

Linie Nr.: 890
Bezeichnung: Sargans Ost - Ziegelbrücke
km: 0.900 - 32.900

12.304.03

Kanton(e): St. Gallen, Glarus
Gemeinde(n): Mels, Flums, Glarus Nord

Projekt: **STW-Ersatz Mels, Flums, Weesen**
ISP-Nr.: 1160417

Phase: **Auflageprojekt**

Autoren: Bauherrenvertretung SBB
Abteilung/OE: I-AEP-PJM-ROT-T6
Name: Andreas Ziegler



Zürich, 28. Juli 2026



Qualifizierte elektronische Signatur - Schweizer Recht
Signiert auf Skribble.com

Projektverfasser
Firma: AFRY Schweiz AG
Name: Carsten Roth



Projektleiter | AFRY Schweiz AG

Stadthausstrasse 14 | CH-8400 Winterthur, 10. Aug. 2026



Qualifizierte elektronische Signatur - Schweizer Recht
Signiert auf Skribble.com

Statische Berechnung

Banketthalterungen

	Vorprojekt	Bauprojekt/PGV	Ausführung	Ausgeführtes Werk
Projektphase		X		

Änderungsverzeichnis:						
Index	Erstellt	Visum	Geprüft	Visum	Freigabe	Visum
1.0	31.10.2025	voal	31.10.2025	roc	31.10.2025	zia
1.1	07.05.2026	voal	07.05.2026	roc	07.05.2026	zia

Vorwort:

Für jede Anlagenart ist eine separate Nutzungsvereinbarung zu erstellen. Eine Gruppierung verschiedener Anlagenarten ist möglich, jedoch ist diese vorab mit I-NAT-KBN abzustimmen.

Das Dokument ist in der jeweiligen Projektphase zu überprüfen bzw. zu ergänzen. Die Änderungen haben direkt im Originaldokument nach folgendem Farbschema zu erfolgen:

- Vorprojekt: Schwarz
- Bau-/ Auflageprojekt: Grün
- Ausführungsprojekt: Pink

Um die Änderungen auf einen Blick nachzuvollziehen, ist zusätzlich die Revisionsliste auszufüllen.

Revisionsliste der projektspezifischen Änderungen

Index	Kapitel	Änderungen
1.1	3.5	Abgrenzungen geologische Erkenntnisse

Änderungsverzeichnis der Dokumentenvorlage

Version: 4.1
Letzte Änderung: 03.01.2022
Letzte Änderung durch: Alain Liechti (I-NAT-KBN-IB)
Ablage: DE – 20220103_Vorlage_Nutzungsvereinbarung
Änderungen zu Version 4.0 Aktualisierung Grundlagen (Kap.2) und redaktionelle Anpassungen der Kap. 1.2, 1.6, 1.7, 4, 5.1, 5.2, 5.3, 6, 7.3

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
1.1	Einleitung	5
1.2	Resultate	5
2	Grundlagen	6
2.1	Projektspezifische Grundlagen	6
2.2	Gesetzliche Grundlagen	6
2.3	Normen	6
2.4	SBB und Eisenbahnspezifische Vorgaben und Reglemente	6
3	Allgemeines	6
3.1	Einleitung	6
3.2	Objektbeschrieb	6
3.3	Objektskizze	7
3.4	Bauablauf	8
3.5	Abgrenzungen	8
4	Geometrie	8
4.1	System	8
4.2	Aufbau	9
5	Baustoffe	9
6	Einwirkungen und Erddruckbeiwerte	10
6.1	Ständige Einwirkungen	10
6.2	Veränderlicher Einwirkungen	10
6.3	Erddruckbeiwerte	10
7	Statische Nachweise	10
7.1	Nachweis Vertikalpfahl	10
7.2	Nachweis Rahmen	11
7.3	Nachweis Gitterausfachung	11
7.4	Abweichende Baugrundkennwerte	11
8	Anhänge	12
8.1	Anhang 1 Nachweise Ribbert; schlechter Baugrund	12

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Nachweisschnitte	5
Abbildung 2: Schemaschnitt der Banketthalterung	7
Abbildung 3: Querprofil Banketthalterung km 10.294	7
Abbildung 4: Schemaschnitt der Banketthalterung	9

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der Nachweise	5
---	---

Anhänge

Anhang 1 Nachweise Ribbert; schlechter Baugrund	
---	--

1 Zusammenfassung

1.1 Einleitung

Dieses Dokument beinhaltet die rechnerischen Randbedingungen zu den Banketthalterungen und zusammenfassend die Nachweise für das eingesetzte System «Ökogitter reptilienoptimiert» der Firma Ribbert.

Im Technischen Bericht «Ökogitter System Ribbert – Technischer Bericht und Nachweise Ausfachung Ökogitter» vom 15.04.2020 sind die ausführlichen Nachweise festgehalten. Die Tragfähigkeit von den Vertikalpfählen, der Rahmenkonstruktion und der Gitterausfachung wurde untersucht.

Nicht Bestandteil der statischen Berechnungen sind die Nachweise zur Gebrauchstauglichkeit.

1.2 Resultate

Nr.	Art von Nachweis	Erfüllungsgrad F	Nachweis
1)	Schubwiderstand (Pfahl)	2.8	Erfüllt
2)	Biegewiderstand (Pfahl)	2.6	Erfüllt
3)	Querschnittswiderstand (Pfahl)	6.5	Erfüllt
4)	Äussere Tragsicherheit (Pfahl)	5.4	Erfüllt
5)	Biegewiderstand (Rahmen)	$0.76 < 1.0$	Erfüllt
6)	Biegewiderstand (Gitterausfachung)	1.35	Erfüllt

Tabelle 1: Zusammenstellung der Nachweise

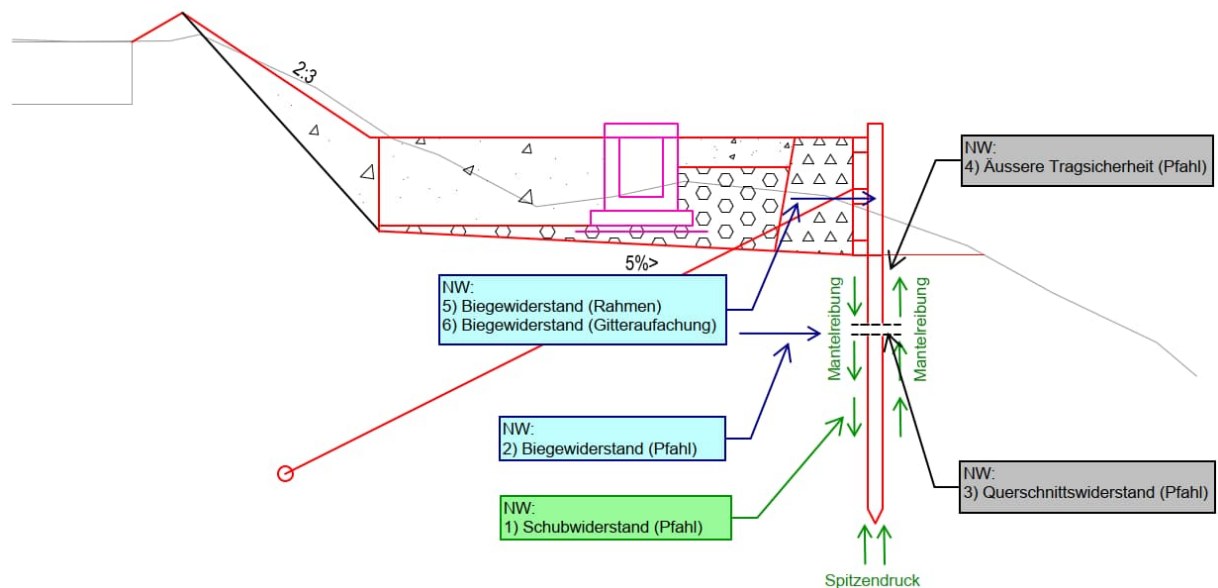


Abbildung 1: Nachweisschnitte

2 Grundlagen

2.1 Projektspezifische Grundlagen

Siehe Dok. «12.304.01 Nutzungsvereinbarung Banketthalterungen» Abs. 2.1.

2.2 Gesetzliche Grundlagen

Siehe Dok. «12.304.01 Nutzungsvereinbarung Banketthalterungen» Abs. 2.2.

2.3 Normen

Siehe Dok. «12.304.01 Nutzungsvereinbarung Banketthalterungen» Abs. 2.3.

2.4 SBB und Eisenbahnspezifische Vorgaben und Reglemente

Siehe Dok. «12.304.01 Nutzungsvereinbarung Banketthalterungen» Abs. 2.4.

3 Allgemeines

3.1 Einleitung

Die Sicherungsanlagen der Bahnhöfe Mels, Flums und Weesen haben das Ende ihrer Lebensdauer erreicht und sollen gem. Anlagenstrategie NAT-SAZ durch elektronische Stellwerke ersetzt werden. Mit dem Ersatz dieser Stellwerke ist auch eine Verlegung der Verbindungsleitungen in neue, grössere Kabelkanäle (T23 und T24) erforderlich.

Das geplante Kabelprojekt erstreckt sich von Bahnkilometer 0.900 bis 32.900. Innerhalb dieses Projektperimeters sollen zum Schutz und zur Stabilisierung des Kabelkanals neue Banketthalterungen eingebaut werden.

3.2 Objektbeschreibung

Als Bankettsicherung wird das System Ökogitter reptilienoptimiert der Firma Ribbert ausgewählt.

Projektperimeter für den Bau der Banketthalterungen:

- km 3.102 – 3.109
- km 3.480 – 3.491
- km 3.491 – 3.529
- km 3.529 – 3.537
- km 3.537 – 3.561
- km 3.561 – 3.565
- km 4.922 – 4.932
- km 6.098 – 6.118
- km 10.281 – 10.286
- km 10.293 – 10.300
- km 29.466 – 29.478
- km 29.478 – 29.504
- km 29.504 – 29.550
- km 29.550 – 29.594
- km 29.594 – 29.666
- km 29.666 – 29.980

3.3 Objektskizze

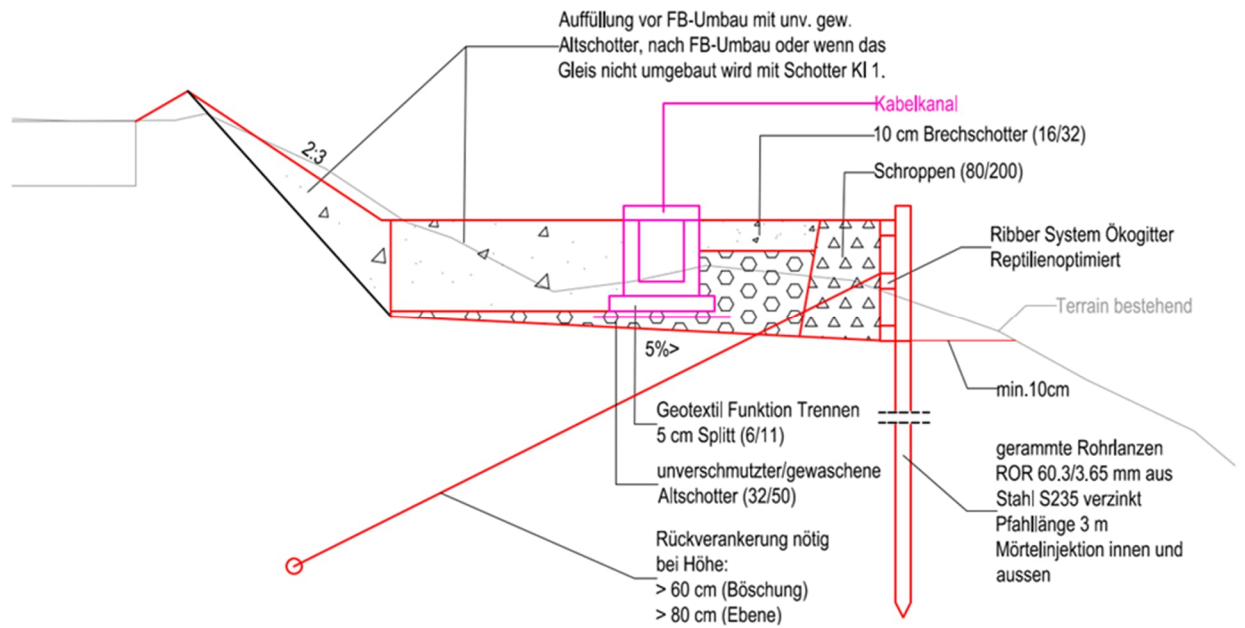


Abbildung 2: Schemaschnitt der Banketthalterung

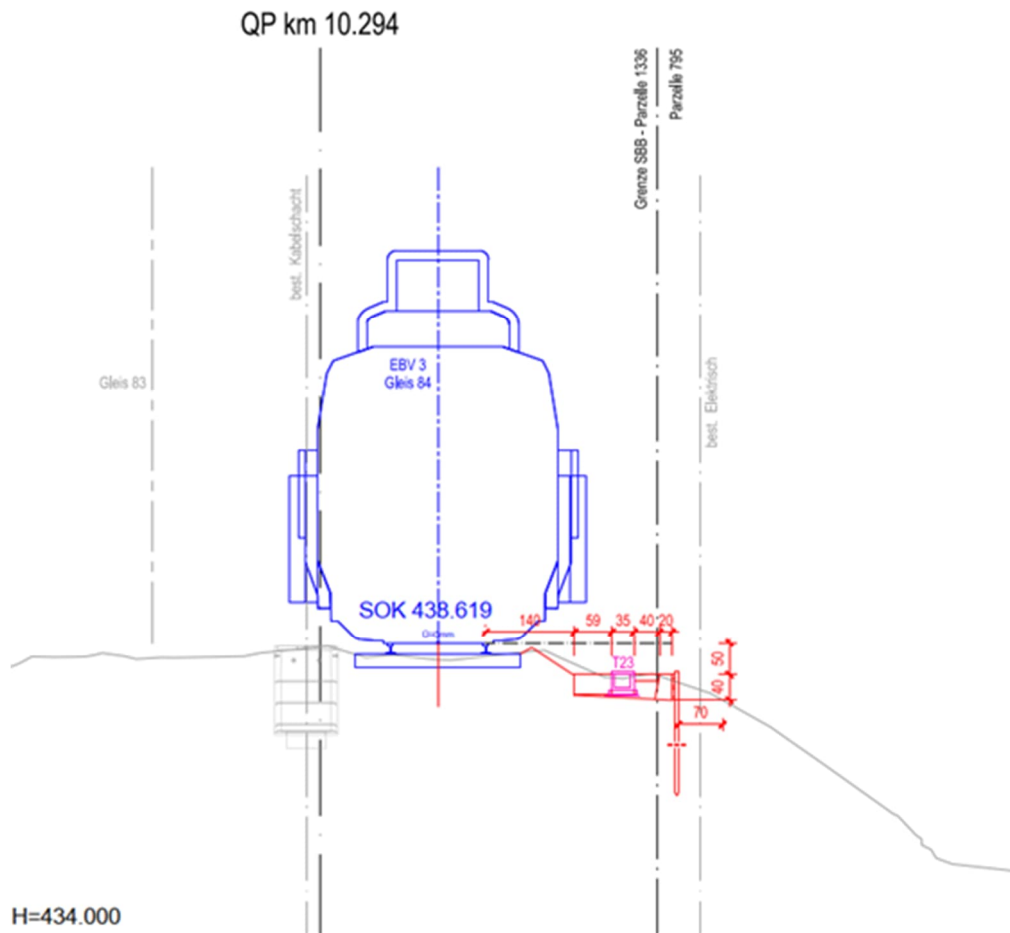


Abbildung 3: Querprofil Banketthalterung km 10.294

3.4 Bauablauf

Die Ökogitter können, sofern es der Platz aus Sicherheitsgründen zulässt, tagsüber und während des Zugbetriebs montiert werden, vorausgesetzt, das Bankett wird mit Hilfe von Railsafe von der Fahrbahn abgetrennt. Die Lanzen können im sicheren Bereich in den Boden eingebracht werden, und anschliessend sind diese mit Mörtelinjektion zu füllen. In einem weiteren Schritt wird an dieser Stützkonstruktion der Stützrahmen sowie das Gitternetz befestigt. Direkt hinter dem Gitter wird Schroppen 80/200 für die reptilienoptimierte Version aufgefüllt, während die restliche Auffüllung aus unverschmutztem Altschotter 32/50 besteht.

3.5 Abgrenzungen

- Siehe Dok. «12.304.01 Nutzungsvereinbarung Banketthalterungen» Abs. 1.5.

4 Geometrie

4.1 System

Systemhöhen:	40 / 60 / 80 / 100 cm
Anschluss Bankett an Planie / Planum ab äussere SOK:	140 cm
Beginn Bankett ab äussere SOK:	180 cm
Bankettbreite:	für T23: 75 cm für T24: 85 cm
Rückverankerung:	ab 60 cm bei schlechtem Baugrund: $\varphi \leq 37^\circ$ $\delta_p \leq -\frac{1}{2} * \varphi$ ab 80 cm immer nötig
Pfahlabstand:	2.00 m
Gitter:	Maschenweite 50 x 50 mm

4.2 Aufbau

Verfüllung nach dem Bankett:

Restliche Auffüllung:

Bankettmaterial:

Schroppen 80/200; 20 cm breit
unverschmutzter / gewaschener
Altschotter 32/50

Brechsotter 16/32, 10 cm

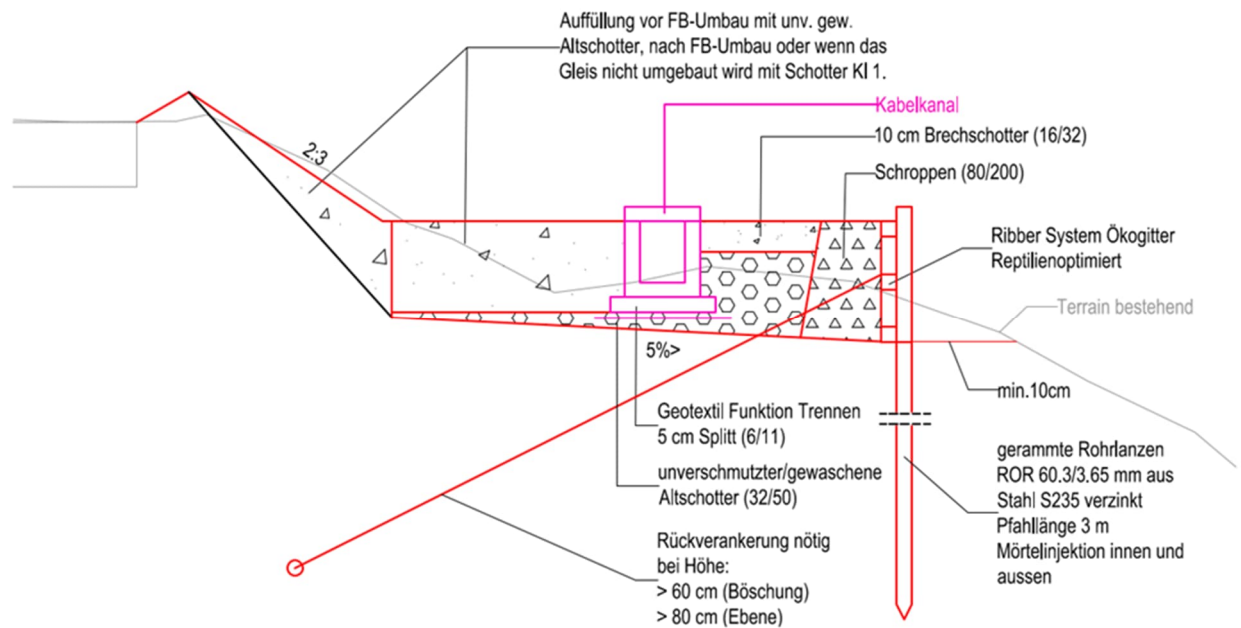


Abbildung 4: Schemaschnitt der Banketthalterung

5 Baustoffe

Elemente:

Stahlrahmen

Quadratisches Hohlprofil, 50 x 50 x 4 mm

Gitter

Drahtdurchmesser 5 mm, Maschenweite 60 x 60 mm

Plombe

Plombe unter Stahlrahmen mit CEM I 42.5

Elementverbindungen

Steckmuffen

Vertikaler Mikropfahl (Lanze) ROR 60.3 x 3.65 verzinkt, S235, ausinjiziert mit CEM I 42.5

Rückverankerung

ROR 60.3 x 3.65, S235, ausinjiziert mit CEM I 42.5, innenliegendes verzinktes Stahlseil mit $d = 10$ mm und $L = 2$ m,

6 Einwirkungen und Erddruckbeiwerte

6.1 Ständige Einwirkungen

- Bahnschotter (φ und γ)

Siehe Dok. «12.304.02 Projektbasis Banketthalterungen» Abs. 5.2.1.

6.2 Veränderlicher Einwirkungen

Siehe Dok. «12.304.02 Projektbasis Banketthalterungen» Abs. 5.2.2.

6.3 Erddruckbeiwerte

- Aktiv
- Passiv

Siehe Dok. «12.304.02 Projektbasis Banketthalterungen» Abs. 3.3.

7 Statische Nachweise

Die statischen Nachweise zum System sind von der Firma Ribbert in ihrem Technischen Bericht «Ökogitter System Ribbert – Technischer Bericht und Nachweise Ausfachung Ökogitter» vom 15.04.2020 festgehalten.

Das System ist zugelassen und benötigt von Seiten des Ingenieurs keine weiteren Nachweise:

- Standardmässige Höhen bis zu einer maximalen Höhe von 1.0 m
- Für verschiedene Baugrundklassen, sowie hydrologische Verhältnisse

Rückanker gem. Technischer Bericht von Ribbert

7.1 Nachweis Vertikalpfahl

Schubwiderstand:

Massgebend: Bruch im Boden

Erfüllungsgrad $F = 2.8 > 1.0$ – Nachweis erfüllt

Biegewiderstand:

Massgebend: Höhe $H = 0.60$ m ohne Rückanker

Erfüllungsgrad $F = 2.6 > 1.0$ – Nachweis erfüllt

Querschnittswiderstand (Zugwiderstand – innere Tragfähigkeit):

Massgebend: Stahlseil $d = 10$ mm

Erfüllungsgrad $F = 6.5 > 1.0$ – Nachweis erfüllt

Äussere Tragsicherheit:

Erfüllungsgrad $F = 5.4 > 1.0$ – Nachweis erfüllt

7.2 Nachweis Rahmen

Massgebend: Höhe $H = 1.0$ m

Annahme: gesamter vertikaler und horizontaler Erddruck wirkt rein auf die untere Rahmenstrebe

Pfahlabstand: $a = 2.0$ m

$S_d < R_d$

$0.76 < 1.0$ – Nachweis erfüllt

7.3 Nachweis Gitterausfachung

Biegewiderstand:

Massgebend: Höhe $H = 1.0$ m, Spannweite = 0.50 m

Erfüllungsgrad $F = 1.35 > 1.0$ – Nachweis erfüllt

7.4 Abweichende Baugrundkennwerte

Das Risiko von schlechteren Baugrundkennwerte wurde im «Anhang 1 Nachweise Ribbert; schlechter Baugrund» nachgerechnet und die Nachweise am Vertikalpfahl, am Rahmen und an der Gitterausfachung werden erfüllt. Es wurde davon ausgegangen, dass der innere Reibungswinkel $\varphi = 25^\circ$ und die Geländeneigung 25° beträgt. Eine steilere Geländeneigung wird falls nötig in der nächsten Projektphase überprüft.

8 Anhänge

8.1 Anhang 1 Nachweise Ribbert; schlechter Baugrund

Nachweise Ribbert

1) Vertikalpfahl

Schubwiderstand 2"-Rohr S235

a) Bruch im Boden

Einbindetiefe	b =	3	m
Achsabstand	a =	2	m
Dichte	γ =	19.0	kN/m ³
Erddruckfaktor	K_{ph} =	1.2	-
Erddruck	e_{ph} =	45.3	kN/m ²
wirksame Breite	b*	0.3	m
Erddruck pro m	E_{ph} =	45.3	kN/m
Erddruck	E_{ph} =	13.6	kN
Erddruck pro Pfahl	E_{ph} =	6.8	kN

b) Bruch im Pfahl

Pro Pfahl	V_{Rd} =	44	kN
-----------	------------	----	----

c) Biegebruch des Pfahls

Sohldruck Boden	d_q =	1.36	
max Normalkraft	N_q =	42.9	kN LHAP
Auflast	q =	38	kN
Pfahldurchmesser	d =	0.1	
Erdruehdruck	k_0 =	0.40	
Sicherheit	F =	1	-
zul. Biegemoment Pfahl	M_R =	1.6	kNm
Grenzbelastung des Bodens	p =	88.3	
	s =	16.8	kN

Massgebender Bruch	E_{ph} =	6.8	kN
--------------------	------------	-----	----

Nachweis Vertikalpfahl 2"-Rohr S235 (60.3 x 3.6 mm)

R =	1.2	kN	Erddruck horz. bei H = 0.6 m ohne Rückanker
V_E =	2.4	kN	
V_R =	6.8	kN	
F =	2.8	NW erfüllt	Wenn Baugrund schlechter -> Rückanker ab 0.6 m

2) Biegewiderstand 2"-Rohr S235 (60.3 x 3.6 mm)

M_E =	0.6	kNm/Pfahl	bei H = 0.6 m ohne Rückanker
M_R =	1.6	kNm	
F =	2.67	NW erfüllt	

3) Querschnittswiderstand (Zugwiderstand - innere Tragfähigkeit)

$N_{Rk} =$	71.4	kN	Bei Stahlseil $d = 10 \text{ mm}$
$F =$	6.5	NW erfüllt	

4) Äussere Tragfähigkeit

Nachweis Rückanker Stahlseil 10 mm

$R =$	2.76	kN	Erddruck horz. bei $H = 0.8 \text{ m}$
$N_H =$	5.5	kN	
$N_E =$	11.04	kN	bei 30 Grad Rückanker
$R_{Qk} =$	30.0	kN/m	Annahme
$N_{Rk} =$	60.0	kN	
$F =$	5.4	NW erfüllt	

5) Nachweis Rahmen RR 50 x 50 x 4 mm S 355

Massgebende Einwirkung bei $H = 1.0 \text{ m}$

$E_H =$	2.76	kN/m
$E_V =$	2.1	kN/m

Querschnittswiderstand (Biege- und Torsionswiderstand)

$W_{Ely} = W_{Elz} =$	9490.0	mm^2
$M_{Ry} = M_{Rz} =$	3.4	kNm
$M_H =$	1.4	kNm
$M_V =$	1.0	kNm
Nachweis	0.72	NW erfüllt

6) Nachweis Gitterausfachung Gitter 30 x 100 mm, $d = 5 \text{ mm}$, S235

Massgebende Einwirkung bei $H = 1.0 \text{ m}$

	$M_{Ed} =$	0.1	kNm
Radius Gitterstäbe	$r =$	2.5	mm
	$W_{EI} =$	12.3	mm^3
33 Stäbe vert. Pro m	$n =$	405.9	mm^3 / m
	$M_R =$	0.1	kNm
	$F =$	1.39	NW erfüllt

Erddruckbeiwerte

		Grad		Bogenmass	
Wandneigungswinkel		$\alpha=$	0 °	0.0000	
Geländeneigungswinkel		$\beta=$	-33 °	-0.5760	
aktive Wandreibung	1	$\delta_{a,k}=$	37 °	0.6458	
passive Wandreibung 1)	-0.5	$\delta_{p,k}=$	-18.5 °	-0.3229	1) passive Seite Winkel negativ
Reibungswinkel		$\varphi=$	37 °	0.6458	

Aktiver Erddruck

massgebende Neigungsfläche auf der aktiven Seite

$K_a=$	0.17
$K_{ah}=$	0.14

$v_a= 63^\circ$

$K_{av}= 0.10$

Erhöhter aktiver Erddruck

Anteil aktiver Erddruck	0.75
Anteil Erdruhedruck	0.25

$K_{ah,erh.}= 0.16$

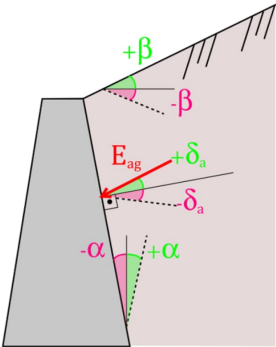
Passiver Erddruck

$K_p=$	1.26
$K_{ph}=$	1.19

Erdruhedruck

$K_0= 0.22$

Aktive Seite:



Passive Seite:

