

1.2.3.3 Auswirkung auf Bauteile: Momente und Auflagerkräfte

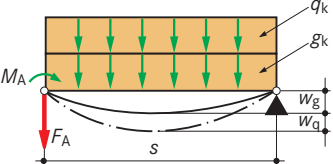
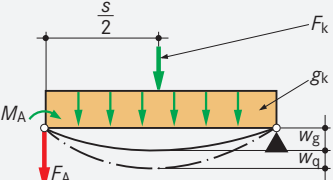
Linear elastische Berechnung 1. Ordnung: Beispiele einfacher statischer Systeme		DIN 1052-10:2012-05 DIN EN 1991-1-1:2010-12
GZT Spannungsnachweis für Biegung bei Einfeldträgern		
Belastung des Bauteils	einachsrig	zweiachsrig
Biegung	$\frac{M_b}{W_b} \leq 1$ $\frac{f_{m,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$	$\frac{M_y}{W_{y,n}} + \frac{M_z}{W_{z,n}} \leq 1$ $\frac{f_{m,y,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$
Biegung mit Druck/Zug	mit Druck $\left(\frac{N}{A_n} \right)^2 + \frac{M}{W_n} \leq 1$ $\frac{f_{c,0,d}}{f_{m,d}} \leq 1$	mit Zug $\left(\frac{N}{A_n} \right)^2 + \frac{M_y}{W_{y,n}} + \frac{M_z}{W_{z,n}} \leq 1$ $\frac{f_{c,0,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{f_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$
Schub aus Querkraft	$\frac{1,5 \cdot \frac{V_d}{b \cdot h}}{f_{v,d}} \leq 1$	

Biegemomente und Gewichtskräfte – Kurzzeichen

- Einwirkung:**
 g_k = Eigengewicht als Linienlast $\left[\frac{N}{m} \right]$ q_k = Nutzlast als Linienlast $\left[\frac{N}{m} \right]$ F_k = Einzellast [N]
- Auswirkung der Einwirkung:**
 w_g = Anfangsdurchbiegung durch Eigengewicht
 w_q = Enddurchbiegung durch Eigen- und Nutzlast über längere Zeit
 F_A = Kraft auf das Auflager A; M_A = Biegemoment am linken Auflager (A)
 M_{max} = maximales Biegemoment in der Feldmitte
- Einfeldträger:** rechtes Auflager (B) nicht dargestellt; Situation F_B , M_B spiegelbildlich gleichartig

Biegemomente und Gewichtskräfte – Beispiel Einfeldträger

(z. B. Treppenstufen halbgestemmt ohne Spannschrauben; Möbel: Fachböden)

Tragsystem, Einwirkungen	Lastwirkungen auf das Auflager aus F_A [N]	Biegewirkungen aus Moment M_{max} [Nm] auf den Träger
	$G_k = g_k \cdot \frac{s}{2}$ $Q_k = q_k \cdot \frac{s}{2}$	in der Feldmitte: $G_k = g_k \cdot \frac{s^2}{8}$ $Q_k = q_k \cdot \frac{s^2}{8}$
	$G_k = g_k \cdot \frac{s}{2}$ $Q_k = F_k \cdot 0,5$	in der Feldmitte: $G_k = g_k \cdot \frac{s^2}{8}$ $Q_k = F_k \cdot \frac{s}{4}$

1.2.5 Schallschutz

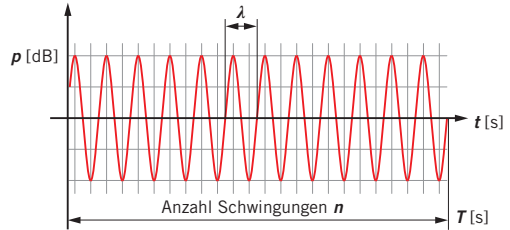
Schall – allgemeine Grundlagen

Schall:

hörbare Druck-/Dichteschwankungen (Schwingungen) in einem elastischen Material (Gas, Flüssigkeit, Feststoff)

- Infraschall < 16 Hz, für Menschen nicht hörbar
- **hörbarer Schall 16 Hz–20 kHz**
- Ultraschall 20 kHz–1,6 GHz, für Menschen nicht hörbar
- Hyperschall > 1 GHz

Der Schalldruck nimmt mit der Entfernung von der Schallquelle ab.



p : Schalldruck

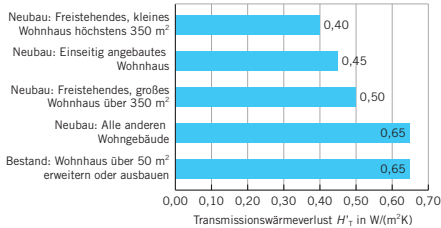
T : zeitliche Dauer der Schallmessung

Bezeichnung	Kurzzeichen	Einheit	Formel	Bedeutung
Wellenlänge	λ	m	$\lambda = \frac{c}{f}$	
Frequenz	f	Hz (Hertz) 1/s, s ⁻¹ kHz GHz	$f = \frac{c}{\lambda}$ $f = \frac{n}{T[\text{s}^{-1}]}$	<ul style="list-style-type: none"> • Je höher die Frequenz, umso höher der Ton. • Die Tonhöhe (Frequenz) ändert sich mit der Geschwindigkeit – Dopplereffekt: herannahende Fahrzeuge ($c + \text{Eigengeschwindigkeit}$) \Rightarrow höherer Klang sich entfernende Fahrzeuge ($c - \text{Eigengeschwindigkeit}$) \Rightarrow tieferer Klang
Ausbreitungsgeschwindigkeit	c	m/s	$c = \lambda \cdot f$	
Schalldruck	p	Pa (Pascal) N/m ² kg m · s ⁻²	$P = \frac{F}{A} [\text{N/m}^2]$	Schalldruck: periodisch auftretender Druck auf eine Fläche Bezugswert für Luftschall $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa Grundlage (historisch festgelegt): Hörschwelle menschliches Ohr 1 kHz $p_0 = 0$ dB bei 1 kHz
Schalldruckpegel	L_p	dB (Dezibel)	$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right)$	Schalldruckpegel L_p [dB]: Schallwirkung auf das Ohr Beispiele: Gehörschaden langfristige Einwirkung $p = 0,36$ Pa $L_p = 85$ dB direkt am Ohr Gehörschaden kurzfristige Einwirkung $p = 20$ Pa $L_p = 120$ dB direkt am Ohr
Abstand	r	m		<ul style="list-style-type: none"> • Bei Verdopplung des Abstandes r zur Schallquelle nimmt der Schalldruckpegel um 6,021 dB ab. • Das Maß L_p ist ohne Angabe des Abstandes r nutzlos.

Rechtliche Grundlagen (EnEG, EnEV, EEWärmeG) (Fortsetzung)

EnEV 2014 „Verordnung zur Änderung der Energieeinsparverordnung EnEV vom 18. November 2013“ (ÄnderungsVO zur EnEV 2009)

Wohngebäude – die EnEV begrenzt den Wärmeverlust durch die Gebäudehülle



Anforderungen der EnEV 2014 an den Wärmeschutz der Gebäudehülle bei neu gebauten Wohngebäuden sowie bei großflächigen Anbauten und Ausbauten im Wohnbestand: Höchstwerte des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlusts (H_T) gemessen in Watt pro Quadratmeter und Kelvin ($W/(m^2 \cdot K)$).

§ 3 (5) Neubauten – vereinfachtes Verfahren

Berechnungen nach Referenzverfahren sind bei bestimmten ungekühlten Wohngebäuden nicht erforderlich, wenn

- die Vorgaben der Anlage 1, Tabelle 1 (U-Werte der nachfolgenden Seite) eingehalten sind.
- Dichtheit der Gebäude den Vorgaben entspricht.
- Wärmebrücken vermieden werden.
- die Anteile kritischer Außenbauteile an der Gebäudehülle den Standards von in Größe, Form und Ausrichtung vergleichbaren Ausstattungsvarianten entspricht.

Es wird dann davon ausgegangen, dass

- der Jahre-Primärenergiebedarf den zulässigen Grenzwert eines Referenzhauses nicht überschreitet.
- der Transmissionswärmeverlust über die Gebäudehülle den zulässigen Grenzwert nicht überschreitet.
- der sommerliche Wärmeschutz des Hauses den Vorgaben der EnEV entspricht.

§ 6 Dichtheit, Mindestluftwechsel

Die Luftdichtheit von Funktionsfugen bei **Fenstern** und **Außentüren** wird über die CE-Zulassung gewährleistet.

Grenzwerte für den Luftwechsel sind bei

- Wohnhäusern $< 1500 m^3$
 - ohne Lüftung 3,0 mal/h
 - mit Lüftung 1,5 mal/h
- Gebäude $\geq 1500 m^3$
 - ohne Lüftung 4,5 mal/h
 - mit Lüftung 2,5 mal/h

Es muss jedoch ein Mindestluftwechsel vorhanden und sichergestellt sein, dass es nicht zu Kondenswasserschäden und Schimmelpilzbildung kommt.

§9 Bestandsbauten

Die Höchstwerte der EnEV müssen eingehalten werden wenn bei Bestandsbauten um mehr als 10 % der betroffenen Bauteilfläche

- bisher unbeheizte/ungekühlte Räume ausgebaut werden.
- das Gebäude um Räume oder Gebäudeteile erweitert wird.
- die Gebäudehülle (Außenwände, Dachflächen, Fenster, Außentüren o.ä.) saniert, modernisiert oder erneuert wird. Hier müssen aber nur die betroffenen Flächen die Grenzwerte erfüllen. Bei Außentüren sind das z. B. $U \leq 1,8 W/(m^2 \cdot K)$, Austausch von Fensterglas $U \leq 1,3 W/(m^2 \cdot K)$.

EEWärmeG 2012 Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)

§ 1 Zweck des Gesetzes

- Klima- und Umweltschutz durch nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung
- Verringerung der volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung durch
 - Einbeziehung langfristiger externer Effekte (z. B. Energieeinstrahlung im Sommer)
 - Schonung fossiler Energieressourcen
 - Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien

Ziele des Gesetzgebers:

- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr
 - 2020 auf mindestens 35 %
 - 2030 auf mindestens 50 %
 - 2040 auf mindestens 65 %
 - 2050 auf mindestens 80 %
- Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien bis 2020 auf mindestens 18 % des gesamten Bruttoenergieverbrauchs.

Makroskopischer – sichtbarer – Holzaufbau (Fortsetzung)

helles Splintholz

- voll leitfähige Früh- und Spätholzzellen zum Transport der Nährstoffe aus dem Boden zur Krone
- Holzstrahlen („Markstrahlen“) (v. a. sekundäre) siehe rechts
- alle Bäume haben zumindest außen Splintholz

Holzstrahlen („Markstrahlen“)

- von außen (Bastschicht) befüllte Parenchymzellen (Speicherzellen)
- primäre Holzstrahlen: bis zur Markröhre
- sekundäre Holzstrahlen: weiter außen beginnend
- Umwandlung von Traubenzucker in Stärke (Kohlehydrat), daraus
- Herstellung von
 - Cellulose (2000- bis 5000-fach polymerisierte Monosaccharide) als Fasern für die Zellwände
 - Lignin (70- bis 150-fach dreidimensional polymerisiert mit höherem Kohlenstoffanteil),
 - macht die Cellulosefasern in den Fibrillen druckfester und imprägniert sie; Nadelhölzer haben mehr Lignin als heimische Laubhölzer, Tropenhölzer noch viel mehr
 - Holzpolyosen (Polysaccharide) u. a. zum Verkiten der Zellwände und Steuerung der Durchlässigkeit der Tüpfelmembrane
- Laubhölzer: Hexosen (6 Kohlenstoffatome): Glucose, Mannose, Galaktose
- Nadelhölzer: Pentosen (5 Kohlenstoffatome): Xylose, Arabinose
- Einlagerung von Stärke, Fetten und teilweise auch Gerbstoffen
- Laubhölzer haben größere und viel mehr Holzstrahlen als Nadelhölzer, weil sie im Frühjahr zuerst aus eingelagerten Materialien neue Blätter bilden müssen

andersfarbiges Kernholz

- wenig leitfähige Früh- und Spätholzzellen
- Zellhohlräume verfüllt, dadurch verschlossen: Farbstoffe, Mineralstoffe, Asche, je nach Holzart Sand, phenolische Substanzen gegen Pilze und Insekten, Gerbstoffe (Pyrogallol, Tannin, Benzkathechin usw.), Tüpfel
- wenn nur die Farbstoffe fehlen, nennt man den Bereich auch „Reifholz“
- nur wenige Holzarten bilden weder Kern- noch Reifholz aus (Splintholzbäume)
- Holzstrahlen („Markstrahlen“) (v. a. primäre) siehe rechts oben

Spätholzzellen (dunkler Bereich):
Festigkeit des Stammes

Frühholzzellen (heller Bereich):
vor allem Nährstoffleitung

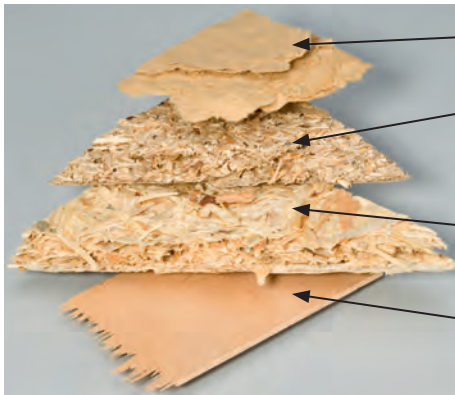
2.3.1 Holzwerkstoffe allgemein

Eigenschaften von Holzwerkstoffen: High Tech aus Holz

ästhetische Eignung	ökologische Eignung
<ul style="list-style-type: none"> vielfältige Konstruktionsmöglichkeiten für modernes Design oder traditionelle Bauformen optimaler Träger für unterschiedlichste Beschichtungsmaterialien: Furniere, Kunststoffe, Lacke usw. auswählbar 	<ul style="list-style-type: none"> Restholznutzung: Schonung ökologischer Ressourcen bei Span- und Faserplatten in der Herstellung bis 50 % weniger Verschnitt verringerte Belastung durch Pflanzenschutzmittel (Forstanbau) und Formaldehyd (Klebstoffe) Leichtbauplatten senken Benzinverbrauch
wirtschaftliche und technologische Eignung	funktionale Eignung
<ul style="list-style-type: none"> Verschnittoptimierung – frei von Wuchsrichtungen und Holzfehlern: 1/6 bis 1/10 weniger Verschnitt als Vollhölzer rationelle Bearbeitbarkeit durch Beschlagtechnik mit hohem Maschinisierungsgrad (CNC) und gleichmäßigem Plattenaufbau rationelle Endbearbeitbarkeit durch hohe Oberflächengüte: Direktlackierung und Folienkaschierung kostengünstiger Transportgewicht für Hersteller und Kunden (Selbstaufbau) optimierbar Leichtbau für Schiffsausrüstung 	<ul style="list-style-type: none"> hohe Maßhaltigkeit durch verringertes Quellen und Schwinden hohe Formstabilität durch gleichmäßigen (homogenen) Aufbau Biegesteifigkeit und Härte auswählbar Feuchtebeständigkeit auswählbar gute Adhäsioneigenschaften für Klebstoffe und Lacke Brandverhalten: in Flammausbreitung, Rauchentwicklung, Abtropfen/Abfallen von brennenden Teilchen begrenzt

2

Grundbestandteile von Holzwerkstoffen



- **Fasern** (engl. fiber): haarig feine Fasern
- **Späne** (engl. chips), bei Hanffasern „Schäben“: kurze bis feine Späne, ähnlich denen von Kreissägen und Hobelmaschinen
- **Strands**: schlanke Langspäne, ähnlich den Hobelspänen des Putzhobels, aber schmaler
- **Furniere** (engl. veneer): Absperr- und Deckfurniere

- feinere Bestandteile ergeben homogenere Platteneigenschaften
- kürzere Bestandteile verringern oft die Biegesteifigkeit und Zugfestigkeit

Schichtaufbau von Holzwerkstoffen:

- 2 Deckschichten bei Bedarf: Feinstschicht für die direkte Beschichtung mit Lacken oder Folien
- 2 Randlagen: längeres Material (gleichmäßig oder ausgerichtet) für Zugfestigkeit/Biegesteifigkeit
- 1 Mittellage: auf Biegung und Zug kaum belastete, druckfeste Zone für die Plattendicke

Plattenfestigkeiten verändern sich nicht linear mit steigender Plattendicke, sondern durch steigenden Dickenanteil der Mittellage zu den statisch wirksamen Randlagen

DIN EN 636/A1:2015-05 Mindesteigenschaften Furniersperrhölzer und Tischlerplatten (Fortsetzung)

DIN EN 13986 (CE; DIN EN 636-1 bis 3)

Biegefestigkeit f_m [N/mm ²]						Biegesteifigkeit E_m (E-Modul) [N/mm ²]			
F 3	5	F 20	30	F 50	75	E 5	500	E 70	7000
F 5	8	F 25	38	F 60	90	E 10	1000	E 80	8000
F 10	15	F 30	45	F 70	105	E 15	1500	E 90	9000
F 15	23	F 40	60	F 80	120	E 20	2000	E 100	10000
						E 30	3000	E 120	12000
						E 40	4000	E 140	14000
						E 60	6000		

Im CE-Kennzeichen müssen die Normnummer, die Verwendung (NS oder S) sowie die botanische- oder Handelsbezeichnung der Holzart angegeben werden.









Die Biegefestigkeit (f_m) und die Biegesteifigkeit (E_m) können als Tabellenwert angegeben werden.

Beispiel: EN 636-1 S Furniersperrholz 6 mm, E/III F25/15, E70/40

- EN 636-1 im Innenbereich
- S tragende Verwendung
- F25/15 Biegefestigkeit in Faserrichtung des Deckfurniers 38 N/mm², quer 23 N/mm²
- E70/40 Biegesteifigkeit in Faserrichtung 7000 N/mm², quer 4000 N/mm²
- E/III Deckfurniere nur einseitig Einwandfrei, Rückseite III

→ Werte für statische Berechnung, S. 55 ff.

Festigkeit und Feuchtebeständigkeit

Festigkeit	allgemeine Verwendung			tragend			hoch belastbar	
Feuchte	trocken NKL 1 normal	feucht NKL2	außen NKL3	trocken NKL1	feucht NKL2	außen NKL3	trocken NKL1	feucht NKL2
Furnier- sperrhölzer Tischler- platten	EN636- 1NS	EN636- 2G	EN636- 3G	EN636- 1S	EN636- 2S	EN636- 3S	EN636- 1S	EN636- 2S
Farbcode								

DIN EN 636 Furniersperrhölzer CE-konform

DIN EN 13986+A1:2015-06,

DIN EN 636/A1:2015-05



- bestehen aus einer ungeraden Anzahl miteinander verleimter Furnierlagen
- dadurch in ihren Eigenschaften viel gleichmäßiger
- i. d. R. hergestellt aus Limba, Gabun, Birke, Kiefer oder Buche
- Buchensperrholz ist besonders fest, Birkensperrholz ist leichter
- Verwendung im Möbelbau vor allem für
 - Rückwände
 - Schubkastenböden
 - Füllungen

Eigenschaften:

→ DIN EN 636/A1 Mindesteigenschaften, S. 192

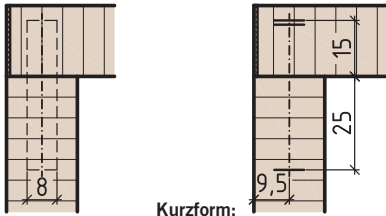
→ Sperrhölzer nach Festigkeit und Feuchtebeständigkeit, s.o.

Bezeichnungsbeispiel: EN 636-1 NS Furniersperrholz 6 mm, E/III F20/10, E60/30

2.7.3 Verbindungsmittel für nicht lösbare Verbindungen

Rundholzdübel aus Rotbuche – Überblick handelsübliche Arten

DIN 68856-1 : 2004-06

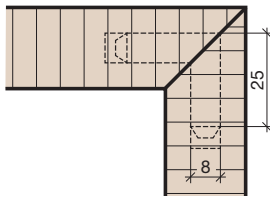


Beispiel: $\varnothing 8 \times 30$
 Fasy (Rundholzdübel aus Rotbuche, Durchmesser 8 mm, Länge 30 mm)
 Riffeldübel-Form A
 Glattdübel-Form B
 Quelldübel-Form C



Länge [mm]	\varnothing [mm] 5	6	8	10	12
25					
30					
35					
40					
50					
60					
80					

Winkeldübel aus Rotbuche – Überblick handelsübliche Arten

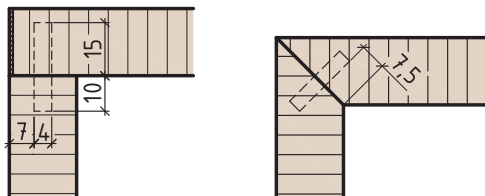


Beispiel: $\varnothing 8 \times 25 \times 25$ Fasy (Rundholzdübel aus Rotbuche, Durchmesser 8 mm, Schenkelängen 25 mm)

Länge [mm]	\varnothing [mm] 5	6	8	10	12
25					
30					

Formfedern aus Rotbuche – Überblick handelsübliche Arten

DIN 68856-1 : 2004-06



Beispiel: Nr. 10 (19×4) FASY (Formfeder aus Rotbuche, Breite 19 mm, Dicke 4 mm)

Typ Nr.	Größe (l \times b \times d) [mm]	Tiefe der Nut [mm]
0	$47 \times 15 \times 4$	8
10	$53 \times 19 \times 4$	10
20	$60 \times 23 \times 4$	12

3.1.9.2 Belgien: ab 1884 Coup-de-Fouet-Stil (Horta-Linie), flämisch: Paling Stijl

- Victor Horta (1861–1947), vollständige Ausstattung von Villen als Gesamtwerk: harmonische Verknüpfung von Konstruktion mit rankenartig bewegten Peitschenschlag-Linien



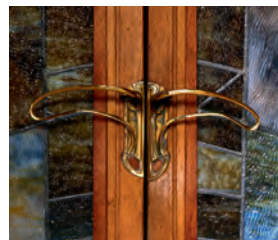
Horta-Linie
(Coup de Fouet)



Victor Horta,
Hotel Tassel, Treppenhaus



Bett (Hortamuseum)



Schrankdetail (Hortamuseum)

- Nutzung biegsamer Metalle
- Konzeption neuer Treppenhäuser
- 1893 Hotel Tassel in Brüssel, gilt als wichtigste Ikone des Art Nouveau/Jugendstils

- 1880 Zeitschrift „L'Art Moderne“
- Gustave Serrurier-Bovy (1858–1910), Architekt
- 1884 Künstlergruppe, von englischen Reformideen inspiriert, Kunstgewerbeladen in Lüttich: Gegenstände aus Japan und der Arts-and-Crafts-Bewegung in England, eigene Möbelentwürfe zunächst angelehnt an William Morris, später Schule von Nancy

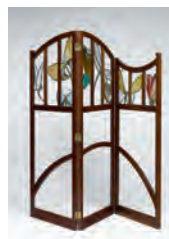
- einfache raffinierte Linien, Metall-Zierbeschläge wie in Barock, Klassizismus und Empire
- 1899 Geschäft auch in Paris, insbesondere der 1899 entstandene Wandschirm (unten Stoff, oben Glas) war stilprägend für das Pariser Art Nouveau
- 1900 „Salon Bleu“: Restaurant der Weltausstellung in Paris



1899 Bett, Gustave Serrurier-Bovy



1899 Frisiertisch



1899 Wandschirm Stoff/Glas

- Henry van de Velde (1863–1957), Entwürfe nach William Morris, „vernunftgemäße Gestaltung“ mit zweckorientierter Ästhetik
- ab 1897 Fertigung in eigener Werkstatt

- 1904 Berlin
- 1908 Gründer und Leiter der Kunstgewerbeschule Weimar, Vorläufer des Bauhauses: strenge, geradlinige, funktionsorientierte Möbel



1898 Schreibtisch, Haus Bloemenwerf (Brüssel)



Friseurstand Haby

- weitere wichtige Vertreter der belgischen Art Moderne: Paul Hankar, Philippe Wolfers

Beplankungen – Auswahl (Fortsetzung)					
Einsatzgebiet	Material	fugenlose Verarbeitung	Eignung in Feuchträumen	Eignung für Schallschutz	Eignung für Brandschutz
Innenbeplankung von Außenwänden	Kalziumsilikatplatten (Fachwerkhäuser)	+	+	+	++
Akustikdecken	Mineralfaserplatten	–	–	–	–
Bodenbelag	Holzwerkstoffe	–	+ (NKL 2–3)	±	±

++ sehr gut + gut ± neutral
* je nach Beschichtung der GKP-/P-Platten, z. B. mit Fliesen oder Putzarten

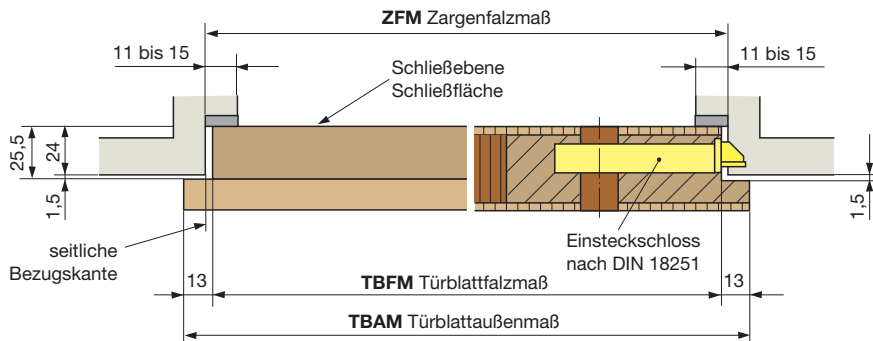
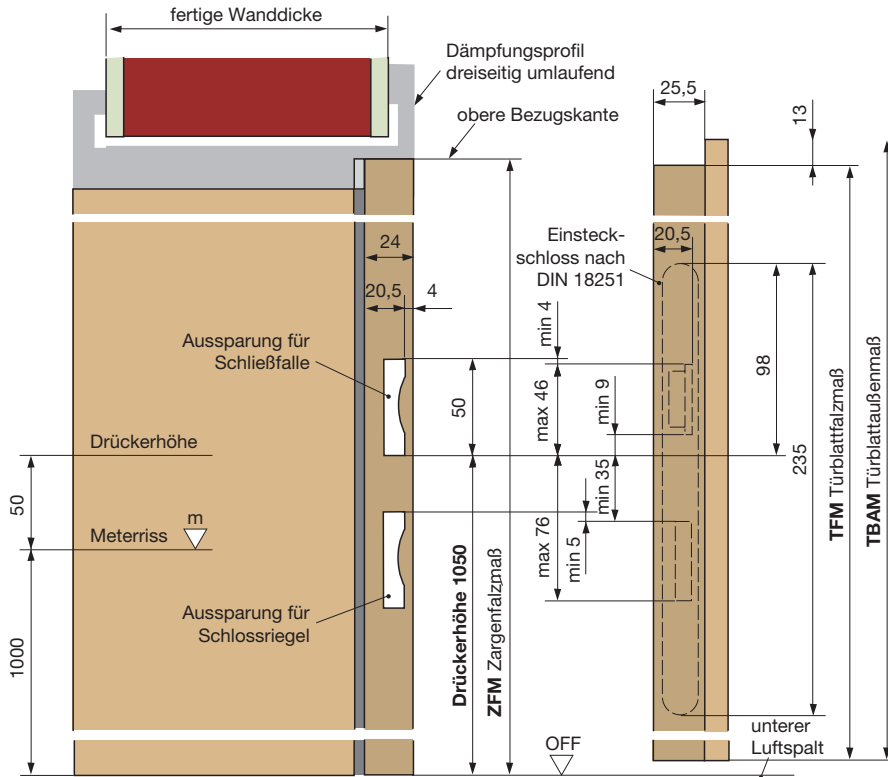
3.7 Treppenbau

3.7.1 Grundlagen

Wichtigste Maße und Bezeichnungen		DIN 18065:2015-03
		Wange
		l_T Stützweite der Wange für die Statik: waagrechtes Maß von Mitte Auflager unten bis Anschlag an der Wand oben
		h_w Wangenbreite : rechtwinklig zur Längskante, wichtiges Maß für die Statik
		b_w Wangendicke : rechtwinklig zur Längskante, Breite in der Draufsicht
		– Wangenbesteck parallel zur Faser: Wangenoberkante bis Stufenvorderkante
		Stufe
		l Stufenlänge insgesamt, einschließlich eingetreteter Länge
		l_s Stützweite der Stufe : statisch wirksames Lichtmaß zwischen den Wangen
		d Stufendicke
		a_s Stufenbreite bei rechtwinkligen Stufen: $a_s = a + u$
		b Gesamtstufenbreite verzogene Stufen
		a Auftritt : von Vorderkante Stufe bis zur Flucht der darüberliegenden Vorderkante
		u Unterschnidung : Hinterkante bis zur Flucht der darüberliegenden Vorderkante, bei offenen Treppen ≥ 3 cm
		n Anzahl der Steigungen
		s Steigung : Höhe von Stufenoberfläche bis zur darüberliegenden Stufenoberfläche

Konstruktionshinweise – Türzargen, gefälzte Türblätter (Fortsetzung)

DIN 18101:2014-08



- **Luftspalt der Längsseiten:** insgesamt 5–9 mm, einzelne Luftspalte $\geq 2,5$ mm und $\geq 6,5$ mm
- **oberer Luftspalt:** darf 2 mm nicht unterschreiten und 6,5 mm nicht überschreiten
- zweiteitiges Schließen des Schlossriegels muss sichergestellt sein

[illegible]

handwerk-technik.de