

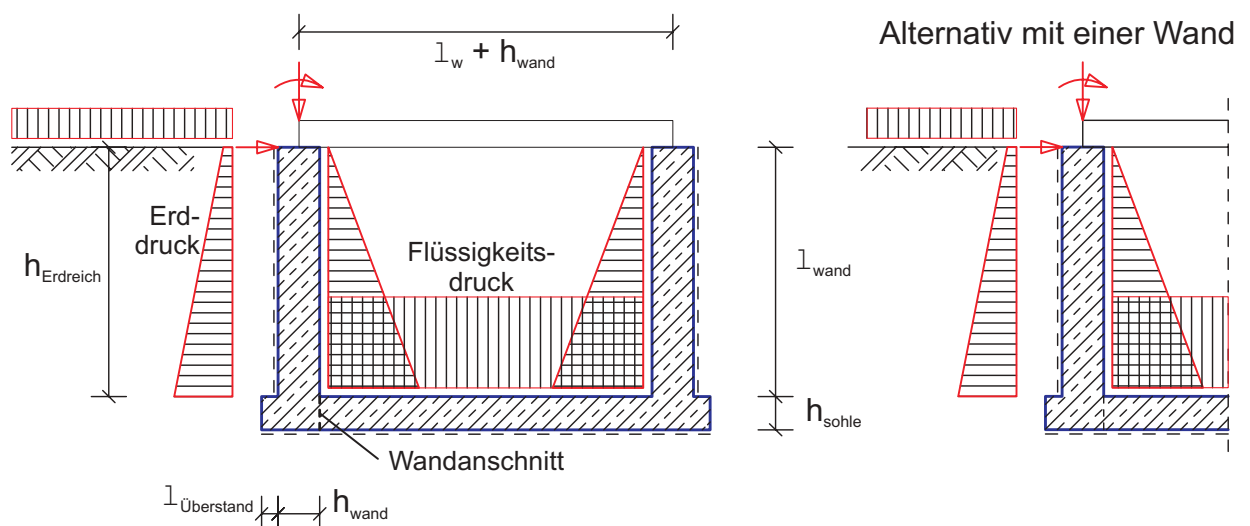
43D - Güllekanal nach DIN 1045-1

(Stand: 04.05.2009)

Das Programm dient zur Bemessung einer vertikal gespannten, vorwiegend auf Biegung beanspruchten Kragwand nach DIN 1045-1:2001-07 bzw. DIN 1045-1:2008-08.

Leistungsumfang

- ➡ System: Vertikal gespannte Kragwand, in einer Sohlplatte eingespannt. Dabei wird die Kragwand auf Biegung bemessen.
- ➡ Material: Stahl-/Leichtbeton nach DIN 1045-1, Stahl aus BSt 500S(A) / BSt 500S(B) / BSt 500M(A)
- ➡ Bemessung, Nachweise der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit.
 - Bildung von mehreren Lastfällen durch Zuweisung von Einwirkungsgruppen möglich.
 - Schnittkraftermittlung aus ständigen, veränderlichen und außergewöhnlichen Einwirkungen, einschließlich automatischer Kombinationen nach DIN 1055-100.
 - Biegebemessung der Wand an Stelle OK Sohle, Bemessung der Sohle an Wandanschnitt Wand/Sohle. Desweiteren können bis zu 4 weitere Schnitte in der Wand vorgegeben werden.
 - Bemessung der Querkraft in der gesamten Wand und im Wandanschnitt der Sohle.
 - Wahlweise Rissnachweis aus Zwang (horizontal), Last und Mindestbewehrung nach 11.2.2, 11.2.4, Vorgabe von Maximalrissbreiten (z.B. für Nachweis der Dichtheit) möglich
 - Wahlweise Berechnung der maximalen Verformung im Zustand II mit Kriechen und Schwinden.
 - Ausgabe der maximalen charakteristischen Sohlspannungen unterhalb der Wand.
- ➡ Grafische Ausgabe: Detailbild Güllekanal inkl. Belastung, wahlweise Darstellung mit 1 oder 2 Wänden, Umhüllender Schnittkraftverlauf der gewählten Lastfälle im Grenzzustand der Tragfähigkeit



System

Das statische System ist eine vertikal gespannte Kragwand. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei dem Bauteil um ein biegebeanspruchtes Bauteil handelt. Knickuntersuchungen werden nicht durchgeführt. Nach Angabe der geometrischen Wand- und Sohlenkennwerte kann eine Geländegeometrie angegeben werden. Falls ein Erddruck auf der Wand wirkt, sind Bodenkennwerte anzugeben. Für ein Gelände kann optional auch ein Grundwasserspiegel angegeben werden.

Einwirkungen

Belastung durch Gelände

Geländegeometrie

Die Eingabe der Geländegeometrie kann - falls vorhanden - wahlweise über ein Polygon mit bis zu 5 Punkten oder eine ebene Geländehöhe angegeben werden.

Wird die Geländeoberfläche über ein Polygon beschrieben, sind mindestens 2 Geländepunkte anzugeben. Die Eingabe über Polygonpunkte erfolgt durch Angabe des x-Abstandes von der Wand und der jeweiligen Höhe des Geländes (ab UK Wand).

Bodenkennwerte:

Für die Wandhinterfüllung muss das Raumgewicht über und - falls Grundwasser vorhanden - unter Wasser angegeben werden. Reibungs-, Wandreibungswinkel und Kohäsion sind für die Belastungsermittlung erforderlich, wobei i.Allg. der Wandreibungswinkel Delta positiv ist.

Belastung des Geländes:

Neben den direkten Belastungen aus dem Erddruck haben auch die Lasten auf oder im Erdreich Einfluss auf das Wandbauteil. Es kann eine durchgehende, ständige Flächenlast zwischen den letzten beiden angegebenen Polygonpunkten, bzw. bei einem ebenen Gelände auf die gesamte Ebene angesetzt werden.

Direkte Einwirkungen auf die Wand

Flächenlasten

Das Bauteileigengewicht kann durch Angabe der Wichte automatisch als Flächenlast angesetzt werden. Wahlweise kann bei den Flächenlasten ein Flüssigkeitsdruck berücksichtigt werden. Für diese Last existiert eine Schnelleingabe. Durch Eingabe von "f" in der Lastbezeichnung braucht nur noch eine Flüssigkeitshöhe angegeben zu werden. Der Rest der Lastzeile wird automatisch ausgefüllt.

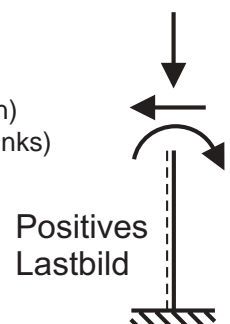
Streckenlasten am Wandkopf

Es können beliebig viele horizontale und vertikale Streckenlasten und -momente am Wandkopf eingetragen werden.

Neben der schon oben beschriebenen Schnelleingabe für Flüssigkeitsdruck, existiert bei der Streckeneinwirkungseingabe eine Schnelllasteingabe für Spalten (aufgerufen durch Eingabe von "S" in der Lastbezeichnung). Desweiteren können auch die bekannten Kürzel für Lastübernahme aus einer anderen Position, Wandformel, Lasten nach DIN 1055-1, Quicklast, Kopieren der Vorzeile genutzt werden.

Mögliche Richtungen der Einwirkungen:

- vertikale Flächen- und Streckeneinwirkungen (x-Richtung, positiv von oben nach unten)
- horizontale Flächen- und Streckeneinwirkungen (z-Richtung, positiv von rechts nach links)
- Streckenmomente um die y-Richtung (positiv im Uhrzeigersinn)



Bildung von Lastfällen / Einwirkungsgruppen

Es können mehrere Lastfälle aus den eingegebenen Einwirkungsgruppen gebildet werden. Es wird unter folgenden Einwirkungsgruppen unterschieden:

- Einwirkungen aus Wandeigengewicht (Flächenlasten in x-Richtung)
- Einwirkungen aus Erddruck
- Flächeneinwirkungen aus Flüssigkeitsdruck (Flächenlasten in z-Richtung)
- Einwirkungen aus Wandaufasten

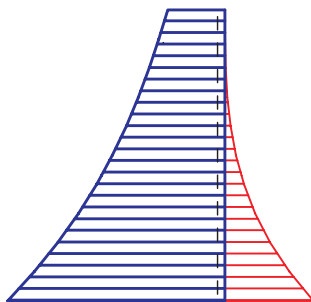
Das Programm ermittelt aus den oben angegebenen Einwirkungsgruppen Lastfälle und stellt diese in einer Auflistung zusammen. Aus dieser Zusammenstellung kann eine Auswahl getroffen werden, welche Lastfälle untersucht werden sollen.

Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit

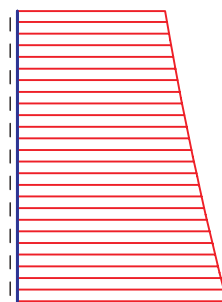
Das Programm ermittelt für jede Leiteinwirkung eines Lastfalles Designschnittgrößen nach DIN 1055-100. Die Kombinationsbeiwerte ψ und die γ -Faktoren zur Ermittlung der Designschnittgrößen werden standardmäßig nach DIN 1055-100 angesetzt, können allerdings - falls gewünscht - geändert werden.

Optional können die umhüllenden Schnittgrößenverläufe für den Grenzzustand der Tragfähigkeit ausgegeben werden.

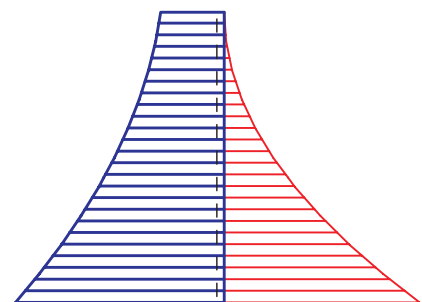
Umhüllender
Momentenverlauf



Umhüllender
Normalkraftverlauf



Umhüllender
Querkraftverlauf



Bemessung und Nachweis der Tragfähigkeit

Baustoffe

Für die Bemessung sind die Expositionsklassen für Bewehrungskorrosion und Betonangriff auszuwählen. Die Eingabe erfolgt per Menü mit Erläuterungen. Die sich aus den Umweltbedingungen ergebende Mindestbetongüte und Mindestbetondeckung wird vom Programm ermittelt und zur Korrektur angeboten. Folgende Baustoffe stehen zur Wahl:

- Normalbeton: C12/15 bis C50/60
- Leichtbeton: LC12/13 bis LC50/55
- Betonstahl: BSt 500S(A), BSt 500S(B), BSt 500M(A)

Biegebemessung

Die Bemessung erfolgt für reine Biegung bzw. Biegung mit mäßiger Normalkraft (kein Knicken, keine Theorie II. Ordnung im Grenzzustand der Tragfähigkeit). Die zu bemessenden Stellen in der Wand können frei vorgegeben werden. Der Einspannpunkt (= OK Sohle) und der Wandanschnitt in der Sohle werden automatisch untersucht. Nach Festlegung der Betonstahlschwerpunkte für Wand und Sohle, ermittelt das Programm für jede vorgegebene Stelle die maßgebenden Lastfälle, Schnittgrößen und einen Bewehrungsvorschlag.

Die Bewehrung kann mit Matten und Stabstahl erfolgen. Eine weitere Bewehrung in horizontaler Richtung ist in Form von Stabstahlzulagen möglich.

Querkraftbemessung

Der Querkraftnachweis wird über die gesamte Wand geführt. Gewöhnlicherweise ist keine Querkraftbewehrung notwendig. Für den Fall, dass eine Querkraftbewehrung notwendig sein sollte, wird diese ermittelt. Für die Sohlplatte wird ein Querkraftnachweis direkt am Wandanschnitt geführt.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Begrenzung der Rissbreite

Die Rissbreitenbegrenzung kann für die "quasi-ständige", "häufige" oder "seltene" Kombination geführt werden. Folgende Nachweise können wahlweise geführt werden:

- | | | |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| - Lastbeanspruchung: | Nachweis der Mindestbewehrung | nach DIN 1045-1, 11.2.2 |
| | Nachweis der vorhandenen Rissbreite | nach DIN 1045-1, 11.2.4 |
| - Zwangsbeanspruchung: | Nachweis der Mindestbewehrung | nach DIN 1045-1, 11.2.2 |

Der Nachweis auf Zwang (z.B.: Abfließende Hydratationswärme bei massigen Bauteilen) wird für die horizontale Richtung geführt. Die Bewehrung wird bei der Biegebemessung durch Matten, bzw. durch Zusatzbewehrung in horizontaler Richtung eingegeben. Die gewählte Bewehrung beeinflusst die Mindestbewehrung aus Zwang, weshalb mitunter mehrere Rechengänge erforderlich werden können.

Verformungen im Zustand II

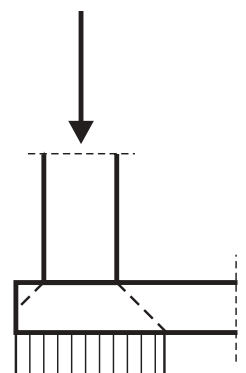
Für das System wird wahlweise die Verformung im Zustand II (gerissene Betonzugzone) ermittelt. Systemgrundlage hierfür ist eine voll eingespannte Wand. Dazu wird das System intern in Abschnitte unterteilt (mind. 10 Abschnitte), in denen die Steifigkeit des Querschnittes, jeweils unter der vorhandenen Beanspruchung, an Hand der Momenten-Krümmungsbeziehung bestimmt wird. Das Mitwirken des Betons auf Zug (tension stiffening) wird berücksichtigt. Eine Staffelung der Bewehrung führt zu einer größeren Durchbiegung. Bei zu großen Verformungen sollte daher die Längsbewehrung erhöht werden.

Weiterhin wird die Verformung sehr stark durch das Kriechen und Schwinden beeinflusst. Die Kriechzahl ϕ und das Schwindmaß ϵ_{cs} können manuell eingegeben oder durch das Programm bestimmt werden.

Da die Norm keine Begrenzungen für Verformungen an vertikalen Bauteilen vorgibt, wird nur die größte Verformung mit entsprechender Stelle ausgegeben.

Charakteristische Sohlspannungen

Die maximale charakteristische Sohlspannung wird direkt unter der Wand mit einem Lastausbreitungswinkel von 45° ermittelt.



Literatur

- DIN 1045-1:2001-07, inkl. Berichtigung 2:2005-06
- DIN 1045-1:2008-08
- DIN 1055-3:2002-10
- DIN 1055-100:2001-03
- Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>

POS. 235 GÜLLEKANAL

Hinweis: Um den Leistungsumfang des Programmes zu dokumentieren, wurde in diesem Beispiel der maximale Ausdruckumfang gewählt. Bei Bedarf ist es möglich, verschiedene Listen und Tabellen auszublenden, und so das Ausgabevolumen stark zu reduzieren.

Grundlagen: DIN 1045-1:2008-08, DIN 1055-100:2001-03

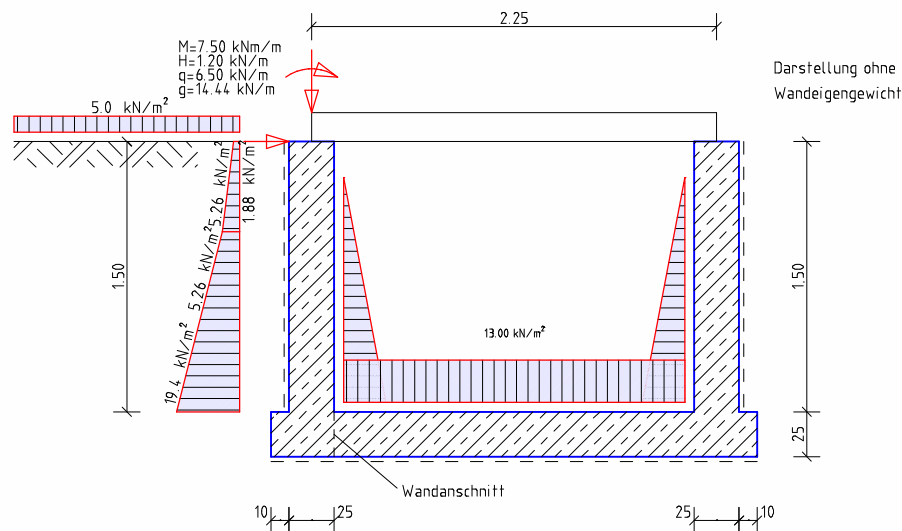
System

Auf Biegung beanspruchte einachsige Kragwand: Höhe = 1.50 m, Dicke = 25.0 cm
 Anschluss an Sohlplatte: Dicke = 25.0 cm, Sohlplattenüberstand $b_{\text{ü}} = 10.0$ cm
 Horiz. Geländehöhe ab UK Wand: $H_{\text{gel}} = 1.50$ m, Grundwasserhöhe $h_w = 1.00$ m

Bodenkennwerte:

Gamma	Gamma'	Reibungswinkel Phi	wandreibungswinkel Delta	Kohäsion c
[--- kN/m ³ ---]		[°]	[°]	[kN/m ²]
18.00	11.00	32.50	21.67	-

Ansatz des 1.50-fachen aktiven Erddrucks



Durchgehende ständige Flächeneinwirkung auf Gelände: $p, k = 5.0 \text{ kN/m}^2$

wandwirkungen aus Erdreich [kN/m²], Tiefe in [m]

Tiefe u. Gel. OK	Boden eah(g)	wasser- druck	Zusatzlasten eah(g)	res. eah(g)	Boden eav(g)	Zusatzlasten eav(g)	res. eav(g)	res. ev (g)
0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.00	1.88	0.0	0.0	1.9	0.7	0.0	0.0	0.7
0.50	5.26	0.0	0.0	5.3	2.1	0.0	0.0	2.1
1.50	9.40	10.0	0.0	19.4	3.7	0.0	0.0	3.7

Flächeneinwirkungen

Das Bauteileigengewicht wird mit einer Wichte von 25.0 kN/m^3 berücksichtigt.

Flächeneinwirkungen [kN/m²]

aus	Art	Kat.	xu [m]	xo [m]	wert, k unten	wert, k oben
wandiegengewicht	qx	G	0.00	1.50	6.25	6.25
Flüssigkeitsdruck	qz	G	0.00	1.30	13.00	0.00

Streckeneinwirkungen:

Lasten: q = Linienlast [kN/m], m = Linienmoment [kNm/m]
 Richtung: x = vertikal (in Wandebene), z = senkrecht zur Wandebene

Streckeneinwirkungen auf Wand	Ort	Last	Kat.	wert,k	Alpha
Verkehrslast	oben	qx	Q,B1	1.50	-
Wand(0.240*16.0+0.50)*2.75*100%	oben	qx	G	11.94	-
Winddruck	oben	qz	Q,W	-1.20	-
Momente aus Winddruck	oben	my	Q,W	7.50	-
Spalten: (0.16 m, 2.5 * 2.00 / 2)	oben	qx	G	2.50	-
Nutzlast Spalten	oben	qx	Q,E1	5.00	-

Lastfallzusammenstellung
 LF1: G,Wand + Erddruck
 LF2: G,Wand + Flüssigkeit,innen
 LF3: G,Wand + Wandauflasten
 LF4: G,Wand + Wandauflasten + Erddruck
 LF5: G,Wand + Wandauflasten + Flüssigkeit,innen

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,B1	Büro,Arbeitsflächen: Flure, Arztpraxen, Aufenthaltsr., Kleinviehställen	0.70	0.50	0.30	1.50	-
Q,E1	Lager: Fabriken leichter Betrieb, Großviehställen	1.00	0.90	0.80	1.50	-
Q,W	Windlasten	0.60	0.50	-	1.50	-

Alle Nutz- und Verkehrslasten gelten als eine unabhängige Einwirkung (Q,N).
 Für Q,N werden die jeweils größten Psi-Werte angesetzt (DIN 1055-100 A.2(2))

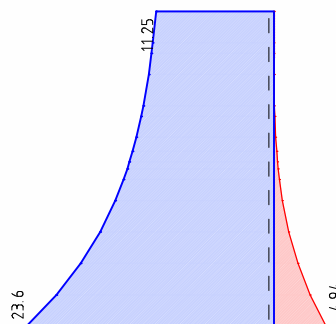
Baustoffe: Normalbeton C 25/30 **BSt 500M(A)**
Größtkorn des Zuschlags $d_g = 16.0$ mm

Ort	Expositionsklassen	mit Betondeckung:	c.min [mm]	delta.c [mm]	gew.c [mm]
außen :	XC2 XF1		20	15	35
innen :	XC3 XA1		20	15	35

Feuchteklasse: W0 nach Erhärtung weitgehend trocken

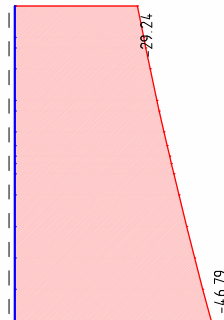
Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit
Grenzmomente

$M_{y,d}$: 1 cm = 7.20 kNm/m / System 1:36.0



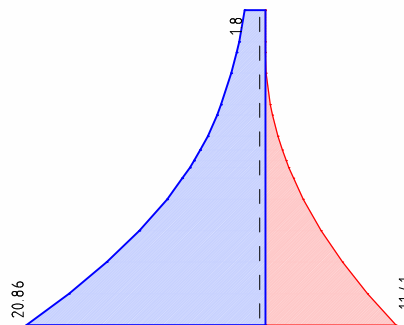
Grenznormalkraft

Nx,d: 1 cm = 18.0 kN/m / System 1:36.0



Grenzquerkraft

Vz,d: 1 cm = 6.60 kN/m / System 1:36.0



Bemessung (Zugfaserseite = außen)

Bauteil	Ort	LF	M [kNm/m]	N [kN/m]	d [cm]	erf. as [cm ² /m]	ds,l [mm]	s [cm]	n	Matte	vhd.as [cm ² /m]
wand bei x= 1.50	i 2		-4.94	-12.66	21.0	2.53	-	-	1	R257A	2.57
	a 4		23.60	-37.04	21.0	2.63	-	-	1	R377A	3.77
sohle,wandanschl.	i 5		-7.33	0.00	21.0	2.48	-	-	1	R257A	2.57
	a 4		25.36	0.00	21.0	2.71	-	-	1	R377A	3.77

x in [m] von OK wand; Ort: a=außen (erdseitig), i=innen

Zulagen für Querrichtung: $D_s \cdot 8/s = 12.5 \text{ cm}$, vhd.as,quer = 5.15 cm²/m

Querkraftnachweis

Die Querkraftlinie wird gemäß DIN 1045-1, 13.2.3 (9) eingeschnitten.

Bereich [-]	Bem.-Sit. [-]	x [m]	cot Theta	VED [kN/m]	VRd,max [kN/m]	VED,red [kN/m]	VRd,ct [kN/m]	erf.asw,90 [cm ² /m]
wand	T,P/T	0.00	3.00	1.8	462.2	1.8	103.5	0.00
		1.50	3.00	20.9	462.2	15.8	105.8	0.00

Querkraftnachweis sohle (wandanschn.) in [kN/m]: ved = 17.5 < 102.1 = vrd,ct

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Bemessungssituation für den Grenzzustand der Rissbildung: Quasi-ständige

Rissnachweis für Zwangsbeanspruchung (nach 3-5 Tagen)

Nachweis der Mindestbewehrung min.As 11.2.2

Bezeichnung	kc [-]	k [-]	Ac [cm ²]	fct,eff [N/mm ²]	SigmaS [N/mm ²]	min.As [cm ²]	vorh.As [cm ²]
wand,außen horizon.	1.0	0.80	1250.0	1.280	277.1	4.62	< 5.15
wand,innen horizon.	1.0	0.80	1250.0	1.280	256.6	4.99	< 5.15

Berechnung und Ausgabe der Mindestbewehrung min.As je Rand

Rissnachweis für Lastbeanspruchung (nach 28 Tagen)

Nachweis der vorh. Rissbreite vorh.Wk 11.2.4

Bezeichnung	Ort [m]	Md [kNm]	Nd [kN]	Dsm [mm]	min.As [cm ²]	vorh.As [cm ²]	vorh.wk [mm]	zul.wk [mm]
wand, außen vert.	1.35	5.24	-11.5	6.0	-	3.77	0.01	< 0.30
wand, innen vert.	1.50	-3.66	-9.4	7.0	-	2.57	0.01	< 0.30

Verformung

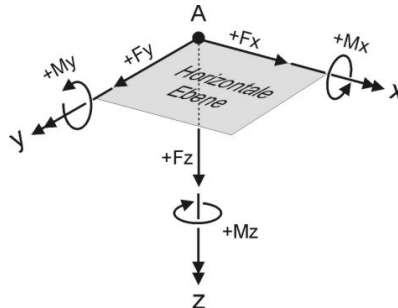
Bemessungssituation für den Grenzzustand der Verformung: Quasi-ständige Kriech-/Schwindparameter für Nachweis: $\Phi = 2.621$, $\epsilon_{cs} = -0.639$
 Maximale Verformung der Kragwand im Zustand II bei $x = 0.00$ m: $f_z = 0.01$ cm

Char. Sohlspannungen aus wand: $\sigma = 33.94 / (0.10 + 0.25 + 0.25) = 56.56$ kN/m²

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

- Lastfall 1 = G, wand + Erddruck
- Lastfall 2 = G, wand + Flüssigkeit, innen
- Lastfall 3 = G, wand + Wandauflasten
- Lastfall 4 = G, wand + Wandauflasten + Erddruck
- Lastfall 5 = G, wand + Wandauflasten + Flüssigkeit, innen

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



Lager	Kraftart	Lastfall	Kategorie	volllast	Maximal	Minimal	
1	my	1	G	7.15	7.15	7.15	
			G	-3.66	-3.66	-3.66	
		3	Q, W	9.30	9.30	0.00	
			G	7.15	7.15	7.15	
		4	Q, W	9.30	9.30	0.00	
			Summe, k	16.45	16.45	7.15	
			5	G	-3.66	-3.66	-3.66
		qx	3	Q, W	9.30	9.30	0.00
				Summe, k	5.64	5.64	-3.66
			4	G	-14.12	-14.12	-14.12
	Q, W			8.45	8.45	8.45	
	Summe, k			0.00	0.00	-1.20	
	qz	4	G	-14.12	-14.12	-14.12	
			Q, W	0.00	0.00	-1.20	
			Summe, k	-14.12	-14.12	-15.32	
5		G	8.45	8.45	8.45		
		Summe, k	8.45	8.45	7.25		
3	G	G	13.00	13.00	13.00		
		G	9.38	9.38	9.38		
		G	23.82	23.82	23.82		
	Q, B1	Q, B1	1.50	1.50	0.00		
		Q, E1	5.00	5.00	0.00		

Lager	Kraftart	Lastfall	Kategorie	volllast	Maximal	Minimal
			Summe,k	30.32	30.32	23.82
		4	G	27.44	27.44	27.44
			Q,B1	1.50	1.50	0.00
			Q,E1	5.00	5.00	0.00
			Summe,k	33.94	33.94	27.44
		5	G	23.82	23.82	23.82
			Q,B1	1.50	1.50	0.00
			Q,E1	5.00	5.00	0.00
			Summe,k	30.32	30.32	23.82