

**Bestimmung der Lochleibungsfestigkeit nach  
EN 383 für verschiedene Beplankungsmaterialien**

**Teil 1: Lochleibungsfestigkeit von Spanplatten**

**T 2834**

**T2834**

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

Im Originalmanuskript enthaltene Farbvorlagen, wie z.B. Farbfotos, können nur in Grautönen wiedergegeben werden. Liegen dem Fraunhofer IRB Verlag die Originalabbildungen vor, können gegen Berechnung Farbkopien angefertigt werden. Richten Sie Ihre Anfrage bitte an die untenstehende Adresse.

© by Fraunhofer IRB Verlag

1999, ISBN 3-8167-5463-5

Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

**Fraunhofer IRB Verlag**

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69  
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

e-mail [irb@irb.fhg.de](mailto:irb@irb.fhg.de)

URL <http://www.irb.fhg.de>



## Labor für Holztechnik LHT

Prof. Dr.-Ing. M.H. Kessel

*Hochschule für  
angewandte Wissenschaft  
und Kunst*

<http://www.fh-hildesheim.de>  
[martin.kessel@fh-hildesheim.de](mailto:martin.kessel@fh-hildesheim.de)  
Telefon 05121/881-230 -262  
Fax 05121/881125

Fachhochschule Hildesheim/Holzminden · Labor für Holztechnik LHT  
Hohnsen 1 · D 31134 Hildesheim

# Vergleichende Betrachtungen europäischer Bauproduktnormen mit nationalen Bestimmungen

## Teilprojekt: Bestimmung der Lochleibungsfestigkeit nach EN 383 für verschiedene Bepankungsmaterialien

Schlußbericht zum Teil 1: Lochleibungsfestigkeit von Spanplatten

Dieser Bericht umfaßt 20 Seiten.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR  
HOLZFORSCHUNG e.V.  
Bayerstraße 57-59 · D-80335 München  
Telefon 089 / 538 90 57

Hildesheim, im Mai 1998

# **1 Einleitung**

## **1.1 Allgemeines**

Um die Beplankung als „tragendes Element“ in eine Konstruktion einbeziehen zu können, sind Kenntnisse über die Krafterleitung in das Beplankungsmaterial erforderlich. Hierzu sind neben der genauen Ausbildung des Anschlusses auch die mechanischen Eigenschaften der beteiligten Materialien zu berücksichtigen.

Der Eurocode 5 (EC5) sieht vor, einen Bemessungswert für die Tragfähigkeit einer einschnittigen Nagelverbindung aus den Bemessungswerten der Lochleibungsfestigkeiten der beteiligten Materialien sowie aus dem Bemessungswert des Fließmoments des Verbindungsmittels zu berechnen. Während die maßgeblichen Parameter und funktionalen Zusammenhänge beispielsweise für Vollholz und für stiftförmige Verbindungsmittel bekannt sind, fehlen Rechenwerte für Lochleibungsfestigkeit von Spanplatten.

## **1.2 Zielsetzung**

Im Rahmen der Untersuchungen zu diesem Teilprojekt sollten für Spanplatten verschiedener Dicken Rechenwerte für die charakteristische Lochleibungsfestigkeit ermittelt werden.

## **1.3 Definitionen**

Als Lochleibungsfestigkeit wird in DIN EN 383 die „mittlere Druckspannung bei Höchstlast in einem Körper ... unter der Einwirkung eines steifen geraden Verbindungsmittels“ definiert. Hierbei muß die Verbindungsmittelachse rechtwinklig zur Oberfläche dieses Körpers verlaufen und das Verbindungsmittel rechtwinklig zu dessen Achse belastet werden. Als Höchstlast gilt diejenige Kraft, „die gemessen wird, bevor der Probekörper den Grenzwert der Verformung erreicht hat“. Der Grenzwert wird in DIN EN 383 aber nicht näher definiert.

# **2 Material und Methoden**

## **2.1 Probenahme**

Die Probenahme für Prüfungen zur Ermittlung von charakteristischen Werten mechanischer Eigenschaften von Holzwerkstoffen für den Holzbau werden in

DIN EN 789 und DIN EN 1058 geregelt. Gemäß DIN EN 789 darf für die Bestimmung von charakteristischen Werten einer mechanischen Eigenschaft nicht mehr als ein Probekörper je Platte verwendet werden. Die Anzahl der Probekörper ergibt sich aus den Anforderungen der DIN EN 1058. Hiernach sind mindestens 32 Platten der gleichen Art stichprobenartig in Herstellwerken zu entnehmen.

Im Rahmen der Untersuchungen zu diesem Vorhaben wurden Spanplatten mit den Dicken 10 mm, 13 mm, 16 mm und 22 mm untersucht. Hierbei handelte es sich um Verlegeplatten des Typs NOVOPAN FF V 100 E 1 DIN 68 763 und GREEN LINE FF V 199 E1 DIN 68 763 der *GLUNZ AG*. Der Versuchsplan kann der Tabelle 1 entnommen werden.

Platten- dicke	Nagel- durchmesser	Prüfkörper- anzahl
10 mm	2 mm	32
13 mm	2 mm	32
13 mm	3 mm	32
13 mm	4 mm	32
16 mm	4 mm	32
22 mm	5 mm	32

Tabelle 1: *Versuchsplan. Die 13 mm dicken Prüfkörper entstammen insgesamt 32 Platten.*

Die etwa 1 m × 1 m großen Platten wurden im Zeitraum vom 24.9.1997 bis zum 31.10.1997 vom o.g. Hersteller der laufenden Produktion entnommen und der Prüfstelle angeliefert. Der Plattenbeschriftung konnte der Herstellungszeitpunkt nicht entnommen werden.

## 2.2 Konditionierung

Die Platten wurden in den ca. 20°C warmen Räumen der Prüfstelle gelagert. Die aus ihnen entnommenen Prüfkörper wurden bei einer Temperatur von 20°C ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ) und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65% ( $\pm 5\%$ ) bis zur Gewichtskonstanz ( $\Delta m/m < 0,1\%/24\text{h}$ ) konditioniert. Die Lochleibungsprüfung erfolgte innerhalb einer Stunde nach Entnahme der Prüfkörper aus dem Normalklima.

## 2.3 Rohdichte und Feuchtegehalt

Die Normalrohichte  $\rho_N$  der „Lochleibungs-Prüfkörper“ zum Zeitpunkt der Prüfung wurde durch Messen und Wiegen ermittelt. Dabei wurde die Prüfkörperdicke im Bereich des Verbindungsmittels auf 0,05 mm bestimmt, die Prüfkörperbreite und Länge auf 0,1 mm. Die Prüfkörper wurden auf 0,01 g gewogen.

Zur Bestimmung des Feuchtegehalts  $H$  wurden die Prüfkörper nach der Prüfung erneut gewogen und bei  $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$  bis zur Gewichtskonstanz ( $\Delta m/m < 0,1\%/24\text{h}$ ) getrocknet. Der Feuchtegehalt wurde entsprechend EN 322 berechnet.

Aufgrund des eingeschränkten Wägebereichs der verwendeten Präzisionswaage wurde die Bestimmung der Normalrohichte und des Feuchtegehalts der 22 mm dicken Platten an separaten Prüfkörpern vorgenommen. Diese besaßen eine Breite von 100 mm und eine Länge von 50 mm. Die Prüfkörper zur Bestimmung der vorgenannten physikalischen Parameter und der Lochleibungsfestigkeit wurden dem gleichen Klima ausgesetzt.

## 2.4 Lochleibungsfestigkeit

### 2.4.1 Prüfkörperpräparation

Vorversuche an Platten mit einer Dicke von 10 mm ergaben, daß mit dem von DIN EN 383 geforderte Abstand zum unbelasteten Prüfkörpertrand vor dem Erreichen der Lochleibungsfestigkeit ein Zugbruch im Nettoquerschnitt auftritt. Ab einem Abstand von  $8d$  konnte die Lochleibungsfestigkeit ermittelt werden. Da die Vorversuche nur mit einer geringen Prüfkörperanzahl bei gleicher Plattendicke durchgeführt wurden, wurde der Abstand unabhängig von der Plattendicke auf  $10d$  erhöht. Alle anderen Abmessungen wurden entsprechend DIN EN 383 übernommen und können der Tabelle A.1 des Anhangs entnommen werden. Die Orientierung der Längsachse der Prüfkörper (Krafttrichtung) erfolgte senkrecht zur Beschriftungsrichtung.

Die Wahl der Verbindungsmitteldurchmesser orientierte sich an der baupraktischen Verwendung der Platten als Beplankung. Mit maximal 5 mm bei einer Plattendicke von 22 mm liegt der gewählte Durchmesser unter der

Empfehlung in DIN EN 383, die als Mindestmaß die 0,25-fache Plattendicke vorschlägt. Die glattschaftigen Stahlnägel wurden mit konstanter Geschwindigkeit durch die Prüfkörper in ein Fichtenholzstück eingedrückt. Hiermit sollte das Auskratzen des Prüfkörpers an der Austrittsstelle des Nagels, wie es in der Praxis auftritt, ermöglicht werden. Durch Verwenden einer Vorrichtung wurde die Schiefstellung der Nagelachse gegen die Prüfkörpernormale unterbunden. Nach dem Einbringen des Nagels wurde das Holzstück vorsichtig entfernt und der Prüfkörper samt Nagel in die Prüfeinrichtung eingebaut.

#### 2.4.2 Prüfeinrichtung

Die Ansicht in Abb. A.1 zeigt eine schematische Darstellung der Prüfeinrichtung. Gekennzeichnet ist einer der beidseitig angebrachten induktiven Wegaufnehmer W10 der Fa. Hottinger Baldwin Meßtechnik (HBM). Gleichfalls wird das Widerlager für die Wegaufnehmer und die Position des Verbindungsmittels bezeichnet. Die Einspannschrauben ermöglichten eine momentensteife Einspannung der Nägel. Das Widerlager für die Wegaufnehmer berührt den ebenfalls eingezeichneten Prüfkörper nur über zwei seitlich in Höhe des Verbindungsmittels angebrachte Schrauben. Letztgenannte hielten das Widerlager punktförmig durch eine Klemmwirkung und drangen nicht in den Prüfkörper ein. Im Querschnitt durch die Verbindungsmittelachse in Abb. A.1.b wird der seitliche Abstand zwischen Prüfkörper und Nageleinspannung deutlich. Er konnte durch entlang der Nagelachse verschiebliche Einspannungen auf jeweils ca. 2 mm eingestellt werden, um die Reibung des im Bereich der Druckbeanspruchung ausbeulenden Materials an der Einspannung zu verhindern. Nicht eingezeichnet ist die untere Halterung des Prüfkörpers. Diese wird durch 30 mm lange Klemmbacken erreicht. Die Messung der Zugkraft  $F$  erfolgte mit einer Kraftmeßdose der Fa. Gassmann Theis Meßtechnik GmbH, Genauigkeitsklasse 1 nach EN 10002 T2.

Für die Untersuchungen an den 16 mm und 22 mm dicken Spanplatten mußten die Halterungen der Prüfeinrichtung wie in Abb. A.2 geändert werden. Die oberen Stahllaschen wurden durch Laschen aus harzgetränktem Furnierpreßschichtholz ersetzt, die mit Bohrungen für die Verbindungsmittel versehen waren. Eine Einspannung des Verbindungsmittels konnte nur durch die Wahl eines möglichst

kleinen Bohrungsdurchmessers erreicht werden. Die Wegaufnehmer wurden an den Laschen in Höhe der Bohrungen befestigt, um den Einfluß der Holzdehnung zu minimieren. Die Applikation der Wegaufnehmerwiderlager wurde nicht geändert. Die untere Halterung der Prüfkörper wurde durch einen  $\varnothing 8$  mm Stahlstift über weitere Laschen hergestellt.

#### 2.4.3 Lastaufbringung

Das Aufbringen der Last erfolgt in den unten aufgeführten drei Phasen, die durch die geschätzte Höchstlast  $F_{max,est}$  parametrisiert werden. Diese wurde in einer geringen Anzahl vorangehender Versuche bestimmt oder anhand der Ergebnisse vorangehender Versuchsreihen abgeschätzt. Bei zwei Versuchsreihen wurde eine Anpassung der geschätzten Höchstlast entsprechend DIN EN 383 vorgenommen.

Phase 0: Aufbringen der Last bis auf 40% der geschätzten Höchstlast mit einer Vorschubgeschwindigkeit von ca. 1 mm/min. Anschließend wird die Last 30 s konstant gehalten.

Phase 1: Entlasten auf 10% der geschätzten Höchstlast und halten dieser Last für 30 s.

Phase 2: Steigerung der Last bis die Höchstlast erreicht ist oder eine Verformung von 5 mm überschritten wird.

Da mit der verwendeten Prüfeinrichtung eine kraftgesteuerte Belastung nicht möglich war, konnten die Vorgaben der EN 383 hinsichtlich der Belastungsgeschwindigkeit nur näherungsweise eingehalten werden. Die voreingestellte Vorschubgeschwindigkeit wurde während der Versuche nicht geändert.

#### 2.4.4 Auswertung

Nach DIN EN 383 errechnet sich aus der Höchstlast  $F_{max}$ , der Plattendicke  $t$  und dem Verbindungsmitteldurchmesser  $d$  die Lochleibungsfestigkeit  $f_h$  nach der Gleichung

$$f_h = \frac{F_{max}}{d \cdot t} \quad (1)$$



Als Vorbedingung für die Auswertbarkeit des Versuchs mußte eine Mindestverformung von einem Verbindungsmitteldurchmesser überschritten werden. Für die Ermittlung der Höchstlast  $F_{max}$  wurde die Auswertung der Kraft-Verformungskurve entsprechend DIN EN 383 auf Verformungen bis 5 mm beschränkt.

## 2.5 Charakteristische Werte

Nach DIN EN 1058 wird der charakteristische Wert  $x_k$  (5% Fraktil) einer Größe  $x$  gemäß

$$\begin{aligned} x_k &= k_n \cdot m(x) \\ k_n &= \exp[-\kappa_n \cdot \delta(x) + 0,15] \end{aligned} \quad (2a)$$

aus dem Mittelwert

$$m(x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (2b)$$

der Standardabweichung

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m(x))^2}{n-1}}, \quad (2c)$$

dem Variationskoeffizienten

$$\delta(x) = \frac{s(x)}{m(x)} \quad (2d)$$

und einer von der Probenmächtigkeit  $n$  abhängigen Konstanten  $\kappa_n$  ( $= 3,1$  für  $n = 32$ ) berechnet. Gemäß DIN EN 1058 wurde der Variationskoeffizient  $\delta$  jedoch nicht kleiner als 0,1 angesetzt.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Beobachtungen

Trotz der Erhöhung der Abstands des Verbindungsmittels zum unbelasteten Rand von  $5d$  auf  $10d$  traten bei zwei Prüfkörpern mit  $t = 10$  mm und  $d = 2$  mm ein Zugversagen des Nettoquerschnitts auf. Da dies jedoch bei Verformungen über

2 mm auftrat, wurden die Meßergebnisse in die Auswertung einbezogen. Die Höchstlasten dieser Versuche lagen innerhalb der Schwankungsbreite der Höchstlasten der restlichen Prüfkörper der Probe. Ausgenommen der vorgenannten zwei Fälle trat bei allen anderen Proben nur Lochleibungsversagen auf. In den Abbildungen A.3 und A.4 des Anhangs werden beide Versagensformen dargestellt.

## **3.2 Messungen**

### **3.2.1 Deskriptive Parameter**

Die Normalrohichte und der Feuchtegehalt variierten während der Versuche nur geringfügig. Bezogen auf das Gesamtkollektiv aller Versuche wurden Variationskoeffizienten von 3,3% und 3,5% ermittelt. Als mittlere Normalrohichte der Spanplatten ergab sich  $705 \text{ kg/m}^3$  bei einem mittleren Feuchtegehalt von 11%. Die Mittelwerte der einzelnen Proben wichen hiervon nur maximal um 2,4% bzw. 5% ab.

Im Gegensatz dazu zeigt sich eine zum Teil deutliche Abhängigkeit der Lochleibungsfestigkeit vom Probenkollektiv. Die maximale Abweichung des Mittelwerts einer Probe vom Gesamtmittel von  $50,5 \text{ N/mm}^2$  betrug rund 36%. Die Abweichungen der Mittelwerte der Proben untereinander lassen sich größtenteils statistisch belegen. Bis auf die Probe  $t / d = 10 \text{ mm} / 2 \text{ mm}$  ergaben sich Variationskoeffizienten nicht über 10%. Bei der genannten Probe wurde ein Koeffizient von 20% ermittelt.

Eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Einzelprüfungen zusammen mit einer statistischen Auswertung der Proben finden sich in den Tabellen A.2 (Feuchtegehalt), A.3 (Normalrohichte) und A.4 (Lochleibungsfestigkeit) des Anhangs.

Ein anschaulicher Vergleich der für die Kollektive berechneten charakteristischen Lochleibungsfestigkeiten kann der Abb. 1 entnommen werden.

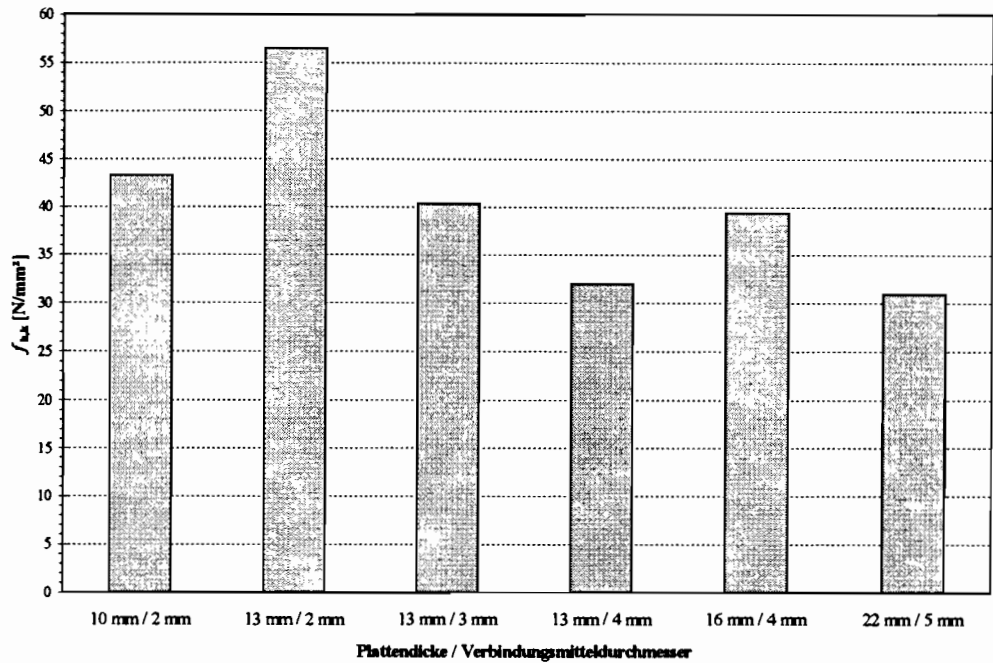


Abb. 1: Charakteristische Lochleibungsfestigkeiten  $f_{h,k}$  in Abhängigkeit der Plattendicke und des Verbindungsmitteldurchmessers.

### 3.2.2 Tragfähigkeit

Im Fall ausreichender Randabstände kann die Tragfähigkeit einer Nagelverbindung von Spanplatten und Vollholz nach Johansen's Theorie berechnet werden. Entsprechende Rechnungen wurden gemäß den Gleichungen 6.2.1a bis 6.2.1f des EC5 durchgeführt. Als Unterkonstruktion wurde Vollholz der Sortierklasse DIN 4074-S10 und als Verbindungsmittel ein runder glattschaftiger Drahtstift nach DIN 1052-T2 verwendet.

$t$ [mm]	$d$ [mm]	$l$ [mm]	$f_{h,k}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$R_d$ [N]
10	2	40	43,3	212
13	2	45	56,5	271
13	3	70	40,3	406
13	4	100	32,0	591
16	4	100	39,4	656
22	5	130	30,9	915

Tabelle 2: Tragfähigkeit  $R_d$  einer einschnittigen Nagelverbindung von Vollholz und den untersuchten Spanplatten nach Eurocode 5 in Abhängigkeit der Plattendicke  $t$ , des Nageldurchmessers  $d$  sowie dessen Länge  $l$ . Zusätzlich ist die charakteristische Lochleibungsfestigkeit  $f_{h,k}$  der Spanplatten angegeben.

Die Lochleibungsfestigkeit des Holzes und das Fließmoment des Nagels wurden entsprechend EC5 angesetzt. Die Länge  $l$  und der Durchmesser  $d$  des Nagels

können der Tabelle 2 entnommen werden. Die Nagelabmessungen wurden in Anlehnung an DIN 1151 gewählt. Tabelle 2 enthält auch die sich ergebenden Bemessungswerte der Tragfähigkeit  $R_d$ . Wie für das Vollholz wurde dabei für die Spanplatten der Modifikationsfaktor  $k_{mod} = 0,6$  und der Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_M = 1,3$  angesetzt. In allen in Tabelle 2 aufgeführten Fällen trat ein Versagen infolge der Ausbildung eines Fließgelenks im Bereich der Unterkonstruktion auf, wie es durch Gleichung 6.2.1d des EC5 beschrieben wird.

### 3.2.3 Vorhersage der Lochleibungsfestigkeit

Zur Vorhersage der Lochleibungsfestigkeit aus der Plattendicke und der Plattenrohichte sowie aus dem Durchmesser des Verbindungsmittels wurde ein Rechenmodell entwickelt. Hierfür wurde in Anlehnung an die Verhältnisse im Vollholz der Potenzansatz

$$f_h = c \cdot d^\alpha \cdot t^\beta \cdot \rho_N^\gamma \quad (4)$$

gewählt. Dessen Parameter  $c$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  konnten durch multiple Regression des logarithmierten Ansatzes auf Grundlage des Gesamtkollektivs ermittelt werden. Setzt man den Verbindungsmitteldurchmesser  $d$  sowie die Plattendicke  $t$  in mm und die Normalrohichte  $\rho_N$  der Spanplatten in  $\text{kg/m}^3$  an, so ergeben sich für die Parameter die nachfolgend aufgeführten Werte. Die Lochleibungsfestigkeit ergibt sich damit in  $\text{N/mm}^2$ .

$$c = 1,193 \cdot 10^{-7}$$

$$\alpha = -0,838$$

$$\beta = 0,328$$

$$\gamma = 2,888$$

Der Korrelationskoeffizient zwischen den mit diesem Parametersatz vorhergesagten Lochleibungsfestigkeiten und den gemessenen Werten betrug

0,94, bei einem RMS-Residuum (Wurzel des mittleren Abweichungsquadrats) von 5 N/mm<sup>2</sup>.

Zur Vorhersage der charakteristischen Lochleibungsfestigkeit  $f_{h,k}$  nach (4) unter Verwendung der charakteristischen Rohdichte  $\rho_{N,k}$  ist der durch DIN EN 1058 gegebene Zusammenhang (2a) durch die Modifikation des Parameters  $c$  zu berücksichtigen:

$$c \rightarrow c \cdot \frac{k_{f_h,n}}{k_{\rho_N,n}^{2,888}}$$

Darin sind die Konstanten  $k_{x,n}$  die zu  $f_h$  und  $\rho_N$  gehörenden Umrechnungsfaktoren aus (2a). Die mit der so modifizierten Gleichung erzielten Ergebnisse können der Tabelle 3 entnommen werden. Die Abweichungen der vorhergesagten charakteristischen Lochleibungsfestigkeiten von den „gemessenen“ Werten betragen ungünstigstenfalls 2,7%. Die betragsmäßig größte Abweichung liegt mit -5% auf der „sicheren Seite“.

$d$ [mm]	$t$ [mm]	$\rho_{N,k}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$f_{h,k,pred}$ [N/m <sup>2</sup> ]	$f_{h,k}$ [N/m <sup>2</sup> ]	$\Delta$
2	10	614	43,0	43,3	-0,7%
2	13	591	56,5	56,5	0,0%
3	13	591	40,2	40,3	-0,2%
4	13	599	32,9	32,0	2,7%
4	16	612	37,4	39,4	-5,0%
5	22	594	31,6	30,9	2,3%

Tabelle 3: Vergleich der mit (4) vorhergesagten charakteristischen Lochleibungsfestigkeit  $f_{h,k,pred}$  mit der gemäß DIN EN 1058 ermittelten  $f_{h,k}$ .  $\Delta$  bezeichnet die Abweichung des vorhergesagten vom „gemessenen“ Wert.

## 4 Zusammenfassung

In Anlehnung an DIN EN 383, DIN EN 789 und DIN EN 1058 wurden die charakteristische Lochleibungsfestigkeiten von Spanplatten eines Herstellers ermittelt. Es wurden insgesamt vier Plattendicken geprüft. Für eine Plattendicke wurde zusätzlich der Verbindungsmitteldurchmesser variiert. Aus den ermittelten Lochleibungsfestigkeiten wurden die nach Eurocode 5 zu erzielenden Bemessungswerte der Nageltragfähigkeit bei Verwendung der Spanplatten als Beplankungsmaterial auf Vollholz berechnet. Eine Gleichung zur Berechnung der Lochleibungsfestigkeit der untersuchten Verlegeplatten aus deren Dicke und Rohdichte sowie aus dem Verbindungsmitteldurchmesser konnte mittels multipler Regressionsanalyse ermittelt werden. Durch einen Zusatzfaktor wurde mittels dieser Gleichung die charakteristische Lochleibungsfestigkeit nach DIN EN 1058 mit befriedigender Genauigkeit vorhergesagt.

## 5 Schriftum

DIN EN 383 *Holzbauwerke; Prüfverfahren; Bestimmung der Lochleibungs-  
festigkeit und Bettungswerte für stiftförmige Verbindungsmittel*; Deutsche  
Ausgabe EN 383:1993

DIN EN 789 *Holzbauwerke; Prüfverfahren; Bestimmung der mechanischen  
Eigenschaften von Holzwerkstoffen*; Deutsche Fassung EN 789:1995

DIN EN 1058 *Holzwerkstoffe; Bestimmung der charakteristischen Werte der  
mechanischen Eigenschaften und der Rohdichte*; Deutsche Fassung  
EN 1058:1995

Eurocode 5 DIN V ENV 1995-1-1, Ausgabe 06/94

Kessel, M.H.; Huse, M. : *Vergleichende Betrachtungen europäischer Baupro-  
duktnormen mit nationalen Bestimmungen; Teilprojekt: Bestimmung der  
Lochleibungsfestigkeit nach EN 383 für verschiedene Beplankungsmaterialien,  
Teil 3: Lochleibungsfestigkeit von Gipsfaser- und Gipskartonplatten;*  
LHT Zwischenbericht 3.1 vom 19. August 1997

Kessel, M.H.; Huse, M. : *Vergleichende Betrachtungen europäischer Baupro-  
duktnormen mit nationalen Bestimmungen; Teilprojekt: Bestimmung der  
Lochleibungsfestigkeit nach EN 383 für verschiedene Beplankungsmaterialien,  
Teil 3: Lochleibungsfestigkeit von Gipsfaser- und Gipskartonplatten;*  
Schlußbericht vom März 1998

Hildesheim, im Mai 1998

Der Sachbearbeiter:

Der Leiter:



Dipl.-Phys. M. Huse



Prof. Dr.-Ing. M. H. Kessel

## 6 Anhang

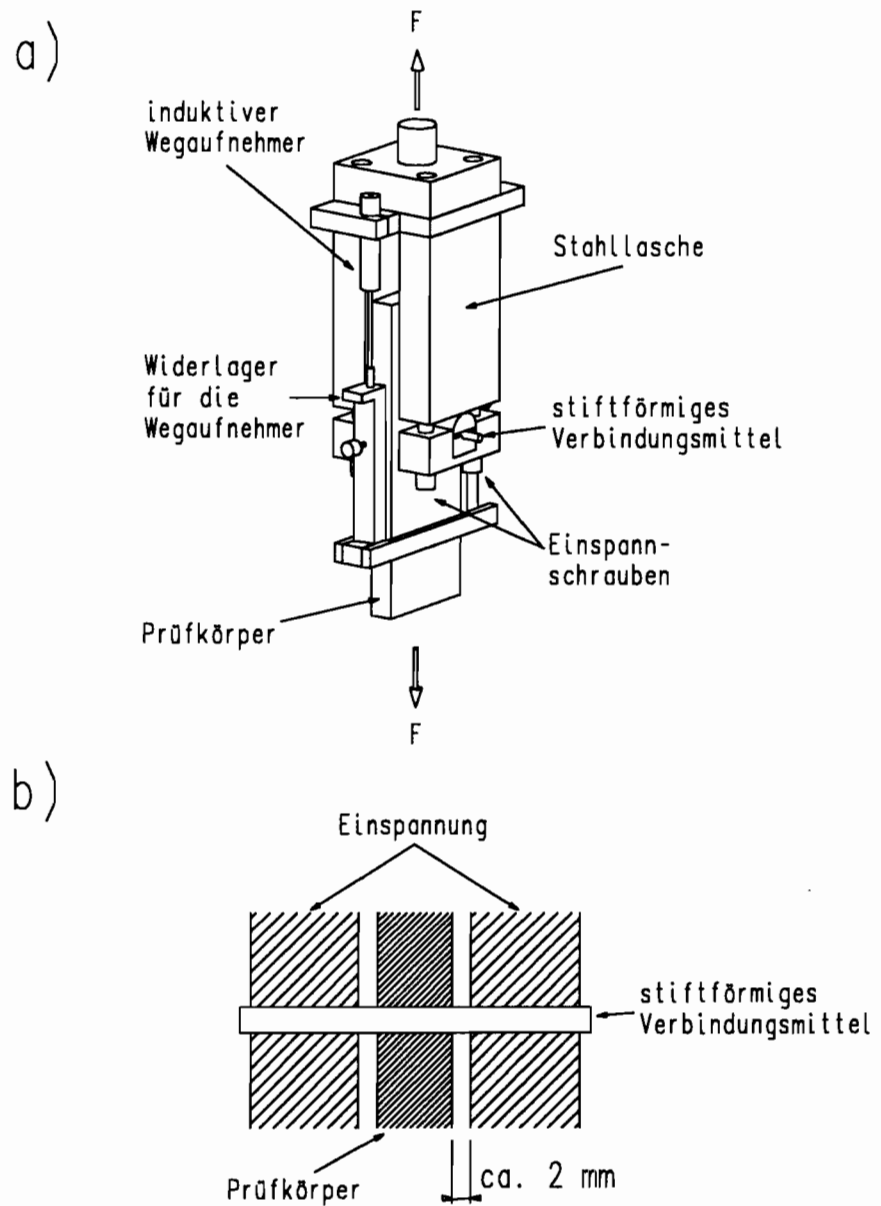


Abb. A.1: a) Ansicht der Prüfeinrichtung für Platten mit Dicken bis 13 mm;  
b) Querschnitt durch die Nagelachse.



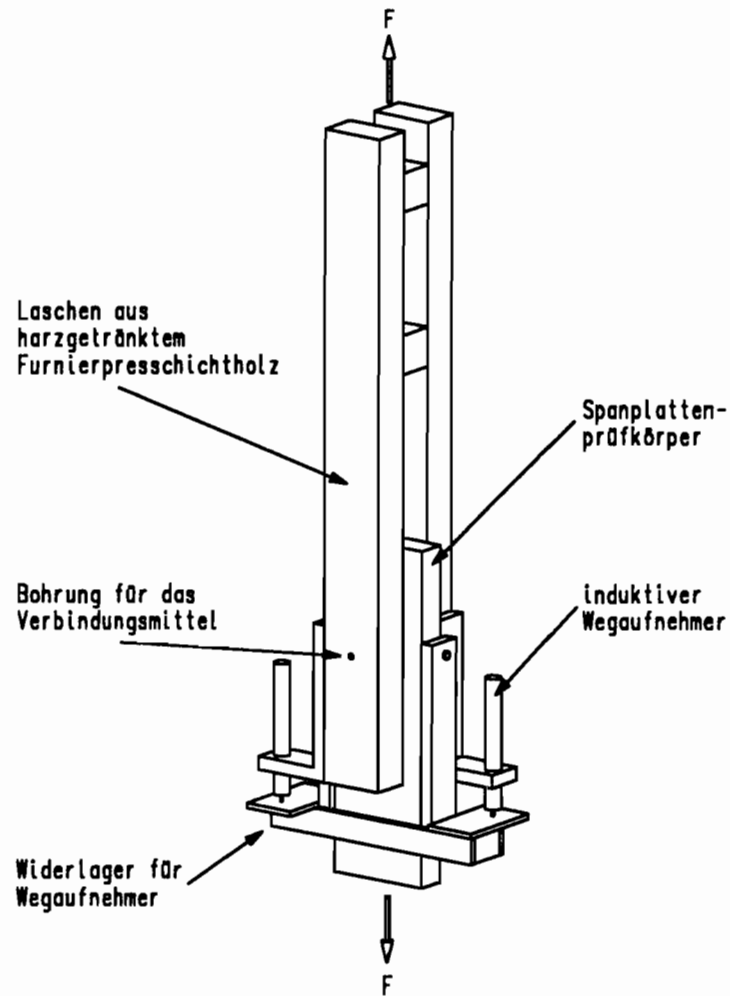


Abb. A.2: Ansicht der Prüfeinrichtung für Platten ab Dicken von 16 mm.

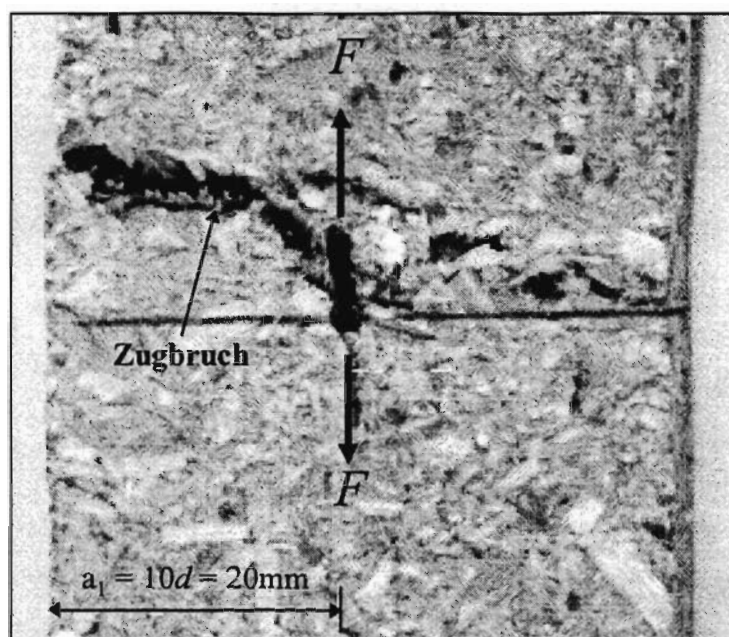


Abb. A.3: Zugversagen im Nettoquerschnitt bei einem 10 mm dicken Prüfkörper und einem Verbindungsmitteldurchmesser  $d = 2$  mm.

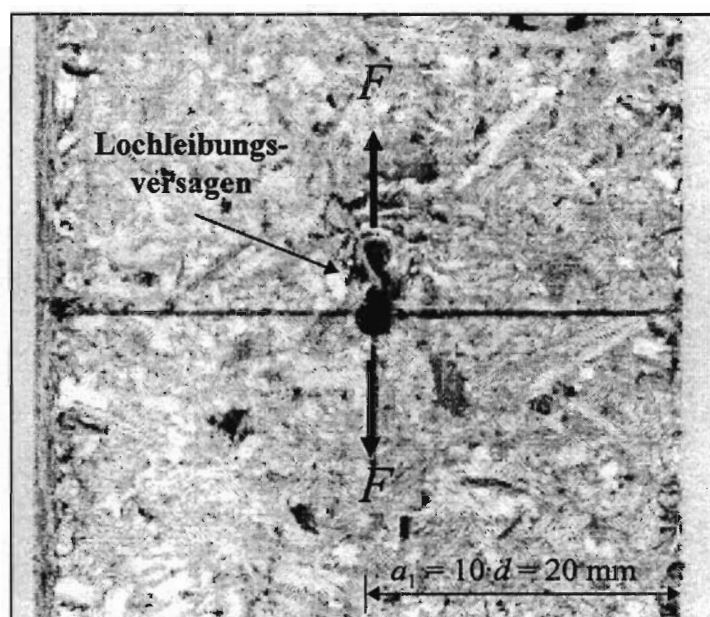


Abb. A.4: Lochleibungsversagen bei einem 10 mm dicken Prüfkörper und einem Verbindungsmitteldurchmesser  $d = 2$  mm.

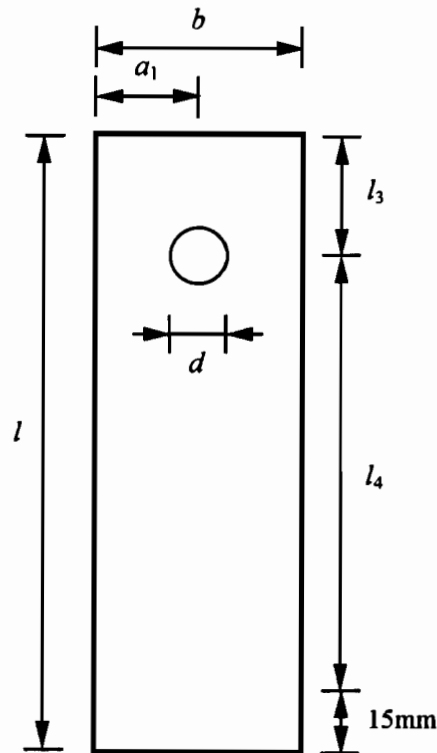


Abb. A.5: Abmessungen der Prüfkörper.

Plattendicke	Nageldurchmesser	Randabstand	Randabstand	Abstand	Breite	Länge
$t$ [mm]	$d$ [mm]	$a_1$ [mm]	$l_3$ [mm]	$l_4$ [mm]	$b$ [mm]	$l$ [mm]
10	2	20	20	80	40	115
13	2	20	20	80	40	115
13	3	30	30	120	60	165
13	4	40	40	160	80	215
16	4	40	40	160	80	215
22	5	50	50	200	100	265

Tabelle A.1: Abmessungen der Prüfkörper. Definition der Maße entsprechend DIN EN 383 wie in Abb. A.5.

<i>H</i> [%]	Plattendicke / Verbindungsmitteldurchmesser					
	Platte	10 mm / 2 mm	13 mm / 2 mm	13 mm / 3 mm	13 mm / 4 mm	16 mm / 4 mm
1	11,90	11,66	11,04	10,67	11,40	10,74
2	11,38	11,81	11,14	10,99	11,56	10,94
3	11,28	12,00	11,25	11,11	11,33	10,69
4	11,25	11,55	10,93	10,73	11,15	11,06
5	11,66	11,72	10,96	10,60	11,36	10,89
6	11,53	11,75	11,12	11,03	11,21	10,79
7	11,81	11,78	11,05	10,89	11,27	11,17
8	11,67	11,32	10,74	10,59	11,12	10,96
9	11,74	11,54	10,94	10,59	11,10	10,81
10	11,37	11,36	10,84	10,62	10,84	10,77
11	11,80	11,87	11,11	10,95	11,06	10,69
12	11,62	11,81	11,18	10,89	10,75	10,95
13	11,25	11,74	11,17	10,96	10,94	10,72
14	11,22	11,76	11,09	10,88	10,93	10,93
15	11,85	11,72	11,03	10,61	11,16	10,88
16	11,11	11,72	11,02	10,77	10,85	11,31
17	11,40	11,64	10,97	10,49	10,95	10,67
18	11,78	11,38	10,77	10,62	11,24	10,76
19	11,42	11,54	11,06	10,65	11,12	10,78
20	11,75	11,44	11,00	10,60	10,93	10,74
21	11,17	12,13	11,04	10,85	10,99	10,79
22	11,44	11,77	10,71	10,76	11,07	10,96
23	11,85	12,00	10,88	10,73	11,17	11,02
24	11,19	12,24	11,02	10,88	10,85	11,02
25	11,87	11,85	11,18	10,91	11,06	10,85
26	11,51	11,58	10,99	10,54	11,11	10,94
27	10,89	11,89	10,92	10,77	11,18	11,03
28	11,13	11,59	10,97	10,56	11,01	10,88
29	11,16	11,73	10,81	10,71	11,09	10,92
30	11,31	11,49	10,45	10,64	11,08	11,07
31	10,82	11,94	10,75	10,80	11,25	10,82
32	11,12	11,45	10,43	10,62	11,04	11,02
<i>m</i>	11,45	11,71	10,95	10,75	11,10	10,89
<i>s</i>	0,30	0,22	0,19	0,16	0,18	0,15
$\delta$	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
<i>max</i>	11,90	12,24	11,25	11,11	11,56	11,31
<i>min</i>	10,82	11,32	10,43	10,49	10,75	10,67

Tabelle A.2: Feuchtegehalt der Prüfkörper in Abhängigkeit von Plattendicke und Verbindungsmitteldurchmesser. Angegeben sind auch der Mittelwert *m*, die Standardabweichung *s*, der Variationskoeffizient  $\delta$  sowie der Kleinst- und Höchstwert.

$\rho_N$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Plattendicke / Verbindungsmitteldurchmesser					
	Platte	10 mm / 2 mm	13 mm / 2 mm	13 mm / 3 mm	13 mm / 4 mm	16 mm / 4 mm
1	722	712	711	708	740	665
2	734	685	682	695	684	702
3	744	696	686	683	725	693
4	792	666	676	679	735	720
5	735	688	683	681	697	681
6	760	679	666	667	727	701
7	687	704	706	724	724	703
8	748	680	690	694	711	693
9	686	700	701	714	725	681
10	750	686	691	709	675	664
11	646	696	706	717	714	695
12	704	683	686	720	729	686
13	678	717	728	713	724	693
14	701	694	696	716	730	689
15	669	667	691	698	706	699
16	729	708	701	716	725	693
17	742	675	682	698	733	701
18	693	678	697	684	676	720
19	726	703	699	707	727	703
20	690	674	668	703	715	682
21	767	709	701	723	721	701
22	722	685	684	675	722	695
23	673	727	717	737	719	691
24	736	681	681	708	725	716
25	674	695	679	690	719	700
26	672	704	705	707	723	711
27	765	711	705	715	737	704
28	732	692	688	689	711	703
29	744	716	719	727	717	725
30	716	674	682	694	730	706
31	792	711	713	704	722	702
32	743	703	682	697	723	703
<i>m</i>	721	694	694	703	718	698
<i>s</i>	37	16	15	17	16	14
$\delta$	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<i>max</i>	792	727	728	737	740	725
<i>min</i>	646	666	666	667	675	664
<i>char. Wert</i>	614	591	591	599	612	594

Tabelle A.3: Normalrohndichte der Prüfkörper in Abhängigkeit von Plattendicke und Verbindungsmitteldurchmesser. Angegeben sind auch der Mittelwert *m*, die Standardabweichung *s*, der Variationskoeffizient  $\delta$ , der charakteristische Wert (5% Quantil nach DIN EN 1058) sowie der Kleinst- und Höchstwert.

$f_b$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Plattendicke / Verbindungsmitteldurchmesser					
	Platte	10 mm / 2 mm	13 mm / 2 mm	13 mm / 3 mm	13 mm / 4 mm	16 mm / 4 mm
1	68,5	78,0	55,3	42,4	55,8	32,6
2	72,8	67,4	47,2	37,5	46,9	35,5
3	89,0	64,8	48,7	38,1	50,3	38,1
4	83,5	66,2	38,9	33,6	55,3	37,0
5	62,1	66,4	47,2	33,8	43,1	35,8
6	74,8	56,6	42,9	28,8	54,9	38,6
7	51,3	68,0	45,7	38,2	47,7	35,2
8	83,1	62,7	44,5	35,0	56,8	33,4
9	68,6	67,7	44,1	39,4	51,8	36,4
10	65,1	68,2	43,8	35,1	42,5	36,5
11	51,9	63,4	52,7	36,8	44,1	37,0
12	41,3	58,6	43,5	38,9	44,1	34,0
13	55,0	69,3	49,1	39,0	42,0	38,3
14	72,1	66,3	50,0	40,8	45,8	33,8
15	51,6	61,2	48,4	37,6	41,5	38,2
16	74,1	75,0	47,2	34,5	48,0	35,3
17	79,3	60,6	47,2	35,3	47,9	33,8
18	54,8	67,7	51,7	35,3	40,3	36,3
19	69,8	91,1	43,8	45,2	43,0	38,8
20	55,3	65,0	45,2	49,0	44,0	35,4
21	80,6	69,8	47,0	40,5	46,1	39,7
22	66,5	62,9	43,7	32,8	40,3	37,0
23	55,1	70,7	51,9	39,7	50,4	36,8
24	76,9	58,5	43,7	36,4	42,8	38,5
25	55,6	58,2	37,0	36,1	42,4	33,0
26	55,8	63,2	51,9	43,3	40,0	41,5
27	89,3	69,3	56,4	36,8	49,5	33,8
28	73,9	68,1	49,0	39,8	41,5	32,2
29	62,0	70,4	56,2	41,0	48,5	41,6
30	85,1	57,8	48,0	38,5	48,4	36,2
31	97,1	70,6	47,0	38,3	48,6	34,5
32	69,4	63,9	45,7	33,8	47,3	34,1
<i>m</i>	68,5	66,5	47,3	37,9	46,6	36,2
<i>s</i>	13,4	6,7	4,5	3,9	4,8	2,4
$\delta$	0,20	0,10	0,09	0,10	0,10	0,07
<i>max</i>	97,1	91,1	56,4	49,0	56,8	41,6
<i>min</i>	41,3	56,6	37,0	28,8	40,0	32,2
<i>char. Wert</i>	43,3	56,5	40,3	32,0	39,4	30,9

Tabelle A.4: Lochleibungsfestigkeit der Prüfkörper in Abhängigkeit von Plattendicke und Verbindungsmitteldurchmesser. Angegeben sind auch der Mittelwert *m*, die Standardabweichung *s*, der Variationskoeffizient  $\delta$ , der charakteristische Wert (5% Quantil nach DIN EN 1058) sowie der Kleinst- und Höchstwert.