KANTON solothurn

Amt für Verkehr und Tiefbau

Gemeinde Luterbach / Zuchwil

Strasse **Bocciaweg / Langfeldstrasse**

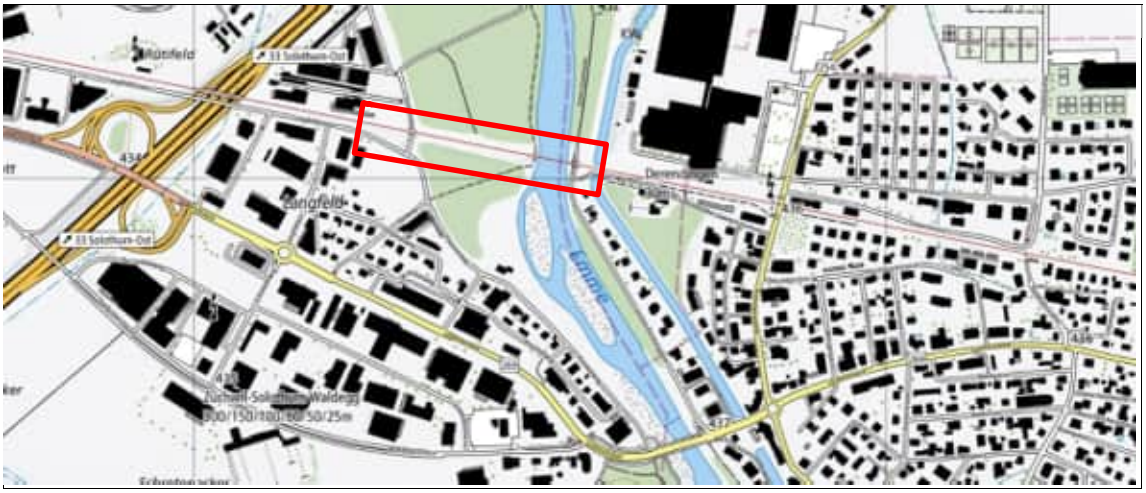
Objekt Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Objekt Nr. 4/7
Velobrücke Emmenweg Objekt Nr. 10/64/4

Projekt **Neubau Langsamverkehrsüberführung**

Projektphase Bewilligungsverfahren / Auflageprojekt

Inhalt **Statische Berechnung Baugruben**

Übersicht



FÜRST | LAFFRANCHI

Eyhalde 2 | Postfach 12 | CH-4912 Aarwangen | T +41 (0)62 926 18 90
Kirchstrasse 23 | CH-4628 Wolfwil | T +41 (0)62 926 18 90
Via Cantonale 64 | CH-6537 Grono | T +41 (0)91 827 13 17

Dok.-Nr.		**EQZ-566-BB-SB-BG**
Format		A4
Projekt	Name	Datum
Erstellt	SI	30.10.2026
Geprüft	SI	30.10.2026
Freigabe	ML	30.10.2026
Revidiert Index A		
Geprüft		
Freigabe		

Amt für Verkehr und Tiefbau
Rötihof, Werkhofstrasse 65, 4509 Solothurn
Telefon 032 627 26 33, Telefax 032 627 76 94

Achs Nr. / BP	
Objekt-Nr. KB	
Objekt-Nr. VRA	
Projekt-Nr.	3TK. 01440.P.01

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	**Grundlagen**	**3**
1.1	Allgemein	3
1.2	Übersicht	3
1.3	Material	3
1.4	Geometrie	3
1.5	Baugrundverhältnisse	5
2	**Modellbildung und Einwirkungen**	**6**
3	**Bemessungssituationen / Gefährdungsbilder**	**7**
4	**Stabilitätsnachweis**	**8**
5	**Grundlagen**	**10**
5.1	Normen, Bestimmungen und Richtlinien	10
5.2	Projektspezifische Grundlagen	11
5.3	Dokumente des Projekts	11
5.4	Weitere Grundlagen	11

1 Grundlagen

1.1 Allgemein

Die vorliegende Statische Berechnung ist als Ergänzung zu den beiden Dokumenten *EQZ-566-BP-SB-EQ* [45] und *EQZ-566-BP-SB-QE* [46], welche die statischen Berechnungen für die beiden Brücken (im Endzustand) beinhalten, zu verstehen.

1.2 Übersicht

Für den Bau der Brückenwiderlager sind vier Baugruben zu erstellen. Da sich die Baugruben unmittelbar neben der bestehenden SBB-Bahnlinie befinden, sind gemäss den Vorgaben von den SBB nähere Untersuchungen in Bezug auf die Böschungsstabilität durchzuführen.

Die Baugruben sind verhältnismässig klein und weisen geringe Tiefen auf, siehe Kapitel 1.4. Gemäss den Angaben im geologischen Bericht [37] können Baugruben (in den trockenen Emmeschottern) bis zu einer Tiefe von 4m im Verhältnis 1:1 offen geböscht werden. Dabei zu berücksichtigen ist jedoch, dass unter Verwendung der Bodenkennwerte gem. dem geologischen Bericht [37] die Böschungsstabilität bereits für das Verhältnis 1:1 rechnerisch nicht nachweisbar ist (auch ohne Belastung). Dementsprechend werden für die Baugruben im Bereich der Querung Emmenweg zusätzliche stabilisierende Massnahmen (Sickerbetonriegel) vorgesehen. Die Baugruben im Bereich der Emmequerung werden durch die Widerlagerkonstruktionen der SBB-Bahnbrücke (durch die jeweiligen Flügelmauern) abgeschirmt, weshalb für diese auf eine Nachweisführung verzichtet werden kann.

1.3 Material

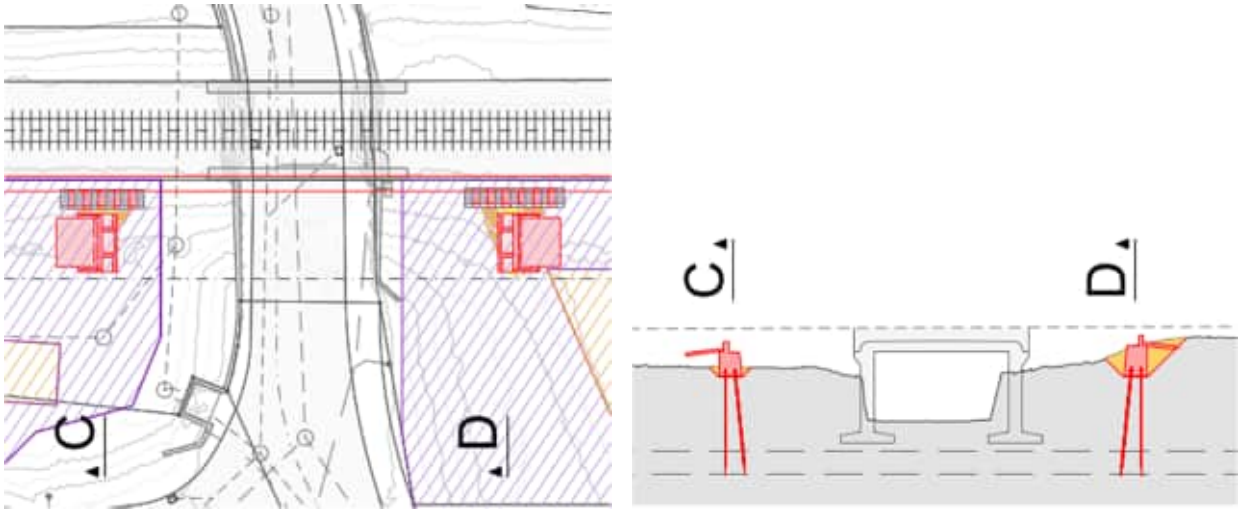
Es wird grundsätzlich auf die beiden Dokumente *EQZ-566-BP-SB-EQ* [45] und *EQZ-566-BP-SB-QE* [46] verwiesen.

1.4 Geometrie

Die Geometrien der Baugruben zur Erstellung der Brückenwiderlager sind auf dem Bauablaufplan EQZ-566-BP-012 [44] ersichtlich.

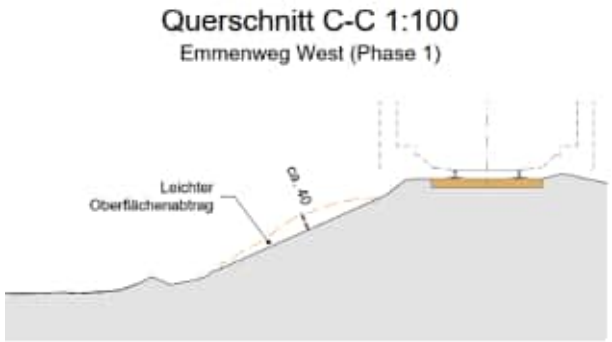
Nachfolgend wird nur auf den massgebenden Schnitt C-C eingegangen. Der Schnitt D-D ist vergleichbar. Im Bereich der Schnitte E-E und F-F schirmen die Flügelmauern der bestehenden SBB-Brücke wie bereits in Kapitel 1.2 erwähnt den betroffenen Bereich ab.

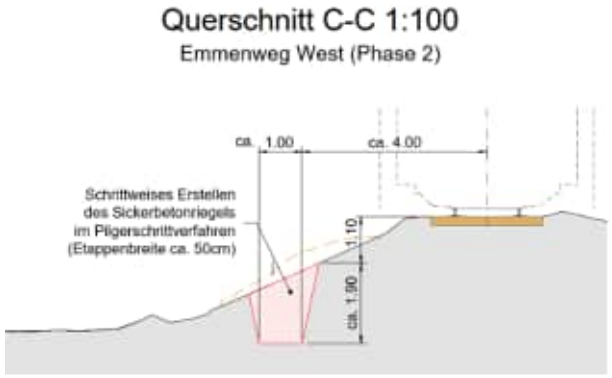
Situation und Längsschnitt

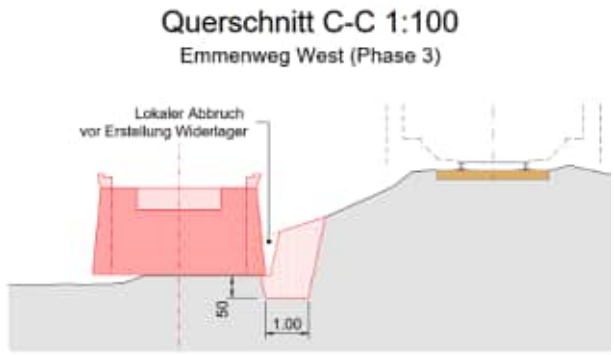


Querschnitt

Phasen 1 bis 3 zur Erstellung der Baugrube inkl. stabilisierendem Sickerbetonriegel.





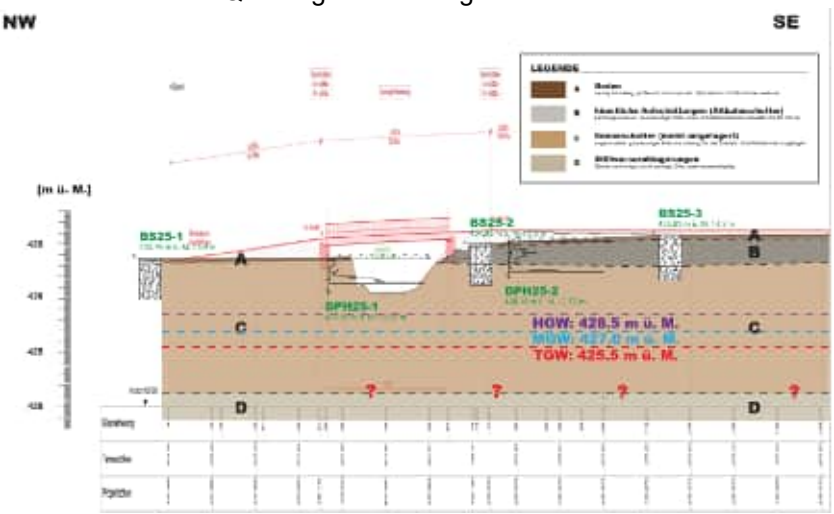


1.5 Baugrundverhältnisse

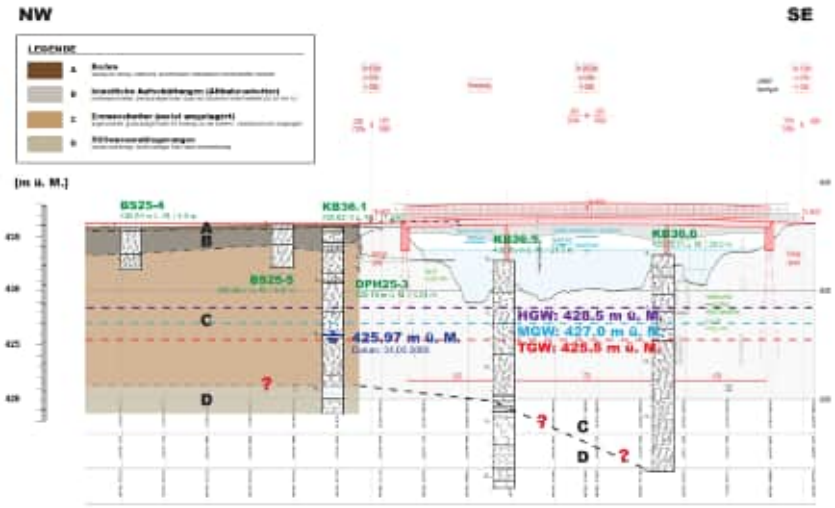
Die geotechnischen Kennwerte des Baugrunds (charakteristische Werte) sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Ergänzende Details sind dem geologischen Bericht [37] zu entnehmen.

Abk.	Bezeichnung	Raumgewicht γ_k [kN/m³]	effektiver Reibungswinkel ϕ'_k [°]	effektive Kohäsion c'k [kN/m²]	Zusammendrückungsmodul ME1 k [MN/m²]	Zusammendrückungsmodul ME2 k [MN/m²]
A	Boden	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
B	künstliche Aufschüttungen (Altbahnschotter)	19-21.5 (20.5)	28-39 (33)	0	15-55 (30)	25->80 (35)
C	Emmeschotter (z.T. umgelagert)	19.5-21 (20)	33-40 (35)	0	20-70 (35)	35->100 (55)
D	Stillwasserablagerungen	19.5-20 (19.5)	27-32 (29)	0-5 (2)	10-20 (15)	12-25 (18)
E	Fels (USM)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.

Schnitt im Bereich Querung Emmenweg:



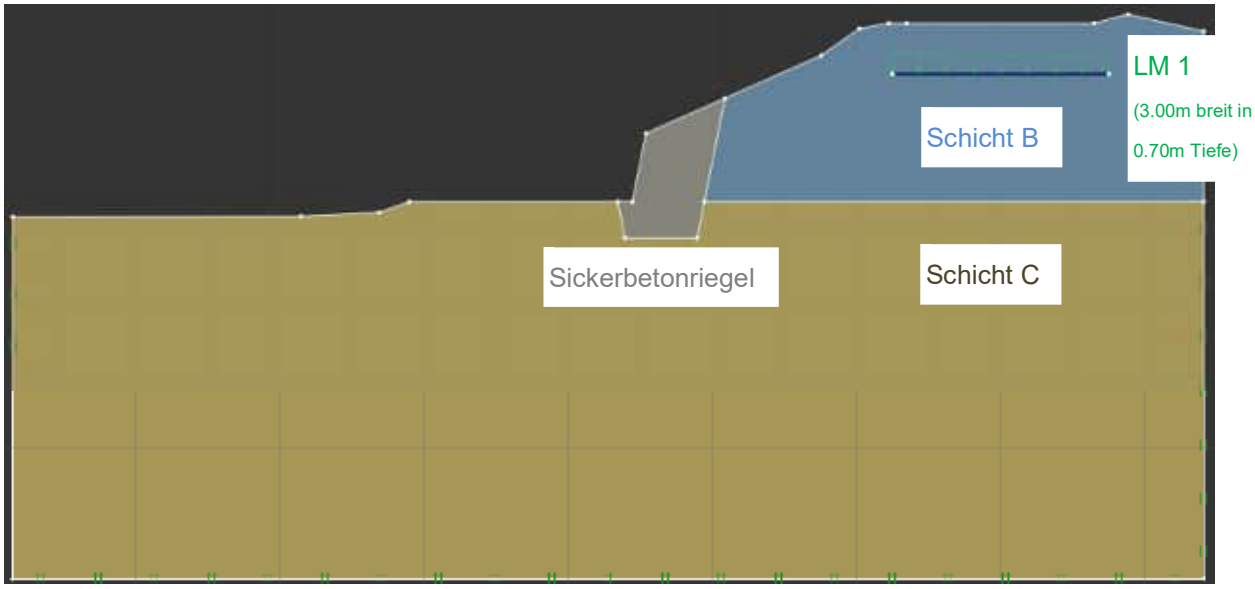
Schnitt im Bereich Emmequerung:



2 Modellbildung und Einwirkungen

Für den Nachweis der Böschungsstabilität im Bereich der Baugruben wird ein Modell mit Hilfe von OptumG2 verwendet.

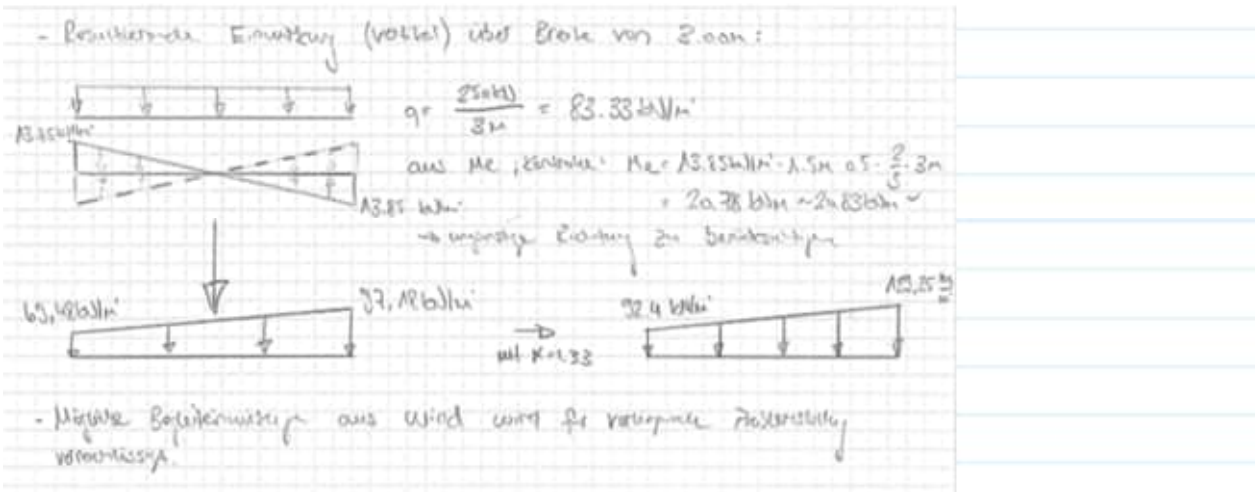
Nachfolgend ist die Modellbildung am massgebenden Schnitt C-C im Bereich des westlichen Widerlagers der Querung über den Emmenweg dargestellt – dies für den Endzustand (Phase 3 gem. Kapitel 1.4).



Die Bodenkennwerte sind Kapitel 1.5 zu entnehmen.

Die Einwirkungen aus der einspurigen SBB-Bahnlinie berechnen sich wie folgt:

- Lastmodell 1 gem. Ziffer 11 - SIA 261
- Dyn. Beiwert für vorliegende Problemstellung: $\Phi = 1.00$
- Horizontale Lasten (u.a. Schlingern) können vernachlässigt werden
- Vertikale Lasten: Q_k (LM 1) = 250 kN
  → auf der sicheren Seite liegend wird Längsausbreitung vernachlässigt
  Exzentrizität der Vertikallasten gegenüber Gleisachse: 1/6 der Spurweite (s = 1.50m)
  e = 0.083m → M_E = 20.83 kNm



3 Bemessungssituationen / Gefährdungsbilder

Die Lastbeiwerte und Reduktionsbeiwerte für andauernde und vorübergehende Bemessungssituationen sowie für die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit werden der Norm SIA 260 [5] entnommen. Sie sind für die berücksichtigten Einwirkungen in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

Die Gefährdungsbilder A bis G betreffen die beiden Brückenüberbauten – diese werden in den Dokumenten *EQZ-566-BP-SB-EQ* [45] und *EQZ-566-BP-SB-QE* [46] abgehandelt. Zur Untersuchung der Böschungsstabilität im Bereich der Baugrube ist das Gefährdungsbild H massgebend – entsprechend wird nachfolgend nur auf dieses Gefährdungsbild eingegangen, siehe Kapitel 4.

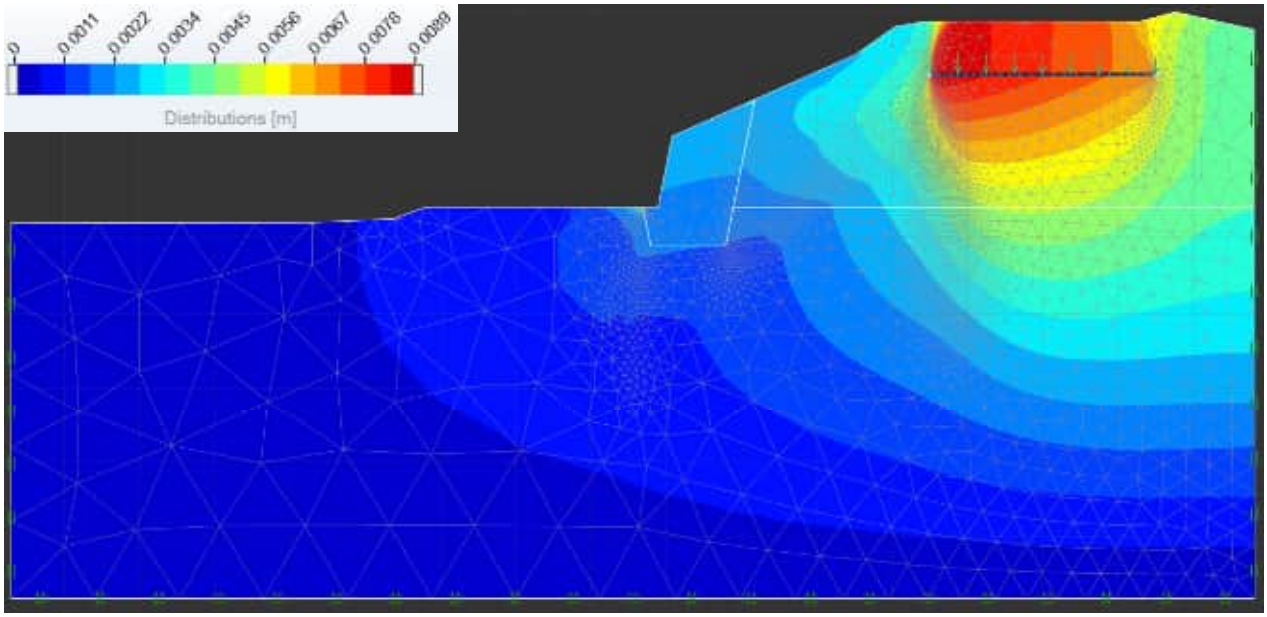
	Gefährdungsbild	Bemessungssituation, Massnahmen	GZT	Annahmen für Tragwerksanalyse und Bemessung	Lastbeiwerte
A	Nicht motorisierter Verkehr (Nutzung)	A1 vorübergehend (Tragwerkswiderstand)	Typ 2	LE: Lastmodell 1 BE: Wind oder Temperatur ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	γ_Q = 1.50 ψ_0 = 0.60 γ_G = 1.35/0.80
	Unterhaltsfahrzeug (nicht motorisierter Verkehr) (Unterhalt)	A2 vorübergehend (Tragwerkswiderstand)	Typ 2	LE: Lastmodell 2 BE: Wind oder Temperatur ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	γ_Q = 1.50 ψ_0 = 0.60 γ_G = 1.35/0.80
B	Wind	B1 vorübergehend (Tragwerkswiderstand)	Typ 2	LE: Seitliche Windeinwirkung BE: LM1, nicht mot. Verkehr ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	γ_Q=1.50 ψ_0=0.40 γ_G=1.35/0.80
C	Temperatur	C1 vorübergehend (Tragwerkswiderstand)	Typ 2	LE: Temperatur Gleichmässige Temperaturerwärmung oder -abkühlung BE: LM1, nicht mot. Verkehr ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	γ_Q=1.50 ψ_0=0.40 γ_G=1.35/0.80
D	Kräfte auf Abschrankungen	D1 vorübergehend (Tragwerkswiderstand)	Typ 2	LE: Kräfte auf Abschrankungen BE: LM1, nicht mot. Verkehr ST: Eigenlasten Ständige Lasten, Auflasten	γ_Q = 1.50 ψ_0 = 0.40 γ_G = 1.35/0.80
E	Erdbeben	E1 aussergewöhnlich (Gesamtstabilität und Tragwerkswiderstand)	Typ1 / Typ 2	Zone Z1b, BWK I, BGK C	γ_G=1.00 γ_Q=1.00
F	Absichtliche Anregung	F1 aussergewöhnlich (Gesamtstabilität und Tragwerkswiderstand)	Typ1 / Typ 2	Lastmodell nach prEN 1991-2:2020 [3]	γ_G=1.00 γ_Q=1.00
G	Anprall aus Fahrzeugaufbauten und Ladungen	G1 aussergewöhnlich (Gesamtstabilität und Tragwerkswiderstand)	Typ1 / Typ 2	Lastmodell nach SIA 261 [6], Ziff. 14.2.7	γ_G=1.00 γ_Q=1.00
H	Bahnverkehr	H1 vorübergehend (Tragwerkswiderstand)	Typ 3	LE: Lastmodell 1 BE: - ST: Eigenlasten Ständige Lasten	γ_Q = 1.25 γ_G = 1.00

4 Stabilitätsnachweis

Die Böschungsstabilität wird mit Hilfe einer elasto-plastischen Analyse untersucht. Die Analyse zeigt, dass ein Gleichgewichtszustand vorliegt. Der Tragsicherheitsnachweis ist damit erbracht.

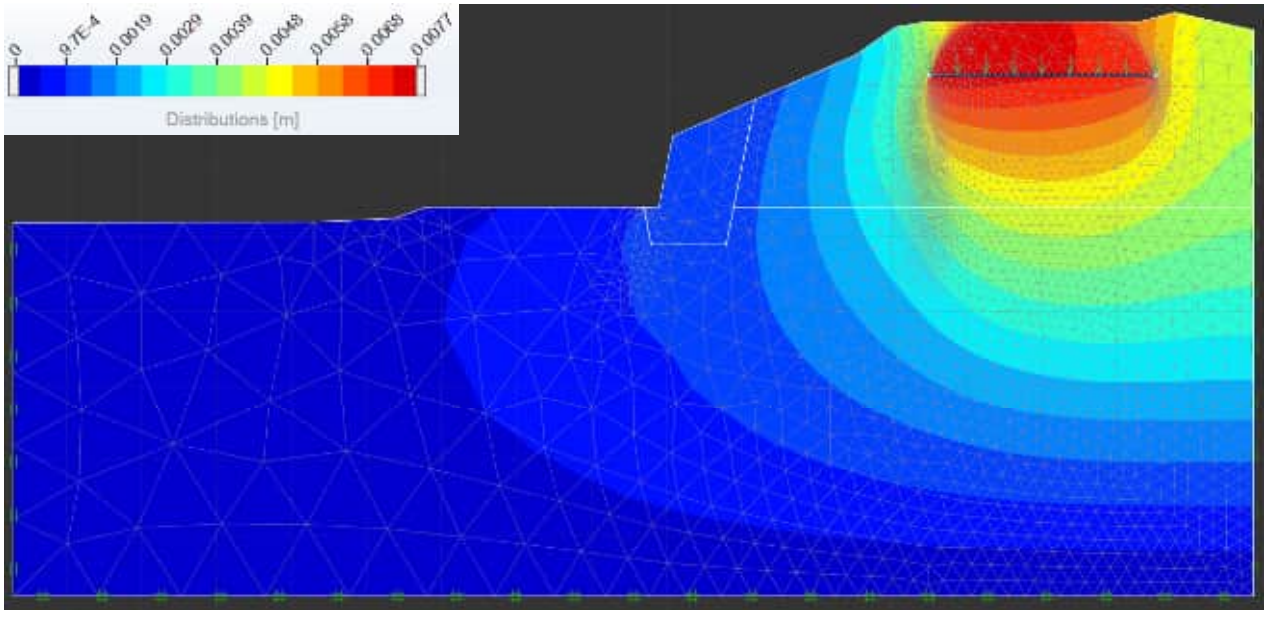
Nachfolgend sind die berechneten, resultierenden Verformungen im Grenzzustand der Tragsicherheit ersichtlich.

Verformungen e_R für GZT-Typ 3

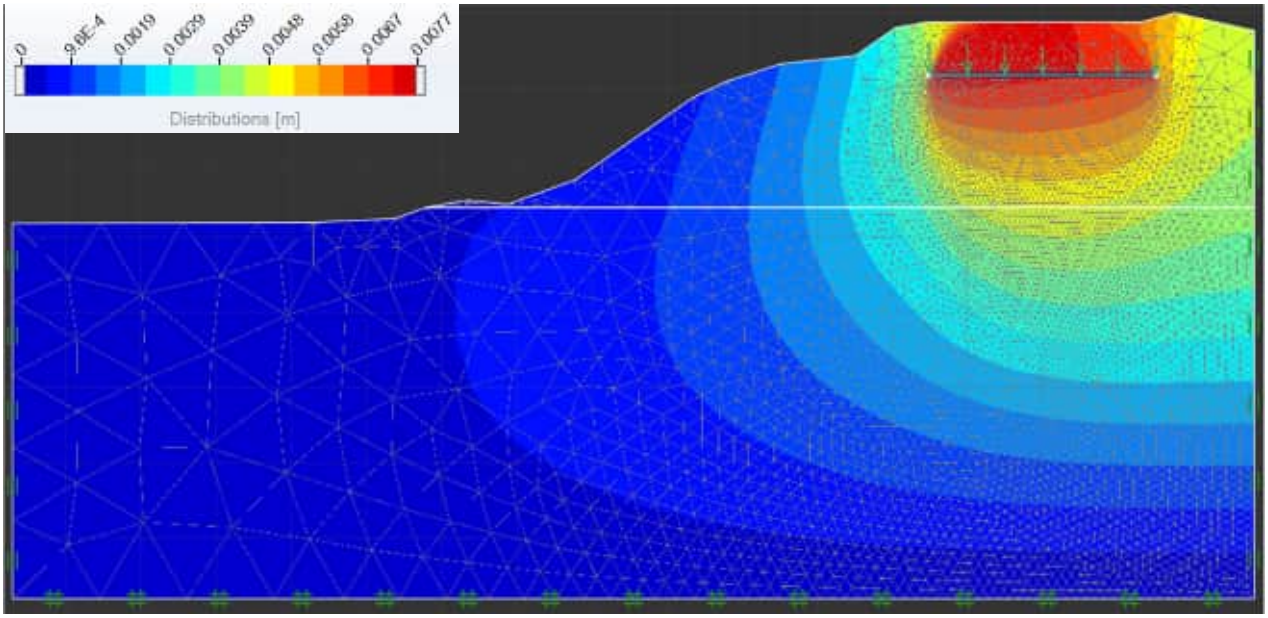


Als Vergleich werden ergänzend die Verformungen für den Gebrauchszustand (SLS) sowie für den aktuellen IST-Zustand (ohne Baugrube; ebenfalls SLS) dargestellt.

Verformungen e_R für SLS (mit Baugrube und Sickerbetonriegel)



Verformungen e_R für SLS (für IST-Zustand; ohne Baugrube)



Es ist ersichtlich, dass die geplanten Massnahmen praktisch keinen Einfluss auf das Verhalten des Bahndamms haben.

Zur Überwachung der baulichen Tätigkeiten ist eine Gleisüberwachung angedacht (periodisches Messen der SOK).

5 Grundlagen

5.1 Normen, Bestimmungen und Richtlinien

[1] Eurocode prEN 1990:2019, Eurocode – Basis of structural design, Annex A2, Europäisches Komitee für Normung.
[2] Eurocode EN 1991-1-4:2005 – Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten, Europäisches Komitee für Normung.
[3] Eurocode prEN 1991-2:2020, Eurocode 1 – Actions on structures – Part 2: Traffic loads on bridges and other civil engineering works, Europäisches Komitee für Normung.
[4] Eurocode EN 1993-1-4:2006: Eurocode 3 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln – Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostender Stähle, Europäisches Komitee für Normung.
[5] Norm SIA 260, Grundlagen der Projektierung von Tragwerken (2013).
[6] Norm SIA 261*, Einwirkungen auf Tragwerke (2020).
[7] Norm SIA 262*, Betonbau (2025).
[8] Norm SIA 263*, Stahlbau (2013).
[9] Norm SIA 267*, Geotechnik (2013).
[10] Norm SIA 491, Vermeidung unnötiger Lichtemissionen im Aussenraum (2013).
[11] Norm SIA 2042, „Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten“ (2022).
[12] Norm SN 640075, Fussgängerverkehr – Hindernisfreier Verkehrsraum inkl. Anhang (2014).
[13] Norm SN 640060 Leichter Zweiradverkehr – Grundlagen (1994).
[14] Norm VSS 40200A Geometrisches Normalprofil (2019).
[15] Norm VSS 40201 Geometrisches Normalprofil; Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer, inkl. Anhänge 1 und 2 (2019).
[16] Norm VSS 40247A Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr - Überführungen (2019).
[17] Norm VSS 40568 Passive Sicherheit im Strassenraum - Geländer (2024).
[18] Projektierungshandbuch für Ingenieure PHI, Version 2.2 / Mai 2023.
[19] PAIngB (V3.2), Projektierungsassistent Ingenieurbau – Brücken (Teil A und B).
[20] Richtlinie „Strassen – Wege – Plätze“, Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, 2003.
[21] Richtlinie R I-10007, Persönliche Schutzausrüstung.
[22] Richtlinie R I-50009, Überwachung der Bahntechnikanlagen bei gleisnahen Baustellen.
[23] Richtlinie R RTE 20100, Sicherheit bei Arbeiten im Gleisbereich.
[24] Richtlinie R RTE 20600, Sicherheit bei Arbeiten im Bereich von Bahnstromanlagen.
[25] Richtlinie D RTE 27900, Rückleitungs- und Erdungshandbuch.
[26] SBB Ausführungs- und Qualitätsvorschriften (AQV) und Kontrollpläne (KP).
[27] SBB Regelwerk, «Unterhalt der Grünflächen: Wald, Gehölze und Einzelbäume im Sicherheitsstreifen», Version 3.0, 10.05.2019.
[28] Vorschrift SBB, Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV), Stand 01.07.2016.

* inkl. ergänzender Festlegungen und allfälliger Korrigenda

5.2 Projektspezifische Grundlagen

[29] Fachkarten aus dem Geoportal des Kantons Solothurn.
[30] FRIEDLIPARTNER AG, Bodenschutzkonzept inkl. Anhang aus Projekt «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare, Los 5», 15.05.2015 (Stand Auflageprojekt).
[31] Nutzungsvereinbarung nach SIA 260 (Version 6, definitive Version) aus Projekt «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare, Los 5», 16.01.2013.
[32] Kissling Zbinden AG, «Neubau Langsamverkehrsbrücke Emme, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Nr. 4/7 – Arbeitspapier Prüfingenieur Wasserbau», 26.09.2025.
[33] Kissling Zbinden AG, «Neubau Langsamverkehrsbrücke Emme, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Nr. 4/7 – Arbeitspapier Abflussverhältnisse Emme als Basis für Sicherheitskonzept», 10.03.2026.
[34] Planunterlagen aus Abschlussakten des Projekts «Hochwasserschutz und Revitalisierung Emme, Wehr Biberist bis Aare, Los 5».
[35] WAM Planer und Ingenieure AG, Velobrücke Zuchwil – Derendingen, Verkehrsplanerische Prüfung Einmündungen Langfeldstrasse Zuchwil und Bocciaweg Derendingen, 28.11.2024.
[36] Wanner AG Solothurn, Neubau Langsamverkehrsüberführung, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke (Derendingen / Luterbach nach Zuchwil) – Bericht geologische Grundlagenerarbeitung für das Vorprojekt, 27.09.2024.
[37] Wanner AG Solothurn, «Neubau Langsamverkehrsüberführung «Emmequerung», Bocciaweg – Langfeldstrasse, Luterbach / Zuchwil – Baugrunduntersuchungen», 17.10.2025.
[38] Wanner AG, Ergebnisse der nachträglichen Untersuchungen, Solothurn, 8. Oktober 2002.
[39] Wanner AG, Ingenieurgeologische Baugrunduntersuchung, Solothurn, 13. April 2000.
[40] Werkleitungspläne.

5.3 Dokumente des Projekts

[41] Neubau Langsamverkehrsüberführung, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke, Technischer Bericht (Stand Bauprojekt), Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, 31.08.2026.
[42] Neubau Langsamverkehrsüberführung, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Objekt Nr. 4/7, Velobrücke Emmenweg Objekt Nr. 10/64/4, Nutzungsvereinbarung (Stand Bauprojekt), Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, 31.08.2026.
[43] Neubau Langsamverkehrsüberführung, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Objekt Nr. 4/7, Velobrücke Emmenweg Objekt Nr. 10/64/4, Projektbasis (Stand Bauprojekt), Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, 31.08.2026.
[44] Neubau Langsamverkehrsüberführung, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Objekt Nr. 4/7, Velobrücke Emmenweg Objekt Nr. 10/64/4, Plansatz Bauprojekt, Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, 31.08.2026.
[45] Neubau Langsamverkehrsüberführung, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Objekt Nr. 4/7, Velobrücke Emmenweg Objekt Nr. 10/64/4, Statische Berechnung Emmequerung (Stand Bauprojekt), Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, 31.08.2026.
[46] Neubau Langsamverkehrsüberführung, Emmequerung Bocciaweg neben SBB-Brücke Objekt Nr. 4/7, Velobrücke Emmenweg Objekt Nr. 10/64/4, Statische Berechnung Querung Emmenweg (Stand Bauprojekt), Fürst Laffranchi Bauingenieure GmbH, 31.08.2026.

5.4 Weitere Grundlagen

[47] Amt für Umwelt – Kanton Solothurn, «Kurzbericht zur Jurierung - Kunst an der Emme, Ideenwettbewerb auf Einladung», 09.2018.

[48] Fachkarten aus dem Geoportal des Kantons Solothurn, 12.2023.
[49] Swisstopo, «Zeitreise Luftbilder», 12.2023.
[50] Chopra, Anil K. – «Dynamics of Structures, theory and applications to earthquake engineering», Prentice Hall, 4th Edition, 2012.
[51] «Human induced Vibrations of Steel Structures – Leitfaden für die Bemessung von Fussgänger», Research Fund for Coal & Steel, 2008.
[52] «Human induced Vibrations of Steel Structures – Erläuterungen», Research Fund for Coal & Steel, 2008.