



Entwicklung auf dem Gebiet des DDR – Berechnungs- Standards nach Grenzzuständen für Holzkonstruktionen

(Bericht 1987)

DEVELOPMENT OF A GDR LIMIT STATES DESIGN CODE FOR TIMBER STRUCTURES

by W. Rug and M. Badstube

Academy of Building, Institut of Industrial Building,
Berlin 1987

	Seite
1. Einleitung	1
2. Festigkeit von maschinell sortiertem Brettschicht- holz (BSH)	1
2.1. Versuchsdurchführung	1
2.2. Versuchsauswertung	3
3. Festigkeit von maschinell sortiertem Bauholz	4
4. Normwerte der Rechenfestigkeit	4
5. Untersuchungen zu den Anpassungsfaktoren Trägerhöhe und Holzfeuchtigkeit bei biegebeanspruchtem Brett- schichtholz	5
5.1. Versuchsdurchführung	5
5.2. Versuchsauswertung	6
6. Schlußfolgerungen	7
7. Literatur	9

1. Einleitung

Über den Stand der Forschungsarbeiten zum künftigen Holzbaustandard nach der Methode der Grenzzustände berichteten die Autoren bisher in /1/ und /2/.

Die Arbeiten /1/ und /2/ enthalten u.a. das Forschungsprogramm für die Jahre 1986 - 1988 und erste Ergebnisse zur Normfestigkeit von visuell sortiertem Bau- und Brettschichtholz sowie zu den Anpassungsfaktoren.

Entsprechend der Zielstellung des Forschungsprogramms konzentrierte sich die Arbeit /3/ im Jahr 1986 auf die Untersuchungen zur Festigkeit von maschinell sortiertem Brettschicht- und Bauholz. In weiteren Arbeiten wurde der Einfluß der Feuchtigkeit und der Trägerhöhe auf die Biegefestigkeit von Brettschichtholz untersucht.

Nachfolgend wird über die Ergebnisse dieser Untersuchungen berichtet.

2. Festigkeit von maschinell sortiertem Brettschichtholz (BSH)

2.1. Versuchsdurchführung

In /1/ und /2/ wurden bereits neue Brettschichtholzsorten vorgestellt. Die Lagen sortierte man maschinell nach dem Elastizitätsmodul (Biegung) und der Ästigkeit. Das Holz wurde in drei Festigkeitsklassen eingestuft.

Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Brettschichtholzes. Den Aufbau der einzelnen Brettschichtholzsorten, die visuell und maschinell sortiert wurden, zeigt die Tabelle 1.

Hergestellt wurden 5 Versuchsreihen (s. Tabelle 2) von maschinell sortiertem Brettschichtholz. Jede Versuchsreihe umfaßte 12 Balken.

Mit Ausnahme der Versuchsreihe V_2 und V_5 lag die Keilzinkung der Lage 1 an der Zugseite der Balken im Prüfbereich. Die Versuchsreihen V_2 und V_5 hatten keine Keilzinkung im Prüfbereich. Der Keilzinkenversatz (KZV) zwischen 1. und 2. Lage betrug ≥ 250 mm. Bei allen anderen Lagen war er beliebig (s. auch Tabelle 2).

Für den Prüfaufbau der Brettschichtholzträger wählte man, um einen querkraftfreien Bereich zu bekommen, eine Vierpunktbelastung (s. Tabelle 2). Das Verhältnis von Stützweite zu Prüfkörperhöhe betrug 15. Die Länge des Prüfbereiches lag bei 4mal der Höhe.

Die Versuche wurden unter Berücksichtigung der Festlegungen in /5/ unter folgenden Bedingungen durchgeführt:

Relative Luftfeuchtigkeit: $\varphi = 65 \pm 5 \%$

Temperatur: $T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$

Belastungsdauer bis zum Bruch $t_B = 5 \pm 2$ min

Die Belastung erfolgte kontinuierlich bis zum Bruch.

Die Abmessungen der Balken enthält Tabelle 2.

Im Ergebnis der einzelnen Versuche wurden folgende Angaben ermittelt:

1. Holzfeuchte u des jeweiligen Brettschichtholzbalkens mittels Feuchtemeßgerät,
2. Rohdichte ϱ des Balkens durch Wägung nach /11/
3. Biegefestigkeit R_m
4. Verformung u_z in Balkenmitte (s. Tabelle 2) mittels Meßstab und Nivelliergerät
5. Biege-E-Modul E_m bei einem Verhältnis $\frac{E_m}{G} = 15$ entsprechend Angaben in /6/.

2.2. Versuchsauswertung

Die Ergebnisse der in Tabelle 2 zusammengestellten Versuche sind Tabelle 3 zu entnehmen. Es werden u.a. Mittelwerte und 5 %-Quantile von Biegefestigkeit und Biege-E-Modul der BSH-Träger angegeben.

Die Quantilwerte werden Weibull-Verteilungen n./9/ entnommen.

Man erkennt, daß mit steigender BSH-Qualität Biegefestigkeit und Biege-E-Modul zunehmen. (Tabelle 3: s. Ergebnisse von V_4 , V_3 , V_1)

So beträgt die Festigkeitszunahme für R_m , 5 % von:

BSH 5 (V_3) gegenüber BSH 6 (V_4) 19 %

BSH 4 (V_1) gegenüber BSH 6 (V_4) 42 %

BSH 4 (V_1) gegenüber BSH 5 (V_3) 19 %

Die Zunahme der Biegefestigkeit ist mit steigender BSH-Qualität bedeutender als die des Biege-E-Moduls. Hierbei hat die Keilzinkung keinen nachteiligen Einfluß auf die Erhöhung.

Durch Vergleich der Versuche mit und ohne Keilzinkung in Lage 1 lassen sich Aussagen über die Auswirkung der Keilzinkung auf die Biegefestigkeit von BSH treffen (s. Tabelle 3: vergleiche V_2 mit V_1 und V_5 mit V_4).

Die Versuche mit BSH 4 ohne Keilzinkung in Lage 1 des Prüfbereichs (Tabelle 3: V_2) ergeben gegenüber den Versuchen mit Keilzinkung (V_1) für $\bar{R}_m$ 34 %, $R_{m, 5 \%}$ 12 % höhere Festigkeitswerte.

Mit BSH 6 ergeben die Versuche ohne Keilzinkung (V_5) gegenüber denen mit Keilzinkung (V_4) für $\bar{R}_m$ 35 %, $R_{m, 5 \%}$ 11 % höhere Festigkeitswerte (s. Tabelle 3).

Die Festigkeit von maschinell sortiertem Brettschichtholz liegt höher als bei vergleichbarem visuell sortiertem Brettschichtholz (s. Bild 2):

- bezogen auf $\bar{R}_m$ 6 % höhere Biegefestigkeit
- bezogen auf $R_{m,5}$ 19 % höhere Biegefestigkeit.

Das Versagen der BSH-Träger wird zu etwa 80 % durch Bruch der 1. Lage in der Keilzinkung und nur zu 20 % im Lagenquerschnitt mit großen Ästen eingeleitet.

3. Festigkeit von maschinell sortiertem Bauholz

Von Apitz wurden in /4/ 354 Bauholzproben verschiedener Querschnittshöhe und aus verschiedenen Güteklassen im Biegeversuch bis zum Bruch geprüft. Dabei hat der Autor bei jedem Brett die Ästigkeit und den Biege-E-Modul ermittelt. Diese Versuche wurden im Hinblick auf eine maschinelle Sortierung nach drei Festigkeitsklassen statistisch nach /9/ ausgewertet.

Das Ergebnis der Auswertung enthält Tabelle 4.

Gegenüber der Sortierung nach visuellen Kriterien weist maschinell sortiertes Bauholz eine geringere Streuung der Festigkeit und höhere Festigkeitswerte auf (s. Bild 3). Allerdings nimmt der Zuwachs an Festigkeit bei maschinellem Holz bei einer Verminderung der Güte- bzw. Festigkeitsklasse ab, was noch weiter untersucht werden muß.

4. Normwerte der Rechenfestigkeit

Die in /1/, Tabelle 7 angegebenen Normwerte der Rechenfestigkeit und des Biege-E-Moduls von Bau- und Brettschichtholz wurden unter der Berücksichtigung der neuen Versuchsergebnisse weiter präzisiert (s. Tabelle 5). Dabei sind die Werte für die Biegebeanspruchung durch eigene Versuche belegt. Alle anderen Werte wurden vorerst in Anlehnung an den internationalen Kenntnisstand, insbesondere nach /12/ und /13/ festgelegt. Für die anderen Beanspru-

chungen werden ebenfalls eigene Untersuchungen in den nächsten Jahren durchgeführt.

Ein Vergleich der Werte für maschinell sortiertes Holz mit den Werten für visuell sortiertes Holz ergibt eine Erhöhung der Biegefestigkeit von 14... 33 % bei Bauholz und von 20...28 % (33 %) bei Brettschichtholz. Der mittlere E-Modul liegt bei maschinell sortiertem Holz um 4...12 % höher.

Welche Holzeinsparungen dadurch entstehen, wird noch nach Festlegung des Materialfaktors $\gamma_{m,0}$ durch gesonderte Untersuchungen ermittelt.

5. Untersuchungen zu den Anpassungsfaktoren Trägerhöhe und Holzfeuchtigkeit bei Brettschichtholz

Bei den in /1/ angegebenen Anpassungsfaktoren Querschnittshöhe und Holzfeuchtigkeit folgte man dem internationalen Kenntnisstand.

Der Anpassungsfaktor "Querschnittshöhe" $\gamma_{m,2}$ für Brettschichtholz unter Biegebeanspruchung entspricht dem gültigen Standard /14/ sowie der Schweizer Norm /15/. Für Brettschichtholz setzt die Festigkeitsabnahme oberhalb $h = 300$ mm ein.

In /1/ werden drei Feuchtigkeitsklassen für Bau- und Brettschichtholz angegeben. Eine Verminderung der Festigkeit erfolgt ab einem Holzfeuchtegrad von ≥ 18 %.

Die vorgenannten Festlegungen sollten für Biegebeanspruchung durch entsprechende Versuche überprüft bzw. eventuell korrigiert werden.

5.1. Versuchsdurchführung

Das Lastschema und die Versuchsdurchführung entsprachen den Angaben in Abschnitt 2.1. Die Versuche wurden an Prüfbalken der Brettschichtholzsorte 6 durchgeführt (s. Tabelle 6). Der Anpass-

sungsfaktor Querschnittshöhe wurde an Trägerhöhen $h = 192, 288$ und 608 mm überprüft (s. Tabelle 2, V_4 und Tabelle 6, V_4 und V_7). Wegen des noch ungeklärten Zusammenhanges zwischen Holzfeuchte und Biegefestigkeit, besonders im Holzfeuchtebereich $u \geq 15 \%$, untersuchten die Autoren die Festigkeit von BSH-Trägern mit einer Holzfeuchte $u = 15, 18, 24 \%$ (Tabelle 2: V_4 und Tabelle 6 V_8, V_9).

Die Holzfeuchtigkeit wurde durch Lagerung der BSH-Träger im Feuchteraum erzeugt.

Eine typische Feuchteverteilung über den Querschnitt zeigt Bild 4. Alle Werte werden aus Mittelwerten von 12 Proben gebildet. Man erkennt, daß nach 146 tägiger Lagerung im Klima $T = 20^\circ\text{C}$, $\varphi = 95 \%$ nur die Randzonen die geforderte Holzfeuchtigkeit enthalten. Im Kern beträgt die mittlere Holzfeuchte etwa 18% .

Die Belastung bis zum Bruch erfolgte erst nachdem die Lage 1 des BSH-Trägers die geforderte Holzfeuchtigkeit hatte.

5.2. Versuchsauswertung

Die Ergebnisse zeigt Tabelle 7.

Die Versuche zur Gewinnung des Anpassungsfaktors "Querschnittshöhe" mit den Querschnittshöhen $h = 192, 288, 608 \text{ mm}$ (Tabelle 3: V_4 und Tabelle 7 V_6, V_7) zeigen für $R_{m,5} \%$ keine Abnahme der Festigkeit.

Der Anpassungsfaktor beträgt hiernach bis zu einer Trägerhöhe von $h = 608 \text{ mm}$: $\gamma_{m,2} = 1$

Die Versuche zur Gewinnung des Anpassungsfaktors "Holzfeuchte" mit den Holzfeuchten $u = 15, 18, 24 \%$ (Tabelle 3: V_4 und Tabelle 7 V_8, V_9) zeigen für $R_{m,5} \%$ bei $u = 18 \%$ keine Abnahme gegenüber

$u = 15 \%$, bei $u = 24 \%$ eine Abnahme von 7% .

Der Anpassungsfaktor ist für eine Holzfeuchte von

$u \leq 18 \%$ $\gamma_{m, 1,1} = 1$ und für einen Holzfeuchtebereich von $18 \% < u = 24 \%$

$$\gamma_{m, 1,1} = \frac{R_{m, 5 \% (V_9)}}{R_{m, 5 \% (V_4)}} = \frac{23,6}{25,5} = 0,93$$

Vergleicht man die Versuchsreihe V_4 (16 Träger) mit den zusammengefaßten Werten der Versuchsreihen V_4 , V_6 und V_8 (36 Träger der Brettschichtholzsorte 6, $h = 288$ $u \leq 18 \%$), so weicht der $R_{m, 5 \%}$ -Wert der zusammengefaßten Serie nur um 1% von dem $R_{m, 5 \%}$ -Wert der Serie V_4 ab.

Die Dichteverteilung nach Weibull für BSH 6 (36 Träger) zeigt Bild 5.

Damit werden die Werte in /1/ bestätigt. (s. Tabelle 7)

Allerdings wurde eine neue Klassifizierung der Bauwerkskategorie und der zugehörigen Klimabedingungen vorgenommen, die die Anpassungsträgheit verschieden großer Querschnitte bzw. den Einfluß bestimmter Nutzungsarten auf die Holzfeuchte (s. Tabelle 8) berücksichtigt.

6. Zusammenfassung / Weitere Forschungsarbeiten

Es wurden maschinell nach dem Biege-E-Modul und der Ästigkeit sortierte Brettschichtholz- und Bauholzträger untersucht und die Normfestigkeit festgestellt.

Die Gegenüberstellung von maschinell sortiertem Holz zu visuell sortiertem ergibt für maschinell sortiertes Holz höhere Festigkeitswerte von $14...25\%$ (33%). Der mittlere E-Modul liegt bei maschinell sortiertem Holz um $4...12 \%$ höher.

Weiterhin wurden Untersuchungen zum Einfluß der Trägerhöhe und der Holzfeuchtigkeit bei biegebeanspruchten Brettschichtholzträgern durchgeführt.

Bei Trägerhöhen bis 600mm wurde kein Einfluß auf die Biegefestigkeit festgestellt.

Bis zu einer Holzfeuchte von 18 % ist kein Abfall der Biegefestigkeit feststellbar. Zwischen 18 und 24 % sinkt die Biegefestigkeit um 7 %.

Künftige Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf:

1. Der Einfluß des Keilzinkenversatzes auf die Biegefestigkeit von BSH.
2. Der Einfluß der Keilzinkenlänge auf die Zugfestigkeit von Brettlagen.
3. Die Möglichkeiten zur Festigkeitserhöhung von Brettschichtholzträgern.
4. Die Bestimmung des Materialfaktors für Brettschicht- und Bauholz.

Gleichzeitig wird das in /1/ dargelegte Forschungsprogramm weitergeführt.

7. Literatur

- /1/ Rug, W.; Badstube, M.
New Developments of Limit State Design for the new GDR
Timber Design Code; Academy of Building of the GDR
Institute of Industrial Building, CIB-W18-Paper 19-102-4,
Florence 1985

- /2/ Badstube, M.; Rug, W.
"Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Bemessung nach
Grenzzuständen in Vorbereitung auf den neuen DDR-Standard
Holzbau"
Holztechnologie, Leipzig 27 (1986), S. 281-336

- /3/ Badstube, M.; Rug, W.
Erarbeitung von ingenieur-theoretischen Grundlagen für den
Standard "Holzbau, Tragwerke, Berechnung nach Grenzzuständen"
Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau, Forschungs-
bericht, Berlin 1986

- /4/ Apitz, R.
"Ermittlung von Festigkeitswerten für Vollholz bei der Be-
anspruchungsart Biegung durch Versuche"
Ingenieurhochschule Wismar, Forschungsbericht 1982

- /5/ "Testing methods for plywood in structural grades for use
in load-bearing structures"
Joint committee RILEM/CIB-3TT Testing methods of timber
Mater. Constr., Paris 11 (1978) - S. 445-452

- /6/ Krabbe, E.
"Elastizitätszahlen von Fichtenholz in Abhängigkeit von der
Holzfeuchtigkeit"
Bauen mit Holz, Karlsruhe 85 (1983), S. 218-220

- /7/ Apitz, R.
Beitrag zur Bestimmung der Festigkeitskennwerte von Bauholz
bei Biegebeanspruchung für eine Bemessung nach der Methode
der Grenzzustände
Ingenieurhochschule Wismar, Diss. A, Wismar 1985

- /8/ Apitz, R.
Vorschlag von Festigkeitsklassen für Nadel-schnittholz und
Möglichkeiten der Sortierung
Holztechnologie, Leipzig 27 (1986) 6 S. 299-300

- /9/ RGW-Norm ST-RGW 877-78 / DDR-Norm TGL 38 791/03:
Angewandte Statistik, Bestimmung der Schätzwerte und Kon-
fidenzgrenzen für Parameter der Weibullverteilung

- /10/ DDR-Norm TGL 117-0767, 1963, Bauschnittholz, Gütebe-
dingungen

- /11/ DDR-Norm TGL 25 106/03, 1979, Prüfung von Holz, Bestimmung
der Rohdichte und Raumdichtezahl

- /12/ CIB-W18-Code: CIB-Structural Timber Designe Code,
sixth edition, January 1983, CIB-Report 1983, Publication 66,
Working Group W 18, Timber Structures

- /13/ Larson, H.J.
Eurocode 5, Timber Structures
CIB-W18-Paper/18-1-2, Oron 1985

- /14/ Vorschrift 174/85: Holzbau, Tragwerke; Berechnung; Bau-
liche Durchbildung (1. Änderung von TGL 33 135/01)
Mitteilungsblatt der Staatlichen Bauaufsicht Berlin
9 (1985) 10/11, S. 82-84

- /15/ Schweizer Norm SLA 164: Holzbau
Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein , Zürich 1981

- /16/ DDR-Norm TGL 25 106/02, 1979; Prüfung von Holz, Bestimmung
des Feuchtesatzes bei physikalisch-mechanischen Prüfungen

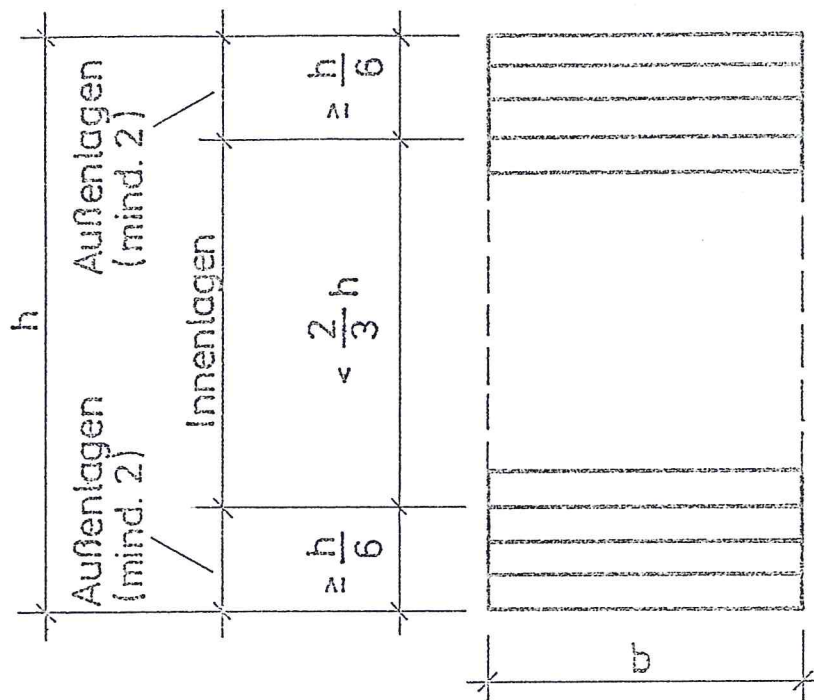


Bild 1: Aufbau des Brettschichtholzes

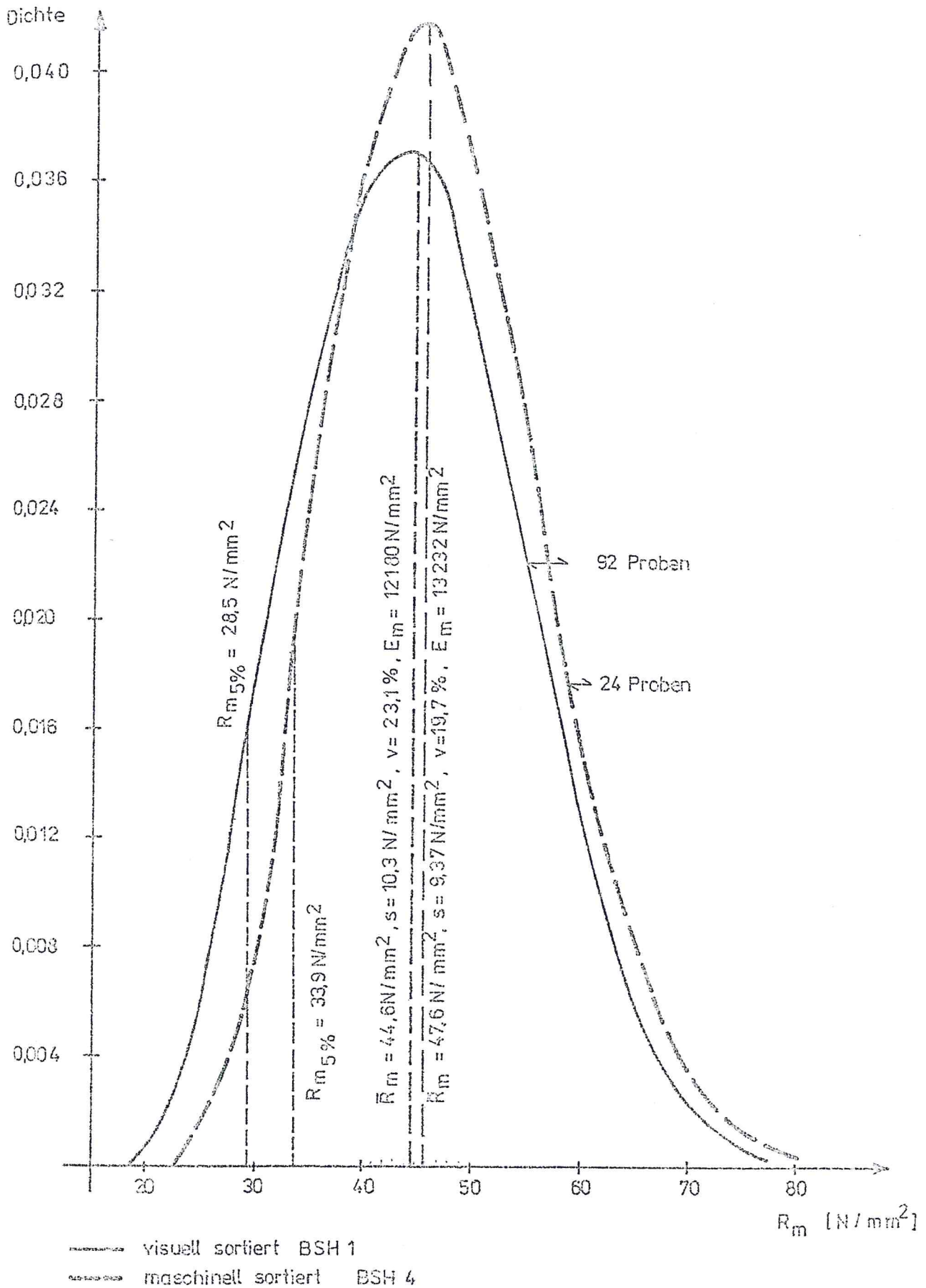


Bild 2 Vergleich von maschinell und visuell sortiertem BSH;
Biegebruchfestigkeit

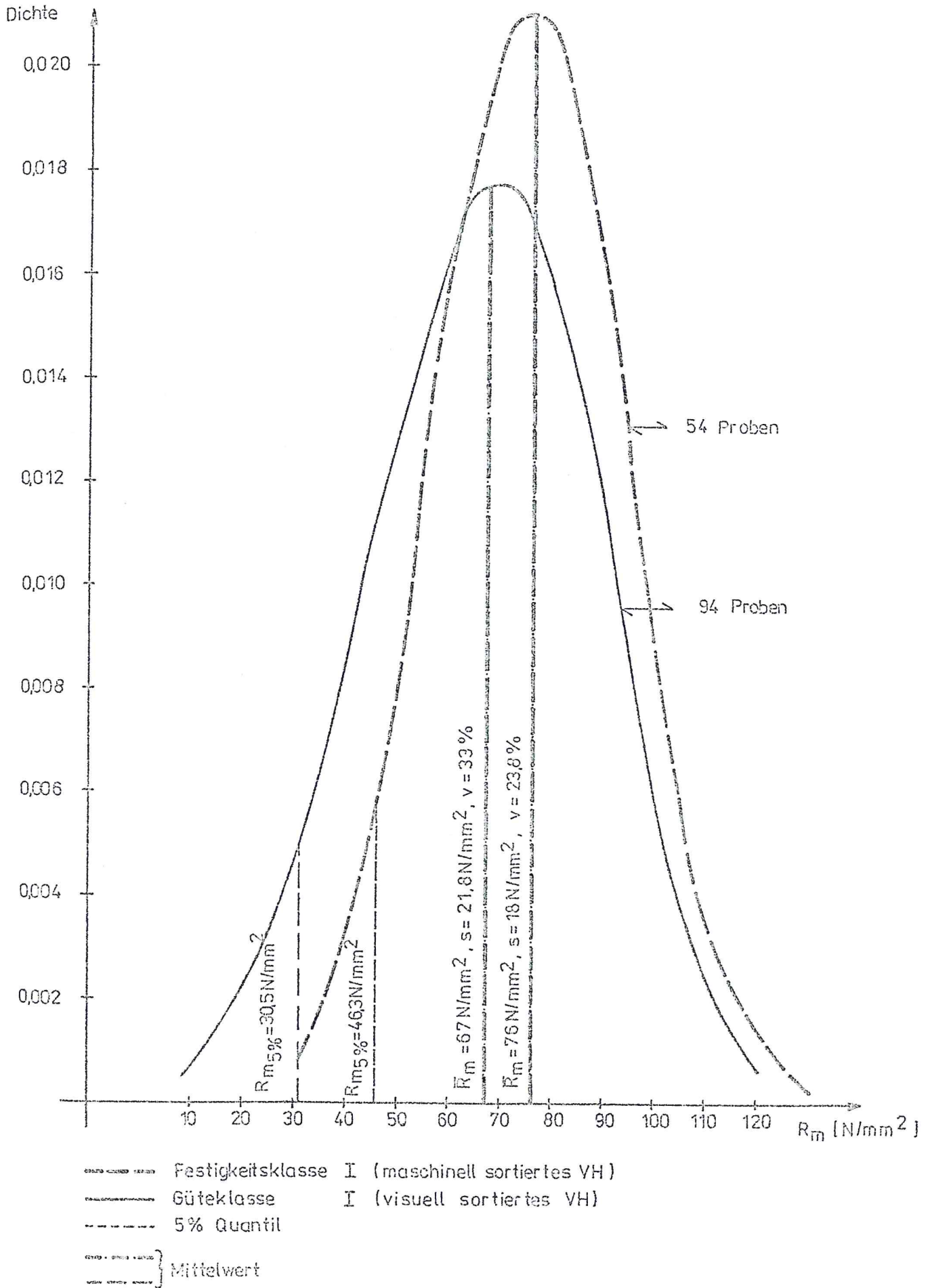


Bild 3 Vergleich von maschinell und visuell sortiertes Bauholz der Festigkeitsklasse I bzw. Güteklasse I (Biegebruchfestigkeit)

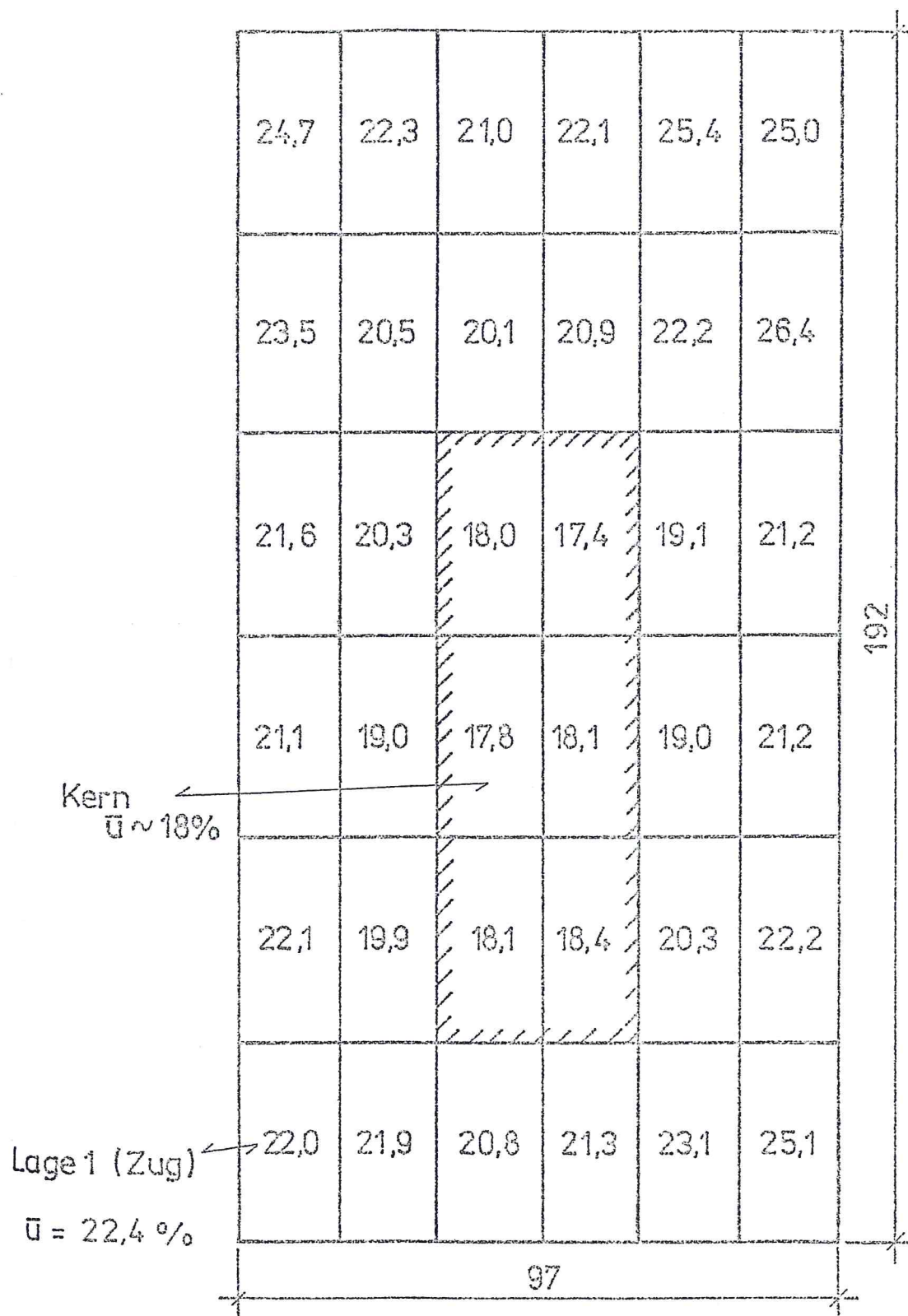


Bild 4 Feuchteverteilung u (%) über den Querschnitt von BSH nach
 146-tägiger Lagerung im Klima $T=20^\circ\text{C}$, $\varphi=95\%$
 (Mittelwerte aus Darrproben n./16/ von 12 Trägern)

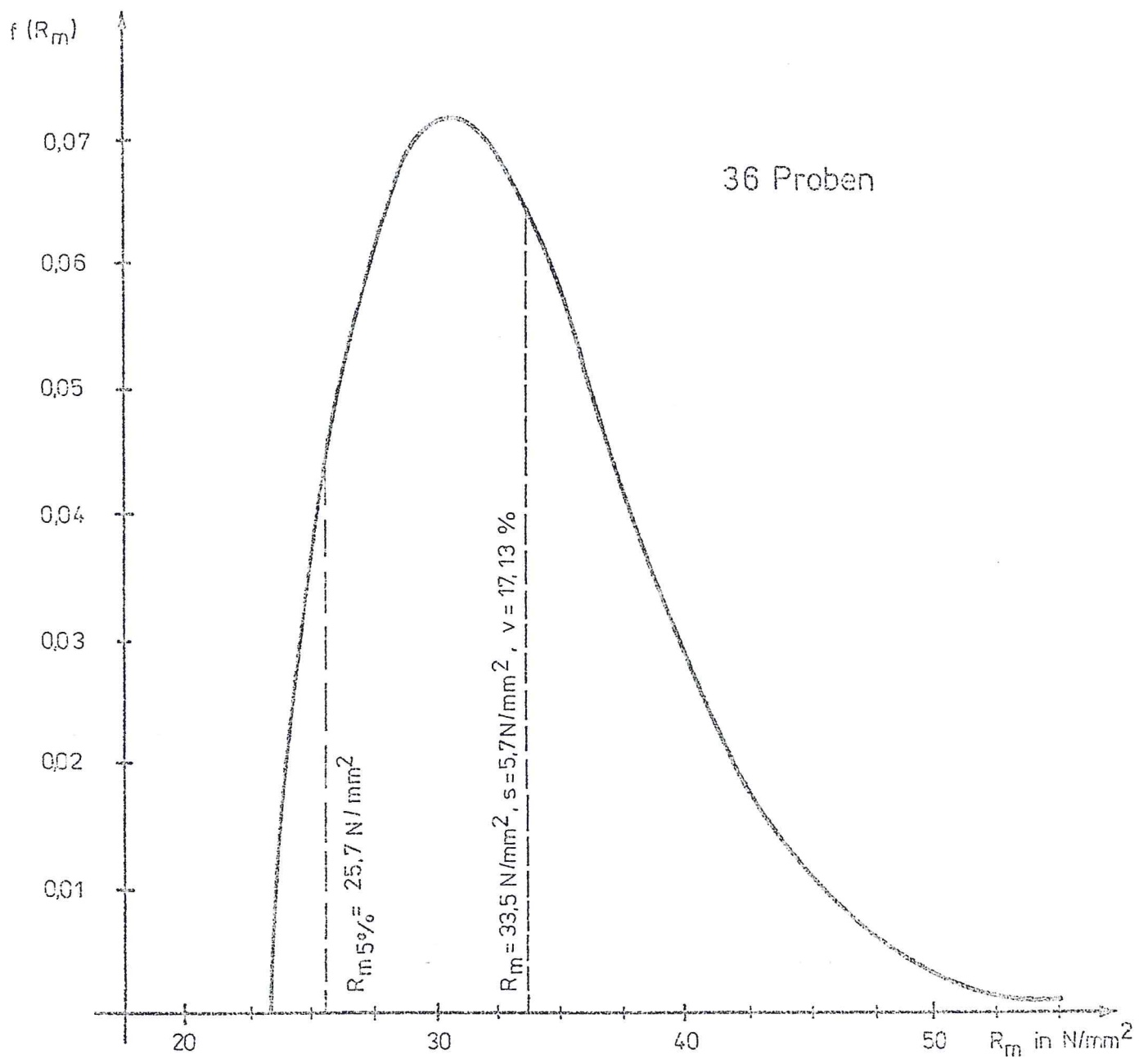


Bild 5 Dichtefunktion der Weibullverteilung der Biegefestigkeit von maschinell sortiertem Brettschichtholz (BSH 6) mit $h \leq 288\text{mm}$
 $u \leq 18\%$

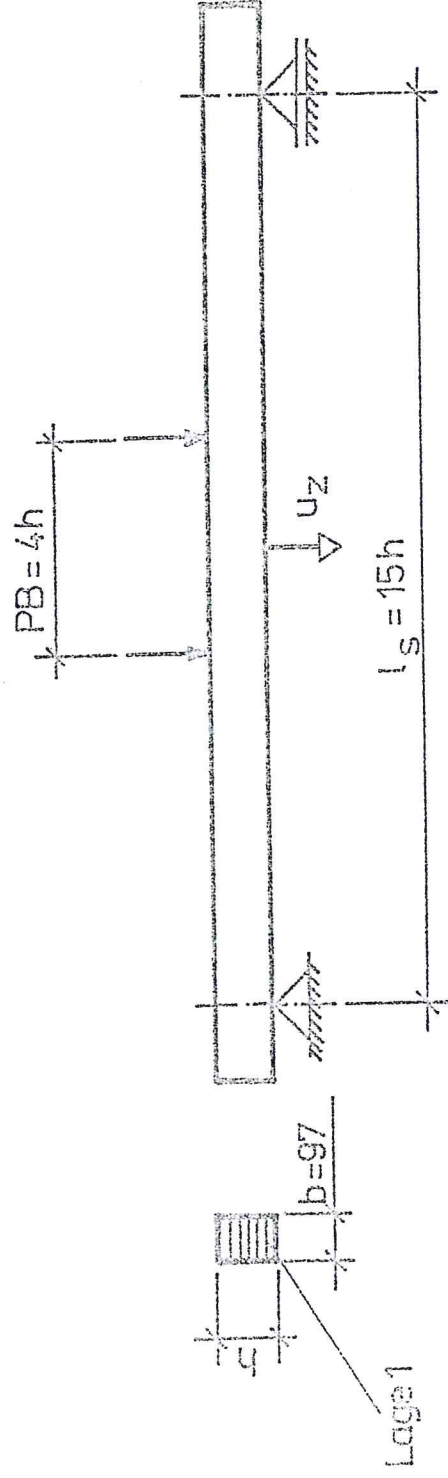
BSH - Sorte		BSH 1	BSH 2	BSH 3	BSH 4	BSH 5	BSH 6
Sortierung der Lagen		visuell	visuell	visuell	maschi- nell	maschi- nell	maschi- nell
Außenlagen	Holzart	NSH GK II	NSH GK II	NSH GK III	NSH F I	NSH F II	NSH F II
	KZV (mm)	≥ 250	≥ 250	≥ 0	≥ 250	≥ 250	≥ 250
Innenlagen	Holzart	NSH GK II	NSH GK III	NSH GK II	NSH F III	NSH F II	NSH F III
	KZV (mm)	≥ 250	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0	≥ 0

Bezeichnungen: BSH Brettschichtholz
 NSH Nadel schnittholz
 KZV Keilzinkenversatz
 GK Güteklasse nach /10/
 F Festigkeitsklasse nach /1/

Tabelle 1: Aufbau der Brettschichtholzsorten

Tabelle 2 Versuche zur Ermittlung der Festigkeit an maschinell sortiertem Brettschichtholz

Bezeichnungen:
 PB Prüfbereich
 BSH Brettschichtholz
 F Festigkeitsklasse
 KZ Keilzinkung



12 BSH-Träger je Versuchsreihe

Versuchsreihe	BSH-Sorte (laut Tab. 1)	l_s [mm]	h [mm]	u [%]	Besonderheiten	Versuchsziel
V 1	BSH 4	2880	192	≤ 15	KZ im PB, Lage 1	Normwerte der Festigkeit
V 2	BSH 4	2880	192	≤ 15	keine KZ im PB, Lage 1	
V 3	BSH 5	2880	192	≤ 15	KZ im PB, Lage 1	
V 4	BSH 6	2880	192	≤ 15	KZ im PB, Lage 1	
V 5	BSH 6	2880	192	≤ 15	keine KZ im PB, Lage 1	

Versuchsreihe	BSH-Sorte lt. Tab. 1	$\bar{\rho}$ $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	$\bar{u}$ (%)	$\bar{R}_m$ $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	S_R $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	V_R $= \frac{S_R}{\bar{R}_m}$ (%)	$R_{m,5\%}$ $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	$\bar{E}_m$ $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	S_E $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	V_E $= \frac{S_E}{\bar{E}_m}$ (%)	$E_{m,5\%}$ $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$
V1	4	502	10,8	40,6	4,0	9,8	36,1	12 646	904	7,2	11 155
V2	4	525	11,1	54,6	7,9	14,5	40,6	13 818	1054	7,6	11 879
V3	5	507	10,3	37,9	4,3	11,5	30,4	12 395	767	6,2	11 077
V4	6	504	11,2	33,3	5,3	15,8	25,5	10 909	968	8,9	9 563
V5	6	515	10,2	45,1	9,4	20,8	28,3	11 876	1 228	10,3	9 915

Bezeichnungen: ρ = Dichte R_m = Biegefestigkeit E_m = Biege-E-Modul

u = Holzfeuchte s = Standardabweichung

v = Variationskoeffizient

Tabelle 3: Ergebnisse der Biegeversuche an maschinell sortiertem Brettschichtholz
(Quantilwerte aus Weibullverteilungen n./91)

Tabelle 4: Ergebnisse der Biegeversuche an maschinell sortiertem Bauholz (Nadelschnittholz)

Holzart (Fichte) (Kiefer) (Lärche)	Festig- keits- klasse	Proben- anzahl	mittl. Feuchte u [%]	mittl. Rohdichte $\bar{\rho}$ [%]	Abmessungen in mm	$\bar{R}_m$ [N/mm ²]	s_R [N/mm ²]	v_R [%]	R_m 5% [N/mm ²]	E_m [N/mm ²]	s_E [N/mm ²]	v_E [%]	$E_{m\bar{y}}$ % [N/mm ²]
NSH*	I	54	9,82	0,569	30,69 x 90,34 x 1350	75,93	18,04	23,76	46,34	13 958,4	1345,1	9,64	12373
NSH	II	155	9,32	0,49	30,6 x 90,53 x 1350	54,104	20,23	37,39	27,75	1163063	1807,38	15,54	91954
NSH	III	100	9,37	0,468	30,5 x 90,4 x 1350	45,38	17,68	38,96	19,84	9871,33	2114,52	21,42	6720,04

* Nadelschnittholz

Tabelle 5: Normwerte der Rechenfestigkeit und des Biege-E-Moduls von Bau- und Brettschichtholz in $\frac{N}{mm^2}$

(Aus eigenen Versuchen für R_m^N und nach / 12 u. 13 / zusammengestellt)

Nadelholz (Fichte, Kiefer, Lärche)													Laubholz (Stieleiche, Traubeneiche, Rotbuche)	
	Bauschnittholz						Brettschichtholz						Rundholz	
	Güteklasse			Festigkeitsklasse			Sorte							
	I	II	III	I ¹⁾	II ¹⁾	III ¹⁾	1	2	3	4 ²⁾	5 ²⁾	6 ²⁾		
Biegung	$\bar{E}_m$	12000	11000	10000	13500	11500	10000	12500	11500	11000	12350	11500	12000	15000
	E_m^D	8500	7800	7100	12000	9000	7000	9000	8000	7800	11500	10000	8500	10750
	R_m^D	28,5	24,0	21,5	38,0	28,5	24,0	28,5	24,0	21,5	38,0	26,0	26,5	43,0
	$R_{t,0}^D$	18,0	14,5	13,5	24,0	18,0	14,5	18,0	14,5	13,5	24,0	17,0	14,5	27,0
Zug	$R_{t,90}^D$	0,5	0,45	0,4	0,6	0,5	0,45	0,5	0,45	0,4	0,6	0,4	0,4	0,7
	$R_{c,0}^D$	26,0 ³⁾	21,0	19,0	30,0	26,0	21,0	26,0	21,0	19,0	30,0	25,0	22,8	34,0
Druck	$R_{c,90}^D$	8,0 ³⁾	7,5	7,0	11,0	8,0	7,5	8,0	7,5	7,0	11,0	7,5	7,0	12,0
	$R_{v,0}^D$	2,50 ³⁾	2,25	2,0	2,8	2,5	2,25	2,5	2,25	2,0	2,8	2,5	2,5	5,0
Abscheren Schub aus Querkraft	$R_{v,90}^D$	3,50 ³⁾	3,00	2,5	3,8	3,5	3,0	3,5	3,0	2,5	3,8	3,5	3,25	6,5

1) Maschinell sortiertes Bauholz 3) Diese Werte werden den Vorschriften CID-W18 - Norm
Jan. 83 / 12 / und / 13 / entnommen

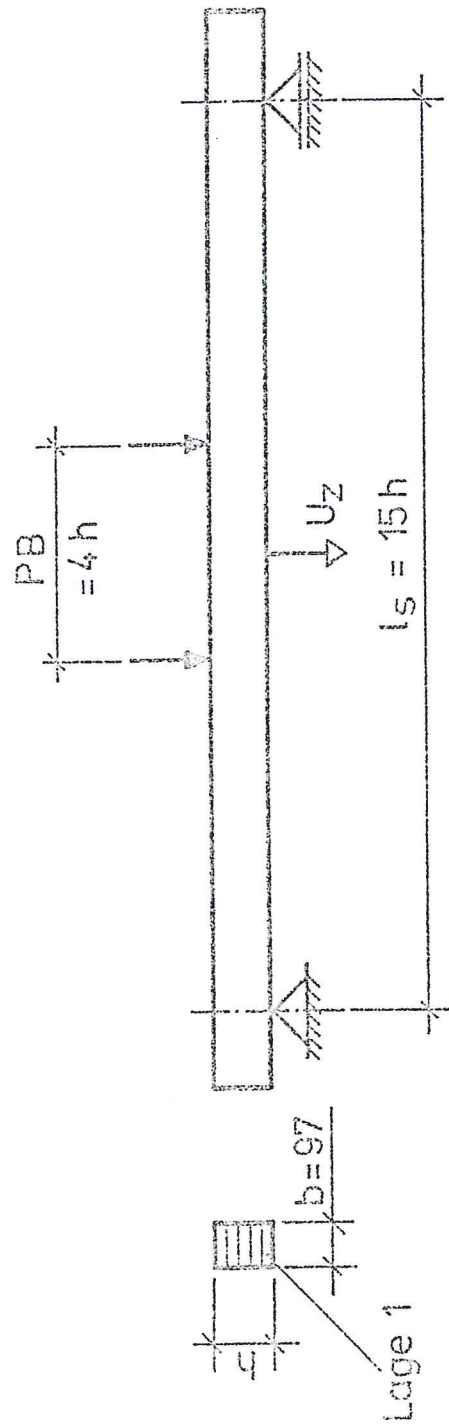
2) Maschinell sortierte Brettlagen

Bezeichnungen:

PB Prüfbereich

BSH Brettschichtholz

KZ Keilzinkung



Versuchsreihe	BSH-Sorte laut Tab. 1	l_s [mm]	h [mm]	U [%]	Besonderheiten	Versuchsziel
V 4	BSH 6	2880	192	≤ 15	KZ im PB, Lage 1	Normwerte der Festigkeit
V 5	BSH 6	2880	192	≤ 15	keine KZ im PB, Lage 1	Anpassungs- faktor „Quer- schnittshöhe“
V 6	BSH 6	4320	288	≤ 15	KZ im PB, Lage 1, 2	Anpassungs- faktor
V 7	BSH 6	9120	608	≤ 15	KZ im PB, Lage 1, 2, 3	„Holzfeuchte“
V 8	BSH 6	2880	192	18	KZ im PB, Lage 1	
V 9	BSH 6	2880	192	24	KZ im PB, Lage 1	

Tabelle 6 : Biegeversuche an maschinell sortiertem Brettschichtholz

Versuchsreihe	BSH-Sorte lt. Tab. 1	$\bar{\rho}$ $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	$\bar{u}$ (%)	$\bar{R}_m$ $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	s_R $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	v_R $= \frac{s_R}{\bar{R}_m}$ (%)	$R_{m,5\%}$ $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	$\bar{E}_m$ $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	s_E $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$	v_E $= \frac{s_E}{\bar{E}_m}$ (%)	$E_{m,5\%}$ $\left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}\right)$
V4	6	504	11,2	33,3	5,3	15,8	25,5	10909	968	8,9	9583
V5	6	515	10,2	45,1	9,4	20,8	28,3	11876	1228	10,3	9915
V6	6	512	10,8	37,2	6,3	17,0	26,8	12273	1340	10,9	10069
V7	6	507	9,9	35,8	5,9	16,4	26,0	12799	641	5,0	11760
V8	6	532	17,9 ^{*)}	29,9	2,7	9,0	26,2	10183	925	9,1	8695
V9	6	540	22,4 ^{*)}	28,2	2,6	9,2	23,6	9869	1060	10,7	8488
V4 + V8 + V8		516	13,3	33,5	5,7	17,1	25,7	11121	1378	12,4	9138

Bezeichnungen: ρ = Dichte R_m = Biegefestigkeit E_m = Biege-E-Modul
 u = Holzfeuchte s = Standardabweichung
 v = Variationskoeffizient

* in der Zugrandlage

Tabelle 7 : Ergebnisse der Biegeversuche an maschinell sortiertem Brettschichtholz
(Quantilwerte aus Weibullverteilungen n./9/)

Tabelle 8: Vorschlag für Feuchtigkeitsklassen und zugeordnete Klimabedingungen

Feuchte- klasse	Klassifizierung der Bauwerkskategorie und Klimabedingungen	Holzfeuchte	Relative Luftfeuchte bei 20°C	Bemerkungen	ke
1	1.1 - Geschlossene Bauten mit Heizung (gut belüftet - keine Räume mit Feuchtigkeitsquellen) - Geschlossene Bauten, schwach beheizt (gut belüftet - keine Räume mit Feuchtigkeitsquellen)	$u \leq 12\%$	$\varphi \leq 65\%$		1,0
	1.2 - Geschlossene Bauten ohne Heizung (gut belüftet - mit Räumen mit schwachen Feuchtigkeitsquellen) 1) - Brettschicht- und Kantholzbauteile, die den Nutzungsbedingungen der Feuchteklasse 2 ausgesetzt sind, aber mit einem hydrophobierenden Anstrich versehen sind.	$12 \leq u \leq 18\%$	$65 \leq \varphi \leq 85\%$	1) Getreidelager, Werk- und Montagehallen der Metallverarbeitung	
2	2.1 - Geschlossene Bauten mit Räumen mit Feuchtigkeitsquellen 2) - Freistehende Bauten aus mittleren bis großformatigen Holzquerschnitten, wie Kanthölzer und Brettschichtbauteilen - Bauteile aus Brettern und Latten, die einer Nutzung nach Feuchteklasse 1.2 ausgesetzt sind - allseitig offene überdachte Bauwerke mit ungeschützten Bauteilen	$10 \leq u \leq 26$	$\varphi \geq 85\%$	2) z. B. Bäder, Schwimmhallen, Webereien, Lebensmittelbetriebe, industrielle und wasserwirtschaftliche Feuchträume, Gebäude mit Nisträumen wie Gerbereien, Wäschereien usw. In Zweifelsfällen erfolgt die Zuordnung nach der Größe der ständig wirkenden Luftfeuchte in Abstimmung mit der staatlichen Bauaufsicht	0,93
	- Kleinformatige Bauteile von freistehenden Bauwerken, wie Latten, Bretter, Bohlen - Brettschicht- und Kantholzbauteile, die den Nutzungsbedingungen nach Feuchteklasse 1.2 ausgesetzt sind, aber zur Überdachung von Düngemittelhallen, besonders von Hornstoff dienen - Bauwerke mit Nisträumen, die eine ständige Luftfeuchte von $\varphi \geq 95\%$ haben				
3	- Bauteile im Wasser	> 30			0,9