

Erneuerung Waldenburgerbahn

Los 4: Hölstein bis Hirschlang

Auflageprojekt

Statische Berechnung N-06 Stützmauer Perron

Version 2.01 | 03. Mai 2019



Projektverfasser



Astrid Börner

Bauherrschaft
BLT Baselland Transport AG



Reto Rotzler



Peter Baumann

Impressum

Auftragsnummer WBZU 16-4.00-001

Auftraggeber BLT Baselland Transport AG

Datum 03. Mai 2019

Version 2.01

Autor(en) Michel Tawil

Freigabe BLT

Verteiler BLT, Prüfsingenieur WMM

Datei \\NTMUTTENZ\p\701907\07_BER\2019-05-03 Dossier PGV\Grundlagedateien\223 Statische Berechnung N-06
Stützmauer Perron 20190503.docx

Seitenanzahl 22

Inhalt

Änderungsverzeichnis	iii
Zusammenfassung	iv
1 Einleitung	1
2 Systembeschreibung	1
2.1 Tragsystem	1
2.2 Systemskizzen	2
3 Belastungen und Einwirkungen	2
3.1 Ständige Einwirkungen	2
3.2 Veränderliche Einwirkungen	3
3.2.1 Bahnlasten im Gleisbereich	3
3.2.2 Entgleisung	3
3.2.3 Temperatur	3
3.2.4 Erddruck aus Auflasten	3
3.2.5 Dynamischer Beiwert gem. Art. 11.3.1	3
3.2.6 Geländer / Brüstung / Handlauf	3
3.2.7 Lasten aus Fahrleitungsmast	3
3.2.8 Aushub vor Stützmauer	4
3.3 Aussergewöhnliche Einwirkungen	4
4 Baustoffe	4
4.1 Beton	4
4.2 Bewehrung	5
4.3 Abdichtung	5
4.4 Baugrund im Bereich Stützmauern	5
4.5 Bodenanker	6
5 Berechnung	6
5.1 Böschungssicherung	6
5.2 Winkelstützmauer	6
5.3 Weitere Untersuchungen	7
5.3.1 Ermüdung	7
5.3.2 Entgleisung	7
5.3.3 Erdbeben	7
5.4 Hangstabilität	7
5.5 Gründungssohle	8

Anhang A	Böschungssicherung – Spritzbeton Stützmauer	A-1
A.1	System	A-2
A.2	Anker und Bewehrung	A-3
Anhang B	Berechnung Stützmauer	B-1
Anhang C	Hangsicherheit	C-1

Änderungsverzeichnis

REV.	ÄNDERUNG	URHEBER	DATUM	BEMERKUNG
2.0	Erstversion Auflageprojekt	JS	28.02.2019	
2.1	Auflageprojekt definitiv	JS	03.05.2019	
2.2				

Zusammenfassung

Die Stützmauer Perron (Bauwerk N-06) ist Bestandteil des Projektes Erneuerung Waldenburgerbahn, Los 4 Hölstein - Hirschlang und liegt ca. bei Bahn-km 8.580 bis 8.692 zwischen dem östlichen Perron der geplanten Haltestelle Unterfeld und der Dammstrasse in Hölstein - Unterfeld.

Zwischen dem Niveau der Dammstrasse und der geplanten Perronhöhe beträgt die Höhendifferenz zukünftig ca. 3.70 bis 4.60 m. Für eine natürliche Böschung ist hier zukünftig kein Platz mehr.

Der Eingriff in die Böschung erfordert eine neue Stützkonstruktion. Die geplante Stützmauer Perron ist ca. 112 m lang und bis zu ca. 5.60 m hoch, wovon ca. 3.70 bis 4.60 m sichtbar sein werden. Die Stützmauer wird als Stahlbetonkonstruktion mit böschungsseitigem Winkel ausgebildet.

Die Winkelstützmauer schliesst je mit einer Dilatationsfuge an die nördlich und südlich flankierenden Stützmauern Dammstrasse (Bauwerk N-05) und Stützmauer bei Liegenschaften (Bauwerk N-07) an.

1 Einleitung

Die im Folgenden beschriebene Stützmauer Perron (Bauwerk N-06) ist Bestandteil des Projektes Erneuerung Waldenburgerbahn, Los 4 Hölstein - Hirschlang und liegt ca. bei Bahn-km 8.580 bis 8.692 zwischen dem östlichen Perron der geplanten Haltestelle Unterfeld und der Dammstrasse in Hölstein - Unterfeld.

Zwischen dem Niveau der Dammstrasse und der geplanten Perronhöhe beträgt die Höhendifferenz zukünftig ca. 3.70 bis 4.60 m. Für eine natürliche Böschung ist hier zukünftig kein Platz mehr.

2 Systembeschreibung

2.1 Tragsystem

Die geplante Stützmauer Perron ist ca. 112 m lang und bis zu ca. 5.60 m hoch, wovon ca. 3.70 bis 4.60 m sichtbar sein werden. Die Höhe ab OK Fundament variiert zwischen 4.50 und 5.60 m. Der zur Statik beigelegte Bauwerksplan gibt Auskunft über weitere Abmessungen.

Die Stützmauer trägt als Winkelstützmauer. Das Fundament der Winkelstützmauer steht auf Betonsporen. Die Sporen sind jeweils entweder berg- oder talseitig angeordnet, jeweils alle 6 m im Wechsel. Die Sporen haben eine Länge von je 3.0 m und eine Breite von 80 cm.

Um die Betonsporen im Statik-Programm zu modellieren, wurde tal- und bergseitig, aber dafür nur auf die Hälfte der Breite (also 40 cm) die Betonsporen mit folgenden Baugrundparameter eingefügt:

$\varphi'_K = 90^\circ$ (weil der Beton gerade steht),

$\gamma_K = 24 \text{ kN/m}^3$ (für Magerbeton)

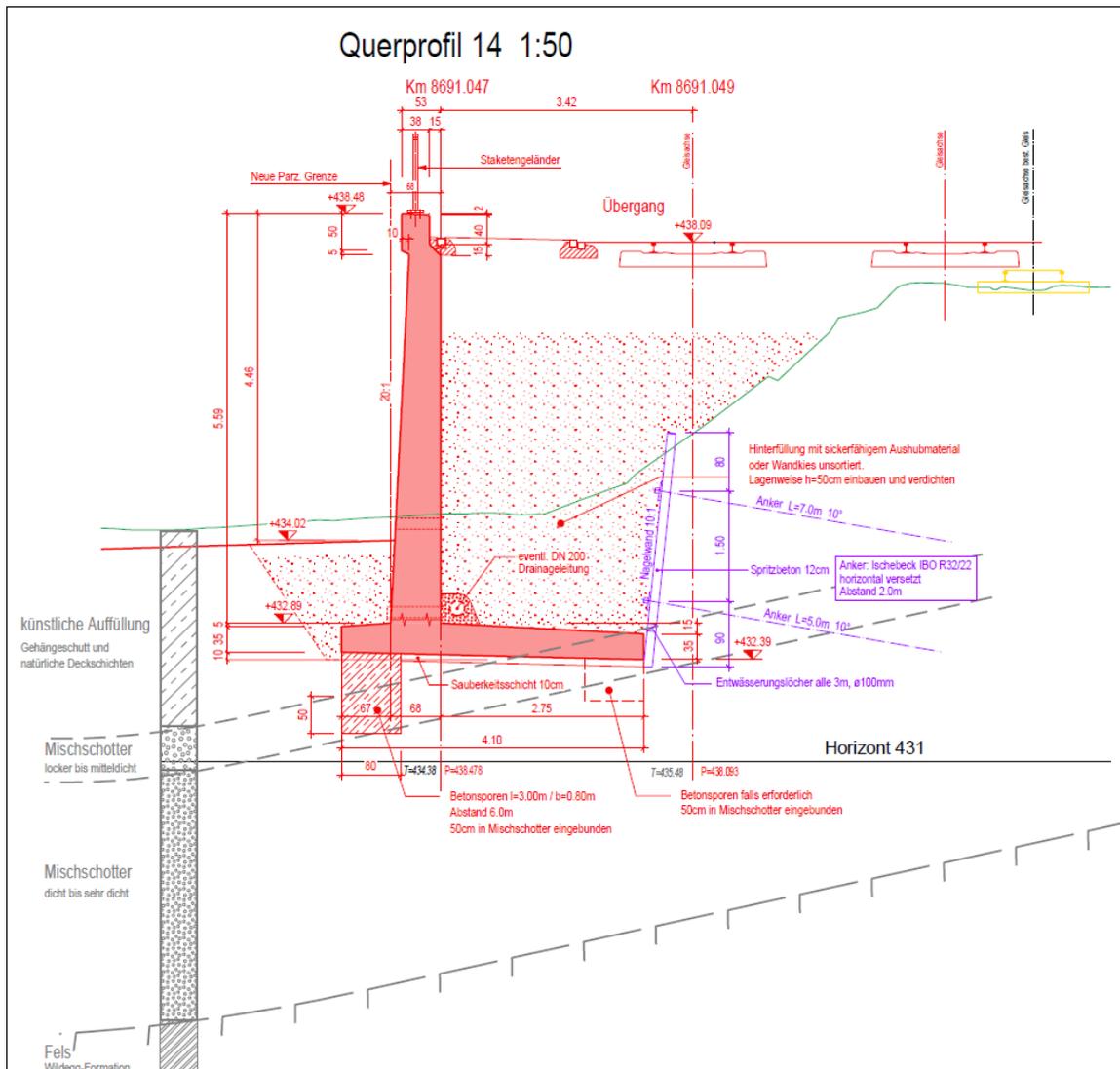
$c'_K = 500 \text{ kN/m}^2$ (Kohäsion = halb so viel wie für Konstruktionsbeton).

Derzeit wurde noch nicht entschieden, ob die Stützmauer Perron unter Bahnbetrieb der (alten) Waldenburgerbahn gebaut wird oder während des mehrmonatigen Betriebsunterbruchs.

Sofern die Stützmauer unter Bahnbetrieb gebaut würde, müsste die Bahnböschung im unteren Bereich gesichert werden. Hierfür bietet sich eine verankerte Nagelwand mit einer Höhe von ca. 3.0 bis 4.0 m mit einer Neigung von 10:1 an. Die Anker hätten Längen von ca. 8.0 bis 10.0 m. Die temporären Anker sind in jedem Fall bis in den Mischschotter zu verankern. Für die Bemessung der Nagelwand ist der Querprofil Nr. 6 bei km 8.618 massgebend.

Wird die Stützmauer während des Betriebsunterbruchs gebaut, könnte die Bauböschung bei ausreichenden Platzverhältnissen als freie Böschung angelegt werden.

2.2 Systemskizzen



3 Belastungen und Einwirkungen

3.1 Ständige Einwirkungen

Einwirkungen	Charakteristische Werte	Referenz
Eigenlasten	$\gamma_{\text{Beton}} = 25 \text{ kN/m}^3$	SIA 261, Tab. 30
Auflasten	Schotterbett, Schwellen, Schienen	
Erddruck	$\gamma_{\text{Erde}} = 20 - 21 \text{ kN/m}^3$ $\varphi = 25^\circ - 34^\circ$ $c'_k = 0 - 12 \text{ kN/m}^2$ Siehe auch Punkt 4.4	

3.2 Veränderliche Einwirkungen

3.2.1 Bahnlasten im Gleisbereich

Schmalspurbahnverkehr:

- Lastmodell 4 (zwei Einzellasten von 130 kN in einem Abstand von 1.6 m, davor und danach in einem Abstand von 80 cm eine Linienlast von 25 kN/m (SIA 261, 12.2))
- Ermüdung (SIA 262, 4.3.8.1)
- Schlingerkräfte werden auf Grund der Lage der Gleise zur Stützmauer vernachlässigt

3.2.2 Entgleisung

Lastmodell 4 nach SIA 261, 12.5

3.2.3 Temperatur

Die Wand wird für hohe Anforderungen bewehrt um eventuelle Risse infolge Verkürzungen und Dilatationen zu minimieren.

3.2.4 Erddruck aus Auflasten

Erddrücke aus Auflasten werden mit einem Ausbreitungswinkel von φ berücksichtigt.

3.2.5 Dynamischer Beiwert gem. Art. 11.3.1

Ist bei Stützmauern nicht zu berücksichtigen.

3.2.6 Geländer / Brüstung / Handlauf

Geländer: $q_k = 1.6 \text{ kN/m}$ (SIA 261, 13.2)

3.2.7 Lasten aus Fahrleitungsmast

Der neue Fahrleitungsmast Nr. 21 wird auf einem Fundament gegründet, welches direkt mit der neuen Stützmauer monolithisch verbunden wird.

Die wirkenden Lasten am Fuss des Fahrleitungsmastes sind:

FL-Mast Nr. 21

F_{vertikal}	= 13.9 kN
$F_{\text{horizontal}}$	= 0 kN
$M_{\text{senkrecht Gleis}}$	= 41.8 kNm
$M_{\text{parallel Gleis}}$	= 18.6 kNm

Die vertikalen Kräfte sind im Vergleich zum Eigengewicht der Stützmauer und der vertikalen Komponente des Erddrucks vernachlässigbar.

Die Momente senkrecht zum Gleis wirken stabilisierend auf die Stützmauer.

Die Momente parallel zum Gleis sind vernachlässigbar.

3.2.8 Aushub vor Stützmauer

Während den Bauarbeiten wird der Gleis der heutigen Waldenburgerbahn stillgelegt und entfernt, so dass die Baugrube zur Stützmauer geböschet mit einer Neigung von 3:2 ausgehoben werden kann.

Damit Meteorwasser die Böschung nicht ausspült, sollte diese mit einer min. 0.2 mm starken Kunststoffolie abgedeckt werden. Dieser Böschungsschutz ist für die relativ kurze Bauzeit von ca. 1-2 Monaten ausreichend.

Bauzustände, bei denen luftseitig die Erde fehlen würde, sind aussergewöhnliche Zustände. Aufgrund der Herabsetzung der Sicherheitsfaktoren sind diese Zustände in diesem Fall für die Bemessung nicht massgebend.

3.3 Aussergewöhnliche Einwirkungen

Einwirkungen	Charakteristische Werte	Referenz
Entgleisung	Lastmodell 4	SIA 261, 12.5
Erdbeben	Bauwerksklasse II Bedeutungsfaktor $\gamma = 1.2$ Erdbebenzone Z2: $a_{g,d} = 1.0 \text{ m/s}^2$ Baugrundklasse vorwiegend Klasse E, gemäss geologisch-geotechnischer Untersuchungen, Absatz 4.1	SIA 261 Tabelle 25, 26 Ziffer 16.2.1.2 Tabelle 24

4 Baustoffe

4.1 Beton

Stützmauer, inkl. Fundamente	(T3) Festigkeitsklasse: C 30/37 Expositionsklasse: XF2, XC4, XD3 Nennwert Grösstkorn D_{max} : 32 mm Klasse des Chloridgehalts, max: Cl 0.10 Konsistenzklasse: C3	$f_{cd} = 20.0 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{cd} = 1.1 \text{ N/mm}^2$
Spritzbeton	NPK Typ SC2 (SC 2-i-2) Festigkeitsklasse: C 25/30 Expositionsklasse: X0 Nennwert Grösstkorn D_{max} : 16 mm Klasse des Chloridgehalts, max: Cl 0.20 Festigkeitsentwicklung: Klasse J2 Konsistenzklasse: F3/F4 Bei rolligen oder wasserführenden Böden wird der Schnellbinder SIKA SHOT 3 (oder gleichwertig) verwendet	$f_{cd} = 16.5 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{cd} = 1.0 \text{ N/mm}^2$

4.2 Bewehrung

Bewehrung für Konstruktionsbeton	Stahl B 500 B	$f_{sd} = 435 \text{ N/mm}^2$
Bewehrung für Spritzbeton	Bewehrungsnetz Typ K 335 (\varnothing 8/15 kreuzweise), auf Erdseite. Überlappung längs und quer: min. 40 cm. Stahlqualität: B 500 B	

4.3 Abdichtung

Die Stützmauer wird mit durchlässigem Erdmaterial hinterfüllt. Zusätzlich werden am Fuss der Stützmauer Entlastungsrohre eingebaut. Im Bereich von Dehnfugen wird erdseitig eine PBD Abdichtung auf die Wand geklebt.

4.4 Baugrund im Bereich Stützmauern

Für die Hinterfüllung des Bauwerks werden folgende Werte angenommen:

$$\begin{aligned}\gamma_K &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi'_K &= 33 \\ c'_K &= 0 \text{ kN/m}^2 \\ \delta'_K &= \frac{2}{3} \varphi_K = 22^\circ\end{aligned}$$

Für die bestehenden Baugrundsichten werden folgende Baugrundwerte angenommen:

Obere Schicht (kA, GL, DS):

$$\begin{aligned}\gamma_K &= 20.5 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi'_K &= 25^\circ \\ c'_K &= 2 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Mischschotter:

$$\begin{aligned}\gamma_K &= 21 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi'_K &= 34^\circ \\ c'_K &= 0 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Oberflächlichen, verwitterten Fels der Wildegg-Formation

$$\begin{aligned}\gamma_K &= 22 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi'_K &= 31^\circ \\ c'_K &= 12 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Für die Bemessung einer Nagelwand werden folgende Werte angenommen:

$$\begin{aligned}\gamma_K &= 20 \text{ kN/m}^3 \\ \varphi'_K &= 25^\circ \text{ für die Böschungstabilität der Nagelwand} \\ c'_K &= 0 \text{ kN/m}^2 \\ \delta'_K &= \frac{2}{3} \varphi_K = 20^\circ \\ \tau_m &= 30 \text{ kN/m}^2 \\ k_s &= 20 \text{ MN/m}^3\end{aligned}$$

4.5 Bodenanker

Nagelwand: temporäre Verankerung mit bewehrtem Spritzbeton und ungespannten Anker mit Vollverbund.

Ankertyp: Selbstbohranker, Ischebeck R 32/22, Ø 22 mm oder gleichwertig

Fliesskraft $F_y = 180$ kN (Bruchkraft: $F_{tk} = 210$ kN)

Stahl S 500: $f_{tk} = 600$ N/mm²; $F_y = 500$ N/mm²; $\epsilon = 14\%$; $E = 210'000$ N/mm²

Keine besonderen Anforderungen an Korrosionsbeständigkeit, da Nagelwand temporär.

5 Berechnung

Es wird die Stützmauer an der massgebenden Stelle bemessen.

5.1 Böschungssicherung

Der Nachweis der Böschungssicherung erfolgt mit dem Programm Larix 5 von der Firma Cubus AG, Zürich. Die Bemessung der Spritzbetonwand erfolgt mit dem Programm Cedrus 6 der Firma Cubus AG.

Es werden folgende Ankertypen ausgewählt:

Selbstbohranker, Ischebeck R 32/22, Ø 22 mm

Fliesskraft $F_y = 180$ kN (Bruchkraft: $F_{tk} = 210$ kN)

Keine besonderen Anforderungen an Korrosionsbeständigkeit da Nagelwand temporär.

Die Haftungskraft der Anker beträgt in der Bemessung nur 30 kN/m². Diese liegt somit am unteren Rand der Spanne gemäss Geotechnisch-geologische Untersuchungen (§ 4.2.1 $\tau_m = 25$ bis 40 kN/m²), um eventuelle Verformungen auf ein Minimum zu halten.

Spritzbeton:

Der Spritzbeton wird mit einer Dicke von 12 cm aufgetragen und konstruktiv mit einem Bewehrungsnetz vom Typ K 335 (= Ø 8 / 15 cm) auf Erdseite bewehrt. Die Überlappung der Netze ist 40 cm.

Die Nagelwand soll bis nach Ende der Hinterfüllungsarbeiten überwacht werden.

Es sind 6 Beobachtungspunkte festzulegen. Falls sich einer dieser Punkte um mehr als 2 mm bewegt, wird ein Alarm ausgelöst.

Die Herstellung der Spritzbetonwand erfolgt in Etappen von 1.5 m. Die freigelegte Wandfläche wird mit Spritzbeton gesichert. Nach dem Erhärten des Betons werden die ungespannten Anker gebohrt und injiziert. Ist das Injektionsgut erhärtet, werden die Nagelköpfe kraftschlüssig, aber ohne Vorspannung mit der Betonwand verbunden.

Um sicher zu stellen, dass die Anker die aus der Bemessung resultierenden Kräfte übernehmen können, werden 4 Anker bis zu einer Kraft von 170 kN gezogen (= knapp unterhalb der Fliessgrenze von $F_y = 180$ kN).

5.2 Winkelstützmauer

Die Stützmauer wird im Programm Larix-7 der Firma Cedrus digitalisiert und bemessen. Die Nutzlast wird wie folgt modelliert:

Gleichmässig verteilte Nutzlast auf einer Breite von 1.0 m und einer Länge von 11.0 m:
 $q = (2 * 130 \text{ kN} + 25 \text{ kN/m} * 7.8 \text{ m}) / 11.0 \text{ m} = 41.4 \text{ kN/m}$

Die gewählte Lastverteilungslänge von 11.0 m ergibt sich aus dem Ausbreitungswinkel unter den Einzellasten des Lastmodells Bahn für die untersuchte Stützmauerhöhe.

Die Berechnung ergibt, dass die Kipp- und Gleitsicherheit sowie die Sicherheit gegen Grundbruch gegeben sind (siehe dazu die Ergebnisse im Anhang B).

Die notwendige Bewehrung bei der Einspannung liegt unterhalb der Mindestbewehrung. Es werden folgende Bewehrungen eingelegt:

- Wandfuss, $d = 60 \text{ cm}$: $\varnothing 18 \text{ mm}$ alle 20 cm : $1'270 \text{ mm}^2$
- Fundament, $d = 50 \text{ cm}$: $\varnothing 14 \text{ mm}$ alle 15 cm : $1'020 \text{ mm}^2$.

Für den normalen Betriebsfall ist die Hangstabilität auch ohne Berücksichtigung der Scherkraft aus den Sporen gegeben.

5.3 Weitere Untersuchungen

5.3.1 Ermüdung

Der Anteil der Verkehrslast an der gesamt notwendigen Bewehrung liegt bei ca. 10%. Der Einfluss der Ermüdung wird durch den Boden noch zusätzlich gemildert. Aus diesen Gründen ist der Einfluss der Ermüdung vernachlässigbar.

5.3.2 Entgleisung

Es werden die Bemessung für beide Entgleisungslastmodelle 1 und 2 gemäss Tabelle 19 der SIA 261 untersucht. Für beide Fälle sind die Tragsicherheitsnachweise erfüllt. Die Ergebnisse sind am Ende des Anhang B dargestellt.

5.3.3 Erdbeben

Gemäss SIA 267, 7.2.3 kann der Nachweis der Tragsicherheit nur vernachlässigt werden wenn:

$$\gamma_f \cdot a_{g,d} \cdot S \leq 1.5 \text{ m/s}^2$$

Dies ist hier nicht der Fall weil: $\gamma_f \cdot a_{g,d} \cdot S = 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.4 = 1.68 \text{ m/s}^2$.

Der Nachweis erfolgt nach SIA 267, Ziffer 7.5.2.1:

Horizontale Erdbebeneinwirkung

$$A_{h,d} = \gamma_f \cdot a_{g,d} \cdot S \cdot G_k / (g \cdot q_a \cdot q_h) = 1.2 \cdot 1.0 \cdot 1.4 \cdot G_k / (9.81 \cdot 1.5 \cdot 1.0) = 0.11 \cdot G_k$$

$$e_{a,k} \text{ Erdbeben} = 0.33 + 0.11 = 0.44$$

Dieser Wert ist leicht tiefer als der Wert für den normalen Bemessungsstand von:

$$\gamma_F \cdot e_{a,k} = 1.35 \cdot 0.33 = 0.45$$

(γ_F gemäss SIA 260, Tabelle 1)

Das Erbeben ist somit für die Bemessung nicht massgebend.

5.4 Hangstabilität

Die Hangstabilität ist gegeben (siehe Anhang C)

5.5 Gründungssohle

Angaben zur Gründungssohle und zum Gründungshorizont gemäss geologische-geotechnischem Gutachten.

6 Unterschriften

Ort:

Datum:

Unterschrift:

Der Projektverfasser

IG Zugkunft
c/o Basler & Hofmann AG
Bachweg 1
8133 Esslingen

Esslingen,

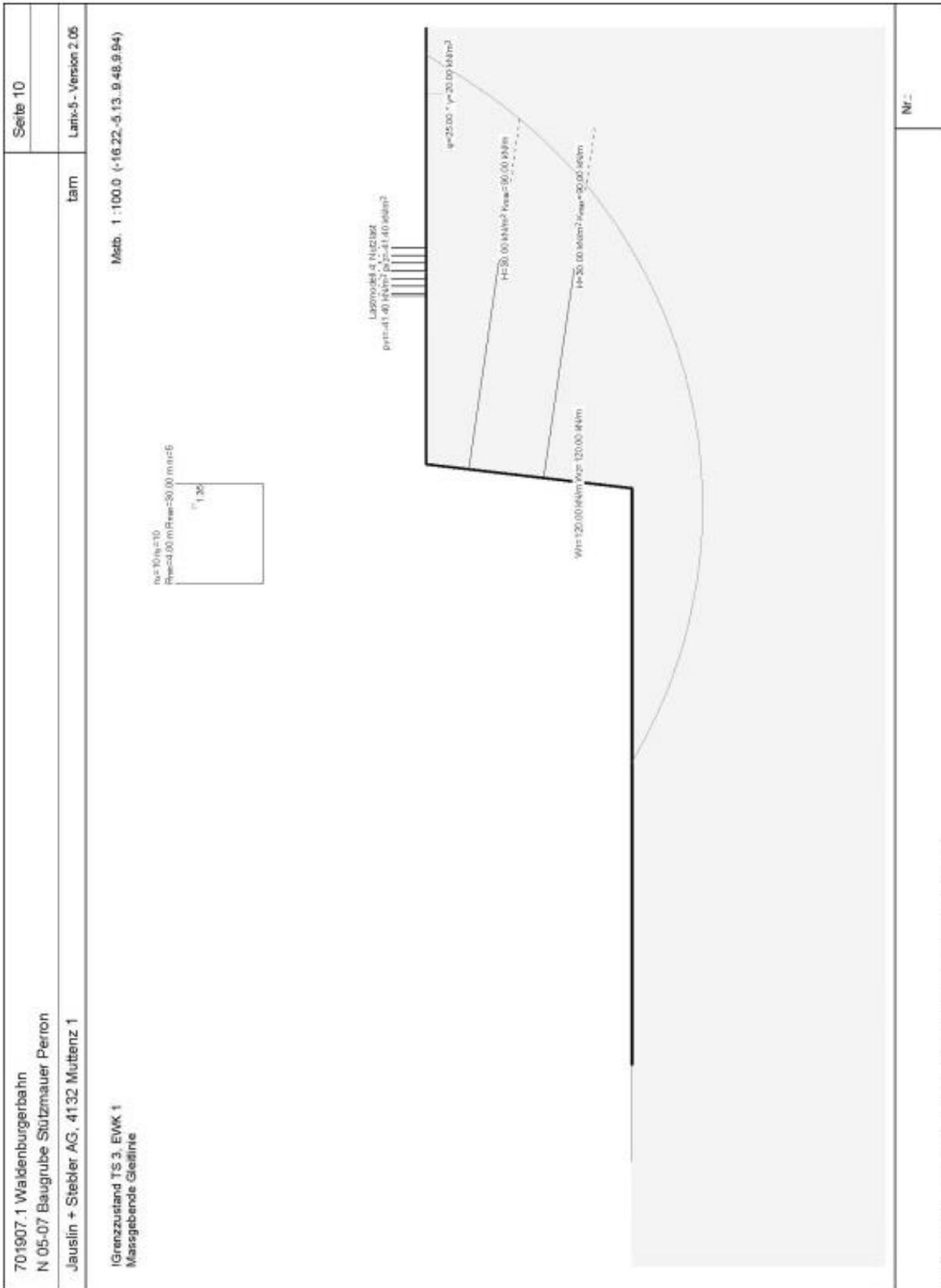
Der Prüferingenieur

WMM Ingenieure AG
Florenz-Strasse 1D
4142 Münchenstein

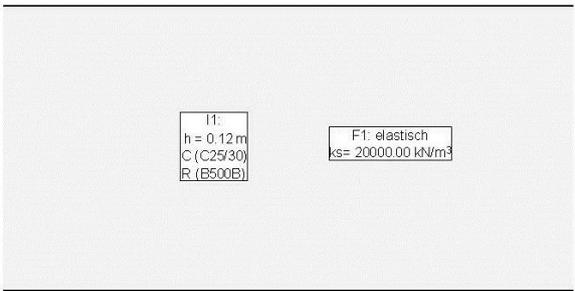
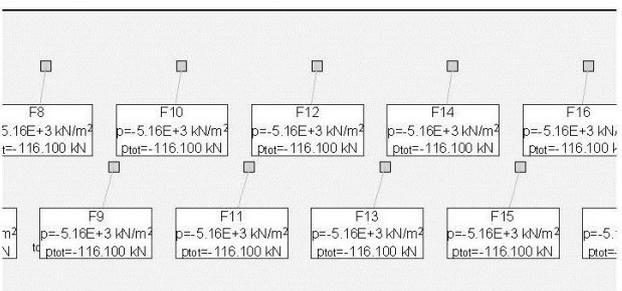
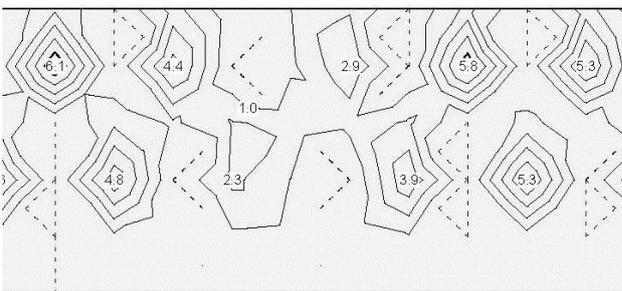
Münchenstein,

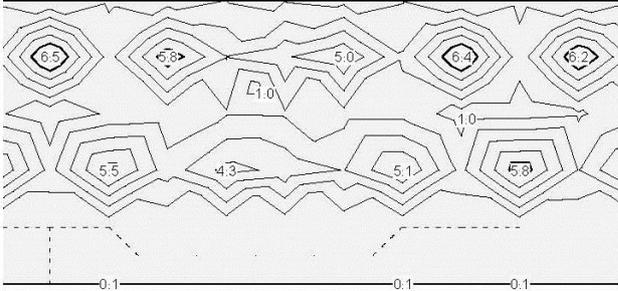
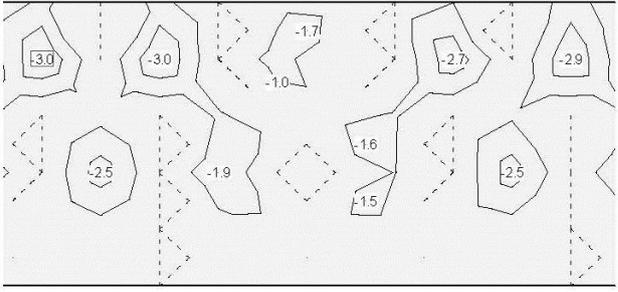
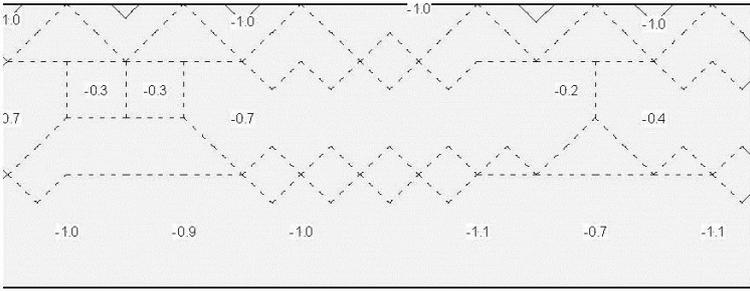
Anhang A Böschungssicherung – Spritzbeton Stützmauer

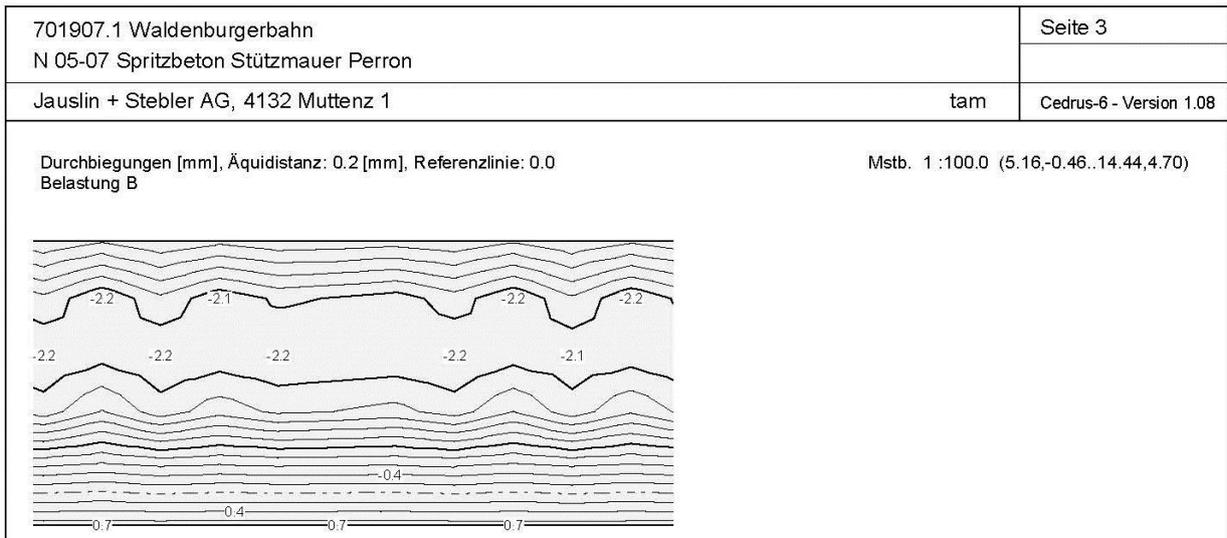
A.1 System



A.2 Anker und Bewehrung

701907.1 Waldenburgerbahn N 05-07 Spritzbeton Stützmauer Perron	Seite 1
Jauslin + Stebler AG, 4132 Muttenz 1	tam Cedrus-6 - Version 1.08
<p>Struktur</p> 	Mstb. 1 :100.0 (6.65,-0.79..14.89,4.61)
<p>Belastung B: Bodenanker</p> 	Mstb. 1 :100.0 (7.53,-0.61..16.39,4.60)
<p>Bewehrungsquerschnitte: a_{xb} [cm²/m] Äquidistanz: 1.0 [cm²/m], Referenzlinie: 0.0 Bemessungsspezifikation: !Standard, $A_{s-tot}(a_{xb})=0.0070m^3$ (0.055t, 5kg/m³)</p> 	Mstb. 1 :100.0 (5.40,-0.32..14.39,4.60)

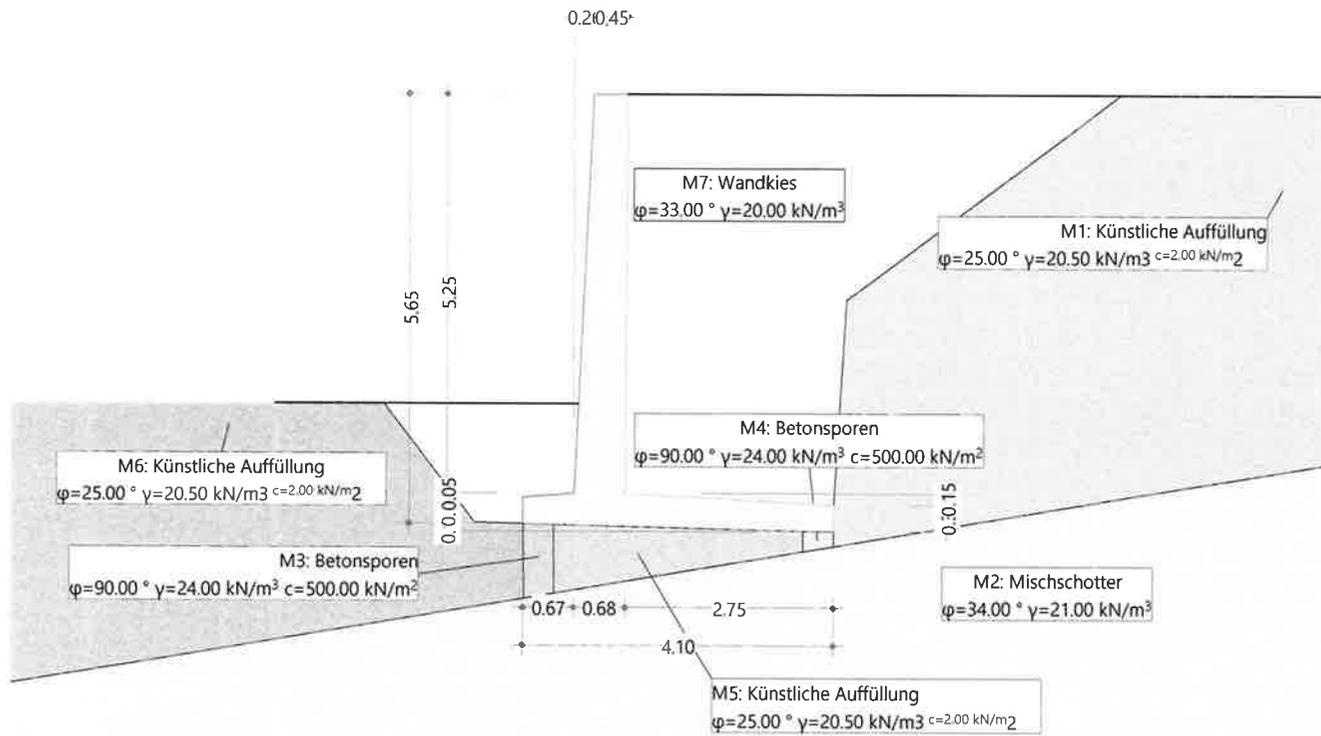
701907.1 Waldenburgerbahn N 05-07 Spritzbeton Stützmauer Perron	Seite 2
Jauslin + Stebler AG, 4132 Muttenz 1	tam Cedrus-6 - Version 1.08
<p> Bewehrungsquerschnitte: a_{yb} [cm^2/m] Äquidistanz: 1.0 [cm^2/m], Referenzlinie: 0.0 Bemessungsspezifikation: !Standard, $A_s\text{-tot}(a_{yb})=0.0115\text{m}^3$ (0.090t, $9\text{kg}/\text{m}^3$) </p> 	Mstb. 1 :100.0 (5.49,-0.42..14.41,4.60)
<p> Bewehrungsquerschnitte: a_{xt} [cm^2/m] Äquidistanz: 1.0 [cm^2/m], Referenzlinie: 0.0 Bemessungsspezifikation: !Standard, $A_s\text{-tot}(a_{xt})=0.0044\text{m}^3$ (0.034t, $3\text{kg}/\text{m}^3$) </p> 	Mstb. 1 :100.0 (4.73,-0.28..13.60,4.68)
<p> Bewehrungsquerschnitte: a_{yt} [cm^2/m] Äquidistanz: 1.0 [cm^2/m], Referenzlinie: 0.0 Bemessungsspezifikation: !Standard, $A_s\text{-tot}(a_{yt})=0.0005\text{m}^3$ (0.004t, $0\text{kg}/\text{m}^3$) </p> 	Mstb. 1 :100.0 (4.37,-0.40..15.23,4.84)



Anhang B Berechnung Stützmauer

Baugrundmodell

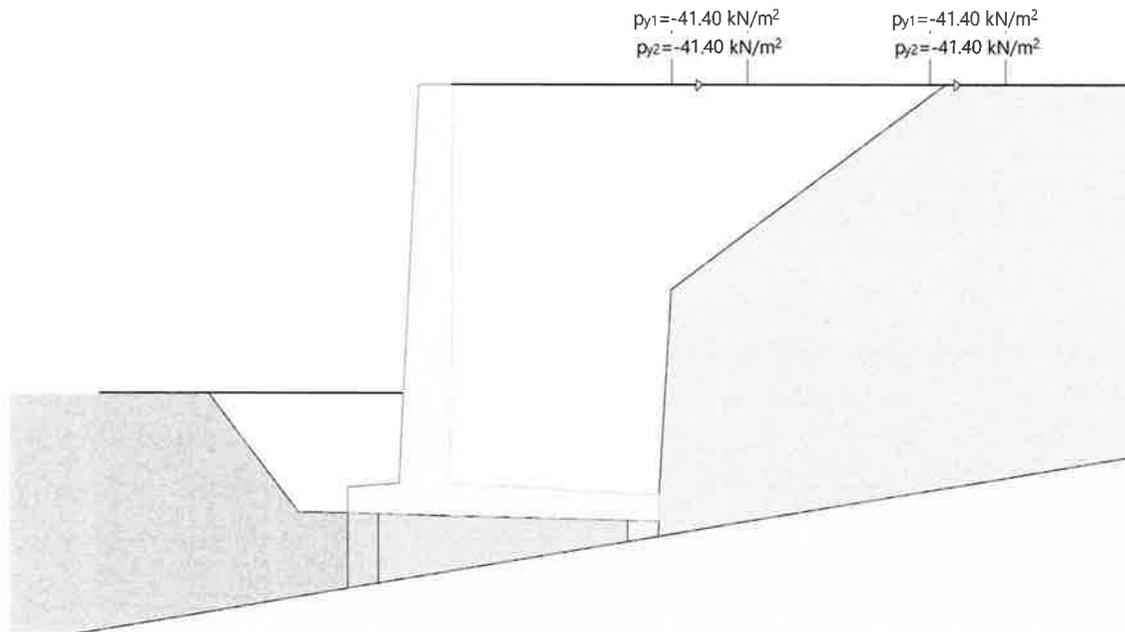
Mstb. 1 : 100.0 (-8.05,-9.31..9.18,2.34)



Nr.:

Belastung B0: Lastmodell 4

Mstb. 1 :100.0 (-5.75,-7.13..8.89,3.31)



Grenzwerte

Nr.:

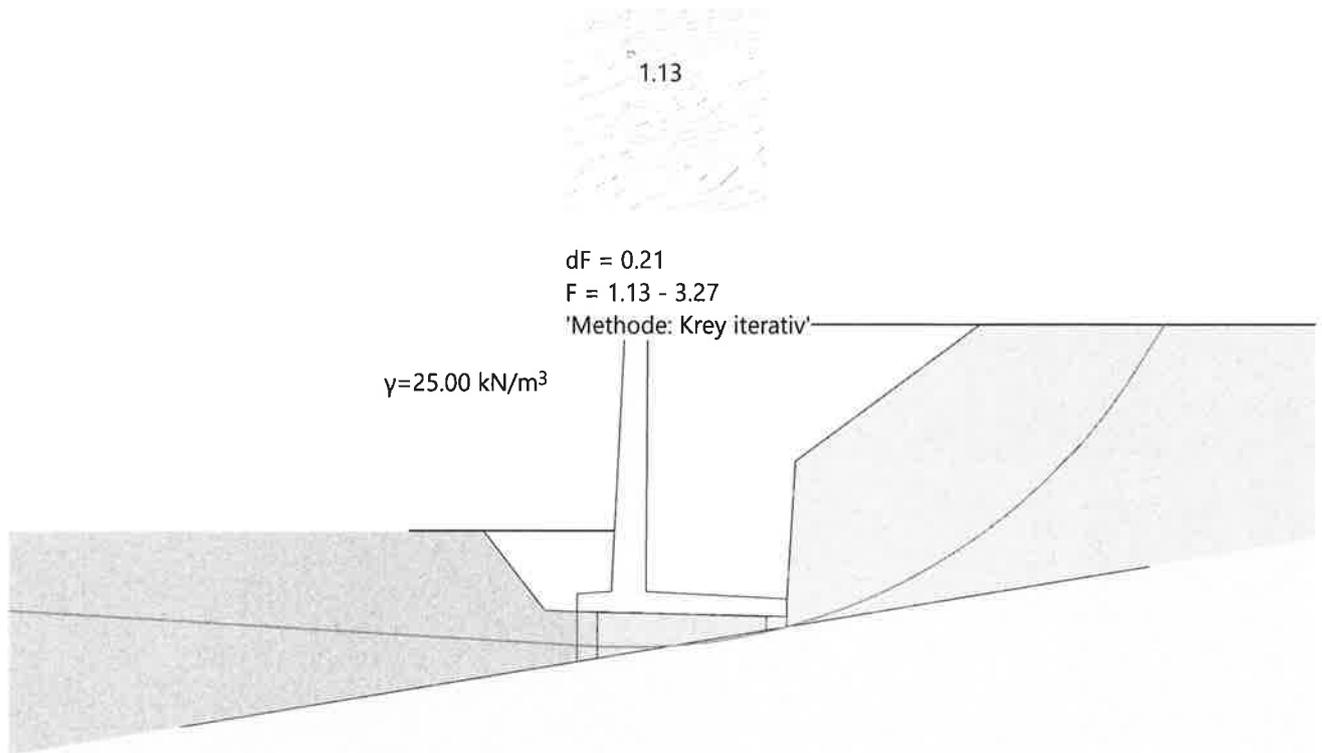
Nachweise

Nachweis	F _{vorh} [-]	F _{erf} [-]	β _{vorh} [%]	β _{max} [%]	GWS	EWK
Kippen	14.86	1.00			2	4
Gleiten	1.77	1.00			4	5
Grundbruch	4.44	1.00			4	5
Verdrehung			0.73	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

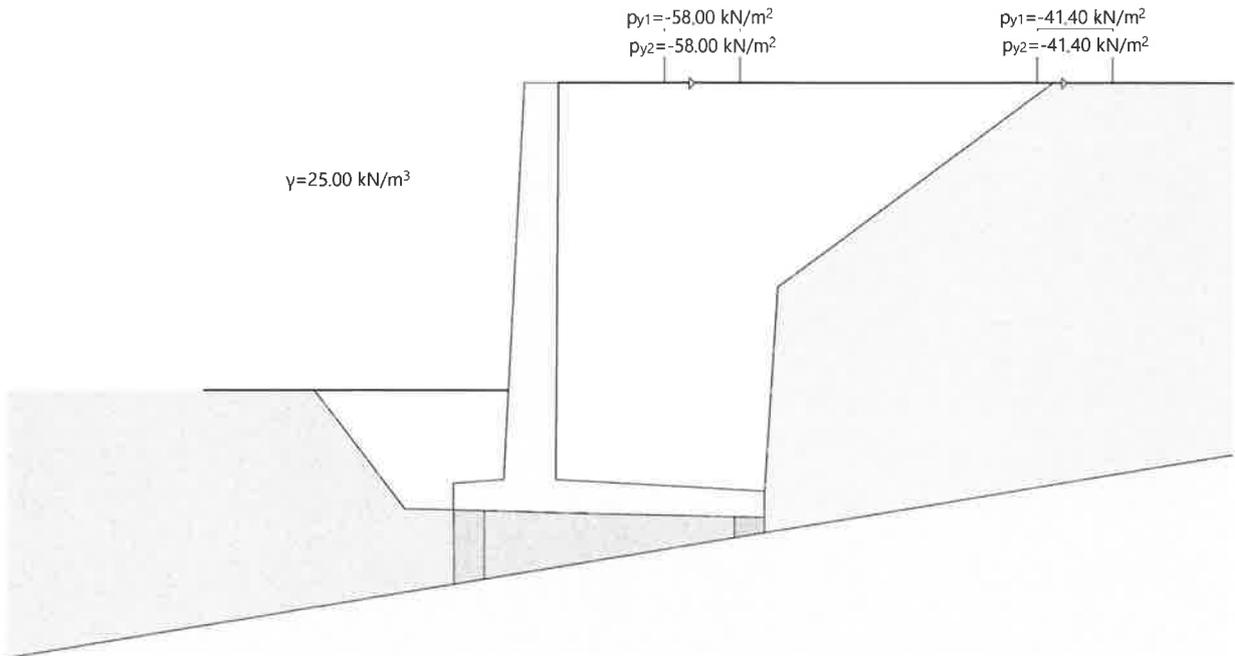
Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Radiusbereich

Mstab. 1 : 148.7 (-12.34,-8.87..12.92,8.72)



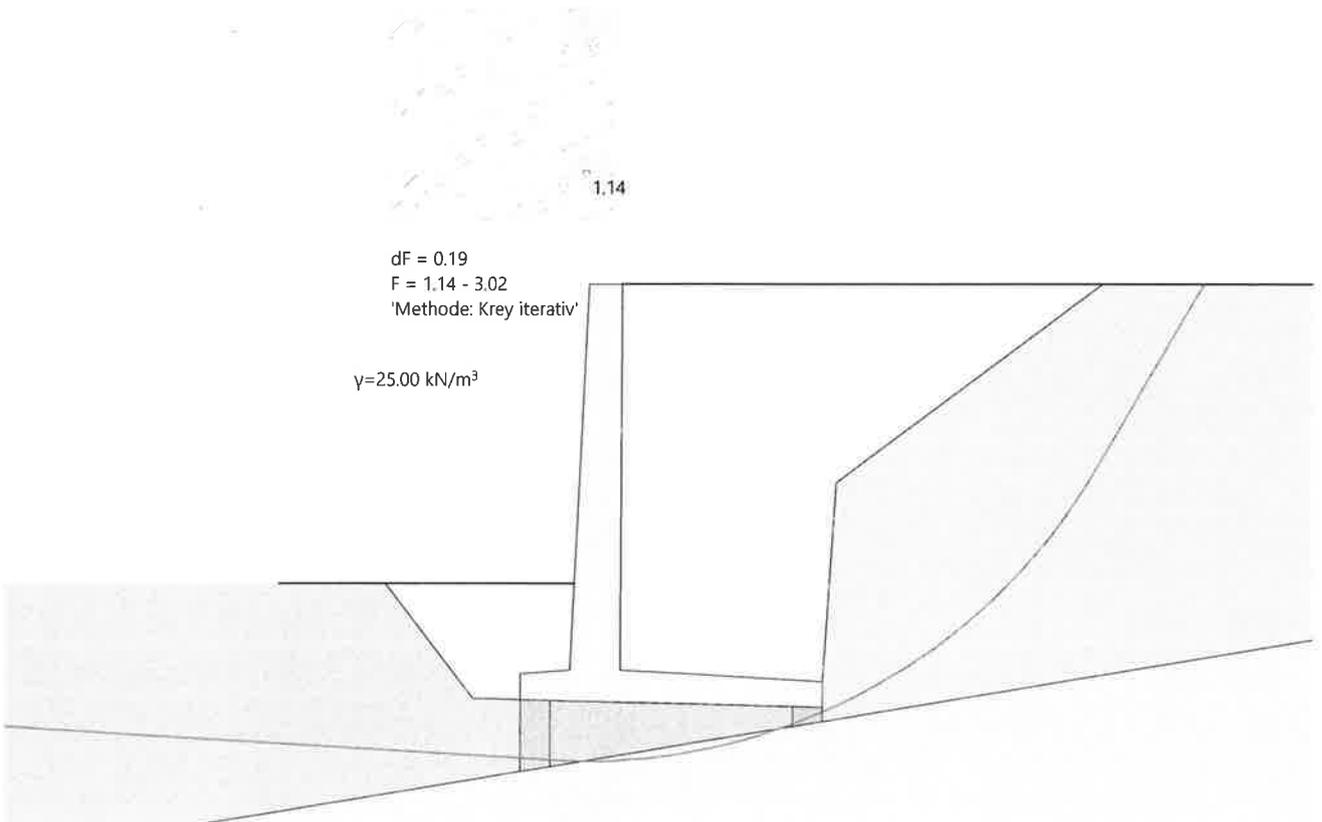
Belastung B0: Entgleisungslastmodell 1

Mstab. 1 :100.0 (-7.15,-7.54..8.72,1.93)



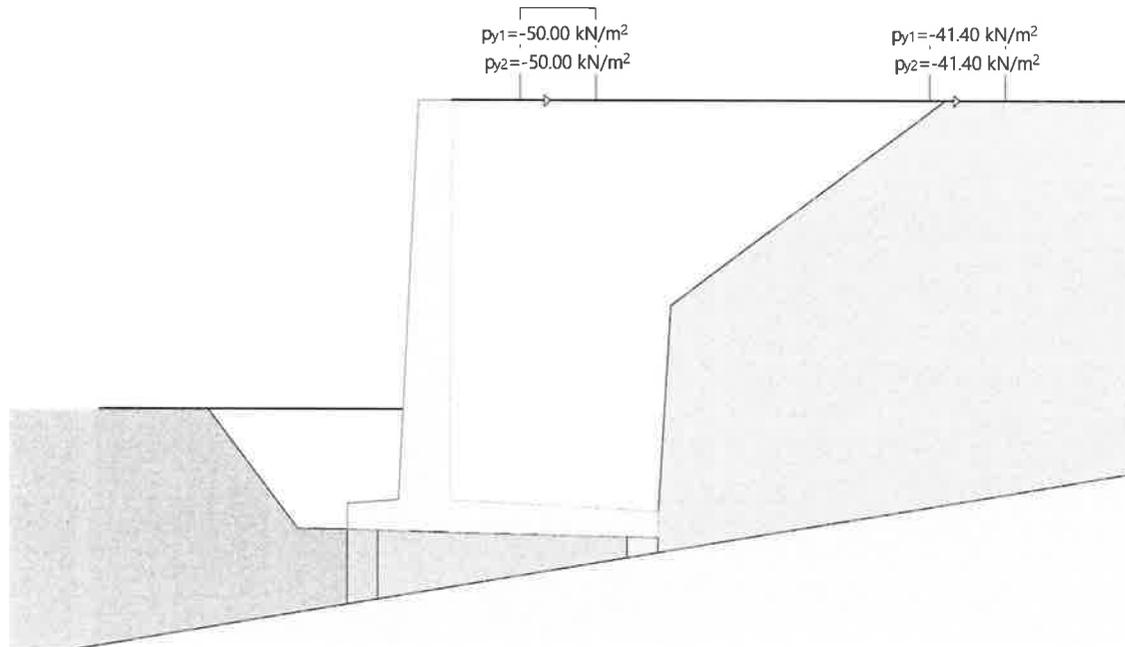
Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Radiusbereich

Mstab. 1 :103.1 (-8.25,-7.27..9.25,4.79)



Belastung B0: Entgleisungslastmodell 1

Mstb. 1 :100.0 (-5.75,-7.13..8.89,3.31)



Grenzwerte

Nr.:

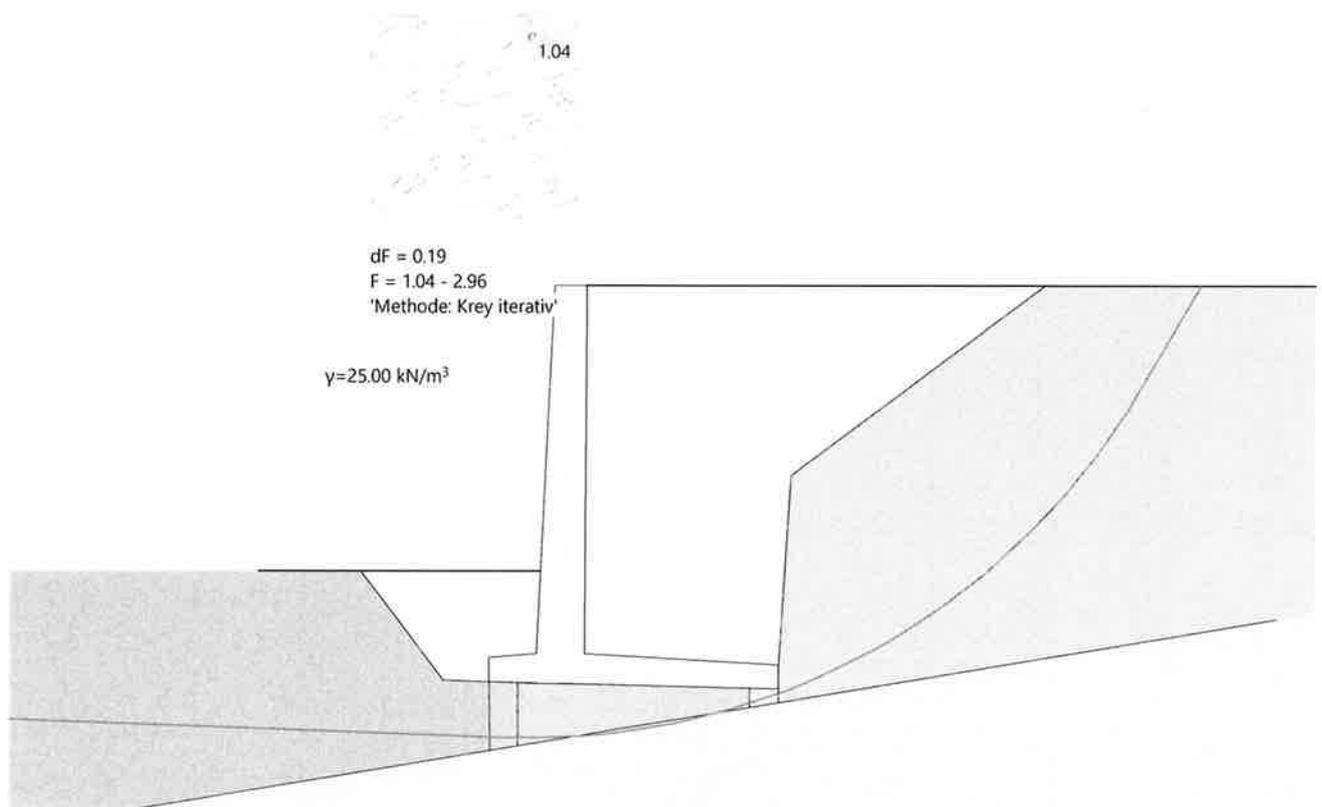
Nachweise

Nachweis	F_{vorh} [-]	F_{erf} [-]	β_{vorh} [%]	β_{max} [%]	GWS	EWK
Kippen	7.72	1.00			3	1
Gleiten	2.01	1.00			5	3
Grundbruch	3.35	1.00			6	1
Verdrehung			0.62	2.00	1	1

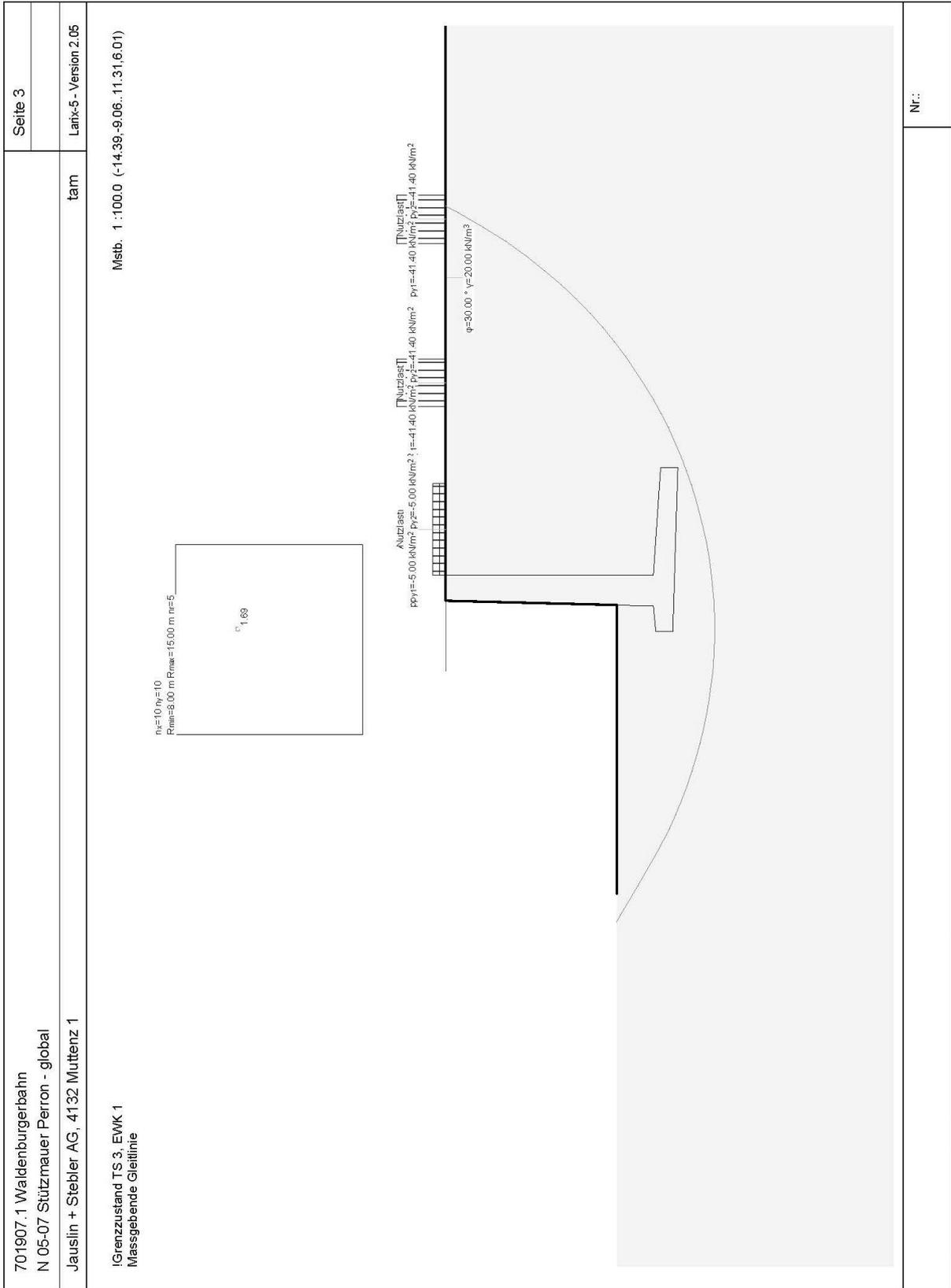
- F_{vorh} : vorhandene Sicherheit
- F_{erf} : erforderliche Sicherheit
- β_{vorh} : vorhandene Verdrehung der Mauer
- β_{max} : maximal erlaubte Verdrehung der Mauer
- GWS : Grenzwertspezifikation
- EWK : Einwirkungskombination

Grenzwerte: Massgebende Gleitlinie, Definition mit Zentren und Radiusbereich

Mstb. 1 : 107.9 (-8.09,-7.37..10.24,4.58)



Anhang C Hangsicherheit



K:\Jauslin\701907 Frankenhofstraße - Hölstein\N 05-07 Stützmauer Perron - global 1.r.5