

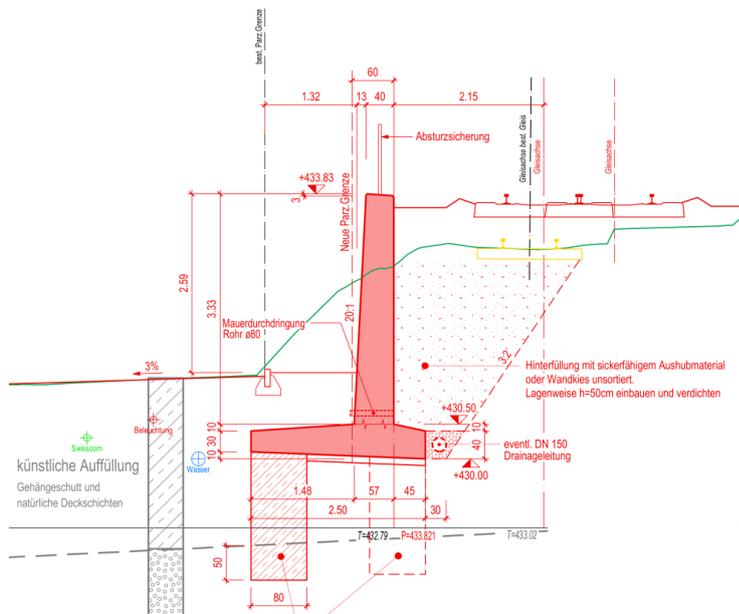
Erneuerung Waldenburgerbahn Los 4: Haltestelle Hölstein (inkl.) - bis Haltestelle Hirschlang (exkl.)

Auflageprojekt

Prüfbericht Kunstbauten

Version 1.1 | 3. Mai 2019

3. Teil



Prüfingenieur Kunstbauten
WMM Ingenieure AG

Andreas Bärtsch

Stefan von Ah

Bauherrschaft
BLT Baselland Transport AG

Reto Rotzler

Peter Baumann

Impressum

Auftragsnummer 3132

Auftraggeber BLT Baselland Transport AG

Datum 3. Mai 2019

Version 1.1

Autor(en) Stefan von Ah

Freigabe Andreas Bärtsch

Verteiler

Datei O:\3100-3199\3132 Erneuerung Waldenburgerbahn, Prüffingenieurmandat Kunstbauten\5 Ingenieur\5-09 Prüfberichte (inter_extern)\5-09-04 Los 4\Berichte\Prüfbericht Los 4_Teil IG Zugkunft_PGV_Version 1.1, 03.05.2019.docx

Seitenanzahl 62

Inhalt

Inhalt	i
Änderungsverzeichnis	v
1 Allgemeines	1
1.1 Auftrag und Stand der Prüfungen	1
1.2 Grundlagen für die Prüfung und geprüfte Dokumente	2
2 Bestehende Bachmauer Linde	7
2.1 Objektbeschreibung	7
2.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	7
2.3 Tragwerksanalyse	8
2.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	9
2.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	9
2.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks	9
2.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	10
3 Bestehende Frenkenbrücke	11
3.1 Objektbeschreibung	11
3.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	11
3.3 Tragwerksanalyse	12
3.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	12
3.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	13
3.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks	13
3.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	13
4 Neue Stützmauer Dammstrasse	14
4.1 Konzeption	14
4.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	15
4.3 Tragwerksanalyse und Bemessung	16
4.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	18
4.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	18
4.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks	18

4.7	Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	19
5	Neue Stützmauer Perron	20
5.1	Konzeption	20
5.2	Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	22
5.3	Tragwerksanalyse und Bemessung	22
5.4	Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	24
5.5	Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	24
5.6	Konstruktive Ausbildung des Tragwerks	24
5.7	Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	24
6	Neue Stützmauer bei den Liegenschaften	25
6.1	Konzeption	25
6.2	Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	26
6.3	Tragwerksanalyse und Bemessung	27
6.4	Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	27
6.5	Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	27
6.6	Konstruktive Ausbildung des Tragwerks	27
6.7	Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	27
7	Neues Rampen- und Treppenbauwerk	28
7.1	Konzeption	28
7.2	Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	30
7.3	Tragwerksanalyse und Bemessung	30
7.4	Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	31
7.5	Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	32
7.6	Konstruktive Ausbildung des Tragwerks	32
7.7	Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	32
8	Neue Leitmauer Hauptstrasse	33
8.1	Konzeption	33
8.2	Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	34
8.3	Tragwerksanalyse und Bemessung	35
8.4	Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	36
8.5	Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	36

8.6	Konstruktive Ausbildung des Tragwerks	37
8.7	Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	38
9	Bestehende Stützmauer Parzelle 788	39
9.1	Objektbeschrieb	39
9.2	Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	39
9.3	Tragwerksanalyse	40
9.4	Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	40
9.5	Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	41
9.6	Konstruktive Ausbildung des Tragwerks	41
9.7	Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	41
10	Bestehender Bachdurchlass Weidbächli	42
10.1	Objektbeschrieb	42
10.2	Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	42
10.3	Tragwerksanalyse	43
10.4	Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	43
10.5	Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	43
10.6	Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	43
11	Neue Steinkorbmauer Kantonsstrasse	44
11.1	Konzeption	44
11.2	Nutzungsvereinbarung und Projektbasis	45
11.3	Tragwerksanalyse und Bemessung	46
11.4	Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung	47
11.5	Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan	47
11.6	Konstruktive Ausbildung des Tragwerks	47
11.7	Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit	48
12	Neue Stützmauer Parzelle 243	49
13	Weitere zu prüfende Objekte	50
13.1	Bestehende Ufermauern vom km 8.135 bis km 8.223	50
13.2	Bestehende Stützkonstruktionen vom km 8.775 bis km 9130	50
13.3	Bestehende Rampe Bahnübergang Weidbächli	51

14 Zusammenfassung und Empfehlung	52
14.1 Zusammenfassung der Prüftätigkeit	52
14.2 Empfehlung für das weitere Vorgehen	55

Änderungsverzeichnis

REV.	ÄNDERUNG	URHEBER	DATUM	BEMERKUNG
1.0	-	WMM	29.04.2019	
1.1	Auflageprojekt definitiv	WMM	03.05.2019	

1 Allgemeines

1.1 Auftrag und Stand der Prüfungen

Der Prüfer wurde vom Bauherrn mit Vertrag vom 08.11.2017 beauftragt, die Kunstbauten des Projekts Erneuerung Waldenburgerbahn für die Phase Bauprojekt zu prüfen.

Im Los 4 sind dies die folgenden Objekte:

- Bestehende Bachmauer Linde
- Bestehende Frenkenbrücke
- Neue Stützmauer Dammstrasse
- Neue Stützmauer Perron
- Neue Stützmauer bei Liegenschaften
- Neues Rampen- und Treppenbauwerk
- Neue Leitmauer Hauptstrasse
- Bestehende Stützmauer Parzelle 788
- Bestehender Bachdurchlass Weidbächli
- Neue Steinkorbmauer Kantonsstrasse
- Neue Stützmauer Parzelle 243

Die folgenden Projekte unterliegen nicht dem Prüfermandat:

- Fussgängerbrücke Hölstein
- Bachdurchlass Gassenbächli
- Fussgängersteg Gassenbachweg
- Brücke Gwaagen
- Brücke Linde
- Fussgängerbrücke Oris
- Blocksteinmauer BUe Süd
- Stützmauer mit Leitschranke
- Stützmauer Parzelle 1723
- Blocksteinmauer Parzelle 1649
- Blocksteinmauer Parzelle 1650
- Stützmauer Parzelle 1732
- Elementmauer Parzelle 741
- Stützmauer Autounterstand
- Elementstützmauer Weidbächli
- Bahnübergang (BUe) Weidbächli
- Bachdurchlass Brunnenstiegbächli
- Neue Stützmauer Parkplätze
- Diverse Kanalisationsleitungen unterhalb des Bahntrassees
- Böschungsstabilität im ganzen Losbereich

Bis jetzt wurden die folgenden Kunstbauten geprüft:

- Bestehende Bachmauer Linde
- Bestehende Frenkenbrücke

- Neue Stützmauer Dammstrasse
- Neue Stützmauer Perron
- Neue Stützmauer bei Liegenschaften
- Neues Rampen- und Treppenbauwerk
- Neue Leitmauer Hauptstrasse
- Bestehende Stützmauer Parzelle 788
- Bestehender Bachdurchlass Weidbächli
- Neue Steinkorbmauer Kantonsstrasse

1.2 Grundlagen für die Prüfung und geprüfte Dokumente

1.2.1 Grundlagen

- [D1] Übersichtsplan Bauwerke, Situation, 1:1000, Jauslin Stebler AG, Muttenz, 04.02.2019
- [D2] Geotechnisch-geologische Untersuchungen, Geotechnisches Institut Basel AG, 01.06.2018
- Bestehende Bachmauer Linde:**
- [D3] Situation Abschnitt km 8.195 bis km 8.367 (nördlich Frenkebrücke), 1:200, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 06.05.1985
- [D4] Längenprofil Abschnitt km 8.195 bis km 8.367 (nördlich Frenkebrücke), 1:200/50, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 06.11.1984
- [D5] Querprofile Abschnitt km 8.195 bis km 8.367 (nördlich Frenkebrücke), 1:50, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 06.05.1985
- [D6] Schalungsplan Elemente E.1 - E.10, Stützmauer Abschnitt km 8'243.55 – 8'314.85, 1:50, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 03.05.1985
- [D7] Schema-Armierung Elemente E.1 bis E.8, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, 1:50/20, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 03.05.1985
- [D8] Armierung Elemente E.9 + E.10, Stützmauer km 8'303.55 – 8'314.85, 1:20, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 06.05.1985
- [D9] Eisenliste Element 1, Armierung, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 04.05.1985
- [D10] Eisenliste Element 2, Armierung, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 04.05.1985
- [D11] Eisenliste Element 3, Armierung, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 04.05.1985
- [D12] Eisenliste Element 4, Armierung, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 04.05.1985
- [D13] Eisenliste Element 5, Armierung, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 04.05.1985
- [D14] Eisenliste Element 6, Armierung, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 04.05.1985
- [D15] Eisenliste Element 7, Armierung, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 04.05.1985
- [D16] Eisenliste Element 8, Armierung, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 04.05.1985

- [D17] Eisenliste Element 9 + 10, Armierung, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 06.05.1985
- [D18] Eisenliste Anpassungselemente, Stützmauer km 11'035 – 11'047, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 30.01.1986
- [D19] Eisenliste Übergangselemente, Stützmauer km 11'215 – 11'227, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 05.02.1986
- [D20] Eisenliste Übergangselemente, Stützmauer km 11'215 – 11'227, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 05.02.1986
- [D21] Trennplan Lagernetze, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55 (nördlich Frenkebrücke), W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 02.05.1985
- [D22] Armierungsanschlüsse, Stützmauer km 8'243.55 – 8'303.55, Elemente E.1 – E.8, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 06.05.1985

Bestehende Frenkenbrücke

- [D23] Technischer Bericht, Frenkenbrücke in Hölstein, km 8.78, Ingenieurbüro Blattner, dipl. Bauing. ETH/SIA, Sissach, April 1985
- [D24] Statische Berechnungen, Neuerstellung Brücke über Frenke, km 8.78, Ingenieurbüro Blattner, dipl. Bauing. ETH/SIA, Sissach, 15.02.1985
- [D25] Längenprofil, neue Brücke, 1:100/10, Ingenieurbüro Blattner, dipl. Bauing. ETH/SIA, Sissach, Juni 1984
- [D26] Schalungsplan, Frenkenbrücke in Hölstein, 1:50/20/10, Ingenieurbüro Blattner, dipl. Bauing. ETH/SIA, Sissach, Oktober 1984
- [D27] Armierung, Frenkenbrücke in Hölstein, 1:50/10/5, Ingenieurbüro Blattner, dipl. Bauing. ETH/SIA, Sissach, Oktober 1984
- [D28] Betonstahlliste Fundamente + Widerlager, Frenkenbrücke in Hölstein, Ingenieurbüro Blattner, dipl. Bauing. ETH/SIA, Sissach, März 1985
- [D29] Betonstahlliste Flügelmauern, Frenkenbrücke in Hölstein, Ingenieurbüro Blattner, dipl. Bauing. ETH/SIA, Sissach, März 1985
- [D30] Betonstahlliste Brückenplatte + Schleppplatten, Frenkenbrücke in Hölstein, Ingenieurbüro Blattner, dipl. Bauing. ETH/SIA, Sissach, März 1985

Bestehende Stützmauer Parzelle 788

- [D31] Schalungsplan, Stützmauer Parzelle 788, Abschnitt km 8.730 – 9.443, 1:50/25/20, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 31.01.1984
- [D32] Armierungsplan, Stützmauer Parzelle 788, Abschnitt km 8.730 – 9.443, 1:50/20, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 31.01.1984
- [D33] Eisenliste, Stützmauer Parzelle 788, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 28.03.1984

Bachdurchlass Weidbächli

- [D34] Schalungs- und Armierungsplan, Bachdurchlass km 9.166, Abschnitt km 8.730 – 9.443, 1:20, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 11.05.1984
- [D35] Eisenliste, Bachdurchlass km 9.166, Abschnitt km 8.730 – 9.443, W. + J. Rapp AG Ingenieurbüro, Muttenz, 11.05.1984

1.2.2 Geprüfte Dokumente

Bestehende Bachmauer Linde

- [D36] Statische Nachrechnung A-07 Bachmauer Linde, Los 4: Hölstein bis Hirschlang,

IG Zugkunft, Version 2.00, 24.01.2019

Bestehende Frenkenbrücke

- [D37] Statische Nachrechnung A-09 Brücke WB Frenke, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 24.01.2019

neue Stützmauer Dammstrasse

- [D38] Nutzungsvereinbarung N-05 Stützmauer Dammstrasse, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 14.01.2019
- [D39] Projektbasis N-05 Stützmauer Dammstrasse, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 14.01.2019
- [D40] Statische Berechnung N-05 Stützmauer Dammstrasse, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 14.01.2019
- [D41] Bauwerksplan N-05 Stützmauer Dammstrasse, Bahn-km 8.490 – 8.580, 1:200/100/50/20, IG Zukunft: Jauslin Stebler AG, Muttenz, 30.01.2019

Stützmauer Perron

- [D42] Nutzungsvereinbarung N-06 Stützmauer Perron, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 14.01.2019
- [D43] Projektbasis N-06 Stützmauer Perron, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 14.01.2019
- [D44] Statische Berechnung N-06 Stützmauer Perron, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 24.01.2019
- [D45] Bauwerksplan N-06 Stützmauer Perron, Bahn-km 8.580 – 8.690, 1:200/100/50/20, IG Zukunft: Jauslin Stebler AG, Muttenz, 30.01.2019

Neue Stützmauer bei Liegenschaften

- [D46] Nutzungsvereinbarung N-07 Stützmauer bei Liegenschaften, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 14.01.2019
- [D47] Projektbasis N-07 Stützmauer bei Liegenschaften, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 14.01.2019
- [D48] Statische Berechnung N-07 Stützmauer bei Liegenschaften, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 14.01.2019
- [D49] Bauwerksplan N-07 Stützmauer bei Liegenschaften, Bahn-km 8.692 – 8.764, 1:200/100/50, IG Zukunft: Jauslin Stebler AG, Muttenz, 30.01.2019

Neues Rampen- und Treppenbauwerk

- [D50] Nutzungsvereinbarung N-08 Rampen- und Treppenbauwerk, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 28.02.2019
- [D51] Projektbasis N-08 Rampen- und Treppenbauwerk, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 28.02.2019
- [D52] Statische Berechnung N-08 Rampen- und Treppenbauwerk, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 28.02.2019
- [D53] Bauwerksplan N-08 Rampen- und Treppenbauwerk, Bahn-km 8.680, 1:100/50, IG Zukunft: Jauslin Stebler AG, Muttenz, 28.02.2019

Neue Leitmauer Hauptstrasse

- [D54] Nutzungsvereinbarung N-10 Leitmauer Hauptstrasse, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 28.02.2019
- [D55] Projektbasis N-10 Leitmauer Hauptstrasse, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 28.02.2019

- [D56] Statische Berechnung N-10 Leitmauer Hauptstrasse, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 28.02.2019
- [D57] Bauwerksplan N-10 Leitmauer Hauptstrasse, Bahn-km 8.490 – 8.704, 1:200/50, IG Zukunft: Jauslin Stebler AG, Muttenz, 28.02.2019

Bestehende Stützmauer Parzelle 788

- [D58] Statische Nachrechnung A-33 Stützmauer Parzelle 788, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 24.01.2019

Bestehender Bachdurchlass Weidbächli

- [D59] Statische Nachrechnung A-37 Bachdurchlass Weidbächli, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 24.01.2019

Neue Steinkorbmauer Kantonsstrasse

- [D60] Nutzungsvereinbarung N-13 Steinkorbmauer Kantonsstrasse, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 31.01.2019
- [D61] Projektbasis N-13 Steinkorbmauer Kantonsstrasse, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 31.01.2019
- [D62] Statische Berechnung N-13 Steinkorbmauer Kantonsstrasse, Los 4: Hölstein bis Hirschlang, IG Zugkunft, Version 2.00, 31.01.2019
- [D63] Bauwerksplan N-13 Steinkorbmauer Kantonsstrasse, Bahn-km 9.954 – 10.078, 1:200/100/50, IG Zukunft: Jauslin Stebler AG, Muttenz, 30.01.2019

1.2.3 Ausgewählte Normen, Weisungen und Richtlinien

- [D64] SIA 260 (2013), Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
- [D65] SIA 261 (2014), Einwirkungen auf Tragwerke
- [D66] SIA 261/1 (2003), Einwirkungen auf Tragwerke, Ergänzende Festlegungen
- [D67] SIA 262 (2013), Betonbau
- [D68] SIA 262/1 (2013), Betonbau, Ergänzende Festlegungen
- [D69] SIA 267 (2013), Geotechnik
- [D70] SIA 267/1 (2013), Geotechnik, Ergänzende Festlegungen
- [D71] SIA 272 (2009), Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagebau
- [D72] PHI – Projektierungshandbuch für Ingenieure, Neubau und Erhaltung von Kunstbauten, Kantone AG, BS, BL und SO, Version 2.1, April 2016
- [D73] Richtlinie Unabhängige Prüfstellen, BAV, V 2.0, 16. Januar 2017

1.2.4 Prüfmethodik

Die Prüfmethodik wird in Anlehnung an die Richtlinie Unabhängige Prüfstellen des BAV durchgeführt.

Die Prüfung der einzelnen Objekte erfolgt nach dem folgenden Vorgehen:

1. Vom Prüfsachverständigen Kunstbauten (PIK) werden die Grundlagen (siehe Kapitel 1.2.1) gesichtet. Im Zuge dessen werden die dabei gemachten Überlegungen zum Projekt und zu den einzelnen Objekten schriftlich festgehalten und das Konzept beurteilt.

2. Als nächster Schritt werden die objektbezogenen Dokumente Nutzungsvereinbarung und Projektbasis auf ihre Vollständigkeit und Korrektheit geprüft und wo notwendig entsprechende Empfehlungen für Ergänzungen oder Anpassungen gemacht.
3. Anschliessend werden mit vereinfachten, unabhängigen Berechnungen die Schnittkräfte bestimmt und die entsprechenden Bemessungen der wichtigsten Bauteile vorgenommen. Die so erhaltenen Resultate werden mit denjenigen des Projektverfassers (PV) verglichen. Werden dabei vom PIK massgebende Abweichungen festgestellt, wird eine Analyse bezüglich deren Ursache durchgeführt und im Prüfbericht aufgezeigt.
4. Wenn Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltspläne vorhanden sind, werden diese auf die Vollständigkeit geprüft. Wo notwendig, werden entsprechende Empfehlungen für Ergänzungen oder Anpassungen gemacht.
5. Zum Schluss wird die konstruktive Ausbildung des Tragwerks geprüft. Dabei wird kontrolliert, ob die Anforderungen der massgebenden Normen eingehalten sind. Auch werden wo nötig Empfehlungen aus in jüngeren Publikationen festgestellten Mängeln als Beurteilungskriterium in diese Überlegungen miteinbezogen.

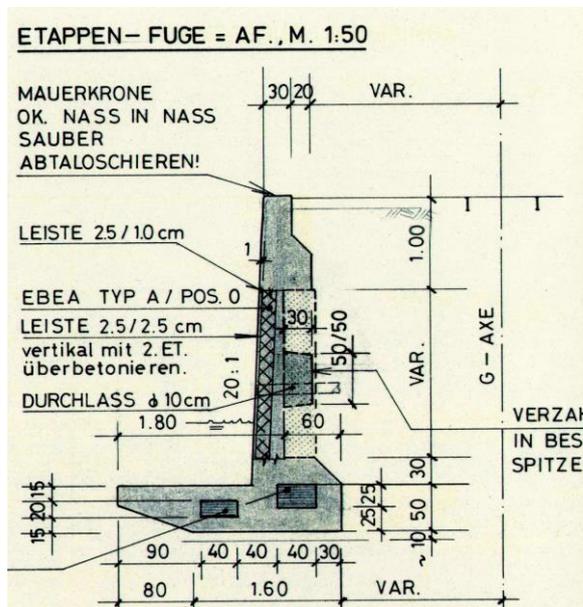
2 Bestehende Bachmauer Linde

2.1 Objektbeschreibung

Die heutige Bachmauer Linde (Objektnummer 6.05, BLT-Arbeitsnummer A-07) verläuft bei km 8.155 – km 8.341 auf ca. 186 m unmittelbar neben der Bahnachse. Sie ist im betrachteten Abschnitt ca. 2.80 - 3.50 m hoch (sichtbarer Teil über der Bachsohle).

Die Bachmauer besteht ursprünglich aus verfugten Mauerblöcken.

Im Jahr 1985 wurde ein Teilbereich Instand gestellt. Damals wurde die bestehende Mauer mittels einer Vorbetonierung oder teilweise mit einem Vollersatz in eine Winkelstützmauer umgewandelt. Die so sanierten Bereiche wurden statisch berechnet und projiziert. Von diesem Abschnitt sind Schalungs- und Bewehrungspläne vorhanden.



Normalprofil aus dem Plan „Sanierung der Waldenburgerbahn, Stützmauer km 8'243.55-8'303.55, Elemente E.1 bis E.8, Schema-Armierung vom 03.05.1985"

Auf der Bahnseite befinden sich Fahrleitungsmaste, deren Fundamente unmittelbar an die Mauer betoniert wurden.

2.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Es ist keine Nutzungsvereinbarung oder Projektbasis vorhanden.

Die wesentlichen Informationen in Bezug auf die Nutzung und Sonderrisiken wurden in der statischen Berechnung beschrieben und entsprechen den Vorgaben der Bauherrschaft.

Aus Sicht des Prüfsingenieurs müssen die Dokumente Nutzungsvereinbarung oder Projektbasis noch erstellt werden.

2.3 Tragwerksanalyse

Der Projektverfasser hat bei der Nachrechnung die für die damalige statische Berechnung zu Grunde gelegten Annahmen mit den neu geforderten Anforderungen der jetzigen Planung verglichen.

Unter der Voraussetzung, dass die Fundamente in den mitteldicht gelagerten Mischschotter einbinden und dass sich der Grundwasserspiegel im Hochwasserfall ca. 25 cm über der Fundamentsohle befindet, kommt der Projektverfasser zum Schluss, dass die bestehende Stützmauer tragfähig ist.

Vom Prüfsingenieur Kunstbauten (PIK) wurde ebenfalls ein Querschnitt nachgerechnet. Für die Nachrechnung wurde der höchste Wandabschnitt gewählt.

Der Baugrund wurde entsprechend den neusten geotechnischen Unterlagen (Mail vom Geotechnischen Institut vom 16.11.2018) modelliert. Gemäss diesem Mail wird empfohlen, die Stützmauer mit den Kennwerten für die Deckschichten zu berechnen, da vermutlich nicht klar ist, ob die Fundamente in den Mischschotter einbinden. Dies ist aus Sicht des PIK sinnvoll, da die effektiven Gründungsverhältnisse nicht untersucht wurden.

Der Grundwasserspiegel liegt bei einer Mittelwassersituation auf der Höhe der Fundamentsohle. Im Hochwasserfall steigt der Wasserspiegel der Vorderen Frenke bis auf ca. 2 m über die Bachsohle an. Es ist zu vermuten, dass in diesem Fall auch der Grundwasserspiegel deutlich ansteigen wird. In den Berechnungen des PIK wurde dies dahingehend berücksichtigt, dass sich der Wasserspiegel der Vorderen Frenke und der Grundwasserspiegel kurzfristig auf der gleichen Höhe ca. 50 cm über der Bachsohle befinden können.

Mögliches Hangwasser darf sich dabei nicht aufstauen und muss zwingend mittels einem kontrollierbaren Drainagesystem abgeführt werden.

Die Nachrechnung hat ergeben, dass die erforderlichen Nachweise für den Gleitwiderstand und den Grundbruchwiderstand mit den vom PIK getroffenen Annahmen mit aktivem Erddruck nicht erbracht werden können.

Im aussergewöhnlichen Fall von Kolkbildung (Freilegung der Bachsohle um 1.0 m bis zur Fundamentoberkante) können die Nachweise ebenfalls nicht erbracht werden.

Kann der Grundwasserspiegel bei einer Hochwassersituation deutlich höher als der Mittelwasserstand liegen, genügt aus Sicht des PIK der 1985 sanierte Mauerabschnitt den neuen Anforderungen nicht und muss ertüchtigt werden.

In der statischen Nachrechnung sollen die folgenden Ergänzungen vorgenommen werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Bestehende Bachmauer Linde	Nachrechnung Regelquerschnitt	B	<i>Bei einem Ansteigen des Grundwasserspiegels infolge einer Hochwassersituation können die Nachweise der Tragsicherheit nicht erbracht werden.</i>
		E	<i>Es soll mit dem Geologen abgeklärt werden, ob im Hochwasserfall der Grundwasserspiegel ansteigt. Gegebenenfalls muss dies in der statischen Berechnung berücksichtigt werden und falls die erforderlichen Nachweise nicht erbracht werden können, muss ein Konzept für die Ertüchtigung der bestehenden Stützmauer ausgearbeitet werden.</i>
	Aussergewöhnlicher Lastfall Kolkbildung	E	<i>Entweder kann der Fachplaner Hochwasserschutz bestätigen, dass eine Kolkbildung nur sehr lokal stattfinden wird oder es muss ein Konzept für die Ertüchtigung der bestehenden Stützmauer ausgearbeitet werden.</i>

2.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Aus den abgegebenen Unterlagen des Projektverfassers ist nicht ersichtlich, ob die Abmessungen des bestehenden Bauwerks mit den vorhandenen Bauwerksplänen übereinstimmen.

Es ist ebenfalls unklar, ob in jüngerer Zeit eine Zustandsuntersuchung des Bauwerks vorgenommen wurde. Wenn diese Untersuchungen nicht schon vorgenommen wurden, empfehlen wir diese möglichst rasch nachzuholen.

2.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Objektspezifisch ist noch kein Überwachungs- und Unterhaltsplan vorhanden.

Die folgenden Punkte müssen aus Sicht des PIK zwingend in diesen Dokumenten festgelegt werden (keine abschliessende Aufzählung):

- Massnahmen zur Überwachung der zulässigen Deformationen der Stützmauer

2.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks

Hinter der Stützmauer darf sich kein Hangwasser aufstauen können. Es muss daher zwingend am Wandfuss ein Drainagesystem vorgesehen werden. Dieses muss die Funktionstüchtigkeit über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks gewährleisten können. Notfalls müssen möglicherweise auftretende Versinterungen gelöst und dabei beschädigte Teile ohne grossen Aufwand ersetzt werden können.

2.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK die folgenden Änderungen am Objekt vorgenommen:

- Ergänzung der statischen Berechnung mit den vom PV nachgerechneten Nachweisen des Bestands

3 Bestehende Frenkenbrücke

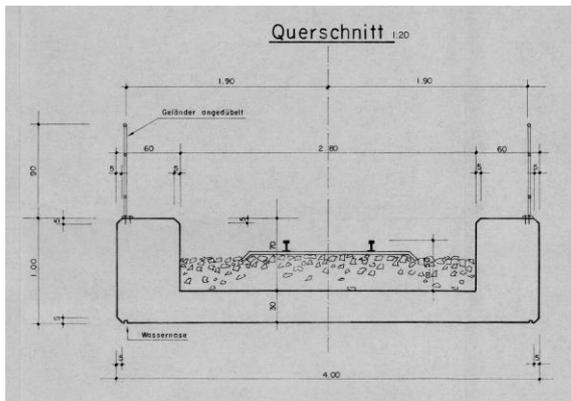
3.1 Objektbeschreibung

Die heutige Brücke WB Frenke (Objektnummer 1.01, BLT-Arbeitsnummer A-09) liegt bei km 8.352 unmittelbar neben der Kantonsstrassenbrücke.

Es handelt sich um eine einfeldrige Spannbetontrogbrücke mit einer Gesamtlänge von 14.0 m und einer Spannweite von 11.5 m.

Die Brücke ist schief auf den Widerlagerwänden gelagert. Die Seitenträger sind vorgespannt und liegen auf Punktgleitlagern auf. Dazwischen liegt die Fahrbahnplatte auf linienförmig angeordneten Gleitlagern auf.

Die Brückenkonstruktion ist mittels jeweils 3 Cret-Dornen schubfest mit den Widerlagerwänden verbunden.



Querschnitt aus dem Plan „Waldenburgerbahn, Frenkenbrücke in Hölstein, Schalungsplan vom 30.06.1986“

Seitlich von den Widerlagerwänden angeordnete Schlepplatten gewährleisten, dass im Übergangsbereich auftretende Setzungen auf eine Länge von 4 m verteilt werden.

Die Gleise werden gegenüber der ursprünglichen Lage um 10 cm angehoben. Die Anhebung erfolgt auch, damit das erforderliche Lichtraumprofil A auf der Brücke gewährleistet werden kann.

Das grössere Lichtraumprofil bedingt, dass die bestehenden Geländer an die Seitenflächen der Randträger versetzt werden müssen.

3.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Es ist keine Nutzungsvereinbarung oder Projektbasis vorhanden.

Die wesentlichen Informationen in Bezug auf die Nutzung und Sonderrisiken wurden in der statischen Berechnung beschrieben und entsprechen den Vorgaben der Bauherrschaft.

Aus Sicht des Prüfindingenieurs müssen die Dokumente Nutzungsvereinbarung oder Projektbasis noch erstellt werden.

3.3 Tragwerksanalyse

Die Brückenplatte wurde vom Projektverfasser nachgerechnet.

Die Nachrechnung des PV zeigt, dass die Brücke den Anforderungen der aktuellen Normen für das Lastmodell 4 sowohl für die Tragsicherheit als auch für die Gebrauchstauglichkeit genügt und nicht ertüchtigt werden muss.

Der PV weist darauf hin, dass zusätzlich zur statischen Beurteilung eine Zustandsuntersuchung der Brücke stattfinden sollte. Nur anhand diesen noch zu beschaffenden Informationen kann zuverlässig auf die Restlebensdauer der Brücke geschlossen werden und möglicherweise noch notwendige Sanierungsmassnahmen erkannt werden.

Die Widerlagermauern und die Schlepplatten wurden nicht nachgerechnet.

Vom Prüfindingenieur Kunstbauten (PIK) wurde die Brückenplatte ebenfalls nachgerechnet.

Die Nachrechnung hat ergeben, dass sowohl die Tragsicherheit wie auch die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet sind.

In der statischen Nachrechnung sollen die folgenden Ergänzungen vorgenommen werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Bestehende Frenkenbrücke	Nachweis Widerlagerwände	E	<i>Wir empfehlen den Nachweis der Widerlagerwände noch zu führen.</i>

3.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Aus den abgegebenen Unterlagen des Projektverfassers ist nicht ersichtlich, ob die Abmessungen des bestehenden Bauwerks mit den vorhandenen Bauwerksplänen übereinstimmen.

Wie vom Projektverfasser angemerkt, sollte zusätzlich eine Zustandsuntersuchung des Bauwerks vorgenommen werden. Wir empfehlen dies möglichst rasch nachzuholen.

3.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Objektspezifisch ist noch kein Überwachungs- und Unterhaltsplan vorhanden.

Die folgenden Punkte müssen aus Sicht des PIK zwingend in diesen Dokumenten festgelegt werden (keine abschliessende Aufzählung):

- Massnahmen zur Überwachung der zulässigen Deformationen der Stützmauer

3.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks

Im Rahmen der Zustandsuntersuchungen sollte im Detail untersucht werden in welchem Zustand sich die Bereiche der Endverankerungen der Vorspannung respektive die Endverankerungen selbst befinden.

Ebenfalls soll der Zustand der Brückenlager begutachtet werden.

Wir empfehlen die neue seitliche Befestigung der Geländer so zu planen, dass ein genügend grosser Abstand zu den vorhandenen Vorspannkabeln eingehalten werden kann und diese zu keinem Zeitpunkt verletzt werden können.

3.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK die folgenden Änderungen am Objekt vorgenommen:

- Ergänzung der statischen Berechnung mit dem Ermüdungsnachweis

4 Neue Stützmauer Dammstrasse

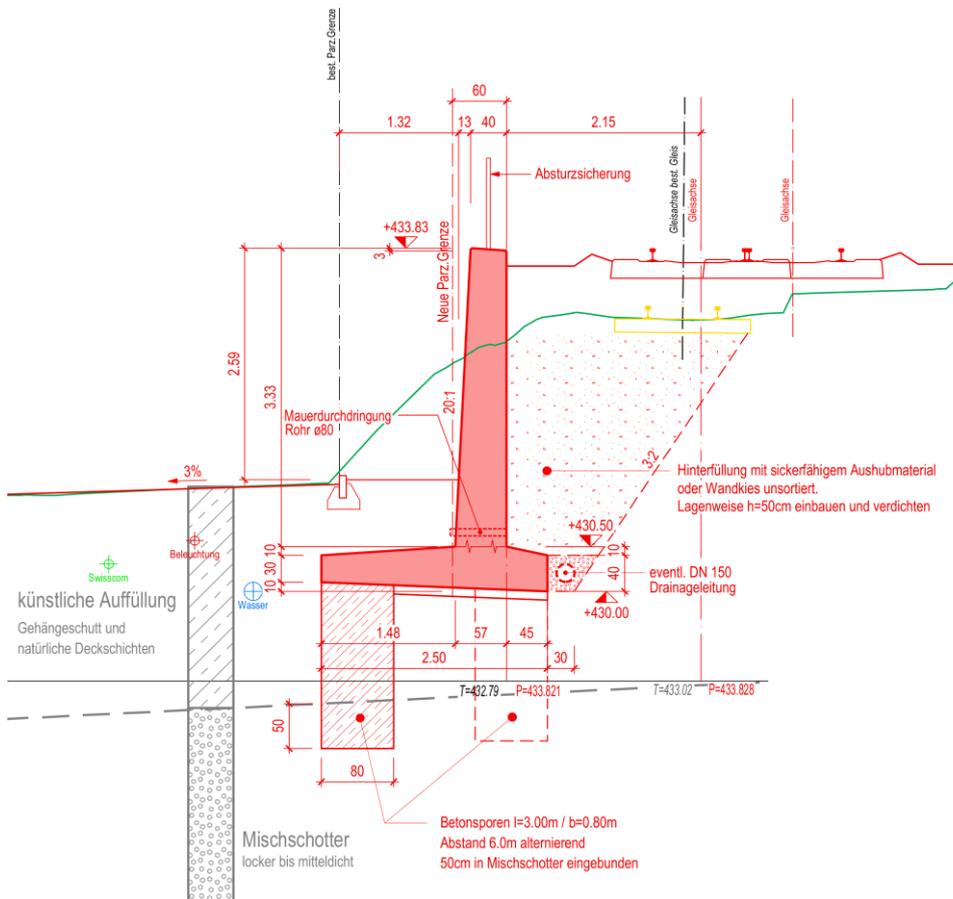
4.1 Konzeption

4.1.1 Konzept des Projektverfassers

Die Stützmauer Dammstrasse (BLT-Arbeitsnummer N-05) liegt ca. bei km 8.490 bis 8.580 zwischen dem Bahngleis und der Dammstrasse in Hölstein Unterfeld.

Zwischen dem Niveau der Dammstrasse und dem geplanten Bahngleis beträgt die Höhendifferenz ca. 1.10 bis 3.30 m. Für eine natürliche Böschung ist hier zukünftig kein Platz mehr.

Die geplante Stützmauer Dammstrasse ist ca. 89 m lang und bis zu ca. 4.10 m hoch. Die Stützmauer wird als Stahlbetonkonstruktion mit böschungsseitigem Fundamentfuss ausgebildet.



Querprofil 6 aus dem Plan „N-05 Stützmauer Dammstrasse, IG Zugkunft vom 30.01.2019“

Es ist geplant die Stützmauerkonstruktion einheitlich in den Mischschotter zu gründen. Da der Horizont der tragfähigen Mischschotterebene noch nicht umfassend präzise bestimmt werden kann, sind unterhalb der Fundamentebene Betonsporen geplant, die die Lasten in die tragfähigen Schichten ableiten. Die Betonsporen werden unter dem talseitigen

Fundamentfuss alternierend ca. alle 6.0 m auf einer Länge von jeweils 3.0 m angeordnet. Sie werden mindestens 50 cm in den Mischschotter eingebunden. Die Anordnung von Betonsporen unter dem bergseitigen Fundamentfuss wird situativ während der Aushubarbeiten bestimmt.

Es werden entlang des Stützmauerfusses in regelmässigen Abständen Entlastungsrohre eingelegt, die einen Aufstau von Schichtenwasser hinter der Mauer verhindern.

Die Winkelstützmauer schliesst mit einer Dilatationsfuge an die südlich angrenzende Stützmauer Perron (BLT-Arbeitsnummer N-06) an.

Die Fundamente der geplanten Fahrleitungsmasten Nr. 19 und 20 werden direkt mit der Stützmauer verbunden.

Als obere Absturzsicherung wird ein durchgehender Zaun vorgesehen, welcher im Bereich der FL-Masten unterbrochen wird.

Aus Platzgründen kann die Stützmauer Dammstrasse nicht unter Bahnbetrieb gebaut werden. Dies kann nur während des mehrmonatigen Betriebsunterbruches geschehen.

4.1.2 Beurteilung des gewählten Konzepts

Aus statischer Sicht ist das gewählte Konzept zweckmässig. Die Abmessungen der Winkelstützmauer wurden robust gewählt. Dies zeigen auch die gemachten Vergleichsberechnungen.

Die vom Projektverfasser vorgesehene rissbreitenminimierende Bewehrung in Längsrichtung der Stützmauer ist sinnvoll. In Bereichen mit Tausalzeiwirkung sollte diese jedoch auf den Wert für hohe Anforderungen erhöht werden.

Die Stützmauer auf die gesamte Länge nicht zu dilatieren, wird aufgrund von Längenänderungen aus Temperaturschwankungen nicht empfohlen oder muss noch nachgewiesen werden. Die Stützmauer soll ungefähr alle 50 m dilatiert werden.

4.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis entsprechen hinsichtlich der Struktur und dem Inhalt den Angaben der Norm SIA 260.

Die wesentlichen Informationen in Bezug auf die Nutzung, die Umwelt- und Drittanforderungen, sowie auf die Bedürfnisse des Betriebes und des Unterhaltes sind darin enthalten. Schutzziele und Sonderrisiken sind ebenfalls aufgeführt. Die besonderen normativen Bestimmungen und die besonderen Vorgaben der Bauherrschaft sind im Dokument umschrieben.

Folgende Inhalte sollen bei der Aktualisierung der Nutzungsvereinbarung und der Projektbasis präzisiert werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Nutzungsvereinbarung		B	<i>Keine Anmerkungen</i>
Projektbasis	Mindestbewehrung	B E	<i>Die Mindestbewehrung wird gemäss Abschnitt 9.1 für erhöhte Anforderungen und eine Rissbreite von 0.5 mm ausgelegt. Wir empfehlen Bauteile, welche mit Chloriden in Kontakt kommen können, für hohe Anforderungen auszulegen mit zu erwartenden nominellen Rissbreiten $\leq 0,2$ mm.</i>
	Zulässige Deformationen am Mauerkopf	E	<i>Die festgelegten zulässigen Deformationen am Mauerkopf von $h/500$ sollen vom Bauherrn bestätigt werden.</i>

4.3 Tragwerksanalyse und Bemessung

Es wurden die wesentlichen in der Projektbasis aufgeführten Belastungen und Einwirkungen in die Berechnungsmodelle eingeführt respektive für die Berechnung der Schnittkräfte berücksichtigt.

Die Tragsicherheit wurde vom Projektverfasser (PV) für einen Wandabschnitt nachgewiesen. Der Querschnitt wurden mit dem Stützmauerbemessungsprogramm Larix-5 berechnet.

Aus der statischen Berechnung ist nicht ersichtlich wie die ermittelten Bewehrungsquerschnitte konstruktiv angeordnet werden respektive wie gross die erforderliche Mindestbewehrung sein wird. Eine Bewehrungsskizze ist nicht vorhanden.

Es wurden keine Angaben über die Verformungen der Stützmauer gemacht.

Es ist nicht ersichtlich, wie vom berechneten Stützmauerquerschnitt auf die Abmessungen der anderen, weniger hohen Stützmauerabschnitte geschlossen wurde.

Vom Prüfenieur Kunstbauten (PIK) wurde ebenfalls ein Querschnitt nachgerechnet.

Der Baugrund wurde inklusive den geneigten Bodenschichten entsprechend dem neusten geotechnischen Bericht modelliert. Dabei wurden Betonsporen modelliert, welche 0.5 m in die tragende Schotterschicht einbinden.

Für die Nachrechnung wurde der höchste Wandabschnitt gewählt.

Mit diesen Vorgaben konnte der Nachweis der Gesamtstabilität des Bauwerks (Typ 3, Erreichen des Tragwiderstands des Baugrunds durch Hangrutschung, Böschungsbruch, Geländebruch etc.) erbracht werden.

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Grenzzustände Typ 1 und Typ 2 gemäss SIA 260 zeigen, dass infolge der mitmodellierten Betonsporen (=höhere Wand als vom PV modelliert) der Grundbruchwiderstand mit den vom PV angegebenen Fundamentfussabmessungen erbracht werden kann.

Wenn das Terrain am Mauerfuss bis auf OK Fundamente abgegraben wird, ist die Stützmauer rechnerisch nicht mehr stabil.

Die Betonsporen müssen jedoch mit der darüber liegenden Stützmauerfundamentplatte verbunden werden.

Die vom PIK ermittelte erforderliche Bewehrung für diesen Wandabschnitt ist leicht höher als diejenige, welche der Projektverfasser ermittelt hat.

Die vom PIK für den Grenzzustand „selten“ errechnete Verdrehung der Stützmauer ist klein. Der Nachweis, ob die entstehenden Deformationen zulässig sind, muss vom Projektverfasser noch erbracht werden.

Die vom Projektverfasser vorgesehene monolithische Bauweise über die gesamte Stützmauerlänge könnte infolge Temperatureinwirkung (Ausdehnung in Wandlängsrichtung) insofern kritisch sein, dass die auftretenden Kräfte gross werden können und dass sich diese mittels Deformationen in Stützmauerquerrichtung (Ausknicken) abbauen könnten. Aus diesem Grund empfiehlt der PIK die Stützmauer alle 50 m zu dilatieren.

In der statischen Berechnung sollen die folgenden Ergänzungen vorgenommen werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Neue Stützmauer Dammstrasse	Nachweise Betonsporen	E	<i>Die Betonsporen müssen jedoch mit der darüber liegenden Stützmauerfundamentplatte verbunden werden. Die entsprechenden Nachweise müssen vom Projektverfasser noch ergänzt werden.</i>
	Verschiedene Stützmauerquerschnitte	B	<i>Es wurde nur ein Querschnitt berechnet.</i>
		E	<i>Es sollen alle relevanten Querschnitte spezifisch bemessen werden.</i>
	Bewehrungsskizzen	E	<i>Es soll die Bewehrungsführung der erforderlichen Quer- und Längsbewehrung in einem Querschnitt dargestellt werden.</i>
	Mindestbewehrung	E	<i>Wir empfehlen Bauteile, welche mit Chloriden in Kontakt kommen können, für hohe Anforderungen auszulegen mit zu erwartenden nominellen Rissbreiten $\leq 0,2$ mm.</i>
	Nachweise Deformationsverhalten des Bauwerks	E	<i>Die Deformationen wurden vom Projektverfasser noch nicht berechnet. Diese sind in der statischen Berechnung zu ergänzen.</i>
E		<i>Diese Deformationen sollen mit den zulässigen Deformationen für Stützmauern respektive der Fahrleitungsmasten gemäss der Projektbasis verglichen werden.</i>	
Monolithische Bauweise	B	<i>Die vom Projektverfasser vorgesehene monolithische Bauweise über die gesamte Stützmauerlänge könnte infolge Temperaturbeaufschlagung (Längenausdehnung) insofern kritisch sein, dass die auftretenden Kräfte sehr gross werden könnten und sich diese mittels Deformationen in Stützmauerquerrichtung (Ausknicken) abbauen könnten.</i>	
	E	<i>Wir empfehlen die Stützmauer alle 50 m zu dilatieren.</i>	

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
	Abgrabungen am Stützmauerfuss	B	<i>Wenn das Terrain am Mauerfuss bis auf OK Fundamente abgegraben wird, ist die Stützmauer rechnerisch nicht mehr stabil.</i>
		E	<i>Bei Abgrabungen (z.B. für die Erneuerung von Planum bzw. Frostschutzschichten etc.) muss vorgängig abgeklärt werden, wie tief die Massnahmen reichen. Es ist eine statische Prüfung für diesen Bauzustand erforderlich.</i>
		E	<i>Dies muss entsprechend in der Nutzungsvereinbarung und der Projektbasis festgehalten werden.</i>

4.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Die Abmessungen der Bauteile stimmen mit den Berechnungsannahmen des PV überein.

Die Regelquerschnitte der Bewehrung wurden nicht dargestellt. Die Bewehrungspläne für die Ausführung werden erst in einer späteren Phase erstellt und konnten vom PIK nicht geprüft werden.

4.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Objektspezifisch ist noch kein Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan vorhanden.

Die folgenden Punkte müssen aus Sicht des PIK zwingend in diesen Dokumenten festgelegt werden (keine abschliessende Aufzählung):

- Massnahmen zur Überwachung des Baugrubenverbaus und der Umgebung
- Massnahmen zur Überwachung der zulässigen Deformationen der Stützmauer

4.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks

Dem Korrosionsschutz von Tragwerkselementen, welche nicht oder nur beschränkt zugänglich sind, muss Beachtung geschenkt werden.

Am Wandfuss muss die Bewehrungsüberdeckung auf der Bergseite mindestens 55 mm betragen und es soll vor dem Betonieren eine Mörtelvorlage vorgesehen werden, um Kiestester zu vermeiden. Die Arbeitsfugen sollten beidseitig mit Abdichtungsbändern abgeklebt werden. Zudem wird empfohlen die Arbeitsfugen 10 cm über der Fundamentplatte anzuordnen, damit kein stehendes Wasser in die Arbeitsfugen eindringen kann.

Entlang des Wandfusses muss zwingend ein Drainagesystem vorgesehen werden. Dieses muss die Funktionstüchtigkeit über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks gewährleisten können. Notfalls müssen möglicherweise auftretende Versinterungen gelöst und dabei beschädigte Teile ohne grossen Aufwand ersetzt werden können.

Die Dilatationsfugen müssen so ausgebildet werden, dass die auftretenden Lasten mittels Dornen an die angrenzende Stützmauer übertragen werden können.

Spezielle Schutzmassnahmen gegen Streustrom sind im geprüften Objekt keine vorgesehen. Wichtig ist, dass die Bauwerkserdung getrennt von der Bahnerdung vorgenommen wird. Aus Sicht des PIK sind unter der Annahme, dass keine Streuströme durch dieses Objekt fliessen, keine Massnahmen notwendig.

Die Hinterfüllung der Stützmauerkonstruktion muss so erfolgen, dass zu einem späteren Zeitpunkt keine unzulässigen Deformationen der Gleisanlagen auftreten.

Die folgenden konstruktiven Hinweise sind für die Ausführung zu berücksichtigen:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Neue Stützmauer Dammstrasse	Ausbildung Übergang vertikale Stützmauer zur Fundamentplatte	E	<i>Am Wandfuss muss die Bewehrungsüberdeckung auf der Bergseite der Stützmauer mindestens 55 mm betragen.</i>
		E	<i>Es soll vor dem Betonieren eine Mörtelvorlage vorgesehen werden, um Kiesnester zu vermeiden.</i>
		E	<i>Es sollen die Arbeitsfugen 10 cm über der Fundamentplatte angeordnet werden. Dafür sollte eine entsprechende Schalung vorgesehen werden.</i>
		E	<i>Die Arbeitsfugen sollten beidseitig mit Abdichtungsbändern abgeklebt werden.</i>
	Drainagesystem entlang Wandfuss	E	<i>Das Drainagesystem am Wandfuss muss die Funktionstüchtigkeit über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks gewährleisten können. Notfalls müssen möglicherweise auftretende Versinterungen entfernt und dabei beschädigte Teile ohne grossen Aufwand ersetzt werden können.</i>
Abdichtung der Arbeitsfugen	E	<i>Wir empfehlen alle vertikalen und horizontalen Arbeitsfugen mit ausenliegenden Fugenbändern abzudichten.</i>	
Dilatationsfugen	E	<i>Die Dilatationsfugen müssen so ausgebildet werden, dass diese die auftretenden vertikalen Lasten mittels Dornen an die angrenzende Stützmauer übertragen können. Je nach Bedarf müssen die Dornen zusätzlich auch für horizontale Lasten bemessen werden.</i>	
Hinterfüllung des Bauwerks	E	<i>Die Hinterfüllung der Stützmauerkonstruktion respektive deren Verdichtung muss so erfolgen, dass zu einem späteren Zeitpunkt keine unzulässigen Deformationen der Gleisanlagen auftreten.</i>	

4.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK die folgenden Änderungen am Objekt vorgenommen:

- Ergänzung der statischen Berechnung mit den Nachweisen für die Bemessungssituation Entgleisung

5 Neue Stützmauer Perron

5.1 Konzeption

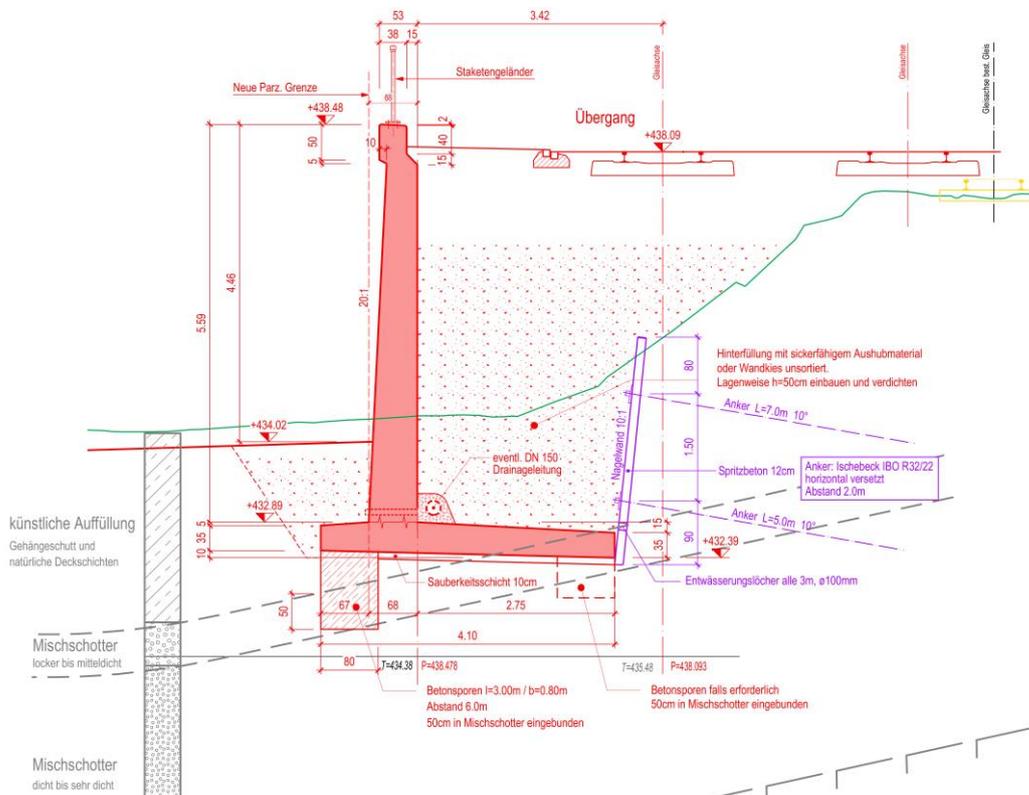
5.1.1 Konzept des Projektverfassers

Die Stützmauer Perron (BLT-Arbeitsnummer 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 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 von der Dammstrasse aus 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 (BLT-Arbeitsnummer N-05) und Stützmauer bei Liegenschaften (BLT-Arbeitsnummer N-07) an.



Querprofil 14 aus dem Plan „N-06 Stützmauer Perron, IG Zugkunft vom 30.01.2019“

Aus gestalterischen Gründen wird die Sichtseite der Mauer mit einem durchgehenden Anzug 20:1 ausgebildet. Als oberer Abschluss wird eine ca. 50 cm hohe, hervorstehende Mauerkrone ausgebildet. Als obere Absturzsicherung wird ein durchgehendes Staketengeländer vorgesehen, welches im Bereich des FL-Mastes unterbrochen wird. Der genaue Geländer-Typ wird in der folgenden Projektphase definiert.

Das Fundament des geplanten Fahrleitungsmastes Nr. 21 wird direkt mit der Stützmauer (statisch) verbunden.

Die Untersuchungen zu Geologie und Baugrund wurden durch das Geotechnische Institut zusammengetragen und sind im Geologisch-geotechnischen Bericht vom 01.06.2018 sowie den Ergänzungsblättern als Anhang zu den E-Mails vom 16.11.2018 dargestellt.

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

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.

Wird die Stützmauer während des Betriebsunterbruches gebaut, könnte die Bauböschung bei ausreichenden Platzverhältnissen als freie Böschung angelegt werden. Die Böschungsneigung sollte jedoch nicht steiler als 3:2 angesetzt werden. Bei Böschungshöhen grösser als 3.50 m sind möglichst Zwischenbermen anzuordnen.

Es erfolgt keine Nutzung der Stützmauer Perron während der Bauphase. Die Hinterfüllung erfolgt erst nach Fertigstellung des Bauwerkes.

Gemäss dem Geologisch-geotechnischen Bericht ist im Projektperimeter der Stützmauer nicht mit Grundwasser zu rechnen. Lokale und temporäre Schichtenwasser in den Lockergesteinen knapp oberhalb der Felsoberfläche sind jedoch nicht auszuschliessen. Daher werden entlang des Stützmauerfusses in regelmässigen Abständen Entlastungsrohre eingelegt, die einen Aufstau von Schichtenwasser hinter der Mauer verhindern.

Sollte sich während des Erdaushubes herausstellen, dass entgegen der Erwartungen doch mit höherem Anfall von Schichtenwasser zu rechnen ist, kann ergänzend eine Drainageleitung am Fundamentfuss eingebaut werden.

5.1.2 Beurteilung des gewählten Konzepts

Aus statischer Sicht ist das gewählte Konzept zweckmässig. Die Abmessungen der Winkelstützmauer wurden robust gewählt. Dies zeigen auch die gemachten Vergleichsberechnungen.

Die vom Projektverfasser vorgesehene rissbreitenminimierende Bewehrung in Längsrichtung der Stützmauer ist sinnvoll. In Bereichen mit Tausalzeinwirkung sollte diese jedoch auf den Wert für hohe Anforderungen erhöht werden.

Die Stützmauer auf die gesamte Länge nicht zu dilatieren wird aufgrund von Längenänderungen aus Temperaturschwankungen nicht empfohlen oder muss noch nachgewiesen werden. Die Stützmauer soll in der Mitte dilatiert werden.

5.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Siehe Anmerkungen im Kapitel 4.2.

5.3 Tragwerksanalyse und Bemessung

Es wurden die wesentlichen in der Projektbasis aufgeführten Belastungen und Einwirkungen in die Berechnungsmodelle eingeführt respektive für die Berechnung der Schnittkräfte berücksichtigt.

Die Tragsicherheit wurde vom Projektverfasser (PV) für einen Wandabschnitt nachgewiesen. Der Querschnitt wurden mit dem Stützmauerbemessungsprogramm Larix-5 berechnet.

Aus der statischen Berechnung ist nicht ersichtlich wie die ermittelten Bewehrungsquerschnitte konstruktiv angeordnet werden respektive wie gross die erforderliche Mindestbewehrung sein wird. Eine Bewehrungsskizze ist nicht vorhanden.

Es wurden keine Angaben über die Verformungen der Stützmauer gemacht.

Es ist nicht ersichtlich, wie vom berechneten Stützmauerquerschnitt auf die Abmessungen der anderen weniger hohen Stützmauerabschnitte geschlossen wurde.

Die Bemessungssituation Entgleisung wurde nur qualitativ beurteilt und nicht nachgewiesen.

Die möglicherweise benötigte Baugrubensicherung wurde nachgewiesen.

Vom Prüfenieur Kunstbauten (PIK) wurde ebenfalls ein Querschnitt nachgerechnet.

Der Baugrund wurde inklusive den geneigten Bodenschichten entsprechend dem neusten geotechnischen Bericht modelliert. Dabei wurden Betonsporen modelliert, welche 0.5 m in die tragende Schotterschicht einbinden.

Für die Nachrechnung wurde der höchste Wandabschnitt gewählt.

Mit diesen Vorgaben konnte der Nachweis der Gesamtstabilität des Bauwerks (Typ 3,

Erreichen des Tragwiderstands des Baugrunds durch Hangrutschung, Böschungsbruch, Geländebruch etc.) erbracht werden.

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Grenzzustände Typ 1 und Typ 2 gemäss SIA 260 zeigen, dass die entsprechenden Nachweise erbracht werden können.

Wenn das Terrain am Mauerfuss bis auf OK Fundamente abgegraben wird, ist die Stützmauer rechnerisch nicht mehr stabil.

Die Betonsporen müssen jedoch mit der darüber liegenden Stützmauerfundamentplatte verbunden werden.

Die vom PIK ermittelte erforderliche Bewehrung für diesen Wandabschnitt ist leicht höher als diejenige, welche der Projektverfasser ermittelt hat.

Die vom PIK für den Grenzzustand „selten“ errechnete Verdrehung der Stützmauer ist klein. Der Nachweis ob die entstehenden Deformationen zulässig sind muss vom Projektverfasser noch erbracht werden.

Die vom Projektverfasser vorgesehene monolithische Bauweise über die gesamte Stützmauerlänge könnte infolge Temperatureinwirkung (Ausdehnung in Wandlängsrichtung) insofern kritisch sein, dass die auftretenden Kräfte gross werden können und dass sich diese mittels Deformationen in Stützmauerquerrichtung (Ausknicken) abbauen könnten. Aus diesem Grund empfiehlt der PIK die Stützmauer alle 50 m zu dilatieren.

In der statischen Berechnung sollen die folgenden Ergänzungen vorgenommen werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Neue Stützmauer Perron	Entgleisung	B	<i>Da die Entgleisungslasten nicht an derselben Stelle auftreten wie die Normallasten und auch eine andere Lastverteilung aufweisen, sollte für diesen Lastfall ein entsprechend nachvollziehbarer Nachweis geführt werden.</i>
		E	<i>Die Bemessungssituation Entgleisung soll in der statischen Berechnung ergänzt werden.</i>
	Nachweise Betonsporen	E	<i>Die Betonsporen müssen biegesteif mit dem darüber liegenden Stützmauerfuss verbunden werden. Die entsprechenden Nachweise müssen vom Projektverfasser noch ergänzt werden.</i>
	Verschiedene Stützmauerquerschnitte	B	<i>Es wurde nur ein Querschnitt berechnet.</i>
		E	<i>Es sollen alle relevanten Querschnitte spezifisch bemessen werden.</i>
	Bewehrungsskizzen	E	<i>Es soll die Bewehrungsführung der erforderlichen Quer- und Längsbewehrung in einem Querschnitt dargestellt werden.</i>
Mindestbewehrung	E	<i>Wir empfehlen Bauteile, welche mit Chloriden in Kontakt kommen können, für hohe Anforderungen auszulegen mit zu erwartenden nominellen Rissbreiten $\leq 0,2$ mm.</i>	
	E	<i>Die Deformationen wurden vom Projektverfasser noch nicht berechnet. Diese sind in der statischen Berechnung zu ergänzen.</i>	
Nachweise Deformationsverhalten des Bauwerks	E	<i>Diese Deformationen sollen mit den zulässigen Deformationen für Stützmauern respektive der Fahrleitungsmasten gemäss der Projektbasis verglichen werden.</i>	

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
	Monolithische Bauweise	B E	<i>Die vom Projektverfasser vorgesehene monolithische Bauweise über die gesamte Stützmauerlänge könnte infolge Temperaturbeaufschlagung (Längenausdehnung) insofern kritisch sein, dass die auftretenden Kräfte sehr gross werden könnten und sich diese mittels Deformationen in Stützmauerquerrichtung (Ausknicken) abbauen könnten. Wir empfehlen die Stützmauer alle 50 m zu dilatieren.</i>
	Abgrabungen am Stützmauerfuss	B E E	<i>Wenn das Terrain am Mauerfuss bis auf OK Fundamente abgegraben wird, ist die Stützmauer rechnerisch nicht mehr stabil. Bei Abgrabungen (z.B. für die Erneuerung von Planum bzw. Frostschutzschichten etc.) muss vorgängig abgeklärt werden, wie tief die Massnahmen reichen. Es ist eine statische Prüfung für diesen Bauzustand erforderlich. Dies muss entsprechend in der Nutzungsvereinbarung und der Projektbasis festgehalten werden.</i>

5.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Siehe Anmerkungen im Kapitel 4.4.

5.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Siehe Anmerkungen im Kapitel 4.5.

5.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks

Siehe Anmerkungen im Kapitel 4.6.

5.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK keine Bereinigungen am Objekt vorgenommen.

Aus gestalterischen Gründen wird die Sichtseite der Mauer mit einem durchgehenden Anzug 20:1 ausgebildet. Als obere Absturzsicherung wird ein durchgehender Zaun vorgesehen, welcher im Bereich der FL-Masten unterbrochen wird. Der genaue Zaun-Typ wird in der folgenden Projektphase definiert.

Die Untersuchungen zu Geologie und Baugrund wurden durch das Geotechnische Institut zusammengetragen und sind im Geologisch-geotechnischen Bericht vom 01.06.2018 sowie den Ergänzungsblättern als Anhang zu den E-Mails vom 16.11.2018 dargestellt.

Aus Platzgründen kann die Stützmauer bei den Liegenschaften nicht unter Bahnbetrieb der (alten) Waldenburgerbahn gebaut werden. Dies kann nur während des mehrmonatigen Betriebsunterbruches geschehen.

Die Bauböschung kann bei ausreichenden Platzverhältnissen als freie Böschung angelegt werden. Die Böschungsneigung sollte jedoch nicht steiler als 3:2 angesetzt werden.

Es erfolgt keine Nutzung der Stützmauer bei den Liegenschaften während der Bauphase. Die Hinterfüllung erfolgt erst nach Fertigstellung des Bauwerkes.

Gemäss dem Geologisch-geotechnischen Bericht ist im Projektperimeter der Stützmauer nicht mit Grundwasser zu rechnen. Lokale und temporäre Schichtenwasser in den Lockergesteinen knapp oberhalb der Felsoberfläche sind jedoch nicht auszuschliessen. Daher werden entlang des Stützmauerfusses in regelmässigen Abständen Entlastungsrohre eingelegt, die einen Aufstau von Schichtenwasser hinter der Mauer verhindern.

Sollte sich während des Erdaushubes herausstellen, dass entgegen der Erwartungen doch mit höherem Anfall von Schichtenwasser zu rechnen ist, kann ergänzend eine Drainageleitung am Fundamentfuss eingebaut werden.

6.1.2 Beurteilung des gewählten Konzepts

Aus statischer Sicht ist das gewählte Konzept zweckmässig. Die Abmessungen der Winkelstützmauer wurden robust gewählt. Dies zeigen auch die gemachten Vergleichsberechnungen.

Die vom Projektverfasser vorgesehene rissbreitenminimierende Bewehrung in Längsrichtung der Stützmauer ist sinnvoll. In Bereichen mit Tausalzeiwirkung sollte diese jedoch auf den Wert für hohe Anforderungen erhöht werden.

Die Stützmauer auf die gesamte Länge nicht zu dilatieren, muss noch nachgewiesen werden.

6.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Siehe Anmerkungen im Kapitel 4.2.

6.3 Tragwerksanalyse und Bemessung

Siehe Anmerkungen im Kapitel 4.3.

6.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Siehe Anmerkungen im Kapitel 4.4.

6.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Siehe Anmerkungen im Kapitel 4.5.

6.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks

Siehe Anmerkungen im Kapitel 4.6.

6.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK keine Bereinigungen am Objekt vorgenommen.

Die seitlichen Stahlwangen von Rampe und Treppe werden von radial angeordneten Tragelementen gehalten. Rampe und Treppe selbst bestehen aus ca. 15 - 20 mm starken Stahlplatten, die auf der Trittseite mit einem rutschhemmenden Spezialanstrich versehen werden.

Sämtliche Stahlbauteile und deren Beschläge sind verzinkt. Somit ist ein Korrosionsschutz über Jahre hinweg ohne einen Anstrich garantiert. Zusätzlich zur Verzinkung als Grundbeschichtung bekommen alle Stahlbauteile werksseitig eine Zwischenbeschichtung sowie eine Deckbeschichtung. Die Hohlprofile, zu denen die Stützmasten zählen, werden mit einer Hohlraumversiegelung versehen.

Die Untersuchungen zu Geologie und Baugrund wurden durch das Geotechnische Institut zusammengetragen und sind im Geologisch-geotechnischen Bericht vom 01.06.2018 sowie den Ergänzungsblättern als Anhang zu den E-Mails vom 16.11.2018 dargestellt.

Es ist ein Winterdienst auf dem Treppen- und Rampenbauwerk vorgesehen und es muss mit dem Einsatz von Tausalz gerechnet werden.

Die Bauarbeiten finden hauptsächlich von der Dammstrasse aus statt. Antransporte und Abfahren erfolgen über die Dammstrasse. Installationsflächen stehen im Perimeter nur beschränkt zur Verfügung.

Zwei der äusseren Stützen hinter dem Fahrbahnrand Dammstrasse gegenüber der Einmündung Unterfeldstrasse befinden sich im Gefahrenbereich Anprall von Strassenfahrzeugen. Diese Stützen können die Anpralllasten nicht aufnehmen und werden daher durch eine Leitschranke (Typ 42 Kastenprofil 130/150 mm, Aufenthaltsstufe N2, Wirkungsbereich W4 gemäss ASTRA-Richtlinie Fahrzeugrückhaltesystem) geschützt.

Alle Stahlbauteile werden in möglichst grossen Einzelbauteilen, welche auf öffentlichen Strassen transportiert werden können, in der Stahlbauwerkstatt vorgefertigt. Auf der Baustelle werden diese dann zusammengesetzt (verschraubt).

7.1.2 Beurteilung des gewählten Konzepts

Aus statischer Sicht ist das gewählte Konzept zweckmässig. Die Abmessungen des Tragwerks wurden robust gewählt. Dies zeigen auch die gemachten Vergleichsberechnungen.

Der rutschhemmende Anstrich soll wie vom Projektverfasser empfohlen einen möglichst hohen Rutschsicherheitsfaktor aufweisen und muss mit dem restlichen Korrosionsschutz kompatibel sein.

Die Rampe soll in der nächsten Planungsphase dahingehend untersucht werden, ob in den Bereichen zwischen Anfang und Ende noch zusätzliche Entwässerungsmassnahmen notwendig sind.

Es ist noch eine weitere Stütze anprallgefährdet. Mit dem Nachweis eines Stützenausfalls könnte möglicherweise auf die Anordnung von Leitschranken verzichtet werden.

7.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis entsprechen hinsichtlich der Struktur und dem Inhalt den Angaben der Norm SIA 260.

Die wesentlichen Informationen in Bezug auf die Nutzung, die Umwelt- und Drittanforderungen, sowie auf die Bedürfnisse des Betriebes und des Unterhaltes sind darin enthalten. Schutzziele und Sonderrisiken sind ebenfalls aufgeführt. Die besonderen normativen Bestimmungen und die besonderen Vorgaben der Bauherrschaft sind im Dokument umschrieben.

Folgende Inhalte sollen bei der Aktualisierung der Nutzungsvereinbarung und der Projektbasis präzisiert werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Nutzungsver- einbarung		B	<i>Keine Anmerkungen</i>
Projekt- basis		B	<i>Keine Anmerkungen</i>

7.3 Tragwerksanalyse und Bemessung

Es wurden die wesentlichen in der Projektbasis aufgeführten Belastungen und Einwirkungen in die Berechnungsmodelle eingeführt respektive für die Berechnung der Schnittkräfte berücksichtigt.

Die Tragsicherheit wurde vom Projektverfasser (PV) für die einzelnen Bauteile überschlägig nachgewiesen.

Es wurden keine Angaben über die Verformungen des Bauwerks gemacht.

Vom Prüfsingenieur Kunstbauten (PIK) wurde das Bauwerk anhand eines Schalenmodells nachgerechnet. Dabei wurde die Neigung der Rampe vernachlässigt. Die sonstigen Abmessungen der tragenden Elemente wurden entsprechend dem Objektplan übernommen.

Mit diesen Vorgaben konnte der Nachweis des Tragwiderstands und der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit erbracht werden.

Die ermittelten Eigenfrequenzen des Bauwerks liegen knapp unterhalb von 1.8 Hz und könnten bei der Modellierung des effektiven Tragwerks (mit geneigten Rampen und den abgewinkelten Treppenläufen) auch höher und somit im kritischen Bereich liegen. Die Nachweise bezüglich Schwingungsanfälligkeit müssen vom Projektverfasser noch geführt werden.

Aufgrund der vorgesehenen monolithischen Bauweise kann es infolge von Temperatur-

einwirkungen je nach Lagerung zu Zwängungen am Rampenanfang und -ende kommen. Dies muss in der nächsten Projektphase vom PV genauer untersucht werden. Vor allem die Bewegungen der Übergänge vom Bauwerk zum festen Untergrund beim unteren Zugang und der Dilatationsfuge zur neuen Stützmauer Perron müssen untersucht werden.

Der Nachweis der Erdbbensicherheit konnte vom PIK ebenfalls erbracht werden.

In der statischen Berechnung sollen die folgenden Ergänzungen vorgenommen werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Neues Ram- pen- und Trepp- enbauwerk	Nachweise Tragsicherheit	B	<i>Die Rampen- und Treppenbauteile sind im Grundriss gekrümmt vorgesehen und weisen in vertikaler Richtung entweder ein Gefälle oder sonstige Absätze auf.</i>
		E	<i>Diese Randbedingungen müssen bei der Bemessung des Tragwerks berücksichtigt werden. Diese müssen zwingend in der nächsten Projektphase berücksichtigt werden.</i>
		E	<i>Ebenfalls müssen noch die Stabilitätsnachweise der gekrümmten Wangen geführt werden.</i>
	Nachweise Gebrauchstaug- lichkeit	E	<i>Die Deformationen wurden vom Projektverfasser nicht berechnet. Diese sind in der statischen Berechnung zu ergänzen.</i>
		E	<i>Diese Deformationen sollen mit den zulässigen Deformationen gemäss der Projektbasis verglichen werden.</i>
	Nachweise Schwingungsver- halten	B	<i>Diese Art von Bauwerken kann durch die Begehung in Schwingung versetzt werden.</i>
		E	<i>Es sollen alle erforderlichen Nachweise bezüglich dem Schwingungsverhalten und auch einer möglichen Lärmemission durch die Begehung geführt werden.</i>
Fundamentbemes- sung	B	<i>Die erforderliche Bewehrung der Fundamente des Bauwerks wurden noch nicht bemessen.</i>	
	E	<i>Es sollen die erforderlichen Nachweise geführt werden und die Bewehrungsführung dargestellt werden.</i>	
Monolithische Bauweise	B	<i>Aufgrund der vorgesehenen monolithischen Bauweise kann es infolge von Temperatureinwirkungen je nach Lagerung am Rampenanfang und -ende zu Zwängungen kommen.</i>	
	E	<i>Vor allem die Bewegungen der Übergänge vom Bauwerk beim unteren Zugang und der Dilatationsfuge zur neuen Stützmauer Perron müssen untersucht werden.</i>	
Anprall	B	<i>Bezüglich einem Anprall ist noch eine weitere Stütze gefährdet, welche nicht durch Leitplanken geschützt wird</i>	
	E	<i>Es muss der Nachweis eines Stützenausfalls nachgewiesen werden.</i>	
	E	<i>Mit dem Nachweis eines Stützenausfalls könnte möglicherweise generell auf die Anordnung von Leitplanken verzichtet werden.</i>	

7.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Die Abmessungen der Bauteile stimmen mit den Berechnungsannahmen des PV überein.

7.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Objektspezifisch ist noch kein Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan vorhanden.

7.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks

Dem Korrosionsschutz von Tragwerkselementen, welche nicht oder nur beschränkt zugänglich sind, muss Beachtung geschenkt und sorgfältig geplant werden.

Die Ausgestaltung der Geländer und der jeweiligen Ausfachungen wurde im Objektplan nur angedeutet und noch nicht im Detail ausgearbeitet.

Spezielle Schutzmassnahmen gegen Streustrom sind im geprüften Objekt keine vorgesehen. Wichtig ist, dass die Bauwerkserdung getrennt von der Bahnerdung vorgenommen wird. Aus Sicht des PIK sind unter der Annahme, dass keine Streuströme durch dieses Objekt fliessen, keine Massnahmen notwendig.

Die folgenden konstruktiven Hinweise sind für die Ausführung zu berücksichtigen:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Neues Rampen- und Treppenbauwerk	Korrosionsschutz	E	<i>Dem Korrosionsschutz von Tragwerkselementen, welche nicht oder nur beschränkt zugänglich sind, muss Beachtung geschenkt und sorgfältig geplant werden.</i>
	Auflagerung bei der neuen Stützmauer Perron	B	<i>Aufgrund der vorgesehenen monolithischen Bauweise kann es infolge von Temperatureinwirkungen bei diesem Übergang zu horizontalen Bewegungen kommen.</i>
		E	<i>Die Bewegungsfuge muss im Detail geplant werden.</i>
	Rutschhemmende Beschichtung	B	<i>Die rutschhemmende Beschichtung soll einen möglichst hohen Rutschsicherheitsfaktor aufweisen und muss mit dem restlichen Korrosionsschutz kompatibel sein.</i>
		E	<i>Wie vom Projektverfasser empfohlen, wird das zu verwendende System in der nächsten Projektierungsphase näher untersucht.</i>
Entwässerung Rampe	E	<i>Die Rampe soll in der nächsten Planungsphase dahingehend untersucht werden, ob in den Bereichen zwischen Anfang und Ende noch zusätzliche Entwässerungsmassnahmen notwendig sind.</i>	
Geländer	B	<i>Die Ausgestaltung der Geländer und der jeweiligen Ausfachungen wurde im Objektplan nur angedeutet und wurde noch nicht im Detail ausgearbeitet.</i>	
	E	<i>Wir empfehlen diesen Punkt sehr sorgfältig auszuarbeiten, da dieses Gestaltungselement das Erscheinungsbild des Tragwerks doch wesentlich beeinflusst.</i>	

7.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK keine Bereinigungen am Objekt vorgenommen.

Es werden entlang des Leitmauerfusses in regelmässigen Abständen Entlastungsrohre eingelegt, die einen Aufstau von Schichtenwasser hinter der Mauer verhindern.

Die Leitmauer wird nicht unter Bahnbetrieb gebaut. Bei eventuellen Vorarbeiten darf der Bahnverkehr der Waldenburgerbahn durch diese Baumassnahme nicht beeinflusst werden.

Die endgültige Hinterfüllung des Bauwerks sowie der Bau der Bahnanlage erfolgen unter Vollsperrung der Waldenburgerbahn.

Der Verkehr in der Hauptstrasse wird durch die Baumassnahme eingeschränkt (Durchfahrtsbreite). Eine Durchgängigkeit auf zwei Fahrspuren - insbesondere in einer Breite für Sondertransporte - ist stets zu gewährleisten.

8.1.2 Beurteilung des gewählten Konzepts

Aus statischer Sicht ist das gewählte Konzept zweckmässig. Die Abmessungen der Winkelstützmauer wurden robust gewählt. Dies zeigen auch die gemachten Vergleichsberechnungen.

Die Abtragung der Anprallkräfte über Mikropfähle ist sinnvoll, da diese Kräfte nicht ständig wirken und nur in einem aussergewöhnlichen Fall auftreten können.

Die Neigung der Mikropfähle wurde so gewählt, dass sich deren Achsen und die Wirklinie der horizontalen Anpralllast schneiden und somit in den Mikropfählen nur Druck- und Zugbeanspruchungen bewirken.

Die vom Projektverfasser vorgesehene rissbreitenminimierende Bewehrung in Längsrichtung der Stützmauer ist sinnvoll. In Bereichen mit Tausalzeinwirkung sollte diese jedoch auf den Wert für hohe Anforderungen erhöht werden.

Die Stützmauer auf die gesamte Länge nicht zu dilatieren, wird aufgrund von Längenänderungen aus Temperaturschwankungen nicht empfohlen oder muss noch nachgewiesen werden. Die Stützmauer soll ungefähr alle 50 m dilatieren werden.

8.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis entsprechen hinsichtlich der Struktur und dem Inhalt den Angaben der Norm SIA 260.

Die wesentlichen Informationen in Bezug auf die Nutzung, die Umwelt- und Drittanforderungen, sowie auf die Bedürfnisse des Betriebes und des Unterhaltes sind darin enthalten. Schutzziele und Sonderrisiken sind ebenfalls aufgeführt. Die besonderen normativen Bestimmungen und die besonderen Vorgaben der Bauherrschaft sind im Dokument umschrieben.

Folgende Inhalte sollen bei der Aktualisierung der Nutzungsvereinbarung und der Projektbasis präzisiert werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Nutzungsvereinbarung		B	<i>Keine Anmerkungen</i>
Projektbasis	Mindestbewehrung	B E	<i>Die Mindestbewehrung wird gemäss Abschnitt 9.1 für erhöhte Anforderungen und eine Rissbreite von 0.5 mm ausgelegt. Wir empfehlen Bauteile, welche mit Chloriden in Kontakt kommen können, für hohe Anforderungen auszulegen mit zu erwartenden nominellen Rissbreiten $\leq 0,2$ mm.</i>

8.3 Tragwerksanalyse und Bemessung

Es wurden die wesentlichen in der Projektbasis aufgeführten Belastungen und Einwirkungen in die Berechnungsmodelle eingeführt respektive für die Berechnung der Schnittkräfte berücksichtigt.

Die Tragsicherheit wurde vom Projektverfasser (PV) für einen Wandabschnitt nachgewiesen.

Die Lastabtragung über die Stützmauerkonstruktion auf die jeweiligen Mikropfähle wurde nur qualitativ abgeschätzt.

Aus der statischen Berechnung ist nicht ersichtlich wie die ermittelten Bewehrungsquerschnitte konstruktiv angeordnet werden respektive wie gross die erforderliche Mindestbewehrung sein wird. Eine Bewehrungsskizze ist nicht vorhanden.

Es wurden keine Angaben über die Verformungen der Stützmauer gemacht.

Vom Prüflingenieur Kunstbauten (PIK) wurde ebenfalls ein Querschnitt nachgerechnet.

Der Baugrund wurde inklusive den geeigneten Bodenschichten entsprechend dem neusten geotechnischen Bericht modelliert.

Für die Nachrechnung wurde der höchste Wandabschnitt gewählt.

Mit diesen Vorgaben konnte der Nachweis der Gesamtstabilität des Bauwerks (Typ 3, Erreichen des Tragwiderstands des Baugrunds durch Hangrutschung, Böschungsbruch, Geländebruch etc.) erbracht werden.

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Grenzzustände Typ 1 und Typ 2 gemäss SIA 260 zeigen, dass die entsprechenden Nachweise ebenfalls erbracht werden können.

Die vom PIK ermittelte erforderliche Bewehrung für diesen Wandabschnitt liegt in einem ähnlichen Bereich wie derjenige des Projektverfassers.

Die vom PIK für den Grenzzustand „selten“ errechnete Verdrehung der Stützmauer ist klein. Der Nachweis ob die entstehenden Deformationen zulässig sind muss vom Projektverfasser noch erbracht werden.

Die vom Projektverfasser vorgesehene monolithische Bauweise über die gesamte Stützmauerlänge könnte infolge Temperatureinwirkung (Ausdehnung in Wandlängsrichtung) insofern kritisch sein, dass die auftretenden Kräfte gross werden können und dass sich diese mittels Deformationen in Stützmauerquerrichtung (Ausknicken) abbauen könnten. Aus diesem Grund empfiehlt der PIK die Stützmauer alle 50 m zu dilatieren.

In der statischen Berechnung sollen die folgenden Ergänzungen vorgenommen werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Neue Leitmauer Hauptstrasse	Lastabtragung auf die Mikropfähle	E	<i>Die Lastabtragung über die Stützmauerkonstruktion auf die jeweiligen Mikropfähle wurde qualitativ abgeschätzt und muss noch nachgewiesen werden.</i>
	Bewehrungsskizzen	E	<i>Es soll die Bewehrungsführung der erforderlichen Quer- und Längsbewehrung in einem Querschnitt dargestellt werden.</i>
	Mindestbewehrung	E	<i>Wir empfehlen Bauteile, welche mit Chloriden in Kontakt kommen können, für hohe Anforderungen auszulegen mit zu erwartenden nominellen Rissbreiten $\leq 0,2$ mm.</i>
	Nachweise Deformationsverhalten des Bauwerks	E	<i>Die Deformationen wurden vom Projektverfasser noch nicht berechnet. Diese sind in der statischen Berechnung zu ergänzen.</i>
		E	<i>Diese Deformationen sollen mit den zulässigen Deformationen für Stützmauern gemäss der Projektbasis verglichen werden.</i>
Monolithische Bauweise	B	<i>Die vom Projektverfasser vorgesehene monolithische Bauweise über die gesamte Stützmauerlänge könnte infolge Temperaturbeaufschlagung (Längenausdehnung) insofern kritisch sein, dass die auftretenden Kräfte sehr gross werden könnten und sich diese mittels Deformationen in Stützmauerquerrichtung (Ausknicken) abbauen könnten.</i>	
	E	<i>Wir empfehlen die Stützmauer alle 50 m zu dilatieren.</i>	

8.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Die Abmessungen der Bauteile stimmen mit den Berechnungsannahmen des PV überein.

Die Regelquerschnitte der Bewehrung wurden nicht dargestellt. Die Bewehrungspläne für die Ausführung werden erst in einer späteren Phase erstellt und konnten vom PIK nicht geprüft werden.

8.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Objektspezifisch ist noch kein Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan vorhanden.

Die folgenden Punkte müssen aus Sicht des PIK zwingend in diesen Dokumenten festgelegt werden (keine abschliessende Aufzählung):

- Es sollen Zugversuche der Mikropfähle durchgeführt werden, um den tatsächlichen Widerstand der gewählten Einbindetiefe zu ermitteln
- Massnahmen zur Überwachung des Baugrubenverbaus und der Umgebung
- Massnahmen zur Überwachung der zulässigen Deformationen der Stützmauer

8.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks

Dem Korrosionsschutz von Tragwerkelementen, welche nicht oder nur beschränkt zugänglich sind, muss Beachtung geschenkt werden.

Am Wandfuss muss die Bewehrungsüberdeckung auf der Bergseite mindestens 55 mm betragen und es soll vor dem Betonieren eine Mörtelvorlage vorgesehen werden, um Kiesnester zu vermeiden. Die Arbeitsfugen sollten beidseitig mit Abdichtungsbändern abgeklebt werden. Zudem wird empfohlen die Arbeitsfugen 10 cm über der Fundamentplatte anzuordnen, damit kein stehendes Wasser in die Arbeitsfugen eindringen kann.

Entlang des Wandfusses muss zwingend ein Drainagesystem vorgesehen werden. Dieses muss die Funktionstüchtigkeit über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks gewährleisten können. Notfalls müssen möglicherweise auftretende Versinterungen gelöst und dabei beschädigte Teile ohne grossen Aufwand ersetzt werden können.

Die Dilatationsfugen müssen so ausgebildet werden, dass die auftretenden Lasten mittels Dornen an die angrenzende Stützmauer übertragen werden können.

Spezielle Schutzmassnahmen gegen Streustrom sind im geprüften Objekt keine vorgesehen. Wichtig ist, dass die Bauwerkserdung getrennt von der Bahnerdung vorgenommen wird. Aus Sicht des PIK sind unter der Annahme, dass keine Streuströme durch dieses Objekt fliessen, keine Massnahmen notwendig.

Die Hinterfüllung der Stützmauerkonstruktion muss so erfolgen, dass zu einem späteren Zeitpunkt keine unzulässigen Deformationen der Gleisanlagen auftreten.

Die folgenden konstruktiven Hinweise sind für die Ausführung zu berücksichtigen:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Neue Leitmauer Hauptstrasse	Ausbildung Übergang vertikale Stützmauer zur Fundamentplatte	E	<i>Am Wandfuss muss die Bewehrungsüberdeckung auf der Bergseite der Stützmauer mindestens 55 mm betragen.</i>
		E	<i>Es soll vor dem Betonieren eine Mörtelvorlage vorgesehen werden, um Kiesnester zu vermeiden.</i>
		E	<i>Es sollen die Arbeitsfugen 10 cm über der Fundamentplatte angeordnet werden. Dafür sollte eine entsprechende Schalung vorgesehen werden.</i>
		E	<i>Die Arbeitsfugen sollten beidseitig mit Abdichtungsbändern abgeklebt werden.</i>

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
	Drainagesystem entlang Wandfuss	E	<i>Das Drainagesystem am Wandfuss muss die Funktionstüchtigkeit über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks gewährleisten können. Notfalls müssen möglicherweise auftretende Versinterungen entfernt und dabei beschädigte Teile ohne grossen Aufwand ersetzt werden können.</i>
	Abdichtung der Arbeitsfugen	E	<i>Wir empfehlen alle vertikalen und horizontalen Arbeitsfugen mit ausenliegenden Fugenbändern abzudichten.</i>
	Dilatationsfugen	E	<i>Die Dilatationsfugen müssen so ausgebildet werden, dass diese die auftretenden vertikalen Lasten mittels Dornen an die angrenzende Stützmauer übertragen können. Je nach Bedarf müssen die Dornen zusätzlich auch für horizontalen Lasten bemessen werden.</i>
	Hinterfüllung des Bauwerks	E	<i>Die Hinterfüllung der Stützmauerkonstruktion respektive deren Verdichtung muss so erfolgen, dass zu einem späteren Zeitpunkt keine unzulässigen Deformationen der Gleisanlagen auftreten.</i>

8.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK die folgenden Änderungen am Objekt vorgenommen:

- Ergänzung der statischen Berechnung mit den Nachweisen der lokalen Lastableitung in die Mikropfähle

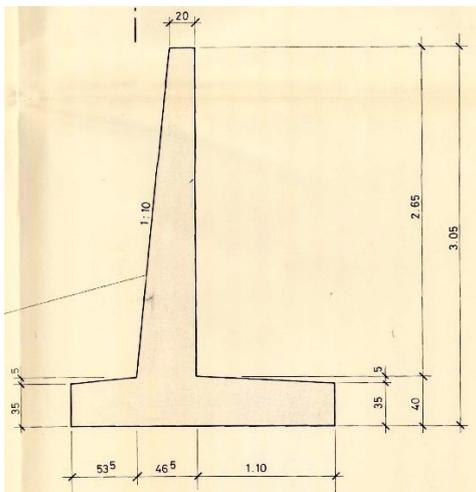
9 Bestehende Stützmauer Parzelle 788

9.1 Objektbeschreibung

Die Stützmauer Parzelle 788 (Objektnummer 6.09, BLT-Arbeitsnummer A-33) verläuft auf einer Länge von 55.3 m parallel zur Bahnachse. Die Mauer ist 1.25 - 2.65 m hoch, wobei ca. 0.7 bis 2.0 m über das untere Terrain herausragen.

Die Stützmauer besteht aus Stahlbeton. Auf der Bahnseite befindet sich ein Fundament eines Fahrleitungsmasts, welches unmittelbar an die Mauerkrone betoniert wurde.

In der Mauerkrone sind Pfosten eines Maschendrahtzauns eingelassen.



Querschnitt aus dem Plan „Sanierung der Waldenburgerbahn, Stützmauer Parzelle 788, Schalungsplan vom 07.08.1986“

Gemäss Projektverfasser bleiben die geometrischen Randbedingungen der neuen Bahnanlage gleich. Die neue Gleisachse wird um ca. 15-20 cm parallel von der Stützmauer weg verschoben.

Auf der Mauerkrone wird eventuell ein neuer Schutzzaun befestigt.

Der neue Fahrleitungsmast Nr. 27 wird auf einer auskragenden Stahlkonstruktion befestigt, welche die auftretenden Lasten über einen Bohrpfahl zwischen Stützmauer und Bahngleis in den Untergrund leitet und führt zu keinen zusätzlichen Belastungen der Stützmauer.

9.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Es ist keine Nutzungsvereinbarung oder Projektbasis vorhanden.

Die wesentlichen Informationen in Bezug auf die Nutzung und Sonderrisiken wurden in der statischen Berechnung beschrieben und entsprechen den Vorgaben der Bauherrschaft.

Aus Sicht des Prüfindenieurs müssen die Dokumente Nutzungsvereinbarung oder Projektbasis noch erstellt werden.

9.3 Tragwerksanalyse

Die Stützmauer wurde vom Projektverfasser nachgerechnet.

Die Nachrechnung des PV zeigt, dass die Stützmauer den Anforderungen der aktuellen Normen für das Lastmodell 4 sowohl für die Tragsicherheit als auch für die Gebrauchstauglichkeit genügt und nicht ertüchtigt werden muss.

Vom Prüfindenieur Kunstbauten (PIK) wurde die Stützmauer ebenfalls nachgerechnet.

Die Nachrechnung des PIK hat ergeben, dass alle Nachweise für den aktiven Erddruck erfüllt sind.

Wird am Fuss der Mauer das Erdreich abgegraben, so wird die Stützmauer rechnerisch instabil. Diese Erkenntnis soll in den entsprechenden Dokumenten vermerkt und auch den jeweiligen Besitzern der Bauwerke kommuniziert werden.

In der statischen Nachrechnung sollen die folgenden Ergänzungen vorgenommen werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Bestehende Stützmauer Parzelle 788	Abgrabungen unterhalb der Stützmauer	E	<i>Wir empfehlen die entsprechenden Nachweise in der statischen Berechnung nachzuführen und die Erkenntnisse in den entsprechenden Dokumenten zur vermerken.</i>

9.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Aus den abgegebenen Unterlagen des Projektverfassers ist nicht ersichtlich, ob die Abmessungen des bestehenden Bauwerks mit den vorhandenen Bauwerksplänen übereinstimmen.

Es ist ebenfalls unklar, ob in jüngerer Zeit eine Zustandsuntersuchung des Bauwerks vorgenommen wurde.

Wenn diese Untersuchungen nicht schon vorgenommen wurden empfehlen wir diese

möglichst rasch nachzuholen.

9.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Objektspezifisch ist noch kein Überwachungs- und Unterhaltsplan vorhanden.

Die folgenden Punkte müssen aus Sicht des PIK zwingend in diesen Dokumenten festgelegt werden (keine abschliessende Aufzählung):

- Massnahmen zur Überwachung der zulässigen Deformationen der Stützmauer

9.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks

Im Rahmen der Zustandsuntersuchungen sollte im Detail untersucht werden in welchem Zustand sich die bestehende hintere Bewehrung (gegen das Erdreich hin) am Fundamentfuss befindet.

Hinter der Stützmauer darf sich kein Hangwasser aufstauen können. Es muss daher zwingend am Wandfuss ein Drainagesystem vorgesehen werden. Dieses muss die Funktionstüchtigkeit über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks gewährleisten können. Notfalls müssen möglicherweise auftretende Versinterungen gelöst und dabei beschädigte Teile ohne grossen Aufwand ersetzt werden können.

9.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK keine Bereinigungen am Objekt vorgenommen.

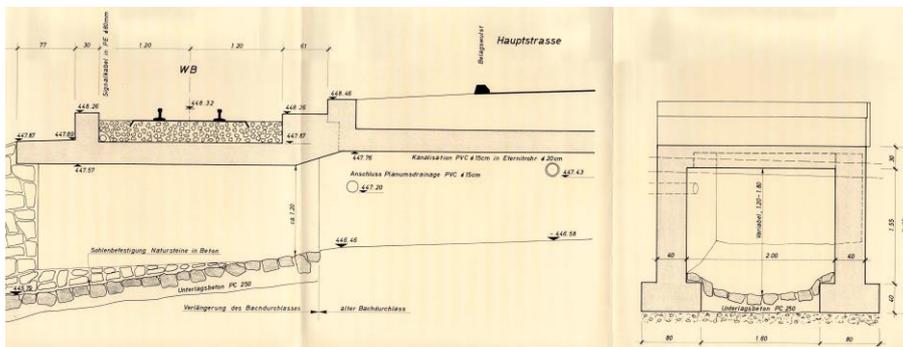
10 Bestehender Bachdurchlass Weidbächli

10.1 Objektbeschreibung

Der heutige Bachdurchlass Weidbächli (Objektnummer 7.015, BLT-Arbeitsnummer A-37) quert die Bahnachse in einem Winkel von 75° und besteht aus dem Teil Bachdurchlass unter der Waldenburgerbahn und einem Teil unter der parallel dazu verlaufenden Kantonsstrasse.

Der Teil unter der Bahn wurde 1984 nachträglich an den Bauteil unter der Strasse angefügt.

Die Stahlbetonrahmenkonstruktion weist eine lichte Weite zwischen den Widerlagerwänden von 2.0 m auf. Die lichte Höhe zwischen OK Fundament und UK Überbau beträgt 1.55 m.



Längs- und Querschnitt aus dem Plan „Sanierung der Waldenburgerbahn, Bachdurchlass Weidbächli, Schalungsplan vom 30.09.1986“

Im Jahre 2018 wurde der Bachdurchlass mit einer Rampenkonstruktion für den Bahnübergang Weidbächli überbaut. Die eigentliche Konstruktion des Bachdurchlasses unter der Bahn wurde dabei nicht verändert.

10.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Es ist keine Nutzungsvereinbarung oder Projektbasis vorhanden.

Die wesentlichen Informationen in Bezug auf die Nutzung und Sonderrisiken wurden in der statischen Berechnung beschrieben und entsprechen den Vorgaben der Bauherrschaft.

Aus Sicht des Prüfenieurs müssen die Dokumente Nutzungsvereinbarung oder Projektbasis noch erstellt werden.

10.3 Tragwerksanalyse

Die Stützmauer wurde vom Projektverfasser als biegesteifer Rahmen auf "gelenkigen" Fundamenten nachgerechnet.

Die Nachrechnung des PV zeigt, dass das Bauwerk den Anforderungen der aktuellen Normen für das Lastmodell 4 sowohl für die Tragsicherheit als auch für die Gebrauchstauglichkeit genügt und nicht ertüchtigt werden muss.

Vom Prüfenieur Kunstbauten (PIK) wurde der Bachdurchlass ebenfalls nachgerechnet.

Die Nachrechnung des PIK hat ergeben, dass die erforderlichen Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit ohne Probleme erbracht werden können. Einzig der Nachweis der Schubtragfähigkeit der Brückenplatte ist nur knapp erfüllt.

Die statische Nachrechnung muss nicht ergänzt werden.

10.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Aus den abgegebenen Unterlagen des Projektverfassers ist nicht ersichtlich, ob die Abmessungen des bestehenden Bauwerks mit den vorhandenen Bauwerksplänen übereinstimmen.

Es ist ebenfalls unklar, ob in jüngerer Zeit eine Zustandsuntersuchung des Bauwerks vorgenommen wurde.

Wenn diese Untersuchungen nicht schon vorgenommen wurden, empfehlen wir diese möglichst rasch nachzuholen.

10.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Objektspezifisch ist noch kein Überwachungs- und Unterhaltsplan vorhanden.

Wir empfehlen dieses Dokument noch zu erstellen.

10.6 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK keine Bereinigungen am Objekt vorgenommen.

11 Neue Steinkorbmauer Kantonsstrasse

11.1 Konzeption

11.1.1 Konzept des Projektverfassers

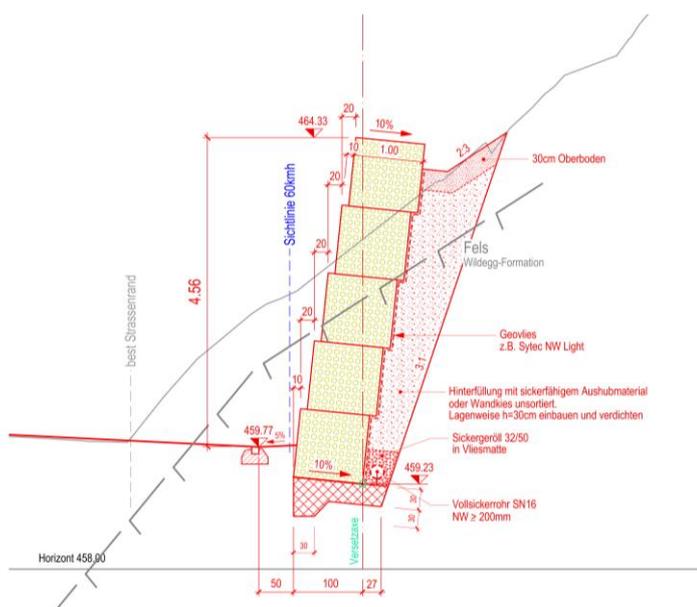
Die Steinkorbmauer Kantonsstrasse (Bauwerk N-13) ist Bestandteil des Projektes Erneuerung Waldenburgerbahn, Los 4 Hölstein - Hirschlang und liegt ca. auf Höhe Bahn-km 9+954 bis 10+078 zwischen der Hauptstrasse (Kantonsstrasse Nr. 12 Liestal - Waldenburg) und einer bewaldeten Böschung in Hirschlang.

Der Abschnitt der Hauptstrasse gegenüber der Firma Zaunteam wird nach Westen verlegt. Bedingt durch diese Verlegung der Strasse sowie der Ausbildung einer gesetzeskonformen Sichtberme wird die unmittelbar anschliessende Böschung angeschnitten.

Der Eingriff in die Böschung erfordert eine neue Stützkonstruktion. Die geplante Steinkorbmauer Kantonsstrasse ist ca. 128 m lang und bis zu ca. 4.0 m hoch, wovon ca. 3.5 m von der Strasse aus sichtbar sein werden.

Die Steinkorbmauer wird beidseitig von Böschungsfussmauern aus Beton flankiert. Nördlich der Steinkorbmauer schliesst vorne bündig ein Restteil der heutigen Böschungsfussmauer an. Südlich der Steinkorbmauer schliesst ebenfalls bündig eine neue Winkelstützmauer aus Beton an. Diese ist nicht Bestandteil dieses Projektes sondern wird im Los 5 behandelt.

Aus gestalterischen Gründen wird die Sichtseite der Steinkorbmauer mit einem durchgehenden Anzug 10:1 ausgebildet. Die einzelnen Steinkörbe springen jeweils pro Reihe um 10 cm nach hinten. Die Mauer wird so hoch geführt, dass sie ca. 30 bis 50 cm aus der Böschungslinie heraussteht. Hierdurch soll erreicht werden, dass herabrutschendes kleineres Geröll oder Äste aufgefangen werden. Auf eine obere Absturzsicherung wird verzichtet.



Querprofil 5 aus dem Plan „N-13 Steinkorbmauer Kantonsstrasse, IG Zugkunft vom 30.01.2019“

Die Untersuchungen zu Geologie und Baugrund wurden durch das Geotechnische Institut zusammengetragen und sind im Geologisch-geotechnischen Bericht vom 01.06.2018 sowie den Ergänzungsblättern als Anhang zu den E-Mails vom 16.11.2018 dargestellt.

Die Stützmauer erhält eine Drainageleitung am Fundamentfuss. Die Drainage wird an den jeweiligen Enden der Stützmauer an Sickerschächte angeschlossen. Diese erhalten No-überläufe in die Strassenkanalisation.

Die Bauböschung liegt zum grössten Teil im Fels und kann mit einer Neigung von 3:1 ausgebildet werden. Es erfolgt keine Nutzung der Stützmauer während der Bauphase. Die Hinterfüllung erfolgt mit fortschreitender Fertigstellung des Bauwerkes.

Die Hauptstrasse ist eine Versorgungsrouten für Ausnahmetransporte Typ I und muss während der Bauarbeiten offen gehalten werden. Ausnahmen müssen rechtzeitig bei den entsprechenden Behörden bzw. der Kantonspolizei beantragt werden. Aus Platzgründen muss daher die Kantonsstrasse provisorisch auf die Gleistrasse der (alten) Waldenburgerbahn verlegt werden. Dies kann nur während des mehrmonatigen Betriebsunterbruchs geschehen.

Die Steinkörbe bestehen aus punktgeschweissten, feuerverzinkten Stab- bzw. Doppelstabgittern, Maschenweite 100 x 100 mm, Drahtstärke 6 mm, Zugfestigkeit > 600 N/mm², Feuerverzinkung 80 - 100 µm. Beim Winterdienst ist mit Einsatz von Tausalz zu rechnen. Die Steinkörbe werden daher feuerverzinkt. Bei Korblängen grösser 1.0 m werden Zwischenwände eingesetzt, um ein Ausbeulen zu verhindern. Die untere Steinkorbreihe wird ca. 50 cm unter Strassenniveau frostfrei auf einem Betonfundament gegründet (Frostschutztiefe min. 80 cm).

11.1.2 Beurteilung des gewählten Konzepts

Aus statischer Sicht ist das gewählte Konzept zweckmässig. Die Abmessungen der Steinkorbmauer wurden vernünftig gewählt. Dies zeigen auch die gemachten Vergleichsrechnungen.

Aus Sicht der Dauerhaftigkeit muss die Verwendung von feuerverzinkten Stabgitterkörben im Spritzwasserbereich und unterhalb des Terrains hinterfragt werden.

11.2 Nutzungsvereinbarung und Projektbasis

Die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis entsprechen hinsichtlich der Struktur und dem Inhalt den Angaben der Norm SIA 260.

Die wesentlichen Informationen in Bezug auf die Nutzung, die Umwelt- und Drittanforderungen, sowie auf die Bedürfnisse des Betriebes und des Unterhaltes sind darin enthalten. Schutzziele und Sonderrisiken sind ebenfalls aufgeführt. Die besonderen normativen Bestimmungen und die besonderen Vorgaben der Bauherrschaft sind im Dokument umschrieben.

Folgende Inhalte sollen bei der Aktualisierung der Nutzungsvereinbarung und der Projektbasis präzisiert werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Nutzungsvereinbarung		B	<i>Keine Anmerkungen</i>
Projektbasis		B	<i>Keine Anmerkungen</i>

11.3 Tragwerksanalyse und Bemessung

Es wurden die wesentlichen in der Projektbasis aufgeführten Belastungen und Einwirkungen in die Berechnungsmodelle eingeführt respektive für die Berechnung der Schnittkräfte berücksichtigt.

Die Tragsicherheit wurde vom Projektverfasser (PV) für einen Wandabschnitt nachgewiesen. Der Querschnitt wurden mit dem Stützmauerbemessungsprogramm Larix-5 berechnet.

Es wurden keine Angaben über die Verformungen der Stützmauer gemacht.

Vom Prüfsingenieur Kunstbauten (PIK) wurde ebenfalls ein Querschnitt nachgerechnet.

Der Baugrund wurde inklusive den geneigten Bodenschichten entsprechend dem neusten geotechnischen Bericht modelliert.

Für die Nachrechnung wurde der höchste Wandabschnitt gewählt.

Mit diesen Vorgaben konnte der Nachweis der Gesamtstabilität des Bauwerks (Typ 3, Erreichen des Tragwiderstands des Baugrunds durch Hangrutschung, Böschungsbruch, Geländebruch etc.) erbracht werden.

Die Ergebnisse der Berechnungen für die Grenzzustände Typ 1 und Typ 2 gemäss SIA 260 zeigen, dass die entsprechenden Nachweise erbracht werden können.

Die vom PIK für den Grenzzustand „selten“ errechnete Verformung der Stützmauer ist klein. Der Nachweis, ob die entstehenden Deformationen zulässig sind, muss vom Projektverfasser noch erbracht werden.

In der statischen Berechnung sollen die folgenden Ergänzungen vorgenommen werden:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Steinkorb- mauer Kan- tonsstrasse	Nachweise Defor- mationsverhalten des Bauwerks	E	<i>Die Deformationen wurden vom Projektverfasser noch nicht be- rechnet. Diese sind in der statischen Berechnung zu ergänzen.</i>

11.4 Übereinstimmung der Bauwerkspläne mit der Bemessung

Die Abmessungen der Bauteile stimmen mit den Berechnungsannahmen des PV überein.

11.5 Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan

Objektspezifisch ist noch kein Kontroll-, Überwachungs- und Unterhaltsplan vorhanden.

11.6 Konstruktive Ausbildung des Tragwerks

Dem Korrosionsschutz des Tragwerks muss Beachtung geschenkt werden.

Aus Sicht der Dauerhaftigkeit muss die Verwendung von feuerverzinkten Stabgitterkörben im Spritzwasserbereich und unterhalb des Terrains hinterfragt werden.

Im Fundament aus Stahlbeton muss die Bewehrungsüberdeckung mindestens 55 mm be-
tragen.

Entlang des Wandfusses sollte ein Drainagesystem vorgesehen werden. Dieses muss die
Funktionstüchtigkeit über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks gewährleisten können.
Notfalls müssen möglicherweise auftretende Versinterungen gelöst und dabei beschädigte
Teile ohne grossen Aufwand ersetzt werden können.

Die Hinterfüllung der Stützmauerkonstruktion muss so erfolgen, dass zu einem späteren
Zeitpunkt keine unzulässigen Deformationen auftreten.

Die folgenden konstruktiven Hinweise sind für die Ausführung zu berücksichtigen:

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
Neue Leitmauer Hauptstrasse	Dauerhaftigkeit der Stabgitter- körbe	B	<i>Die Verwendung von feuerverzinkten Stabgitterkörben im Spritzwas- serbereich und unterhalb des Terrains ist bezüglich der Dauerhaf- tigkeit fraglich.</i>
		E	<i>Wir empfehlen Stabgitterkörbe aus rostfreiem Stahl zu verwenden.</i>
	Drainagesystem entlang Wandfuss	E	<i>Das Drainagesystem am Wandfuss muss die Funktionstüchtigkeit über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks gewährleisten können. Notfalls müssen möglicherweise auftretende Versinterungen entfernt</i>

Thema / Bauteil	Stichwort	Kommentar: K: Korrektur oder Ergänzung erforderlich / B: Bemerkung / E: Empfehlung / F: Frage / R: Redaktionelle Anpassung	
			<i>und dabei beschädigte Teile ohne grossen Aufwand ersetzt werden können.</i>
	Hinterfüllung des Bauwerks	E	<i>Die Hinterfüllung der Stützmauerkonstruktion respektive deren Verdichtung muss so erfolgen, dass zu einem späteren Zeitpunkt keine unzulässigen Deformationen auftreten.</i>

11.7 Bereinigungen am Objekt während der Prüftätigkeit

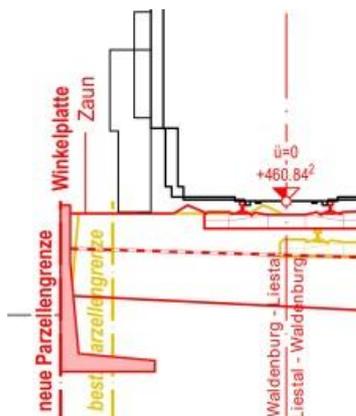
Bis dato wurden aufgrund der Prüftätigkeit des PIK keine Bereinigungen am Objekt vorgenommen.

12 Neue Stützmauer Parzelle 243

Für diesen Stützmauerabschnitt wurde weder ein Projektplan noch eine statische Berechnung erstellt.



Querprofil km 10.025 aus dem Plan „Querprofile 2 / 2 Los 4, IG Zugkunft vom 30.01.2019“



Querprofil 1 aus dem Plan „Querprofile Los 5, Gruner AG, 17.11.2017“

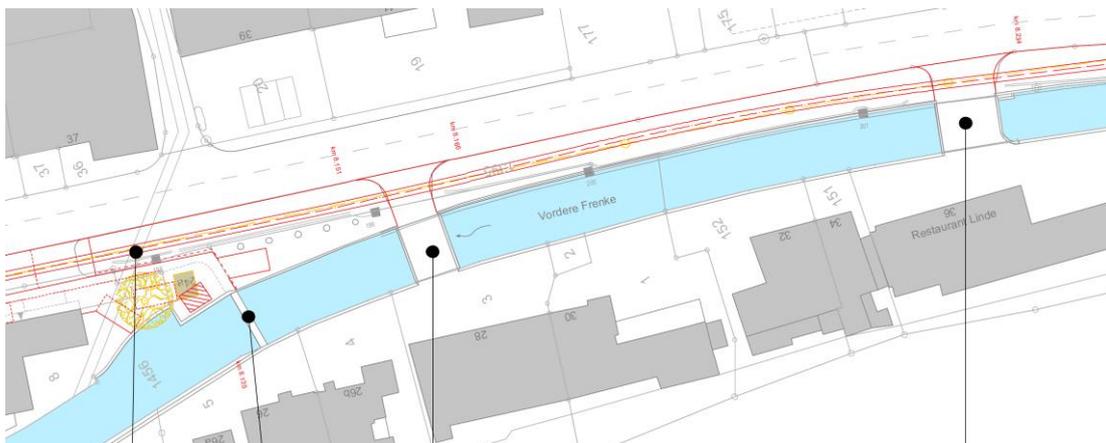
Für dieses Objekt sind die entsprechenden Nachweise zu führen und die Ergebnisse dem Prüfingenieur Kunstbauten zur Kontrolle zuzustellen.

Wir empfehlen auf die vorgesehene Fertigelementbauweise zu verzichten und stattdessen eine konventionelle Stützmauer in Ortbeton zu erstellen.

13 Weitere zu prüfende Objekte

Obwohl an den folgenden, bestehenden Objekten keine baulichen Veränderungen vorgenommen werden, sollten diese Bauwerke auf deren Zustand hin beurteilt respektive untersucht werden, damit diese bei Bedarf im Rahmen der ohnehin stattfindenden Betriebsunterbrüche Instand gestellt werden können.

13.1 Bestehende Ufermauern km 8.135 - km 8.223



Es ist unklar wie die bestehende Ufermauer in diesem Bereich verstärkt wurde respektive in welchem Zustand sich das Tragwerk befindet.

Aus Sicht des Prüflingenieurs (PI) muss dieser Mauerabschnitt ebenfalls begutachtet und bei Bedarf nachgerechnet werden.

13.2 Bestehende Stützkonstruktionen km 8.775 - km 9130

Gemäss Projektverfasser müssen diese Stützbauwerke (Stützmauern, Blocksteinmauern und Elementmauern) nicht näher untersucht werden, da diese genügend weit von der Gleisachse entfernt sind.



14 Zusammenfassung und Empfehlung

14.1 Zusammenfassung der Prüftätigkeit

In den vorherigen Abschnitten wurden bis auf die Neue Stützmauer Parzelle 243 alle zur Prüfung vorgesehenen Objekte geprüft.

14.1.1 Bestehende Bauwerke

Aus Sicht des Prüfindgenieurs müssen für alle bestehenden Bauwerke die Dokumente Nutzungsvereinbarung oder Projektbasis erstellt werden.

Generell darf sich hinter den Bauwerken kein Hangwasser aufstauen können. Wenn nicht schon vorhanden, muss daher zwingend im Bereich des Wandfusses ein Drainagesystem vorgesehen werden.

Die Nachrechnung der bestehenden Bachmauer Linde hat ergeben, dass die erforderlichen Nachweise für den Gleitwiderstand und den Grundbruchwiderstand bei einem Ansteigen des Grundwasserspiegels infolge einer Hochwassersituation nicht erbracht werden können. Es soll mit dem Geologen abgeklärt werden, ob im Hochwasserfall der Grundwasserspiegel ansteigen kann. Gegebenenfalls muss dies in der statischen Berechnung berücksichtigt werden und falls die erforderlichen Nachweise nicht erbracht werden können, muss ein Konzept für die Ertüchtigung der bestehenden Stützmauer ausgearbeitet werden.

Die Nachrechnung der bestehenden Frenkebrücke hat ergeben, dass sowohl die Tragsicherheit wie auch die Gebrauchstauglichkeit gewährleistet sind. Wie vom Projektverfasser angemerkt, sollte möglichst rasch eine Zustandsuntersuchung des Bauwerks vorgenommen werden.

Die Nachrechnung der bestehenden Stützmauer Parzelle 788 hat ergeben, dass alle Nachweise für den aktiven Erddruck erfüllt sind. Wird am Fuss der Mauer das Erdreich abgegraben, wird die Stützmauer rechnerisch instabil. Im Rahmen der Zustandsuntersuchungen sollte im Detail untersucht werden in welchem Zustand sich die bestehende hintere Bewehrung (gegen das Erdreich hin) am Fundamentfuss befindet.

Die Nachrechnung des bestehenden Bachdurchlasses Weidbächli hat ergeben, dass die erforderlichen Nachweise der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit erbracht werden können.

Allgemein ist bei allen Objekten unklar, ob in jüngerer Zeit Zustandsuntersuchungen vorgenommen wurden. Wenn dies nicht der Fall ist, empfehlen wir diese möglichst rasch nachzuholen.

14.1.2 Neue Stützmauern Dammstrasse, Perron und bei den Liegenschaften

Die vorgeschlagenen Konzepte sind sinnvoll. Die Bauteilabmessungen wurden in Bezug auf die Dauerhaftigkeit sinnvoll gewählt.

Die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis müssen in wenigen Punkten angepasst werden.

Das Bauwerk wurde entsprechend den Vorgaben aus der Projektbasis berechnet und bemessen.

Wie schon bei der Stützmauer Dammstrasse erfolgt, müssen die Nachweise für die Bemessungssituation Entgleisung bei den Stützmauern Perron und bei den Liegenschaften noch ergänzt werden. Als Konsequenz müssen die Betonnocken mit den jeweiligen Fundamenten durch eine Bewehrung biegesteif verbunden werden.

Die Bewehrungspläne werden erst in einer späteren Phase erstellt.

Die vom Projektverfasser vorgesehene monolithische Bauweise über die gesamte Stützmauerlänge könnte infolge Temperatureinwirkung (Ausdehnung in Wandlängsrichtung) insofern kritisch sein, dass die auftretenden Kräfte gross werden können und dass sich diese mittels Deformationen in Stützmauerquerrichtung (Ausknicken) abbauen könnten. Aus diesem Grund empfiehlt der PIK die Stützmauer alle 50 m zu dilatieren.

Die vorgeschlagenen Massnahmen bezüglich der Dauerhaftigkeit des Bauwerks sollten umgesetzt werden.

14.1.3 Neues Rampen- und Treppenbauwerk

Das gewählte Konzept ist zweckmässig und die Bauteilabmessungen wurden entsprechend vernünftig gewählt.

Der rutschhemmende Anstrich soll wie vom Projektverfasser empfohlen einen möglichst hohen Rutschsicherheitsfaktor aufweisen und muss mit dem restlichen Korrosionsschutz kompatibel sein.

Die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis müssen nicht angepasst werden.

Die Tragsicherheit wurde für die einzelnen Bauteile überschlägig nachgewiesen.

Die auftretenden Deformationen und das Schwingungsverhalten müssen vom Projektverfasser noch nachgewiesen werden. Der Nachweis der Erdbebensicherheit konnte erbracht werden.

Aufgrund der vorgesehenen monolithischen Bauweise kann es infolge von Temperatureinwirkungen je nach Lagerung zu Zwängungen am Rampenanfang und -ende kommen. Dies muss noch genauer untersucht werden. Vor allem die Bewegungen der Übergänge vom Bauwerk zur neuen Stützmauer Perron müssen untersucht werden.

Ebenfalls muss das Schwingungsverhalten des Bauwerks noch untersucht werden.

Die vorgeschlagenen Massnahmen bezüglich der Dauerhaftigkeit des Bauwerks sollten umgesetzt werden.

14.1.4 Neue Leitmauer Hauptstrasse

Das gewählte Konzept ist sinnvoll und die Bauteilabmessungen wurden robust gewählt.

Die Abtragung der Anprallkräfte über Mikropfähle ist sinnvoll, da diese Kräfte nicht ständig auf das Bauwerk einwirken und nur in einem aussergewöhnlichen Fall auftreten werden.

Es sollen Zugversuche der Mikropfähle durchgeführt werden, um den tatsächlichen Widerstand der gewählten Einbindetiefe zu ermitteln.

Die Stützmauer auf die gesamte Länge nicht zu dilatieren, wird aufgrund von Längenänderungen aus Temperaturschwankungen nicht empfohlen oder muss noch nachgewiesen werden. Die Stützmauer soll ungefähr alle 50 m dilatiert werden.

Die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis müssen in wenigen Punkten angepasst werden.

Die Tragsicherheit der Leitmauer wurde für einen Wandabschnitt nachgewiesen. Die Lastabtragung auf die jeweiligen Mikropfähle wurde nur qualitativ abgeschätzt und muss noch genauer untersucht werden.

Die Bewehrungspläne werden erst in einer späteren Phase erstellt.

Die vorgeschlagenen Massnahmen bezüglich der Dauerhaftigkeit des Bauwerks sollten umgesetzt werden.

14.1.5 Neue Steinkorbmauer Kantonsstrasse

Das gewählte Konzept ist sinnvoll und die Bauteilabmessungen wurden robust gewählt.

Aus Sicht der Dauerhaftigkeit muss die Verwendung von feuerverzinkten Stabgitterkörben im Spritzwasserbereich und unterhalb des Terrains hinterfragt werden. Wir empfehlen Stabgitterkörbe aus rostfreiem Stahl zu verwenden.

Die Nutzungsvereinbarung und die Projektbasis müssen nicht angepasst werden.

Die Tragsicherheit wurde für einen Wandabschnitt nachgewiesen und ist erfüllt.

Die Hinterfüllung der Stützmauerkonstruktion muss so erfolgen, dass zu einem späteren Zeitpunkt keine unzulässigen Deformationen auftreten.

Die vorgeschlagenen Massnahmen bezüglich der Dauerhaftigkeit des Bauwerks sollten umgesetzt werden.

14.2 Empfehlung für das weitere Vorgehen

Die in den Kapiteln 2 bis 11 gemachten Empfehlungen zu den jeweiligen Objekten sollen im Rahmen der Ausführungsplanung eingearbeitet werden.

Die noch nicht zur Prüfung abgegebenen Objekte respektive die weiteren, noch zu prüfenden Objekte sollen dem Prüferingenieur Kunstbauten noch abgegeben werden.

Wo erforderlich, müssen die ergänzten oder neu erstellten Unterlagen nochmals zur Kontrolle vorgelegt werden.

Münchenstein, 3. Mai 2019 ¹

WMM Ingenieure AG



Andreas Bärtsch



Stefan von Ah

¹ Der Sachverständige bestätigt mit der der Unterzeichnung des Prüfberichtes, dass er über die gemäss BAV-RL UP-EB, Ziffer 6.2.1 erforderliche Fachkompetenz verfügt, und sich selbst für geeignet hält, die erforderlichen Prüfungen durchzuführen; die Prüfungen persönlich vorgenommen hat oder die Prüfung von Nachweisen / Berechnungsergebnissen nur Personen mit ausgewiesener Fachkompetenz übertragen hat; in keiner vorgängigen Projektphase Planungs- oder Beratungsleistungen im Zusammenhang mit den Prüfobjekten erbracht hat.