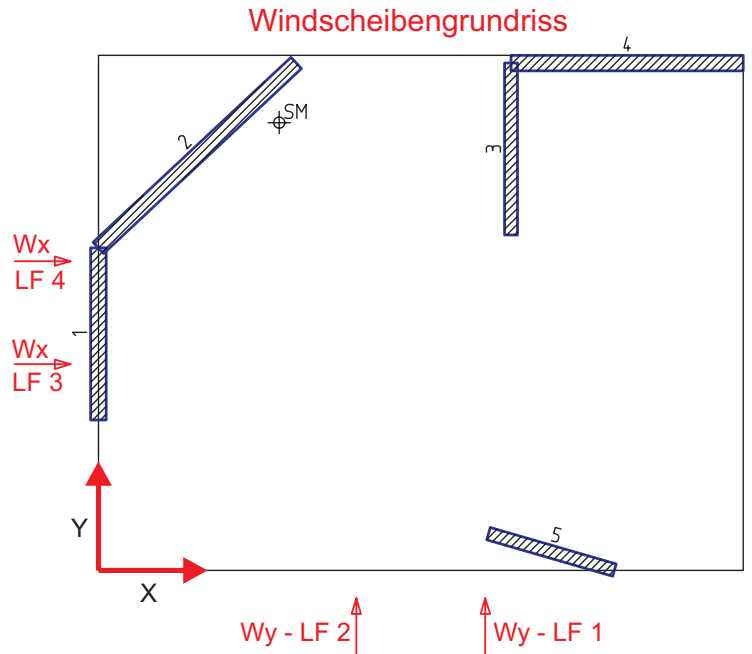


52A - Wandscheiben, Lastermittlung

Das Programm dient zur Ermittlung der Wind- und Erdbebenlastanteile einzelner Wandscheiben.

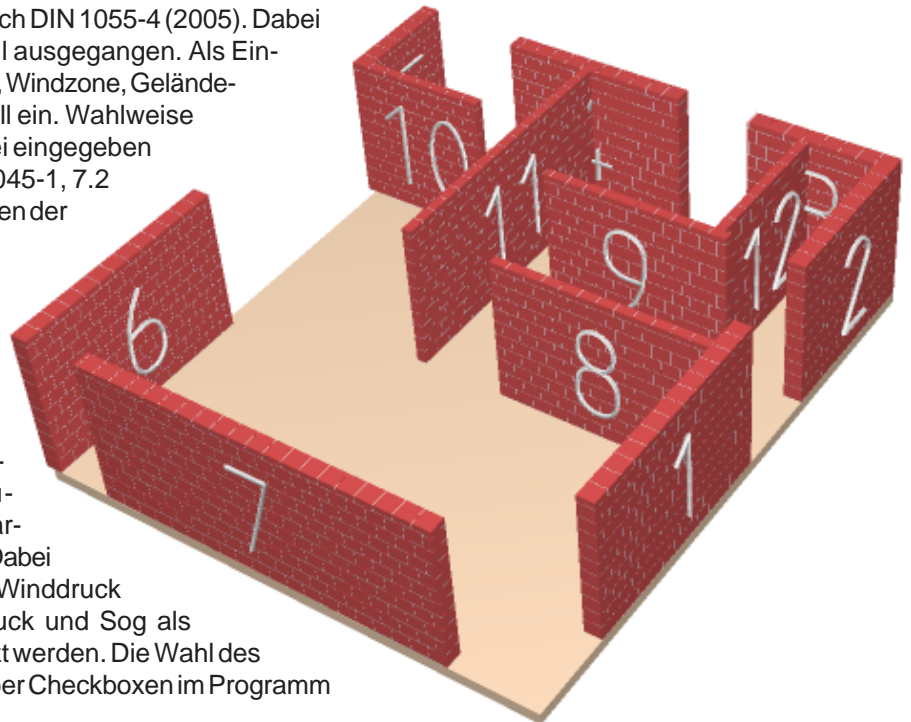
Leistungsumfang

- Ermittlung der Gesamtwindkräfte nach DIN 1055-4 (2005), 12.1.2
- Wahlweise freie Eingabe der Wind- und Erdbebenkräfte und -biegemomente
- Eingabe von beliebigen Wänden senkrecht zur horizontalen Ebene möglich (wahlweise auch lastfreie Wände)
- Berücksichtigung unterschiedlicher Baustoffe je Wandscheibe (Mauerwerk, optional Stahlbeton und Holzelemente)
- Bestimmung der Wind- und Erdbebenlastanteile jeder Wand (in Wandrichtung) aus den verschiedenen Lastfällen
- Wahlweise Ermittlung von Labilitätszahlen nach DIN 1045-1, 8.6.2 Gleichung (25) bzw. nach Brandt
- Geschossweise Zusammenstellung der vertikalen Lasten für den Labilitätsnachweis
- Bestimmung der Horizontalkräfte aus Imperfektion.
- Bestimmung des Schubmittelpunktes in Abhängigkeit von den Wandsteifigkeiten
- Ermittlung des Torsionseinflusses aus Windexzentrizität nach DIN 1055-4 (2005), 9.1 (4)
- Optionale Bemessung der Mauerwerkswände mit den Bemessungsprogrammen 52B, 52I, 52R, 52Z
- Grafik: Systembild m. Wandscheiben, Schubmittelpunkt, angreifenden Windlasten und H-Lasten in Wänden



Windeinwirkungen

Die Bestimmung der Windlast erfolgt nach DIN 1055-4 (2005). Dabei wird von einem quaderförmigen Bauteil ausgegangen. Als Eingabeparameter gehen Bauteilgeometrie, Windzone, Geländekategorie und die Höhe über Normalnull ein. Wahlweise kann die Windermittlung je Richtung frei eingegeben werden. Eine Imperfektion nach DIN 1045-1, 7.2 kann berücksichtigt werden. Diese werden der Windlast hinzuaddiert.



Haustyp

Reihenmittelhäuser können nach Muster-Liste der Technischen Bau Bestimmungen bei gesicherter Nachbarbebauung gesondert behandelt werden. Dabei braucht in Richtung der Bebauung nur Winddruck oder Windsog bzw. Alternativ nur Druck und Sog als außergewöhnliche Belastung angesetzt werden. Die Wahl des Haustyps und der Lastansatz können über Checkboxes im Programm gewählt werden.

Erdbebenlasten

Wahlweise besteht die Möglichkeit eine ermittelte Erdbebenlast einzugeben oder aus dem Bauteil 031M zu übernehmen. Beim Ansatz der Erdbebenlast spielt es eine Rolle, ob eine symmetrische Verteilung der Horizontalsteifigkeit und der Masse vorliegt. Falls diese nicht vorliegt, werden die Erdbebenlasten nach DIN 4149:2005, 6.2.2.4.2 (6) entsprechend erhöht.

Die Torsionswirkung für Erdbebenlasten wird nach DIN 4149:2005, 6.2.2.4.2 (1) für die Fälle berücksichtigt, in denen die Lastverteilung über Wandlängen ausgewählt wurde. Ansonsten wird nach dem Verfahren von DIN 4149:2005, 6.2.2.4.2 (11) gerechnet. Ist dabei Absatz (3), c) nicht erfüllt, wird gemäß Absatz (8) die Erdbebenlast automatisch um 25 % erhöht.

Eingabe der Wandscheiben

Es sind mindestens 3 Wände anzugeben, die sich nicht in einer Wirkungslinie schneiden.

Es können 3 Wandtypen auf den Grundriss bezogen eingegeben werden:

- Wände in x-Richtung
- Wände in y-Richtung
- schräge Wände (senkrecht zur horizontalen Ebene)

Eine Eingabe von statisch unwirksamen Wänden (lastfreie Wände) ist möglich. Sie werden grafisch dargestellt, werden in der Berechnung aber nicht weiter berücksichtigt.

Für alle Wände sind bei der Eingabe die Wandsystemlinien anzugeben. Bei mehreren angegebenen Materialien ist das gewünschte Material der Wand zuzuweisen.

Die Wandscheiben können erfasst werden durch:

- Eingabe der Anfangs-, Endpunkte und Wanddicke
- Eingabe der Anfangskoordinate, Länge und Wanddicke
- Eingabe des Schwerpunktes, der Längen und Wanddicke

Die Eingabearten können jederzeit unter dem Menüpunkt Eingabeoptionen geändert werden.

Bestimmung der Labilitätszahlen infolge Translation und Rotation

Für die optionale Bestimmung der Labilitätszahlen sind neben den eigentlichen Wandscheiben die Anzahl der Geschosse und die gesamte vertikale Belastung auf das Gebäude anzugeben. Für die vertikale Belastung sind charakteristische Werte zu verwenden. Als Gebäudehöhe wird die eingetragene Höhe aus der Windbelastungsermittlung verwendet. Die Nachweise der Labilitätszahlen erfolgen nach DIN 1045-1, 8.6.2 Gleichung (25) bzw. nach Brandt. Die Beurteilung der Rotationssteifigkeit nach Brandt ist für gleichmäßig belastete rechteckige Gebäude zulässig.

Material

Es können bis zu 9 verschiedene Materialien für die Wände gewählt werden. Als Materialarten stehen Mauerwerk, Normalbeton, Leichtbeton, und Holzkonstruktionen zur Verfügung.

Torsionsmomente aus Wind

Der ermittelte Schubmittelpunkt und die Resultierenden der Windlasten liegen normalerweise nicht in einer Wirkungslinie. Dadurch entsteht Torsion, die durch die einzelnen Wandscheiben zusätzlich aufgenommen werden muss.

Nach DIN 1055-4 (2005), 9.1 (4) sind die angesetzten Windkräfte außerdem um $\pm 1/10$ der Wandseitenlänge außermittig anzusetzen. Im Programm können folgende Windansätze berücksichtigt werden:

- Zentrischer Lastangriff: Wind greift im Schubmittelpunkt an. Es entstehen keine Torsionsmomente.
- Exzentrischer Lastangriff (ohne Ausmitte): Wind greift in Gebäudemitte an. Es entstehen Torsionsmomente in Bezug auf den Schubmittelpunkt.
- Exzentrischer Lastangriff (mit Ausmitte nach DIN 1055-4): Wind greift in Gebäudemitte +/- 10 % der Gebäudebreite an.
- frei Eingabe des Lastangriffspunktes.

Die Exzentrizität wird vom unteren, linken Punkt im Grundriss gemessen.

Lastaufteilung der Windbelastung auf die einzelnen Wandscheiben

In einer Tabelle werden für jede Scheibe und für jeden Lastfall die Lastaufteilung aus Translation und Rotation ermittelt. Es wird vorausgesetzt, dass die Wände nur Kräfte in Wandrichtung aufnehmen können. Die Prozentangabe bezieht sich auf die auf das Bauteil anfallenden Kräfte (aus Translation und Rotation) im Verhältnis zur Gesamtwindlast. Optional können auch die maßgebenden Lastfälle in der Tabelle ausgegeben werden.

Literatur

- DIN 1053-100: 2006-08
- DIN 1045-1: 2001-07 inkl. Berichtigung 2: 2005-06
- DIN 1045-1: 2008-08
- DIN 1055-4 Ausgabe 03/2005
- DIN 1055-100 Ausgabe 03/2001
- "Durchlaufträger, Rahmen, Platten und Balken auf elastischer Bettung" von J. Hahn, 13. Auflage 1981, Werner Verlag
- "Zur Beurteilung der Gesamtstabilität. Beton und Stahlbetonbau 7/76 und 3/77" von B. Brandt, Verlag Ernst und Sohn, Berlin
- „Stahlbetonbau-Praxis nach DIN 1045 neu“, Band 2 von A. Goris, Bauwerk Verlag, Berlin
- „Stahlbetonbau-Bemessung und Konstruktion Teil 2“, von O. Wommelsdorff, Werner Verlag
- Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>

POS. 243 WIND LASTAUFTEILUNG MAUERWERK

Gebäudedaten:

Einfamilienwohnhaus, Erdgeschoss und ausgebautes Dachgeschoss, Satteldach sd = 45°, Traufseite Lx = 10 m, Giebelseite Ly = 9 m, Traufhöhe 3 m, Massivdecke h = 20 cm, Mauerwerk aus Porenbetonplansteinen FK 2 Dünnbett, Außenwände d = 30 cm, Innenwände d = 17,5 cm, Standort Kassel

System: Gebäudeaussteifung für m = 2 Geschosse

Geschossweise Lastzusammenstellung der Vertikallasten in [kN]

Lastbezeichnung	Geschoss(e)	Kat.	Betrag/Geschoss
Dachgeschoss	2	Q,S1	80.00
	2	G	112.00
Erdgeschoss (Decke über EG)	1	Q,A2	135.00
	1	G	585.00
Erdgeschoss (Wände 1/2 Geschoss)	1	G	40.00
		Summe = Fed =	952.00

Angaben zu Windlasten

Bauort: Kreis Kassel
Gemeinde alle

Geländehöhe üNN = 135 m, Gebäudehöhe über Grund 7.5 m

Wind: Windzone 1, Profil: Binnenland

Windansatz: Regelfall (DIN 1055-4 10.3)

Windgeschwindigkeit v.ref = 22.5 m/s

Windgeschwindigkeitsdruck q.ref = 0.32 kN/m², Faktor für q.ref = 1.00

Gebäudebreiten: bx / by = 10.00 / 9.00 m

Wind in x-Richtung: cf= 0.77 + 0.43 = 1.20, q,ref = 0.32 kN/m²

Bauteilhöhen [m]: 0 - 7.50

Wind q(z) [kN/m²]: 0.49

w(z) = cf * q(z): 0.59

Ermittlung der Resultierenden windkraft, x-Richtung (Druck+Sog)

Bezeichnung / Formel	Wx [kN]
Bauteilhöhe von 0.00-3.00 m	wd * b * h = 0.59* 9.00* 3.00 = 15.93
3.00-7.50 m	wd*b*h/2 = 0.59* 9.00* 4.50/2 = 11.95
Biegemoment Myy (aus Wx):	77.670 kNm, Summe Wx = 27.88

Wind in y-Richtung: cf= 0.78 + 0.46 = 1.23, q,ref = 0.32 kN/m²

Bauteilhöhen [m]: 0 - 7.50

Wind q(z) [kN/m²]: 0.49

w(z) = cf * q(z): 0.60

Ermittlung der Resultierenden windkraft, y-Richtung (Druck+Sog)

Bezeichnung / Formel	Wy [kN]
Bauteilhöhe von 0.00-7.50 m	wd * b * h = 0.60*10.00* 7.50 = 45.24
Biegemoment Mxx (aus Wy):	169.650 kNm, Summe Wy = 45.24

Windkräfte: wx/wy = 27.88/ 45.24 kN Myy/Mxx = 77.670 / 169.650 kNm

Imperfektion nach DIN 1045-1 Abs. 7.2:

alpha,a1= 0.0037; Anz. lastabtr. Bauteile pro Geschoss: n=12; alpha,n= 0.736

H,imp = 2.59 kN

Baustoffe

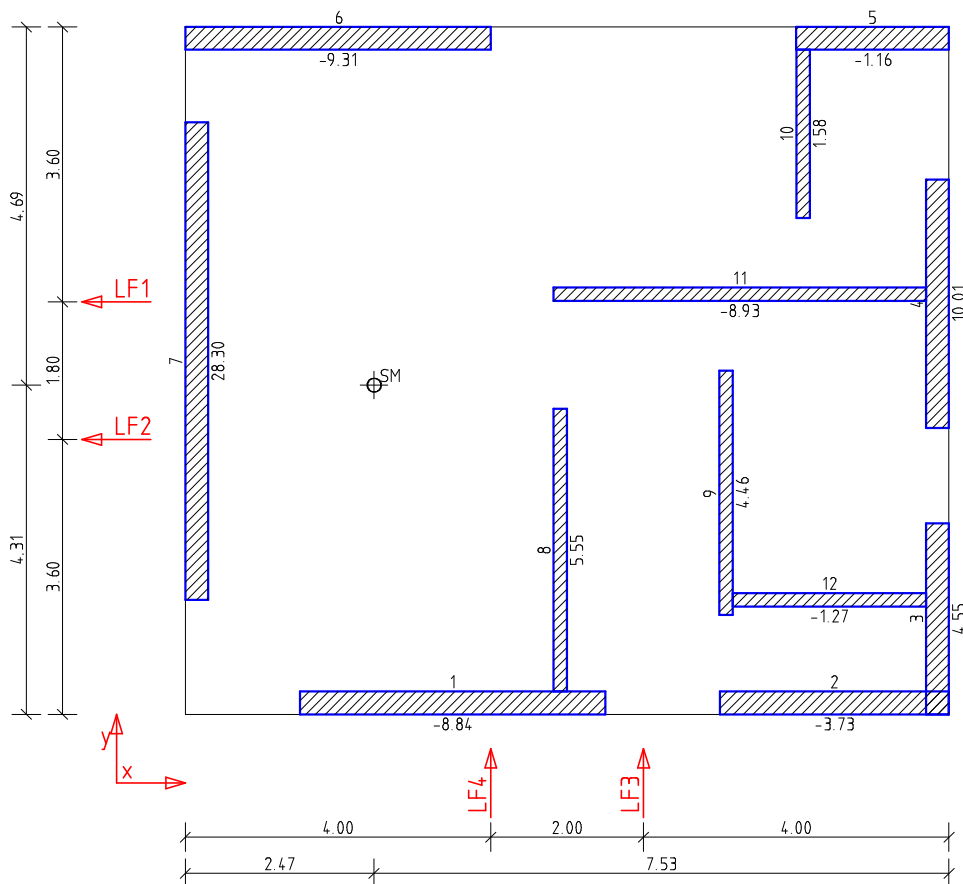
Materialnr.	Baustoff	Bezeichnung	E-Modul
1	Mauerwerk	PP 0.40 kg/dm ³ , FK 2, Dübm	1500 N/mm ²

Die Lastverteilung erfolgt aufgrund folgender Annahmen:

- Ermittlung der Einzel-Lastanteile über die wandsteifigkeiten
- Exzentrischer Ansatz der resultierenden windkraft nach DIN 1055-4
- Lasten aus Imperfektion werden zu den windlasten hinzuaddiert

Grundriss

Grundriss der Wandscheiben



Nr	Ri.	xa [m]	ya [m]	xe [m]	ye [m]	lx [m]	ly [m]	wanddicke [m]	xs [m]	ys [m]
1	x	1.500	0.150	5.500	0.150	4.000	-	0.300	3.500	0.150
2	x	7.000	0.150	10.000	0.150	3.000	-	0.300	8.500	0.150
3	y	9.850	0.000	9.850	2.500	-	2.500	0.300	9.850	1.250
4	y	9.850	3.750	9.850	7.000	-	3.250	0.300	9.850	5.375
5	x	8.000	8.850	10.000	8.850	2.000	-	0.300	9.000	8.850
6	x	0.000	8.850	4.000	8.850	4.000	-	0.300	2.000	8.850
7	y	0.150	1.500	0.150	7.750	-	6.250	0.300	0.150	4.625
8	y	4.910	0.300	4.910	4.000	-	3.700	0.175	4.910	2.150
9	y	7.080	1.300	7.080	4.500	-	3.200	0.175	7.080	2.900
10	y	8.090	6.500	8.090	8.700	-	2.200	0.175	8.090	7.600
11	x	4.820	5.500	9.700	5.500	4.880	-	0.175	7.260	5.500
12	x	7.170	1.500	9.700	1.500	2.530	-	0.175	8.435	1.500

Nr.	Ix [m ⁴]	Iy [m ⁴]	Ixy [m ⁴]	Ix*xs [m ⁵]	Iy*ys [m ⁵]	xSMP [m]	ySMP [m]	Ix*xSMP ² [m ⁶]	Iy*ySMP ² [m ⁶]
1	0.009	1.600	0.000	0.032	0.240	1.02	-4.17	14	41733
2	0.006	0.675	0.000	0.051	0.101	6.02	-4.17	326	17606

Nr.	Ix [m ⁴]	Iy [m ⁴]	Ixy [m ⁴]	Ix*xs [m ⁵]	Iy*ys [m ⁵]	xSMP [m]	ySMP [m]	Ix*xSMP ² [m ⁶]	Iy*ySMP ² [m ⁶]
3	0.390	0.005	0.000	3.842	0.006	7.37	-3.07	31775	71
4	0.858	0.007	0.000	8.451	0.038	7.37	1.05	69906	12
5	0.004	0.200	0.000	0.036	1.770	6.52	4.53	255	6156
6	0.009	1.600	0.000	0.018	14.160	-0.48	4.53	3	49250
7	6.103	0.014	0.000	0.915	0.065	-2.33	0.30	49699	2
8	0.738	0.001	0.000	3.624	0.002	2.43	-2.17	6537	7
9	0.477	0.001	0.000	3.377	0.003	4.60	-1.42	15140	3
10	0.155	0.000	0.000	1.254	0.000	5.61	3.28	7317	0
11	0.002	1.694	0.000	0.015	9.317	4.78	1.18	69	3538
12	0.001	0.236	0.000	0.008	0.354	5.96	-2.82	53	2815

	Ei*Ix	Ei*Iy	Ei*Ixy	Ei*Ix*xs	Ei*Iy*ys	Ei*Ix*xSMP	Ei*Iy*ySMP
Summe:	13128	9050	0	32434	39084	181094	121194
Schubmittelpunkt: x/y =	2.47 / 4.32 m,				Ecm*I, Omega =		302000 MN*m ⁴

Nachweis der Labilitätszahlen (alpha,min = 2.50)

Translation: x-Richtung: $\alpha_x = 1/h_{ges} * (E_{cm} * I_c / Fed)^{0.5} = 13.00 > 2.50$
 y-Richtung: $\alpha_y = 15.66 > 2.50$

Rotation: (n. Brandt, Beton- u. Stahlbetonbau 76/77) $\alpha_T = 17.36 > 2.50$

Aufteilung der vorhandenen Belastungen auf die einzelnen Scheiben

Ermittlung Torsionsmomente (Abstände von der linken, unteren Gebäudeecke):

LF Bez.	Ri	Anm.	Kat.	F,H [kN]	e [m]	Mt [kNm]	M,Bieg [kNm]
1 wind (Druck+Sog) char.	x	-	Q,W	30.47	5.40	-33.22	84.88
2 wind (Druck+Sog) char.	x	-	Q,W	30.47	3.60	21.63	84.88
3 wind (Druck+Sog) char.	y	-	Q,W	47.83	6.00	-168.84	179.36
4 wind (Druck+Sog) char.	y	-	Q,W	47.83	4.00	-73.18	179.36

Prozentzahl ergibt sich aus H,Transl. + H,Rot. im Verhältnis zur Gesamtlast.

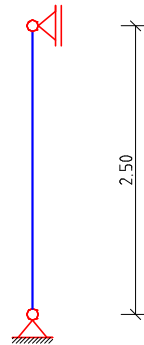
Scheibe	LF	Kat	H,Translation [kN]	H,Rotation [kN]	H,Summe [kN]	M,Biegung [kNm]	%
1	2	Q,W	-8.12	-0.72	-8.84	-24.6	-29.00
2	2	Q,W	-3.43	-0.30	-3.73	-10.4	-12.23
3	3	Q,W	2.14	2.41	4.55	17.1	9.51
4	3	Q,W	4.71	5.30	10.01	37.5	20.93
5	1	Q,W	-1.01	-0.15	-1.16	-3.2	-3.82
6	1	Q,W	-8.12	-1.20	-9.31	-25.9	-30.57
7	4	Q,W	33.47	-5.17	28.30	106.1	59.17
8	3	Q,W	4.05	1.50	5.55	20.8	11.61
9	3	Q,W	2.62	1.84	4.46	16.7	9.32
10	3	Q,W	0.85	0.73	1.58	5.9	3.30
11	1	Q,W	-8.60	-0.33	-8.93	-24.9	-29.29
12	2	Q,W	-1.20	-0.07	-1.27	-3.5	-4.16

POS. 244 MWK-WANDNACHWEIS

*Exemplarisch wird die wand 7 berechnet.
wichtig ist die Übernahme der vertikallast aus Pos. 243 für den
Kricknachweis, da diese Last zusätzlich zu den anderen vertikallasten wirkt.
Die Horizontallast und das Moment für den Scheibenschubnachweis wird im
zweiten Teil übernommen.*

System:

System in z-Richtung



Bauteil: Einschalige Außenwand nach DIN 1053-100 (Kap.8)
Gebäudehöhe über Gelände H = 7.50 m <= 20.00 m
Kopf: Endauflager, Stützweite = 5.00 <= 6.00
Fuß: Auflager Fundament (ohne Verdrehung)
Verkehrslast der Decke: Q = 1.50 kN/m² <= 5.00 kN/m²
Lichte Höhe hs = 2.50 m <= 3.60 m zweiseitig
Knicklänge hk = Beta * hs = 1.00 * 2.50 = 2.50 m

Einwirkungen: [alle Lasten in kN/m]

*Alle Lasten werden mit der Giebelbreite von 9.0 m eingegeben und
anschließend über den Lastfaktor von 1.44 für die Berechnung berücksichtigt.*

Einwirkung aus	Kat.	wert,k	Alpha
Pos.243 Auflager 7 (16.3/1.44)	Q,W	11.32	-
wand(0.300* 5.0+0.50)*2.75*100%	G	5.50	-
Decke	G	16.25	-
Dach	Q,A2	3.75	-
	G	2.00	-
Eigenlast in der Mitte (0.300* 5.0+0.50)* 1.250	Q,S1	2.50	-
	G	2.50	-
Eigenlast am Fuß (0.300* 5.0+0.50)* 2.500	G	5.00	-

Last Veränderung zur Berücksichtigung von Öffnungen (ohne Wandeigenlasten)
Gesamt wandlänge = 9.00 m, Summe wandöffnungen = 2.75 m, Lastfaktor = 1.44

Kate- gorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,A2	wohnfläche: ausreichende Querverteilung	0.70	0.50	0.30	1.50	-
Q,S1	Schnee-,Eislasten: Höhe <= NN +1000 m	0.50	0.20	-	1.50	-
Q,W	windlasten	0.60	0.50	-	1.50	-

Kombinationen nach DIN 1055-100

KNr.	Bem.-Sit.	Kombination
14	T,P/T	G,sup+Q,W+Q,i

T,P/T = Tragfähigkeit, ständig u. vorübergehend

Schnittgrößen:

KNr. 14, NEd,Kopf = 79.0 kN/m, NEd,Mitte = 82.4 kN/m, NEd,Fuß = 85.8 kN/m

Bemessung:

wanddicke gewählt: $d = 30.0$ cm
 Mauerwerksdaten: PP / 0.40 kg/dm³; Festigkeitsklasse: 2 MN/m²; Dübm

Schlankheit = $h_k / d = 250.0 / 30.0 = 8.33 \leq 25$
 $\Omega_{2,Mitte} = 0.85 - 0.0011 \cdot (h_k/d)^2 = 0.85 - 0.0011 \cdot 8.33^2 = 0.774$
 $\Omega_{3,Kopf} = 1.6 - (1/6) = 1.6 - (5.00/6) = 0.767$
 $\Omega_{3,Fuß} = 1.000$

Auflagertiefen: min a,Kopf= 17.5 cm, min a,Fuß= 17.5 cm

Druckfestigkeit: $f_d = 1000 \cdot n \cdot f_k / \Gamma = 1000 \cdot 0.85 \cdot 1.80 / 1.500 = 1020.0$ kN/m²

Ort	Abminderung	Tiefe	f_d	NRd	NEd	NEd/NRd	Zulässig
-	Ω_2 Ω_3	[m]	[kN/m ²]	[kN/m]	[kN/m]		
Kopf	- 0.767 *	0.175 *	1020.0 =	136.9	79.0	0.58	≤ 1
Mitte	0.774 - *	0.300 *	1020.0 =	236.8	82.4	0.35	≤ 1
Fuß	- 1.000 *	0.175 *	1020.0 =	178.5	85.8	0.48	≤ 1

Scheibenschubnachweis am wandfuss DIN 1053-100 [9.9.5]:

wandabmessungen $b = 6.25$ m, $d = 0.300$ m, $h_{gesamt} = 5.25$ m
 Horizontallast VEd und Moment MEd aus Pos. 243, Scheibe Nr. 7
 $V_{Ed} = 42.45$ kN, $M_{Ed}/M_{Ek} = 159.15 / 106.10$ kNm, $N_{Ed,inf.} = 245.00$ kN

$e_d = M_{Ed}/N_{Ed} = 0.650$ m, $e_k = M_{Ek}/N_{Ek} = 0.433$ m $< b/6 = 1.042$ m
 $m = 6 \cdot e_d / b = 6 \cdot 0.650 / 6.25 = 0.62$

$\alpha_{ph} = \min (1.125 \cdot b, 1.333 \cdot 1.5 \cdot (b - 2 \cdot e_d))$
 $\alpha_{ph} = \min (7.031, 9.898) = 7.031$ m

$\sigma_{Rd} = (1 + m) \cdot N_{Ed} / (b \cdot d)$ für $e_d \leq b/6$
 $\sigma_{Rd} = (1 + 0.62) \cdot 245.00 / (6.25 \cdot 0.300) = 212.2$ kN/m²

$\sigma_{Dd} = \sigma_{Rd} / 2 = 212.2 / 2 = 106.1$ kN/m²

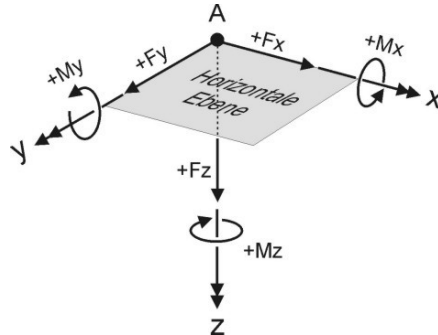
$f_{vk} = \min (f_{vk0} + 0.4 \cdot \sigma_{Dd}, 0.45 \cdot f_{bz} \cdot \sqrt{1 + \sigma_{Dd} / f_{bz}})$
 $f_{vk} = \min (220 + 0.4 \cdot 106.1, 0.45 \cdot 80 \cdot \sqrt{1 + 106.1 / 80})$
 $f_{vk} = 54.9$ kN/m² Minimum aus Gl.(36) und (37)

Bemessungssituation: ständig und vorübergehend $\Gamma_M = 1.5$
 $V_{Rd} = (\alpha_{ph} \cdot d \cdot f_{vk}) / (c \cdot \Gamma_M)$ Gl.(23)
 $V_{Rd} = (7.031 \cdot 0.300 \cdot 54.9) / (1.00 \cdot 1.5) = 77.21$ kN

Scheibenschubnachweis Gl.(22): $V_{Ed} / V_{Rd} = 42.45 / 77.21 = 0.55 < 1$

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

Die Kraftartrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten q in [kN/m] und m in [kNm/m].



Lager	Kraft	G	Q,A2	Q,S1	Q,W	Summe,k
1	qz	39.20	5.40	3.60	16.30	64.50