



ziegel  
industrie  
schweiz

Fachinformation

# Tragsicherheit unbewehrtes Mauerwerk

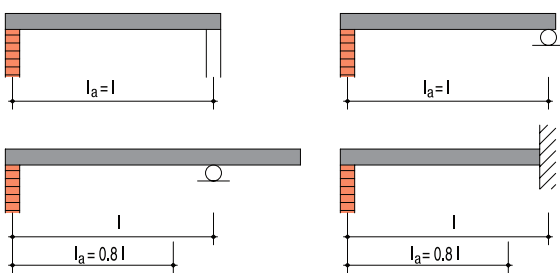
# Normalkraftbeanspruchung

## Begriffe und Abkürzungen

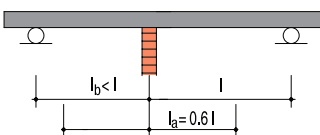
Soweit möglich werden die Begriffe und Abkürzungen der Norm SIA 266 verwendet:

- $t_w$  Wanddicke [mm]
- $e_z$  Exzentrizität von  $N_x$  bzw.  $N_{xd}$  in der Richtung senkrecht zur Wandebene
- $h_w$  auf die Mitten der angrenzenden Decken bezogene Wandhöhe [m]
- $h_{cr}$  Knicklänge [m]
- $h_o$  Schichthöhe
- $t_D$  Dicke der Decke [m]
- $l_a$  Bezogene Spannweite der Decke [m]

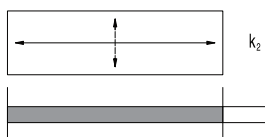
### Aussenwände



### Zwischenwände



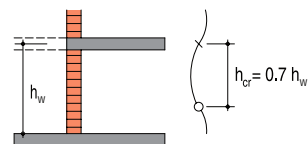
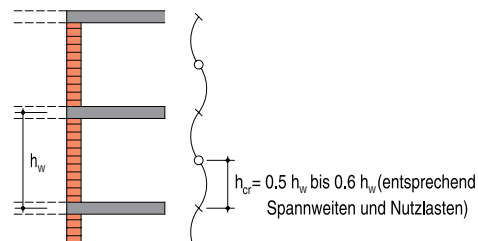
- $l_w$  Wandlänge [m]
- $g$  Eigenlasten der Decke [kN/m<sup>2</sup>] (einschliesslich Unterlagsboden, usw.)
- $q$  Nutzlasten [kN/m<sup>2</sup>]
- $\gamma_G$  Lastbeiwert für Eigenlasten, in der Regel 1.35 Tragsicherheit (1.0 Gebrauchstauglichkeit)
- $\gamma_Q$  Lastbeiwert für Nutzlasten, in der Regel 1.5 Tragsicherheit (1.0 Gebrauchstauglichkeit)
- $E'_c$  Elastizitätsmodul des Betons, Langzeitwert mit Kriecheinfluss, in der Regel  $12 \cdot 10^6$  kN/m<sup>2</sup>
- $E'_{cd}$  Bemessungswert des Elastizitätsmoduls des Betons, in der Regel  $10 \cdot 10^6$  kN/m<sup>2</sup>
- $k_1$  Faktor zur Berücksichtigung des Reissens der Decke: ungerissen  $k_1 = 1$ , gerissen  $k_1 = 2$
- $k_2$  Anteil der Lastabtragung der Decke in der betreffenden Richtung (Gesamtlast = 1.0)



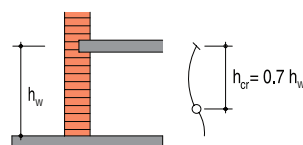
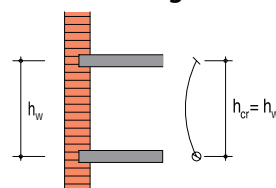
### • Knicklängen

$h_{cr}$  für ausgewählte Fälle

#### bei voll eingebundenen Decken:



#### bei teilweise eingebundenen Decken:



- $k_N$  Beiwert zur Ermittlung des Tragwiderstandes
- $r$  Rechnerische Rissbreite [mm]
- $N_x$  Normalkraft pro Laufmeter Wand [kN/m<sup>1</sup>] (Druck = positiv)
- $N_{x0}$  Bezugsgrösse [kN/m<sup>1</sup>]
- $N_{xd}$  Bemessungswert der Normalkraft [kN/m<sup>1</sup>]
- $f_{xd}$  Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit
- $f_{xk}$  Charakteristischer Wert der Mauerwerksdruckfestigkeit
- $E_{xd}$  Bemessungswert des Elastizitätsmoduls des Mauerwerks
- $\vartheta$  Auflagerdrehwinkel der Decke [rad]
- $\vartheta_d$  Bemessungswert des Auflagerdrehwinkels [rad]

# Rechenmodelle

## Vorgegebene Wandexzentrizitäten

### • Bemessung und Nachweis mit Diagrammen

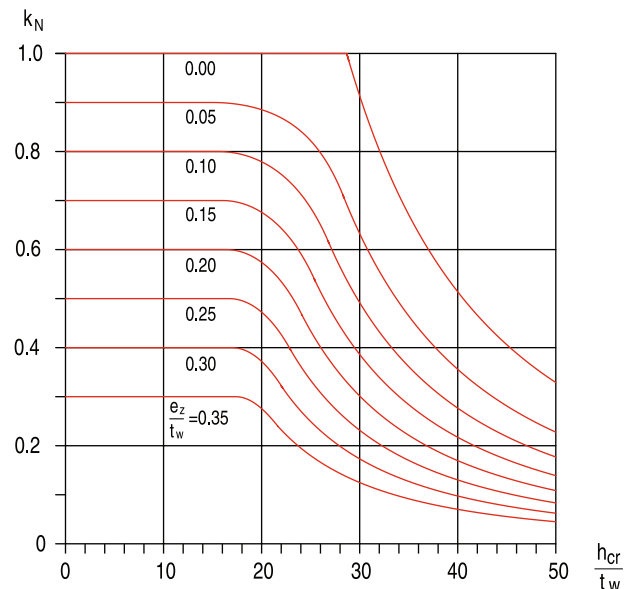
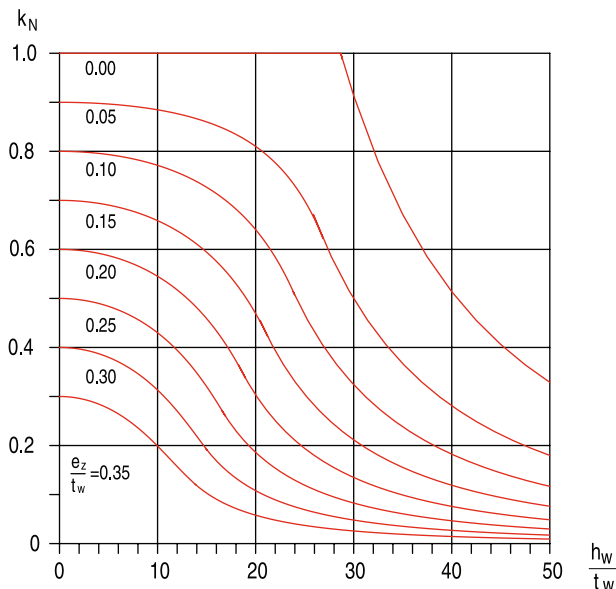
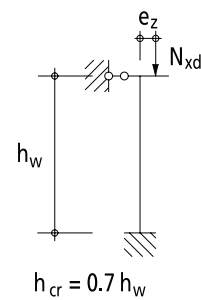
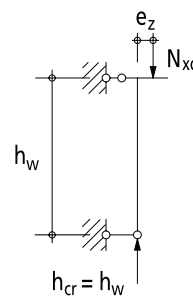
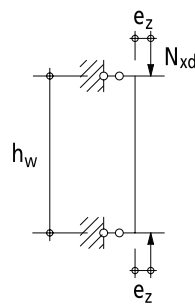
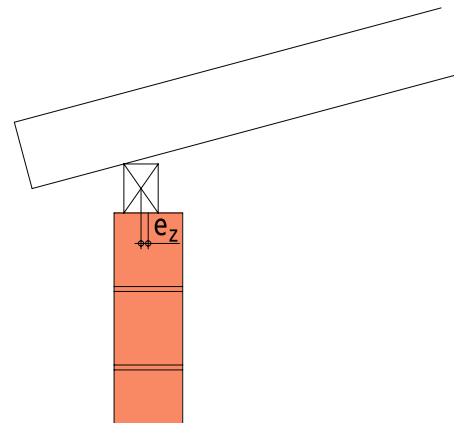
Der Nachweis erfolgt nach Theorie 2. Ordnung gemäss Artikel 4.3.1 der Norm SIA 266.

### • Tragsicherheit

Die Tragsicherheit ist nachgewiesen, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$N_{xd} \leq k_N \cdot I_w \cdot t_w \cdot f_{xd}$$

Der Faktor  $k_N$  kann mit den folgenden Diagrammen ermittelt werden.



### • Gebrauchstauglichkeit

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet ist, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\frac{e_z}{t_w} \leq \frac{1}{6}$$

# Rechenmodelle

## Aufgezwungene Wandverdrehungen

### • Bemessung und Nachweis mit Diagrammen

Der Nachweis erfolgt nach Theorie 2. Ordnung gemäss Artikel 4.3.1 der Norm SIA 266.

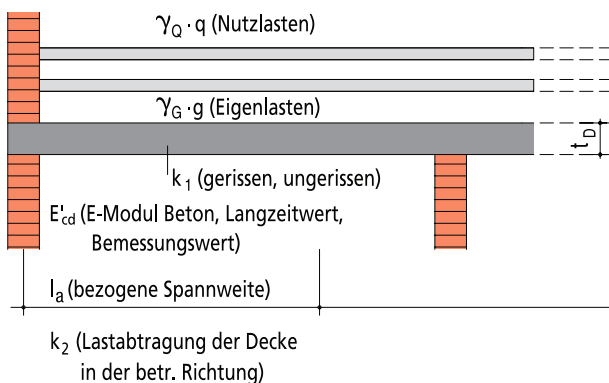
### • Tragsicherheit

Die Beurteilung erfolgt mit dem Bemessungswert  $\vartheta_d$  (Auflagerdrehwinkel der einfach gelagerten Decke) nach der folgenden Formel:

$$\vartheta_d = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot (\gamma_G \cdot g + \gamma_Q \cdot q) \cdot l_a^3}{2 \cdot E'_{cd} \cdot t_D^3} \text{ [rad]}$$

Die Traglast  $N_{xd}$  ergibt sich aus dem Diagramm in Abhängigkeit der Knicklänge  $h_{cr}$  der Wand. Zwischen den einzelnen Kurven darf interpoliert werden.

Die Kennwerte für die Bestimmung von  $\vartheta_d$  sind wie folgt der statischen Berechnung der zugehörigen Geschossdecke zu entnehmen:



### • Gebrauchstauglichkeit

Die Beurteilung erfolgt mit dem Auflagerdrehwinkel der einfach gelagerten Decke  $\vartheta$  nach der folgenden Formel:

$$\vartheta = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot (g + q) \cdot l_a^3}{2 \cdot E'_c \cdot t_D^3} \text{ [rad]}$$

Die rechnerische Rissweite ergibt sich aus dem Diagramm in Abhängigkeit der Knicklänge  $h_{cr}$  der Wand.

Für die Verwendung der Diagramme müssen diese Werte umgerechnet werden:

- Ordinate  $r_{200} \cdot \frac{N_{xo}}{N_x}$  mit:

$r_{200}$ : Rissweite bei einer Schichthöhe  $h_0$  von 200 mm

Allgemein gilt:  $r = \frac{h_0}{200} \cdot r_{200}$

$h_0$ : Schichthöhe = Höhe eines Steines plus einer Fuge (durch Einsetzen eines Wertes  $h_0 \neq 200$  mm wird die Rissweite beeinflusst)

$N_{xo}$ : Bezugsgrösse gemäss Diagramm = 100 kN/m<sup>2</sup> (ohne physikalische Bedeutung, zur Optimierung der Anwendungsbereiche der Diagramme)

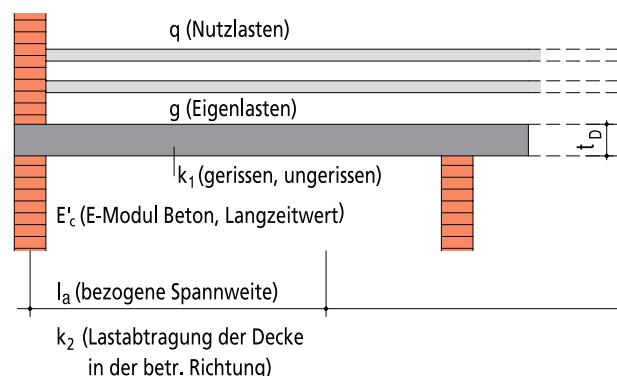
- Abszisse  $h_{cr} \cdot \sqrt{\frac{N_x}{N_{xo}}}$

- Kurvenparameter  $\vartheta \cdot \sqrt{\frac{N_{xo}}{N_x}}$

### Anforderungen gemäss Norm SIA 266, Artikel 4.2.2.2:

Normale Anforderungen	$r \leq 0.20$ mm
Hohe Anforderungen	$r \leq 0.05$ mm

Die Kennwerte für die Bestimmung von  $\vartheta$  sind wie folgt der statischen Berechnung der zugehörigen Geschossdecke zu entnehmen:



## Rechenbeispiele

### Zweischalenmauerwerk

Innere Schale einer Aussenwand in Zweischalenmauerwerk eines mehrgeschossigen Gebäudes

- **Angenommene Knicklängen  $h_{cr}$**   
in den Zwischengeschossen  $h_{cr} = 0.5 \cdot 2.9 = 1.45 \text{ m}$   
im untersten Geschoss  $h_{cr} = 0.7 \cdot 2.9 = 2.03 \text{ m}$
- **Lastabtragung der Decke**  
in der massgebenden Richtung, festgelegt beispielsweise anhand von Lasteinzugsflächen  
Annahme:  $k_2 = 0.70$
- **Lasten**  
Stahlbetondecke + Unterlagsboden  $g = 7.5 \text{ kN/m}^2$   
Nutzlasten  $q = 4.0 \text{ kN/m}^2$

Für den Tragsicherheitsnachweis

#### - Normalkraft pro Geschoss

mit  $\gamma_G = 1.35$ ,  $\gamma_Q = 1.50$

$$\begin{aligned} \text{von Decke:} \quad & 7.5 \cdot 1.35 \cdot \frac{4.5}{2} \cdot 0.7 = 15.9 \text{ kN/m}^1 \\ & 4.0 \cdot 1.50 \cdot \frac{4.5}{2} \cdot 0.7 = 9.5 \text{ kN/m}^1 \\ \text{von Wand:} \quad & 2.1 \cdot 1.35 \cdot 2.7 = 7.7 \text{ kN/m}^1 \\ \hline N_{xd} & = 33.1 \text{ kN/m}^1 \end{aligned}$$

(Reduktion für obere Geschosse unberücksichtigt)

#### • Nachweis Tragfähigkeit

bei 4 Geschossen (+Dachraum) im untersten Geschoss, Wand 1:

$$N_{xd} = 4 \cdot 33.1 = 132.4 \text{ kN/m}^1$$

$$h_{cr} = 2.03 \text{ m}$$

$$k_1 = 2$$

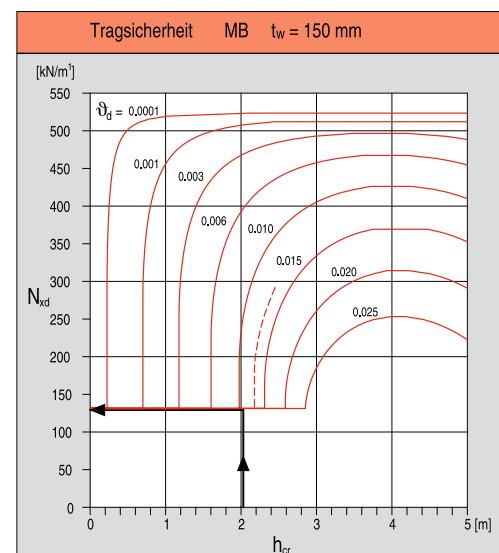
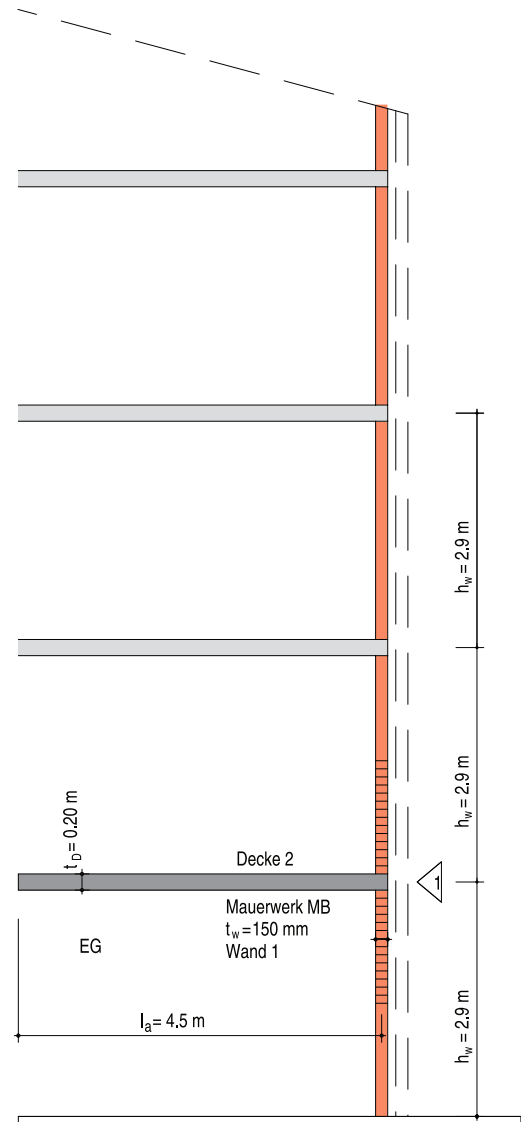
$$\vartheta_d = \frac{2 \cdot 0.7 \cdot (1.35 \cdot 7.5 + 1.5 \cdot 4.0) \cdot 4.5^3}{2 \cdot 10^6 \cdot 0.2^3} = 0.013 \text{ rad}$$

#### Diagramm MB, $t_w = 150 \text{ mm}$ (S.13)

Nachweis:

$$N_{xd} = 133 \text{ kN/m}^1 > 132.4 \text{ kN/m}^1 = N_{xd \text{ vorh}}$$

Tragsicherheit nachgewiesen!



## Rechenbeispiele

### • Nachweis Gebrauchstauglichkeit

Nachweis der rechnerischen Rissweite, obwohl bei der Innenschale des Zweischalenmauerwerks in der Regel nicht problematisch:

Beispiel unterste Decke bei 4 Geschossen:

#### Gebrauchslasten pro Geschoss:

$$\text{von Decke:} \quad 7.5 \cdot \frac{4.5}{2} \cdot 0.7 = 11.8 \text{ kN/m}^1$$

mit  $q_{\text{ser lang}} = 2.0 \text{ kN/m}^2$

$$2.0 \cdot \frac{4.5}{2} \cdot 0.7 = 3.2 \text{ kN/m}^1$$

$$\text{von Wand:} \quad 2.1 \cdot 2.7 = 5.7 \text{ kN/m}^1$$

---


$$N_x = 20.7 \text{ kN/m}^1$$

$$\vartheta = \frac{2 \cdot 0.7 \cdot (7.5 + 2.0) \cdot 4.5^3}{2 \cdot 12 \cdot 10^6 \cdot 0.2^3} = 0.0063 \text{ rad}$$

#### Nachweis im untersten Geschoss, Wand 1:

$$N_x = 4 \cdot 20.7 = 82.8 \text{ kN/m}^1$$

#### Diagramm MB, $t_w = 150 \text{ mm}$ (S.16)

$$h_{cr} \cdot \sqrt{\frac{N_x}{N_{x0}}} = 2.03 \cdot \sqrt{\frac{82.8}{100}} = 1.84 \text{ m}$$

$$\vartheta \cdot \sqrt{\frac{N_{x0}}{N_x}} = 0.0063 \cdot \sqrt{\frac{100}{82.8}} = 0.0069 \text{ rad}$$

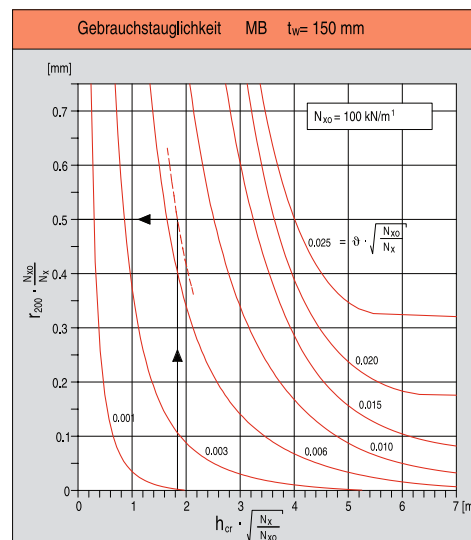
Rissweite:

$$r_{200} \cdot \frac{N_{x0}}{N_x} \approx 0.5 \text{ mm}$$

$$r = r_{200} \approx 0.5 \cdot \frac{82.8}{100} = 0.4 \text{ mm}$$

Beurteilung:

Beim Zweischalenmauerwerk ist der Riss an der Wandaussenseite der tragenden Schale unbedenklich. Bei nicht allzu hohen Normalkräften erscheint der innere Riss am Übergang Decke-Wand im Bereich des Unterlagbodens.



# Rechenbeispiele

## Zwischenwand

Hoch belastete Zwischenwand im untersten Geschoss mit unterschiedlichen Deckenspannweiten.

- **Angenommene Knicklänge  $h_{cr}$**

$$h_{cr} = 0.7 \cdot 2.7 = 1.89 \text{ m}$$

- **Massgebende bezogene Spannweite der Decke**

$$l_a = 0.6 \cdot 5.0 = 3.00 \text{ m}$$

- **Annahme Lastabtragung der Decke**

$$k_2 = 0.80$$

- **Lasten**

Wand von Obergeschossen:  $N'_{xd} = 300 \text{ kN/m}^1$   
 Stahlbetondecke:  $g = 7.5 \text{ kN/m}^2$   
 Nutzlasten:  $q = 4.0 \text{ kN/m}^2$

- **Normalkraft auf Wand**

mit  $\gamma_G = 1.35, \gamma_Q = 1.50$

von Obergeschossen:  $300 \text{ kN/m}^1$

von Decke:  $7.5 \cdot 1.35 \cdot \frac{5.0 + 3.0}{2} \cdot 0.8 = 32.4 \text{ kN/m}^1$

$$4.0 \cdot 1.50 \cdot \frac{5.0 + 3.0}{2} \cdot 0.8 = 19.2 \text{ kN/m}^1$$

$$N_{xd} = 351.6 \text{ kN/m}^1$$

• **Nachweis Tragsicherheit**

$$k_1 = 2$$

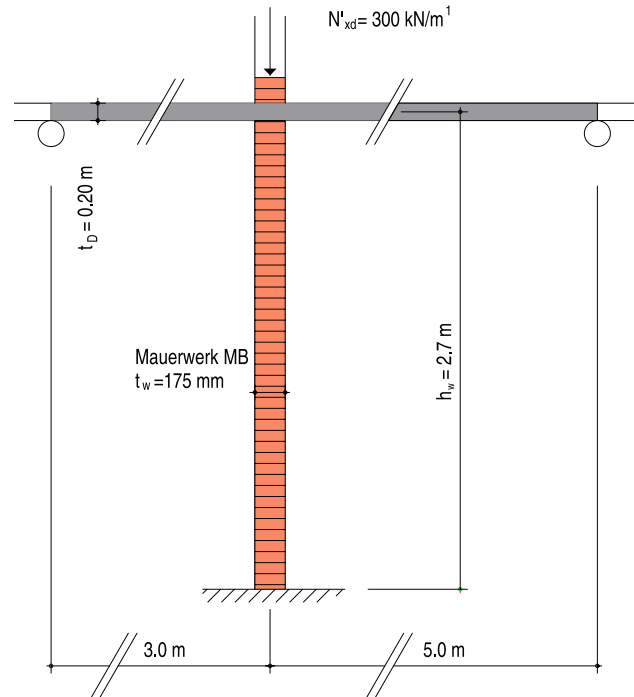
$$\vartheta_d = \frac{2 \cdot 0.8 \cdot (1.35 \cdot 7.5 + 1.5 \cdot 4.0) \cdot 3.0^3}{2 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 0.2^3} = 0.0044 \text{ rad}$$

**Diagramm MB,  $t_w = 175 \text{ mm}$  (S.13)**

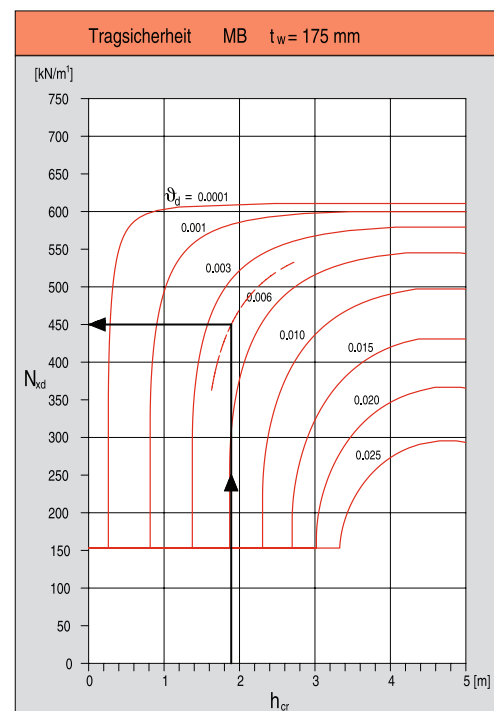
Nachweis

$$N_{xd} = 450 \text{ kN/m}^1 > 351.6 \text{ kN/m}^1 = N_{xd \text{ vorh}}$$

Tragsicherheit nachgewiesen!



Eine Mauerwerkswand gilt dann als eingespannt, wenn das Tragelement, auf dem sie steht, sich nicht verdrehen kann.



# Rechenbeispiele

## Wärmedämmendes Einsteinmauerwerk

Aussenwand in Leichtmauerwerk MBLD 42.5 cm  
 $f_{xk} = 2,4 \text{ N/mm}^2$  bei einem mehrgeschossigen Wohnhaus.

- **Angenommene Knicklängen  $h_{cr}$**   
 im Zwischengeschoss  $h_{cr} = h_w = 2.80 \text{ m}$   
 im untersten Geschoss  $h_{cr} = 0.7 \cdot 2.8 = 2.00 \text{ m}$

- **Lastabtragung der Decke**  
 in der massgebenden Richtung, festgelegt  
 beispielsweise anhand von Lasteinzugsflächen  
 Annahme:  $k_2 = 0.80$

- **Lasten**  
 Stahlbetondecke  
 und Unterlagsboden:  $g = 7.5 \text{ kN/m}^2$   
 Nutzlasten:  $q = 2.0 \text{ kN/m}^2$

- **Normalkraft pro Geschoss**  
 mit  $\gamma_G = 1.35, \gamma_Q = 1.50$ :

von Decke:  $7.5 \cdot 1.35 \cdot \frac{3.8}{2} \cdot 0.8 = 15.4 \text{ kN/m}^1$   
 $2.0 \cdot 1.50 \cdot \frac{3.8}{2} \cdot 0.8 = 4.6 \text{ kN/m}^1$   
 von Wand:  $3.0 \cdot 1.35 \cdot 2.6 = 10.5 \text{ kN/m}^1$

---

$N_{xd} = 30.5 \text{ kN/m}^1$

### • Nachweis Tragsicherheit

4 Geschosse (+ Dachgeschoss)  
 im untersten Geschoss:

$N_{xd} = 4 \cdot 30.5 = 122.0 \text{ kN/m}^1$

$h_{cr} = 2.00 \text{ m}$

$k_1 = 2$

$\vartheta_d = \frac{2 \cdot 0.8 \cdot (1.35 \cdot 7.5 + 1.5 \cdot 2.0) \cdot 3.8^3}{2 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 0.2^3} = 0.007 \text{ rad}$

### Diagramm MBLD, $t_w = 425 \text{ mm}$ (S.15)

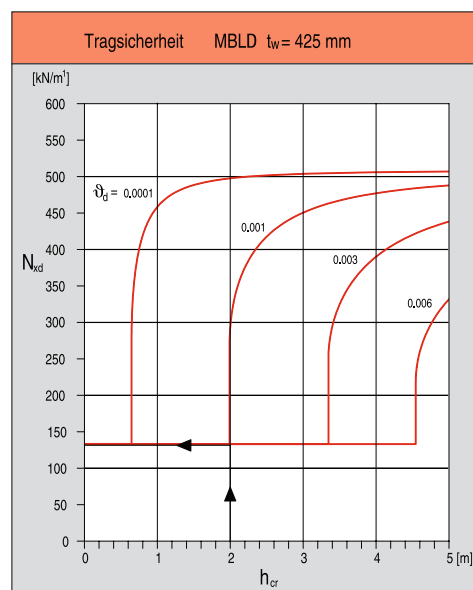
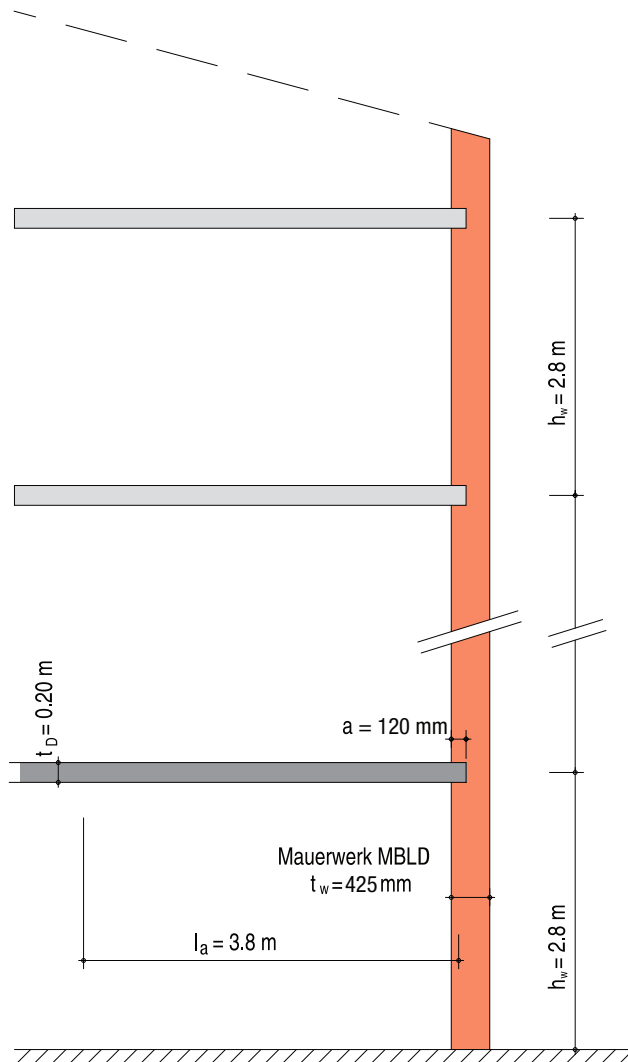
Nachweis:

$N_{xd} = 127.5 \text{ kN/m}^1 > 122.0 \text{ kN/m}^1 = N_{xd \text{ vorh}}$

Minimale Auflagertiefe:

$a_{min} = \frac{N_{xd \text{ vorh}}}{f_{xd}} = \frac{122 \cdot 10^3}{1.2 \cdot 10^3} = 102 \text{ mm} < a = 120 \text{ mm}$

Tragsicherheit nachgewiesen!





## Rechenbeispiele

### • Nachweis Gebrauchstauglichkeit

Rechnerische Rissweite unter der drittobersten Decke:

#### Gebrauchslasten

$$\text{von Decken: } 3 \cdot 7.5 \cdot \frac{3.8}{2} \cdot 0.8 = 34.2 \text{ kN/m}^2$$

mit  $q_{\text{ser lang}} = 0.5 \text{ kN/m}^2$

$$3 \cdot 0.5 \cdot \frac{3.8}{2} \cdot 0.8 = 2.3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{von Wand: } 2 \cdot 3 \cdot 2.6 = 15.6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{vom Dachrand (Annahme): } \underline{\quad\quad\quad 7.2 \text{ kN/m}^2}$$

$$N_x = 59.3 \text{ kN/m}^2$$

$$\vartheta = \frac{2 \cdot 0.8 \cdot (7.5 + 0.5) \cdot 3.8^3}{2 \cdot 12 \cdot 10^6 \cdot 0.2^3} = 0.0037 \text{ rad}$$

#### Diagramm MBLD, $t_w = 425 \text{ mm}$ (S.18)

$$h_{cr} = h_w \Rightarrow h_{cr} \cdot \sqrt{\frac{N_x}{N_{x0}}} = 2.8 \cdot \sqrt{\frac{59.3}{100}} = 2.16 \text{ m}$$

$$\vartheta \cdot \sqrt{\frac{N_{x0}}{N_x}} = 0.0037 \cdot \sqrt{\frac{100}{59.3}} = 0.0048 \text{ rad}$$

#### Rissweite

$$r_{200} \cdot \frac{N_{x0}}{N_x} > 0.75 \text{ mm}$$

$$r_{200} > 0.75 \cdot \frac{59.3}{100} = 0.44 \text{ mm}$$

Die Rissweite gilt für eine über die ganze Wanddicke eingebundene Decke und eine Schichthöhe von 200 mm. Es kann angenommen werden, dass die effektive Rissweite proportional zur Einbundlänge reduziert werden kann.

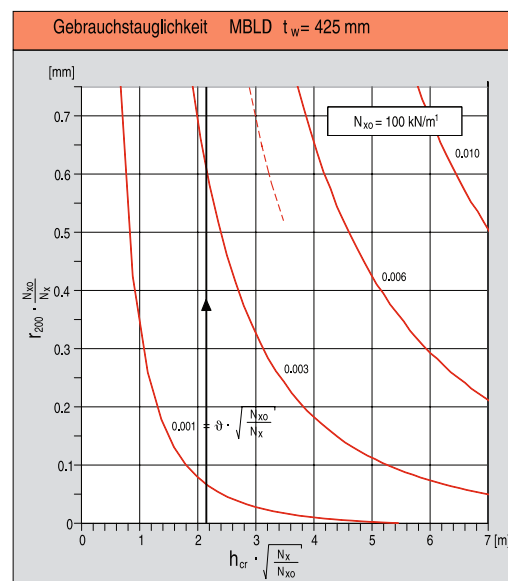
Schichthöhe  $h_0 = 250 \text{ mm}$

$$r = r_{200} \cdot \frac{250}{200} > 0.55 \text{ mm}$$

Einbundlänge  $a = 120 \text{ mm}$

$$r_{\text{eff}} \approx r \cdot \frac{120}{425} \approx \frac{r}{3.5} > 0.16 \text{ mm}$$

☛ Es empfiehlt sich, konstruktive Massnahmen zu ergreifen, z.B. Polystyrolstreifen oberhalb Decke.

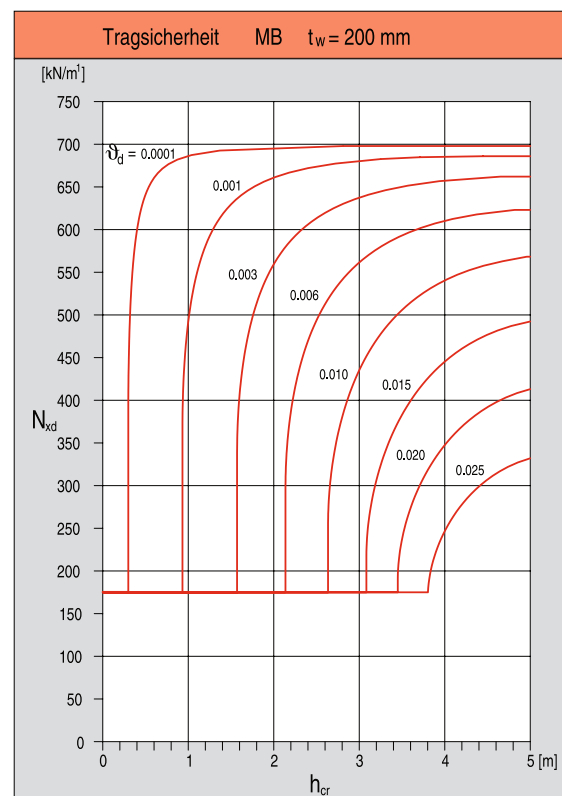
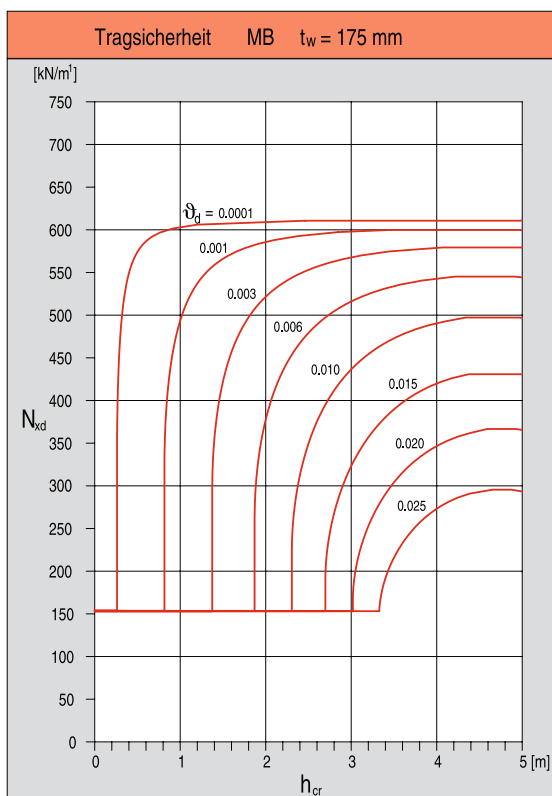
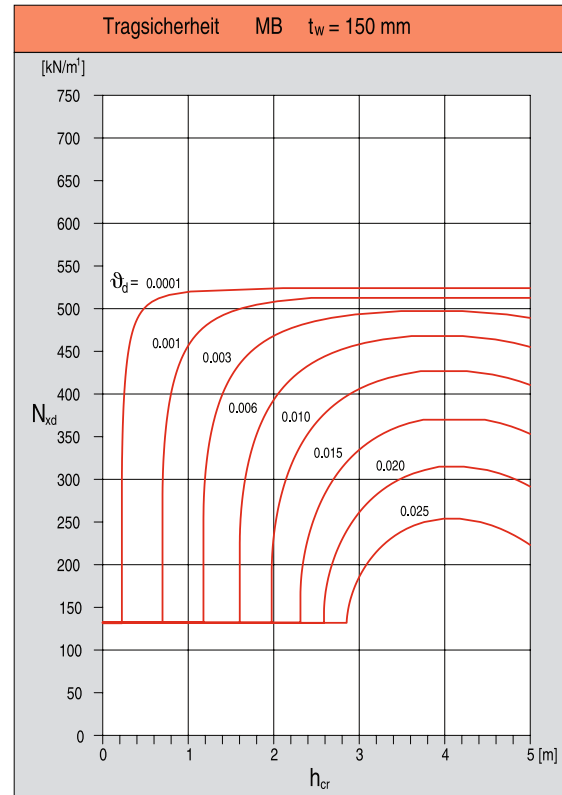
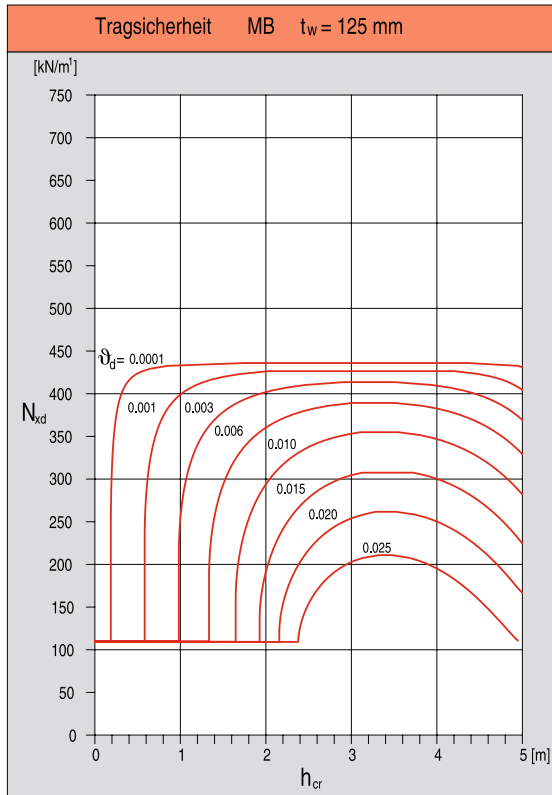


## Diagramme Tragsicherheit

Mauerwerk MB, Standardmauerwerk,  $f_{xk} = 7 \text{ N/mm}^2$

$f_{xd} = 3.5 \text{ N/mm}^2$

$E_{xd} = 3.5 \text{ kN/mm}^2$

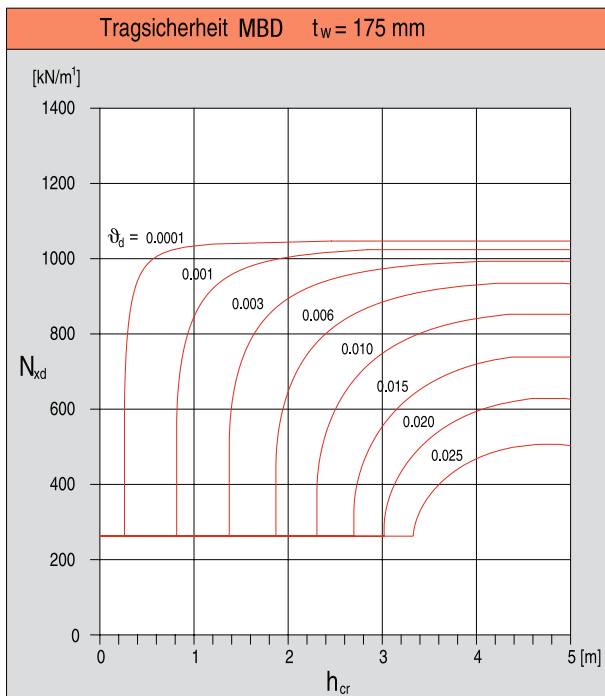
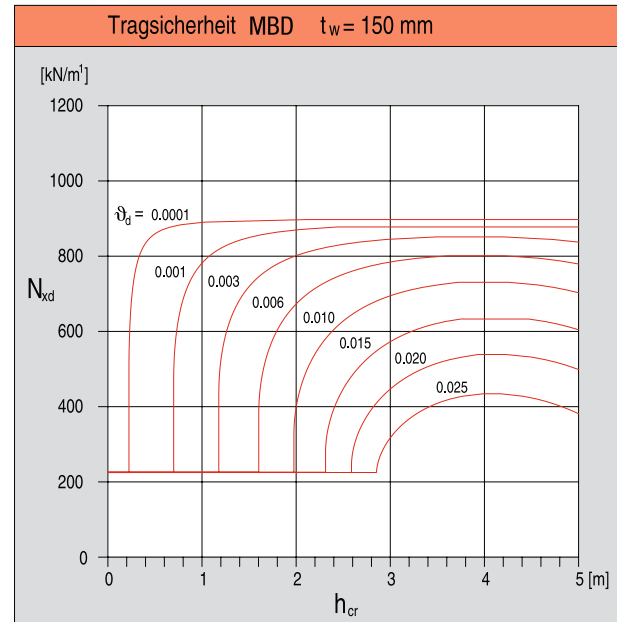
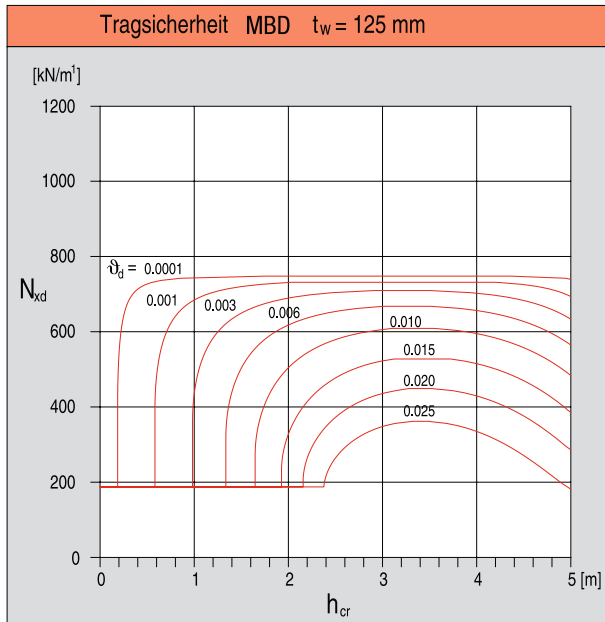


## Diagramme Tragsicherheit

**Mauerwerk MBD, deklariertes Mauerwerk,  $f_{xk} = 12 \text{ N/mm}^2$**

$f_{xd} = 6.0 \text{ N/mm}^2$

$E_{xd} = 6.0 \text{ kN/mm}^2$

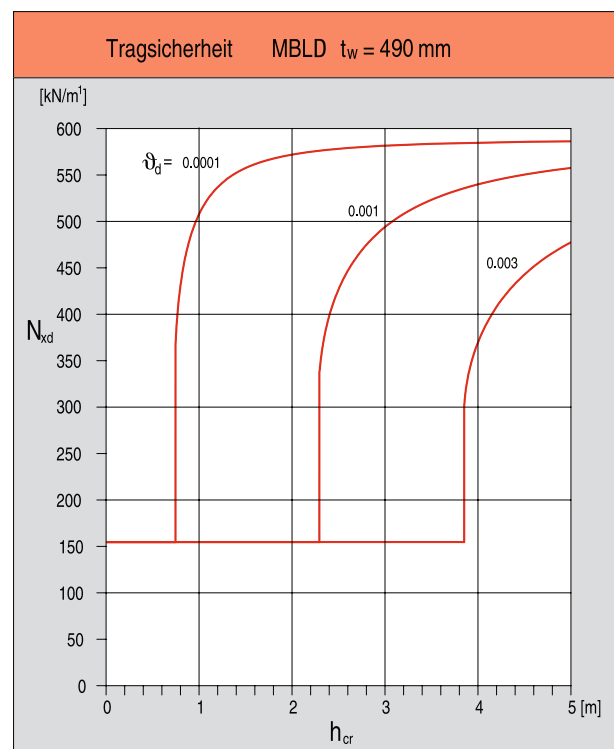
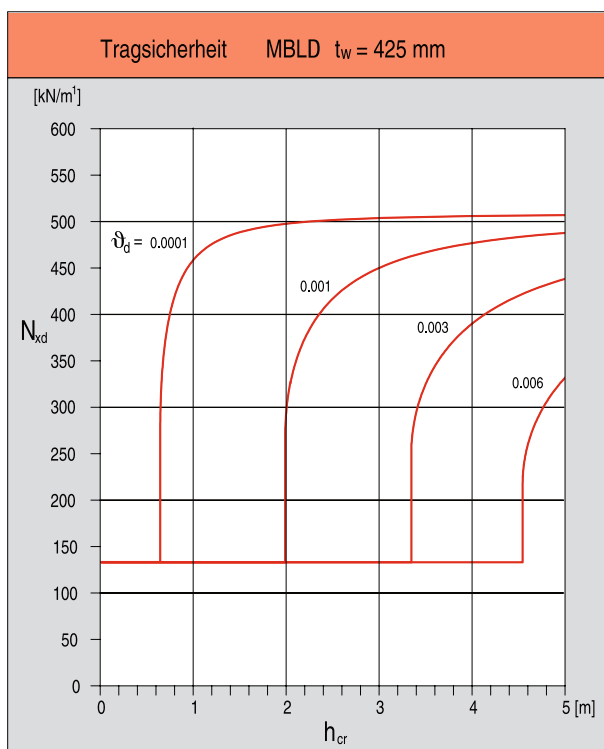
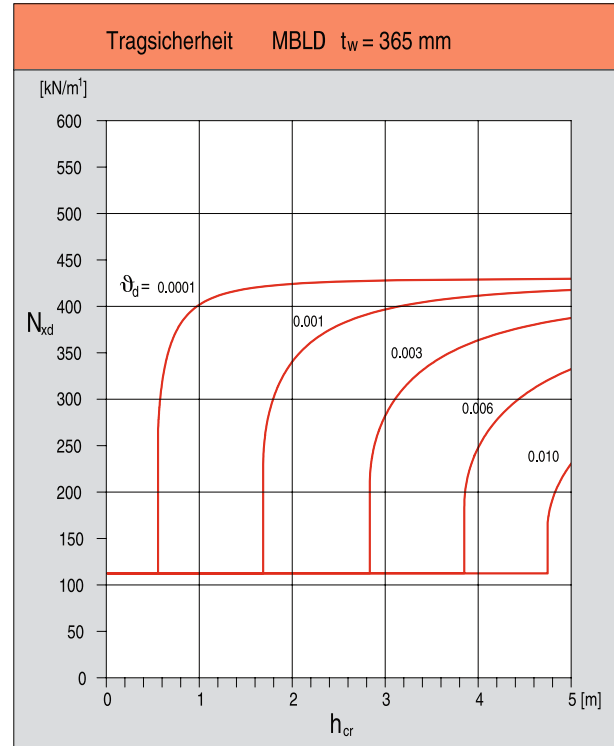
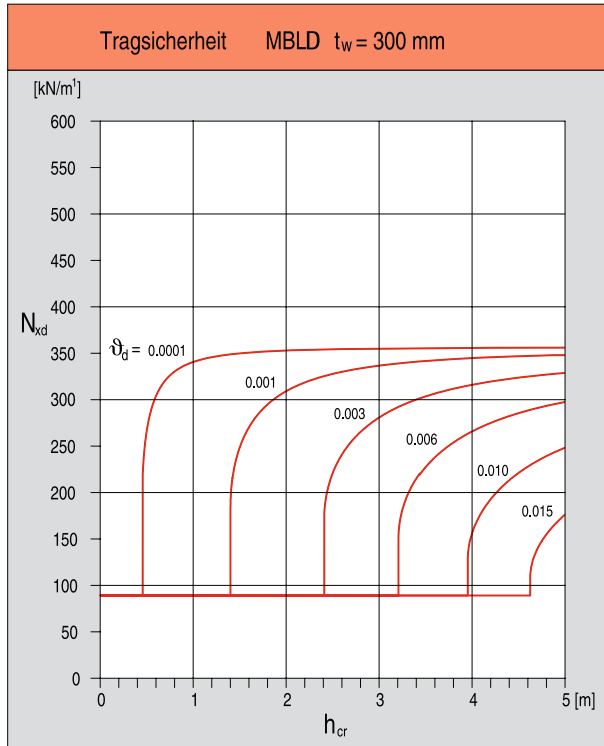


## Diagramme Tragsicherheit

**Mauerwerk MBLD, Leichtmauerwerk deklariert,  $f_{xk} = 2.4 \text{ N/mm}^2$**

$f_{xd} = 1.2 \text{ N/mm}^2$

$E_{xd} = 1.2 \text{ kN/mm}^2$

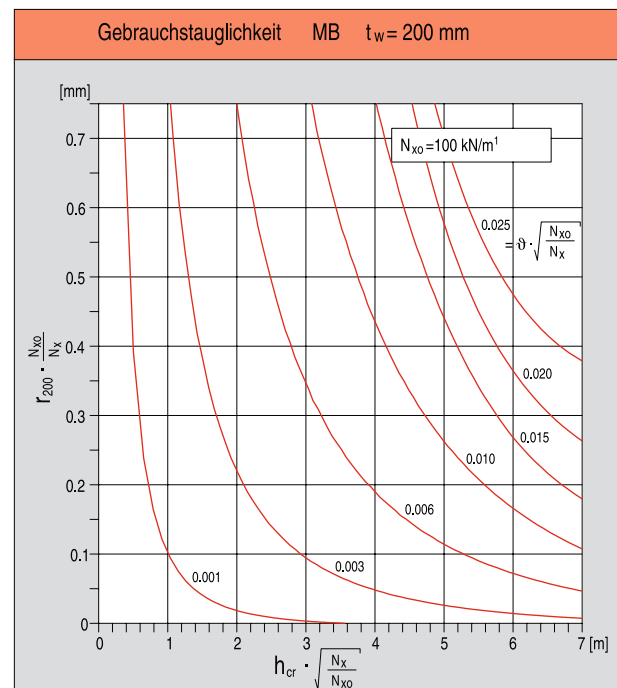
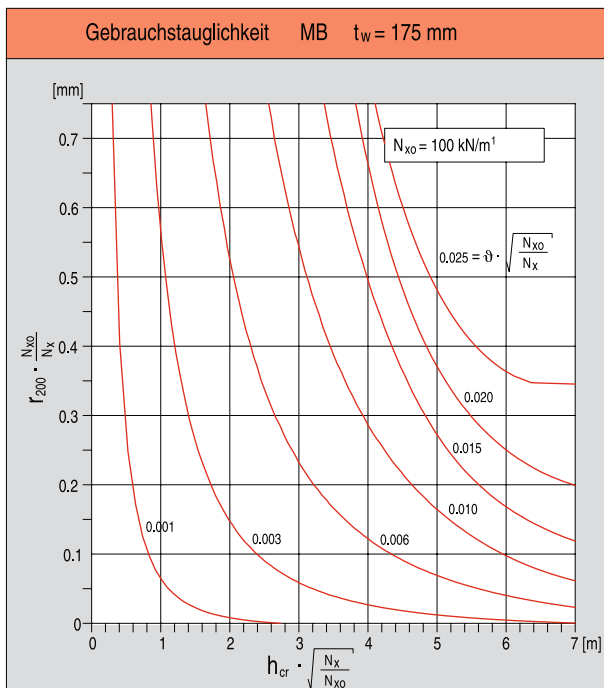
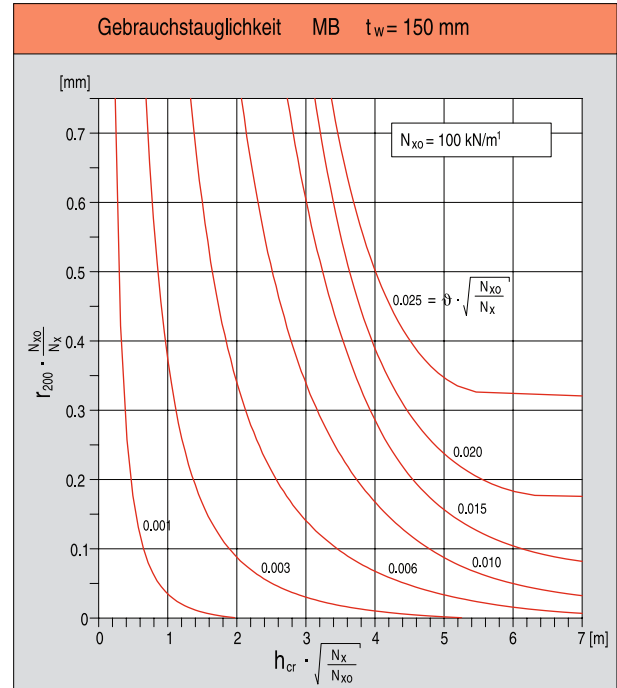
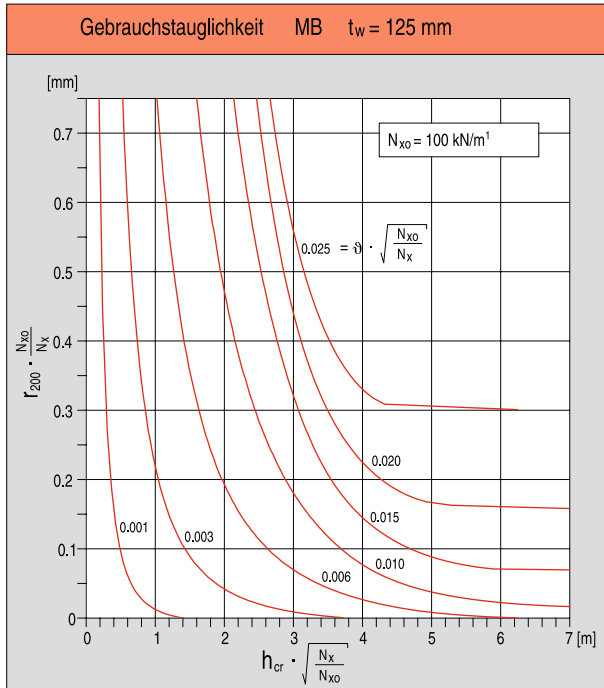


## Diagramme Gebrauchstauglichkeit

Mauerwerk MB, Standardmauerwerk,  $f_{xk} = 7 \text{ N/mm}^2$

$f_{xk} = 7.0 \text{ N/mm}^2$

$E_{xk} = 7.0 \text{ kN/mm}^2$

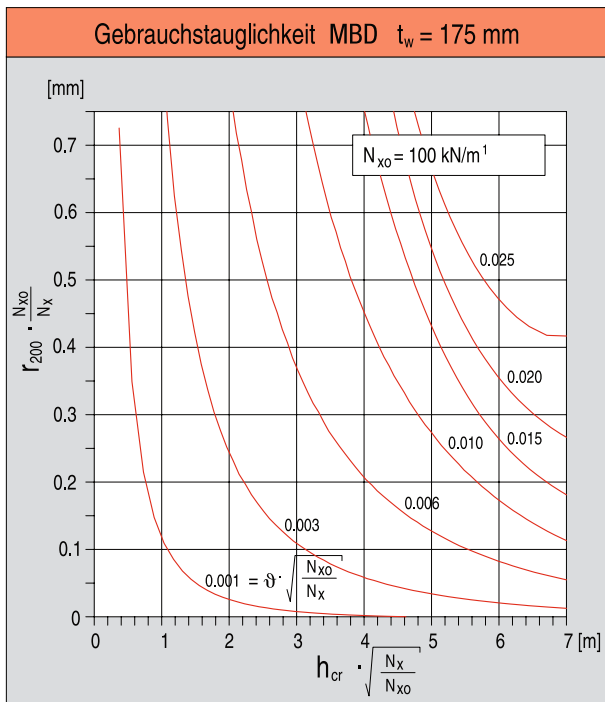
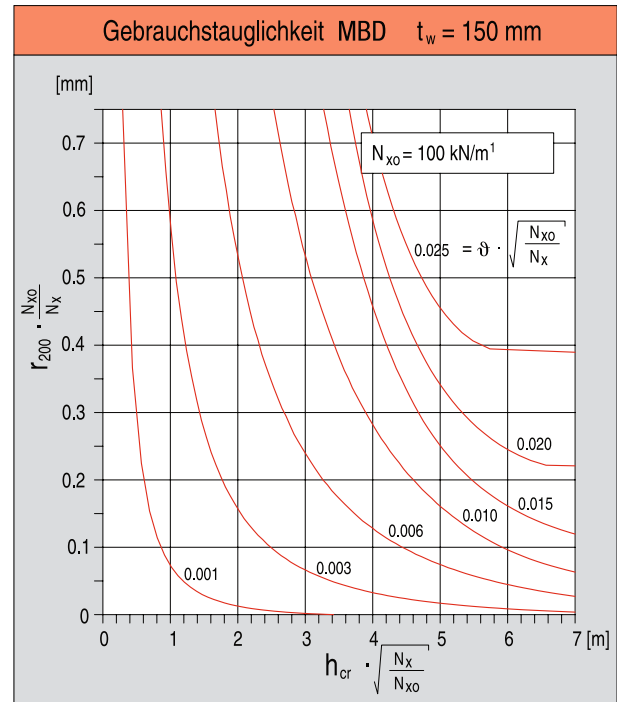
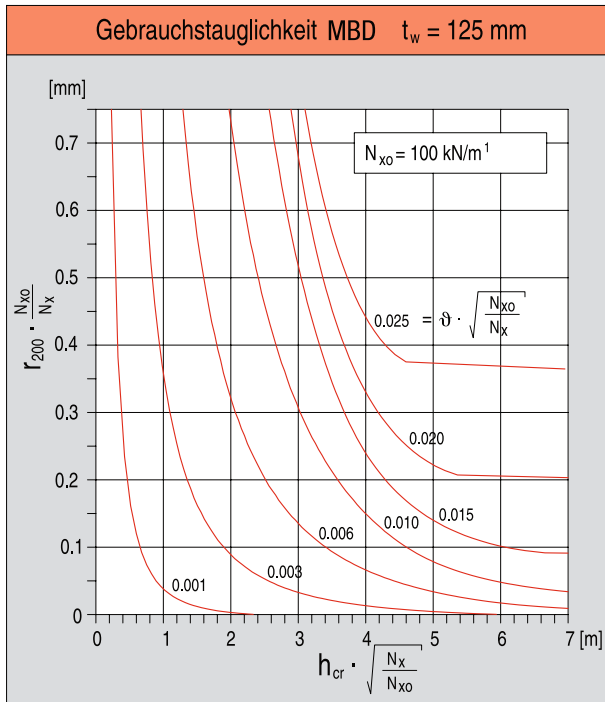


## Diagramme Gebrauchstauglichkeit

Mauerwerk MBD, deklariertes Mauerwerk,  $f_{xk} = 12 \text{ N/mm}^2$

$f_{xk} = 12.0 \text{ N/mm}^2$

$E_{xk} = 12.0 \text{ kN/mm}^2$

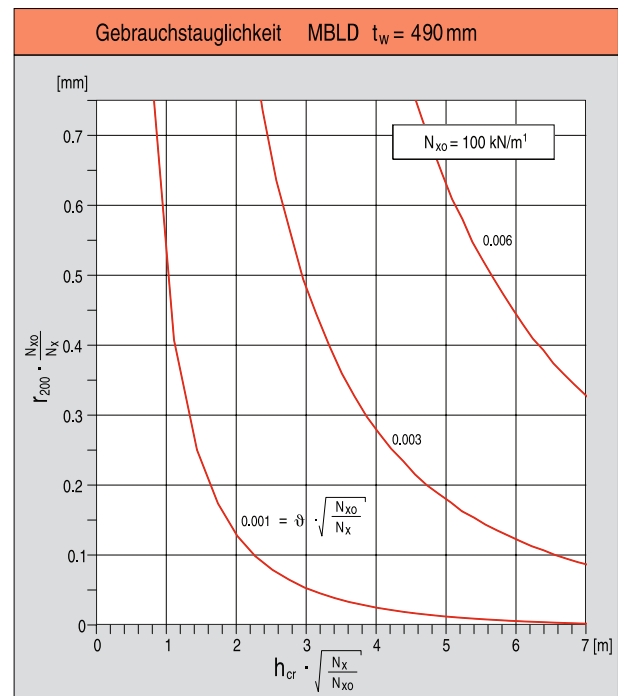
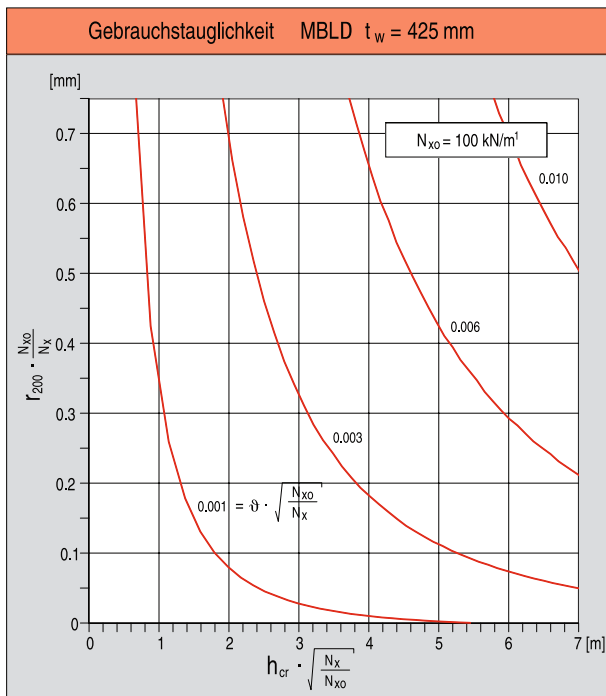
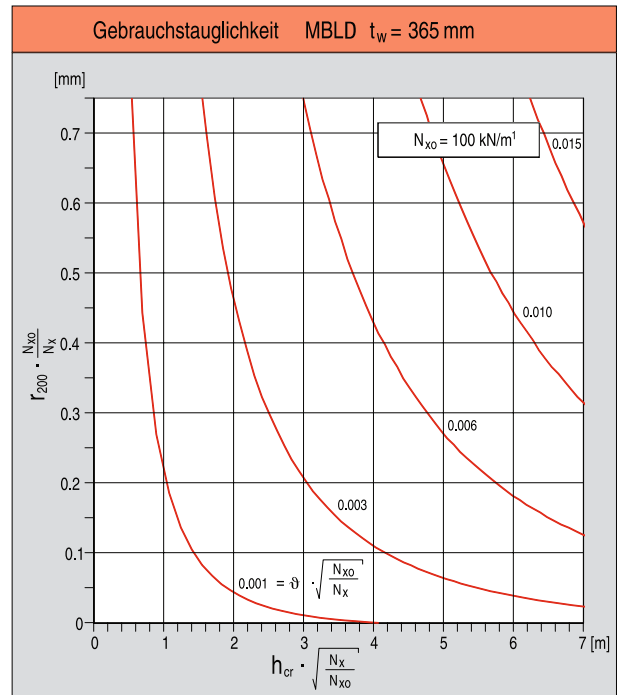
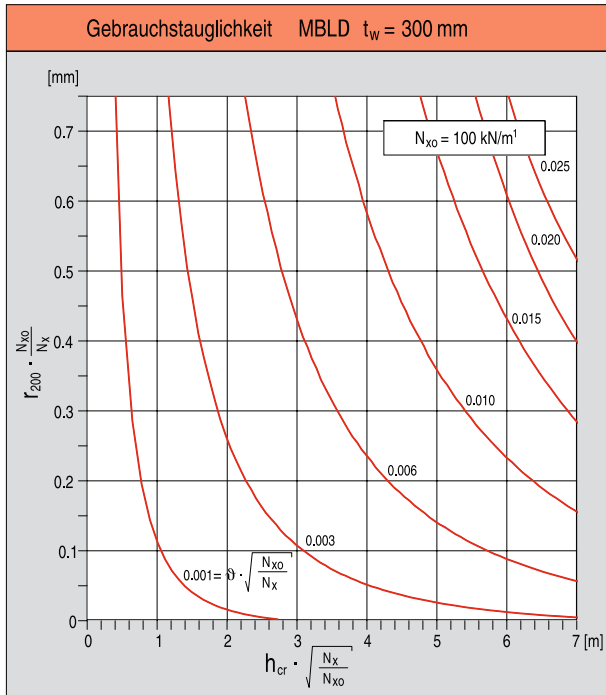


# Diagramme Gebrauchstauglichkeit

Mauerwerk MBLD, Leichtmauerwerk deklariert,  $f_{xk} = 2.4 \text{ N/mm}^2$

$f_{xk} = 2.4 \text{ N/mm}^2$

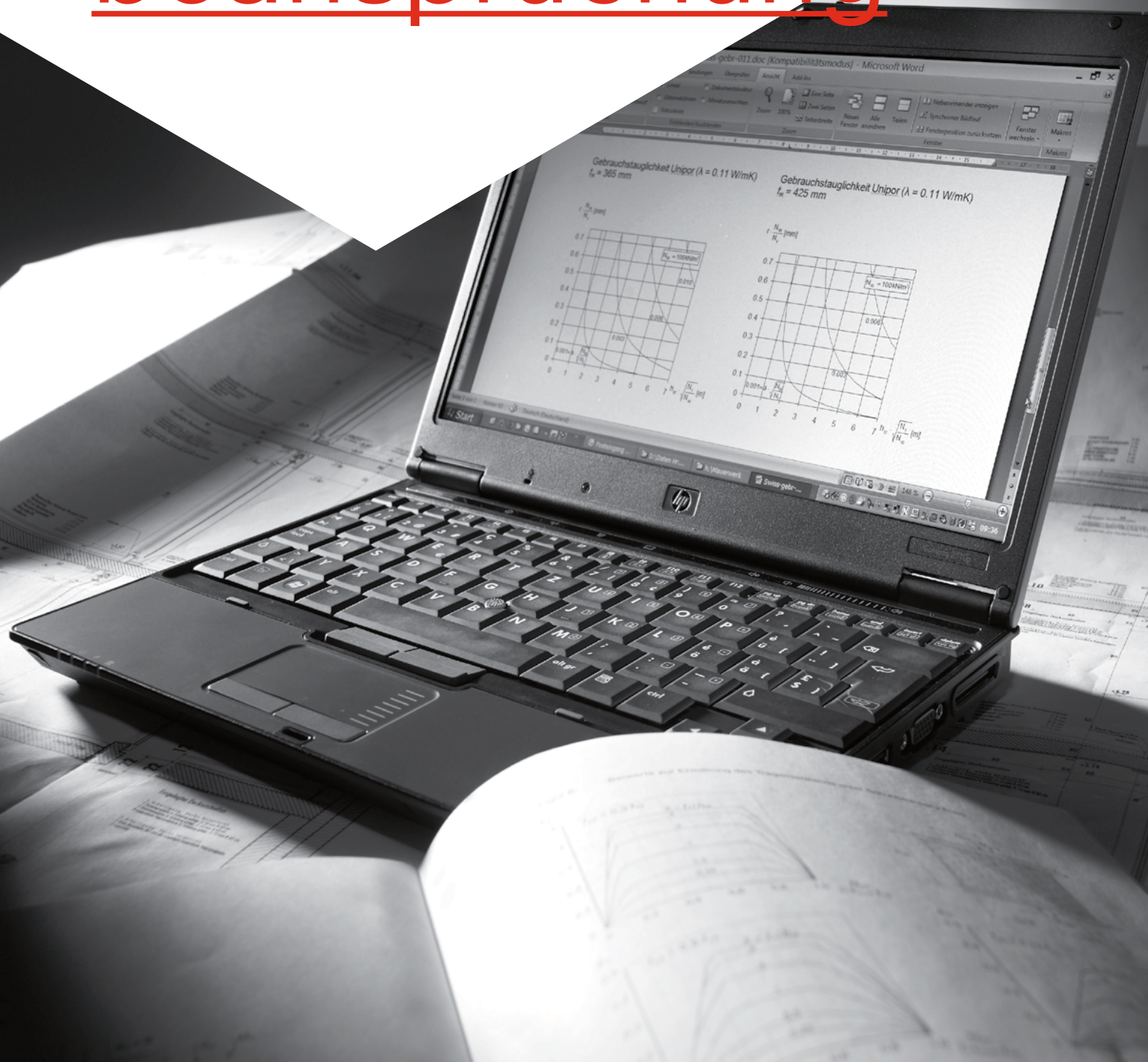
$E_{xk} = 2.4 \text{ kN/mm}^2$





ziegel  
industrie  
schweiz

# Schub- beanspruchung





# Schubbeanspruchung

## Begriffe und Abkürzungen

- V von einer Schubwand übertragene, senkrecht zu den Stossfugen wirkende Kraft
- $V_d$  Bemessungswert von V
- $M_{z1}$  am oberen Wandende aufgebracht, senkrecht zur Wandebene wirkendes Biegemoment
- $M_{z2}$  am unteren Wandende aufgebracht, senkrecht zur Wandebene wirkendes Biegemoment
- $M_{z1d}$  Bemessungswert von  $M_{z1}$
- $M_{z2d}$  Bemessungswert von  $M_{z2}$
- $f_{yd}$  Bemessungswert der Mauerwerksdruckfestigkeit senkrecht zu den Stossfugen
- $f_{yk}$  charakteristischer Wert der Mauerwerksdruckfestigkeit senkrecht zu den Stossfugen
- $l_1$  Länge des Druckspannungsfeldes am oberen Wandrand
- $l_2$  Länge des Druckspannungsfeldes am unteren Wandrand
- $t_{nom}$  Dicke des Druckspannungsfeldes am unteren Wandrand
- $\eta$  Verhältniszahl zur Berücksichtigung einer Exzentrizität der Normalkraft in Wandquerrichtung

## Rechenmodell

### Bemessung und Nachweis mit Diagrammen

Der Nachweis erfolgt gemäss Artikel 4.3.2 der Norm SIA 266.

### Tragsicherheit

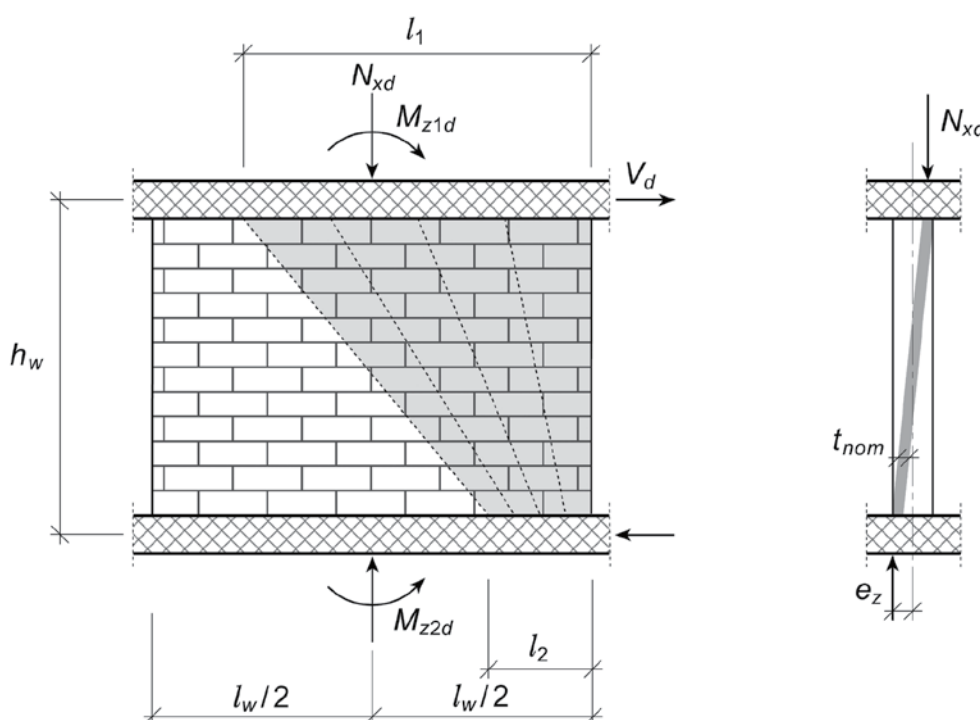
Die Ermittlung erfolgt mit der Länge  $l_1$  und dem Faktor  $\eta$ . Die Länge  $l_1$  ist im folgenden Bild definiert und beträgt

$$l_1 = l_w - 2 M_{z1d} / N_{xd}$$

Im Fall einer in Wandquerrichtung zentrisch angreifenden Normalkraft ist  $\eta = 1.0$ . Andernfalls ist wie folgt definiert:

$$\eta_1 = t_{nom} / t_w = 1 - 2 e_z / t_w$$

Die Traglast  $V_d$  ergibt sich aus dem Diagramm in Abhängigkeit der Normalkraft  $N_d$ . Zwischen den einzelnen Kurven darf interpoliert werden.

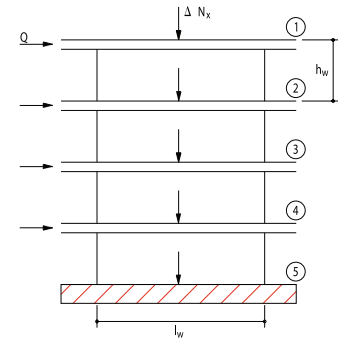


# Schubbeanspruchung

## Mauerwerkswand MBD

Untersucht wird ein Backstein-Wandsystem unter Schubbeanspruchung, mit exzentrischer Normalkraftbeanspruchung.

Geometrische Grössen	Baustoffkennwerte
$h_w = 2.5 \text{ m}$	$f_{xd} = 6.0 \text{ N/mm}^2$
$l_w = 7.0 \text{ m}$	$f_{yd} = 0.45 \cdot f_{xd} = 2.7 \text{ N/mm}^2$
$t_w = 150 \text{ mm}$	(vollfugig vermörtelte Stossfugen)



### • Nachweis der Schubtragsicherheit im untersten Geschoss

Bemessungssituation Erdbeben, Lastfall Eigenlasten und Nutzlasten, gemäss Normen SIA 260 und 261 wurden ermittelt:

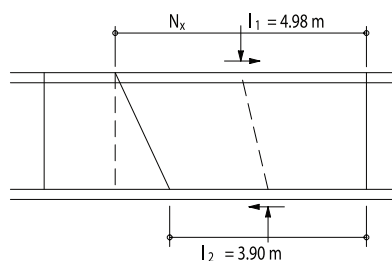
Wandbereich	Einwirkungen		Auswirkungen					
	$\Delta N_{xd}$ [kN]	$Q_d$ [kN]	$V_d$ [kN]	$N_{xd}$ [kN]	$M_{zd}$ [kNm]	$M_{zd} / N_{xd}$ [m]	$l_1$ [m]	$l_2$ [m]
1	228	90			0	0	7.00	
1-2	62		90	290				
2	228	72			225	0.39 0.78	6.22	5.55
2-3	62		162	580				
3	228	53			629	0.72 1.08	5.56	4.84
3-4	62		215	870				
4	228	36			1168	1.01 1.34	<b>4.98</b>	4.32
4-5	62		<b>251</b>	<b>1160</b>				
5	228	18			1797	1.55		<b>3.90</b>

Der Wert  $\eta$  (Einfluss der Exzentrizität der Normalkraft in Wandquerrichtung) wurde im Rahmen der Normalkraftbemessung ermittelt zu  $\eta = 0.48$  ( $e_z = 39 \text{ mm}$ ).

**Wichtig:** Der Normalkraftnachweis ist mit der reduzierten Wandlänge  $l_2$  zu führen.

$$\frac{N_{xd}}{\eta \cdot l_1} = \frac{1160}{0.48 \cdot 4.98} = 485 \text{ kN/m}$$

$$\frac{l_1}{h_w} = \frac{4.98}{2.5} = 2.00$$



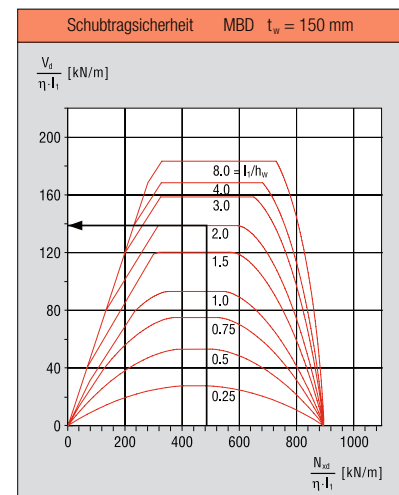
### Diagramm MBD, $t_w = 150 \text{ mm}$ (S.23)

Schubnachweis:

$$\frac{V_d}{\eta \cdot l_1} = 138 \text{ kN/m} \rightarrow V_d = 138 \cdot 0.48 \cdot 4.98 = 330 \text{ kN/m}$$

$$V_d = 330 \text{ kN} > V_{d \text{ vorh}} = 251 \text{ kN}$$

Nachweis erfüllt!

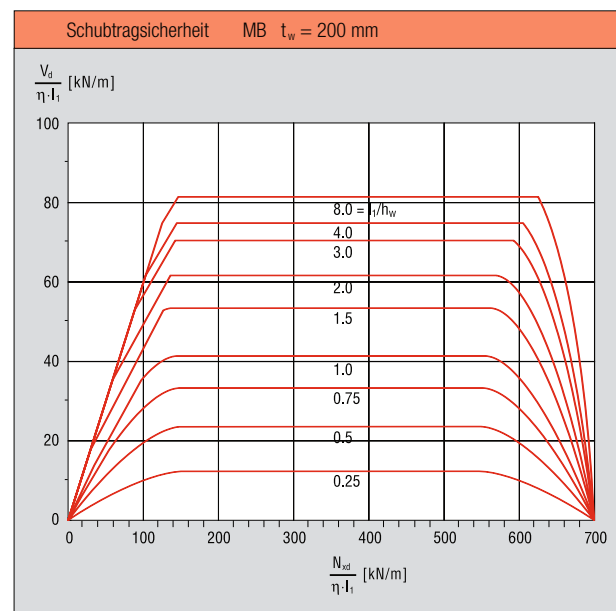
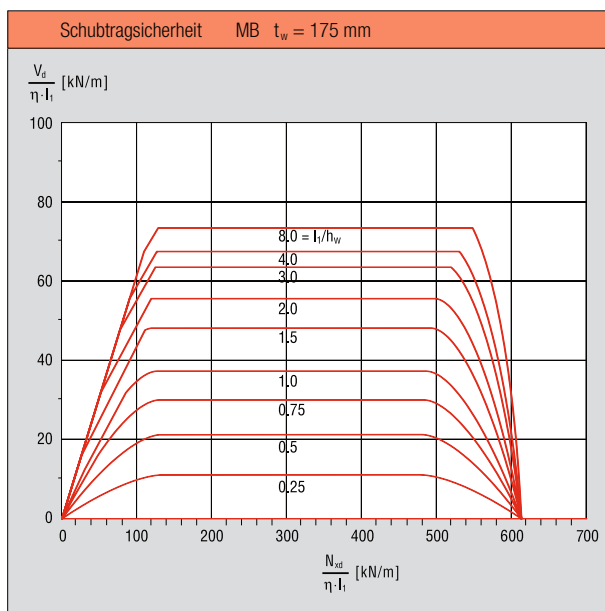
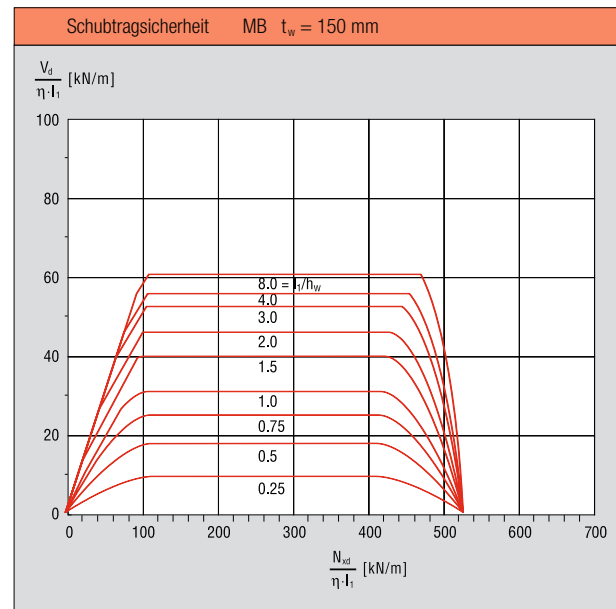
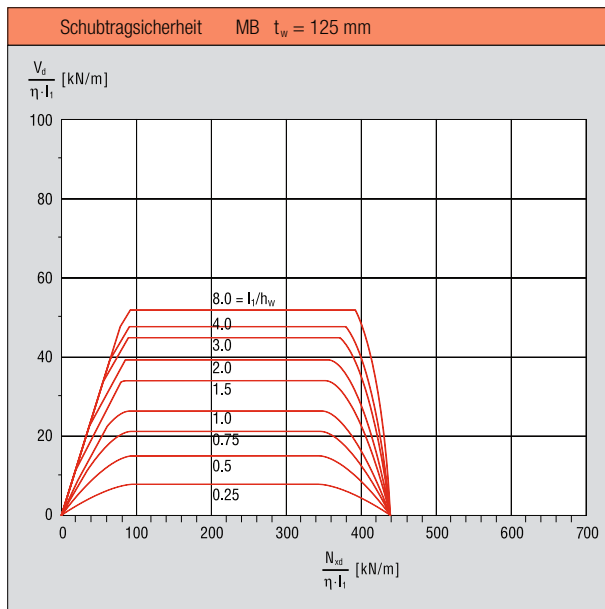


# Diagramme Schubtragsicherheit

## Schubbeanspruchung mit Normalkraft Mauerwerk MB, Standardmauerwerk, $f_{xk} = 7 \text{ N/mm}^2$

$f_{xd} = 3.5 \text{ N/mm}^2$

$f_{yd} = 1.0 \text{ N/mm}^2$



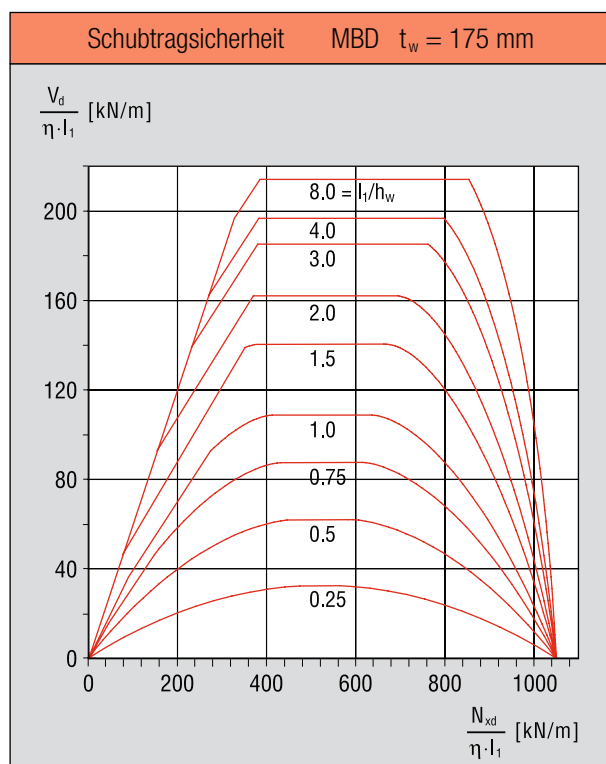
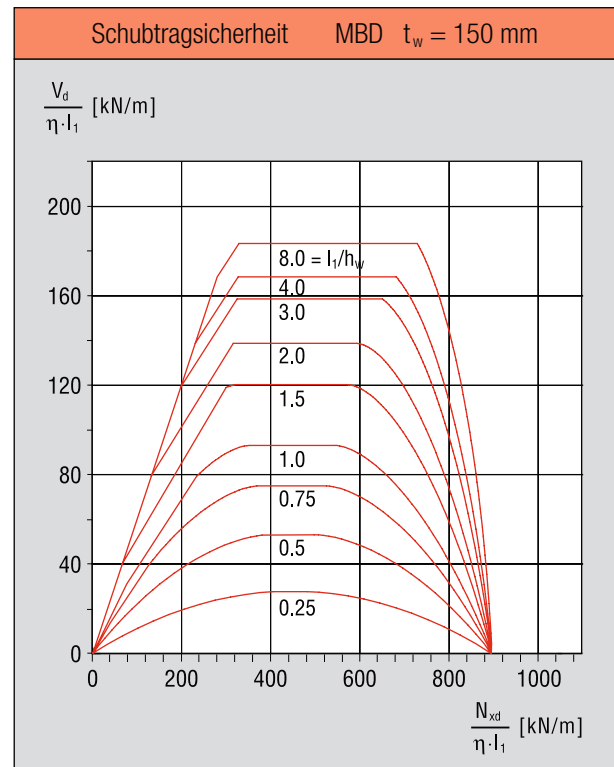
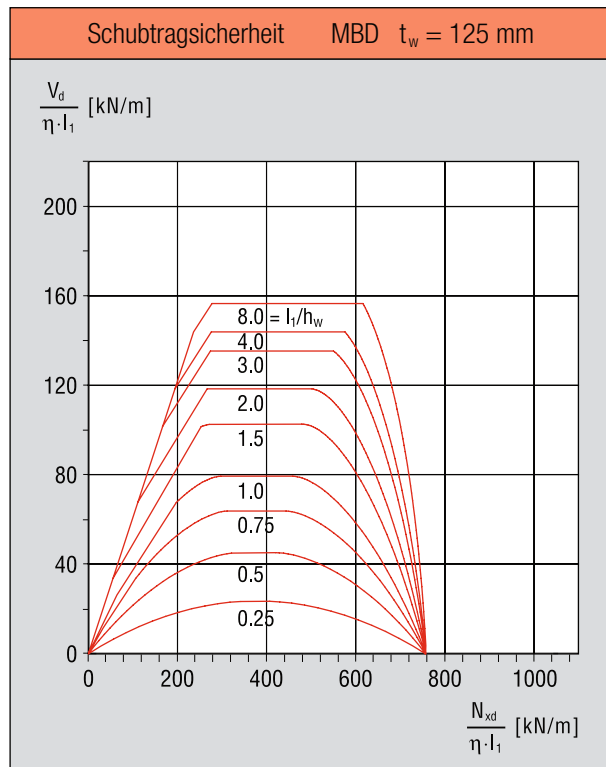
## Diagramme Schubtragsicherheit

### Schubbeanspruchung mit Normalkraft

Mauerwerk MBD, deklariertes Mauerwerk,  $f_{xk} = 12 \text{ N/mm}^2$

$f_{xd} = 6.0 \text{ N/mm}^2$

$f_{yd} = 2.7 \text{ N/mm}^2$



## Diagramme Schubtragsicherheit

### Schubbeanspruchung mit Normalkraft

Mauerwerk MBLD, ohne vermörtelte Stossfugen, «knirsch»

$$f_{xd} = 1.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{yd} = 0.4 \text{ N/mm}^2$$

