

f) lichte Durchgangshöhe  $h_D$ 

$$\frac{l_D}{h_D + d} = \frac{a}{s}$$

nach  $h_D$  umgeformt:

$$h_D = \frac{l_D \cdot s}{a} - d$$

$$h_D = \frac{371,8 \text{ cm} \cdot 17,2 \text{ cm}}{28,6 \text{ cm}} - 20 \text{ cm}$$

$$h_D = 203,6 \text{ cm}$$

$$h_D = 2,04 \text{ m} > 2,00 \text{ m}$$

Die lichte Durchgangshöhe  $h_D$  ist das lotrechte Maß, gemessen in der Schrägen über den Vorderkanten der Stufen. Nach DIN 18065 muss sie mindestens 2,00 m betragen. In öffentlichen Gebäuden und Industriegebäuden werden mindestens 2,20 m empfohlen.

Die lichte Durchgangshöhe  $h_D$  wird über den Strahlensatz ermittelt, wobei sich die Treppenöffnung  $l_D$  zur Summe von lichter Durchgangsöffnung  $h_D$  und Deckendicke  $d$  wie Auftrittbreite  $a$  zu Steigung  $s$  verhält.

g) Treppenwangenlänge  $l_W$ 

$$l_W = \sqrt{(n \cdot a)^2 + h^2}$$

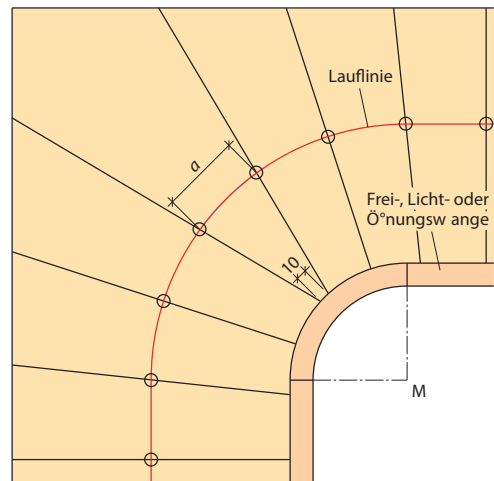
$$l_W = \sqrt{(16 \cdot 28,6 \text{ cm})^2 + (275 \text{ cm})^2}$$

$$l_W = 533,9 \text{ cm}$$

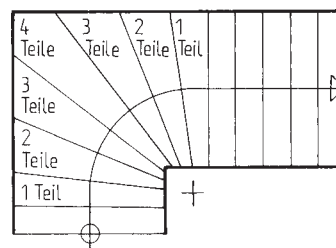
Zur Berechnung der Treppenwangenlänge  $l_W$  wird der Satz des Pythagoras benutzt. Dabei stellt die eine Kathete die Geschosshöhe  $h$  und die andere die Anzahl der Steigungen  $n$  mal die Auftrittbreite  $a$  dar.

## 12.3 Verziehen von Stufen bei gewendelten Treppen

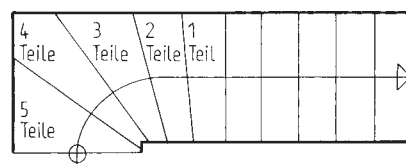
Gewendelte Treppen werden meist dort eingebaut, wo die Platzverhältnisse keine gerade Treppe zulassen. Dafür müssen einzelne Stufen verzogen werden, d.h. ihre Auftrittbreite innen und außen ist unterschiedlich groß. Auf der Lauflinie hat jede Stufe aber den gleichen Auftritt. Verzogene Stufen müssen bei Gebäuden im Allgemeinen an der schmalsten Stelle der inneren Begrenzung der Außenkante (Treppenaug, Freiwange) noch mindestens 10 cm Auftrittbreite haben. Bei Wohngebäuden mit bis zu zwei Wohnungen verringert sich dieses Maß auf 5 cm.



Beginnt die Wendung erst nach der Antrittsstufe, so sollte die Verziehung schwach beginnen und nach der am meisten verzogenen Stufe wieder schwächer werden. Dadurch ergibt sich eine ungerade Anzahl verzogener Stufen.



Beginnt die Wendung bereits mit der Antrittsstufe, so ist diese am stärksten zu verziehen.



Mörtelgruppe (bisherige Bezeichnung der Mauermörtel)	Mörtelart nach dem Bindemittel	Mörtelklasse	Druckfestigkeit N/mm <sup>2</sup> (Mindestdruckfestigkeit nach Eignungsprüfung)
<b>Normalmauermörtel</b>			
I	Kalkmörtel	M 1	1
II	Kalkzementmörtel	M 2,5	2,5
IIa	Kalkzementmörtel	M 5	5
III	Zementmörtel	M 10	10
IIIa	Zementmörtel	M 20	20
<b>Leichtmauermörtel</b>			
LM 21		M 5	5
LM 36		M 5	5
<b>Dünnbettmörtel</b>			
DM		M 10	10

Für Mauerwerk nach Eignungsprüfung dürfen nur die Mörtelgruppen II a, III und III a bzw. die Mörtelklassen M 5, M 10 und M 20 verwendet werden. Die Festigkeitssteigerung bei Mörtelgruppe III a bzw. Mörtelklasse M 20 soll durch Auswahl geeigneter Sande erfolgen. Für Mörtel der Gruppe III a bzw. Klasse M 20 sind stets Eignungsprüfungen durchzuführen.

## 13.2 Mörtelmischungen

Das Mischen von Mauermörtel auf der Baustelle ist für Normalmauermörtel zulässig, also für Mauermörtel nach Rezept, der nach vorgegebenen Mischungsverhältnissen (in Raumteilen) hergestellt wird.

<b>Angaben in Raumteilen</b>							
Mörtel- gruppe MG	Mörtelklasse nach DIN EN 998-2	Luftkalk		Hydraulischer Kalk (HL 2)	Hydraulischer Kalk (HL 5), Putz und Mauerbinder (MC 5)	Zement	Sand <sup>1)</sup> aus natürlichem Gestein
		Kalk- teig	Kalk- hydrat				
I	M 1	1	–	–	–	–	4
		–	1	–	–	–	3
		–	–	1	–	–	3
		–	–	–	1	–	4,5
II	M 2,5	1,5	–	–	–	1	8
		–	2	–	–	1	8
		–	–	2	–	1	8
		–	–	–	1	–	3
IIa	M 5	–	1	–	–	1	6
		–	–	–	2	1	8
III	M 10	–	–	–	–	1	4

<sup>1)</sup> Die Werte des Sandanteils beziehen sich auf den lagerfeuchten Zustand.

## Expositionsklassen

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen sind die Einwirkungen der Umgebungsbedingungen in Expositionsklassen für Bewehrungs- und Betonkorrosion sowie Feuchtigkeitsklassen für Betonkorrosion eingeteilt. Beton kann dabei mehr als einer der in den Tabellen genannten Umgebungsbedingungen ausgesetzt sein. Diese sind dann als Kombination von Expositionsklassen und Feuchtigkeitsklassen anzugeben. Bei mehreren zutreffenden Expositionsklassen für ein Bauteil ist jeweils die Expositionsklasse mit der höheren Anforderung maßgebend.

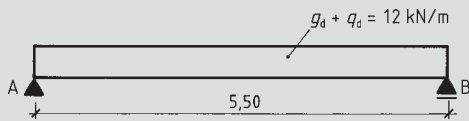
		X0 kein Angriff	
Bewehrungskorrosion		Betonangriff	
Meerwasser	XS	Frost mit und ohne Taumittel	XF
Chloride	XD	Chemischer Angriff	XA
Karbonatisierung	XC	Verschleiß	XM

### Maximale $w/z$ -Werte, Mindestbetonfestigkeitsklassen, Mindestzementgehalte und Verwendung der Betone in Abhängigkeit von der Expositionsklasse

Expositionsklasse	Umgebung	$w/z$ -Wert	Betonfestigkeitsklasse	Zementgehalt	Anwendungsbeispiele
		$w/z_{\max}$	$f_{ck, \min}$	$Z_{\min}^{1)}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	
X0	kein Korrosions- oder Angriffsrisiko	–	C8/10 C12/15	–	Füllbeton, Sauberkeitsschichten Fundamente und Innenbauteile ohne Bewehrung
<b>XC</b>	<b>Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Karbonatisierung</b>				
XC1	trocken oder ständig nass	0,75	C16/20 <sup>2)</sup>	240 (240)	Beton in Gebäuden mit geringer Luftfeuchte; Beton, der ständig in Wasser getaucht ist
XC2	nass, selten trocken	0,75	C16/20 <sup>2)</sup>	240 (240)	langzeitig wasserbenetzte Betonoberflächen; vielfach bei Gründungen
XC3	mäßige Feuchte	0,65	C20/25	260 (240)	Beton in Gebäuden mit mäßiger oder hoher Luftfeuchte
XC4	wechselnd nass und trocken	0,60	C25/30	280 (270)	wasserbenetzte Betonoberflächen, die nicht der Klasse XC2 zuzuordnen sind
<b>XD</b>	<b>Bewehrungskorrosion, ausgelöst durch Chloride, ausgenommen Meerwasser</b>				
XD1	mäßige Feuchte	0,55	C30/37 <sup>3)</sup>	300 (270)	Betonoberflächen, die chloridhaltigem Sprühnebel ausgesetzt sind
XD2	nass, selten trocken	0,50	C35/45 <sup>3)4)5)</sup>	320 <sup>5)</sup> (270)	Schwimmbäder; Beton, der chloridhaltigen Industrierwässern ausgesetzt ist
XD3	wechselnd nass und trocken	0,45	C35/45 <sup>3)5)</sup>	320 <sup>5)</sup> (270)	Teile von Brücken, die chloridhaltigem Spritzwasser ausgesetzt sind; Fahrbahndecken und Parkdecks

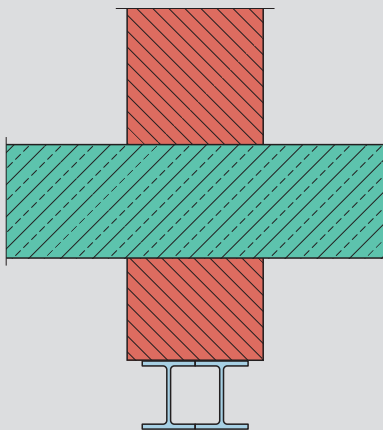
## Aufgaben

110. In einem Altbau ist ein Stahlträger einzubauen. Aus konstruktiven Gründen darf der Träger höchstens 200 mm hoch sein. Dimensionieren Sie den Stahlträger.



111. Sie haben den Auftrag in einem bestehenden Wohnhaus in einer vorhandenen, tragenden 30 cm dicken Wand einen Durchgang von 2,80 m Breite im Lichten herzustellen.

Sie entscheiden sich, folgende Abfangkonstruktion einzubauen.



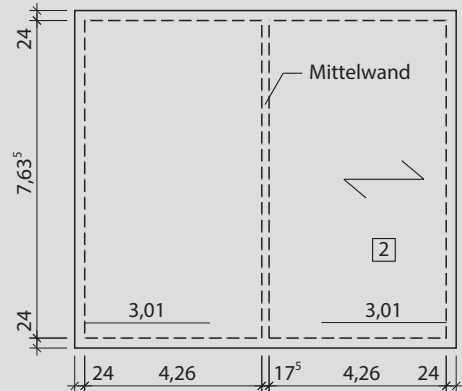
Die abzufangende Last beträgt  $g_d + q_d = 34 \text{ kN/m}$  einschließlich Eigenlast der Stahlträger sowie deren späterer Verkleidung. Bemessen Sie die zwei nebeneinanderliegenden Stahlträger aus S235JR auf Biegung. Wählen Sie möglichst einen IPBL-Träger aus.

112. Die Mittelwand einer Doppelgarage besteht aus Kalksandlochsteinen. Der neue Garagenbesitzer möchte die halbe Mittelwand  $l = 4,00 \text{ m}$  durch einen IPBL-Träger ersetzen.

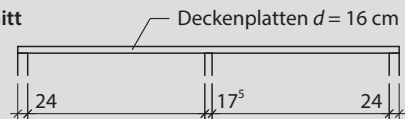
Berechnen Sie, welchen IPBL-Träger er wählen muss, wenn die Auflagerbreite des Trägers jeweils 15 cm betragen soll.

Belastung des Stahlträgers einschließlich Eigenlast =  $36,5 \text{ kN/m}$ .

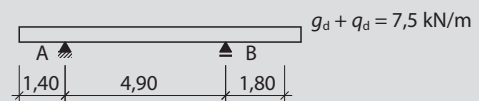
Grundriss



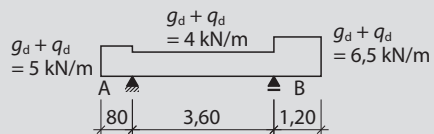
Schnitt



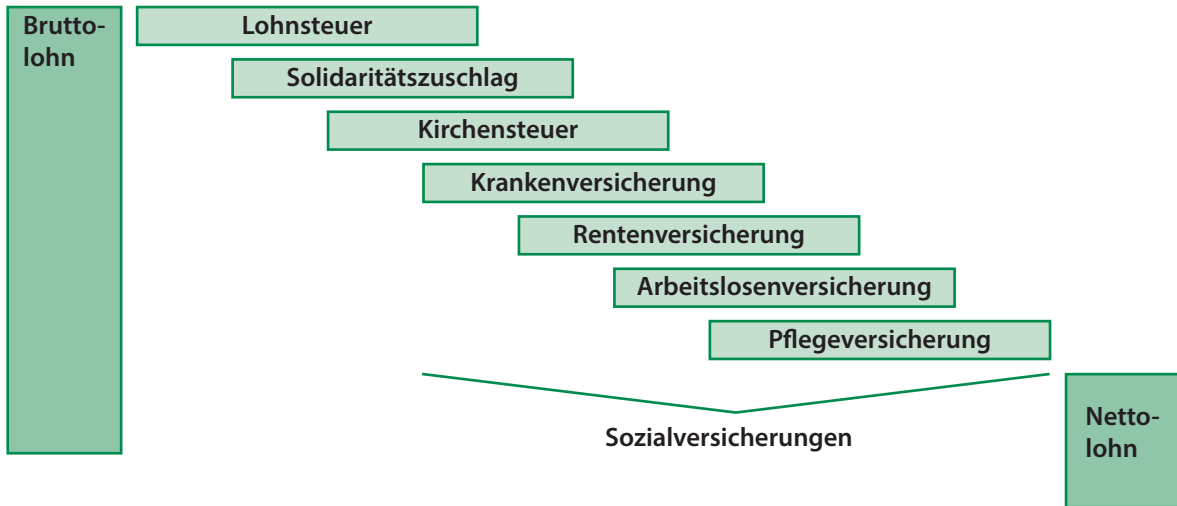
113. Dimensionieren Sie den Holzbalken C30 bei einer Balkenbreite von 16 cm.



114. Erfüllt der Kragträger C24 den Biegespannungsnachweis, wenn die Querschnittsabmessung  $10 \times 22 \text{ cm}$  beträgt?



## Lohnabrechnung



- Lohnsteuer: Satz je nach Höhe der Lohnsumme, der Steuerklasse und sonstigen Steuerermäßigungen.
- Solidaritätszuschlag: 5,5 % aus dem Lohnsteuerbetrag.
- Kirchensteuer: Je nach Bundesland 8 ... 9 % aus dem Lohnsteuerbetrag.
- Krankenversicherung: 14,6%; davon AG und AN jeweils die Hälfte (ggf. noch Zusatzbeitrag, durchschnittlich 0,9%)
- Rentenversicherung: 18,6%; davon AG und AN jeweils die Hälfte
- Arbeitslosenversicherung: 2,5%; davon AG und AN jeweils die Hälfte
- Pflegeversicherung: 3,05%; davon AG und AN jeweils die Hälfte (außer Sachsen; Zuschlag von 0,25 % für Kinderlose ab 23 Jahren)

(Stand: 1.1.2019)

Arbeitet ein Arbeitnehmer (AN) über die tarifliche Arbeitszeit (Mehrarbeit) oder nachts, an Sonntagen oder Feiertagen, so erhält er zu seinem Grundlohn einen Zuschlag.

Als gesetzliche Höchstzuschlagsätze, die steuerfrei und auch sozialversicherungsfrei sind, gelten Zuschläge für:

Nacharbeit	25 %
Sonntagsarbeit	50 %
Feiertagsarbeit	125 %
Arbeit an den Weihnachtsfeiertagen	150 %

Zuschläge für Mehrarbeit (Überstunden) von 25 % sind dagegen steuer- und sozialversicherungspflichtig.

### Beispiel

Stundenlohn 16,80 €			
<b>Sonntagsarbeit</b>		<b>Mehrarbeit</b>	
Grundlohn	16,80 € steuer- und sozialversicherungspflichtig	Grundlohn	16,80 € steuer- und sozialversicherungspflichtig
Zuschlag 50 %	8,40 € steuer- und sozialversicherungsfrei	Zuschlag 25 %	4,20 € steuer- und sozialversicherungspflichtig
Stundenlohn	25,20 €	Stundenlohn	21,00 €

### Mittlerer U-Wert

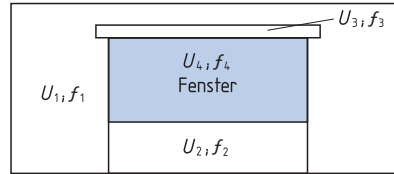
Setzt sich ein Bauteil aus mehreren Einzelflächen zusammen, z. B. eine Wand mit Brüstungsnische, Fenster und Sturz, so wird der mittlere U-Wert ermittelt.

$$U_m = \frac{1}{R_T} = \frac{f_1}{R_{T_1}} + \frac{f_2}{R_{T_2}} + \dots + \frac{f_n}{R_{T_n}}$$

$f_1, f_2 \dots f_n$ : Anteil einer Einzelfläche

$R_{T_1} \dots R_{T_n}$ : Gesamtdurchlasswiderstand einer Teilfläche

$R_T$ : Gesamtdurchlasswiderstand eines Bauteils

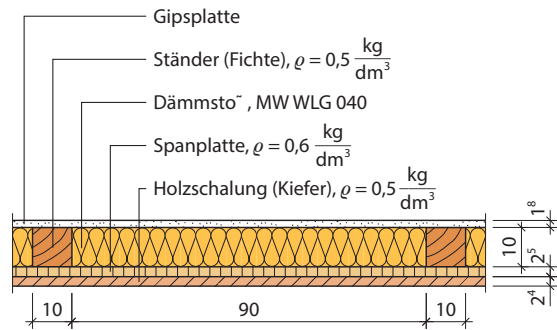


### Gesamt-Wärmedurchlasswiderstand eines Bauteils aus inhomogenen Schichten

#### Beispiel

Bestimmen Sie den U-Wert einer thermisch inhomogenen Außenwand.

Die Wand kann in 2 Bereiche (Ständer und Dämmung) mit je 4 Schichten zerlegt werden.



#### 1. Berechnung der Flächenanteile $f_n$

$$f_{\text{Dämmung}} = \frac{0,90 \text{ m}}{1,00 \text{ m}} = \frac{0,90 \text{ m} \cdot 0,167 \text{ m}}{1,00 \text{ m} \cdot 0,167 \text{ m}} = 0,90$$

$$f_{\text{Ständer}} = \frac{0,10 \text{ m}}{1,00 \text{ m}} = \frac{0,10 \text{ m} \cdot 0,167 \text{ m}}{1,00 \text{ m} \cdot 0,167 \text{ m}} = 0,10$$

$$f_n = \frac{b_n}{b_n} = \frac{A_n}{A_n}$$

#### 2. Berechnung des oberen Grenzwertes des Wärmedurchlasswiderstandes $R_T^*$ der Bereiche

$$R_{T,\text{Dämmung}} = \left[ 0,13 + \frac{0,018}{0,25} + \frac{0,10}{0,04} + \frac{0,025}{0,14} + \frac{0,024}{0,13} + 0,04 \right] \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$$

$$= 3,11 \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{T,\text{Ständer}} = \left[ 0,13 + \frac{0,018}{0,25} + \frac{0,10}{0,13} + \frac{0,025}{0,14} + \frac{0,024}{0,13} + 0,04 \right] \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$$

$$= 1,37 \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$$

$$R_T^* = \frac{1}{\frac{0,9}{3,11} + \frac{0,1}{1,37}} \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} = 2,76 \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}}$$

$$R_T = R_{si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + R_{se}$$

$$R_T^* = \frac{1}{\frac{f_1}{R_{T_1}} + \frac{f_2}{R_{T_2}} + \dots + \frac{f_n}{R_{T_n}}}$$

$\varphi_{25^\circ\text{C}} = \frac{12,8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}{23,1 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}} \cdot 100\% = 55,4\%$	Die Luft kann noch $10,3 \text{ g/m}^3$ Feuchte bis zur Sättigung aufnehmen.
$\varphi_{20^\circ\text{C}} = \frac{12,8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}{17,3 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}} \cdot 100\% = 74,0\%$	Kühlt sich die Luft um $5^\circ\text{C}$ ab, kann sie nur noch $4,5 \text{ g/m}^3$ Feuchte bis zur Sättigung aufnehmen.
$\varphi_{15^\circ\text{C}} = \frac{12,8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}{12,8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}} \cdot 100\% = 100\%$	Die Taupunkttemperatur ist erreicht, denn die Luft kann keine weitere Feuchte aufnehmen. Der Taupunkt ist also bei $15^\circ\text{C}$ erreicht.
$\varphi_{5^\circ\text{C}} = \frac{12,8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}{6,8 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}} \cdot 100\% = 188,2\%$	Bei weiterer Abkühlung wird die Taupunkttemperatur unterschritten und an der kältesten Stelle fällt Kondensat an.

### 26.7.3 Grundbegriffe der Feuchteschutzberechnung

#### 1. Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl $\mu$

Sie gibt an, um wievielfach größer der Widerstand eines Stoffes ist, Wasserdampf hindurchzulassen als der von Luft. Luft erhält den Wert  $\mu = 1$ , denn kein Baustoff leistet dem Wasserdampf einen geringeren Widerstand als Luft. Sind in Tabellen zwei Werte angegeben, so ist jeweils der ungünstigere (kleinere) Wert zu wählen (siehe Seite 297 ff.).

Die  $\mu$ -Werte sind keine konstanten Größen, sondern hängen vom Feuchtegehalt des Baustoffes ab. Zum Beispiel hat ein Mauerziegel, der feucht wird, einen Wert von  $\mu = 5$ . Er setzt dem Wasserdampf einen geringen Widerstand entgegen und nimmt deshalb schnell Feuchte auf. Trocknet der Mauerziegel dann aus, so wird  $\mu = 10$ . Er setzt nun dem Wasserdampf einen größeren Widerstand entgegen und gibt deshalb das Wasser langsamer ab, als er es aufgenommen hat.

