

# Explosionsdruck

Die Bemessung von Kalksandsteinwänden auf Explosionsdruck kann aufgrund von verschiedenen eher seltenen Ereignissen erforderlich werden. Explosionsdrücke sind daher grundsätzlich als außergewöhnliche Einwirkungen einzustufen. Bereits seit einigen Jahren müssen beispielsweise vermehrt Innenwände auf solche Horizontalbelastungen infolge Überdruck-Entladung bei Schaltanlagen bemessen werden, da auch bei Anordnung von Druckentlastungseinrichtungen zumeist noch ein horizontaler Restdruck anzusetzen ist.

Während die Bemessung von vertikal tragenden Wänden nach DIN EN 1996-1-1 unter zusätzlicher horizontaler Beanspruchung kein Problem darstellt und der Nachweis mit einer üblichen Bemessungs-Software erfolgen kann, stehen für vertikal nichttragende Wände hingegen kaum Informationen zur tatsächlichen Biegetragfähigkeit bei horizontaler Druckbeanspruchung zur Verfügung. Lediglich für windbeanspruchte nichttragende Außenwände sind entsprechende Tabellen mit zulässigen Ausfachungsflächen verfügbar.

Für Ausfachungsflächen infolge Windbelastung wurde in verschiedenen Forschungsvorhaben an der Technischen Universität Darmstadt – z.B. [1], [2], [3] – ein vereinfachtes Nachweisverfahren zur Bestimmung der im Grenzzustand der Tragfähigkeit aufnehmbaren Beanspruchungen für nicht tragende Wände entwickelt, welches gleichzeitig auch die Angabe zulässiger Ausfachungsflächen in Abhängigkeit der Einwirkungen erlaubt. Die resultierenden Ausfachungsflächen für Wind auf nicht tragende Außenwände sind im entsprechenden Kapitel des KS-Planungshandbuchs angegeben.

Aufbauend auf diesen Vorarbeiten wurden nunmehr ergänzend entsprechende Untersuchungen für Wände aus Kalksandsteinmauerwerk unter Druckbelastung infolge Explosion durchgeführt und entsprechende Größtwerte der Ausfachungsflächen tabellarisch dargestellt [4]. Ausgangspunkt der Tragfähigkeitsanalyse von nichttragenden Wänden unter horizontaler Beanspruchung war die Dissertation von Richter. Unter Verwendung des dort entwickelten Nachweisverfahrens kann die Tragfähigkeit von nichttragenden Mauerwerkswänden unter horizontalen Einwirkungen bzw. die maximal zulässige Ausfachungsfläche der Wand  $A_W$  wie folgt bestimmt werden:

$$A_W = t^2 \cdot \frac{f_{tk1}}{\mu_t} \cdot \frac{1}{\gamma_M} \cdot \frac{1}{q_{ex,d}} \cdot Y_W \quad (1)$$

mit

$A_W$  Ausfachungsfläche

$t$  Wanddicke

$f_{tk1}$  Vertikale Biegezugfestigkeit ( $f_{tk1} = 0,2 \text{ N/mm}^2$  nach DIN EN 1996-1-1 und [5])

$\mu_t$  Biegezugverhältnis ( $\mu_t = f_{tk1}/f_{tk2} = 1,1$  nach [5])

$\gamma_M$  Teilsicherheitsbeiwert ( $\gamma_M = 1,3$  für außergewöhnliche Einwirkungen)

$q_{ex,d}$  Bemessungswert des Explosionsdrucks ( $q_{ex,d} = q_{ex,k}$  mit  $\gamma_{A,ex} = 1,0$ )

$Y_W$  Traglastfaktor in Abhängigkeit der Lagerungsbedingungen, der Wandgeometrie und des Biegezugverhältnisses nach [4]

Die angegebenen Biegezugfestigkeiten und das Biegezugverhältnis können nach [5] für KS-Plansteine und KS-Planelemente mit Dünnbettmörtel und einem Überbindemaß  $I_{ol} \geq 0,4 \cdot h_u$  angesetzt werden. Eine Stoßfugenvermörtelung ist nicht erforderlich. Mit den dargestellten Eingangsparametern kann in Abhängigkeit der Wanddicke  $t$  für eine definierte Wandgeometrie  $h/l$  die größtmögliche Ausfachungsfläche infolge Explosionsdruck  $A_{ex}$  in Abhängigkeit des vorhandenen Explosionsdrucks  $q_{ex,d}$  nach Gleichung (1) bestimmt werden.

Für einen Einheitswert des Explosionsdrucks von  $q_{ex,d} = 1,00 \text{ kN/m}^2$  sind die entsprechenden Ergebnisse für die Ausfachungsflächen  $A_{ex,0}$  bei verschiedenen Lagerungsbedingungen in Tafel 1 dargestellt. Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden. Bei anderen Explosionsdrücken müssen die angegebenen Ausfachungsflächen  $A_{ex,0}$  mit dem Korrekturbeiwert  $k_{ex}$  nach Tafel 2 multipliziert werden:

$$A_{ex} = k_{ex} \cdot A_{ex,0} \quad (2)$$

**Tafel 1: Größtwerte der Ausfachungsflächen von nichttragenden Kalksandsteinwänden bei Explosionseinwirkung**

Größtwerte der Ausfachungsflächen $A_{ex,0}$ [m <sup>2</sup> ] KS-Plansteine und KS XL, KS XL-E und KS XL-N mit Dünnbettmörtel ohne Stoßfugenvermörtelung Überbindemaß $l_{ol} \geq 0,4 \cdot h_u$ / Explosionsdruck $q_{ex,d} = 1,0 \text{ kN/m}^2$						
4-seitig gehalten; seitlich gelenkig gelagert						
Wanddicke t [mm]	Verhältnis h/l (Verhältnis der Wandhöhe zur Wandlänge) <sup>1)</sup>					
	0,30	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
115	10,5	6,6	5,5	5,4	6,0	6,9
150	17,9	11,3	9,4	9,2	10,2	11,7
175	24,4	15,4	12,7	12,5	13,8	15,9
200	31,9	20,1	16,6	16,3	18,1	20,8
240	45,9	28,9	24,0	23,5	26,0	29,9
300	71,8	45,1	37,4	36,7	40,7	46,8
365	106,3	66,8	55,4	54,3	60,2	69,2
4-seitig gehalten; seitlich eingespannt						
Wanddicke t [mm]	Verhältnis h/l (Verhältnis der Wandhöhe zur Wandlänge) <sup>1)</sup>					
	0,30	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
115	10,8	7,1	7,0	7,8	9,6	11,5
150	18,3	12,1	12,0	13,2	16,4	19,6
175	24,9	16,5	16,3	18,0	22,3	26,6
200	32,6	21,6	21,3	23,5	29,2	34,8
240	46,9	31,1	30,7	33,9	42,0	50,1
300	73,3	48,6	47,9	52,9	65,6	78,2
365	108,5	71,9	71,0	78,4	97,1	115,8
3-seitig gehalten; oberer Rand frei; seitlich gelenkig gelagert						
Wanddicke t [mm]	Verhältnis h/l (Verhältnis der Wandhöhe zur Wandlänge) <sup>1)</sup>					
	0,30	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
115	2,8	2,5	2,6	3,0	4,1	5,3
150	4,8	4,2	4,5	5,2	7,0	9,1
175	6,5	5,7	6,1	7,0	9,5	12,4
200	8,5	7,4	8,0	9,2	12,4	16,1
240	12,2	10,7	11,5	13,2	17,9	23,2
300	19,1	16,7	17,9	20,7	28,0	36,3
365	28,3	24,7	26,5	30,6	41,4	53,7
3-seitig gehalten; oberer Rand frei; seitlich eingespannt						
Wanddicke t [mm]	Verhältnis h/l (Verhältnis der Wandhöhe zur Wandlänge) <sup>1)</sup>					
	0,30	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00
115	4,3	4,6	5,0	5,6	7,0	8,5
150	7,2	7,7	8,6	9,6	11,8	14,5
175	9,8	10,5	11,7	13,0	16,1	19,7
200	12,9	13,8	15,2	17,0	21,0	25,7
240	18,5	19,8	22,0	24,5	30,3	37,0
300	28,9	31,0	34,3	38,2	47,3	57,9
365	42,8	45,9	50,8	56,6	70,1	85,6

<sup>1)</sup> Zwischenwerte dürfen gradlinig interpoliert werden.

**Tafel 2: Faktor  $k_{ex}$  für die Umrechnung der Ausfachungsflächen bei anderen Explosionsdrücken**

Umrechnungsfaktor	Explosionsdruck $q_{ex,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ] <sup>1)</sup>															
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
$k_{ex}$	2,00	1,67	1,43	1,25	1,11	1,00	0,91	0,83	0,77	0,71	0,67	0,50	0,40	0,33	0,25	0,20

<sup>1)</sup> Zwischenwerte dürfen gradlinig interpoliert werden.

**Literatur**

- [1] Richter, L.: Tragfähigkeit nichttragender Wände aus Mauerwerk, Dissertation, Technische Universität Darmstadt, 2009
- [2] Graubner, C.-A.; Richter, L.: Nichttragende Wände aus Mauerwerk; Forschungsbericht F01-06; Juni 2008
- [3] Graubner, C.-A.; Richter, L.: Nichttragende Wände aus Mauerwerk; Forschungsbericht F01-08; September 2008
- [4] Graubner, C.-A.: Zulässige Ausfachungsflächen von Mauerwerk aus KS-Plansteinen mit Dünnbettmörtel bei Explosionsdruck; Stellungnahme Nr. 2023-02/AG; April 2023
- [5] Brameshuber, W., Saenger, D.: Forschungsbericht F 7066 – Erarbeiten einer elektronischen Datenbank zu Biegezugfestigkeitsversuchen an Mauerwerk aus Kalksandsteinen sowie Auswertung der Daten; Aachen, 28.11.2011

Hannover im Juli 2023

**Herausgeber:**

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V.  
Entenfangweg 15, 30419 Hannover  
Telefon: 05 11 / 279 54-0, Telefax: 05 11 / 279 54-54  
[info@kalksandstein.de](mailto:info@kalksandstein.de), [www.kalksandstein.de](http://www.kalksandstein.de)  
[www.facebook.com/kalksandstein](https://www.facebook.com/kalksandstein)