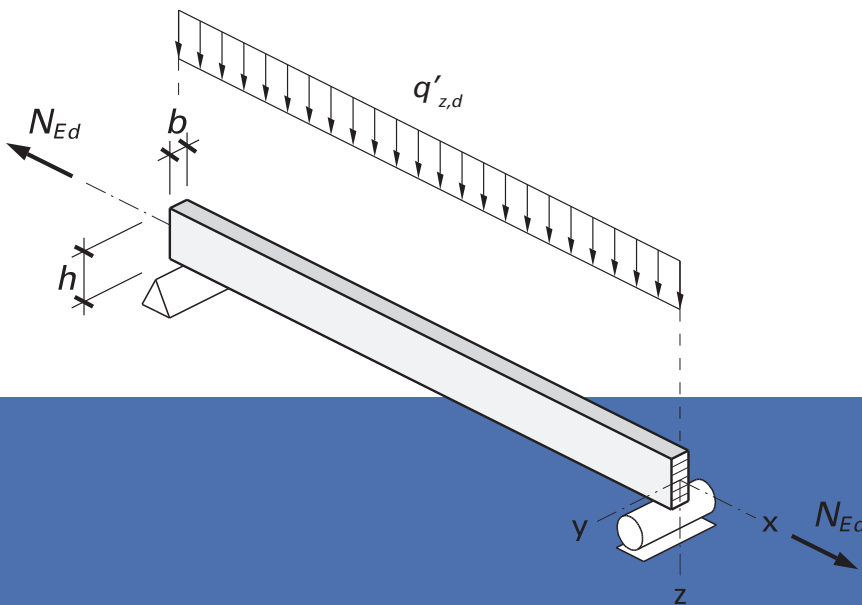



# HOLZBAUTABELLEN

HBT 1 | 2021

Handbuch für die Bemessung

## Korrigenda zur Erstauflage




				Nadelholz			Buche Eiche
				C16	C24 <sup>6)</sup>	C30	D30
<b>Bemessungswerte <sup>1)</sup></b>							
<b>Festigkeit</b>	Biegung	$f_{m,d}$	N/mm <sup>2</sup>	9,4	14,1	17,6	17,6
	Zug parallel zur Faserrichtung	$f_{t,0,d}$	N/mm <sup>2</sup>	5,0 <sup>3)</sup>	8,5	11,2	10,6
	Druck parallel zur Faserrichtung	$f_{c,0,d}$	N/mm <sup>2</sup>	10	12,4	14,1	14,1
	Zug rechtwinklig zur Faserrichtung	$f_{t,90,d}$	N/mm <sup>2</sup>	0,1	0,1	0,1	0,2
	Druck rechtwinklig zur Faserrichtung	$f_{c,90,d}$					
	generell		N/mm <sup>2</sup>	1,5	1,8	2,0	5,3
	mit Vorholz <sup>4) 5)</sup> (grössere Eindrückungen)		N/mm <sup>2</sup>	2,0 (2,6)	2,3 (2,9)	2,7 (3,3)	7,0
	Endauflagerung <sup>5)</sup> (grössere Eindrückungen)		N/mm <sup>2</sup>	1,5 (2,6)	1,8 (2,9)	2,0 (3,3)	5,3
	Schub <sup>7)</sup>	$f_{v,d}$	N/mm <sup>2</sup>	1,5	1,5	1,5	2,0
Abscheren <sup>8)</sup>	$0,6 \cdot f_{v,d}$	N/mm <sup>2</sup>	0,9	0,9	0,9	1,2	

**Vollholz, keilgezinktes Vollholz und Balkenschichtholz**

**Bemessungswerte**

Die tabellierten Bemessungswerte gelten für vor der Witterung geschützte Bauteile aus Vollholz sowie aus keilgezinktem Vollholz und Balkenschichtholz aus Nadelholz (Feuchteklasse 1 mit  $\eta_w = 1,0$ ).

Für andere Feuchteklassen und bei dynamischen Einwirkungen gelten die  $(\eta_w \cdot \eta_t)$ -fachen Bemessungswerte.

 <b>Festigkeitsklassen</b>				Nadelholz			Buche Eiche		
				C16	C24 <sup>6)</sup>	C30	D30		
<b>Bemessungswerte <sup>1)</sup></b>									
<b>Festigkeit</b>	Biegung	$f_{m,d}$	N/mm <sup>2</sup>	9,4	14,1	17,6	17,6		
	Zug parallel zur Faserrichtung	$f_{t,0,d}$	N/mm <sup>2</sup>	5,0 <sup>3)</sup>	8,5	11,2	10,6		
	Druck parallel zur Faserrichtung	$f_{c,0,d}$	N/mm <sup>2</sup>	10	12,4	14,1	14,1		
	Zug rechtwinklig zur Faserrichtung	$f_{t,90,d}$	N/mm <sup>2</sup>	0,1	0,1	0,1	0,2		
	Druck rechtwinklig zur Faserrichtung	generell	$f_{c,90,d}$	N/mm <sup>2</sup>	1,5	1,8	2,0	5,3	
				mit Vorholz <sup>4) 5)</sup> (grössere Eindrückungen)	N/mm <sup>2</sup>	2,0 (2,6)	2,3 (2,9)	2,7 (3,3)	7,0
				Endauflagerung <sup>5)</sup> (grössere Eindrückungen)	N/mm <sup>2</sup>	1,5 (2,6)	1,8 (2,9)	2,0 (3,3)	5,3
	Schub <sup>7)</sup>	$f_{v,d}$	N/mm <sup>2</sup>	1,5	1,5	1,5	2,0		
	Abscheren <sup>8)</sup>	$0,6 \cdot f_{v,d}$	N/mm <sup>2</sup>	0,9	0,9	0,9	1,2		
<b>Steifigkeit</b>	Elastizitätsmodul parallel zur Faserrichtung <sup>2)</sup>	$E_{m,mean}$ $E_{t,0,mean}$ $E_{c,0,mean}$	N/mm <sup>2</sup>	8 000	11 000	12 000	11 000		
			Elastizitätsmodul rechtwinklig zur Faserrichtung <sup>2)</sup>	$E_{t,90,mean}$ $E_{c,90,mean}$	N/mm <sup>2</sup>	270	370	400	730
					Schubmodul <sup>2)</sup>	$G_{mean}$	N/mm <sup>2</sup>	500	690

- 1) Eigenschaften und Bemessungswerte beziehen sich auf eine Holzfeuchte von 12%. Korrektur: 1,8
- 2) 5%-Fraktilwerte sind für Nadelholz auf das 2/3-Fache und für Laubholz das 5/6-Fache der Mittelwerte festgelegt.
- 3) Für Zugglieder nicht zulässig.
- 4) Das Vorholz muss in Faserrichtung beidseitig mindestens 100 mm betragen. Andernfalls ist mit dem generellen Wert zu rechnen.
- 5) Der höhere (Klammer-)Wert ist nur dort zulässig, wo die auftretenden grösseren Eindrückungen nachweisbar ohne Einfluss auf den Bestand des tragenden Bauteils sind.
- 6) C24 ist die üblicherweise verwendete Festigkeitsklasse.
- 7) Bei Markstücken sind die  $f_{v,d}$ -Werte um 50% zu reduzieren.
- 8) Der Abscherwiderstand darf nur berücksichtigt werden, wenn die Scherfläche in Faserrichtung des Holzes mindestens 150 mm lang ist.

**Zuordnung der Sortierklassen nach DIN 4074-1 zu Festigkeitsklassen nach SN EN 338 gemäss SN EN 1912 [12]**

Sortierklasse nach DIN 4074-1	Zugeordnete Festigkeitsklasse nach SN EN 338
S7	C16
S10	C24
S13	C30

**Charakteristische Eigenschaftswerte <sup>1)</sup>**

Festigkeitsklasse	Biegefestigkeit	Mittlerer Biege-E-Modul <sup>2)</sup>	Rohdichte
	$f_{m,k}$ N/mm <sup>2</sup>	$E_{m,mean}$ N/mm <sup>2</sup>	$\rho_k$ kg/m <sup>3</sup>
<b>C16</b>	16	8 000	310
<b>C24 <sup>6)</sup></b>	24	11 000	350
<b>C30</b>	30	12 000	380
<b>D30</b>	30	11 000	530

**Baustoffeigenschaften: Kriechen und Verbindungssteifigkeit**

**Richtwerte der Kriechzahl  $\phi$  und Umrechnungsfaktoren  $\eta_w$  bei Vollholz, keilgezinktem Vollholz, Balkenschichtholz und Brettschichtholz**

Die Umrechnungsfaktoren  $\eta_w$  und Kriechzahlen  $\phi$  sind unter Berücksichtigung der spezifischen Einsatzbedingungen für jedes Bauteil festzulegen.

Lage der Bauteile	Mittlere Holzfeuchte 1)	Feuchteklasse	Steifigkeits- reduktion $\eta_w$ 2)	Richtwerte Kriechzahl $\phi$	
				auf Gebrauchsfeuchte vorkonditioniertes Holz 2)	angetrocknet oder feucht eingebautes Holz 2)
Vor der Witterung geschützt	≤ 12%	1	1,0	0,6	1 <sup>3)</sup>
Vor der Witterung teilweise geschützt oder direkt bewittert	12 bis 20%	2	0,9	0,8	2
Feucht oder unter Wasser	> 20%	3	0,75	2	2

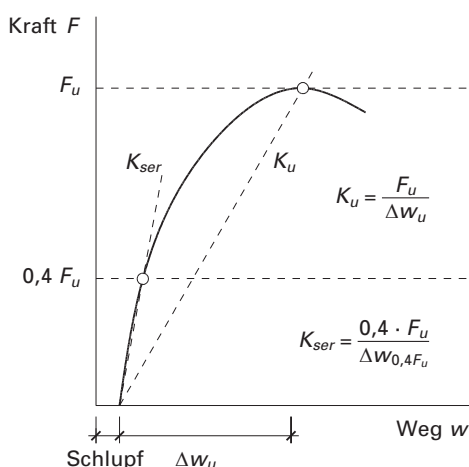
- 1) Die Werte dürfen während einiger Wochen im Jahr überschritten werden.
- 2) Für Vollholz, keilgezinktes Vollholz, Balkenschichtholz und Brettschichtholz unter Biegung, Zug in Faserrichtung und Druck in Faserrichtung. Unter Querdruck, Schub und Torsion muss mit grösseren Kriechverformungen gerechnet werden.
- 3) Bei angetrocknet oder feucht eingebautem Holz, das während des Austrocknens beansprucht wird, muss mit grösseren Kriechverformungen gerechnet werden.

**Verbindungssteifigkeit**

Die tabellierten Verschiebungsmoduln  $K_{ser}$  gelten für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis von Verbindungen bei vor der Witterung geschützten Bauteilen (Feuchteklasse 1 mit  $\eta_w = 1,0$ ) unter kurzfristigen Beanspruchungen. Für andere Feuchteklassen gelten die  $\eta_w$ -fachen Steifigkeitswerte.

Bei Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen entsprechen der Schlupf und die Verschiebungsmoduln  $K_{ser}$  näherungsweise den Werten für Holz-Holz-Verbindungen.

Bei ständigen Einwirkungen und den quasi-ständigen Anteilen veränderlicher Einwirkungen sind zudem die Kriechverformungen zu berücksichtigen.



**Anwendungsbeispiel:**

Stahl-Holz-Verbindung gemäss Seite 93 mit zwei eingeschlitzten Stahlblechen (entspricht 4 Scherfugen pro Stabdübel) und 15 Stabdübeln  $d = 12$  mm mit Krafrichtung im Holz unter einem Winkel  $\alpha = 0^\circ$  zur Faserrichtung in der Feuchteklasse 1:

$K_{ser,0} = 4 \cdot 5 \cdot 120 \cdot 12^{1,7} = 491\,972$  N/mm **Korrektur: 15**  
 $K_{ser,0} \approx 492$  kN/mm

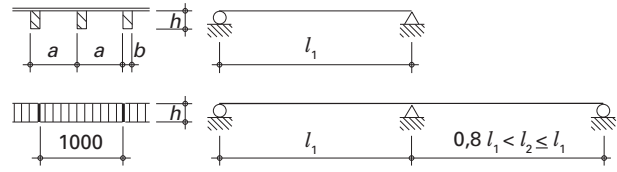
Verbindung	Schlupf mm	$K_{ser,0}$ <sup>1)</sup> N/mm	$K_{ser,90}$ <sup>1)</sup> N/mm
Holzverbindungen gerader und schiefer Stoss	Anschlussverformung 1,0–1,5 mm		
Versatz	Anschlussverformung 1,0–1,5 mm		
Nägel ohne Vorbohrung			
Holz-Holz	0,5–1,0	$60 \cdot d^{1,7}$	$30 \cdot d^{1,7}$
Stahl-Holz <sup>2)</sup>	0,5–1,0	$120 \cdot d^{1,7}$	$60 \cdot d^{1,7}$
Nägel mit Vorbohrung	keine Angabe	wie Stabdübel	
Klammern	siehe SIA 265/1		
Stabdübel <sup>3)</sup>			
Holz-Holz	0,5	$60 \cdot d^{1,7}$	$30 \cdot d^{1,7}$
Stahl-Holz	0,5	$120 \cdot d^{1,7}$	$60 \cdot d^{1,7}$
Bolzen <sup>3)</sup> (Bauschrauben)	0,5- bis 1,0-faches Lochspiel <sup>4)</sup>	wie Stabdübel	
Schrauben <sup>3)</sup>	0,5–1,0	wie Stabdübel	
Einlass- und Einpressdübel			
Ringdübel	1,0	$1,0 \cdot d^2$	$0,5 \cdot d^2$
Einpressdübel	produktespezifische Werte <sup>5)</sup>		

- 1) Pro Verbindungsmittel und Scherfuge für die Feuchteklasse 1 mit Durchmesser  $d$  in mm; für Tragsicherheitsnachweise sind die Steifigkeitswerte  $K_{ser}$  auf das  $\frac{2}{3}$ -fache zu reduzieren.
- 2) Bei Stahl-Holz-Verbindungen mit Rillen- oder Schraubnägeln.
- 3) Die Werte gelten näherungsweise für Verbindungen in Vollholz, keilgezinktem Vollholz und Balkenschichtholz der Festigkeitsklasse C24 oder Brettschichtholz GL24h. Genaue Angaben der Norm und Werte für andere Festigkeitsklassen siehe Tabelle SIA 265-25.
- 4) Des gesamten Lochspiels.
- 5) Die Werte sind auf Versuche abzustützen.

Vorbemessung: Gebrauchstauglichkeit Decken – Schwingungsverhalten

Falls bei Zweifeldträgern Störungen im Nachbarfeld nicht akzeptierbar sind (siehe 4)), können die erforderlichen Querschnittsabmessungen für Balkenlagen wie folgt abgeschätzt werden:

- Deckenaufbau «leicht-biegeweich»: tabellierte Balkenhöhe  $h + 80$  bis 120 mm oder Ausführung als Einfeldträger
- Deckenaufbau «schwer-biegeweich»: tabellierte Balkenhöhe  $h + 40$  bis 80 mm oder Ausführung als Einfeldträger
- Deckenaufbauten «schwer-biegesteif» und «sehr schwer-biegesteif»: keine Anpassung erforderlich



Bei asymmetrischen Zweifeldträgern mit  $0,5 \cdot l_1 < l_2 \leq 0,8 \cdot l_1$  können die erforderlichen Querschnittsabmessungen mit etwa der 0,9-fachen tabellierten Querschnittshöhe  $h$  abgeschätzt werden.

Einfeldträger und praktisch symmetrische Zweifeldträger mit Stützweite $0,8 \cdot l_1 < l_2 \leq l_1$							C24/GL24 <sup>5)</sup>	Spannweite $l_1$ in m
Deckenaufbau «sehr schwer-biegeweich» <sup>6)</sup> sehr schwerer Deckenaufbau mit Trocken-Unterlagsboden Querschnittsabmessungen $b/h$ in mm <sup>4)</sup> Sprungmass $a$ in m				Deckenaufbau «sehr schwer-biegeweich» <sup>7)</sup> sehr schwerer Deckenaufbau mit Zement-Unterlagsboden Querschnittsabmessungen $b/h$ in mm <sup>4)</sup> Sprungmass $a$ in m				
0,5	0,6	0,7	Voll-QS 1,0	0,5	0,6	0,7		
140/220	160/220	140/240	1000/140	120/220	140/220	160/220	1000/140	4,0
100/240	120/240	120/260		100/240	100/240	120/240		
80/260	100/260	100/280		80/260	80/260	100/260		
160/220	140/240	180/240	1000/150	140/220	120/240	140/240	1000/150	4,2
120/240	120/260	140/260		100/240	120/260	120/260		
100/260	100/280	120/280		80/260	80/280	100/280		
160/240	180/240	160/260	1000/160	120/240	160/240	180/240	1000/160	4,4
120/260	140/260	140/280		100/260	120/260	140/260		
100/280	120/280	80/320		80/280	100/280	120/280		
180/240	160/260	200/260	1000/170	160/240	140/260	160/260	1000/170	4,6
140/260	140/280	160/280		160/260	120/280	140/280		
120/280	80/320	100/320		100/280	80/320	80/320		
160/260	200/260	180/280	1000/180	140/260	160/260	200/260	1000/180	4,8
140/280	160/280	120/320		120/280	140/280	160/280		
80/320	100/320	80/360		80/320	80/320	100/320		
200/260	180/280	200/280	1000/190	160/260	200/260	180/280	1000/190	5,0
160/280	120/320	140/320		140/280	160/280	120/320		
100/320	80/360	100/360		80/320	100/320	80/360		
180/280	140/320	160/320	1000/200	160/280	180/280	140/320	1000/200	5,2
120/320	100/360	120/360		100/320	120/320	100/360		
140/320	160/320	140/360		100/360	100/360	120/360		
100/360	120/360	100/400	1000/210	100/360	100/360	120/360	1000/210	5,4
160/320	120/360	140/360		140/320	160/320	140/360		
100/360	100/400	120/400		100/360	120/360	100/400		
120/360	140/360	180/360	1000/230	160/320	140/360	160/360	1000/220	5,6
100/400	100/400	120/400	1000/240	120/360	100/400	120/400	1000/220	5,8
140/360	160/360	140/400	1000/240	120/360	140/360	180/360	1000/210	6,0
100/400	120/400	100/440	1000/250	100/400	100/400	120/400	1000/210	6,2
160/360	140/400	160/400	1000/260	140/360	160/360	140/400	1000/200	6,2
120/400	100/440	120/440	1000/270	100/400	120/400	100/440	1000/210	6,4
180/360	160/400	180/400	1000/270	160/360	140/400	160/400	1000/210	6,4
140/400	120/440	140/440	1000/280	120/400	100/440	120/440	1000/220	6,6
160/400	180/400	160/440	1000/280	120/400	140/400	180/400	1000/220	6,6
120/440	140/440	120/480	1000/290	100/440	120/440	140/440	1000/230	6,8
180/400	160/440	180/440	1000/290	140/400	160/400	140/440	1000/230	6,8
120/440	120/480	140/480	1000/300	100/440	120/440	100/480	1000/240	7,0
200/400	180/440	200/440	1000/300	140/400	140/440	160/440	1000/240	7,0
140/440	140/480	160/480	1000/300	100/440	100/480	120/480	1000/240	7,0

Korrektur: biegesteif

Voraussetzungen siehe gegenüberliegende Seite.

- 4) Siehe gegenüberliegende Seite.
- 5) Siehe gegenüberliegende Seite.
- 6) Deckenaufbau «sehr schwer-biegeweich»: sehr schwerer Deckenaufbau mit schwimmendem Trocken-Unterlagsboden (z. B. Spanplatte auf Sandschüttung) und Sekundärtragelement Spanplatte 25 mm oder gleichwertig mit  $(EI)_b = 3,65 \cdot 10^9 \text{ Nmm}^2/\text{m}$  wie bei 2), aber mit Auflast  $g_A = 3,0 \text{ kN/m}^2$  (inkl. Bodenbelag und Deckenverkleidung).
- 7) Deckenaufbau «sehr schwer-biegesteif»: sehr schwerer Deckenaufbau mit schwimmendem Zement-Unterlagsboden (z. B. 50 mm Zement-Estrich) oder gleichwertig mit  $(EI)_b = 219 \cdot 10^9 \text{ Nmm}^2/\text{m}$  und Sekundärtragelement Spanplatte wie bei 3), aber mit Auflast  $g_A = 3,0 \text{ kN/m}^2$  (inkl. Bodenbelag und Deckenverkleidung).

☐ = Brettschichtholz GL24h erforderlich

**Allgemeine Hinweise für die Konstruktion**

- Um die Übertragung von Schwingungen von Decke zu Decke zu vermeiden, sollten Wände und Stützen übereinander stehen und ihre Lasten direkt in das Fundament ableiten.
- Bei Decken mit Unterzügen ist nicht nur die Schwingungsanfälligkeit der aufliegenden Decke, sondern des kombinierten Systems Decke-Unterzug zu überprüfen.
- Auskragende Systeme und Gerbersysteme weisen im Vergleich zum Einfeldträger systembedingt ein ungünstigeres Schwingungsverhalten auf.

## Gebrauchstauglichkeit: Balken aus Brettschichtholz GL24h

Bei Biegeträgern ist für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit im Grenzzustand **Funktionstüchtigkeit mit nicht verformungsempfindlichen Einbauten** folgende Bedingung zu erfüllen:

$$q'_{Ed} \leq q'_{Cd}$$

$q'_{Ed}$  Bemessungswert der Streckenlast für den massgebenden Lastfall, siehe Seiten 12 und 13

$q'_{Cd}$  Grenzwert der Streckenlast gemäss Tabelle

Die Vorbemessung ist bezüglich der Kriterien der Trag-sicherheit und wo erforderlich der Gebrauchstauglichkeit für den Grenzzustand Komfort (Schwingungsnachweis) zusätzlich zu prüfen.

Die Grenzwerte der Streckenlast  $q'_{Cd}$  gelten unter den folgenden Voraussetzungen:

- siehe Voraussetzungen Seite 44
- gerade Einfeldträger mit konstantem Rechteckquerschnitt aus Brettschichtholz GL24h mit  $E_{m,mean} = 11\,500\text{ N/mm}^2$  und  $G_{mean} = 650\text{ N/mm}^2$
- Für andere Feuchteklassen und andere Festigkeitsklassen ist die Tabelle näherungsweise mit nominalen Bemessungswerten  $q'_{Ed,nom}$  zu verwenden. Dabei gilt:

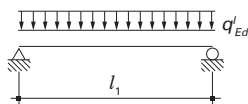
$$q'_{Ed,nom} = \frac{1}{\eta_w} \cdot \frac{11\,500\text{ N/mm}^2}{E_{m,mean}} \cdot q'_{Ed} \leq q'_{Cd}$$

Querschnitt		Grenzwert der Streckenlast $q'_{Cd}$ in kN/m																
b	h	bei Spannweiten $l$ in m																
mm	mm	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	
100 mm	160	2,17	1,80	1,51	1,28	1,09	0,94	0,81	0,71	0,62	0,55	0,48	0,43	0,38	0,35	0,31	0,28	
	200	4,14	3,44	2,89	2,45	2,09	1,80	1,56	1,36	1,20	1,06	0,94	0,83	0,75	0,67	0,60	0,55	
	240	6,94	5,78	4,87	4,14	3,54	3,06	2,66	2,32	2,04	1,80	1,60	1,43	1,28	1,15	1,03	0,94	
	280	10,6	8,90	7,52	6,41	5,50	4,76	4,14	3,62	3,19	2,82	2,50	2,23	2,00	1,80	1,63	1,47	
120 mm	320	15,3	12,8	10,9	9,30	8,01	6,94	6,05	5,30	4,67	4,14	3,68	3,29	2,95	2,66	2,40	2,17	
	160	2,61	2,16	1,81	1,53	1,31	1,12	0,97	0,85	0,74	0,66	0,58	0,52	0,46	0,41	0,37	0,34	
	200	4,97	4,13	3,47	2,94	2,51	2,16	1,87	1,64	1,44	1,27	1,12	1,00	0,89	0,80	0,72	0,66	
	240	8,32	6,94	5,84	4,97	4,25	3,67	3,19	2,78	2,45	2,16	1,92	1,71	1,53	1,38	1,24	1,12	
140 mm	280	12,8	10,7	9,03	7,69	6,60	5,71	4,97	4,35	3,82	3,38	3,01	2,68	2,40	2,16	1,95	1,77	
	320	18,3	15,4	13,1	11,2	9,61	8,32	7,26	6,36	5,61	4,97	4,42	3,95	3,54	3,19	2,88	2,61	
	160	3,04	2,52	2,11	1,79	1,52	1,31	1,13	0,99	0,87	0,76	0,68	0,60	0,54	0,48	0,44	0,39	
	200	5,79	4,81	4,04	3,43	2,93	2,52	2,19	1,91	1,67	1,48	1,31	1,17	1,04	0,94	0,85	0,76	
160 mm	240	9,71	8,10	6,82	5,79	4,96	4,28	3,72	3,25	2,85	2,52	2,24	2,00	1,79	1,61	1,45	1,31	
	280	14,9	12,5	10,5	8,97	7,70	6,66	5,79	5,07	4,46	3,95	3,51	3,13	2,80	2,52	2,28	2,06	
	320	21,4	18,0	15,2	13,0	11,2	9,71	8,47	7,42	6,54	5,79	5,15	4,60	4,13	3,72	3,36	3,04	
	360	29,2	24,6	21,0	18,0	15,5	13,5	11,8	10,3	9,13	8,10	7,21	6,45	5,79	5,22	4,72	4,28	
180 mm	200	6,62	5,50	4,62	3,92	3,35	2,88	2,50	2,18	1,91	1,69	1,50	1,33	1,19	1,07	0,97	0,87	
	240	11,1	9,25	7,79	6,62	5,67	4,89	4,25	3,71	3,26	2,88	2,56	2,28	2,04	1,83	1,65	1,50	
	280	17,0	14,2	12,0	10,3	8,80	7,61	6,62	5,79	5,10	4,51	4,01	3,58	3,20	2,88	2,60	2,36	
	320	24,4	20,5	17,4	14,9	12,8	11,1	9,68	8,48	7,48	6,62	5,89	5,26	4,72	4,25	3,84	3,48	
200 mm	360	33,4	28,2	24,0	20,5	17,7	15,4	13,5	11,8	10,4	9,25	8,24	7,37	6,62	5,97	5,39	4,89	
	200	7,45	6,19	5,20	4,41	3,76	3,24	2,81	2,45	2,15	1,90	1,68	1,50	1,34	1,21	1,09	0,98	
	240	12,5	10,4	8,77	7,45	6,38	5,50	4,78	4,18	3,67	3,24	2,88	2,57	2,30	2,06	1,86	1,68	
	280	19,1	16,0	13,5	11,5	9,90	8,56	7,45	6,52	5,74	5,07	4,51	4,02	3,60	3,24	2,93	2,65	
220 mm	320	27,5	23,1	19,6	16,7	14,4	12,5	10,9	9,54	8,41	7,45	6,63	5,92	5,31	4,78	4,32	3,91	
	360	37,5	31,7	27,0	23,1	19,9	17,3	15,1	13,3	11,7	10,4	9,27	8,30	7,45	6,71	6,07	5,50	
	400	49,2	41,7	35,6	30,7	26,5	23,1	20,2	17,8	15,8	14,0	12,5	11,2	10,1	9,07	8,21	7,45	
	200	8,28	6,88	5,78	4,89	4,18	3,60	3,12	2,73	2,39	2,11	1,87	1,67	1,49	1,34	1,21	1,09	
240 mm	240	13,9	11,6	9,74	8,28	7,09	6,11	5,31	4,64	4,08	3,60	3,20	2,85	2,55	2,29	2,07	1,87	
	280	21,3	17,8	15,0	12,8	11,0	9,51	8,28	7,24	6,37	5,64	5,01	4,47	4,01	3,60	3,25	2,94	
	320	30,6	25,7	21,8	18,6	16,0	13,9	12,1	10,6	9,35	8,28	7,36	6,58	5,90	5,31	4,80	4,35	
	360	41,7	35,2	30,0	25,7	22,2	19,3	16,8	14,8	13,0	11,6	10,3	9,22	8,28	7,46	6,74	6,11	
260 mm	400	54,7	46,4	39,6	34,1	29,5	25,7	22,5	19,8	17,5	15,6	13,9	12,4	11,2	10,1	9,12	8,28	
	100 mm	100	5,46	4,51	3,77	3,18	2,71	2,32	2,01	1,75	1,53	1,35	1,19	1,06	0,95	0,85	0,77	0,69
	120	9,36	7,74	6,47	5,46	4,65	3,99	3,46	3,01	2,64	2,32	2,06	1,83	1,63	1,47	1,32	1,19	
	140	14,7	12,2	10,2	8,61	7,34	6,31	5,46	4,76	4,17	3,67	3,25	2,90	2,59	2,32	2,09	1,89	
160 mm	160	21,7	18,0	15,1	12,8	10,9	9,36	8,10	7,06	6,19	5,46	4,84	4,31	3,85	3,46	3,11	2,81	
	180	30,6	25,4	21,3	18,0	15,4	13,2	11,5	10,0	8,77	7,74	6,86	6,11	5,46	4,90	4,42	3,99	

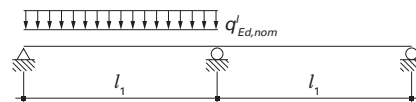
### Erfassung anderer statischer Systeme:

- Für andere statische Systeme ist die Tabelle mit nominalen Bemessungswerten  $q'_{Ed,nom}$  zu verwenden. Dabei gilt:

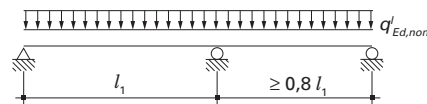
$$q'_{Ed,nom} = \alpha \cdot q'_{Ed} \geq q'_{Cd} \quad \text{Korrektur: } \leq$$



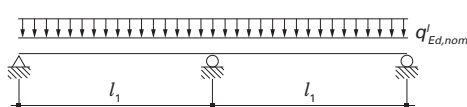
$\alpha = 1,00$



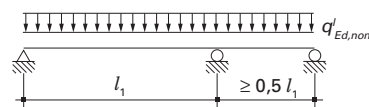
$\alpha = 0,70$



$\alpha = 0,50$



$\alpha = 0,41$



$\alpha = 0,55$

## Nachweis für zentrisches Knicken

Beim Knicknachweis für planmässig zentrisch beanspruchte, gerade Druckstäbe mit konstantem Querschnitt ist folgende Bedingung zu erfüllen:

$$\sigma_{c,0,d} \leq k_c \cdot f_{c,0,d} \quad (265.29)$$

$\sigma_{c,0,d}$  Bemessungswert der Druckspannung

$k_c$  Knickbeiwert in Funktion der relativen Schlankheit  $\lambda_{rel}$

$f_{c,0,d}$  Bemessungswert der Druckfestigkeit

Der Knickbeiwert  $k_c$  wird in Funktion der relativen Schlankheit  $\lambda_{rel}$  ermittelt. Die relative Schlankheit  $\lambda_{rel}$  ist von der geometrischen Schlankheit  $\lambda$  und den Baustoffeigenschaften abhängig und kann näherungsweise wie folgt berechnet werden:

– bei Vollholz, keilgezinktem Vollholz und Balkenschichtholz  $\lambda_{rel} \approx \frac{\lambda}{57}$  (265.35) Korrektur:  $\lambda_{rel}$

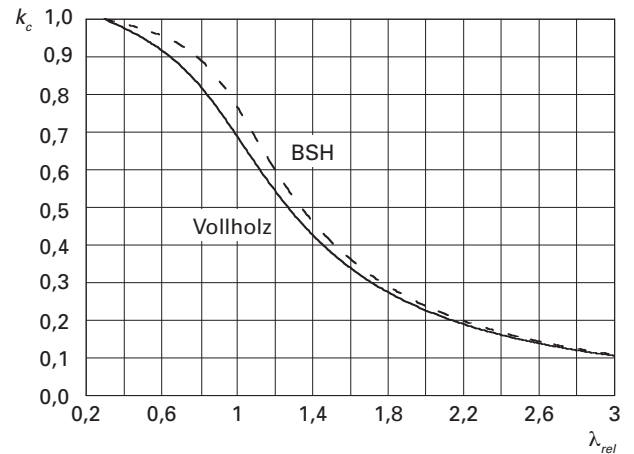
– bei Brettschichtholz  $\lambda_{rel} \approx \frac{\lambda}{60}$  (265.36)

$\lambda$  geometrische Schlankheit  $\lambda = l_k/i$

$l_k$  Knicklänge für die betrachtete Knickrichtung

$i$  Trägheitsradius  $i = \sqrt{I/A}$  für die betrachtete Knickrichtung

Bei Querlasten, exzentrischen Krafteinleitungen oder grösseren Vorkrümmungen ist der Nachweis für Druck mit Biegung gemäss Ziffer 265-4.2.8.5 zu führen, siehe Seite 63.



Knickbeiwert  $k_c$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} \text{ für } \lambda_{rel} \geq 0,3 \quad (265.30)$$

$$\text{mit } k = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] \quad (265.31)$$

und  $\beta_c = 0,2$  bei Vollholz, keilgezinktem Vollholz und Balkenschichtholz mit  $e_o \leq l/300$   
bzw.  $\beta_c = 0,1$  bei Brettschichtholz mit  $e_o \leq l/500$ ,  
wobei  $e_o$  die in der Bauteilmitte gemessene Abweichung von der Geraden ist.

Querschnittsverminderungen infolge von Schlitzten, Einschnitten, Ausklinkungen oder Bohrungen können den Knickwiderstand wesentlich reduzieren.

$k_c$ für Vollholz, keilgezinktes Vollholz und Balkenschichtholz	$\lambda_{rel}$	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08
	0,30	1,000	0,996	0,991	0,986	0,982
0,40	0,977	0,972	0,967	0,961	0,956	
0,50	0,950	0,944	0,938	0,932	0,925	
0,60	0,918	0,910	0,903	0,894	0,886	
0,70	0,877	0,868	0,858	0,847	0,836	
0,80	0,825	0,813	0,801	0,788	0,775	
0,90	0,762	0,748	0,733	0,719	0,704	
1,00	0,689	0,674	0,660	0,645	0,630	
1,10	0,615	0,601	0,586	0,572	0,558	
1,20	0,545	0,532	0,519	0,506	0,494	
1,30	0,482	0,470	0,459	0,448	0,437	
1,40	0,427	0,417	0,407	0,397	0,388	
1,50	0,379	0,371	0,362	0,354	0,346	
1,60	0,339	0,331	0,324	0,317	0,310	
1,70	0,304	0,297	0,291	0,285	0,279	
1,80	0,274	0,268	0,263	0,258	0,253	
1,90	0,248	0,243	0,238	0,234	0,230	
2,00	0,225	0,221	0,217	0,213	0,209	
2,10	0,206	0,202	0,198	0,195	0,192	
2,20	0,188	0,185	0,182	0,179	0,176	
2,30	0,173	0,170	0,168	0,165	0,162	
2,40	0,160	0,157	0,155	0,152	0,150	
2,50	0,148	0,146	0,143	0,141	0,139	
2,60	0,137	0,135	0,133	0,131	0,129	
2,70	0,128	0,126	0,124	0,122	0,121	
2,80	0,119	0,117	0,116	0,114	0,113	
2,90	0,111	0,110	0,108	0,107	0,105	
3,00	0,104	0,103	0,102	0,100	0,099	

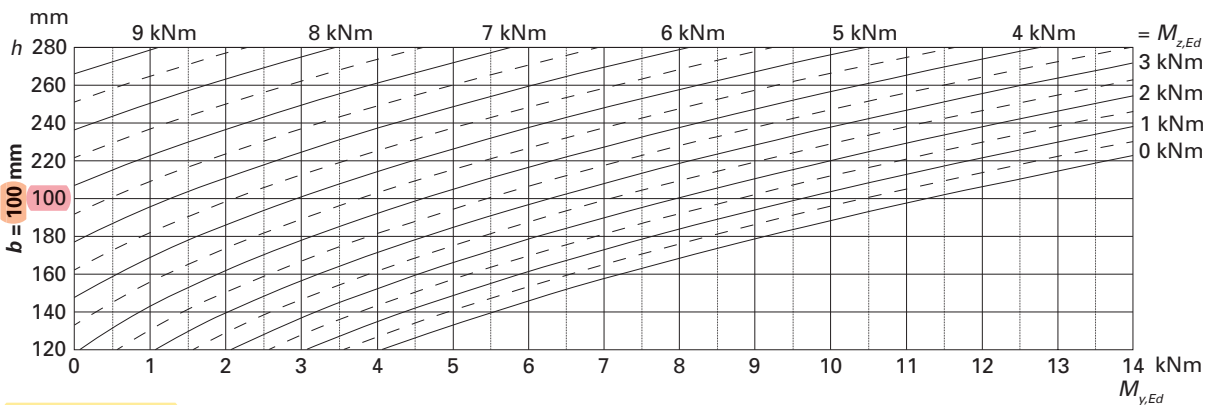
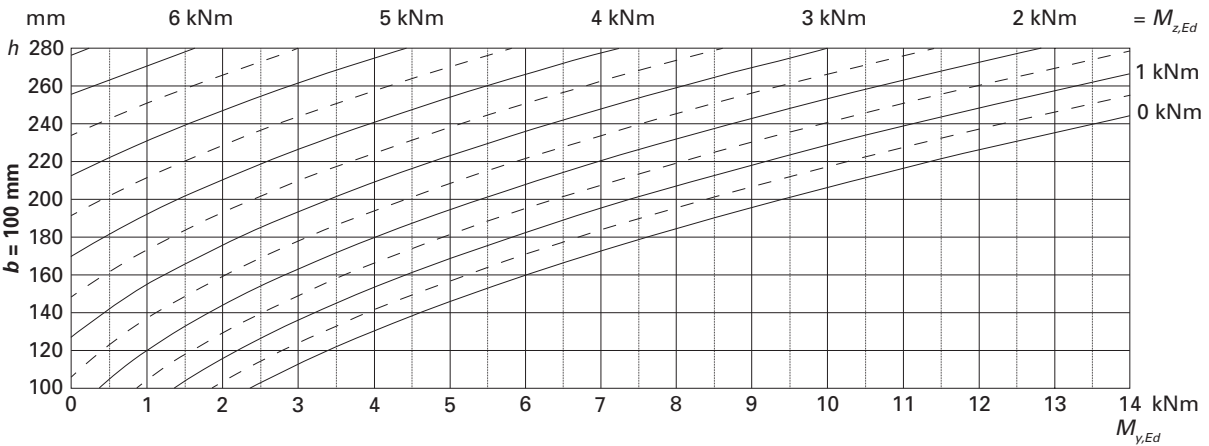
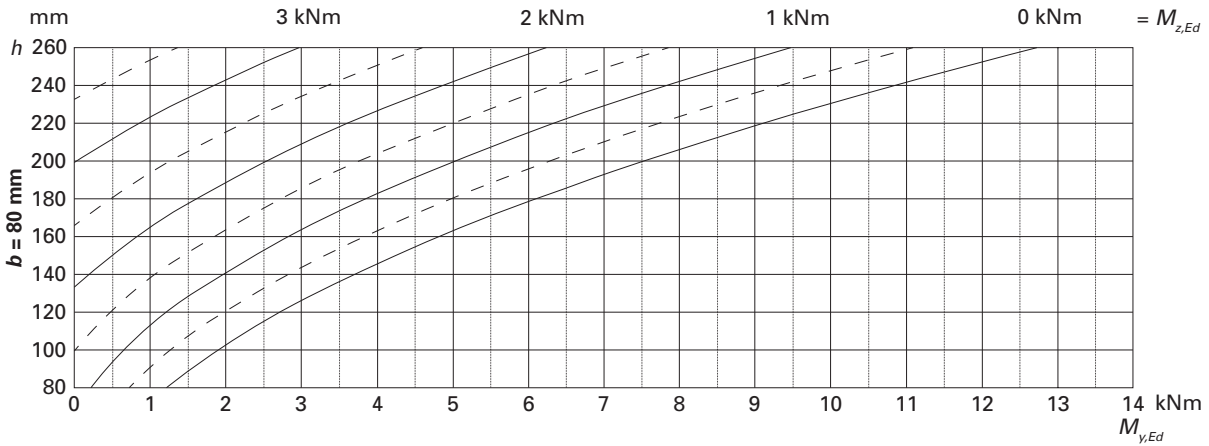
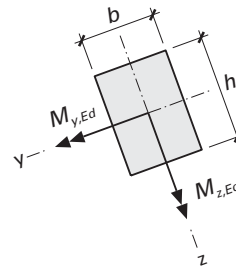
$\lambda > 150$ : nur für Verbände und Sekundärelemente

$k_c$ für Brettschichtholz	$\lambda_{rel}$	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08
	0,30	1,000	0,998	0,996	0,993	0,991
0,40	0,988	0,986	0,983	0,980	0,977	
0,50	0,974	0,971	0,968	0,964	0,960	
0,60	0,956	0,952	0,947	0,942	0,937	
0,70	0,931	0,925	0,919	0,911	0,904	
0,80	0,895	0,886	0,876	0,865	0,854	
0,90	0,841	0,828	0,814	0,800	0,784	
1,00	0,768	0,752	0,735	0,718	0,701	
1,10	0,684	0,667	0,650	0,633	0,617	
1,20	0,600	0,585	0,569	0,555	0,540	
1,30	0,526	0,512	0,499	0,486	0,474	
1,40	0,462	0,450	0,439	0,428	0,418	
1,50	0,408	0,398	0,388	0,379	0,370	
1,60	0,362	0,354	0,346	0,338	0,330	
1,70	0,323	0,316	0,309	0,302	0,296	
1,80	0,290	0,284	0,278	0,272	0,267	
1,90	0,261	0,256	0,251	0,246	0,241	
2,00	0,237	0,232	0,228	0,224	0,220	
2,10	0,216	0,212	0,208	0,204	0,200	
2,20	0,197	0,194	0,190	0,187	0,184	
2,30	0,181	0,178	0,175	0,172	0,169	
2,40	0,166	0,164	0,161	0,159	0,156	
2,50	0,154	0,151	0,149	0,147	0,144	
2,60	0,142	0,140	0,138	0,136	0,134	
2,70	0,132	0,130	0,128	0,127	0,125	
2,80	0,123	0,121	0,120	0,118	0,116	
2,90	0,115	0,113	0,112	0,110	0,109	
3,00	0,107	0,106	0,105	0,103	0,102	

Zweiachsige Biegung bei Vollholz und Balkenschichtholz C24

Vorbemessung zweiachsig beanspruchter Biegeträger mit Rechteckquerschnitt aus Vollholz und Balkenschichtholz C24

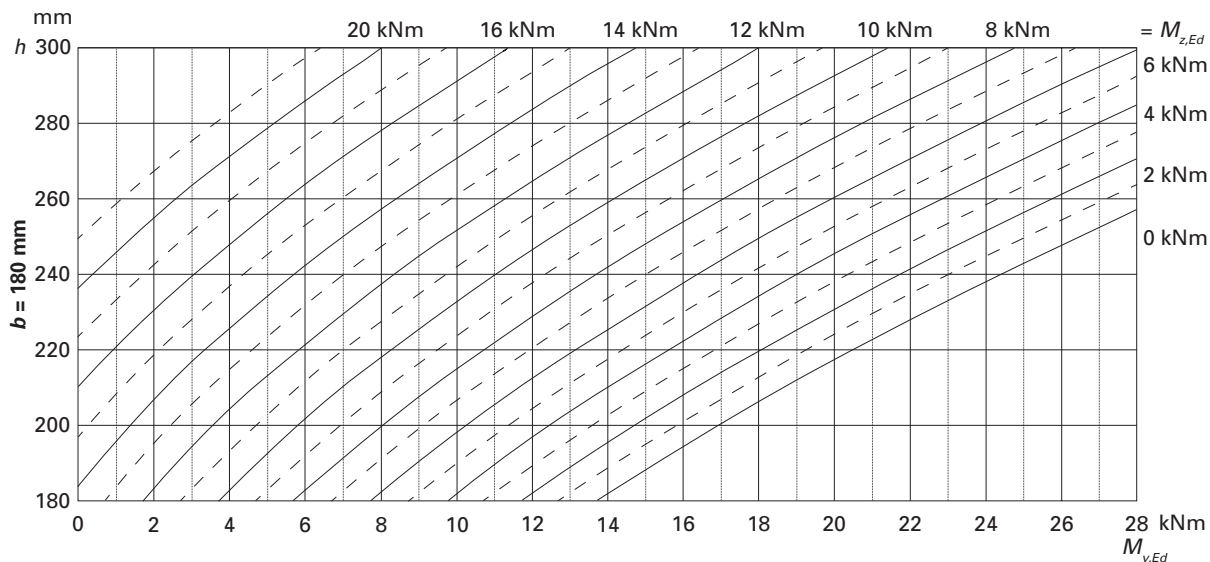
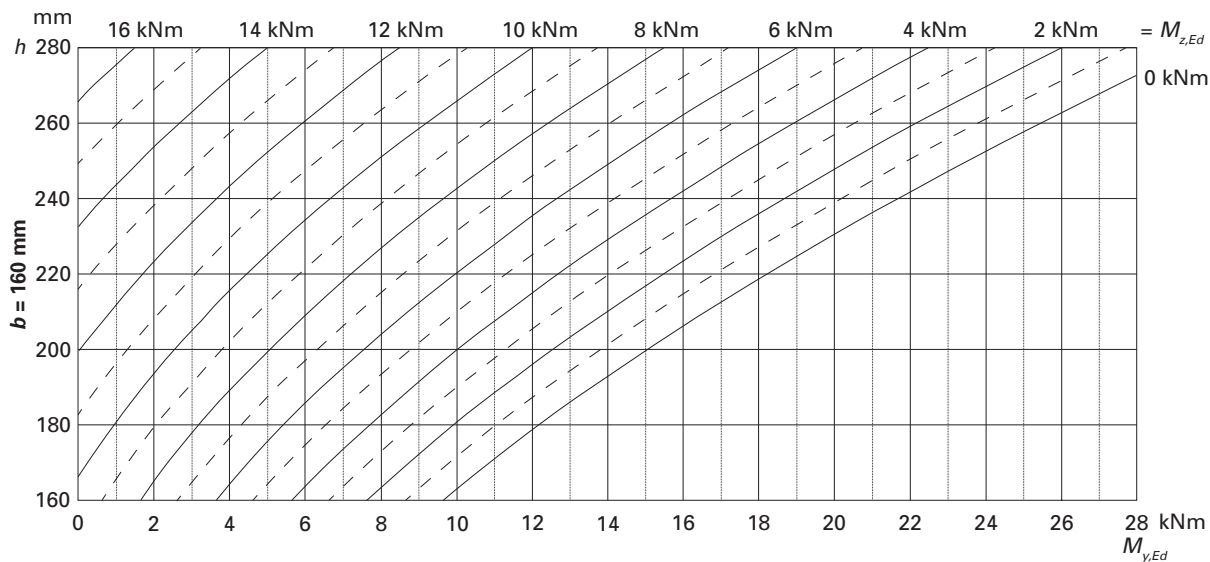
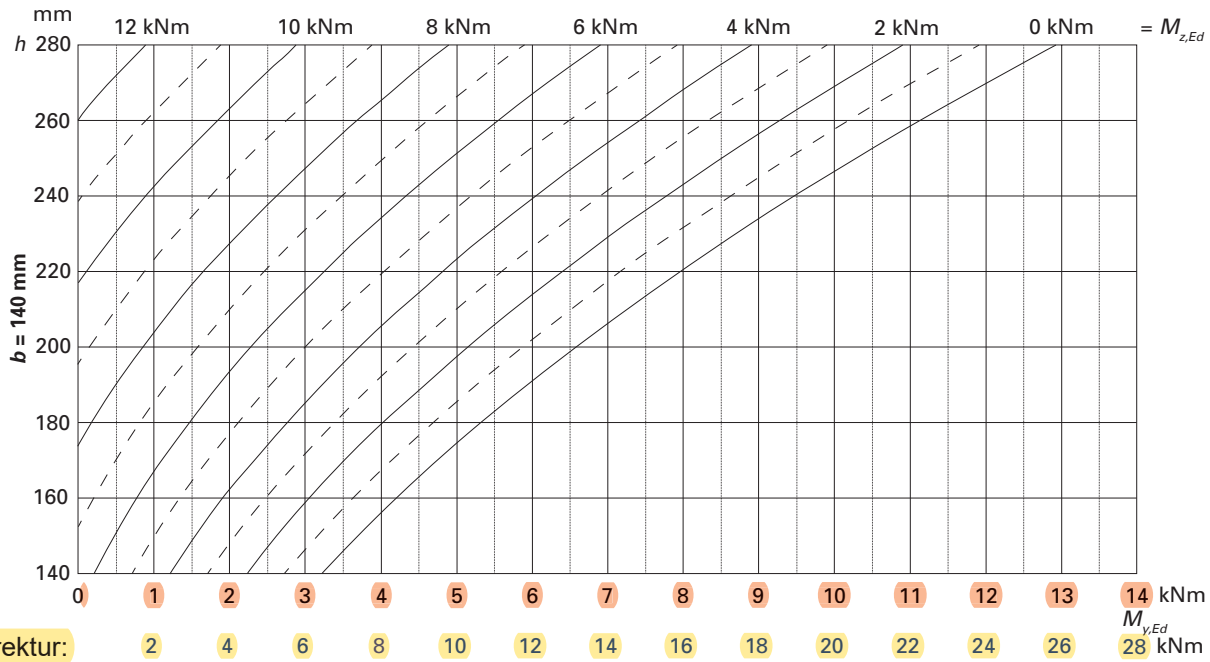
Die Diagramme gelten für vor der Witterung geschützte Biegeträger (Feuchteklasse 1 mit  $\eta_w = 1,0$ ) aus Vollholz, keilgezinktem Vollholz und Balkenschichtholz der Festigkeitsklasse C24. Für andere Feuchteklassen und bei dynamischen Einwirkungen ist mit den  $1/(\eta_w \cdot \eta_t)$ -fachen  $M_{y,Ed}$ - und  $M_{z,Ed}$ -Werten in die Diagramme zu gehen.



Korrektur: 120

Korrektur: 200

Zweiachsige Biegung bei Vollholz und Balkenschichtholz C24



Anwendungsbeispiel

- Für die Beanspruchungen  $M_{y,Ed} = 7,2$  kNm und  $M_{z,Ed} = 1,6$  kNm bei  $\eta_w = 1,0$ : mögliche Querschnitte Vollholz C24 80/260, 100/220, 120/200, 140/180



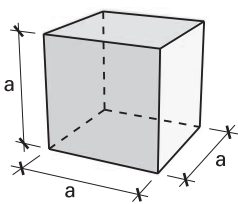


Kragträger und Einfeldträger mit Kragarm

System $E \cdot I = \text{konstant}$	Auflagerkräfte in kN $q'$ in kN/m, $F$ in kN $l$ in m	Biegemomente $M$ in kNm $q'$ in kN/m, $F$ in kN $l$ in m	Durchbiegung $w$ in mm $q'$ in N/mm, $F$ in N $l$ in mm $E$ in N/mm <sup>2</sup> , $I$ in mm <sup>4</sup>
	$B = q' \cdot l$	$M_B = -\frac{q' \cdot l^2}{2}$	$w = \frac{1}{8} \cdot \frac{q' \cdot l^4}{E \cdot I}$
	$B = F$	$M_B = -F \cdot l$	$w = \frac{1}{3} \cdot \frac{F \cdot l^3}{E \cdot I}$
	$A = q' \cdot c \cdot \left(1 + \frac{c}{2 \cdot l}\right)$ $B = -q' \cdot \frac{c^2}{2 \cdot l}$	$M_A = -\frac{q' \cdot c^2}{2}$	$w_1 = \frac{1}{24} \cdot \frac{q' \cdot c^3}{E \cdot I} \cdot (4 \cdot l + 3 \cdot c)$ $w_2 = -\frac{1}{32} \cdot \frac{q' \cdot l^2 \cdot c^2}{E \cdot I}$
	$A = B = \frac{q' \cdot l}{2}$	$M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot q' \cdot l^2$	$w_1 = -\frac{1}{24} \cdot \frac{q' \cdot l^3 \cdot c}{E \cdot I}$ $w_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q' \cdot l^4}{E \cdot I}$
	$A = q' \cdot (l + c) \cdot \frac{l + c}{2 \cdot l}$ $B = q' \cdot (l + c) \cdot \frac{l - c}{2 \cdot l}$	mit: $c < l$ $M_A = -\frac{q' \cdot c^2}{2}$ $M_{\max} = \frac{B^2}{2 \cdot q'}$ Korrektur: $M_{\text{Feld}}$	$w_1 = \frac{1}{24} \cdot \frac{q' \cdot c^3 \cdot (4 \cdot l + 3 \cdot c) - q' \cdot l^3 \cdot c}{E \cdot I}$ $w_2 \approx \frac{1}{384} \cdot \frac{q' \cdot l^2 \cdot (5 \cdot l^2 - 12 \cdot c^2)}{E \cdot I}$
	$A = F \cdot \frac{l + c}{l}$ $B = -F \cdot \frac{c}{l}$	$M_A = -F \cdot c$	$w_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{F \cdot c^2 \cdot (l + c)}{E \cdot I}$ $w_2 = -\frac{1}{15,6} \cdot \frac{F \cdot l^2 \cdot c}{E \cdot I}$
	$A = B = \frac{F}{2}$	$M_{\max} = \frac{F \cdot l}{4}$	$w_1 = -\frac{1}{16} \cdot \frac{F \cdot l^2 \cdot c}{E \cdot I}$ $w_2 = \frac{1}{48} \cdot \frac{F \cdot l^3}{E \cdot I}$
	$A = B = F$	$M_A = M_B = M_{\max} = -F \cdot c$	$w_1 = \frac{1}{3} \cdot \frac{F \cdot c^2 \cdot (1,5 \cdot l + c)}{E \cdot I}$ $w_2 = -\frac{1}{8} \cdot \frac{F \cdot l^2 \cdot c}{E \cdot I}$
	$A = B = \frac{q'}{2} \cdot (l + 2 \cdot c)$	$M_A = M_B = -\frac{1}{2} \cdot q' \cdot c^2$ $M_{\max} = q' \cdot \left(\frac{l^2}{8} - \frac{c^2}{2}\right)$ Korrektur: $M_{\text{Feld}}$	$w_1 = \frac{1}{24} \cdot \frac{q' \cdot c \cdot c^2 \cdot (6 \cdot l + 3 \cdot c) - l^3}{E \cdot I}$ $w_2 = \frac{1}{384} \cdot \frac{q' \cdot l^2 \cdot (5 \cdot l^2 - 24 \cdot c^2)}{E \cdot I}$

Volumen, Flächen

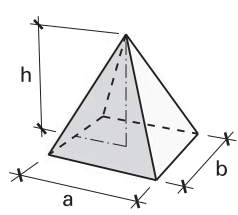
**Würfel (Kubus)**



Volumen:  
 $V = a^3$

---

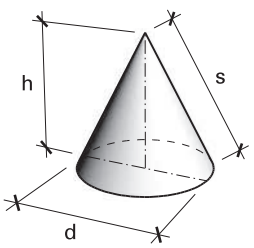
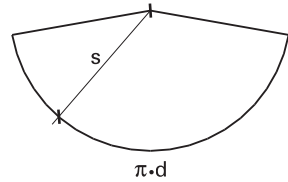
**Pyramide**



Volumen:  
 $V = \frac{a \cdot b \cdot h}{3}$

---

**Kegel**

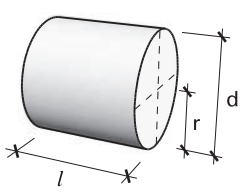



Volumen:  
 $V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{12}$

Mantelfläche:  
 $A_M = \frac{\pi \cdot d \cdot s}{2}$

---

**Zylinder (Walze)**

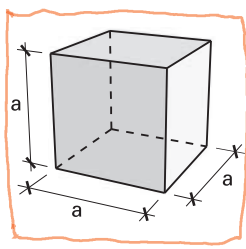


Volumen:  
 $V = \pi \cdot r^2 \cdot l$

Mantelfläche:  
 $A_M = \pi \cdot d \cdot l$

---

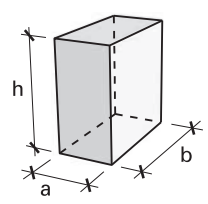
**Zylindrischer Ring**



Volumen:  
 $V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \pi \cdot D$

Mantelfläche:  
 $A_M = \pi \cdot d \cdot \pi \cdot D$

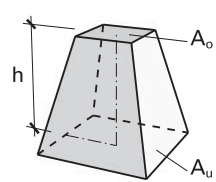
**Prisma**



Volumen:  
 $V = a \cdot b \cdot h$

---

**Pyramidenstumpf**

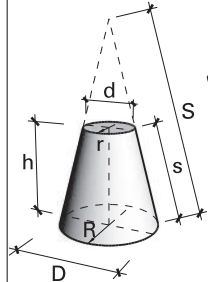
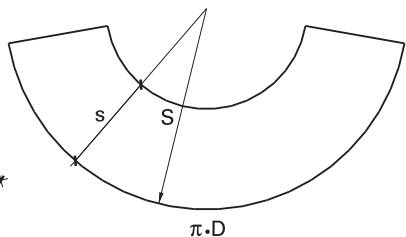


Volumen:  
 $V = \frac{h}{3} \cdot (A_u + A_o + \sqrt{A_u \cdot A_o})$

$A_u$  und  $A_o$  = Grundflächen

---

**Kegelstumpf**

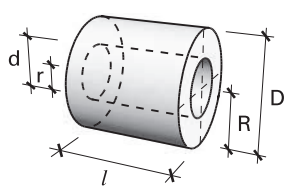



Volumen:  
 $V = \frac{\pi \cdot h}{3} \cdot (R \cdot r + R^2 + r^2)$

Mantelfläche:  
 $A_M = \pi \cdot s \cdot (R + r)$

---

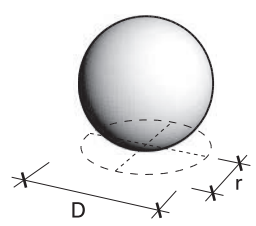
**Hohlzylinder**



Volumen:  
 $V = \pi \cdot (R^2 - r^2) \cdot l$

---

**Kugel**



Volumen:  
 $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$

Oberfläche:  
 $A_o = \pi \cdot D^2$

Korrektur:

