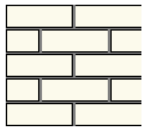


## POS. 8: KS BSP.6, S.17

### Mauerwerksbemessung

nach DIN EN 1996-1-1 (EC 6, 2.13), NA: Deutschland (4H-MAUER Version: 10/2009-1o)

Mauerwerk -  
Detailnachweise



#### Abmessungen:

zweiseitig gehaltene Wand  
Länge  $l_w = 5.240$  m  
Höhe  $h_w = 2.570$  m  
Dicke  $d_w = 24.0$  cm

#### Materialdaten:

Mauerwerk aus Kalksandstein (Vollstein)  
Steinfestigkeitsklasse 12, Mauersteingruppe 1  
Mörtelgruppe DM (Stoßfuge unvermörtelt)

#### Nachweisbezogene Daten:

Elementmauerwerk, Steinabmessungen:  
Länge  $l_{st} = 247$  mm  
Höhe  $h_{st} = 248$  mm  
Überbindemaß  $ü_{st} = 98$  mm  
Wandscheibe unter Windbelastung

Sicherheitsbeiwert  $\gamma_{M0}$  für normale Einwirkungen  
Abminderungsbeiwert  $\eta$  für normale Einwirkungen

#### Bemessungsgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit

	$N_{Ed}$ kN	$M_{Edp}$ kNm	$V_{Edp}$ kN	$M_{Eds}$ kNm	$V_{Eds}$ kN	Nachw- punkt
1	-745.00	697.50	19.00	---	---	unten
2	-1173.00	739.00	19.00	---	---	unten
3	-708.00	0.00	19.00	---	---	mittig

p: Biegung in Wandebene (Scheibenwirkung), s: Biegung senkrecht zur Wand (Plattenwirkung)

#### Voraussetzungen

SFK	MG	$f_k$ MN/m <sup>2</sup>	$\eta$	$\gamma_M$	$f_d$ MN/m <sup>2</sup>	$E_M$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{bk}$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{vk0}$ MN/m <sup>2</sup>	$f_{bt}$ MN/m <sup>2</sup>
12	DM	6.98	0.85	1.500	3.96	6632.6	15.00	0.22	0.48

SFK: Steinfestigkeitsklasse, MG: Mörtelgruppe

charakteristische Druckfestigkeit von Mauerwerk mit Mörtel  $f_k$ , Abminderungsbeiwert  $\eta$

Material sicherheit  $\gamma_M = k_0 \cdot \gamma_{M0}$ , Bemessungsdruckfestigkeit  $f_d = \eta \cdot f_k / \gamma_M$ , Elastizitätsmodul  $E_M$

normierte Mauersteindruckfestigkeit  $f_{bk}$ , charakteristische Haftscherfestigkeit  $f_{vk0}$ , rechnerische Steinzugfestigkeit  $f_{bt}$

Berechnung der charakteristischen Druckfestigkeit von Mauerwerk mit Mörtel:

$$f_k = K \cdot [f_{bk}]^\alpha = 6.98 \text{ MN/m}^2, K = 0.80, \alpha = 0.80, f_{bk} = 15.00 \text{ MN/m}^2$$

$$\text{Gesamtfläche des Querschnitts } A = 1.258 \text{ m}^2 = 12576 \text{ cm}^2 \Rightarrow k_0 = 1$$

#### Nachweis bei Schubbeanspruchung

im Grenzzustand der Tragfähigkeit

in Wandebene (Scheibenschub):

LF 1 (unten): $N_{Ed} = 745.00$ kN $M_{Ed} = 697.50$ kNm $V_{Ed} = 19.00$ kN
--

$$\text{Ausmitte } e = M_{Ed} / N_{Ed} = 0.936 \text{ m}$$

$$\text{Länge des überdrückten Querschnitts } l_c = 1.5 \cdot (l_w - 2 \cdot e) \leq l_w \Rightarrow l_c = 5.051 \text{ m}$$

$$\text{rechnerische Wandlänge (Windscheibe) } \alpha_s = \min(1.125 \cdot l_w, 1.333 \cdot l_c) = 5.895 \text{ m}$$

$$\text{Fläche des überdrückten Querschnitts } A_c = l_c \cdot d_w = 1.212 \text{ m}^2$$

$$\text{Bemessungswert der Druckspannung } \sigma_{Dd} = N_{Ed} / A_c = 0.61 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Haftscherfestigkeit } f_{vk0} = 0.11 \text{ N/mm}^2 \text{ (Stoßfugen unvermörtelt)}$$

$$\text{charakteristische Schubfestigkeit } f_{vk1} = f_{vk0} + \mu \cdot \sigma_{Dd} = 0.36 \text{ N/mm}^2 \text{ mit } \mu = 0.4$$

$$f_{vk2} = 0.45 \cdot f_{bt} \cdot \sqrt{1 + \sigma_{Dd} / f_{bt}} = 0.33 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Bemessungswert der Schubfestigkeit } f_{vd} = \min(f_{vk1}, f_{vk2}) / \gamma_M = 0.22 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Faktor für die Schubspannungsverteilung (für } h_w / l_w \leq 1.0) 1.0 \leq c \leq 1.5 \text{ (für } h_w / l_w \geq 2.0)$$

$$\Rightarrow c = 1.00 \text{ für } h_w / l_w = 0.49$$

$$\text{aufnehmbare Querkraft } V_{Rd} = \alpha_s \cdot f_{vd} \cdot d_w / c = 307.65 \text{ kN} > V_{Ed} = 19.00 \text{ kN}$$

$$\text{Querschnittsausnutzung } U_p = V_{Ed} / V_{Rd} = 0.062 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

Schubdruckversagen am Wandfuß ( $ü/h_{st} = 0.395 < 0.4$ ):

$$\text{Länge des überdrückten Querschnitts } l_c = l_w - 2 \cdot e \leq l_w \Rightarrow l_c = 3.368 \text{ m}$$

$$\text{aufnehmbare Querkraft } V_{Rd} = (f_k \cdot d_w \cdot l_c \cdot \gamma_M \cdot N_{Ed}) \cdot (ü/h_{st}) / (\gamma_M \cdot c) = 1192.11 \text{ kN} > V_{Ed} = 19.00 \text{ kN}$$

$$\text{Querschnittsausnutzung } U_p = V_{Ed} / V_{Rd} = 0.016 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$$

in Wandebene (Scheibenschub):

LF 2 (unten): $N_{Ed} = 1173.00$ kN $M_{Ed} = 739.00$ kNm $V_{Ed} = 19.00$ kN
---

$$\text{Ausmitte } e = M_{Ed} / N_{Ed} = 0.630 \text{ m}$$

$$\text{Länge des überdrückten Querschnitts } l_c = 1.5 \cdot (l_w - 2 \cdot e) \leq l_w \Rightarrow l_c = 5.240 \text{ m}$$

$$\text{rechnerische Wandlänge (Windscheibe) } \alpha_s = \min(1.125 \cdot l_w, 1.333 \cdot l_c) = 5.895 \text{ m}$$

$$\text{Fläche des überdrückten Querschnitts } A_c = l_c \cdot d_w = 1.258 \text{ m}^2$$



Bemessungswert der Druckspannung  $\sigma_{Dd} = N_{Ed}/A_c = 0.93 \text{ N/mm}^2$

Haftscherfestigkeit  $f_{vk0} = 0.11 \text{ N/mm}^2$  (Stoßfugen unvermörtelt)

charakteristische Schubfestigkeit  $f_{vk1} = f_{vk0} + \mu \cdot \sigma_{Dd} = 0.48 \text{ N/mm}^2$  mit  $\mu = 0.4$

$$f_{vk2} = 0.45 \cdot f_{bt} \cdot \sqrt{1 + \sigma_{Dd}/f_{bt}} = 0.37 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der Schubfestigkeit  $f_{vd} = \min(f_{vk1}, f_{vk2})/\gamma_M = 0.25 \text{ N/mm}^2$

Faktor für die Schubspannungsverteilung (für  $h_w/l_w \leq 1.0$ )  $1.0 \leq c \leq 1.5$  (für  $h_w/l_w \geq 2.0$ )

$$\Rightarrow c = 1.00 \text{ für } h_w/l_w = 0.49$$

aufnehmbare Querkraft  $V_{Rd} = \alpha_s \cdot f_{vd} \cdot d_w/c = 349.52 \text{ kN} > V_{Ed} = 19.00 \text{ kN}$

Querschnittsausnutzung  $U_p = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.054 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$

Schubdruckversagen am Wandfuß ( $\bar{u}/h_{st} = 0.395 < 0.4$ ):

Länge des überdrückten Querschnitts  $l_c = l_w - 2 \cdot e \leq l_w \Rightarrow l_c = 3.980 \text{ m}$

aufnehmbare Querkraft  $V_{Rd} = (f_k \cdot d_w \cdot l_c \cdot \gamma_M \cdot N_{Ed}) \cdot (\bar{u}/h_{st}) / (\gamma_M \cdot c) = 1293.34 \text{ kN} > V_{Ed} = 19.00 \text{ kN}$

Querschnittsausnutzung  $U_p = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.015 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$

**in Wandebene (Scheibenschub):**

LF 3 (mittig): $N_{Ed} = 708.00 \text{ kN}$ $M_{Ed} = 0.00 \text{ kNm}$ $V_{Ed} = 19.00 \text{ kN}$
---

Ausmitte  $e = M_{Ed}/N_{Ed} = 0.000 \text{ m}$

Länge des überdrückten Querschnitts  $l_c = 1.5 \cdot (l_w - 2 \cdot e) \leq l_w \Rightarrow l_c = 5.240 \text{ m}$

rechnerische Wandlänge (Windscheibe)  $\alpha_s = \min(1.125 \cdot l_w, 1.333 \cdot l_c) = 5.895 \text{ m}$

Fläche des überdrückten Querschnitts  $A_c = l_c \cdot d_w = 1.258 \text{ m}^2$

Bemessungswert der Druckspannung  $\sigma_{Dd} = N_{Ed}/A_c = 0.56 \text{ N/mm}^2$

Haftscherfestigkeit  $f_{vk0} = 0.11 \text{ N/mm}^2$  (Stoßfugen unvermörtelt)

charakteristische Schubfestigkeit  $f_{vk1} = f_{vk0} + \mu \cdot \sigma_{Dd} = 0.34 \text{ N/mm}^2$  mit  $\mu = 0.4$

$$f_{vk2} = 0.45 \cdot f_{bt} \cdot \sqrt{1 + \sigma_{Dd}/f_{bt}} = 0.32 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der Schubfestigkeit  $f_{vd} = \min(f_{vk1}, f_{vk2})/\gamma_M = 0.21 \text{ N/mm}^2$

Faktor für die Schubspannungsverteilung (für  $h_w/l_w \leq 1.0$ )  $1.0 \leq c \leq 1.5$  (für  $h_w/l_w \geq 2.0$ )

$$\Rightarrow c = 1.00 \text{ für } h_w/l_w = 0.49$$

aufnehmbare Querkraft  $V_{Rd} = \alpha_s \cdot f_{vd} \cdot d_w/c = 300.31 \text{ kN} > V_{Ed} = 19.00 \text{ kN}$

Querschnittsausnutzung  $U_p = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.063 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$

Fugenversagen durch Klaffen der Lagerfugen in Wandmitte ( $h_{st} > l_{st}$ ):

aufnehmbare Querkraft  $V_{Rd} = 2/3 \cdot (l_{st}/h_{st} + l_{st}/h_w) \cdot N_{Ed}/\gamma_M = 343.64 \text{ kN} > V_{Ed} = 19.00 \text{ kN}$

Querschnittsausnutzung  $U_p = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.055 \leq 1 \Rightarrow \text{ok}$

## Fazit

**Alle Nachweise konnten erfolgreich durchgeführt werden.**

maximale Ausnutzung  $U_{max} = 0.063$

**Beachte:**

Schubnachweis: Bei Ansatz der Anfangsscherfestigkeit ist der Randdehnungsnachweis zu führen