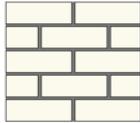


Mauerwerksbemessung

nach DIN EN 1996-1-1 (EC 6, 2.13), NA: Deutschland

Mauerwerk -
Detailnachweise



Abmessungen:

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

Materialdaten:

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

Nachweisbezogene Daten:

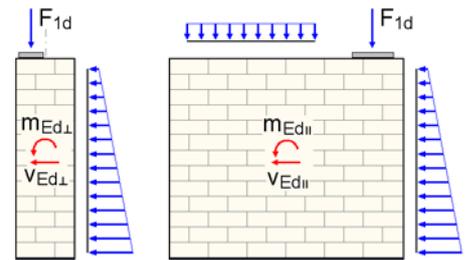
Steinabmessungen:
Länge $l_{st} = 247 \text{ mm}$
Höhe $h_{st} = 248 \text{ mm}$
Überbindemaß $ü_{st} = 98 \text{ mm}$
Elementmauerwerk
Wandscheibe unter Windbelastung

Sicherheitsbeiwert γ_{M0} für normale Einwirkungen
Abminderungsbeiwert η 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 ²	η	γ_M	f_d MN/m ²	E_M MN/m ²	f_{bk} MN/m ²	f_{vk0} MN/m ²	f_{bt} MN/m ²
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 η

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

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

Die Druckfestigkeit von Mauerwerk kann nach EC 6 nicht bestimmt werden, da Es werden ähnliche Festigkeiten verwendet.

Berechnung der charakteristischen Druckfestigkeit von Mauerwerk mit Mörtel:

$$f_k = K \cdot f_{bk}^\alpha = 6.98 \text{ MN/m}^2, K = 0.80, \alpha = 0.800, f_{bk} = 15.00 \text{ MN/m}^2$$

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

$$\text{Sicherheitsbeiwert } \gamma_M = k_0 \cdot \gamma_{M0} = 1.500, \gamma_{M0} = 1.50$$

Nachweis bei Schubbeanspruchung

im Grenzzustand der Tragfähigkeit

in Wandebene (Scheibenschub):

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

in Wandebene (Scheibenschub):

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

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

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

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 $h_w/l_w \geq 2.0$)

$\Rightarrow c = 1.00$ 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 ($\ddot{u}/h_{st} = 0.395 < 0.4$):

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

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

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 $h_w/l_w \geq 2.0$)

$\Rightarrow c = 1.00$ 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