

Festigkeitseigenschaften von Baufurniersperrholz

aus Buche (BFU-BU)

ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT
HOLZBAU I. d. R. INH. G.V.
Schwanthalerstraße 79, D-8000 München 2
Telefon 089/5 30 91 90

1 Ziel der Untersuchung

An je vier BFU-BU-Platten mit den Abmessungen $L \times B = 2200 \times 1850$ mm der Dicken 6, 10, 12, 15, 18 und 21 mm sollten die vom Plattenaufbau abhängigen Mindestwerte der Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften nach Beiblatt 1 zu DIN 68 705, Teil 5 berechnet und die Ergebnisse durch Versuche überprüft werden.

2 Probennahme und Probenabmessungen

Es wurden Biege-, Druck- und Zugversuche nach DIN 52 3711, 52 376 und 52 377 durchgeführt.

Aus dem Probenmaterial wurden je Plattendicke vier Endabschnitte senkrecht zur Faserrichtung der Deckfurniere abgetrennt und je Plattenabschnitt je drei Biege-(flach), Druck-(\perp zur Plattenebene) und Zugproben längs und quer zur Faserrichtung der Deckfurniere herausgeschnitten. Die Verteilung der Proben über die Endabschnitte der verschiedenen Plattentypen ist im Schnittplan in Bild 1, Anlage 1 dargestellt. Probenumfang und -abmessungen gehen aus Tabelle 1, Anlage 2 hervor. Alle Proben wurden bis zur Gewichtskonstanz im Normklima 20/65 gelagert.

3 Rechnerische Ermittlung der Mindestwerte der Elastizitätsmoduln und Festigkeiten

Zur Ermittlung des Plattenaufbaus wurden von jedem Plattenabschnitt zwei 10 mm breite Streifen längs der Plattenbreitseiten abgetrennt (Bild 1, Anlage 1) und an zwei Stellen dieser Streifen die Furnier- und Plattendicken gemessen. Die Orientierung der Einzelfurniere, die

mittleren Dicken der Einzelfurniere und die Lagendicken a_m sind für jeden untersuchten Plattentyp in Tabelle 2, Anlage 3 zusammengestellt. Die mittleren Plattendicken liegen innerhalb der zulässigen Abweichung von den Nennmaßen (Abschnitt 4, DIN 68 705, Teil 5).

Die Formeln zur Berechnung der Mindestwerte der Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften mit beliebigem symmetrischen Plattenaufbau nach Beiblatt 1 zu DIN 68 705, Teil 5 setzen sich aus aufbauunabhängigen Mindestbasiswerten und aufbauabhängigen Faktoren zusammen.

Die Mindestbasiswerte sind für die Elastizitätsmoduln, Biege-, Druck- und Zugfestigkeiten in Abschnitt 2 des Beiblattes 1 angegeben und stellen die 5 %-Fraktilen von industriell und im Labor hergestellten BFU-BU-Platten dar.

Die Aufbaufaktoren wurden nach Abschnitt 1 des Beiblattes 1 für jede untersuchte Plattendicke in Abhängigkeit von den Lagendicken a_m berechnet und in Tabelle 2, Anlage 3 angegeben.

Die Mindestwerte der Biegeelastizitätsmoduln flach $E_{B/f1}^{||+⊥}$, der Biegefestigkeiten $\beta_{B/f1}^{||+⊥}$, der Druck- und Zugfestigkeiten $\beta_{D}^{||+⊥}$ und $\beta_{Z}^{||+⊥}$ wurden für jede Plattendicke nach den Formeln der Tabelle 1 des Beiblattes 1 errechnet und den Klassen nach den Tabellen 2 in DIN 68 705, Teil 5 und in Beiblatt 1 zugeordnet.

In Tabelle 2, Anlage 3 sind neben dem Plattenaufbau und den Aufbaufaktoren, die mittleren Plattendicken, Feuchten und Rohdichten des Versuchsmaterials sowie die errechneten Mindestwerte $E_{B/f1}^{||+⊥}$, $\beta_{B/f1}^{||+⊥}$, $\beta_{D}^{||+⊥}$, $\beta_{Z}^{||+⊥}$ mit Klassenzuordnung zusammengestellt.

4 Durchführung der Versuche

Die Werte der Biege-, Druck- und Zugfestigkeit $\beta_{B/f1}$, β_D und β_Z längs und quer wurden an je 12 Proben der Plattendicken 6, 10, 12, 15, 18 und 21 mm nach DIN 52 371, 52 376 und 52 377 ermittelt. Gemäß Anmerkung in DIN 52 376 wurden die Druckfestigkeiten parallel zur Plattenebene erst ab Plattendicken von 10 mm ermittelt.

Rohdichten und Holzfeuchten des verwendeten Plattenmaterials wurden an den Druckproben nach DIN 52 374 und 52 375 bestimmt.

Die Biegeelastizitätsmoduln $E_{B/f1} // \perp$ wurden vor der Festigkeitsprüfung abweichend von DIN 52 371 mit Hilfe des Schwingungsmeßgerätes GRINDO-SONIC MK 3 zerstörungsfrei ermittelt. Zur Verringerung des Schubeinflusses auf den Elastizitätsmodul wurde ein Verhältnis der Probenabmessungen $l/h > 30$ gewählt, während für die Ermittlung der Biegefestigkeit ein Verhältnis $l/h = 20$ eingehalten wurde.

5 Versuchsergebnisse

Die Mittelwerte, 5 %-Fraktilen und Basiswerte der Biegeelastizitätsmoduln, Biege-, Druck- und Zugfestigkeiten längs und quer des untersuchten Plattenmaterials sind in Tabelle 3, Anlage 4 zusammengestellt.

Die zerstörungsfrei ermittelten dynamischen Elastizitätsmoduln wurden nach Görlacher (1984) durch Division mit einem Korrekturfaktor von 1,09 in statische Elastizitätsmoduln, etwa DIN 52 371 entsprechend, umgerechnet.

Die Auswertung der Festigkeitsversuche erfolgte nach den unter 4 erwähnten DIN-Normen.

Mehr als die Hälfte des Probenumfangs der Zugversuche konnte für die statistische Auswertung nicht berücksichtigt werden, da die Brüche außerhalb der definierten Meßstrecke in Probenmitte aufgetreten waren.

Die aufbauabhängigen Basiswerte der Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften wurden aus den 5 %-Fraktilen, dividiert durch die entsprechenden Aufbaufaktoren (Tabelle 2, Anlage 3), nach Abschnitt 7 des Beiblattes 1 zu DIN 68 705, Teil 5 berechnet.

6 Bewertung der Ergebnisse nach Rechnung (Tabelle 2, Anlage 3) und Versuch (Tabelle 3, Anlage 4)

Die Mittelwerte der Biegefestigkeit und bei der Druckfestigkeit zusätzlich die 5 %-Fraktilen haben die Mindestwerte der entsprechenden Klassen nach Tabelle 2 der DIN 68 705, Teil 5 deutlich übertroffen. Ähnlich wie die Werte der Druckfestigkeit verhalten sich die Elastizitätsmoduln bezüglich der Mindestwerte nach Tabelle 2 des Beiblattes 1.

Die Mittelwerte und 5 %-Fraktilen der Zugfestigkeit schwanken dagegen stark innerhalb der Klassenzuordnungen, vermutlich wegen des stark streuenden Bruchverhaltens der Zugproben.

Ein Vergleich der Basiswerte, der bezüglich des Plattenaufbaus umgerechneten 5 %-Fraktilen, mit den aufbauunabhängigen Mindestbasiswerten zeigt bei den Elastizitätsmoduln und bei der Biegefestigkeit recht gute Übereinstimmung.

Die Basiswerte der Druckfestigkeit liegen deutlich über den Mindestbasiswerten. Das uneinheitliche Verhalten der Basiswerte der Zugfestigkeit ist wahrscheinlich auf die fehleranfällige Probenform zurückzuführen.

Abschließend bestätigen die Versuchsergebnisse, daß die Mindestanforderungen an die Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften mit beliebigem symmetrischen Aufbau nach den Formeln der Tabelle 1 des Beiblattes 1 zu DIN 68 705, Teil 5 hinreichend genau berechnet werden können.

7 Verwendete Literatur

DIN 68705, Teil 5 und Beiblatt 1 zu DIN 68705, Teil 5,
Ausgabe 10/1980

Görlacher, R. 1984: Ein neues Meßverfahren zur Bestimmung des
Elastizitätsmoduls von Holz. Holz Roh-Werkstoff 42,
219 - 222

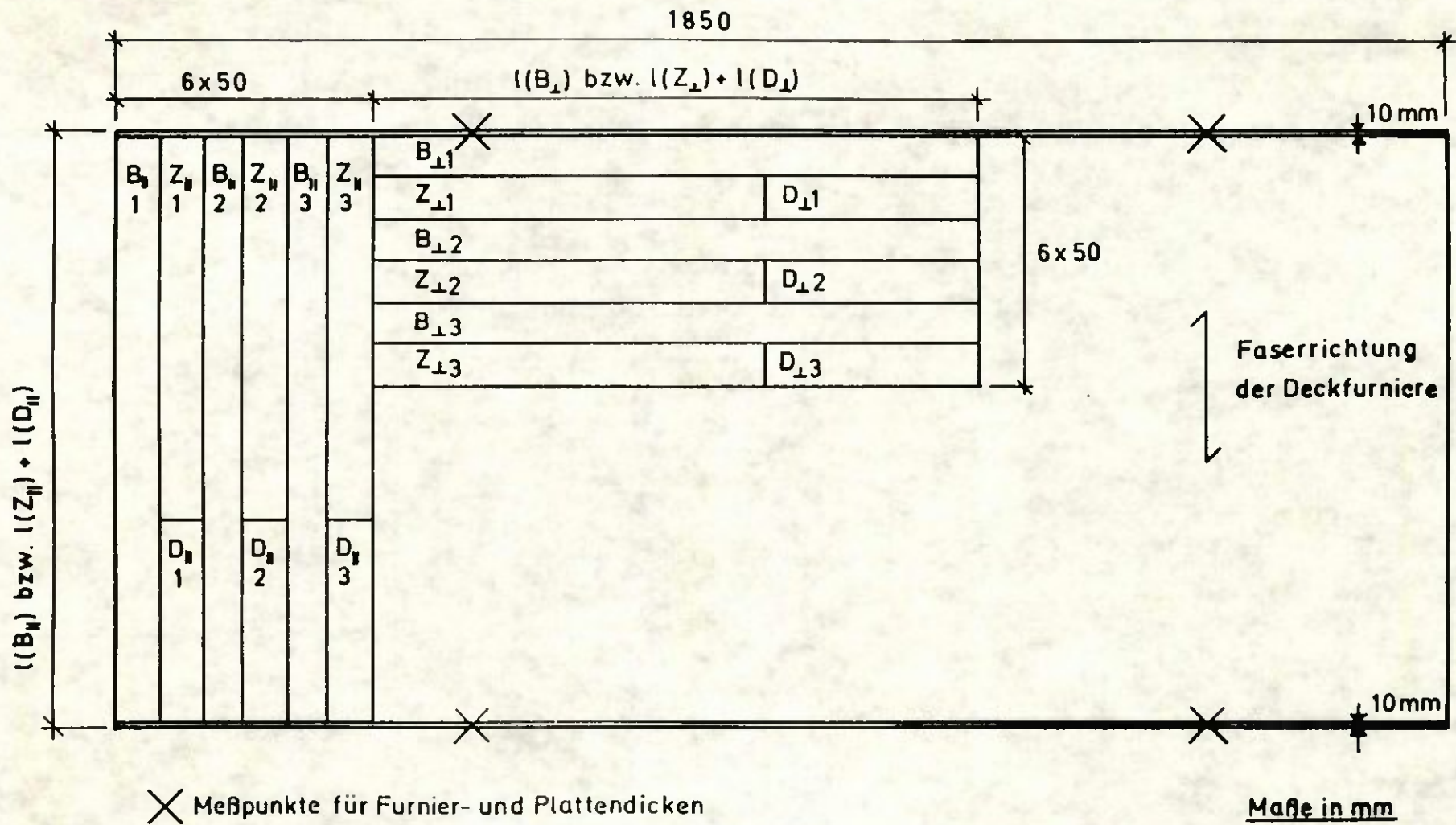


Bild 1: Schnittplan für Biege-, Druck- und Zugproben längs und quer zur Faserrichtung der Deckfurniere aller Plattendicken

Tabelle 1: Art, Anzahl und Abmessungen der Proben

Proben-Nr.	Biegeproben B + B _⊥			Druckproben D + D _⊥			Zugproben Z + Z _⊥			
	Anzahl	Abmessungen in mm		Anzahl	Abmessungen in mm		Anzahl	Abmessungen in mm		
		l	b		l	b		l	b	b
6.1.1 ÷ 3 bis 6.4.1 ÷ 3	12	230	50	12 ¹⁾	50	50	12	400	50	50
10.1.1 ÷ 3 bis 10.4.1 ÷ 3	12	350	50	12	40	50	12	400	50	20
12.1.1 ÷ 3 bis 12.4.1 ÷ 3	12	410	50	12	48	50	12	400	50	20
15.1.1 ÷ 3 bis 15.4.1 ÷ 3	12	500	50	12	60	50	12	400	50	20
18.1.1 ÷ 3 bis 18.4.1 ÷ 3	12	590	50	12	72	50	12	400	50	20
21.1.1 ÷ 3 bis 21.4.1 ÷ 3	12	680	50	12	84	50	12	400	50	20

1) Proben nur zur Ermittlung von Rohdichte und Holzfeuchte

Tabelle 2: Plattenaufbau und errechnete Mindestwerte der Elastizitäts- und Festigkeitseigenschaften von BFU-BU-Platten verschiedener Plattendicken

-Nr.	-Anzahl	-Dicke (mittel) mm	Anzahl der Lagen m	P l a t t e n -										-Aufbaufaktoren α_m	-Feuchte (mittel) \bar{u} %	-Rohdichte (mittel) $\bar{\rho}_N$ g/cm ³	Rechnerische Mindestwerte in N/mm ² nach Beiblatt 1 zu DIN 68 705, Teil 5				Klasse DIN 68 705, Teil 5, Tabelle 2 bzw. Beiblatt 1, Tabelle 2		
				-A u f b a u													γ_m bzw. 1- γ_m	δ_m bzw. 1- δ_m	$E_{B//II}$ bzw. $E_{B//I}$	$\beta_{B//II}$ bzw. $\beta_{B//I}$		$\beta_{D//II}$ bzw. $\beta_{D//I}$	$\beta_{Z//II}$ bzw. $\beta_{Z//I}$
				Orientierung der Einzelfurniere mittlere Dicke der Einzelfurniere und Legendicke a in mm																			
				1 a ₁	2	3 a ₃	4	5 a ₅	6	7 a ₇	8	9 a ₉											
6.1-4	4	5,7	3	 1,6 2,4	- 2,4	 1,7 5,7							0,421	0,925 0,075	0,579 0,421	9,0	0,75	10180 820	92 18	- -	58 42	5	
10.1-4	4	9,6	5	 1,4 2,3	- 2,3	 2,3 6,9	- 2,3	 1,3 9,6					0,719	0,642 0,358	0,521 0,479	9,4	0,74	7070 3930	64 50	27 25	52 48	2	
12.1-4	4	11,3	5	 2,1 2,4	- 2,4	 2,4 7,2	- 2,4	 2,0 11,3					0,637	0,751 0,249	0,575 0,425	9,1	0,75	8260 2740	75 39	30 22	58 42	3	
15.1-4	4	15,0	7	 1,5 2,4	- 2,3	 2,5 7,4	- 2,4	 2,5 12,0	- 2,3	 1,5 15,0			0,800	0,604 0,396	0,533 0,467	9,5	0,75	6640 4360	60 50	28 24	53 47	2	
18.1-4	4	18,4	9	 1,8 2,4	- 2,3	 1,5 7,1	- 2,4	 2,4 10,1	- 2,3	 1,5 14,7	- 2,3	 1,9 18,4	0,799	0,600 0,400	0,495 0,505	8,9	0,76	6600 4400	60 50	26 26	50 50	2	
21.1-4	4	21,0	9	 1,7 2,4	- 2,4	 2,9 7,1	- 2,3	 2,4 12,8	- 2,4	 2,8 17,5	- 2,3	 1,8 21,0	0,833	0,611 0,389	0,552 0,448	8,9	0,75	6720 4280	61 47	29 23	55 45	2	

Tabelle 3: Elastizitäts-, Festigkeitseigenschaften und Basiswerte von BFU-BU-Platten verschiedener Plattendicken

Proben -			Biegeelastizitätsmoduln und Biegefestigkeiten in N/mm ²					Druck- (zur Plattenebene) und Zugfestigkeiten in N/mm ²					Klasse DIN 68 705, Teil 5, Tabelle 2 bzw. Beiblatt 1, Tabelle 2	Basiswerte in N/mm ² nach Beiblatt 1 zu DIN 68 705, Teil 5				
-Typ	-Anzahl	-Dicke (mittel) mm	l/h	$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$	$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ 5 %- Frakt.	l/h	$\bar{\rho}_{B/II}$	$\rho_{B/II}$ 5 %- Frakt.	$\bar{\rho}_D$	ρ_D 5 %- Frakt.	Proben- anzahl	$\bar{\rho}_Z$		ρ_Z 5 %- Frakt.	$\frac{E_{B/II,G}^H}{1,09 \cdot Y_m}$ bzw. $\frac{E_{B/II,G}^L}{1,09 (1-Y_m)}$ Soll: 11000	$\frac{\rho_{B/II}^H}{Y_m}$ bzw. $\frac{\rho_{B/II}^L}{1-Y_m}$ 100	$\frac{\rho_D^H}{6_m}$ bzw. $\frac{\rho_D^L}{1-Y_m}$ 52	$\frac{\rho_Z^H}{6_m}$ bzw. $\frac{\rho_Z^L}{1-Y_m}$ 100
6	12	5,7	38	13200	10800	20	115	105	-	-	6	76	60	5	11760	114	-	104
⊥ 6	12			$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ (9,8) ¹⁾	$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ 1420		$\bar{\rho}_{B/II}$ (5,0)	$\rho_{B/II}$ 30	$\bar{\rho}_D$ -	ρ_D -	9	57	(10,2)		37	18910	168	-
10	12	9,5	35	8940	7770	20	79	62	40	32	6	62	48	2	12100	97	61	92
⊥ 10	12			$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ (7,3)	$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ 4070		$\bar{\rho}_{B/II}$ (11,8)	$\rho_{B/II}$ 47	$\bar{\rho}_D$ 38	ρ_D 32	9	55	(11,1)		41	11370	94	67
12	12	11,2	34	9730	7810	20	68	71	43	36	6	60	48	3	10400	95	63	83
⊥ 12	12			$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ (11,0)	$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ 3670		$\bar{\rho}_{B/II}$ (10,9)	$\rho_{B/II}$ 48	$\bar{\rho}_D$ 35	ρ_D 33	6	60	(9,7)		41	14740	123	78
15	12	15,1	33	8770	7230	20	71	66	41	38	6	59	34	2	11960	109	71	64
⊥ 15	12			$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ (9,8)	$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ 5300		$\bar{\rho}_{B/II}$ (8,9)	$\rho_{B/II}$ 50	$\bar{\rho}_D$ 38	ρ_D 34	7	64	(20,5)		54	13400	101	73
18	12	18,4	33	8600	7950	20	72	61	37	34	4	61	(57) ²⁾	2	13500	102	69	(115) ²⁾
⊥ 18	12			$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ (4,2)	$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ 5380		$\bar{\rho}_{B/II}$ (8,1)	$\rho_{B/II}$ 51	$\bar{\rho}_D$ 41	ρ_D 39	4	58	(2,6)		(39) ²⁾	13400	102	77
21	12	21,8	32	8040	7010	20	69	57	41	38	6	60	52	2	11480	93	69	94
⊥ 21	12			$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ (7,1)	$\frac{E_{B/II,G}}{1,09}$ 4960		$\bar{\rho}_{B/II}$ (9,8)	$\rho_{B/II}$ 44	$\bar{\rho}_D$ 35	ρ_D 33	7	46	(7,0)		39	12740	94	74

1) Variationskoeffizient in %
2) weniger als 6 Versuchswerte