

E-7818



FORSCHUNGS- UND
MATERIALPRÜFUNGSANSTALT
BADEN-WÜRTTEMBERG

FMPA

- OTTO-GRAF-INSTITUT -

PRÜFUNGSBERICHT

Antragsteller: Entwicklungsgemeinschaft Holzbau
in der Deutschen Gesellschaft
für Holzforschung e.V.
Prannerstraße 9
2000 München 2

Betrifft: Tragverhalten von Stabdübelanschlüssen
bei Vorbohren mit dem Nenndurchmesser

Datum des Berichtes: 15.6.1981

Auftrag: I.4-33595

Textseiten: 8

Beilagen: 23

Die Vervielfältigung und Veröffentlichung des Prüfungsberichtes sowohl in vollem als auch in gekürztem Wortlaut sowie die Verwendung zur Werbung ist nur mit unserer schriftlichen Genehmigung und nur innerhalb eines Zeitraumes von 2 Jahren nach der Ausstellung zulässig. Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Stuttgart.



7000 STUTTGART 80 (VAIHINGEN)
Pfaffenwaldring 4
Fernsprecher (07 11) 784-1
15.6.1981 Ra/gö

Entwicklungsgemeinschaft
Holzbau in der Deutschen Gesellschaft
für Holzforschung e.V.
Prannerstraße 9
8000 München 2

Betr.: I.4-33595
Tragverhalten von Stabdübelanschlüssen
bei Vorbohren mit dem Nenndurchmesser

1. Allgemeines

Die Herstellung von Holz-Blech-Verbindungen mit Hilfe von Stabdübeln nach DIN 1052, Teil 1, erfordert mehrere Arbeitsgänge und ist mit Schwierigkeiten verbunden. Insbesondere war es häufig, besonders bei größeren Holzdicken, schwierig oder gar unmöglich, die Stabdübel in Bohrungen mit kleinerem Durchmesser einzuschlagen. Aus diesem Grund wurde in der Praxis immer wieder von den Vorschriften der Norm abgewichen. Um die Arbeitsweise der Hersteller der oben erwähnten Verbindungen zu erfassen, wurde zunächst ein Fragebogen an 20 verschiedene Firmen verschickt. Bei der Auswertung dieser Bogen ergab sich folgendes Bild:

Für die Stabdübel wird etwa zu gleichen Teilen blanker und warmgewalzter Rundstahl St 37 verwendet. Die meisten Stabdübel werden galvanisch verzinkt. Einige Firmen benutzen feuerverzinkte Stabdübel.

Der Durchmesser der verzinkten Dübel liegt zwischen 8 mm und 30 mm, wobei die Dübel mit einem Durchmesser von 30 mm nur von zwei befragten Firmen genannt wurden.

Die Durchmessertoleranz der Dübelstähle wird von den meisten Firmen nicht berücksichtigt. Bei einigen Firmen wird der Durchmessertoleranz dadurch Rechnung getragen, daß die Löcher im Stahlblech je nach Firma zwischen 0,1 mm und 1 mm größer gebohrt werden.

Bei Feuerverzinkung wird ein um 0,3 mm größerer Durchmesser des Stabdübels angenommen.

Die Dicke der verwendeten Stahlbleche (St 37) liegt zwischen 5 mm und 20 mm.

Die Verbindung von Stahlblech-Laschen mit Brettschichtholz wird in der Regel nach einer der folgenden Methoden hergestellt.

- a) Die Stahlbleche werden in die Schlitze der Brettschichtholzträger eingelegt. Dann werden sowohl das Holz als auch die Stahlbleche mit der für das Holz vorgeschriebenen Bohrung entsprechend DIN 1052, Teil 1 (0,2 mm bis 0,5 mm kleiner als der Durchmesser des Stabdübels) versehen. Anschließend werden die Stahlbleche aus den Schlitzen genommen und man bohrt die Löcher in den Stahlblechen auf den Nenn-durchmesser des Stabdübels auf.
- b) Die Stahlbleche werden allein für sich gebohrt. Je nach Firma und je nach Dicke der Stabdübel sind die Durchmesser der Löcher zwischen 0 mm und 1 mm größer als der Durchmesser des Stabdübels. Das Holz wird nach der Ausbildung der Schlitze mit dem Durchmesser des Stabdübels gebohrt, wobei die durchbohrten Bleche als Schablone dienen.
- c) Die Stahlbleche werden in die Schlitze der Brettschichtholzträger eingelegt. Anschließend wird das ganze Paket mit dem Durchmesser des Stabdübels durchbohrt.

Die Methoden b) und c) sind vorherrschend, obwohl sie von der Norm abweichen. Aus diesem Grund sollte untersucht werden, welchen Einfluß die in der Praxis üblichen, jedoch von der Norm abweichenden Herstellungsmethoden auf die Verschiebung zwischen Stahlblech und Holz ausüben.

Die Versuche wurden an Druckkörpern durchgeführt.

2. Versuchsmaterial

2.1. Holz

Für die Versuche wurden Abschnitte aus Brettschichtholz (Fichtenholz) verwendet. Dabei wurde darauf geachtet, daß das Holz für die zu vergleichenden Probekörper aus demselben Abschnitt herausgeschnitten wurde. Die Lamellendicke betrug rd 30 mm. Der Holzfeuchtigkeitsgehalt lag bei der Herstellung um 12 %.

2.2. Stahlblech

Verwendet wurde blankes Stahlblech der Qualität St 37 in den Dicken 6 mm und 10 mm.

2.3. Stabdübel

Für die Stabdübel wurde blanker Rundstahl der Qualität St 37 verwendet. Der Durchmesser des Rundstahles betrug 8 mm (genau 7,99 mm) bzw. 16 mm (genau 15,97 mm).

3. Herstellung der Probekörper

Es wurden Probekörper mit einem sowie mit zwei Stahlblechen der Dicke 6 mm sowie 10 mm hergestellt. Je Probekörperhälfte wurden vier Stabdübel angesetzt. Bei den Probekörpern mit 6 mm dicken Blechen wurden Stabdübel mit einem Durchmesser von 8 mm und bei den Probekörpern mit 10 mm dicken Blechen Stabdübel mit einem Durchmesser von 16 mm verwendet. Zum leichteren Eintreiben waren die Dübel an einem Ende angefast. Zum Bohren wurden bei allen Probekörpern lange Spiralbohrer mit Zylinderschaft nach DIN 340 verwendet.

Bei der Herstellung der Probekörper wurden zunächst die Brettschichtholzabschnitte mit 6 mm bzw. 10 mm breiten Schlitten versehen. Anschließend wurde bei je einem Drittel der Probekörper wie folgt vorgegangen:

- Verfahren A) Die Stahlbleche wurden mit dem Nenndurchmesser des Stabdübels durchbohrt. Dann wurden auch die zuvor geschlitzten Hölzer mit dem Nenndurchmesser des Stabdübels gebohrt, wobei die durchgebohrten Stahlbleche als Schablone dienten. Anschließend wurden die Stahlbleche in die Holzschlitze eingeschoben und die Dübel von einer Seite eingetrieben. Die auf diese Weise hergestellten Probekörper wurden von uns mit A8/I-1 bis A8/I-5, A8/II-1 bis A8/II-3, A16/I-1 bis A16/I-5 und A16/II-1 bis A16/II-3 bezeichnet, wobei die Zahlen 8 und 16 den Durchmesser des Stabdübels und die römischen Zahlen die Anzahl der Bleche darstellen.
- Verfahren B) Die Stahlbleche wurden in die Schlitz der Brettschichtholzabschnitte eingeschoben. Dann wurden sowohl die Hölzer als auch die Stahlbleche in einem Arbeitsgang durchbohrt. Der Durchmesser des Bohrers entsprach dem Nenndurchmesser der Stabdübel. Anschließend wurden die Stabdübel von einer Seite eingetrieben. Die Probekörper wurden von uns mit B8/I-1 bis B8/I-5, B8/II-1 bis B8/II-3, B16/I-1 bis B16/I-5 und B16/II-1 bis B16/II-3 bezeichnet.

Verfahren C) Die Stahlbleche wurden mit Löchern versehen, deren Durchmesser 1 mm größer war als der Nenndurchmesser des Stabdübels. Dann wurden die zuvor geschlitzten Hölzer mit dem Nenndurchmesser des Stabdübels durchbohrt. Anschließend wurden die Stahlbleche in die Schlitze eingeschoben und die Dübel von einer Seite eingetrieben. Die Probekörper wurden von uns mit C8/I-1 bis C8/I-5, C8/II-1 bis C8/II-3, C16/I-1 bis C16/I-5 und C16/II-1 bis C16/II-3 bezeichnet.

Die Anordnung der Stabdübel entsprach DIN 1052, Teil 1. Aufbau und Abmessungen der Probekörper gehen aus den Abb. 1 bis 4, Beilagen 1 bis 4, hervor.

4. Versuchsdurchführung

Zwischen der Herstellung und Prüfung lagerten alle Probekörper im Normalklima 20/65-1 nach DIN 50014. Die Versuche wurden in einer Druckprüfmaschine der Güteklasse I nach DIN 51220 durchgeführt.

In Abb. 5, Beilage 5, ist ein Probekörper vor dem Versuch in der Prüfmaschine dargestellt.

Als Laststufe ΔF wurde die Hälfte der zulässigen Last für 4 Stabdübel nach DIN 1052, Teil 1, wie folgt angenommen.

Probekörper A8/I, B8/I, C8/I	$\Delta F = 9,0 \text{ kN}$
Probekörper A16/I, B16/I, C16/I	$\Delta F = 26,4 \text{ kN}$
Probekörper A8/II, B8/II, C8/II	$\Delta F = 16,0 \text{ kN}$
Probekörper A16/II, B16/II, C16/II	$\Delta F = 46,0 \text{ kN}$

Nach Erreichen der zweiten Laststufe (zulässige Last) wurden die Probekörper zur Ermittlung der bleibenden Verformung ganz entlastet. Anschließend folgte die weitere stufenweise Belastung der Probekörper. Jeweils 2 min nach Erreichen einer Laststufe wurden an 4 Meßstellen mit Hilfe von Meßuhren die Verkleinerung der Stoßfugen gemessen.

Unmittelbar vor dem Schließen der Stoßfuge wurden die Versuche abgebrochen.

Nach dem Versuch wurden an einigen Probekörpern repräsentativ für die Probekörper aus dem gleichen Brettschichtholzabschnitt Rohdichte, Druckfestigkeit und Feuchtigkeitsgehalt aller Lamellen ermittelt.

5. Versuchsergebnisse

In den Zusammenstellungen 1 bis 4, Beilagen 6 bis 9, sind die Verschiebungen zwischen Holz und Stahlblech aufgeführt. Sie wurden durch Halbieren der gemessenen Verkleinerung der Stoßfugen ermittelt.

In den Abb. 6 bis 9, Beilagen 10 bis 13, sind die Gesamtmittelwerte der Verschiebungen graphisch dargestellt.

Wie aus diesen Darstellungen hervorgeht, war wie erwartet die Verschiebung bei den nach Verfahren A) hergestellten Probekörpern am kleinsten und bei den nach Verfahren C) hergestellten Probekörpern am größten. Bei den Probekörpern mit Stabdübeln mit 16 mm Durchmesser war praktisch kein Unterschied zwischen den Verfahren B) und C) vorhanden. Wesentlich ist jedoch, daß bei allen Probekörpern die Verschiebung unter der zulässigen Last deutlich unter 1,5 mm lag. Die größeren Verschiebungen bei den Probekörpern nach Verfahren B) gegenüber den Probekörpern nach Verfahren A) sind so zu erklären, daß beim gemeinsamen Bohren von Stahlblech und Holz die entstehenden Stahlspäne das Loch im Holz etwas erweitern. Gleichfalls ist zu erkennen, daß die größere Verschiebung bei den nach den Verfahren B) und C) hergestellten Probekörpern auf die Anfangsverschiebung (Schlupf) zurückzuführen ist.

Obwohl bei allen Probekörpern die Bohrung im Holz den gleichen Durchmesser wie der Stabdübel hatte, bei den Probekörpern des Verfahrens B) waren die Löcher im Holz durch die Stahlspäne sogar noch etwas erweitert, mußte einige Kraft zum Eintreiben des Dübels aufgewendet werden. Die Gefahr, daß der Dübel sich hierbei lockern könnte, besteht nicht.

Die Lasten, die unmittelbar vor dem Schließen der Stoßfuge erreicht wurden, sind in den Zusammenstellungen 5 bis 8, Beilagen 14 bis 17, aufgeführt und in Abb. 10, Beilage 18, (hier nur Mittelwerte) graphisch dargestellt. Dabei war die Tragfähigkeit der Verbindung allerdings noch nicht erschöpft.

In den Abb. 11 bis 14, Beilagen 19 bis 22, sind einige Probekörper nach Erreichen der Last beim Schließen der Stoßfuge wiedergegeben.

Kurz vor dem Schließen der Stoßfuge entstanden bei den meisten Probekörpern kleinere oder größere Risse, ausgehend von einem oder mehreren Dübeln. Bei einigen Probekörpern mit 16 mm dicken Dübeln spaltete eines der Hölzer entlang zweier übereinanderliegenden Dübeln.

Die Rohdichte sowie die Druckfestigkeit des verwendeten Holzes ist in Zusammenstellung 9, Beilage 23, aufgeführt.

6. Zusammenfassung

Die Ausführung von Holz-Blech-Verbindungen mit Hilfe von Stabdübeln nach DIN 1052, Teil 1, erfordert mehrere Arbeitsgänge. Aus diesem Grund werden häufig andere Verfahren verwendet, die von den Vorschriften der Norm mehr oder weniger abweichen. Es wurde daher an Hand von drei solcher in der Praxis angewandter Verfahren untersucht, ob und in welcher Weise durch sie die Verschiebung zwischen den Stahlblechen und dem Holz beeinflusst wird. Wie zu erwarten, war die Verschiebung bei den nach Verfahren A) hergestellten Probekörpern am kleinsten und bei den nach Verfahren C) hergestellten Probekörpern am größten. Bei den Probekörpern mit Stabdübeln mit 16 mm Durchmesser war praktisch kein Unterschied zwischen den Verfahren B) und C) vorhanden. Wesentlich ist jedoch, daß bei allen Probekörpern die Verschiebung unter der zulässigen Last deutlich unter 1,5 mm lag. Die größeren Verschiebungen bei den Probekörpern nach Verfahren B) gegenüber den Probekörpern nach Verfahren A) sind so zu erklären, daß beim gemeinsamen Bohren von Stahlblech und Holz die entstehenden Stahlspäne das Loch im Holz etwas erweitern.

Obwohl bei allen Probekörpern die Bohrung im Holz den gleichen Durchmesser wie der Stabdübel hatte, bei den Probekörpern des Verfahrens B) waren die Löcher im Holz durch die Stahlspäne sogar noch etwas erweitert, mußte einige Kraft zum Eintreiben des Dübels aufgewendet werden. Die Gefahr, daß der Dübel sich hierbei lockern könnte, besteht nicht.

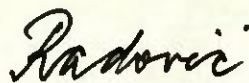
7. Vorschlag für die Ausführung

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß das Holz abweichend von DIN 1052, Abschnitt 11.2.3, auch mit dem Nenndurchmesser des Stabdübels gebohrt werden kann, und daß die Löcher im Stahl bis zu 1 mm größer als der Nenndurchmesser des Stabdübels sein können, da die Verschiebung unter der zulässigen Last bei allen Herstellungsverfahren deutlich unter 1,5 mm lag. Dies bedeutet, daß in der Praxis Stabdübelverbindungen nach allen drei Verfahren A bis C hergestellt werden können.

Die Verwendung vom blanken Rundstahl für die Stabdübel wird empfohlen, da hier die Toleranzen wesentlich kleiner sind als bei warmgewalztem Rundstahl.

Abteilung I-Baustoffe, Referat I.4-Holz

Der Bearbeiter



Reg.-Baurat Radović



Der Referatsleiter



Reg.-Baudirektor Kolb

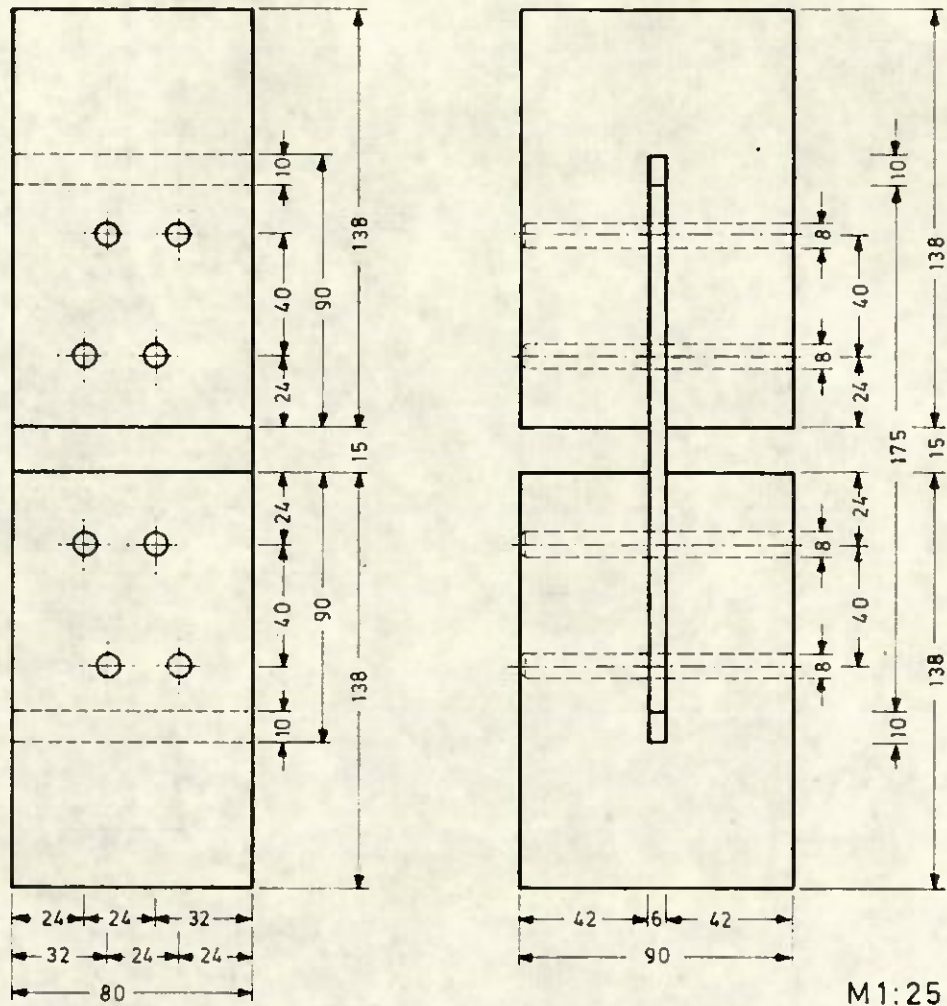


Abb.1 Aufbau und Abmessungen der Probekörper A8/I, B8/I und C8/I



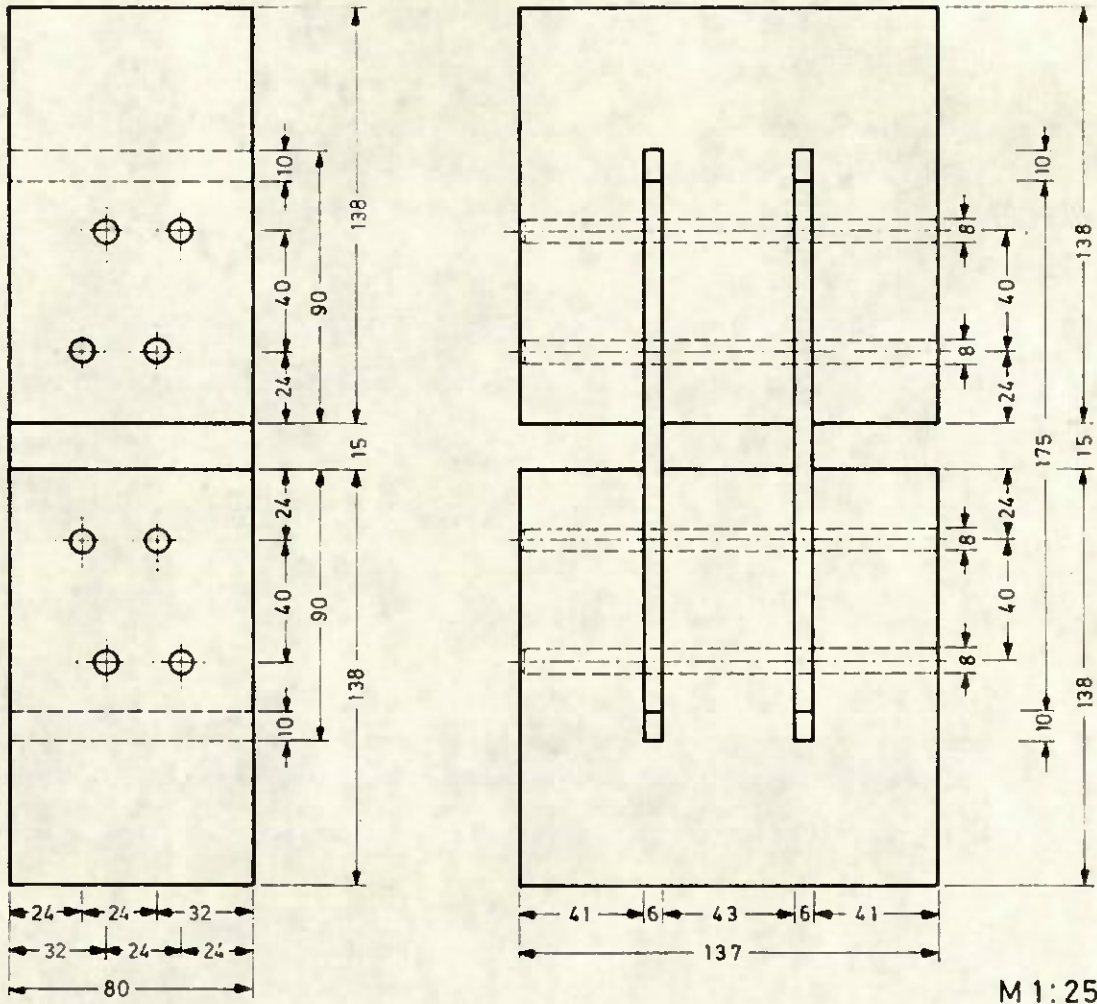


Abb. 2 Aufbau und Abmessungen der Probekörper A 8/II, B 8/II und C 8/II



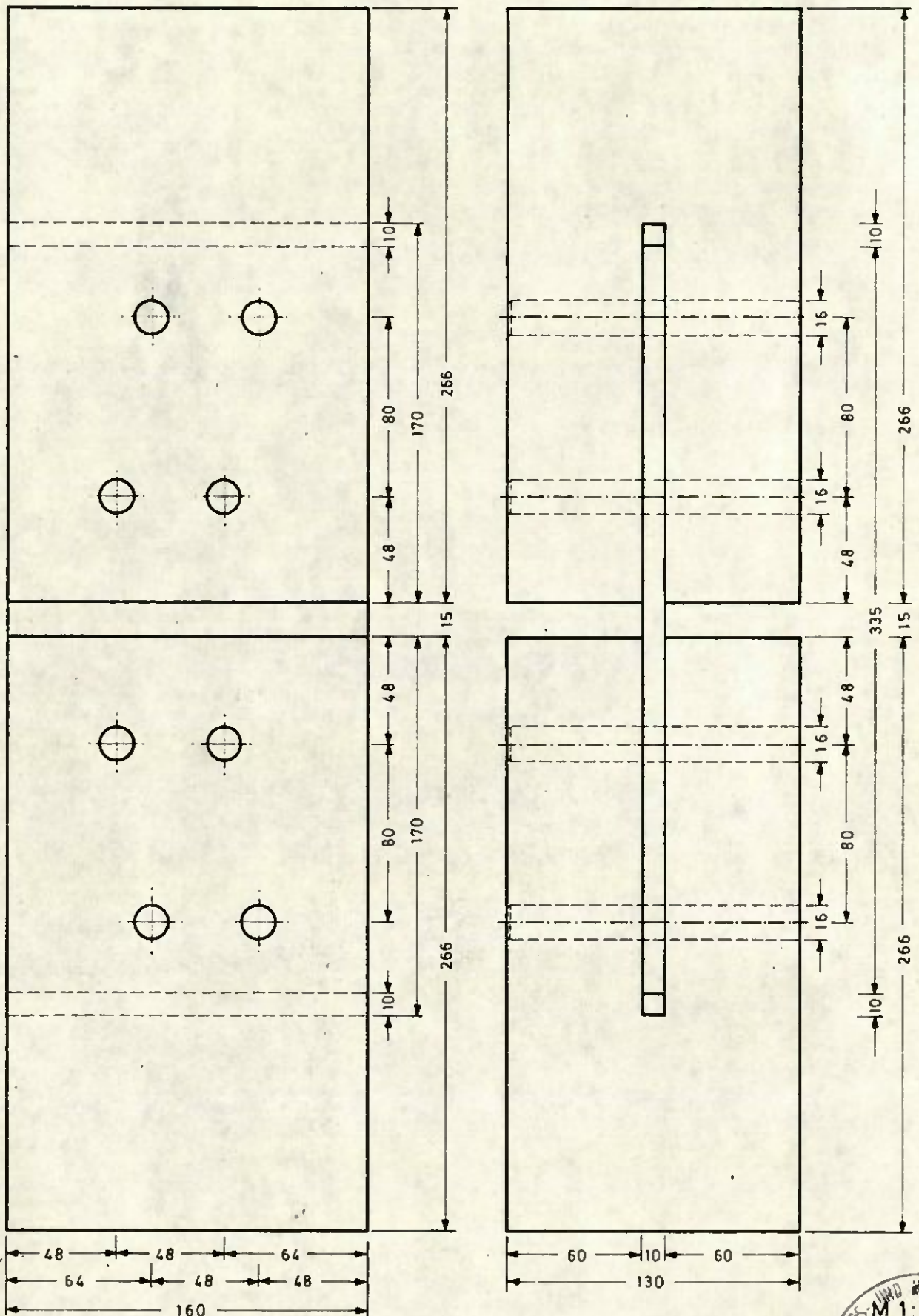


Abb.3 Aufbau und Abmessungen der Prüfkörper A16/I, B16/I, C16/I



I.4-33595

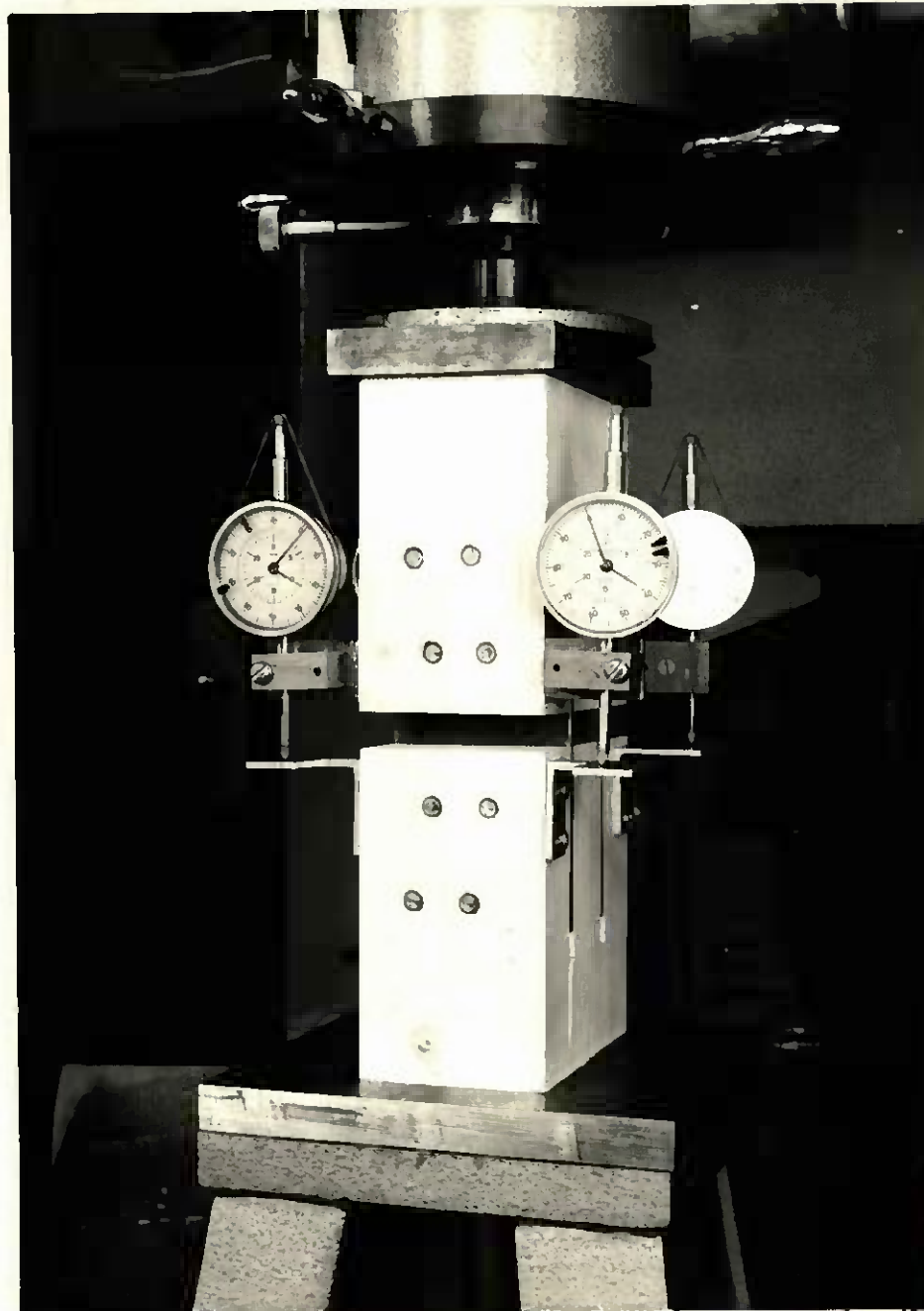


Abb. 5 Probekörper B8/II-3 vor der Prüfung in der Druckprüfmaschine

Zusammenstellung 1

Verbindung mit 8 mm dicken Stabdübeln und einem 6 mm dicken Stahlblech, Verschiebung zwischen Holz und Stahlblech in Abhängigkeit von der Belastung.

Kraft kN	Verschiebung ¹⁾ in mm																	
	Probekörper A8/I						Probekörper B8/I						Probekörper C8/I					
	1	2	3	4	5	Gesamt- Mittel- wert	1	2	3	4	5	Gesamt- Mittel- wert	1	2	3	4	5	Gesamt- Mittel- wert
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9,0	0,25	0,28	0,28	0,19	0,19	0,24	0,42	0,41	0,46	0,42	0,41	0,42	0,35	0,46	0,43	0,49	0,69	0,48
18,0	0,50	0,53	0,58	0,40	0,35	0,47	0,65	0,65	0,67	0,64	0,68	0,66	0,78	0,84	0,81	0,84	1,16	0,89
0	0,10	0,11	0,12	0,08	0,06	0,09	0,19	0,19	0,22	0,19	0,23	0,20	0,31	0,36	0,33	0,34	0,69	0,41
18,0	0,51	0,54	0,59	0,41	0,36	0,48	0,65	0,65	0,68	0,64	0,68	0,66	0,79	0,86	0,81	0,85	1,17	0,90
27,0	0,89	0,92	1,00	0,69	0,57	0,81	0,97	0,94	0,81	0,91	1,00	0,93	1,25	1,17	1,19	1,27	1,53	1,28
36,0	1,53	1,46	1,65	1,14	0,92	1,34	1,53	1,45	1,42	1,43	1,66	1,50	1,88	1,63	1,78	2,02	2,07	1,88
45,0	2,54	2,31	2,73	1,93	1,52	2,21	2,71	2,77	2,44	2,58	2,72	2,64	2,88	2,35	2,87	3,07	3,10	2,85

1) Mittelwerte aus 4 Meßwerten



Zusammenstellung 2

Verbindung mit 8 mm dicken Stabdübeln und zwei 6 mm dicken Stahlblechen, Verschiebung zwischen Holz und Stahlblechen in Abhängigkeit von der Belastung.

Kraft KN	Verschiebung ¹⁾ in mm											
	Probekörper A8/II				Probekörper B8/II				Probekörper C8/II			
	1	2	3	Gesamt- Mittel- wert	1	2	3	Gesamt- Mittel- wert	1	2	3	Gesamt- Mittel- wert
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0,27	0,28	0,25	0,27	0,65	0,65	0,61	0,64	0,66	0,61	0,94	0,74
32	0,56	0,51	0,53	0,53	0,87	0,91	0,86	0,88	1,02	0,82	1,27	1,04
0	0,31	0,25	0,26	0,27	0,59	0,54	0,49	0,54	0,69	0,57	0,97	0,74
32	0,58	0,53	0,54	0,55	0,88	0,93	0,88	0,90	1,04	0,83	1,29	1,05
48	0,85	0,77	0,85	0,82	1,11	1,17	1,09	1,12	1,36	1,06	1,58	1,33
64	1,22	1,10	1,26	1,19	1,42	1,48	1,38	1,43	1,77	1,37	1,98	1,71
80	1,70	1,58	1,82	1,70	1,91	1,94	1,79	1,88	2,34	1,96	2,52	2,27
96	2,75	2,59	2,93	2,76	2,94	3,14	2,81	2,96	3,62	3,56	4,13	3,77

1) Mittelwerte aus 4 Meßwerten



Zusammenstellung 3

Verbindung mit 16 mm dicken Stabdübeln und einem 10 mm dicken Stahlblech, Verschiebung zwischen Holz und Stahlblech in Abhängigkeit von der Belastung.

Kraft kN	Verschiebung ¹⁾ in mm																		
	Probekörper A16/I						Probekörper B16/I						Probekörper C16/I						
	1	2	3	4	5	Gesamt- Mittel- wert	1	2	3	4	5	Gesamt- Mittel- wert	1	2	3	4	5	Gesamt- Mittel- wert	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26,4	0,34	0,32	0,23	0,40	0,24	0,31	0,69	0,64	0,65	0,62	0,59	0,64	0,70	0,58	0,66	0,72	0,58	0,65	
52,8	0,52	0,63	0,46	0,74	0,49	0,57	1,03	0,96	1,02	0,96	0,85	0,96	1,22	0,92	0,96	1,06	1,01	1,03	
0	0,16	0,15	0,10	0,21	0,11	0,15	0,56	0,53	0,53	0,52	0,46	0,52	0,59	0,43	0,48	0,53	0,49	0,50	
52,8	0,52	0,63	0,47	0,76	0,51	0,58	1,05	0,97	1,04	0,98	0,87	0,98	1,25	0,93	0,97	1,08	1,04	1,05	
79,2	0,93	1,02	0,74	1,19	0,81	0,94	1,47	1,34	1,44	1,32	1,18	1,35	1,90	1,27	1,30	1,46	1,46	1,48	
105,6	1,69	1,77	1,28	2,01	1,34	1,62	2,21	1,97	2,17	1,92	1,67	1,99	2,74	1,94	1,90	2,07	2,12	2,15	
132,0	3,63	3,14	2,26	3,85	2,29	3,03	4,09	3,13	3,65	3,13	2,70	3,34	4,41	2,74	3,02	3,10	3,39	3,33	

1) Mittelwerte aus 4 Meßwerten

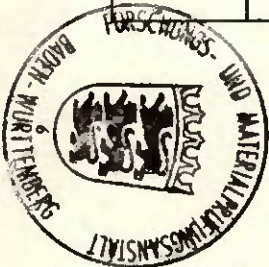


Zusammenstellung 4

Verbindung mit 16 mm dicken Stabdübeln und zwei 10 mm dicken Stahlblechen, Verschiebung zwischen Holz und Stahlblechen in Abhängigkeit von der Belastung.

Kraft kN	Verschiebung ¹⁾ in mm											
	Probekörper A16/II				Probekörper B16/II				Probekörper C16/II			
	1	2	3	Gesamt- Mittel- wert	1	2	3	Gesamt- Mittel- wert	1	2	3	Gesamt- Mittel- wert
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0,26	0,29	0,27	0,27	0,79	0,70	0,75	0,75	0,70	0,59	0,58	0,62
92	0,52	0,70	0,62	0,61	1,17	1,10	1,08	1,12	1,10	1,04	0,93	1,02
0	0,15	0,26	0,24	0,22	0,42	0,33	0,26	0,34	0,54	0,36	0,59	0,50
92	0,53	0,73	0,64	0,63	1,19	1,12	1,10	1,14	1,08	1,06	0,96	1,03
138	0,77	1,19	1,10	1,02	1,51	1,45	1,32	1,43	1,41	1,48	1,29	1,39
184	1,04	1,62	1,63	1,43	1,96	1,81	1,72	1,83	1,91	2,17	1,70	1,93
230	1,44	2,39	2,70	2,18	2,59	2,20	2,35	2,38	3,57	3,93	2,35	3,28
276	2,90	-	-	-	4,72	3,61	5,07	4,47	-	-	5,15	-

1) Mittelwerte aus 4 Meßwerten



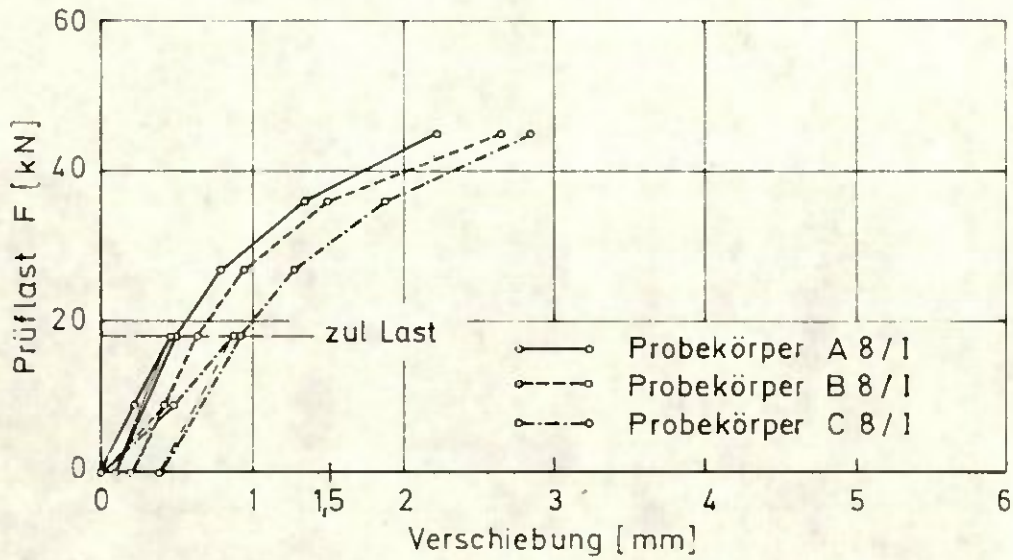


Abb. 6 Verschiebung zwischen Holz und Stahlblechen in Abhängigkeit von der Belastung bei den Probekörpern A 8/I, B 8/I und C 8/I, Gesamtmittelwerte



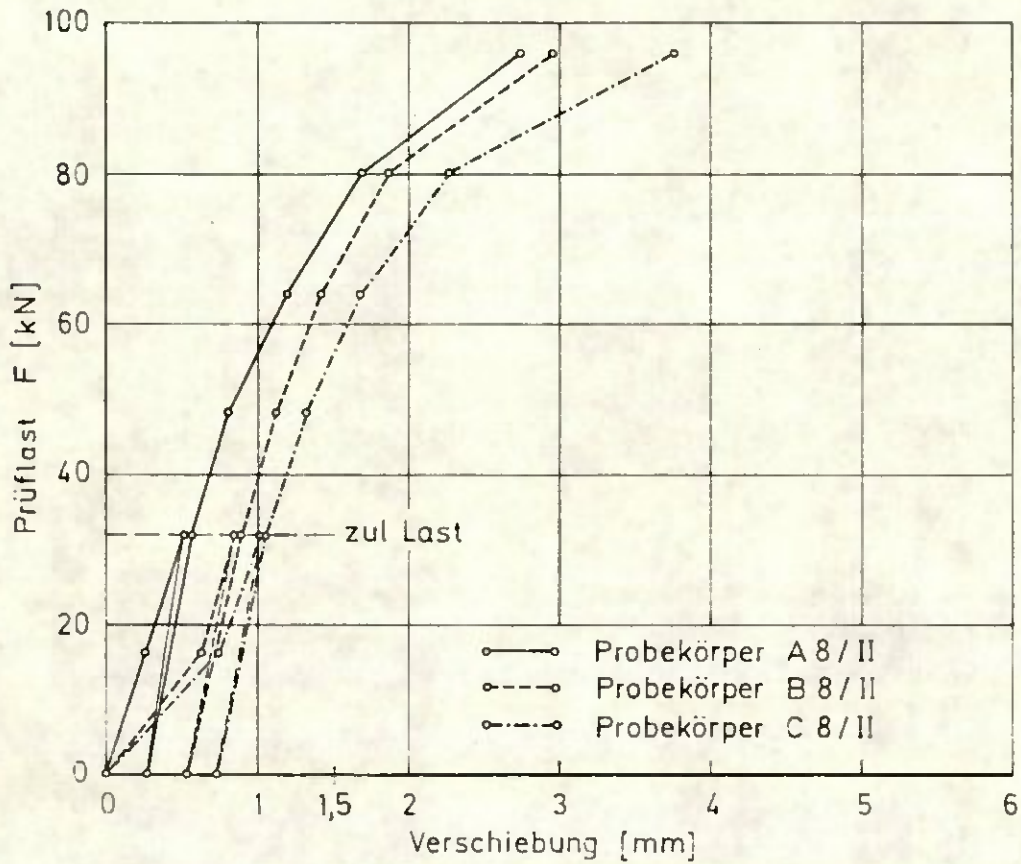


Abb. 7. Verschiebung zwischen Holz und Stahlblechen in Abhängigkeit von der Belastung bei den Probekörpern A 8/II, B 8/II und C 8/II, Gesamtmittelwerte



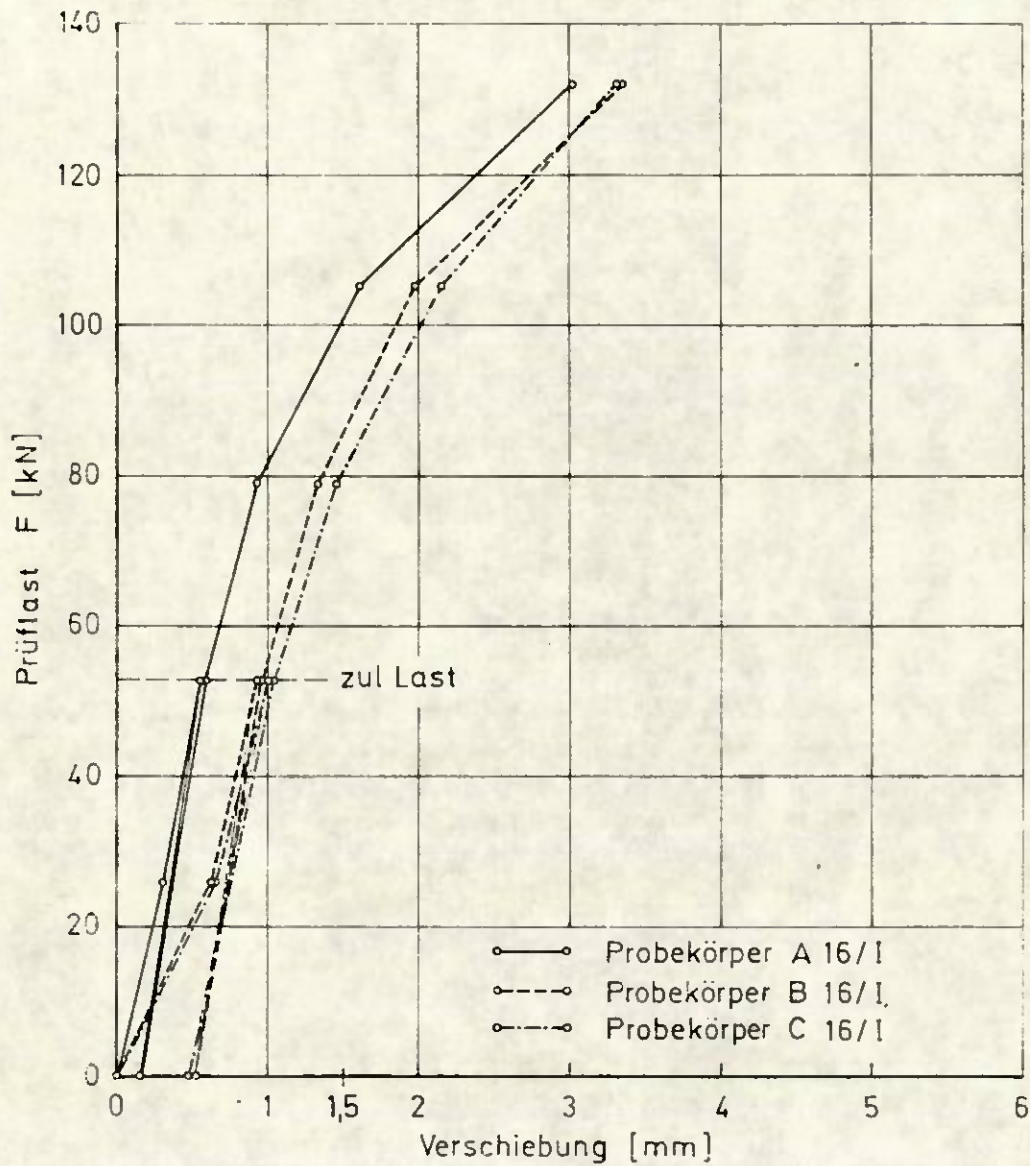


Abb. 8 Verschiebung zwischen Holz und Stahlblechen in Abhängigkeit von der Belastung bei den Probekörpern A 16/I, B 16/I und C 16/I, Gesamtmittelwerte



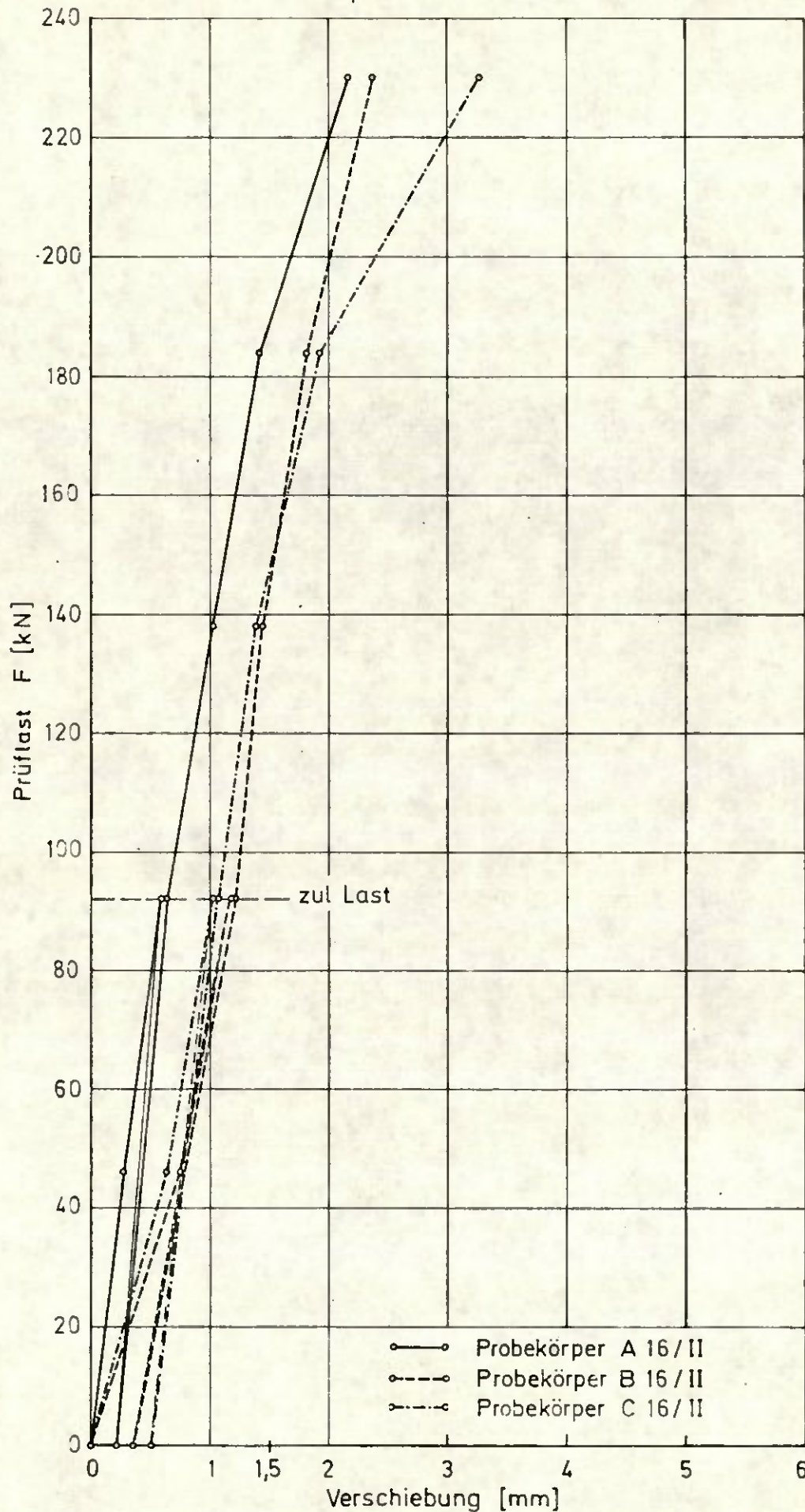


Abb. 9 Verschiebung zwischen Holz und Stahlblechen in Abhängigkeit von der Belastung bei den Probekörpern A16/II, B16/II und C16/II, Gesamtmittelwerte



Zusammenstellung 5

Verbindung mit 8 mm dicken Stabdübeln und einem 6 mm dicken Stahlblech.
Lasten unmittelbar vor dem Schließen der Stoßfuge.

Probekörper	Lasten unmittelbar vor dem Schließen der Stoßfuge		<u>Mittelwert</u> zul F	
	Einzelwerte	Mittelwert		
A8/I	1	53,0	56,1	3,1
	2	56,0		
	3	56,3		
	4	57,9		
	5	57,2		
B8/I	1	55,5	55,3	3,1
	2	54,4		
	3	55,0		
	4	55,0		
	5	56,5		
C8/I	1	54,0	56,2	3,1
	2	57,6		
	3	54,0		
	4	57,4		
	5	58,0		



Zusammenstellung 6

Verbindung mit 8 mm dicken Stabdübeln und zwei 6 mm dicken Stahlblechen.
Lasten unmittelbar vor dem Schließen der Stoßfuge.

Probekörper	Lasten unmittelbar vor dem Schließen der Stoßfuge		Mittelwert zul F
	Einzelwerte	kN Mittelwert	
A8/II	1	113,5	3,5
	2	114,0	
	3	107,7	
B8/II	1	113,4	3,5
	2	107,0	
	3	114,1	
C8/II	1	113,9	3,5
	2	113,8	
	3	107,4	

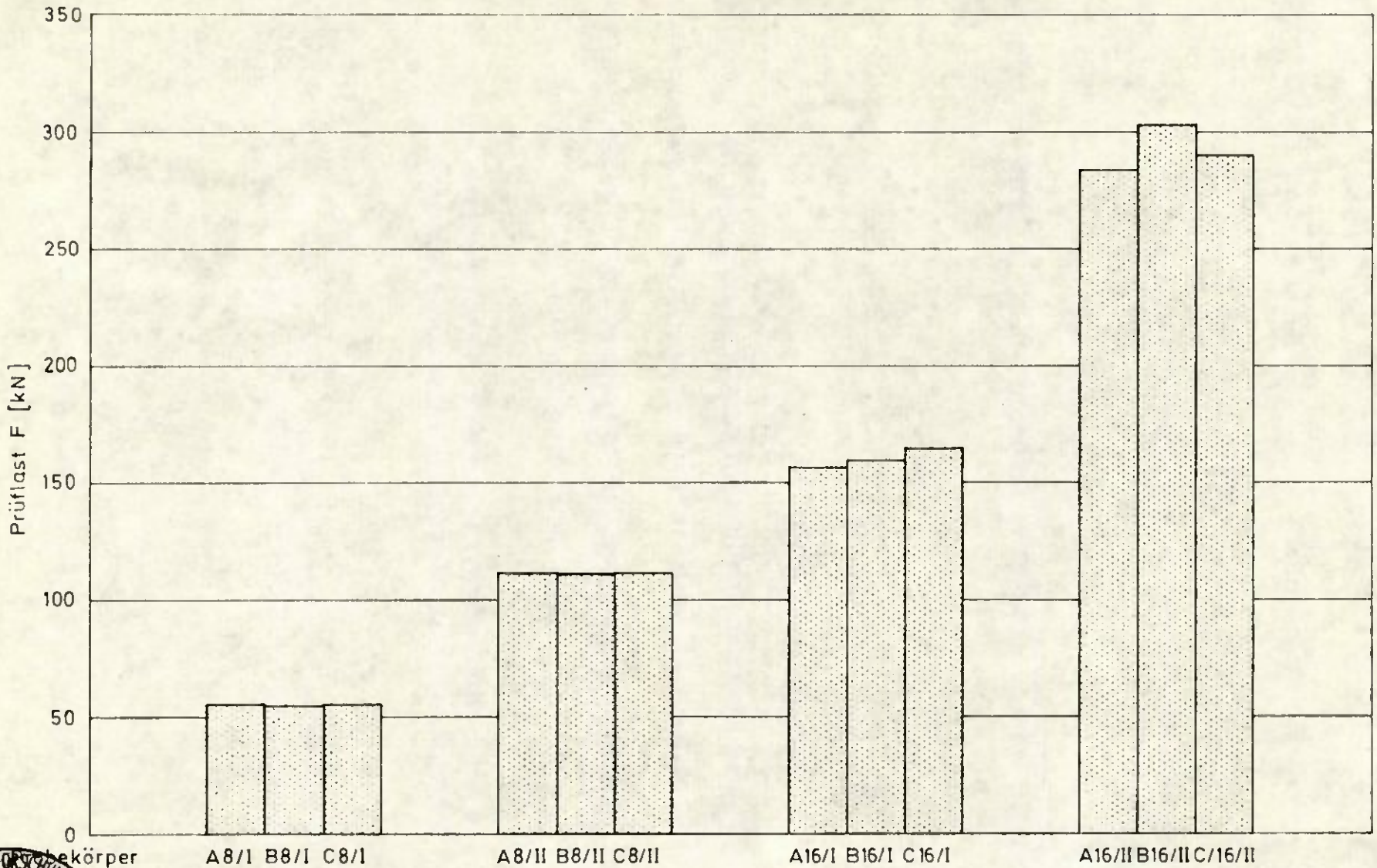


Zusammenstellung 7

Verbindung mit 16 mm dicken Stabdübeln und einem 10 mm dicken Stahlblech.
Lasten unmittelbar vor dem Schließen der Stoßfuge.

Probekörper	Lasten unmittelbar vor dem Schließen der Stoßfuge		<u>Mittelwert</u> zul F	
	Einzelwerte	Mittelwert		
A16/I	1	140,0	156,6	3,0
	2	155,2		
	3	173,5		
	4	141,5		
	5	173,0		
B16/I	1	155,0	160,3	3,0
	2	166,5		
	3	158,4		
	4	161,5		
	5	160,0		
C16/I	1	158,4	165,5	3,1
	2	170,5		
	3	172,5		
	4	173,0		
	5	153,0		





Lasten unmittelbar vor dem Schließen der Stoßfuge





Abb. 11 Probekörper A8/I-2, B8/I-2 und C8/I-2 nach der Prüfung.
Zum Fotografieren wurde das Holz in der Ebene von vier
Stabdübeln aufgespalten.



Abb. 12 Probekörper A8/II-1, B8/II-2 und C8/II-1 nach der Prüfung.
Zum Fotografieren wurde das Holz in der Ebene von vier
Stabdübeln aufgespalten.



Abb. 13 Probekörper A16/I-3, B16/I-2 und C16/I-3 nach der Prüfung.
Zum Fotografieren wurde das Holz in der Ebene von vier Stabdübeln aufgespalten.

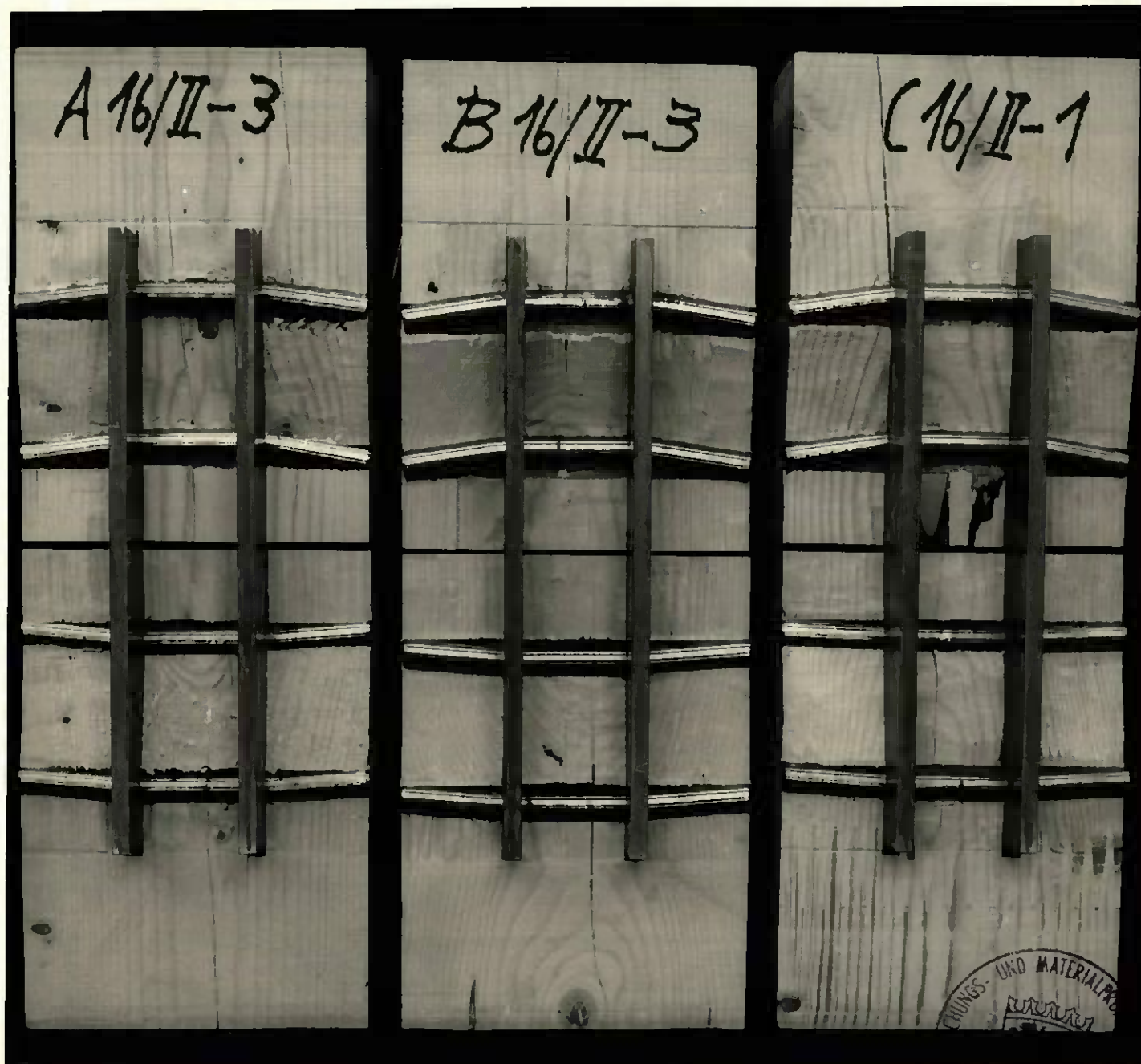


Abb. 14 Probekörper A16/II-3, B16/II-3 und C16/II-1 nach der Prüfung.
Zum Fotografieren wurde das Holz in der Ebene von vier Stabdübeln aufgespalten.

Zusammenstellung 9

Rohdichte und Druckfestigkeit des verwendeten Holzes

Probekörper	Druckfestigkeit σ_D			Rohdichte ρ_u			Feuchtigkeitsgehalt 1) u %
	Mittelwert 1) N/mm ²	Standardabweichung \pm N/mm ²	Variationskoeffizient %	Mittelwert 1) g/cm ³	Standardabweichung \pm g/cm ³	Variationskoeffizient %	
A8/I B8/I C8/I	46,7	2,21	4,7	0,45	0,05	11,7	11,8
A8/II B8/II C8/II	47,9	7,9	16,4	0,47	0,05	11,1	12,1
A16/I B16/I C16/I	51,7	4,55	8,8	0,47	0,04	8,5	11,8
A16/II B16/II C16/II	47,4	2,81	5,9	0,44	0,04	8,4	11,8

1) Mittel aus allen Lamellen eines repräsentativen Probekörpers

