

1. Ausfertigung

26.03.24/ 1879

STATISCHE BERECHNUNG

Winkelstützwand - Innenhof

Bauherrschaft:

Stadt Horn-Bad Meinberg
Marktplatz 4, 32805 Horn-Bad Meinberg

Bauort:

Marktplatz 1, 32805 Horn-Bad Meinberg

Statik:

Adriaans Ingenieurgesellschaft
für Bauwesen mbH
Dipl.-Ing. Heinrich Adriaans
Paulinenstraße 9
32791 Lage / Lippe

In bautechnischer Hinsicht geprüft

Dipl.-Ing. Ulrich Ponzel

48 IK Bau NRW anerk. Sachverständiger für
die Prüfung der Standsicherheit, Fachrichtung Massivbau

Prüf-Nr.

Unterschrift

22-0049

Datum

03.07.24

TORMÄHLEN + PEUCKERT

Beratende Ingenieure PartG mbB

Lise-Meitner-Straße 1b · 33104 Paderborn

Tel. 05251 1752-51 · pruefen-paderborn@tp-ing.de

Architekt:

Terbrack Architekten BDA
Krackser Str. 12
33659 Bielefeld

verwendete Materialien:

- Stahlbeton
C30/37, BSt 500 S (A)
- Bodenaustauschmaterial
z.B. Kiessand 0/32, Schotter 0/45

Grundlagen:

- Geotechnisches Gutachten (Erdbaulabor-Krause) v. 12.12.2022

e·u·z
akademie

Geprüfter SV für
hygrothermische
Bauphysik



ö.b.v. SV für
"Schäden an
Gebäuden,
insbesondere
Statik und
Konstruktion"



**Propstei
Johannesberg**

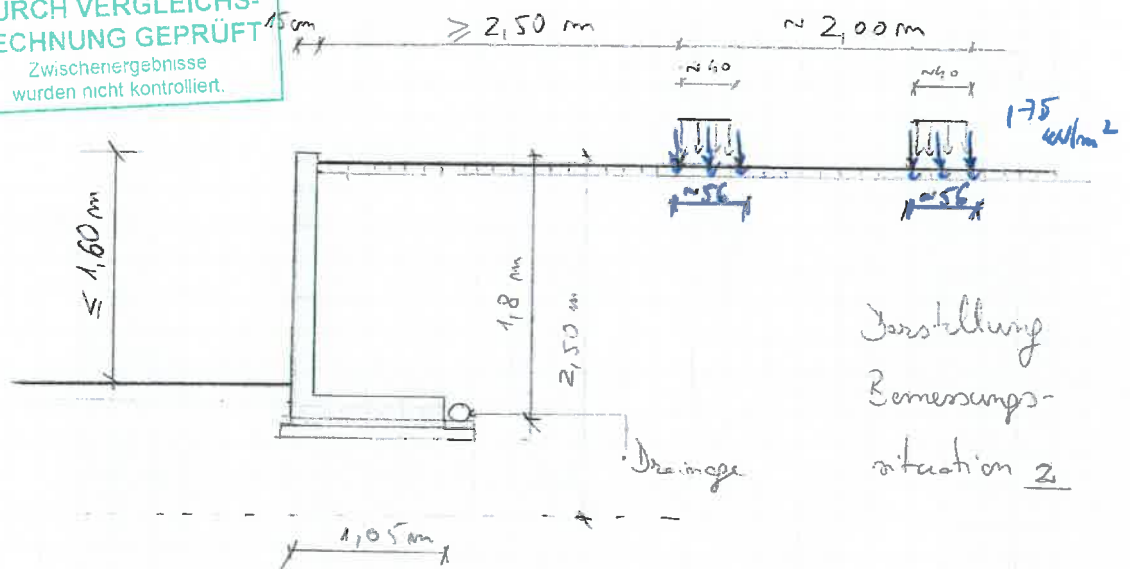
"Tragwerksplaner
in der
Denkmalpflege"

Positionsübersicht:

Pos.	Bezeichnung
1	Winkelstützwand 1.80 x 1.05 m, d=15 cm
2	Winkelstützwand 1.60 x 0.90 m, d=15 cm

Pos. 1 Winkelstützwand ($h = 1,80 \text{ m}$, $C_{30/37}$)
 $B = 1,05 \text{ m}$

DURCH VERGLEICHS-
 RECHNUNG GEPRÜFT
 Zwischenergebnisse
 wurden nicht kontrolliert.



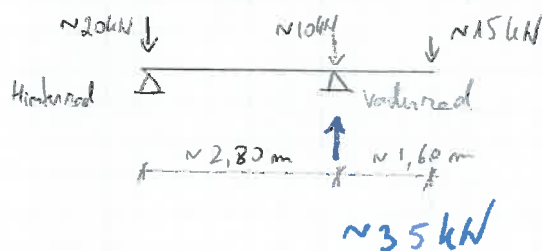
Darstellung
 Bemessungs-
 situation 2

• Bemessungssituation 1 (BS-P)

Flächenlast (Nutzlast) $g_k = 5 \text{ kN/m}^2 + \text{Horizontallast}$
 16 kN/m

• Bemessungssituation 2 (BS-T)

Achsenlast Bau-Teilekopfbedr $\sim 6T + \sim 3T$
 60 kN 30 kN

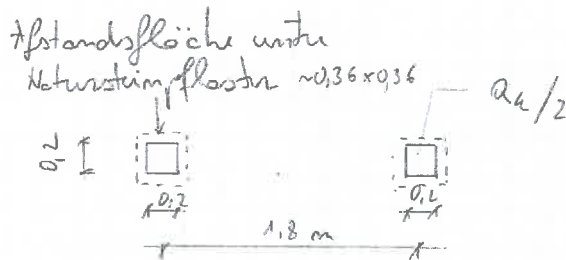
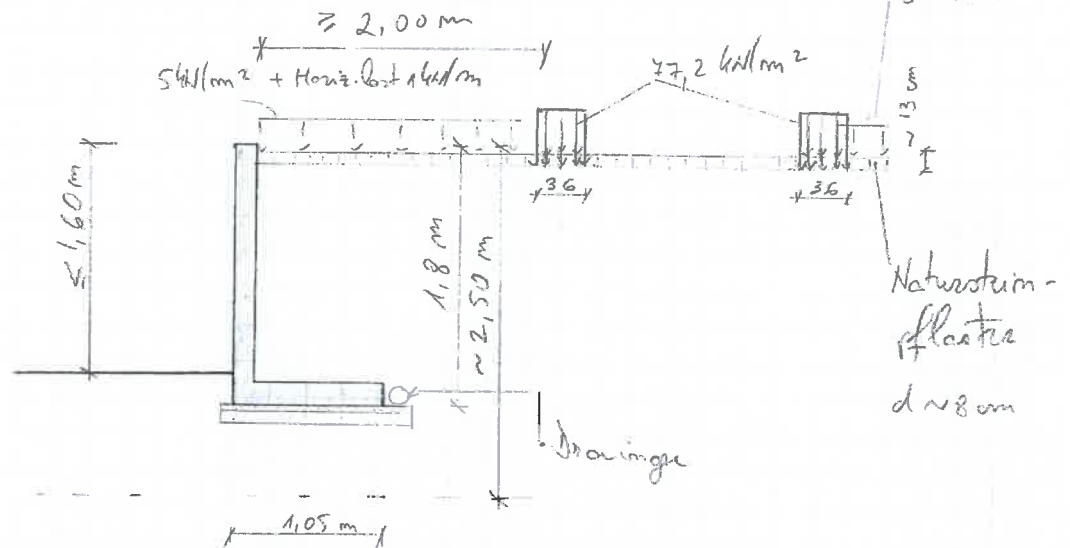


Aufstandsfläche
 unter
 Nutzwandfläch
 $\sim 36 \times 56$

Aufstandsfläche $\sim 36 \times 56 \text{ cm} \rightarrow g_k = \frac{35}{0,36 \times 0,56} \sim 175 \text{ kN/m}^2$

Bemessungssituation 3 (BS-T)

Flächenlast $q_k = 5 \text{ kN/m}^2 + \text{Horiz. Last } 1 \text{ kN/m} + \text{Außenlast } 20 \text{ kN}$
 5 kN/m^2



$$Q_k = 20 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow q_k = \frac{Q_k}{2} / 0.36 \times 0.36$$

$$= \frac{10 \text{ kN}}{0.36 \times 0.36} \approx 77.2 \text{ kN/m}^2$$

* Innere Standortsicherheit $\rightarrow$ Bemess.-sit. 3 maßgebend

• Bodenparameter (siehe auch folg. S.)

- bis $\sim 1,2/1,6$ m unter GOK $\rightarrow$ aufgefüllter Schluff
- bis $\sim 2,5$ m unter GOK $\rightarrow$ aufgefüllter Sand
- $\hookrightarrow$ bis $\sim 2,5$ m $\rightarrow$ Bodenaustauschmaterial
(siehe folg. S.)
- bis $\sim 3,2/3,5$ unter GOK $\rightarrow$ Kies
- bis $\sim 4,4/4,9$ unter GOK $\rightarrow$ Verwitterungslehm
- bis $\sim \infty$ $\rightarrow$ Tonmergelstein

$\Rightarrow$ für Bemessung

- Schicht 1 - Bodenaustauschmaterial
(2,5 m)
 $\gamma^s = 19,5 \text{ kN/m}^3$; $\gamma^i = 11,5 \text{ kN/m}^3$; $\varphi' = 35^\circ$
- Schicht 2 - Kies
(~ 1 m)
 $\gamma^s = 19,5$; $\gamma^i = 11,5$; $\varphi' = 35^\circ$
- Schicht 3 - Verwitterungslehm
(~ 1 m)
 $\gamma^s = 19,5$; $\gamma^i = 9,5$; $\varphi' = 25^\circ$
 $c' = 15 \text{ kN/m}^2$
- Schicht 4 - Tonmergelstein
($\sim \infty$)
 $\gamma^s = 22,5$; $\gamma^i = 12,5$; $\varphi' = 32,5^\circ$
 $c' = 15 \text{ kN/m}^2$

* Wasserstand $\sim 1,30$ unter GOK $\rightarrow$ Drainage erforderlich !!

• Belastung des Baugrundes

- für Streifenfundamente mit Breite $\sim 1 \text{ m}$

$\rightarrow \sigma_{R,d} = 322 \text{ kN/m}^2$ (Sohldruck)

$\rightarrow s_f = 2 \text{ cm}$ (Gesamtschlagung)

$\rightarrow k_s = 11,8 \text{ MN/m}^3$ (Bettungsmodul)

• Bemessungsoption Wand

Einbruch $w_k = 0,10 \text{ mm}$

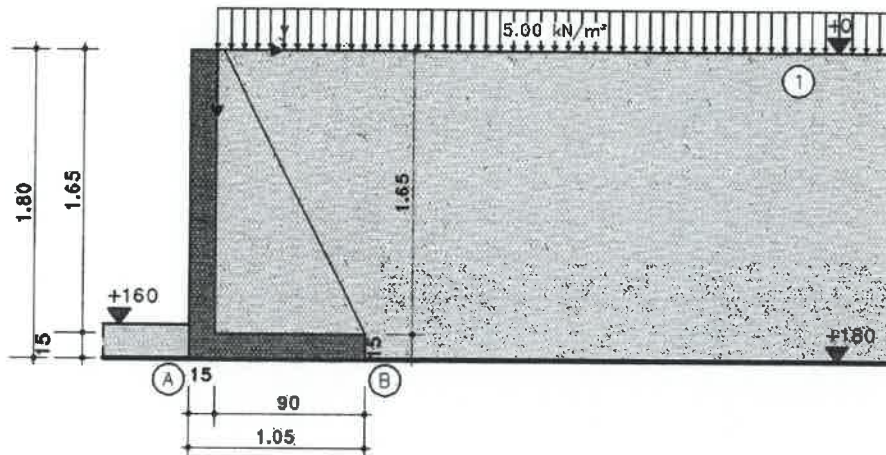
1.Winkelstützwand_Bem.1

1.WINKELSTÜTZWAND_BEM.1

1. Eingabedaten für Winkelstützwand n. DIN EN 1997-1

1.1. Systemplot Maßstab 1:40
4H-WINKL Version: 8/2013-2g

DURCH VERGLEICHS-
RECHNUNG GEPRÜFT
Zwischenergebnisse
wurden nicht kontrolliert



1.2. Wanddaten

Beton	f_{ck} N/mm²	α	ϵ_{c2} %	ϵ_{c2u} %	n	E_c N/mm²	γ kN/m³
C30/37	30.0	0.850	-2.0	-3.5	2.00	28309.4	25.00

Betonstahl	f_{yk} N/mm²	f_{tk} N/mm²	ϵ_{su} %	E_s N/mm²
B500B	500.0	525.0	25.0	200000.0

1.3. Bodenparameter

Nr	Name	h cm	z cm	ϕ °	γ kN/m³	γ^* kN/m³	c kN/m²	δ_a °	δ_p °	k_{ah}	k_{ph}	k_{ch}	E_m MN/m²
1	Bodenaus.	250	250	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0
2	2	100	350	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	50.0
3	3	100	450	25.00	19.50	9.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
4	4	∞	∞	32.50	22.50	12.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0

Grundwasserstand : $z = 180$ cm (erd- und luftseitig)
Aushubtiefe vor der Wand: $z = 160$ cm

1.4. Flächenlasten (alle Daten beziehen sich auf einen Meter Wandbreite)

Nr	Name	Typ	Ort	LF	y_A cm	Δz cm	l cm	b cm	q kN/m²	H kN/m	Ansatz
101	Nutzlast	veränd.	Wandkopf	1	0	0	400	∞	5.00	1.00	T/s/vollst.

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

1.5. Allgemeine Berechnungseinstellungen

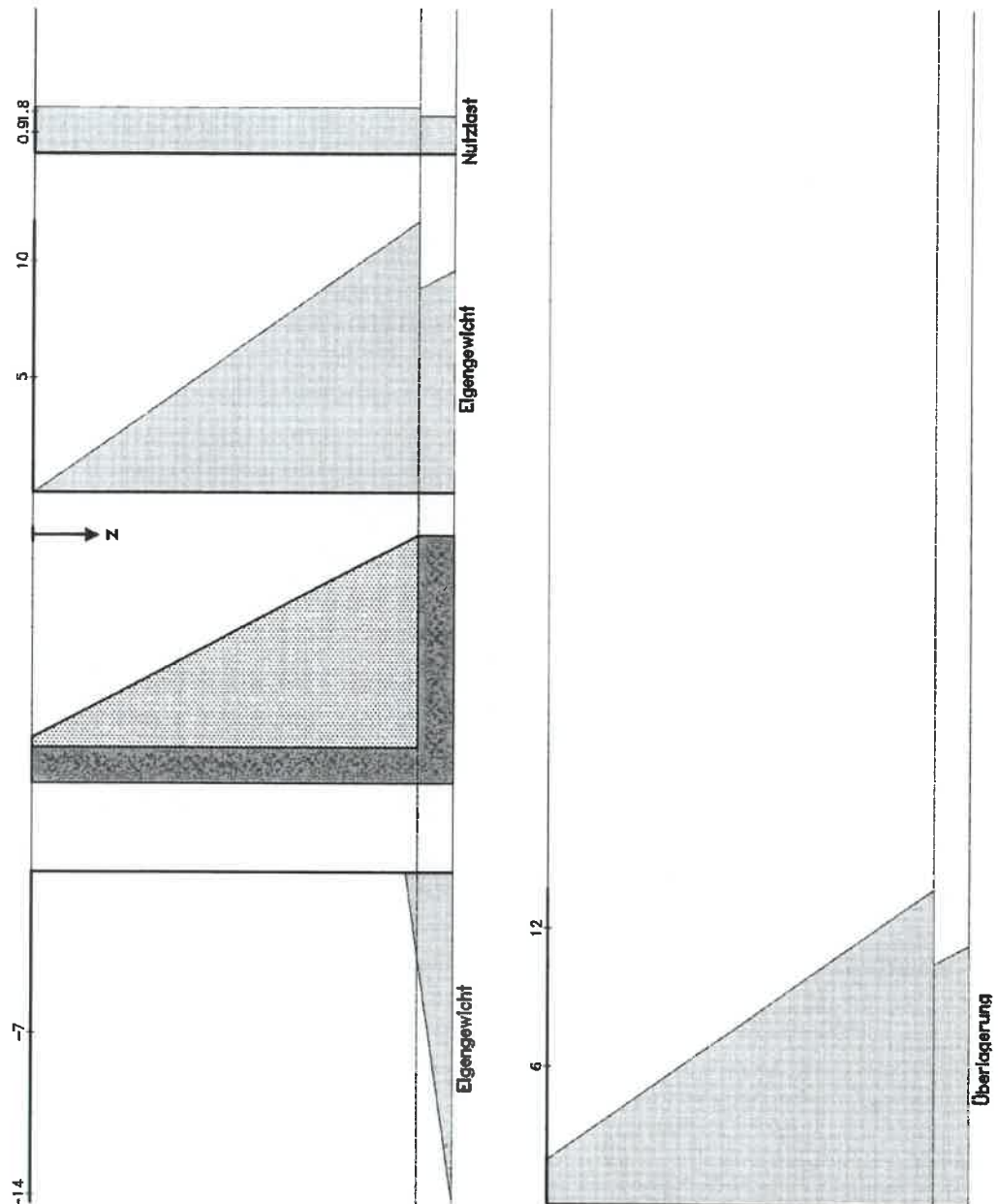
Wandbeschaffenheit: $\text{rauh} \Rightarrow \delta = 2/3 \phi$, sofern $\delta_{\text{Bodenschicht}} = \text{auto}$
Nachweise der äußeren Standsicherheit mit Hilfe geneigter Gleitflächen (Rutschkeilverfahren)
errechneter Schnittpunkt mit dem Gelände bei $y = 4.1$ cm und $z = -0.0$ cm
Mit Berücksichtigung des passiven Erddruckes in BS-P,
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	Nutzlast	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	0	0.000	-0.000	-0.000	0.000
2	160	0.000	-0.000	-0.000	0.000
3	180	3.690	-14.392	-0.000	14.392

E_h = 1.44, z_s = 173, E_v = 0.00, y_s = 0.0, E_{res} = 1.44

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	0	0.365	0.380	0.000	0.000	0.000
2	165	0.365	0.380	11.736	22.544	25.416
3	165	0.275	0.813	8.846	3.816	9.633
4	180	0.275	0.813	9.650	4.162	10.509

E_h = -11.07, z_s = 118, E_v = 19.20, y_s = 62, E_{res} = 22.16

Erddruck aus Nutzlast

Nr	z cm	k _{ph} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	0	0.365	1.994	3.830	4.318
2	165	0.365	1.994	3.830	4.318
3	165	0.275	1.634	0.705	1.780
4	180	0.275	1.634	0.705	1.780

E_h = -3.53, z_s = 89, E_v = 6.43, y_s = 48, E_{res} = 7.33

Erddruck aus Überlagerung

Nr	z cm	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	0	1.994	3.830	4.318
2	165	13.730	26.374	29.734
3	165	10.480	4.521	11.413
4	180	11.284	4.867	12.289

E_h = -14.60, z_s = 111, E_v = 25.62, y_s = 59, E_{res} = 29.49

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	y, Q, M [kN, m]	V kN	H kN	Σ M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdsei.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.21	-1.00	-1.76
4	Erddruck	luftseit.	0	-7	---	---	0.00	1.44	0.10
5	Erddruck	erdseit.	74	-69	---	---	25.62	-14.60	8.76
Σ							51.09	-14.16	16.44

3.4. Protokoll der Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

3.4.1. EQU

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	0.9*(L _{f1} +L _{f2})
2	BS-P	1.1*(L _{f1} +L _{f2})
3	BS-P	0.9*(L _{f1} +L _{f2})+1.5*L _{f101}
4	BS-P	1.1*(L _{f1} +L _{f2})+1.5*L _{f101}

3.4.2. SLS

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1+Lf2
2	BS-P	Lf1+Lf2+Lf101

3.4.3. GEO-2

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1+Lf2
2	BS-P	1.35*(Lf1+Lf2)
3	BS-P	Lf1+Lf2+1.5*Lf101
4	BS-P	1.35*(Lf1+Lf2)+1.5*Lf101

3.5. Einstellungen für Nachweise der äußeren Standsicherheit

Die fettgedruckten Werte entsprechen nicht [1] Tabelle A 2.1

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formel	BS-P	BS-T	BS-A	BS-E
EQU: Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit		---	---	---	---
Ungünstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,dst}$	1.10	1.05	1.00	1.00
Günstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stab}$	0.90	0.90	0.90	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,dst}$	1.50	1.25	1.00	1.00
GEO-2: Grenzzustand des Versag. von Bauwerken, -teilen u. Baugrnd.		---	---	---	---
Beanspruchungen aus ständige Einwirkungen allgemein	γ_G	1.35	1.20	1.10	1.00
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen aus Erdruchdruck	γ_{EQg}	1.20	1.10	1.00	1.00
Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen	$\gamma_{G,inf}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Beanspruchungen aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	1.50	1.30	1.10	1.00
GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlustes der Gesamtstan		---	---	---	---
Ständige Einwirkungen	γ_G	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1.30	1.20	1.20	1.00
SLS: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit					
$\gamma_G = 1.000$ für ständige Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					
$\gamma_Q = 1.000$ für veränderliche Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					

Berechnung mit erhöhtem aktiven Erddruck 0,75 E_a + 0,25 E_o

3.6. Nachweis gegen Kippen (EQU)

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

Maßgebendes Lastkollektiv: EQU 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	25	-63	0.405	25.00	9.11	---	2.28
2	Boden	Bodenaus. , erdseif.	45	-72	0.776	19.50	13.63	---	6.14
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	17.28	-9.96	7.16
Σ							40.02	-9.96	15.57

Keine destabilisierende Beanspruchung vorhanden $\Rightarrow$ Der Nachweis entfällt.

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	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdseif.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	19.20	-11.07	7.95
Σ							44.46	-11.07	17.31

10

Schnittgrößen im Schwerpunkt der Fundamentsohle: $V_{0,k} = 44.46 \text{ kN/m}$
 $M_{0,k} = -6.04 \text{ kNm/m}$

Exzentrizität der Resultierenden: $e = -0.14 \text{ m}$

$e/b = 0.13 < 1/6$

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

V_0 - Normalkraft in der Sohlfluge M_0 - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfluge 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 2

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	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.21	-1.00	-1.76
4	Erddruck	erdseit.	74	-69	---	---	25.62	-14.60	8.76
Σ							51.09	-15.60	16.35

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b -
1	44.46	-6.04	-0.14	0.129
2	51.09	-8.68	-0.17	0.162

$(e/b)_{max} = 0.162 < 1/3$

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

V_0 - Normalkraft in Sohlfluge M_0 - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfluge 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 $R_{t,k} = V_{0,k} \cdot \tan(\delta_s)$

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

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

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

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 4

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]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	13.67	---	3.42
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	20.44	---	9.21
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.31	-1.50	-2.65
4	Erddruck	luftseit.	0	-7	---	---	0.00	1.03	0.07
5	Erddruck	erdseit.	73	-70	---	---	35.55	-20.25	11.95
Σ							69.97	-20.72	21.99

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$R_{t,k}$ kN	$\gamma_{R,h}$ -	$\gamma_{R,e}$ -	$R_{t,d}$ kN/m	$e_{p,d}$ kN/m	h_d kN/m	μ -
1	44.46	31.13	1.10	1.40	28.30	1.03	-11.07	0.38
2	44.46	31.13	1.10	1.40	28.30	1.03	-14.94	0.51
3	51.09	35.78	1.10	1.40	32.52	1.03	-16.37	0.49
4	51.09	35.78	1.10	1.40	32.52	1.03	-20.25	0.60

$\mu_{max} = 0.60 < 1.0 \Rightarrow$ Gleitwiderstand ausreichend

V_0 - Normalkraft in Sohlfluge 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

3.10. Nachweis der Grundbruchsicherheit

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 4

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_s m ² , m	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	13.67	---	3.42
2	Boden	Bodenaus., erdseit.	45	-72	0.776	19.50	20.44	---	9.21
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.31	-1.50	-2.65
4	Erddruck	luftseit.	0	-7	---	---	0.00	0.72	0.05
5	Erddruck	erdseit.	73	-70	---	---	35.55	-20.25	11.95
Σ							69.97	-21.03	21.97

3.10.1. Belastung und Ersatzabmessungen

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	b' m	h_k kN/m
1	44.46	-5.99	0.78	-10.35
2	44.46	-5.99	0.78	-10.35
3	51.09	-8.63	0.71	-13.88
4	51.09	-8.63	0.71	-13.88

3.10.2. Maßgebende Bodenkennwerte

Ermittlung der maßgebenden Werte mit der Methode des gewogenen Mittels

Werte oberhalb der Sohle bis OK Boden: γ_1, ϕ_1, c_1

Werte unterhalb der Sohle bis zur Tiefe (d_s) der Gleitscholle: γ_2, ϕ_2, c_2

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	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
2	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
3	19.50	35.00	---	0.78	11.50	35.00	---
4	19.50	35.00	---	0.78	11.50	35.00	---

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	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
2	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
3	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.386	0.530	---
4	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.386	0.530	---

3.10.4. Bruch- und zulässige Last

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

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	$\gamma_{Gr, v}$ -	$R_{n,d}$ kN/m	N_d kN/m	μ -
1	131.23	1.40	93.73	44.46	0.47
2	131.23	1.40	93.73	60.02	0.64
3	100.00	1.40	71.43	54.41	0.76
4	100.00	1.40	71.43	69.97	0.98

$\mu_{max} = 0.98 < 1.0 \Rightarrow$ Grundbruchwiderstand ausreichend

V_0 - Normalkraft in Sohlfluge M_0 - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfluge 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

I - Länge bei Flächenlasten

12

3.11. Setzungen

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

Maßgebendes Lastkollektiv: SLS LK 2

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	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus., erdseil.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.21	-1.00	-1.76
4	Erddruck	erdseit.	74	-69	---	---	25.62	-14.60	8.76
Σ							51.09	-15.60	16.35

Zulässige maximale Setzung $z_{ul} s_{max} = 2.0$ cm

Zulässige Schiefstellung $z_{ul} \alpha = 1.0^\circ$

3.11.1. Ermittlung von setzungserzeugender Sohlspannung und Grenztiefe

Mittlere setzungserzeugende Sohlspannung $\sigma_0' = \sigma_0 - \sigma_a$, wenn $2\sigma_a > \sigma_0$ 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 $\sigma_a = 3.90$ 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	44.46	-6.04	42.34	38.44	3.17
2	51.09	-8.68	48.66	44.76	3.42

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

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

LK 1:	Kote	z	f	s_m	s_r	Kote	z	f	s_m	s_r
$\sigma_0' = 38.44$ kN/m ²	m	m	-	cm	cm	m	m	-	cm	cm
$M_0 = -6.04$ kNm/m	0.20	0.00	---	---	---	2.90	2.70	1.186	0.11	-0.11
	0.90	0.70	0.500	0.03	-0.02	3.37	3.17	1.282	0.01	-0.02
	1.90	1.70	0.919	0.03	-0.02					

LK 2:	Kote	z	f	s_m	s_r	Kote	z	f	s_m	s_r
$\sigma_0' = 44.76$ kN/m ²	m	m	-	cm	cm	m	m	-	cm	cm
$M_0 = -8.68$ kNm/m	0.20	0.00	---	---	---	2.90	2.70	1.186	0.13	-0.16
	0.90	0.70	0.500	0.04	-0.03	3.62	3.42	1.329	0.01	-0.03
	1.90	1.70	0.919	0.04	-0.03					

3.11.3. Resultierende Setzungen und Schiefstellung je LK

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

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

LK	s_1 cm	s_2 cm	s_3 cm	s_{max} cm	α °
1	0.4	0.0	0.2	0.4	-0.2
2	0.5	-0.0	0.2	0.5	-0.3

$\max s_{max} = 0.5 < 2.0$ cm $\max |\alpha| = 0.3^\circ < 1.0^\circ$

⇒ zulässige Setzung und Schiefstellung eingehalten

σ_0 - mittlere Sohlnormalspannung σ_B - Bodenspannungen aus Bauwerkslasten σ_0 - Überlagerungsspannungen aus Eigenlast des Bodens d_s - Grenztiefe bzw. d_a - Grenztiefe bzw. Dicke der zusammendrückbaren Schicht unter der Fundamentsohle z - Tiefe ab Fundamentunterkante V_0 - Normalkraft in Sohlfluge M_0 - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfluge 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 $\mu = R_{t,d} / h_d$

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 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, I m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ, V kN	γ, H kN	$\Sigma \gamma, M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	13.67	---	3.42
2	Boden	Bodenaus. , erdseif.	45	-72	0.776	19.50	20.44	---	9.21
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.31	-1.50	-2.65
4	Erddruck	erdseit.	73	-70	---	---	35.55	-20.25	11.95
Σ							69.97	-21.75	21.92

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$R_{t,k}$ kN	$\gamma_{R,h}$ -	$R_{t,d}$ kN/m	h_d kN/m	μ -
1	44.46	31.13	1.10	28.30	-11.07	0.39
2	44.46	31.13	1.10	28.30	-14.94	0.53
3	51.09	35.78	1.10	32.52	-16.37	0.50
4	51.09	35.78	1.10	32.52	-20.25	0.62

$\mu_{max} = 0.62 < 1.0 \Rightarrow$ Nachweis gegen Verschiebung in der Sohlfläche erfüllt

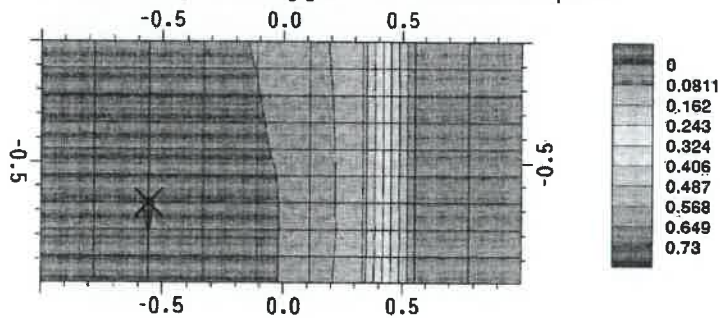
V_0 - Normalkraft in Sohlfuge y_s - y-Koordinate der Resultierenden z_s - z-Koordinate der Resultierenden

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

I - Länge bei Flächenlasten

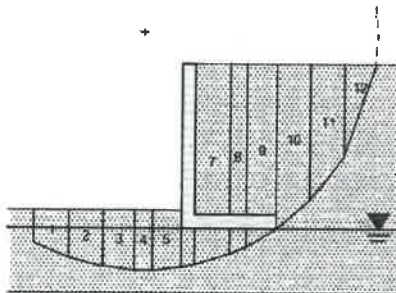
3.13. Böschungsbruch

3.14. Ausnutzung in Abhängigkeit vom Gleitkreismittelpunkt



3.15. Maßgebende Gleitkreise

3.15.1. BS-P



Mittelpunkt

$y_m = -0.56 \text{ m}$

$z_m = -0.33 \text{ m}$

Radius

$r = 2.58 \text{ m}$

Anfang/Ende

$y_a = -1.75 \text{ m}$

$y_e = 2.01 \text{ m}$

Unterster Punkt

$y_u = -0.56 \text{ m}$

$z_u = 2.25 \text{ m}$

Rechenwerte der Lamellen aus Eigenlast

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

Nr.	y m	z m	h _{Boden} m	b m	G _{Boden} kN/m	G _{Bk} kN/m	φ_{cal} °	c_{cal} kN/m ²	ϑ °	$G \cdot \sin \vartheta$ kN/m	T_G kN/m
1	-1.56	2.05	0.45	0.38	2.5	0.0	29.3	0.0	-22.9	-1.0	1.9
2	-1.19	2.17	0.57	0.38	3.1	0.0	29.3	0.0	-14.1	-0.7	2.0
3	-0.82	2.24	0.64	0.35	3.1	0.0	29.3	0.0	-6.0	-0.3	1.8
4	-0.56	2.25	0.65	0.19	1.7	0.0	29.3	0.0	-0.0	-0.0	1.0
5	-0.31	2.24	0.64	0.31	2.8	0.0	29.3	0.0	5.5	0.3	1.5
6	-0.08	2.20	0.40	0.15	0.7	6.8	29.3	0.0	10.7	1.4	3.9
7	0.19	2.14	0.34	0.38	13.5	1.4	29.3	0.0	16.7	4.3	7.8
8	0.47	2.04	0.24	0.19	6.6	0.7	29.3	0.0	23.4	2.9	3.8
9	0.73	1.91	0.11	0.34	11.3	1.3	29.3	0.0	29.9	6.2	6.5
10	1.09	1.66	1.66	0.38	12.1	0.0	29.3	0.0	39.5	7.7	6.6
11	1.46	1.28	1.28	0.38	9.4	0.0	29.3	0.0	51.4	7.3	5.5
12	1.77	0.79	0.79	0.35	5.5	0.0	29.3	0.0	64.2	4.9	3.8
Σ				3.75	72.2	10.1				33.0	46.1

Rechenwerte der Lamellen aus Auflast für 'BS-P'

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

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

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
10	2.3	2.3	1.4	---	2.3	1.2
11	2.4	2.4	1.9	---	2.4	1.4
12	2.3	2.3	2.1	---	2.3	1.6
Σ	7.0	7.0	5.4		7.0	4.3

Erdwiderstand und Wasserdruck auf die erste Lamelle am Austrittsende

bei $y_{ep} = -1.75 \text{ m}$

z m	k _{pg}	e _{pg} kN/m ²
1.60	2.23	0.00
1.80	2.23	8.71
1.80	2.23	8.71
1.96	2.23	12.75

Wasserdruck

oben (z = 1.80m) $e_{w,o} = 0.00 \text{ kN/m}^2$

unten (z = 1.96m) $e_{w,u} = 0.16 \text{ kN/m}^2$

3.16. Wirksame Kräfte und Momente

Bem.it.	$T_G + T_Q$ kN/m	$(G + Q_A) \cdot \sin \vartheta$ kN/m	M_{Ep} kNm/m	$M_{w,0}$ kNm/m
BS-P	50.3	38.4	5.5	0.0

3.17. Ausnutzung

$$\mu = E_{M,d} / R_{M,d}$$

$$E_{M,d} = r \cdot ((G + Q) \cdot \sin(\vartheta)) + M_{w,0}$$

$$R_{M,d} = r \cdot (T_G + T_Q) + M_{Ep}$$

Bem.it.	$E_{M,d}$ kNm/m	$R_{M,d}$ kNm/m	μ
BS-P	99.21	135.52	0.732

15

$\mu_{\max} = 0.732 < 1.0 \Rightarrow$ Maximale Ausnutzung der Böschungsstabilität eingehalten

GBoden - Eigenlast aus Bodengewicht GBK - Eigenlast aus Baukörper G - Eigenlast gesamt ϑ - Tangentenwinkel
TG - haltende Tangentialkraft infolge Eigengewicht und Kohäsion Q - Summe der Auflast je Lamelle
QA - antreibender Anteil aus Auflast QKonsol - maßgeb. Vorkonsolidierung in der Lammelle QR - haltender Anteil aus Auflast
TQ - haltende Tangentialkraft infolge Auflast MEp - haltendes Moment aus Erdwiderstand am Austrittsende
MwÜ - antreibendes Moment aus Wasserüberdruck

Literatur und Normen:

- [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, Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung, April 1979
- [4] DIN 4019 Teil 2: Baugrund, Setzungsberechnungen 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

Alle Nachweise der äußeren Standsicherheit erfüllt

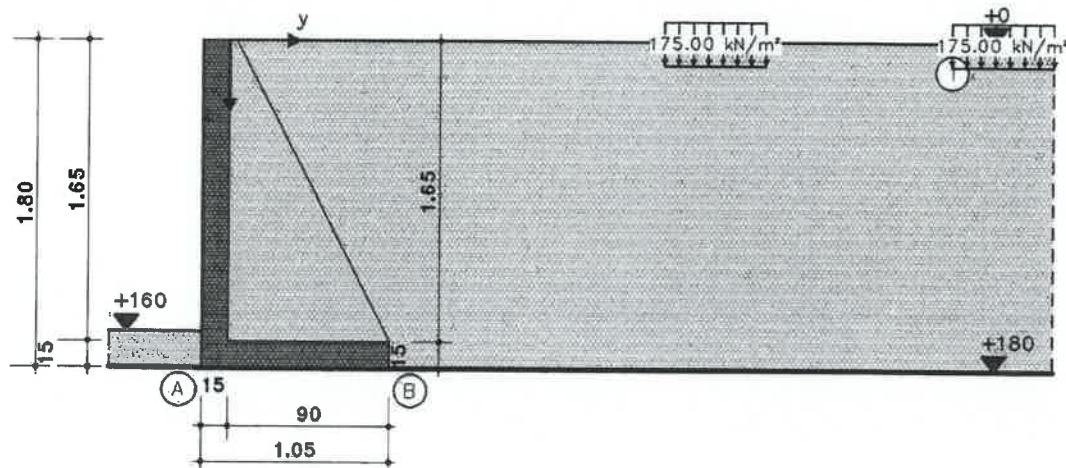
1.Winkelstützwand_Bem.2

1.WINKELSTÜTZWAND_BEM.2

1. Eingabedaten für Winkelstützwand n. DIN EN 1997-1

1.1. Systemplot Maßstab 1:40
4H-WINKL Version: 8/2013-2g

**DURCH VERGLEICHS-
RECHNUNG GEPRÜFT**
Zwischenergebnisse
wurden nicht kontrolliert.



1.2. Wanddaten

Beton	f_{ck} N/mm ²	α	ϵ_{c2} ‰	ϵ_{c2u} ‰	n	E_c N/mm ²	γ kN/m ³	Betonstahl	f_{yk} N/mm ²	f_{tk} N/mm ²	ϵ_{su} ‰	E_s N/mm ²
C30/37	30.0	0.850	-2.0	-3.5	2.00	28309.4	25.00	B500B	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	Bodenaus.	250	250	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0
2	2	100	350	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	50.0
3	3	100	450	25.00	19.50	9.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
4	4	∞	∞	32.50	22.50	12.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0

Grundwasserstand : z = 180 cm (erd- und luftseitig)
Aushubtiefe vor der Wand: z = 160 cm

1.4. Flächenlasten (alle Daten beziehen sich auf einen Meter Wandbreite)

Nr	Name	Typ	Ort	LF	yA cm	Δz cm	l cm	b cm	q kN/m ²	H kN/m	Ansatz
101	Achse 1.1	veränd.	Wandkopf	2	242	13	56	36	175.00	0.00	T/s/vollst.
102	Achse 1.2	veränd.	Wandkopf	2	402	13	56	36	175.00	0.00	T/s/vollst.

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 $\Rightarrow \delta = 2/3 \phi$, sofern $\delta_{Bodenschicht} = \text{auto}$

Nachweise der äußeren Standsicherheit mit Hilfe geneigter Gleitflächen (Rutschkeilverfahren)
errechneter Schnittpunkt mit dem Gelände bei y = 4.1 cm und z = -0.0 cm

Mit Berücksichtigung des passiven Erddruckes in BS-T.

Berechnung nach Sokolovsky/Pregl mit ebenen Gleitflächen

Ausbreitungswinkel für Blocklasten: 45.00 °

Mindesterddruckbeiwert gemäß DIN 4085, 6.3.1.5 berechnen

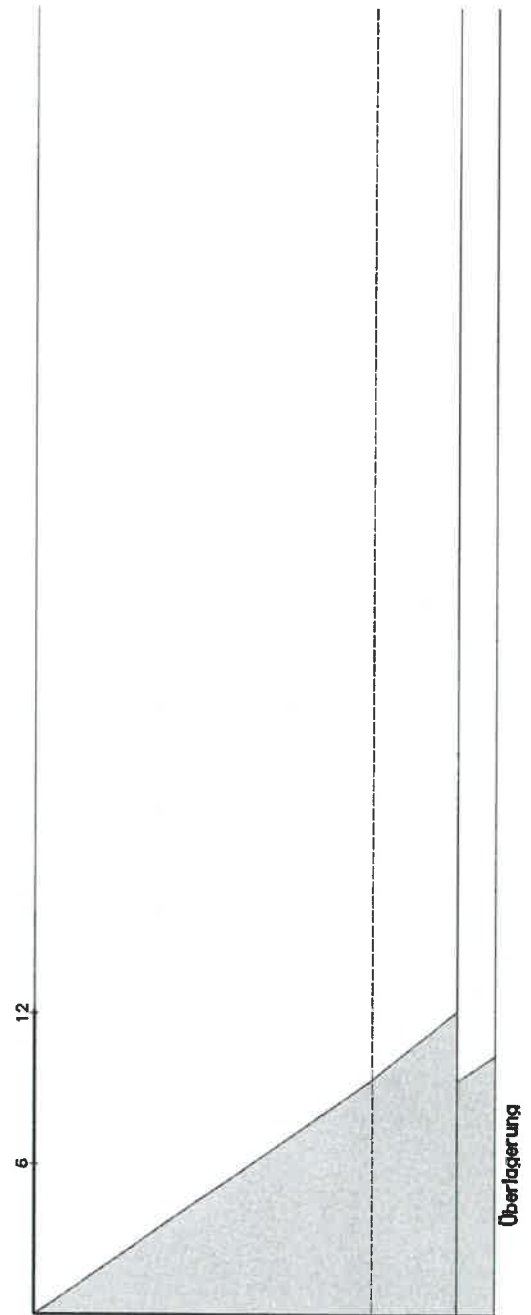
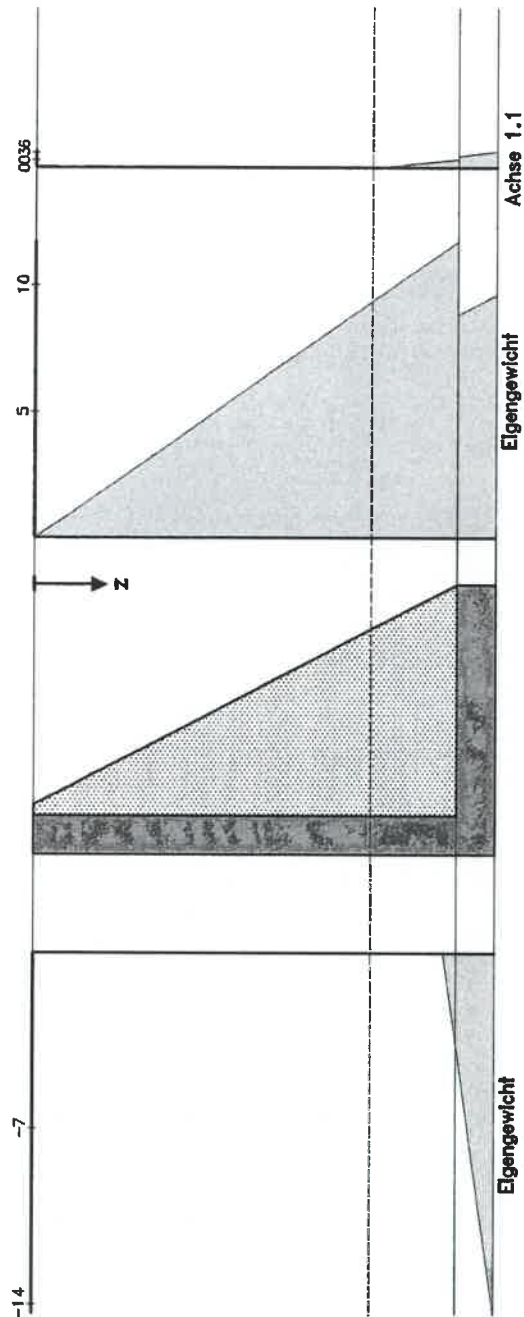
Lager der Horizontalkräfte für Nachweise der inneren Standsicherheit am Ende des hinteren Sporns

2. Beschreibung der Einwirkungsstruktur

Name	Bezeichnung	Typ	Lastart
Lf1	Eigengewicht Winkelstützwand	Ständig	
Lf2	Eigengewicht Boden	Ständig	
Lf101	Achse 1.1	veränd.	Flächenlast
Lf102	Achse 1.2	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	kgh -	Eh kN/m ²	Ev kN/m ²	Eres kN/m ²
1	0	0.000	-0.000	-0.000	0.000
2	160	0.000	-0.000	-0.000	0.000
3	180	3.690	-14.392	-0.000	14.392

Eh = 1.44, zs = 173, Ev = 0.00, ys = 0.0, Eres = 1.44

3.2.2. Erdseitige Erddrücke

Erddruck aus Eigengewicht

Nr	z cm	kgh -	kch -	Eh kN/m ²	Ev kN/m ²	Eres kN/m ²
1	0	0.365	0.380	0.000	0.000	0.000
2	165	0.365	0.380	11.736	22.544	25.416
3	165	0.275	0.813	8.846	3.816	9.633
4	180	0.275	0.813	9.650	4.162	10.509

Eh = -11.07, zs = 118, Ev = 19.20, ys = 62, Eres = 22.16

Erddruck aus Achse 1.1

Nr	z cm	kph -	Eh kN/m ²	Ev kN/m ²	Eres kN/m ²	Nr	z cm	kph -	Eh kN/m ²	Ev kN/m ²	Eres kN/m ²
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	4	165	0.457	0.462	0.199	0.504
2	132	0.000	0.000	0.000	0.000	5	180	0.457	0.670	0.289	0.730
3	165	0.350	0.355	0.682	0.768						

Eh = -0.14, zs = 165, Ev = 0.15, ys = 86, Eres = 0.21

Erddruck aus Achse 1.2

Erddruck aus Überlagerung

Nr	z cm	Eh kN/m ²	Ev kN/m ²	Eres kN/m ²	Nr	z cm	Eh kN/m ²	Ev kN/m ²	Eres kN/m ²
1	0	0.000	0.000	0.000	4	165	9.308	4.015	10.137
2	132	9.361	17.981	20.272	5	180	10.320	4.451	11.239
3	165	12.091	23.226	26.185					

Eh = -11.21, zs = 118, Ev = 19.35, ys = 62, Eres = 22.36

3.3. Charakteristische Schnittgrößen für Standsicherheit

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	ys cm	zs cm	A, I m ² , m	γ, q, M [kN, m]	V kN	H kN	Σ M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Erddruck	luftseit.	0	-7	---	---	0.00	1.44	0.10
4	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	19.35	-11.21	8.08
Σ							44.61	-9.77	17.53

3.4. Protokoll der Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

3.4.1. EQU

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	0.9*(Lf1+Lf2)	6	BS-T	1.05*(Lf1+Lf2)+1.25*Lf101
2	BS-P	1.1*(Lf1+Lf2)	7	BS-T	0.9*(Lf1+Lf2)+1.25*Lf102
3	BS-T	0.9*(Lf1+Lf2)	8	BS-T	1.05*(Lf1+Lf2)+1.25*Lf102
4	BS-T	1.05*(Lf1+Lf2)	9	BS-T	0.9*(Lf1+Lf2)+1.25*(Lf101+Lf102)
5	BS-T	0.9*(Lf1+Lf2)+1.25*Lf101	10	BS-T	1.05*(Lf1+Lf2)+1.25*(Lf101+Lf102)

3.4.2. SLS

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1+Lf2	4	BS-T	Lf1+Lf2+Lf102
2	BS-T	Lf1+Lf2	5	BS-T	Lf1+Lf2+Lf101+Lf102
3	BS-T	Lf1+Lf2+Lf101			

3.4.3. GEO-2

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1+Lf2	6	BS-T	1.2*(Lf1+Lf2)+1.3*Lf101
2	BS-P	1.35*(Lf1+Lf2)	7	BS-T	Lf1+Lf2+1.3*Lf102
3	BS-T	Lf1+Lf2	8	BS-T	1.2*(Lf1+Lf2)+1.3*Lf102
4	BS-T	1.2*(Lf1+Lf2)	9	BS-T	Lf1+Lf2+1.3*(Lf101+Lf102)
5	BS-T	Lf1+Lf2+1.3*Lf101	10	BS-T	1.2*(Lf1+Lf2)+1.3*(Lf101+Lf102)

3.5. Einstellungen für Nachweise der äußeren Standsicherheit

Die fettgedruckten Werte entsprechen nicht [1] Tabelle A 2.1

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formel	BS-P	BS-T	BS-A	BS-E
EQU: Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit		---	---	---	---
Ungünstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,dst}$	1.10	1.05	1.00	1.00
Günstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stb}$	0.90	0.90	0.90	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,dst}$	1.50	1.25	1.00	1.00
GEO-2: Grenzzustand des Versag. von Bauwerken, -teilen u. Baugrund.		---	---	---	---
Beanspruchungen aus ständige Einwirkungen allgemein	γ_G	1.35	1.20	1.10	1.00
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen aus Erdruchdruck	γ_{EOg}	1.20	1.10	1.00	1.00
Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen	$\gamma_{G,inf}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Beanspruchungen aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	1.50	1.30	1.10	1.00
GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlustes der Gesamtstabilität		---	---	---	---
Ständige Einwirkungen	γ_G	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1.30	1.20	1.20	1.00
SLS: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit					
$\gamma_G = 1.000$ für ständige Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					
$\gamma_Q = 1.000$ für veränderliche Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					

Berechnung mit erhöhtem aktiven Erddruck $0,75 E_a + 0,25 E_o$

3.6. Nachweis gegen Kippen (EQU)

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

Maßgebendes Lastkollektiv: EQU 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	25	-63	0.405	25.00	9.11	---	2.28
2	Boden	Bodenaus., erdseil.	45	-72	0.776	19.50	13.63	---	6.14
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	17.28	-9.96	7.16
Σ							40.02	-9.96	15.57

Keine destabilisierende Beanspruchung vorhanden $\Rightarrow$ Der Nachweis entfällt.

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	ys cm	zs cm	A, I m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ · V kN	γ · H kN	Σ γ · M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	19.20	-11.07	7.95
Σ							44.46	-11.07	17.31

Schnittgrößen im Schwerpunkt der Fundamentsohle: $V_{0,k} = 44.46 \text{ kN/m}$
 $M_{0,k} = -6.04 \text{ kNm/m}$

Exzentrizität der Resultierenden: $e = -0.14 \text{ m}$

$e/b = 0.13 < 1/6$

⇒ 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 I - Länge bei Flächenlasten

3.8. Begrenzung der klaffenden Fuge unter Gesamtlast

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	ys cm	zs cm	A, I m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ · V kN	γ · H kN	Σ γ · M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	19.20	-11.07	7.95
Σ							44.46	-11.07	17.31

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b -
1	44.46	-6.04	-0.14	0.129
2	44.46	-6.04	-0.14	0.129
3	44.61	-5.99	-0.13	0.128

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b -
4	44.46	-6.04	-0.14	0.129
5	44.61	-5.99	-0.13	0.128

$(e/b)_{max} = 0.129 < 1/3$

⇒ 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 I - Länge bei Flächenlasten

3.9. Nachweis der Gleitsicherheit

Gleitwiderstand bei konsolidiertem Boden $R_{1,k} = V_{0,k} \tan(\delta_s)$

Bemessungswert des Gleitwiderstandes $R_{1,d} = R_{1,k} / \gamma_{R,h}$

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

Der Ausnutzungsgrad ergibt sich zu $\mu = (R_{1,d} + e_{p,d}) / H_d$

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 2

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

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	ys cm	zs cm	A, I m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ · V kN	γ · H kN	Σ γ · M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	13.67	---	3.42
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	20.44	---	9.21
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	25.92	-14.94	10.74
Σ							60.02	-14.94	23.36

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

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	44.46	31.13	1.10	1.40	28.30	0.00	-11.07	0.39
2	44.46	31.13	1.10	1.40	28.30	0.00	-14.94	0.53
3	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-11.07	0.38
4	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-13.28	0.45
5	44.61	31.24	1.10	1.30	28.40	1.11	-11.26	0.38
6	44.61	31.24	1.10	1.30	28.40	1.11	-13.47	0.46
7	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-11.07	0.38
8	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-13.28	0.45
9	44.61	31.24	1.10	1.30	28.40	1.11	-11.26	0.38
10	44.61	31.24	1.10	1.30	28.40	1.11	-13.47	0.46

$\mu_{\max} = 0.53 < 1.0 \Rightarrow$ Gleitwiderstand ausreichend

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

3.10. Nachweis der Grundbruchsicherheit

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 2

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	25	-63	0.405	25.00	13.67	---	3.42
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	20.44	---	9.21
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	25.92	-14.94	10.74
Σ							60.02	-14.94	23.36

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	44.46	-6.04	0.78	-11.07	6	44.61	-5.94	0.78	-10.49
2	44.46	-6.04	0.78	-11.07	7	44.46	-5.99	0.78	-10.35
3	44.46	-5.99	0.78	-10.35	8	44.46	-5.99	0.78	-10.35
4	44.46	-5.99	0.78	-10.35	9	44.61	-5.94	0.78	-10.49
5	44.61	-5.94	0.78	-10.49	10	44.61	-5.94	0.78	-10.49

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	19.50	35.00	---	0.90	11.50	35.00	---
2	19.50	35.00	---	0.90	11.50	35.00	---
3	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
4	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
5	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
6	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
7	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
8	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
9	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
10	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---

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 mittlerer 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:

$\sigma'_0 = 38.44 \text{ kN/m}^2$

$M_0 = -6.04 \text{ kNm/m}$

Kote	z	f	s_m	s_r
m	m	-	cm	cm
0.20	0.00	---	---	---
0.90	0.70	0.500	0.03	-0.02
1.90	1.70	0.919	0.03	-0.02

Kote	z	f	s_m	s_r
m	m	-	cm	cm
2.90	2.70	1.186	0.11	-0.11
3.37	3.17	1.282	0.01	-0.02

3.11.3. Resultierende Setzungen und Schiefstellung je LK

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

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

LK	s_1	s_2	s_3	s_{max}	α
	cm	cm	cm	cm	°
1	0.4	0.0	0.2	0.4	-0.2

$\max s_{max} = 0.4 < 2.0 \text{ cm}$ $\max |\alpha| = 0.2^\circ < 1.0^\circ$

⇒ zulässige Setzung und Schiefstellung eingehalten

σ'_0 - mittlere Sohlnormalspannung σ_B - Bodenspannungen aus Bauwerkslasten σ_0 - Überlagerungsspannungen aus Eigenlast des Bodens d_s - Grenztiefe
 d_s - Grenztiefe bzw. Dicke der zusammendrückbaren Schicht unter der Fundamentsohle z - Tiefe ab Fundamentunterkante
 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

3.12. 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 $\mu = R_{t,d} / h_d$

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 2

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

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	y_s	z_s	A, l	$\gamma \cdot Q, M$	$\gamma \cdot V$	$\gamma \cdot H$	$\sum \gamma \cdot M$
			cm	cm	m ² , m	[kN, m]	kN	kN	kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	13.67	---	3.42
2	Boden	Bodenaus. , erdseif.	45	-72	0.776	19.50	20.44	---	9.21
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	25.92	-14.94	10.74
Σ							60.02	-14.94	23.36

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

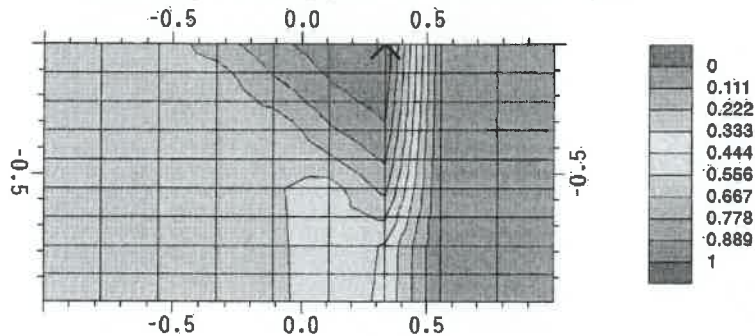
LK	$V_{0,k}$	$R_{t,k}$	$\gamma_{R,h}$	$R_{t,d}$	h_d	μ
	kN/m	kN	-	kN/m	kN/m	-
1	44.46	31.13	1.10	28.30	-11.07	0.39
2	44.46	31.13	1.10	28.30	-14.94	0.53
3	44.46	31.13	1.10	28.30	-11.07	0.39
4	44.46	31.13	1.10	28.30	-13.28	0.47
5	44.61	31.24	1.10	28.40	-11.26	0.40
6	44.61	31.24	1.10	28.40	-13.47	0.47
7	44.46	31.13	1.10	28.30	-11.07	0.39
8	44.46	31.13	1.10	28.30	-13.28	0.47
9	44.61	31.24	1.10	28.40	-11.26	0.40
10	44.61	31.24	1.10	28.40	-13.47	0.47

$\mu_{max} = 0.53 < 1.0$ ⇒ Nachweis gegen Verschiebung in der Sohlfläche erfüllt

V_0 - 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

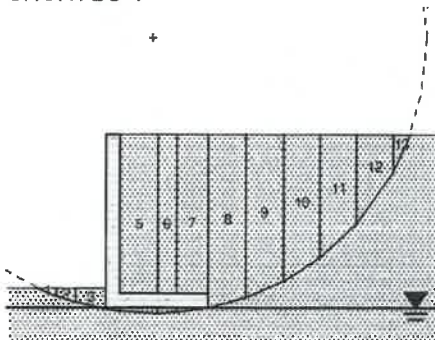
3.13. Böschungsbruch

3.14. Ausnutzung in Abhängigkeit vom Gleitkreismittelpunkt



3.15. Maßgebende Gleitkreise

3.15.1. BS-T



Mittelpunkt
 $y_m = 0.33 \text{ m}$
 $z_m = -1.00 \text{ m}$

Radius
 $r = 2.86 \text{ m}$

Anfang/Ende
 $y_a = -0.85 \text{ m}$
 $y_e = 3.01 \text{ m}$

Unterster Punkt
 $y_u = 0.39 \text{ m}$
 $z_u = 1.86 \text{ m}$

Rechenwerte der Lamellen aus Eigenlast

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

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	-0.72	1.66	0.06	0.20	0.2	0.0	31.3	0.0	-21.6	-0.1	0.2
2	-0.55	1.72	0.12	0.19	0.4	0.0	31.3	0.0	-18.1	-0.1	0.3
3	-0.30	1.78	0.18	0.31	1.1	0.0	31.3	0.0	-12.9	-0.2	0.8
4	-0.08	1.83	0.03	0.15	0.0	6.8	31.3	0.0	-8.2	-1.0	4.6
5	0.19	1.85	0.05	0.39	12.7	1.4	31.3	0.0	-2.8	-0.7	8.9
6	0.48	1.85	0.05	0.19	6.3	0.7	31.3	0.0	3.0	0.4	4.2
7	0.74	1.83	0.03	0.32	10.4	1.2	31.3	0.0	8.2	1.7	6.6
8	1.09	1.75	1.75	0.39	13.2	0.0	31.3	0.0	15.4	3.5	7.1
9	1.48	1.62	1.62	0.39	12.2	0.0	31.3	0.0	23.6	4.9	6.4
10	1.86	1.41	1.41	0.39	10.6	0.0	31.3	0.0	32.4	5.7	5.5
11	2.25	1.12	1.12	0.39	8.4	0.0	31.3	0.0	42.2	5.6	4.5
12	2.64	0.69	0.69	0.39	5.2	0.0	31.3	0.0	53.7	4.2	2.9
13	2.89	0.28	0.28	0.18	1.0	0.0	31.3	0.0	63.5	0.9	0.6
Σ				3.86	81.8	10.1				24.7	52.6

Rechenwerte der Lamellen aus Auflast für 'BS-T'

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

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

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
11	5.0	5.0	3.4	---	5.0	2.7
12	81.1	81.1	65.4	---	81.1	45.6
13	26.7	26.7	23.9	---	26.7	16.4
Σ	112.8	112.8	92.6		112.8	64.7

3.16. Wirksame Kräfte und Momente

Bem. it.	$T_G + T_Q$ kN/m	$(G + Q_A) \cdot \sin \vartheta$ kN/m	M_{Ep} kNm/m	$M_{W,0}$ kNm/m
BS-T	117.2	117.3	0.0	0.0

3.17. Ausnutzung

$$\mu = E_{M,d} / R_{M,d}$$

$$E_{M,d} = r \cdot ((G + Q) \cdot \sin(\vartheta)) + M_{W,0}$$

$$R_{M,d} = r \cdot (T_G + T_Q) + M_{Ep}$$

Bem. it.	$E_{M,d}$ kNm/m	$R_{M,d}$ kNm/m	μ -
BS-T	335.13	334.87	1.001

$\mu_{max} = 1.001 = 1.0 \Rightarrow$ 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
 $M_{W,0}$ - antreibendes Moment aus Wasserüberdruck

Literatur und Normen:

- [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

Alle Nachweise der äußeren Standsicherheit erfüllt

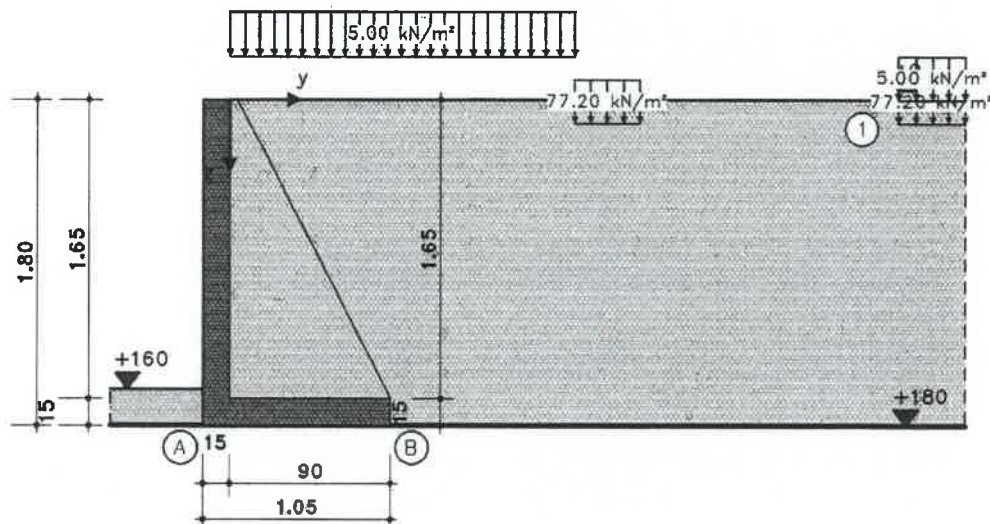
1.Winkelstützwand_Bem.3

1.WINKELSTÜTZWAND_BEM.3

1. Eingabedaten für Winkelstützwand n. DIN EN 1997-1

1.1. Systemplot Maßstab 1:40
4H-WINKL Version: 8/2013-2g

**DURCH VERGLEICHS-
RECHNUNG GEPRÜFT**
Zwischenergebnisse
wurden nicht kontrolliert.



1.2. Wanddaten

Beton	f_{ck} N/mm²	α	ε_{c2} ‰	ε_{c2u} ‰	n	E_c N/mm²	γ kN/m³
C30/37	30.0	0.850	-2.0	-3.5	2.00	28309.4	25.00

Betonstahl	f_{yk} N/mm²	f_{tk} N/mm²	ε_{su} ‰	E_s N/mm²
B500B	500.0	525.0	25.0	200000.0

1.3. Bodenparameter

Nr	Name	h cm	z cm	φ °	γ kN/m³	γ' kN/m³	c kN/m²	δ_a °	δ_p °	k _{ah} -	k _{ph} -	k _{ch} -	E _m MN/m²
1	Bodenaus.	250	250	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0
2	2	100	350	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	50.0
3	3	100	450	25.00	19.50	9.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
4	4	∞	∞	32.50	22.50	12.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0

Grundwasserstand : z = 180 cm (erd- und luftseitig)

Aushubtiefe vor der Wand: z = 160 cm

1.4. Flächenlasten (alle Daten beziehen sich auf einen Meter Wandbreite)

Nr	Name	Typ	Ort	LF	y _A cm	Δz cm	l cm	b cm	q kN/m²	H kN/m	Ansatz
101	Achse 1.1	veränd.	Wandkopf	2	192	13	36	36	77.20	0.00	T/s/vollst.
102	Achse 1.2	veränd.	Wandkopf	2	372	13	36	36	77.20	0.00	T/s/vollst.
103	Nutzlast	veränd.	Wandkopf	2	372	0	∞	∞	5.00	0.00	T/s/teilb.
104	Nutzlast	veränd.	Wandkopf	2	0	0	192	∞	5.00	1.00	T/s/vollst.

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 $\Rightarrow \delta = 2/3 \varphi$, sofern $\delta_{\text{Bodenschicht}} = \text{auto}$

Nachweise der äußeren Standsicherheit mit Hilfe geneigter Gleitflächen (Rutschkeilverfahren)

errechneter Schnittpunkt mit dem Gelände bei $y = 4.1 \text{ cm}$ und $z = -0.0 \text{ cm}$

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

Berechnung nach Sokolovsky/Pregl mit ebenen Gleitflächen

Ausbreitungswinkel für Blocklasten: 45.00°

Mindesterddruckbeiwert gemäß DIN 4085, 6.3.1.5 berechnen

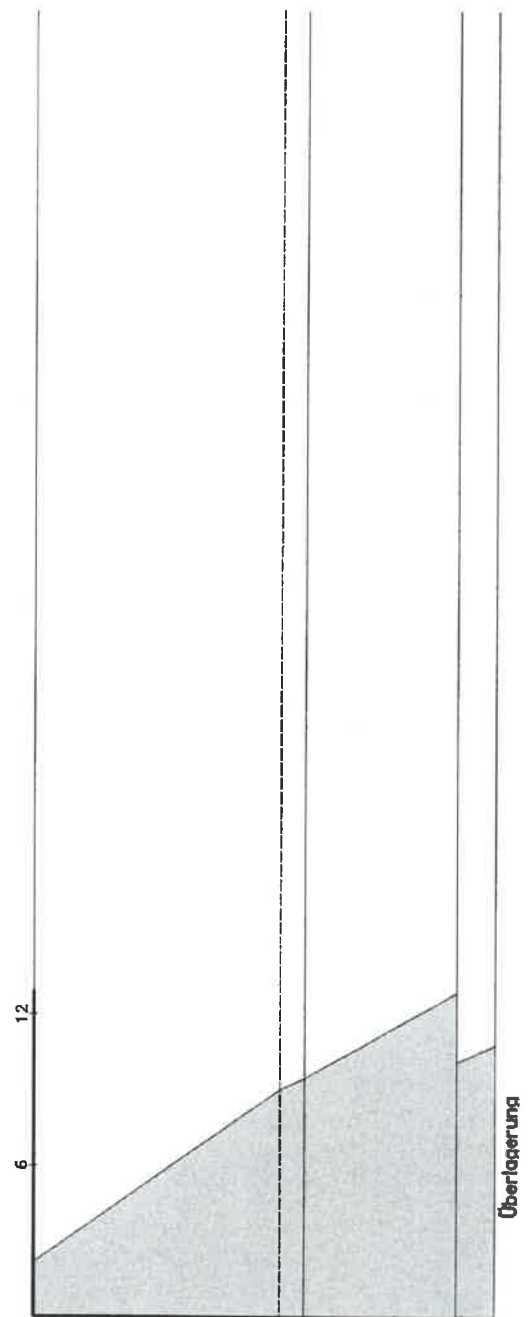
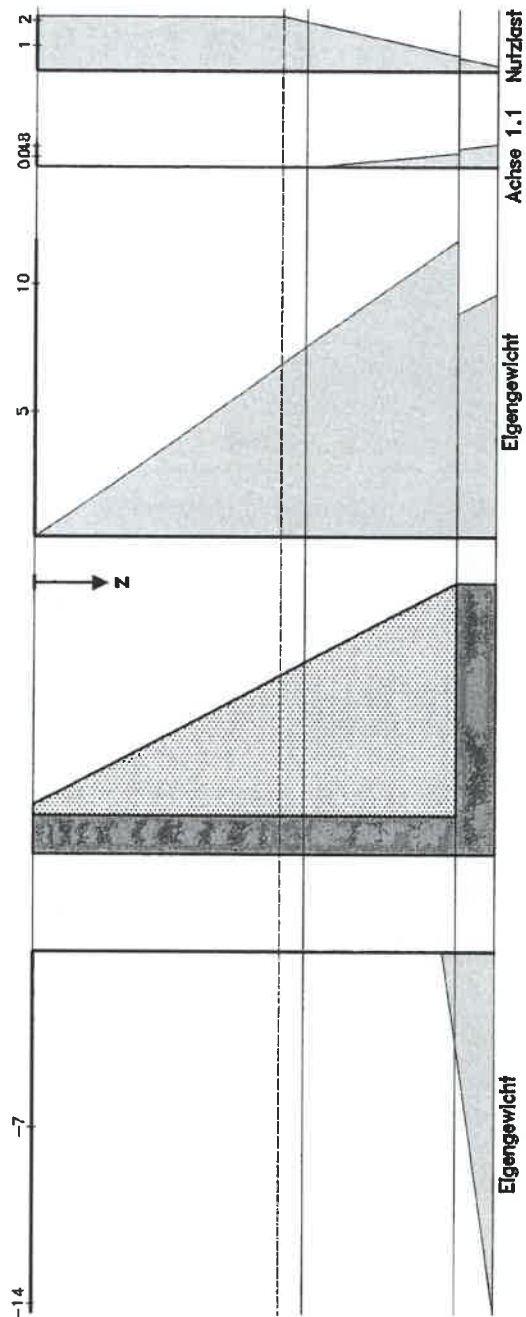
Lager der Horizontalkräfte für Nachweise der inneren Standsicherheit am Ende des hinteren Sporns

2. Beschreibung der Einwirkungsstruktur

Name	Bezeichnung	Typ	Lastart
Lf1	Eigengewicht Winkelstützwand	Ständig	
Lf2	Eigengewicht Boden	Ständig	
Lf101	Achse 1.1	veränd.	Flächenlast
Lf102	Achse 1.2	veränd.	Flächenlast
Lf103	Nutzlast	veränd.	Flächenlast
Lf104	Nutzlast	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	kgh -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	0	0.000	-0.000	-0.000	0.000
2	160	0.000	-0.000	-0.000	0.000
3	180	3.690	-14.392	-0.000	14.392

$$E_h = 1.44, z_s = 173, E_v = 0.00, y_s = 0.0, E_{res} = 1.44$$

3.2.2. Erdseitige Erddrücke

Erddruck aus Eigengewicht

Nr	z cm	kgh -	kch -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	0	0.365	0.380	0.000	0.000	0.000
2	165	0.365	0.380	11.736	22.544	25.416
3	165	0.275	0.813	8.846	3.816	9.633
4	180	0.275	0.813	9.650	4.162	10.509

$$E_h = -11.07, z_s = 118, E_v = 19.20, y_s = 62, E_{res} = 22.16$$

Erddruck aus Achse 1.1

Nr	z cm	kph -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²	Nr	z cm	kph -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	4	165	0.457	0.733	0.316	0.798
2	106	0.000	0.000	0.000	0.000	5	180	0.457	0.919	0.396	1.001
3	165	0.350	0.562	1.080	1.218						

$$E_h = -0.29, z_s = 157, E_v = 0.37, y_s = 81, E_{res} = 0.47$$

Erddruck aus Achse 1.2

Erddruck aus Nutzlast

Erddruck aus Nutzlast

Nr	z cm	kph -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²	Nr	z cm	kph -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	0	0.365	2.182	4.191	4.725	4	165	0.275	0.539	0.233	0.587
2	96	0.365	2.182	4.191	4.725	5	180	0.275	0.237	0.102	0.258
3	165	0.365	0.612	1.176	1.326						

$$E_h = -3.12, z_s = 74, E_v = 5.91, y_s = 42, E_{res} = 6.68$$

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	0	2.182	4.191	4.725	4	165	12.910	24.801	27.960
2	96	9.040	17.365	19.578	5	165	10.118	4.364	11.019
3	106	9.499	18.248	20.573	6	180	10.805	4.661	11.768

$$E_h = -14.48, z_s = 109, E_v = 25.48, y_s = 58, E_{res} = 29.30$$

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	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.21	-1.00	-1.76
4	Erddruck	luftseit.	0	-7	---	---	0.00	1.44	0.10
5	Erddruck	erdseit.	73	-71	---	---	25.48	-14.48	8.29
Σ							50.95	-14.04	15.97

3.4. Protokoll der Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

3.4.1. EQU

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
2	BS-P	$1.1 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
3	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
4	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
5	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f101}$
6	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f101}$
7	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f102}$
8	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f102}$
9	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$
10	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$
11	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f103}$
12	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f103}$
13	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f103})$
14	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f103})$
15	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f103})$
16	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f103})$
17	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103})$
18	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103})$
19	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f104}$
20	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f104}$
21	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f104})$
22	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f104})$
23	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f104})$
24	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f104})$
25	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f104})$
26	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f104})$
27	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f103} + L_{f104})$
28	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f103} + L_{f104})$
29	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f103} + L_{f104})$
30	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f103} + L_{f104})$
31	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$
32	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$
33	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$
34	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$

3.4.2. SLS

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	$L_{f1} + L_{f2}$	10	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f104}$
2	BS-T	$L_{f1} + L_{f2}$	11	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f104}$
3	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101}$	12	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f102} + L_{f104}$
4	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f102}$	13	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f102} + L_{f104}$
5	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f102}$	14	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f103} + L_{f104}$
6	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f103}$	15	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f103} + L_{f104}$
7	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f103}$	16	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104}$
8	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f102} + L_{f103}$	17	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104}$
9	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f102} + L_{f103}$			

3.4.3. GEO-2

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	$L_{f1} + L_{f2}$
2	BS-P	$1.35 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
3	BS-T	$L_{f1} + L_{f2}$
4	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
5	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot L_{f101}$
6	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot L_{f101}$
7	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot L_{f102}$

Keine destabilisierende Beanspruchung vorhanden $\Rightarrow$ Der Nachweis entfällt.

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

3.7. 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, 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	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdseif.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	19.20	-11.07	7.95
Σ							44.46	-11.07	17.31

Schnittgrößen im Schwerpunkt der Fundamentsohle: $V_{0,k} = 44.46$ kN/m

$M_{0,k} = -6.04$ kNm/m

Exzentrizität der Resultierenden: $e = -0.14$ m

$e/b = 0.13 < 1/6$

$\Rightarrow$ 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 10

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	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdseif.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.21	-1.00	-1.76
4	Erddruck	erdseit.	72	-72	---	---	25.10	-14.19	8.00
Σ							50.57	-15.19	15.58

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b -	LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b -
1	44.46	-6.04	-0.14	0.129	10	50.57	-9.17	-0.18	0.173
2	44.46	-6.04	-0.14	0.129	11	50.95	-9.07	-0.18	0.170
3	44.83	-5.94	-0.13	0.126	12	50.57	-9.17	-0.18	0.173
4	44.46	-6.04	-0.14	0.129	13	50.95	-9.07	-0.18	0.170
5	44.83	-5.94	-0.13	0.126	14	50.57	-9.17	-0.18	0.173
6	44.46	-6.04	-0.14	0.129	15	50.95	-9.07	-0.18	0.170
7	44.83	-5.94	-0.13	0.126	16	50.57	-9.17	-0.18	0.173
8	44.46	-6.04	-0.14	0.129	17	50.95	-9.07	-0.18	0.170
9	44.83	-5.94	-0.13	0.126					

$(e/b)_{max} = 0.173 < 1/3$

$\Rightarrow$ 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 $e_{p,d} = e_{p,k} \cdot \mu_{ob} / \gamma_{R,e}$

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

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 22

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

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	ys cm	zs cm	A, I m ² , m	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	12.15	---	3.04
2	Boden	Bodenaus. , erdsei.	45	-72	0.776	19.50	18.17	---	8.19
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.27	-1.30	-2.29
4	Erddruck	luftseit.	0	-7	---	---	0.00	1.11	0.07
5	Erddruck	erdseit.	73	-71	---	---	31.20	-17.72	9.98
Σ							61.78	-17.91	18.98

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$R_{t,k}$ kN	$\gamma_{R,h}$ -	$\gamma_{R,e}$ -	$R_{t,d}$ kN/m	$e_{p,d}$ kN/m	h_d kN/m	μ -
1	44.46	31.13	1.10	1.40	28.30	1.03	-11.07	0.38
2	44.46	31.13	1.10	1.40	28.30	1.03	-14.94	0.51
3	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-11.07	0.38
4	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-13.28	0.45
5	44.83	31.39	1.10	1.30	28.54	1.11	-11.45	0.39
6	44.83	31.39	1.10	1.30	28.54	1.11	-13.66	0.46
7	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-11.07	0.38
8	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-13.28	0.45
9	44.83	31.39	1.10	1.30	28.54	1.11	-11.45	0.39
10	44.83	31.39	1.10	1.30	28.54	1.11	-13.66	0.46
11	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-11.07	0.38
12	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-13.28	0.45
13	44.83	31.39	1.10	1.30	28.54	1.11	-11.45	0.39
14	44.83	31.39	1.10	1.30	28.54	1.11	-13.66	0.46
15	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-11.07	0.38
16	44.46	31.13	1.10	1.30	28.30	1.11	-13.28	0.45
17	44.83	31.39	1.10	1.30	28.54	1.11	-11.45	0.39
18	44.83	31.39	1.10	1.30	28.54	1.11	-13.66	0.46
19	50.57	35.41	1.10	1.30	32.19	1.11	-15.13	0.45
20	50.57	35.41	1.10	1.30	32.19	1.11	-17.34	0.52
21	50.95	35.67	1.10	1.30	32.43	1.11	-15.50	0.46
22	50.95	35.67	1.10	1.30	32.43	1.11	-17.72	0.53
23	50.57	35.41	1.10	1.30	32.19	1.11	-15.13	0.45
24	50.57	35.41	1.10	1.30	32.19	1.11	-17.34	0.52
25	50.95	35.67	1.10	1.30	32.43	1.11	-15.50	0.46
26	50.95	35.67	1.10	1.30	32.43	1.11	-17.72	0.53
27	50.57	35.41	1.10	1.30	32.19	1.11	-15.13	0.45
28	50.57	35.41	1.10	1.30	32.19	1.11	-17.34	0.52
29	50.95	35.67	1.10	1.30	32.43	1.11	-15.50	0.46
30	50.95	35.67	1.10	1.30	32.43	1.11	-17.72	0.53
31	50.57	35.41	1.10	1.30	32.19	1.11	-15.13	0.45
32	50.57	35.41	1.10	1.30	32.19	1.11	-17.34	0.52
33	50.95	35.67	1.10	1.30	32.43	1.11	-15.50	0.46
34	50.95	35.67	1.10	1.30	32.43	1.11	-17.72	0.53

$\mu_{max} = 0.53 < 1.0 \Rightarrow$ Gleitwiderstand ausreichend

V_0 - 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

3.10. Nachweis der Grundbruchsicherheit

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 22

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, 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	25	-63	0.405	25.00	12.15	---	3.04
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	18.17	---	8.19
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.27	-1.30	-2.29
4	Erddruck	luftseit.	0	-7	---	---	0.00	0.72	0.05
5	Erddruck	erdseit.	73	-71	---	---	31.20	-17.72	9.98
Σ							61.78	-18.30	18.96

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	44.46	-5.99	0.78	-10.35	18	44.83	-5.89	0.79	-10.64
2	44.46	-5.99	0.78	-10.35	19	50.57	-9.12	0.69	-13.47
3	44.46	-5.99	0.78	-10.35	20	50.57	-9.12	0.69	-13.47
4	44.46	-5.99	0.78	-10.35	21	50.95	-9.02	0.70	-13.76
5	44.83	-5.89	0.79	-10.64	22	50.95	-9.02	0.70	-13.76
6	44.83	-5.89	0.79	-10.64	23	50.57	-9.12	0.69	-13.47
7	44.46	-5.99	0.78	-10.35	24	50.57	-9.12	0.69	-13.47
8	44.46	-5.99	0.78	-10.35	25	50.95	-9.02	0.70	-13.76
9	44.83	-5.89	0.79	-10.64	26	50.95	-9.02	0.70	-13.76
10	44.83	-5.89	0.79	-10.64	27	50.57	-9.12	0.69	-13.47
11	44.46	-5.99	0.78	-10.35	28	50.57	-9.12	0.69	-13.47
12	44.46	-5.99	0.78	-10.35	29	50.95	-9.02	0.70	-13.76
13	44.83	-5.89	0.79	-10.64	30	50.95	-9.02	0.70	-13.76
14	44.83	-5.89	0.79	-10.64	31	50.57	-9.12	0.69	-13.47
15	44.46	-5.99	0.78	-10.35	32	50.57	-9.12	0.69	-13.47
16	44.46	-5.99	0.78	-10.35	33	50.95	-9.02	0.70	-13.76
17	44.83	-5.89	0.79	-10.64	34	50.95	-9.02	0.70	-13.76

3.10.2. Maßgebende Bodenkennwerte

Ermittlung der maßgebenden Werte mit der Methode des gewogenen Mittels

Werte oberhalb der Sohle bis OK Boden: γ_1, φ_1, c_1

Werte unterhalb der Sohle bis zur Tiefe (d_s) der Gleitscholle: γ_2, φ_2, c_2

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	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
2	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
3	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
4	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
5	19.50	35.00	---	0.93	11.50	35.00	---
6	19.50	35.00	---	0.93	11.50	35.00	---
7	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
8	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
9	19.50	35.00	---	0.93	11.50	35.00	---
10	19.50	35.00	---	0.93	11.50	35.00	---
11	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
12	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
13	19.50	35.00	---	0.93	11.50	35.00	---
14	19.50	35.00	---	0.93	11.50	35.00	---
15	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
16	19.50	35.00	---	0.94	11.50	35.00	---
17	19.50	35.00	---	0.93	11.50	35.00	---
18	19.50	35.00	---	0.93	11.50	35.00	---
19	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
20	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
21	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
22	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---

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
23	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
24	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
25	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
26	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
27	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
28	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
29	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
30	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
31	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
32	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
33	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---
34	19.50	35.00	---	0.76	11.50	35.00	---

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	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
2	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
3	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
4	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
5	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.444	0.582	---
6	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.444	0.582	---
7	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
8	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
9	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.444	0.582	---
10	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.444	0.582	---
11	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
12	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
13	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.444	0.582	---
14	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.444	0.582	---
15	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
16	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.452	0.589	---
17	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.444	0.582	---
18	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.444	0.582	---
19	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.395	0.538	---
20	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.395	0.538	---
21	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.389	0.533	---
22	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.389	0.533	---
23	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.395	0.538	---
24	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.395	0.538	---
25	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.389	0.533	---
26	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.389	0.533	---
27	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.395	0.538	---
28	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.395	0.538	---
29	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.389	0.533	---
30	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.389	0.533	---
31	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.395	0.538	---
32	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.395	0.538	---
33	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.389	0.533	---
34	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.389	0.533	---

3.10.4. Bruch- und zulässige Last

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

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	131.23	1.40	93.73	44.46	0.47	18	130.94	1.30	100.72	53.84	0.53
2	131.23	1.40	93.73	60.02	0.64	19	96.99	1.30	74.61	52.41	0.70
3	131.23	1.30	100.94	44.46	0.44	20	96.99	1.30	74.61	61.30	0.82
4	131.23	1.30	100.94	53.35	0.53	21	97.10	1.30	74.69	52.89	0.71
5	130.94	1.30	100.72	44.95	0.45	22	97.10	1.30	74.69	61.78	0.83
6	130.94	1.30	100.72	53.84	0.53	23	96.99	1.30	74.61	52.41	0.70
7	131.23	1.30	100.94	44.46	0.44	24	96.99	1.30	74.61	61.30	0.82
8	131.23	1.30	100.94	53.35	0.53	25	97.10	1.30	74.69	52.89	0.71
9	130.94	1.30	100.72	44.95	0.45	26	97.10	1.30	74.69	61.78	0.83
10	130.94	1.30	100.72	53.84	0.53	27	96.99	1.30	74.61	52.41	0.70
11	131.23	1.30	100.94	44.46	0.44	28	96.99	1.30	74.61	61.30	0.82
12	131.23	1.30	100.94	53.35	0.53	29	97.10	1.30	74.69	52.89	0.71
13	130.94	1.30	100.72	44.95	0.45	30	97.10	1.30	74.69	61.78	0.83
14	130.94	1.30	100.72	53.84	0.53	31	96.99	1.30	74.61	52.41	0.70
15	131.23	1.30	100.94	44.46	0.44	32	96.99	1.30	74.61	61.30	0.82
16	131.23	1.30	100.94	53.35	0.53	33	97.10	1.30	74.69	52.89	0.71
17	130.94	1.30	100.72	44.95	0.45	34	97.10	1.30	74.69	61.78	0.83

$\mu_{max} = 0.83 < 1.0 \Rightarrow$ Grundbruchwiderstand ausreichend

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

t - Einbindetiefe y_s - y-Koordinate der Resultierenden z_a - 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 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, l m ² , m	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	25	-63	0.405	25.00	10.13	---	2.53
2	Boden	Bodenaus. , erdseil.	45	-72	0.776	19.50	15.14	---	6.82
3	Erddruck	erdseit.	77	-62	---	---	19.20	-11.07	7.95
Σ							44.46	-11.07	17.31

Zulässige maximale Setzung $z_{ul} \ s_{max} = 2.0$ cm

Zulässige Schiefstellung $z_{ul} \ \alpha = 1.0$ °

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 $\sigma_a = 3.90$ 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	44.46	-6.04	42.34	38.44	3.17

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 mittlerer 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:

$\sigma_0^* = 38.44 \text{ kN/m}^2$

$M_0 = -6.04 \text{ kNm/m}$

Kote m	z m	f -	S _m cm	S _r cm
0.20	0.00	---	---	---
0.90	0.70	0.500	0.03	-0.02
1.90	1.70	0.919	0.03	-0.02

Kote m	z m	f -	S _m cm	S _r cm
2.90	2.70	1.186	0.11	-0.11
3.37	3.17	1.282	0.01	-0.02

3.11.3. Resultierende Setzungen und Schiefstellung je LK

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

$\tan \alpha = 2 \cdot s_{s,y} / b_y$

LK	s ₁ cm	s ₂ cm	s ₃ cm	S _{max} cm	α °
1	0.4	0.0	0.2	0.4	-0.2

$\max S_{\max} = 0.4 < 2.0 \text{ cm}$ $\max |\alpha| = 0.2^\circ < 1.0^\circ$

⇒ zulässige Setzung und Schiefstellung eingehalten

σ_0 - mittlere Sohlnormalspannung σ_B - Bodenspannungen aus Bauwerkslasten σ_0 - Überlagerungsspannungen aus Eigenlast des Bodens d_s - Grenztiefe

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

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

3.12. 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 $\mu = R_{t,d} / h_d$

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 22

Abminderungsfaktor r_{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	25	-63	0.405	25.00	12.15	---	3.04
2	Boden	Bodenaus. , erdseif.	45	-72	0.776	19.50	18.17	---	8.19
3	Auflast	Nutzlast	17	-180	0.041	5.00	0.27	-1.30	-2.29
4	Erddruck	erdseit.	73	-71	---	---	31.20	-17.72	9.98
Σ							61.78	-19.02	18.91

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

LK	V _{0,k} kN/m	R _{t,k} kN	γ _{R,h} -	R _{t,d} kN/m	h _d kN/m	μ -
1	44.46	31.13	1.10	28.30	-11.07	0.39
2	44.46	31.13	1.10	28.30	-14.94	0.53
3	44.46	31.13	1.10	28.30	-11.07	0.39
4	44.46	31.13	1.10	28.30	-13.28	0.47
5	44.83	31.39	1.10	28.54	-11.45	0.40
6	44.83	31.39	1.10	28.54	-13.66	0.48
7	44.46	31.13	1.10	28.30	-11.07	0.39
8	44.46	31.13	1.10	28.30	-13.28	0.47
9	44.83	31.39	1.10	28.54	-11.45	0.40
10	44.83	31.39	1.10	28.54	-13.66	0.48
11	44.46	31.13	1.10	28.30	-11.07	0.39
12	44.46	31.13	1.10	28.30	-13.28	0.47
13	44.83	31.39	1.10	28.54	-11.45	0.40
14	44.83	31.39	1.10	28.54	-13.66	0.48
15	44.46	31.13	1.10	28.30	-11.07	0.39
16	44.46	31.13	1.10	28.30	-13.28	0.47
17	44.83	31.39	1.10	28.54	-11.45	0.40
18	44.83	31.39	1.10	28.54	-13.66	0.48
19	50.57	35.41	1.10	32.19	-15.13	0.47
20	50.57	35.41	1.10	32.19	-17.34	0.54
21	50.95	35.67	1.10	32.43	-15.50	0.48
22	50.95	35.67	1.10	32.43	-17.72	0.55

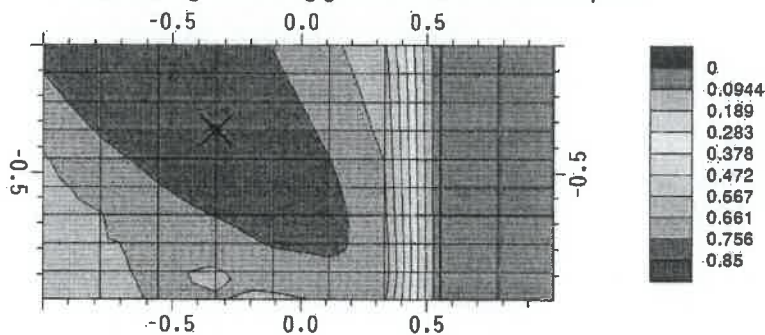
LK	V _{0,k} kN/m	R _{t,k} kN	γ _{R,h} -	R _{t,d} kN/m	h _d kN/m	μ -
23	50.57	35.41	1.10	32.19	-15.13	0.47
24	50.57	35.41	1.10	32.19	-17.34	0.54
25	50.95	35.67	1.10	32.43	-15.50	0.48
26	50.95	35.67	1.10	32.43	-17.72	0.55
27	50.57	35.41	1.10	32.19	-15.13	0.47
28	50.57	35.41	1.10	32.19	-17.34	0.54
29	50.95	35.67	1.10	32.43	-15.50	0.48
30	50.95	35.67	1.10	32.43	-17.72	0.55
31	50.57	35.41	1.10	32.19	-15.13	0.47
32	50.57	35.41	1.10	32.19	-17.34	0.54
33	50.95	35.67	1.10	32.43	-15.50	0.48
34	50.95	35.67	1.10	32.43	-17.72	0.55

$\mu_{\max} = 0.55 < 1.0 \Rightarrow$ Nachweis gegen Verschiebung in der Sohlfläche erfüllt

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

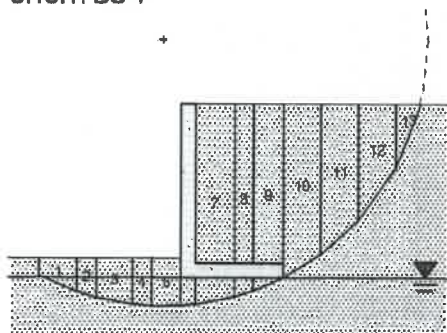
3.13. Böschungsbruch

3.14. Ausnutzung in Abhängigkeit vom Gleitkreismittelpunkt



3.15. Maßgebende Gleitkreise

3.15.1. BS-T



Mittelpunkt

y_m = -0.33 m

z_m = -0.67 m

Radius

r = 2.76 m

Anfang/Ende

y_a = -1.61 m

y_e = 2.34 m

Unterster Punkt

y_u = -0.30 m

z_u = 2.09 m

Rechenwerte der Lamellen aus Eigenlast

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

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	φ °	G · sin φ kN/m	T _G kN/m
1	-1.41	1.87	0.27	0.39	1.9	0.0	31.3	0.0	-23.0	-0.7	1.6
2	-1.11	1.98	0.38	0.20	1.2	0.0	31.3	0.0	-16.4	-0.3	0.9
3	-0.83	2.05	0.45	0.36	2.5	0.0	31.3	0.0	-10.4	-0.4	1.7
4	-0.55	2.08	0.48	0.20	1.4	0.0	31.3	0.0	-4.5	-0.1	0.9
5	-0.30	2.09	0.49	0.30	2.2	0.0	31.3	0.0	0.7	0.0	1.3
6	-0.08	2.08	0.28	0.15	0.5	6.8	31.3	0.0	5.4	0.7	4.2
7	0.20	2.04	0.24	0.39	13.8	1.5	31.3	0.0	11.1	2.9	8.6

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
8	0.49	1.96	0.16	0.20	6.7	0.7	31.3	0.0	17.5	2.2	4.1
9	0.75	1.87	0.07	0.31	10.1	1.2	31.3	0.0	23.0	4.4	6.1
10	1.10	1.69	1.69	0.39	13.0	0.0	31.3	0.0	31.3	6.8	7.0
11	1.49	1.40	1.40	0.39	10.8	0.0	31.3	0.0	41.5	7.1	6.0
12	1.89	0.97	0.97	0.39	7.5	0.0	31.3	0.0	53.6	6.0	4.5
13	2.17	0.49	0.49	0.26	2.5	0.0	31.3	0.0	65.2	2.2	1.7
Σ				3.95	74.0	10.1				30.8	48.6

Rechenwerte der Lamellen aus Auflast für 'BS-T'

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

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

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
10	0.3	0.3	0.1	---	0.3	0.2
11	2.4	2.4	1.6	---	2.4	1.3
12	16.7	16.7	13.4	---	16.7	10.0
13	18.1	18.1	16.4	---	18.1	12.3
Σ	37.4	37.4	31.5		37.4	23.8

Erdwiderstand und Wasserdruck auf die erste Lamelle am Austrittsende

bei $y_{ep} = -1.61$ m

z m	k _{pgh} -	e _{pgh} kN/m ²
1.60	2.73	0.00
1.78	2.73	9.56

3.16. Wirksame Kräfte und Momente

Bem. it.	T _G +T _Q kN/m	(G+Q _A) · sin θ kN/m	M _{Ep} kNm/m	M _{W,0} kNm/m
BS-T	72.3	62.4	2.0	0.0

3.17. Ausnutzung

$$\mu = E_{M,d} / R_{M,d}$$

$$E_{M,d} = r \cdot ((G+Q) \cdot \sin(\theta)) + M_{W,0}$$

$$R_{M,d} = r \cdot (T_G + T_Q) + M_{Ep}$$

Bem. it.	E _{M,d} kNm/m	R _{M,d} kNm/m	μ -
BS-T	171.98	201.54	0.853

$\mu_{\text{max}} = 0.853 < 1.0 \Rightarrow$ 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,0} - antreibendes Moment aus Wasserüberdruck

Literatur und Normen:

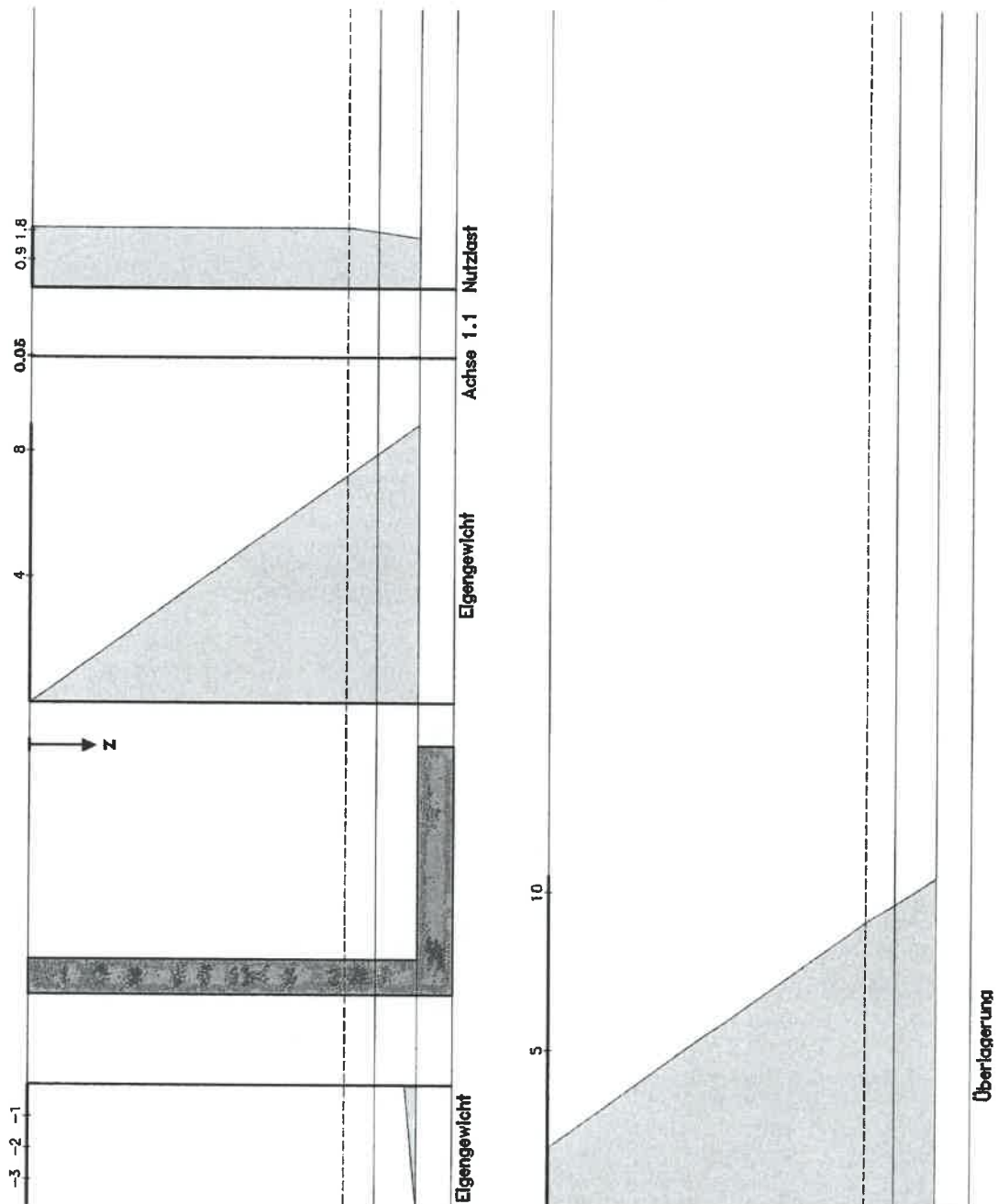
- [1] DIN 1054: Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regeln zu DIN EN 1997-1, Dezember 2010
- [2] DIN 4017: Baugrund, Berechnung des Grundbruchwiderstandes von Flächengründungen, März 2006
- [3] DIN 4019 Teil 1: Baugrund, Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung, April 1979
- [4] DIN 4019 Teil 2: Baugrund, Setzungsberechnungen 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

Alle Nachweise der äußeren Standsicherheit 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	0	0.000	-0.000	-0.000	0.000
2	160	0.000	-0.000	-0.000	0.000
3	165	7.924	-3.863	2.011	4.355

E_h = 0.10, z_s = 163, E_v = -0.05, y_s = 0.0, E_{res} = 0.11

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	0	0.275	0.813	0.000	0.000	0.000
2	165	0.275	0.813	8.846	3.816	9.633

E_h = -7.30, z_s = 110, E_v = 3.15, y_s = 90, E_{res} = 7.95

Erddruck aus Achse 1.1

Nr	z cm	k _{ph} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000
2	147	0.000	0.000	0.000	0.000
3	165	0.457	0.075	0.032	0.082

E_h = -0.01, z_s = 159, E_v = 0.00, y_s = 90, E_{res} = 0.01

Erddruck aus Achse 1.2

Erddruck aus Nutzlast

Erddruck aus Nutzlast

Nr	z cm	k _{ph} -	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	0	0.275	1.910	0.824	2.080
2	134	0.275	1.910	0.824	2.080
3	165	0.275	1.593	0.687	1.735

E_h = -3.10, z_s = 81, E_v = 1.34, y_s = 90, E_{res} = 3.38

Erddruck aus Überlagerung

Nr	z cm	e _h kN/m ²	e _v kN/m ²	e _{res} kN/m ²
1	0	1.910	0.824	2.080
2	134	9.117	3.933	9.929
3	147	9.680	4.175	10.542
4	165	10.514	4.535	11.451

E_h = -10.41, z_s = 101, E_v = 4.49, y_s = 90, E_{res} = 11.33

4.3. Protokoll der Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

4.3.1. DIN EN 1992-1 Bemessung

LK	LF	Faktorisierung
1	LF1	1.35*(L _{f1} +L _{f2})+1.5*(L _{f101} +L _{f102} +L _{f103} +L _{f104})
2	LF1	1.35*(L _{f1} +L _{f2})+0.7*1.5*(L _{f101} +L _{f102} +L _{f103} +L _{f104})

4.3.2. DIN EN 1992-1 Rissnachweis

LK	LF	Faktorisierung
1	LF1	L _{f1} +L _{f2} +0.3*(L _{f101} +L _{f102} +L _{f103} +L _{f104})

4.3.3. DIN EN 1992-1 Spannungsnachweis

LK	LF	Faktorisierung
1	LF1	$Lf1+Lf2+Lf101+Lf102+Lf103+Lf104$
2	LF1	$Lf1+Lf2+0.7*(Lf101+Lf102+Lf103+Lf104)$

4.3.4. Verformungsberechnung

LK	LF	Faktorisierung
1	LF1	$Lf1+Lf2+Lf101+Lf102+Lf103+Lf104$

4.4. Einstellungen für Nachweise der inneren Standsicherheit

4.4.1. Allgemeine Einstellungen

Bemessung nach NA-Deutschland

Bettungsmodul der Sohle: 11.8 MN/m³

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

Berechnung mit erhöhtem aktiven Erddruck $0.75 E_a + 0.25 E_o$

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

$z = 0.9 d$ (10.3.4 (2))

4.4.5. Bemessungseigenschaften Fundament

Abkürzungen: o = oben, u = unten

Achsabstände: $r_o = 5.00$ cm, $r_u = 5.00$ cm

Grundbewehrung: $A_{soo} = 0.00$ cm², $A_{sou} = 0.00$ cm²

Bewehrungsanordnung: symmetrisch (oben = unten)

maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.00\%$

Abkürzungen: a = außen

Achsabstand: $r_a = 5.00$ cm

Grundbewehrung: $A_{soa} = 0.00$ cm²

maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.00\%$

Materialdaten des Betons: C30/37, Rohdichte $\rho_c = 2200$ kg/m³

$f_{ck} = 30.0$ MN/m², $\epsilon_{c2} = -2.0\%$, $\epsilon_{c2u} = -3.5\%$, $n_c = 2.00$, $E_{cm} = 32836.6$ MN/m², $f_{ctm} = 2.90$ MN/m²

Materialdaten der Bewehrung: B500

$f_{yk} = 500.0$ MN/m², $f_{tk} = 525.0$ MN/m², $\epsilon_{su} = 25.0\%$, $E_s = 200000.0$ MN/m²

4.4.6. Bemessungseigenschaften Wand

Abkürzungen: o = oben, u = unten

Achsabstände: $r_o = 4.00$ cm, $r_u = 6.00$ cm

Grundbewehrung: $A_{soo} = 0.00$ cm², $A_{sou} = 0.00$ cm²

Bewehrungsanordnung: Zugbewehrung

maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.00\%$

Abkürzungen: a = außen

Achsabstand: $r_a = 6.00$ cm

Grundbewehrung: $A_{soa} = 0.00$ cm²

maximaler (rechnerischer) Bewehrungsgrad: $\max \mu = 8.00\%$

Nachweis 41: DIN EN 1992-1-1 Bemessung

Materialdaten des Betons: C30/37, Rohdichte $\rho_c = 2200 \text{ kg/m}^3$

$f_{ck} = 30.0 \text{ MN/m}^2$, $\epsilon_{c2} = -2.0\%$, $\epsilon_{c2u} = -3.5\%$, $n_c = 2.00$, $E_{cm} = 32836.6 \text{ MN/m}^2$, $f_{ctm} = 2.90 \text{ MN/m}^2$

Materialdaten der Bewehrung: B500

$f_{yk} = 500.0 \text{ MN/m}^2$, $f_{tk} = 525.0 \text{ MN/m}^2$, $\epsilon_{su} = 25.0\%$, $E_s = 200000.0 \text{ MN/m}^2$

4.4.7. Bemessung, Tragfähigkeit nach EC 2 (6.1, 6.2)

Beton: C30/37

Längsbewehrung: B500, mit Mindestbewehrung für Platten bzw. Wände

Schubbewehrung B500

ohne Schubmindestbewehrung

Druckstrebenwinkel minimal

4.4.8. Rissnachweis: Gebrauchsfähigkeit nach EC 2 (7.3)

$\emptyset$ der rissvert. Längsbewehrung: $d_{so} = 8 \text{ mm}$, $d_{su} = 8 \text{ mm}$

Verbund zwischen Bewehrung und Beton: gut

rechnerische Rissbreite: $w_{ko} = 0.10 \text{ mm}$, $w_{ku} = 0.10 \text{ mm}$

Mindestbewehrung: kein Nachweis

Beiwert zur Erfassung des Betrachtungszeitpunkt: $k_{zt} = 1.00$ (Zwang)

Rissbildung aus Lastbeanspruchung: ja

Beiwert zur Erfassung des Betrachtungszeitpunkt: $k_{zt0} = 1.00$ (Last)

4.4.9. Spannungsnachweis: Gebrauchsfähigkeit nach EC 2 (7.1)

zulässige Betondruckspannung $\text{zul } \sigma_c = f_{ak\sigma c} \cdot f_{ck} = 0.600 \cdot f_{ck} = -18.0 \text{ N/mm}^2$

zulässige Stahlzugspannung $\text{zul } \sigma_s = f_{ak\sigma s} \cdot f_{yk} = 0.800 \cdot f_{yk} = 400.0 \text{ N/mm}^2$

NACHWEIS 41: DIN EN 1992-1-1 BEMESSUNG

extremale Lagerreaktionen der Knoten (γ_F -fach)

Knotr Typ	AP _x kN	AP _z kN	AM kNm
7 Min	13.02	0.00	0.00
Max	14.42	0.00	0.00
Minimum	13.02	0.00	0.00
Maximum	14.42	0.00	0.00

Nachweis 41: DIN EN 1992-1-1 Bemessung

Normalkraft N

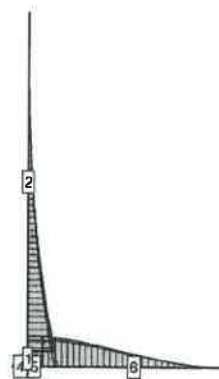
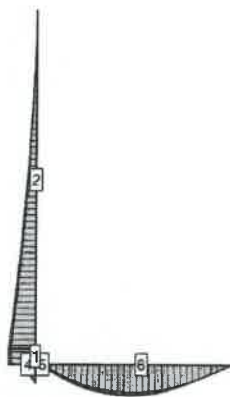
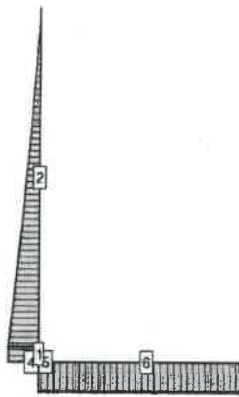
Min/Max: -14.67/14.42 kN

Querkraft Q

Min/Max: -14.42/16.64 kN

Moment M

Min/Max: -10.12/10.39 kNm



extremale Schnittgrößen

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
Stabzug 1: Stab 1					
1	0.00	Min	-14.67	-14.42	9.12
		Max	-14.06	-13.02	10.39
2	0.08	Min	-14.67	-14.42	8.14
		Max	-14.06	-13.02	9.31
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.08	Min	-14.67	-14.42	8.14
		Max	-14.06	-13.02	9.31
	0.78	Min	-7.31	-5.90	1.89
		Max	-6.96	-5.09	2.27
3	1.73	Min	0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	-0.00	-0.00
Stabzug 2: Stab 4					
5	0.00	Min	0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	-0.00
	0.04	Min	0.00	4.50	0.09
		Max	0.00	4.97	0.09
1	0.08	Min	0.00	8.80	0.34
		Max	0.00	9.70	0.37
Stabzug 2: Stab 5					

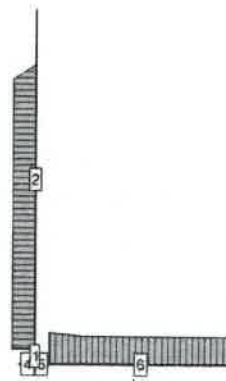
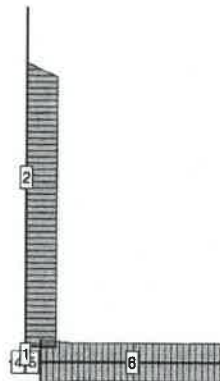
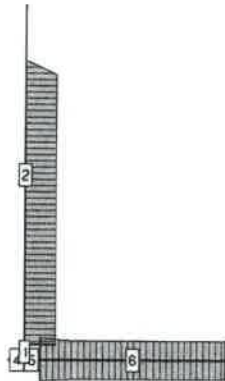
Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
1	0.08	Min	13.02	-5.26	-10.02
		Max	14.42	-4.96	-8.78
	0.11	Min	13.02	-1.17	-10.12
		Max	14.42	-0.47	-8.90
6	0.15	Min	13.02	2.71	-10.06
		Max	14.42	3.78	-8.87
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.15	Min	13.02	2.71	-10.06
		Max	14.42	3.78	-8.87
	0.32	Min	13.02	10.54	-8.62
		Max	14.42	12.48	-7.70
	0.54	Min	13.02	14.60	-5.19
		Max	14.42	16.64	-4.73
	0.77	Min	13.02	11.45	-1.76
		Max	14.42	12.37	-1.67
7	1.05	Min	13.02	0.00	0.00
		Max	14.42	0.00	0.00
Minimum			-14.67	-14.42	-10.12
Maximum			14.42	16.64	10.39

Nachweis 42: DIN EN 1992-1-1 Rissnachweis

Erf. Bewehrung A_{sb}
Max: A_{sb0}/A_{sbu} : 1.73/2.52 cm²

Längsbewehrung A_s
Max: A_{s0}/A_{su} : 1.73/2.52 cm²

Bewehrungsgrad μ_s
Max: 0.23 %



Bewehrung

Knonr	s	A_{s0}	A_{su}	μ_s	a_{sb0}
-	m	cm ²	cm ²	%	cm ² /m
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.08	0.00	2.52	0.17	0.00
	1.32	0.00	2.52	0.17	0.00
	1.39	0.00	2.52	0.17	0.00
	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00

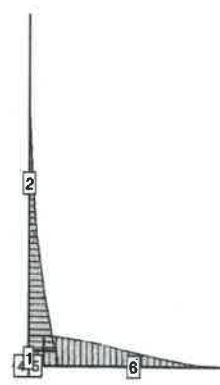
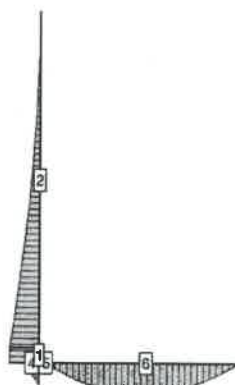
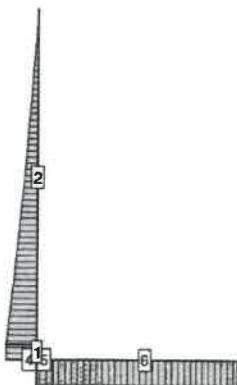
Knonr	s	A_{s0}	A_{su}	μ_s	a_{sb0}
-	m	cm ²	cm ²	%	cm ² /m
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.15	1.73	1.73	0.23	0.00
	0.32	1.55	1.55	0.21	0.00
7	1.05	1.55	1.55	0.21	0.00
Minimum		0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum		1.73	2.52	0.23	0.00

NACHWEIS 42: DIN EN 1992-1-1 RISSNACHWEIS

Normalkraft N
Min/Max: -9.79/8.13 kN

Querkraft Q
Min/Max: -8.13/8.38 kN

Moment M
Min/Max: -5.28/5.40 kNm



Nachweis 42: DIN EN 1992-1-1 Rissnachweis

extremale Schnittgrößen

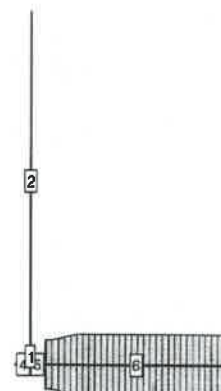
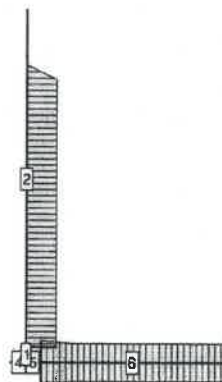
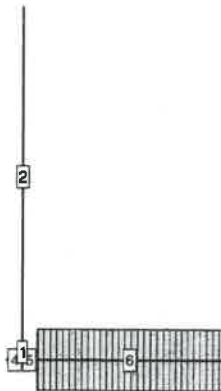
Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
Stabzug 1: Stab 1					
1	0.00	Min	-9.79	-8.13	5.40
		Max	-9.79	-8.13	5.40
2	0.08	Min	-9.79	-8.13	4.79
		Max	-9.79	-8.13	4.79
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.08	Min	-9.79	-8.13	4.79
		Max	-9.79	-8.13	4.79
	0.78	Min	-4.79	-2.91	1.00
		Max	-4.79	-2.91	1.00
3	1.73	Min	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 4					
5	0.00	Min	0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	-0.00
	0.04	Min	0.00	3.00	0.06
		Max	0.00	3.00	0.06
1	0.08	Min	0.00	5.88	0.22
		Max	0.00	5.88	0.22
Stabzug 2: Stab 5					
1	0.08	Min	8.13	-3.91	-5.18

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
		Max	8.13	-3.91	-5.18
	0.10	Min	8.13	-2.16	-5.25
		Max	8.13	-2.16	-5.25
	0.13	Min	8.13	-0.12	-5.28
		Max	8.13	-0.12	-5.28
6	0.15	Min	8.13	1.54	-5.26
		Max	8.13	1.54	-5.26
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.15	Min	8.13	1.54	-5.26
		Max	8.13	1.54	-5.26
	0.38	Min	8.13	6.89	-4.24
		Max	8.13	6.89	-4.24
	0.60	Min	8.13	8.38	-2.45
		Max	8.13	8.38	-2.45
	0.82	Min	8.13	6.08	-0.75
		Max	8.13	6.08	-0.75
7	1.05	Min	8.13	-0.00	-0.00
		Max	8.13	-0.00	-0.00
Minimum			-9.79	-8.13	-5.28
Maximum			8.13	8.38	5.40

Mindestbewehrung A_{sMin}
Max: $A_{s0}/A_{su,Min}$: 2.41/2.41 cm²

Grundbewehrung A_{s0}
Max: A_{s0}/A_{su} : 1.73/2.62 cm²

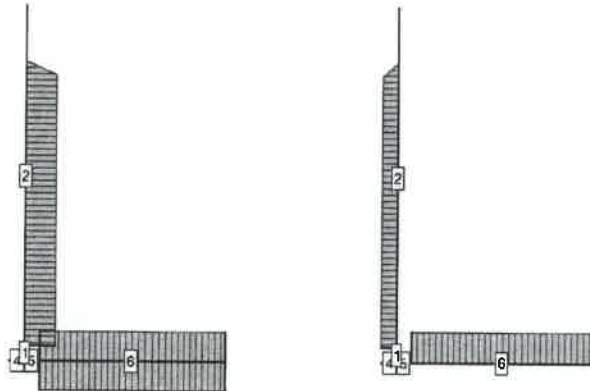
Zusatzbewehrung ΔA_s
Max: $\Delta A_{s0}/\Delta A_{su}$: 0.86/0.86 cm²



Nachweis 42: DIN EN 1992-1-1 Rissnachweis

Längsbewehrung A_s
Max: A_{so}/A_{su} : 2.41/2.52 cm²

Bewehrungsgrad μ_s
Max: 0.32 %



Bewehrung (Rissnachweis)

Knonr	s m	$A_{so,Min}$ cm ²	$A_{su,Min}$ cm ²	A_{soo} cm ²	A_{sou} cm ²	ΔA_{so} cm ²	ΔA_{su} cm ²	A_{so} cm ²	A_{su} cm ²	μ_s %
Stabzug 1: Stab 2										
2	0.08	0.00	0.00	0.00	2.52	0.00	0.00	0.00	2.52	0.17
	1.32	0.00	0.00	0.00	2.52	0.00	0.00	0.00	2.52	0.17
	1.39	0.00	0.00	0.00	2.52	0.00	0.00	0.00	2.52	0.17
	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 6										
6	0.15	2.41	2.41	1.73	1.73	0.67	0.67	2.41	2.41	0.32
	0.32	2.41	2.41	1.55	1.55	0.86	0.86	2.41	2.41	0.32
7	1.05	2.41	2.41	1.55	1.55	0.86	0.86	2.41	2.41	0.32
Minimum		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum		2.41	2.41	1.73	2.52	0.86	0.86	2.41	2.52	0.32

NACHWEIS 44: DIN EN 1992-1-1 SPANNUNGSNACHWEIS

Normalkraft N

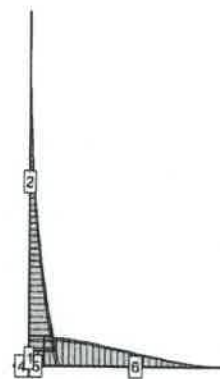
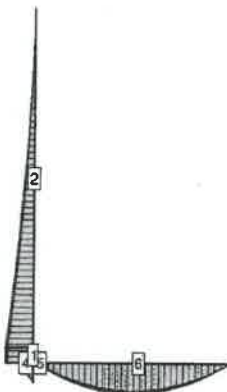
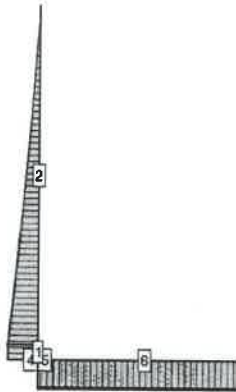
Min/Max: -10.73/10.31 kN

Querkraft Q

Min/Max: -10.31/11.29 kN

Moment M

Min/Max: -7.19/7.38 kNm



extremale Schnittgrößen

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
Stabzug 1: Stab 1					
1	0.00	Min	-10.73	-10.31	6.53
		Max	-10.32	-9.38	7.38
2	0.08	Min	-10.73	-10.31	5.83
		Max	-10.32	-9.38	6.61
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.08	Min	-10.73	-10.31	5.83
		Max	-10.32	-9.38	6.61
	0.78	Min	-5.33	-4.17	1.34
		Max	-5.10	-3.63	1.59
3	1.73	Min	0.00	-0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 4					
5	0.00	Min	0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	-0.00
	0.04	Min	0.00	3.33	0.06
		Max	0.00	3.58	0.07
1	0.08	Min	0.00	6.53	0.25
		Max	0.00	7.02	0.27
Stabzug 2: Stab 5					

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
1	0.08	Min	9.38	-3.80	-7.11
		Max	10.31	-3.71	-6.28
	0.12	Min	9.38	-0.35	-7.19
		Max	10.31	-0.01	-6.37
6	0.15	Min	9.38	2.22	-7.15
		Max	10.31	2.74	-6.34
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.15	Min	9.38	2.22	-7.15
		Max	10.31	2.74	-6.34
	0.32	Min	9.38	7.27	-6.17
		Max	10.31	8.30	-5.50
	0.54	Min	9.38	10.03	-3.88
		Max	10.31	11.29	-3.47
	0.77	Min	9.38	8.33	-1.47
		Max	10.31	9.30	-1.33
7	1.05	Min	9.38	0.00	0.00
		Max	10.31	0.00	0.00
Minimum			-10.73	-10.31	-7.19
Maximum			10.31	11.29	7.38

Nachweis 44: DIN EN 1992-1-1 Spannungsnachweis

Grundbewehrung A_{s0}

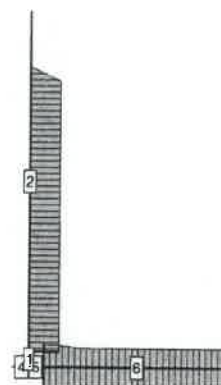
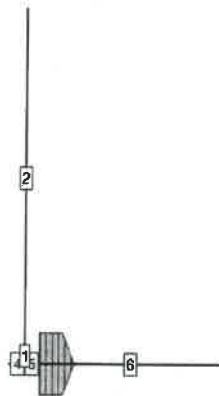
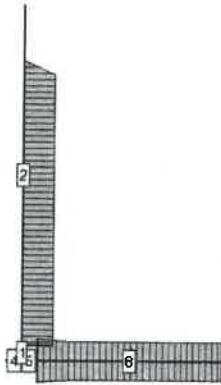
Max: A_{s0o}/A_{s0u} : 1.73/2.52 cm²

Zusatzbewehrung ΔA_s

Max: $\Delta A_{s0}/\Delta A_{su}$: 0.10/0.10 cm²

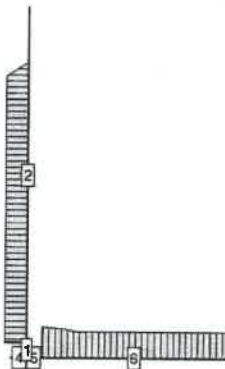
Längsbewehrung A_s

Max: A_{so}/A_{su} : 1.83/2.52 cm²



Bewehrungsgrad μ_s

Max: 0.24 %



Nachweisergebnisse (Bewehrung)

Knonr	s m	A_{s0o} cm ²	A_{s0u} cm ²	ΔA_{s0} cm ²	ΔA_{su} cm ²	A_{so} cm ²	A_{su} cm ²	μ_s %
Stabzug 1: Stab 2								
2	0.08	0.00	2.52	0.00	0.00	0.00	2.52	0.17
	1.32	0.00	2.52	0.00	0.00	0.00	2.52	0.17
	1.39	0.00	2.52	0.00	0.00	0.00	2.52	0.17
	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 6								
6	0.15	1.73	1.73	0.10	0.10	1.83	1.83	0.24
	0.26	1.60	1.60	0.10	0.10	1.70	1.70	0.23
	0.32	1.55	1.55	0.00	0.00	1.55	1.55	0.21
7	1.05	1.55	1.55	0.00	0.00	1.55	1.55	0.21
Minimum		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum		1.73	2.52	0.10	0.10	1.83	2.52	0.24

Nachweis 999: Verformungsberechnung

NACHWEIS 999: VERFORMUNGSBERECHNUNG

extremale Verformungen der Knoten

Knorr Typ	u _x mm	u _z mm	φ %	Knorr Typ	u _x mm	u _z mm	φ %
1 Min	-0.00	7.63	8.62	Max	-0.00	8.28	8.62
Max	-0.00	7.63	8.62	6 Min	-0.00	6.98	8.62
2 Min	-0.65	7.63	8.63	Max	-0.00	6.98	8.62
Max	-0.65	7.63	8.63	7 Min	0.00	-0.53	8.24
3 Min	-15.38	7.63	9.02	Max	0.00	-0.53	8.24
Max	-15.38	7.63	9.02	Minimum	-15.38	-0.53	8.24
5 Min	-0.00	8.28	8.62	Maximum	0.00	8.28	9.02

extremale Lagerreaktionen der Knoten (γF-fach)

Knorr Typ	AP _x kN	AP _z kN	AM kNm
7 Min	10.31	0.00	0.00
Max	10.31	0.00	0.00
Minimum	10.31	0.00	0.00
Maximum	10.31	0.00	0.00

Normalkraft N

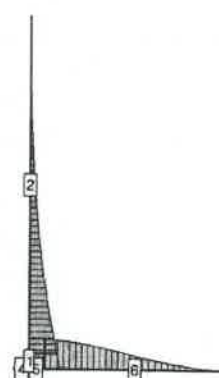
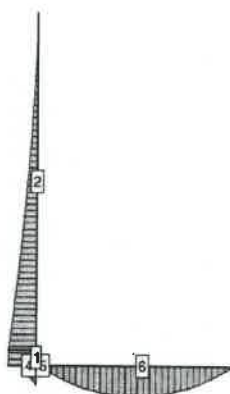
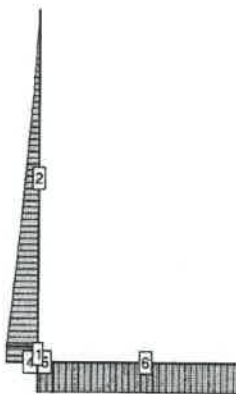
Min/Max: -10.73/10.31 kN

Querkraft Q

Min/Max: -10.31/11.29 kN

Moment M

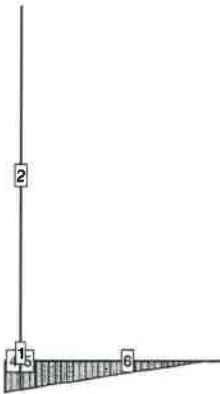
Min/Max: -7.19/7.38 kNm



Nachweis 999: Verformungsberechnung

Bodenpressung σ_b

Min/Max: 0.00/97.68 kN/m²



extremale Schnittgrößen

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
Stabzug 1: Stab 1					
1	0.00	Min	-10.73	-10.31	7.38
		Max	-10.73	-10.31	7.38
2	0.08	Min	-10.73	-10.31	6.61
		Max	-10.73	-10.31	6.61
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.08	Min	-10.73	-10.31	6.61
		Max	-10.73	-10.31	6.61
	0.78	Min	-5.33	-4.17	1.59
		Max	-5.33	-4.17	1.59
3	1.73	Min	0.00	0.00	0.00
		Max	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 4					
5	0.00	Min	0.00	0.00	-0.00
		Max	0.00	0.00	-0.00
	0.04	Min	0.00	3.58	0.07
		Max	0.00	3.58	0.07
1	0.08	Min	0.00	7.02	0.27
		Max	0.00	7.02	0.27
Stabzug 2: Stab 5					
1	0.08	Min	10.31	-3.71	-7.11
		Max	10.31	-3.71	-7.11

Knonr	s	Typ	N	Q	M
-	m		kN	kN	kNm
	0.09	Min	10.31	-2.04	-7.17
		Max	10.31	-2.04	-7.17
	0.12	Min	10.31	-0.01	-7.19
		Max	10.31	-0.01	-7.19
	0.13	Min	10.31	1.18	-7.18
		Max	10.31	1.18	-7.18
6	0.15	Min	10.31	2.74	-7.15
		Max	10.31	2.74	-7.15
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.15	Min	10.31	2.74	-7.15
		Max	10.31	2.74	-7.15
	0.32	Min	10.31	8.30	-6.17
		Max	10.31	8.30	-6.17
	0.54	Min	10.31	11.29	-3.88
		Max	10.31	11.29	-3.88
	0.77	Min	10.31	9.30	-1.47
		Max	10.31	9.30	-1.47
7	1.05	Min	10.31	0.00	0.00
		Max	10.31	0.00	0.00
Minimum			-10.73	-10.31	-7.19
Maximum			10.31	11.29	7.38

extremale Bodenpressungen

Knonr	s	Typ	σ_b
-	m		kN/m ²
Stabzug 2: Stab 4			
5	0.00	Min	97.68
		Max	97.68
1	0.08	Min	90.05
		Max	90.05
Stabzug 2: Stab 5			

Knonr	s	Typ	σ_b
-	m		kN/m ²
1	0.08	Min	90.05
		Max	90.05
6	0.15	Min	82.42
		Max	82.42
Stabzug 2: Stab 6			
6	0.15	Min	82.42

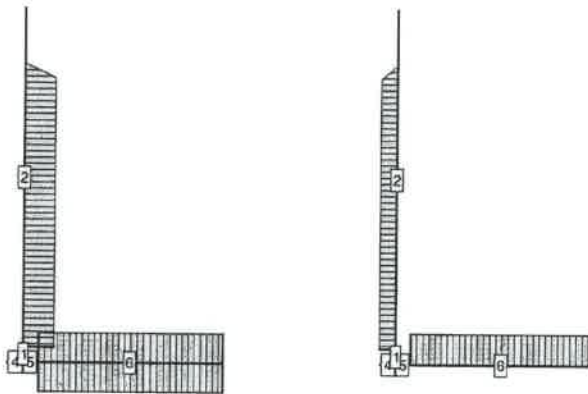
Knonr	s	Typ	σ_b
-	m		kN/m ²
		Max	82.42
7	1.05	Min	0.00
		Max	0.00
Minimum			0.00
Maximum			97.68

Zusammenfassung

ZUSAMMENFASSUNG

Längsbewehrung A_s
Max: A_{s0}/A_{su} : 2.41/2.52 cm²

Bewehrungsgrad μ_s
Max: 0.32 %

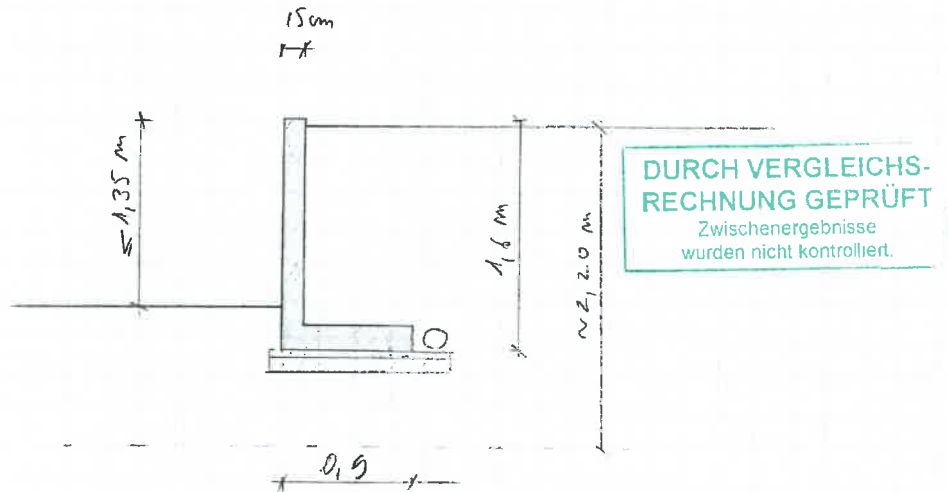


Bewehrung

Knonr	s	A_{s0}	A_{su}	μ_s	a_{sbu}
-	m	cm ²	cm ²	%	cm ² /m
Stabzug 1: Stab 2					
2	0.08	0.00	2.52	0.17	0.00
	1.32	0.00	2.52	0.17	0.00
	1.39	0.00	2.52	0.17	0.00
	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00
	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00

Knonr	s	A_{s0}	A_{su}	μ_s	a_{sbu}
-	m	cm ²	cm ²	%	cm ² /m
3	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00
Stabzug 2: Stab 6					
6	0.15	2.41	2.41	0.32	0.00
7	1.05	2.41	2.41	0.32	0.00
Minimum		0.00	0.00	0.00	0.00
Maximum		2.41	2.52	0.32	0.00

Pos. 2 Winkelstützwand ($H = 1,60 \text{ m}$, $c_{30/37}$)
 $B = 0,90 \text{ m}$



* Bemessungssituationen analog Pos. 1

* Innere Standortsicherheit analog Pos. 1 - Bemess. nit. 3

2.Winkelstützwand_Bem.1

2.WINKELSTÜTZWAND_BEM.1

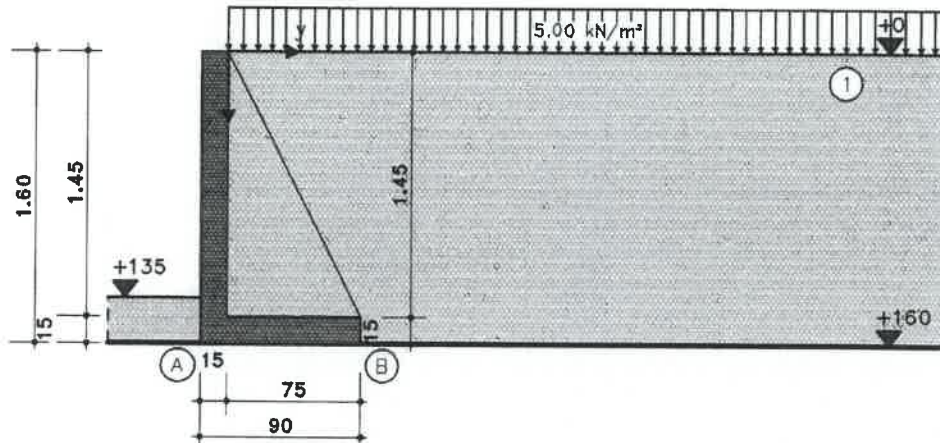
DURCH VERGLEICHS-
RECHNUNG GEPRÜFT

Zwischenergebnisse
wurden nicht kontrolliert.

1. Eingabedaten für Winkelstützwand n. DIN EN 1997-1

1.1. Systemplot Maßstab 1:40

4H-WINKL Version: 8/2013-2g



1.2. Wanddaten

Beton	f_{ck} N/mm²	α	ϵ_{c2} ‰	ϵ_{c2u} ‰	n	E_c N/mm²	γ kN/m³	Betonstahl	f_{yk} N/mm²	f_{tk} N/mm²	ϵ_{su} ‰	E_s N/mm²
C30/37	30.0	0.850	-2.0	-3.5	2.00	28309.4	25.00	B500B	500.0	525.0	25.0	200000.0

1.3. Bodenparameter

Nr	Name	h cm	z cm	ϕ °	γ kN/m³	γ' kN/m³	c kN/m²	δ_a °	δ_p °	k _{ah}	k _{ph}	k _{ch}	E _m MN/m²
1	Bodenaust.	230	230	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0
2	1b	20	250	30.00	18.00	10.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
3	2	100	350	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	50.0
4	3	100	450	25.00	19.50	9.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
5	4	∞	∞	32.50	22.50	12.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0

Grundwasserstand : z = 160 cm (erd- und luftseitig)

Aushubtiefe vor der Wand: z = 135 cm

1.4. Flächenlasten (alle Daten beziehen sich auf einen Meter Wandbreite)

Nr	Name	Typ	Ort	LF	y _A cm	Δz cm	l cm	b cm	q kN/m²	H kN/m	Ansatz
101	Nutzlast	veränd.	Wandkopf	1	0	0	400	∞	5.00	1.00	T/s/vollst.

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 $\Rightarrow \delta = 2/3 \phi$, sofern $\delta_{\text{Bodenschicht}} = \text{auto}$

Nachweise der äußeren Standsicherheit mit Hilfe geneigter Gleitflächen (Rutschkeilverfahren)

errechneter Schnittpunkt mit dem Gelände bei y = 0.0 cm und z = -0.9 cm

Mit Berücksichtigung des passiven Erddruckes in BS-P.

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

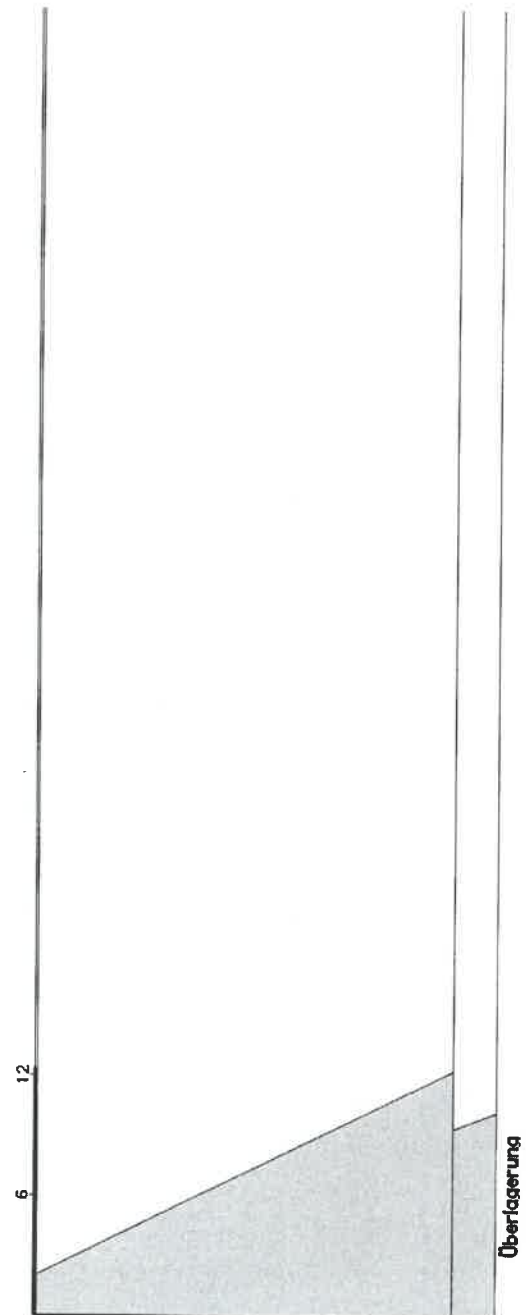
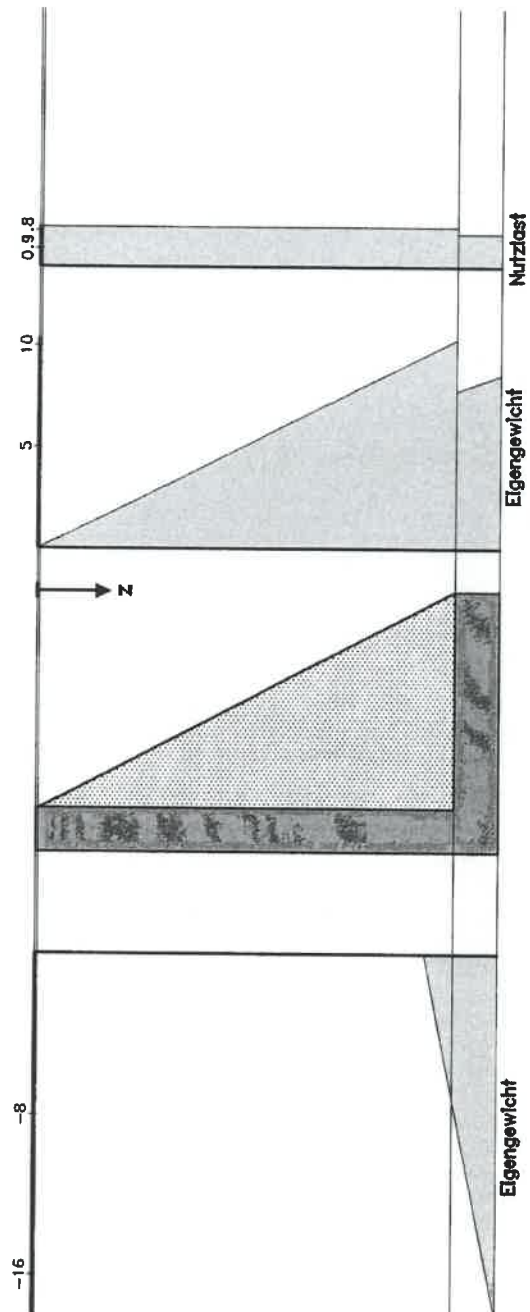
56

2. Beschreibung der Einwirkungsstruktur

Name	Bezeichnung	Typ	Lastart
Lf1	Eigengewicht Winkelstützwand	Ständig	
Lf2	Eigengewicht Boden	Ständig	
Lf101	Nutzlast	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	0	0.000	-0.000	-0.000	0.000
2	135	0.000	-0.000	-0.000	0.000
3	160	3.690	-17.990	-0.000	17.990

$$E_h = 2.25, z_s = 152, E_v = 0.00, y_s = 0.0, E_{res} = 2.25$$

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	0	0.275	0.813	0.000	0.000	0.000
2	1	0.275	0.813	0.050	0.021	0.054
3	1	0.365	0.380	0.066	0.127	0.143
4	145	0.365	0.380	10.313	19.812	22.335
5	145	0.275	0.813	7.773	3.353	8.466
6	160	0.275	0.813	8.578	3.700	9.342

$$E_h = -8.70, z_s = 105, E_v = 14.89, y_s = 51, E_{res} = 17.25$$

Erddruck aus Nutzlast

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	0	0.275	1.632	0.704	1.777	4	145	0.365	1.992	3.827	4.314
2	1	0.275	1.632	0.704	1.777	5	145	0.275	1.632	0.704	1.777
3	1	0.365	1.992	3.827	4.314	6	160	0.275	1.632	0.704	1.777

$$E_h = -3.13, z_s = 79, E_v = 5.63, y_s = 38, E_{res} = 6.44$$

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	0	1.632	0.704	1.777	4	145	12.305	23.638	26.649
2	1	1.681	0.725	1.831	5	145	9.405	4.057	10.243
3	1	2.058	3.953	4.457	6	160	10.209	4.404	11.118

$$E_h = -11.83, z_s = 98, E_v = 20.52, y_s = 47, E_{res} = 23.69$$

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	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust., erdse1.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	luftseit.	0	-8	---	---	0.00	2.25	0.19
4	Erddruck	erdseit.	62	-62	---	---	20.52	-11.83	5.41
Σ							39.87	-9.58	11.74

3.4. Protokoll der Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

3.4.1. EQU

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	0.9*(L _{f1} +L _{f2})
2	BS-P	1.1*(L _{f1} +L _{f2})
3	BS-P	0.9*(L _{f1} +L _{f2})+1.5*L _{f101}
4	BS-P	1.1*(L _{f1} +L _{f2})+1.5*L _{f101}

3.4.2. SLS

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1+Lf2
2	BS-P	Lf1+Lf2+Lf101

3.4.3. GEO-2

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1+Lf2
2	BS-P	1.35*(Lf1+Lf2)
3	BS-P	Lf1+Lf2+1.5*Lf101
4	BS-P	1.35*(Lf1+Lf2)+1.5*Lf101

3.5. Einstellungen für Nachweise der äußeren Standsicherheit

Die fettgedruckten Werte entsprechen nicht [1] Tabelle A 2.1

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formel	BS-P	BS-T	BS-A	BS-E
EQU: Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit		---	---	---	---
Ungünstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,dst}$	1.10	1.05	1.00	1.00
Günstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stb}$	0.90	0.90	0.90	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,dst}$	1.50	1.25	1.00	1.00
GEO-2: Grenzzustand des Versag. von Bauwerken, -teilen u. Baugrund.		---	---	---	---
Beanspruchungen aus ständige Einwirkungen allgemein	γ_G	1.35	1.20	1.10	1.00
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen aus Erdruchedruck	γ_{E0g}	1.20	1.10	1.00	1.00
Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen	$\gamma_{G,inf}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Beanspruchungen aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	1.50	1.30	1.10	1.00
GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlustes der Gesamtstan		---	---	---	---
Ständige Einwirkungen	γ_G	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1.30	1.20	1.20	1.00
SLS: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit					
$\gamma_G = 1.000$ für ständige Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					
$\gamma_Q = 1.000$ für veränderliche Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					

Berechnung mit erhöhtem aktiven Erddruck $0,75 E_a + 0,25 E_o$

3.6. Nachweis gegen Kippen (EQU)

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

Maßgebendes Lastkollektiv: EQU 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	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	7.93	---	1.73
2	Boden	Bodenaust., erdsei.	40	-63	0.540	19.50	9.48	---	3.79
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	13.40	-7.83	4.47
Σ							30.82	-7.83	9.99

Keine destabilisierende Beanspruchung vorhanden $\Rightarrow$ Der Nachweis entfällt.

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	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust., erdsei.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	14.89	-8.70	4.96
Σ							34.24	-8.70	11.10

Schnittgrößen im Schwerpunkt der Fundamentsohle: $V_{0,k} = 34.24 \text{ kN/m}$
 $M_{0,k} = -4.30 \text{ kNm/m}$

Exzentrizität der Resultierenden: $e = -0.13 \text{ m}$

$e/b = 0.14 < 1/6$

⇒ 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 I - Länge bei Flächenlasten

3.8. Begrenzung der klaffenden Fuge unter Gesamtlast

Maßgebendes Lastkollektiv: SLS LK 2

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	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust., erdseif.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	erdseit.	62	-62	---	---	20.52	-11.83	5.41
Σ							39.87	-11.83	11.55

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b -
1	34.24	-4.30	-0.13	0.140
2	39.87	-6.39	-0.16	0.178

$(e/b)_{max} = 0.178 < 1/3$

⇒ 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 I - 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 $\mu = (R_{t,d} + e_{p,d}) / h_d$

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 4

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, 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	22	-57	0.352	25.00	11.90	---	2.60
2	Boden	Bodenaust., erdseif.	40	-63	0.540	19.50	14.22	---	5.69
3	Erddruck	luftseit.	0	-8	---	---	0.00	1.61	0.13
4	Erddruck	erdseit.	62	-63	---	---	28.54	-16.44	7.38
Σ							54.66	-14.84	15.80

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$R_{t,k}$ kN	$\gamma_{R,h}$ -	$\gamma_{R,e}$ -	$R_{t,d}$ kN/m	$e_{p,d}$ kN/m	h_d kN/m	μ -
1	34.24	23.98	1.10	1.40	21.80	1.61	-8.70	0.37
2	34.24	23.98	1.10	1.40	21.80	1.61	-11.75	0.50
3	39.87	27.91	1.10	1.40	25.38	1.61	-13.40	0.50
4	39.87	27.91	1.10	1.40	25.38	1.61	-16.44	0.61

$\mu_{max} = 0.61 < 1.0 \Rightarrow$ Gleitwiderstand ausreichend

V_0 - 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
 I - Länge bei Flächenlasten

3.10. Nachweis der Grundbruchsicherheit

Maßgebendes Lastkollektiv: GE0-2 LK 4

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, I m ² , m	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	11.90	---	2.60
2	Boden	Bodenaust., erdseil.	40	-63	0.540	19.50	14.22	---	5.69
3	Erddruck	luftseit.	0	-8	---	---	0.00	1.12	0.09
4	Erddruck	erdseit.	62	-63	---	---	28.54	-16.44	7.38
Σ							54.66	-15.32	15.76

3.10.1. Belastung und Ersatzabmessungen

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	b^* m	h_k kN/m
1	34.24	-4.21	0.65	-7.58
2	34.24	-4.21	0.65	-7.58
3	39.87	-6.29	0.58	-10.71
4	39.87	-6.29	0.58	-10.71

3.10.2. Maßgebende Bodenkennwerte

Ermittlung der maßgebenden Werte mit der Methode des gewogenen Mittels

Werte oberhalb der Sohle bis OK Boden: γ_1, ϕ_1, c_1

Werte unterhalb der Sohle bis zur Tiefe (d_s) der Gleitscholle: γ_2, ϕ_2, c_2

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	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
2	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
3	19.50	35.00	---	0.64	11.50	35.00	---
4	19.50	35.00	---	0.64	11.50	35.00	---

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	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
2	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
3	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.391	0.535	---
4	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.391	0.535	---

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 -
1	108.07	1.40	77.19	34.24	0.44
2	108.07	1.40	77.19	46.22	0.60
3	85.48	1.40	61.06	42.68	0.70
4	85.48	1.40	61.06	54.66	0.90

$\mu_{max} = 0.90 < 1.0 \Rightarrow$ Grundbruchwiderstand ausreichend

V_0 - Normalkraft in Sohlfluge M_0 - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfluge 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

I - Länge bei Flächenlasten

3.11. Setzungen

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

Maßgebendes Lastkollektiv: SLS LK 2

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	$\gamma \cdot q \cdot M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust., erdsei.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	erdseit.	62	-62	---	---	20.52	-11.83	5.41
Σ							39.87	-11.83	11.55

Zulässige maximale Setzung $z_{ul} s_{max} = 2.0$ cm

Zulässige Schiefstellung $z_{ul} \alpha = 1.0$ °

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 $\sigma_a = 4.88$ 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	34.24	-4.30	38.04	33.17	2.68
2	39.87	-6.39	44.29	39.42	2.96

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 mittlerer 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:

$\sigma_0' = 33.17$ kN/m²

$M_0 = -4.30$ kNm/m

Kote m	z m	f -	s_m cm	s_r cm
0.25	0.00	---	---	---
0.95	0.70	0.561	0.03	-0.02
1.15	0.90	0.672	0.03	-0.09

Kote m	z m	f -	s_m cm	s_r cm
2.15	1.90	1.069	0.02	-0.02
2.93	2.68	1.274	0.06	-0.09

LK 2:

$\sigma_0' = 39.42$ kN/m²

$M_0 = -6.39$ kNm/m

Kote m	z m	f -	s_m cm	s_r cm
0.25	0.00	---	---	---
0.95	0.70	0.561	0.03	-0.02
1.15	0.90	0.672	0.04	-0.14

Kote m	z m	f -	s_m cm	s_r cm
2.15	1.90	1.069	0.03	-0.03
3.15	2.90	1.322	0.09	-0.14
3.21	2.96	1.335	0.00	-0.02

3.11.3. Resultierende Setzungen und Schiefstellung je LK

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

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

LK	s_1 cm	s_2 cm	s_3 cm	s_{max} cm	α °
1	0.4	-0.1	0.1	0.4	-0.3
2	0.5	-0.2	0.2	0.5	-0.4

$\max s_{max} = 0.5 < 2.0$ cm $\max |\alpha| = 0.4^\circ < 1.0^\circ$

⇒ zulässige Setzung und Schiefstellung eingehalten

σ_0 - mittlere Sohlnormalspannung σ_a - Bodenspannungen aus Bauwerkslasten σ_0' - Überlagerungsspannungen aus Eigenlast des Bodens d_s - Grenztiefe
 d_s - Grenztiefe bzw. Dicke der zusammendrückbaren Schicht unter der Fundamentsohle z - Tiefe ab Fundamentunterkante
 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

3.12. 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 $\mu = R_{t,d} / h_d$

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 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, I m ² , m	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	11.90	---	2.60
2	Boden	Bodenaust., erdsei.	40	-63	0.540	19.50	14.22	---	5.69
3	Erddruck	erdseit.	62	-63	---	---	28.54	-16.44	7.38
Σ							54.66	-16.44	15.67

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$R_{t,k}$ kN	$\gamma_{R,h}$ -	$R_{t,d}$ kN/m	h_d kN/m	μ -
1	34.24	23.98	1.10	21.80	-8.70	0.40
2	34.24	23.98	1.10	21.80	-11.75	0.54
3	39.87	27.91	1.10	25.38	-13.40	0.53
4	39.87	27.91	1.10	25.38	-16.44	0.65

$\mu_{max} = 0.65 < 1.0 \Rightarrow$ Nachweis gegen Verschiebung in der Sohlfläche erfüllt

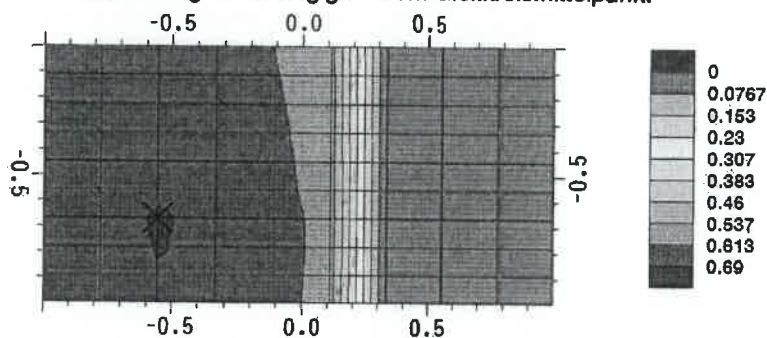
V_0 - Normalkraft in Sohlfuge y_s - y-Koordinate der Resultierenden z_s - z-Koordinate der Resultierenden

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

I - Länge bei Flächenlasten

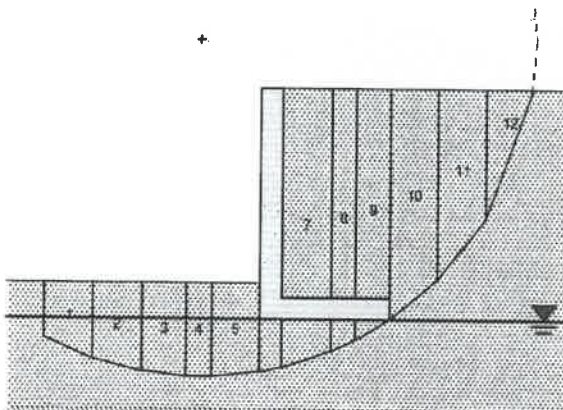
3.13. Böschungsbruch

3.14. Ausnutzung in Abhängigkeit vom Gleitkreismittelpunkt



3.15. Maßgebende Gleitkreise

3.15.1. BS-P



Mittelpunkt

$y_m = -0.56$ m

$z_m = -0.33$ m

Radius

$r = 2.33$ m

Anfang/Ende

$y_a = -1.63$ m

$y_e = 1.75$ m

Unterster Punkt

$y_u = -0.57$ m

$z_u = 2.00$ m

Rechenwerte der Lamellen aus Eigenlast

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

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	-1.46	1.82	0.47	0.34	2.5	0.0	29.3	0.0	-22.9	-1.0	1.8
2	-1.12	1.93	0.58	0.34	2.9	0.0	29.3	0.0	-14.1	-0.7	1.9
3	-0.80	1.99	0.64	0.31	2.8	0.0	29.3	0.0	-6.1	-0.3	1.7
4	-0.57	2.00	0.65	0.17	1.6	0.0	29.3	0.0	-0.2	-0.0	0.9
5	-0.32	1.99	0.64	0.33	3.1	0.0	29.3	0.0	5.9	0.3	1.7
6	-0.08	1.95	0.35	0.15	0.6	6.0	29.3	0.0	11.9	1.4	3.5
7	0.17	1.88	0.28	0.34	10.7	1.3	29.3	0.0	18.1	3.7	6.2
8	0.42	1.78	0.18	0.17	5.1	0.6	29.3	0.0	24.8	2.4	3.0
9	0.63	1.68	0.08	0.24	7.1	0.9	29.3	0.0	30.5	4.0	4.2
10	0.92	1.47	1.47	0.34	9.7	0.0	29.3	0.0	39.2	6.2	5.3
11	1.26	1.13	1.13	0.34	7.5	0.0	29.3	0.0	51.0	5.8	4.5
12	1.54	0.70	0.70	0.33	4.5	0.0	29.3	0.0	63.7	4.0	3.1
Σ				3.39	58.1	8.8				25.8	37.9

Rechenwerte der Lamellen aus Auflast für 'BS-P'

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

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

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
10	2.0	2.0	1.3	---	2.0	1.1
11	2.2	2.2	1.7	---	2.2	1.3
12	2.1	2.1	1.9	---	2.1	1.5
Σ	6.3	6.3	4.9		6.3	3.9

Erdwiderstand und Wasserdruck auf die erste Lamelle am Austrittsende

bei $y_{ep} = -1.63$ m

z m	k _{pg} -	e _{pg} kN/m ²	Wasserdruck
1.35	2.14	0.00	oben (z = 1.60m) $e_{w,o} = 0.00$ kN/m ²
1.60	2.14	10.45	unten (z = 1.74m) $e_{w,u} = 0.14$ kN/m ²
1.60	2.14	10.45	
1.74	2.14	13.80	

3.16. Wirksame Kräfte und Momente

Bemst.	T _G +T _Q kN/m	(G+Q _A) · sin θ kN/m	M _{Ep} kNm/m	M _{w,Ü} kNm/m
BS-P	41.8	30.7	5.7	0.0

3.17. Ausnutzung

$$\mu = E_{M,d} / R_{M,d}$$

$$E_{M,d} = r \cdot ((G+Q) \cdot \sin(\vartheta)) + M_{w,Ü}$$

$$R_{M,d} = r \cdot (T_G + T_Q) + M_{Ep}$$

Bemst.	E _{M,d} kNm/m	R _{M,d} kNm/m	μ -
BS-P	71.63	103.22	0.694

$\mu_{max} = 0.694 < 1.0 \Rightarrow$ 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 Lamelle 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

Literatur und Normen:

- [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, Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittlerer Belastung, April 1979
- [4] DIN 4019 Teil 2: Baugrund, Setzungsberechnungen bei schräg und außermittig wirkender Belastung, Februar 1981
- [5] Kany, M.: Berechnung von Flächengründungen, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, 2.Aufl. 1974

Projekt: 1879 Kotzenbergsche Hof
Bauteil: 2.Winkelstützwand_Bem.1
Flächenlast 5 kN/qm

HH-WINKEL
11/2005
Winkelstützwand

26.03.2024

Seite
11
kN, m

65

3.18. Zusammenfassung für äußere Standsicherheit

Alle Nachweise der äußeren Standsicherheit erfüllt



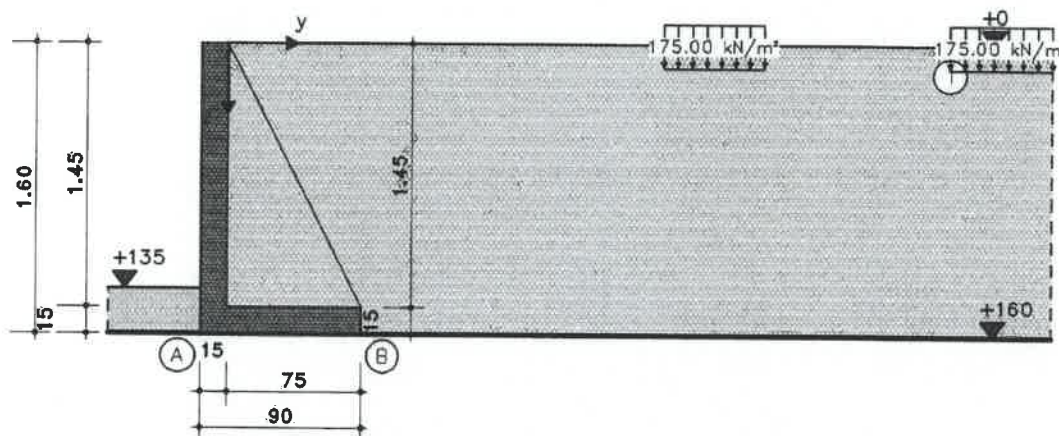
2.Winkelstützwand_Bem.2

2.WINKELSTÜTZWAND_BEM.2

1. Eingabedaten für Winkelstützwand n. DIN EN 1997-1

1.1. Systemplot Maßstab 1:40
4H-WINKL Version: 8/2013-2g

**DURCH VERGLEICHS-
RECHNUNG GEPRÜFT**
Zwischenergebnisse
wurden nicht kontrolliert



1.2. Wanddaten

Beton	f_{ck} N/mm ²	α	ϵ_{c2} ‰	ϵ_{c2u} ‰	n	E_c N/mm ²	γ kN/m ³
C30/37	30.0	0.850	-2.0	-3.5	2.00	28309.4	25.00

Betonstahl	f_{yk} N/mm ²	f_{tk} N/mm ²	ϵ_{su} ‰	E_s N/mm ²
B500B	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	Bodenaust	230	230	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0
2	1b	20	250	30.00	18.00	10.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
3	2	100	350	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	50.0
4	3	100	450	25.00	19.50	9.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
5	4	∞	∞	32.50	22.50	12.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0

Grundwasserstand : z = 160 cm (erd- und luftseitig)
Aushubtiefe vor der Wand: z = 135 cm

1.4. Flächenlasten (alle Daten beziehen sich auf einen Meter Wandbreite)

Nr	Name	Typ	Ort	LF	y_A cm	Δz cm	l cm	b cm	q kN/m ²	H kN/m	Ansatz
101	Achse 1.1	veränd.	Wandkopf	2	242	13	56	36	175.00	0.00	T/s/vollst.
102	Achse 1.2	veränd.	Wandkopf	2	402	13	56	36	175.00	0.00	T/s/vollst.

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 $\Rightarrow \delta = 2/3 \phi$, sofern $\delta_{Bodenschicht} = \text{auto}$

Nachweise der äußeren Standsicherheit mit Hilfe geneigter Gleitflächen (Rutschkeilverfahren)
errechneter Schnittpunkt mit dem Gelände bei $y = 0.0$ cm und $z = -0.9$ cm

Mit Berücksichtigung des passiven Erddruckes in BS-T,

Berechnung nach Sokolovsky/Pregl mit ebenen Gleitflächen

Ausbreitungswinkel für Blocklasten: 45.00 °

Mindesterddruckbeiwert gemäß DIN 4085, 6.3.1.5 berechnen

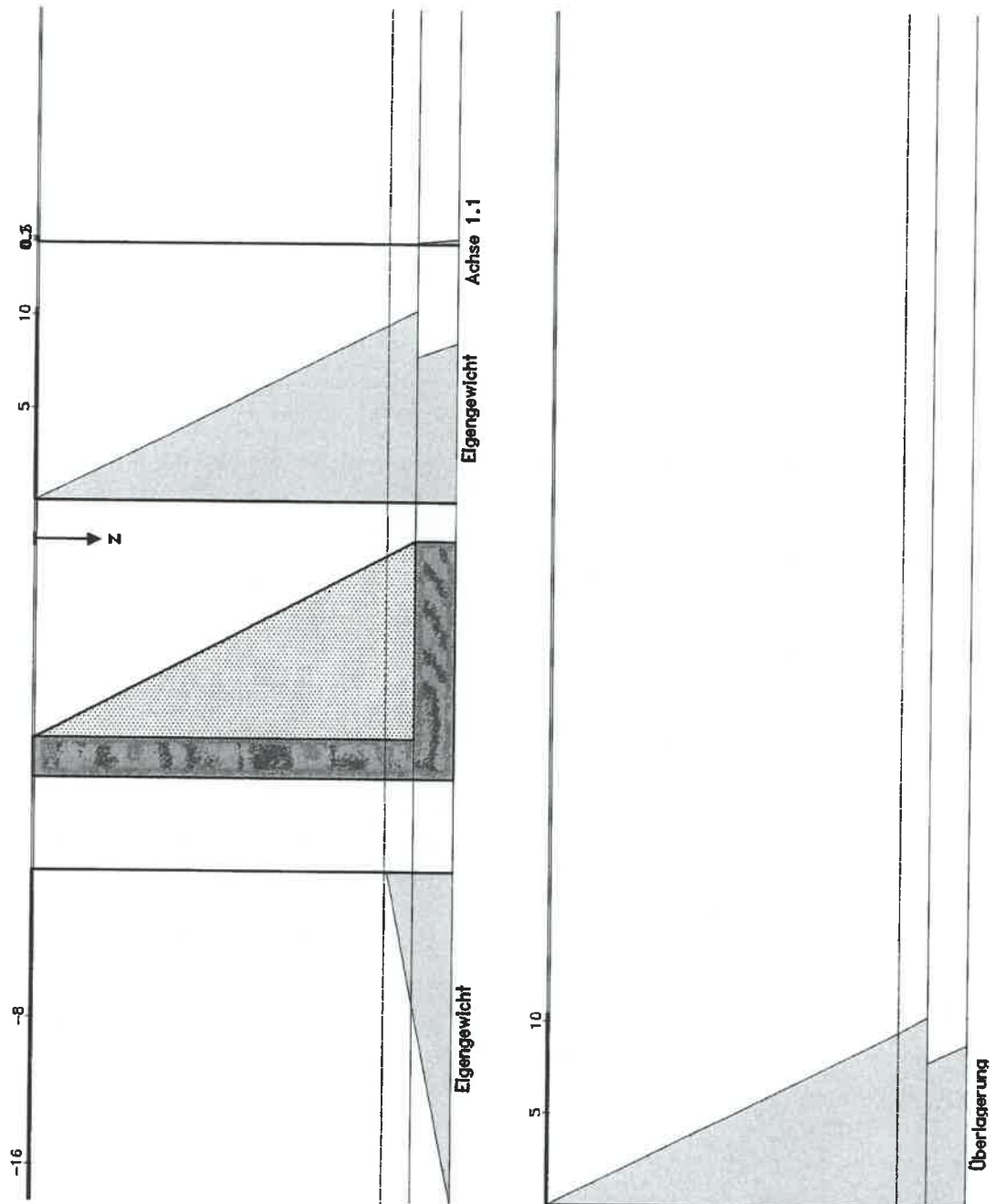
Lager der Horizontalkräfte für Nachweise der inneren Standsicherheit am Ende des hinteren Sporns

2. Beschreibung der Einwirkungsstruktur

Name	Bezeichnung	Typ	Lastart
Lf1	Eigengewicht Winkelstützwand	Ständig	
Lf2	Eigengewicht Boden	Ständig	
Lf101	Achse 1.1	veränd.	Flächenlast
Lf102	Achse 1.2	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	0	0.000	-0.000	-0.000	0.000
2	135	0.000	-0.000	-0.000	0.000
3	160	3.690	-17.990	-0.000	17.990

$$E_h = 2.25, z_s = 152, E_v = 0.00, y_s = 0.0, E_{res} = 2.25$$

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	0	0.275	0.813	0.000	0.000	0.000
2	1	0.275	0.813	0.050	0.021	0.054
3	1	0.365	0.380	0.066	0.127	0.143
4	145	0.365	0.380	10.313	19.812	22.335
5	145	0.275	0.813	7.773	3.353	8.466
6	160	0.275	0.813	8.578	3.700	9.342

$$E_h = -8.70, z_s = 105, E_v = 14.89, y_s = 51, E_{res} = 17.25$$

Erddruck aus Achse 1.1

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	0	0.000	0.000	0.000	0.000	4	145	0.457	0.128	0.055	0.140
2	134	0.000	0.000	0.000	0.000	5	160	0.457	0.303	0.131	0.330
3	145	0.350	0.099	0.189	0.213						

$$E_h = -0.04, z_s = 152, E_v = 0.02, y_s = 74, E_{res} = 0.04$$

Erddruck aus Achse 1.2

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	0	0.000	0.000	0.000	5	145	10.412	20.001	22.549
2	1	0.050	0.021	0.054	6	145	7.902	3.409	8.606
3	1	0.066	0.127	0.143	7	160	8.880	3.831	9.671
4	134	9.528	18.303	20.635					

$$E_h = -8.74, z_s = 105, E_v = 14.92, y_s = 51, E_{res} = 17.29$$

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	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust., erdseit.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	luftseit.	0	-8	---	---	0.00	2.25	0.19
4	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	14.92	-8.74	4.98
Σ							34.26	-6.49	11.31

3.4. Protokoll der Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

3.4.1. EQU

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	0.9*(Lf1+Lf2)	6	BS-T	1.05*(Lf1+Lf2)+1.25*Lf101
2	BS-P	1.1*(Lf1+Lf2)	7	BS-T	0.9*(Lf1+Lf2)+1.25*Lf102
3	BS-T	0.9*(Lf1+Lf2)	8	BS-T	1.05*(Lf1+Lf2)+1.25*Lf102
4	BS-T	1.05*(Lf1+Lf2)	9	BS-T	0.9*(Lf1+Lf2)+1.25*(Lf101+Lf102)
5	BS-T	0.9*(Lf1+Lf2)+1.25*Lf101	10	BS-T	1.05*(Lf1+Lf2)+1.25*(Lf101+Lf102)

70

3.4.2. SLS

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1+Lf2	4	BS-T	Lf1+Lf2+Lf102
2	BS-T	Lf1+Lf2	5	BS-T	Lf1+Lf2+Lf101+Lf102
3	BS-T	Lf1+Lf2+Lf101			

3.4.3. GEO-2

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	Lf1+Lf2	6	BS-T	1.2*(Lf1+Lf2)+1.3*Lf101
2	BS-P	1.35*(Lf1+Lf2)	7	BS-T	Lf1+Lf2+1.3*Lf102
3	BS-T	Lf1+Lf2	8	BS-T	1.2*(Lf1+Lf2)+1.3*Lf102
4	BS-T	1.2*(Lf1+Lf2)	9	BS-T	Lf1+Lf2+1.3*(Lf101+Lf102)
5	BS-T	Lf1+Lf2+1.3*Lf101	10	BS-T	1.2*(Lf1+Lf2)+1.3*(Lf101+Lf102)

3.5. Einstellungen für Nachweise der äußeren Standsicherheit

Die fettgedruckten Werte entsprechen nicht [1] Tabelle A 2.1

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formel	BS-P	BS-T	BS-A	BS-E
EQU: Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit		---	---	---	---
Ungünstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,dst}$	1.10	1.05	1.00	1.00
Günstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stb}$	0.90	0.90	0.90	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,dst}$	1.50	1.25	1.00	1.00
GEO-2: Grenzzustand des Versag. von Bauwerken, -teilen u. Baugründ.		---	---	---	---
Beanspruchungen aus ständige Einwirkungen allgemein	γ_G	1.35	1.20	1.10	1.00
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen aus Erdruchedruck	γ_{E0g}	1.20	1.10	1.00	1.00
Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen	$\gamma_{G,inf}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Beanspruchungen aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	1.50	1.30	1.10	1.00
GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlustes der Gesamtstan		---	---	---	---
Ständige Einwirkungen	γ_G	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1.30	1.20	1.20	1.00
SLS: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit					
$\gamma_G = 1.000$ für ständige Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					
$\gamma_Q = 1.000$ für veränderliche Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					

Berechnung mit erhöhtem aktiven Erddruck $0,75 E_a + 0,25 E_o$

3.6. Nachweis gegen Kippen (EQU)

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

Maßgebendes Lastkollektiv: EQU 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	22	-57	0.352	25.00	7.93	---	1.73
2	Boden	Bodenaust., erdseif.	40	-63	0.540	19.50	9.48	---	3.79
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	13.40	-7.83	4.47
Σ							30.82	-7.83	9.99

Keine destabilisierende Beanspruchung vorhanden $\Rightarrow$ Der Nachweis entfällt.

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	ys cm	zs cm	A, I m ² , m	γ·q·M [kN, m]	γ·V kN	γ·H kN	Σ γ·M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust. , erdseil.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	14.89	-8.70	4.96
Σ							34.24	-8.70	11.10

Schnittgrößen im Schwerpunkt der Fundamentsohle: $V_{0,k} = 34.24 \text{ kN/m}$
 $M_{0,k} = -4.30 \text{ kNm/m}$

Exzentrizität der Resultierenden: $e = -0.13 \text{ m}$

$e/b = 0.14 < 1/6$

⇒ 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 I - Länge bei Flächenlasten

3.8. Begrenzung der klaffenden Fuge unter Gesamtlast

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	ys cm	zs cm	A, I m ² , m	γ·q·M [kN, m]	γ·V kN	γ·H kN	Σ γ·M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust. , erdseil.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	14.89	-8.70	4.96
Σ							34.24	-8.70	11.10

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b
1	34.24	-4.30	-0.13	0.140
2	34.24	-4.30	-0.13	0.140
3	34.26	-4.30	-0.13	0.139

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b
4	34.24	-4.30	-0.13	0.140
5	34.26	-4.30	-0.13	0.139

$(e/b)_{max} = 0.140 < 1/3$

⇒ 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 I - Länge bei Flächenlasten

3.9. Nachweis der Gleitsicherheit

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

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

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

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

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 2

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

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	ys cm	zs cm	A, I m ² , m	γ·q·M [kN, m]	γ·V kN	γ·H kN	Σ γ·M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	11.90	---	2.60
2	Boden	Bodenaust. , erdseil.	40	-63	0.540	19.50	14.22	---	5.69
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	20.10	-11.75	6.70
Σ							46.22	-11.75	14.99

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

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	34.24	23.98	1.10	1.40	21.80	0.00	-8.70	0.40
2	34.24	23.98	1.10	1.40	21.80	0.00	-11.75	0.54
3	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-8.70	0.37
4	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-10.44	0.44
5	34.26	23.99	1.10	1.30	21.81	1.73	-8.75	0.37
6	34.26	23.99	1.10	1.30	21.81	1.73	-10.49	0.45
7	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-8.70	0.37
8	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-10.44	0.44
9	34.26	23.99	1.10	1.30	21.81	1.73	-8.75	0.37
10	34.26	23.99	1.10	1.30	21.81	1.73	-10.49	0.45

$\mu_{\max} = 0.54 < 1.0 \Rightarrow$ Gleitwiderstand ausreichend

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 2

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

Alle Koordinaten beziehen sich auf den Punkt A am vorderen Sporn

Nr	Typ	Name	γ _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	22	-57	0.352	25.00	11.90	---	2.60
2	Boden	Bodenaust., erdseil.	40	-63	0.540	19.50	14.22	---	5.69
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	20.10	-11.75	6.70
Σ							46.22	-11.75	14.99

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	34.24	-4.30	0.65	-8.70	6	34.26	-4.20	0.65	-7.62
2	34.24	-4.30	0.65	-8.70	7	34.24	-4.21	0.65	-7.58
3	34.24	-4.21	0.65	-7.58	8	34.24	-4.21	0.65	-7.58
4	34.24	-4.21	0.65	-7.58	9	34.26	-4.20	0.65	-7.62
5	34.26	-4.20	0.65	-7.62	10	34.26	-4.20	0.65	-7.62

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	19.50	35.00	---	0.73	11.45	34.82	---
2	19.50	35.00	---	0.73	11.45	34.82	---
3	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
4	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
5	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
6	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
7	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
8	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
9	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
10	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---

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	21.97	32.58	---	1.000	1.000	---	0.415	0.556	---
2	21.97	32.58	---	1.000	1.000	---	0.415	0.556	---
3	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
4	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
5	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.470	0.605	---
6	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.470	0.605	---
7	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
8	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
9	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.470	0.605	---
10	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.470	0.605	---

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	101.18	1.40	72.27	34.24	0.47	6	107.99	1.30	83.07	41.12	0.50
2	101.18	1.40	72.27	46.22	0.64	7	108.07	1.30	83.13	34.24	0.41
3	108.07	1.30	83.13	34.24	0.41	8	108.07	1.30	83.13	41.09	0.49
4	108.07	1.30	83.13	41.09	0.49	9	107.99	1.30	83.07	34.27	0.41
5	107.99	1.30	83.07	34.27	0.41	10	107.99	1.30	83.07	41.12	0.50

$\mu_{max} = 0.64 < 1.0 \Rightarrow$ Grundbruchwiderstand ausreichend

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

t - Einbindetiefe y_a - y-Koordinate der Resultierenden z_a - 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 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_s m ² , m	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust., erdseif.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	14.89	-8.70	4.96
Σ							34.24	-8.70	11.10

Zulässige maximale Setzung $z_{ul} \ s_{max} = 2.0 \text{ cm}$

Zulässige Schiefstellung $z_{ul} \ \alpha = 1.0^\circ$

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 $\sigma_a = 4.88 \text{ kN/m}^2$

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	34.24	-4.30	38.04	33.17	2.68

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 mittlerer 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:

$\sigma'_0 = 33.17 \text{ kN/m}^2$

$M_0 = -4.30 \text{ kNm/m}$

Kote m	z m	f -	s_m cm	s_r cm
0.25	0.00	---	---	---
0.95	0.70	0.561	0.03	-0.02
1.15	0.90	0.672	0.03	-0.09

Kote m	z m	f -	s_m cm	s_r cm
2.15	1.90	1.069	0.02	-0.02
2.93	2.68	1.274	0.06	-0.09

3.11.3. Resultierende Setzungen und Schiefstellung je LK

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

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

LK	s_1 cm	s_2 cm	s_3 cm	s_{max} cm	α °
1	0.4	-0.1	0.1	0.4	-0.3

$\max s_{max} = 0.4 < 2.0 \text{ cm}$ $\max |\alpha| = 0.3^\circ < 1.0^\circ$

⇒ zulässige Setzung und Schiefstellung eingehalten

σ'_0 - mittlere Sohlnormalspannung σ_B - Bodenspannungen aus Bauwerkslasten σ_0 - Überlagerungsspannungen aus Eigenlast des Bodens d_s - Grenztiefe
 d_s - Grenztiefe bzw. Dicke der zusammendrückbaren Schicht unter der Fundamentsohle z - Tiefe ab Fundamentunterkante
 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

3.12. Nachweis gegen Verschiebung in der Sohlfläche

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

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

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

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

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 2

Abminderungsfaktor μ_{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	$\gamma \cdot Q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\sum \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	11.90	---	2.60
2	Boden	Bodenaust, erdsei.	40	-63	0.540	19.50	14.22	---	5.69
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	20.10	-11.75	6.70
Σ							46.22	-11.75	14.99

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

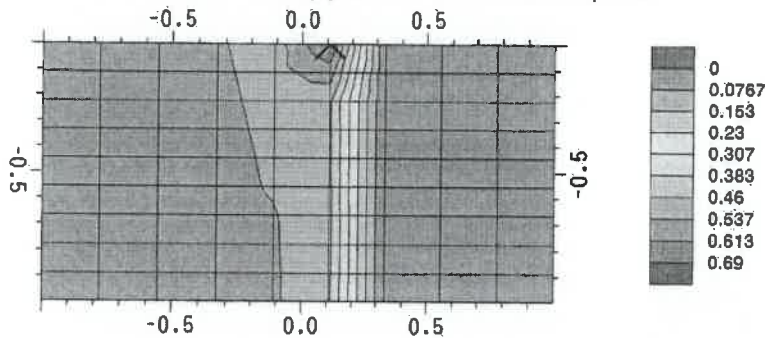
LK	$V_{0,k}$ kN/m	$R_{t,k}$ kN	$\gamma_{R,h}$ -	$R_{t,d}$ kN/m	h_d kN/m	μ -
1	34.24	23.98	1.10	21.80	-8.70	0.40
2	34.24	23.98	1.10	21.80	-11.75	0.54
3	34.24	23.98	1.10	21.80	-8.70	0.40
4	34.24	23.98	1.10	21.80	-10.44	0.48
5	34.26	23.99	1.10	21.81	-8.75	0.40
6	34.26	23.99	1.10	21.81	-10.49	0.48
7	34.24	23.98	1.10	21.80	-8.70	0.40
8	34.24	23.98	1.10	21.80	-10.44	0.48
9	34.26	23.99	1.10	21.81	-8.75	0.40
10	34.26	23.99	1.10	21.81	-10.49	0.48

$\mu_{max} = 0.54 < 1.0$ ⇒ Nachweis gegen Verschiebung in der Sohlfläche erfüllt

V_0 - 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

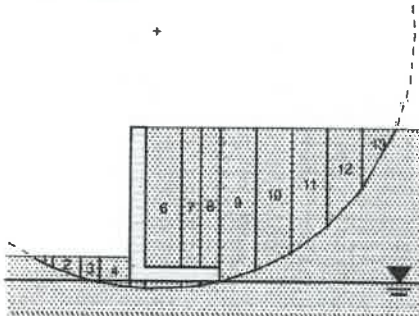
3.13. Böschungsbruch

3.14. Ausnutzung in Abhängigkeit vom Gleitkreismittelpunkt



3.15. Maßgebende Gleitkreise

3.15.1. BS-T



Mittelpunkt

$y_m = 0.11 \text{ m}$

$z_m = -1.00 \text{ m}$

Radius

$r = 2.68 \text{ m}$

Anfang/Ende

$y_a = -1.13 \text{ m}$

$y_e = 2.59 \text{ m}$

Unterster Punkt

$y_u = 0.19 \text{ m}$

$z_u = 1.68 \text{ m}$

Rechenwerte der Lamellen aus Eigenlast

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

Nr.	y m	z m	h _{Boden} m	b m	G _{Boden} kN/m	G _{Bk} kN/m	φ_{cal} °	C _{cal} kN/m ²	ϑ °	G · sin ϑ kN/m	T _G kN/m
1	-1.03	1.42	0.07	0.19	0.3	0.0	31.3	0.0	-25.3	-0.1	0.2
2	-0.79	1.52	0.17	0.29	1.0	0.0	31.3	0.0	-19.8	-0.3	0.7
3	-0.56	1.59	0.24	0.19	0.9	0.0	31.3	0.0	-14.5	-0.2	0.6
4	-0.31	1.64	0.29	0.31	1.7	0.0	31.3	0.0	-9.0	-0.3	1.1
5	-0.08	1.67	0.07	0.15	0.1	6.0	31.3	0.0	-4.0	-0.4	3.9
6	0.19	1.68	0.08	0.37	10.8	1.4	31.3	0.0	1.6	0.3	7.4
7	0.46	1.65	0.05	0.19	5.4	0.7	31.3	0.0	7.6	0.8	3.5
8	0.65	1.62	0.02	0.19	5.5	0.7	31.3	0.0	11.7	1.3	3.5
9	0.94	1.55	1.55	0.37	11.2	0.0	31.3	0.0	17.9	3.5	6.3
10	1.31	1.39	1.39	0.37	10.1	0.0	31.3	0.0	26.6	4.5	5.7
11	1.68	1.17	1.17	0.37	8.5	0.0	31.3	0.0	35.9	5.0	4.9
12	2.05	0.84	0.84	0.37	6.1	0.0	31.3	0.0	46.5	4.4	3.7
13	2.36	0.46	0.46	0.36	3.2	0.0	31.3	0.0	57.0	2.7	2.2
Σ				3.72	64.7	8.8				21.1	43.8

Rechenwerte der Lamellen aus Auflast für 'BS-T'

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

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

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
13	24.8	24.8	20.8	---	24.8	16.8
Σ	24.8	24.8	20.8		24.8	16.8

Erdwiderstand und Wasserdruck auf die erste Lamelle am Austrittsende
bei $y_{ep} = -1.13 \text{ m}$

z m	k _{pgh} -	e _{pgh} kN/m ²
1.35	2.27	0.00
1.37	2.27	1.10

3.16. Wirksame Kräfte und Momente

Bem. it.	T _G +T _Q kN/m	(G+Q _A) · s · sin θ kN/m	M _{Ep} kNm/m	M _{w,0} kNm/m
BS-T	60.6	42.0	0.0	0.0

3.17. Ausnutzung

$\mu = E_{M,d} / R_{M,d}$
 $E_{M,d} = r \cdot ((G+Q) \cdot \sin(\theta)) + M_{w,0}$
 $R_{M,d} = r \cdot (T_G + T_Q) + M_{Ep}$

Bem. it.	E _{M,d} kNm/m	R _{M,d} kNm/m	μ -
BS-T	112.34	162.27	0.692

$\mu_{max} = 0.692 < 1.0 \Rightarrow$ 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,0} - antreibendes Moment aus Wasserüberdruck

Literatur und Normen:

- [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, Setzungsberechnungen bei lotrechter, mittiger Belastung, April 1979
- [4] DIN 4019 Teil 2: Baugrund, Setzungsberechnungen 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

Alle Nachweise der äußeren Standsicherheit erfüllt

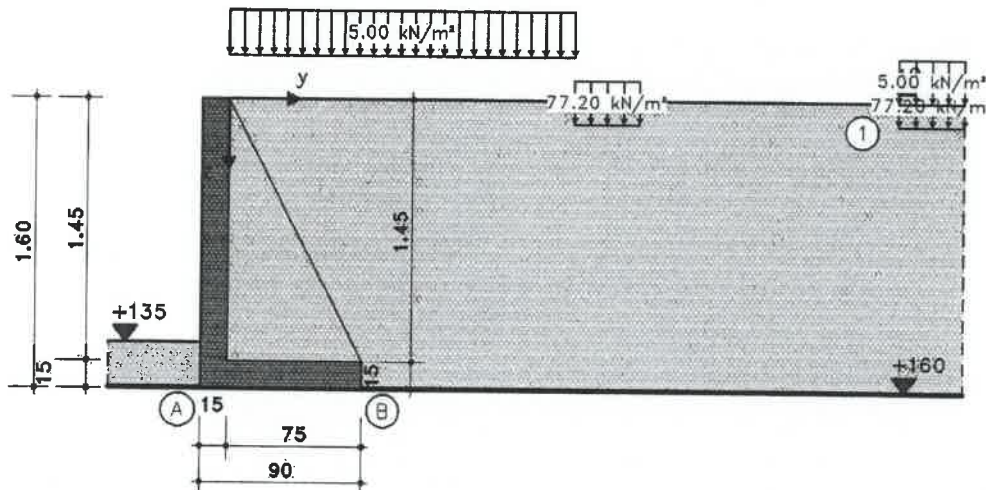
2.Winkelstützwand_Bem.3

2.WINKELSTÜTZWAND_BEM.3

1. Eingabedaten für Winkelstützwand n. DIN EN 1997-1

1.1. Systemplot Maßstab 1:40
4H-WINKL Version: 8/2013-2g

DURCH VERGLEICHS-
RECHNUNG GEPRÜFT
Zwischenergebnisse
wurden nicht kontrolliert



1.2. Wanddaten

Beton	f_{ck} N/mm²	α	ϵ_{c2} ‰	ϵ_{c2u} ‰	n	E_c N/mm²	γ kN/m³	Betonstahl	f_{yk} N/mm²	f_{tk} N/mm²	ϵ_{su} ‰	E_s N/mm²
C30/37	30.0	0.850	-2.0	-3.5	2.00	28309.4	25.00	B500B	500.0	525.0	25.0	200000.0

1.3. Bodenparameter

Nr	Name	h cm	z cm	ϕ °	γ kN/m³	γ^* kN/m³	c kN/m²	δ_a °	δ_p °	k_{ah} -	k_{ph} -	k_{ch} -	E_m MN/m²
1	Bodenaust	230	230	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0
2	1b	20	250	30.00	18.00	10.00	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
3	2	100	350	35.00	19.50	11.50	0.00	auto	auto	auto	auto	auto	50.0
4	3	100	450	25.00	19.50	9.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	10.0
5	4	∞	∞	32.50	22.50	12.50	15.00	auto	auto	auto	auto	auto	60.0

Grundwasserstand erdseitig: z = 180 cm, luftseitig: z = 160 cm
Aushubtiefe vor der Wand: z = 135 cm

1.4. Flächenlasten (alle Daten beziehen sich auf einen Meter Wandbreite)

Nr	Name	Typ	Ort	LF	y_A cm	Δz cm	l cm	b cm	q kN/m²	H kN/m	Ansatz
101	Achse 1.1	veränd.	Wandkopf	2	192	13	36	36	77.20	0.00	T/s/vollst.
102	Achse 1.2	veränd.	Wandkopf	2	372	13	36	36	77.20	0.00	T/s/vollst.
103	Nutzlast	veränd.	Wandkopf	2	372	0	∞	∞	5.00	0.00	T/s/teilb.
104	Nutzlast	veränd.	Wandkopf	2	0	0	192	∞	5.00	1.00	T/s/vollst.

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 $\Rightarrow \delta = 2/3 \varphi$, sofern $\delta_{\text{Bodenschicht}} = \text{auto}$

Nachweise der äußeren Standsicherheit mit Hilfe geneigter Gleitflächen (Rutschkeilverfahren)
errechneter Schnittpunkt mit dem Gelände bei $y = 0.0$ cm und $z = -0.9$ cm

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

Berechnung nach Sokolovsky/Pregl mit ebenen Gleitflächen

Ausbreitungswinkel für Blocklasten: 45.00 °

Mindesterddruckbeiwert gemäß DIN 4085, 6.3.1.5 berechnen

Berechnung ohne Berücksichtigung des Strömungsdruckes

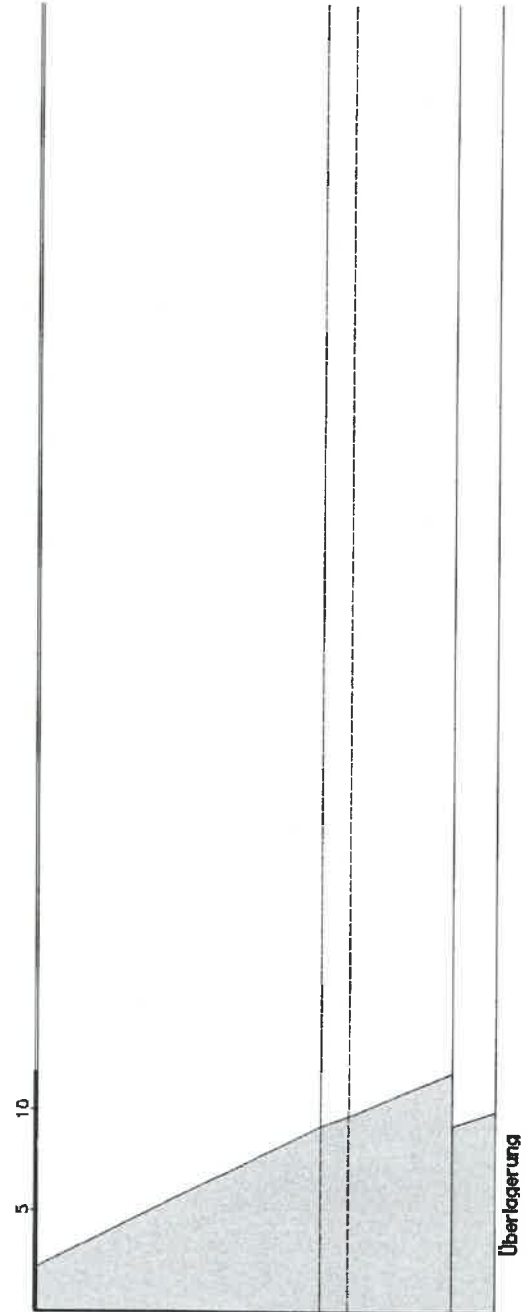
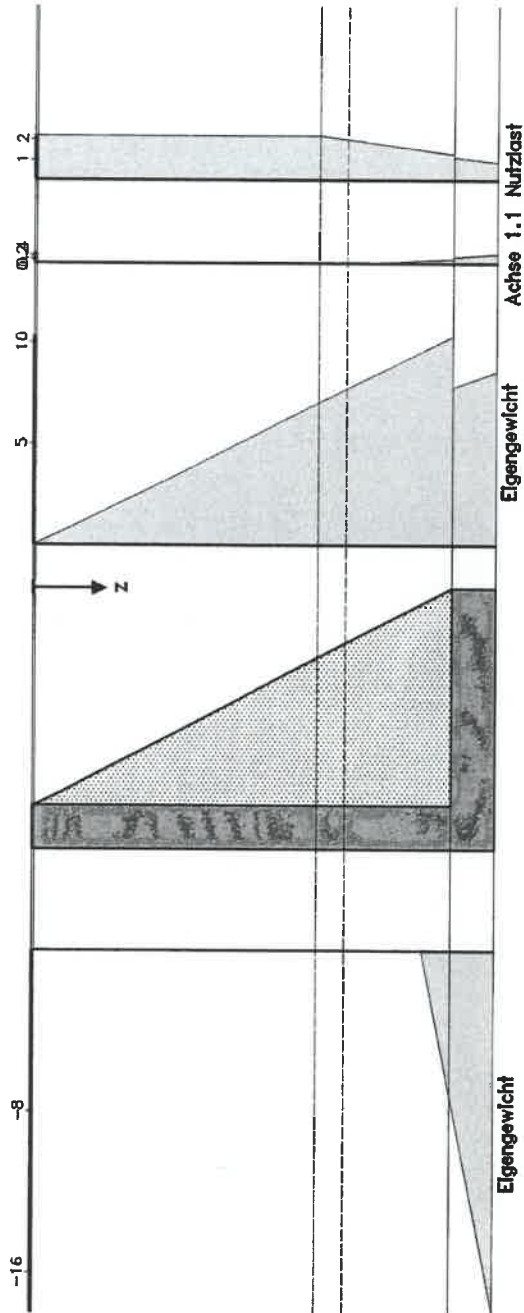
Lager der Horizontalkräfte für Nachweise der inneren Standsicherheit am Ende des hinteren Sporns

2. Beschreibung der Einwirkungsstruktur

Name	Bezeichnung	Typ	Lastart
Lf1	Eigengewicht Winkelstützwand	Ständig	
Lf2	Eigengewicht Boden	Ständig	
Lf3	Wasserüberdruck	Ständig	
Lf101	Achse 1.1	veränd.	Flächenlast
Lf102	Achse 1.2	veränd.	Flächenlast
Lf103	Nutzlast	veränd.	Flächenlast
Lf104	Nutzlast	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	kgh -	eh kN/m ²	ev kN/m ²	eres kN/m ²
1	0	0.000	-0.000	-0.000	0.000
2	135	0.000	-0.000	-0.000	0.000
3	160	3.690	-17.990	-0.000	17.990

$$E_h = 2.25, z_s = 152, E_v = 0.00, y_s = 0.0, E_{res} = 2.25$$

3.2.2. Erdseitige Erddrücke

Erddruck aus Eigengewicht

Nr	z cm	kgh -	kch -	eh kN/m ²	ev kN/m ²	eres kN/m ²
1	0	0.275	0.813	0.000	0.000	0.000
2	1	0.275	0.813	0.050	0.021	0.054
3	1	0.365	0.380	0.066	0.127	0.143
4	145	0.365	0.380	10.313	19.812	22.335
5	145	0.275	0.813	7.773	3.353	8.466
6	160	0.275	0.813	8.578	3.700	9.342

$$E_h = -8.70, z_s = 105, E_v = 14.89, y_s = 51, E_{res} = 17.25$$

Erddruck aus Achse 1.1

Nr	z cm	kph -	eh kN/m ²	ev kN/m ²	eres kN/m ²	Nr	z cm	kph -	eh kN/m ²	ev kN/m ²	eres kN/m ²
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	4	145	0.457	0.335	0.144	0.364
2	108	0.000	0.000	0.000	0.000	5	160	0.457	0.471	0.203	0.513
3	145	0.350	0.257	0.493	0.556						

$$E_h = -0.11, z_s = 144, E_v = 0.12, y_s = 70, E_{res} = 0.16$$

Erddruck aus Achse 1.2

Erddruck aus Nutzlast

Erddruck aus Nutzlast

Nr	z cm	kph -	eh kN/m ²	ev kN/m ²	eres kN/m ²	Nr	z cm	kph -	eh kN/m ²	ev kN/m ²	eres kN/m ²
1	0	0.275	1.910	0.824	2.080	5	145	0.365	1.301	2.498	2.817
2	1	0.275	1.910	0.824	2.080	6	145	0.275	1.143	0.493	1.244
3	1	0.365	2.174	4.177	4.709	7	160	0.275	0.894	0.385	0.973
4	99	0.365	2.174	4.177	4.709						

$$E_h = -3.10, z_s = 73, E_v = 5.70, y_s = 36, E_{res} = 6.49$$

Erddruck aus Überlagerung

Nr	z cm	eh kN/m ²	ev kN/m ²	eres kN/m ²	Nr	z cm	eh kN/m ²	ev kN/m ²	eres kN/m ²
1	0	1.910	0.824	2.080	5	108	9.697	18.628	21.001
2	1	1.960	0.845	2.134	6	145	11.871	22.803	25.708
3	1	2.240	4.303	4.851	7	145	9.251	3.990	10.074
4	99	9.200	17.672	19.924	8	160	9.942	4.289	10.828

$$E_h = -11.91, z_s = 97, E_v = 20.71, y_s = 47, E_{res} = 23.89$$

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	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust., erdseil.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	luftseit.	0	-8	---	---	0.00	2.25	0.19
4	Erddruck	erdseit.	62	-63	---	---	20.71	-11.91	5.24
Σ							40.06	-9.66	11.57

3.4. Protokoll der Faktorisierungen der Lastfallkombinationen

3.4.1. EQU

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
2	BS-P	$1.1 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
3	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
4	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
5	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f101}$
6	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f101}$
7	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f102}$
8	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f102}$
9	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$
10	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$
11	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f103}$
12	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f103}$
13	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f103})$
14	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f103})$
15	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f103})$
16	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f103})$
17	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103})$
18	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103})$
19	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f104}$
20	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot L_{f104}$
21	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f104})$
22	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f104})$
23	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f104})$
24	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f104})$
25	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f104})$
26	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f104})$
27	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f103} + L_{f104})$
28	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f103} + L_{f104})$
29	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f103} + L_{f104})$
30	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f103} + L_{f104})$
31	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$
32	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$
33	BS-T	$0.9 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$
34	BS-T	$1.05 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.25 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$

3.4.2. SLS

LK	BS	Faktorisierung	LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	$L_{f1} + L_{f2}$	10	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f104}$
2	BS-T	$L_{f1} + L_{f2}$	11	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f104}$
3	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101}$	12	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f102} + L_{f104}$
4	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f102}$	13	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f102} + L_{f104}$
5	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f102}$	14	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f103} + L_{f104}$
6	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f103}$	15	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f103} + L_{f104}$
7	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f103}$	16	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104}$
8	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f102} + L_{f103}$	17	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104}$
9	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + L_{f101} + L_{f102} + L_{f103}$			

3.4.3. GEO-2

LK	BS	Faktorisierung
1	BS-P	$L_{f1} + L_{f2}$
2	BS-P	$1.35 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
3	BS-T	$L_{f1} + L_{f2}$
4	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2})$
5	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot L_{f101}$
6	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot L_{f101}$
7	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot L_{f102}$

LK	BS	Faktorisierung
8	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot L_{f102}$
9	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$
10	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f102})$
11	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot L_{f103}$
12	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot L_{f103}$
13	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f103})$
14	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f103})$
15	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f102} + L_{f103})$
16	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f102} + L_{f103})$
17	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103})$
18	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103})$
19	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot L_{f104}$
20	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot L_{f104}$
21	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f104})$
22	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f104})$
23	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f102} + L_{f104})$
24	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f102} + L_{f104})$
25	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f104})$
26	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f104})$
27	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f103} + L_{f104})$
28	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f103} + L_{f104})$
29	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f103} + L_{f104})$
30	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f103} + L_{f104})$
31	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$
32	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$
33	BS-T	$L_{f1} + L_{f2} + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$
34	BS-T	$1.2 \cdot (L_{f1} + L_{f2}) + 1.3 \cdot (L_{f101} + L_{f102} + L_{f103} + L_{f104})$

3.5. Einstellungen für Nachweise der äußeren Standsicherheit

Die fettgedruckten Werte entsprechen nicht [1] Tabelle A 2.1

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formel	BS-P	BS-T	BS-A	BS-E
EQU: Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit		---	---	---	---
Ungünstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,dst}$	1.10	1.05	1.00	1.00
Günstige ständige Einwirkungen	$\gamma_{G,stb}$	0.90	0.90	0.90	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	$\gamma_{Q,dst}$	1.50	1.25	1.00	1.00
GEO-2: Grenzzustand des Versag. von Bauwerken, -teilen u. Baugrnd.		---	---	---	---
Beanspruchungen aus ständige Einwirkungen allgemein	γ_G	1.35	1.20	1.10	1.00
Beanspruchungen aus ständigen Einwirkungen aus Erdruchdruck	γ_{E0g}	1.20	1.10	1.00	1.00
Beanspruchungen aus günstigen ständigen Einwirkungen	$\gamma_{G,inf}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Beanspruchungen aus ungünstigen veränderlichen Einwirkungen	γ_Q	1.50	1.30	1.10	1.00
GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlustes der Gesamtstan		---	---	---	---
Ständige Einwirkungen	γ_G	1.00	1.00	1.00	1.00
Ungünstige veränderliche Einwirkungen	γ_Q	1.30	1.20	1.20	1.00
SLS: Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit					
$\gamma_G = 1.000$ für ständige Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					
$\gamma_Q = 1.000$ für veränderliche Einwirkungen bzw. Beanspruchungen					

Berechnung mit erhöhtem aktiven Erddruck $0.75 E_a + 0.25 E_o$

3.6. Nachweis gegen Kippen (EQU)

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

Maßgebendes Lastkollektiv: EQU 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	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	7.93	---	1.73
2	Boden	Bodenaust., erdseil.	40	-63	0.540	19.50	9.48	---	3.79
3	Erddruck	erdseil.	66	-55	---	---	13.40	-7.83	4.47
Σ							30.82	-7.83	9.99

Keine destabilisierende Beanspruchung vorhanden $\Rightarrow$ Der Nachweis entfällt.

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

3.7. 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, l m ² , m	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust, erdsei.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	14.89	-8.70	4.96
Σ							34.24	-8.70	11.10

Schnittgrößen im Schwerpunkt der Fundamentsohle: $V_{0,k} = 34.24$ kN/m

$M_{0,k} = -4.30$ kNm/m

Exzentrizität der Resultierenden: $e = -0.13$ m

$e/b = 0.14 < 1/6$

$\Rightarrow$ 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 10

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	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust, erdsei.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	erdseit.	62	-64	---	---	20.60	-11.80	5.16
Σ							39.94	-11.80	11.30

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b -	LK	$V_{0,k}$ kN/m	$M_{0,k}$ kNm/m	e m	e/b -
1	34.24	-4.30	-0.13	0.140	10	39.94	-6.67	-0.17	0.186
2	34.24	-4.30	-0.13	0.140	11	40.06	-6.64	-0.17	0.184
3	34.36	-4.27	-0.12	0.138	12	39.94	-6.67	-0.17	0.186
4	34.24	-4.30	-0.13	0.140	13	40.06	-6.64	-0.17	0.184
5	34.36	-4.27	-0.12	0.138	14	39.94	-6.67	-0.17	0.186
6	34.24	-4.30	-0.13	0.140	15	40.06	-6.64	-0.17	0.184
7	34.36	-4.27	-0.12	0.138	16	39.94	-6.67	-0.17	0.186
8	34.24	-4.30	-0.13	0.140	17	40.06	-6.64	-0.17	0.184
9	34.36	-4.27	-0.12	0.138					

$(e/b)_{max} = 0.186 < 1/3$

$\Rightarrow$ 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 $R_{Lk} = V_{0,k} \tan(\delta_s)$

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

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

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

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 22

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]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	10.58	---	2.31
2	Boden	Bodenaust., erdseil.	40	-63	0.540	19.50	12.64	---	5.06
3	Erddruck	luftseit.	0	-8	---	---	0.00	1.73	0.14
4	Erddruck	erdseit.	62	-64	---	---	25.44	-14.62	6.32
Σ							48.65	-12.89	13.83

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$R_{t,k}$ kN	$\gamma_{R,h}$ -	$\gamma_{R,e}$ -	$R_{t,d}$ kN/m	$e_{p,d}$ kN/m	h_d kN/m	μ -
1	34.24	23.98	1.10	1.40	21.80	1.61	-8.70	0.37
2	34.24	23.98	1.10	1.40	21.80	1.61	-11.75	0.50
3	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-8.70	0.37
4	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-10.44	0.44
5	34.36	24.06	1.10	1.30	21.87	1.73	-8.84	0.37
6	34.36	24.06	1.10	1.30	21.87	1.73	-10.58	0.45
7	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-8.70	0.37
8	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-10.44	0.44
9	34.36	24.06	1.10	1.30	21.87	1.73	-8.84	0.37
10	34.36	24.06	1.10	1.30	21.87	1.73	-10.58	0.45
11	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-8.70	0.37
12	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-10.44	0.44
13	34.36	24.06	1.10	1.30	21.87	1.73	-8.84	0.37
14	34.36	24.06	1.10	1.30	21.87	1.73	-10.58	0.45
15	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-8.70	0.37
16	34.24	23.98	1.10	1.30	21.80	1.73	-10.44	0.44
17	34.36	24.06	1.10	1.30	21.87	1.73	-8.84	0.37
18	34.36	24.06	1.10	1.30	21.87	1.73	-10.58	0.45
19	39.94	27.97	1.10	1.30	25.43	1.73	-12.73	0.47
20	39.94	27.97	1.10	1.30	25.43	1.73	-14.48	0.53
21	40.06	28.05	1.10	1.30	25.50	1.73	-12.87	0.47
22	40.06	28.05	1.10	1.30	25.50	1.73	-14.62	0.54
23	39.94	27.97	1.10	1.30	25.43	1.73	-12.73	0.47
24	39.94	27.97	1.10	1.30	25.43	1.73	-14.48	0.53
25	40.06	28.05	1.10	1.30	25.50	1.73	-12.87	0.47
26	40.06	28.05	1.10	1.30	25.50	1.73	-14.62	0.54
27	39.94	27.97	1.10	1.30	25.43	1.73	-12.73	0.47
28	39.94	27.97	1.10	1.30	25.43	1.73	-14.48	0.53
29	40.06	28.05	1.10	1.30	25.50	1.73	-12.87	0.47
30	40.06	28.05	1.10	1.30	25.50	1.73	-14.62	0.54
31	39.94	27.97	1.10	1.30	25.43	1.73	-12.73	0.47
32	39.94	27.97	1.10	1.30	25.43	1.73	-14.48	0.53
33	40.06	28.05	1.10	1.30	25.50	1.73	-12.87	0.47
34	40.06	28.05	1.10	1.30	25.50	1.73	-14.62	0.54

$\mu_{\max} = 0.54 < 1.0 \Rightarrow$ Gleitwiderstand ausreichend

V_0 - 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

3.10. Nachweis der Grundbruchsicherheit

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 22

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, I m^2, m	$\gamma \cdot q, M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\Sigma \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	10.58	---	2.31
2	Boden	Bodenaust., erdseif.	40	-63	0.540	19.50	12.64	---	5.06
3	Erddruck	luftseit.	0	-8	---	---	0.00	1.12	0.09
4	Erddruck	erdseit.	62	-64	---	---	25.44	-14.62	6.32
Σ							48.65	-13.49	13.78

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	34.24	-4.21	0.65	-7.58	18	34.36	-4.18	0.66	-7.69
2	34.24	-4.21	0.65	-7.58	19	39.94	-6.58	0.57	-10.68
3	34.24	-4.21	0.65	-7.58	20	39.94	-6.58	0.57	-10.68
4	34.24	-4.21	0.65	-7.58	21	40.06	-6.55	0.57	-10.79
5	34.36	-4.18	0.66	-7.69	22	40.06	-6.55	0.57	-10.79
6	34.36	-4.18	0.66	-7.69	23	39.94	-6.58	0.57	-10.68
7	34.24	-4.21	0.65	-7.58	24	39.94	-6.58	0.57	-10.68
8	34.24	-4.21	0.65	-7.58	25	40.06	-6.55	0.57	-10.79
9	34.36	-4.18	0.66	-7.69	26	40.06	-6.55	0.57	-10.79
10	34.36	-4.18	0.66	-7.69	27	39.94	-6.58	0.57	-10.68
11	34.24	-4.21	0.65	-7.58	28	39.94	-6.58	0.57	-10.68
12	34.24	-4.21	0.65	-7.58	29	40.06	-6.55	0.57	-10.79
13	34.36	-4.18	0.66	-7.69	30	40.06	-6.55	0.57	-10.79
14	34.36	-4.18	0.66	-7.69	31	39.94	-6.58	0.57	-10.68
15	34.24	-4.21	0.65	-7.58	32	39.94	-6.58	0.57	-10.68
16	34.24	-4.21	0.65	-7.58	33	40.06	-6.55	0.57	-10.79
17	34.36	-4.18	0.66	-7.69	34	40.06	-6.55	0.57	-10.79

3.10.2. Maßgebende Bodenkennwerte

Ermittlung der maßgebenden Werte mit der Methode des gewogenen Mittels

Werte oberhalb der Sohle bis OK Boden: γ_1, ϕ_1, c_1

Werte unterhalb der Sohle bis zur Tiefe (d_s) der Gleitscholle: γ_2, ϕ_2, c_2

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	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
2	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
3	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
4	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
5	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.50	---
6	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.50	---
7	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
8	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
9	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.50	---
10	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.50	---
11	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
12	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
13	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.50	---
14	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.50	---
15	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
16	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.49	---
17	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.50	---
18	19.50	35.00	---	0.78	11.35	34.50	---
19	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
20	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
21	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
22	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
23	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---

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
24	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
25	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
26	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
27	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
28	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
29	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
30	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
31	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
32	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
33	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---
34	19.50	35.00	---	0.62	11.50	35.00	---

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	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
2	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
3	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
4	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
5	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.468	0.603	---
6	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.468	0.603	---
7	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
8	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
9	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.468	0.603	---
10	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.468	0.603	---
11	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
12	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
13	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.468	0.603	---
14	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.468	0.603	---
15	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
16	20.79	31.26	---	1.000	1.000	---	0.472	0.606	---
17	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.468	0.603	---
18	20.81	31.28	---	1.000	1.000	---	0.468	0.603	---
19	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.393	0.537	---
20	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.393	0.537	---
21	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.390	0.534	---
22	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.390	0.534	---
23	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.393	0.537	---
24	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.393	0.537	---
25	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.390	0.534	---
26	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.390	0.534	---
27	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.393	0.537	---
28	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.393	0.537	---
29	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.390	0.534	---
30	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.390	0.534	---
31	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.393	0.537	---
32	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.393	0.537	---
33	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.390	0.534	---
34	22.61	33.30	---	1.000	1.000	---	0.390	0.534	---

3.10.4. Bruch- und zulässige Last

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

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	γ _{R,v} -	R _{n,d} kN/m	N _d kN/m	μ	LK	R _{n,k} kN/m	γ _{R,v} -	R _{n,d} kN/m	N _d kN/m	μ
1	108.07	1.40	77.19	34.24	0.44	18	107.98	1.30	83.06	41.24	0.50
2	108.07	1.40	77.19	46.22	0.60	19	82.99	1.30	63.84	41.65	0.65
3	108.07	1.30	83.13	34.24	0.41	20	82.99	1.30	63.84	48.50	0.76
4	108.07	1.30	83.13	41.09	0.49	21	82.97	1.30	63.82	41.81	0.66
5	107.98	1.30	83.06	34.39	0.41	22	82.97	1.30	63.82	48.65	0.76
6	107.98	1.30	83.06	41.24	0.50	23	82.99	1.30	63.84	41.65	0.65
7	108.07	1.30	83.13	34.24	0.41	24	82.99	1.30	63.84	48.50	0.76
8	108.07	1.30	83.13	41.09	0.49	25	82.97	1.30	63.82	41.81	0.66
9	107.98	1.30	83.06	34.39	0.41	26	82.97	1.30	63.82	48.65	0.76
10	107.98	1.30	83.06	41.24	0.50	27	82.99	1.30	63.84	41.65	0.65
11	108.07	1.30	83.13	34.24	0.41	28	82.99	1.30	63.84	48.50	0.76
12	108.07	1.30	83.13	41.09	0.49	29	82.97	1.30	63.82	41.81	0.66
13	107.98	1.30	83.06	34.39	0.41	30	82.97	1.30	63.82	48.65	0.76
14	107.98	1.30	83.06	41.24	0.50	31	82.99	1.30	63.84	41.65	0.65
15	108.07	1.30	83.13	34.24	0.41	32	82.99	1.30	63.84	48.50	0.76
16	108.07	1.30	83.13	41.09	0.49	33	82.97	1.30	63.82	41.81	0.66
17	107.98	1.30	83.06	34.39	0.41	34	82.97	1.30	63.82	48.65	0.76

μ_{max} = 0.76 < 1.0 ⇒ Grundbruchwiderstand ausreichend

V₀ - Normalkraft in Sohlfuge Mo - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfuge b' - Ersatzbreite infolge exzent. 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 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 ₁ m ² , m	γ, q, M [kN, m]	γ · V kN	γ · H kN	Σ γ · M kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	8.81	---	1.93
2	Boden	Bodenaust., erdsei.	40	-63	0.540	19.50	10.54	---	4.21
3	Erddruck	erdseit.	66	-55	---	---	14.89	-8.70	4.96
Σ							34.24	-8.70	11.10

Zulässige maximale Setzung zul s_{max} = 2.0 cm

Zulässige Schiefstellung zul α = 1.0 °

3.11.1. Ermittlung von setzungserzeugender Sohlspannung und Grenztiefe

Mittlere setzungserzeugende Sohlspannung σ₀' = σ₀ - σ_a, wenn 2·σ_a > σ₀ dann σ₀' = σ₀

Die Grenztiefe d_s ergibt sich aus d_s = z, wenn σ_B(z) = 0.2·σ₀(z) unter dem kennzeichnenden Punkt.

Aushubentlastung infolge Gründungstiefe σ_a = 4.88 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	34.24	-4.30	38.04	33.17	2.68

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 mittlerer Last s_{m,i} = σ₀' · b_y · (f_i - f_{i-1}) / E_{m,i}

Setzungsanteile aus M₀ s_{r,i} = b/2 · M₀ / (E_{m,i} · b²) · 12/π

LK 1:

σ₀' = 33.17 kN/m²

M₀ = -4.30 kNm/m

Kote m	z m	f -	S _m cm	S _r cm
0.25	0.00	---	---	---
0.95	0.70	0.561	0.03	-0.02
1.15	0.90	0.672	0.03	-0.09

Kote m	z m	f -	S _m cm	S _r cm
2.15	1.90	1.069	0.02	-0.02
2.93	2.68	1.274	0.06	-0.09

3.11.3. Resultierende Setzungen und Schiefstellung je LK

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

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

LK	s1 cm	s2 cm	s3 cm	smax cm	α °
1	0.4	-0.1	0.1	0.4	-0.3

$$\max s_{\max} = 0.4 < 2.0 \text{ cm} \quad \max |\alpha| = 0.3^\circ < 1.0^\circ$$

⇒ zulässige Setzung und Schiefstellung eingehalten

σ_0 - mittlere Sohlnormalspannung σ_B - Bodenspannungen aus Bauwerkslasten σ_0 - Überlagerungsspannungen aus Eigenlast des Bodens d_s - Grenztiefe
 d_s - Grenztiefe bzw. Dicke der zusammenrückbaren Schicht unter der Fundamentsohle z - Tiefe ab Fundamentunterkante
 V_0 - Normalkraft in Sohlfluge M_0 - Momentenbelastung im Schwerpunkt der Sohlfluge 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 $R_{t,k} = V_{0,k} \cdot \tan(\delta_s)$

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

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

Maßgebendes Lastkollektiv: GEO-2 LK 22

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	$\gamma \cdot q \cdot M$ [kN, m]	$\gamma \cdot V$ kN	$\gamma \cdot H$ kN	$\sum \gamma \cdot M$ kNm
1	Wand	Winkelstützwand	22	-57	0.352	25.00	10.58	---	2.31
2	Boden	Bodenaust., erdseil.	40	-63	0.540	19.50	12.64	---	5.06
3	Erddruck	erdseit.	62	-64	---	---	25.44	-14.62	6.32
Σ							48.65	-14.62	13.69

Sohlreibungswinkel $\delta_s = 35.0^\circ$

LK	$V_{0,k}$ kN/m	$R_{t,k}$ kN	$\gamma_{R,h}$ -	$R_{t,d}$ kN/m	h_d kN/m	μ -
1	34.24	23.98	1.10	21.80	-8.70	0.40
2	34.24	23.98	1.10	21.80	-11.75	0.54
3	34.24	23.98	1.10	21.80	-8.70	0.40
4	34.24	23.98	1.10	21.80	-10.44	0.48
5	34.36	24.06	1.10	21.87	-8.84	0.40
6	34.36	24.06	1.10	21.87	-10.58	0.48
7	34.24	23.98	1.10	21.80	-8.70	0.40
8	34.24	23.98	1.10	21.80	-10.44	0.48
9	34.36	24.06	1.10	21.87	-8.84	0.40
10	34.36	24.06	1.10	21.87	-10.58	0.48
11	34.24	23.98	1.10	21.80	-8.70	0.40
12	34.24	23.98	1.10	21.80	-10.44	0.48
13	34.36	24.06	1.10	21.87	-8.84	0.40
14	34.36	24.06	1.10	21.87	-10.58	0.48
15	34.24	23.98	1.10	21.80	-8.70	0.40
16	34.24	23.98	1.10	21.80	-10.44	0.48
17	34.36	24.06	1.10	21.87	-8.84	0.40
18	34.36	24.06	1.10	21.87	-10.58	0.48
19	39.94	27.97	1.10	25.43	-12.73	0.50
20	39.94	27.97	1.10	25.43	-14.48	0.57
21	40.06	28.05	1.10	25.50	-12.87	0.50
22	40.06	28.05	1.10	25.50	-14.62	0.57
23	39.94	27.97	1.10	25.43	-12.73	0.50
24	39.94	27.97	1.10	25.43	-14.48	0.57
25	40.06	28.05	1.10	25.50	-12.87	0.50
26	40.06	28.05	1.10	25.50	-14.62	0.57
27	39.94	27.97	1.10	25.43	-12.73	0.50
28	39.94	27.97	1.10	25.43	-14.48	0.57
29	40.06	28.05	1.10	25.50	-12.87	0.50

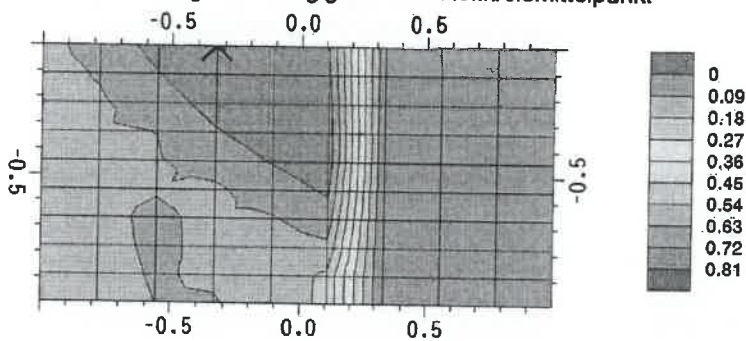
LK	$V_{0,k}$ kN/m	$R_{t,k}$ kN	$\gamma_{R,h}$ -	$R_{t,d}$ kN/m	h_d kN/m	μ -
30	40.06	28.05	1.10	25.50	-14.62	0.57
31	39.94	27.97	1.10	25.43	-12.73	0.50
32	39.94	27.97	1.10	25.43	-14.48	0.57
33	40.06	28.05	1.10	25.50	-12.87	0.50
34	40.06	28.05	1.10	25.50	-14.62	0.57

$\mu_{\max} = 0.57 < 1.0 \Rightarrow$ Nachweis gegen Verschiebung in der Sohlfläche erfüllt

V_0 - Normalkraft in Sohlfläche 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

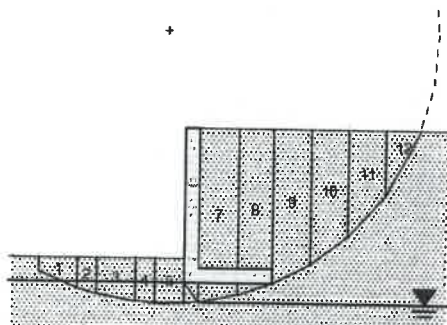
3.13. Böschungsbruch

3.14. Ausnutzung in Abhängigkeit vom Gleitkreismittelpunkt



3.15. Maßgebende Gleitkreise

3.15.1. BS-T



Mittelpunkt
 $y_m = -0.33 \text{ m}$
 $z_m = -1.00 \text{ m}$

Radius
 $r = 2.82 \text{ m}$

Anfang/Ende
 $y_a = -1.63 \text{ m}$
 $y_e = 2.30 \text{ m}$

Unterster Punkt
 $y_u = -0.30 \text{ m}$
 $z_u = 1.82 \text{ m}$

Rechenwerte der Lamellen aus Eigenlast
 $T_G = ((G_{\text{Boden}} + G_{\text{Bk}}) \cdot \tan(\varphi) + c \cdot b) / ((\cos(\vartheta) + \mu \cdot \tan(\varphi) \cdot \sin(\vartheta)))$

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 °	$G \cdot \sin \vartheta$ kN/m	T_G kN/m
1	-1.44	1.59	0.24	0.39	1.9	0.0	31.3	0.0	-23.1	-0.7	1.6
2	-1.14	1.70	0.35	0.20	1.2	0.0	31.3	0.0	-16.7	-0.3	0.9
3	-0.85	1.77	0.42	0.39	2.7	0.0	31.3	0.0	-10.5	-0.5	1.8
4	-0.55	1.81	0.46	0.20	1.4	0.0	31.3	0.0	-4.4	-0.1	0.9
5	-0.30	1.82	0.47	0.30	2.2	0.0	31.3	0.0	0.6	0.0	1.4
6	-0.08	1.80	0.20	0.15	0.5	6.0	31.3	0.0	5.3	0.6	3.8
7	0.20	1.77	0.17	0.39	12.4	1.5	31.3	0.0	10.8	2.6	7.9
8	0.57	1.67	0.07	0.36	10.6	1.3	31.3	0.0	18.7	3.8	6.5
9	0.95	1.51	1.51	0.39	11.6	0.0	31.3	0.0	27.0	5.3	6.3
10	1.34	1.27	1.27	0.39	9.7	0.0	31.3	0.0	36.4	5.8	5.4
11	1.73	0.91	0.91	0.39	7.0	0.0	31.3	0.0	47.2	5.1	4.1
12	2.05	0.50	0.50	0.37	3.6	0.0	31.3	0.0	57.9	3.0	2.3
Σ				3.93	64.7	8.8				24.6	42.8

Rechenwerte der Lamellen aus Auflast für 'BS-T'

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

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

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
10	1.5	1.5	0.9	---	1.5	0.8
11	3.2	3.2	2.4	---	3.2	1.9
12	29.3	29.3	24.9	---	29.3	18.8
Σ	34.1	34.1	28.1		34.1	21.5

Erdwiderstand und Wasserdruck auf die erste Lamelle am Austrittsende
bei $y_{ep} = -1.63$ m

z m	k _{pgh} -	e _{pgh} kN/m ²
1.35	2.60	0.00
1.50	2.60	7.53

3.16. Wirksame Kräfte und Momente

Bemst.	T _G +T _Q kN/m	(G+Q _A) · sin θ kN/m	M _{Ep} kNm/m	M _{W,0} kNm/m
BS-T	64.3	52.7	1.4	0.0

3.17. Ausnutzung

$$\mu = E_{M,d} / R_{M,d}$$

$$E_{M,d} = r \cdot ((G+Q) \cdot \sin(\theta)) + M_{W,0}$$

$$R_{M,d} = r \cdot (T_G + T_Q) + M_{Ep}$$

Bemst.	E _{M,d} kNm/m	R _{M,d} kNm/m	μ -
BS-T	148.49	182.39	0.814

$\mu_{\text{max}} = 0.814 < 1.0 \Rightarrow$ 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 Lamelle Q_R - haltender Anteil aus Auflast

T_Q - haltende Tangentialkraft infolge Auflast M_{Ep} - haltendes Moment aus Erdwiderstand am Austrittsende

M_{W,0} - antreibendes Moment aus Wasserüberdruck

Literatur und Normen:

- [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

Alle Nachweise der äußeren Standsicherheit erfüllt

Datum 26.03.2024 Seite 31
Projekt 1879 Kotzenbergischer Hof



Alle nicht nachgewiesenen Bauteile sind konstruktiv
ausreichend zu bemessen und fachgerecht auszuführen!

Bei Unklarheiten ist Rücksprache mit dem Tragwerksplaner zu
halten.

Aufgestellt:

Lage, 26.03.2024

Markus Hoffmann, B. Eng.

Sachbearbeiter:

Oana Dreghiciu, M.A., B.Sc.

Dreghiciu



Paulinenstraße 9, 32791 Lage
05232/691060