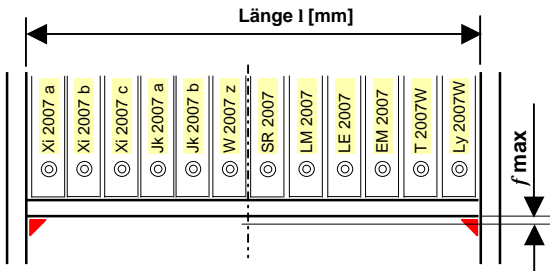


Wenn ein Einlegeboden in einem Möbel sich unter der Belastung nach unten durchbiegt, kann er aus den Bodenträgern rutschen. Auch ein fest mit den Seiten verbundener Boden sieht unschön aus, wenn er sich zu stark verformt. Türen und Schubkasten-Vorderstücke können von durchhängenden Böden eingeklemmt werden.

Ein Garantiefall?



Nach der alten Regelung in der **DIN 68874 Teil 1** durfte sich ein Fachboden nur um ein Zweihundertstel der Länge biegen:

$$f_{max} = l : 200$$

Für einen Fachboden mit der Länge $l = 800\text{mm}$ beträgt f also $800\text{mm} : 200 = 4\text{mm}$.

Weil aber bei einigen der modernen Holzwerkstoffen die Widerstandskraft der Platten nach einiger Zeit unter der Belastung etwas abnimmt, ist zur Zeit das Rechenverfahren aus der DIN herausgenommen worden. Für die Materialeigenschaft „E-Modul“ müssen erst neue Werte als so genanntes „Kriech-E-Modul“ erforscht werden.

Wir können aber für unser Büromöbel mit der alten Regel die Durchbiegung f überschlägig berechnen:

Welches Material und welche Dicke kommt überhaupt in Frage?

Formel für die Durchbiegung f [mm]

Wir benötigen:

1. **eine Materialeigenschaft:** Du hast schon in der Praxis erfahren, dass eine Spanplatte sich leichter verbiegen lässt als ein Vollholzbrett mit gleichen Maßen.

Material	Dicke d [mm]	E [N/mm ²]
P2 Spanplatte MFB (P2)	8 - 13	1800
	16, 19	1600
	22, 25	1500
	28 - 32	1350
	36 - 40	1200
OSB/1	6 - 25	2500
OSB/3	6 - 25	3500
HB, MFB (HB)	3,5 - 5,5	900
	> 5,5	800
MDF, MFB (MDF)	25	2100
EN 636	nach Typ	500 - 14.000
Fichte, Kiefer, Tanne, Ahorn, Ulme		ca. 11.000
Nussbaum, Aningré, Bubinga		ca. 12.000
Eiche, Esche, Iroko, Afzelia, Teak, Douglasie, Carolina Pine, Robinie		ca. 13.000
Rotbuche, Birke, Lärche, Meranti		ca. 14.000
Keruing, Merbau, Ramin, Wenge		ca. 16.000
Greenheart		ca. 22.000

Elastizitätsmodul („E-Modul“) E [N/mm²]

Wir finden das E-Modul für Vollholz in Tabellenbüchern der Holztechnik. Das für Plattenwerkstoffe findest Du bei www.tischler-ole-welzel.de unter Holzwerkstoffe.

Die Tabelle links zeigt nur einen Teil der Materialien, die wir bearbeiten.

Je höher die Zahl ist, umso biegesteifer ist das Material.

2. **die Eigenschaft des Querschnitts:** Du hast sicherlich schon gemerkt, dass eine Holzleiste hochkant gestellt biegesteifer ist, als wenn sie flach liegt.



$$I = \frac{b \times d^3}{12} \quad [\text{mm}^4]$$

Trägheitsmoment I [mm⁴]

Eine Vollholzleiste aufrecht gestellt ($b = 19\text{mm}$ und $d = 30\text{mm}$) hat einen höheren inneren Widerstand gegen Verbiegen als eine flach liegende:

aufrecht: $I = 19 \text{ mm} \times (30 \text{ mm})^3 : 12 = 513.000 \text{ mm}^4$.

flach liegend: $I = 30 \text{ mm} \times (19 \text{ mm})^3 : 12 = 205.770 \text{ mm}^4$.

Wir können das Trägheitsmoment erhöhen, wenn wir eine dickere Platte nehmen oder wenn wir eine Leiste unter die Platte leimen.

3. Die Belastungsart und die seitliche Befestigung:

- Eine einzelne Last (**Punktlast F**) in der Mitte biegt den Boden stärker, als wenn das gleiche Gewicht gleichmäßig über die ganze Bodenlänge verteilt ist (**Streckenlast q**).
- Ein mit den aufrechten Korpusseiten fest verbundener Boden (verleimt oder verschraubt) biegt sich nicht so leicht wie ein lose auf Bodenträgern aufliegender.

Wir berechnen nun die Durchbiegung f :

Jeweils für einen 762mm langen 320mm breiten Boden aus MFB EN 312 (P2), $d = 19\text{mm}$, $F = 56\text{kg}$



1. Punktlast
a.) Einlegeboden (lose aufliegend)

$$f = \frac{F \times l^3}{48 \times E \times I} \text{ mm}$$



1. Punktlast
b.) Boden (seitlich fest verbunden)

$$f = \frac{F \times l^3}{129 \times E \times I} \text{ mm}$$

Durchbiegung f bei Punktlasten

F = Gewicht [N] (Gewicht in Kg x 10)
 l = Länge des Bodens [mm]
 b = Breite des Bodens [mm]
 d = Dicke des Bodens [mm]
 E = Elastizitätsmodul Tabellenwert [N/mm²]
 I = querschnittsbedingtes Trägheitsmoment

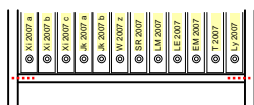
$$I = \frac{b \times d^3}{12} \text{ [mm}^4\text{]}$$

F [N] = Einzellast oder Punktlast Einzelstück, dessen Gewicht bekannt ist. Beispiel 340 N (Newton). Das entspricht 34kg.
 F/A [N/mm²] oder [kN/m²] = Flächenlast Wirken die 340N auf einem 800mm langen und 250mm breiten Einlegeboden gleichmäßig verteilt, sprechen wir von einer Flächenlast. $340 \text{ N} : (800\text{mm} \times 250\text{mm}) = 0,0017 \text{ N/mm}^2$.
 q [N/mm] oder [N/m] = Streckenlast Für die Durchbiegung berechnen wir $F/A = 0,0017 \text{ N/mm}^2$ auf dem 250 mm breiten Fachboden als Streckenlast: $0,0017 \text{ N/mm}^2 \times 250 \text{ mm} = 0,425$



2. Streckenlast
a.) Einlegeboden (lose aufliegend)

$$f = \frac{q \times l^4}{77 \times E \times I} \text{ mm}$$



2. Streckenlast
b.) Boden (seitlich fest verbunden)

$$f = \frac{q \times l^4}{384 \times E \times I} \text{ mm}$$

Die Durchbiegung des losen Einlegebodens ist fast 5x größer, als bei dem festen Fachboden.

Durchbiegung f bei Streckenlasten

$$q = \text{Flächenlast} \times b \text{ [N/mm]}$$

l = Länge des Bodens [mm]
 b = Breite des Bodens [mm]
 d = Dicke des Bodens [mm]
 E = Elastizitätsmodul Tabellenwert [N/mm²]
 I = querschnittsbedingtes Trägheitsmoment

$$I = \frac{b \times d^3}{12} \text{ [mm}^4\text{]}$$

typische Flächenlasten F/A [N/mm ²]		
Belastung durch:	[N/mm ²]	• Kg/m ²
Tassen, Töpfe, Kannen	0,0002 – 0,0008	20 – 80
Dicke Gläser/Becher	0,0005	50
Teller	0,0009 – 0,0015	90 – 150
leichte Wäsche	0,0004 – 0,0007	40 – 70
schwere Wäsche	0,0007 – 0,0013	70 – 130
Bücher	0,0008 – 0,0029	80 – 290
Aktenordner	0,0017	170
Zeitschriftenstapel (dicht)	0,0023	230

Beanspruchungsgruppen DIN 68874			
Kennzeichnung z.B.: „Einlegeboden MFB (P2) LF 125“			
Belastung durch:	[Kg/m ²]	Prüflast	Gruppe
leichte, dekorative Gegenstände	25	50 kg/m ²	LF 25
Porzellan, Wäsche	50	100 kg/m ²	LF 50
normal große Bücher	75	150 kg/m ²	LF 75
schwere Bücher, Aktenordner, Papier-, Zeitschriftenstapel (dicht)	125	250 kg/m ²	LF 125