

**Bemessung einer Mauerwerkswand**

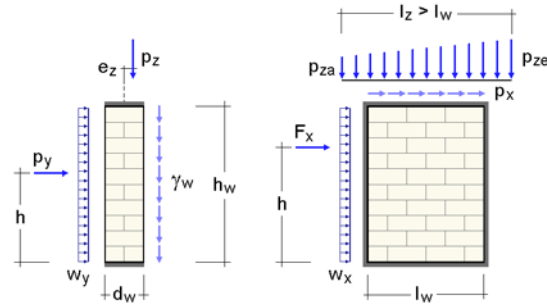
nach DIN EN 1996-1-1 (EC 6, 2.13), NA: Deutschland

**Abmessungen:**

vierseitig gehaltene Innenwand  
 Wandlänge  $l_w = 5.400 \text{ m}$   
 Wandhöhe  $h_w = 2.670 \text{ m}$  (lichte Geschosshöhe)  
 Wanddicke  $d_w = 24.0 \text{ cm}$

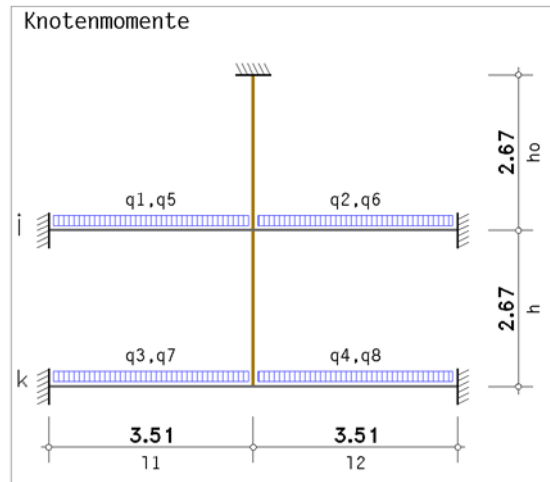
**Materialdaten:**

KS-R P (Vollstein) SFK 12 Gruppe 1  
 KS-R-Plansteine  
 Dünnbettmörtel (Stoßfugen unvermörtelt)



**statisches Ersatzsystem (für Momente aus Deckenlast):**

Zweifeldrahmen  $l_1 = 3.510 \text{ m}$ ,  $l_2 = 3.510 \text{ m}$   
 Geschosshöhen:  $h = 2.870 \text{ m}$ ,  $h_o = 2.870 \text{ m}$   
 lichte Höhen:  $h = 2.670 \text{ m}$ ,  $h_o = 2.670 \text{ m}$   
 Wanddicke  $d_{w0} = 24.0 \text{ cm}$   
 Dicke der Massivdecken  $d_{p0} = 20.0 \text{ cm}$   $d_{pu} = 20.0 \text{ cm}$   
 E-Modul der Decken  $E_c = 31000 \text{ MN/m}^2$



**Steinabmessungen:**

Länge  $l_{st} = 498 \text{ mm}$   
 Höhe  $h_{st} = 248 \text{ mm}$   
 Überbindemaß  $ü_{st} = 99 \text{ mm}$

**Knicknachweis:**

flächig aufgelagerte Massivdecke

**Berechnungssteuerung:**

Genauere Berechnung der Knotenmomente  
 Wand-Decken-Knoten: halbe Nutzlast wie ständige Last  
 Wand-Decken-Knoten: ständige Last stets belastend ( $\gamma_{G,inf} = \gamma_{G,sup}$ )  
 Wand-Decken-Knoten: kein vertikaler Abtrag der Deckenlasten

**Lasten auf den angrenzenden Deckenfeldern:**

- 1: Decke j Feld 1  $q = 6.50 \text{ kN/m}^2$  ständige Einwirkung
- 2: Decke j Feld 2  $q = 6.50 \text{ kN/m}^2$  ständige Einwirkung
- 5: Decke j Feld 1  $q = 2.30 \text{ kN/m}^2$  veränderliche Einwirkung (Kat. A/B)
- 6: Decke j Feld 2  $q = 2.30 \text{ kN/m}^2$  veränderliche Einwirkung (Kat. A/B)

**Eigengewicht:** der Wand: Wichte  $\gamma_w = 20.37 \text{ kN/m}^3$  ständige Einwirkung

**Wandkopflasten:**

- 1: NGK  $p_z = 194.48 \text{ kN/m}$  ständige Einwirkung
  - 2: NQK  $p_z = 47.15 \text{ kN/m}$  veränderliche Einwirkung (Kat. A/B)
  - 3: Wind  $p_x = 17.35 \text{ kN/m}$   $p_{z,a} = -103.40 \text{ kN/m}$   $p_{z,e} = 103.40 \text{ kN/m}$  veränderliche Einwirkung (Kat. W)
- aus  $p_{z,a}, p_{z,e} \Rightarrow p_z = 0.00 \text{ kN/m}$   $m_x = 93.06 \text{ kNm/m}$

**Extremale Bemessungsgrößen im GZT**

Drucknormalkräfte werden positiv dargestellt

**aus Deckeneinspannung:**

in Wandquerrichtung:  
 min. / max. Momente oben  $\min M_o = -0.10 \text{ kNm/m}$  /  $\max M_o = 0.10 \text{ kNm/m}$   
 min. / max. Momente mittig  $\min M_m = -0.01 \text{ kNm/m}$  /  $\max M_m = 0.01 \text{ kNm/m}$   
 min. / max. Momente unten  $\min M_u = -0.12 \text{ kNm/m}$  /  $\max M_u = 0.12 \text{ kNm/m}$

**aus Wandkopflasten:**

min. / max. Normalkräfte  $\min N_{o,m,u} = 194.48 \text{ kN/m}$  /  $\max N_{o,m,u} = 312.06 \text{ kN/m}$   
 in Wandlängsrichtung:



# Extremale Bemessungsgrößen im GZT

Drucknormalkräfte werden positiv dargestellt

min. / max. Querkräfte		min $V_{o,u}$ = 0.00 kN/m / max $V_{o,u}$ = 26.03 kN/m
min. / max. Momente	oben	min $M_o$ = -139.59 kNm/m / max $M_o$ = 0.00 kNm/m
min. / max. Momente	mittig	min $M_m$ = -174.33 kNm/m / max $M_m$ = 0.00 kNm/m
min. / max. Momente	unten	min $M_u$ = -209.08 kNm/m / max $M_u$ = 0.00 kNm/m

## aus Wandeigengewicht:

min. / max. Normalkräfte	mittig	min $N_m$ = 8.81 kN/m / max $N_m$ = 8.81 kN/m
min. / max. Normalkräfte	unten	min $N_u$ = 17.62 kN/m / max $N_u$ = 17.62 kN/m

## Teilsicherheitsbeiwerte:

für ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,mx}$ = 1.35	$\gamma_{G,mn}$ = 1.00
am Wand-Decken-Knoten	$\gamma_{G,mx}$ = $\gamma_{G,mn}$ = 1.35	
für veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,mx}$ = 1.50	$\gamma_{Q,mn}$ = 0.00

## Kombinationsbeiwerte:

für Kategorie A/B:	$\Psi_0$ = 0.70	$\Psi_1$ = 0.50	$\Psi_2$ = 0.30
W:	$\Psi_0$ = 0.60	$\Psi_1$ = 0.50	$\Psi_2$ = 0.00
Leiteinwirkung: Wind (Kat. W)			

## Voraussetzungen für die Bemessung

Materialparameter für die normale Bemessungssituation

KS-R-Plansteine

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

SFK: Steifigkeitsklasse, MG: Mörtelgruppe

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

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  $f_{bt}$

Berechnung der charakteristischen Druckfestigkeit von Mauerwerk mit Mörtel:

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

$$\text{Gesamtfläche des Querschnitts } A = 1.296 \text{ m}^2 = 12960 \text{ cm}^2$$

### Nachweis der Knicksicherheit:

$$\text{Knicklänge } h_k = \beta_k \cdot h_w = 1.760 \text{ m mit } \beta_k = 0.659 \text{ (Stahlbetondecke)}$$

$$\text{Schlankheit } \lambda_s = h_k / d_w = 7.34 \leq 27, \text{ ok}$$

$$\text{Endkriechzahl (s. Tabelle NA.13)} \varphi_{\infty} = 1.5$$

$$\text{Grenzschlankheit (s. Tabelle NA.17)} \lambda_c = 12$$

## Die Bemessungsergebnisse beziehen sich auf eine Wandlänge von 5.400 m.

Es werden jeweils die längs der Wand am meisten beanspruchten Punkte an Kopf, Fuß und in Mitte der Wand nachgewiesen.

## Nachweis bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )

Drucknormalkräfte werden positiv dargestellt ('o' = oben, 'u' = unten, 'm' = mittig)

senkrecht zur Wandebene

LF	$N_{Ed}$ kN	$M_{Ed}$ kNm	e cm	$\Phi_s$	$N_{Rd}$ kN	U	Bemerkung
o 1	1685.10	0.55	1.20	0.90	4614.64	0.365	ok
u 2	1780.26	0.65	1.20	0.90	4614.64	0.386	ok
m 3	1732.68	0.05	1.20	0.90	4614.64	0.375	ok
o 4	1050.19	-0.55	1.20	0.90	4614.64	0.228	ok
u 5	1145.35	-0.65	1.20	0.90	4614.64	0.248	ok
m 6	1097.77	-0.05	1.20	0.90	4614.64	0.238	ok
o 7	1685.10	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.365	ok
u 8	1780.26	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.386	ok
m 9	1732.68	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.375	ok
o10	1050.19	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.228	ok
u11	1145.35	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.248	ok
m12	1097.77	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.238	ok
o13	1685.10	0.55	1.20	0.90	4614.64	0.365	ok
u14	1780.26	0.65	1.20	0.90	4614.64	0.386	ok
m15	1732.68	0.05	1.20	0.90	4614.64	0.375	ok
o16	1685.10	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.365	ok
u17	1780.26	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.386	ok
m18	1732.68	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.375	ok
o19	1050.19	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.228	ok
u20	1145.35	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.248	ok

senkrecht zur Wandebene

LF	N <sub>Ed</sub> kN	M <sub>Ed</sub> kNm	e cm	Φ <sub>s</sub>	N <sub>Rd</sub> kN	U	Bemerkung
m21	1097.77	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.238	ok
o22	1685.10	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.365	ok
u23	1780.26	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.386	ok
m24	1732.68	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.375	ok
o25	1050.19	-0.55	1.20	0.90	4614.64	0.228	ok
u26	1145.35	-0.65	1.20	0.90	4614.64	0.248	ok
m27	1097.77	-0.05	1.20	0.90	4614.64	0.238	ok
o28	1050.19	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.228	ok
u29	1145.35	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.248	ok
m30	1097.77	0.00	1.20	0.90	4614.64	0.238	ok

parallel zur Wandebene

LF	N <sub>Ed</sub> kN	M <sub>Ed</sub> kNm	e m	Φ <sub>p</sub>	N <sub>Rd</sub> kN	U	Bemerkung
o 1	1685.10	-753.79	0.447	0.83	4277.90	0.394	ok
u 2	1780.26	-1129.01	0.634	0.77	3923.04	0.454	ok
m 3	1732.68	-941.40	0.543	0.80	4095.60	0.423	ok
o 4	1050.19	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.228	ok
u 5	1145.35	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.248	ok
m 6	1097.77	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.238	ok
o 7	1685.10	-753.79	0.447	0.83	4277.90	0.394	ok
u 8	1780.26	-1129.01	0.634	0.77	3923.04	0.454	ok
m 9	1732.68	-941.40	0.543	0.80	4095.60	0.423	ok
o10	1050.19	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.228	ok
u11	1145.35	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.248	ok
m12	1097.77	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.238	ok
o13	1685.10	-753.79	0.447	0.83	4277.90	0.394	ok
u14	1780.26	-1129.01	0.634	0.77	3923.04	0.454	ok
m15	1732.68	-941.40	0.543	0.80	4095.60	0.423	ok
o16	1685.10	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.365	ok
u17	1780.26	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.386	ok
m18	1732.68	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.375	ok
o19	1050.19	-753.79	0.718	0.73	3764.33	0.279	ok
u20	1145.35	-1129.01	0.986	0.63	3255.43	0.352	ok
m21	1097.77	-941.40	0.858	0.68	3498.86	0.314	ok
o22	1685.10	-753.79	0.447	0.83	4277.90	0.394	ok
u23	1780.26	-1129.01	0.634	0.77	3923.04	0.454	ok
m24	1732.68	-941.40	0.543	0.80	4095.60	0.423	ok
o25	1050.19	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.228	ok
u26	1145.35	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.248	ok
m27	1097.77	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.238	ok
o28	1050.19	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.228	ok
u29	1145.35	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.248	ok
m30	1097.77	0.00	0.270	0.90	4614.64	0.238	ok

Doppelbiegung

LF	N <sub>Ed</sub> kN	Φ	N <sub>Rd</sub> kN	U	Bemerkung	LF	N <sub>Ed</sub> kN	Φ	N <sub>Rd</sub> kN	U	Bemerkung
o 1	1685.10	0.75	3850.11	0.438	ok	o16	1685.10	0.81	4153.18	0.406	ok
u 2	1780.26	0.69	3530.74	0.504	ok	u17	1780.26	0.81	4153.18	0.429	ok
m 3	1732.68	0.72	3686.04	0.470	ok	m18	1732.68	0.81	4153.18	0.417	ok
o 4	1050.19	0.81	4153.18	0.253	ok	o19	1050.19	0.66	3387.90	0.310	ok
u 5	1145.35	0.81	4153.18	0.276	ok	u20	1145.35	0.57	2929.89	0.391	ok
m 6	1097.77	0.81	4153.18	0.264	ok	m21	1097.77	0.61	3148.97	0.349	ok
o 7	1685.10	0.75	3850.11	0.438	ok	o22	1685.10	0.75	3850.11	0.438	ok
u 8	1780.26	0.69	3530.74	0.504	ok	u23	1780.26	0.69	3530.74	0.504	ok
m 9	1732.68	0.72	3686.04	0.470	ok	m24	1732.68	0.72	3686.04	0.470	ok
o10	1050.19	0.81	4153.18	0.253	ok	o25	1050.19	0.81	4153.18	0.253	ok
u11	1145.35	0.81	4153.18	0.276	ok	u26	1145.35	0.81	4153.18	0.276	ok
m12	1097.77	0.81	4153.18	0.264	ok	m27	1097.77	0.81	4153.18	0.264	ok
o13	1685.10	0.75	3850.11	0.438	ok	o28	1050.19	0.81	4153.18	0.253	ok
u14	1780.26	0.69	3530.74	0.504	ok	u29	1145.35	0.81	4153.18	0.276	ok
m15	1732.68	0.72	3686.04	0.470	ok	m30	1097.77	0.81	4153.18	0.264	ok

Bemessungsgrößen N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>; Exzentrizität  $e = M_{Ed}/N_{Ed} \geq 0.05 d_w$  bzw.  $l_w$ ;

Abminderungsfaktor Φ<sub>s</sub>, Φ<sub>p</sub>; aufnehmbare Normalkraft N<sub>Rd</sub>; Ausnutzung U = N<sub>Ed</sub>/N<sub>Rd</sub>

Bei Doppelbiegung: Abminderungsfaktor Φ = Φ<sub>s</sub>Φ<sub>p</sub>, wenn Φ<sub>s</sub> ≥ Φ<sub>p</sub>

LF 1,2,3: max M<sub>s</sub> + N (oben,unten,mittig), LF 4,5,6: min M<sub>s</sub> + N (oben,unten,mittig), LF 7,8,9: max N + M (oben,unten,mittig)

LF 10,11,12: min N + M (oben,unten,mittig), LF 13,14,15: aus max V<sub>s</sub> (oben,unten,mittig), LF 25,26,27: aus min V<sub>s</sub> (oben,unten,mittig)

LF 16,17,18: max M<sub>p</sub> + N (oben,unten,mittig), LF 19,20,21: min M<sub>p</sub> + N (oben,unten,mittig), LF 22,23,24: aus max V<sub>p</sub> (oben,unten,mittig)

LF 28,29,30: aus min V<sub>p</sub> (oben,unten,mittig),

## Nachweis der Knicksicherheit

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )  
Drucknormalkräfte werden positiv dargestellt ('u' = unten, 'm' = mittig)

senkrecht zur Wandebene

LF	N <sub>Ed</sub> kN	M <sub>Ed</sub> kNm	e <sub>m</sub> cm	Φ <sub>m</sub>	N <sub>Rd</sub> kN	U	Bemerkung
m 1	1732.68	0.05	1.20	0.85	4358.06	0.398	ok
m 2	1097.77	-0.05	1.20	0.85	4358.06	0.252	ok
m 3	1732.68	0.00	1.20	0.85	4358.06	0.398	ok
m 4	1097.77	0.00	1.20	0.85	4358.06	0.252	ok
m 5	1732.68	0.00	1.20	0.85	4358.06	0.398	ok
m 6	1097.77	0.00	1.20	0.85	4358.06	0.252	ok

Bemessungsgrößen N<sub>Ed</sub>, M<sub>Ed</sub>; Exzentrizität e<sub>m</sub> = M<sub>Ed</sub>/N<sub>Ed</sub> + e<sub>a</sub> + e<sub>m</sub>k;  
ungewollte Ausmitte e<sub>a</sub>; Knicklänge h<sub>k</sub>; Kriechausmitte e<sub>m</sub>k;

Abminderungsfaktor Φ<sub>m</sub>; aufnehmbare Normalkraft N<sub>Rd</sub>; Ausnutzung U = N<sub>Ed</sub>/N<sub>Rd</sub>

alles mittig: LF 1: max M<sub>s</sub> + N, LF 2: min M<sub>s</sub> + N, LF 3: max N + M<sub>s</sub>, LF 4: min N + M<sub>s</sub>, LF 5: max M<sub>p</sub> + N, LF 6: min M<sub>p</sub> + N

## Nachweis der kombinierten Beanspruchung aus Biegung und Knicken

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )  
Drucknormalkräfte werden positiv dargestellt ('u' = unten, 'm' = mittig)

LF	N <sub>Ed</sub> kN	M <sub>p,Ed</sub> kNm	M <sub>s,Ed</sub> kNm	Φ <sub>m</sub>	N <sub>Rd</sub> kN	U	Bemerkung
m 1	1732.68	-941.40	0.05	0.68	3481.09	0.498	ok
m 2	1097.77	0.00	0.00	0.00	0.00	---	
m 3	1732.68	-941.40	0.00	0.68	3481.09	0.498	ok
m 4	1097.77	0.00	0.00	0.00	0.00	---	
m 5	1732.68	0.00	0.00	0.00	0.00	---	
m 6	1097.77	-941.40	0.00	0.58	2973.88	0.369	ok

Abminderungsfaktor Φ<sub>m</sub> = Φ<sub>mp</sub>·Φ<sub>ms</sub>

## Nachweis bei Schubbeanspruchung

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )  
Drucknormalkräfte werden positiv dargestellt ('o' = oben, 'u' = unten, 'm' = mittig)

senkrecht zur Wandebene (Plattenschub)

LF	N <sub>Ed</sub> kN	M <sub>Ed</sub> kNm	V <sub>Ed</sub> kN	e	α <sub>s</sub>	σ <sub>Dd</sub>	f <sub>vd</sub>	V <sub>Rd</sub>	U	Bemerkung
				cm	cm	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	kN		
o 1	1685.10	0.55	0.45	0.03	24.00	1.300	0.618	533.84	---	ok
u 2	1780.26	0.65	0.45	0.04	24.00	1.374	0.647	559.22	---	ok
m 3	1732.68	0.05	0.45	0.00	24.00	1.337	0.633	546.53	---	ok
o 4	1050.19	-0.55	0.45	0.05	24.00	0.810	0.422	364.53	0.001	ok
u 5	1145.35	-0.65	0.45	0.06	24.00	0.884	0.451	389.91	0.001	ok
m 6	1097.77	-0.05	0.45	0.00	24.00	0.847	0.437	377.22	0.001	ok
o13	1685.10	0.55	0.45	0.03	24.00	1.300	0.618	533.84	---	ok
u14	1780.26	0.65	0.45	0.04	24.00	1.374	0.647	559.22	---	ok
m15	1732.68	0.05	0.45	0.00	24.00	1.337	0.633	546.53	---	ok
o25	1050.19	-0.55	0.45	0.05	24.00	0.810	0.422	364.53	0.001	ok
u26	1145.35	-0.65	0.45	0.06	24.00	0.884	0.451	389.91	0.001	ok
m27	1097.77	-0.05	0.45	0.00	24.00	0.847	0.437	377.22	0.001	ok

parallel zur Wandebene (Scheibenschub)

LF	N <sub>Ed</sub> kN	M <sub>Ed</sub> kNm	V <sub>Ed</sub> kN	e	α <sub>s</sub>	σ <sub>Dd</sub>	f <sub>vd</sub>	V <sub>Rd</sub>	U	Bemerkung
				m	m	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	kN		
o 1	1685.10	-753.79	140.54	0.447	6.075	1.300	0.277	404.33	0.348	ok
u 2	1780.26	-1129.01	140.54	0.634	6.075	1.374	0.283	412.59	0.341	ok
m 3	1732.68	-941.40	140.54	0.543	6.075	1.337	0.280	408.48	0.344	ok
o 7	1685.10	-753.79	140.54	0.447	6.075	1.300	0.277	404.33	0.348	ok
u 8	1780.26	-1129.01	140.54	0.634	6.075	1.374	0.283	412.59	0.341	ok
m 9	1732.68	-941.40	140.54	0.543	6.075	1.337	0.280	408.48	0.344	ok
o13	1685.10	-753.79	140.54	0.447	6.075	1.300	0.277	404.33	0.348	ok
u14	1780.26	-1129.01	140.54	0.634	6.075	1.374	0.283	412.59	0.341	ok
m15	1732.68	-941.40	140.54	0.543	6.075	1.337	0.280	408.48	0.344	ok
m18	1732.68	0.00	140.54	0.000	6.075	1.337	0.280	408.48	0.344	ok
o19	1050.19	-753.79	140.54	0.718	6.075	0.810	0.236	344.23	0.408	ok
u20	1145.35	-1129.01	140.54	0.986	6.075	0.928	0.247	359.58	0.391	ok
o22	1685.10	-753.79	140.54	0.447	6.075	1.300	0.277	404.33	0.348	ok
u23	1780.26	-1129.01	140.54	0.634	6.075	1.374	0.283	412.59	0.341	ok
m24	1732.68	-941.40	140.54	0.543	6.075	1.337	0.280	408.48	0.344	ok

Bemessungsgrößen  $N_{Ed}$ ,  $M_{Ed}$ ,  $V_{Ed}$ ; Exzentrizität  $e = M_{Ed}/N_{Ed}$ ;  
rechnerische Wanddicke bzw. -länge  $\alpha_s$ ; Bemessungswert der zugehörigen Druckspannung  $\sigma_{Dd}$ ;  
Bemessungswert der Schubfestigkeit  $f_{vd}$ ; aufnehmbare Querkraft  $V_{Rd}$ ; Ausnutzung  $U = V_{Ed}/V_{Rd}$   
LF 1,2,3: max  $M_s + N$  (oben, unten, mittig), LF 4,5,6: min  $M_s + N$  (oben, unten, mittig), LF 7,8,9: max  $N + M$  (oben, unten, mittig)  
LF 10,11,12: min  $N + M$  (oben, unten, mittig), LF 13,14,15: aus max  $V_s$  (oben, unten, mittig), LF 25,26,27: aus min  $V_s$  (oben, unten, mittig)  
LF 16,17,18: max  $M_p + N$  (oben, unten, mittig), LF 19,20,21: min  $M_p + N$  (oben, unten, mittig), LF 22,23,24: aus max  $V_p$  (oben, unten, mittig)  
LF 28,29,30: aus min  $V_p$  (oben, unten, mittig),

## Nachweise am Wandkopf

### Nachweis bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )

senkrecht zur Wandebene

maßgebende Schnittgrößenkombination  $N_{Ed} = 1685.10 \text{ kN}$   $M_{Ed} = 0.55 \text{ kNm}$

Lastausmitte  $e_o = 1.20 \text{ cm}$

Abminderungsfaktor  $\Phi_o = 0.900$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 4614.64 \text{ kN} > N_{Ed} = 1685.10 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.365$ , ok

parallel zur Wandebene

maßgebende Schnittgrößenkombination  $N_{Ed} = 1685.10 \text{ kN}$   $M_{Ed} = -753.79 \text{ kNm}$

Lastausmitte  $e_o = 0.447 \text{ m}$

Abminderungsfaktor  $\Phi_o = 0.834$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 4277.90 \text{ kN} > N_{Ed} = 1685.10 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.394$ , ok

Doppelbiegung

Abminderungsfaktor  $\Phi_o = \Phi_{os} \cdot \Phi_{op} = 0.751$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 3850.11 \text{ kN} > N_{Ed} = 1685.10 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.438$ , ok

Nachweisergebnis

Gesamtausnutzung  $U_{ges} = 0.438$

### Nachweis für Schubbeanspruchung

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )

senkrecht zur Wandebene (Plattenschub)

maßgebende Schnittgrößenkombination  $V_{Ed} = 0.45 \text{ kN}$  ( $N_{Ed} = 1050.19 \text{ kN}$   $M_{Ed} = -0.55 \text{ kNm}$ )

Lastausmitte  $e = 0.05 \text{ cm}$

rechnerische Wanddicke  $\alpha_s = d_{w,ca1} = 24.00 \text{ cm}$

Bemessungswert der Druckspannung  $\sigma_{Dd} = 0.810 \text{ MN/m}^2$

Bemessungswert der Schubfestigkeit  $f_{vd} = 0.422 \text{ MN/m}^2$

aufnehmbare Kraft  $V_{Rd} = 364.53 \text{ kN} > V_{Ed} = 0.45 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.001$ , ok

parallel zur Wandebene (Scheibenschub)

maßgebende Schnittgrößenkombination  $V_{Ed} = 140.54 \text{ kN}$  ( $N_{Ed} = 1050.19 \text{ kN}$   $M_{Ed} = -753.79 \text{ kNm}$ )

Lastausmitte  $e = 0.718 \text{ m}$

rechnerische Wandlänge  $\alpha_s = l_{w,ca1} = 6.075 \text{ m}$

Bemessungswert der Druckspannung  $\sigma_{Dd} = 0.810 \text{ MN/mm}^2$

Bemessungswert der Schubfestigkeit  $f_{vd} = 0.236 \text{ MN/m}^2$

aufnehmbare Kraft  $V_{Rd} = 344.23 \text{ kN} > V_{Ed} = 140.54 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.408$ , ok

Nachweisergebnis

Gesamtausnutzung  $U_{ges} = 0.408$

## Nachweise am Wandfuß

### Nachweis bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )

senkrecht zur Wandebene

maßgebende Schnittgrößenkombination  $N_{Ed} = 1780.26 \text{ kN}$   $M_{Ed} = 0.65 \text{ kNm}$

Lastausmitte  $e_u = 1.20 \text{ cm}$

Abminderungsfaktor  $\Phi_u = 0.900$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 4614.64 \text{ kN} > N_{Ed} = 1780.26 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.386$ , ok

parallel zur Wandebene

maßgebende Schnittgrößenkombination  $N_{Ed} = 1780.26 \text{ kN}$   $M_{Ed} = -1129.01 \text{ kNm}$

Lastausmitte  $e_u = 0.634 \text{ m}$

Abminderungsfaktor  $\Phi_u = 0.765$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 3923.04 \text{ kN} > N_{Ed} = 1780.26 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.454$ , ok

Doppelbiegung

Abminderungsfaktor  $\Phi_u = \Phi_{us} \cdot \Phi_{up} = 0.689$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 3530.74 \text{ kN} > N_{Ed} = 1780.26 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.504$ , ok

Nachweisergebnis

Gesamtausnutzung  $U_{ges} = 0.504$

### Nachweis für Schubbeanspruchung

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )

senkrecht zur Wandebene (Plattenschub)

maßgebende Schnittgrößenkombination  $V_{Ed} = 0.45 \text{ kN}$  ( $N_{Ed} = 1145.35 \text{ kN}$   $M_{Ed} = -0.65 \text{ kNm}$ )

Lastausmitte  $e = 0.06 \text{ cm}$

rechnerische Wanddicke  $\alpha_s = d_{w,ca1} = 24.00 \text{ cm}$

Bemessungswert der Druckspannung  $\sigma_{Dd} = 0.884 \text{ MN/m}^2$

Bemessungswert der Schubfestigkeit  $f_{vd} = 0.451 \text{ MN/m}^2$

aufnehmbare Kraft  $V_{Rd} = 389.91 \text{ kN} > V_{Ed} = 0.45 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.001$ , ok

parallel zur Wandebene (Scheibenschub)

maßgebende Schnittgrößenkombination  $V_{Ed} = 140.54 \text{ kN}$  ( $N_{Ed} = 1145.35 \text{ kN}$   $M_{Ed} = -1129.01 \text{ kNm}$ )

Lastausmitte  $e = 0.986 \text{ m}$

rechnerische Wandlänge  $\alpha_s = l_{w,ca1} = 6.075 \text{ m}$

Bemessungswert der Druckspannung  $\sigma_{Dd} = 0.928 \text{ MN/mm}^2$

Bemessungswert der Schubfestigkeit  $f_{vd} = 0.247 \text{ MN/m}^2$

aufnehmbare Kraft  $V_{Rd} = 359.58 \text{ kN} > V_{Ed} = 140.54 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = V_{Ed}/V_{Rd} = 0.391$ , ok

Nachweisergebnis

Gesamtausnutzung  $U_{ges} = 0.391$

## Nachweise in Wandmitte

### Nachweis bei zentrischer und exzentrischer Druckbeanspruchung

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )

senkrecht zur Wandebene

maßgebende Schnittgrößenkombination  $N_{Ed} = 1732.68 \text{ kN}$   $M_{Ed} = 0.05 \text{ kNm}$

Lastausmitte  $e_m = 1.20 \text{ cm}$

Abminderungsfaktor  $\Phi_m = 0.900$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 4614.64 \text{ kN} > N_{Ed} = 1732.68 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.375$ , ok

parallel zur Wandebene

maßgebende Schnittgrößenkombination  $N_{Ed} = 1732.68 \text{ kN}$   $M_{Ed} = -941.40 \text{ kNm}$

Lastausmitte  $e_m = 0.543 \text{ m}$

Abminderungsfaktor  $\Phi_m = 0.799$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 4095.60 \text{ kN} > N_{Ed} = 1732.68 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.423$ , ok

Doppelbiegung

Abminderungsfaktor  $\Phi_m = \Phi_{ms} \cdot \Phi_{mp} = 0.719$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 3686.04 \text{ kN} > N_{Ed} = 1732.68 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.470$ , ok

Nachweisergebnis

Gesamtausnutzung  $U_{ges} = 0.470$

### Knicksicherheitsnachweis

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )

senkrecht zur Wandebene

maßgebende Schnittgrößenkombination  $N_{Ed} = 1732.68 \text{ kN}$   $M_{Ed} = 0.05 \text{ kNm}$

Schlankheit  $\lambda = 7.34 \leq 10 \Rightarrow$  ohne Kriechen

Gesamtausmitte  $e_m = 1.20 \text{ cm}$

Abminderungsfaktor  $\Phi_m = 0.850$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 4358.06 \text{ kN} > N_{Ed} = 1732.68 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.398$ , ok

### Kombinierte Beanspruchung aus Biegung und Knicken

im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die normale Bemessungssituation ( $\gamma_M = 1.50$ )

maßgebende Schnittgrößen  $N_{Ed} = 1732.68 \text{ kN}$ ,  $M_{p,Ed} = -941.40 \text{ kNm}$ ,  $M_{s,Ed} = 0.05 \text{ kNm}$

Abminderungsfaktor  $\Phi_m = \Phi_{mp} \cdot \Phi_{ms} = 0.679$

aufnehmbare Kraft  $N_{Rd} = 3481.09 \text{ kN} > N_{Ed} = 1732.68 \text{ kN}$

Ausnutzung  $U = N_{Ed}/N_{Rd} = 0.498$ , ok

## Fazit

Maximale Ausnutzung  $U_{max} = 0.504$

**Beachte:**

Stahlbetondecke: Mindestauflagertiefe  $a = 12.0 \text{ cm}$  !