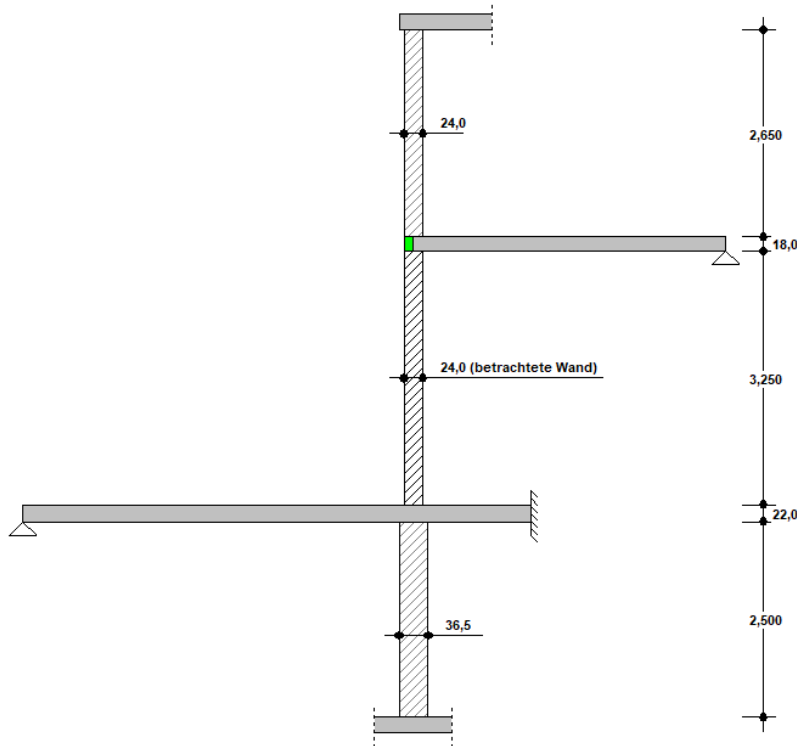


Position: 1

Mauerwerk nach EC6-1-1 + NA Deutschland - genaueres Verfahren



1. Systemwerte:

1.1 Betrachtete Wand:

Wandhöhe $h = 3,250$ m

Wanddicke $t = 24,0$ cm

Wandbreite $b = 100,0$ cm

Auflagertiefe am Wandkopf, $a_o = 12,0$ cm

Auflagertiefe am Wandfuss, $a_u = 24,0$ cm

--> zweiseitig gehaltene Wand

1.2 Wand oben:

Wandhöhe obere Wand, $h_o = 2,650$ m

Wanddicke obere Wand, $t_o = 24,0$ cm

Wandbreite obere Wand, $b_o = 100,0$ cm

Wand mit gelenkiger Lagerung am Wandkopf

1.3 Wand unten:

Wandhöhe untere Wand, $h_u = 2,500$ m

Wanddicke untere Wand, $t_u = 36,5$ cm

Wandbreite untere Wand, $b_u = 100,0$ cm

Wand mit gelenkiger Lagerung am Wandfuss

1.4 Decke links oben:

Kein Deckenfeld links oben vorhanden!

1.5 Decke rechts oben:

Stützweite rechtes Deckenfeld oben, $l_{D, re, o} = 4,000$ m

Einflussbreite rechtes Deckenfeld oben, $b_{eff, re, o} = 1,000$ m

Deckenstärke obere Decke, $h_{Do} = 18,0$ cm

Lager rechts oben als gelenkiges Lager

1.6 Decke links unten:

Stützweite linkes Deckenfeld unten, $ID,li,u = 5,000$ m
Einflussbreite linkes Deckenfeld unten, $beff,li,u = 1,000$ m
Deckenstärke untere Decke, $hDu = 22,0$ cm
Lager links unten als gelenkiges Lager

1.7 Decke rechts unten:

Stützweite rechtes Deckenfeld unten, $ID,re,u = 1,500$ m
Einflussbreite rechtes Deckenfeld unten, $beff,re,o = 1,000$ m
Deckenstärke untere Decke, $hDu = 22,0$ cm
Lager rechts unten mit Einspannung

2. Materialien:

2.1 Betrachtete Wand:

Mauerwerk = SFK 6/IIa (Leichtbeton- und Beton Lochsteine Hbl, Hbn mit Normalmörtel)
Druckfestigkeit $f_k = 3,09$ MN/m²
Eigengewicht der Wand = $10,000$ kN/m³
E-Modul = $2938,60$ MN/m²
Endkriechzahl $\Phi_{i,K} = 2,00$ [-]
 $\Gamma_{M} = 1,50$ [-] Sicherheitsbeiwert für Mauerwerk
Beiwert $\zeta = 0,85$ [-] für Druckfestigkeit f_d
Mauerwerk Gruppe 1 nach EC6-1-1, 3.1.1
Stoßfugen vermörtelt

2.2 Wand oben:

Mauerwerk = SFK 6/IIa (Leichtbeton- und Beton Lochsteine Hbl, Hbn mit Normalmörtel)
Druckfestigkeit $f_k = 3,09$ MN/m²
E-Modul = $2938,60$ MN/m²

2.3 Wand unten:

Mauerwerk = SFK 6/IIa (Leichtbeton- und Beton Lochsteine Hbl, Hbn mit Normalmörtel)
Druckfestigkeit $f_k = 3,09$ MN/m²
E-Modul = $2938,60$ MN/m²

2.4 Decke oben:

Beton = C20/25
E-Modul = $30000,00$ MN/m²

2.5 Decke unten:

Beton = C20/25
E-Modul = $30000,00$ MN/m²

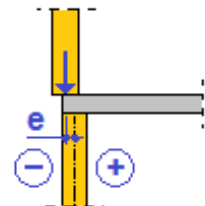
3. Belastung:

3.1 Vertikallasten am Wandkopf aus Wand oben:

Vertikallast $N_{g,k}$ am Wandkopf = $54,80$ kN (ständig) --> s. Lastzusammenstellung
Vertikallast $N_{q,k}$ am Wandkopf = $35,00$ kN (veränderlich) --> s. Lastzusammenstellung
Kombinationsbeiwert $\Psi_{0,q} = 0,800$ [-]
Ausmitte für Vertikallasten $e = -2,0$ cm

3.2 Lasten für Scheibennachweis:

Moment M_{Ed} am Wandkopf (z.B. aus Windscheibe oberhalb) = $2,00$ kNm
min. N_d am Wandkopf = $5,00$ kN
Längsschubkraft V_{Ed} am Wandkopf = $1,25$ kN (für Nachweis Scheibenschub)
Wand mit Schubbelastung aus Wind



3.3 Deckenlasten (Flächenlasten):

Decke rechts oben: $g_{k, re, o} = 6,50 \text{ kN/m}^2$ (inkl. Eigengewicht Decke)

Decke rechts oben: $q_{k, re, o} = 2,00 \text{ kN/m}^2$

Decke links unten: $g_{k, li, u} = 6,50 \text{ kN/m}^2$ (inkl. Eigengewicht Decke)

Decke links unten: $q_{k, li, u} = 2,00 \text{ kN/m}^2$

Decke rechts unten: $g_{k, re, u} = 6,50 \text{ kN/m}^2$ (inkl. Eigengewicht Decke)

Decke rechts unten: $q_{k, re, u} = 2,00 \text{ kN/m}^2$

3.4 Auflagerlasten aus Decke oben:

Die Auflagerlasten werden vom Programm mit den Flächenlasten g, k und q, k sowie der Einflussbreite b, eff ermittelt!
Die Berechnung erfolgt als Durchlaufsystem mit den vorgegebenen Lagern und Einspannungen.

$A, g_{k, o} = 13,00 \text{ kN}$

$A, q_{k, o} = 4,00 \text{ kN}$

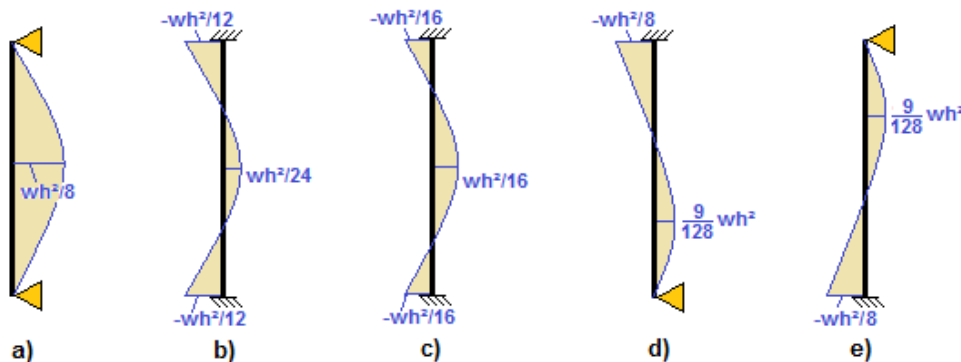
3.5 Windlasten (quer auf Wandfläche):

$q_{w, k} = 1,35 \text{ kN/m}^2$ + >>> <<<< -

Kombinationsbeiwert $\Psi_{i, 0, w} = 0,600$ [-]

4. Berechnungs- / Bemessungsparameter:

- Die Wanddicke für die Ermittlung der Steifigkeit wird angesetzt mit: $t, eff = (a, o + a, u) / 2 \gg$ Standard
- Die Wanddicke für die Bemessung bei $h/2$ wird angesetzt mit: $t, eff = t$ (volle Wanddicke) \gg Standard
- Die Knotenmomente werden mit dem Beiwert η nach NCI Anhang NA.C (NA.C.2) abgemindert!
- Die ungewollte Ausmitte $e, init$ wird am Wandkopf und Wandfuss nicht angesetzt (gem. NA.D)!
- Eine Scheibenbeanspruchung wird nicht mit einer Beanspruchung um die schwache Achse kombiniert!
- Bei Ausmitten am Wandkopf/-fuss größer als $1/3 \cdot t$ wird der plastische Nachweis nach NCI Anhang NA.C(4) geführt!
- Der Nachweis für Plattenschub aus Querlasten und Quekräften wird geführt!
- Der Nachweis der Ausmitten mit $t/3$ im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) wird geführt!
- Momente aus Windlast werden für gelenkige Lagerung oben und unten berechnet (Fall a)!



5. Schnittgrößen, Ausmitten und Lagerraktionen:

5.1 Untersuchte Lastfallkombinationen:

1: $1,00 \cdot g$

2: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q$ (M, Knoten mit q, li voll und q, re halb auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

3: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q$ (M, Knoten mit q, li halb und q, re voll auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

4: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot w$

5: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot 0,6 \cdot w$ (M, Knoten mit q, li voll und q, re halb auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

6: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot 0,6 \cdot w$ (M, Knoten mit q, li halb und q, re voll auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

7: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot 0,8 \cdot q + 1,50 \cdot w$ (M, Knoten mit q, li voll und q, re halb auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

8: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot 0,8 \cdot q + 1,50 \cdot w$ (M, Knoten mit q, li halb und q, re voll auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

9: $1,35 \cdot g$

10: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q$ (M, Knoten mit q, li voll und q, re halb auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

11: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q$ (M, Knoten mit q, li halb und q, re voll auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

12: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot w$

13: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot 0,6 \cdot w$ (M, Knoten mit q, li voll und q, re halb auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

14: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot 0,6 \cdot w$ (M, Knoten mit q, li halb und q, re voll auf Decke) --> ohne $N_{q, k}$

Fortsetzung LFK:

- 15: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot 0,8 \cdot q + 1,50 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li voll und q,re halb auf Decke) --> ohne Nq,k
- 16: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot 0,8 \cdot q + 1,50 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li halb und q,re voll auf Decke) --> ohne Nq,k
- 17: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q$ (M,Knoten mit q,li voll und q,re halb auf Decke) --> mit Nq,k
- 18: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q$ (M,Knoten mit q,li halb und q,re voll auf Decke) --> mit Nq,k
- 19: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot 0,6 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li voll und q,re halb auf Decke) --> mit Nq,k
- 20: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot 0,6 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li halb und q,re voll auf Decke) --> mit Nq,k
- 21: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot 0,8 \cdot q + 1,50 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li voll und q,re halb auf Decke) --> mit Nq,k
- 22: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot 0,8 \cdot q + 1,50 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li halb und q,re voll auf Decke) --> mit Nq,k
- 23: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q$ (M,Knoten mit q,li voll und q,re halb auf Decke) --> mit Nq,k
- 24: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q$ (M,Knoten mit q,li halb und q,re voll auf Decke) --> mit Nq,k
- 25: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot 0,6 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li voll und q,re halb auf Decke) --> mit Nq,k
- 26: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot 0,6 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li halb und q,re voll auf Decke) --> mit Nq,k
- 27: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot 0,8 \cdot q + 1,50 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li voll und q,re halb auf Decke) --> mit Nq,k
- 28: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot 0,8 \cdot q + 1,50 \cdot w$ (M,Knoten mit q,li halb und q,re voll auf Decke) --> mit Nq,k

5.2 Bemessungsschnittgrößen:

NEd = Bemessungswert Längskraft

VEd = Bemessungswert Querkraft (aus Querlasten und Querkraften aus Momenten)

MEd,V = Moment aus Vertikallasten am Wandkopf (Ausmitte Wandkopf)

MEd,H = Moment aus Horizontallasten (z.B. Wind)

MEd,M = aus Knotenmomenten infolge Deckeneinspannung

MEd,y = Summe Momente: $MEd,y = MEd,V + MEd,H + MEd,K$

MEd,z = Moment aus Scheibenwirkung

5.2.1 Wandkopf: (Ausgabe nur für massg. LFK, d.h. Ausnutzung aus Nd bzw. Vd)

Abminderungsbeiwert Knotenmoment: $\eta_a = 0,500$ [-]

LFK	NEd [kN]	VEd [kN]	MEd,V [kNm]	MEd,H [kNm]	MEd,M [kNm]	MEd,y [kNm]	MEd,z [kNm]
23	150,03	-0,30	2,53	0,00	-1,26	1,27	0,00
4	67,80	3,26	1,10	0,00	-0,80	0,30	2,00

5.2.2 Wandmitte: (Ausgabe nur für massg. LFK, d.h. Ausnutzung aus Nd)

LFK	NEd [kN]	MEd,V [kNm]	MEd,H [kNm]	MEd,M [kNm]	MEd,y [kNm]	MEd,z [kNm]
24	155,30	-3,24	0,00	-0,87	-4,11	0,00

5.2.3 Wandfuss: (Ausgabe nur für massg. LFK, d.h. Ausnutzung aus Nd bzw. Vd)

Abminderungsbeiwert Knotenmoment: $\eta_a = 0,500$ [-]

LFK	NEd [kN]	VEd [kN]	MEd,V [kNm]	MEd,H [kNm]	MEd,M [kNm]	MEd,y [kNm]	MEd,z [kNm]
23	160,56	-0,35	0,00	0,00	-0,35	-0,35	0,00
4	75,60	3,32	0,00	0,00	-0,19	-0,19	6,06

5.3 Ausmitten (für Nachweise GZT):

e,V = Ausmitte infolge Moment aus Vertikallasten am Wandkopf

e,H = Ausmitte infolge Moment aus Horizontallasten (z.B. Wind)

e,M = Ausmitte infolge Knotenmomenten aus Deckeneinspannung

e,K = Kriechausmitte (nur Wandmitte, nicht am Wandkopf/-fuss)

e,init = ungewollte Ausmitte

e,y = Summe Ausmitten: $e,y = e,V + e,H + e,M + e,K + e,init \geq 0,05 \cdot t$

e,z = Ausmitte infolge Moment aus Scheibenwirkung

5.3.1 Wandkopf: (Ausgabe nur für massg. LFK, d.h. Ausnutzung aus Nd bzw. Vd)

LFK	e,V [cm]	e,H [cm]	e,M [cm]	e,init [cm]	e,y [cm]	e,z [cm]
23	1,7	0,0	-0,8	0,0	1,2	0,0
4	1,6	0,0	-1,2	0,0	1,2	0,0

5.3.2 Wandmitte: (Ausgabe nur für massg. LFK, d.h. Ausnutzung aus Nd)

Lambda = 13,54 > Lambda,c = 10,00 --> Kriechausmitte wird angesetzt!

LFK	e,V [cm]	e,H [cm]	e,M [cm]	e,K [cm]	e,init [cm]	e,y [cm]	e,z [cm]
24	-2,1	0,0	-0,6	0,0	0,7	-3,4	0,0

5.3.3 Wandfuss: (Ausgabe nur für massg. LFK, d.h. Ausnutzung aus Nd bzw. Vd)

LFK	e,V [cm]	e,H [cm]	e,M [cm]	e,init [cm]	e,y [cm]	e,z [cm]
23	0,0	0,0	-0,2	0,0	1,2	0,0
4	0,0	0,0	-0,3	0,0	1,2	0,0

5.4 Ausmitten für Nachweise GZG: (nur massg. LFK, d.h. für Ausnutzung am Wandkopf, /-mitte und /-fuss)

N,k,o = Normalkraft aus charakt. Lasten am Wandkopf [kN]

M,k,o = Moment aus charakt. Lasten am Wandkopf [kNm]

 e,o = Ausmitte für Nachweis GZG am Wandkopf: $e,GZG,o = M,k,o/N,k,o$

N,k,m = Normalkraft aus charakt. Lasten in Wandmitte [kN]

M,k,m = Moment aus charakt. Lasten in Wandmitte [kNm]

 e,m = Ausmitte für Nachweis GZG in Wandmitte: $e,GZG,m = M,k,m/N,k,m$

N,k,u = Normalkraft aus charakt. Lasten am Wandfuss [kN]

M,k,u = Moment aus charakt. Lasten am Wandfuss [kNm]

 e,u = Ausmitte für Nachweis GZG am Wandfuss: $e,GZG,u = M,k,u/N,k,u$

LFK	N,k,o	M,k,o	e,o [cm]	N,k,m	M,k,m	e,m [cm]	N,k,u	M,k,u	e,u [cm]
17	106,80	0,87	0,8	110,70	-2,89	-2,6	114,60	-0,25	-0,2
3	71,80	0,05	0,1	75,70	-2,12	-2,8	79,60	-0,22	-0,3
2	71,80	0,17	0,2	75,70	-2,07	-2,7	79,60	-0,25	-0,3

5.5 Lasten am Wandfuss für Weiterleitung (charakt. Werte):

N aus g = 75,600 kN

N aus q = 39,000 kN

6. Nachweise nach EC6-1-1:
6.1 Nachweis für Längsdruckkraft (EC6-1-1, 6.1.2):
 $f_d = 1,75 \text{ N/mm}^2$ (Bemessungswert Druckfestigkeit)

 $t_{ef} = 24,000 \text{ cm}$ (rechn. Wanddicke für Nachweis Knicken in Wandmitte)

 $\rho = 1,000$ (Faktor für Knicklänge)

 $h_{ef} = 3,250 \text{ m}$ (Knicklänge Wand)

6.1.1 Nachweis Wandkopf: (eta = Ausnutzung)

LFK	Phi,z [-]	Phi,y [-]	Phi [-]	NEd [kN]	NRd [kN]	eta [-]	Bemerkung
23	0,900	---	0,900	150,03	189,31	0,79	

6.1.2 Nachweis Wandmitte: (eta = Ausnutzung)

LFK	Phi,z [-]	Phi,y [-]	Phi [-]	NEd [kN]	NRd [kN]	eta [-]	Bemerkung
24	0,495	---	0,495	155,30	208,28	0,75	

6.1.3 Nachweis Wandfuss: (eta = Ausnutzung)

LFK	Phi,z [-]	Phi,y [-]	Phi [-]	NEd [kN]	NRd [kN]	eta [-]	Bemerkung
23	0,900	---	0,900	160,56	378,62	0,42	

6.2 Nachweis auf Plattenschub (EC6-1-1, 6.2):
 $c = 1,50 [-]$
6.2.1 Wandkopf

LFK	tc,lin [m]	NEd [kN]	Sigma,d [MN/m²]	tcal [m]	VEd [kN]	VRdlt [kN]	eta [-]
4	0,120	67,80	0,565	0,120	3,26	27,68	0,12

6.2.2 Wandfuss

LFK	tc,lin [m]	NEd [kN]	Sigma,d [MN/m²]	tcal [m]	VEd [kN]	VRdlt [kN]	eta [-]
4	0,240	75,60	0,315	0,240	3,32	39,36	0,08

6.3 Nachweis für Exzentrizität aus Scheibenwirkung:
 $ME_k = 0,667 \times (ME_d + VE_d \cdot h) = 4,04 \text{ kNm}$
 $\text{min.NE}_k = 1,000 \times \text{min.NE}_d = 12,80 \text{ kN}$ (min.NEd am Wandfuss inkl. Wandgewicht)

 Exzentrizität $e = ME_k / \text{min.NE}_k = 0,316 \text{ m} \leq b/3$

 Exzentrizität $e = ME_d / \text{min.NE}_d = 0,474 \text{ m}$
 $\phi_{I3} = 0,05$ (Berücksichtigung EC6-1-1, NCI zu 6.1.2.2, (NA.3))

 $l_c = 0,079 \text{ m}$
 $\text{Sigma}_D = 0,674 \text{ N/mm}^2$

 Randdehnung $\epsilon_{R} = 0,005342 > 0,00010 !!!$
6.4 Nachweis der Ausmitten im GZG nach EC6-1-1, 7.2:
6.4.1 Wandkopf

LFK	vorh.e [cm]	zul.e [cm]	eta [-]
17	0,8	8,0	0,10

6.4.2 Wandmitte

LFK	vorh.e [cm]	zul.e [cm]	eta [-]
3	-2,8	8,0	0,35

6.4.3 Wandfuss

LFK	vorh.e [cm]	zul.e [cm]	eta [-]
2	-0,3	8,0	0,04

7. Lastzusammenstellung:
7.1 ständige Lasten (charakt. Werte):

Bemerkung	Formel	Auflast [kN/m bzw. kN]
g aus Pos. 12(1)	()	17,000
g aus Wand	$(10 \cdot (0,24 + 0,03) \cdot 14,0)$	37,800
	Summe =	54,800

7.2 veränderliche Lasten (charakt. Werte):

Bemerkung	Formel	Auflast [kN/m bzw. kN]
q aus Pos.12(1)	(6+14)	20,000
q aus Wand	()	15,000
	Summe =	35,000