

Projektbasis

SIS-GKD Verstärkung EB Km 22.693, Linie 500, km 22.50 – 23.05 Dammsanierung

ISP-Nummer **1153935**

Projektphase

Vorprojekt	Bauprojekt/PGV	Ausführung	Ausgeführtes Werk
17.09.2021			

Projektverfasser

Rapp Infra AG
Freilager-Platz 4
CH-4142 Münchenstein

**Änderungsverzeichnis:**

Index	Erstellt	Visum	Geprüft	Visum	Freigabe	Visum
01	16.07.2021	RJa	16.07.2021	SLr		
02	17.09.2021	RJa	17.09.2021	RJa		

Projektbasis

Vorwort:

Für jede Anlagenart ist eine separate Projektbasis zu erstellen. Eine Gruppierung verschiedener Anlagenarten ist möglich und gilt z. B. für Wasserversorgung, Entwässerung, Brücken, Tunnel, Lärmschutzwände, Stützbauwerke, Erdbauwerke. Dies ist jedoch vorab mit I-AT-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

Kapitel	Änderungen
Gesamt	17.09.2021: Einarbeitung Ergänzungen/Anpassungen gemäss Vorgabe von Raphael Stadelmann

Änderungsverzeichnis der Dokumentenvorlage

Version	4.0
Letzte Änderung	01.06.2020
Letzte Änderung durch	Alain Liechti (I-NAT-KBN-IB)
Ablage	DE - 20200601_Vorlage_Projektbasis

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	5
1.1.	Einleitung	5
1.2.	Projektbeschrieb	5
1.3.	Objektskizzen, Übersichtspläne	5
1.4.	Abgrenzung	5
1.5.	Nutzungsdauer	5
1.6.	Schutzziele	5
2.	Grundlagen	6
2.1.	Projektspezifische Grundlagen	6
2.1.1.	Pläne	6
2.1.2.	Berichte	6
2.1.3.	Literatur	6
2.2.	Gesetzliche Grundlagen	6
2.3.	Normen	6
2.4.	SBB und Eisenbahnspezifische Vorgaben und Reglemente	6
3.	Baugrundverhältnisse und Baugrundmodell	7
3.1.	Geologische Verhältnisse	7
3.1.1.	Geologisches Profil	10
3.2.	Hydro-Geologische Verhältnisse	10
3.3.	Wahl des Erddruck-Beiwertes	10
4.	Tragwerkskonzept	11
4.1.	Statisches System	11
4.2.	Bemessungsmodell	13
4.3.	Materialisierung	13
4.3.1.	Bestehende Bauteile und Bauwerke	13
4.3.2.	Neu zu erstellende Bauteile und Bauwerke	14
5.	Einwirkungen	16
5.1.	Bestehende Bauwerke: Einwirkungen aktualisiert nach SIA 269/1	16
5.2.	Neu zu erstellende Bauwerke: Einwirkungen nach SIA 261	16
5.2.1.	Ständige Einwirkungen, nicht aktualisiert	16
5.2.2.	Veränderliche Einwirkungen, nicht aktualisiert	17
5.2.3.	Aussergewöhnliche Einwirkungen, nicht aktualisiert	19
6.	Tragsicherheit	21
6.1.	Gefährdungsbilder und Massnahmen	21
6.1.1.	Bauzustand (Bauphase)	21
6.1.2.	Endzustand (definitive Nutzungsphase)	21
7.	Gebrauchstauglichkeit	23
7.1.	Bauzustand (Bauphase)	23
7.2.	Endzustand (definitive Nutzungsphase)	23
8.	Dauerhaftigkeit	25
9.	Akzeptierte Risiken	27
10.	Weitere projektrelevante Bedingungen	27

11. **Unterschriften** **28**

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte für Tragfähigkeits- und Setzungsberechnungen bestehende Bodenschichten	8
Tabelle 2: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte für Tragfähigkeits- und Stetungsberechnungen neue Bodenschichten	8
Tabelle 3: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte für Standsicherheitsbetrachtungen bestehende Bodenschichten	9
Tabelle 4: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte für Standsicherheitsbetrachtungen neue Bodenschichten	9
Tabelle 5: Erddruck-Beiwert für Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit	10
Tabelle 6: Bemessungswerte und charakteristische Werte der Baustoffeigenschaften für Erdbauwerke, bestehende Bauteile	14
Tabelle 7: Produkte und Systeme für Erdbauwerke, bestehende Bauteile	14
Tabelle 8: Bemessungswerte und charakteristische Werte der Baustoffeigenschaften für Erdbauwerke, neue Bauteile	15
Tabelle 9: Produkte und Systeme für Bodenverbesserung, neue Bauteile	15
Tabelle 10: Produkte und Systeme für Erdbauwerke, neue Bauteile	15
Tabelle 11: Bodenkennwerte für Material Dammreprofilierung	15
Tabelle 12: Ständige Einwirkungen, Bauphase	16
Tabelle 13: Ständige Einwirkungen, definitive Nutzungsphase	17
Tabelle 14: Veränderliche Einwirkungen, definitive Nutzungsphase	18
Tabelle 15: Veränderliche Einwirkungen, definitive Nutzungsphase	18
Tabelle 16: Aussergewöhnliche Einwirkungen, definitive Nutzungsphase	19
Tabelle 17: Aussergewöhnliche Einwirkungen, definitive Nutzungsphase	20
Tabelle 18: Nachweis der Tragsicherheit, Gefährdungsbilder, Bauphase	21
Tabelle 19: Nachweis der Tragsicherheit definitive Nutzungsphase, Erdbauwerke	22
Tabelle 20: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, Nutzungszustände, Bauphase	23
Tabelle 21: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit definitive Nutzungsphase, Banketthalterung	24
Tabelle 22: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit definitive Nutzungsphase, Erdbauwerke	24
Tabelle 23: Anforderungen und Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Querschnitt B-B (km 22.750) mit Angabe Bodenschichten	10
Abbildung 2 Statisches Modell für die Ermittlung der minimal erforderlichen Reprofilierung	11
Abbildung 3 Statisches System rückverankerter Kopfbalken in DC Baugrube als Rühlwand (links) und Wirkung des Kraftdreieckes vom Kopfbalken in die Mikropfähle (rechts)	12
Abbildung 4 Statisches System Baugrubensicherung als Rühlwandverbau	13

1. Allgemeines

1.1. Einleitung

Die vorliegende Projektbasis umfasst das *Projekt „SIS-GKD Verstärkung EB Km 22.693“*. In diesem Dokument werden die wesentlichen Annahmen und relevanten Gefährdungsbilder für den Bau- und Betriebszustand zusammengestellt.

Die Projektbasis dient als Grundlage für die Festlegungen des Instandsetzungsumfangs der Bauvorgänge, der Tragsicherheitsanalysen sowie für die Wahl der Baustoffe.

Als Grundlage für die vorliegende Projektbasis dient die Nutzungsvereinbarung vom 17.09.2021. Die Nutzungsziele und Vorgaben der Bauherrschaft sind in der Nutzungsvereinbarung festgehalten und werden in der Projektbasis nicht wiederholt.

Die Projektbasis wird für nachfolgende Bauteile erstellt:

- Bodenverbesserung durch Rüttelstopfverdichtung
- Rückverankerter Kopfbalken
- Reprofilierung Damm zum Soll-Profil

1.2. Projektbeschreibung

Der in der Nutzungsvereinbarung und dem technischen Bericht angegebene Projektbeschreibung ist auch für die Projektbasis gültig.

1.3. Objektskizzen, Übersichtspläne

Vgl. Nutzungsvereinbarung, Kapitel 1.1

1.4. Abgrenzung

Siehe Nutzungsvereinbarung.

1.5. Nutzungsdauer

Siehe Nutzungsvereinbarung.

1.6. Schutzziele

Siehe Nutzungsvereinbarung.

2. Grundlagen

2.1. Projektspezifische Grundlagen

2.1.1. Pläne

Siehe Nutzungsvereinbarung

2.1.2. Berichte

Siehe Nutzungsvereinbarung

2.1.3. Literatur

Siehe Nutzungsvereinbarung

2.2. Gesetzliche Grundlagen

Siehe Nutzungsvereinbarung

2.3. Normen

Siehe Nutzungsvereinbarung

2.4. SBB und Eisenbahnspezifische Vorgaben und Reglemente

Siehe Nutzungsvereinbarung

3. Baugrundverhältnisse und Baugrundmodell

3.1. Geologische Verhältnisse

- Dammschüttung / künstliche Auffüllung
 - o Gemäss Information des Bodengutachters ist der Dammkörper sehr heterogen aufgebaut und kann nur sehr schwer eindeutigen Schichten zugeordnet werden. Gesamthaft kann festgehalten werden, dass der Dammkörper durchgehend relativ weich bzw. locker gelagert ist. Weiter hat das Dammmaterial eine bindige Grundmatrix. Stein- / Blocklagen und festere Zwischenschichten (mittelsteif / mitteldicht) sind vereinzelt vorhanden und können ggf. auch lokal Reste der früheren Injektionsarbeiten sein.
- Deckschicht
 - o Siltiger Ton bzw. toniger Silt mit Kies, ggf. Sand, Schneckenschalen und teilweise Kohlestücke, braun bis olive mit stellenweise rostroten Flecken.
 - o Im gesamten Projektareal mit einer Mächtigkeit von ca. 0.5 – 1.0 m über den Mischschottern gelegen.
- Mischschotter
 - o Die unter dem Dammkörper liegenden Mischschotter weisen eine relativ niedrige Lagerungsdichte auf.
 - o Dabei handelt es sich häufig um recht bindige Kiese.

Bodenschicht		Lage [m ü. M.]	Stärke [m]	USCS	Charakteristische Baugrundwerte	
1.1	Damm-schüttung (weich - locker)	382 – 394	6 - 9	CL, CM, CH, auch SC-MC	$\varphi'_k = 22^\circ$ $c'_k = 6 \text{ kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 19.5 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 8 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-8}$ m/s
1.2	Damm-schüttung (weich - mittelsteif)	382 – 394	6 - 9	CL, CM, CH, auch SC-MC	$\varphi'_k = 24.5^\circ$ $c'_k = 8 \text{ kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 20 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 11 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-8}$ m/s
1.3	Damm-schüttung (mittelsteif)	382 – 394	6 - 9	CL, CM, CH, auch SC-MC	$\varphi'_k = 26.5^\circ$ $c'_k = 12 \text{ kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 20.5 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 15 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-8}$ m/s
1.4	Damm-schüttung (bei grösseren Bew.)	382 – 394	6 - 9	CL, CM, CH, auch SC-MC	$\varphi'_k = 12.5^\circ$ $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 20.5 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 5 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-8}$ m/s
2.1	Deck-schicht (mittelsteif)	381 – 382	0.5 - 1	ML, CL, CL-ML (GC-GM)	$\varphi'_k = 24^\circ$ $c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 20 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 10 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-5} - 1e^{-8}$ m/s

Bodenschicht		Lage [m ü. M.]	Stärke [m]	USCS	Charakteristische Baugrundwerte	
2.2	Deck- schicht (bei grös- seren Bew.)	381 – 382	0.5 - 1	ML, CL, CL-ML (GC-GM)	$\varphi'_k = 14^\circ$ $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 20.5 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 5 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-5} - 1e^{-8}$ m/s
3.1	Misch- schotter (mittel- dicht)	363 – 381	8 - 18	GW, GP bis SC- SM	$\varphi'_k = 31^\circ$ $c'_k = 0 \text{ (2) kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 110 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 20.5 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 30 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-7}$ m/s
3.2	Misch- schotter (mitteldicht - dicht)	363 – 381	8 - 18	GW, GP bis SC- SM	$\varphi'_k = 33^\circ$ $c'_k = 2 \text{ kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 140 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 21 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 40 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-7}$ m/s

Tabelle 1: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte für Tragfähigkeits- und Setzungsberechnungen bestehende Bodenschichten

Bodenschicht		Lage [m ü. M.]	Stärke [m]	USCS	Charakteristische Baugrundwerte	
1.10	Damm- schüttung (verbes- sert)	382 – 394	6 - 9	CL, CM, CH, auch SC-MC.	$\varphi'_k = 30^\circ$ $c'_k = 10 \text{ kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 21 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 30 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-8}$ m/s
4	Reprofilie- rung	382 – 394	1 - 2	GM, SM, GW, GP oder SW	$\varphi'_k = 38^\circ$ $c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 21 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': ca. 60 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} \text{ m/s}$

Tabelle 2: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte für Tragfähigkeits- und Setzungsberechnungen neue Bodenschichten

Bodenschicht		Lage [m ü. M.]	Stärke [m]	USCS	Charakteristische Baugrundwerte	
1.1	Damm- schüttung (weich - lo- cker)	382 – 394	6 - 9	CL, CM, CH, auch SC-MC	$\varphi'_k = 23.5^\circ$ $c'_k = 9 \text{ (-11) kN/m}^2$	$\gamma_e = 19.5 \text{ kN/m}^3$ Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-8}$ m/s
1.2	Damm- schüttung (weich - mittelsteif)	382 – 394	6 - 9	CL, CM, CH, auch SC-MC	$\varphi'_k = 25.5^\circ$ $c'_k = 11 \text{ (-14) kN/m}^2$	$\gamma_e = 20 \text{ kN/m}^3$ Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-8}$ m/s
1.3	Damm- schüttung (mittelsteif)	382 – 394	6 - 9	CL, CM, CH, auch SC-MC	$\varphi'_k = 27^\circ$ $c'_k = 13.5 \text{ (-17) kN/m}^2$	$\gamma_e = 20.5 \text{ kN/m}^3$ Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-8}$ m/s
2.1	Deck- schicht	381 – 382	0.5 - 1	ML, CL, CL-ML (GC-GM)	$\varphi'_k = 25^\circ$ $c'_k = 8 \text{ (10) kN/m}^2$	$\gamma_e = 20.5 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 10 kN/m^2

Bodenschicht		Lage [m ü. M.]	Stärke [m]	USCS	Charakteristische Baugrundwerte	
					Mantelreibung $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$	Durchlässigkeit: $1e^{-5} - 1e^{-8}$ m/s
3.1	Misch- schotter (mittel- dicht)	363 – 381	8 - 18	GW, GP bis SC- SM	$\varphi'_k = 31^\circ$ $c'_k = 0 \text{ (2) kN/m}^2$	$\gamma_e = 20.5 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 30 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-7}$ m/s
3.2	Misch- schotter (mitteldicht - dicht)	363 – 381	8 - 18	GW, GP bis SC- SM	$\varphi'_k = 33^\circ$ $c'_k = 2 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 21 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 40 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-7}$ m/s

Tabelle 3: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte für Standsicherheitsbetrachtungen bestehende Bodenschichten

Bodenschicht		Lage [m ü. M.]	Stärke [m]	USCS	Charakteristische Baugrundwerte	
1.10	Damm- schüttung (verbessert)	382 – 394	6 - 9	CL, CM, CH, auch SC-MC.	$\varphi'_k = 30^\circ$ $c'_k = 10 \text{ kN/m}^2$ Mantelreibung $q_{s,k} = 40 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 21 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': 30 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} - 1e^{-8}$ m/s
4	Reprofilie- rung	382 – 394	1 - 2	GM, SM, GW, GP oder SW	$\varphi'_k = 38^\circ$ $c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_e = 21 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': ca. 60 kN/m^2 Durchlässigkeit: $1e^{-4} \text{ m/s}$

Tabelle 4: Baugrundmodell und charakteristische Baugrundwerte für Standsicherheitsbetrachtungen neue Bodenschichten

3.1.1. Geologisches Profil

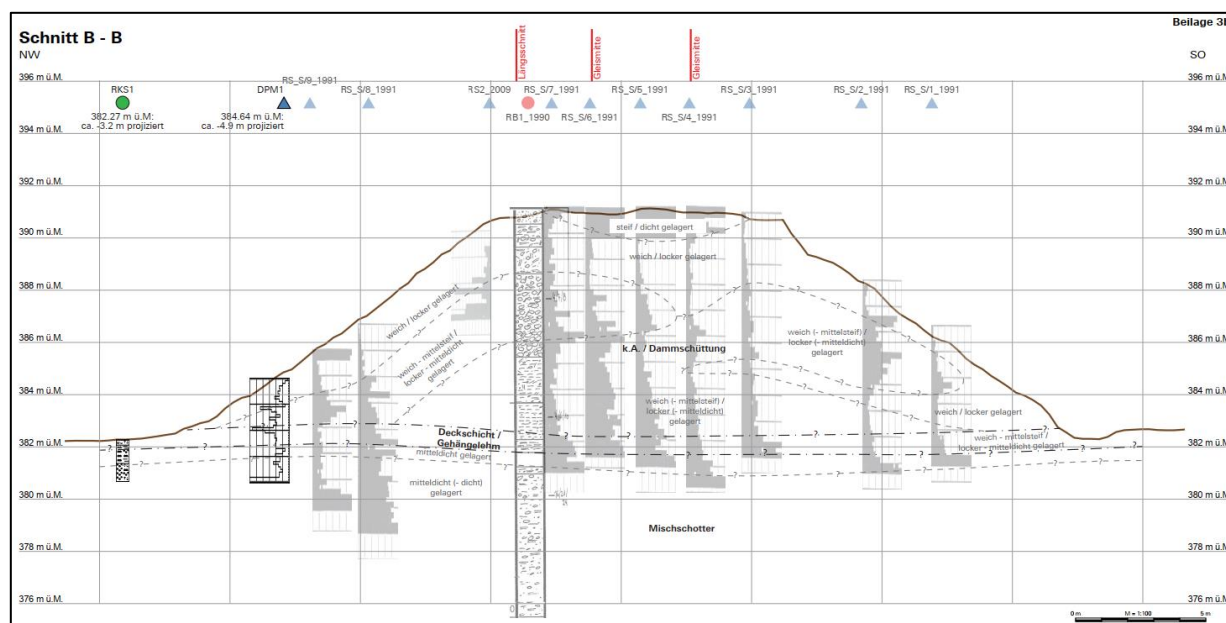


Abbildung 1 Querschnitt B-B (km 22.750) mit Angabe Bodenschichten

Abbildung 1 kann exemplarisch entnommen werden, dass der Dammkörper sehr heterogen aufgebaut ist und keine eindeutigen Schichtgrenzen zwischen weicheeren und steiferen Bereichen angegeben werden können. Der weitere Verlauf der ca. Schichtgrenzen in quer- und Längsschnitt kann dem Bericht Baugrunduntersuchung vom Geotechnischen Institut, Basel der Beilage 2 (Längsschnitt) und Beilagen 3a – 3g (Querschnitte) entnommen werden.

3.2. Hydro-Geologische Verhältnisse

Gemäss geologischen Grundlagen läuft das Grundwasser von Osten nach Westen fallend auf einer Kote von ca. +379 m ü.M. auf ca. +376 m ü.M.. Der genaue Verlauf des Grundwasserspiegels kann dem Bericht Baugrunduntersuchung vom Geotechnischen Institut, Basel der Beilage 2 (Längsschnitt Damm) entnommen werden. Weitere Angaben zu Hochwasserständen und weiteren Besonderheiten sind aktuell keine bekannt.

Die Baugrunduntersuchungen ergeben keine Auffälligkeiten dass die Dammverformungen auf den ehemaligen Verlauf der Strömungen bzw. Ausspülungen im Grundwasserleiter zurückzuführen sind.

3.3. Wahl des Erddruck-Beiwertes

Die Wahl der Erddruckbeiwerte erfolgt gemäss SIA 261, Ziffer 4.3 und Tabelle 1 und SIA 267 Ziffer 12.4.3. Bemerkung:

Bauwerk oder Bauteil	Nachweis der Tragsicherheit	Nachweis der Gebrauchstauglichkeit
Stützbauwerke (Kopfbalken)	erhöhter aktiver Erddruck	Erdruhedruck mit K_0
Baugrubensicherung (Rühlwandverbau)	erhöhter aktiver Erddruck	Erdruhedruck mit K_0

Tabelle 5: Erddruck-Beiwert für Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit

4. Tragwerkskonzept

4.1. Statisches System

- Der Projektperimeter erstreckt sich auf eine Länge von ca. 475 m.
- Durch die ausgeprägten horizontalen Verschiebungen in der Dammkrone wird neben einer Bodenverbesserung (gegen die anhaltenden Setzungen) noch die Dammkrone bzw. das Bankett gesichert. Eine Übersicht der Bankettsicherung ist in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** abgebildet.
- Die Bankettsicherung mittels Kopfbalken ist auf drei Abschnitten bei folgenden Kilometrierungen:
 - o Bereich 1: km 22.947 – 23.042 → L = 95 m
 - o Bereich 3: km 22.695 – 22.809 → L = 114 m
 - o Bereich 4: km 22.545 – 22.683 → L = 138 m
- Die Bankettsicherung mittels Reprofilierung zum Sollprofil ist auf einem Abschnitt bei folgender Kilometrierung:
 - o Bereich 2: km 22.817 – 22.947 → L = 130 m

Dammreprofilierung

- Das Unterprofil des Damms wird durch Reprofilierung mit Kiesigem Sand o.dgl ergänzt.
- Der Böschungswinkel wird so ermittelt, dass die Standsicherheit (GZ3) erfüllt wird.
- Die Bemessung und die iterative Einbindetiefe geschieht mittels der Statik-Software DC Böschung.

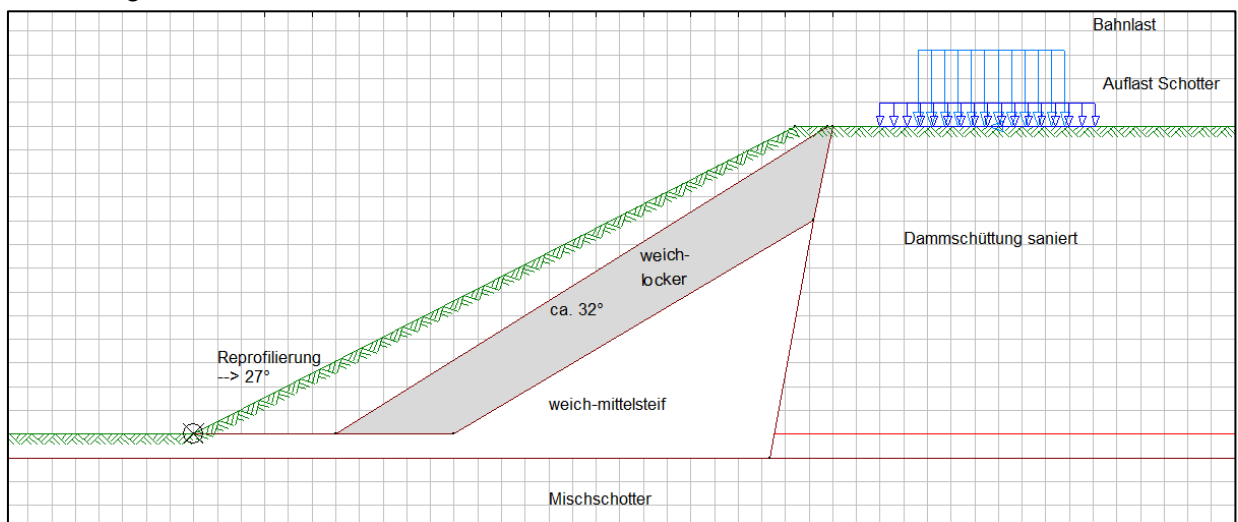


Abbildung 2 Statisches Modell für die Ermittlung der minimal erforderlichen Reprofilierung

Rückverankerter Kopfbalken

- Der rückverankerte Kopfbalken lagert auf vertikalen und schrägen (ca. 55°) Mikropfählen.
- Die Mikropfähle weisen einen Durchmesser von 0.3 m auf und haben jeweils einen Achsabstand von 3.0 m.

- Das System wird analog zu einem Rühlwandverbau modelliert. Im Modell entspricht der Rühlwandträger dem senkrechte Mikropfahl, der rückhaltenden Anker einem schräg angeordneten Mikropfahl.
- Es wird eine Erddruckumlagerung nach EAB angesetzt.
- Der Verdichtungserddruck wird mitberücksichtigt
- Die Berechnung des Erddrucks auf der passiven Seite erfolgt nach DIN 4085:2017 als räumlicher Erddruck für schmale Druckflächen.
- Die Fussfesthaltung wird als kontinuierlich gelagert angesetzt.
- Die Bemessung und die iterative Einbindetiefe geschieht mittels der Statik-Software DC Baugrube.
- Aufgrund der begrenzten Nachgiebigkeit im System und der Begrenzung der aktuell anhaltenden horizontalen Verformungen wird der erhöht aktive Erddruck angesetzt.

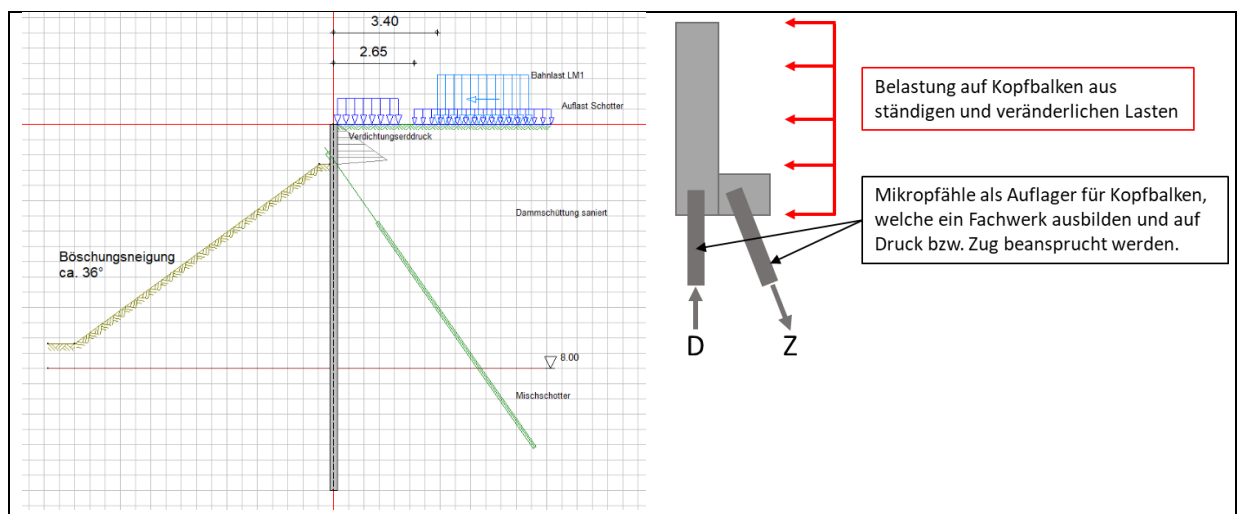


Abbildung 3 Statisches System rückverankerter Kopfbalken in DC Baugrube als Rühlwand (links) und Wirkung des Kraftdreieckes vom Kopfbalken in die Mikropfähle (rechts)

Baugrubensicherung (Rühlwand)

- Die Baugrubensicherung für den Bau des rückverankerten Kopfbalkens erfolgt über eine frei auskragende Rühlwand
- Der Achsabstand der Rühlwandträger beträgt 3.0 m.
- Die Berechnung des Erddrucks auf der passiven Seite erfolgt nach DIN 4085:2017 als räumlicher Erddruck für schmale Druckflächen.
- Die Ermittlung der Länge der Rühlwandträger erfolgt mittels Einspannung nach Blum.
- Die Ausfachung erfolgt über Holzbohlen
- Die Bemessung und die iterative Einbindetiefe geschieht mittels der Statik-Software DC Baugrube.
- Der Nachweis der Tragsicherheit wird mit erhöht aktivem Erddruck ($0.5 K_A + 0.5 K_0$) erbracht.

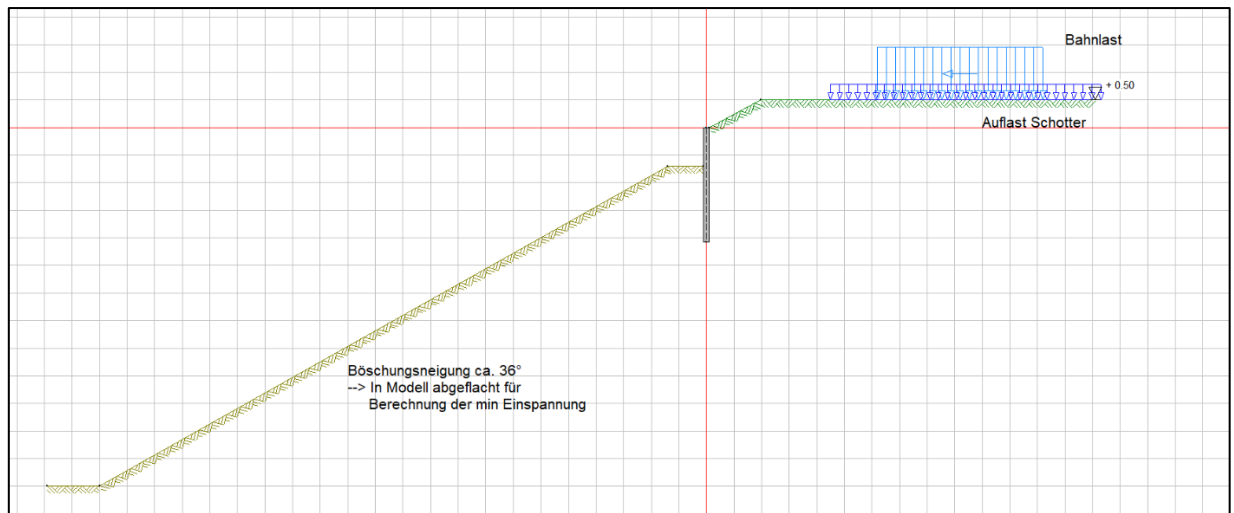


Abbildung 4 Statisches System Baugrubensicherung als Rühlwandverbau

4.2. Bemessungsmodell

Dammprofilierung

- Die Bemessung und die iterative Einbindetiefe geschieht mittels der Statik-Software DC Böschung.

Rückverankerter Kopfbalken

- Die Bemessung und die iterative Einbindetiefe geschieht mittels der Statik-Software DC Baugrube.

Baugrubensicherung (Rühlwand)

- Die Bemessung und die iterative Einbindetiefe geschieht mittels der Statik-Software DC Baugrube.

4.3. Materialisierung

4.3.1. Bestehende Bauteile und Bauwerke

Als Schüttmaterial für den Dammkörper kam Ausbruchmaterial des Hauenstein Basistunnels zum Einsatz, welches kaum bzw. nur sehr schlecht verdichtet wurde. Gemäss Information des Bodengutachters ist der Dammkörper sehr heterogen aufgebaut und kann nur sehr schwer eindeutigen Schichten zugeordnet werden. Gesamthaft kann festgehalten werden, dass der Dammkörper durchgehend relativ weich bzw. locker gelagert ist. Weiter hat das Dammmaterial eine bindige Grundmatrix. Stein- / Blocklagen und festere Zwischenschichten (mittelsteif / mitteldicht) sind vereinzelt vorhanden und können ggf. auch lokale Reste der früheren Injektionsarbeiten sein. In Rücksprache mit Zuständigen des Bauwerkserhalts wurden lokale Auswaschungen, sowie lokale Vernässungszonen und Hohlräume immer wieder während den Instandhaltungsarbeiten festgestellt. Aus diesem beschriebenen Aufbau des Dammkörpers resultieren kontinuierliche Setzungen und Verformungen in Horizontalrichtung. Von den Verformungen betroffen ist v.a. die nördliche Dammseite.

In Teilbereichen wurde eine Fahrbahnerneuerung durchgeführt. Die Setzung konnten jedoch hierdurch nicht beruhigt werden.

Bei km 22.69 befindet sich der bestehende Bachdurchlass der Ergolz. Bei km. 22.82 befindet sich die bestehende Unterführung WU Weiermatt Aus der Ortsbegehung und visueller Betrachtung weisen die Bauwerke optisch keine offenkundigen Mängel auf. Materialisierung und Inspektionsberichte zu diesen beiden bestehenden Bauwerken sind aktuell nicht bekannt.

Auf der Südseite der Dammkrone befindet sich von km 22.657 – 23.05 eine Lärmschutzwand neuern Herstelltdatums (2007), welche abschnittsweise auf Pfählen und Mikropfählen gegründet ist. Aus der Ortsbegehung und visueller Betrachtung weist die Lärmschutzwand optisch keine augenfälligen Mängel auf. Inspektionsberichte zur Lärmschutzwand sind aktuell keine bekannt.

Materialisierung Erdbauwerke

Baustoff Bezeichnung	Bauwerk oder Bauteil	Bemessungs- werte	charakt. Werte	Bemerkungen
Beton				
Beton C 30/37 XC4(CH) / XD3(CH) und XF1 (CH) D _{max} 32 CI 0.10 C3	Pfahlkopf Lärmschutz- wand	f _{cd} = 20 MPa τ _{cd} = 1.1 MPa E _{cd} = 25.3 GPa ε _{c1d} = 0.2 ‰ ε _{c2d} = 0.3 ‰	f _{ck} = 30 MPa f _{ctm} = 2.9 MPa E _{ck} = 37.9 GPa γ _{ck} = 25 kN/m ³ φ(t,t ₀) = 1.9	
Beton C25/30 XC4 (CH) D _{max} 32 CI 0.10 F4	Bohrpfähle best. Lärm- schutzwand	f _{cd} = 16.5 MPa τ _{cd} = 1.0 MPa E _{cd} = 25.3 GPa ε _{c1d} = 0.2 ‰ ε _{c2d} = 0.3 ‰	f _{ck} = 25 MPa f _{ctm} = 2.6 MPa E _{ck} = 37.9 GPa γ _{ck} = 25 kN/m ³ φ(t,t ₀) = 1.9	
Betonstahl				
<i>Stahl B500B</i>	Pfahlkopf und Bohrpfähle Lärmschutzwand	F _{sd} = 435 MPa E _s = 205 GPa k _s = 1.08 ε _{ud} = 0.45 ‰	f _{sk} = 500 MPa k _s = 1.08 γ _{sk} = 78.5 kN/m ³ ε _{uk} = 0.5 ‰	

Tabelle 6: Bemessungswerte und charakteristische Werte der Baustoffeigenschaften für Erdbauwerke, bestehende Bauteile

Produkte / Systeme	Bauteil	Typ	Spezifikationen	Bemerkungen
Bestehende Entwässerung	Teilsickerrohr	HDPE	Profil: 200 Ø: 200 mm SN: 2	Entwässerungstyp 4b nach R RTE 21110

Tabelle 7: Produkte und Systeme für Erdbauwerke, bestehende Bauteile

4.3.2. Neu zu erstellende Bauteile und Bauwerke

Materialisierung Erdbauwerke

Baustoff Bezeichnung	Bauwerk oder Bauteil	Bemessungs- werte	charakt. Werte	Bemerkungen
Beton				

Baustoff Bezeichnung	Bauwerk oder Bauteil	Bemessungs- werte	charakt. Werte	Bemerkungen
NPK D (T2) Beton C 25/30 XC4(CH) und XD1(CH) und XF2 (CH) D_{max} 32 CI 0.10 C3	Kopfbalken	$f_{cd} = 16.5 \text{ MPa}$ $\tau_{cd} = 1.0 \text{ MPa}$ $E_{cd} = 25.3 \text{ GPa}$ $\varepsilon_{c1d} = 0.2 \text{ ‰}$ $\varepsilon_{c2d} = 0.3 \text{ ‰}$	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$ $f_{ctm} = 2.6 \text{ MPa}$ $E_{ck} = 37.9$ GPa $\gamma_{ck} = 25 \text{ kN/m}^3$ $\phi(t, t_0) = 1.9$	SIA 262
Betonstahl				
Stahl B500B	Kopfbalken	$F_{sd} = 435 \text{ MPa}$ $E_s = 205 \text{ GPa}$ $k_s = 1.08$ $\varepsilon_{ud} = 0.45 \text{ ‰}$	$f_{sk} = 500 \text{ MPa}$ $k_s = 1.08$ $\gamma_{sk} = 78.5$ kN/m ³ $\varepsilon_{uk} = 0.5 \text{ ‰}$	

Tabelle 8: Bemessungswerte und charakteristische Werte der Baustoffeigenschaften für Erdbauwerke, neue Bauteile

Produkte / Systeme	Bauteil	Typ	Spezifikationen	Bemerkungen
Bodenverbes- serung	Dammkörper	Schottersäulen für Rüttelstopfverdichtung	Kies mit Korngrösse z.B. 16 - 32 mm (Mittel – Grobkies)	Die Körnung ist auf den anstehenden Baugrund abzustimmen.

Tabelle 9: Produkte und Systeme für Bodenverbesserung, neue Bauteile

Produkte / Systeme	Bauteil	Typ	Spezifikationen	Bemerkungen
Mikropfähle	Rückverankerung Kopfbalken	D = 300 mm	Typ: GEWI Plus Mikropfahl-System Dimensionen: 25 mm Abmessungen: L = 12 m / 10 m	Injektionsmörtel: z.B. KÜMIX oder gleichwertig
Entwässerung	Teilsickerrohr	z.B. PE, HDPE, PP, PP-HM etc.	Profil: ≥ 200 $\varnothing: \geq 200 \text{ mm}$ SN: ≥ 8	Entwässerungstyp 4b nach R RTE 21110, Detailprojektierung ab Stufe Bauprojekt

Tabelle 10: Produkte und Systeme für Erdbauwerke, neue Bauteile

Bodenschicht	Lage [m ü. M.]	Stärke [m]	USCS	Charakteristische Baugrundwerte	
2	Reprofilierung	382 - 394	1 - 2	GM, SM, GW, GP oder SW	$\phi'_k = 38^\circ$ $c'_k = 5 \text{ kN/m}^2$ $\gamma_e = 21 \text{ kN/m}^3$ ME, ME': ca. 60 kN/m ² Durchlässigkeit: $1e^{-4} \text{ m/s}$

Tabelle 11: Bodenkennwerte für Material Dammreprofilierung

5. Einwirkungen

5.1. Bestehende Bauwerke: Einwirkungen aktualisiert nach SIA 269/1

Nicht relevant. Statische Nachweise am Dammkörper werden bei den neu zu erstellenden Sanierungsmassnahmen durchgeführt.

5.2. Neu zu erstellende Bauwerke: Einwirkungen nach SIA 261

5.2.1. Ständige Einwirkungen, nicht aktualisiert

Bauzustand (Bauphase)

Während des Baus wirken keine ständige bzw. veränderliche Lasten auf den Kopfbalken.

- Beim rückverankerten Kopfbalken wird die Baugrube erst nach Fertigstellung der Ortbetonkonstruktion und Erreichen der Mindestdruckfestigkeit wiederaufgefüllt und verdichtet.

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Eigenlasten <ul style="list-style-type: none"> • Beton • Baustahl 	Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung	Eigengewicht Beton: $\gamma_G = 25 \text{ kN/m}^3$ Eigengewicht Baustahl: $\gamma_S = 78.5 \text{ kN/m}^3$
Auflasten <ul style="list-style-type: none"> • Schotterbett • Betonschwellen • Schiene 	Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung	Höhe = 70 cm + 10cm Hebungsreserve $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ Auflast Schotter: 14.4 kN/m^2 (inkl. Hebungsreserve) 2.8 kN/Stück = ca. 4.8 kN/m Gleis UIC 60 mit Kleineisen = ca. 1.7 kN/m Gleis
Erddruck gegen Kopfbalken <ul style="list-style-type: none"> • Infolge ständiger Lasten (z.B. Hinterefüllung (Verdichtungsdruck)) • infolge Auflast 	Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung	Erhöhter aktiver Erddruck gemäss AB-EBV und SIA 267, dreiecksförmige Erddruckverteilung ab OK Schotter bis UK Foundation $e_h = K_M \cdot z \cdot \gamma$ Wert anhand Tabelle 3 und Tabelle 4: $K_M = 0.39$, $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$ $e_h = K_M \cdot q$

Tabelle 12: Ständige Einwirkungen, Bauphase

Endzustand (definitive Nutzungsphase)

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Eigenlasten		

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
<ul style="list-style-type: none"> Beton Baustahl 	Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung	Eigengewicht Beton: $\gamma_G = 25 \text{ kN/m}^3$ Eigengewicht Baustahl: $\gamma_S = 78.5 \text{ kN/m}^3$
Auflasten <ul style="list-style-type: none"> Schotterbett Betonschwellen Schiene 	Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung	Höhe = 70 cm + 10cm Hebungsreserve $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ Auflast Schotter: 14.4 kN/m^2 (inkl. Hebungsreserve) 2.8 kN/Stück = ca. 4.8 kN/m Gleis UIC 60 mit Kleineisen = ca. 1.7 kN/m Gleis
Erddruck gegen Kopfbalken <ul style="list-style-type: none"> Infolge ständiger Lasten (z.B. Hinterfüllung (Verdichtungsdruck)) infolge Auflast 	Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung	Erhöhter aktiver Erddruck gemäss AB-EBV und SIA 267, dreiecksförmige Erddruckverteilung ab OK Schotter bis UK Foundation $e_h = K_M \cdot z \cdot \gamma$ Wert anhand Tabelle 3 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. und Tabelle 4: $K_M = 0.39$, $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$ Der Verdichtungserddruck ist gem. SIA 267 und FAQ Verdichtungsdruck anzusetzen. $e_h = K_M \cdot q$

Tabelle 13: Ständige Einwirkungen, definitive Nutzungsphase

5.2.2. Veränderliche Einwirkungen, nicht aktualisiert

Bauzustände (Bauphase)

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Schnee	keine	Wird nicht berücksichtigt, da nicht massgebend
Wind	keine	Wird nicht berücksichtigt, da nicht massgebend
Temperatur	Dimensionierung / statische Berechnung / Mindestbewehrung	Temperaturendeckungskoeffizient = $10 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ (gemäss SIA 261, Tabelle 5) Charakterist. Wert der gleichm. Temperaturänderung = $\pm 20^\circ\text{C}$ (gemäss SIA 261, Tabelle 6)
Erddruck aus Bahnlasten		
<ul style="list-style-type: none"> Verkehrslast 	Nachrechnung / statische Berechnung	$e_h = K_M \cdot q_k \cdot \alpha$, wobei $K_M = 0.39$ LM 1: $q_k = 52 \text{ kN/m}^2$ α : siehe unter „Beiwerte Lastmodell Bahnverkehr“ (unten) $\rightarrow \alpha = 1.33$ q_k : Vertikale Last (gemäss AB-EBV zu Art. 26)

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
<ul style="list-style-type: none"> • Schlingerkräfte • Zentrifugalkräfte 	<p>Nachrechnung / statische Berechnung</p> <p>Nachrechnung / statische Berechnung</p>	<p>Breite 3.0 m, 0.7 m unter SOK mit $\Phi = 1.00$ (SIA 261, Ziffer 11.2.1.5)</p> <p>$QS_k = 100 \text{ kN}$ $\alpha = 1.33$</p> <p>$r = 580 \text{ m}$, $\eta = 1.0$ da $v < 120 \text{ km/h}$ $v = 28 \text{ m/s}$ (LM 1 + LM 2) LM1: $q_{k,h} = 14.7 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.33$</p>

Tabelle 14: Veränderliche Einwirkungen, definitive Nutzungsphase

Endzustand (definitive Nutzungsphase)

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Schnee	keine	Wird nicht berücksichtigt, da nicht massgebend
Wind	keine	Wird nicht berücksichtigt, da nicht massgebend
Temperatur	Dimensionierung / statische Berechnung / Mindestbewehrung	Temperaturausdehnungskoeffizient = $10 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ (gemäss SIA 261, Tabelle 5) Charakterist. Wert der gleichm. Temperaturänderung = $\pm 20^\circ\text{C}$ (gemäss SIA 261, Tabelle 6)
Erddruck aus Bahnlasten		
<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrslast • Schlingerkräfte • Zentrifugalkräfte 	<p>Nachrechnung / statische Berechnung</p> <p>Nachrechnung / statische Berechnung</p> <p>Nachrechnung / statische Berechnung</p>	<p>$e_h = K_M \cdot q_k \cdot \alpha$, wobei $K_M = 0.39$ LM 1: $q_k = 52 \text{ kN/m}^2$ α: siehe unter „Beiwerte Lastmodell Bahnverkehr“ (unten) $\rightarrow 1.33$</p> <p>q_k: Vertikale Last (gemäss AB-EBV zu Art. 26) Breite 3.0 m, 0.7 m unter SOK mit $\Phi = 1.00$ (SIA 261, Ziffer 11.2.1.5)</p> <p>$QS_k = 100 \text{ kN}$ $\alpha = 1.33$</p> <p>$r = 580 \text{ m}$ $v = 28 \text{ m/s}$ (LM 1 + LM 2) LM1: $q_{k,h} = 14.7 \text{ kN/m}$ $\alpha = 1.33$</p>
Verdichtungserddruck	Nachrechnung / statische Berechnung	25 kN/m^2

Tabelle 15: Veränderliche Einwirkungen, definitive Nutzungsphase

Beiwerte Lastmodell Bahnverkehr:

Klassifizierungsbeiwert: Tragsicherheit:

$\alpha = 1.33$ für LM 1 und LM 2 inkl. zugehörigen Anfahr-, Brems-, Zentrifugal- und Schlingerkräfte und aus Bahnlast verursachte Erddrücke sowie Entgleisungslastmodelle 1 und 2.

$\alpha = 1.00$ für LM 3

Ermüdung: $\alpha = 1.00$

Gebrauchstauglichkeit:

$\alpha = 1.33$ für Verwindungen unter LM 1 und LM 2 inkl. zugehöriger Zentrifugalkräfte

$\alpha = 1.00$ für Durchbiegungen unter LM 1 und LM 2 inkl. zugehöriger Zentrifugalkräfte

$\alpha = 1.00$ für vertikale Relativverschiebungen bei Überbauenden hinter Widerlagern unter LM 1 und LM 2

Dynamischer Beiwert: Die statischen Auswirkungen der Lastmodelle 1, 2 und 3 werden mit dem dynamischen Beiwert Φ multipliziert.
Für Erddruck infolge Bahnverkehrslasten darf für die vertikale Ersatzlast (gemäss AB-EBV zu Art. 26) der dynamische Beiwert φ vernachlässigt werden (gemäss SIA 261, Ziffer 11.2.1.5).
Anfahr-, Brems-, Schlinger- und Zentrifugalkräfte ebenso wie die Entgleisungslastmodelle 1 und 2 werden nicht mit Φ multipliziert.

5.2.3. Aussergewöhnliche Einwirkungen, nicht aktualisiert

Bauzustand (Bauphase)

Für die Bauphase werden keine aussergewöhnlichen Lasten auf den Baugrubenabschluss angesetzt. Entgleisung und Anprall werden für die Dimensionierung des Baugrubenabschlusses nicht berücksichtigt und gelten als akzeptiertes Risiko.

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Erddruck als Folge der Bahnlast bei Entgleisung	Akzeptiertes Risiko	
Erdbeben	Akzeptiertes Risiko	
Brand	Akzeptiertes Risiko	
Explosion	Akzeptiertes Risiko	

Tabelle 16: Aussergewöhnliche Einwirkungen, definitive Nutzungsphase

Endzustand (definitive Nutzungsphase)

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
Erddruck als Folge der Bahnlast bei Entgleisung <ul style="list-style-type: none"> LM1 LM2 	<ul style="list-style-type: none"> Dimensionierung / statische Berechnung Dimensionierung / statische Berechnung 	<ul style="list-style-type: none"> $q_{Ed} = 110 \text{ kN/m}$ $Q_{Ed} = 350 \text{ kN}$ $\alpha = 1.33$ Mauerlänge $l \geq 20 \text{ m}$: $q_{Ed} = 145 \text{ kN/m}$ Mauerlänge $\leq 6.40 \text{ m}$: $q_{Ed} = 220 \text{ kN/m}$ Mauerlänge $6.40 \leq l \leq 20 \text{ m}$: $q_{Ed} = \text{lineare Interpolation}$ Mauerlänge $l = 21 \text{ m}$ (Abschnitte) $q_{Ed} = 145 \text{ kN/m}$ Erddruckbeiwert $K_M = 0.39$ $\alpha = 1.33$
Erdbeben	Dimensionierung / statische Berechnung Konstruktive Massnahmen	Erdbebenzone: Z2 $\rightarrow a_{gd} = 1.0 \text{ m/s}^2$ Baugrundklasse: E Bauwerksklasse: 2

Einwirkung	Massnahmen / Weiterbearbeitung	Annahme für die Bemessung
	gemäss SIA 261, Ziffer 16.4	Verhaltensbeiwert $q = 2.0$ Erdbebenstreckenklasse ESK II Konstruktive Massnahmen:
Brand	Akzeptiertes Risiko	
Explosion	Akzeptiertes Risiko	

Tabelle 17: Aussergewöhnliche Einwirkungen, definitive Nutzungsphase

6. Tragsicherheit

Die Nachweise der Tragsicherheit erfolgen gemäss der SIA Norm 260 Kap. 4.4.3 und den Bestimmungen der Normen SIA 260, 261, 262, 263, 267.

6.1. Gefährdungsbilder und Massnahmen

6.1.1. Bauzustand (Bauphase)

Bauteil: Baugrubensicherung

Gefährdungsbild / Bemessungssituation		Grenzzustand	Lastfall	Beiwerte (SIA 260)
1	Bahnverkehr vorübergehend	A1: GZ Typ 1 (Gesamtstabilität)	LE: Bahnverkehr, LM1, LM2, Streckenklasse LM3 ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_G = 1.10$
		A2: GZ Typ 2 (Tragwiderstand Tragwerk)	LE: Bahnverkehr LM1, LM2, Streckenklasse LM3 ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_Q = 1.20$ $\gamma_G = 1.35$
		A3: GZ Typ 3 (Tragwiderstand Baugrund)	LE: Bahnverkehr LM1, LM2, Streckenklasse LM3 ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.25$ $\gamma_Q = 1.25$ $\gamma_G = 1.00$

Tabelle 18: Nachweis der Tragsicherheit, Gefährdungsbilder, Bauphase

6.1.2. Endzustand (definitive Nutzungsphase)

Bauteil: Rückverankerter Kopfbalken, Reprofilierung

Gefährdungsbild / Bemessungssituation		Grenzzustand	Lastfall	Beiwerte
Legende: LE=Leiteinwirkung, ST=ständige Leiteinwirkung, BE=Begleiteinwirkung				
A	Bahnverkehr vorübergehend	C1: GZ Typ 1 (Gesamtstabilität)	LE: Bahnverkehr LM1, LM2, Streckenklasse LM3 ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_G = 1.10$
		C2: GZ Typ 2 (Tragwiderstand Tragwerk)	LE: Bahnverkehr LM1, LM2, Streckenklasse LM3 ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.45$ $\gamma_Q = 1.20$ $\gamma_G = 1.35$
		C3: GZ Typ 3 (Tragwiderstand Baugrund)	LE: Bahnverkehr LM1, LM2, Streckenklasse LM3	$\gamma_Q = 1.25$ $\gamma_Q = 1.25$

Gefährdungsbild / Bemessungs-situation		Grenzzustand	Lastfall	Beiwerte
			ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_G = 1.00$
B	Entgleisung aussergewöhnlich	D1: GZ Typ 1 (Gesamtstabilität)	LE: Bahnverkehr LM1, Streckenklasse ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$
		D2: GZ Typ 2 (Tragwiderstand Tragwerk)	LE: Bahnverkehr LM1, Streckenklasse ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$
		D3: GZ Typ 3 (Tragwiderstand Baugrund)	LE: Bahnverkehr LM1, Streckenklasse ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$
C	Erdbeben aussergewöhnlich	E1: GZ Typ 1 (Gesamtstabilität)	LE: Erdbeben ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$
		E2: GZ Typ 2 (Tragwiderstand Tragwerk)	LE: Erdbeben ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$
		E3: GZ Typ 3 (Tragwiderstand Baugrund)	LE: Erdbeben ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\gamma_Q = 1.00$ $\gamma_G = 1.00$

Tabelle 19: Nachweis der Tragsicherheit definitive Nutzungsphase, Erdbauwerke

7. Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit erfolgt gemäss SIA 260, Kap. 4.4.4.

7.1. Bauzustand (Bauphase)

Detaillierte Lastkombinationen und -werte müssen den jeweiligen Statik-Beilagen entnommen werden. Der Endzustand wird als massgebend betrachtet.

Bauteil: Baugrubenabschluss

Gefährdungsbild / Bemessungssituation		Grenzzustand / Gebrauchsgrenzen	Lastfall	Beiwerte
Legende: LE=Leiteinwirkung, ST=ständige Leiteinwirkung, BE=Begleiteinwirkung				
X	Bahnverkehr vorübergehend	Xa: Funktionstüchtigkeit Gem. SIA 260, Tabelle 4 bei Geschwindigkeit $v = 100 \text{ km/h}$ - Verschiebung $u \leq h / 200$	Häufig: LE: Bahnverkehr LM1, ggf. LM2 für w und δ_v : $\alpha = 1.00$ für α_t : $\alpha = 1.33$ $\Phi = 1.0$ ST: Erddruck ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\psi_1 = 1.0$ $\psi_1 = 0.7$ Kein Beiwert

Tabelle 20: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit, Nutzungszustände, Bauphase

7.2. Endzustand (definitive Nutzungsphase)

Bauteil: Rückverankerter Kopfbalken, Dammreprofilierung

Gefährdungsbild / Bemessungssituation		Grenzzustand / Gebrauchsgrenzen	Lastfall	Beiwerte
Legende: LE=Leiteinwirkung, ST=ständige Leiteinwirkung, BE=Begleiteinwirkung				
X	Bahnverkehr vorübergehend	Xa: Funktionstüchtigkeit Gem. SIA 260, Tabelle 4 bei Geschwindigkeit $v = 100 \text{ km/h}$ - Verschiebung $u \leq h / 200$	Häufig: LE: Bahnverkehr LM1, ggf. LM2 für w und δ_v : $\alpha = 1.00$ für α_t : $\alpha = 1.33$ $\Phi = 1.0$ mit $l_\phi = 21 \text{ m}$ ST: Erddruck ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\psi_1 = 1.0$ $\psi_1 = 0.7$ Kein Beiwert
		Xb: Aussehen Gem. SIA 260, Tabelle 4 - Verschiebung $u \leq h / 250$	Quasi-ständig: ST: Erddruck ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\psi_2 = 0.7$ Kein Beiwert

Gefährdungsbild / Bemessungs-situation		Grenzzustand / Gebrauchsgrenzen	Lastfall	Beiwerte
		Xc: Dauerhaftigkeit - Begrenzung der Rissbreiten Anforderungen: erhöht	Spannungsnachweis gemäss SIA 262, Ziffer 4.4.2	

Tabelle 21: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit definitive Nutzungsphase, Banketthalterung

Bauteil: Erdbauwerke

Gefährdungsbild / Bemessungs-situation		Grenzzustand / Gebrauchsgrenzen	Lastfall	Beiwerte
Legende: LE=Leiteinwirkung, ST=ständige Leiteinwirkung, BE=Begleiteinwirkung				
X	<i>Bahnverkehr vorübergehend</i>	Xa: Funktionstüchtigkeit <i>Gem. SIA 260, Tabelle 12</i> bei Geschwindigkeit $v = 100 \text{ km/h}$ - Durchbiegung $w \leq l / 1'100$ - Verwindung $\alpha_t \leq 1.0 \text{ mrad/m}$ Bei gekrümmter Streckenführung: Zentrifugalkraft berücksichtigen - vert. Relativverschiebungen bei Überbauenden hinter Widerlagern $\delta_v \leq 3 \text{ mm}$ - Begrenzung der horizontalen Verschiebungen auf ca. 0 – 1 mm pro Jahr	Häufig: LE: Bahnverkehr LM1, ggf. LM2 für w und δ_v : $\alpha = 1.00$ für α_t : $\alpha = 1.33$ $\Phi = 1.0$ mit $l_\phi = 21 \text{ m}$ ST: Erddruck ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\psi_1 = 1.0$ $\psi_1 = 0.7$ Kein Beiwert
		Xb: Aussehen <i>Gem. SIA 260, Tabelle 12</i> - Durchbiegung $w \leq l / 700$	Quasi-ständig: ST: Erddruck ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	$\psi_2 = 0.7$ Kein Beiwert
		Xc: Dauerhaftigkeit - Begrenzung der Rissbreiten Anforderungen: erhöht	Spannungsnachweis gemäss SIA 262, Ziffer 4.4.2	

Tabelle 22: Nachweis der Gebrauchstauglichkeit definitive Nutzungsphase, Erdbauwerke

8. Dauerhaftigkeit

Die Ausführung in bewehrtem Beton ist nach Möglichkeit derjenigen in Spannbeton vorzuziehen.

Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit sind je Bauwerk / Bauteil zu definieren.

Die Mindestbewehrung der Bauteile ist für eine Rissbreite von max. 0.25 mm zu dimensionieren (erhöhte Anforderungen gem. AQV Betontragwerke).

Stark biegebeanspruchte Bauteile sind bezüglich Risse für hohe Anforderungen zu dimensionieren.

Tabelle 23 enthält keine abschliessende Aufzählung.

Anforderungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
Entwässerung	Längs verlaufende Entwässerungsleitung, seitlich der Gleise	
Dichtigkeit	In Abständen von 10.0 m werden Arbeitsfugen ausgeführt, die mit Kombiflexbändern abgedichtet werden.	<ul style="list-style-type: none"> Qualitätskontrolle der Herstellung Kontroll- und Prüfplan
Korrosionsschutz Bewehrung	Auf Umwelteinflüsse bezogene Expositions-klasse: Aussenbauteile mit direkter Beregnung, XC4, C _{nom} ≥ 40 mm, Betonfestigkeit ≥ C25/30 Spritzwasser- und Sprühnebenbereich, XD3, C _{nom} ≥ 55 mm, Betonfestigkeit ≥ C30/37	<ul style="list-style-type: none"> Überprüfung der Bewehrungsüberdeckung und Mindestbetonfestigkeit Kontroll- und Prüfplan
Betonqualität	Eingehende Betonprüfung auf w/z-Wert und Einhaltung der Mindestzementmenge	<ul style="list-style-type: none"> Nachbehandlung
Aussehen der Betonoberfläche Betonoberflächenklassen nach SIA 118/262	 BOK 1. Schalungstypen 1 Dreieckleisten 20 mm	<ul style="list-style-type: none"> Kontroll- und Prüfplan Ausschreibung Ausführungskontrollen Unterhalts- und Überwachungsplan
Rissebeschränkung	Mindestbewehrung Nachbehandlungsklassen gemäss SIA 262 Tab. 22 Betonieretappen Betonsorte	<ul style="list-style-type: none"> Dimensionierung Kontroll- und Prüfplan Ausführungskontrollen
Frostbeständigkeit	Betonart Nachweis gem. SN 640 461a	<ul style="list-style-type: none"> Kontroll- und Prüfplan Ausführungskontrollen

Anforderungen	Massnahmen	Weiterbearbeitung
	<i>Methode SIA</i> <i>WF-L \geq 50%</i> <i>WF-P \geq 50%</i> <i>AQV SBB</i>	
Sulfatbeständigkeit	Betonrezeptur für Expositionsklasse XA3	<ul style="list-style-type: none"> • Kontroll- und Prüfplan
Zulässige Setzungen	AQV SBB Konsolidierung	<ul style="list-style-type: none"> • Kontroll- und Prüfplan • Überwachung / Beobachtungsmethode

Tabelle 23: Anforderungen und Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit

9. Akzeptierte Risiken

Siehe Nutzungsvereinbarung

10. Weitere projektrelevante Bedingungen

Bei der Sanierung sind neben statischen Aspekten auch weitere Kriterien zur Umsetzbarkeit mitzuberücksichtigen

- Auswirkungen auf den Bahnbetrieb während den Sanierungsarbeiten
- Umwelt, insbesondere Reptilien
- Dauerhaftigkeit / Restnutzung
- Unterhaltsbedarf
- Belange der Fahrbahn und Streckenentwässerung
- Baukosten
- Während den einzelnen Bauetappen (v.a. bei der Rüttelstopfverdichtung) soll ein Gleis möglichst unter Betrieb bleiben. Totalsperrungen sind auf ein Minimum zu reduzieren.

11. Unterschriften

31 Vorprojekt Phase

Projektverfasser:

Datum

Unterschrift

Erstellt:

Jan Ryhult

Rapp Infra AG

Freilager-Platz 4

CH-4142 Münchenstein

17.09.2021

J. Ryhult
.....

Geprüft:

Larsen Szulerski

Rapp Infra AG

Freilager-Platz 4

CH-4142 Münchenstein

17.09.2021

L. Szulerski
.....