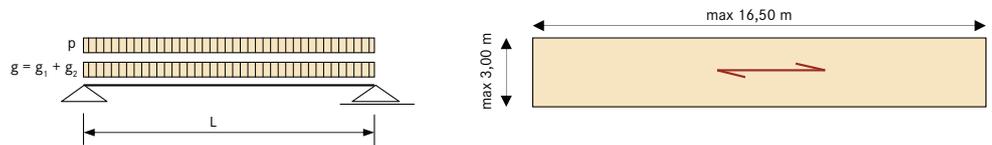
Deckenspannrichtung parallel zur Decklage



Allgemeines

Die angeführten Tabellen dienen der Vorbemessung und ersetzen keine statische Berechnung.

Statisches System Einfeldträger

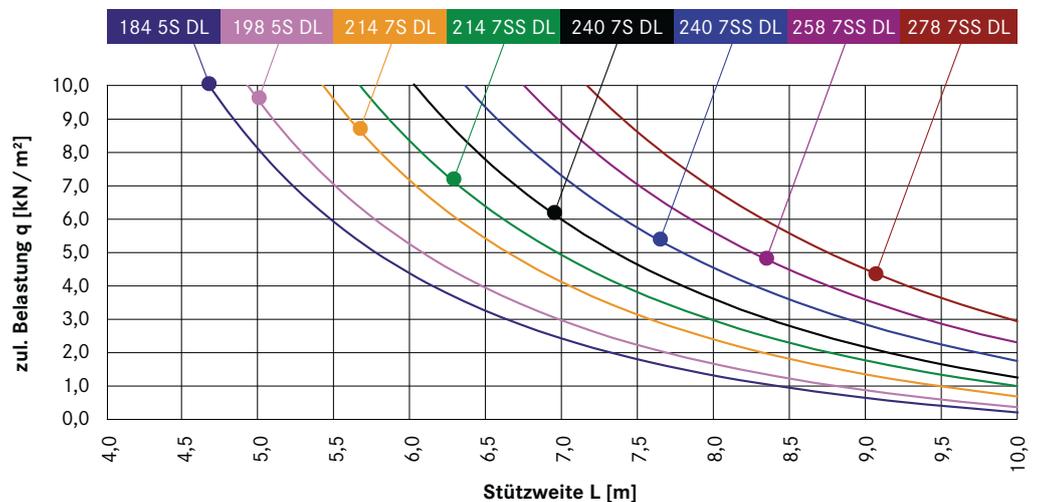
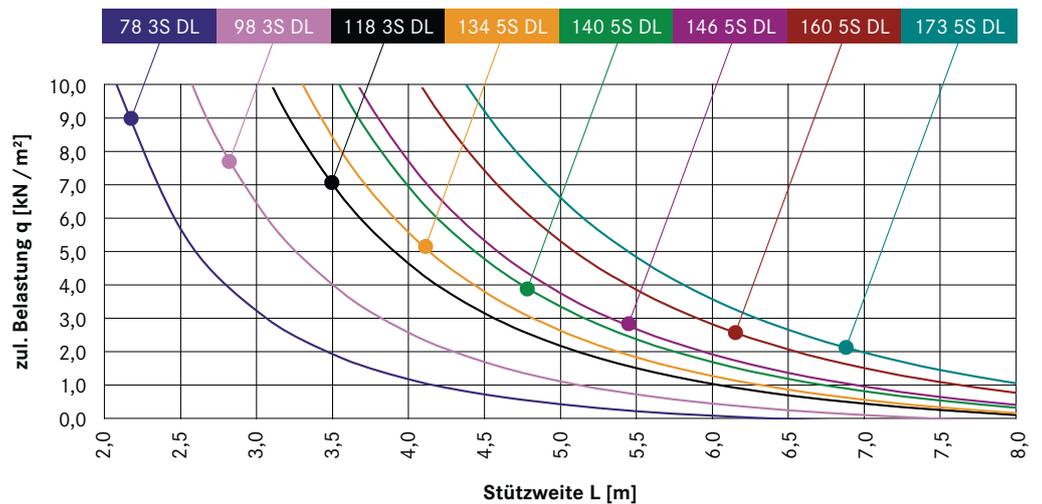


Ermittlung der zulässigen Belastung q für die erforderliche Stützweite

- q = $g_2 + p$ [kN / m²]
- g_1 = Eigengewicht der Platte; im Diagramm berücksichtigt
- g_2 = Deckenaufbau
- p = Nutzlast

Maximale Verformung: Einfeldträger unter Gleichlast q ; $\text{max } f = L / 300$ $L / 300$

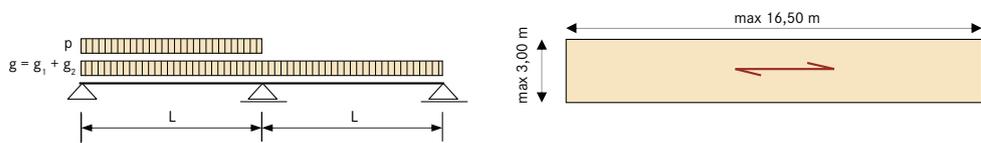
Deckenspannrichtung
parallel zur Decklage



Allgemeines

Die angeführten Tabellen dienen der Vorbemessung und ersetzen keine statische Berechnung.

Statisches System Zweifeldträger

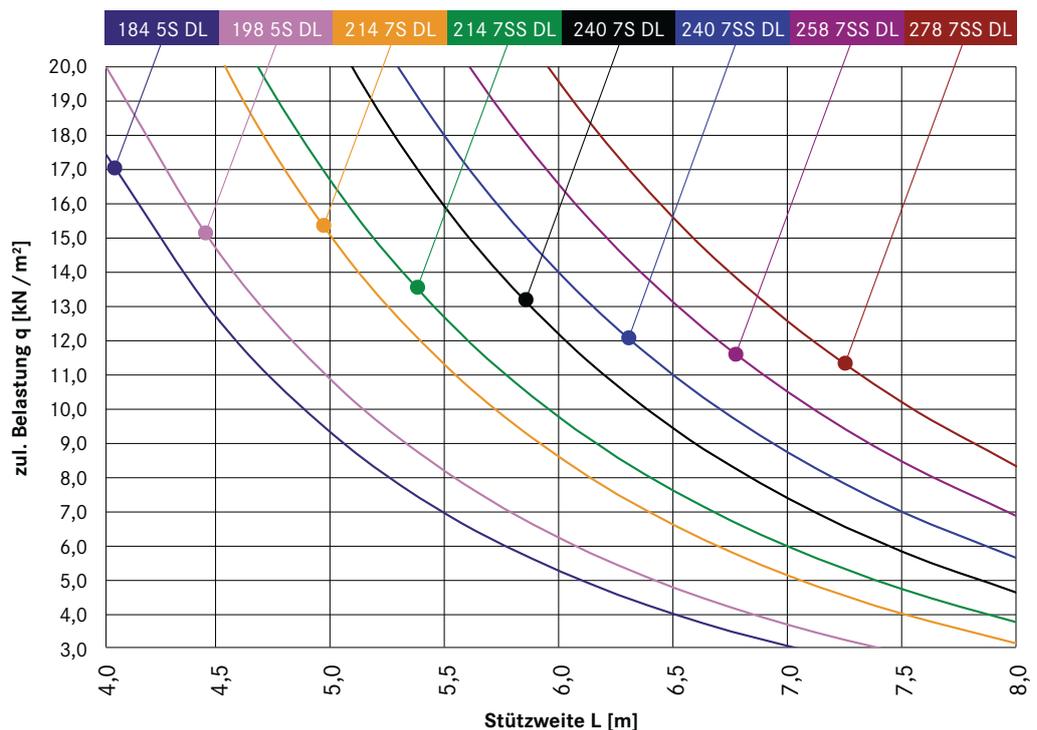
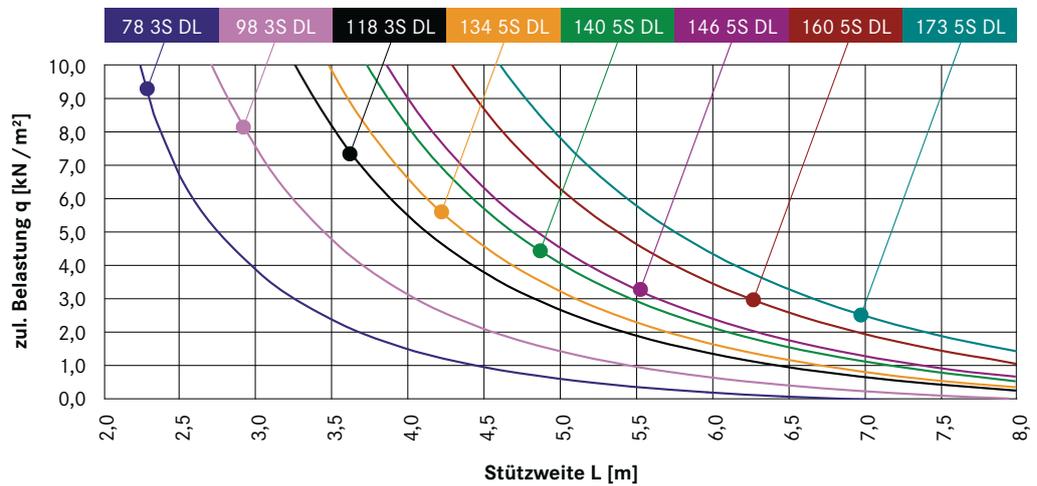


Ermittlung der zulässigen Belastung q für die erforderliche Stützweite

- $q = g_2 + p$ [kN / m²]
- g_1 = Eigengewicht der Platte; im Diagramm berücksichtigt
- g_2 = Nutzlast feldweise ungünstig berücksichtigt
- $p < 2q / 3$

Maximale Verformung: Zweifeldträger unter Gleichlast q; max f = L / 400

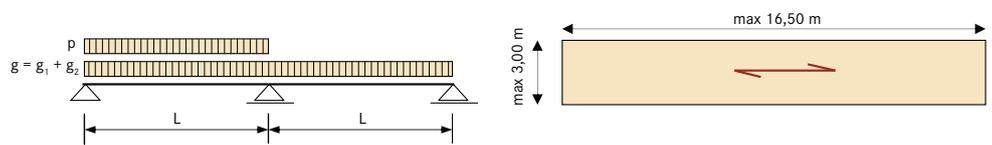
Deckenspannrichtung parallel zur Decklage



Allgemeines

Die angeführten Tabellen dienen der Vorbemessung und ersetzen keine statische Berechnung.

Statisches System Zweifeldträger

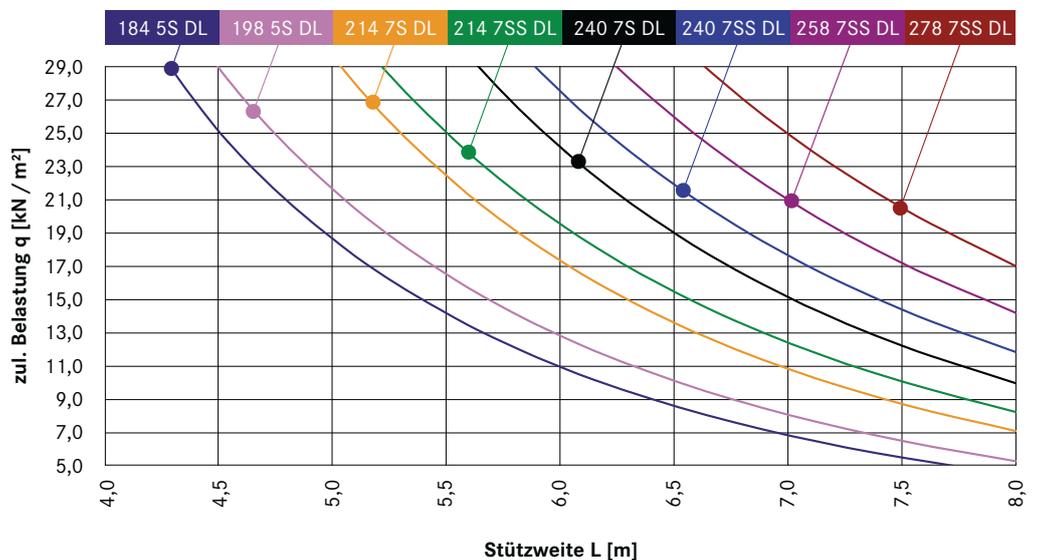
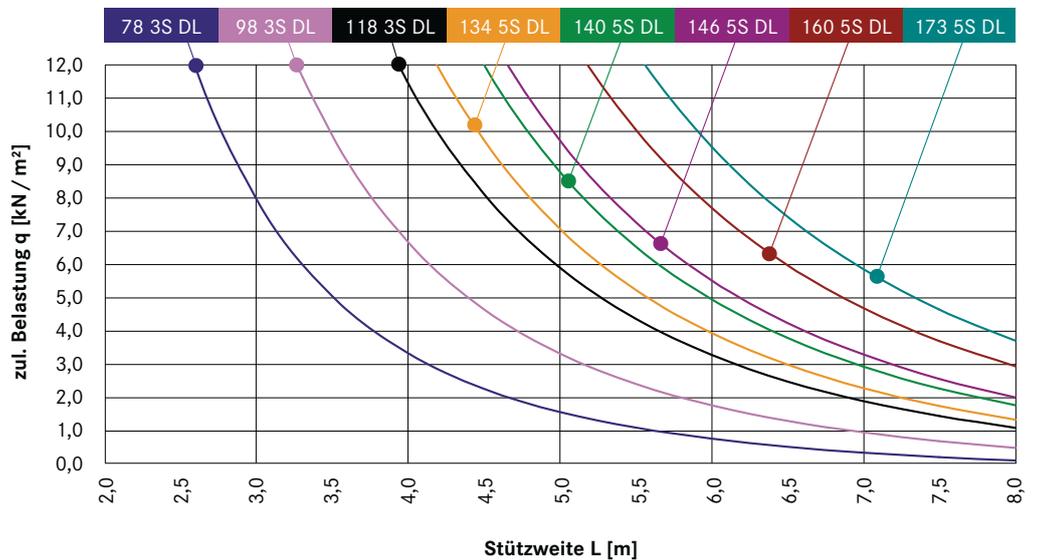


Ermittlung der zulässigen Belastung q für die erforderliche Stützweite

- $q = g_2 + p$ [kN / m²]
- g_1 = Eigengewicht der Platte; im Diagramm berücksichtigt
- g_2 = Nutzlast feldweise ungünstig berücksichtigt
- $p < 2q / 3$

Maximale Verformung: Zweifeldträger unter Gleichlast q; max f = L / 300

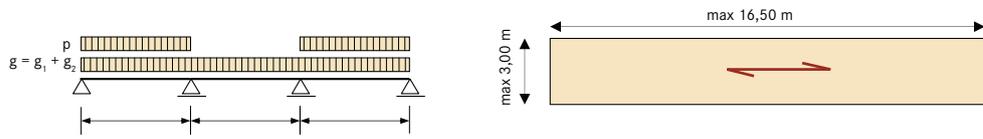
Deckenspannrichtung parallel zur Decklage



Allgemeines

Die angeführten Tabellen dienen der Vorbemessung und ersetzen keine statische Berechnung.

Statisches System Dreifeldträger

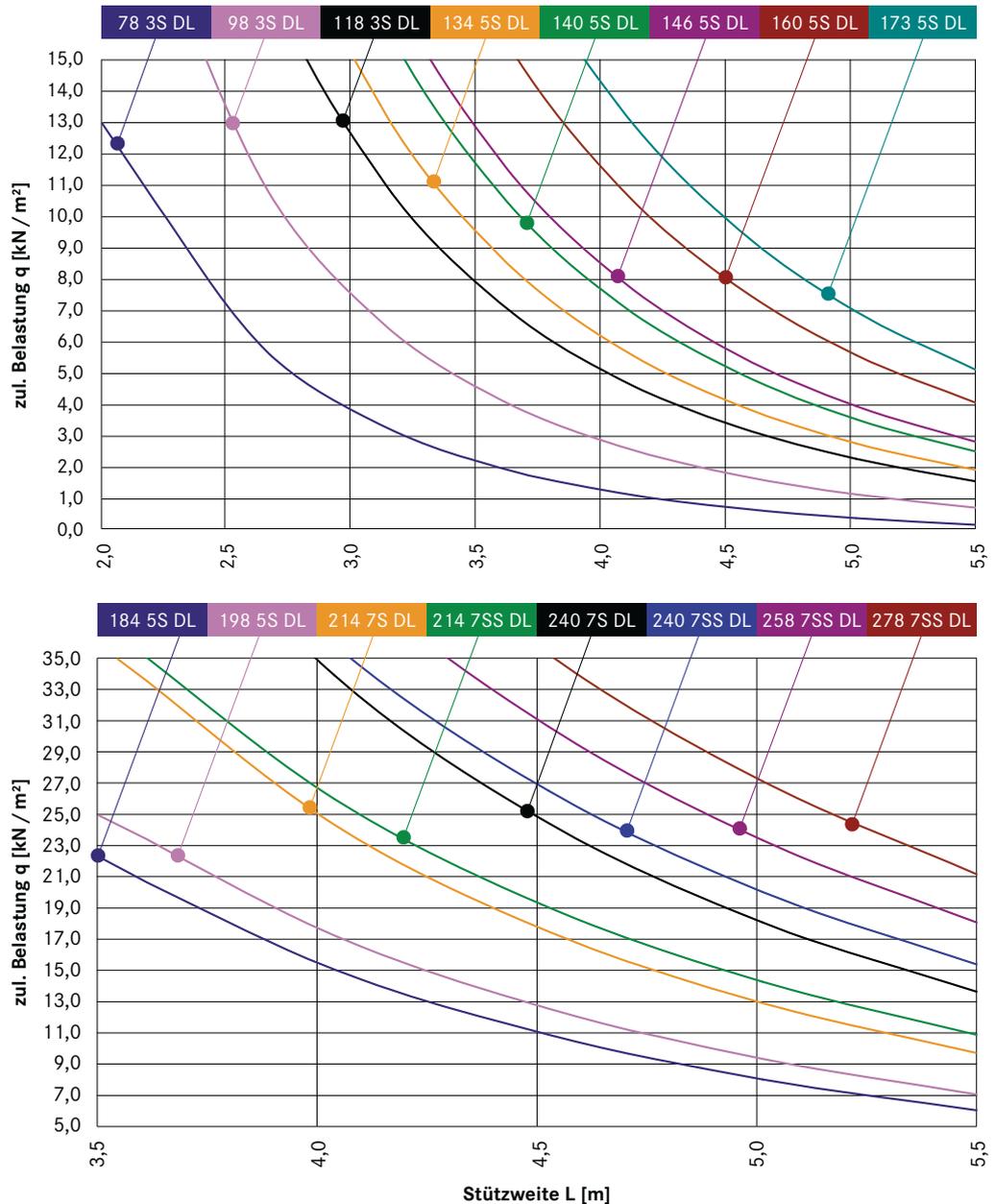


Ermittlung der zulässigen Belastung q für die erforderliche Stützweite

- $q = g_2 + p$ [kN / m²]
- g_1 = Eigengewicht der Platte; im Diagramm berücksichtigt
- g_2 = Deckenaufbau
- p = Nutzlast feldweise ungünstig berücksichtigt
- $p < 2q / 3$

Maximale Verformung: Dreifeldträger unter Gleichlast q; max f = L / 400

Deckenspannrichtung parallel zur Decklage

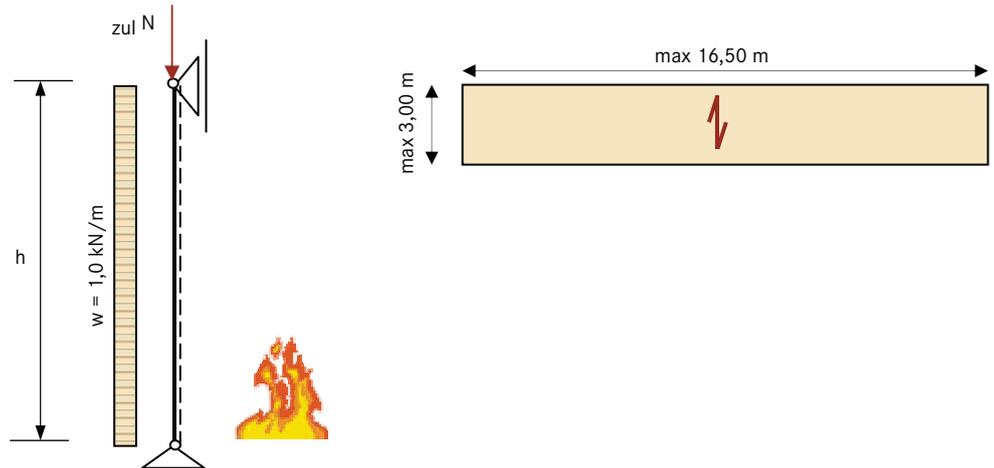


Allgemeines

Die angeführten Tabellen dienen der Vorbemessung und ersetzen keine statische Berechnung.

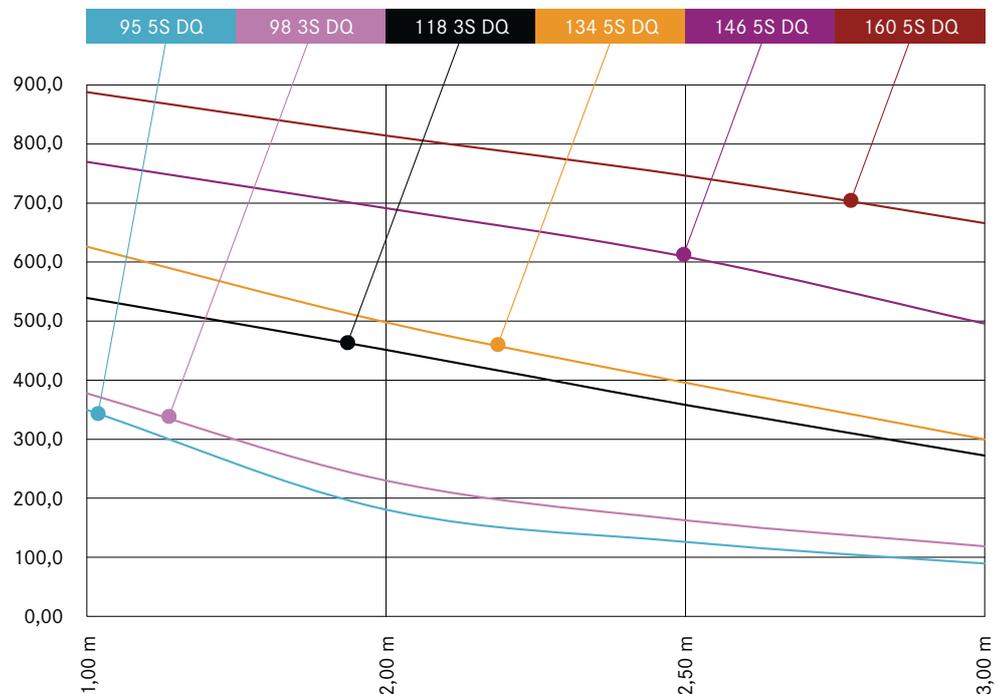
Vertikallast auf Wand Statisches System:

- Ermittlung der zulässigen Vertikallast N bezogen auf 1,0 m Wandbreite.
- Wandpfeiler sind gesondert zu betrachten
- Belastungsannahmen – Windlast: $1,0 \text{ kN/m}^2$
- Brandschutzforderung: F30 / 1-seitig



Decklage in vertikaler Richtung

BSP Wand unter Vertikallast; F30 / 1-seitig





Anfrage

Unseren Partnern bieten wir Qualität, Verlässlichkeit und ein innovatives hochwertiges Produktsortiment. Daher ist es unser Ziel, die Anfragen- und Auftragsabwicklung so eindeutig und effizient wie möglich zu gestalten.

Angebotserstellung

Qualität und Detaillierungsgrad unserer Angebote hängen von den Anfragedetails und der Aussagekraft der Ausschreibungstexte (z.B. Maßangaben, Spannweiten, Lastsysteme, Schneelasten, Bemaßung, etc.) ab.

a) Grundlage Ausschreibungstext

Angebote auf Basis von Anfragen nur mit Gesamtquadratmeterangaben und ohne Detailpläne können zu einer Ungenauigkeit bis zu 10% (Kostenschätzungen) führen. Dimensionierungen sind nur mit entsprechenden Detailinformationen (Lastangaben und Spannweiten) möglich.

b) Grundlage Einreichplan

Der Einreichplan hat eine höhere Aussagekraft als der Ausschreibungstext. Bei entsprechender Bemaßung, Aufbaudaten und Regionsangaben für den Schneelastansatz ist eine kurzfristige, exakte Angebotslegung möglich.

c) Grundlage CAD Projektausarbeitung

Auf Basis einer klaren Elementierung und Dimensionierung ist die Erstellung eines verbindlichen Angebotes sofort durchführbar.

Für die Frachtkostenberechnung sind der genaue Lieferort und die maximalen Elementgrößen entscheidend.

Auftragsbestätigung und Produktionsfreigabe

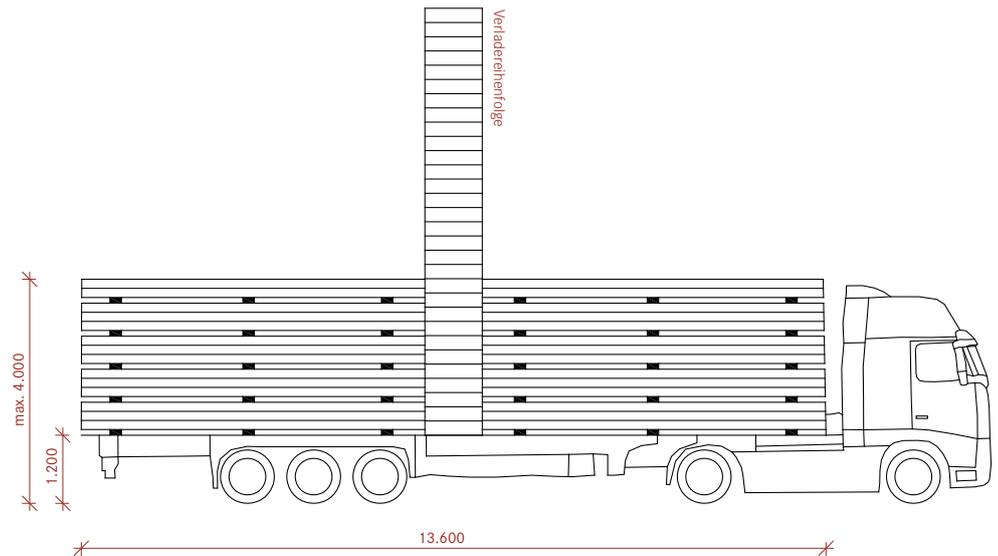
Nach der Auftragserteilung durch den Kunden erfolgt die Erstellung einer Auftragsbestätigung. Diese enthält die fertige Projektausarbeitung inklusive Elementierung und exakter Elementdarstellung in Form von Planunterlagen. Sämtliche Massen, Oberflächenausführungen und Bearbeitungsmaßnahmen sind damit klar definiert.

Diese Daten werden dem Kunden mit der Bitte um Gegenzeichnung übermittelt. Die Gegenzeichnung gilt als Plan- und Produktionsfreigabe durch den Kunden sowie als Beginn der angegebenen Lieferfrist.

Verladepläne

Gleichzeitig mit der Produktionsfreigabe werden in Absprache mit den Kunden detaillierte Verladepläne erstellt. Hier ist ein Konsens zwischen den Kundenwünschen und den praktischen Verlademöglichkeiten zu finden.

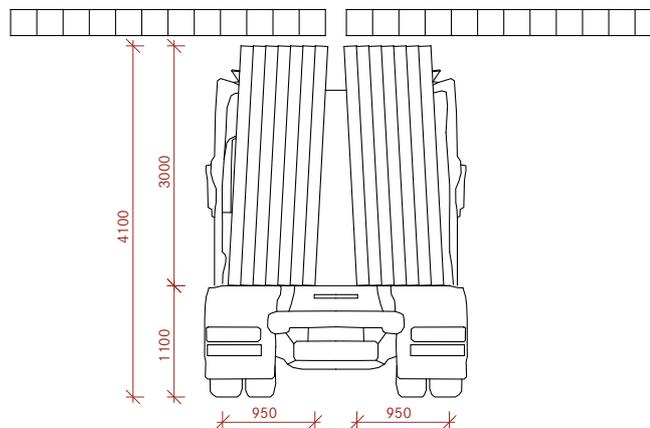
Die rechtlichen Vorschriften betreffend Sicherung des Ladegutes wurden in letzter Zeit massiv verschärft und deren Einhaltung genauestens kontrolliert, wodurch von optimalen Lade-reihenfolgen leider oft abgewichen werden muss.



Lieferadresse: _____ Reststücke mitliefern: Ja / Nein
 Liefertermin: KW: _____ Abladeart: Kran / Stapler
 Tag: _____ Max. Paketgröße: _____ kg
 Uhrzeit: _____ Max. LKW-Ladung: 50 m³ / 24 t
 Kontaktperson: _____ Max. Elementgröße: 3,0 x 16,5 m
 Tel.: _____ Überbreite: ab 2,5 m
 LKW-Nr.: _____

Verladereihenfolge lt. Kundenwunsch. Bei technischer Undurchführbarkeit können Änderungen der Verladereihe seitens der Mayr-Melnhof Kaufmann Gaishorn GmbH vorgenommen werden.

Ohne Angabe der Verladereihenfolge wird der LKW nach eigenem Ermessen beladen. In den Transportkosten sind 2,5 Stunden für die Abladung des LKW's inkludiert.



Lieferadresse: _____ Reststücke mitliefern: Ja / Nein
 Liefertermin: KW: _____ Max. Paketgröße: _____ kg
 Tag: _____ Max. LKW-Ladung: 50 m³ / 24 t
 Uhrzeit: _____ Max. Elementgröße: 3,0 x 16,5 m
 Kontaktperson: _____ Überbreite: ab 2,5 m
 Tel.: _____ LKW-Nr.: _____

Transportablauf

Nach Festlegung der Verladepläne und der Liefertermine erfolgt die Disposition des Transportes. Da die meisten Ladungen Bauteile mit Längen über 13,60 m und / oder Breiten bzw. Höhen über 2,50 m enthalten, sind fast immer Sondertransporte nötig.

Diese bedingen nationale und internationale Straßenbenützungsbewilligungen und sollten daher nur von dafür ausgerüsteten Speditionen durchgeführt werden.

In die angeführten Transportkosten sind 2,5 Stunden für die Entladung des LKW's auf der Baustelle inkludiert. Kommt es beim Abladen zu Verzögerungen, wird jede weitere Stunde Wartezeit des LKW's zusätzlich in Rechnung gestellt.

Die Elemente können liegend und stehend transportiert werden.

Liegender Transport



Bauteillieferungen in liegender Form bieten sich besonders für weniger bearbeitete Platten (z.B. Deckenelemente) oder Rohplatten an. Dies ist auch bei Breiten bis 3,00 m die kostengünstigere Variante, da Plateau-Sattelfahrzeuge ohne zusätzliche Aufbauten einsetzbar sind. Der entsprechende werkseitige Verschmutzungsschutz ist durch Folienverpackung gewährleistet.

Stehender Transport



Stehender Elementtransport wird vor allem für Material mit hohem Verarbeitungsgrad wie Wände mit Fenster- und Türausschnitten, sichtbare Bauteile, usw. angewandt. Die Verwendung von Tiefbettsattelfahrzeugen mit entsprechenden Ladeflächenaufbauten ist allerdings aufwendiger, als der Transport liegender Elemente mit Plateau-Sattelfahrzeugen.

Lagerung



Bei M1 BSP crossplan Elementen sind die Grundsätze der Holzlagerung zu beachten.

Anhängepunkte



M1 BSP crossplan Elemente können werkseitig mit Montagehilfsmitteln versehen werden. Diese dienen der Manipulation der Elemente im Werk und auf der Baustelle. Je nach Bauteilart und Größe kommen Schlaufen oder spezielle Schraubensysteme zum Einsatz. Die Anzahl der eingebrachten Montagehilfsmittel richtet sich nach den sicherheitstechnischen Erfordernissen und den jeweiligen Bauteilabmessungen.

Verrechnung

Grundlage jeglicher M1 BSP crossplan Verrechnung ist die Einheit m^2 und die Oberflächenausführung in Industriequalität.

Als Verrechnungsfläche gilt immer das kleinste umschriebene Rechteck auf der Basis der, dem Fertigmass nächstgelegenen, Rasterbreite. Dieses Bruttomasssystem schliesst auch die Durchrechnung sämtlicher wohnhaustypischen Ausschnitte ein. Generell ist der kostenfreie, rechtwinklige Formatschnitt jedes Elementes in der Grundkalkulation inbegriffen.

Zuschläge

Im Sinne einer, für den Kunden einfachen und überschaubaren Preisgestaltung werden alle Mehrleistungen in einem transparenten Zuschlagssystem dargestellt.

1. Oberflächenausführung:

Aufpreis für einseitige Oberfläche in Standardqualität. Preisbasis je m^2

Aufpreis für beidseitige Oberfläche in Standardqualität. Preisbasis je m^2

2. Elementbearbeitung:

Aufpreis für Bearbeitungen wie Fenster- und Türausschnitte, Schrägschnitte im Giebelbereich, Zuschnitte und Ausklinkungen in wohnhaustypischer Anzahl. Preisbasis je m^2

3. Falzungen und Profilierungen:

Fräsung sämtlicher gängigen Falzsysteme wie Stoßdeckbrettfälzungen und Stufenfälzungen bei allen Elementbreiten. Preisbasis je lfm.

4. Montagehilfsmittel:

Mitlieferung entsprechender Hilfsmittel zur sicheren Manipulation und Montage von Wand- und Deckenelementen. Preisbasis je Stück.

5. Transport:

Darstellung der anfallenden Frachtkosten. Preisbasis je LKW

6. Sonderabbund:

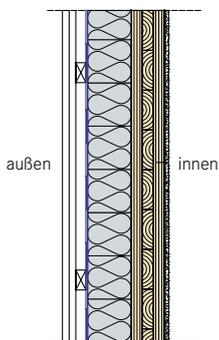
Aufpreis für die Durchführung von Sonderabbundarbeiten (z.B. spezielle Bohrungen, Fräsungen, etc.) mit 5-achsigem Bearbeitungsroboter, Abrechnung nach tatsächlichem Aufwand. Preisbasis Pauschale

7. Sonderoberflächen:

Aufpreis für die Ausführung der Oberflächen mit Sonderholzarten, Massivholzplatten, etc. Preisbasis je m^2

AW 01

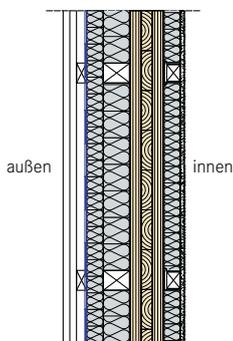
Außenwand / Mit Holzfassade / Nicht hinterlüftet / Ohne Installationsebene



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Holz Lärche	20,0	258	F60 / REI60 Mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 65 mm Stärke	Luftschall R_w 42 dB	U-Wert 0,35 [W / m ² K]
Holz Fichte Lattung (30 / 60)	30,0				
Diffusionsoffene Folie $SD \leq 0,3$ m	-				
Holzfaserdämmplatte	100,0				
M1 BSP crossplan	95,0				
GKF (12,5 mm)	12,5				

AW 02

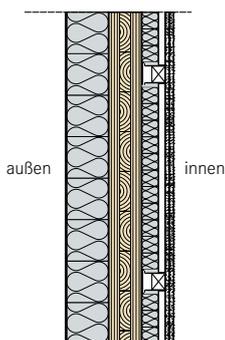
Außenwand / Mit Holzfassade / Nicht hinterlüftet / Mit Installationsebene



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Außenwandverkleidung	20,0	337	F60 / REI60 Mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 65 mm Stärke	Luftschall R_w 51 DB	U-Wert 0,19 [W / m ² K]
Holz Fichte Lattung (30 / 60)	30,0				
Diffusionsoffene Folie $SD \leq 0,3$ M	-				
Holz Fichte Lattung (50 / 60) Steinwolle [0,040; $R \geq 70$]	50,0				
Holzlattung Fichte (80 / 60) Steinwolle [0,040; $R \geq 70$]	80,0				
M1 BSP crossplan	95,0				
Holz Fichte Lattung (40 / 50) Auf Schwingbügel	50,0				
Steinwolle [0,040; $R \geq 28$] $D = 50$	50,0				
GKF (12,5 mm) oder Gipsfaserplatte (10 mm)	12,5				

AW 03

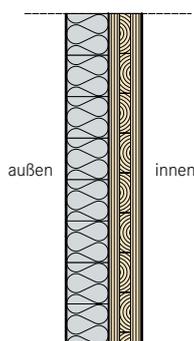
Außenwand / Mit Putzfassade / Nicht hinterlüftet / Mit Installationsebene



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Putz	4,0	314	F90 / REI90 Mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 85 mm Stärke	Luftschall R_w 53 DB	U-Wert 0,20 [W / m ² K]
Steinwolle MW-PT					
Putzträgerplatte	120,0				
M1 BSP crossplan	95,0				
Holz Fichte Lattung (40 / 50) Auf Schwingbügel Glaswolle [0,040; $R = 16$] $D = 50$ mm	70,0				
GKF (2 x 12,5 mm) oder Gipsfaserplatte (2 x 10 mm)	25,0				

AW 04

Außenwand / Mit Putzfassade / Nicht hinterlüftet / Ohne Installationsebene



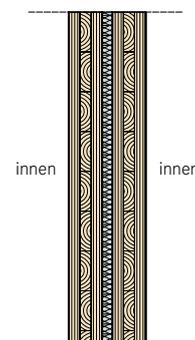
Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Putz	4,0	219	F30 / REI30 Mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 75 mm Stärke	Luftschall R_w 38 DB	U-Wert 0,26 [W / m ² K]
Steinwolle MW-PT					
Putzträgerplatte	120,0				
M1 BSP crossplan	95,0				

Quelle: www.dataholz.com, Katalog «Bauphysikalisch geprüfter Bauteile für den Holzbau»

Wohnungstrennwand / Ohne Installationsebene

Systemaufbau von links nach rechts	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
M1 BSP crossplan	95,0	220	F90 / REI90 Einzelwand F30; REI30 Mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 80 mm Stärke	Luftschall R_w 48 dB	U-Wert 0,39 [W / m ² K]
Trittschalldämmplatte MW-T	30,0				
M1 BSP crossplan	95,0				

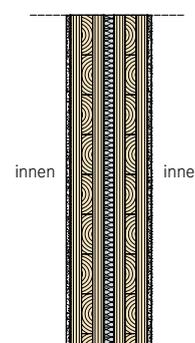
WTW 01



Wohnungstrennwand / Ohne Installationsebene

Systemaufbau von links nach rechts	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
GKF 12,5 mm	12,5	245	F90 / REI90 Mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt	Luftschall R_w 56 dB	U-Wert 0,38 [W / m ² K]
M1 BSP crossplan	95,0				
Trittschalldämmplatte MW-T	30,0				
M1 BSP crossplan	95,0			48 dB	0,39 [W / m ² K]
GKF 12,5 mm	12,5	220			
Aufbau ohne GKF Platten					

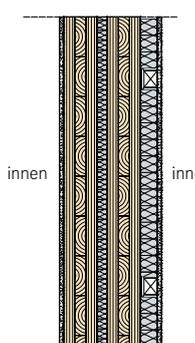
WTW 02



Wohnungstrennwand / Mit Installationsebene

Systemaufbau von links nach rechts	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
GKF 12,5 mm	12,5	295	F90 / REI90 Mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt	Luftschall R_w 62 DB	U-Wert 0,27 [W / m ² K]
M1 BSP crossplan	95,0				
Trittschalldämmplatte MW-T	30,0				
M1 BSP crossplan	95,0				
Holz Fichte Lattung (40 / 50) Auf Schwingbügel Glaswolle [0,040; R = 16] D = 50 mm	50,0				
GKF 12,5 mm	12,5				

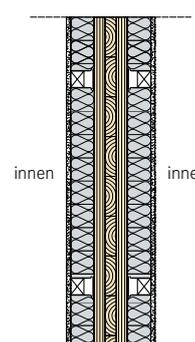
WTW 03



Wohnungstrennwand / Mit Installationsebene

Systemaufbau von links nach rechts	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
GKF 12,5 mm	12,5	260	F60 / REI60 Mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 75 mm Stärke	Luftschall R_w 58 DB	U-Wert 0,25 [W / m ² K]
Steinwolle [0,041; R = 27] D = 60 mm Holz Fichte Lattung (40/50) Auf Schwingbügel	70,0				
M1 BSP crossplan	95,0				
Holz Fichte Lattung (40/50) Auf Schwingbügel Steinwolle [0,041; R = 27] D = 60 mm	70,0				
GKF 12,5 mm	12,5				

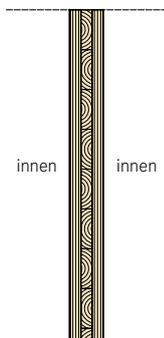
WTW 04



Quelle: www.dataholz.com, Katalog «Bauphysikalisch geprüfter Bauteile für den Holzbau»

IW 01

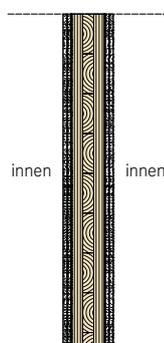
Innenwand / Ohne Installationsebene



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
M1 BSP crossplan	95,0	95	F30 / REI30 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 75 mm	Luftschall R _w 33 dB	U-Wert 1,1 [W / m ² K]

IW 02

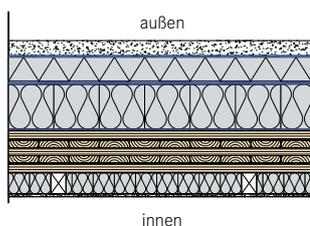
Innenwand / Ohne Installationsebene



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
GFK 2 x 12,5 mm	25,0	145	F90 / REI90 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt	Luftschall R _w 38 dB	U-Wert 0,87 [W / m ² K]
M1 BSP crossplan	95,0				
GFK 2 x 12,5 mm	25,0				

FD 01

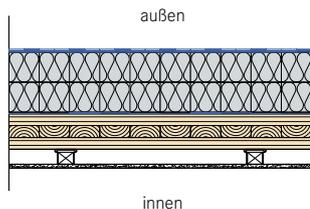
Flachdach / Abgehängt / Ohne Hinterlüftung



Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Schüttung Kies	50,0	512	F60 / REI60 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt	Luftschall R _w 47 dB	U-Wert 0,12 [W / m ² K]
Trennvlies [SD ≤ 0,2M]					
Extrudiertes Polystyrol	80,0				
Bitumenpappe	9,0				
Steinwolle [0,040; R = 16]	150,0				
Dampfbremse SD ≥ I500M					
M1 BSP crossplan Decke bzw. lt. statischer Erfordernis	140				
Holz Fichte Lattung abgehängt	70,0	70,0	Glaswolle [0,040; R = 16] D = 50 mm		
GKF Platte	12,5				

FD 02

Flachdach / Abgehängt / Ohne Hinterlüftung



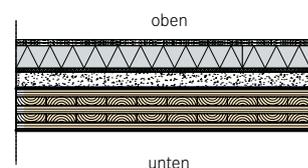
Systemaufbau von außen nach innen	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Dachbahn		381	F30 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt	Luftschall R _w 47 dB	U-Wert 0,15 [W / m ² K]
Faserdämmplatte 2 x 100 mm	200,0				
Dampfsperre bituminös (= Notdach)	0,2				
M1 BSP crossplan Decke 118 mm bzw. lt. statischer Erfordernis	118				
Schwingbügel / Luftraum	50,0				
Gipsfaserplatte	12,5				

Quelle: www.dataholz.com, Katalog «Bauphysikalisch geprüfter Bauteile für den Holzbau»

Geschosdecke / Trocken / Nicht abgehängt

Systemaufbau von oben nach unten	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Gipsfaserplatte	10,0	298	F90 / REI90 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 80 mm Stärke	Luftschall R_w 65 dB Trittschall L'nTw 50 dB	U-Wert 0,38 [W / m ² K]
Heraklith-Floor (Gipsfaserplatte)	10,0				
Heraklith-Floor (Holzwolleleichtbauplatte)	75,0				
Heralan TPS 15 / 13 Trittschalldämmung	13,0				
Schüttung (Splitt)	50,0				
Rieselschutzfolie	-				
M1 BSP crossplan (bzw. lt. statischer Erfordernis)	140,0				

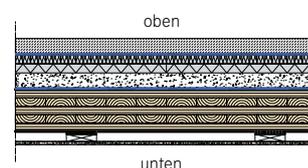
GD 01



Geschosdecke / Nass / Abgehängt

Systemaufbau von oben nach unten	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Zementestrich / Anhydithestrich	50,0	337	F60 / REI60 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 119 mm Stärke	Luftschall R_w 60 dB Trittschall L'nTw 48 dB	U-Wert 0,32 [W / m ² K]
Trennlage Kunststoffbahn	-				
Trittschalldämmung MW-T	30,0				
Polystyrol EPS-W (0,041)	30,0				
Schüttung (Splitt)	50,0				
Rieselschutzfolie	-				
M1 BSP crossplan (bzw. lt. statischer Erfordernis)	140,0				
Holzlattung auf Dämmstreifen	24,0				
GKF-Platte	12,5				

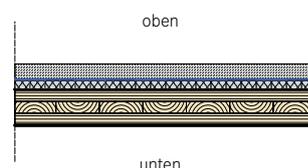
GD 02



Geschosdecke / Nass / Nicht Abgehängt

Systemaufbau von oben nach unten	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
Zementestrich / Anhydithestrich	50,0	198	F30 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt mit 94 mm Stärke	Luftschall R_w 48 dB Trittschall L'nTw 67 dB	U-Wert 0,53 [W / m ² K]
Trennlage Kunststoffbahn	-				
Trittschalldämmung MW-T 35 / 30	30,0				
M1 BSP crossplan (bzw. lt. statischer Erfordernis)	118,0				

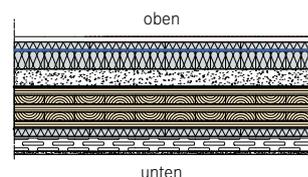
GD 03



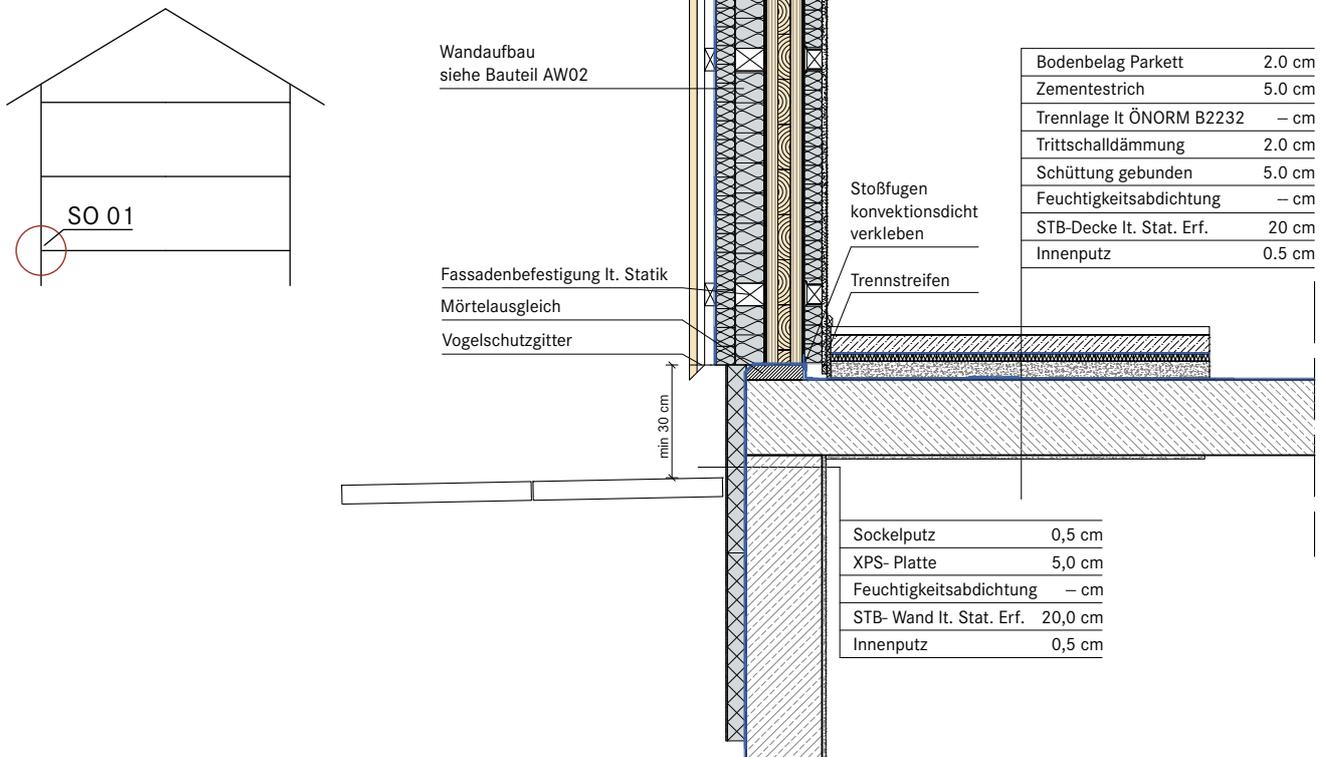
Geschosdecke / Trocken / Abgehängt

Systemaufbau von oben nach unten	Dicke mm	Bauteilstärke mm	Brandschutz	Schallschutz	Wärmeschutz
OSB-Nut-Feder Platte	18,0	411	F60 mit statischem Nachweis am Restholzquerschnitt	Luftschall R_w 58 dB Trittschall L'nTw 48 dB	U-Wert 0,27 [W / m ² K]
Heraklith BM	25,0				
Trennlage					
Heralan-DF	60,0				
Splittschüttung	60,0				
M1 BSP crossplan Decke 160 mm bzw. lt. statischer Erfordernis	160,0				
Heraklith BM	25,0				
Federschiene	50,0				
GKF 12,5 mm	12,5				

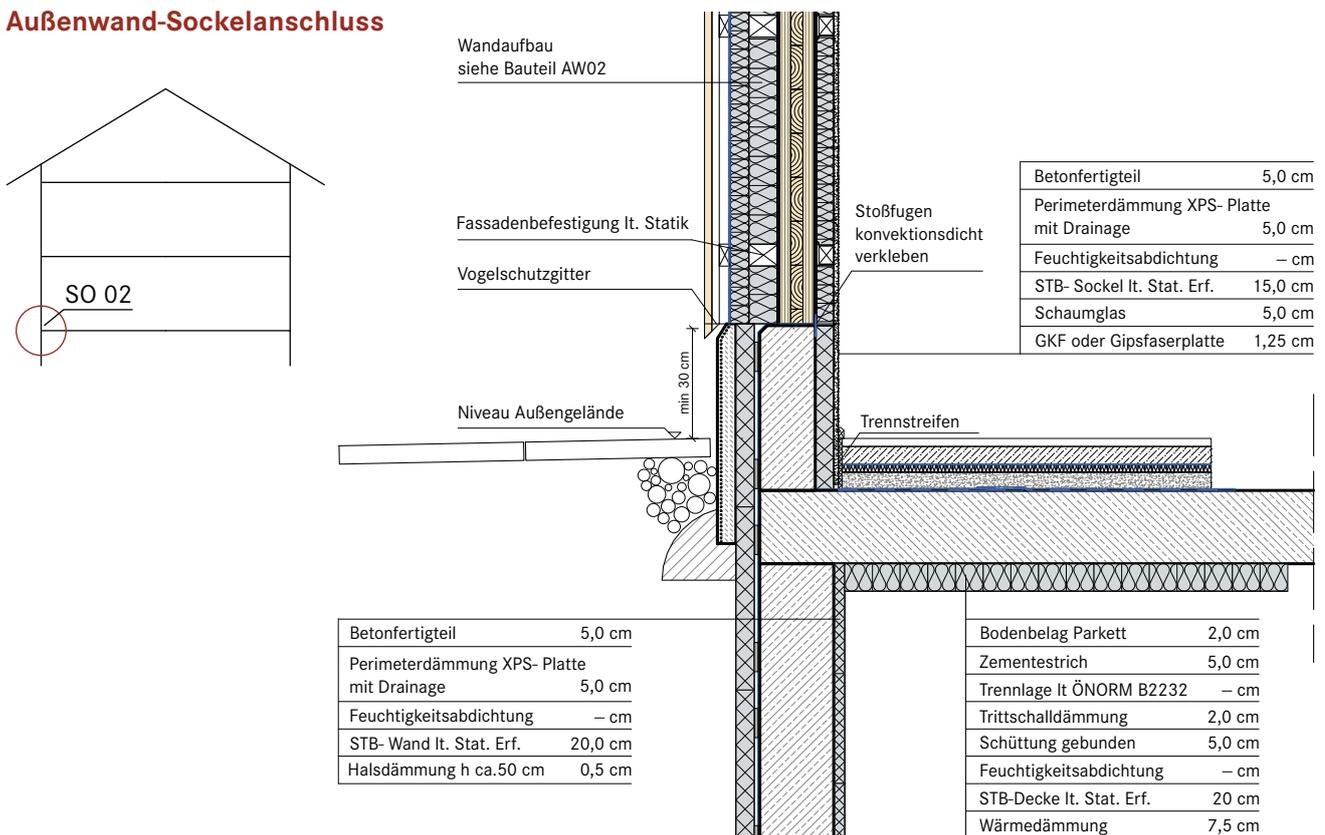
GD 04



Bauteilanschlüsse: Außenwand-Sockelanschluss

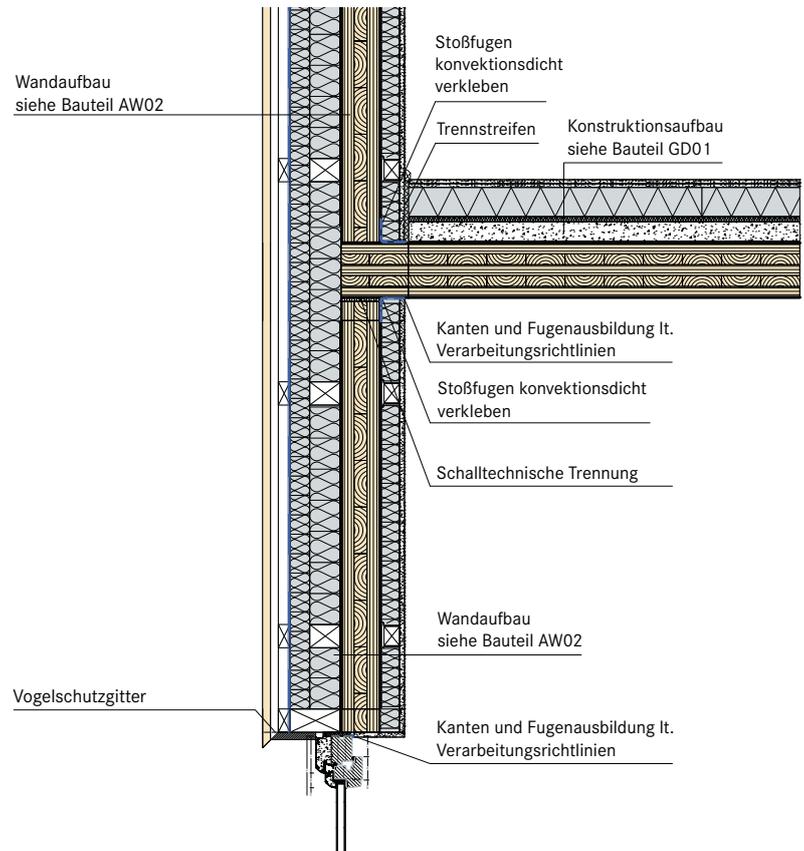
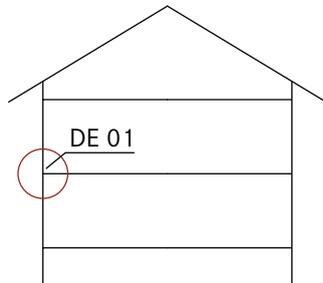


Bauteilanschlüsse: Außenwand-Sockelanschluss



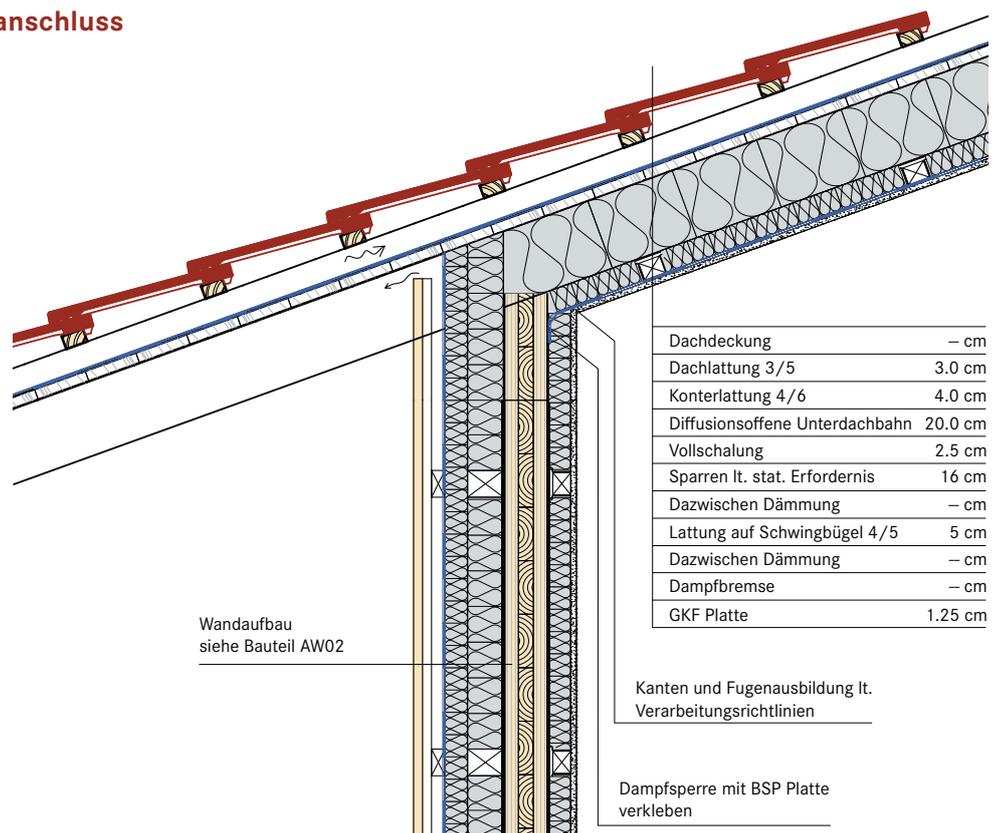
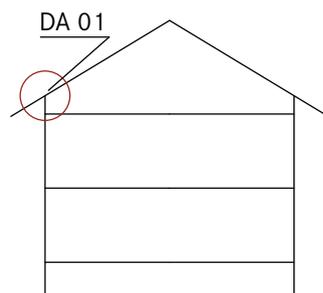
Bauteilanschlüsse

Außenwand-Trenndeckenanschluss



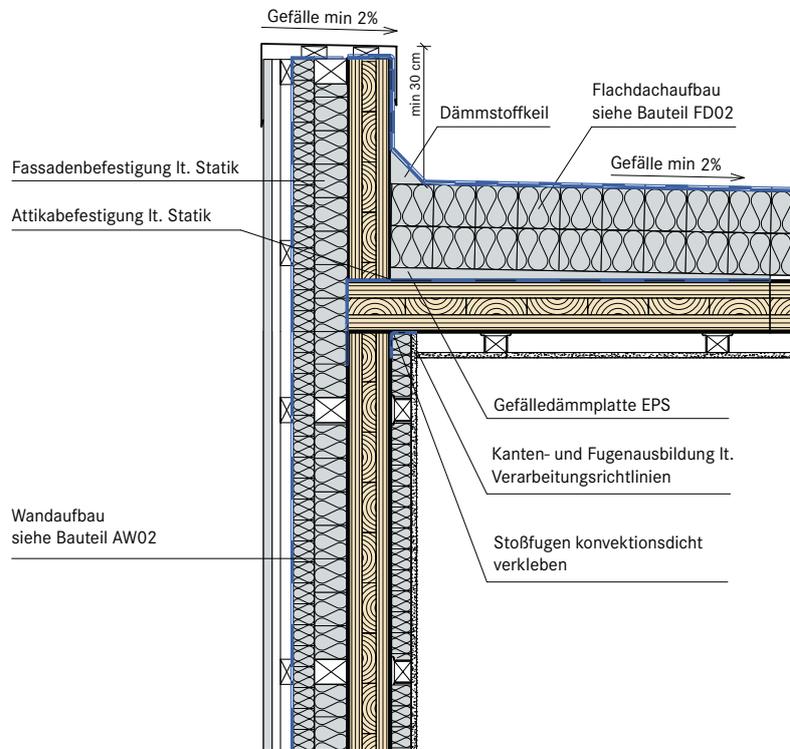
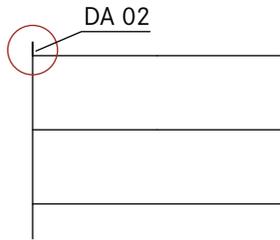
Bauteilanschlüsse

Außenwand-Schrägdachanschluss

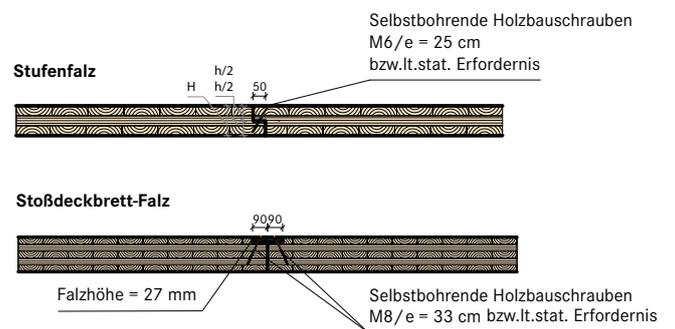
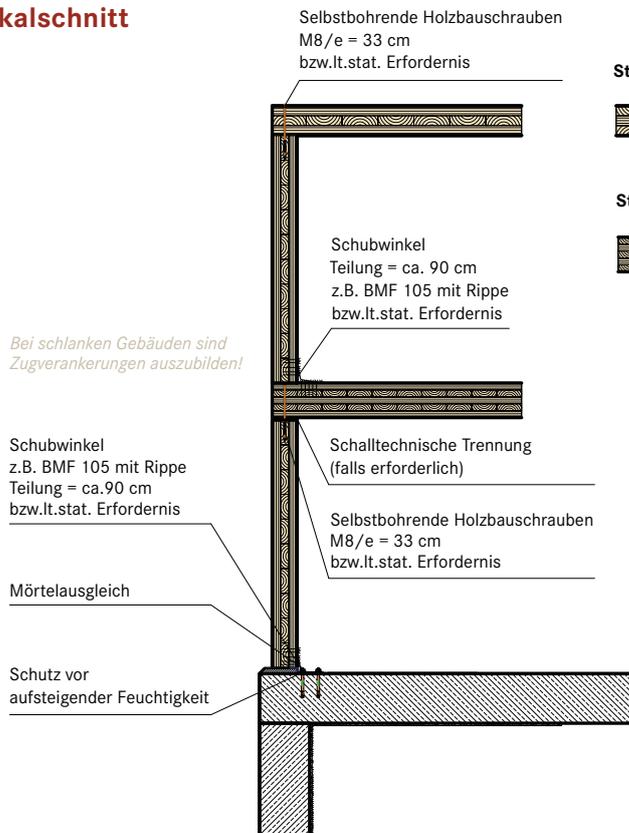


Bauteilanschlüsse

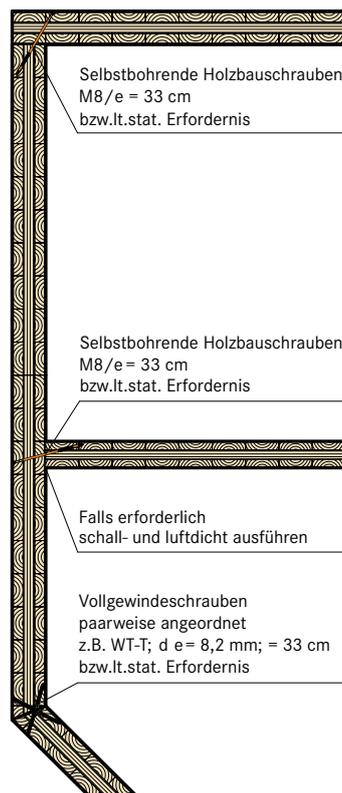
Außenwand-Flachdachanschluss



Verbindungstechnik Vertikalschnitt



Verbindungstechnik Horizontalschnitt



Außenecke rechteckig

Anschluss Trennwand

*Außenecke mit
Gehrungsschnitt*

Ausschreibungs- Mustertext

Der angeführte Ausschreibungstext für eine Rohbaukonstruktion mit Brettsperrholz ist als Vorlage gedacht, welche auf das jeweilige Bauvorhaben und die spezifischen Gegebenheiten adaptiert werden kann. Abbundarbeiten und Bauteilverbindungen sind möglichst genau zu definieren, bei Bedarf mit Skizzen und Zeichnungen.

Der Mustertext kann auf Anfrage gerne im MS-Word Format übermittelt werden.

Brettsperrholz (BSP) – allgemeine Material- beschreibung

Mehrschichtig verlebte, großformatige Plattenelemente aus Fichte für den konstruktiven Einsatz als Wand-, Decken- oder Dachelemente. Die gehobelten Brettlagen sind jeweils um 90° gegeneinander verdreht angeordnet und unter hohem Pressdruck (mind. 1,2 N/mm²) flächig miteinander verleimt.

Die dimensionsstabilen Elemente sind im Querschnitt symmetrisch zur Mittelebene aufgebaut.

Es dürfen nur für tragende Holzbauteile im Innen- und Außenbereich (Nutzungsklasse 1 und 2) zugelassene Klebstoffe verwendet werden. Die Holzfeuchtigkeit der verwendeten Brett-lamellen beträgt 12% (+/- 2%). Oberflächenqualität – wenn in den Positionen nicht anders vermerkt – ist Industriequalität.

Hersteller

Mayr-Melnhof Kaufmann Gaishorn GmbH
8783 Gaishorn am See 182 / Österreich
T +43 36 17 2151-0
gaishorn@mm-kaufmann.com
www.mm-kaufmann.com

Brettsperrholz (BSP) – Zulassungen und Zertifizierungen

Brettsperrholz bedarf eines Nachweises der Verwendbarkeit durch europäische technische Zulassungen (Brettsperrholz – Massive plattenförmige Holzbaulemente für tragende Bauteile in Bauwerken, z.B. ETA-09 / 0036) oder Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassungen (z.B. Z-9.1-638 für MM-BSP), in denen der Plattenaufbau und Schichtdicken sowie Festigkeits- u. Steifigkeitskennwerte festgelegt sind.

Die Herstellung von qualitativ hochwertigem Brettsperrholz ist durch werkseigene Produktionskontrolle und zusätzliche Fremdüberwachungen durch akkreditierte Prüfstellen sicherzustellen. Hinsichtlich Nachhaltigkeit und Baubiologie ist PEFC-zertifiziertes Rohmaterial zu verwenden und die baubiologische Unbedenklichkeit des Produkts nachzuweisen (z.B. IBR Gütesiegel vom Institut für Baubiologie Rosenheim).

Kalkulation

Die Herstellung von Tür- u. Fensteröffnungen sind einzurechnen, die Abrechnung erfolgt nach dem Flächen-Ausmaß. Sämtliche Kleiseiteile, Stahlteile und Verbindungsteile wie Stoßbretter sowie Dichtmaterialien und Toleranzausgleichsbehelfe sind in die Einheitspreise einzurechnen.

Die Elemente sind bei Transport und Montage vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Positionstexte

Pos. xx Brettsperrholz-Wände

Herstellen, liefern und montieren von Brettsperrholzelementen als Wandplatten, Wandhöhe = max. 3,0 m, Elementlänge = max. 16,50 m; Stufenfalzausbildung; Decklagen in vertikaler Richtung (= Elementquerrichtung);

Aussenwandemente: **M1 BSP crossplan 98 mm 3-s DQ**
 Elementstärke: 98 mm, 3-schichtig, Decklagen in Elementquerrichtung (DQ)
 Elementbreite: _____ m (max. 3,0 m)
 Elementlänge: _____ m (max. 16,5 m)
 Oberfläche: Industriequalität

Angebotenes Produkt: _____

_____ m² á _____ EUR / m² Gesamt _____ EUR

Innenwandelemente: **M1 BSP crossplan 78 mm 3-s DQ**
 Elementstärke: 78 mm, 3-schichtig, Decklagen in Elementquerrichtung (DQ)
 Elementbreite: _____ m (max. 3,0 m)
 Elementlänge: _____ m (max. 16,5 m)
 Oberfläche: Industriequalität

Angebotenes Produkt: _____

_____ m² á _____ EUR / m² Gesamt _____ EUR

Pos. xx Brettsperrholz-Decken

Herstellen, liefern und montieren von Brettsperrholzelementen als Deckenplatten, Ausbildung als n-Feldträger, Elementlänge = max. 16,50 m; Stoßdeckbrettfälzung und Verschraubung mit den Trägern bzw. Außenwänden.

Deckenelemente: **M1 BSP crossplan 134 mm 5-s DL (oder gleichwertig)**
 Elementstärke: 134 mm, 5-schichtig, Decklagen in Elementlängsrichtung (DL)
 Elementbreite: _____ (max. 3,0 m Elementbreite)
 Elementlänge: _____ m (max. 16,5 m)
 Oberfläche: Industriequalität

Angebotenes Produkt: _____

_____ m² á _____ EUR / m² Gesamt _____ EUR