

Beilage Nr. 01.94.03

Kanton Bern

Gemeinde Grosshöchstetten

BLS-Strecke 15 BTB (Hasle) - (Konolfingen) - (Thun)

Grosshöchstetten

Erneuerung Grosshöchstettentunnel

km 13.475 - 14.533

IC/003635

Auflageprojekt 2026

Statischer Bericht Gabionen bei Schächten

BLS Netz AG Projekte & Technologie Freiburgstrasse 130, CH-3001 Bern	Verfasst: Name: Martin Hürzeler	Geprüft: Name: Daniel Hofer
Yves Zollinger Leiter Multiprojekte & Ingenieurbau BLS Simon Peter GPL BLS	Rev. Bemerkungen	Datum:
	Erstausgabe	01.07.2026
	A	
	B	
	C	
	D	
VERFASSTER: Rothpletz, Lienhard + Cie AG Aarauerstrasse 50 4600 Olten Projektallianz Grosshöchstettentunnel      	E	
	F	

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen Bemessung	1
1.1	Konzept Baugrube und Gabionen	1
1.2	Massgebende Lasten	2
1.3	Baugrund	2
1.4	Erdbeben	3
1.5	Bemessung	4
2	Nachweis erste Etappe	5
2.1	Nachweis Standsicherheit	5
3	Nachweis zweite Etappe inkl. Nägel	6
3.1	Nachweis Nagelwand	6
4	Nachweis dritte Etappe inkl. Nägel	7
4.1	Nachweis Nagelwand	7
5	Nachweis Spritzbetonschale Baugrube	8
6	Endzustand	9
6.1	Nachweis Steinkörbe	9
6.2	Nachweis Standsicherheit	9
7	Ergebnisse	10
7.1	Baugrube	10
7.2	Spritzbeton Baugrube	10
7.3	Gabionen Endzustand	10
8	Grundlagen	11

Anhänge

- A. Nachweis Standsicherheit Baugrube 1. Etappe**
- B. Nachweis Standsicherheit Baugrube 2. Etappe**
- C. Nachweis Standsicherheit Baugrube 3. Etappe**
- D. Nachweis Spritzbeton Baugrube**
- E. Ersatzkraftverfahren Erdbeben**
- F. Nachweis Endzustand**

Aus dem Bauablauf ergeben sich folgende massgebende Querprofile für die Nachweise:

- Einschnitt erste Etappe
- Einschnitt zweite Etappe inkl. 1. Nagelreihe
- Einschnitt dritte Etappe inkl. 1. & 2. Nagelreihe
- Endzustand Tragwerk aus Gabionen

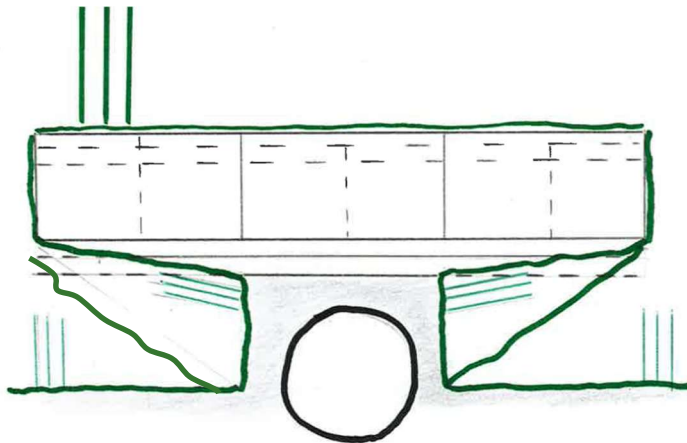


Abbildung 1-2: Situation mit 6 m Gabionen und seitlich frei Böschchen

1.2 Massgebende Lasten

Die Keller unter den Wohngebäuden führen zu einer Entlastung (fehlender Baugrund), daher wird auf die zusätzliche Auflast von Wohnbauten verzichtet. Als massgebender Schnitt wird eine Nutzlast eines Unterhaltsfahrzeug ab der Böschungskante berücksichtigt:

Typ	Flächenlast
Nutzlast, Unterhaltsfahrzeug	5.0 kN/m ²

1.3 Baugrund

Folgende charakteristische geotechnische Kennwerte wurden gemäss Projektbasis für den Baugrund angenommen:

Name	Wert
Dichte γ	21.5 kN/m ³
Kohäsion	4.0 kN/m ²
Reibungswinkel φ	38°

Ebenfalls wird ein Erddruck von mindestens 5 kN/m² berücksichtigt. Sämtliche Nachweise wurden mit dem aktiven Erddruck gerechnet, wie in der Projektbasis für Stützbauwerke

definiert. Aufgrund von Rückrechnungen in der Beilage Nr. 01.94.02 (Statischer Bericht Einschnitt) sind im Endzustand eine Kohäsion von 6.2 kN/m^2 anzunehmen. Für die Bemessung der Nägel wird gemäss dem geologischen Bericht (Beilage Nr. 10.05.02) eine charakteristische Mantelreibung von 100.0 kN/m^2 angenommen. Dieser Wert ist insbesondere in den oberflächennahen Schichten anhand von Versuchen zu überprüfen und die Bemessung entsprechend den Resultaten zu optimieren.

Da der Grundwasserstand sich deutlich unterhalb der Gleisachse befindet, wird dieser in den Nachweisen nicht berücksichtigt.

1.4 Erdbeben

Abweichend zu den Bestandesbauwerken, werden die Gabionen nach SIA 267 7.2.3 beurteilt, weshalb eine Vernachlässigung der Bemessungssituation Erdbeben nicht zulässig ist.

Die Einwirkung aufgrund Erdbeben wurde nach dem Ersatzkraftverfahren ermittelt und als aussergewöhnliche Last in Larix implementiert. Es wurden horizontale und vertikale Erdbebeneinwirkungen berücksichtigt. Der Verlauf der Stützkraft in Abhängigkeit des Bruchwinkels ist in folgendem Diagramm dargestellt:

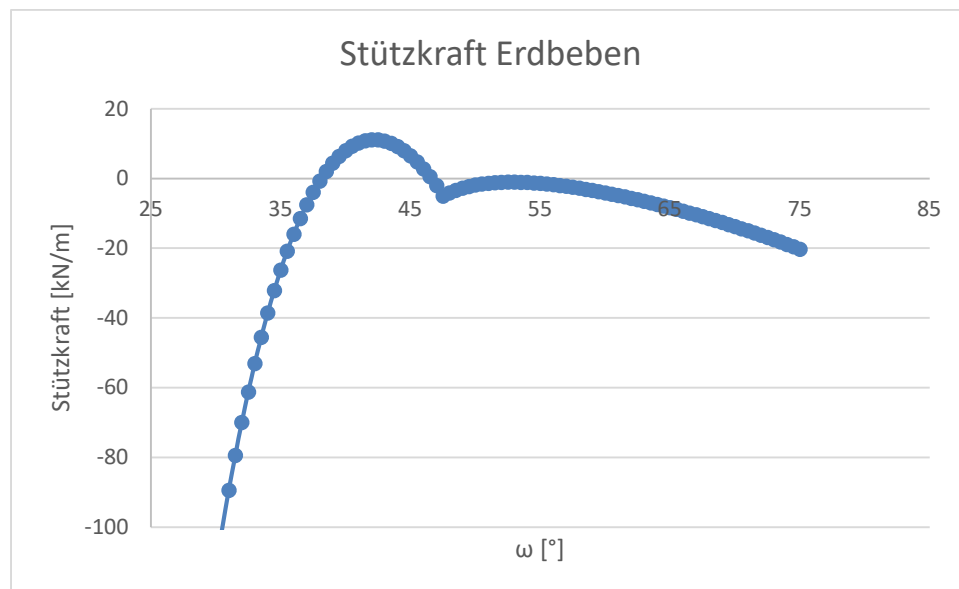


Abbildung 1-3: Stützkraft Erdbeben

Die Berechnung der Ersatzkraft ist in Anhang C dokumentiert.

1.5 Bemessung

Die Berechnungen erfolgen mithilfe des Programms Larix 9 (Cubus AG) mit Partialsicherheitsfaktoren. Die verwendeten Partialsicherheitsfaktoren sind an entsprechender Stelle dokumentiert:

Nachweis	
Baugrube Etappe 1 GZ Typ 3	Anhang A, Seite A-2
Baugrube Etappe 2a GZ Typ 3	Anhang B, Seite B-3
Baugrube Etappe 2b GZ Typ 3	Anhang B, Seite B-6 & B-7
Baugrube Etappe 3 GZ Typ 3	Anhang C, Seite C-2 & C-3
Nachweis Spritzbeton GZ Typ 2	Anhang D, Seite D-11
Nachweis Endzustand GZ Typ 1 & 2	Anhang F, Seite F-4 & F-5
Nachweis Endzustand GZ Typ 3	Anhang F, Seite F-14

Die daraus generierten Lastfälle sind für die jeweiligen Typen von Grenzzustände auf folgenden Seiten ersichtlich:

Nachweis	
Baugrube Etappe 1 GZ Typ 3	Anhang A, Seite A-2
Baugrube Etappe 2a GZ Typ 3	Anhang B, Seite B-3
Baugrube Etappe 2b GZ Typ 3	Anhang B, Seite B-6
Baugrube Etappe 3 GZ Typ 3	Anhang C, Seite C-2
Nachweis Spritzbeton GZ Typ 2	Anhang D, Seite D-11
Nachweis Endzustand GZ Typ 1 & 2	Anhang F, Seite F-3 & F-4
Nachweis Endzustand GZ Typ 3	Anhang F, Seite F-15

2 Nachweis erste Etappe

2.1 Nachweis Standsicherheit

Der Nachweis wurde in Larix 9 erbracht (Details siehe Anhang A). Massgebend ist der Bauzustand ohne Nägel, daher wurden diese im Nachweis für diese Etappe nicht berücksichtigt.

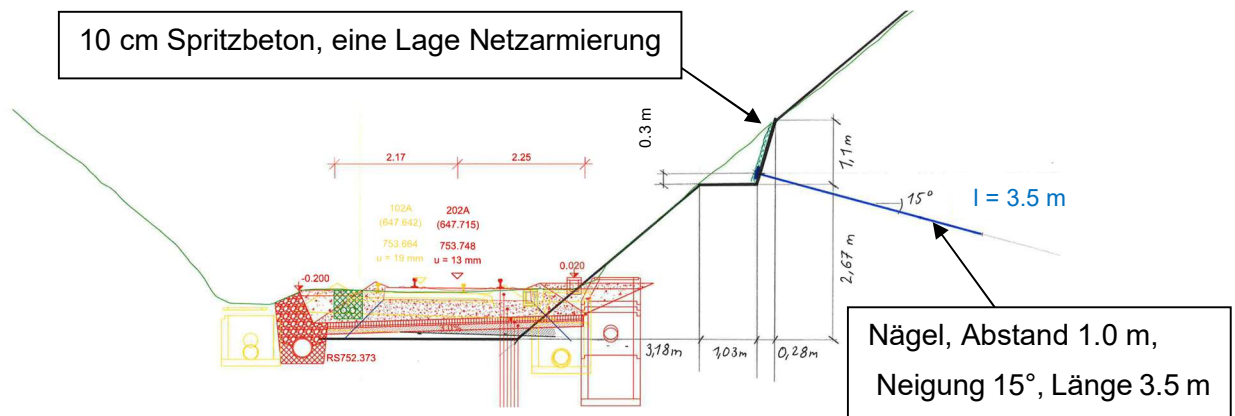


Abbildung 2-2-1: Querprofil Etappe 1

3 Nachweis zweite Etappe inkl. Nägel

3.1 Nachweis Nagelwand

Der Nachweis wurde in Larix 9 erbracht (Details siehe Anhang B). Da die untere Reihe Nägel erst am Ende der Etappe gebohrt werden, sind diese in den Berechnungen nicht berücksichtigt.

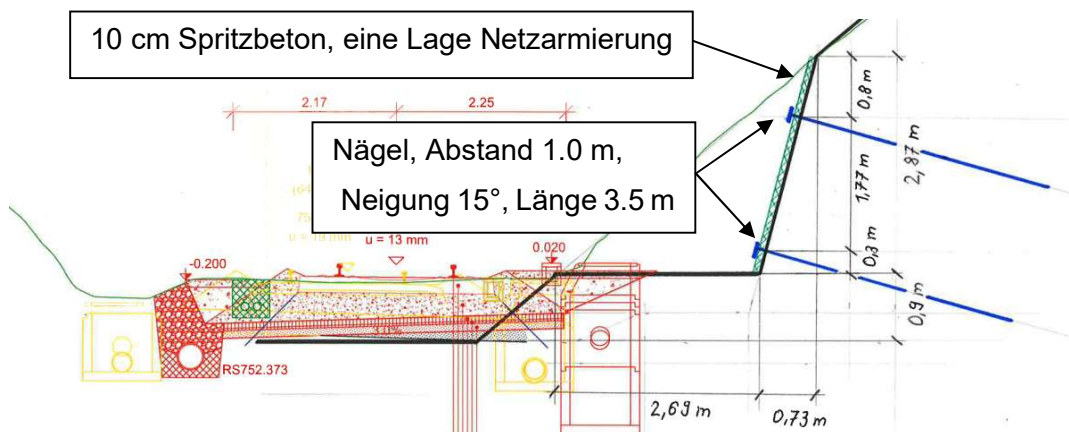


Abbildung 3-1: Querprofil Etappe 2

Der Durchmesser des Injektionskörpers von minimal 10 cm ist mit der Wahl der Bohrkronen und dem im Bericht Nr. 10.05.06 (Einordnung Geotechnische Verhältnisse) definiertem Vergrößerungsfaktor von 1.5 zu erreichen.

Da der Nachweis dieser Aushubetappe mit der maximal in der Spritzbetonschale verankerbaren Kraft (siehe Nachweis Durchstanzen Seite D-14) nicht erbracht werden kann, wird die Berechnung unterteilt.

Zu Beginn wird ein Nachweis (2a) im Bereich der ersten 50 cm der Nägel geführt, wobei der Widerstand der Nägel auf den Durchstanzwiderstand reduziert wird. Dazu wird in Larix dieser Bereich von 50 cm als Zwangslinie definiert und sämtliche Gleitflächen der Bruchkörper gehen durch einen der definierten Punkte auf der Zwangslinie.

Danach folgt ein weiterer Nachweis (2b) mit Erhöhung der zulässigen Zugkraft in den Nägeln. Die für den Nachweis Etappe 2b verankerbare maximale Zugkraft in den Nägeln ist wie folgt berechnet:

$$F_{Nagel,max,2b} = l_{Zwangslinie,2a} \cdot \phi_{Injektionskörper} \cdot \pi \cdot \tau + V_{Rd,c}$$

$$l_{Zwangslinie,2a}: 50 \text{ cm}$$

$$\phi_{Injektionskörper}: 10 \text{ cm Durchmesser}$$

$$\tau: 100 \text{ kN/m}^2, \text{ Mantelreibung aus Bericht 10.05.0}$$

$$V_{Rd,c} = 47.81 \text{ kN/Ankerplatte (Anhang D, Seite D – 14)}$$

4 Nachweis dritte Etappe inkl. Nägel

4.1 Nachweis Nagelwand

Der Nachweis wurde identisch zur zweiten Etappe in Larix 9 erbracht (Details siehe Anhang B). Jedoch ist aufgrund der zweiten Ankerreihe ein Nachweis ohne Unterteilung möglich mit Berücksichtigung der Durchstanzkraft als maximale Zugkraft im Anker.

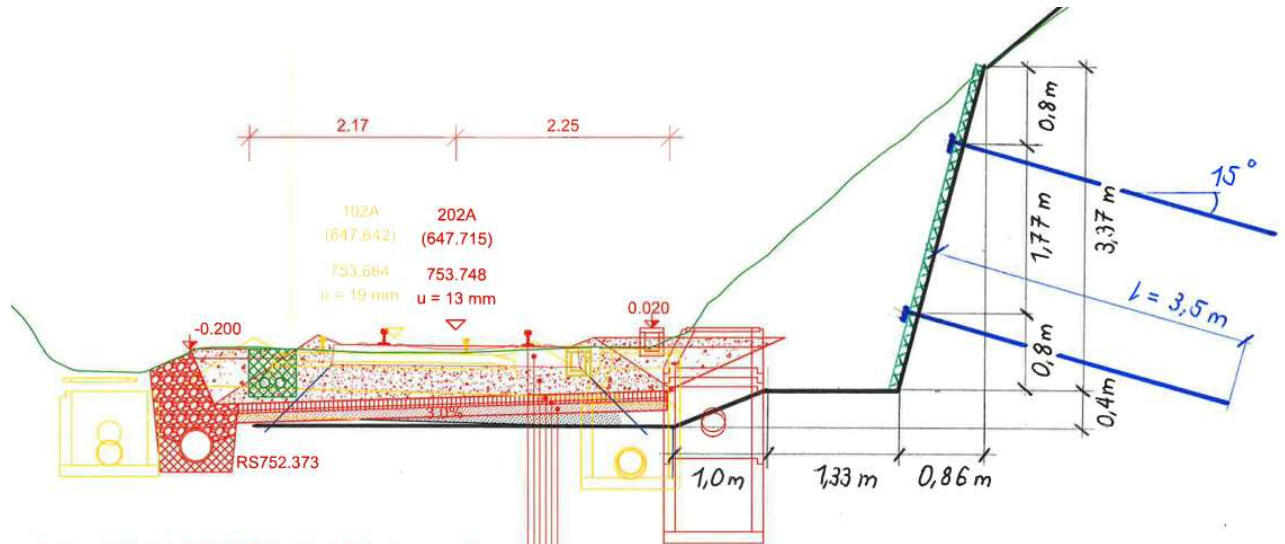


Abbildung 4-1: Querschnitt Etappe 3

5 Nachweis Spritzbetonschale Baugrube

Die Spritzbetonschale wird auf 85 % des aktiven Erddrucks dimensioniert. Zur Ermittlung der aktiven Erddrücke wurde ein Larix 9 Modell mit einer Schwergewichtsmauer am Standort des Spritzbetons verwendet (Anhang D, Seite D-1 bis D-6). Die Kohäsion und der Reibungswinkel wurden in diesem Modell nicht berücksichtigt. Die entsprechenden Erddrücke wurden zum massgebenden Lastfall inklusive Partialsicherheitsfaktoren aufsummiert. Diese Einwirkung wurde in AxisVM auf eine homogene Scheibe mit Punktlager an den Stellen der Ankerköpfe aufgebracht (Anhang D, Seite D-7 bis D-10). Die aus dieser Berechnung resultierenden Momente wurden zur Dimensionierung der einlagigen Bewehrung verwendet. Ebenfalls wurde mit der maximalen Auflagerreaktion ein Durchstanznachweis geführt (Anhang D, Seite D-11 bis D-14).

6 Endzustand

6.1 Nachweis Steinkörbe

Die Einwirkungen des aktiven Erddrucks werden in Larix ermittelt. Dazu werden die Gabionen vereinfacht als Starrkörper in Larix implementiert (Abbildung 4-1). Aufgrund der Dicke der Foundationsschicht aus Sickerbeton wird angenommen, dass die gesamte Sickerbetonsohle zum Abtragen von Lasten aktiviert werden kann.

Aufgrund der rauen Oberfläche der Gabionen wird trotz dem Geotextil mit einer Wandreibung von $\frac{2}{3} \phi$ gerechnet (konservativ betreffend Stützkraft Erdbeben).

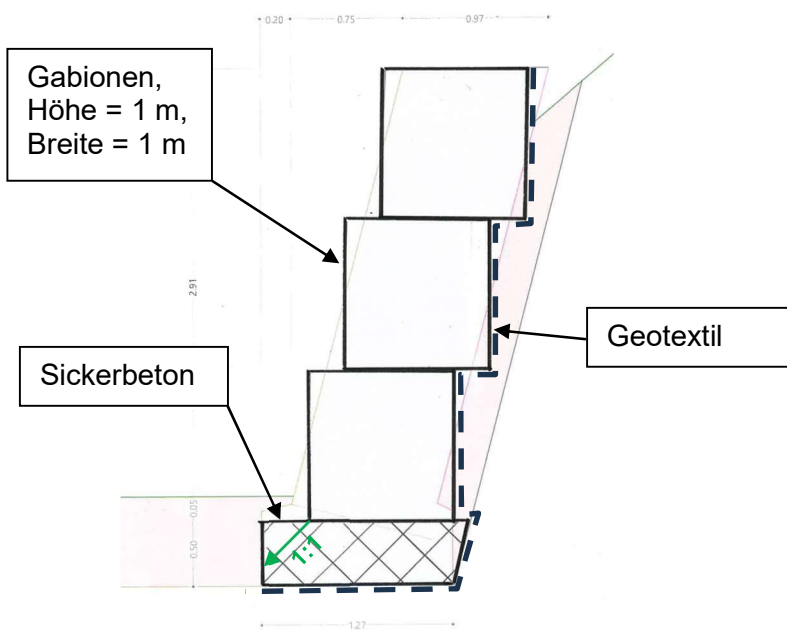


Abbildung 4-6-1: Modellierung Gabionen als Starrkörper in Larix

Die Ersatzkraft für den Lastfall Erdbeben wird als Flächenlast bergseitig in Larix implementiert. Die Berechnung der Ersatzkraft ist in Anhang E dokumentiert.

Die äussere Tragsicherheit wird direkt in Larix nachgewiesen. Für den Nachweis der inneren Tragsicherheit werden mit den Schnittkräften aus Larix die minimalen Anforderungen für die Gabionen definiert. Der gesamte Nachweis des Endzustands ist in Anhang F beigelegt.

6.2 Nachweis Standsicherheit

In Larix 9 wird der Nachweis der Standsicherheit geführt. Da die Nägel nur als kurzfristige Baugrubensicherung ausgelegt sind, werden diese für den Nachweis der Standsicherheit im Endzustand nicht berücksichtigt. Der Nachweis der Standsicherheit ist Teil des Anhangs F.

7 Ergebnisse

7.1 Baugrube

Die Standsicherheit der drei Baugruben Etappen wurde nachgewiesen. Die erreichten Sicherheitsfaktoren sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Etappe	SF
1	1.00
2a	1.05
2b	0.99 $\approx$ 1.0
3	1.01

Aufgrund der Berücksichtigung von Partialsicherheitsfaktoren bei Einwirkung und Widerstand wird der Nachweis Etappe 2a (SF = 0.99) als erfüllt betrachtet, da die Sicherheitsfaktoren deutlich grösser als die Abweichung sind.

7.2 Spritzbeton Baugrube

Folgende Schnittkräfte und Widerstände erfüllen die Nachweise:

Schnittkraft	Widerstand
$m_{Ed,vertikal}^+ = 7.54 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,vertikal}^+ = 10.7 \text{ kNm/m}$
$m_{Ed,vertikal}^- = -1.63 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,vertikal}^- = -8.39 \text{ kNm/m}$
$m_{Ed,horizontal}^+ = 4.86 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,horizontal}^+ = 8.39 \text{ kNm/m}$
$m_{Ed,horizontal}^- = 1.68 \text{ kNm/m}$	$m_{Rd,horizontal}^- = -10.7 \text{ kNm/m}$

Durchstanzen:

$$R_{Ed,Ankerplatte} = 32.67 \text{ kN} < V_{Rd,c} = 47.81 \text{ kN}$$

7.3 Gabionen Endzustand

Folgende Nachweise wurden erfüllt:

Nachweis	SF
Kippen	4.7
Gleiten	3.63
Grundbruch	7.38
Standsicherheit	1.20

Die Exzentrizität der Resultierenden ist für die massgebenden Kräfte innerhalb der Gabionen. Ein erforderlicher charakteristischer Reibungswinkel wird durch ein Füllen der Gabionen mit Schotter erreicht.

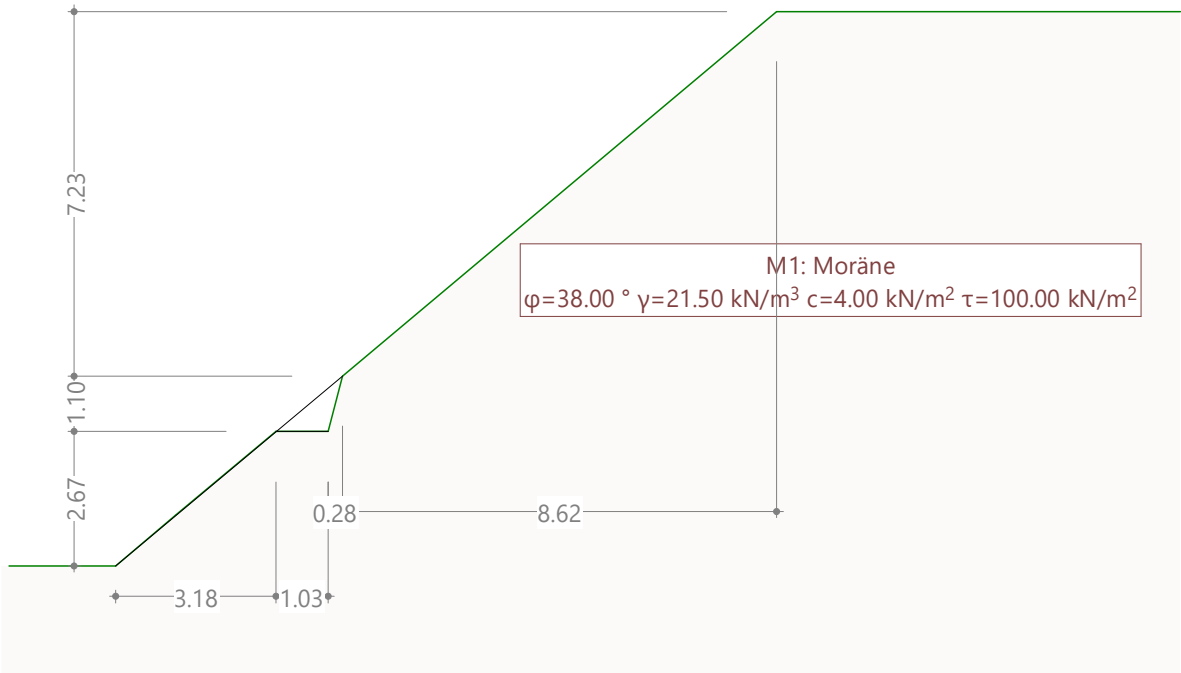
8 Grundlagen

- [1] Nutzungsvereinbarung Erneuerung Grosshöchstettentunnel, Auflageprojekt 2026, Gähler und Partner AG, 1. Juli 2026
- [2] Projektbasis Erneuerung Grosshöchstettentunnel, Auflageprojekt 2026, Gähler und Partner AG, 1. Juli 2026
- [3] Geologischer Bericht Erneuerung Grosshöchstettentunnel, Geotechnisches Institut AG, 20. März 2025
- [4] Detaillierte Einordnung der geotechnischen Verhältnisse Erneuerung Grosshöchstettentunnel, Auflageprojekt 2026, CSD Ingenieure AG, 1. Juli 2026
- [5] SIA 260 «Grundlagen der Projektierung von Tragwerken», 2013
- [6] SIA 261 «Einwirkungen auf Tragwerke», 2020
- [7] SIA 267 «Geotechnik», 2013
- [8] SIA 266/2 «Natursteinmauerwerk», 2012

A. Nachweis Standsicherheit Baugrube 1. Etappe

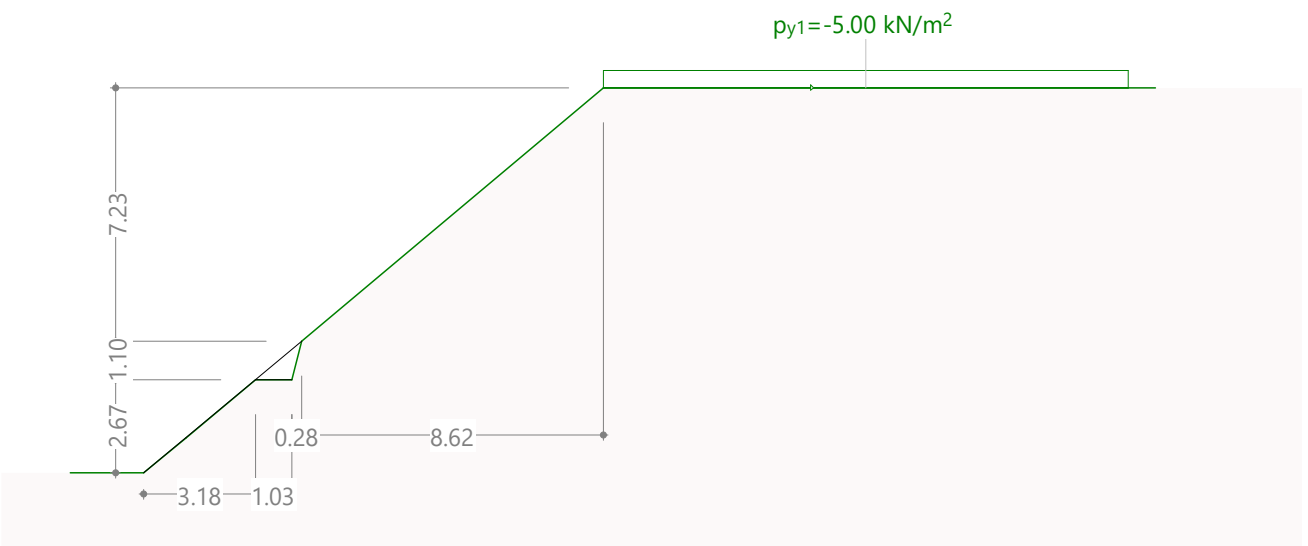
Baugrundmodell

Mstb. 1 :150.0 (-6.00,-5.00..17.00,12.00)



Nutzlast: Unterhaltsfahrzeug

Mstb. 1 :215.9 (-7.74,-4.89..28.93,14.05)



Larix 260511-HUE-Steinkörbe_Baugrube_Etappe_1					Seite A-2 15.06.26, 16:29	
Rothpletz, Lienhard + Cie AG				martin.huerzeler		Larix-9 - Rel. 261 (0)

BERECHNUNGSOPTIONEN

Widerstandsbeiwerte (1)

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]
Vorgespannter Anker			1.35	1.35		1.00
Scherwiderstand			1.30	1.30		1.00
Bodennagel/ Haftungselement			1.35	1.35		1.00
Reibungswinkel $\gamma_{M\phi}$			1.20	1.20		1.00
Kohäsion γ_{Mc}			1.50	1.50		1.00

Berechnungsparameter (1)

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]	
Partialfaktor für den Tragwiderstand γ_R			1.00	1.00		1.40	-

Einwirkungen (1)

Name	Typ	Set	GZ Typ 1		GZ Typ 2		GZ Typ 3		γ [-]
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	
Eigenlast	ständig		1.10	0.90	1.35	0.80	1.00	1.00	1.35
Nutzlast	veränderlich		1.50		1.50		1.30	1.00	1.50

GZ Typ 1 : Grenzzustand Typ 1
 GZ Typ 2 : Grenzzustand Typ 2
 GZ Typ 3 : Grenzzustand Typ 3
 : Grenzzustand Typ 2a

Einwirkungen (2)

Name	γ_{inf} [-]	ψ -Beiwerte			u
		ψ_0 [-]	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	
Eigenlast	1.00				Ja
Nutzlast		1.00	1.00	1.00	Ja

: Grenzzustand Typ 2a
 ψ -Beiwerte : Reduktionsbeiwerte
 u : Einwirkung ist benutzt

Lamellenverfahren

Methode	δ_T [-]	n_L	dx_{min} [m]	gerade Randbereiche	
Morgenstern-Price (Spencer)	0.0200	200	0.01	mit	

δ_T : Konvergenztoleranz der Iteration
 n_L : Anzahl Lamellen
 dx_{min} : minimale Lamellenbreite

Grenzwertspezifikation: !GZ Tragsicherheit Typ 3

Beschreibung

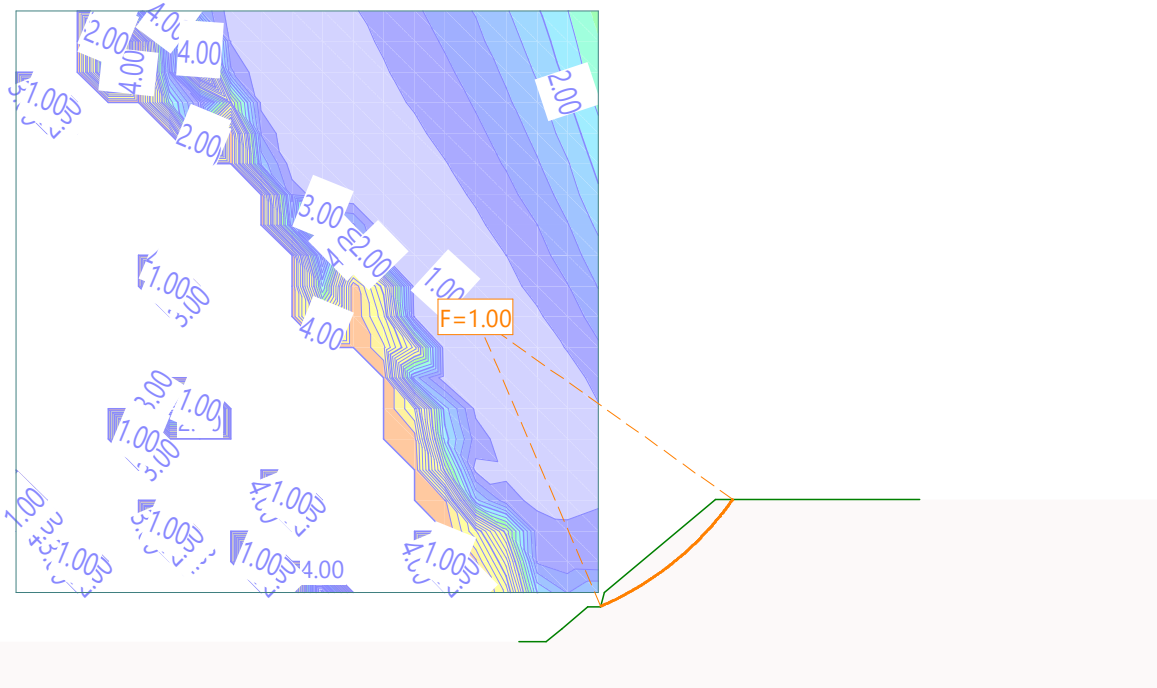
Standard-Bemessungssituation: Tragsicherheit Grenzzustand Typ 3 (1C)

Einwirkungskombinationen

Nr	Einwirkung Name	Einwirkungskombinationen		
		1	2	
1	Eigenlast	1	1	
2	Nutzlast	1.3		

					Nr.:
--	--	--	--	--	------

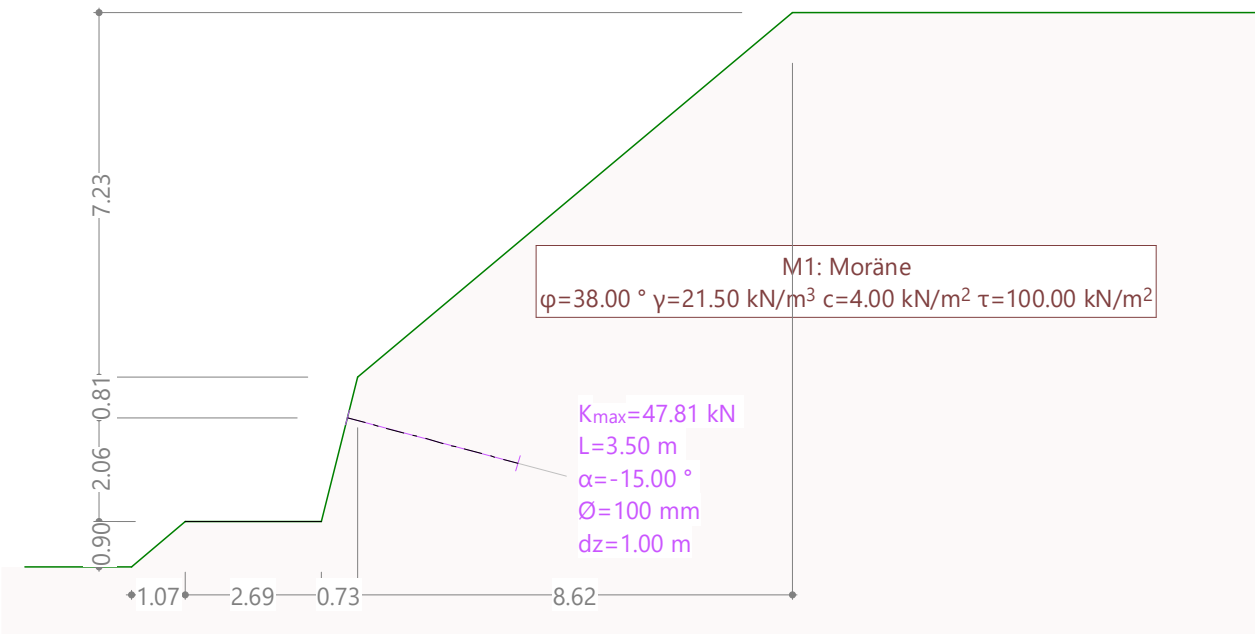
Mstb. 1 :585.0 (-56.66,-6.21..42.69,50.63)
Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Def. Zentren & Radiusbereich, Methode: Morgenstern-Price (Spencer)



B. Nachweis Standsicherheit Baugrube 2. Etappe

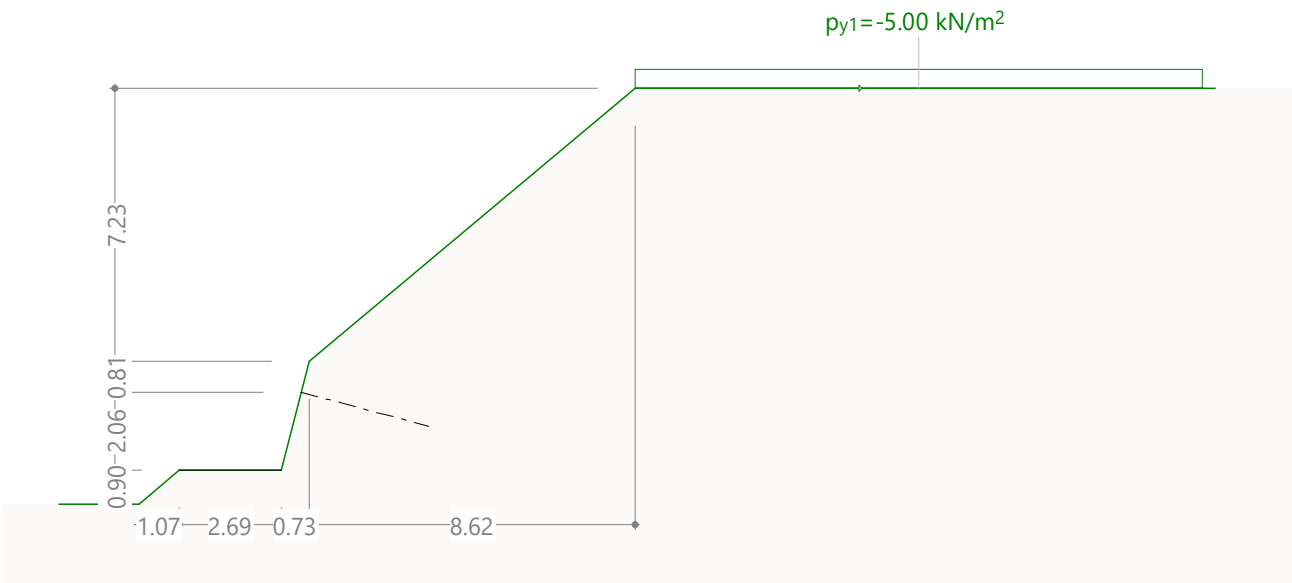
Baugrundmodell

Mstb. 1 :150.0 (-6.31,-4.25..18.19,8.19)



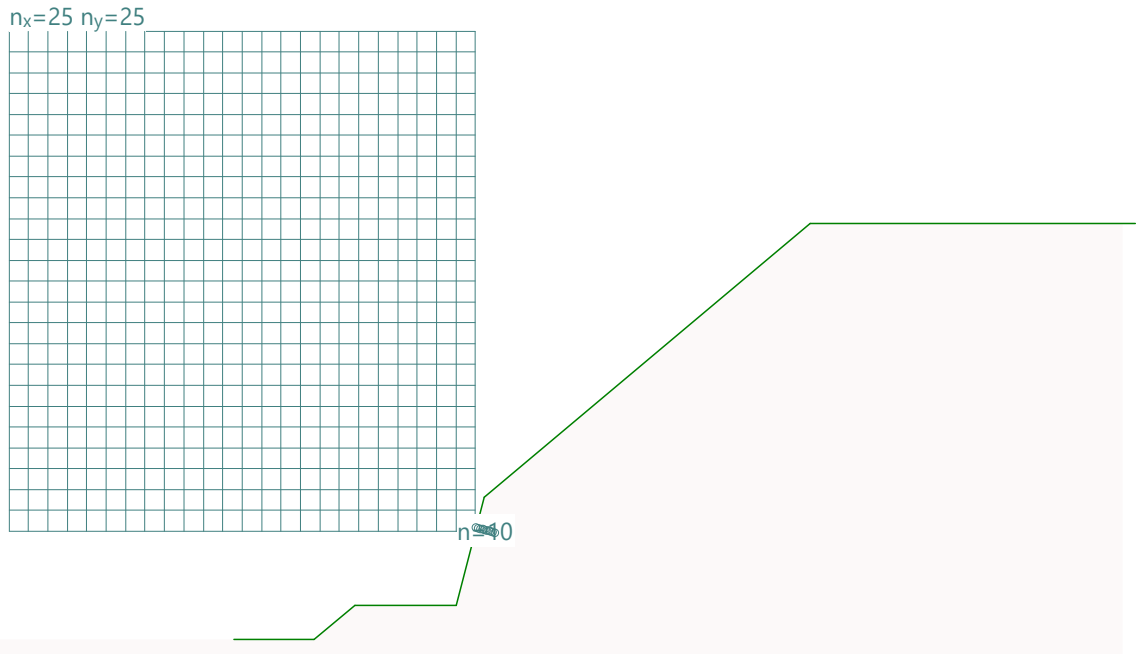
Nutzlast: Unterhaltsfahrzeug

Mstb. 1 :200.0 (-7.32,-4.95..26.28,12.11)



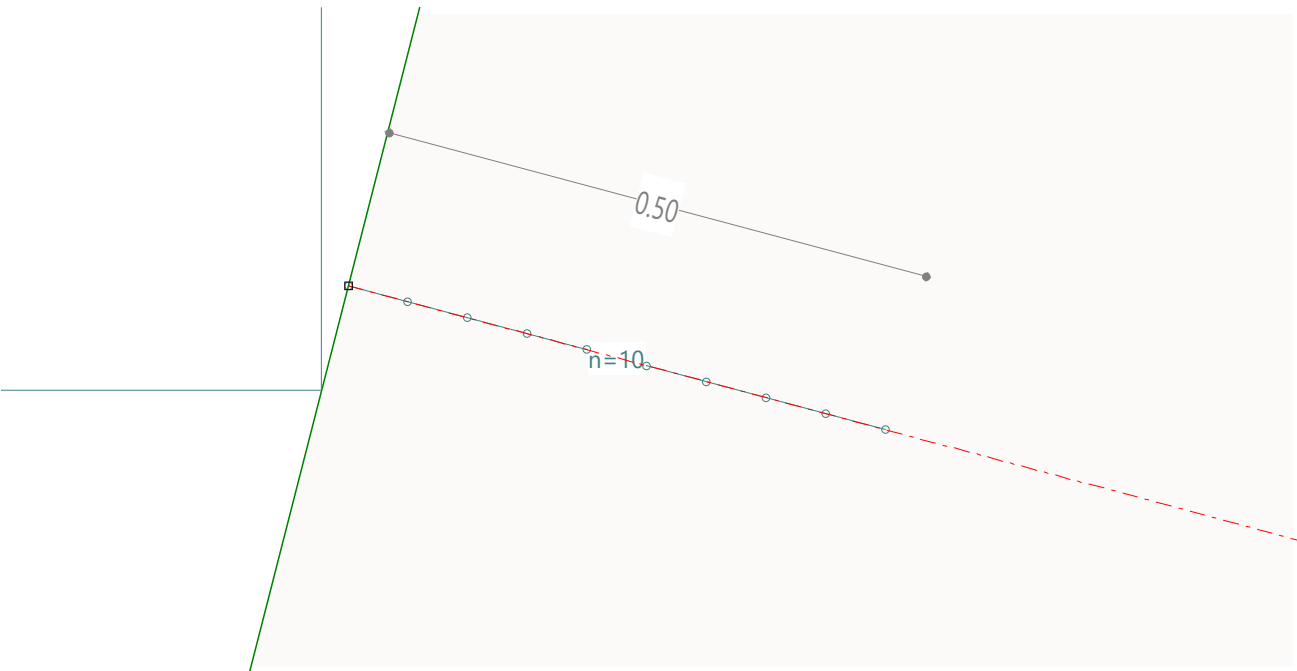
Gleitliniendefinition: Zentren

Mstb. 1 :200.0 (-16.11,-3.46..17.50,13.61)



Gleitliniendefinition: Zwangslinie, Nagelachse in rot

Mstb. 1 :6.8 (0.10,-0.38..1.25,0.21)



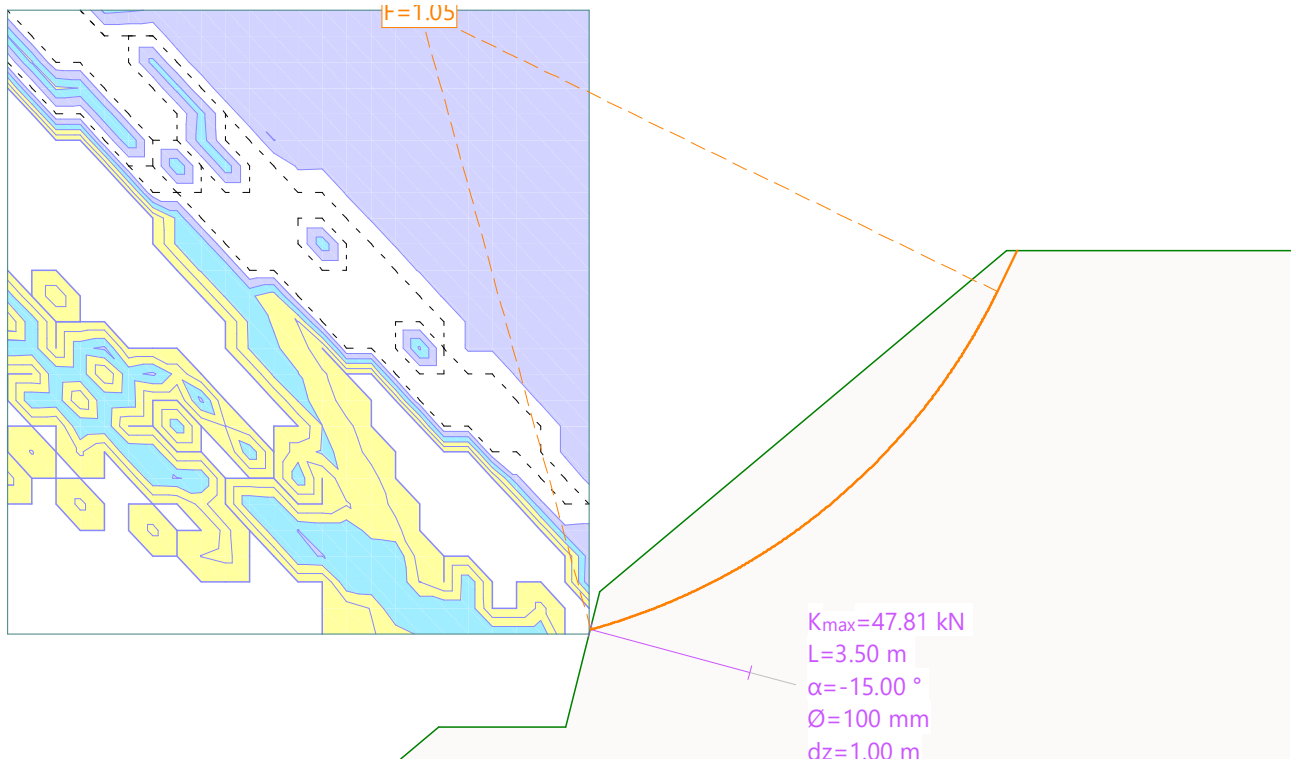
Grenzwertspezifikation: !GZ Tragsicherheit Typ 3

Beschreibung

Standard-Bemessungssituation: Tragsicherheit Grenzzustand Typ 3 (1C)

Mstb. 1 :160.2 (-12.17,-2.62..15.05,13.03)

Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Def. Zentren & Zwangslinie, Methode: Morgenstern-Price (Spencer)



Grenzwerte: Def. Zentren & Zwangslinie

Gleitlinie mit der kleinsten Sicherheit

GWS	EWK	Linie	F _{NW}	λ _{NW}	x	y	R	Bemerkung siehe Fussnoten	
1	1	10157	1.05	0.95	-3.22	13.09	13.62		

GWS : Grenzwertspezifikation
EWK : Einwirkungskombination
F_{NW} : Nachweis der Standsicherheit
λ_{NW} : Ausnutzung der Standsicherheit

Bodennägel, Nachweis

Nr.	GWS	EWK	Einfluss [-]	Linie	K _d [kN/m]	Bemerkung
1	1	1	0	10157		Element schneidet die Gleitlinie nicht.

GWS : Grenzwertspezifikation
EWK : Einwirkungskombination
Einfluss : Einfluss des Ankers auf die Standsicherheit
K_d : Effektiv berücksichtigte Kraft

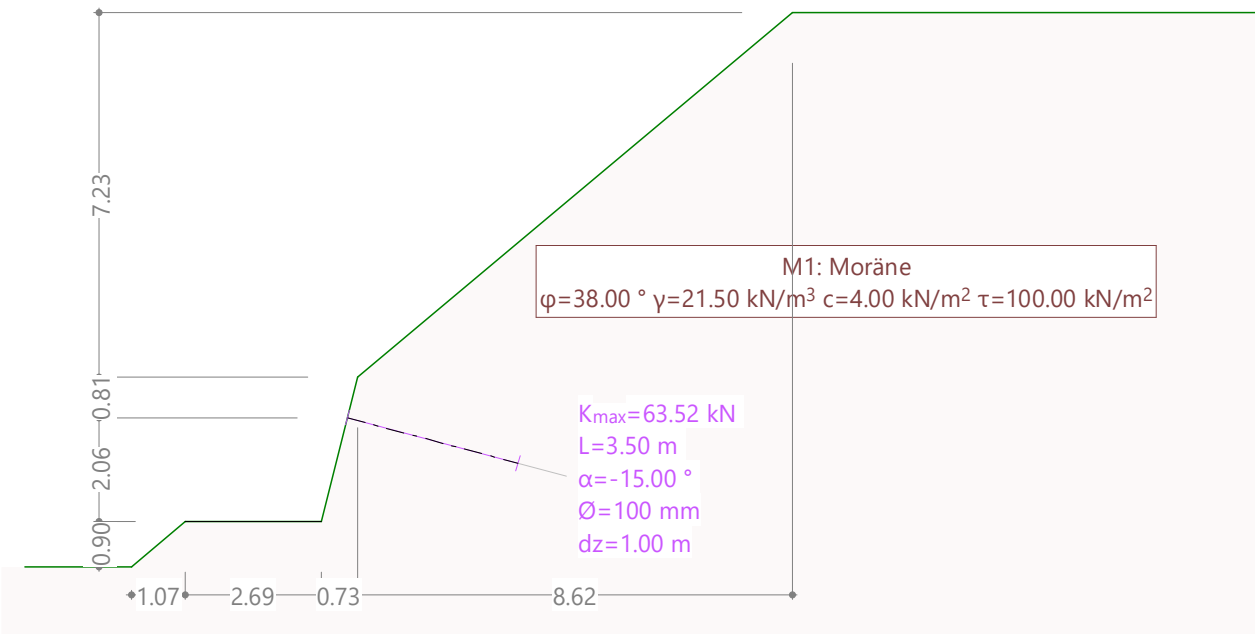
Grenzwertspezifikationen

GWS	Titel	Bemessungssituation	Grenzzustand	AP
1	!GZ Tragsicherheit Typ 3	andauernd	Tragsicherheit Typ 3	!GZT

AP : Analyseparameterset

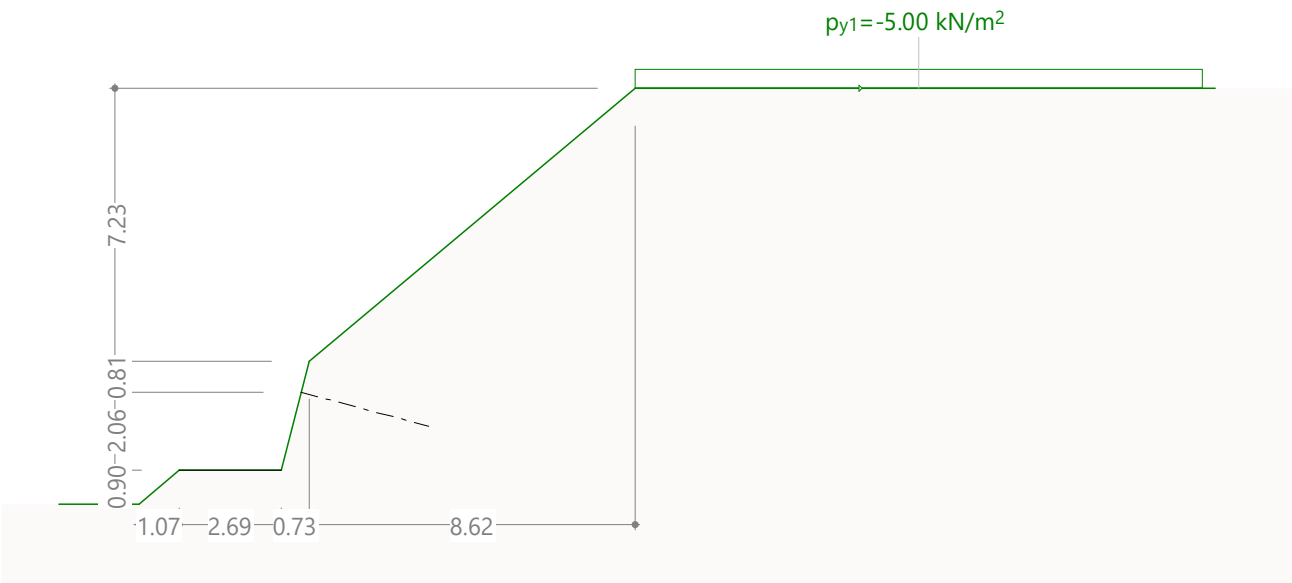
Baugrundmodell

Mstb. 1 :150.0 (-6.31,-4.25..18.19,8.19)



Nutzlast: Unterhaltsfahrzeug

Mstb. 1 :200.0 (-7.32,-4.95..26.28,12.11)



GZ Typ 1 : Grenzzustand Typ 1
GZ Typ 2 : Grenzzustand Typ 2
GZ Typ 3 : Grenzzustand Typ 3
 : Grenzzustand Typ 2a

Einwirkungen (2)

Name	γ_{inf} [-]	ψ -Beiwerte			u
		ψ_0 [-]	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	
Eigenlast	1.00				Ja
Nutzlast		1.00	1.00	1.00	Ja

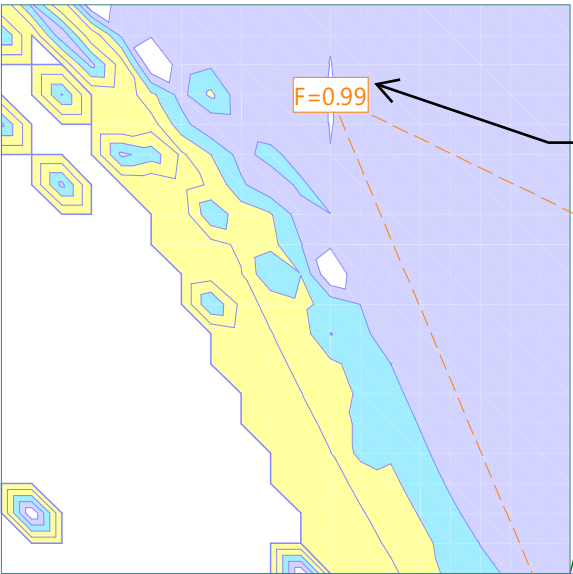
: Grenzzustand Typ 2a
 ψ -Beiwerte : Reduktionsbeiwerte
u : Einwirkung ist benutzt

Lamellenverfahren

Methode	δ_T [-]	n_L	dx_{min} [m]	gerade Randbereiche	
Morgenstern-Price (Spencer)	0.0200	200	0.01	mit	

δ_T : Konvergenztoleranz der Iteration
 n_L : Anzahl Lamellen
 dx_{min} : minimale Lamellenbreite

Mstb. 1 :266.2 (-26.56,-4.06..18.65,22.18)
Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Def. Zentren & Radiusbereich, Methode: Morgenstern-Price (Spencer)



0.99 $\approx$ 1.0
Aufgrund der Berücksichtigung von Parialsicherheitsfaktoren bei Einwirkung und Widerstand wird der Nachweis als erfüllt betrachtet, da die Sicherheitsfaktoren deutlich grösser als die Abweichung sind

$K_{max}=63.52 \text{ kN}$
 $L=3.50 \text{ m}$
 $\alpha=-15.00^\circ$
 $\varnothing=100 \text{ mm}$
 $dz=1.00 \text{ m}$

Grenzwerte: Def. Zentren & Radiusbereich

Gleitlinie mit der kleinsten Sicherheit

GWS	EWK	Linie	F_{NW} [-]	λ_{NW} [-]	x [m]	y [m]	R [m]	Bemerkung siehe Fussnoten	
1	1	9117	0.99	1.01	-8.02	16.81	20.43		

Larix
260511-HUE-Steinkörbe_Baugrube_Etappe_2b

Seite B-8
15.06.26, 10:56

Rothpletz, Lienhard + Cie AG

martin.huerzeler

Larix-9 - Rel. 261 (0)

GWS : Grenzwertspezifikation
EWK : Einwirkungskombination
F_{NW} : Nachweis der Standsicherheit
λ_{NW} : Ausnutzung der Standsicherheit

Bodennägel, Nachweis

Nr.	GWS	EWK	Einfluss [-]	Linie	K _d [kN/m]	Bemerkung
1	1	1	0.09	9117	27.93	

GWS : Grenzwertspezifikation
EWK : Einwirkungskombination
Einfluss : Einfluss des Ankers auf die Standsicherheit
K_d : Effektiv berücksichtigte Kraft

Grenzwertspezifikationen

GWS	Titel	Bemessungssituation	Grenzzustand	AP
1	!GZ Tragsicherheit Typ 3	andauernd	Tragsicherheit Typ 3	!GZT

AP : Analyseparameterset

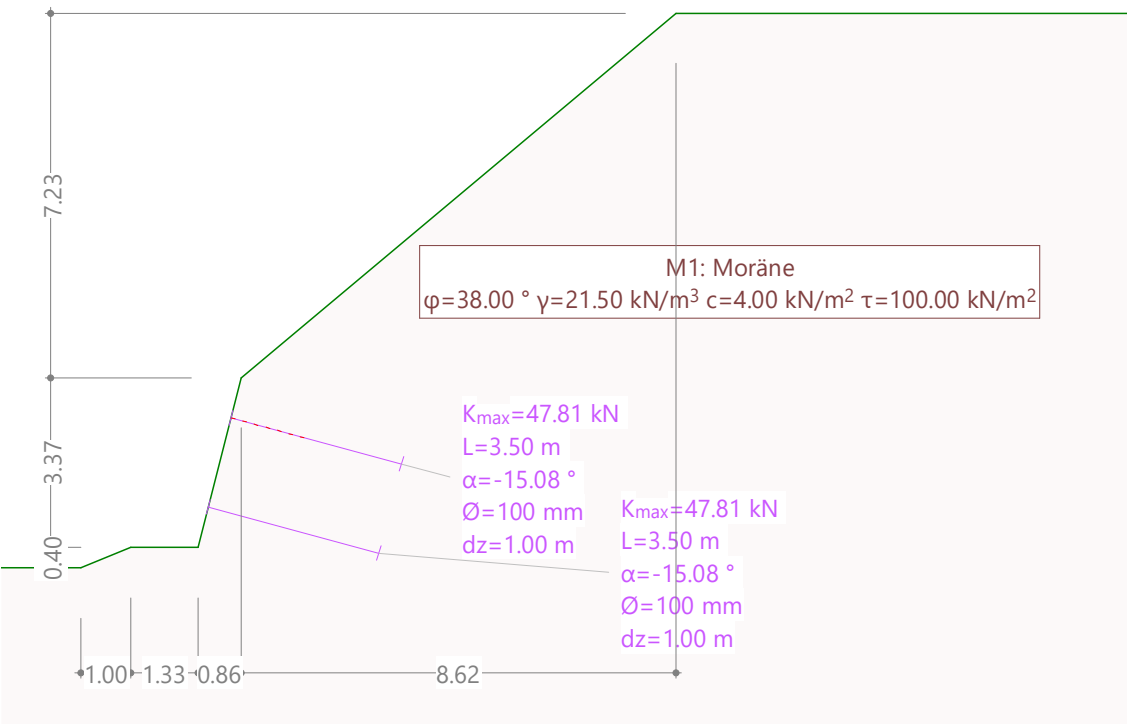
Nr.:

Q:\RLO_Projekte\Aufträge\2022\322028_BT_B_Grosshoechstentunnel_BLS\5_Leistung\33_Auflageprojekt\Statik Gabionen\Larix\260511-HUE-Steinkörbe_Baugrube_2_Etappe

C. Nachweis Standsicherheit Baugrube 3. Etappe

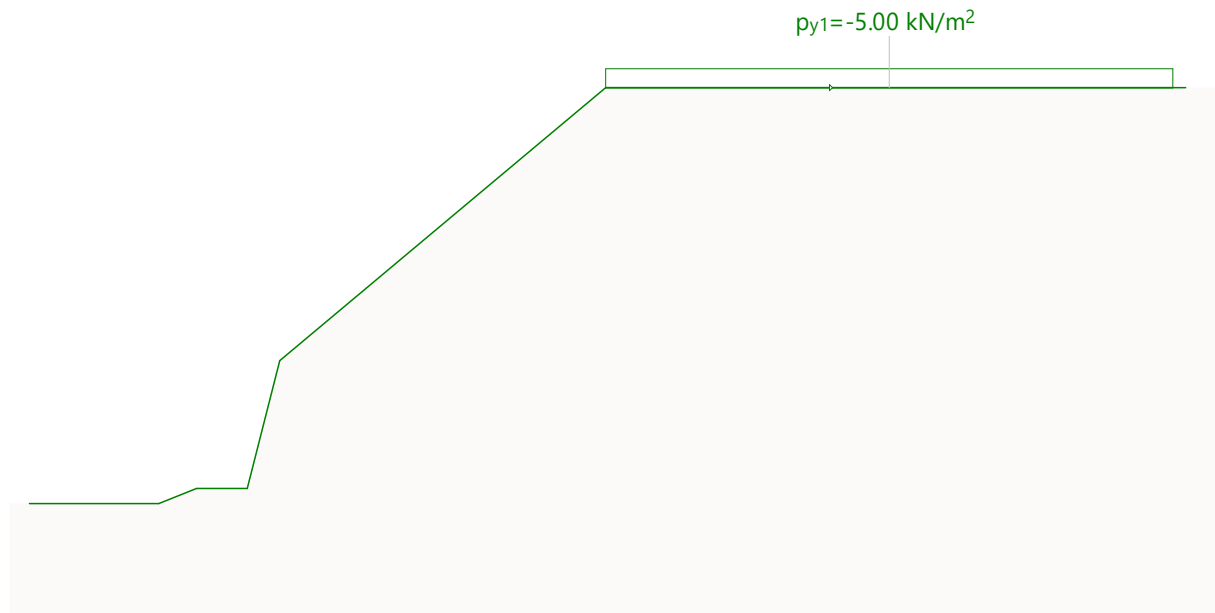
Baugrundmodell

Mstb. 1 :150.0 (-4.00,-6.00..18.00,9.00)

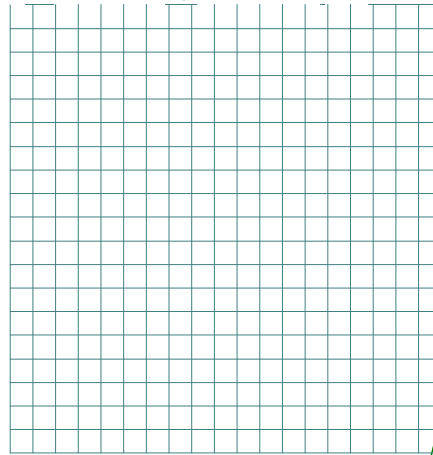


Nutzlast: Unterhaltsfahrzeug

Mstb. 1 :200.0 (-6.55,-5.95..25.37,10.72)



Mstb. 1 :631.2 (-70.18,-5.36..37.01,45.34)



Standard-Bemessungssituation: Tragsicherheit Grenzzustand Typ 3 (1C)

Einwirkung Name		Einwirkungskombinationen		
Nr		1	2	
1	Eigenlast	1	1	
2	Nutzlast	1.3		

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]
Vorgespannter Anker			1.35	1.35		1.00
Scherwiderstand			1.30	1.30		1.00
Bodennagel/ Haftungselement			1.35	1.35		1.00
Reibungswinkel $\gamma_{M\phi}$			1.20	1.20		1.00
Kohäsion γ_{Mc}			1.50	1.50		1.00

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]	
Partialfaktor für den Tragwiderstand γ_c			1.00	1.00		1.40	-

Name	Typ	Set	GZ Typ 1		GZ Typ 2		GZ Typ 3		γ [-]
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	
Eigenlast	ständig		1.10	0.90	1.35	0.80	1.00	1.00	1.35
Nutzlast	veränderlich		1.50		1.50		1.30		1.50

GZ Typ 1 : Grenzzustand Typ 1
GZ Typ 2 : Grenzzustand Typ 2
GZ Typ 3 : Grenzzustand Typ 3
 : Grenzzustand Typ 2a

Einwirkungen (2)

Name	γ_{inf} [-]	ψ -Beiwerte			u
		ψ_0 [-]	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	
Eigenlast	1.00				Ja
Nutzlast		1.00	1.00	1.00	Ja

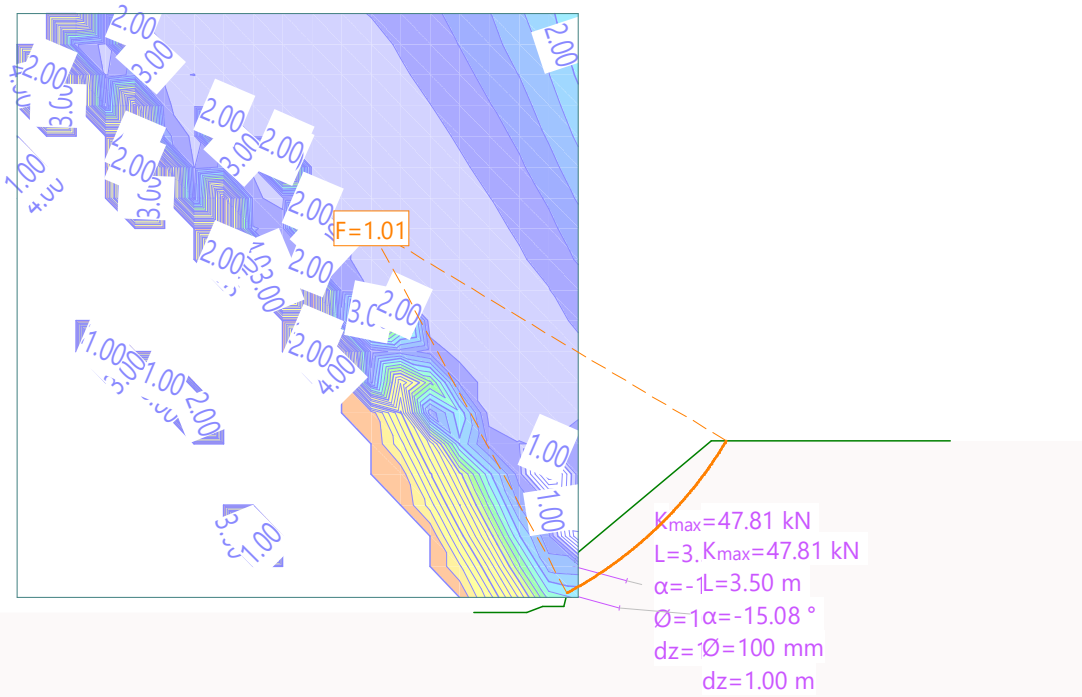
: Grenzzustand Typ 2a
 ψ -Beiwerte : Reduktionsbeiwerte
u : Einwirkung ist benutzt

Lamellenverfahren

Methode	δ_T [-]	n_L	dx_{min} [m]	gerade Randbereiche	
Morgenstern-Price (Spencer)	0.0200	200	0.01	mit	

δ_T : Konvergenztoleranz der Iteration
 n_L : Anzahl Lamellen
 dx_{min} : minimale Lamellenbreite

Mstb. 1 :484.9 (-49.59,-8.12..32.76,39.67)
Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Def. Zentren & Radiusbereich, Methode: Morgenstern-Price (Spencer)



Grenzwerte: Def. Zentren & Radiusbereich

Gleitlinie mit der kleinsten Sicherheit

GWS	EWK	Linie	F_{NW} [-]	λ_{NW} [-]	x [m]	y [m]	R [m]	Bemerkung siehe Fussnoten	
1	1	13064	1.01	0.99	-12.57	21.62	26.52		

Larix
260511-HUE-Steinkörbe_Baugrube_Etappe_3

Seite C-4
15.06.26, 08:14

Rothpletz, Lienhard + Cie AG

martin.huerzeler

Larix-9 - Rel. 261 (0)

GWS : Grenzwertspezifikation
EWK : Einwirkungskombination
F_{NW} : Nachweis der Standsicherheit
λ_{NW} : Ausnutzung der Standsicherheit

Bodennägel, Nachweis

Nr.	GWS	EWK	Einfluss [-]	Linie	K _d [kN/m]	Bemerkung
1	1	1	0.14	13064	35.41	
2	1	1	0	13064		Element schneidet die Gleitlinie nicht.

GWS : Grenzwertspezifikation
EWK : Einwirkungskombination
Einfluss : Einfluss des Ankers auf die Standsicherheit
K_d : Effektiv berücksichtigte Kraft

Grenzwertspezifikationen

GWS	Titel	Bemessungssituation	Grenzzustand	AP
1	!GZ Tragsicherheit Typ 3	andauernd	Tragsicherheit Typ 3	!GZT

AP : Analyseparameterset

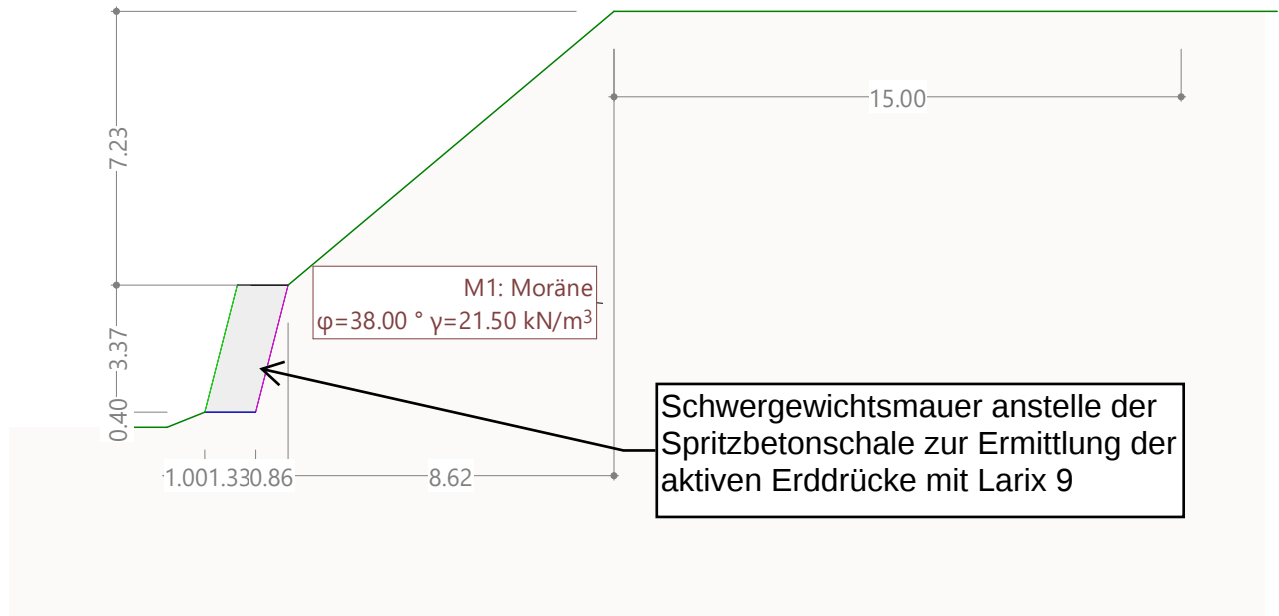
Nr.:

Q:\RLO_Projekte\Aufträge\2022\322028_BT_B_Grosshoechstentunnel_BLS\5_Leistung\33_Auflageprojekt\Statik Gabionen\Larix\260511-HUE-Steinkörbe_Baugrube_3_Etappe

D. Nachweis Spritzbeton Baugrube

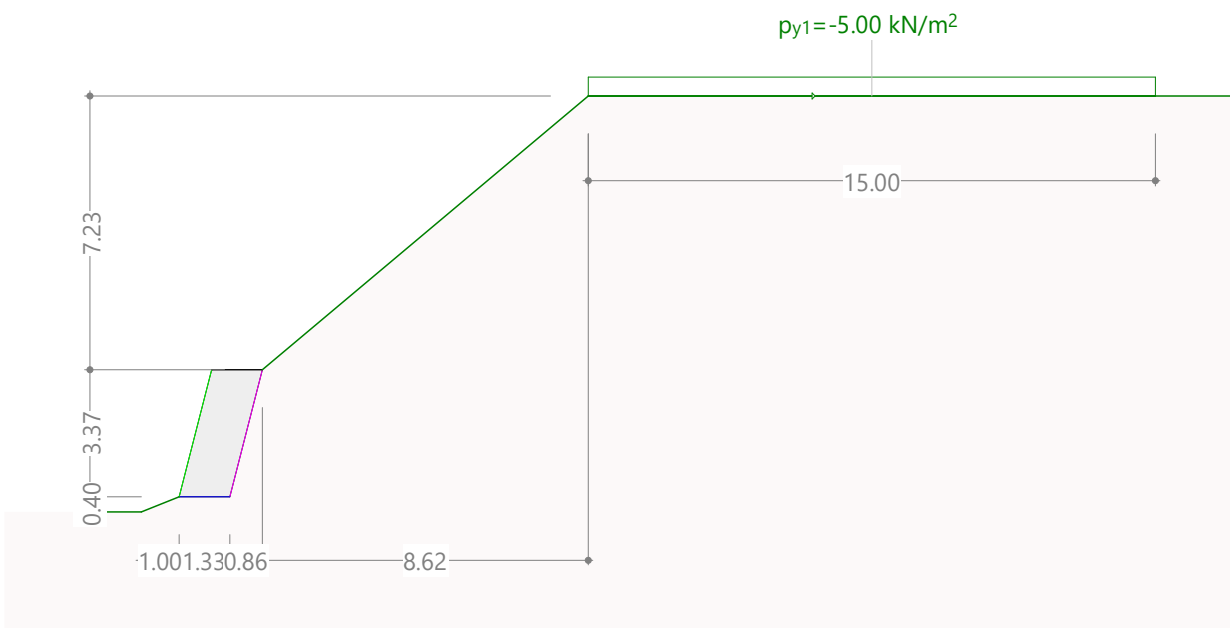
Baugrundmodell

Mstb. 1 :200.0 (-6.77,-8.09..26.45,11.56)



Nr.:

260612-HUE-Aktiver_Erddruck_für_Nachweis_Spritzbeton		Seite D-2
		15.06.26, 16:04
		Larix-9 - Rel. 261 (0)
Belastung N: Nutzlast: Unterhaltsfahrzeug		Mstb. 1 :200.0 (-6.00,-6.00..26.00,12.00)



BERECHNUNGSOPTIONEN

Erddruck

Beschreibung	Einwirkung	δ	ε_0 [°]	!EW	Red.	δ_R [°]
Erddruck aus Bodengewicht	Erddruck ständig	0	37.91			
Erdwiderstand aus Bodengewicht	Erdwiderstand ständig	-0.500	0	ohne	mit	10.00

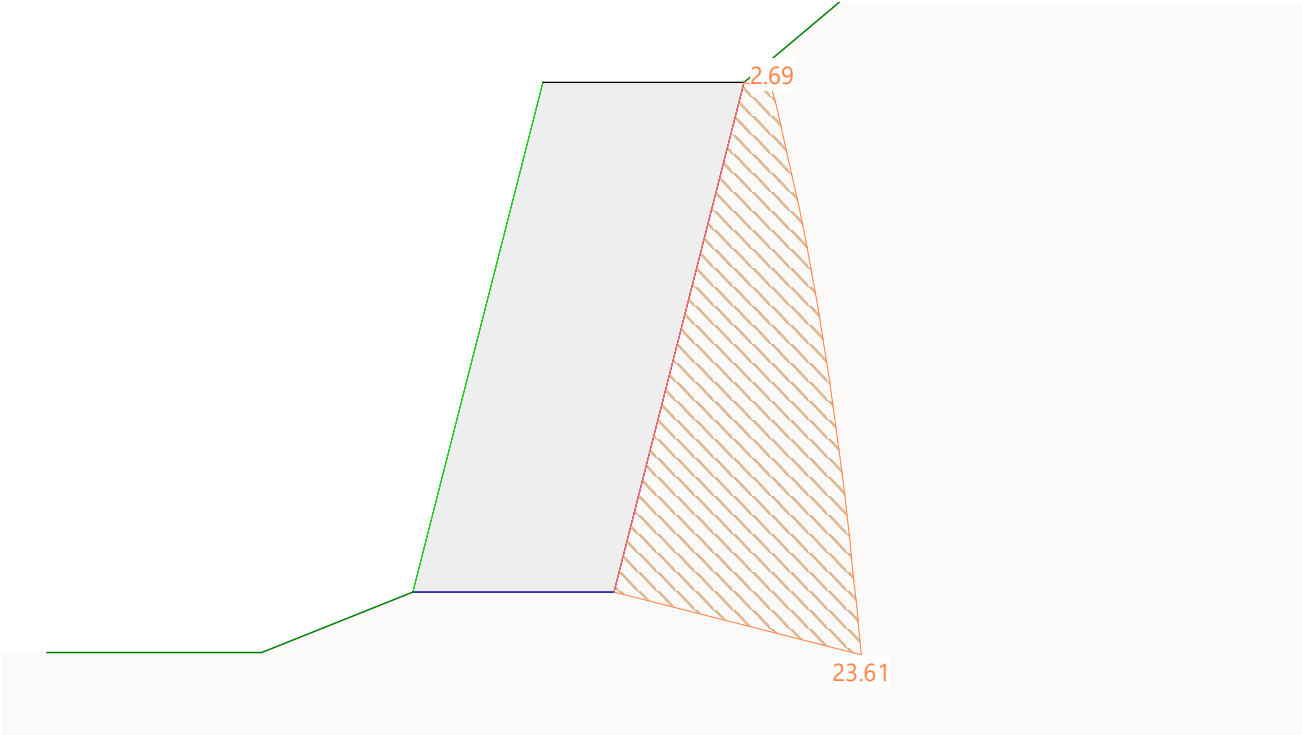
δ : Wandreibungswinkel als Bruchteil des Reibungswinkels
 ε_0 : Neigung Ruhedruck gegenüber der Horizontalen
!EW : Berücksichtigung des Erdwiderstandes
Red. : Automatische Reduktion des Erdwiderstandes
 δ_R : Minimale Neigung der Resultierenden gegenüber der Vertikalen

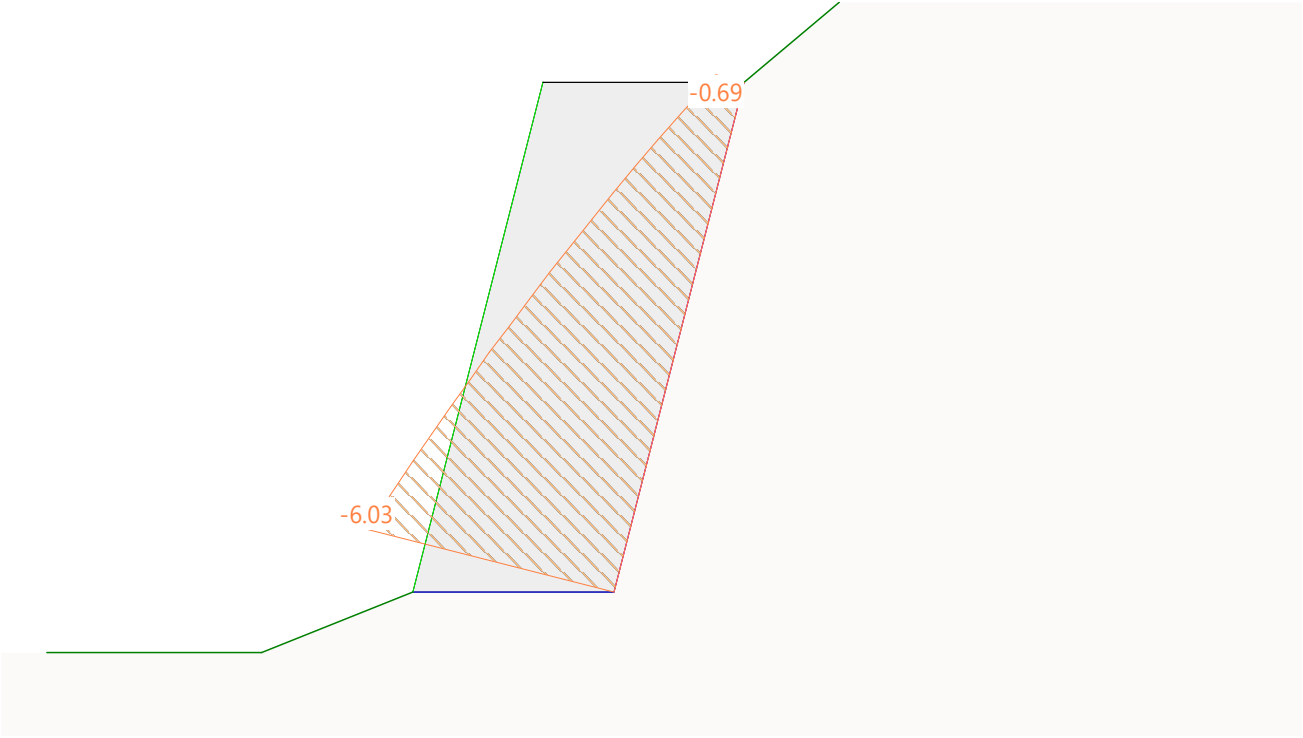
Erdruhedruck aus äusseren Lasten

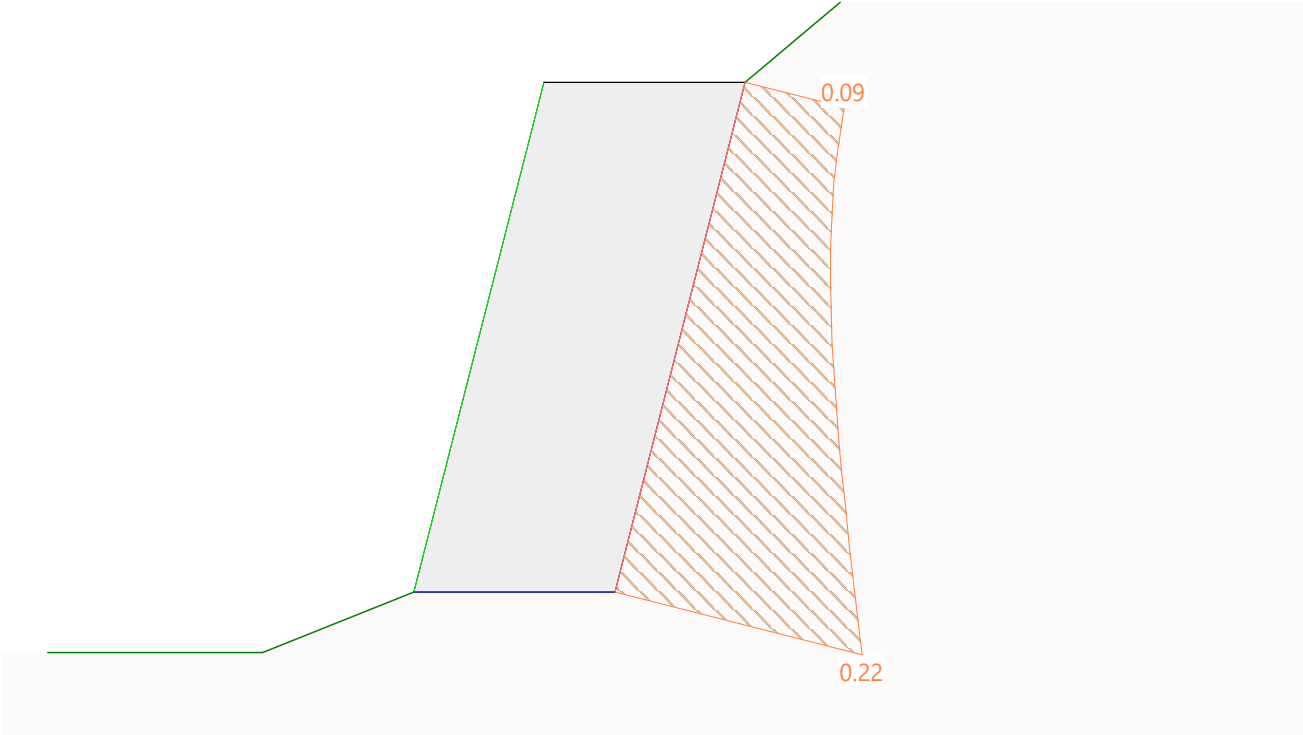
Berechnungsmethode	f_{Bx} Bergseite [-]	f_{Bx} Talseite [-]	
Boussinesq	0.77	1.00	

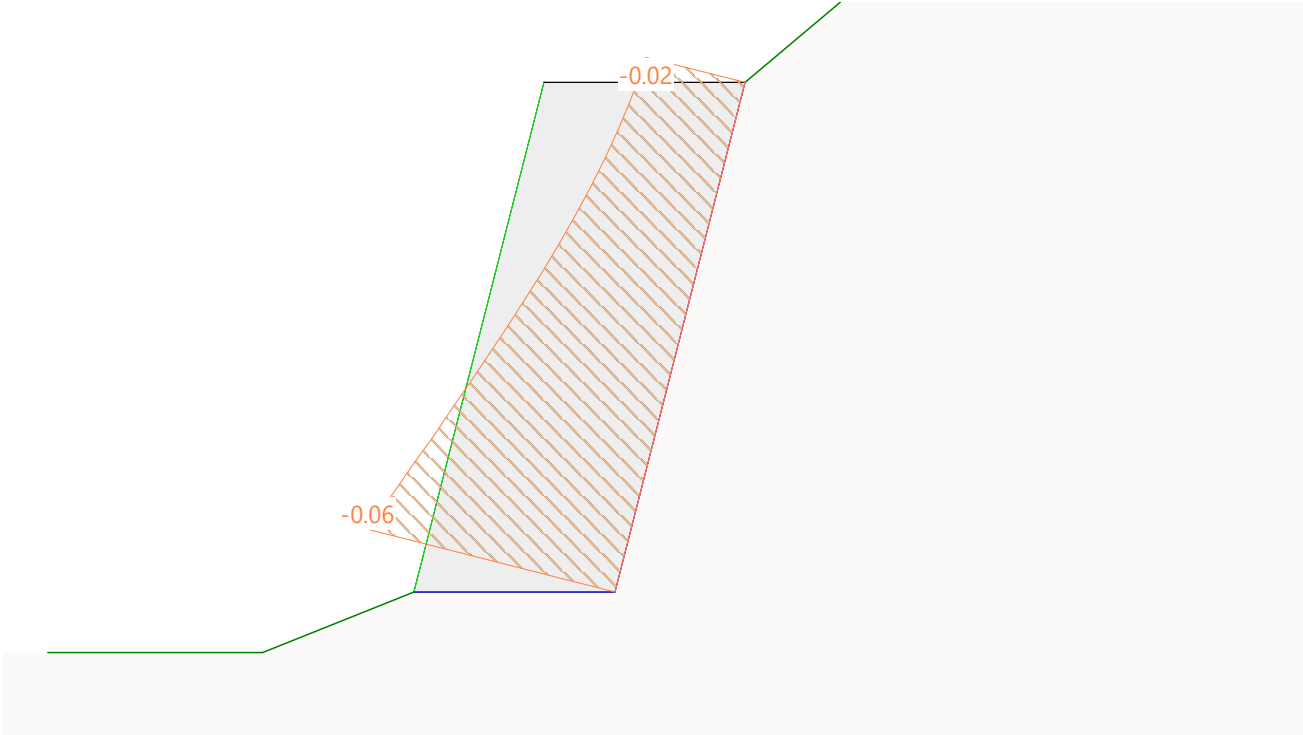
f_{Bx} Bergseite : Faktor für horizontalen Druckanteil

Nr.:

260612-HUE-Aktiver_Erddruck_für_Nachweis_Spritzbeton	Seite D-3
	15.06.26, 16:04
	Larix-9 - Rel. 261 (0)
Aktiver Erddruck Bodengewicht horizontal: [kN/m²] Mstb. 1 :50.0 (-4.25,-3.50..4.25,1.25) 	Nr.:

260612-HUE-Aktiver_Erddruck_für_Nachweis_Spritzbeton	Seite D-4 15.06.26, 16:04
	Larix-9 - Rel. 261 (0)
Aktiver Erddruck Bodengewicht vertikal: [kN/m2] Mstb. 1 :50.0 (-4.25,-3.50..4.25,1.25) 	
	Nr.:

260612-HUE-Aktiver_Erddruck_für_Nachweis_Spritzbeton	Seite D-5
	15.06.26, 16:04
Aktiver Erddruck Nutzlast horizontal: [kN/m2] Mstb. 1 :50.0 (-4.25,-3.50..4.25,1.25) 	
	Nr.:

260612-HUE-Aktiver_Erddruck_für_Nachweis_Spritzbeton	Seite D-6
	15.06.26, 16:04
Aktiver Erddruck Nutzlast vertikal: [kN/m2] Mstb. 1 :50.0 (-4.25,-3.50..4.25,1.25) 	
	Nr.:

Projekt: Gabionen bei Schächten, Spritzbeton Baugrube

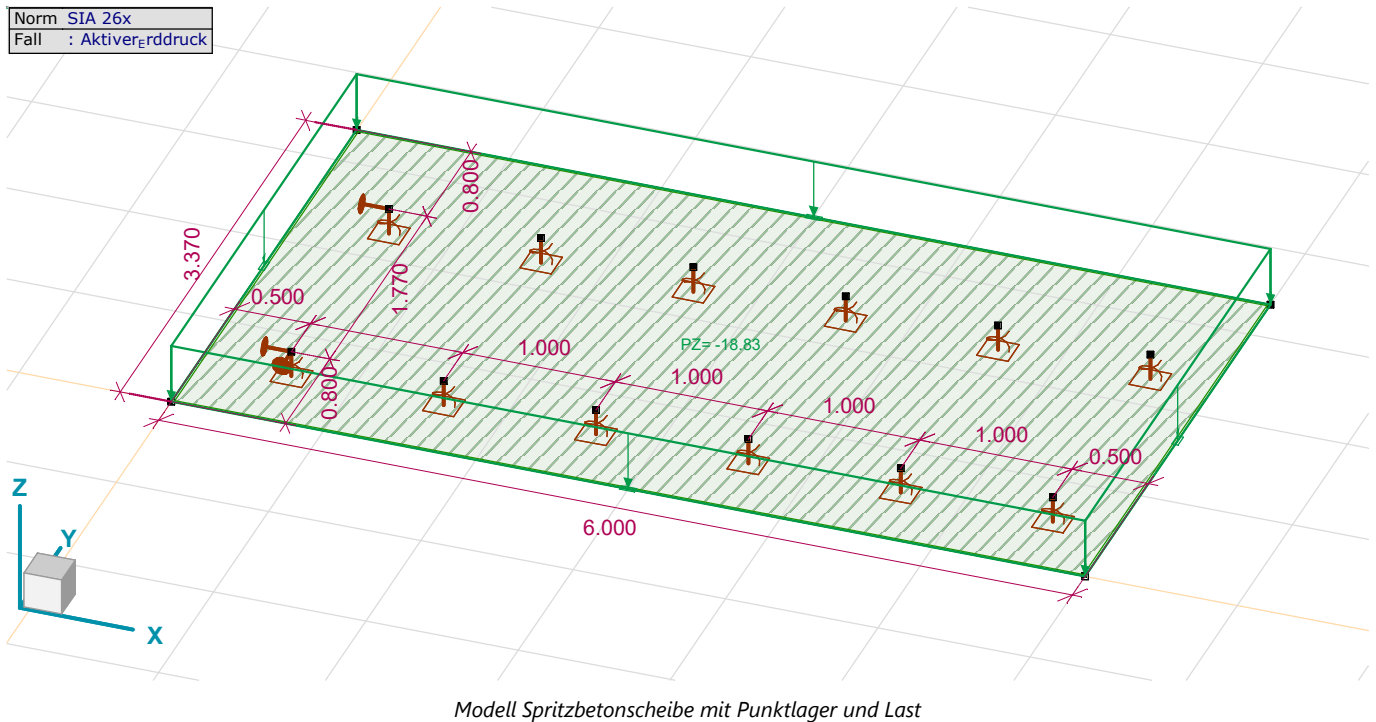
Seite D-7

Bearbeiter: Rothpletz, Lienhard + Cie AG

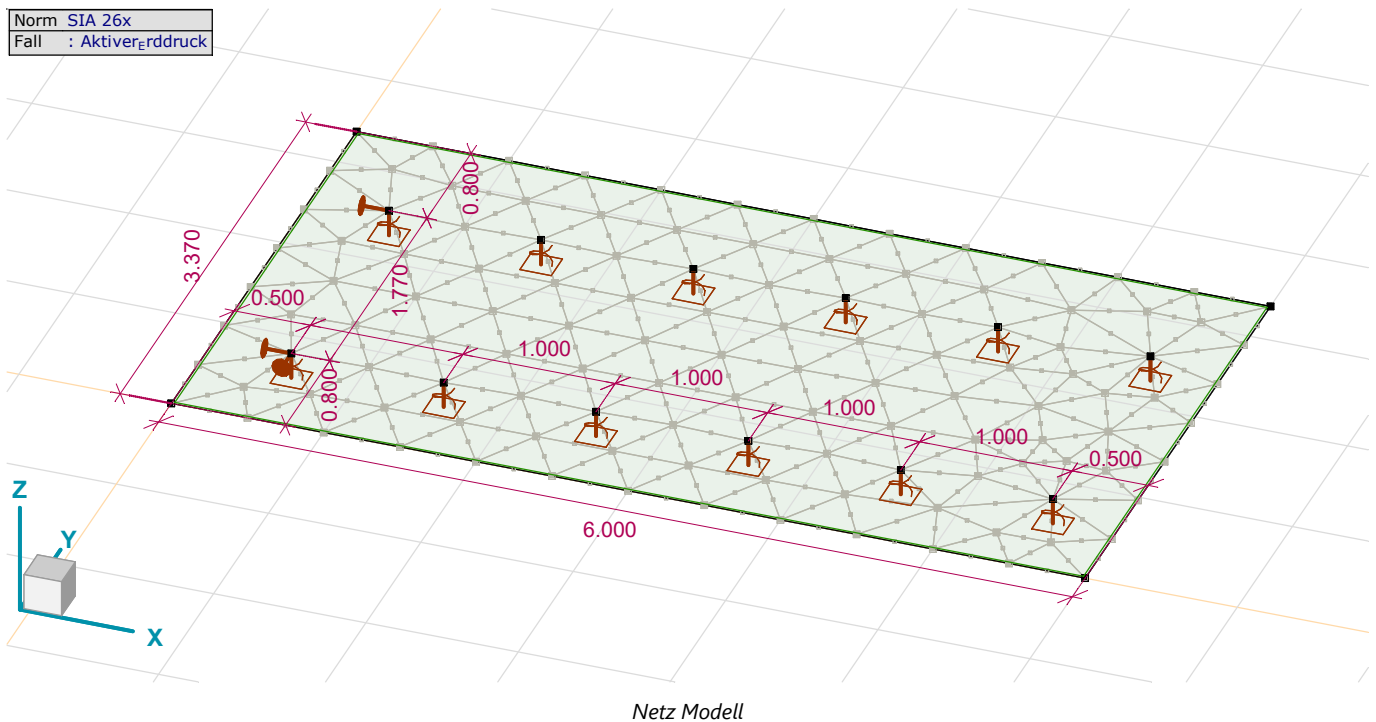
Modell: 260612-HUE-Spritzbeton_Baugrube.axs

12.06.2026

Schnittkräfte und Ankerreaktionen Spritzbetonschale



Die Ankerplatten wurden als Punktlager definiert. Der aktive Erddruck inkl. Partialsicherheitsfaktoren ist Flächenlast implementiert.



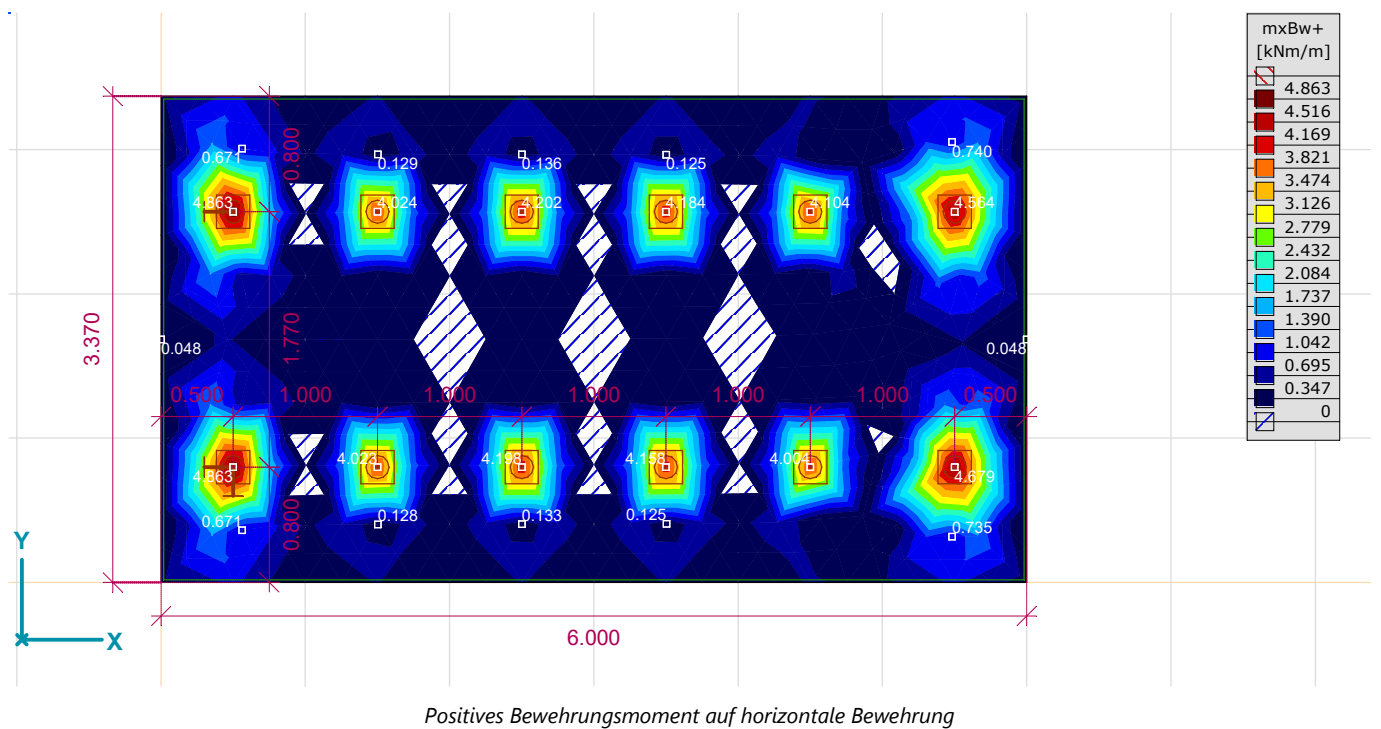
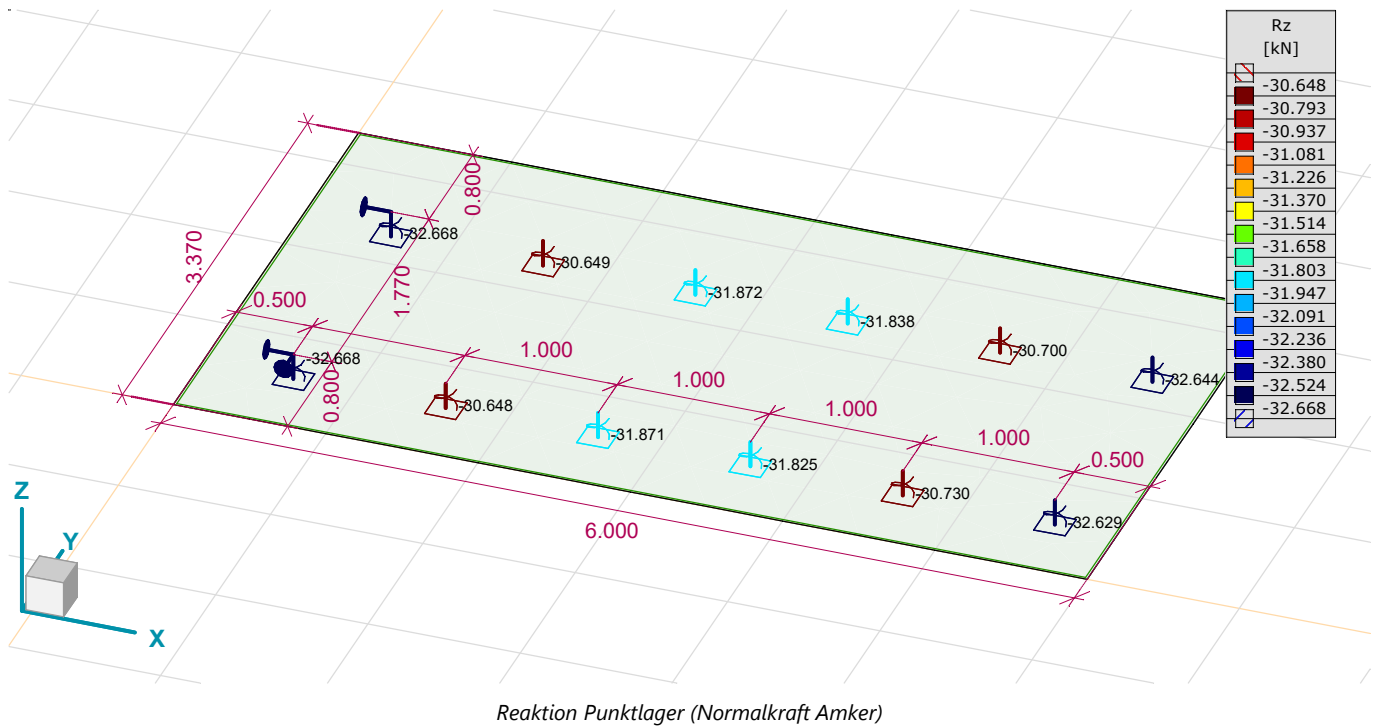
Projekt: Gabionen bei Schächten, Spritzbeton Baugrube

Seite D-8

Bearbeiter: Rothpletz, Lienhard + Cie AG

Modell: 260612-HUE-Spritzbeton_Baugrube.axs

12.06.2026



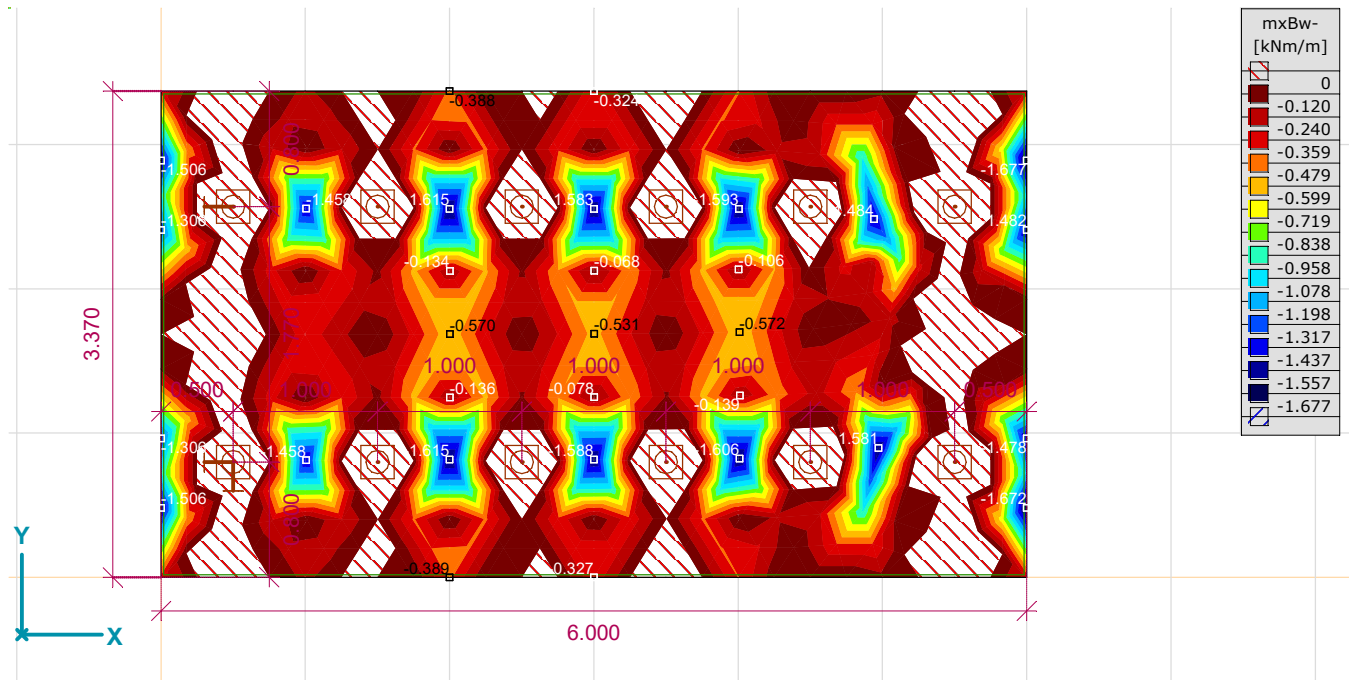
Projekt: Gabionen bei Schächten, Spritzbeton Baugrube

Seite D-9

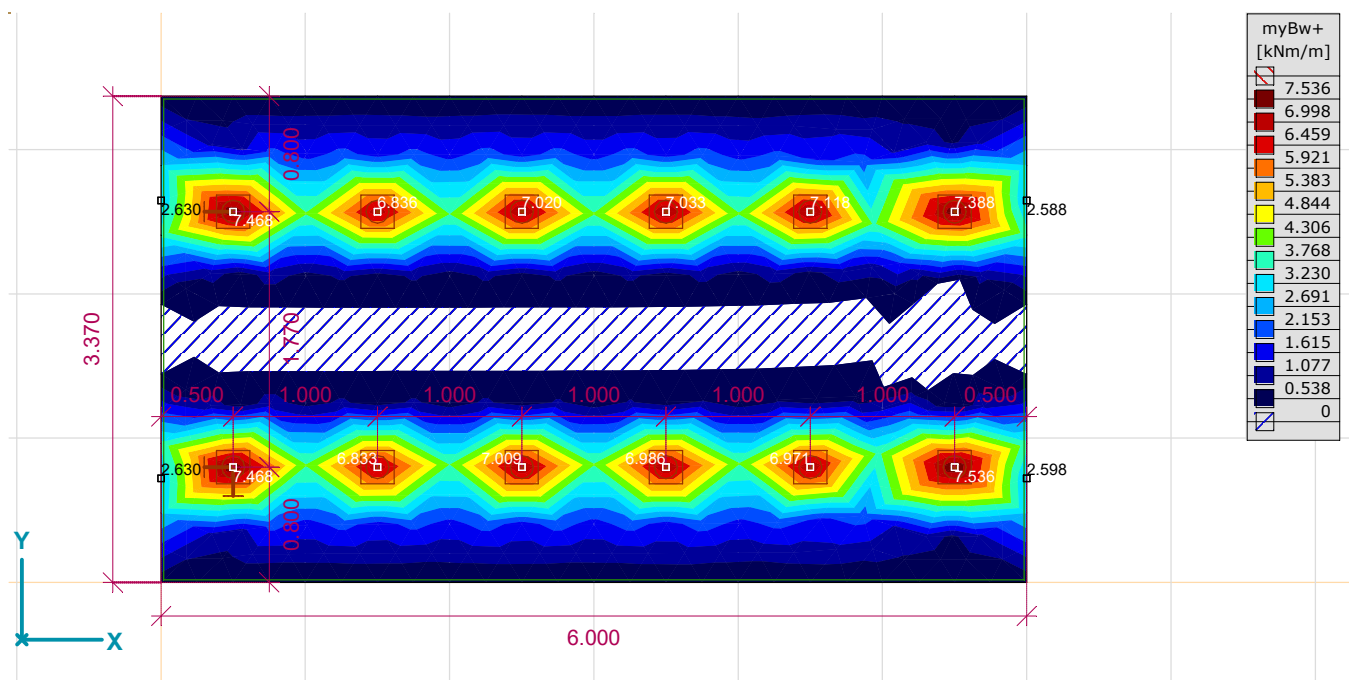
Bearbeiter: Rothpletz, Lienhard + Cie AG

Modell: 260612-HUE-Spritzbeton_Baugrube.axs

12.06.2026



Negatives Bewehrungsmoment auf horizontale Bewehrung



Positives Bewehrungsmoment auf vertikale Bewehrung

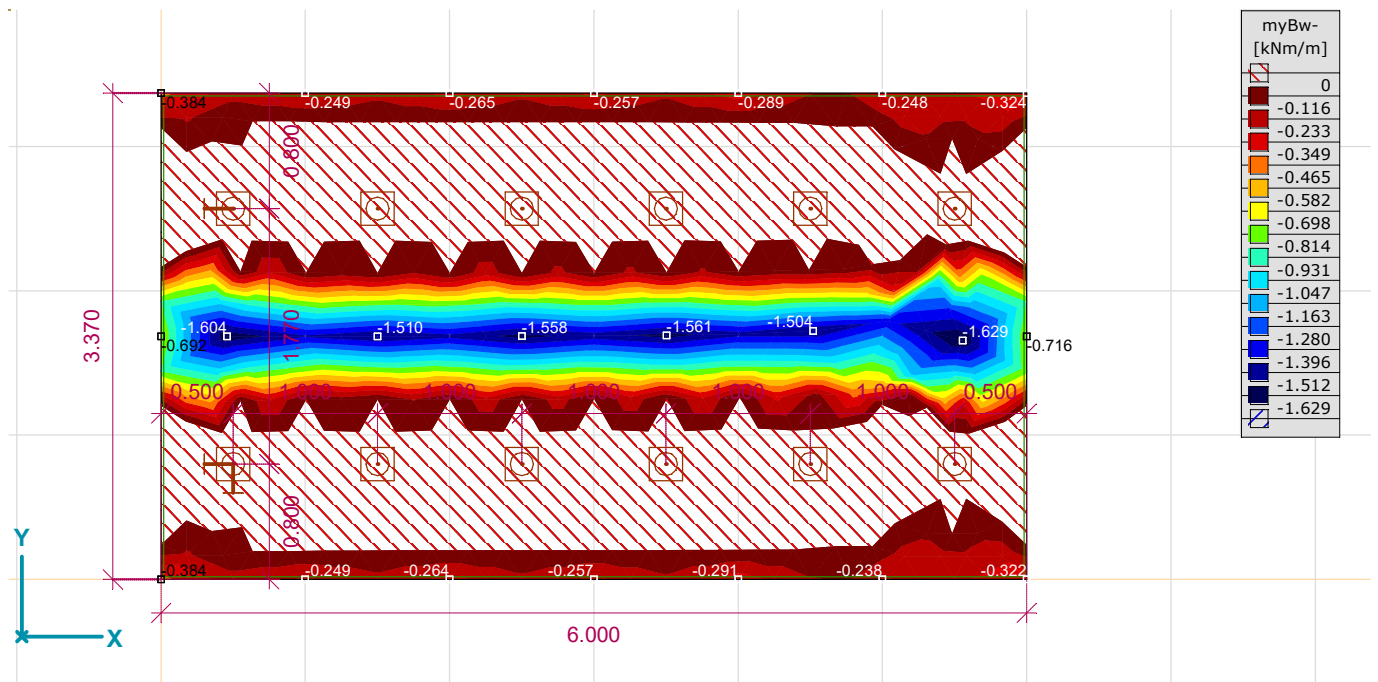
Projekt: Gabionen bei Schächten, Spritzbeton Baugrube

Seite D-10

Bearbeiter: Rothpletz, Lienhard + Cie AG

Modell: 260612-HUE-Spritzbeton_Baugrube.axs

12.06.2026



Negatives Bewehrungsmoment auf vertikale Bewehrung

Nachweis innere Tragsicherheit Spritzbeton

Lasten: Aktiver Erddruck (exkl. Wandreibung und Kohäsion), Erddruck als gleichförmige Last

→ Aktiver Erddruck aus Lörich (Seite D-3 bis D-6)

$$\begin{aligned}
 E_{o,d} &= \gamma_{G,sup} \cdot E_{o,Boden} + \gamma_Q \cdot E_{o,Nutzlast} \\
 &= \gamma_{G,sup} \cdot \sqrt{\left(\frac{e_{o,Boden,ob,h} + e_{o,Boden,ut,h}}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_{o,Boden,ob,v} + e_{o,Boden,ut,v}}{2}\right)^2} \\
 &\quad + \gamma_Q \cdot \sqrt{\left(\frac{e_{o,Nutz,ob,h} + e_{o,Nutz,ut,h}}{2}\right)^2 + \left(\frac{e_{o,Nutz,ob,v} + e_{o,Nutz,ut,v}}{2}\right)^2} \\
 &= 18,83 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\gamma_{G,sup} = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

$$e_{o,Boden,ob,h} = 2,69 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{o,Boden,ut,h} = 23,61 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{o,Boden,ob,v} = -0,69 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{o,Boden,ut,v} = -6,03 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{o,Nutz,ob,h} = 0,09 \text{ kN/m}^2$$

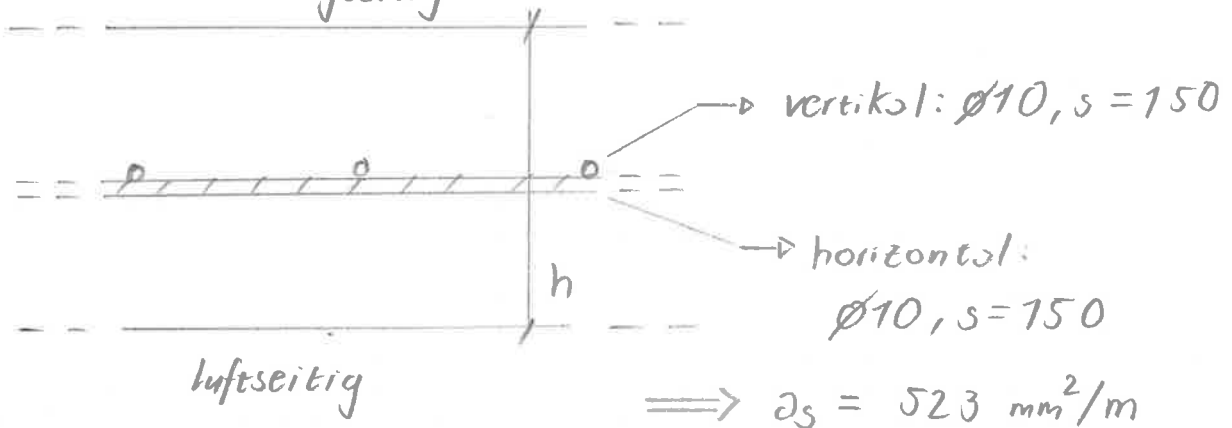
$$e_{o,Nutz,ut,h} = 0,22 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{o,Nutz,ob,v} = -0,02 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{o,Nutz,ut,v} = -0,06 \text{ kN/m}^2$$

→ Schnittkräfte & Reaktionen Anker aus Axis Seite
(Seite D-8 bis D-10)

Bewehrungsskizze:
bergseitig



$$h = 100 \text{ mm}$$

$$\rightarrow d_v = 50 \text{ mm}$$

$$\rightarrow d_{\text{vertikal}}^+ = 55 \text{ mm}$$

$$\rightarrow d_{\text{vertikal}}^- = 45 \text{ mm}$$

$$\rightarrow d_{\text{horizontal}}^+ = 45 \text{ mm}$$

$$\rightarrow d_{\text{horizontal}}^- = 55 \text{ mm}$$

Spritzbeton typ: SC 2

$$\rightarrow f_{ck} = 25 \text{ MPa}, \tau_{cd} = 1,0 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = 16,5 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 2,6 \text{ MPa}$$

$$D_{max} = 16 \text{ mm}$$

$$m_{Riss} = f_{ctk,0,95} \cdot \frac{b \cdot h^2}{6} = 5,63 \text{ kNm/m}$$

$$f_{ctk,0,95} = 1,3 \cdot f_{ctm} = 3,38 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min,Sprödelbruch} = \frac{m_{Riss}}{0,9 \cdot d_{min} \cdot f_{cd}} = 320 \text{ mm}^2/\text{m} < a_s$$

$$d_{min} = d_{\text{vertikal}}^- = d_{\text{horizontal}}^+ = 45 \text{ mm}$$

$$m_{Rd, \text{vertikal}}^+ = \alpha_s \cdot f_{sd} \cdot \left(d_{\text{vertikal}}^+ - \frac{\alpha_s \cdot f_{sd}}{0,85 \cdot 2 \cdot f_{cd} \cdot b} \right) = 10,7 \text{ kNm/m}$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{\alpha_s \cdot f_{sd}}{d_{\text{vertikal}}^+ \cdot 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b} = 0,29 < 0,35$$

$$m_{Rd, \text{vertikal}}^+ > m_{Ed, \text{vertikal}}^+ = 7,59 \text{ kNm/m}$$

————> Nachweis erfüllt!

$$m_{Rd, \text{vertikal}}^- = \alpha_s \cdot f_{sd} \cdot \left(d_{\text{vertikal}}^- - \frac{\alpha_s \cdot f_{sd}}{0,85 \cdot 2 \cdot f_{cd} \cdot b} \right) = -8,39 \text{ kNm/m}$$

$$\frac{\alpha}{d} = \frac{\alpha_s \cdot f_{sd}}{d_{\text{vertikal}}^- \cdot 0,85 \cdot f_{cd} \cdot b} = 0,36 \approx 0,35$$

$$m_{Rd, \text{vertikal}}^- > m_{Ed, \text{vertikal}}^- = -1,63 \text{ kNm/m}$$

————> Nachweis erfüllt!

$$m_{Rd, \text{horizontal}}^+ = |m_{Rd, \text{vertikal}}^-| = 8,39 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Rd, \text{horizontal}}^+ > m_{Ed, \text{horizontal}}^+ = 4,86 \text{ kNm/m}$$

————> Nachweis erfüllt!

$$m_{Rd, \text{horizontal}}^- = -m_{Rd, \text{vertikal}}^+ = -10,7 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Rd, \text{horizontal}}^- > m_{Ed, \text{horizontal}}^- = -1,68 \text{ kNm/m}$$

————> Nachweis erfüllt!

Durchstößen:

Annahme Ankerplatte 150mm x 150mm

maximale Reaktion Anker: 32,67 kN

Ankerkopf —> keine Momentenübertragung: $k_e = 1$

Näherungsstufe 1:

SIA 262 4.3.6.4.2.

$$r_s = 0,22 \cdot \max(l_x; l_y) = 389,4 \quad \text{SIA 262 4.3.6.4.4}$$

$$d = d_{\text{vertikal}} \quad (d < l_y = 1770 \text{ mm in vertikaler Richtung massgebend!})$$

$$k_g = \frac{48}{16 + D_{\max} \cdot \min \left\{ 1; \left(\frac{60}{f_{ek}} \right)^2 \right\}} = 1,5 \geq 1,2$$

$$\psi = 1,5 \cdot \frac{r_s}{d} \cdot \frac{f_{yd}}{E_s} \cdot \left(\frac{m_{sd}}{m_{Rd}} \right)^{3/2} = 0,023$$

$$\frac{m_{sd}}{m_{Rd}} \stackrel{!}{=} 1 \quad (\text{Näherungsstufe 1})$$

$$E_s = 205000 \text{ MPa}$$

$$k_r = \frac{1}{0,45 + 0,18 \cdot \psi \cdot d \cdot k_g} = 1,263$$

$$u_v = 4 \cdot 150 \text{ mm} + d_v \cdot \pi = 757,1 \text{ mm}$$

$$V_{Rd,c} = k_r \cdot \tau_{cd} \cdot d_v \cdot u_v = 47,81 \text{ kN / Ankerplatte}$$

$$V_{Rd,c} > \max \text{ Reaktion Anker} = 32,67 \text{ kN}$$

————> Nachweis erfüllt!

E. Ersatzkraftverfahren Erdbeben

Auftragsnummer _____

Auftrag _____

Seite E-1

Bearbeiter _____

Datum _____

Ersatzkraftverfahren Erdbeben

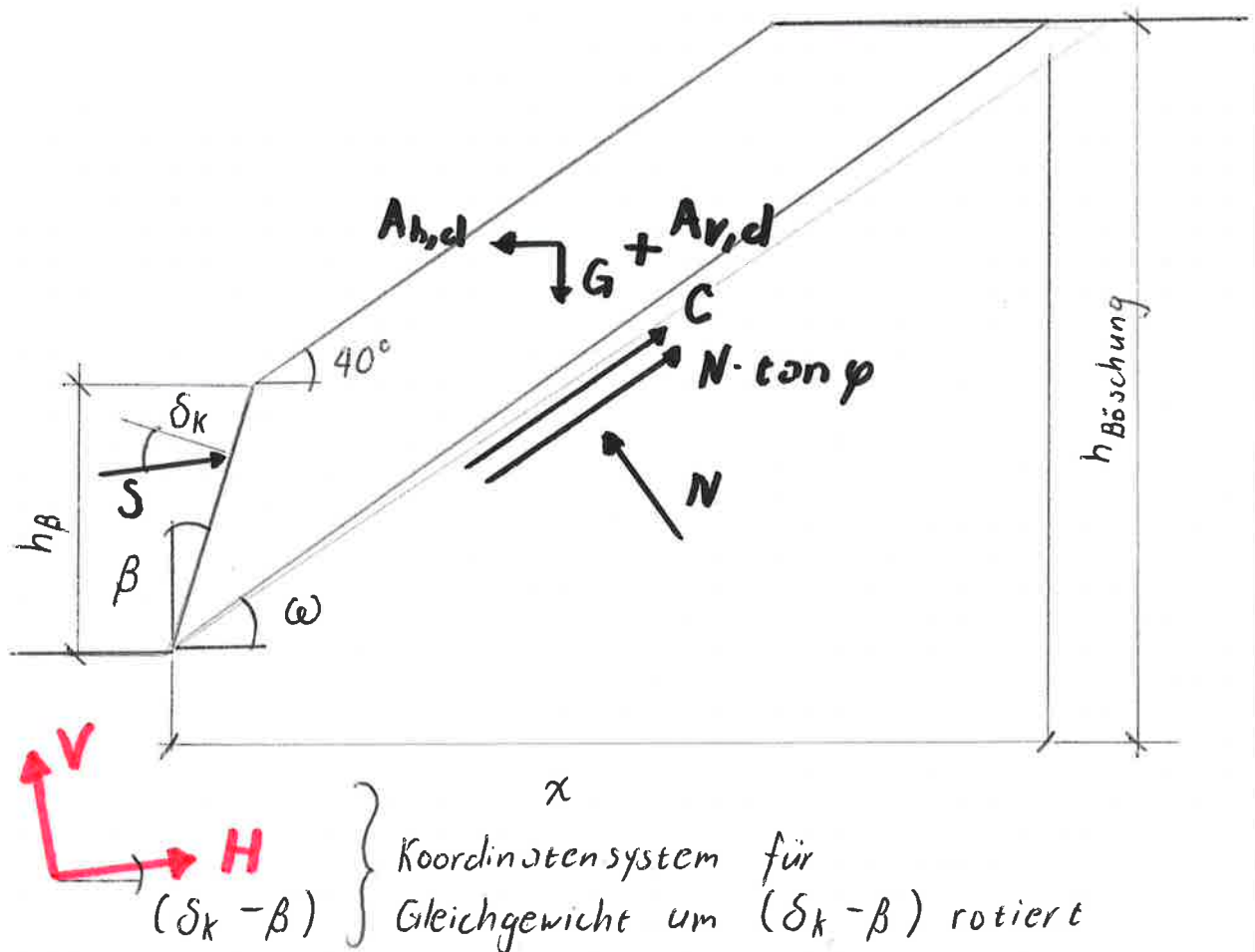
Wandreibungswinkel:

Geotextil zwischen Steinkorb & Hinterfüllung

→ Annahme raue Oberfläche: $\delta_k = \frac{2}{3} \varphi_k = 20^\circ$

Bruchkeil, $\omega = [25^\circ; 47,5^\circ]$:

$\varphi_k = 30^\circ$
↳ Hinterfüllung?



Auftragsnummer _____

Auftrag _____

 Seite **E-2**

Bearbeiter _____

Datum _____

Geometrie

$$h_{\beta} = h_{\text{Steinkorb}} \cdot \cos \beta = 3,05 \text{ m}$$

$$h_{\text{Steinkorb}} = 3,1 \text{ m}$$

$$\beta = 14^{\circ} \text{ (Neigung 4:1)}$$

$$x = \frac{h_{\text{Böschung}}}{\tan \omega}$$

$$A_{\text{Keil}} = \frac{1}{2} \cdot x \cdot h_{\text{Böschung}} - \frac{1}{2} \cdot (h_{\text{Böschung}})^2 \cdot \tan \beta$$

$$- \frac{1}{2} \left[((\sin \beta \cdot h_{\beta} \cdot \tan 40^{\circ}) + h_{\text{Böschung}} - h_{\beta}) \cdot \frac{1}{\tan 40^{\circ}} - h_{\text{Böschung}} \cdot \tan \beta \right] \cdot (h_{\text{Böschung}} - h_{\beta})$$

Erdbebeneinwirkung horizontale Kraft:

$$A_{h,d} = \gamma_f \cdot \frac{a_{g,d}}{g \cdot q_0 \cdot q_h} \cdot S \cdot G_k$$

SIA 267, 7.5.2.1

$$\gamma_f = 1,2 \text{ (BWK II)}$$

SIA 261, Tab. 25.

$$S = 1,2 \text{ (Baugrunderklasse B)}$$

SIA 261, Tab. 24

$$a_{g,d} = 0,8 \text{ m/s}^2 \text{ (Z1b)}$$

SIA 261, 16.2.1.2

$$q_0 = 2,0 \text{ (Verformung zulässig)}$$

SIA 267, Tab. 2

$$G_k = A_{\text{Keil}} \cdot \gamma$$

$$\gamma = 21,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\sum V = 0:$$

$$N \cdot \cos \omega \cdot \cos (\delta_k - \beta) + \underline{N \cdot \tan \varphi \cdot \sin \omega \cdot \cos (\delta_k - \beta)}$$

$$(G_k + A_{v,d}) \cos (\delta_k - \beta) - A_{h,d} \sin (\delta_k - \beta) - C \cdot \sin \omega \cdot \cos (\delta_k - \beta)$$

$$\Rightarrow N = \frac{(G_k + A_{v,d}) \cos (\delta_k - \beta) - A_{h,d} \sin (\delta_k - \beta) - C \cdot \sin \omega \cdot \cos (\delta_k - \beta)}{(\cos \omega + \tan \varphi \cdot \sin \omega) \cdot \cos (\delta_k - \beta)}$$

$$C = \frac{\alpha}{\cos \omega} \cdot C_{\text{Erdbeben}}$$

Annahme $C_{\text{Erdbeben}} \text{ (Endzustand)} = 6,2 \text{ kN/m}^2$,

Die Kohäsion im Endzustand wird in Beilage Nr. 01.94.02 (Statischer Bericht Einschnitt) mit einer Rückrechnung ermittelt.

$$A_{v,d} = 0,5 \cdot A_{h,d}$$

SIA 267, 7.5.2.1

Auftragsnummer _____

Auftrag _____

Seite E-5

Bearbeiter _____

Datum _____

$$\sum H = 0:$$

$$\begin{aligned} S = & A_{h,d} \cdot \cos(\delta_k - \beta) + (G_k + A_{v,d}) \cdot \sin(\delta_k - \beta) \\ & + N \cdot \sin \omega \cdot \cos(\delta_k - \beta) \\ & - C \cdot \cos \omega \cdot \cos(\delta_k - \beta) \\ & - N \cdot \tan \varphi \cdot \cos \omega \cdot \cos(\delta_k - \beta) \end{aligned}$$

→ Diagramm $S - \omega$, Seite

$$S_{\max}(\omega = 42,0^\circ) = 11,2 \text{ kN/m}$$

$$S_{\text{horizontal}} = S_{\max} \cdot \cos(\delta_k - \beta) = 11,1 \text{ kN/m}$$

$$S_{\text{vertikal}} = S_{\max} \cdot \sin(\delta_k - \beta) = 1,2 \text{ kN/m}$$

aktiver Erddruck $\ll S_{\max}$

→ keine Reduktion $S_{\max}$ durch Differenz zu aktivem Erddruck

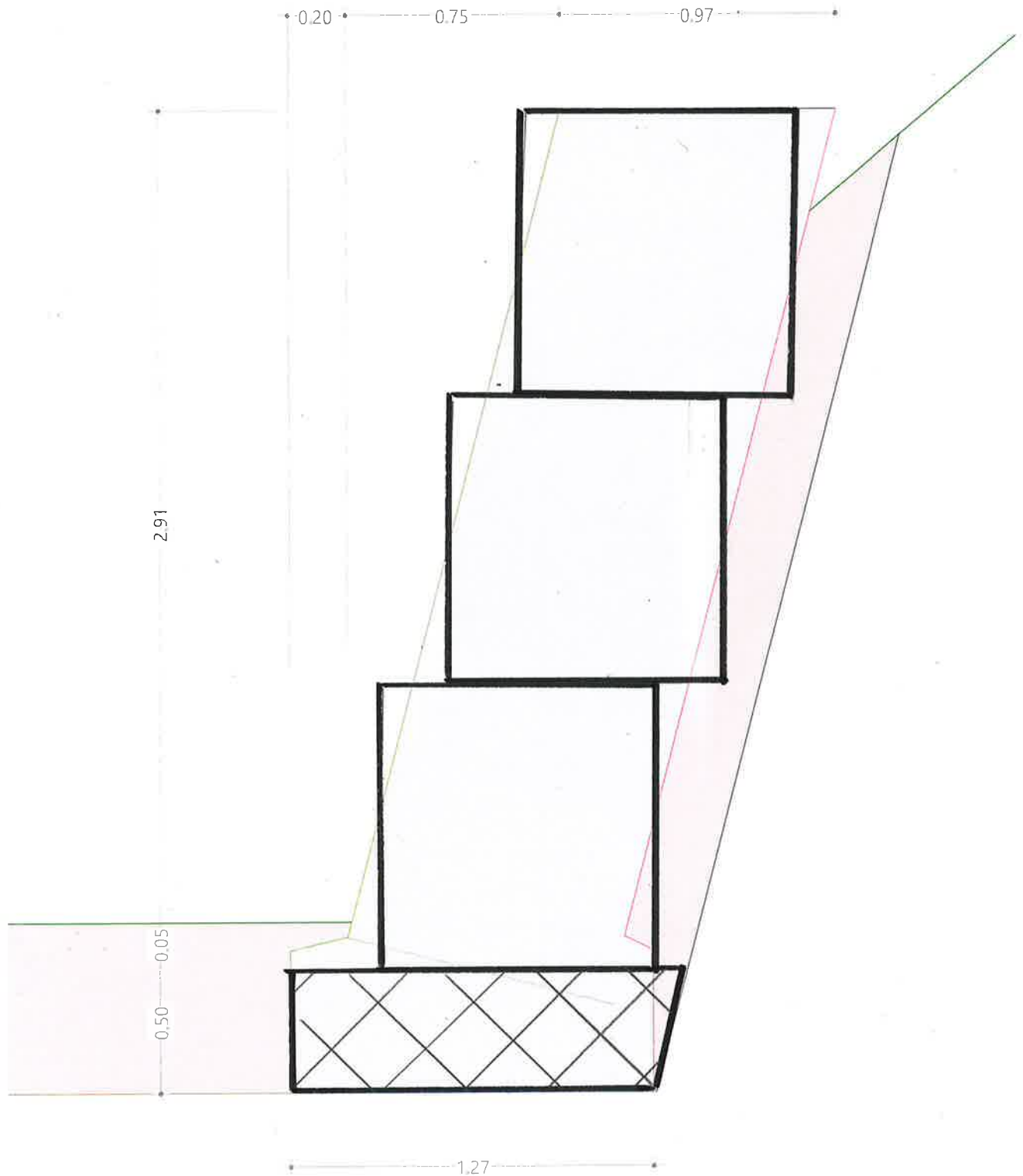
→ nicht abgestützte Stützmauer, Verlauf $S_{\max}$ identisch statische Drücke

⇒ dreiecksförmige Verteilung über 3 m Steinkörbe
siehe Last Loria Seite F-8 & F-9

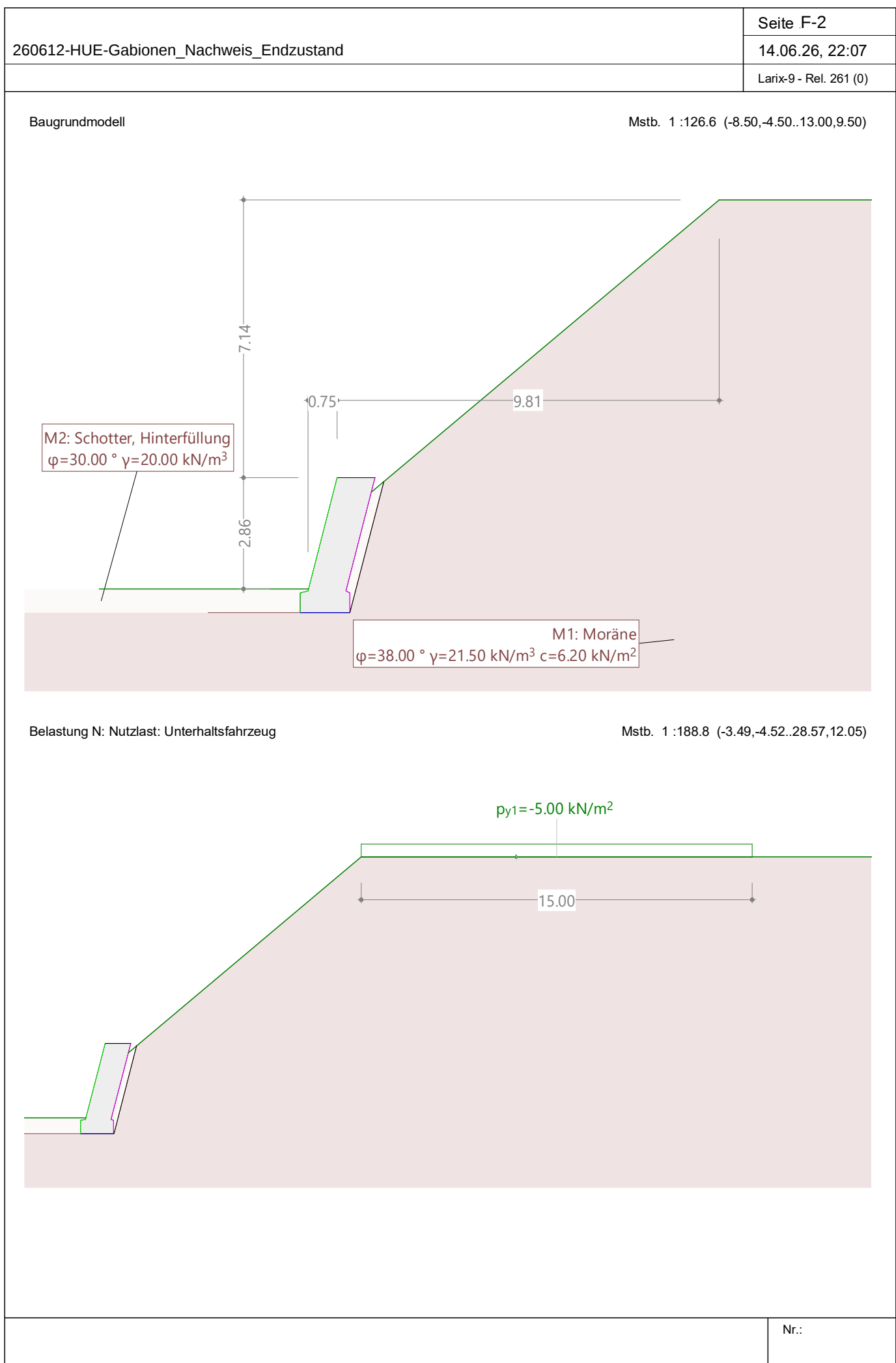
F. Nachweis Endzustand

Gabionen als Starrkörper

Mstab. 1 :20.6 (-2.50,-3.00..1.00,1.50)



Nr.:



260612-HUE-Gabionen_Nachweis_Endzustand		Seite F-4	
		14.06.26, 22:07	
		Larix-9 - Rel. 261 (0)	

Grenzwertspezifikation: !GZ Tragsicherheit Typ 2a Acc

Beschreibung

Aussergewöhnliche Bemessungssituation: Tragsicherheit Grenzzustand Typ 2a

Einwirkungskombinationen

Nr	Einwirkung Name	1	Einwirkungskombinationen
1	Eigenlast	1	
2	Erddruck ständig	1	
3	Erdwiderstand ständig	1	
4	Nutzlast	1	
5	aussergewöhnlich	1	

Grenzwertspezifikation: !GZ Tragsicherheit Typ 2 Acc

Beschreibung

Aussergewöhnliche Bemessungssituation: Tragsicherheit Grenzzustand Typ 2 (1B)

Einwirkungskombinationen

Nr	Einwirkung Name	1	Einwirkungskombinationen
1	Eigenlast	1	
2	Erddruck ständig	1	
3	Erdwiderstand ständig	1	
4	Nutzlast	1	
5	aussergewöhnlich	1	

BERECHNUNGSOPTIONEN

Widerstandsbeiwerte (1)

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]
ME-Wert					1.00	1.00
Scherkraft Sporn			1.40		1.00	1.00
Reibungswinkel γ_{Mp}			1.20		1.00	1.00
Raumgewicht γ_{My}			1.00		1.00	1.00
Kohäsion γ_{Mc}			1.50		1.00	1.00
Partialfaktor Kippen γ_R	1.00					1.50
Partialfaktor Gleiten γ_R			1.00			1.50
Partialfaktor statischer Grundbruch γ_R			1.00			2.00

Berechnungsparameter (1)

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]	
Erdruehdruckanteil r	0	0	0		1.00	0	-
Fussverdrehung					2.00	2.00	‰
minimaler Erddruck	5.00	5.00	5.00		0	0	kN/m ²
Schnittkraftvergrößerungsfaktor γ_t						1.50	-

Einwirkungen (1)

Name	Typ	Set	GZ Typ 1		GZ Typ 2		GZ Typ 3		γ [-]
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	
Eigenlast	ständig		1.10	0.90	1.35	0.80	1.00	1.00	1.35
Nutzlast	veränderlich		1.50		1.50		1.30		1.50
Erddruck ständig	ständig		1.35	0.80	1.35	0.70	1.00	1.00	1.35
aussergewöhnlich	aussergewöhnlich		1.00		1.00		1.00		1.00
Erdwiderstand ständig	ständig		0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70

GZ Typ 1 : Grenzzustand Typ 1
GZ Typ 2 : Grenzzustand Typ 2
GZ Typ 3 : Grenzzustand Typ 3
: Grenzzustand Typ 2a

Nr.:	
------	--

260612-HUE-Gabionen_Nachweis_Endzustand		Seite F-5
		14.06.26, 22:07
		Larix-9 - Rel. 261 (0)

Einwirkungen (2)

Name	γ_{inf} [-]	ψ -Beiwerte			u
		ψ_0 [-]	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	
Eigenlast	1.00				Ja
Nutzlast		1.00	1.00	1.00	Ja
Erddruck ständig	0.70				Ja
aussergewöhnlich					Ja
Erdwiderstand ständig	0.70				Ja

γ_{inf} : Grenzzustand Typ 2a

ψ -Beiwerte : Reduktionsbeiwerte

u : Einwirkung ist benutzt

Erddruck

Beschreibung	Einwirkung	δ	ε_0 [°]	!EW	Red.	δ_R [°]
Erddruck aus Bodengewicht	Erddruck ständig	0.660	38.04			
Erdwiderstand aus Bodengewicht	Erdwiderstand ständig	-0.500	0	mit	mit	10.00

δ : Wandreibungswinkel als Bruchteil des Reibungswinkels

ε_0 : Neigung Ruhedruck gegenüber der Horizontalen

!EW : Berücksichtigung des Erdwiderstandes

Red. : Automatische Reduktion des Erdwiderstandes

δ_R : Minimale Neigung der Resultierenden gegenüber der Vertikalen

Nachweise

	Berechnungsverfahren	Kohäsionsanteil	S_k [kN/m]	δ_{Sk}	
statischer Grundbruch	Brinch Hansen	mit			
Gleiten		mit	0	1.000	
Kippen	(1) weicher Untergrund				

S_k : zusätzlicher Widerstand im Gleitsicherheitsnachweis aufgrund eines Sporns

δ_{Sk} : Sohlreibungswinkel als Bruchteil des Reibungswinkels

(1) : Die Kippsicherheit wird über die zulässige Exzentrizität der Resultierenden nachgewiesen

Grenzwertspezifikationen für Schnittkräfte, Bewehrung

!GZ Tragsicherheit Typ 2

!GZ Tragsicherheit Typ 2 Acc

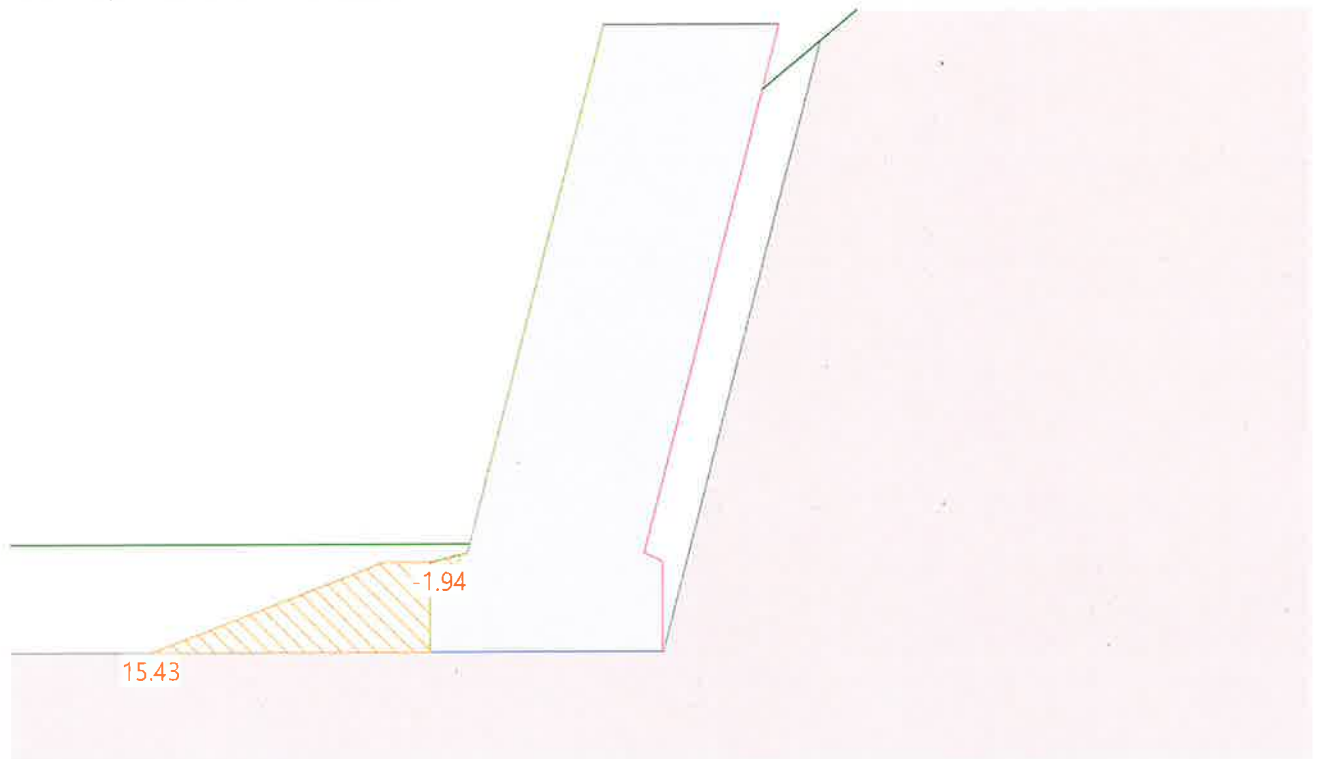
	Nr.:
--	------

260612-HUE-Gabionen_Nachweis_Endzustand	Seite F-6
	14.06.26, 22:07
	Larix-9 - Rel. 261 (0)
Aktiver Erddruck aus Eigengewicht: [kN/m²] F:[kN/m] Mstb. 1 :41.7 (-3.80,-3.17..3.29,0.90) Horizontal aktiver Erddruck: [kN/m²] Mstb. 1 :41.7 (-3.80,-3.17..3.29,0.90)	
	Nr.:

260612-HUE-Gabionen_Nachweis_Endzustand	Seite F-7
	14.06.26, 22:07
	Larix-9 - Rel. 261 (0)
Vertikaler aktiver Erddruck: [kN/m2] Mstb. 1 :41.7 (-3.80,-3.17..3.29,0.90) Horizontaler passiver Erdwiderstand: [kN/m2] Mstb. 1 :41.7 (-3.80,-3.17..3.29,0.90)	
	Nr.:

Vertikaler passiver Erdwiderstand: [kN/m²]

Mstb. 1 :41.7 (-3.80,-3.17..3.29,0.90)

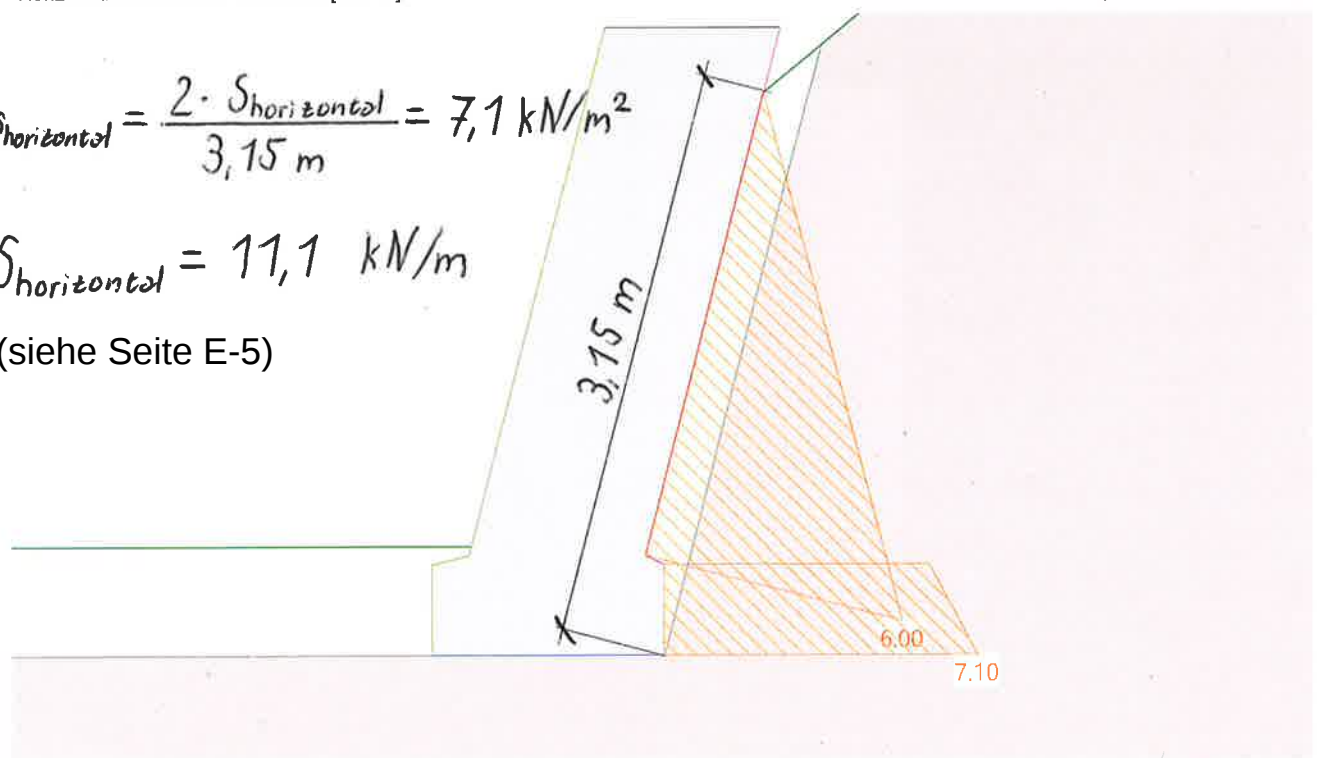
Horizontale Ersatzkraft Erdbeben: [kN/m²]

Mstb. 1 :41.7 (-3.80,-3.17..3.29,0.90)

$$s_{\text{horizontal}} = \frac{2 \cdot s_{\text{horizontal}}}{3,15 \text{ m}} = 7,1 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{\text{horizontal}} = 11,1 \text{ kN/m}$$

(siehe Seite E-5)



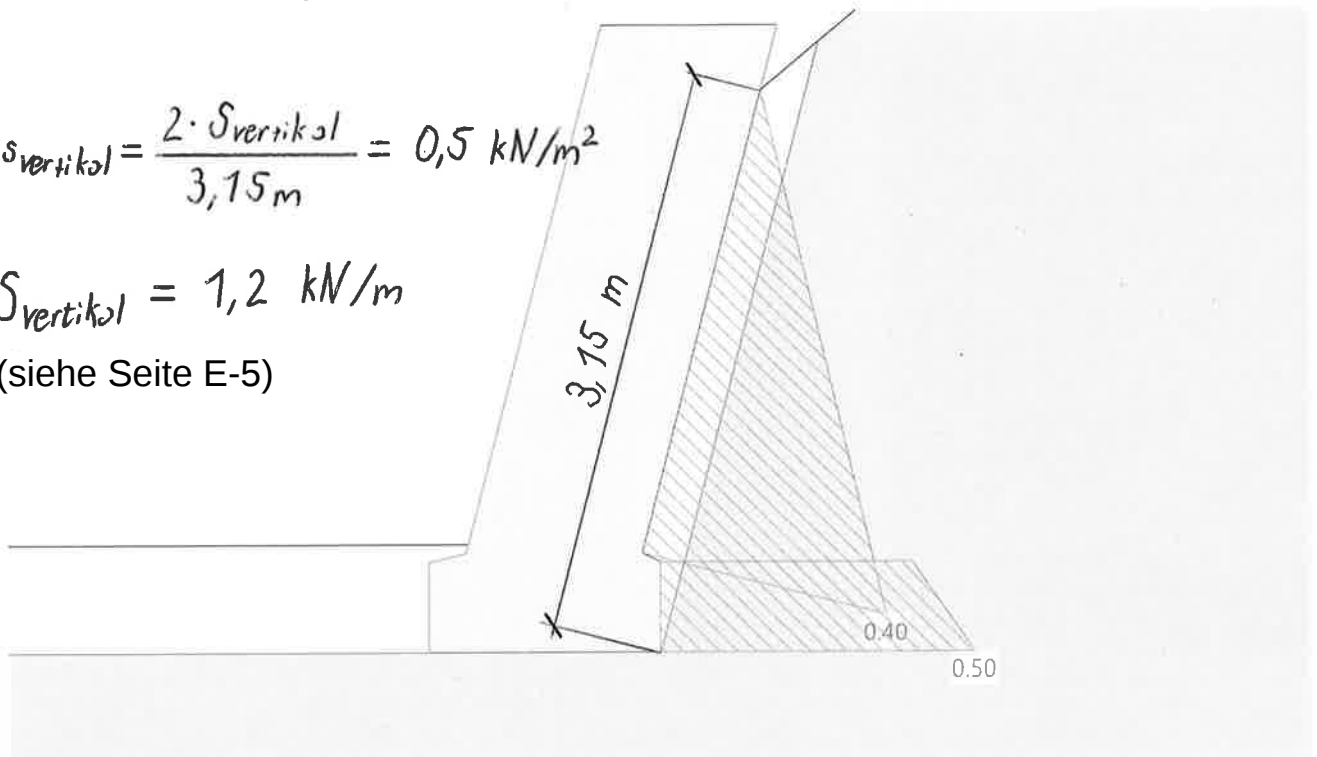
Vertikale Ersatzkraft Erdbeben: [kN/m²]

Mstb. 1 :41.7 (-3.80,-3.17..3.29,0.90)

$$s_{\text{vertikal}} = \frac{2 \cdot S_{\text{vertikal}}}{3,15 \text{ m}} = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{\text{vertikal}} = 1,2 \text{ kN/m}$$

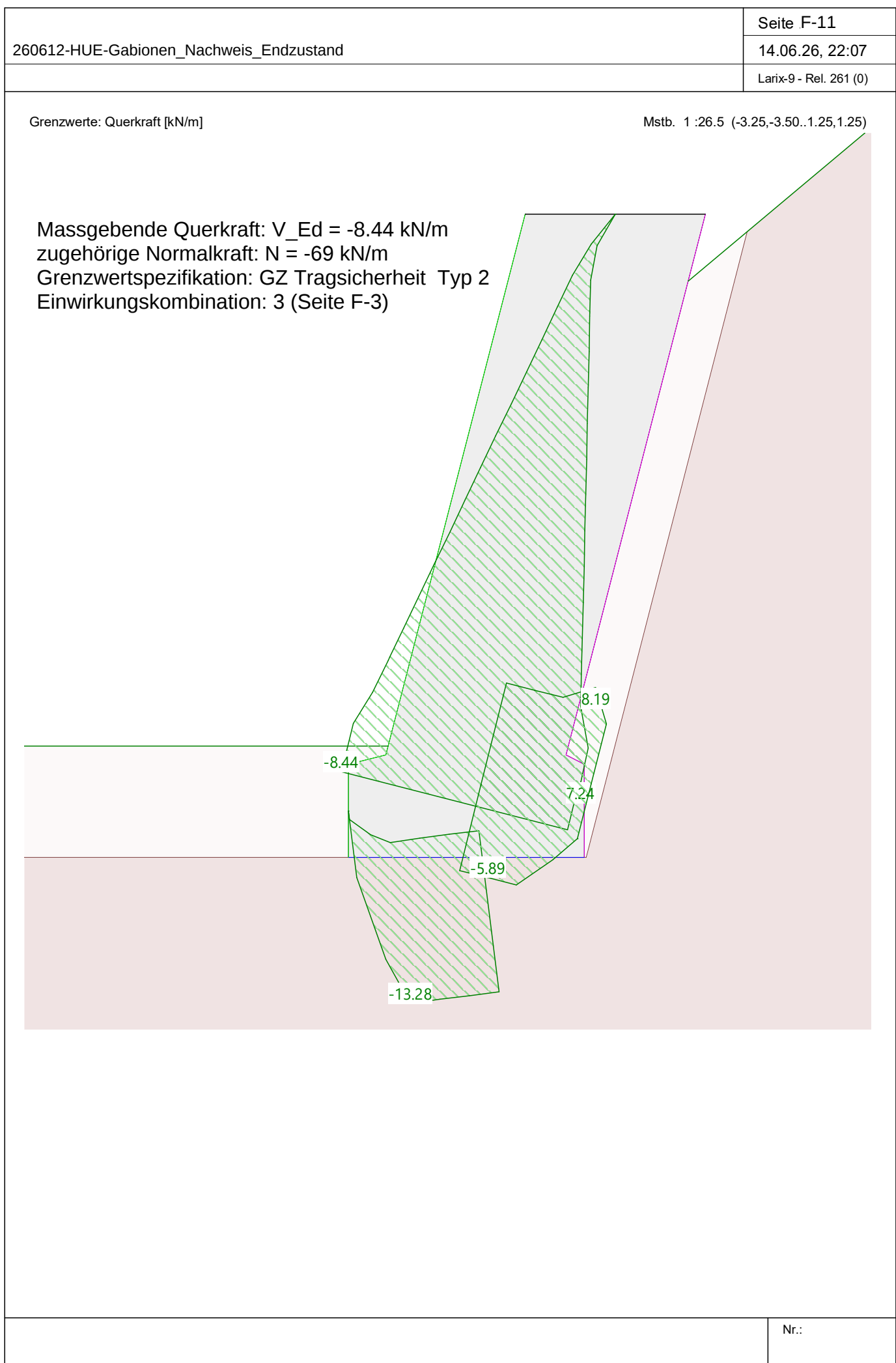
(siehe Seite E-5)

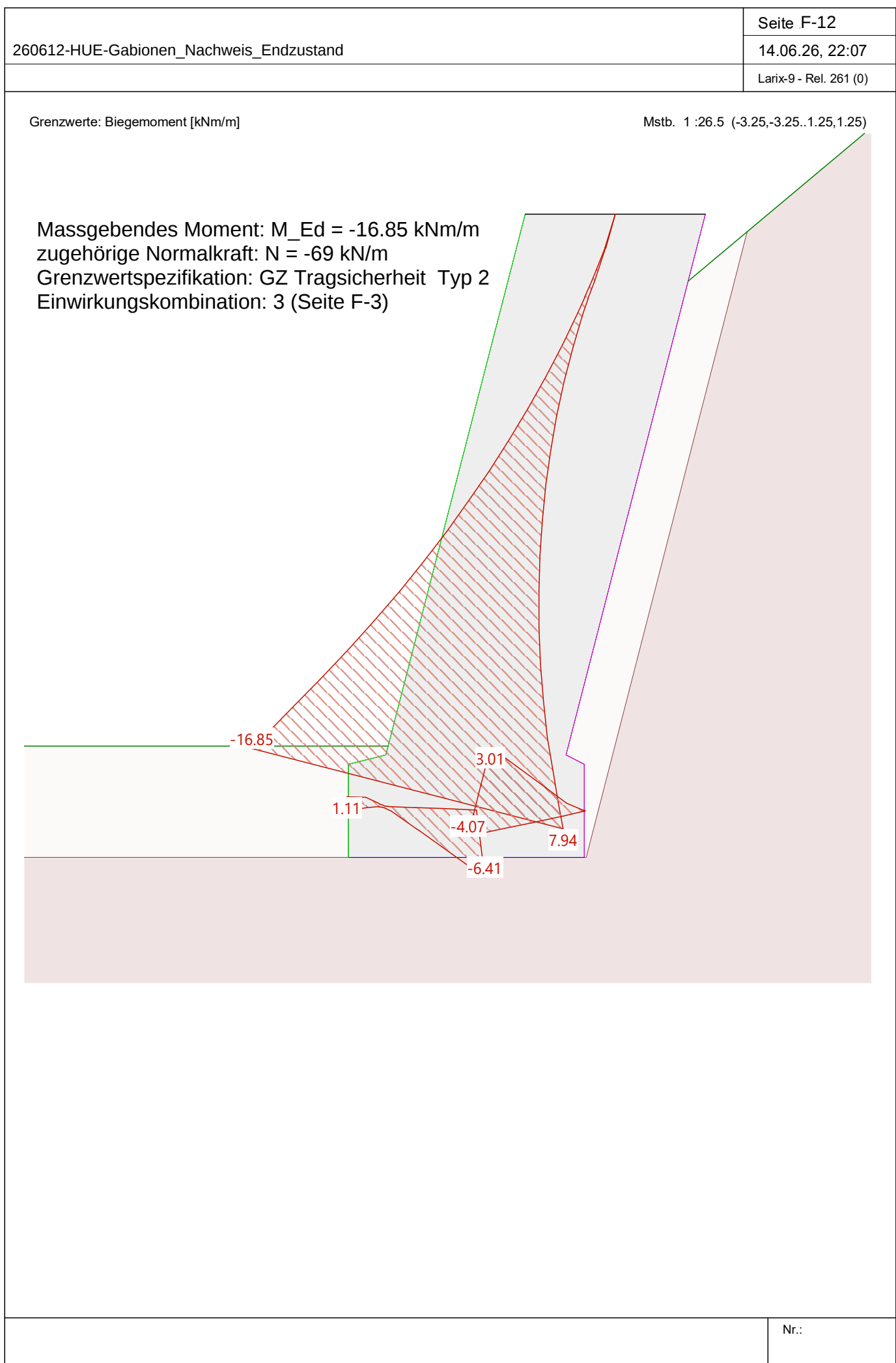
**Grenzwerte****Nachweise**

Nachweis	F _{vorh} [-]	F _{erf} [-]	β _{vorh} [%]	β _{max} [%]	GWS	EWK
Kippen	4.70	1.00			2	5
Gleiten	3.63	1.00			5	1
Grundbruch	7.38	1.00			5	3
Verdrehung			0.12	2.00	1	1

F_{vorh} : vorhandene Sicherheit
 F_{erf} : erforderliche Sicherheit
 β_{vorh} : vorhandene Verdrehung der Mauer
 β_{max} : maximal erlaubte Verdrehung der Mauer
 GWS : Grenzwertspezifikation
 EWK : Einwirkungskombination

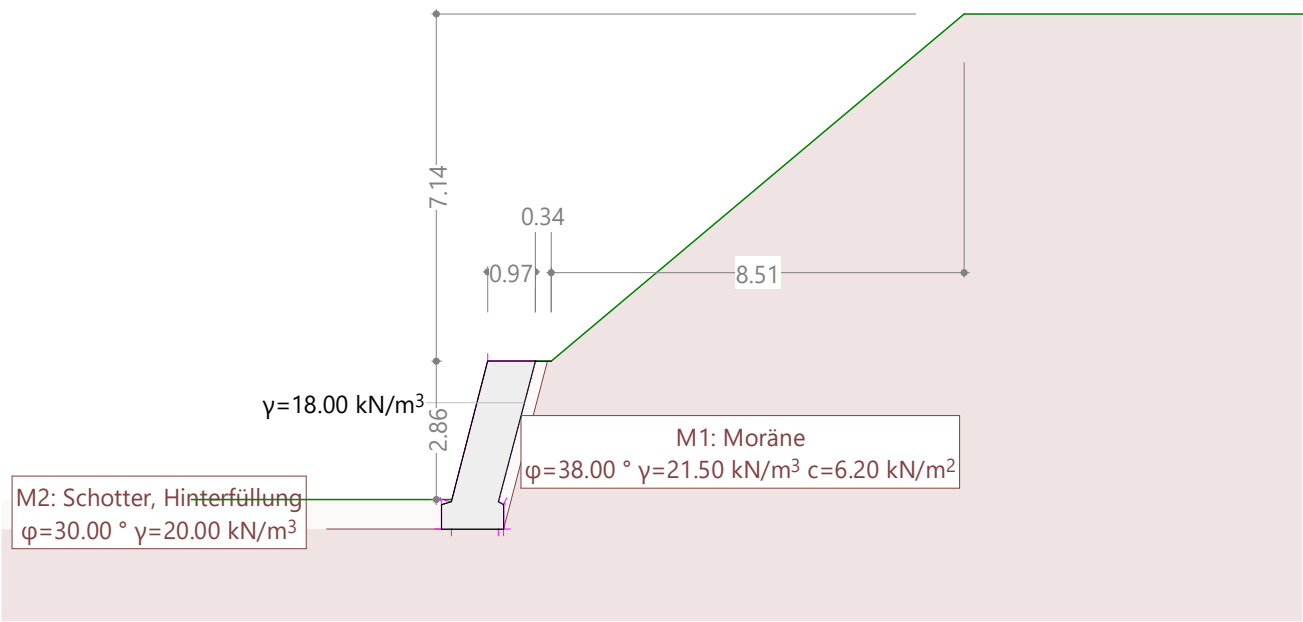
260612-HUE-Gabionen_Nachweis_Endzustand	Seite F-10
	14.06.26, 22:07
Grenzwerte: Normalkraft [kN/m] Mstb. 1 :26.5 (-3.25,-3.25..1.25,1.25) Massgebende Normalkraft: $N_{Ed} = -71.39 \text{ kN/m}$ zugehöriges Moment: $M = -4.33 \text{ kNm/m}$ Grenzwertspezifikation: GZ Tragsicherheit Typ 2 Einwirkungskombination: 1 (Seite F-3)	
	Nr.:





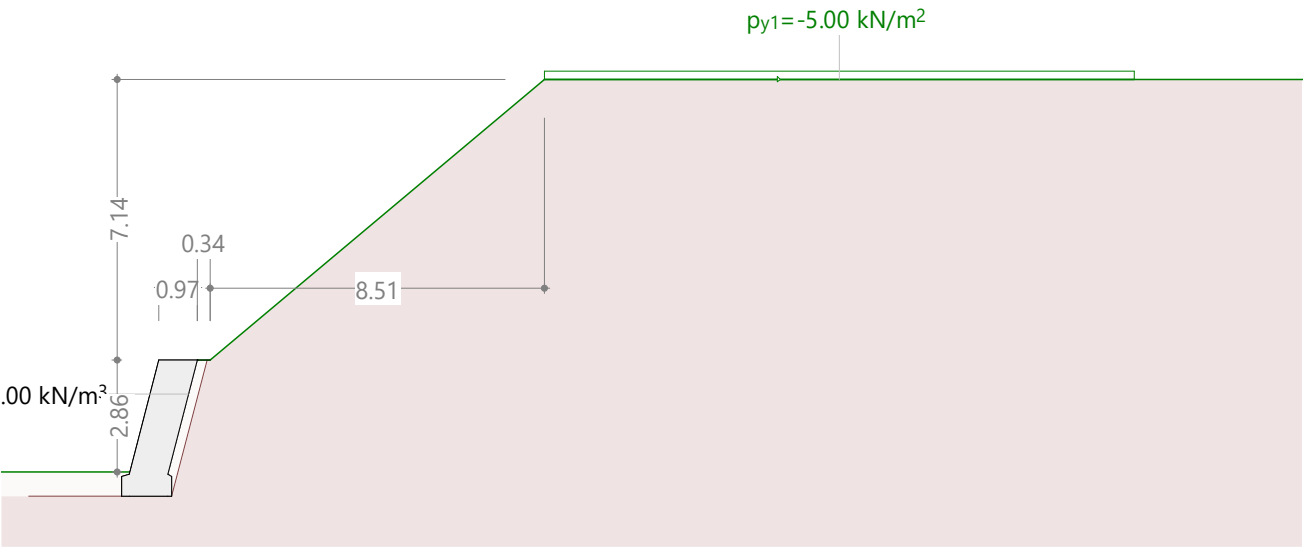
Baugrundmodell

Mstb. 1 :155.8 (-10.45,-4.37..16.01,9.33)



Belastung N: Nutzlast: Unterhaltsfahrzeug

Mstb. 1 :192.3 (-4.39,-3.72..28.27,13.18)

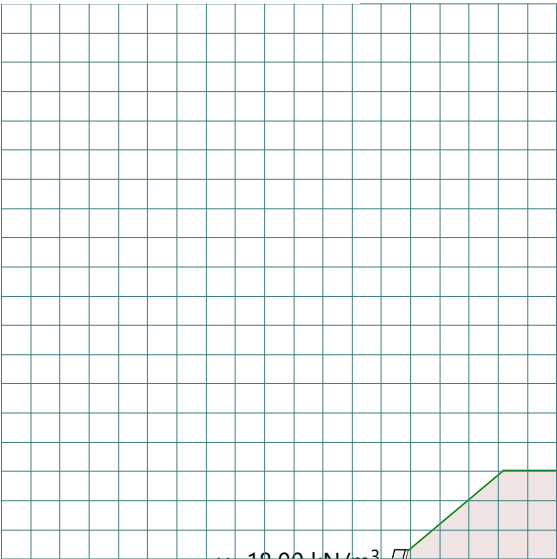


Gleitliniendefinition: Zentren und Radiusbereich

Mstb. 1 :681.0 (-59.91,-5.97..55.74,53.89)

$n_x = \angle U$ $n_y = \angle U$

$R_{min} = 1.00$ m $R_{max} = 75.00$ m $n_r = 74$



$\gamma = 18.00$ kN/m³

BERECHNUNGSOPTIONEN

Widerstandsbeiwerte (1)

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]
Vorgespannter Anker			1.35	1.35		1.00
Scherwiderstand			1.30	1.30		1.00
Bodennagel/ Haftungselement			1.35	1.35		1.00
Reibungswinkel $\gamma_{M\phi}$			1.20	1.20		1.00
Kohäsion γ_{Mc}			1.50	1.50		1.00

Berechnungsparameter (1)

Name	GZ TS 1 [-]	GZ TS 2 [-]	GZ TS 2a [-]	GZ TS 3 [-]	GZ G [-]	global [-]	
Partialfaktor für den Tragwiderstand γ_R			1.00	1.00		1.40	-

Einwirkungen (1)

Name	Typ	Set	GZ Typ 1		GZ Typ 2		GZ Typ 3		
			γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]	γ_{inf} [-]	γ [-]
Eigenlast	ständig		1.10	0.90	1.35	0.80	1.00	1.00	1.35
Nutzlast	veränderlich		1.50		1.50		1.30		1.50
aussergewöhnlich	aussergewöhnlich		1.00		1.00		1.00		1.00

GZ Typ 1 : Grenzzustand Typ 1
GZ Typ 2 : Grenzzustand Typ 2
GZ Typ 3 : Grenzzustand Typ 3
: Grenzzustand Typ 2a

Einwirkungen (2)

Name	γ_{inf} [-]	ψ -Beiwerte			u
		ψ_0 [-]	ψ_1 [-]	ψ_2 [-]	
Eigenlast	1.00				Ja
Nutzlast		1.00	1.00	1.00	Ja
aussergewöhnlich					Ja

: Grenzzustand Typ 2a
 ψ -Beiwerte : Reduktionsbeiwerte
u : Einwirkung ist benutzt

Lamellenverfahren

Methode	δ_T [-]	n_L	dx_{min} [m]	gerade Randbereiche	
Morgenstern-Price (Spencer)	0.0200	200	0.01	mit	

δ_T : Konvergenztoleranz der Iteration
 n_L : Anzahl Lamellen
 dx_{min} : minimale Lamellenbreite

Grenzwertspezifikation: !GZ Tragsicherheit Typ 3

Beschreibung

Standard-Bemessungssituation: Tragsicherheit Grenzzustand Typ 3 (1C)

Einwirkungskombinationen

Nr	Einwirkung Name	1	2	Einwirkungskombinationen
1	Eigenlast	1	1	
2	Nutzlast	1.3		

Grenzwertspezifikation: !GZ Tragsicherheit Typ 3 Acc

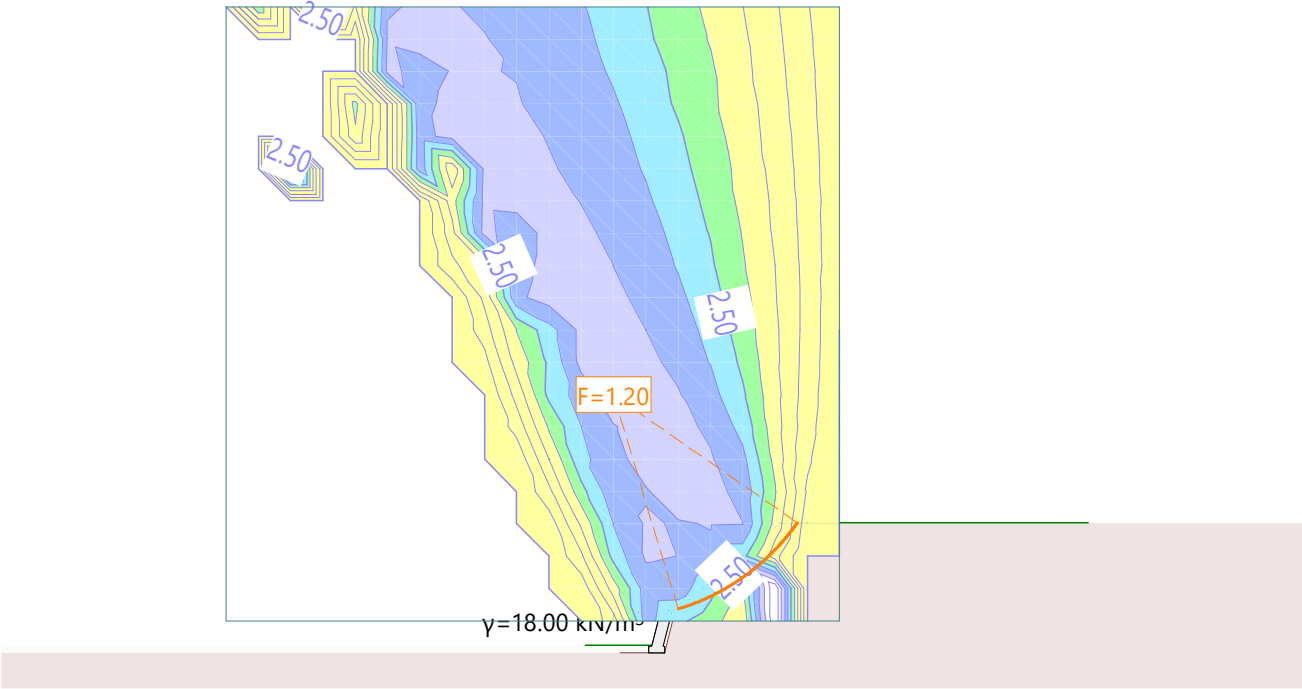
Beschreibung

Aussergewöhnliche Bemessungssituation: Tragsicherheit Grenzzustand Typ 3 (1C)

Einwirkungskombinationen

Nr	Einwirkung Name	1	Einwirkungskombinationen
1	Eigenlast	1	
2	Nutzlast	1	
3	aussergewöhnlich	1	

Mstb. 1 :616.1 (-53.67,-4.93..50.96,54.93)
Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Def. Zentren & Radiusbereich, Methode: Morgenstern-Price (Spencer)



Larix								Seite F-16	
260512-HUE-Steinkörbe_Endzustand - Standsicherheit								15.06.26, 16:36	
Rothpletz, Lienhard + Cie AG						martin.huerzeler		Larix-9 - Rel. 261 (0)	
Grenzwerte: Def. Zentren & Radiusbereich									
Gleitlinie mit der kleinsten Sicherheit									
GWS	EWK	Linie	F _{NW}	λ _{NW}	x	y	R	Bemerkung siehe Fussnoten	
			[-]	[-]	[m]	[m]	[m]		
1	1	19035	1.20	0.83	-4.42	18.42	18.23		
GWS : Grenzwertspezifikation									
EWK : Einwirkungskombination									
F _{NW} : Nachweis der Standsicherheit									
λ _{NW} : Ausnutzung der Standsicherheit									
Grenzwertspezifikationen									
GWS	Titel					Bemessungssituation		Grenzzustand	AP
1	!GZ Tragsicherheit Typ 3					andauernd		Tragsicherheit Typ 3	!GZT
2	!GZ Tragsicherheit Typ 3 Acc					aussergewöhnlich		Tragsicherheit Typ 3	!GZT
AP : Analyseparameterset									
								Nr.:	

Nochweis innere Tragsicherheit G6bionen

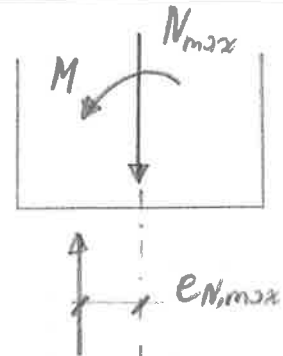
Normalkraft:

$$N_{max,Ed} = -71,39 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed,N} = 9,33 \text{ kNm/m}$$

$$e_{N,max} = \frac{M_{Ed,N}}{N_{max,Ed}} = 0,061 \text{ m} < \frac{1}{6} b_{G6bionen} = 0,167 \text{ m}$$

$$b_{G6bionen} = 1 \text{ m}$$



Biegung:

$$M_{max,Ed} = 17,59 \text{ kNm/m}$$

$$N_{Ed,M} = -62,52 \text{ kN/m}$$

$$e_{M,max} = \frac{M_{max,Ed}}{N_{Ed,M}} = 0,281 \text{ m} > \frac{1}{6} b_{G6bionen}$$

$$e_{M,max} < 0,475 \text{ m} = \frac{b}{2} = 250 \text{ mm} \quad \text{SIA 266/2 4.3.2.3}$$

→ Exzentrizität innerhalb G6bion: Nachweis erf6llt!

Querkraft:

$$Q_{max,Ed} = 19,8 \text{ kN/m} \quad , \quad N_{Ed,Q} = -62,54 \text{ kN/m}$$

$$\mu_{d,min} = \frac{Q_{max,Ed}}{N_{Ed,Q}} = 0,32$$

$$\mu_{k,min} = \mu_{d,min} \cdot 1,2 = 0,38$$

Mindest Reibungswinkel charakteristisch G6bionen:

$$\varphi_{G6bionen,min,k} = \tan^{-1}(\mu_{k,min}) = 20,8^\circ$$

Annahme F6llung G6bionen mit Schotter:

$$\varphi_{schotter,k} \text{ (SIA 261, Tab. 30)} = 35^\circ > \varphi_{G6bionen,min,k}$$

→ Nachweis erf6llt!