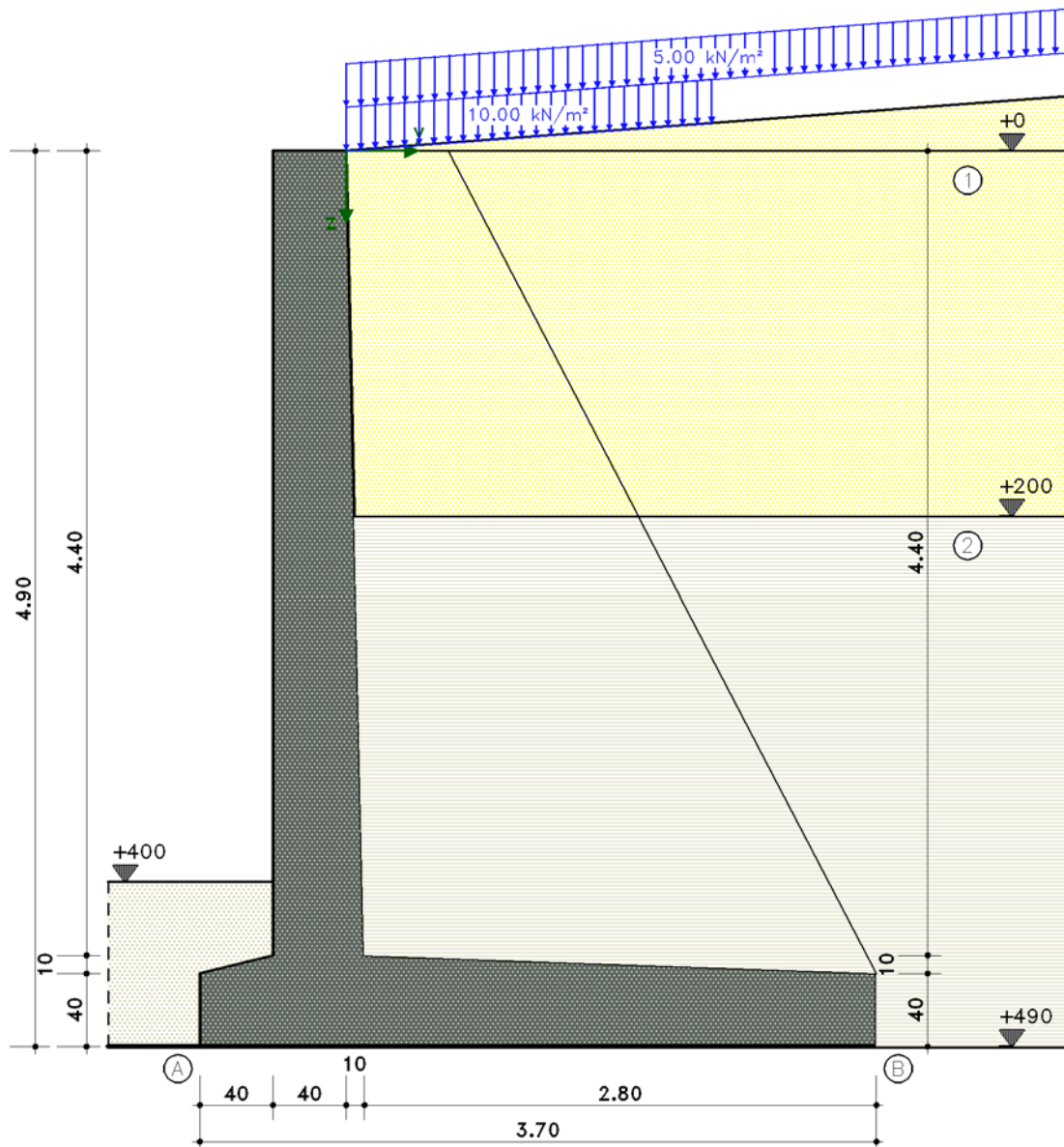


BEISPIEL

1. Eingabedaten für Winkelstützwand n.

1.1. Systemplot Maßstab 1:40

4H-WINKL Version: 8/2013-1g



1.2. Wanddaten

Beton	f_{ck} N/mm ²	α	ϵ_{c2} ‰	ϵ_{c2u} ‰	n	E_c N/mm ²	γ kN/m ³
C40/50	40.0	0.850	-2.0	-3.5	2.00	31386.6	25.00

Betonstahl	f_{yk} N/mm ²	f_{tk} N/mm ²	ϵ_{su} ‰	E_s N/mm ²
BSt 500 S(B)	500.0	525.0	25.0	200000.0

1.3. Bodenparameter

Nr	Name	h cm	z cm	ϕ °	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	c kN/m ²	δ_a °	δ_p °	k_{ah} -	k_{ph} -	k_{ch} -	E_m MN/m ²
1	GW	200	200	30.00	18.00	9.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
2	SU	∞	∞	30.00	20.00	9.00	2.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0

Geländeabschluss : $y_p = 0$ cm, $\beta = 5^\circ$, $\gamma = 18.00$ kN/m³

Grundwasserstand : $z = 1000$ cm (erd- und luftseitig)

Aushubtiefe vor der Wand: $z = 400$ cm

1.4. Flächenlasten

Nr	Name	Typ	Ort	LF	yA cm	Δz cm	l cm	b cm	q kN/m ²	H kN/m	Ansatz
101	q	veränd.	Wandkopf	1	0	0	200	∞	10.00	0.00	T/s/vollst.
102	p	veränd.	Wandkopf	1	0	0	∞	∞	5.00	0.00	T/s/teilb.

T = Trapezförmig, R = Rechteckförmig, s = schichtweise, m = mitteln, teilbar = Lastbild wird geteilt wenn ungünstig, vollst. = Lastbild ist immer vollständig

1.5. Allgemeine Berechnungseinstellungen

Wandbeschaffenheit: rauh => $\delta = 2/3 \varphi$, sofern $\delta_{\text{Bodenschicht}} = \text{auto}$

Nachweise der äußeren Standsicherheit mit Hilfe geneigter Gleitflächen (Rutschkeilverfahren)

errechneter Schnittpunkt mit dem Gelände bei y = 55.9 cm und z = 0.0 cm

Mit Berücksichtigung des passiven Erddruckes in BS-P, BS-A,

Berechnung nach Sokolovsky/Pregl mit ebenen Gleitflächen

Ausbreitungswinkel für Blocklasten: 45.00 °

Mindesterddruckbeiwert gemäß DIN 4085, 6.3.1.5 berechnen

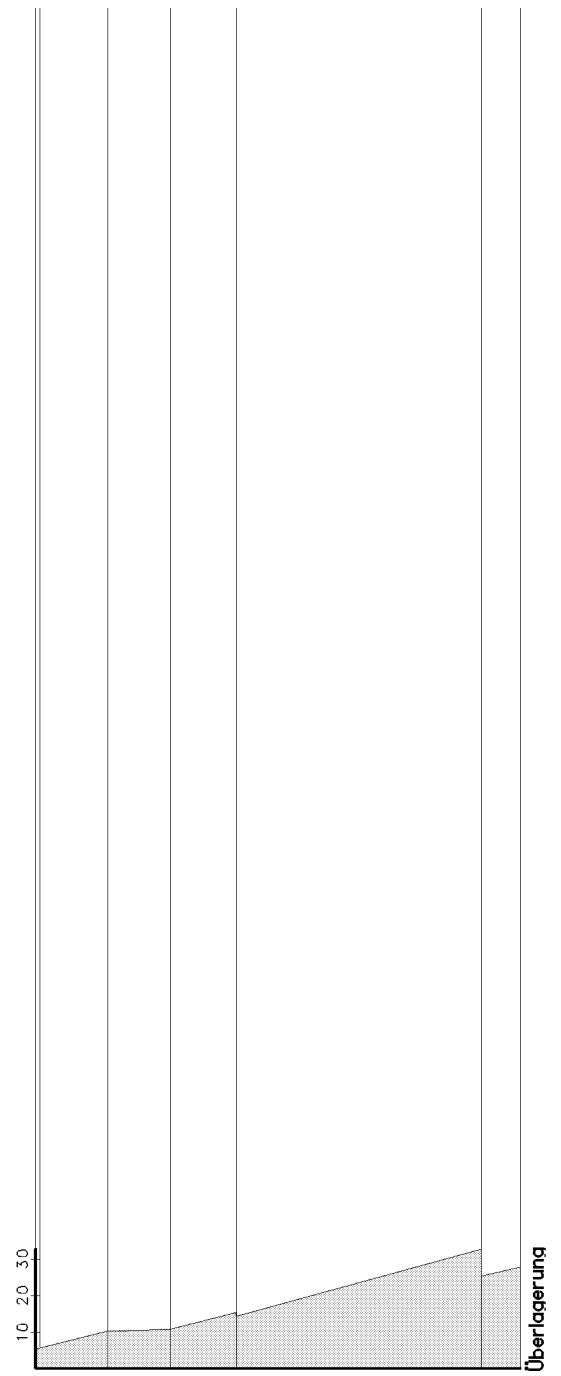
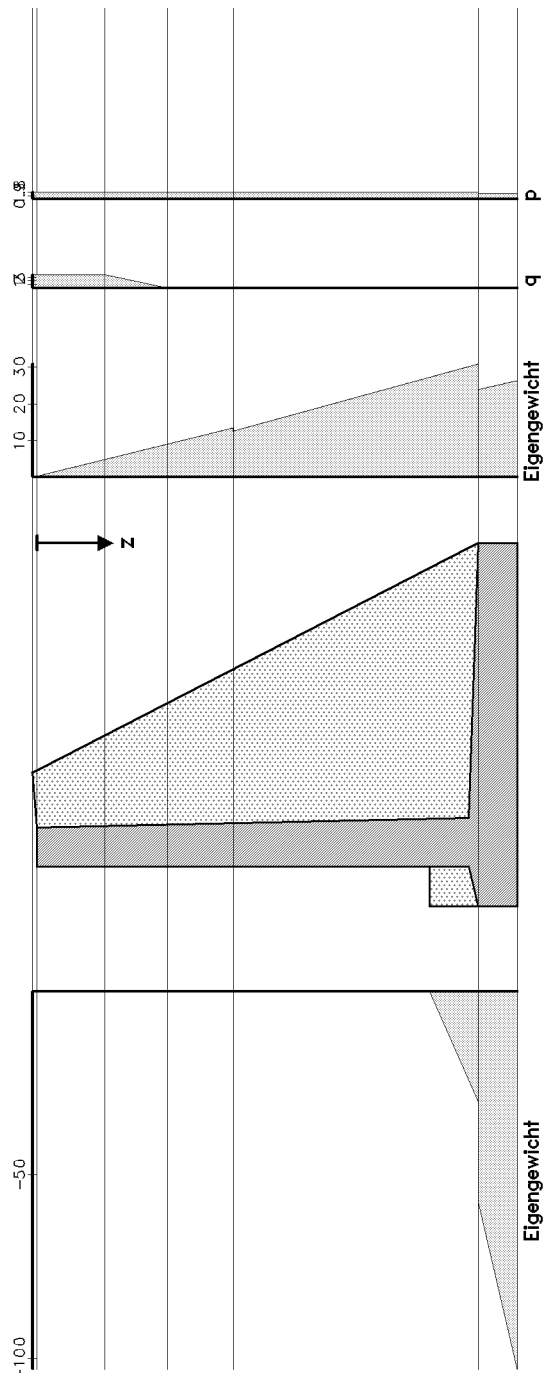
Lager der Horizontalkräfte für Nachweise der inneren Standsicherheit am Ende des hinteren Sporns

2. Beschreibung der Einwirkungsstruktur

Name	Bezeichnung	Typ	Lastart
Lf1	Eigengewicht Winkelstützwand	Ständig	
Lf2	Eigengewicht Boden	Ständig	
Lf101	q	veränd.	Flächenlast
Lf102	p	veränd.	Flächenlast

3. Äußere Standsicherheit

3.1. Charakteristische Erddrucklasten für die äußere Standsicherheit



3.2. Charakteristische Erddrücke für äußere Standsicherheit

3.2.1. Luftseitige Erddrücke

Erddruck aus Eigengewicht

Nr	z cm	k _{gh} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	400	3.000	0.000	0.000	0.000
2	450	3.000	-30.000	0.000	30.000
3	450	5.725	-57.254	29.805	64.547
4	490	5.725	-103.057	53.648	116.185

E_h = 39.56, z_s = 469, E_v = -16.69, y_s = 0.0, E_{res} = 42.94

3.2.2. Erdseitige Erddrücke

Erddruck aus Eigengewicht

Nr	z cm	k _{gh} -	k _{ch} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	-5	0.367	0.000	0.000	0.000	0.000
2	200	0.367	0.000	13.528	21.218	25.164
3	200	0.367	0.466	12.596	19.757	23.431
4	450	0.367	0.466	30.955	48.554	57.582
5	450	0.297	0.922	23.982	8.729	25.521
6	490	0.297	0.922	26.361	9.595	28.053

E_h = -78.35, z_s = 326, E_v = 110.77, y_s = 214, E_{res} = 135.68

Erddruck aus q

Nr	z cm	k _{ph} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	-5	0.367	3.672	5.759	6.830
2	69	0.367	3.672	5.759	6.830
3	133	0.367	0.000	0.000	0.000

E_h = -3.88, z_s = 54, E_v = 6.08, y_s = 247, E_{res} = 7.21

Erddruck aus p

Nr	z cm	k _{ph} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²	Nr	z cm	k _{ph} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	-5	0.367	1.836	2.880	3.415	4	450	0.297	1.487	0.541	1.582
2	200	0.367	1.836	2.880	3.415	5	490	0.297	1.487	0.541	1.582
3	450	0.367	1.836	2.880	3.415						

E_h = -8.94, z_s = 244, E_v = 13.31, y_s = 174, E_{res} = 16.03

Erddruck aus Überlagerung

Nr	z cm	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²	Nr	z cm	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	-5	5.508	8.639	10.245	5	200	14.432	22.637	26.846
2	69	10.365	16.258	19.281	6	450	32.791	51.433	60.997
3	133	10.932	17.146	20.335	7	450	25.469	9.270	27.104
4	200	15.364	24.098	28.579	8	490	27.848	10.136	29.635

E_h = -91.17, z_s = 307, E_v = 130.16, y_s = 204, E_{res} = 158.91

3.3. Charakteristische Schnittgrößen für Standsicherheit

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	y _s cm	z _s cm	A, I m ² , m	γ, q, M [kN, m]	V kN	H kN	Σ M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	116	-152	3.670	25.00	91.75	---	106.80
2	Boden	Geländeabschluß	195	-492	0.071	18.00	1.28	---	2.49
3	Boden	GW, erdsei.	139	-374	2.114	18.00	38.04	---	53.02
4	Boden	SU, luftseit	19	-67	0.180	20.00	3.60	---	0.69
5	Boden	SU, erdsei.	197	-156	5.300	20.00	106.00	---	209.26
6	Auflast	q	108	-499	0.559	10.00	5.59	0.00	6.04
7	Auflast	p	108	-490	0.559	5.00	2.80	0.00	3.02
8	Erddruck	luftseit.	0	-25	---	---	-16.69	39.56	10.05
9	Erddruck	erdseit.	284	-188	---	---	130.16	-91.17	198.45
Σ							362.53	-51.61	589.83

3.4. Protokoll der Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

3.4.1. EQU

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$	5	BS-P	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.5 \cdot L_{f102}$
2	BS-P	$1.1 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$	6	BS-P	$1.1 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.5 \cdot L_{f102}$
3	BS-P	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.5 \cdot L_{f101}$	7	BS-P	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.5 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$
4	BS-P	$1.1 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.5 \cdot L_{f101}$	8	BS-P	$1.1 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.5 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$

3.4.2. SLS

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	$L_{f1} + L_{f2}$
2	BS-P	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101}$
3	BS-P	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f102}$
4	BS-P	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f102}$

3.4.3. GEO-2

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	$L_{f1} + L_{f2}$	5	BS-P	$L_{f1} + L_{f2} + 1.5 \cdot L_{f102}$
2	BS-P	$1.35 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$	6	BS-P	$1.35 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.5 \cdot L_{f102}$
3	BS-P	$L_{f1} + L_{f2} + 1.5 \cdot L_{f101}$	7	BS-P	$L_{f1} + L_{f2} + 1.5 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$
4	BS-P	$1.35 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.5 \cdot L_{f101}$	8	BS-P	$1.35 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.5 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$

3.5. Einstellungen für Nachweise der äußeren Standsicherheit

Teilsicherheitsbeiwerte auf Einwirkungsseite entsprechen [1] Tabelle A 2.1

Berechnung mit aktivem Erddruck E_a

3.6. Nachweis gegen Kippen (EQU)

Der Ausnutzungsgrad ergibt sich zu $\mu = m_{dst}/m_{stb}$

Maßgebendes Lastkollektiv: EQU LK 7

Abminderungsfaktor f_{red} für passiven (luftseitigen) Erddruck = 0.000

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	y_s cm	z_s cm	A, I m ² , m	γ, q, M [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	116	-152	3.670	25.00	82.57	---	96.12
2	Boden	Geländeabschluß	195	-492	0.071	18.00	1.15	---	2.25
3	Boden	GW, erdsei.	139	-374	2.114	18.00	34.24	---	47.72
4	Boden	SU, luftseit	19	-67	0.180	20.00	3.24	---	0.62
5	Boden	SU, erdsei.	197	-156	5.300	20.00	95.40	---	188.34
6	Auflast	q	108	-499	0.559	10.00	8.39	0.00	9.06
7	Erddruck	erdseit.	279	-198	---	---	128.77	-89.74	181.06
Σ							353.77	-89.74	525.17

LK	m_{dst} kNm/m	m_{stb} kNm/m	μ -	LK	m_{dst} kNm/m	m_{stb} kNm/m	μ -
1	0.00	519.00	0.00	5	0.00	549.13	0.00
2	0.00	634.34	0.00	6	0.00	664.46	0.00
3	0.00	549.13	0.00	7	0.00	-∞	999.0
4	0.00	664.46	0.00	8	0.00	-∞	999.0

$\mu_{max} = 999.00 > 1.0 \Rightarrow$ Der Nachweis gegen Kippen ist nicht erfüllt

!!

m_{dst} - destabilisierendes Moment m_{stb} - stabilisierendes Moment y_s - y-Koordinate der Resultierenden

z_s - z-Koordinate der Resultierenden γ - Wichte oder Sicherheitsfaktor bei Kräften M - Moment V - Kraft in z-Richtung

H - Kraft in y-Richtung I - Länge bei Flächenlasten

3.7. Begrenzung der klaffenden Fuge unter ständiger Last

Maßgebendes Lastkollektiv: SLS LK 1

Abminderungsfaktor f_{red} für passiven (luftseitigen) Erddruck = 0.000

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	y_s cm	z_s cm	A, I m ² , m	γ, q, M [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	116	-152	3.670	25.00	91.75	---	106.80
2	Boden	Geländeabschluß	195	-492	0.071	18.00	1.28	---	2.49
3	Boden	GW, erdsei.	139	-374	2.114	18.00	38.04	---	53.02
4	Boden	SU, luftseit	19	-67	0.180	20.00	3.60	---	0.69

Nr	Typ	Name	y _s cm	z _s cm	A, l m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ · V kN	γ · H kN	Σ γ · M kNm
5	Boden	SU, erdsei.	197	-156	5.300	20.00	106.00	---	209.26
6	Erddruck	erdseit.	294	-168	---	---	110.77	-78.35	194.35
Σ							351.44	-78.35	566.62

Schnittgrößen im Schwerpunkt der Fundamentsohle: $V_{0,k} = 351.44 \text{ kN/m}$
 $M_{0,k} = -83.55 \text{ kNm/m}$

Exzentrizität der Resultierenden: $e = -0.24 \text{ m}$

$e/b = 0.06 < 1/6$

⇒ die Resultierende befindet sich in der 1. Kernfläche
d.h. es entsteht keine klaffende Fuge infolge ständiger Last.

V_0 - Normalkraft in der Sohlfuge M_0 - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfuge y_s - y-Koordinate der Resultierenden
 z_s - z-Koordinate der Resultierenden γ - Wichte oder Sicherheitsfaktor bei Kräften M - Moment V - Kraft in z-Richtung
H - Kraft in y-Richtung l - Länge bei Flächenlasten

3.8. Begrenzung der klaffenden Fuge unter Gesamtlast

Maßgebendes Lastkollektiv: SLS LK 4

Abminderungsfaktor f_{red} für passiven (luftseitigen) Erddruck = 0.000

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	y _s cm	z _s cm	A, l m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ · V kN	γ · H kN	Σ γ · M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	116	-152	3.670	25.00	91.75	---	106.80
2	Boden	Geländeabschluß	195	-492	0.071	18.00	1.28	---	2.49
3	Boden	GW, erdsei.	139	-374	2.114	18.00	38.04	---	53.02
4	Boden	SU, luftseit	19	-67	0.180	20.00	3.60	---	0.69
5	Boden	SU, erdsei.	197	-156	5.300	20.00	106.00	---	209.26
6	Auflast	q	108	-499	0.559	10.00	5.59	0.00	6.04
7	Erddruck	erdseit.	284	-188	---	---	130.16	-91.17	198.45
Σ							376.42	-91.17	576.76

LK	V _{0,k} kN/m	M _{0,k} kNm/m	e m	e/b -
1	351.44	-83.55	-0.24	0.064
2	363.11	-106.33	-0.29	0.079
3	364.75	-96.84	-0.27	0.072
4	376.42	-119.62	-0.32	0.086

$(e/b)_{max} = 0.086 < 1/3$

⇒ Die maßgebende Resultierende befindet sich in der 2. Kernfläche,
d.h. keine klaffende Fuge über den Schwerpunkt hinaus.

V_0 - Normalkraft in Sohlfuge M_0 - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfuge y_s - y-Koordinate der Resultierenden
 z_s - z-Koordinate der Resultierenden γ - Wichte oder Sicherheitsfaktor bei Kräften M - Moment V - Kraft in z-Richtung
H - Kraft in y-Richtung l - Länge bei Flächenlasten

3.9. Nachweis der Gleitsicherheit

Gleitwiderstand bei konsolidiertem Boden $R_{t,k} = V_{0,k} \tan(\delta_s)$

Bemessungswert des Gleitwiderstandes $R_{t,d} = R_{t,k} / \gamma_{R,h}$

Bemessungswert des mobilisierten Erdwiderstandes $e_{p,d} = e_{p,k, mob} / \gamma_{R,e}$

Der Ausnutzungsgrad ergibt sich zu $\mu = (R_{t,d} + e_{p,d}) / h_d$

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 8

Abminderungsfaktor f_{red} für passiven (luftseitigen) Erddruck = 1.000

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	y _s cm	z _s cm	A, l m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ · V kN	γ · H kN	Σ γ · M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	116	-152	3.670	25.00	123.86	---	144.17
2	Boden	Geländeabschluß	195	-492	0.071	18.00	1.72	---	3.37
3	Boden	GW, erdsei.	139	-374	2.114	18.00	51.36	---	71.58
4	Boden	SU, luftseit	19	-67	0.180	20.00	4.86	---	0.94
5	Boden	SU, erdsei.	197	-156	5.300	20.00	143.10	---	282.51
6	Auflast	q	108	-499	0.559	10.00	8.39	0.00	9.06
7	Erddruck	luftseit.	0	-25	---	---	-11.92	28.26	7.18
8	Erddruck	erdseit.	283	-190	---	---	178.62	-125.00	268.52
Σ							500.00	-96.74	787.32

LK	V _{0,k} kN/m	R _{t,k} kN	γ _{R,h} -	γ _{R,e} -	R _{t,d} kN/m	e _{p,d} kN/m	h _d kN/m	μ -
1	334.75	234.39	1.10	1.40	213.09	28.26	-78.35	0.32
2	334.75	234.39	1.10	1.40	213.09	28.26	-105.77	0.44
3	346.42	242.57	1.10	1.40	220.52	28.26	-84.17	0.34
4	346.42	242.57	1.10	1.40	220.52	28.26	-111.59	0.45
5	348.06	243.71	1.10	1.40	221.56	28.26	-91.76	0.37
6	348.06	243.71	1.10	1.40	221.56	28.26	-119.19	0.48
7	359.73	251.89	1.10	1.40	228.99	28.26	-97.58	0.38
8	359.73	251.89	1.10	1.40	228.99	28.26	-125.00	0.49

μ_{max} = 0.49 < 1.0 ⇒ **Gleitwiderstand ausreichend**

b' - Ersatzbreite infolge exzent. Belastung V₀ - Normalkraft in Sohlfuge γ_s - y-Koordinate der Resultierenden
z_s - z-Koordinate der Resultierenden γ - Wichte oder Sicherheitsfaktor bei Kräften M - Moment V - Kraft in z-Richtung
H - Kraft in y-Richtung l - Länge bei Flächenlasten

3.10. Nachweis der Grundbruchsicherheit

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 8

Abminderungsfaktor f_{red} für passiven (luftseitigen) Erddruck = 0.500

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	y _s cm	z _s cm	A, l m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ · V kN	γ · H kN	Σ γ · M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	116	-152	3.670	25.00	123.86	---	144.17
2	Boden	Geländeabschluß	195	-492	0.071	18.00	1.72	---	3.37
3	Boden	GW, erdsei.	139	-374	2.114	18.00	51.36	---	71.58
4	Boden	SU, luftseit	19	-67	0.180	20.00	4.86	---	0.94
5	Boden	SU, erdsei.	197	-156	5.300	20.00	143.10	---	282.51
6	Auflast	q	108	-499	0.559	10.00	8.39	0.00	9.06
7	Erddruck	luftseit.	0	-25	---	---	-8.35	19.78	5.03
8	Erddruck	erdseit.	283	-190	---	---	178.62	-125.00	268.52
Σ							503.57	-105.22	785.17

3.10.1. Belastung und Ersatzabmessungen

LK	V _{0,k} kN/m	M _{0,k} kNm/m	b' m	h _k kN/m	LK	V _{0,k} kN/m	M _{0,k} kNm/m	b' m	h _k kN/m
1	343.09	-63.08	3.33	-58.57	5	356.40	-76.38	3.27	-67.51
2	343.09	-63.08	3.33	-58.57	6	356.40	-76.38	3.27	-67.51
3	354.77	-85.87	3.22	-62.45	7	368.08	-99.16	3.16	-71.39
4	354.77	-85.87	3.22	-62.45	8	368.08	-99.16	3.16	-71.39

3.10.2. Maßgebende Bodenkennwerte

Ermittlung der maßgebenden Werte mit der Methode des gewogenen Mittels

Werte oberhalb der Sohle bis OK Boden: γ₁, φ₁, c₁

Werte unterhalb der Sohle bis zur Tiefe (d_s) der Gleitscholle: γ₂, φ₂, c₂

LK	γ ₁ kN/m ³	φ ₁ °	c ₁ kN/m ²	d _s m	γ ₂ kN/m ³	φ ₂ °	c ₂ kN/m ²
1	20.00	30.00	2.00	3.74	20.00	30.00	2.00
2	20.00	30.00	2.00	3.74	20.00	30.00	2.00
3	20.00	30.00	2.00	3.57	20.00	30.00	2.00
4	20.00	30.00	2.00	3.57	20.00	30.00	2.00
5	20.00	30.00	2.00	3.51	20.00	30.00	2.00
6	20.00	30.00	2.00	3.51	20.00	30.00	2.00
7	20.00	30.00	2.00	3.36	20.00	30.00	2.00
8	20.00	30.00	2.00	3.36	20.00	30.00	2.00

3.10.3. Tragfähigkeits-, Form-, Lastneigungs- und Tiefenbeiwerte

Grundwerte der Tragfähigkeitsbeiwerte N_{b0}, N_{d0}, N_{c0} nach [2]

Formbeiwerte v_b, v_d, v_c nach [2], Tab.2

Lastneigungsbeiwerte i_b, i_d, i_c nach [2], Tab.3

LK	N _{b0} -	N _{d0} -	N _{c0} -	v _b -	v _d -	v _c -	i _b -	i _d -	i _c -
1	10.05	18.40	30.14	1.000	1.000	1.000	0.570	0.688	0.670
2	10.05	18.40	30.14	1.000	1.000	1.000	0.570	0.688	0.670
3	10.05	18.40	30.14	1.000	1.000	1.000	0.559	0.679	0.660
4	10.05	18.40	30.14	1.000	1.000	1.000	0.559	0.679	0.660
5	10.05	18.40	30.14	1.000	1.000	1.000	0.533	0.657	0.637
6	10.05	18.40	30.14	1.000	1.000	1.000	0.533	0.657	0.637
7	10.05	18.40	30.14	1.000	1.000	1.000	0.524	0.650	0.630
8	10.05	18.40	30.14	1.000	1.000	1.000	0.524	0.650	0.630

3.10.4. Bruch- und zulässige Last

Charakteristischer Grundbruchwiderstand $R_{n,k} = b' \cdot (\gamma_2 \cdot b' \cdot N_{b0} \cdot v_b \cdot i_b + \gamma_1 \cdot t \cdot N_{d0} \cdot v_d \cdot i_d + c_2 \cdot N_{c0} \cdot v_c \cdot i_c)$

Bemessungswert des Widerstandes $R_{n,d} = R_{n,k} / \gamma_{Gr}$

Der Ausnutzungsgrad ergibt sich zu $\mu = N_d / R_{n,d}$

LK	$R_{n,k}$ kN/m	$\gamma_{R,v}$ -	$R_{n,d}$ kN/m	N_d kN/m	μ -	LK	$R_{n,k}$ kN/m	$\gamma_{R,v}$ -	$R_{n,d}$ kN/m	N_d kN/m	μ -
1	2166.04	1.40	1547.17	343.09	0.22	5	1982.83	1.40	1416.31	363.06	0.26
2	2166.04	1.40	1547.17	466.10	0.30	6	1982.83	1.40	1416.31	486.06	0.34
3	2013.78	1.40	1438.42	360.60	0.25	7	1851.83	1.40	1322.73	380.57	0.29
4	2013.78	1.40	1438.42	483.61	0.34	8	1851.83	1.40	1322.73	503.57	0.38

$\mu_{max} = 0.38 < 1.0 \Rightarrow$ Grundbruchwiderstand ausreichend

V_0 - Normalkraft in Sohlfuge M_0 - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfuge b' - Ersatzbreite infolge exzentr. Belastung

t - Einbindetiefe y_s - y-Koordinate der Resultierenden z_s - z-Koordinate der Resultierenden

γ - Wichte oder Sicherheitsfaktor bei Kräften M - Moment V - Kraft in z-Richtung H - Kraft in y-Richtung

l - Länge bei Flächenlasten

3.11. Setzungen

Ermittlung der Setzung unter Anwendung geschlossener Formeln entsprechend [3] und [4]

Maßgebendes Lastkollektiv: SLS LK 4

Abminderungsfaktor f_{red} für passiven (luftseitigen) Erddruck = 0.000

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	y_s cm	z_s cm	A, l m ² , m	γ, q, M [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	116	-152	3.670	25.00	91.75	---	106.80
2	Boden	Geländeabschluß	195	-492	0.071	18.00	1.28	---	2.49
3	Boden	GW, erdsei.	139	-374	2.114	18.00	38.04	---	53.02
4	Boden	SU, luftseit	19	-67	0.180	20.00	3.60	---	0.69
5	Boden	SU, erdsei.	197	-156	5.300	20.00	106.00	---	209.26
6	Auflast	q	108	-499	0.559	10.00	5.59	0.00	6.04
7	Auflast	p	108	-490	0.559	5.00	2.80	0.00	3.02
8	Erddruck	erdseit.	284	-188	---	---	130.16	-91.17	198.45
Σ							379.22	-91.17	579.78

Zulässige maximale Setzung $z_{ul} s_{max} = 5.0$ cm

Zulässige Schiefstellung $z_{ul} \alpha = 57.3$ °

3.11.1. Ermittlung von setzungserzeugender Sohlspannung und Grenztiefe

Mittlere setzungserzeugende Sohlspannung $\sigma_0' = \sigma_0 - \sigma_a$, wenn $2 \cdot \sigma_a > \sigma_0$ dann $\sigma_0' = \sigma_0$

Die Grenztiefe d_s ergibt sich aus $d_s = z$, wenn $\sigma_B(z) = 0.2 \cdot \sigma_0(z)$ unter dem kennzeichnenden Punkt.

Aushubentlastung infolge Gründungstiefe $\sigma_a = 18.00$ kN/m²

LK	V_0, k kN/m	M_0, k kNm/m	σ_0 kN/m ²	σ_0' kN/m ²	d_s m
1	351.44	-83.55	94.98	76.98	6.11
2	363.11	-106.33	98.14	80.14	6.32
3	364.75	-96.84	98.58	80.58	6.35
4	376.42	-119.62	101.74	83.74	6.55

3.11.2. Ermittlung von Setzungsbeiwerten und Setzungsanteilen je Bodenschicht

Beiwert f für Setzung unter dem kennzeichnenden Punkt nach [5], Bnd. 2, Tab. 4

Setzungsanteile aus mittiger Last $s_{m,i} = \sigma_0' \cdot b_y \cdot (f_i - f_{i-1}) / E_{m,i}$

Setzungsanteile aus M_0 $s_{r,i} = b/2 \cdot M_0 / (E_{m,i} \cdot b^2) \cdot 12/\pi$

LK 1:

σ_0' m	Kote m	z m	f -	s_m cm	s_r cm
76.98 kN/m ²					
$M_0 = -83.55$ kNm/m	6.00	5.10	0.832	2.37	-0.43
	7.01	6.11	0.930	0.28	-0.43

LK 2:

σ_0' m	Kote m	z m	f -	s_m cm	s_r cm
80.14 kN/m ²					
$M_0 = -106.33$ kNm/m	6.00	5.10	0.832	2.47	-0.55
	7.22	6.32	0.948	0.35	-0.55

LK 3:

σ_0' m	Kote m	z m	f -	s_m cm	s_r cm
80.58 kN/m ²					
$M_0 = -96.84$ kNm/m	6.00	5.10	0.832	2.48	-0.50
	7.25	6.35	0.951	0.36	-0.50

LK 4:

$$\sigma_0' = 83.74 \text{ kN/m}^2$$

$$M_0 = -119.62 \text{ kNm/m}$$

Kote m	z m	f -	S _m cm	S _r cm
6.00	5.10	0.832	2.58	-0.62
7.45	6.55	0.969	0.42	-0.62

3.11.3. Resultierende Setzungen und Schiefstellung je LK

$$s_1 = \sum (s_{m,i} - s_{r,i}) \quad s_2 = \sum (s_{m,i} + s_{r,i}) \quad s_3 = \sum s_{m,i}$$

$$\tan \alpha = 2 \sum s_{y,i} / b_y$$

LK	s ₁ cm	s ₂ cm	s ₃ cm	S _{max} cm	α °
1	3.5	1.8	2.6	3.5	-0.3
2	3.9	1.7	2.8	3.9	-0.3
3	3.8	1.8	2.8	3.8	-0.3
4	4.2	1.8	3.0	4.2	-0.4

$$\max S_{\max} = 4.2 < 5.0 \text{ cm} \quad \max |\alpha| = 0.4^\circ < 57.3^\circ$$

⇒ zulässige Setzung und Schiefstellung eingehalten

σ₀ - mittlere Sohlnormalspannung σ_B - Bodenspannungen aus Bauwerkslasten

σ_Ü - Überlagerungsspannungen aus Eigenlast des Bodens

d_s - Grenztiefe bzw. Dicke der zusammendrückbaren Schicht unter der Fundamentsohle z - Tiefe ab Fundamentunterkante

V₀ - Normalkraft in Sohlfuge M₀ - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfuge y_s - y-Koordinate der Resultierenden

z_s - z-Koordinate der Resultierenden γ - Wichte oder Sicherheitsfaktor bei Kräften M - Moment V - Kraft in z-Richtung

H - Kraft in y-Richtung l - Länge bei Flächenlasten

3.12. Nachweis gegen Verschiebung in der Sohlfläche

Der Nachweis gilt als erfüllt, wenn beim Nachweis der Gleitsicherheit der Erdwiderstand unberücksichtigt bleibt.

Gleitwiderstand bei konsolidiertem Boden $R_{t,k} = V_{0,k} \tan(\delta_s)$

Bemessungswert des Gleitwiderstandes $R_{t,d} = R_{t,k} / \gamma_{R,h}$

Der Ausnutzungsgrad ergibt sich zu $\mu = R_{t,d} / h_d$

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

Maßgebendes Lastkollektiv: SLS LK 8

Abminderungsfaktor f_{red} für passiven (luftseitigen) Erddruck = 0.000

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	y _s cm	z _s cm	A, l m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ · V kN	γ · H kN	Σ γ · M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	116	-152	3.670	25.00	123.86	---	144.17
2	Boden	Geländeabschluß	195	-492	0.071	18.00	1.72	---	3.37
3	Boden	GW, erdsei.	139	-374	2.114	18.00	51.36	---	71.58
4	Boden	SU, luftseit	19	-67	0.180	20.00	4.86	---	0.94
5	Boden	SU, erdsei.	197	-156	5.300	20.00	143.10	---	282.51
6	Auflast	q	108	-499	0.559	10.00	8.39	0.00	9.06
7	Erddruck	erdseit.	283	-190	---	---	178.62	-125.00	268.52
Σ							511.92	-125.00	780.14

LK	V _{0,k} kN/m	R _{t,k} kN	γ _{R,h} -	R _{t,d} kN/m	h _d kN/m	μ -
1	240.67	168.52	1.10	153.20	-78.35	0.51
2	240.67	168.52	1.10	153.20	-105.77	0.69
3	246.27	172.44	1.10	156.76	-84.17	0.54
4	246.27	172.44	1.10	156.76	-111.59	0.71
5	240.67	168.52	1.10	153.20	-91.76	0.60
6	240.67	168.52	1.10	153.20	-119.19	0.78
7	246.27	172.44	1.10	156.76	-97.58	0.62
8	246.27	172.44	1.10	156.76	-125.00	0.80

$$\mu_{\max} = 0.80 < 1.0 \Rightarrow \text{Nachweis gegen Verschiebung in der Sohlfläche erfüllt}$$

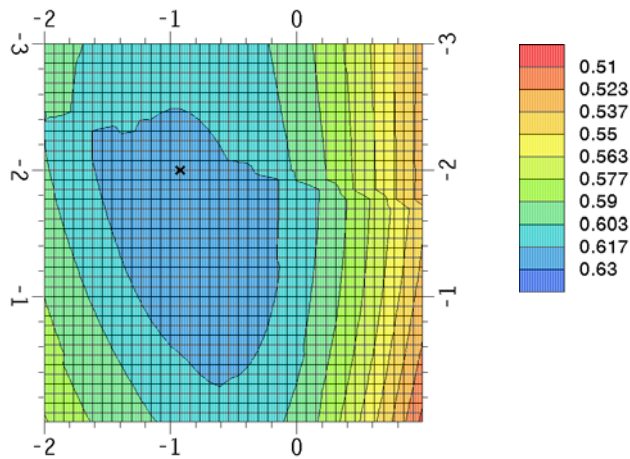
b' - Ersatzbreite infolge exzent. Belastung V₀ - Normalkraft in Sohlfuge y_s - y-Koordinate der Resultierenden

z_s - z-Koordinate der Resultierenden γ - Wichte oder Sicherheitsfaktor bei Kräften M - Moment V - Kraft in z-Richtung

H - Kraft in y-Richtung l - Länge bei Flächenlasten

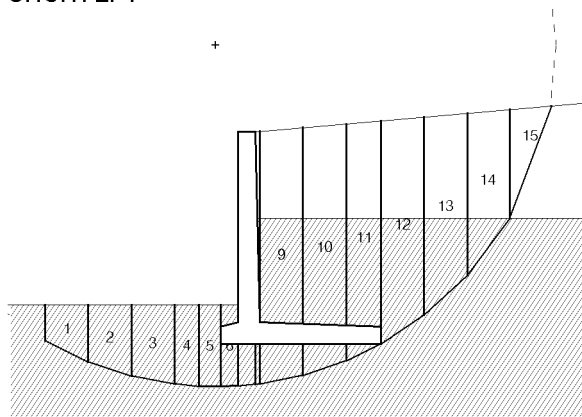
3.13. Böschungsbruch

3.14. Ausnutzung in Abhängigkeit vom Gleitkreismittelpunkt



3.15. Maßgebende Gleitkreise

3.15.1. LF1



Mittelpunkt

$y_m = -0.92 \text{ m}$

$z_m = -2.00 \text{ m}$

Radius

$r = 7.89 \text{ m}$

Anfang/Ende

$y_a = -4.87 \text{ m}$

$y_e = 6.84 \text{ m}$

Unterster Punkt

$y_u = -0.80 \text{ m}$

$z_u = 5.89 \text{ m}$

Rechenwerte der Lamellen aus Eigenlast

$$T_G = [(G_{\text{Boden}} + G_{\text{Bk}}) \tan(\varphi) + c \cdot b] / (\cos(\vartheta) + \mu \cdot \tan \varphi \cdot \sin(\vartheta))$$

Nr.	y m	z m	h _{Boden} m	b m	G _{Boden} kN/m	G _{Bk} kN/m	φ_{ca1} °	C _{ca1} kN/m ²	ϑ °	G · sin ϑ kN/m	T _G kN/m
1	-4.37	5.10	1.10	1.00	21.9	0.0	24.8	1.6	-25.9	-9.6	15.2
2	-3.37	5.50	1.50	1.00	30.0	0.0	24.8	1.6	-18.0	-9.3	18.0
3	-2.37	5.76	1.76	1.00	35.1	0.0	24.8	1.6	-10.5	-6.4	19.2
4	-1.58	5.86	1.86	0.57	21.1	0.0	24.8	1.6	-4.8	-1.8	11.0
5	-1.05	5.89	1.89	0.50	18.9	0.0	24.8	1.6	-0.9	-0.3	9.6
6	-0.60	5.88	0.98	0.40	11.5	4.5	24.8	1.6	2.3	0.7	7.9
7	-0.20	5.86	0.96	0.40	7.6	49.0	24.8	1.6	5.3	5.2	26.2
8	0.05	5.83	0.93	0.10	5.9	6.8	24.8	1.6	7.1	1.6	5.8
9	0.60	5.74	0.84	1.00	102.1	12.1	24.8	1.6	11.1	22.0	52.4
10	1.60	5.47	0.57	1.00	99.1	11.2	24.8	1.6	18.7	35.3	50.5
11	2.50	5.11	0.21	0.80	75.0	8.3	24.8	1.6	25.7	36.2	38.7
12	3.40	4.60	4.90	1.00	93.3	0.0	24.8	1.6	33.2	51.1	44.9
13	4.40	3.82	4.21	1.00	79.4	0.0	24.8	1.6	42.4	53.6	40.9
14	5.39	2.73	3.20	0.98	57.7	0.0	24.8	1.6	53.1	46.2	33.9
15	6.20	1.40	1.94	0.96	33.6	0.0	24.8	0.0	64.5	30.3	22.4
Σ				11.71	692.2	91.8				254.7	396.3

Rechenwerte der Lamellen aus Auflast für 'LF1'

$$Q_{\text{Konsol}} < Q \Rightarrow Q_R = 0$$

$$T_Q = Q_R \tan(\varphi) / (\cos(\vartheta) + \mu \cdot \tan \varphi \cdot \sin(\vartheta))$$

Lamelle	Q kN/m	Q _A kN/m	Q _A · sin ϑ kN/m	Q _{Konsol.} kN/m	Q _R kN/m	T _Q kN/m
12	2.2	2.2	1.2	0.0	0.0	0.0
Σ	2.2	2.2	1.2		0.0	0.0

Erdwiderstand und Wasserdruck auf die erste Lamelle am Austrittsende

bei $y_{ep} = -4.87 \text{ m}$

z m	k _{pgh} -	e _{pgh} kN/m ²
4.00	1.78	0.00
4.00	1.78	0.00
4.00	1.78	0.00
4.83	1.78	29.57

3.16. Wirksame Käfte und Momente

LK	T _G +T _Q kN/m	(G+Q _A) · sin θ kN/m	M _{Ep} kNm/m	M _{W,Ü} kNm/m
LF1	396.3	255.9	80.6	0.0

3.17. Ausnutzung

$$\mu = (r \cdot ((G+Q) \cdot \sin(\theta)) + M_{W,Ü}) / (r \cdot (T_G + T_Q) + M_{Ep})$$

LK	μ
LF1	0.63

$\mu_{\max} = 0.63 < 1.0 \Rightarrow$ Maximale Ausnutzung der Böschungsstabilität eingehalten

G_{Boden} - Eigenlast aus Bodengewicht G_{Bk} - Eigenlast aus Baukörper G - Eigenlast gesamt θ - Tangentenwinkel
T_G - haltende Tangentialkraft infolge Eigengewicht und Kohäsion Q - Summe der Auflast je Lamelle
Q_A - antreibender Anteil aus Auflast Q_{Konsol.} - maßgeb. Vorkonsolidierung in der Lammelle Q_R - haltender Anteil aus Auflast
T_Q - haltende Tangentialkraft infolge Auflast M_{Ep} - haltendes Moment aus Erdwiderstand am Austrittsende
M_{W,Ü} - antreibendes Moment aus Wasserüberdruck

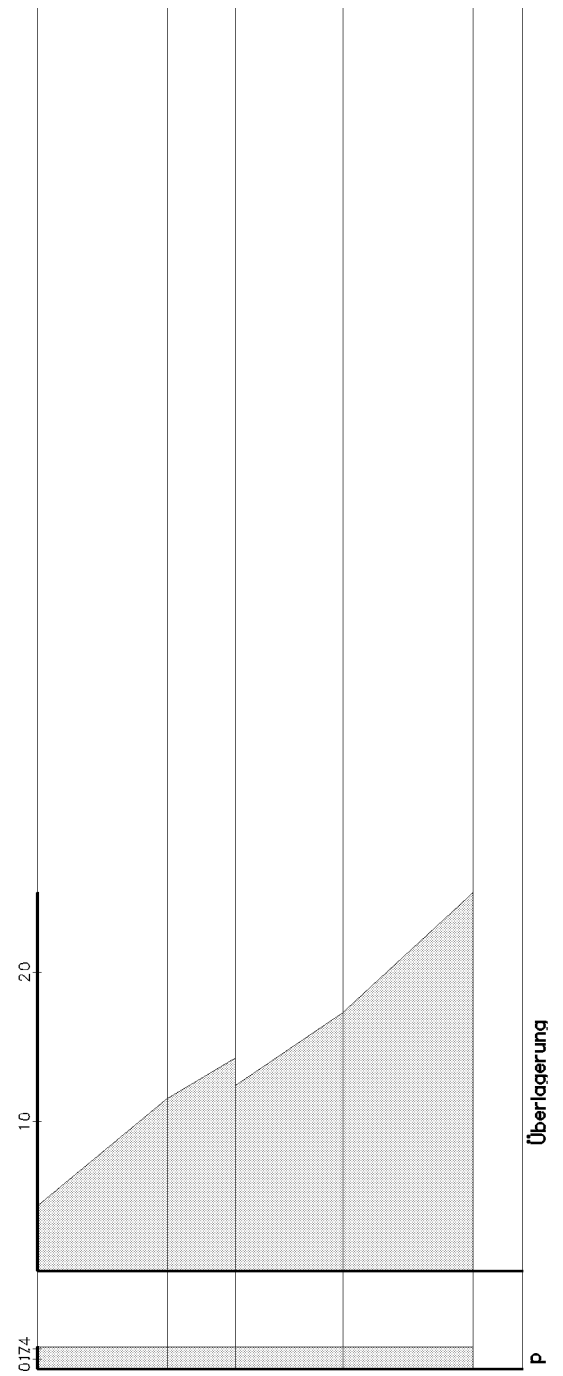
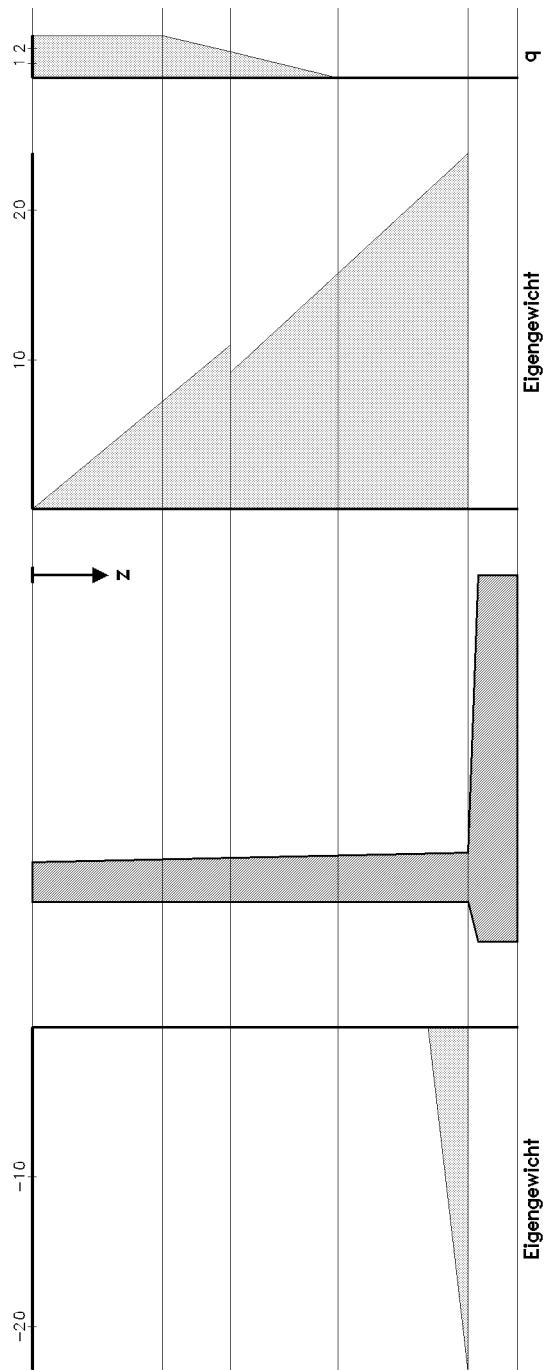
- [1] DIN 1054: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1, Dezember 2010
[2] DIN 4017: Baugrund, Berechnung des Grundbruchwiderstandes von Flächengründungen, März 2006
[3] DIN 4019 Teil 1: Baugrund, Setzungsrechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung, April 1979
[4] DIN 4019 Teil 2: Baugrund, Setzungsrechnungen bei schräg und außermittig wirkender Belastung, Februar 1981
[5] Kany, M.: Berechnung von Flächengründungen, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, 2.Aufl. 1974

3.18. Zusammenfassung für äußere Standsicherheit

Der Nachweis gegen Kippen ist nicht erfüllt.

4. Innere Standsicherheit

4.1. Charakteristische Erddrucklasten für die Bemessung



4.2. Charakteristische Erddrücke für die Bemessung

4.2.1. Luftseitige Erddrücke

Erddruck aus Eigengewicht

Nr	z cm	k _{gh} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	395	5.725	0.000	0.000	0.000
2	435	5.725	-22.902	11.922	25.819

$$E_h = 4.58, z_s = 427, E_v = -2.38, y_s = 0.0, E_{res} = 5.16$$

4.2.2. Erdseitige Erddrücke

Erddruck aus Eigengewicht

Nr	z cm	k _{gh} -	k _{ch} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	-5	0.304	0.000	0.000	0.000	0.000
2	195	0.304	0.000	10.961	4.274	11.765
3	195	0.304	0.906	9.148	3.567	9.819
4	435	0.304	0.906	23.762	9.266	25.505

$$E_h = -50.45, z_s = 293, E_v = 19.67, y_s = 287, E_{res} = 54.15$$

Erddruck aus q

Nr	z cm	k _{ph} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	-5	0.286	2.858	1.114	3.067
2	127	0.286	2.858	1.114	3.067
3	195	0.286	1.750	0.682	1.878
4	304	0.286	0.000	0.000	0.000

$$E_h = -6.29, z_s = 116, E_v = 2.45, y_s = 286, E_{res} = 6.75$$

Erddruck aus p

Nr	z cm	k _{ph} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	-5	0.304	1.522	0.594	1.634
2	195	0.304	1.522	0.594	1.634
3	435	0.304	1.522	0.594	1.634

$$E_h = -6.70, z_s = 220, E_v = 2.61, y_s = 285, E_{res} = 7.19$$

Erddruck aus Überlagerung

Nr	z cm	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²	Nr	z cm	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	-5	4.380	1.708	4.701	4	195	12.421	4.843	13.331
2	127	11.573	4.513	12.422	5	304	17.285	6.740	18.553
3	195	14.233	5.550	15.277	6	435	25.285	9.859	27.139

$$E_h = -63.44, z_s = 268, E_v = 24.74, y_s = 286, E_{res} = 68.09$$

4.3. Protokoll der Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

4.3.1. DIN EN 1992-1 Bemessung

LK	LF	Faktorisierung
1	LF1	1.35*(Lf1+Lf2)+1.5*(Lf101+Lf102)
2	LF1	1.35*(Lf1+Lf2)+0.7*1.5*(Lf101+Lf102)

4.3.2. DIN EN 1992-1 Rissnachweis

LK	LF	Faktorisierung
1	LF1	Lf1+Lf2+0.3*(Lf101+Lf102)

4.3.3. DIN EN 1992-1 Spannungsnachweis

LK	LF	Faktorisierung
1	LF1	Lf1+Lf2+Lf101+Lf102
2	LF1	Lf1+Lf2+0.7*(Lf101+Lf102)

4.3.4. Verformungsberechnung

LK	LF	Faktorisierung
1	LF1	Lf1+Lf2+Lf101+Lf102

4.4. Einstellungen für Nachweise der inneren Standsicherheit

4.4.1. Allgemeine Einstellungen

Bemessung nach NA-Deutschland

Bettungsmodul der Sohle: 1.0 MN/m³

Das Auflager zur Einleitung der Horizontalkräfte ist am Fuß der aufgehenden Wand

Berechnung mit aktivem Erddruck E_a

Reduzierter stützender Erddruck mit $f_{Red} = 0.500$

Berechnung mit Zugfederausschaltung

4.4.2. Überlagerungsregeln

Alle erdseitigen Flächenlasten können nur gemeinsam wirken

Alle erdseitigen Flächenlasten wirken ungünstig

Alle Eigengewichtslasten wirken ungünstig

4.4.3. Rissnachweis

nach DIN 1045-1

4.4.4. Schubbemessung

$z = 0,9 \cdot d$ (10.3.4 (2))

4.4.5. Bemessungseigenschaften

+HErläuterungen: Spalte (S) = Symmetriebedingung der Bewehrungsanordnung: Z = Zugbewehrung, S = symmetrisch (oben = unten);

max μ = maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad

Bauteil	Randabstände		Grundbewehrung		S	max μ
	oben cm	unten cm	oben cm²	unten cm²		
Fundament	5.0	5.0	0.0	0.0	S	8.00
Wand	4.0	6.0	0.0	0.0	Z	8.00

NACHWEIS 41: DIN EN 1992-1-1 BEMESSUNG

Normalkraft N

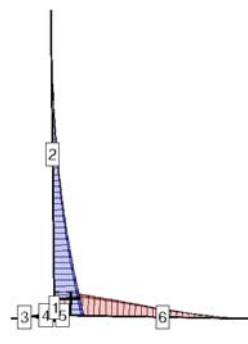
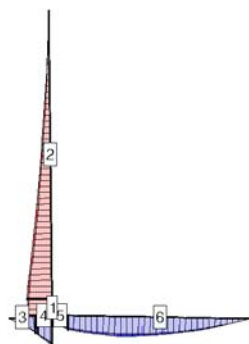
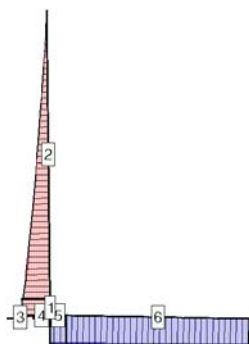
Min/Max: -87.93/92.32 kN

Querkraft Q

Min/Max: -83.97/99.58 kN

Moment M

Min/Max: -142.25/174.52 kNm



extremale Schnittgrößen

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
Stabzug 1: Stab 1					
1	0.00	Min	-87.93	-82.98	157.19
		Max	-85.51	-77.14	174.52
2	0.25	Min	-87.93	-82.98	137.91
		Max	-85.51	-77.14	153.78
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.25	Min	-86.98	-83.97	137.91
		Max	-84.63	-78.10	153.78

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
	2.22	Min	-40.24	-35.86	31.28
		Max	-38.50	-31.49	36.98
3	4.65	Min	0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	-0.00
Stabzug 2: Stab 3					
4	0.00	Min	-0.00	-0.00	-0.00
		Max	-0.00	0.00	-0.00
	0.20	Min	0.50	29.02	2.95

extremale Schnittgrößen

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
5	0.40	Max	0.50	30.81	3.13
		Min	1.01	56.73	11.61
		Max	1.01	60.23	12.33
Stabzug 2: Stab 4					
5	0.40	Min	8.04	56.17	11.61
		Max	8.48	59.64	12.33
1	0.65	Min	8.04	94.11	30.44
		Max	8.48	99.58	32.27
Stabzug 2: Stab 5					
1	0.65	Min	85.18	8.60	-142.25
		Max	91.45	11.65	-126.76
6	0.90	Min	85.18	44.58	-134.56

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
		Max	91.45	49.48	-120.07
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.90	Min	85.96	43.05	-134.56
		Max	92.32	47.84	-120.07
	1.70	Min	84.43	59.72	-87.01
		Max	90.76	67.58	-77.68
	2.70	Min	82.36	43.69	-26.22
		Max	88.57	48.75	-23.55
	3.70	Min	80.32	-1.54	-0.00
		Max	86.41	-1.43	0.00
Minimum			-87.93	-83.97	-142.25
Maximum			92.32	99.58	174.52

Erf. Bewehrung A_{sb}

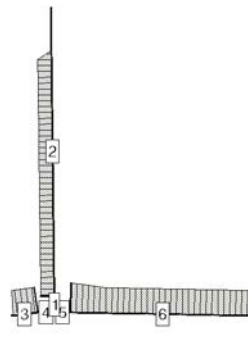
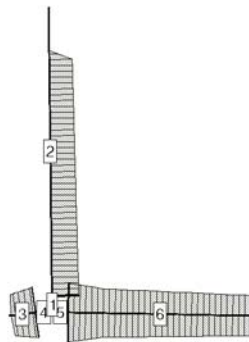
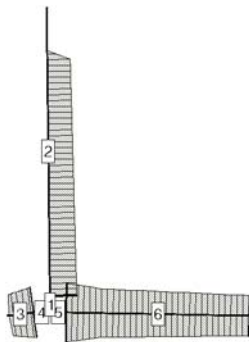
Max: A_{sbo}/A_{sbu} : 7.47/7.47 cm^2

Längsbewehrung A_s

Max: A_{so}/A_{su} : 7.47/7.47 cm^2

Bewehrungsgrad μ_s

Max: 0.30 %



Bewehrung

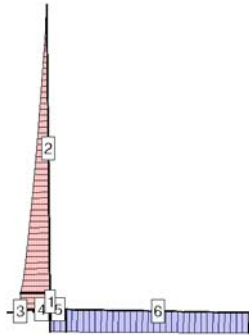
Knonr	s	A_{so}	A_{su}	μ_s	a_{sbu}
-	m	cm^2	cm^2	%	cm^2/m
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.25	0.00	6.79	0.14	0.00
	3.73	0.00	5.87	0.14	0.00
	3.86	0.02	5.84	0.14	0.00
	3.99	0.02	0.02	0.00	0.00
3	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 3					
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00

Knonr	s	A_{so}	A_{su}	μ_s	a_{sbu}
-	m	cm^2	cm^2	%	cm^2/m
5	0.05	5.27	5.27	0.26	0.00
	0.40	6.42	6.42	0.26	0.00
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.90	7.47	7.47	0.30	0.00
	1.44	6.18	6.18	0.26	0.00
7	3.70	5.10	5.10	0.25	0.00
Minimum		0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum		7.47	7.47	0.30	0.00

NACHWEIS 42: DIN EN 1992-1-1 RISSNACHWEIS

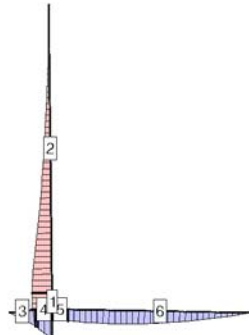
Normalkraft N

Min/Max: -74.21/56.71 kN



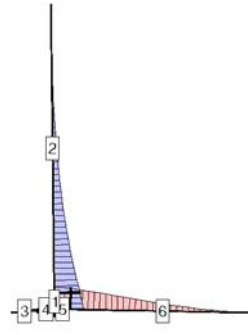
Querkraft Q

Min/Max: -50.58/74.32 kN



Moment M

Min/Max: -74.21/97.88 kNm



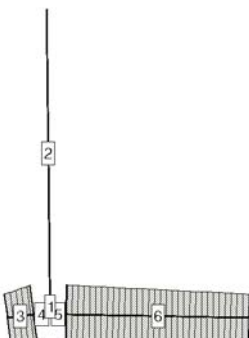
extremale Schnittgrößen

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
Stabzug 1: Stab 1					
1	0.00	Min	-74.21	-49.74	97.88
		Max	-74.21	-49.74	97.88
2	0.25	Min	-74.21	-49.74	85.44
		Max	-74.21	-49.74	85.44
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.25	Min	-73.64	-50.58	85.44
		Max	-73.64	-50.58	85.44
	1.20	Min	-51.59	-34.69	43.90
		Max	-51.59	-34.69	43.90
	2.22	Min	-33.41	-18.77	17.21
		Max	-33.41	-18.77	17.21
3	4.65	Min	0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	-0.00
Stabzug 2: Stab 3					
4	0.00	Min	-0.00	0.00	-0.00
		Max	-0.00	0.00	-0.00
	0.20	Min	0.50	22.28	2.26
		Max	0.50	22.28	2.26
5	0.40	Min	1.01	43.82	8.93
		Max	1.01	43.82	8.93
Stabzug 2: Stab 4					

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
5	0.40	Min	6.44	43.36	8.93
		Max	6.44	43.36	8.93
1	0.65	Min	6.44	74.32	23.67
		Max	6.44	74.32	23.67
Stabzug 2: Stab 5					
1	0.65	Min	56.18	0.11	-74.21
		Max	56.18	0.11	-74.21
	0.78	Min	56.18	15.18	-73.25
		Max	56.18	15.18	-73.25
6	0.90	Min	56.18	29.98	-70.43
		Max	56.18	29.98	-70.43
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.90	Min	56.71	28.97	-70.43
		Max	56.71	28.97	-70.43
	1.70	Min	55.23	34.73	-44.26
		Max	55.23	34.73	-44.26
	2.70	Min	53.36	24.74	-13.21
		Max	53.36	24.74	-13.21
7	3.70	Min	51.53	-0.92	0.00
		Max	51.53	-0.92	0.00
Minimum			-74.21	-50.58	-74.21
Maximum			56.71	74.32	97.88

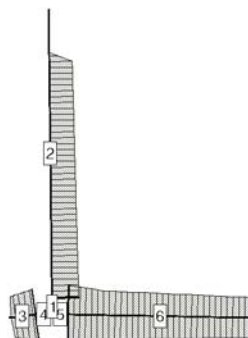
Mindestbewehrung As_{Min}

Max: As_{0,Min}/As_{u,Min}: 8.83/8.83 cm²



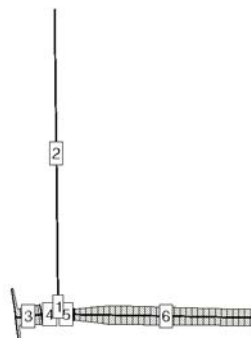
Grundbewehrung As₀

Max: As_{0,0}/As_{0,u}: 7.47/7.47 cm²



Zusatzbewehrung ΔAs₀

Max: ΔAs_{0,0}/ΔAs_{0,u}: 7.17/7.17 cm²

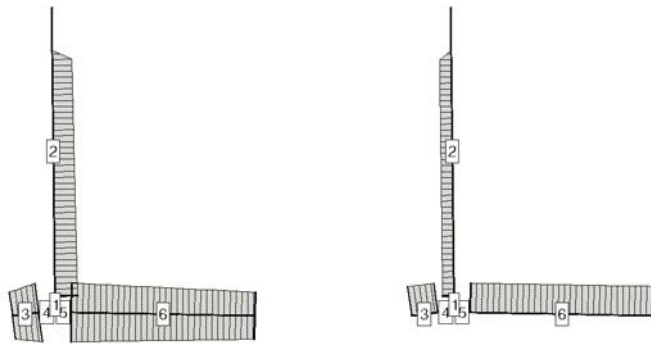


Längsbewehrung A_s

Max: A_{s0}/A_{su} : 8.83/8.83 cm²

Bewehrungsgrad μ_s

Max: 0.35 %



Bewehrung (Rissnachweis)

Knochr	s	$A_{s0,Min}$	$A_{su,Min}$	A_{s0o}	A_{su}	ΔA_{s0}	ΔA_{su}	A_{s0}	A_{su}	μ_s
-	m	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	%
Stabzug 1: Stab 2										
2	0.25	0.00	0.00	0.00	6.79	0.00	0.00	0.00	6.79	0.14
	3.73	0.00	0.00	0.00	5.87	0.00	0.00	0.00	5.87	0.14
	3.86	0.00	0.00	0.02	5.84	0.00	0.00	0.02	5.84	0.14
	3.99	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
3	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 3										
4	0.00	7.06	7.06	0.00	0.00	7.06	7.06	7.06	7.06	0.35
	0.03	7.17	7.17	0.00	0.00	7.17	7.17	7.17	7.17	0.35
	0.05	7.28	7.28	5.27	5.27	2.01	2.01	7.29	7.29	0.35
5	0.40	8.83	8.83	6.42	6.42	2.41	2.41	8.83	8.83	0.35
Stabzug 2: Stab 6										
6	0.90	8.83	8.83	7.47	7.47	1.36	1.36	8.83	8.83	0.35
	1.44	8.49	8.49	6.18	6.18	2.32	2.32	8.49	8.49	0.35
7	3.70	7.06	7.06	5.10	5.10	1.96	1.96	7.06	7.06	0.35
Minimum		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum		8.83	8.83	7.47	7.47	7.17	7.17	8.83	8.83	0.35

NACHWEIS 44: DIN EN 1992-1-1 SPANNUNGSNACHWEIS

Normalkraft N

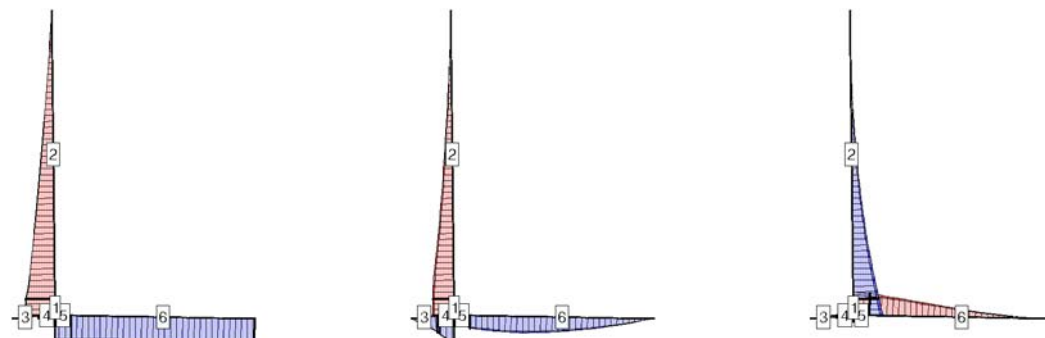
Min/Max: -77.96/66.60 kN

Querkraft Q

Min/Max: -59.71/82.82 kN

Moment M

Min/Max: -98.31/124.84 kNm



extremale Schnittgrößen

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
Stabzug 1: Stab 1					
1	0.00	Min	-77.96	-58.83	113.28
		Max	-76.35	-54.93	124.84
2	0.25	Min	-77.96	-58.83	99.55
		Max	-76.35	-54.93	110.13
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.25	Min	-77.29	-59.71	99.55
		Max	-75.72	-55.80	110.13
	2.22	Min	-36.12	-25.56	22.27
		Max	-34.96	-22.65	26.07
3	4.65	Min	0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 3					
4	0.00	Min	-0.00	-0.00	0.00
		Max	-0.00	-0.00	0.00
	0.20	Min	0.50	23.88	2.42
		Max	0.50	25.08	2.54
5	0.40	Min	1.01	46.93	9.57
		Max	1.01	49.27	10.05
Stabzug 2: Stab 4					

Knorr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
5	0.40	Min	6.83	46.44	9.57
		Max	7.12	48.76	10.05
1	0.65	Min	6.83	79.18	25.30
		Max	7.12	82.82	26.53
Stabzug 2: Stab 5					
1	0.65	Min	61.76	2.83	-98.31
		Max	65.94	4.86	-87.98
6	0.90	Min	61.76	34.33	-92.98
		Max	65.94	37.59	-83.31
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.90	Min	62.36	33.22	-92.98
		Max	66.60	36.41	-83.31
	1.70	Min	60.86	41.72	-58.77
		Max	65.08	46.96	-52.55
	2.70	Min	58.88	29.24	-17.37
		Max	63.02	32.61	-15.59
7	3.70	Min	56.94	-1.09	-0.00
		Max	61.00	-1.02	0.00
Minimum			-77.96	-59.71	-98.31
Maximum			66.60	82.82	124.84

Grundbewehrung A_{s0}

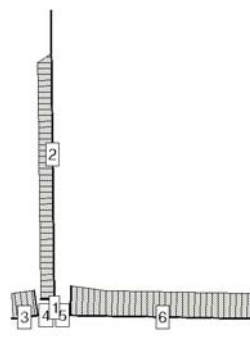
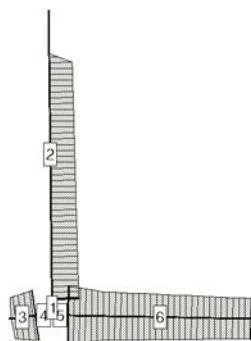
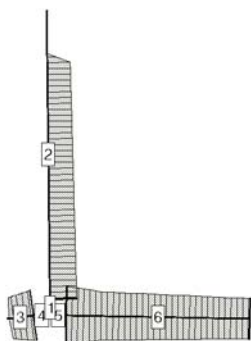
Max: A_{s0o}/A_{s0u} : 7.47/7.47 cm²

Längsbewehrung A_s

Max: A_{s0}/A_{su} : 7.47/7.47 cm²

Bewehrungsgrad μ_s

Max: 0.30 %



Nachweisergebnisse (Bewehrung)

Knochr	s	A_{s0o}	A_{s0u}	ΔA_{s0}	ΔA_{su}	A_{s0}	A_{su}	μ_s
-	m	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	cm ²	%
Stabzug 1: Stab 2								
2	0.25	0.00	6.79	0.00	0.00	0.00	6.79	0.14
	3.73	0.00	5.87	0.00	0.00	0.00	5.87	0.14
	3.86	0.02	5.84	0.00	0.00	0.02	5.84	0.14
	3.99	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
3	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 3								
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.05	5.27	5.27	0.00	0.00	5.27	5.27	0.26
5	0.40	6.42	6.42	0.00	0.00	6.42	6.42	0.26
Stabzug 2: Stab 6								
6	0.90	7.47	7.47	0.00	0.00	7.47	7.47	0.30
	1.44	6.18	6.18	0.00	0.00	6.18	6.18	0.26
7	3.70	5.10	5.10	0.00	0.00	5.10	5.10	0.25
Minimum		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum		7.47	7.47	0.00	0.00	7.47	7.47	0.30

NACHWEIS 999: VERFORMUNGSBERECHNUNG

extremale Verformungen der Knoten

Knonr	Typ	u _x mm	u _z mm	φ ‰	Knonr	Typ	u _x mm	u _z mm	φ ‰
1	Min	-1.07	133.83	21.44	5	Min	-1.07	139.19	21.44
	Max	-1.07	133.83	21.44		Max	-1.07	139.19	21.44
2	Min	-6.43	133.83	21.45	6	Min	-1.07	128.47	21.44
	Max	-6.43	133.83	21.45		Max	-1.07	128.47	21.44
3	Min	-102.49	134.93	21.96	7	Min	0.00	69.18	21.06
	Max	-102.49	134.93	21.96		Max	0.00	69.18	21.06
4	Min	0.00	147.77	21.44	Minimum		-102.49	69.18	21.06
	Max	0.00	147.77	21.44	Maximum		0.00	147.77	21.96

extremale Durchbiegungen

Knonr	s m	Typ	w mm	Knonr	s m	Typ	w mm	Knonr	s m	Typ	w mm
Stabzug 1: Stab 1				4	0.00	Min	146.63			Max	133.83
1	0.00	Min	-1.07			Max	146.63	6	0.90	Min	128.47
		Max	-1.07	5	0.40	Min	137.98			Max	128.47
2	0.25	Min	-6.43			Max	137.98	Stabzug 2: Stab 6			
		Max	-6.43	Stabzug 2: Stab 4				6	0.90	Min	128.47
Stabzug 1: Stab 2				5	0.40	Min	139.19			Max	128.47
2	0.25	Min	-7.95			Max	139.19	7	3.70	Min	69.16
		Max	-7.95	1	0.65	Min	133.83			Max	69.16
3	4.65	Min	-104.02			Max	133.83	Minimum			-104.02
		Max	-104.02	Stabzug 2: Stab 5				Maximum			146.63
Stabzug 2: Stab 3				1	0.65	Min	133.83				

extremale Durchbiegungen

Knonr	s m	Typ	w mm	Knonr	s m	Typ	w mm	Knonr	s m	Typ	w mm
Stabzug 1: Stab 1				4	0.00	Min	146.63			Max	133.83
1	0.00	Min	-1.07			Max	146.63	6	0.90	Min	128.47
		Max	-1.07	5	0.40	Min	137.98			Max	128.47
2	0.25	Min	-6.43			Max	137.98	Stabzug 2: Stab 6			
		Max	-6.43	Stabzug 2: Stab 4				6	0.90	Min	128.47
Stabzug 1: Stab 2				5	0.40	Min	139.19			Max	128.47
2	0.25	Min	-7.95			Max	139.19	7	3.70	Min	69.16
		Max	-7.95	1	0.65	Min	133.83			Max	69.16
3	4.65	Min	-104.02			Max	133.83	Minimum			-104.02
		Max	-104.02	Stabzug 2: Stab 5				Maximum			146.63
Stabzug 2: Stab 3				1	0.65	Min	133.83				

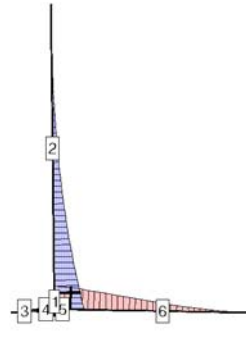
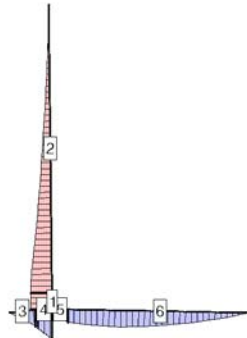
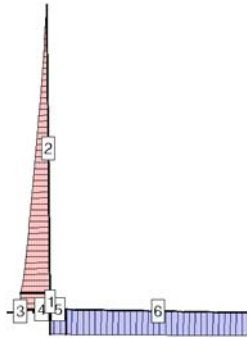
extremale Durchbiegungen

Knonr	s m	Typ	w mm	Knonr	s m	Typ	w mm	Knonr	s m	Typ	w mm
Stabzug 1: Stab 1				4	0.00	Min	146.63			Max	133.83
1	0.00	Min	-1.07			Max	146.63	6	0.90	Min	128.47
		Max	-1.07	5	0.40	Min	137.98			Max	128.47
2	0.25	Min	-6.43			Max	137.98	Stabzug 2: Stab 6			
		Max	-6.43	Stabzug 2: Stab 4				6	0.90	Min	128.47
Stabzug 1: Stab 2				5	0.40	Min	139.19			Max	128.47
2	0.25	Min	-7.95			Max	139.19	7	3.70	Min	69.16
		Max	-7.95	1	0.65	Min	133.83			Max	69.16
3	4.65	Min	-104.02			Max	133.83	Minimum			-104.02
		Max	-104.02	Stabzug 2: Stab 5				Maximum			146.63
Stabzug 2: Stab 3				1	0.65	Min	133.83				

Normalkraft N
Min/Max: -77.96/66.60 kN

Querkraft Q
Min/Max: -59.71/82.82 kN

Moment M
Min/Max: -98.31/124.84 kNm



extremale Schnittgrößen

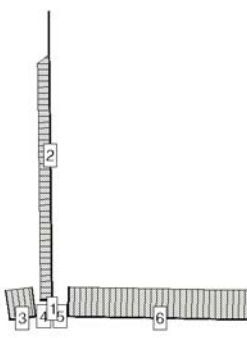
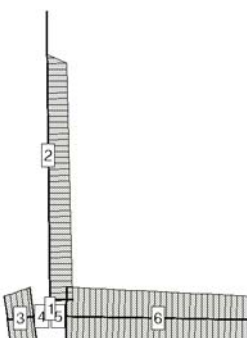
Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
Stabzug 1: Stab 1					
1	0.00	Min	-77.96	-58.83	124.84
		Max	-77.96	-58.83	124.84
2	0.25	Min	-77.96	-58.83	110.13
		Max	-77.96	-58.83	110.13
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.25	Min	-77.29	-59.71	110.13
		Max	-77.29	-59.71	110.13
	2.22	Min	-36.12	-25.56	26.07
		Max	-36.12	-25.56	26.07
3	4.65	Min	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 3					
4	0.00	Min	-0.00	-0.00	0.00
		Max	-0.00	-0.00	0.00
	0.20	Min	0.50	25.08	2.54
		Max	0.50	25.08	2.54
5	0.40	Min	1.01	49.27	10.05
		Max	1.01	49.27	10.05
Stabzug 2: Stab 4					
5	0.40	Min	7.12	48.76	10.05

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
		Max	7.12	48.76	10.05
1	0.65	Min	7.12	82.82	26.53
		Max	7.12	82.82	26.53
Stabzug 2: Stab 5					
1	0.65	Min	65.94	4.86	-98.31
		Max	65.94	4.86	-98.31
	0.78	Min	65.94	21.39	-96.67
		Max	65.94	21.39	-96.67
6	0.90	Min	65.94	37.59	-92.98
		Max	65.94	37.59	-92.98
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.90	Min	66.60	36.41	-92.98
		Max	66.60	36.41	-92.98
	1.70	Min	65.08	46.96	-58.77
		Max	65.08	46.96	-58.77
	2.70	Min	63.02	32.61	-17.37
		Max	63.02	32.61	-17.37
7	3.70	Min	61.00	-1.09	-0.00
		Max	61.00	-1.09	-0.00
Minimum			-77.96	-59.71	-98.31
Maximum			66.60	82.82	124.84

ZUSAMMENFASSUNG

Längsbewehrung As
Max: As_o/As_u: 8.83/8.83 cm²

Bewehrungsgrad μ_s
Max: 0.35 %



Bewehrung

Knonr	s	As _o	As _u	μ _s	aS _{bū}
-	m	cm ²	cm ²	%	cm ² /m
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.25	0.00	6.79	0.14	0.00
	3.73	0.00	5.87	0.14	0.00
	3.86	0.02	5.84	0.14	0.00
	3.99	0.02	0.02	0.00	0.00
3	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 3					
4	0.00	7.06	7.06	0.35	0.00

Knonr	s	As _o	As _u	μ _s	aS _{bū}
-	m	cm ²	cm ²	%	cm ² /m
	0.05	7.29	7.29	0.35	0.00
5	0.40	8.83	8.83	0.35	0.00
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.90	8.83	8.83	0.35	0.00
	2.37	7.91	7.91	0.35	0.00
7	3.70	7.06	7.06	0.35	0.00
Minimum		0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum		8.83	8.83	0.35	0.00

DETAILNACHWEISPUNKT 1: STAB 2 BEI S = 0.30 M

Querschnittsbeschreibung

Rechteck: b = 100.0 cm, h = 49.9 cm
 Stahlrandabstände: oben = 4.0 cm, unten = 6.0 cm
 Maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: max ρ = 8.0 %

Nachweis 41: DIN EN 1992-1-1 Bemessung

DIN EN 1992-1-1 (EC 2, Hochbau, 1.11)
 Material: C40/50, BSt 500 (A) (für Biegung+Schub)
 Biegebemessung: Bewehrungstyp Z, Mindestbewehrung (Träger/Stütze)
 Grundbewehrung: As_{0o} = 0.00 cm², As_{0u} = 0.00 cm²
 Schubbemessung: mit Mindestbewehrung, gewählter Druckstrebenwinkel θ = 0°
 z = 0.9 d ≤ d - 2 c_{v,D}, Annahme: c_{v,D} = 3.0 cm (nur NA-DE)
 Der Mindestwert von V_{Rdct} soll eingehalten werden.

Ergebnisse der Lastkombinationen

Typ	N	Q	M	σ _b	Faktorisierung
	kN	kN	kNm	MN/m ²	
Extremierung 1: standard					
min N	-85.1	-83.32	149.60	0.00	Lf1
max N	-82.8	-77.48	134.02	0.00	Lf2
min Q	-85.1	-83.32	149.60	0.00	Lf1
max Q	-82.8	-77.48	134.02	0.00	Lf2

Typ	N	Q	M	σ _b	Faktorisierung
	kN	kN	kNm	MN/m ²	
min M	-82.8	-77.48	134.02	0.00	Lf2
max M	-85.1	-83.32	149.60	0.00	Lf1
min σ _b	-85.1	-83.32	149.60	0.00	Lf1
max σ _b	-85.1	-83.32	149.60	0.00	Lf1

Nachweis der Lastkombinationen

Lastkollektivgruppe 1: min N

Bemessungsschnittgrößen: N_{Ed} = -85.12 kN, M_{Ed} = 149.60 kNm (V_{Ed} = -75.70 kN)
 Materialsicherheitsbeiwerte: γ_c = 1.50, γ_s = 1.15 (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)
 Bemessungsfestigkeiten: Beton f_{cd} = 22.7 MN/m², Betonstahl f_{yd} = 434.8 MN/m² f_{td} = 456.5 MN/m²
 Biegebemessung: As_{bo} = 0.00 cm², As_{bu} = 6.78 cm²
 Mindestbewehrung (Balken) maßgebend !
 Dehnungen: ε_{c2u} = -1.70‰, ε_{s1u} = 25.00‰, ε_{c1u} = 28.65‰
 incl. Grundbewehrung: As_o = 0.00 cm², As_u = 6.78 cm², ρ_s = 0.14%

Lastkollektivgruppe 1: max N

Bemessungsschnittgrößen: N_{Ed} = -82.79 kN, M_{Ed} = 134.02 kNm (V_{Ed} = -70.67 kN)
 Materialsicherheitsbeiwerte: γ_c = 1.50, γ_s = 1.15 (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)
 Bemessungsfestigkeiten: Beton f_{cd} = 22.7 MN/m², Betonstahl f_{yd} = 434.8 MN/m² f_{td} = 456.5 MN/m²
 Biegebemessung: As_{bo} = 0.00 cm², As_{bu} = 6.78 cm²
 Mindestbewehrung (Balken) maßgebend !
 Dehnungen: ε_{c2u} = -1.59‰, ε_{s1u} = 25.00‰, ε_{c1u} = 28.64‰
 incl. Grundbewehrung: As_o = 0.00 cm², As_u = 6.78 cm², ρ_s = 0.14%

Lastkollektivgruppe 1: min Q

Bemessungsschnittgrößen: N_{Ed} = -85.12 kN, M_{Ed} = 149.60 kNm (V_{Ed} = -75.70 kN)
 Materialsicherheitsbeiwerte: γ_c = 1.50, γ_s = 1.15 (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)
 Bemessungsfestigkeiten: Beton f_{cd} = 22.7 MN/m², Betonstahl f_{yd} = 434.8 MN/m² f_{td} = 456.5 MN/m²
 Biegebemessung: As_{bo} = 0.00 cm², As_{bu} = 6.78 cm²

Nachweis der Lastkombinationen

Mindestbewehrung (Balken) maßgebend !

Dehnungen: $\epsilon_{c2u} = -1.70\%$, $\epsilon_{s1u} = 25.00\%$, $\epsilon_{c1u} = 28.65\%$

incl. Grundbewehrung: $A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{su} = 6.78 \text{ cm}^2$, $\rho_s = 0.14\%$

Lastkollektivgruppe 1: max Q

Bemessungsschnittgrößen: $N_{Ed} = -82.79 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 134.02 \text{ kNm}$ ($V_{Ed} = -70.67 \text{ kN}$)

Materialsicherheitsbeiwerte: $\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$ (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Bemessungsfestigkeiten: Beton $f_{cd} = 22.7 \text{ MN/m}^2$, Betonstahl $f_{yd} = 434.8 \text{ MN/m}^2$ $f_{td} = 456.5 \text{ MN/m}^2$

Biegebemessung: $A_{sbo} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{sbu} = 6.78 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung (Balken) maßgebend !

Dehnungen: $\epsilon_{c2u} = -1.59\%$, $\epsilon_{s1u} = 25.00\%$, $\epsilon_{c1u} = 28.64\%$

incl. Grundbewehrung: $A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{su} = 6.78 \text{ cm}^2$, $\rho_s = 0.14\%$

Lastkollektivgruppe 1: min M

Bemessungsschnittgrößen: $N_{Ed} = -82.79 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 134.02 \text{ kNm}$ ($V_{Ed} = -70.67 \text{ kN}$)

Materialsicherheitsbeiwerte: $\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$ (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Bemessungsfestigkeiten: Beton $f_{cd} = 22.7 \text{ MN/m}^2$, Betonstahl $f_{yd} = 434.8 \text{ MN/m}^2$ $f_{td} = 456.5 \text{ MN/m}^2$

Biegebemessung: $A_{sbo} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{sbu} = 6.78 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung (Balken) maßgebend !

Dehnungen: $\epsilon_{c2u} = -1.59\%$, $\epsilon_{s1u} = 25.00\%$, $\epsilon_{c1u} = 28.64\%$

incl. Grundbewehrung: $A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{su} = 6.78 \text{ cm}^2$, $\rho_s = 0.14\%$

Lastkollektivgruppe 1: max M

Bemessungsschnittgrößen: $N_{Ed} = -85.12 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 149.60 \text{ kNm}$ ($V_{Ed} = -75.70 \text{ kN}$)

Materialsicherheitsbeiwerte: $\gamma_c = 1.50$, $\gamma_s = 1.15$ (ständige/vorübergehende Bemessungssituation)

Bemessungsfestigkeiten: Beton $f_{cd} = 22.7 \text{ MN/m}^2$, Betonstahl $f_{yd} = 434.8 \text{ MN/m}^2$ $f_{td} = 456.5 \text{ MN/m}^2$

Biegebemessung: $A_{sbo} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{sbu} = 6.78 \text{ cm}^2$

Mindestbewehrung (Balken) maßgebend !

Dehnungen: $\epsilon_{c2u} = -1.70\%$, $\epsilon_{s1u} = 25.00\%$, $\epsilon_{c1u} = 28.65\%$

incl. Grundbewehrung: $A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{su} = 6.78 \text{ cm}^2$, $\rho_s = 0.14\%$

Schubbemessung:

Eingangsbewehrung: $A_{s0o} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{s0u} = 6.78 \text{ cm}^2$

Lastkollektivgruppe 1: min N

Bemessungsschnittgrößen: $V_{Ed} = -75.70 \text{ kN}$ ($N_{Ed} = -85.12 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 149.60 \text{ kNm}$)

Querkraftbemessung: $V_{Rdct} = 219.60 \text{ kN}$ ($\rho_1 = 1.54\%$), $\theta = 18.4^\circ$, $z = 37.9 \text{ cm}$, $V_{Rdmax} = 1932.20 \text{ kN}$

$a_{sbQ} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Lastkollektivgruppe 1: max N

Bemessungsschnittgrößen: $V_{Ed} = -70.67 \text{ kN}$ ($N_{Ed} = -82.79 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 134.02 \text{ kNm}$)

Querkraftbemessung: $V_{Rdct} = 219.35 \text{ kN}$ ($\rho_1 = 1.54\%$), $\theta = 18.4^\circ$, $z = 37.9 \text{ cm}$, $V_{Rdmax} = 1932.20 \text{ kN}$

$a_{sbQ} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Lastkollektivgruppe 1: min Q

Bemessungsschnittgrößen: $V_{Ed} = -75.70 \text{ kN}$ ($N_{Ed} = -85.12 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 149.60 \text{ kNm}$)

Querkraftbemessung: $V_{Rdct} = 219.60 \text{ kN}$ ($\rho_1 = 1.54\%$), $\theta = 18.4^\circ$, $z = 37.9 \text{ cm}$, $V_{Rdmax} = 1932.20 \text{ kN}$

$a_{sbQ} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Lastkollektivgruppe 1: max Q

Bemessungsschnittgrößen: $V_{Ed} = -70.67 \text{ kN}$ ($N_{Ed} = -82.79 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 134.02 \text{ kNm}$)

Querkraftbemessung: $V_{Rdct} = 219.35 \text{ kN}$ ($\rho_1 = 1.54\%$), $\theta = 18.4^\circ$, $z = 37.9 \text{ cm}$, $V_{Rdmax} = 1932.20 \text{ kN}$

$a_{sbQ} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Lastkollektivgruppe 1: min M

Bemessungsschnittgrößen: $V_{Ed} = -70.67 \text{ kN}$ ($N_{Ed} = -82.79 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 134.02 \text{ kNm}$)

Querkraftbemessung: $V_{Rdct} = 219.35 \text{ kN}$ ($\rho_1 = 1.54\%$), $\theta = 18.4^\circ$, $z = 37.9 \text{ cm}$, $V_{Rdmax} = 1932.20 \text{ kN}$

$a_{sbQ} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Lastkollektivgruppe 1: max M

Bemessungsschnittgrößen: $V_{Ed} = -75.70 \text{ kN}$ ($N_{Ed} = -85.12 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 149.60 \text{ kNm}$)

Querkraftbemessung: $V_{Rdct} = 219.60 \text{ kN}$ ($\rho_1 = 1.54\%$), $\theta = 18.4^\circ$, $z = 37.9 \text{ cm}$, $V_{Rdmax} = 1932.20 \text{ kN}$

$a_{sbQ} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Zusammenfassung:

$A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$

$A_{su} = 6.78 \text{ cm}^2$ Gr1[min N]:Lf1

$a_{sbQ} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

$\mu_s = 0.14\%$

Nachweis 42: DIN EN 1992-1-1 Rissnachweis

DIN EN 1992-1-1 (EC 2, Hochbau, 1.11)

Material: C40/50, BSt 500 (A)

Bewehrungstyp Z

Verfahren nach EC 2, 7.3 (ohne direkte Berechnung), Rissbreite 0.30 mm

Faktor zur Berücksichtigung des Betonalters $k_{z,t} = 1.00$

Nachweis 42: DIN EN 1992-1-1 Rissnachweis

Grenzdurchmesser $d_{sro} = 8 \text{ mm}$, $d_{sru} = 8 \text{ mm}$

Erstrissbildung ohne Zwang

Grundbewehrung: $A_{s0o} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{s0u} = 6.78 \text{ cm}^2$

Die Spannungsdehnungslinie des Betons wird nach 3.1.5 angenommen.

Zur Kontrolle der Grundbewehrung erfolgt vorab eine Bemessung der Nachweis-Schnittgrößen - der Startvektor der Bewehrung wird ggf. angepasst (Bemess. mit Bew.-Typ Z, ohne Mindestbew.)

Der Nachweis wird extremierungsweise geführt; die Teilergebnisse werden anschließend extremiert.

Ergebnisse der Lastkombinationen

Typ	N kN	Q kN	M kNm	σ_b MN/m ²	Faktorisierung	Typ	N kN	Q kN	M kNm	σ_b MN/m ²	Faktorisierung
Extremierung 2: standard						min M	-72.0	-50.43	82.92	0.00	Lf3
min N	-72.0	-50.43	82.92	0.00	Lf3	max M	-72.0	-50.43	82.92	0.00	Lf3
max N	-72.0	-50.43	82.92	0.00	Lf3	min σ_b	-72.0	-50.43	82.92	0.00	Lf3
min Q	-72.0	-50.43	82.92	0.00	Lf3	max σ_b	-72.0	-50.43	82.92	0.00	Lf3
max Q	-72.0	-50.43	82.92	0.00	Lf3						

Nachweis der Lastkombinationen

Lastkollektivgruppe 2: min N

Nachweisschnittgrößen: $N_{Ed} = -71.99 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 82.92 \text{ kNm}$

Lastkollektivgruppe 2: max N

Nachweisschnittgrößen: $N_{Ed} = -71.99 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 82.92 \text{ kNm}$

Lastkollektivgruppe 2: min M

Nachweisschnittgrößen: $N_{Ed} = -71.99 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 82.92 \text{ kNm}$

Lastkollektivgruppe 2: max M

Nachweisschnittgrößen: $N_{Ed} = -71.99 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 82.92 \text{ kNm}$

Gebrauchsfähigkeitsnachweis:

Eingangsbewehrung:

$A_{s0o} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{s0u} = 6.78 \text{ cm}^2$

Maximale Stahlspannungen:

$\sigma_{ro} = 0.00 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_{ru} = 235.04 \text{ MN/m}^2$

Grenzdurchmesser:

$\lim d_{sro} = 8.0 \text{ mm} \geq 8 \text{ mm}$, $\lim d_{sru} = 22.9 \text{ mm} > 8 \text{ mm}$

Zusammenfassung:

$A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$

$A_{su} = 6.78 \text{ cm}^2$ Gr2[min N]:Lf3

$\mu_s = 0.14\%$

Nachweis 44: DIN EN 1992-1-1 Spannungsnachweis

DIN EN 1992-1-1 (EC 2, Hochbau, 1.11)

Material: C40/50, BSt 500 (A)

Bewehrungstyp Z

Betondruckspannung $\lim \sigma_c = -24.0 \text{ MN/m}^2$, Stahllugspannung $\lim \sigma_s = 400.0 \text{ MN/m}^2$

Grundbewehrung: $A_{s0o} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{s0u} = 6.78 \text{ cm}^2$

Die Spannungsdehnungslinie des Betons wird nach 3.1.5 angenommen.

Zur Kontrolle der Grundbewehrung erfolgt vorab eine Bemessung der Nachweis-Schnittgrößen - der Startvektor der Bewehrung wird ggf. angepasst (Bemess. mit Bew.-Typ Z, ohne Mindestbew.)

Der Nachweis wird extremierungsweise geführt; die Teilergebnisse werden anschließend extremiert.

Ergebnisse der Lastkombinationen

Typ	N kN	Q kN	M kNm	σ_b MN/m ²	Faktorisierung	Typ	N kN	Q kN	M kNm	σ_b MN/m ²	Faktorisierung
Extremierung 3: standard						min M	-74.1	-55.62	96.76	0.00	Lf5
min N	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf4	max M	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf4
max N	-74.1	-55.62	96.76	0.00	Lf5	min σ_b	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf4
min Q	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf4	max σ_b	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf4
max Q	-74.1	-55.62	96.76	0.00	Lf5						

Nachweis der Lastkombinationen

Lastkollektivgruppe 3: min N

Nachweisschnittgrößen: $N_{Ed} = -75.61 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 107.15 \text{ kNm}$

Lastkollektivgruppe 3: max N

Nachweisschnittgrößen: $N_{Ed} = -74.06 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 96.76 \text{ kNm}$

Lastkollektivgruppe 3: min M

Nachweisschnittgrößen: $N_{Ed} = -74.06 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 96.76 \text{ kNm}$

Lastkollektivgruppe 3: max M

Nachweisschnittgrößen: $N_{Ed} = -75.61 \text{ kN}$, $M_{Ed} = 107.15 \text{ kNm}$

Gebrauchsfähigkeitsnachweis:

Eingangsbewehrung:

$A_{s0o} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{s0u} = 6.78 \text{ cm}^2$

Maximale Stahlzugspannungen, minimale Betondruckspannungen:

aus Eingangsbew.: $\sigma_{s0o} = 0.00 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_{s0u} = 317.14 \text{ MN/m}^2$, $\sigma_{c0} = -9.21 \text{ MN/m}^2$

Zusammenfassung:

$A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$

$A_{su} = 6.78 \text{ cm}^2$ Gr3[min N]:Lf4

$\mu_s = 0.14\%$

Nachweis 999: Verformungsberechnung

Ergebnisse der Lastkombinationen

Typ	N kN	Q kN	M kNm	σ_b MN/m ²	Faktorisierung
Extremierung 4: standard					
min N	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf6
max N	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf6
min Q	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf6
max Q	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf6

Typ	N kN	Q kN	M kNm	σ_b MN/m ²	Faktorisierung
min M	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf6
max M	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf6
min σ_b	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf6
max σ_b	-75.6	-59.51	107.15	0.00	Lf6

Zusammenfassung aller Nachweise

Gesamtbewehrung: $A_{so} = 0.00 \text{ cm}^2$, $A_{su} = 6.78 \text{ cm}^2$

Schubbewehrung: $a_{sbQ} = 0.00 \text{ cm}^2/\text{m}$

Bewehrungsgrad: $\mu_s = 0.14\%$