

Böschungsbruchnachweis

zum Entwurf des B-Plans

„Wäldchenloch“ in 55257 Budenheim

Projekt-Nr. G 17-041-3

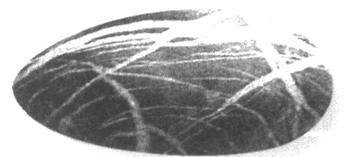
Auftraggeber

Gemeindeverwaltung Budenheim
Berliner Straße 3
55257 Budenheim

Sprendlingen, 11. August 2017

- ke/K -

info@kern-geolabor.de



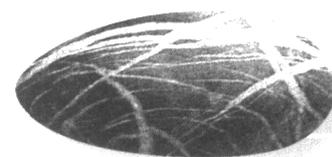
Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Allgemeines und Lastannahmen	3
1.1 Vorschriften	3
1.2 Literatur	3
1.3 Baugrund	3
1.4 Pläne	4
1.5 Ergänzende Hinweise	4
2. Ergebnisse und Schlussfolgerungen	5
2.1 Schnitt A-A	5
2.2 Schnitt B-B	6
2.3 Böschungsabschnitte südlich von Schnitt B-B	7
3. Empfehlungen zum Sicherheitsabstand zur Altablagerungsböschung	7

Anlagen

Anlage 1	Lageplan zur Lage der untersuchten Schnitte A-A und B-B
Anlage 2	Böschungsbruchnachweis nach Eurocode 7 (EC 7)



1. Allgemeines und Lastannahmen

1.1 Vorschriften

Die derzeit gültigen Baubestimmungen und Vorschriften, insbesondere:

Ri-EDV-AP2001	Richtlinie für das Aufstellen und Prüfen EDV-unterstützter Standsicherheitsnachweise
DIN 1055-2:2010-11	Bodenkenngrößen
DIN EN 1991-1-1:2010-12	Lastannahmen
DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12	Lastannahmen
DIN EN 1991-1-1/NA/A1:2015-05	Lastannahmen
DIN 1054:2010-12	Nachweise im Erd- und Grundbau
DIN 1054/A1:2012-08	Nachweise im Erd- und Grundbau
DIN 1054/A2:2015-11	Nachweise im Erd- und Grundbau
DIN EN 1997-1:2014-03 (EC 7)	Nachweise im Erd- und Grundbau
DIN EN 1997-1/NA:2010-12	Nachweise im Erd- und Grundbau
DIN 4017:2006-03	Grundbruchberechnungen
DIN 4019:2015-05	Setzungsberechnungen
DIN 4084:2009-01	Geländebruchberechnungen
DIN 4084 Beiblatt 1:2012-07	Geländebruchberechnungen
DIN 4085:2011-05	Erddruck
DIN 4085 Beiblatt 1:2011-12	Erddruck

1.2 Literatur

Geotechnischer Bericht	Erschließung Bebauungsplan „Wäldchenloch“ in der Gemeinde Budenheim, Projekt Nr. B 08-041-1, KERN-geolabor, Bericht vom 09.12.2008
Umwelttechnischer Bericht	Erschließung Bebauungsplan „Wäldchenloch“ in der Gemeinde Budenheim - Teilbericht Bereich Altablagerungsfläche -, Projekt Nr. B 08-041-1.1, KERN-geolabor, Bericht vom 25.07.2009

1.3 Baugrund

siehe Punkt 1.2 „Literatur“



1.4 Pläne

dxf-/dwg-Datei	2017195_Layer_neu aufgemessene Höhen_Neuroth vom 25.07.2017
pdf-Datei	2017195_Höhenraster 2017_Neuroth
pdf-Datei	2017195_Lageplan mit Höhen-1

1.5 Ergänzende Hinweise

Die anhängenden Berechnungen umfassen den Nachweis der Böschungsstandsicherheit der derzeit bestehenden Altablagerungsböschung im östlichen Bebauungsplanbereich.

Folgende Sachverhalte bilden neben den angeführten Vorschriften, Literaturangaben und den uns zur Verfügung gestellten Unterlagen, die Grundlage unserer Berechnungen:

- unsere mit Anlage 2 dokumentierten Berechnungen wurden hinsichtlich der geringst möglichen Sicherheiten über den Radius möglicher Gleitkreise durch den Böschungsfuß iteriert,
- die angegebenen Bodenkennwerte entsprechen, in Bezug auf die maßgebenden Baugrundsichten, den Annahmen, die aus unseren bisherigen Untersuchungen im B-Plan-Gebiet resultieren,
- in Bezug auf den Verfüllkörper der Altablagerungsfläche wurde ein einheitlicher, auf der sicheren Seite liegender Bodenkennwerte-Ansatz gewählt,
- mangels gezielter Informationen wurde die maximale Verfüllhöhe im Bereich der Altablagerung in Schnitt A-A, unter Berücksichtigung einer Abbauböschung von 60°, unmittelbar hinter dem Böschungsfuß mit 18 m gewählt,
- mangels gezielter Informationen wurde die maximale Verfüllhöhe im Bereich der Altablagerung in Schnitt B-B, unter Berücksichtigung einer Abbauböschung von 60°, unmittelbar hinter dem Böschungsfuß mit 10 m gewählt,
- zusätzliche Lasten treten aufgrund der Lage der Böschung im Gelände nicht auf,
- Grundwasserzutritte innerhalb der Böschung treten nicht auf,
- die plateauähnliche Verebnungsfläche oberhalb der Böschung entwässert nicht über die Böschungsflanke, sodass erhebliche Materialausspülungen nicht zu erwarten sind,
- Veränderungen der Böschungshöhen infolge weiterer Aufschüttungen im Bereich der Altablagerungsfläche blieben unberücksichtigt.



2. Ergebnisse und Schlussfolgerungen

2.1 Schnitt A-A

Unsere mit Anlage 2 dokumentierten Berechnungen zur Beurteilung der Böschungsbruchsicherheit im Bereich der nördlichen Altablagerungsböschung, ergaben in Bezug auf den Schnitt A-A folgende Ergebnisse:

Gleitkreisnachweis Lastfall 1 (NW-V.3) – Fall Abrutschen der Flanke

$$\text{Einwirkungen } E_d = 278,0 \cdot 14,68 = 4.081,04 \text{ kN/m}$$

$$\text{Widerstände } R_d = 220,3 \cdot 14,68 + 0,0 = 3.234,00 \text{ kN/m}$$

$$E_d/R_d = 1,26 > 1,0$$

Nachweis nicht erfüllt

Gleitkreisnachweis Lastfall 1 (NW-V.3) – Fall Abrutschen der Flanke unter 30°

$$\text{Einwirkungen } E_d = 656,7 \cdot 46,65 = 3.063,51 \text{ kN/m}$$

$$\text{Widerstände } R_d = 901,2 \cdot 46,65 + 0,0 = 4.204,10 \text{ kN/m}$$

$$E_d/R_d = 0,73 < 1,0$$

Nachweis erfüllt

Gleitkreisnachweis Lastfall 1 (NW-V.3) – Fall Abrutschen der Flanke unter 45°

$$\text{Einwirkungen } E_d = 530,4 \cdot 37,78 = 20.038,51 \text{ kN/m}$$

$$\text{Widerstände } R_d = 580,9 \cdot 37,78 + 0,0 = 21.9146,40 \text{ kN/m}$$

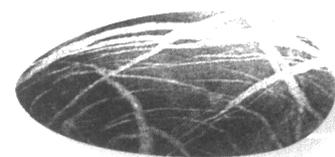
$$E_d/R_d = 0,91 < 1,0$$

Nachweis erfüllt

Im maßgebenden Schnitt A-A – kritischster, da höchster Abschnitt der bestehenden Altablagerungsböschung – sind nur ein vollständiges Abrutschen der Böschungsflanke, sowie mögliche Teilabrutsche innerhalb der Böschung zu erwarten. Böschungsbruchsituationen, die auch die oberhalb der Altablagerungsböschung bestehende Verebnungsfläche erfassen, können rechnerisch ausgeschlossen werden.

Die maximale Länge des Gesamt-Rutschkörpers beschränkt sich demzufolge auf dessen in die Ebene projizierte Länge. Diese ergibt sich gemäß den uns vorliegenden Unterlagen in Schnitt A-A mit knapp 14 m. Diese Länge ist, als „Worst-Case-Szenario“, mit einer vollständigen Massenverlagerung des Verfüllbodens aus der rechnerisch maximal möglichen Gleitfläche gleichzusetzen. Eine Massenverlagerung in Form einer möglichen Rutschung im Bereich der Altablagerungsböschung wird demzufolge in westlicher Richtung mit folgendem Maximalbetrag zu berücksichtigen sein:

maximale Massenverlagerung in westliche Richtung – 14 m.



2.2 Schnitt B-B

Unsere mit Anlage 2 dokumentierten Berechnungen zur Beurteilung der Böschungsbruchsicherheit im Bereich der nördlichen Altablagerungsböschung, ergaben in Bezug auf den Schnitt B-B folgende Ergebnisse:

Gleitkreisnachweis Lastfall 1 (NW-V.3) – Fall Abrutschen der Flanke

$$\text{Einwirkungen } E_d = 131,0 \cdot 11,84 = 1.551,04 \text{ kN/m}$$

$$\text{Widerstände } R_d = 115,3 \cdot 11,84 + 0,0 = 1.365,15 \text{ kN/m}$$

$$E_d/R_d = 1,14 > 1,0$$

Nachweis nicht erfüllt

Gleitkreisnachweis Lastfall 1 (NW-V.3) – Fall Teilabrutschen der Flanke

$$\text{Einwirkungen } E_d = 41,5 \cdot 12,39 = 514,19 \text{ kN/m}$$

$$\text{Widerstände } R_d = 27,7 \cdot 12,39 + 0,0 = 343,20 \text{ kN/m}$$

$$E_d/R_d = 1,50 > 1,0$$

Nachweis nicht erfüllt

Gleitkreisnachweis Lastfall 1 (NW-V.3) – Fall Abrutschen der Flanke unter 45°

$$\text{Einwirkungen } E_d = 269,2 \cdot 22,64 = 6.094,69 \text{ kN/m}$$

$$\text{Widerstände } R_d = 336,8 \cdot 22,64 + 0,0 = 7.625,15 \text{ kN/m}$$

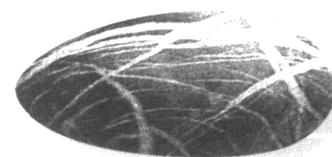
$$E_d/R_d = 0,80 < 1,0$$

Nachweis erfüllt

Auch im maßgebenden Schnitt B-B – kritischster, da steiler Abschnitt der bestehenden Altablagerungsböschung – sind nur ein vollständiges Abrutschen der Böschungsflanke, sowie mögliche Teilabrutsche innerhalb der Böschung zu erwarten. Die maßgebenden Böschungsbruchsituationen erfassen in schnitt B-B demnach nur sehr geringe Anteile der oberhalb der Altablagerungsböschung bestehenden Verebnungsfläche.

Die maximale Länge des Gesamt-Rutschkörpers beschränkt sich demzufolge auf dessen in die Ebene projizierte Länge. Diese ergibt sich gemäß unseren Berechnungen für Schnitt B-B mit knapp 9 m. Diese Länge ist, als „Worst-Case-Szenario“, mit einer vollständigen Massenverlagerung des Verfüllbodens aus der rechnerisch maximal möglichen Gleitfläche gleichzusetzen. Eine Massenverlagerung in Form einer möglichen Rutschung im Bereich der Altablagerungsböschung wird demzufolge in westlicher Richtung mit folgendem Maximalbetrag zu berücksichtigen sein:

maximale Massenverlagerung in westliche Richtung – 9 m.



2.3 Böschungsabschnitte südlich von Schnitt B-B

Südlich von Schnitt B-B flacht die Altablagerungsböschung rasch ab. Mögliche Gleitflächen und Massenverlagerungen verringern sich dementsprechend, bis sie am Ende des südlichsten Böschungsfuß 0 m betragen.

3. Empfehlungen zum Sicherheitsabstand zur Altablagerungsböschung

Um möglichen Massenverlagerungen im Fußbereich der Altablagerungsböschung entgegen zu können sollten Gebäude, bauliche Anlagen und Verkehrsflächen, einen Mindest-Sicherheitsabstand zum Böschungsfuß aufweisen. Der Mindest-Sicherheitsabstand eng verknüpft mit den maximal möglichen Massenverlagerungen in Form westlich ausgerichteter Rutschkörper. Deren maximale Länge beträgt, als „Worst-Case-Szenario“, gemäß unseren Berechnungen im nördlichen Böschungsabschnitt etwa 14 m und im mittleren Böschungsabschnitt nur noch etwa 9 m. Nach Süden läuft diese hingegen auf 0 m aus. Unter Beachtung eines, aus gutachterlicher Sicht zur Ausführung möglicher Sanierungsmaßnahmen nach einer Massenverlagerung zusätzlich zu berücksichtigenden Betrages von 5 m, ergeben sich dementsprechend die nachfolgend aufgeführten Mindest-Sicherheitsabstände für Gebäude, bauliche Anlagen und Verkehrsflächen zum bestehenden Böschungsfuß der Altablagerung:

nördlicher Abschnitt der Altablagerungsböschung	– 19 m
mittlerer Abschnitt der Altablagerungsböschung	– 11 m
nach Süden auslaufender Abschnitt der Altablagerungsböschung	– 0 m.

Zwischenwerte vorgenannter Beträge können, über die Böschungsbreite, linear interpoliert werden.

Onlinedokument ohne Unterschrift

Dipl.-Geol. Stephan Kern



Verteiler per E-Mail:

Gemeindeverwaltung Budenheim, **Herrn Wilke** – mathias.wilke@budenheim.de

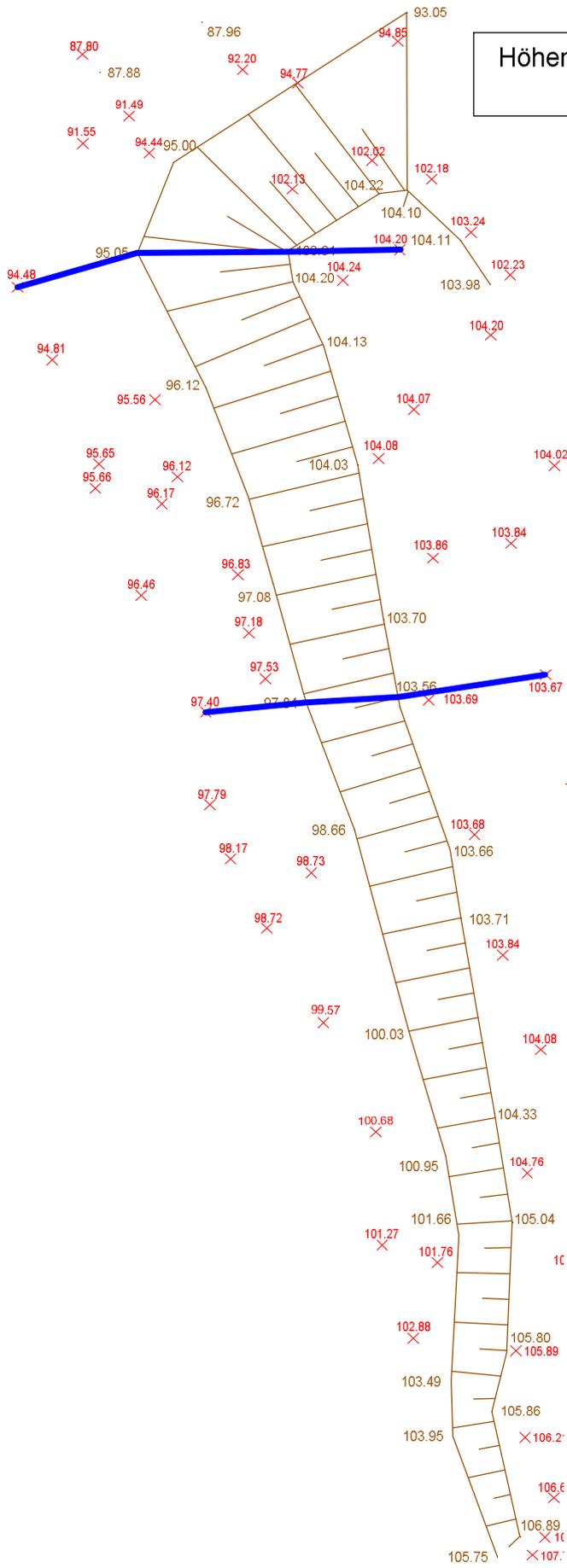
Gemeindeverwaltung Budenheim, **Herrn Kind** – markus.kind@budenheim.de

Ingenieurbüro Dörhöfer & Partner, **Herrn Dörhöfer** – dp@doerhoefer-planung.de

Ingenieurbüro Dörhöfer & Partner, **Herrn Eis** – eis@doerhoefer-planung.de



Höhenaufnahme der Altablagerungsböschung im östlichen B-Plan-Bereich



Schnitt A-A

Schnitt B-B



Kreuznacher Strasse 62 55576 Sprendlingen
Tel. 06701 / 200 955 Fax. 06701 / 200 7960
E-Mail: info@kern-geolabor.de

Bauvorhaben:

Entwurf des B-Plans „Wäldchenloch“ in 55257 Budenheim

Planbezeichnung:

Lageplan zur Lage der untersuchten Schnitte A-A und B-B

Auftraggeber:

Gemeindeverwaltung Budenheim
Berliner Straße 3
55257 Budenheim

Projekt-Nr.:

G 17-041-3

Maßstab:

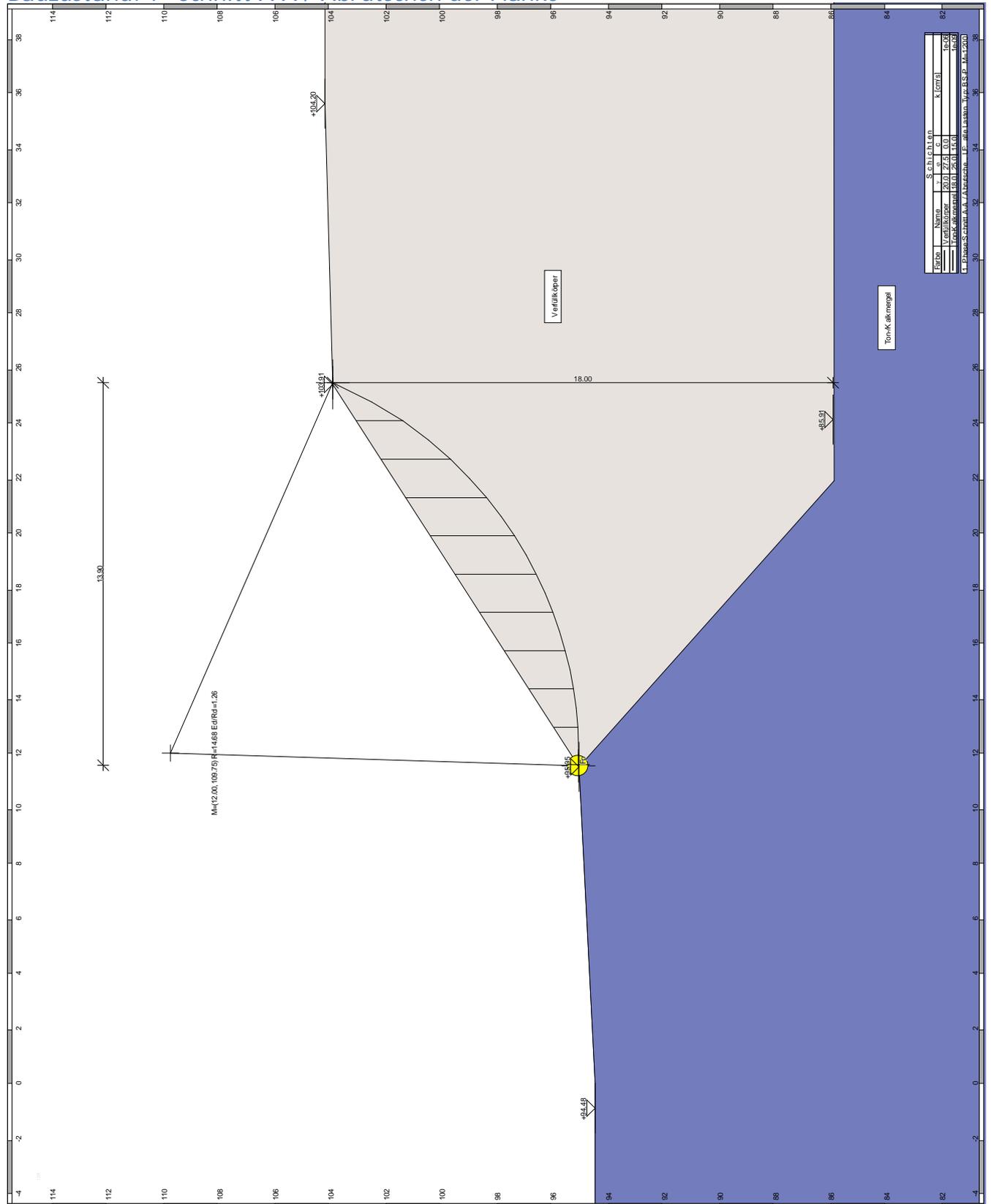
Verkleinerung aus 1 : 1000

Anlage

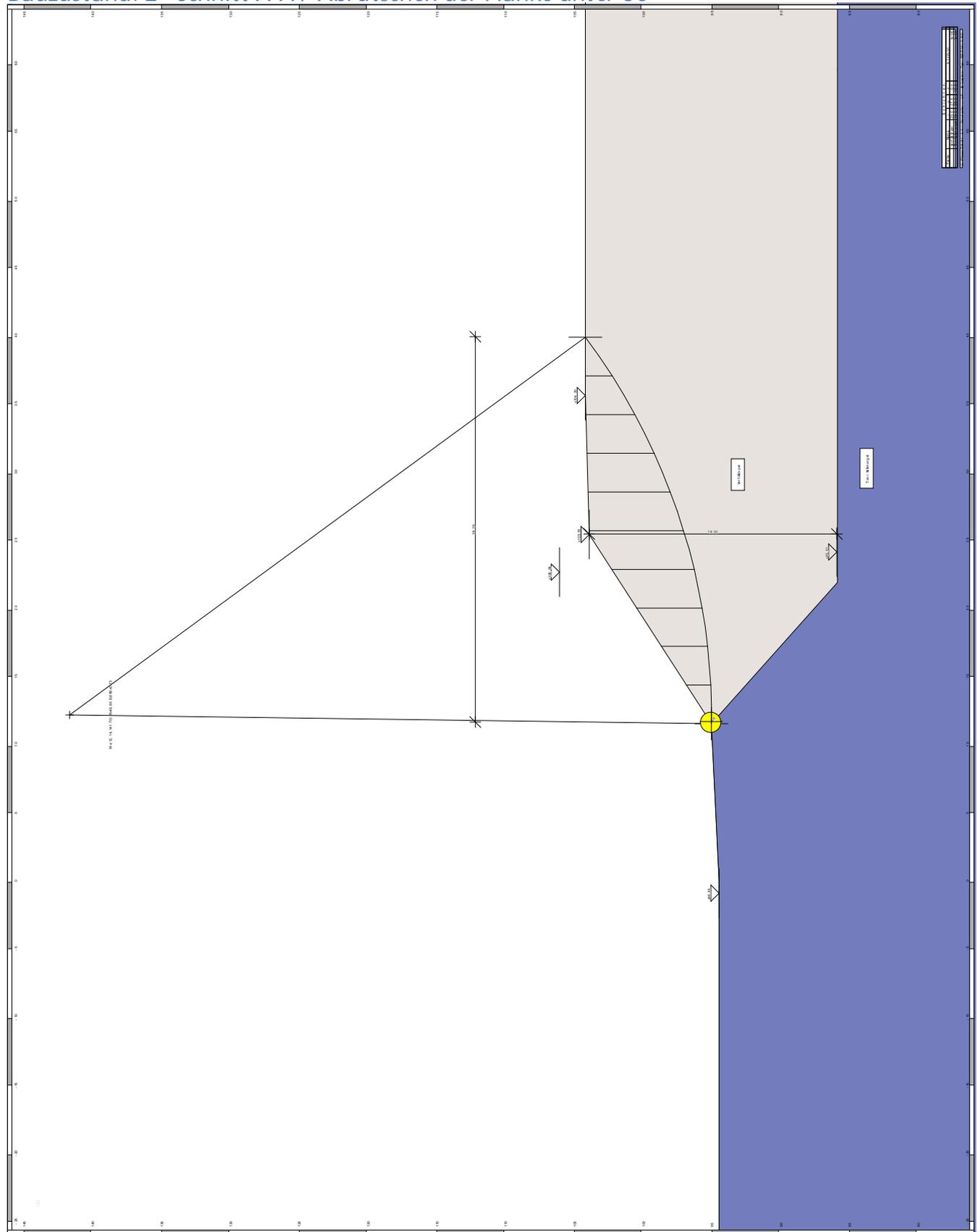
1

Übersicht der Bauphasen

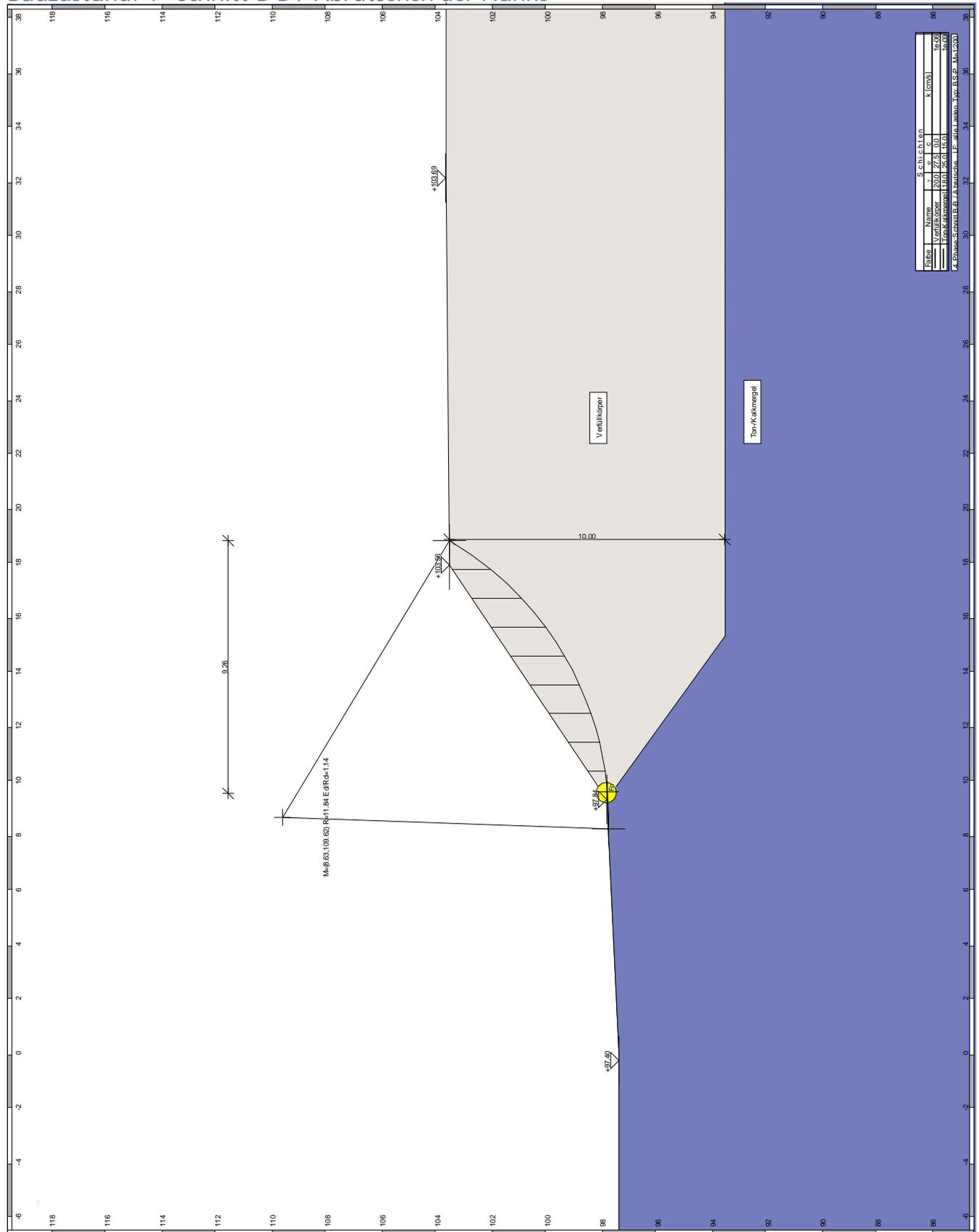
Bauzustand: 1 "Schnitt A-A / Abrutschen der Flanke"



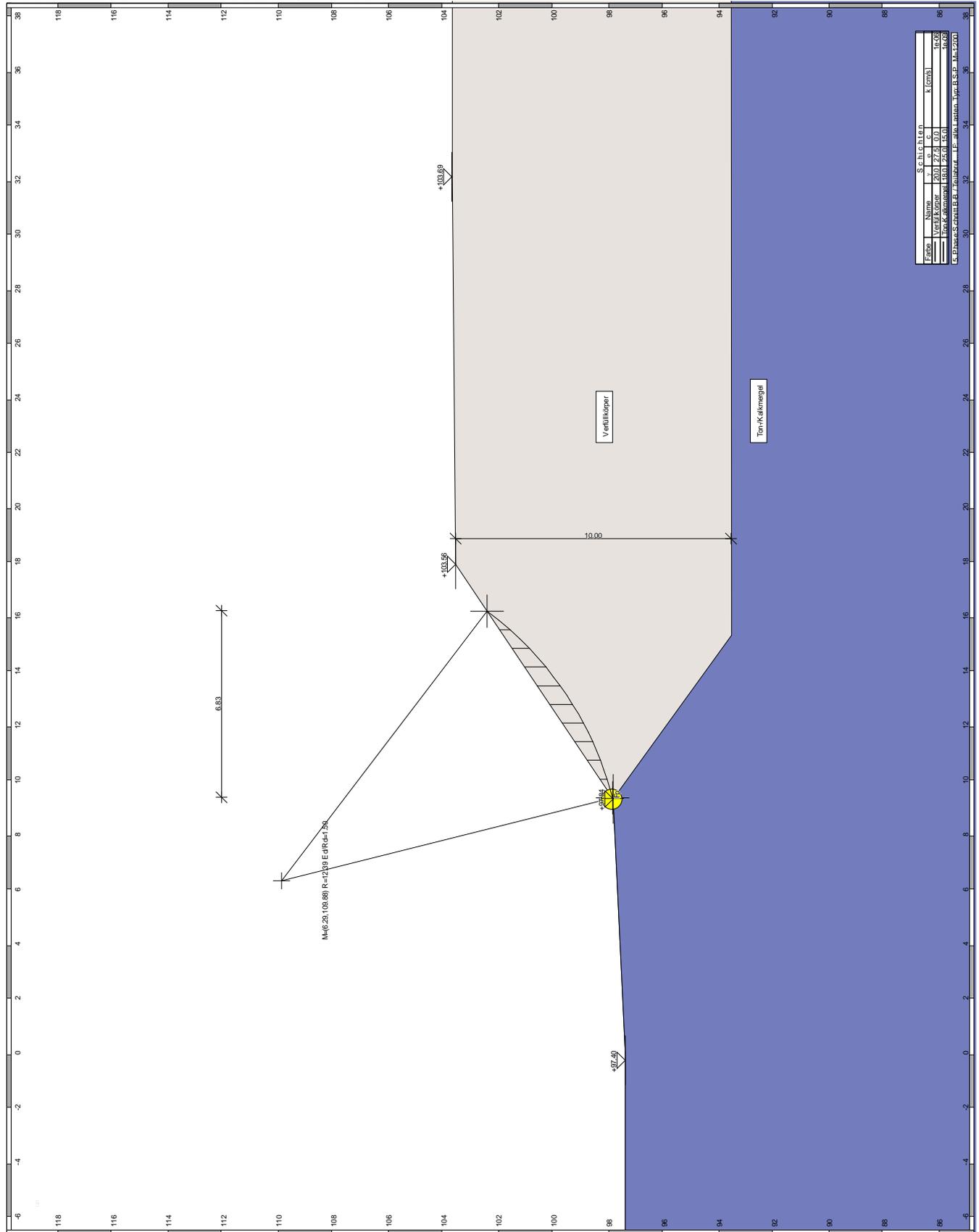
Bauzustand: 2 "Schnitt A-A / Abrutschen der Flanke unter 30°"



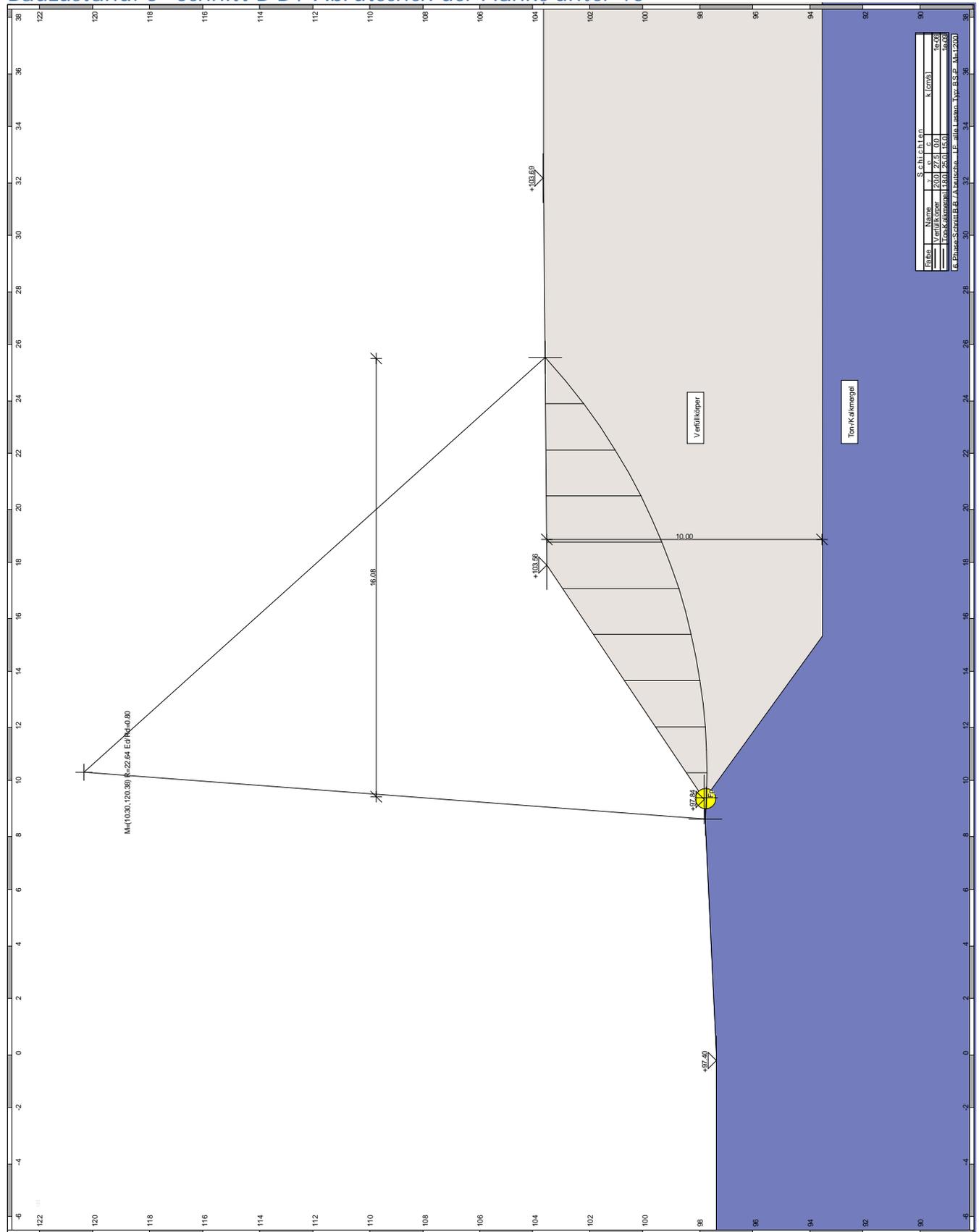
Bauzustand: 4 "Schnitt B-B / Abrutschen der Flanke"



Bauzustand: 5 "Schnitt B-B / Teilabrutschen der Flanke"



Bauzustand: 6 "Schnitt B-B / Abrutschen der Flanke unter 45°"



Normen

Nationales Anwendungsdokument: DIN 1054:2010 (rev 9)
 Geotechnische Nachweise : DIN EN 1997-1
 Stahlbetonbemessung : DIN EN 1992-1-1

Sicherheitsbeiwerte:

Erddruck auf die Wand: [GEO] A1 M1 R2

γ -	G,dst	E0G	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe	cu	g
BS-P	1.350	1.200	1	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.200	1.100	1	1.300	0	1	1	1	1
BS-A	1.100	1	1	1.100	0	1	1	1	1
BS-T/A	1.150	1.050	1	1.200	0	1	1	1	1
BS-E	1	1	1	0	1.250	1.400	1.400	1	1

KE-Mechanismus: [GEO] A2 M2 R3

γ -	G,dst	G,stb	W	Q,dst	Q,stb	phi	coe	cu
g	a,t	a,p	Gt	N				
BS-P	1	1	1	1.300	0	1.250	1.250	1.250
	1	1.100	1.100	1.400	1.400			
BS-T	1	1	1	1.200	0	1.150	1.150	1.150
	1	1.100	1.100	1.300	1.300			
BS-A	1	1	1	1	0	1.100	1.100	1.100
	1	1.100	1.100	1.200	1.200			
BS-T/A	1	1	1	1.100	0	1.125	1.125	1.125
	1	1.100	1.100	1.250	1.250			
BS-E	1	1	1	1	0	1.250	1.400	1.400
	1	1	1	1	1			

Schnittgrößen: [GEO] A1 M1 R2

γ -	G,dst	E0G	W	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe
cu	g	Re	P					
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400	1				
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300	1				
BS-A	1.100	1	1.100	1	1.100	0	1	1
	1	1	1.200	1				
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1	1.200	0	1	1
	1	1	1.250	1				
BS-E	1	1	1	1	0	1.250	1.400	1.400
	1.400	1	1	1				

Gleiten: [GEO] A1 M1 R2

γ -	G,dst	E0G	W	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe
cu	g	Rh						
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.100	1				
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.100	1				
BS-A	1.100	1	1.100	1	1.100	0	1	1
	1	1	1.100	1				
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1	1.200	0	1	1
	1	1	1.100	1				
BS-E	1	1	1	1	0	1.250	1.400	1.400
	1.400	1	1	1				

Grundbruch: [GEO] A1 M1 R2

γ - cu	G,dst g	E0G Rv	W	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe
BS-P	1.350	1.200	1.350	1	1.500	0	1	1
	1	1	1.400					
BS-T	1.200	1.100	1.200	1	1.300	0	1	1
	1	1	1.300					
BS-A	1.100	1	1.100	1	1.100	0	1	1
	1	1	1.200					
BS-T/A	1.150	1.050	1.150	1	1.200	0	1	1
	1	1	1.250					
BS-E	1	1	1	1	0	1.250	1.400	
	1.400	1	1					

Gleitkreis: [GEO] A2 M2 R3

γ - g	G,dst g	G,stb Re	Q,dst a,t	Q,stb a,p	W Gt	phi N	coe	cu
BS-P	1	1	1.300	0	1	1.250	1.250	1.250
	1	1	1.100	1.100	1.400	1.400		
BS-T	1	1	1.200	0	1	1.150	1.150	1.150
	1	1	1.100	1.100	1.300	1.300		
BS-A	1	1	1	0	1	1.100	1.100	1.100
	1	1	1.100	1.100	1.200	1.200		
BS-T/A	1	1	1.100	0	1	1.125	1.125	1.125
	1	1	1.100	1.100	1.250	1.250		
BS-E	1	1	1	0	1	1.250	1.400	1.400
	1	1	1	1	1			

Hydraulischer Grundbruch: [HYD] A1 M1 R1

γ -	G,dst	G,stb	Q,dst	H
BS-P	1.050	0.950	1.500	1.900
BS-T	1.050	0.950	1.300	1.900
BS-A	1.050	0.950	1	1.450
BS-T/A	1.050	0.950	1.150	1.675
BS-E	1	1	1	1

Versagen von Bauteilen: [STR] A1 M1 R1

γ -	M	Gtf	cd	N
BS-P	1.150	1.100	1	1.150
BS-T	1.150	1.100	1	1.150
BS-A	1.150	1.100	1	1.150
BS-T/A	1.150	1.100	1	1.150
BS-E	1	1	1	1

Stabilität: [EQU] A1 M1 R1

γ -	G,dst	G,stb	Q,dst	Q,stb	phi	coe	cu	g
BS-P	1.100	0.900	1.500	0	1	1	1	1
BS-T	1.050	0.900	1.250	0	1	1	1	1
BS-A	1	0.950	1	0	1.250	1.250	1.400	1
BS-T/A	1.025	0.925	1.125	0	1	1	1	1
BS-E	1	1	1	0	1.250	1.400	1.400	1

Bauzustand Nr. 1 "Schnitt A-A / Abrutschen der Flanke"

LF: alle Lasten Typ: BS-P

Schichtsystem mit 2 Schichten

- γ : Wichte im drainiertem Zustand
 γ, R (wassergesättigt) : Wichte des wassergesättigten Bodens (nicht unter Auftrieb) = $\gamma + 10$
 γ' : Wichte unter Auftrieb ($\gamma, R - 10$)
 ϕ : Reibungswinkel
 c : Kohäsion im drainiertem Zustand
 c, u : Kohäsion im undrainiertem Zustand
 δ, a : Wandreibungswinkel, aktiv
 δ, p : Wandreibungswinkel, passiv
 τ, gr : Grenzwert der Mantelreibung, τ_{gr}
 Ψ, A, max : Grenzwinkel zwischen Gleitrichtung des Bruchmechanismus und Nagelrichtung zur Bestimmung der Wirksamkeit selbstspannender Nägel
 k : Durchlässigkeit
 N_{sp} (Nutzbarer Speicherhohlraum): Nutzbarer Hohlraumanteil
 S (spez. Speicherkoef.) : Spezifischer Speicherkoeffizient

Name	Verfüllkörper	Ton-Kalkmergel	
γ [kN/m ³]	20	18	
γ, R [kN/m ³]	20	18	
γ' [kN/m ³]	10	8	
ϕ [°]	27.5	25	
c [kN/m ²]	0	15	
c, u [kN/m ²]	10	10	
δ, a [°]	20	20	
δ, p [°]	-20	-20	
τ, gr [kN/m ²]	110	110	
Ψ, A, max [°]	90	90	
k [cm/s]	1e-06	1e-09	
N_{sp} [%]	15	10	
S [1/m]	1e-06	10e-09	

Geländeverlauf:

x [m]	0.00	11.50	25.40	35.70
z [m]	94.48	95.05	103.91	104.20

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Ton-Kalkmergel:

x [m]	0.00	11.50	21.89	59.53
z [m]	94.48	95.05	85.87	85.89

Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GEO] A2 M2 R3, BS-P)

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb $R \cdot \sin(\phi)$ liegen.Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m² haben.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (12.00, 109.75), Radius = 14.68

Startpunkt = (11.55, 95.08), Endpunkt = (25.46, 103.91)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite b	dxM [m]	Gewicht z-Ri. [kN/m]	Auflast auflast [kN/m]	Wasser- [kN/m]	u*b [kN/m]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	θ [°]
1	12.24	1.39	0.24	12.5	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	0.95
2	13.64	1.39	1.64	34.7	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	6.40
3	15.03	1.39	3.03	53.1	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	11.91
4	16.42	1.39	4.42	67.6	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	17.52
5	17.81	1.39	5.81	77.9	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	23.32
6	19.20	1.39	7.20	83.4	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	29.39
7	20.59	1.39	8.59	83.3	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	35.84
8	21.99	1.39	9.99	76.2	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	42.88
9	23.38	1.39	11.38	59.6	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	50.83
10	24.77	1.39	12.77	27.6	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	60.47

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht [kN/m]	$G \cdot \sin(\theta)$ + c*b [kN/m]	$(G-u*b) \cdot \tan(\phi)$ tan(ϕ)+cos(θ) [kN/m]	$\mu \cdot \sin(\theta)$ [-]	T [kN/m]
1	12.48	0.21	5.20	1.008609	5.15
2	34.68	3.87	14.44	1.052333	13.72
3	53.13	10.96	22.13	1.086874	20.36
4	67.64	20.37	28.17	1.111790	25.34
5	77.91	30.85	32.45	1.126297	28.81
6	83.41	40.93	34.73	1.129132	30.76
7	83.31	48.78	34.69	1.118268	31.02
8	76.23	51.86	31.74	1.090308	29.12
9	59.59	46.20	24.82	1.038969	23.89
10	27.59	24.01	11.49	0.950063	12.10
	-----			-----	
	278.04			220.27	

Einwirkung $E_d = (278.0 \cdot 14.68)$ Widerstand $R_d = (220.3 \cdot 14.68 + 0.0)$ GLEITKREIS $\mu = E_d/R_d = 1.26 > 1.0$: Nachweis nicht erbracht.

Bauzustand Nr. 2 "Schnitt A-A / Abrutschen der Flanke unter 30°"

LF: alle Lasten Typ: BS-P

Schichtsystem mit 2 Schichten

- γ : Wichte im drainiertem Zustand
 γ, R (wassergesättigt) : Wichte des wassergesättigten Bodens (nicht unter Auftrieb) = $\gamma + 10$
 γ' : Wichte unter Auftrieb ($\gamma, R - 10$)
 ϕ : Reibungswinkel
 c : Kohäsion im drainiertem Zustand
 c, u : Kohäsion im undrainiertem Zustand
 δ, a : Wandreibungswinkel, aktiv
 δ, p : Wandreibungswinkel, passiv
 τ, gr : Grenzwert der Mantelreibung, τ_{gr}
 Ψ, A, max : Grenzwinkel zwischen Gleitrichtung des Bruchmechanismus und Nagelrichtung zur Bestimmung der Wirksamkeit selbstspannender Nägel
 k : Durchlässigkeit
 N_{sp} (Nutzbarer Speicherhohlraum): Nutzbarer Hohlraumanteil
 S (spez. Speicherkoef.) : Spezifischer Speicherkoeffizient

Name	Verfüllkörper	Ton-Kalkmergel	
γ [kN/m ³]	20	18	
γ, R [kN/m ³]	20	18	
γ' [kN/m ³]	10	8	
ϕ [°]	27.5	25	
c [kN/m ²]	0	15	
c, u [kN/m ²]	10	10	
δ, a [°]	20	20	
δ, p [°]	-20	-20	
τ, gr [kN/m ²]	110	110	
Ψ, A, max [°]	90	90	
k [cm/s]	1e-06	1e-09	
N_{sp} [%]	15	10	
S [1/m]	1e-06	10e-09	

Geländeverlauf:

x [m]	0.00	11.50	25.40	35.70
z [m]	94.48	95.05	103.91	104.20

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Ton-Kalkmergel:

x [m]	0.00	11.50	21.89	59.53
z [m]	94.48	95.05	85.87	85.89

Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GEO] A2 M2 R3, BS-P)

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb $R \cdot \sin(\phi)$ liegen.Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m² haben.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (12.14, 141.70), Radius = 46.65

Startpunkt = (11.50, 95.05), Endpunkt = (39.89, 104.20)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite b	dxM	Gewicht z-Ri.	Auflast	Wasser- auflast	u*b	ϕ	c	θ
	[m]	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[°]	[kN/m ²]	[°]
1	12.92	2.84	0.78	51.2	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	0.96
2	15.76	2.84	3.62	146.4	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	4.45
3	18.60	2.84	6.46	231.6	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	7.96
4	21.44	2.84	9.30	306.7	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	11.50
5	24.28	2.84	12.14	370.8	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	15.08
6	27.12	2.84	14.98	365.7	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	18.73
7	29.96	2.84	17.82	309.7	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	22.45
8	32.80	2.84	20.66	241.3	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	26.28
9	35.63	2.84	23.49	158.6	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	30.24
10	38.47	2.84	26.33	57.3	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	34.36

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht	$G \cdot \sin(\theta)$	$(G-u \cdot b) \cdot \tan(\phi) + c \cdot b$	$\mu \cdot \sin(\theta) \cdot \tan(\phi) + \cos(\theta)$	T
	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[-]	[kN/m]
1	51.25	0.86	21.34	1.004950	21.24
2	146.37	11.36	60.96	1.020546	59.73
3	231.59	32.07	96.45	1.032401	93.42
4	306.70	61.14	127.73	1.040440	122.76
5	370.84	96.49	154.44	1.044539	147.85
6	365.73	117.41	152.31	1.044518	145.82
7	309.72	118.28	128.98	1.040131	124.01
8	241.26	106.82	100.47	1.031044	97.45
9	158.64	79.89	66.06	1.016807	64.97
10	57.35	32.37	23.88	0.996807	23.96
	-----			-----	
	656.68			901.21	

Einwirkung $E_d = (656.7 \cdot 46.65)$

Widerstand $R_d = (901.2 \cdot 46.65 + 0.0)$

GLEITKREIS $\mu = E_d/R_d = 0.73 < 1.0$: Nachweis erbracht.

Bauzustand Nr. 3 "Schnitt A-A / Abrutschen der Flanke unter 45°"

LF: alle Lasten Typ: BS-P

Schichtsystem mit 2 Schichten

- γ : Wichte im drainiertem Zustand
 γ, R (wassergesättigt) : Wichte des wassergesättigten Bodens (nicht unter Auftrieb) = $\gamma + 10$
 γ' : Wichte unter Auftrieb ($\gamma, R - 10$)
 ϕ : Reibungswinkel
 c : Kohäsion im drainiertem Zustand
 c, u : Kohäsion im undrainiertem Zustand
 δ, a : Wandreibungswinkel, aktiv
 δ, p : Wandreibungswinkel, passiv
 τ, gr : Grenzwert der Mantelreibung, τ_{gr}
 Ψ, A, max : Grenzwinkel zwischen Gleitrichtung des Bruchmechanismus und Nagelrichtung zur Bestimmung der Wirksamkeit selbstspannender Nägel
 k : Durchlässigkeit
 N_{sp} (Nutzbarer Speicherhohlraum): Nutzbarer Hohlraumanteil
 S (spez. Speicherkoef.) : Spezifischer Speicherkoeffizient

Name	Verfüllkörper	Ton-Kalkmergel	
γ	[kN/m ³]	20	18
γ, R	[kN/m ³]	20	18
γ'	[kN/m ³]	10	8
ϕ	[°]	27.5	25
c	[kN/m ²]	0	15
c, u	[kN/m ²]	10	10
δ, a	[°]	20	20
δ, p	[°]	-20	-20
τ, gr	[kN/m ²]	110	110
Ψ, A, max	[°]	90	90
k	[cm/s]	1e-06	1e-09
N_{sp}	[%]	15	10
S	[1/m]	1e-06	10e-09

Geländeverlauf:

x [m]	0.00	11.50	25.40	35.70
z [m]	94.48	95.05	103.91	104.20

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Ton-Kalkmergel:

x [m]	0.00	11.50	21.89	59.53
z [m]	94.48	95.05	85.87	85.89

Gleitkreismachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GEO] A2 M2 R3, BS-P)

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb $R \cdot \sin(\phi)$ liegen.Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m² haben.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (10.13, 132.88), Radius = 37.78

Startpunkt = (11.63, 95.13), Endpunkt = (34.69, 104.17)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite b	dxM [m]	Gewicht z-Ri. [kN/m]	Auflast auflast [kN/m]	Wasser- [kN/m]	u*b [kN/m]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	θ [°]
1	12.78	2.31	2.65	31.0	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	4.02
2	15.08	2.31	4.95	88.0	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	7.54
3	17.39	2.31	7.26	138.4	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	11.08
4	19.70	2.31	9.57	181.9	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	14.67
5	22.00	2.31	11.87	218.2	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	18.32
6	24.31	2.31	14.18	246.9	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	22.05
7	26.62	2.31	16.49	233.3	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	25.87
8	28.92	2.31	18.79	180.0	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	29.83
9	31.23	2.31	21.10	116.8	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	33.95
10	33.54	2.31	23.41	42.2	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	38.28

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht [kN/m]	$G \cdot \sin(\theta)$ + c*b [kN/m]	$(G-u*b) \cdot \tan(\phi)$ tan(phi)+cos(theta) [kN/m]	$\mu \cdot \sin(\theta)$ [-]	T [kN/m]
1	30.98	2.17	12.90	1.024204	12.60
2	88.03	11.55	36.66	1.041248	35.21
3	138.40	26.60	57.64	1.054462	54.66
4	181.90	46.06	75.75	1.063729	71.21
5	218.21	68.58	90.87	1.068873	85.02
6	246.89	92.67	102.82	1.069655	96.12
7	233.26	101.79	97.14	1.065747	91.15
8	180.05	89.56	74.98	1.056711	70.96
9	116.85	65.26	48.66	1.041946	46.70
10	42.22	26.15	17.58	1.020624	17.23
-----		-----			
		530.40		580.86	

Einwirkung $E_d = (530.4 \cdot 37.78)$ Widerstand $R_d = (580.9 \cdot 37.78 + 0.0)$

$GLEITKREIS \mu = E_d/R_d = 0.91 < 1.0: \text{Nachweis erbracht.}$
--

Bauzustand Nr. 4 "Schnitt B-B / Abrutschen der Flanke"

LF: alle Lasten Typ: BS-P

Schichtsystem mit 2 Schichten

- γ : Wichte im drainiertem Zustand
 γ, R (wassergesättigt) : Wichte des wassergesättigten Bodens (nicht unter Auftrieb) = $\gamma + 10$
 γ' : Wichte unter Auftrieb ($\gamma, R - 10$)
 ϕ : Reibungswinkel
 c : Kohäsion im drainiertem Zustand
 c, u : Kohäsion im undrainiertem Zustand
 δ, a : Wandreibungswinkel, aktiv
 δ, p : Wandreibungswinkel, passiv
 τ, gr : Grenzwert der Mantelreibung, τ_{gr}
 Ψ, A, max : Grenzwinkel zwischen Gleitrichtung des Bruchmechanismus und Nagelrichtung zur Bestimmung der Wirksamkeit selbstspannender Nägel
 k : Durchlässigkeit
 N_{sp} (Nutzbarer Speicherhohlraum): Nutzbarer Hohlraumanteil
 S (spez. Speicherkoef.) : Spezifischer Speicherkoeffizient

Name	Verfüllkörper Ton-Kalkmergel		
γ [kN/m ³]	20	18	
γ, R [kN/m ³]	20	18	
γ' [kN/m ³]	10	8	
ϕ [°]	27.5	25	
c [kN/m ²]	0	15	
c, u [kN/m ²]	10	10	
δ, a [°]	20	20	
δ, p [°]	-20	-20	
τ, gr [kN/m ²]	110	110	
Ψ, A, max [°]	90	90	
k [cm/s]	1e-06	1e-09	
N_{sp} [%]	15	10	
S [1/m]	1e-06	10e-09	

Geländeverlauf:

x [m]	0.00	9.30	17.89	32.10
z [m]	97.40	97.84	103.55	103.67

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Ton-Kalkmergel:

x [m]	0.00	9.30	15.30	59.53
z [m]	97.40	97.84	93.53	93.55

Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GEO] A2 M2 R3, BS-P)

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb $R \cdot \sin(\phi)$ liegen.Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m² haben.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (8.63, 109.62), Radius = 11.84

Startpunkt = (8.22, 97.79), Endpunkt = (18.80, 103.56)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite b	dxM [m]	Gewicht z-Ri. [kN/m]	Auflast auflast [kN/m]	Wasser- [kN/m]	u*b [kN/m]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	θ [°]
1	8.75	1.06	0.12	0.6	0.0	0.0	0.0	20.46	12.00	0.58
2	9.81	1.06	1.18	7.1	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	5.71
3	10.86	1.06	2.23	18.7	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	10.88
4	11.92	1.06	3.29	28.2	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	16.15
5	12.98	1.06	4.35	35.5	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	21.56
6	14.04	1.06	5.41	40.2	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	27.18
7	15.10	1.06	6.47	42.1	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	33.11
8	16.15	1.06	7.52	40.5	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	39.46
9	17.21	1.06	8.58	34.6	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	46.46
10	18.27	1.06	9.64	16.9	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	54.51

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht [kN/m]	$G \cdot \sin(\theta)$ + c*b [kN/m]	$(G-u*b) \cdot \tan(\phi)$ tan(ϕ)+cos(θ) [kN/m]	$\mu \cdot \sin(\theta)$ [-]	T [kN/m]
1	0.60	0.01	12.92	1.004218	12.86
2	7.12	0.71	2.97	1.042121	2.85
3	18.73	3.54	7.80	1.071407	7.28
4	28.23	7.85	11.76	1.092242	10.76
5	35.46	13.03	14.77	1.104039	13.38
6	40.20	18.36	16.74	1.105871	15.14
7	42.08	22.98	17.52	1.096292	15.99
8	40.53	25.76	16.88	1.073006	15.73
9	34.56	25.06	14.39	1.032109	13.95
10	16.89	13.76	7.04	0.966076	7.28
	-----	-----		-----	
	131.05			115.21	

Einwirkung $E_d = (131.0 \cdot 11.84)$ Widerstand $R_d = (115.2 \cdot 11.84 + 0.0)$ GLEITKREIS $\mu = E_d/R_d = 1.14 > 1.0$: Nachweis nicht erbracht.

Bauzustand Nr. 5 "Schnitt B-B / Teilabrutschen der Flanke"

LF: alle Lasten Typ: BS-P

Schichtsystem mit 2 Schichten

- γ : Wichte im drainiertem Zustand
 γ, R (wassergesättigt) : Wichte des wassergesättigten Bodens (nicht unter Auftrieb) = $\gamma + 10$
 γ' : Wichte unter Auftrieb ($\gamma, R - 10$)
 ϕ : Reibungswinkel
 c : Kohäsion im drainiertem Zustand
 c, u : Kohäsion im undrainiertem Zustand
 δ, a : Wandreibungswinkel, aktiv
 δ, p : Wandreibungswinkel, passiv
 τ, gr : Grenzwert der Mantelreibung, τ_{gr}
 Ψ, A, max : Grenzwinkel zwischen Gleitrichtung des Bruchmechanismus und Nagelrichtung zur Bestimmung der Wirksamkeit selbstspannender Nägel
 k : Durchlässigkeit
 N_{sp} (Nutzbarer Speicherhohlraum): Nutzbarer Hohlraumanteil
 S (spez. Speicherkoef.) : Spezifischer Speicherkoeffizient

Name	Verfüllkörper	Ton-Kalkmergel	
γ	[kN/m ³]	20	18
γ, R	[kN/m ³]	20	18
γ'	[kN/m ³]	10	8
ϕ	[°]	27.5	25
c	[kN/m ²]	0	15
c, u	[kN/m ²]	10	10
δ, a	[°]	20	20
δ, p	[°]	-20	-20
τ, gr	[kN/m ²]	110	110
Ψ, A, max	[°]	90	90
k	[cm/s]	1e-06	1e-09
N_{sp}	[%]	15	10
S	[1/m]	1e-06	10e-09

Geländeverlauf:

x [m]	0.00	9.30	17.89	32.10
z [m]	97.40	97.84	103.55	103.67

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Ton-Kalkmergel:

x [m]	0.00	9.30	15.30	59.53
z [m]	97.40	97.84	93.53	93.55

Gleitkreismachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GEO] A2 M2 R3, BS-P)

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb $R \cdot \sin(\phi)$ liegen.Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m² haben.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (6.29, 109.88), Radius = 12.39

Startpunkt = (9.34, 97.87), Endpunkt = (16.18, 102.42)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite b	dxM [m]	Gewicht z-Ri. [kN/m]	Auflast auflast [kN/m]	Wasser- [kN/m]	u*b [kN/m]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	θ [°]
1	9.68	0.68	3.39	1.9	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	15.90
2	10.37	0.68	4.08	5.1	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	19.21
3	11.05	0.68	4.76	7.8	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	22.60
4	11.74	0.68	5.45	9.7	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	26.07
5	12.42	0.68	6.13	11.0	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	29.65
6	13.11	0.68	6.82	11.5	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	33.36
7	13.79	0.68	7.50	11.1	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	37.24
8	14.47	0.68	8.18	9.7	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	41.32
9	15.16	0.68	8.87	7.0	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	45.68
10	15.84	0.68	9.55	2.8	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	50.42

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht [kN/m]	$G \cdot \sin(\theta)$ + c*b [kN/m]	$(G-u*b) \cdot \tan(\phi)$ tan(ϕ)+cos(θ) [kN/m]	$\mu \cdot \sin(\theta)$ [-]	T [kN/m]
1	1.85	0.51	0.77	1.132304	0.68
2	5.11	1.68	2.13	1.149213	1.85
3	7.76	2.98	3.23	1.162499	2.78
4	9.75	4.28	4.06	1.171905	3.46
5	11.02	5.45	4.59	1.177099	3.90
6	11.51	6.33	4.79	1.177637	4.07
7	11.10	6.72	4.62	1.172928	3.94
8	9.67	6.38	4.03	1.162152	3.46
9	7.01	5.01	2.92	1.144134	2.55
10	2.81	2.17	1.17	1.117091	1.05
	-----	-----		-----	
	41.52			27.75	

Einwirkung $E_d = (41.5 \cdot 12.39)$ Widerstand $R_d = (27.7 \cdot 12.39 + 0.0)$ GLEITKREIS $\mu = E_d/R_d = 1.50 > 1.0$: Nachweis nicht erbracht.

Bauzustand Nr. 6 "Schnitt B-B / Abrutschen der Flanke unter 45°"

LF: alle Lasten Typ: BS-P

Schichtsystem mit 2 Schichten

- γ : Wichte im drainiertem Zustand
 γ, R (wassergesättigt) : Wichte des wassergesättigten Bodens (nicht unter Auftrieb) = $\gamma' + 10$
 γ' : Wichte unter Auftrieb ($\gamma, R - 10$)
 ϕ : Reibungswinkel
 c : Kohäsion im drainiertem Zustand
 c, u : Kohäsion im undrainiertem Zustand
 δ, a : Wandreibungswinkel, aktiv
 δ, p : Wandreibungswinkel, passiv
 τ, gr : Grenzwert der Mantelreibung, τ_{gr}
 Ψ, A, max : Grenzwinkel zwischen Gleitrichtung des Bruchmechanismus und Nagelrichtung zur Bestimmung der Wirksamkeit selbstspannender Nägel
 k : Durchlässigkeit
 N_{sp} (Nutzbarer Speicherhohlraum): Nutzbarer Hohlraumanteil
 S (spez. Speicherkoef.) : Spezifischer Speicherkoeffizient

Name	Verfüllkörper	Ton-Kalkmergel	
γ [kN/m ³]	20	18	
γ, R [kN/m ³]	20	18	
γ' [kN/m ³]	10	8	
ϕ [°]	27.5	25	
c [kN/m ²]	0	15	
c, u [kN/m ²]	10	10	
δ, a [°]	20	20	
δ, p [°]	-20	-20	
τ, gr [kN/m ²]	110	110	
Ψ, A, max [°]	90	90	
k [cm/s]	1e-06	1e-09	
N_{sp} [%]	15	10	
S [1/m]	1e-06	10e-09	

Geländeverlauf:

x [m]	0.00	9.30	17.89	32.10
z [m]	97.40	97.84	103.55	103.67

Verlauf Oberkante der 2. Schicht Ton-Kalkmergel:

x [m]	0.00	9.30	15.30	59.53
z [m]	97.40	97.84	93.53	93.55

Gleitkreisnachweis

LF: alle Lasten Typ: BS-P (Kombination: [GEO] A2 M2 R3, BS-P)

Vertikale veränderliche Lasten wirken nur, falls sie ausserhalb $R \cdot \sin(\phi)$ liegen.Die autom. Gleitkreissuche berücksichtigt nur Kreise, die mit dem Gelände eine Schnittfläche von mindestens 0.25 m² haben.

Die Gleitkreisberechnung erlaubt nur kreisförmige Gleitlinien (keine Übergänge in vertikale Tangenten).

Kreisgeometrie (alle Längen- und Koordinatenangaben in [m])

Mittelpunkt = (10.30, 120.38), Radius = 22.64

Startpunkt = (8.58, 97.81), Endpunkt = (25.51, 103.61)

Lamellengeometrie:

Nr	x	Breite b	dxM [m]	Gewicht z-Ri. [kN/m]	Auflast auflast [kN/m]	Wasser- [kN/m]	u*b [kN/m]	ϕ [°]	c [kN/m ²]	θ [°]
1	9.43	1.69	-0.87	8.8	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	-2.21
2	11.12	1.69	0.82	43.8	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	2.08
3	12.81	1.69	2.51	77.7	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	6.37
4	14.51	1.69	4.21	107.2	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	10.71
5	16.20	1.69	5.90	132.2	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	15.11
6	17.89	1.69	7.59	147.7	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	19.60
7	19.59	1.69	9.29	129.8	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	24.22
8	21.28	1.69	10.98	101.5	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	29.01
9	22.97	1.69	12.67	66.8	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	34.04
10	24.67	1.69	14.37	24.5	0.0	0.0	0.0	22.61	0.00	39.39

Anteile vertikale Lasten:

Nr	Gewicht [kN/m]	$G \cdot \sin(\theta)$ + c*b [kN/m]	$(G-u*b) \cdot \tan(\phi)$ tan(phi)+cos(theta) [kN/m]	$\mu \cdot \sin(\theta)$ [-]	T [kN/m]
1	8.85	-0.34	3.69	0.986407	3.74
2	43.84	1.59	18.26	1.011404	18.05
3	77.73	8.63	32.37	1.030787	31.40
4	107.24	19.93	44.66	1.044461	42.76
5	132.22	34.46	55.06	1.052228	52.33
6	147.68	49.53	61.50	1.053765	58.36
7	129.76	53.23	54.04	1.048593	51.54
8	101.51	49.23	42.27	1.036019	40.80
9	66.81	37.40	27.82	1.015041	27.41
10	24.52	15.56	10.21	0.984162	10.37
-----		-----			
		269.21		336.76	

Einwirkung $E_d = (269.2 \cdot 22.64)$ Widerstand $R_d = (336.8 \cdot 22.64 + 0.0)$

$GLEITKREIS \mu = E_d/R_d = 0.80 < 1.0: \text{Nachweis erbracht.}$
--