

Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine

Amtliche Materialprüfungsanstalt

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Prüfbericht Nr. 146138

Auftraggeber: Sägewerk Junker GmbH
Ludwig-Junker-Platz 1
77787 Nordrach

Gegenstand: Wandscheibenversuche an Tafелеlementen mit
Beplankungen aus diagonal verlegten GFM-Platten

Datum des Berichts: 15.04.2015

Textseiten: 5

Anlagen: 10

KIT-Campus Süd | Versuchsanstalt · Holzbau | 76049 Karlsruhe

Sägewerk Junker GmbH
Ludwig-Junker-Platz 1
77787 Nordrach

Reinhard- Baumeister-Platz 1
76131 Karlsruhe

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Dietrich Töws

Telefon: +49 721 608- 48127
Sekretariat - 42710

Fax: +49 721 608- 44081

E-Mail: toews@kit.edu

Web: <http://holz.vaka.kit.edu/>

Datum: 15.04.2015

Prüfbericht Nr. 146138

Wandscheibenversuche an Tafелеlementen mit Beplankungen aus diagonal verlegten GFM-Platten

1 Vorbemerkung

Die Firma Sägewerk Junker GmbH beauftragte die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine (VA SHS), Abteilung Holzbau und Baukonstruktionen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) mit der Durchführung von Wandscheibenversuchen zur Ermittlung des Trag- und Verformungsverhalten von Tafелеlementen mit Beplankungen aus diagonal verlegten GFM-Platten bzw. Massivholzplatten.

Die Massivholzplatte besteht aus einzelnen Fichtenbrettern. Innerhalb der Platte sind die Bretter an der Schmalseite über eine schwalbenschwanzförmige Nut- und Feder-Verbindung miteinander verbunden. An den Plattenrändern sind die Bretter über ein sogenanntes Einhängesystem miteinander verbunden.

Gegenstand des Auftrages sind Wandscheibenversuche an Tafелеlementen mit einseitiger und beidseitiger Beplankung. Bei den einseitig beplankten Elementen wird unterschieden, ob die Bretter der Beplankung vorwiegend auf Druck oder vorwiegend auf Zug belastet werden. Weiterhin werden bei den einseitig beplankten Elementen Prüfkörper in unterschiedlichen Nutzungsklassen (NKL 1 und NKL 2) geprüft.

Die Versuche wurden auf Grundlage des Angebotes vom 28.10.2014 sowie des Versuchsprogramms vom 15.12.2014 durchgeführt.

2 Versuchsprogramm

Das Versuchsprogramm umfasst fünf Versuche. Im Folgenden werden die Versuchsbezeichnungen definiert und die Prüfkörpermerkmale erläutert:

- DZ1 Beidseitig beplankte Tafel; die Platten der jeweiligen Beplankung werden in entgegengesetzter Richtung zueinander verlegt; Lagerung des Prüfkörpers bei 22°C und 54 % Luftfeuchte (NKL 1)
- Z1 Einseitig beplankte Tafel mit vorwiegend auf Zug belasteten Brettern der Beplankung; Lagerung des Prüfkörpers bei 22°C und 54 % Luftfeuchte (NKL 1)
- Z2 Einseitig beplankte Tafel mit vorwiegend auf Zug belasteten Brettern der Beplankung; Lagerung des Prüfkörpers bei 20°C und 85 % Luftfeuchte (NKL 2)
- D1 Einseitig beplankte Tafel mit vorwiegend auf Druck belasteten Brettern der Beplankung; Lagerung des Prüfkörpers bei 22°C und 54 % Luftfeuchte (NKL 1)
- D2 Einseitig beplankte Tafel mit vorwiegend auf Druck belasteten Brettern der Beplankung; Lagerung des Prüfkörpers bei 20°C und 85 % Luftfeuchte (NKL 2)

3 Versuchsmaterial

Die vollständig montierten Tafелеlemente, die Zuganker und zusätzliche Verbindungsmittel wurden am 29. Januar 2015 bei der VA SHS angeliefert. **Bild 1** (Anlage 1) zeigt die Konstruktionszeichnung eines Tafелеlements. In **Bild 2** (Anlage 2) sind die Anschlussdetails, unter Angabe der Verbindungsmittelabstände, für die Verbindungen von Rahmenkonstruktion und Beplankung dargestellt. **Bild 3** (Anlage 3) zeigt die Konstruktionszeichnung der verwendeten Zuganker. In **Bild 4** (Anlage 4) ist eine Übersicht der verwendeten Verbindungsmittel zu finden.

Alle Prüfkörper haben eine Tafelhöhe von 2,59 m und eine Breite von 1,25 m, die Stiele haben untereinander einen Abstand von 62,5 cm, die Beplankungsdicke beträgt 30 mm. Die Rahmenkonstruktion besteht aus Nadelholz der Festigkeitsklasse C24. Die GFM-Platten sind auf der Rahmenkonstruktion geneigt mit einem Winkel von 58° zur Horizontalen angeordnet. Nach Angaben des Auftraggebers beträgt die Holzfeuchte der GFM-Platten zum Zeitpunkt der Herstellung der Tafелеlemente ca. 18 %. Die Verbindung von Beplankung und Rahmenkonstruktion wird mit Rillennägeln (3,1 mm x 90 mm) hergestellt. Zur Lagesicherung werden die Randstützen mit der Schwelle und dem Rähm mithilfe von Holzschrauben Würth ASSY plus VG 8,0 x 200 mm verbunden. Entgegen der Konstruktionszeichnung sind auch die mittleren Stützen mit Schwelle und Rähm verbunden. Hierzu werden je Anschluss zwei schräg eingebrachte Holzschrauben HECO-TOPIX 5,0 x 90/55 mm verwendet. **Tabelle 1** (Anlage 5) enthält die Einzel-

werte für Rohdichte und Holzfeuchte. Die Mittelwerte für Rohdichte und Holzfeuchte der Beplankung und der Rahmenkonstruktion sind zusätzlich in der Ergebnistabelle mit angegeben. Die Rohdichte wird am gesamten Holzbauteil (Kantholz bzw. Brett) ermittelt. Die Holzfeuchte wird Anlehnung an DIN EN 13183-1 an Proben der Holzbauteile bestimmt.

4 Versuchsdurchführung

Die Durchführung der Versuche erfolgt im Wandprüfstand der VA SHS. Die horizontale Belastung wird über einen Lastverteiler (Eigengewicht ca. 4 kN), der mit geneigt angeordneten Schrauben am Rähm anschließt, in den Prüfkörper eingeleitet. Die Versuche werden ohne eine zusätzliche Auflast durchgeführt. Die Schwelle des Tafелеlements ist unten horizontal gehalten und mit Zugankern (**Bild 3**) gegen Abheben gesichert.

Die Versuchsdurchführung erfolgt in Anlehnung an DIN EN 594 (2011). Dabei sollen 90 % der Traglast innerhalb von $300 \text{ s} \pm 120 \text{ s}$ erreicht werden. Die Einleitung der Last erfolgt mit einer konstanten Belastungsgeschwindigkeit von 10 mm/min. **Bild 5** (Anlage 4) zeigt exemplarisch für Versuch Z1 bzw. Z2 den Versuchsstand mit der Anordnung der Messmittel und ein im Wandprüfstand eingebautes Tafелеlement vor Versuchsdurchführung.

5 Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der Versuche sind **Bild 6** bis **Bild 9** (Anlagen 7 und 8) sowie **Tabelle 2** (Anlage 6) zu entnehmen. Die Auswertung erfolgt in Anlehnung an DIN EN 594 (2011). Die angegebenen Horizontalverschiebungen am Wandkopf beziehen sich auf die Mitte der Oberseite der jeweiligen Versuchswand. Durch das Messen mehrerer Verformungen während der Wandscheibenprüfung können die Horizontalverschiebungen der Wand, unter Berücksichtigung der Verschiebungen zwischen Wand und Lasteinleiter (**Bild 5** Messstelle 1) und zwischen Wand und Fundamenten (**Bild 5** Messstelle 2), bestimmt werden. Das Abheben der Wand am Zugankeranschluss (**Bild 5** Messstelle 3) und die Schwellenpressung unterhalb der auf Druck belasteten Randstütze (**Bild 5** Messstelle 4) sind in den Horizontalverschiebungen am Wandkopf enthalten, werden aber in **Bild 8** und **Bild 9** gesondert aufgeführt.

Die bei den Versuchen gemessenen Lasten sind mit Verschiebungen verbunden, welche in realen Gebäuden den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit überschreiten. Daher werden ergänzend für jede Wand die Horizontalkräfte beim Erreichen einer Verschiebung am Wandkopf von 25 mm (ca. Wandhöhe/100) und beim Erreichen einer Verschiebung am Wandkopf von 5 mm (ca. Wandhöhe/500) ausgelesen.

Die Wandscheibensteifigkeit R berechnet sich in Anlehnung an DIN EN 594 (2011) zu:

$$R = \frac{F_4 - F_2}{v_4 - v_2}$$

Die Berechnung basiert auf der jeweiligen Höchstlast F_{\max} . Die Verschiebungen v_2 und v_4 an denen die Werte zur Ermittlung der Wandscheibensteifigkeit ausgelesen werden, können ebenfalls **Tabelle 2** entnommen werden.

Vor Versuchsbeginn konnten an den Prüfkörpern DZ1, Z1 und D1 zwischen der Brettern der Beplankung Trocknungsfugen beobachtet werden. Die größten Fugenbreiten traten dabei an den Plattenrändern auf, siehe **Bild 10** (Anlage 9). Die Fugenbreiten betrugen bei den drei Prüfkörpern 2 mm bis 6 mm.

Bei den Versuchen Z1 und Z2 ist bis zum Erreichen der vorgegebenen maximalen Kopfverschiebung von 100 mm eine kontinuierliche Lastzunahme zu beobachten. Die Schwelle versagt infolge von Querdruck unter der auf Druck belasteten Randstütze. Zwischen der Beplankung und dem Rahmen sind Relativverschiebungen festzustellen, siehe **Bild 11** (Anlage 9).

Die Tafелеlemente D1 und D2 versagen vor Erreichen der vorgegebenen Maximalverschiebung. Zu den Versagensmerkmalen gehört ein Abheben des Rähms auf der Zugseite der Prüfkörper, was zur Bildung eines Spaltes zwischen zwei Brettern der Beplankung führt, siehe **Bild 12** (Anlage 10).

Beim Versuch DZ1 wird die Höchstlast unmittelbar vor dem Erreichen der vorgegebenen maximalen Kopfverschiebung von 100 mm erreicht. Alle für die Versuche Z1, Z2, D1 und D2 beschriebenen Versagensformen treten hier kombiniert auf. **Bild 13** (Anlage 10) zeigt links Querdruckverformungen der Schwelle unter der auf Druck belasteten Randstütze und rechts das Abheben der Schwelle und der Randstütze am Zugankerschluss. Beide Versuchsbeobachtungen sind auch auf alle anderen Versuche übertragbar.

6 Zusammenfassung

Gemäß den Vereinbarungen mit Sägewerk Junker GmbH führte die Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine des Karlsruher Instituts für Technologie insgesamt 5 Versuche an Tafелеlementen mit Beplankungen aus diagonal verlegten Massivholzplatten durch.

Die Versuchsanordnung ist exemplarisch für die Versuche Z1 und Z2 in **Bild 5** (Anlage 4) angegeben. Die Ergebnisse der Versuche sind **Bild 6** bis **Bild 9** (Anlagen 7 und 8) sowie **Tabelle 2** (Anlage 6) zu entnehmen.

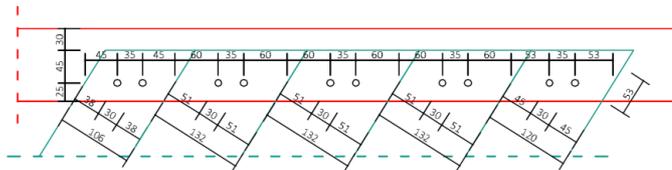
Der Sachbearbeiter:

Der Leiter:

Dipl.-Ing. D. Töws

Dr.-Ing. R. Görlacher

Anschlussdetail Rähm/Beplankung bzw. Schwelle /Beplankung



VM-Abstände nach EC 5 Tab. 8.2

$d = 3,1 \text{ mm}$

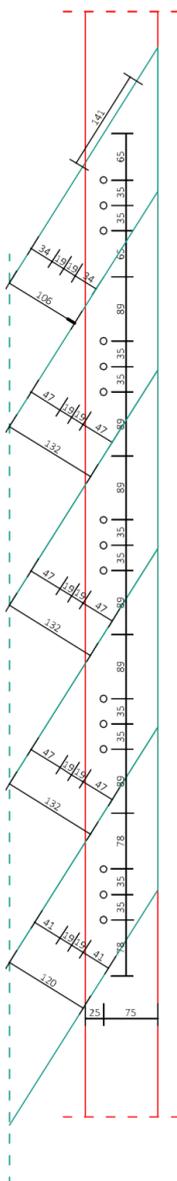
$a_1 = 10 \cdot d = 31 \text{ mm} < 35 \text{ mm} = a_{1,\text{vorhanden}} \checkmark$

$a_2 = 5 \cdot d \approx 16 \text{ mm} < 30 \text{ mm} = a_{2,\text{vorhanden}} \checkmark$

$a_{3,t} = 15 \cdot d \approx 47 \text{ mm} < 53 \text{ mm} = a_{3,t,\text{vorhanden}} \checkmark$

$a_{4,t} = 7 \cdot d \approx 22 \text{ mm} < 25 \text{ mm} = a_{4,t,\text{vorhanden}} \checkmark$

Anschlussdetail Randstütze/Beplankung



VM-Abstände nach EC 5 Tab. 8.2

$d = 3,1 \text{ mm}$

$a_1 = 10 \cdot d = 31 \text{ mm} < 35 \text{ mm} = a_{1,\text{vorhanden}} \checkmark$

$a_2 = 5 \cdot d \approx 16 \text{ mm} < 19 \text{ mm} = a_{2,\text{vorhanden}} \checkmark$

$a_{3,t} = 15 \cdot d \approx 47 \text{ mm} < 141 \text{ mm} = a_{3,t,\text{vorhanden}} \checkmark$

$a_{4,t} = 7 \cdot d \approx 22 \text{ mm} < 25 \text{ mm} = a_{4,t,\text{vorhanden}} \checkmark$

Bild 2 Anschlussdetails der Tafелеlemente (Maße in mm)

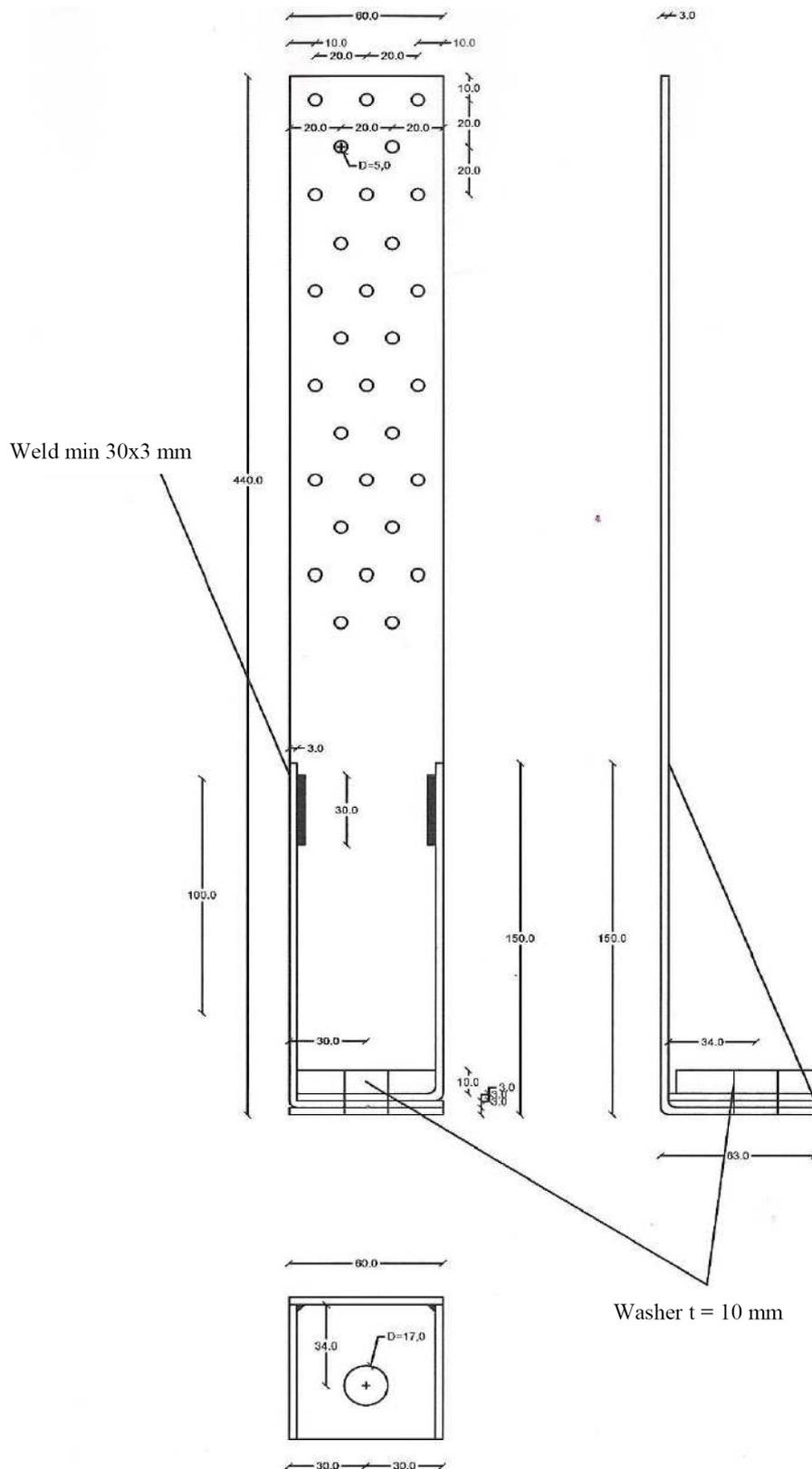


Figure B. 24 Dimensions of type GH HT 22 - 60/440 (drawing with washer 56x52x10)

Bild 3 Konstruktionszeichnung des verwendeten Zugankers (Auszug aus ETA-10-0010, Maße in mm)

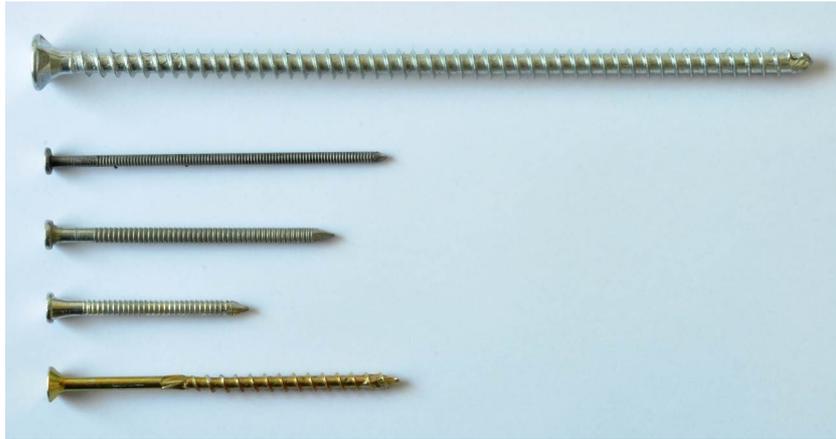


Bild 4 Von oben nach unten: Holzschraube Würth ASSY plus VG 8,0 x 200 mm zur Verbindung der Randstützen mit Schwelle und Rähm; Rillennagel 3,1 x 90 mm zur Verbindung von Beplankung und Rahmenkonstruktion; Rillennagel 4,0 x 75 mm Zugankeranschluss auf der beplankten Seite; Rillennagel 4,0 x 50 mm Zugankeranschluss auf der unbeplankten Seite; Holzschraube HECO-TOPIX 5,0 x 90/55 mm unplanmäßige Verbindung der mittleren Stützen mit Schwelle und Rähm

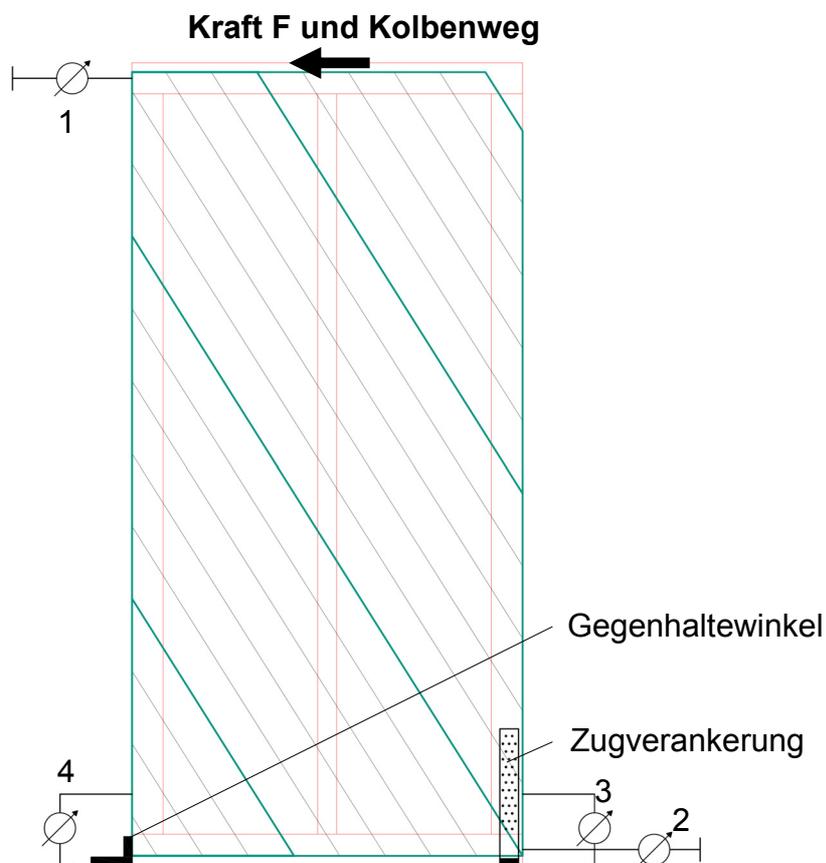


Bild 5 Versuchsaufbau mit Anordnung der Messmittel (links) und Tafелеlement im Wandprüfstand vor Versuchsdurchführung (rechts)

Tabelle 1 Rohdichte ρ und Holzfeuchte u der einzelnen Holzbauteile

DZ1	Beplankung	Brett 1 (Druck)	Brett 2 (Druck)	Brett 3 (Druck)	Brett 4 (Druck)	Brett 5 (Druck)	MW
	ρ in kg/m ³	468	471	503	451	518	482
	u in %	11,5	12,1	11,5	12,5	12,3	12,0
	Beplankung	Brett 1 (Zug)	Brett 2 (Zug)	Brett 3 (Zug)	Brett 4 (Zug)	Brett 5 (Zug)	MW
	ρ in kg/m ³	430	492	417	484	478	460
	u in %	12,1	12,9	13,0	12,0	12,2	12,4
	Rahmen	Stütze (Zug)	Stütze (Mitte)	Stütze (Druck)	Schwelle	Rähm	MW
	ρ in kg/m ³	540	460	492	451	454	479
	u in %	13,5	14,2	13,3	12,2	12,4	13,1
Z1	Beplankung	Brett 1	Brett 2	Brett 3	Brett 4	Brett 5	MW
	ρ in kg/m ³	422	456	441	409	458	437
	u in %	11,6	11,5	12,0	11,4	11,7	11,6
	Rahmen	Stütze (Zug)	Stütze (Mitte)	Stütze (Druck)	Schwelle	Rähm	MW
	ρ in kg/m ³	591	480	396	510	460	487
	u in %	13,9	12,6	13,1	12,5	12,3	12,9
Z2	Beplankung	Brett 1	Brett 2	Brett 3	Brett 4		MW
	ρ in kg/m ³	479	418	454	428		445
	u in %	-	17,4	16,5	-		17,0
	Rahmen	Stütze (Zug)	Stütze (Mitte)	Stütze (Druck)	Schwelle	Rähm	MW
	ρ in kg/m ³	379	441	549	418	515	460
	u in %	17,0	17,1	17,8	-	16,4	17,1
D1	Beplankung	Brett 1	Brett 2	Brett 3	Brett 4	Brett 5	MW
	ρ in kg/m ³	477	477	554	553	504	513
	u in %	11,4	11,1	12,0	12,0	11,9	11,7
	Rahmen	Stütze (Zug)	Stütze (Mitte)	Stütze (Druck)	Schwelle	Rähm	MW
	ρ in kg/m ³	382	421	371	416	454	409
	u in %	12,3	12,3	12,3	11,9	11,6	12,1
D2	Beplankung	Brett 1	Brett 2	Brett 3	Brett 4	Brett 5	MW
	ρ in kg/m ³	522	483	505	489	491	498
	u in %	-	16,9	16,7	-	-	16,8
	Rahmen	Stütze (Zug)	Stütze (Mitte)	Stütze (Druck)	Schwelle	Rähm	MW
	ρ in kg/m ³	542	488	367	447	447	458
	u in %	16,4	-	17,0	-	18,7	17,4

Tabelle 2 Versuchsergebnisse

		DZ1	Z1	Z2	D1	D2
MW $\rho_{\text{Beplankung}}$	in kg/m ³	471	437	445	513	498
MW $u_{\text{Beplankung}}$	in %	12,2	11,6	17,0	11,7	16,8
MW ρ_{Rahmen}	in kg/m ³	479	487	460	409	458
MW u_{Rahmen}	in %	13,1	12,9	17,1	12,1	17,4
F_{max}	in kN	28,6	31,5	29,1	12,7	9,48
$v(F_{\text{max}})$	in mm	98,9	100	100	52,0	48,2
$F_{v=25\text{mm}}$	in kN	13,7	10,2	11,5	8,83	7,30
$F_{v=5\text{mm}}$	in kN	4,23	2,70	3,25	3,12	2,41
v_2	in mm	7,69	14,8	10,8	3,70	3,42
v_4	in mm	19,2	31,1	25,4	10,5	9,43
R	in N/mm	495	387	399	374	316

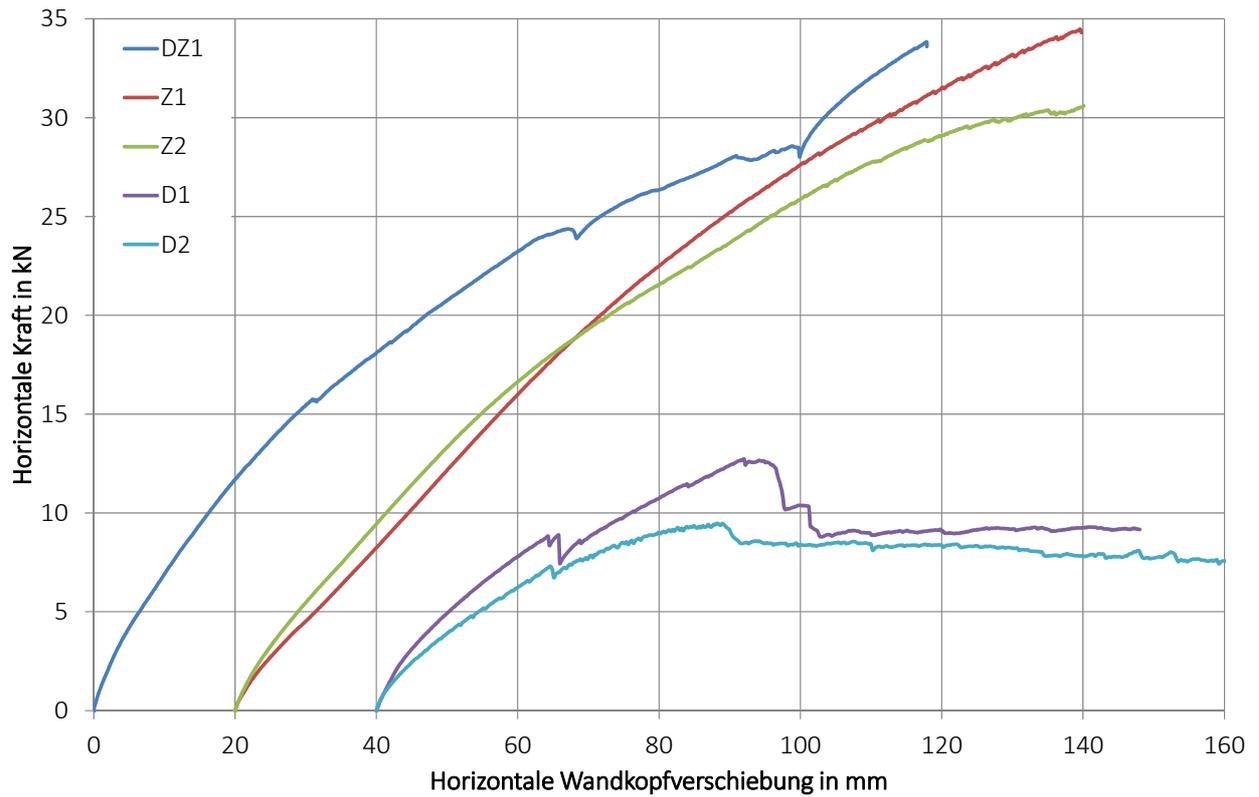


Bild 6 Last-Verschiebungskurven

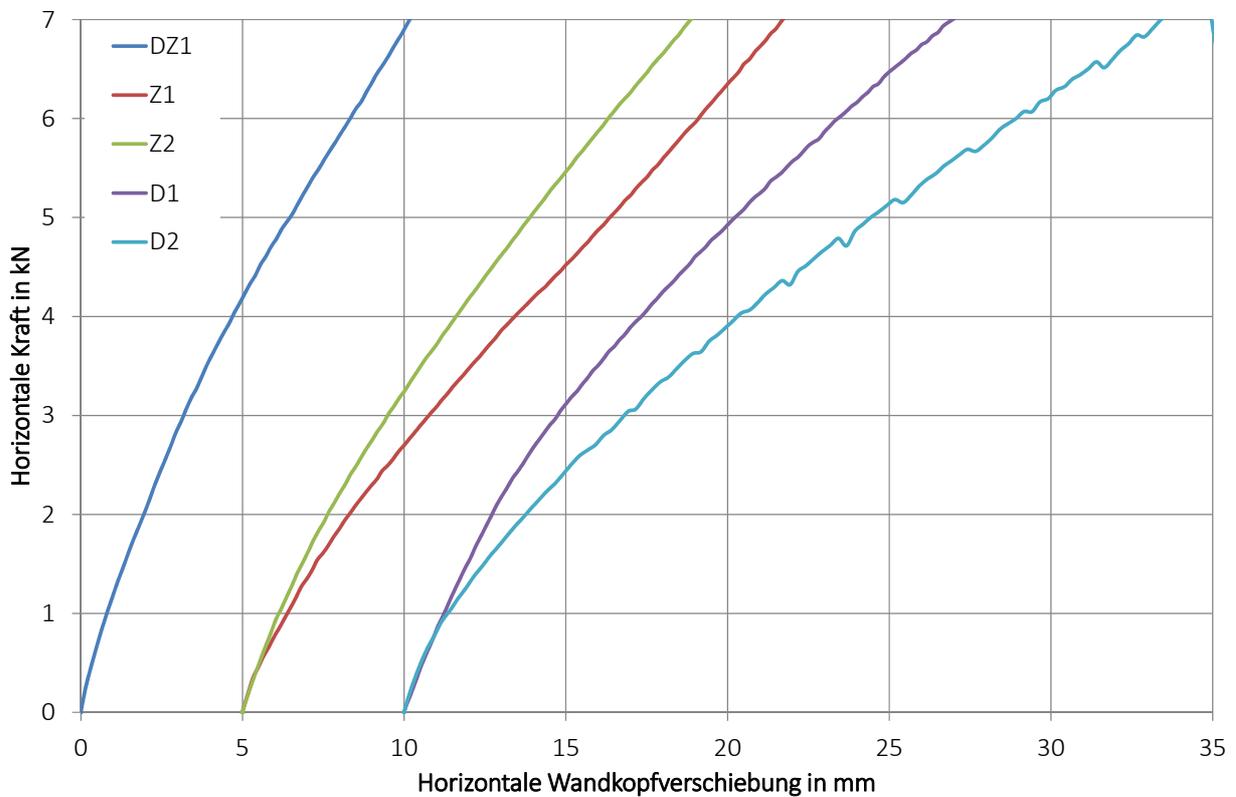


Bild 7 Last-Verschiebungskurven im Anfangsbereich

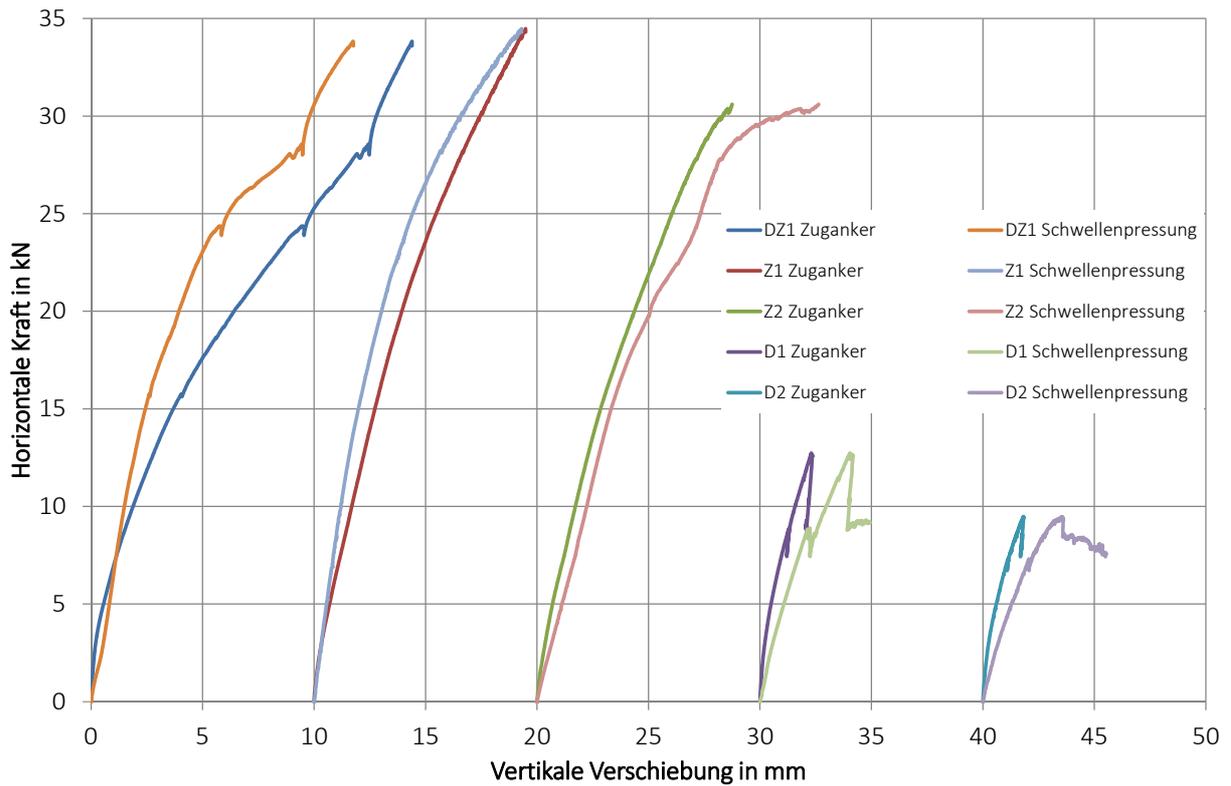


Bild 8 Last-Verschiebungskurven für Zugankeranschluss und für Schwellenpressung

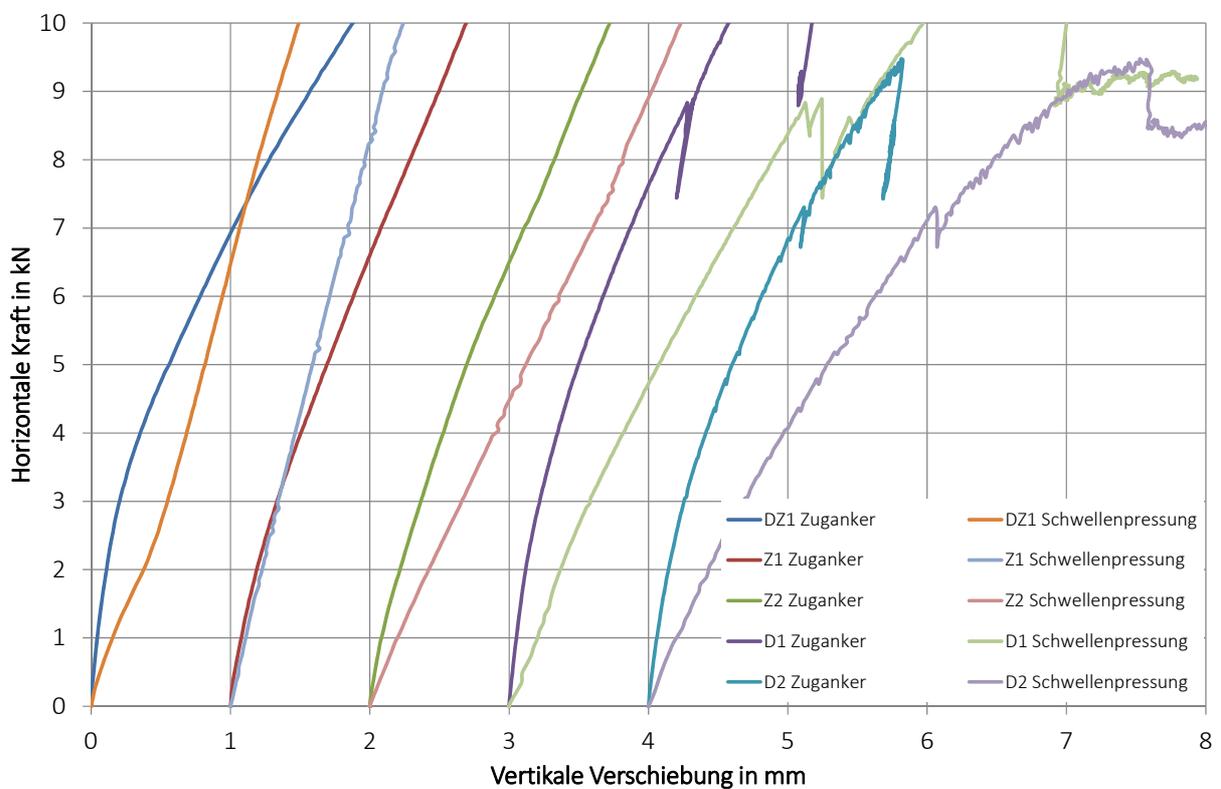


Bild 9 Last-Verschiebungskurven im Anfangsbereich für Zugankeranschluss und für Schwellenpressung



Bild 10 Prüfkörper DZ1 vor Versuchsbeginn: Fugen zwischen den Brettern der Beplankung (links) und Detailaufnahme (rechts)



Bild 11 Prüfkörper Z1 nach Versuchsdurchführung: Relativverschiebung zwischen Beplankung und Rahmen (links), geöffneter Prüfkörper (Mitte) und Detail der Rillennagelverbindungen (rechts)

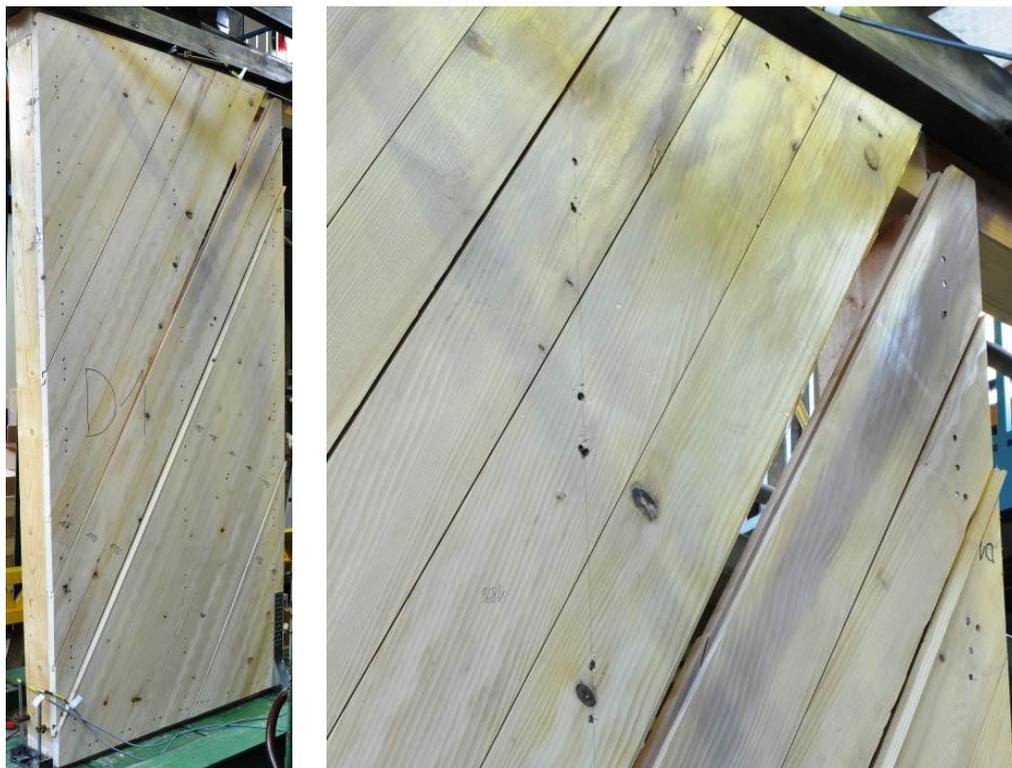


Bild 12 Prüfkörper D1 nach Versuchsdurchführung: Abheben des Rähms und Spalt in Beplankung

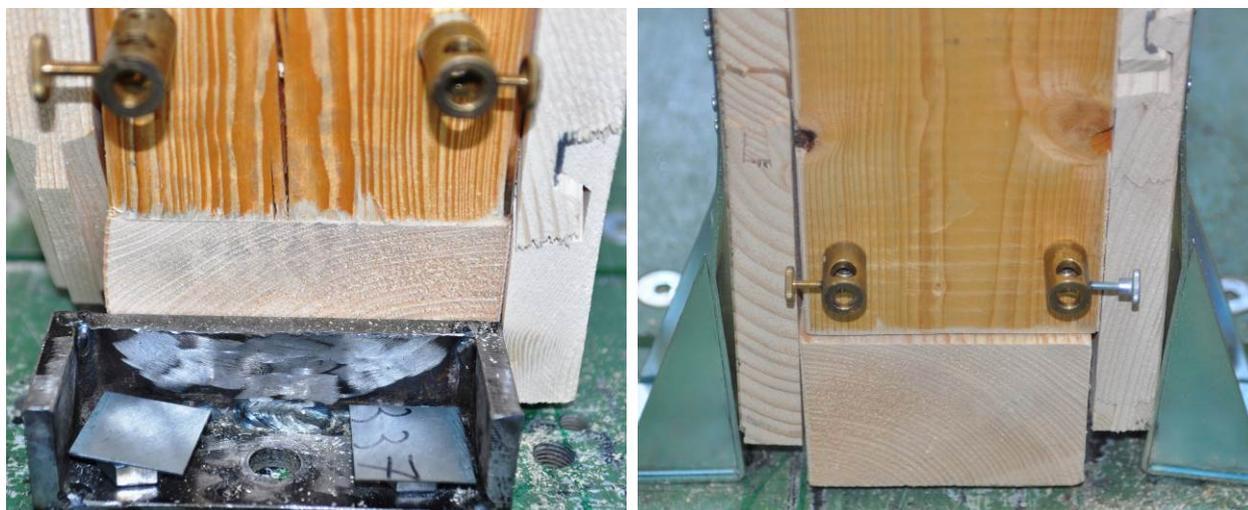


Bild 13 Prüfkörper DZ1 nach Versuchsdurchführung: Querdruckverformung unter der auf Druck belasteten Randstütze (rechts) und Abheben der Schwelle und der Randstütze am Zugankeranschluss (links)