


FRIEDRICH DANK
 BOCKAU
 KAPALLEESTR. 18
 Jule

DK 624. 012: 624.04

Fachbereichsstandard

Stand: 1. Oktober 1988

	<p>Mauerwerk aus künstlichen Steinen Nachweis der Trag- und Nutzungsfähigkeit</p>	<p>TGL 38 650/04 Gruppe 20 000</p>
---	--	--

Кладка из искусственного камня; Расчёт несущей и эксплуатационной способности
 Masonry of Cast Stones; Ultimate and Serviceability Limit State Design

Deskriptoren: Mauerwerk; Tragfähigkeit; Nutzungsfähigkeit
 Umfang 7 Seiten

Verantwortlich: Bauakademie der DDR, Institut für Projektierung und Standardisierung, Berlin

Bestätigt: Ministerium für Bauwesen, Berlin

Für Neubau, Rekonstruktion und Modernisierung verständlich ab

Dieser Standard gilt für Mauerwerk mit vorwiegend ruhenden Lasten aus Kalksandsteinen, Mauerziegeln und Hohlblocksteinen.

Dieser Standard gilt nicht für Mauerwerk in Feuerungs-, Industrieschornstein-, Staura- und Behälterbau.

Abweichungen von diesem Standard sind zulässig, wenn sie durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet sind und der Nachweis dafür erbracht wurde.

In vorliegenden Standard ist ST RW 4417-83 übernommen worden. Weitere Informationen siehe Abschnitt "Hinweise".

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
1. Allgemeines	1	3.1. Auf Biegung mit Längsdruck beanspruchte Querschnitte	7
2. Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit	2	3.2. Auf unterschiedliche Formänderung beanspruchte Bauwerksteile	7
2.1. Berechnungssätze	2	Hinweise	7
2.1.1. Auf Biegung mit Längsdruck beanspruchte Querschnitte	2	1. ALLGEMEINES	
2.1.2. Auf reine Biegung beanspruchte Querschnitte	2	Die Berechnung und konstruktive Durchbildung von Mauerwerk sind auf der Grundlage der Nachweisführung nach Grenzzuständen vorzunehmen. Auf den rechnerischen Nachweis darf verzichtet werden, wenn offensichtlich die vorhandenen Beanspruchungen die vorliegende Beanspruchungsfähigkeit nicht überschreiten und die Forderungen von TGL 38 650/03 eingehalten werden.	
2.1.3. Auf örtliche Pressung beanspruchte Querschnitte	3	Bei Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit wird bei Druckbeanspruchung sechseckige Spannungsverteilung angenommen. Sie muss mittig auf Druck beanspruchten Mauerwerkquerschnitten auf die Normalkraft noch innerhalb der 2. Kernweite angreifen.	
2.2. Druckbeanspruchung	3	Ein Ansatz von Zugspannungen senkrecht zur Lagerfuge ist in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit nicht zulässig.	
2.3. Stabilität	4		
2.4. Schubbeanspruchung	5		
2.5. Hauptzugspannung	5		
2.6. Biegezugbeanspruchung	5		
2.7. Örtliche Beanspruchung	5		
2.8. Beanspruchung von bewehrtem Mauerwerk	6		
2.9. Beanspruchung von speziellen Bauteilen	6		
2.9.1. Gewölbe, Bögen, Kappen, Stürze	6		
2.9.2. Gewölbewirkung in Wandebene	6		
2.9.3. Gewölbewirkung senkrecht zur Wandebene	7		
3. Nachweis im Grenzzustand der Nutzungsfähigkeit	7		



Die Beanspruchung von Mauerwerksbauteilen auf Biegezug ohne Längskraft parallel zur Lagerfuge ist durch das Wirkprinzip der Verzahnung entsprechend den vorgeschriebenen Rechenfestigkeiten zulässig. Hierbei wird lineare Spannungsverteilung zugrunde gelegt. In den Grenzzuständen der Nutzungsfähigkeit wird für die Forderungen der Rissebeschränkung lineare Spannungsverteilung über die Querschnittshöhe angenommen. Einzellasten dürfen unter 60° im Mauerwerk verteilt werden. Das gilt auch dann, wenn nur eine einseitige Lastausbreitung möglich ist. Voraussetzung dabei ist, daß der durch die einseitige Lastausbreitung entstehende Horizontalschub sicher aufgenommen wird. Nachweise querstehender Trag- und Nutzungsfähigkeit sind unter Berücksichtigung von TGL 30 650/01 und /02, für bewehrte Konstruktionen unter Beachtung von TGL 33 402, TGL 33 403 und TGL 33 405/01 zu führen. Einzelne rechnerische Nachweise dürfen entfallen, wenn sie offensichtlich nicht maßgebend sind.

Für die Dimensionierung der Querschnitte der Traglieder und den Nachweis ausreichender Tragfähigkeit gilt zwischen der Beanspruchung N und der Beanspruchungsfähigkeit N_{st} :

$$N \leq N_{st} \quad (1)$$

2. NACHWEISE IM GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT

2.1. Berechnungsansätze

2.1.1. Auf Biegung mit Längendruck beanspruchte Querschnitte

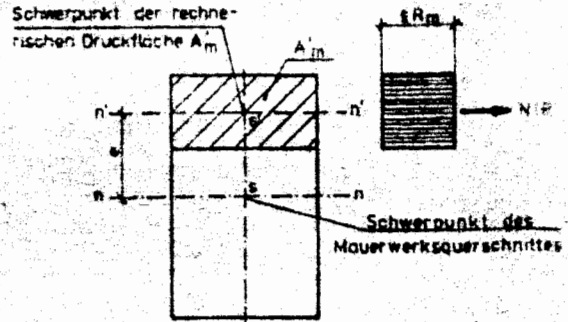
Die Tragfähigkeit ist nachgewiesen, wenn die nach Gleichung (2) errechnete Normalkraft $N(R)$ gleich oder größer N_{st} ist.

Dabei muß der Schwerpunkt der rechnerischen Druckfläche des Mauerwerksquerschnittes A_m auf der Wirkungslinie von N_{st} liegen, siehe Bild 1.

$$N(R) = R_{st} \cdot \varphi \cdot A_m \quad (2)$$

Es bedeuten:

- R_{st} = $R_{st}^0 \cdot T_{a_{s1}}$ = Rechenwert der Mauerwerksdruckfestigkeit
- R_{st}^0 = Grundwert der Mauerwerksdruckfestigkeit
- $T_{a_{s1}}$ = Produkt der maßgeblichen Anpassungsfaktoren
- φ = Abminderungsfaktor nach Abschnitt 2.3.
- A_m = rechnerische Druckfläche des Mauerwerksquerschnittes



e = Ausmittigkeit der Normalkraft (NIR);

Bild 1

2.1.2. Auf reine Biegung beanspruchte Querschnitte

Die Tragfähigkeit ist nachgewiesen, wenn das nach Gleichung (3) und (4) errechnete Biegemoment $M(R)$ gleich oder größer M_{st} ist, siehe Bild 2.

$$M(R) = R_{st} \cdot W \quad \text{bei symmetrischem Querschnitt} \quad (3)$$

$$M(R) = R_{st} \cdot x \cdot J \quad \text{bei unsymmetrischem Querschnitt} \quad (4)$$

Es bedeuten:

$$R_{st} = R_{st}^0 \cdot T_{a_{s1}} = \text{Rechenwert der Mauerwerksbiegezugfestigkeit}$$

$$R_{st}^0 = \text{Grundwert der Mauerwerksbiegezugfestigkeit}$$

$$T_{a_{s1}} = \text{Produkt der maßgeblichen Anpassungsfaktoren}$$

$$W = \text{Widerstandsmoment}$$

$$J = \text{Trägheitsmoment}$$

$$x = \text{Abstand des Schwerpunktes vom gezogenen Rand des Mauerwerksquerschnittes}$$

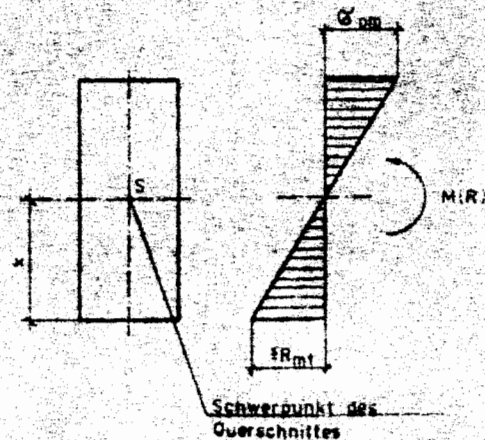


Bild 2

2.1.3. Auf örtliche Pressung beanspruchte Querschnitte

Die Tragfähigkeit ist nachgewiesen, wenn die nach Gleichung (5) errechnete Normalkraft $N(R)$ gleich oder größer der Auflagerkraft F_u ist. Dabei muß der Schwerpunkt der Querschnittsfläche A_m auf der Wirkungslinie von F_u liegen, siehe Bild 3 und 4.

$$N(R) = -R_m \cdot A_m \quad (5)$$

Es bedeuten:

- R_m = $R_m^0 \cdot T_{h_{m,1}}$ = Rechenwert der Mauerwerksdruckfestigkeit
- R_m^0 = Grundwert der Mauerwerksdruckfestigkeit
- $T_{h_{m,1}}$ = Produkt der maßgeblichen Anpassungsfaktoren
- A_m = Querschnitt der rechnerischen Druckfläche
- A = Auflagerfläche

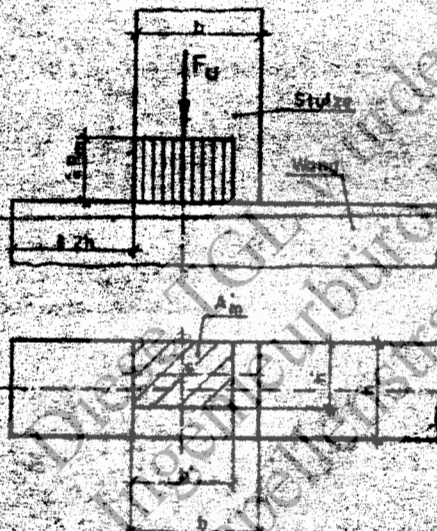


Bild 3

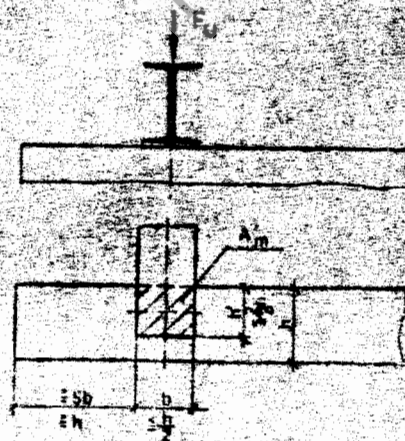


Bild 4

2.2. Druckbeanspruchung

Die Druckbeanspruchung ist mit den Rechenansätzen von 2.1.1. zu ermitteln, die Rechenwerte und die Anpassungsfaktoren sind TGL 38 650/02 zu entnehmen.

Ist bei biegebeanspruchten Wandscheiteln ein Zusammenwirken mit anschließenden Querschnitten gegeben, darf die mitwirkende Breite senkrecht zur Biegebene nicht größer als

- $eff\ b = 2(h_1 + h_2) + b_m \leq \frac{2}{3} h$ bei symmetrischen belasteten Anschlüssen
- $eff\ b = 1,5 h + b_m \leq \frac{2}{3} h$ bei unsymmetrischen Anschlüssen

b_m = Wandhöhe

eingesetzt werden, siehe Bild 5 und 6. Hierbei ist Voraussetzung, daß beide Querschnitte zugleich und aus gleichem Material ausgeführt werden und die zulässige Breite zur Verfügung steht.

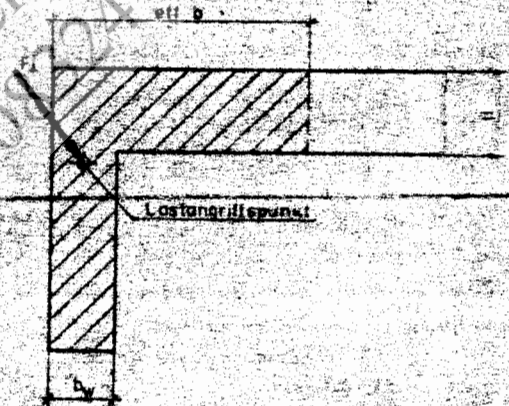


Bild 5

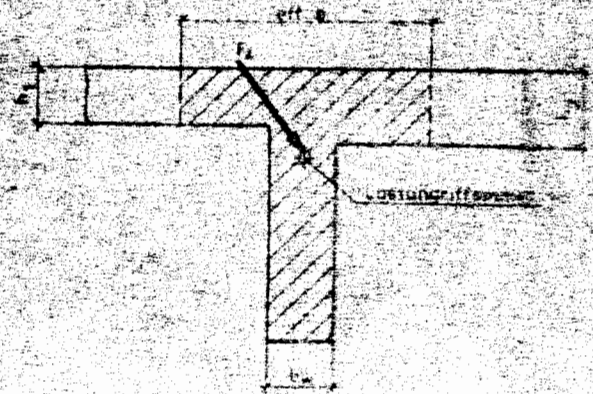


Bild 6

Einzellasten verteilen sich unter 60° unter der Bedingung, daß die Wirkungslinie im Schwerpunkt angreift.

In Bereich von Wandöffnungen (Türen, Fenster) darf die Last über dem Sturz bis auf eine Breite von 1000 mm beiderseits der Öffnung gleichmäßig verteilt werden. Für die Pressung unter dem Sturzträgerauflager gilt diese Verteilung nicht. Hier sind die Beanspruchungen aus Auflast und Auflagerdruck zu überlagern.

Momente aus ausmittig angreifenden vertikalen Lasten, z. B. bei exzentrischen Deckenauflegern, sind zur nächsten horizontalen Aussteifung, z. B. Deckenscheiben, zu berücksichtigen. Die horizontalen Aussteifungen müssen grundsätzlich die aus dem Versetzungsmoment herrührenden Schnittgrößen aufnehmen.

2.3. Stabilität

Die Berechnung der Tragfähigkeit schlanker Bauteile erfolgt nach den Rechenansätzen des Abschnittes 2.1.1.

Die Abminderung der Tragfähigkeit rechnerisch nachzuweisender, schlanker Bauteile ist abhängig von der bezogenen Ausmittigkeit e der resultierenden Normalkraft durch die Faktoren φ nach dem Nomogramm Bild 7 zu bestimmen.

Die bezogene Ausmittigkeit ist bei

Rechteckquerschnitten

$$e = e_0 / h$$

sonstigen Querschnitten

$$e = e/k_1 \quad \text{bei } e \leq k_1$$

$$e = \frac{e - k_1}{k_2 - k_1} + 1 \quad \text{bei } k_1 < e \leq k_2$$

Es bedeuten:

- e = Ausmittigkeit, bezogen auf den Querschnittsschwerpunkt
- h = Querschnittsabmessungen h zur Knickebene
- k_1 = 1. Kernweite in Richtung der Ausmittigkeit
- k_2 = 2. Kernweite in Richtung der Ausmittigkeit

Bei zweifacher Ausmittigkeit ist zur Ermittlung des Abminderungsfaktors φ jede der Hauptachsenrichtungen für sich zu betrachten. Der kleinere φ -Wert ist maßgebend.

Mit $e = 0$ ist zu rechnen, wenn alle Lasten zentriert im Querschnitt eingetragen werden, in allen anderen Fällen ist mindestens $e = 0,25$ anzunehmen,

Ist die Ausmittigkeit über die Länge des Druckgliedes veränderlich, und ist das Druckglied an beiden Enden gehalten, so ist die größte Ausmittigkeit im mittleren Drittel maßgebend.

Die Schlankheit $\bar{\lambda}$ ist bei

Rechteckquerschnitten $\bar{\lambda} = l_0/h$
 sonstigen Querschnitten $\bar{\lambda} = 0,289 l_0/i$

Es bedeuten:

- $l_0 = \beta \cdot s$ = Knicklänge
- β = Knick- und Beullängenbeiwert
- s = Länge des Druckgliedes, in der Regel Wandhöhe
- h = Querschnittsabmessungen h zur Knickebene
- i = Trägheitsradius i zur Knickebene

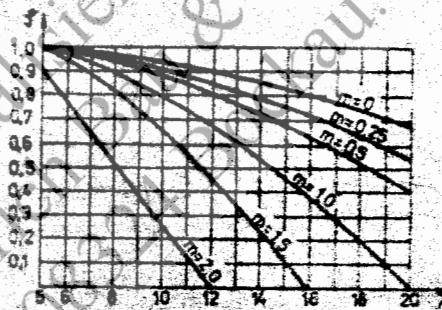


Bild 7

Der Knick- und Beullängenbeiwert wird in Abhängigkeit der Randbedingungen bestimmt.

Er beträgt bei Druckgliedern, die

- an unteren Ende eingespannt und am oberen Ende frei sind

$$\beta = 2 \sqrt{\frac{1 + 2 N_1/N_2}{3}}$$

- an unteren und oberen Ende gehalten sind

$$\beta = 1,5$$

- oben elastisch gehalten und unten eingespannt sind, z. B. Wände bzw. Pfeiler von Hallen bei Dachkonstruktionen mit Scheibwirkung oder Horizontalverbänden

$$\beta = 1,5$$

- oben, unten und an einem Seitenrand gehalten sind, wenn h mindestens $0,07 \cdot b$ ist (b = Abstand vom gehaltenen zum freien Rand)

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1 + 0,5 \left(\frac{b}{h}\right)^2}}$$

- an allen Rändern gehalten sind, wenn h mindestens 0,035 $\cdot b$ ist (b = Abstand der gehaltenen Seitenränder, h = Querschnittshöhe bzw. Wanddicke)

$$\beta = \frac{1}{1 + \left(\frac{b}{h}\right)^2} \quad \text{bei } \left(\frac{b}{h} \leq 1\right)$$

$$\beta = \frac{1}{2 \frac{b}{h}} \quad \text{bei } \left(\frac{b}{h} > 1\right)$$

unten und an beiden Seitenrändern gehalten

$$\beta = \frac{2,5}{1 + \frac{b}{h}} \quad \text{bei } \left(\frac{b}{h} \leq 1\right)$$

$$\beta = \frac{1,25}{\frac{b}{h}} \quad \text{bei } \left(\frac{b}{h} > 1\right)$$

Wurden bei drei- und vierseitig gehaltenen Wänden die Bedingungen für die Wanddicke h in Abhängigkeit der Randabstände b nicht eingehalten, so gelten die Aussagen für seitlich nicht gehaltene Wände.

Sind in seitlich gehaltenen Wänden Öffnungen, deren lichte Breite größer als die 0,25fache Wandlänge und/oder deren lichte Höhe größer als die 0,25fache Wandhöhe ist, so gilt der Wandabschnitt von ausgesteiftem Rand bis zur Öffnung als dreiseitig und zwischen Öffnungen als oben und unten gehalten.

Wände von Schächten und ähnlichen Konstruktionen mit a/b größer 2,0, die gleichzeitig aufgezweit werden und überwiegend ihre Eigenlast zu übertragen haben, brauchen nicht auf Stützen nachgewiesen zu werden, wenn der Stabilitätsnachweis für das Gesamtsystem erfüllt ist.

Die Mindestdicke solcher Wände beträgt in m:

$$h = 1,35 \cdot b \cdot \sqrt{\frac{R_{at}}{g}}$$

Es bedeuten:

- g = Eigenlast des Mauerwerkes in kN/m^2
- b = Wandlänge in m
- a = Wandhöhe in m
- R_{at} = Grundwert der Mauerwerkbiegezugfestigkeit

Öffnungen können angeordnet werden, wenn

- über und unter diesen Öffnungen Randstreifen vorhanden sind, deren Höhe mindestens die halbe Öffnungshöhe beträgt und
- neben den Öffnungen Randstreifen von mindestens einem Viertel der Wandbreite vorhanden sind.

In gleicher Höhe dürfen Öffnungen nur an gegenüberliegenden Wänden von Schächten und ähnlichen Konstruktionen angeordnet werden. Löcher von annähernd quadratischer Form mit einer Fläche kleiner 0,04 $\cdot b^2$ gelten nicht als Öffnungen.

2.4. Schubbeanspruchung

Bei der Übertragung von Kräften, die parallel zur Fuge wirken, dürfen nur gedrückte Querschnittsflächen zur Kraftübertragung herangezogen werden. Die Rechenwerte der Schubbeanspruchung sind TGL 38 650/02 zu entnehmen.

2.5. Hauptzugbeanspruchung

Beim Zusammenwirken rechtwinklig gestoßener Wände nach Bild 6 und 7 ist die Schubbeanspruchung in den Anschlussfugen nachzuweisen. Die für diese Fuge entstehende Hauptzugbeanspruchung σ_1 darf die 0,4fachen Werte von TGL 38 650/02 nicht überschreiten.

2.6. Biegezugbeanspruchung

Biegezugbeanspruchung ist nur für gemauerte Wände zulässig, deren Spannrichtung parallel zur Lagerfuge verläuft und die je Meter Wandhöhe mindestens 5 Schichten, bei Verwendung von Gasbetonsteinen mit $M_k 10$ oder Vermauerwerk mindestens 4 Schichten aufweisen. Diese Steine müssen mindestens der Steinfestigkeitsklasse SFK V entsprechen, Gasbeton SFK III. Bei einem Lochanteil von mehr als 20 % bis höchstens 30 % ist mit $\frac{2}{3} R_{at}$ nach TGL 38 650/02 zu rechnen.

Bei einem Lochanteil über 30 % ist Biegezugbeanspruchung unzulässig.

Die Berechnung von auf Biegung beanspruchtem Mauerwerkquerschnitten erfolgt nach den Rechenansätzen des Abschnittes 2.1.2.

Bei zusätzlich auftretenden Längendruckkräften sind die Bedingungen des Abschnittes 2.1.1. einzuhalten.

2.7. Örtliche Beanspruchung

Die Berechnung von örtlich beanspruchtem Mauerwerkkonstruktionen erfolgt nach den Rechenansätzen des Abschnittes 2.1.3. unter Berücksichtigung der entsprechenden Anpassungsfaktoren von TGL 38 650/02.

2.8. Beanspruchung von bewehrtem Mauerwerk

Die Berechnung von überliegend auf Biegung beanspruchtem Mauerwerk, das mit einer Bewehrung versehen ist, hat nach den grundsätzlichen Annahmen von TGL 33 402, TGL 33 403 und TGL 33 405/01 zu erfolgen.

Hierbei ist für R_b^0 aus TGL 33 403 Tabelle "Festigkeitskennwerte des Betons" der entsprechende Wert R_b^0 aus TGL 38 650/02 einzusetzen.

Für die Bewehrung sind nach TGL 33 405/01 folgende Rechenfestigkeiten anzusetzen:

- St A-I $R_s = 150 \text{ N/mm}^2$
- St T-IV $R_s = 180 \text{ N/mm}^2$

Die Querkraft darf nicht größer werden als

$$Q(R) = 0,3 \cdot R_{st}^0 \cdot b \cdot h_p \quad (6)$$

2.9. Beanspruchung von speziellen Bauteilen

2.9.1. Gewölbe, Bögen, Kappen, Sturze

Beanspruchungen in Gewölben und Bögen mit voller Hintermauerung bei vorwiegend langfristig wirkender Belastung dürfen nach der Stützlinienmethode ermittelt werden, wenn die Stützweite 6000 mm nicht überschreitet. Bei Stützweiten größer 6000 mm sind die Schnittgrößen stets nach der Elastizitätstheorie zu berechnen. Dabei ist volle Einspannung an den Kämpfern und bei konstanter Gewölbetiefe gleiche Steifigkeit über die gesamte Gewölbelänge zugrunde zu legen. Die Aussittigkeit der inneren Längskraft darf in keinem Querschnitt den Bereich der zweiten Kernweite überschreiten. Die sichere Aufnahme des Gewölbeschubs ist nachzuweisen.

2.9.2. Gewölbewirkung in Wandebenen

Gewölbewirkung ist vorhanden, wenn die lichten Höhen von Öffnungen 4000 mm, die lichten Breiten 3000 mm nicht überschreiten und neben bzw. über den Öffnungen ungestörtes Mauerwerk nach den in Tabelle 1 angegebenen Maßen vorhanden ist.

Tabelle 1

$\frac{h}{l}$	α	
0,05	0,1	
0,120	0,5	
0,180	0,6	
0,200	0,7	
0,250	0,8	
0,300	0,9	
0,360	1,0	

Ist eine Gewölbewirkung über Sturzen und Trägern vorhanden, so braucht bei der Berechnung

- als Belastung nur der Anteil nach Bild 8 angesetzt zu werden
- von gleichmäßig verteilten Deckenlasten nur der Anteil angesetzt zu werden, der innerhalb der Dreiecksfläche nach Bild 8 auftritt und
- eine Einzellast nur dann berücksichtigt zu werden, wenn diese unterhalb einer Linie liegt, die von den Sturzen und Trägern einen Abstand von der um 250 mm vergrößerten Dreieckshöhe hat. Solche Einzellasten sind unter 60° zu verteilen, und das dabei zusätzlich erfaßte Mauerwerk ist mit als Belastung anzusetzen, siehe Bild 9.

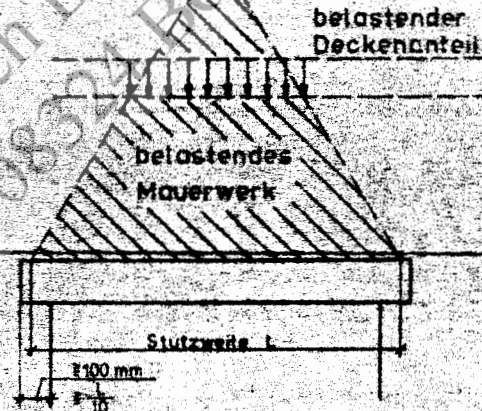


Bild 8

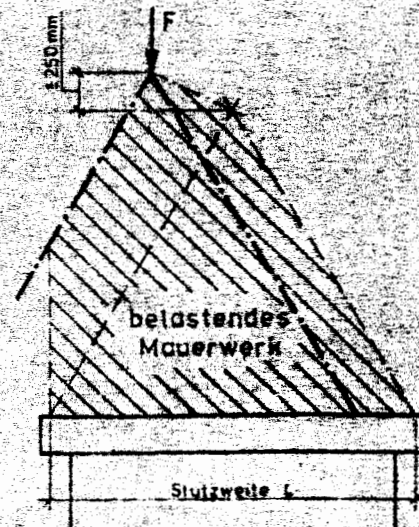


Bild 9

2.9.3. Gewölbewirkung senkrecht zur Wandebene

Wirken Lasten senkrecht zur Wandebene, so darf mit einer Gewölbewirkung der Wand gerechnet werden, wenn der Gewölbeschub sicher aufgenommen werden kann. Dabei muß die Wanddicke mindestens 1/20 der erforderlichen Spannweite der Wand betragen. Für die Bestimmung des Gewölbeschubes ist mit einem Stütz von 2/3 der Wanddicke zu rechnen.

3. NACHWEISE IM GRENZZUSTAND DER NUTZUNGSFAHIGKEIT

3.1. Auf Biegung mit Längsdruck beanspruchte Querschnitte

Die Nutzungsfähigkeit bei der Forderung nach Rissbeschränkung ist nachgewiesen, wenn die nach Gleichung (7) errechnete Längskraft $N(R)$ gleich oder größer N ist, siehe Bild 10.

$$N(R) = \frac{R_{at} \cdot A_n \cdot T_{an1}}{\frac{b \cdot e}{h} - 1} \quad \text{bei Rechteckquerschnitt (7)}$$

Es bedeutet:

- $R_{at} = R_{at}^0 \cdot T_{an1}$ = Rechenwert der Mauerwerksbiegezugfestigkeit
- R_{at}^0 = Grundwert der Mauerwerksbiegezugfestigkeit
- T_{an1} = Produkt der ausgeübten Anpassungsfaktoren
- e = Ausmittigkeit der Normalkraft
- A_n = $b \cdot h$ = Fläche des Mauerwerksquerschnittes

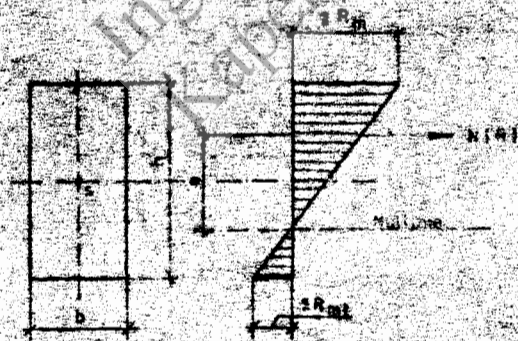


Bild 10

3.2. Auf unterschiedliche Beanspruchung beanspruchte Bauteile

Zur Vermeidung von Rissen sich gegenseitig beeinflussender Bauteile darf die nach Gleichung (8) zu ermittelnde Verformungsdifferenz $\Delta \epsilon$ nicht größer werden als $0,35 \cdot 10^{-3} \text{ mm/m}$

$$\Delta \epsilon = \epsilon_1 - \epsilon_2 \leq 0,35 \cdot 10^{-3} \text{ mm/m} \quad (8)$$

Es bedeuten:

ϵ_1 und ϵ_2 = bezogene Verformung der Bauteile 1 bzw. 2 infolge Beanspruchung aus Last, Temperatur, Schwinden und Kriechen

Hinweis

Vorliegender Standard enthält gemeinsam mit TGL 38 650/02 die Festlegungen des ST RGW 44/7-83.

In vorliegendem Standard ist auf folgende Standards Bezug genommen:

- TGL 33 402; TGL 33 403; TGL 33 405/01;
- TGL 38 650/01 bis /03

Mit vorliegendem Standard stehen folgende Standards im Zusammenhang:

- Kleinformtige Wandbaustoffe; Kalksandsteine - siehe TGL 9009;
- ; Mauerziegel; Langlochziegel - siehe TGL 22 821/02
- ; Hochlochziegel - siehe TGL 22 821/03
- ; Mauervollziegel und Mauerklinker - siehe TGL 22 821/04
- ; Hochlochleichtziegel - siehe TGL 22 821/05
- Betonelemente für Handmontage und traditionelle Bauweisen; Hohlblocksteine aus Beton und Leichtbeton - siehe TGL 33 401/03