



Erneuerung Waldenburgerbahn, Los 4: Hölstein bis Hirschlang Hochwasserschutz Hölstein

Konzept

Technischer Bericht

Version 1.3 | 03. Mai 2019



Projektverfasser
Gruner Böhlinger AG

Bauherrschaft
BLT Baselland Transport AG

M. Aggeler *A. Naujoks* *R. Rotzler* *P. Baumann*

Michael Aggeler

Antje Naujoks

Reto Rotzler

Peter Baumann

Impressum

Auftragsnummer 211'282'000

Auftraggeber BLT Baselland Transport AG, Grenzweg 1, 4104 Oberwil

Datum 03. Mai 2019

Version 1.3

Autor(en) Antje Naujoks Gruner Böhringer AG, Oberwil

Freigabe Michael Aggeler Gruner Böhringer AG, Oberwil

Verteiler Reto Rotzler, Peter Baumann, Andreas Anetzeder

Datei K:\211282000_BLT_HWS_Waldenburgerbahn\Bericht\L4_HWS_Hoelstein\HWS_Hoelstein_190503.docx

Seitenanzahl 17

Copyright

Inhalt

Änderungsverzeichnis	iii
Zusammenfassung	iv
1 Projekt und Organisation	1
1.1 Bauherrschaft und Projektbeteiligte	1
1.2 Objektbeschreibung	1
2 Grundlagen	2
3 Ausgangslage	3
3.1 Charakteristik Vordere Frenke in Hölstein/ Gewässerzustand	3
3.2 Hydrologische Kennwerte	6
3.3 Querungen	6
3.4 Seitengewässer	7
3.5 Gefahrensituation und Gefahrenkarte	7
3.6 Grundwasserschutz	8
4 Hydraulische Modellierung	8
4.1 Beurteilung Ist-Zustand und Schwachstellen	9
4.2 Variantenuntersuchung	10
5 Dimensionierungsgrößen/ Schutzziel	10
6 Massnahmen	11
6.1 Massnahmen HQ₃₀	11
6.1.1 Massnahmen	11
6.1.2 Auswirkungen	11
6.2 Massnahmen HQ₁₀₀ ohne Freibord	12
6.2.1 Massnahmen	12
6.2.2 Auswirkungen	12
6.3 Massnahmen HQ₁₀₀ (Vollausbau)	13
6.3.1 Massnahmen	13
6.3.2 Auswirkungen	13
6.4 Überlastfall	14
7 Kosten und Nutzen-Kosten-Analyse	15
7.1 Kosten	15
7.2 Nutzen-Kosten-Analyse	15

8	Verbleibende Gefahren und Risiken	16
9	Fazit	17
9.1.1	Schlussfolgerungen	17
9.1.2	Empfehlung	17
9.1.3	Entscheid	17
Anhang A	Übersichtsplan	A-1
Anhang B	Fotodokumentation	B-2
Anhang C	Ausgangssituation	C-3
C.1	Zonenplan	C-3
C.2	Gewässerzustand/ Ökomorphologie	C-3
C.3	Bestehende und provisorische Grundwasserschutzzonen	C-3
C.4	Gefahrenkarte Wasser	C-3
Anhang D	Massnahmen Varianten HQ30 und HQ100 ohne Freibord	D-4
Anhang E	Massnahmen Variante HQ100	E-5
Anhang F	Freibord an Brücken (Ist-Zustand und nach Massnahmen)	F-6
Anhang G	Kosten	G-7
G.1	Kostenschätzung	G-7
G.2	Nutzen-Kosten-Analyse	G-7
Anhang H	Risikoanalyse (Auszug)	H-8
H.1	Perimeter Risikoanalyse	H-8
H.2	Szenarientabelle	H-8
H.3	Risikoanalyse	H-8

Änderungsverzeichnis

REV.	ÄNDERUNG	URHEBER	DATUM	BEMERKUNG
1.0	Erstellung des Berichts	Naa/ Agg	13.07.2018	Entwurf
1.1	Bereinigung nach Prüfung BLT-intern	Naa/ Agg	10.08.2018	Vorabzug
1.2	Bereinigung/ Lektorat	Naa	31.08.2018	
1.3	Ergänzung Überlastfall und Entscheidung der BLT	Naa/ Agg	03.05.2019	PGV

Zusammenfassung

Im Zuge der Erneuerung der Waldenburgerbahn (WB) werden die Anlagen auch in Hölstein ersetzt. In Hölstein verläuft die Waldenburgerbahn auf einer Länge von ca. 600 m (Postbrücke bis Eindolung Nord) unmittelbar neben der Vorderen Frenke. Es sind aus bahntechnischer Sicht keine Massnahmen am Gerinne erforderlich.

Die Gefahrenkarte und die Ist-Zustandsanalyse zeigen jedoch, dass das Profil der Vorderen Frenke in Hölstein zu klein für die Ableitung eines HQ₁₀₀ ist. Am Durchlass Hölstein Nord/ Brücke Tiefengraben sowie oberhalb Steg Hohlensträssli reicht der Querschnitt aktuell für die Ableitung eines HQ₃₀. Damit ein 100-jährliches Hochwasser abgeführt werden kann, muss der Gerinnequerschnitt vergrössert werden.

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) verlangt Investitionssicherheit für die Bahnanlage betreffend Hochwasserschutz. Es soll sichergestellt werden, dass das Bahnprojekt allfälligen späteren Hochwasserschutzmassnahmen oder auch Revitalisierungsmassnahmen nicht im Weg steht.

Im vorliegenden Bericht werden für Hölstein die hydraulischen Schwachstellen ermittelt. Es wurde untersucht, welche Massnahmen für einen Schutz vor einem HQ₁₀₀ erforderlich sind oder ob andere Massnahmenkombinationen zu einer deutlichen Verbesserung der Gefährdungssituation führen können.

Ziel war es, eine wirtschaftliche Massnahmenkombination bei gleichzeitig tragbarem Risiko zu finden.

Parallel zum Hochwasserschutzkonzept wurde die Risikoanalyse Hölstein erarbeitet. Die Ergebnisse sind in die Nutzen-Kosten-Abwägung eingeflossen.

Es werden Massnahmen für drei Varianten mit gestaffelten Schutzziele erarbeitet:

- Schutzziel HQ₃₀
- Schutzziel HQ₁₀₀ ohne Freibord
- Schutzziel HQ₁₀₀ mit Vollausbau

Auf Grundlage des vorliegenden Hochwasserschutzkonzepts und der Risikoanalyse wird aufgezeigt, dass ein Vollausbau der Vorderen Frenke nicht wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Es wären Investitionen von ca. 18.3 Mio Fr. erforderlich (inkl. Honorare, Reserve, MwSt., exkl. Landerwerb). Um wirtschaftlich zu sein, dürfen die Massnahmen jedoch nicht mehr als 7.5 Mio Fr. kosten. Der Nutzen-Kosten-Faktor beträgt nur 0.42.

Die Varianten HQ₃₀ und HQ₁₀₀ ohne Freibord können unter Beibehaltung der bestehenden Ufermauer umgesetzt werden und können deshalb mit relativ geringem Aufwand realisiert werden. Variante HQ₃₀ erfordert 0.5 Mio Fr. und Variante HQ₁₀₀ ohne Freibord 0.7 Mio Fr. an Aufwendungen (inkl. Honorare, Reserve, MwSt., exkl. Landerwerb). Beide Varianten sind mit einem Nutzen/Kosten-Verhältnis zwischen 7 und 8 wirtschaftlich.

In Abstimmung mit der Gemeinde Hölstein und dem Tiefbauamt Basel-Landschaft hat die BLT entschieden, dass im Rahmen der Erneuerung der Waldenburgerbahn auf einen HQ₁₀₀-Vollausbau verzichtet wird. BLT und Gemeinde stimmen überein, dass Massnahmen gegen ein HQ₁₀₀ ohne Freibord ergriffen werden sollen, soweit sie in der Kompetenz der BLT liegen. Der Entscheid über den Umgang mit der Lindenbrücke obliegt der Gemeinde und kann unabhängig vom Bahnprojekt umgesetzt werden.

Die Investitionssicherheit für die Bahnanlage ist gegeben, denn die Baumassnahmen im Los 4 sind abgestimmt auf einen allfälligen späteren Vollausbau der Vorderen Frenke.

1 Projekt und Organisation

1.1 Bauherrschaft und Projektbeteiligte

Bauherrschaft

BLT Baselland Transport AG
Grenzweg 1
4104 Oberwil

Projektbeteiligte

Organisation	Funktion im Projekt	Name	bisher beteiligt
BLT	Bauherrschaft	Reto Rotzler	ja
BLT	Bauherrschaft/ Projektleitung	Peter Baumann	ja
Rapp Infra AG	Bauherrenunterstützung	Andreas Anetzeder	ja
Tiefbauamt BL, GB Wasserbau	Genehmigungsbehörde, Projektleiter	Jonas Woermann	ja
Gruner AG	Losingenieur Los 3	Bernhard Senn	ja
Basler & Hofmann AG	Losingenieur Los 4, Vertreter IG Zukunft	Astrid Börner	ja
Gruner Böhlinger AG	Spezialist Wasserbau	Michael Aggeler	ja
Gruner Böhlinger AG	Spezialistin Wasserbau	Antje Naujoks	ja

1.2 Objektbeschreibung

Das Bahnprojekt "Erneuerung Waldenburgerbahn" erstreckt sich durch die ganze Gemeinde Hölstein (Bahn-km 6+000 bis 9+580). Der Projektperimeter Hochwasserschutz Hölstein umfasst die folgenden zwei Abschnitte (s. Anhang A):

- Los 3, Teilprojekt 9, Bahn-km ca. 7+630 bis 7+898 (Losgrenze 3/4)
- Los 4, Teilprojekte 10 und 11, Bahn-km 7+898 (Losgrenze 3/4) bis Brücke Tiefenmattstrasse (ca. Bahn-km 7+755)

2 Grundlagen

- [1] Protokoll des Gemeinderats Hölstein, Sitzung v. 15.10.2018, 450 V1.13.08, Verkehrswesen; Waldenburgerbahn; WB Zugkunft WBZU, Hochwasserschutzmassnahmen
- [2] Protokoll 12/19, Hochwasserschutz Hölstein zur Besprechung BLT, Kanton und Gemeinde v. 29.08.2018, Gruner Böhlinger AG
- [3] Erneuerung Waldenburgerbahn, Hochwasserschutz Hölstein, Risikoanalyse, Gruner Böhlinger AG, 03.05.2019
- [4] Wasserbaukonzept Waldenburgertal - Vordere Frenke und Vereinigte Frenke, Gruner Böhlinger AG, 16.11.2018
- [5] Vermessung Vordere Frenke und Seitengewässer, Gruner Böhlinger AG, März 2017 und Januar 2018
- [6] Erneuerung Waldenburgerbahn, Los 3 - Abschnitt Haltestelle Lampenberg-Ramlinsburg bis Bahnhof Hölstein, Renaturierung Vordere Frenke, Bauprojekt, Gruner Böhlinger AG, 23.03.2018
- [7] Los 3: Hydraulische Beurteilung des Frenke-Durchlass' Hölstein Nord (Objekt-Nr. 1.014), Gruner Böhlinger AG, 02.10.2017
- [8] Hydraulische Beurteilung der BLT-Brücke 1.01 über die Vordere Frenke, Gruner Böhlinger AG, 04.07.2017
- [9] GIS-Browser Geoview.bl.ch des Kantons Basel-Landschaft bezüglich
 - Naturgefahrenkarte, Überschwemmungsflächen HQ₃₀, HQ₁₀₀ und HQ₃₀₀,
 - Nutzungsplan
 - Gewässerzustand (Bewertung Lebensraum)
- [10] Emanuel Büchels Kanton Basel um 1750, Karl Martin Tanner, Reihe "bild geschichten bl" Band 8, Verlag Basel-Landschaft, Liestal 2017
- [11] Kunstbauten-Information Kreis 2, Objekte Waldenburgerbahn, BUD BL TBA Kreis 2, 1:10'000, Gruner Böhlinger AG 4437.5000-01C, März 2012
- [12] Naturgefahrenkarte Los 3 Frenke, Technischer Bericht, Teil I (Methodik) und Teil II: Gefahrenbeurteilung, Gemeinden Waldenburg, Oberdorf, Niederdorf, Hölstein, Ramlinsburg, Bubendorf, tur gmbh und B-I-G für Ingenieurgeologie AG, Mai 2011
- [13] Bruchkanten Vordere Frenke, erzeugt auf Basis terrestrischer Vermessung, Naturgefahrenkartierung Basel-Landschaft, Jermann Ingenieure und Geometer AG, Feb./März 2009
- [14] Waldenburgerbahn, Bauwerkspläne/ Objektskizzen Eindolung Nord, Objekt 1.014, ohne Datum, ca. 1980er Jahre.
- [15] Gewährsperson Herr Schori, Werkhof Gemeinde Hölstein

3 Ausgangslage

Im Zuge der Erneuerung der Waldenburgerbahn verlangt das Bundesamt für Verkehr (BAV) Investitionssicherheit für die Bahnanlage betreffend Hochwasserschutz. Im Rahmen der bisherigen Planung wurden überall dort Hochwasserschutzmassnahmen geplant, wo das Gerinne der Frenke durch das Bahnprojekt direkt betroffen ist. Nun soll sichergestellt werden, dass das Bahnprojekt allfälligen späteren Hochwasserschutzmassnahmen oder auch Revitalisierungsmassnahmen nicht im Weg steht.

Das Vorgehen gliedert sich in zwei Phasen. Eine übergeordnete Konzeptphase über das ganze Tal (Wasserbaukonzept Waldenburgertal [4]) sowie Konzeptstudien in den bisher nicht betrachteten jedoch als relevant ermittelten Gebieten. Der vorliegende Bericht bezieht sich auf Phase 2. Darin werden für Hölstein die (hydraulischen) Schwachstellen ermittelt und mögliche Hochwasserschutzmassnahmen abgeleitet werden.

Parallel zu diesem Hochwasserschutzkonzept wurde die Risikoanalyse Hölstein [3] erarbeitet. Die Ergebnisse sind in die Nutzen-Kosten-Analyse eingeflossen. Für eine übergeordnete Beschreibung wird auf das "Wasserbaukonzept Waldenburgertal" [4] verwiesen.

3.1 Charakteristik Vordere Frenke in Hölstein/ Gewässerzustand

Die Vordere Frenke verläuft in Hölstein zunächst in der Talmitte und quert bei km 8+800 an den westlichen Talrand.

Im 18. Jahrhundert waren die Ufer der Frenke in Hölstein noch unbefestigt. Zur Wassernutzung wurde Wasser in einen Gewerbekanal ausgeleitet.



Ansicht von Hölstein um 1750 [10]

Zustand

Heute ist das Profil überwiegend als Rechteckprofil mit beidseitigen Stützmauern ausgebildet. Über eine Länge von ca. 170 m wird das linke Ufer von Felsen/ Steilufer gebildet. Oberhalb vom Steg Hohlensträssli verläuft die Frenkesohle über den anstehenden Fels. Die Umgebung der Vorderen Frenke ist im Projektperimeter vor allem durch die Siedlung und die Infrastruktur (Waldenburgerbahn, Kantonsstrasse) geprägt (s. auch Fotodokumentation im Anhang B).

Die Frenkesohle ist durch mehrere Schwellen gesichert. Das Gefälle beträgt etwa 1.1 %, zwischen den Schwellen liegt es bei 1.0-2.0 %. Die Gerinnebreite beträgt ca. 5-6.5 m, wobei das Minimum mit ca. 4.5 m Breite im Abschnitt oberhalb der Lindenbrücke erreicht wird.

Ökomorphologie

Der Gewässerzustand gilt aus ökomorphologischer Sicht zwischen Postbrücke und Eindolung Nord als künstlich/ naturfremd. Unterhalb der Dole Nord wird der Zustand als stark beeinträchtigt eingeschätzt (s. Anhang C.1).



Frenke-km 8'600: Unter der Lindenbrücke kann etwa ein HQ_{30} ($30 \text{ m}^3/\text{s}$, ohne Freibord) abgeführt werden.

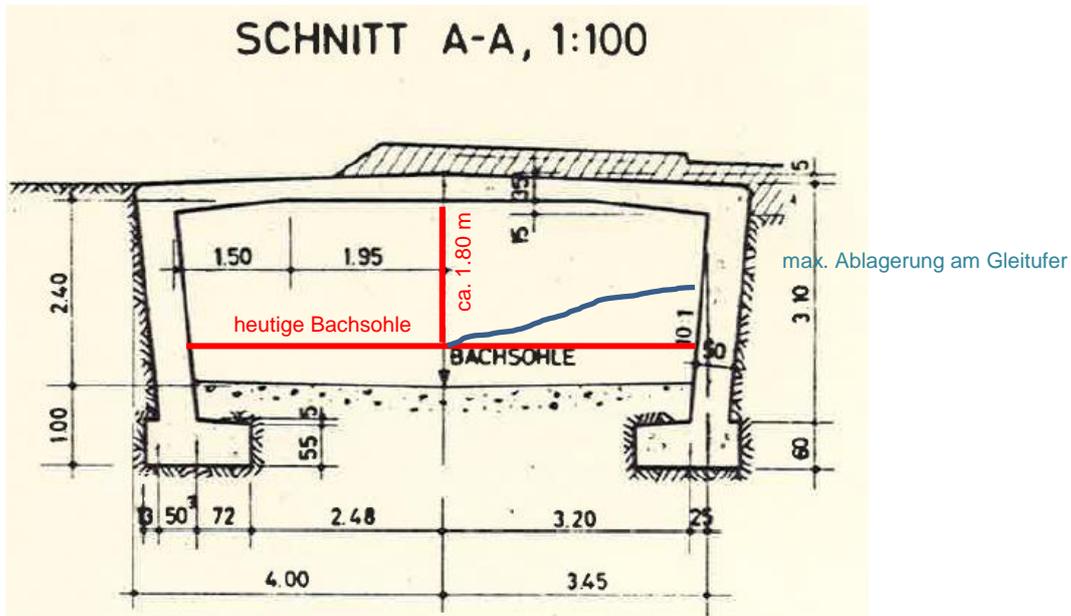
Frenkeausbau 1990er-Jahre

Die Frenke wurde in Hölstein Anfang der 1990er Jahre ausgebaut. Die Planungsunterlagen konnten nicht mehr beschafft werden (angefragt wurden TBA BL, BLT, Gemeinde Hölstein und der Planer Rapp AG). Die Dimensionierungswassermenge HQ_{dim} ist deshalb unbekannt.

Sohlablagerung im Durchlass Nord und Gerinneabschnitt unterhalb

Nach Auskunft der Gemeinde [15] ist kurz nach dem Frenkeausbau die Sohle im Durchlass Nord und im unterhalb gelegenen Gerinneabschnitt aufgrund einiger Hochwasser stark aufgelandet (s. Foto "Abschnitt unterhalb Tiefengrabenstrasse"). Das Geschiebe wurde seit dem Ausbau nicht geräumt (mdl. Auskunft TBA).

Anhand eines Vergleichs der aktuellen Vermessung [5] mit den Bauwerksplänen des Durchlasses Nord [13] ist die Sohle um ca. 40 cm aufgelandet, wobei am Gleithang zusätzliche Ablagerungen zu verzeichnen sind.



Schnitt Durchlass Hölstein Nord (Obj. 1.014, Massstab 1:100 im Original) [14]



Abschnitt unterhalb Brücke Tiefengrabenstrasse. Nach Schilderung von Hr. Schori, Gemeinde Hölstein, konnten Kinder in den 1970er Jahren auf der Ufermauer unterhalb der Stellplatten am linken Ufer ca. 30 cm über dem Frenke-Wasserspiegel balancieren. Heute befindet sich die Mauer auf Höhe des Mittelwasserspiegels.

3.2 Hydrologische Kennwerte

Es gelten folgende hydrologischen Kennwerte an der Vorderen Frenke in Hölstein unterhalb Bennwilerbach (s. Tabelle 1). Die Abflusswerte für ein HQ_{100} der Seitengewässer sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Wiederkehrintervall [Jahre]	Abflussmenge [m ³ /s]
30	30
100	48
300	72

Tabelle 1 Hydrologische Kennwerte der Vorderen Frenke unterhalb Bennwilerbach

3.3 Querungen

Neun Brücken, Stege und Durchlässe queren die Frenke im Projektperimeter. Unter der Brücke Tiefenmattstrasse verlaufen Elektro und Telecom-Leitungen. Die Unterkante (UK) der Werkleitungen ist massgebend für die Kapazität der Brücke. In der Tabelle werden deshalb die UK der Brücke und der Werkleitungen angegeben.

Frenke-km	Bezeichnung Brücke	mittlere Unterkante [mü.M.]	Kapazität [m ³ /s]	Frei- bord bei Q _{max} / HQ ₁₀₀ [m]	Austritt ab
8'756	Brücke Dammstrasse (Gemeinde)	426.79	48 (HQ100)	0.7-0.8	>HQ100
8'744	Postbrücke (Objekt-Nr. 1.016)	426.54	48 (HQ100)	0.7	>HQ100
8'734	BLT-Frenkebrücke (Objekt-Nr. 1.01)	426.59	48 (HQ100)	0.9	>HQ100
8'601-8609	Lindenbrücke (Hauptstr. 36)	423.67	25-30	0*	HQ30
8'535-8540	Gwaagenbrücke (Hauptstr. 28)	423.07	35	0*	>HQ30
8'516	Steg Hauptstr. 26	423.43	48 (HQ100)	0.2-0.3	>HQ100
8'315	Steg Hohlensträssli	421.25	48 (HQ100)	0.2-0.3	>HQ100
8'200- 8'142	Durchlass Nord (Objekt-Nr. 1.014)	418.65 (OW) 418.17 (UW)	30	0*	HQ30
8'133	Brücke Tiefenmattstrasse	418.17 (UK Brücke) 417.95 (UK Werklei- tung)	25	0	<HQ30

Tabelle 2 Brücken und Stege über die Vordere Frenke (*Fließwechsel unter Brücke)

3.4 Seitengewässer

Folgende Seitengewässer münden im Projektperimeter in die Vordere Frenke. Die das Trasse querenden Seitengewässer Gassenbach und Hohlenbächli sind unter dem Trasse und bis zur Mündung in die Frenke eingedolt. Das Hohlenbächli wird bei der Projektierung im Los 3 berücksichtigt.

Frenke-km	Unterquerung BLT	Einmündung		HQ ₁₀₀ [m ³ /s]
		am linken Ufer	am rechten Ufer	
8'490	x		Gassenbach	1.2
8'286	-	Gugenbächli		0.2
8'127	x	Hohlenbächli		0.4
8'012	-		Erlibächli	0.9

Tabelle 3 Seitengewässer der Frenke im Projektperimeter

3.5 Gefahrensituation und Gefahrenkarte

Die Gefährdung geht vor allem von Überschwemmungen der Vorderen Frenke und den Seitengewässern aus. Die Schwachstellen und Überschwemmungsflächen HQ₁₀₀ sind in Anhang A dargestellt. Die Gefahrensituation gemäss Gefahrenkarte ist in Anhang C.3 dargestellt.

Vordere Frenke

In erster Linie geht die Gefährdung von den drei Brücken (die Lindenbrücke, die Gwaagenbrücke, Brücke Tiefenmattstrasse) und dem Durchlass Nord aus, welche zu klein di-

mensioniert sind für HQ_{100} und teilweise für ein HQ_{30} . Zudem ist das Gerinne zu klein dimensioniert, so dass es lokal zu Wasseraustritten kommt.

Seitengewässer

Vom Gassenbach geht erst ab HQ_{300} eine Gefährdung durch Überschwemmung aus. Die Dole des Hohlenbächli ist bereits ab HQ_{30} überlastet und es kommt zu Überschwemmungen.

3.6 Grundwasserschutz

Nördlich von Hölstein liegen die Grundwasserfassungen Helgenweid (Betreiber Wasserversorgung Stadt Liestal) und das Pumpwerk Holdenweid (Wasserversorgung Gemeinde Hölstein). Die Grundwasserfassungen Helgenweid leisten einen wesentlichen Beitrag an die Wasserversorgung der Stadt Liestal.

Die Grundwasserschutzzonen wurden im Jahr 2008 überprüft und die Schutzzone re-dimensioniert. Die provisorischen Schutzzone erstrecken sich neu deutlich weiter nach Süden und umfassen einen Grossteil der Siedlungsflächen von Hölstein. Die Schutzzone 2 reicht bis südlich des Durchlass' Hölstein Nord

Die rechtsgültig ausgeschiedenen und die provisorischen Schutzzone sind in Anhang C.3 dargestellt.

Die Ausscheidung der provisorischen Schutzzone verzögert sich. Dennoch sollten mögliche Hochwasserschutzmassnahmen die provisorischen Schutzzone berücksichtigen.

4 Hydraulische Modellierung

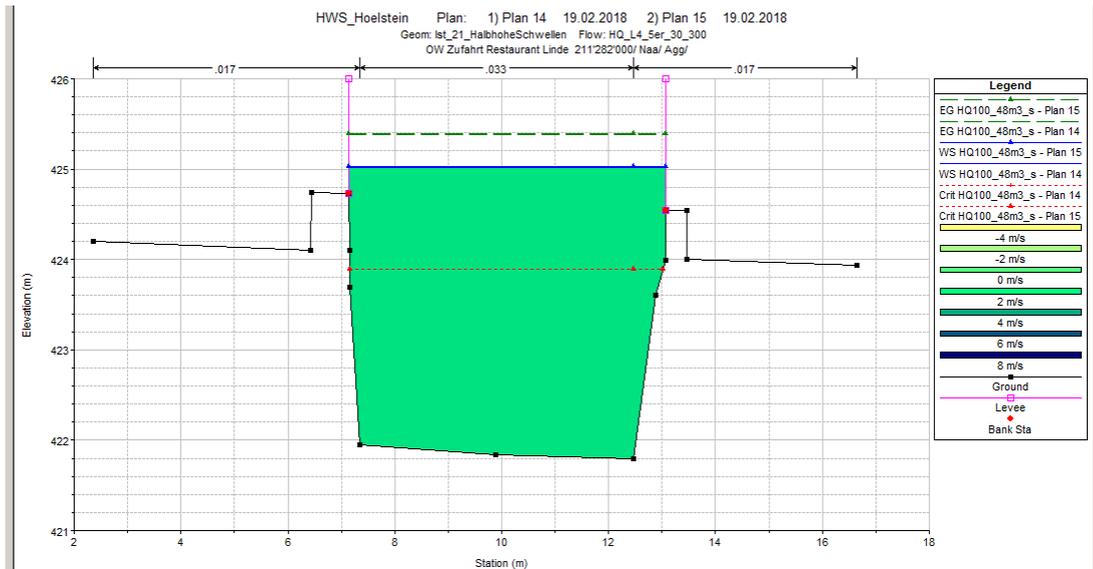
Die Wasserspiegellage wurde anhand des Programms HEC-RAS, Version 5.0.1, ermittelt. Der modellierte Abschnitt ist ca. 860 m lang. Es wurde von stationären Abflussbedingungen ausgegangen. Als untere und obere Randbedingung wurde der Wasserspiegel im Modell mittels Normalabfluss berechnet (Sohlgefälle oberhalb 0.7 %, unterhalb 1%).

Die Reibungsverluste werden mit Hilfe der Formel von Manning-Strickler berücksichtigt. Es wurden folgende Beiwerte angenommen:

Oberfläche	kst-Beiwert [$m^{1/3}/s$]
Ufermauern, glatt, z.T. moosbewachsen (Beton)	55-60
Ufermauern, rau (Naturstein)	40
Sohle	25-30
bewachsene Böschungen	20-25

Tabelle 4 Verwendete kst-Beiwerte

Im Modell wurde das Abflussgeschehen durch Dämme (Levees - pinke Profilbegrenzungen im Bild) begrenzt. Im Modell steht demnach nur der Flussschlauch für den Abfluss zur Verfügung. Auf diese Weise erhält man Ergebnisse, die auf der sicheren Seite liegen.



Modellquerschnitt mit Ufermauern. Die Mauern werden im Modell als nicht überströmbar angenommen (Levee).

Zunächst wurde der Ist-Zustand im Modell abgebildet. Dafür standen aktuelle Vermessungsdaten von 2017/2018 [5] sowie Bruchkanten aus der Naturgefahrenkartierung 2009 [13] zur Verfügung. Für zwei Teilabschnitte lagen bereits hydraulische Modelle vor [7], [8]. Sie wurden in das Gesamtmodell integriert. Die Brücken und Stege wurden in das Modell eingebaut. Darauf aufbauend wurden die Varianten entwickelt.

4.1 Beurteilung Ist-Zustand und Schwachstellen

Der HQ₁₀₀-Abfluss in der Frenke kann folgendermassen charakterisiert werden. Der Wasserspiegel HQ₁₀₀ im Ist-Zustand ist in Anhang E dargestellt.

- Der Abfluss findet im Übergangsbereich vom Schiessen ins Strömen (Froude-Zahl bewegt sich um 1.0). Durch die Fließwechsel kommt es zum Absinken bzw. Ansteigen des Wasserspiegels. Durch Brücken und Schwelleneinbauten wird der Effekt zusätzlich verstärkt.
- Die Kapazität der Brücken ohne Freibord ist in Tabelle 2 aufgeführt. Sie liegt an vier Brücken deutlich unter HQ₁₀₀ (Lindenbrücke, Gwaagenbrücke, Durchlass Nord, Brücke Tiefenmattstrasse).
- Es kommt vor diesen Brücken zum Rückstau. Oberhalb der Lindenbrücke staut sich das Wasser besonders hoch, weil gleichzeitig das Profil nur 4.50 bis 5.0 m breit ist. Unterhalb Lindenbrücke weitet sich das Profil auf ca. 5.75 bis 6.50 m.
- Der Durchlass DL Hölstein Nord und die Brücke Tiefenmattstrasse liegen an einem leichten Gefällsknick und in einer Kurve. Das Gefälle verringert sich von ca. 1.1 auf 0.9 %, weshalb sich Sohlagerungen im Durchlass und unter der Brücke gebildet haben. Dies schränkt die Kapazität zusätzlich ein.
- Die Brücke Tiefenmattstrasse verfügt - aufgrund ihrer tiefer liegenden Brückenunterkante und in den Querschnitt eingebauten Werkleitungen - über eine geringere Abflusskapazität als der DL Hölstein Nord. Dies führt zu Rückstau bis in den DL Hölstein Nord, welcher die Kapazität des DL reduziert.

- Die drei Brücken am oberen Projektperimeterende (Postbrücke, WB-Brücke, Gemeindebrücke Dammstrasse) sind ausreichend gross dimensioniert für ein HQ₁₀₀. Es sind keine Massnahmen nötig.

Kritische Bereiche sind:

- Durchlass Hölstein Nord/ Brücke Tiefenmattstrasse
- Lindenbrücke und der Gerinneabschnitt oberhalb
- Gerinne oberhalb Steg Hohlensträssli

4.2 Variantenuntersuchung

Es wurde untersucht, welche Massnahmen nötig sind, um ein HQ₁₀₀ schadlos abführen zu können. Zudem wurden gestaffelte Schutzziele (s. Kap. 5) und die dafür nötigen Massnahmen überprüft.

Es wurden folgende Varianten und Massnahmenkombinationen untersucht:

- Sohlabsenkung
- Gerinneverbreiterung
- Kombivarianten Sohlabsenkung + Verbreiterung
- Ufererhöhung
- Anhebung Brücken
- Schwellen absenken
- Druckbrücke
- Entlastungskorridor oberhalb DL Nord über die Kantonsstrasse
- Entlastungskanal

5 Dimensionierungsgrössen/ Schutzziel

Innerhalb des Siedlungsgebietes gilt generell das **Schutzziel HQ₁₀₀ (48 m³/s)**. Es soll ein Freibord von 50 cm zum Ufer und bei Brückenneubauten ein Freibord von 1 m eingehalten werden. Bei bestehenden Brücken kann in Absprache mit dem TBA BL ein kleineres Freibord von einigen Dezimetern festgelegt werden. Anderenfalls muss die Brücke neu gebaut werden.

Die Variantenuntersuchung zeigte, dass der Schutz vor einem HQ₁₀₀ nur mit umfangreichen, teuren Massnahmen - Sohlabsenkung sowie einem Neubau von Ufermauern und Brücken - zu erreichen ist. Es wurde deshalb geprüft, welcher Schutz mit einem reduzierten Massnahmenpaket erzielt werden kann und welches Nutzen/Kosten-Verhältnis resultiert. Dazu wurden gestaffelte Schutzziele abgeleitet:

- HQ₃₀
- HQ₁₀₀ ohne Freibord
- HQ₁₀₀-Vollausbau, d.h. mit Freibord

Die zugehörigen Varianten sind im Kapitel 6, Massnahmen beschrieben.

6 Massnahmen

Die Massnahmen zu den drei Varianten und die jeweiligen Auswirkungen auf den Wasserspiegel (Vergleich Ist-Zustand und Wasserspiegel der Variante) sind in den Anhängen D und E dargestellt. Die Varianten HQ₃₀ und HQ₁₀₀ ohne Freibord können unter Beibehaltung der bestehenden Ufermauer umgesetzt werden.

In Anhang F wird für den Ist-Zustand und die drei Varianten das Freibord unter den Brücken angegeben.

6.1 Massnahmen HQ₃₀

Um einen Schutz vor einem HQ₃₀ zu erzielen, werden Massnahmen in den drei kritischen Bereichen ergriffen.

6.1.1 Massnahmen

Lindenbrücke und Gwaagenbrücke

Die Schwellen und Einbauten oberhalb von Lindenbrücke und Gwaagenbrücke müssen entfernt werden. Dadurch sinkt der Wasserspiegel oberhalb der Brücken deutlich.

Die Einlaufbereiche beider Brücken sind für Hochwasserabflüsse zu optimieren (Verkläusungsanfälligkeit reduzieren).

Gerinne oberhalb Steg Hohlensträssli

Die rechte Ufermauer wird auf einer Länge von 130 m um 20-40 cm erhöht.

Durchlass Hölstein Nord / Brücke Tiefenmattstrasse:

Die Ablagerungen im Durchlass Nord, unter der Brücke Tiefenmattstrasse und in der Sohle werden auf einer Länge von 180 m entfernt. Zudem werden zwei Sohlschwellen oberhalb und eine Schwelle unterhalb des Durchlass' Nord entfernt. Die Massnahme muss über den Perimeter hinausreichen, damit sie im Perimeter wirken kann.

Es ist aufgrund des Gefällsknicks und der Lage in einer Kurve mit wiederholten Ablagerungen zu rechnen, weshalb ein regelmässiger Unterhalt vorzusehen ist.

Die vorhandenen Werkleitungen (Elektro und Telecom) unter der Brücke Tiefenmattstrasse müssen aus dem Abflussquerschnitt verlegt werden, z.B. an die Unterwasserseite der Brücke.

Der Einlaufbereich des Durchlass' Nord ist für Hochwasserabflüsse zu optimieren (Verkläusungsanfälligkeit reduzieren).

6.1.2 Auswirkungen

In Variante HQ₃₀ wird zum Ufer über die ganze Länge ein Freibord von 50 cm eingehalten.

Unter drei der vier kritischen Brücken (Gwaagenbrücke, Durchlass Nord und Brücke Tiefenmattstrasse) wird ein Freibord zwischen 30 cm und 60 cm erreicht (s. Anhang F). An der Lindenbrücke beträgt das Freibord nur ca. 0-10 cm, jedoch liegt die OK Mauer höher als die Energielinie. An den übrigen Brücken beträgt das Freibord 0.7-1.5 m.

6.2 Massnahmen HQ₁₀₀ ohne Freibord

Werden die HQ₃₀-Massnahmen um die u.g. zusätzlichen Massnahmen ergänzt, kann ein Schutz vor einem HQ₁₀₀ ohne Freibord gewährleistet werden.

6.2.1 Massnahmen

Lindenbrücke

Die Lindenbrücke ragt weit in den Hochwasserabflussquerschnitt hinein. Dadurch kommt es - auch nach Umsetzung der HQ₃₀-Massnahmen - zum Rückstau und Wasseraustritt oberhalb Lindenbrücke.

Wird die Lindenbrücke abgebrochen (Zufahrt), sinkt der Wasserspiegel deutlich und es kann ein Freibord von ca. 30 cm zur bestehenden Ufermauer eingehalten werden.

Die Zufahrt zum Restaurant Linde kann ersatzweise über die Gwaagenbrücke erfolgen. Es ist somit kein Brückenneubau erforderlich.

Abschnitt Bahnhof Hölstein bis Durchlass Nord

Für die HQ₃₀-Massnahmen ist eine ca. 130 m lange Ufererhöhung am rechten Ufer vorgesehen. Soll gegen ein HQ₁₀₀ ohne Freibord geschützt werden, muss das Ufer auf einer Länge von 220 m (anstatt 130 m) um 30-70 cm erhöht werden.

Mit der Ufermauer staut vor dem Durchlass Nord bei HQ₁₀₀ das Wasser zurück und fliesst im Durchlass unter Druck ab.

Brücke Tiefenmattstrasse

In Variante HQ₃₀ werden die Werkleitungen aus dem Brückenquerschnitt verlegt. Für Variante HQ₁₀₀ ohne Freibord wurde überprüft, ob durch den Abbruch der Brücke Tiefenmattstrasse der Wasserspiegel im Durchlass Nord massgeblich gesenkt werden kann.

Bei HQ₁₀₀ ergibt sich jedoch nur eine Absenkung von ca. 10 cm. Der "Höherstau" vor dem DL Nord kann durch eine entsprechend höhere Ufermauer aufgefangen werden und die Brücke wird erhalten.

6.2.2 Auswirkungen

Die Engstelle an der Lindenbrücke wird durch den Abbruch der Brücke entschärft. An drei weiteren Brücken (Gwaagenbrücke, DL Nord und Brücke Tiefenmattstrasse) findet bei HQ₁₀₀ der Abfluss unter Druck statt. Da die Ufer entsprechend hoch sind bzw. erhöht werden, bleibt das Wasser im Gerinne. Das Freibord beträgt über die ganze Länge 50 cm und wird durch abschnittsweise Ufererhöhung sichergestellt.

6.3 Massnahmen HQ₁₀₀ (Vollausbau)

6.3.1 Massnahmen

Der Hochwasserschutz gegen ein HQ₁₀₀ kann nicht durch "einfache" Massnahmen erreicht werden, sondern die Vordere Frenke muss über eine Länge von ca. 750 m voll ausgebaut werden. Damit sind folgende Massnahmen verbunden:

- Zentrale Massnahme ist die Sohlabsenkung um ca. 0.8 m über eine Länge von ca. 610 m. Zum Teil verläuft die Frenke über Fels.
- Eine Sohlabsenkung erfordert eine Unterfangung oder Neubau der bestehenden Ufermauern über die gesamte Länge. Nur ca. 100 m oberhalb des Durchlass' Nord können einseitig als Böschung ausgebildet werden.
- Fünf Brücken und Stege (Lindenbrücke, Gwaagenbrücke, Brücke Tiefenmattstrasse, Stege Hohlensträssli und Hauptstr. 26) müssen abgebrochen werden. Anstelle der Lindenbrücke und der Gwaagenbrücke würde eine neue Brücke - etwa auf halber Strecke zwischen den Brücken - errichtet. Die neuen Brücken müssen über ein Freibord von 1 m verfügen. Es ist zu prüfen, ob die Brücke Tiefenmattstrasse durch eine Velo- und Fussgängerbrücke ersetzt werden kann.
- Das Gerinneprofil oberhalb Lindenbrücke ist teilweise nur 4.50 m breit. Ein ca. 70 m langer Abschnitt wird am linken Ufer (Parkplatz Linde) auf 5.50 m aufgeweitet.
- Der Durchlass Nord kann erhalten werden. Der Einlaufbereich sollte gegen Verklauung optimiert werden. Ein regelmässiger Unterhalt mit Geschiebeentnahme im Durchlass bildet die Voraussetzung für den Erhalt der HQ₁₀₀ -Kapazität.
- Am Steg Hohlensträssli muss das Brückenprofil aufgeweitet werden (noch nicht in hydraulischer Modellierung berücksichtigt).
- Nicht berücksichtigt wurde die Lage der Frenke unterhalb Durchlass Nord in der provisorischen Grundwasserschutzzone S2. Allenfalls werden im Rahmen der weiteren Projektierung Anforderungen gestellt, die die Kosten und die zulässigen Massnahmen beeinflussen.

6.3.2 Auswirkungen

Durch den Vollausbau der Vorderen Frenke gemäss Variante HQ₁₀₀ kann im Perimeter der Schutz vor einem HQ₁₀₀ gewährleistet werden. Zum Ufer muss ein Freibord von 50 cm Freibord und 1 m unter neuen Brücken eingehalten werden. Der Durchlass Nord kann erhalten werden. Im Einlaufbereich besteht ein theoretisches Freibord von ca. 1 m. Im Durchlass kommt es allerdings zum Fließwechsel und das Freibord reduziert sich gegen Null.

6.4 Überlastfall

Der Überlastfall ist abhängig vom gewählten Schutzziel und wird für die Varianten folgendermassen definiert (s. Tabelle 5):

Tabelle 5 Definition Überlastfall in den Varianten

Variante	Überlastfall	Bemerkung
Schutzziel HQ ₃₀	Abfluss > HQ ₃₀	
Schutzziel HQ ₁₀₀ ohne Freibord	Abfluss > HQ ₁₀₀	
Vollausbau auf HQ ₁₀₀	Abfluss > HQ ₃₀₀	Es wird angenommen, dass die Massnahmen zum Schutz vor einem HQ ₁₀₀ - durch Ausnutzung des Freibords - grundsätzlich auch bei HQ ₃₀₀ funktionieren.

In Hölstein gilt für alle Varianten: Wasser, welches über das rechte Ufer austritt, gelangt unterhalb der Brücke Tiefenmattstrasse wieder in die Frenke. Am linken Ufer austretendes Wasser (Abschnitt Lindenbrücke bis Gwaagenbrücke) gelangt aufgrund der bestehenden Ufermauern nur teilweise wieder in die Frenke. Der Rest muss abgepumpt werden.

Bei einem Vollausbau muss der Überlastfall am linken Ufer auf Projektstufe behandelt werden.

7 Kosten und Nutzen-Kosten-Analyse

7.1 Kosten

Die Kosten für den Hochwasserschutz in Hölstein sind in Tabelle 7 und im Anhang G.1 zusammengestellt.

Variante HQ₃₀ erfordert 0.5 Mio Fr. und Variante HQ₁₀₀ ohne Freibord 0.7 Mio Fr. an Aufwendungen. Für einen Vollausbau gemäss Variante HQ₁₀₀ der Vorderen Frenke müssen ca. 18 Mio Fr. aufgewendet werden. Die Kosten beinhalten Honorare, Reserve und die MwSt. Nicht enthalten ist der Landerwerb.

Tabelle 6 Kosten (gerundet) für Hochwasserschutz Hölstein in den Varianten

	Variante		
	HQ30	HQ100 ohne Freibord	HQ100 (Vollausbau)
	[Fr.]	[Fr.]	[Fr.]
Total Baukosten	394'800	546'800	14'169'000
Honorar	59'000	82'000	1'417'000
Reserve	39'000	55'000	1'417'000
Kosten Total	494'000	683'000	17'003'000
MwSt. 7.7 %	38'000	53'000	1'309'000
Kosten Total inkl. MwSt.	532'000	736'000	18'312'000

7.2 Nutzen-Kosten-Analyse

Es wurde beurteilt, ob die vorgeschlagenen Varianten wirtschaftlich sind. Dabei wird der Nutzen einer Hochwasserschutzmassnahme (verhinderte Schäden) den (Investitions-) Kosten gegenübergestellt. Die folgende Nutzen-Kosten-Betrachtung stützt auf der Risikoanalyse ab ([3], s. Auszug in Anhang H). Das Nutzen/Kosten-Verhältnis wurde anhand des Programms EconoMe Light neu ermittelt. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle und in Anhang G.2 aufgeführt. Die Herleitung ist im separaten Bericht "Risikoanalyse" [3] dokumentiert.

Variante HQ₃₀ erfordert 0.5 Mio Fr. und Variante HQ₁₀₀ ohne Freibord 0.7 Mio Fr. an Aufwendungen. Diesen Kosten stehen maximal 6 Mio Fr. (Var. HQ₃₀) bzw. 7.5 Mio Fr. (Var. HQ₁₀₀ ohne Freibord) gegenüber, die wirtschaftlich investiert werden könnten. Beide Varianten sind mit einem Nutzen/Kosten-Verhältnis zwischen 7 und 8 sehr wirtschaftlich.

Ein Vollausbau der Frenke (Variante HQ₁₀₀) kostet ca. 18.3 Mio Fr. Um wirtschaftlich zu sein, dürfen die Massnahmen jedoch nicht mehr als 7.5 Mio Fr. kosten. Der Nutzen-Kosten-Faktor beträgt nur 0.42. Der Vollausbau ist demnach nicht wirtschaftlich.

Wir gehen davon aus, dass der Durchlass Nord erhalten bleibt. Würde dieser ersetzt, verschlechterte sich das Nutzen/Kosten-Verhältnis weiter.

Tabelle 7 Kosten und Beurteilung der Wirtschaftlichkeit

	Variante		
	HQ30	HQ100 ohne Freibord	HQ100 (Vollausbau)
	[Mio Fr]	[Mio Fr]	[Mio Fr]
Kosten Total, gerundet	0.5	0.7	18.3
max. wirtschaftliche Investition	6	7.5	7.5
Nutzen/Kosten-Verhältnis	8	7-8	0.42
Beurteilung Wirtschaftlichkeit der Massnahmen	wirtschaftlich	wirtschaftlich	nicht wirtschaftlich

8 Verbleibende Gefahren und Risiken

Für die Varianten HQ₃₀ und HQ₁₀₀ ohne Freibord kommt es ab einem HQ₃₀ resp. HQ₁₀₀ zu Wasseraustritten. Im Überlastfall gelangt das Wasser unterhalb der Brücke Tiefenmattstrasse in das Gerinne zurück. Analoges gilt für den Vollausbau etwa ab einem HQ₃₀₀.

9 Fazit

9.1.1 Schlussfolgerungen

Auf Grundlage des vorliegenden Hochwasserschutzkonzepts und der Risikoanalyse [3] konnte gezeigt werden, dass ein Vollausbau der Vorderen Frenke mit Hochwasserschutz vor einem HQ₁₀₀ nicht wirtschaftlich umgesetzt werden kann.

Eine Verbesserung der Gefährdungssituation kann mit technisch relativ einfachen Massnahmen umgesetzt werden. Dies gilt für Variante HQ₃₀ und Variante HQ₁₀₀ ohne Freibord.

Zeitnah sollte mit den Risikoträgern (BLT, Gemeinde Hölstein, Kanton, ggf. Privaten) eine Diskussion darüber geführt werden, welches Schutzziel angestrebt wird. Die verbleibenden Risiken müssen klar verdeutlicht werden. Ein allfälliger Abbruch der Lindenbrücke, wie in Variante HQ₁₀₀ ohne Freibord vorgesehen, sollte mit der Gemeinde besprochen werden.

Je nach gewählter Variante ist eine gewisse Abhängigkeit der Hochwasserschutzmassnahmen von den Massnahmen der BLT zu beachten. Namentlich sind das die Ufererhöhungen sowie der Abbruch der Lindenbrücke. Sollen diese Massnahmen umgesetzt werden, erfolgt dies mit Vorteil im Rahmen der Erneuerung der Waldenburgerbahn.

9.1.2 Empfehlung

Aus wirtschaftlichen Gründen sowie aus Gründen der Umsetzbarkeit innerhalb des Terminplans empfehlen wir die Variante HQ₃₀. Aufgrund der geringen Mehrkosten empfehlen wir der BLT auch Massnahmen zur Ufererhöhung gemäss Variante HQ₁₀₀ ohne Freibord umzusetzen. Die Engstelle mit der Lindenbrücke würde - wenn auch optimiert - so bestehen bleiben.

9.1.3 Entscheid

In Abstimmung mit der Gemeinde Hölstein [1], [2] und dem Tiefbauamt Basel-Landschaft hat die BLT im Oktober 2018 entschieden, dass im Rahmen der Erneuerung der Waldenburgerbahn auf einen HQ₁₀₀-Vollausbau verzichtet wird. BLT und Gemeinde stimmen überein, dass Massnahmen gegen ein HQ₁₀₀ ohne Freibord ergriffen werden sollen, soweit sie in der Kompetenz der BLT liegen. Der Entscheid über den Umgang mit der Lindenbrücke obliegt der Gemeinde und kann unabhängig vom Bahnprojekt umgesetzt werden.

Die Investitionssicherheit für die Bahnanlage ist gegeben, denn die Baumassnahmen im Los 4 sind abgestimmt auf einen allfälligen späteren Vollausbau der Vorderen Frenke.

Gruner Böhlinger AG

Michael Aggeler
Abteilungsleiter Wasser

Antje Naujoks
Projektleiterin

Anhang A Übersichtsplan

Anhang B Fotodokumentation

Fotodokumentation

Anhang B



Einlauf Brücke Damm-
strasse
(Blick in Fließrichtung)



Die Frenke unterquert
die Brücke Damm-
strasse, die Postbrücke
(Nr. 1.016, Kantons-
strasse) und die WB-
Brücke (Nr. 1.01)
Blick in Fließrichtung



Gerinneabschnitt unterhalb WB-Brücke und Postbrücke
(Blick in Fließrichtung)



Gerinneabschnitt in Höhe Parkplatz des Restaurant Linde
(Blick gegen die Fließrichtung)



Lindenbrücke beim
Restaurant Linde
(Blick in Fliessrichtung)



Unterwasserseite der
Lindenbrücke
(Blick gegen die Fliess-
richtung)



Gerinneabschnitt oberhalb Gwaagenbrücke, im Hintergrund erkennbar die Lindenbrücke (Blick gegen die Fließrichtung)



Unterwasserseite der Gwaagenbrücke (Blick bachaufwärts)



Fussgängersteg
Hauptstrasse 26 von
der Gwaagenbrücke
aus gesehen
(Blick in Fliessrichtung)



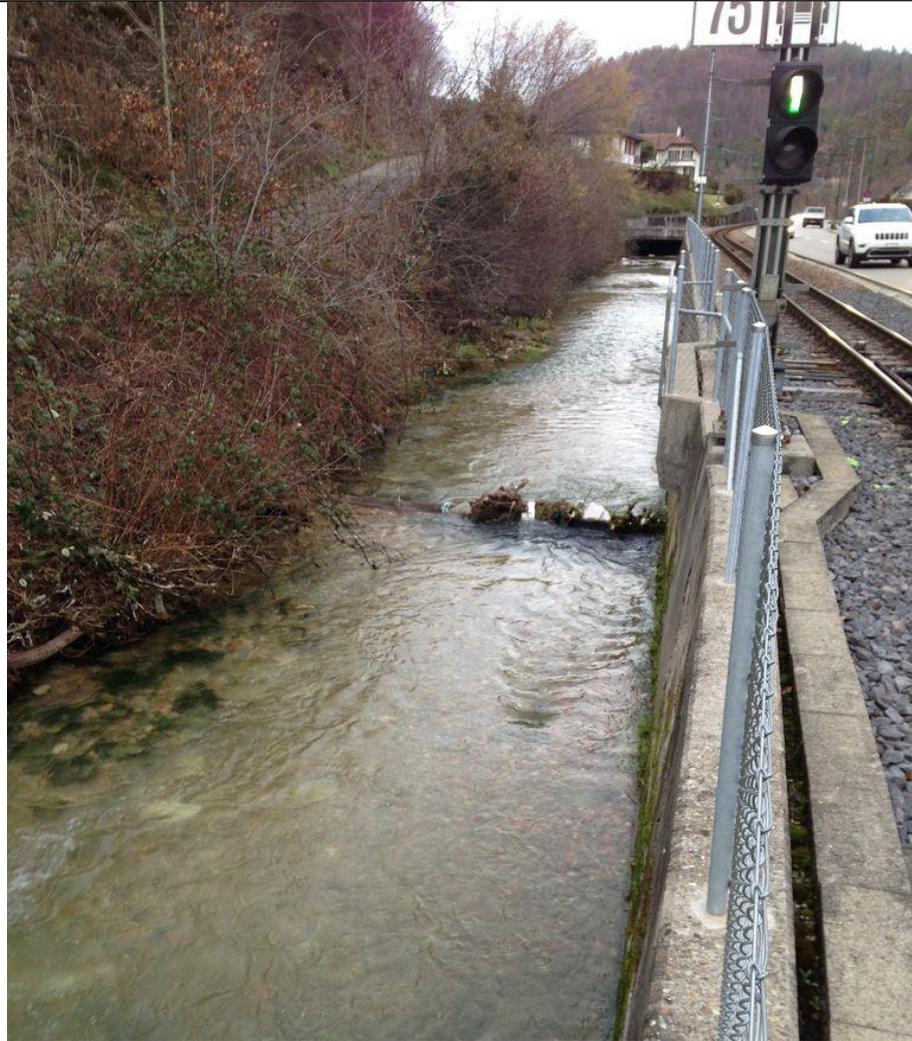
Gerinneabschnitt hinter
den Häusern Haupt-
strasse 24-20, im Vor-
dergrund ist die ge-
pflasterte Gewässer-
sohle unterhalb Steg
Hauptstr. 26 erkennbar
(Blick in Fliessrichtung)



Gerinneabschnitt hinter
den Häusern Haupt-
strasse 22a-18.
(Blick in Fliessrichtung)



Fussgängersteg Hoh-
lensträssli unterhalb
der WB-Haltestelle
(Blick in Fliessrichtung)



Flussabschnitt zwischen Fussgängerbrücke und Einlauf, mit eingebauten Holzschwelen in der Flussmitte.



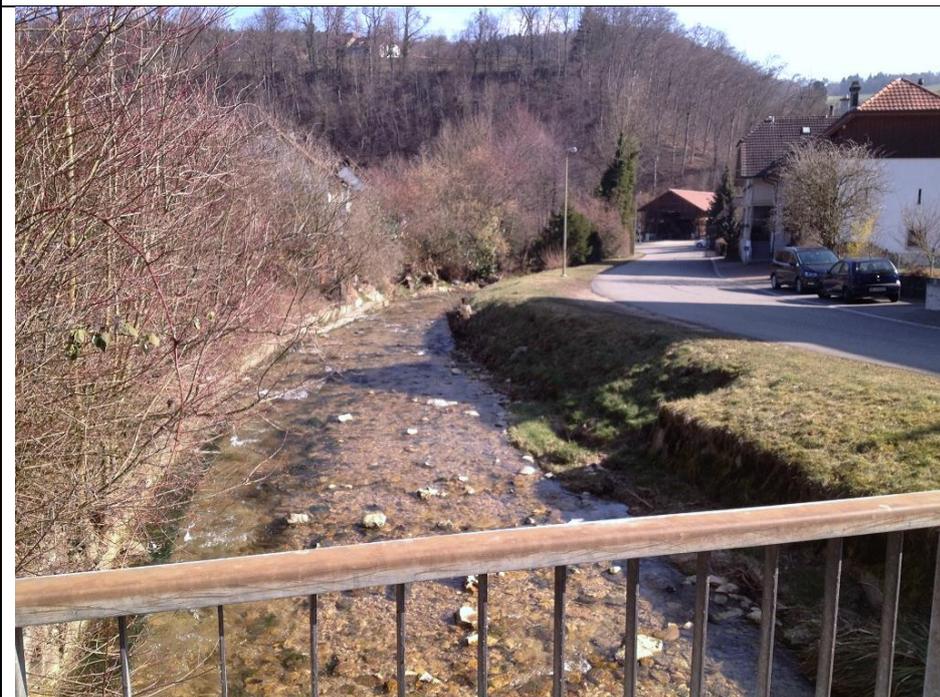
Einlauf Eindolung Nord
(Blick in Fließrichtung)

Quelle: Gefahrenkarte Hölstein, Fotodokumentation Schwachstellen, tur gmbh / Herzog Ing. / 12.05.2009

	<p>Auslauf (Blick gegen die Fliessrichtung)</p>
	<p>Blick in den Durchlass (gegen die Fliessrichtung)</p>
	<p>Ablagerungen im Durchlass am Gleitufer, verbleibende Höhe 0.8 m (Blick gegen die Fliessrichtung)</p>



Brücke Tiefenmatt-
strasse unterhalb
Durchlass Hölstein
Nord
(Blick gegen die Fliess-
richtung)



Gerinneabschnitt un-
terhalb Brücke Tiefen-
mattstrasse
(Blick bachabwärts)

Quelle (Sofern nicht anders angegeben):
Gruner Böhlinger AG, 14.07.2017 und Januar 2018

Anhang C Ausgangssituation

C.1 Zonenplan

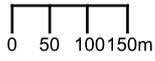
C.2 Gewässerzustand/ Ökomorphologie

C.3 Bestehende und provisorische Grundwasserschutzzonen

C.4 Gefahrenkarte Wasser



Massstab 1: 10'000



Nutzungsplan (nur Grundnutzung)

Auszug aus dem Geoinformationssystem Basel-Landschaft

© Kantonale Verwaltung Basel-Landschaft

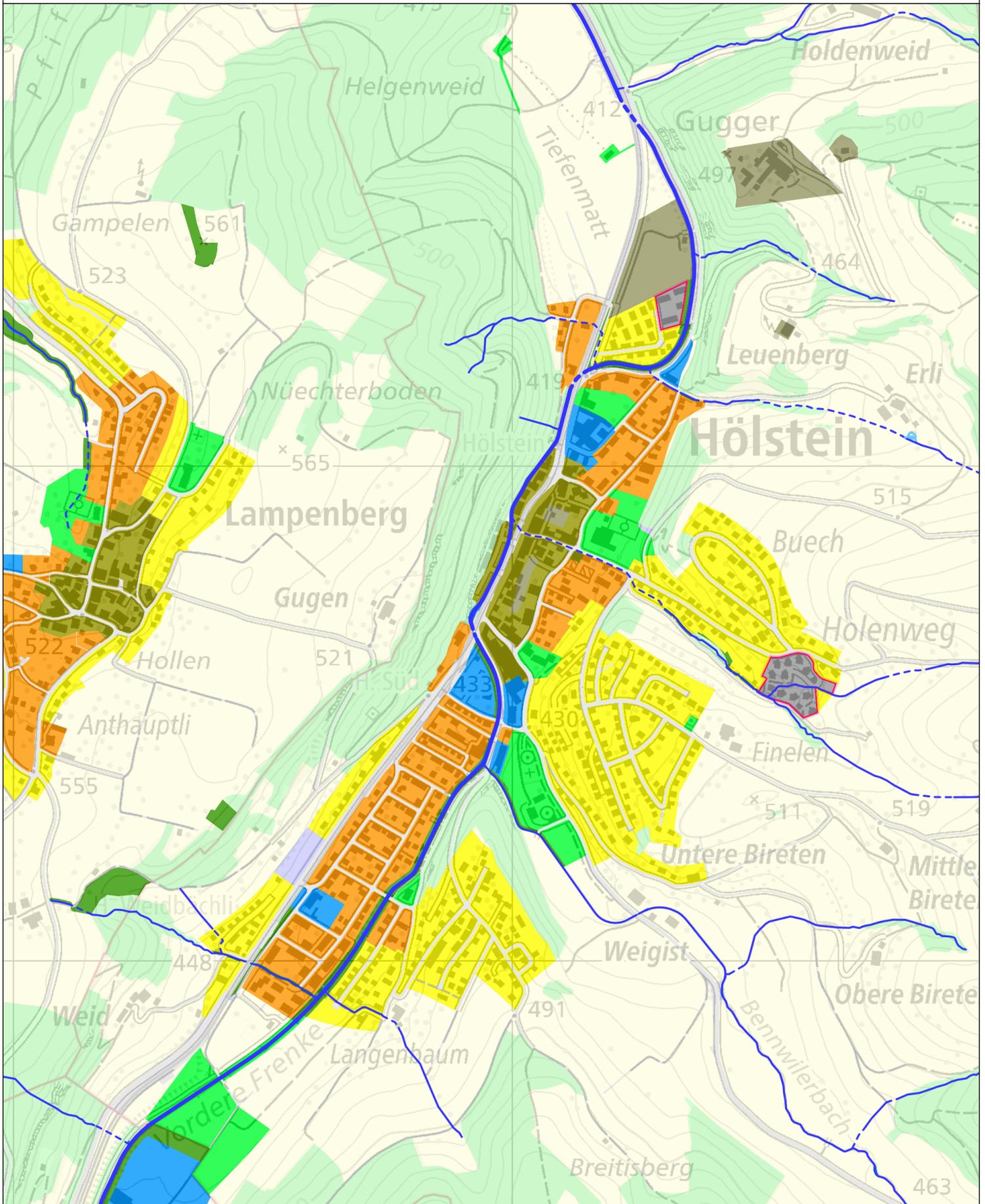
PK, SWISSIMAGE, Geolog. Atlas/Spezialkarten: Quelle swisstopo

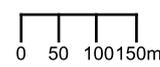
**BASEL
LANDSCHAFT**

VOLKSWIRTSCHAFTS- UND GESUNDHEITSDIREKTION
AMT FÜR GEOINFORMATION

Liestal, 13.02.2018 16:14 Uhr

Die aus dem Geoinformationssystem publizierten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können deshalb keine rechtlichen Ansprüche irgendwelcher Art abgeleitet werden. Auskunft erteilt die GIS-Fachstelle, Tel. 061 552 52 13.



	<p>Massstab 1: 10'000</p> 	<p>Nutzungsplan (nur Grundnutzung)</p> <p>Auszug aus dem Geoinformationssystem Basel-Landschaft</p> <p>© Kantonale Verwaltung Basel-Landschaft PK, SWISSIMAGE, Geolog. Atlas/Spezialkarten: Quelle swisstopo</p>	<p>BASEL LANDSCHAFT</p> <p>VOLKSWIRTSCHAFTS- UND GESUNDHEITSDIREKTION AMT FÜR GEOINFORMATION</p> <p>Liestal, 13.02.2018 16:14 Uhr</p>
<p>Die aus dem Geoinformationssystem publizierten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können deshalb keine rechtlichen Ansprüche irgendwelcher Art abgeleitet werden. Auskunft erteilt die GIS-Fachstelle, Tel. 061 552 52 13.</p>			

Gewässernetz

-  Hauptgewässer, Bachlauf offen
-  Hauptgewässer, Bachlauf eingedolt
-  Hauptgewässer, Bachlauf unter Brücke
-  Hauptgewässer, Weiherabfluss offen
-  Hauptgewässer, Weiherabfluss eingedolt
-  Hauptgewässer, Weiherdurchfluss
-  Hauptgewässer, Weiherverbindung offen
-  Hauptgewässer, Weiherverbindung eingedolt
-  Hauptgewässer, Weiherzufluss offen
-  Hauptgewässer, Weiherzufluss eingedolt
-  Hauptgewässer, Bachlauf in See
-  Nebengewässer A, Bachlauf offen
-  Nebengewässer A, Bachlauf eingedolt
-  Nebengewässer A, Bachlauf unter Brücke
-  Nebengewässer A, Bachlauf vermutete Verbindung
-  Nebengewässer A, Weiherabfluss offen
-  Nebengewässer A, Weiherabfluss eingedolt
-  Nebengewässer A, Weiherdurchfluss
-  Nebengewässer A, Weiherverbindung offen
-  Nebengewässer A, Weiherverbindung eingedolt
-  Nebengewässer A, Weiherzufluss offen
-  Nebengewässer A, Weiherzufluss eingedolt
-  Nebengewässer A, Bachlauf in See
-  Nebengewässer B, Bachlauf offen
-  Nebengewässer B, Bachlauf eingedolt
-  Nebengewässer B, Bachlauf unter Brücke
-  Nebengewässer B, Regenwasserableitung offen
-  Nebengewässer B, Regenwasserableitung eingedolt
-  Nebengewässer B, Weiherabfluss offen
-  Nebengewässer B, Weiherabfluss eingedolt
-  Nebengewässer B, Weiherdurchfluss
-  Nebengewässer B, Weiherverbindung offen
-  Nebengewässer B, Weiherverbindung eingedolt
-  Nebengewässer B, Weiherzufluss offen
-  Nebengewässer B, Weiherzufluss eingedolt
-  Nebengewässer B, Bachlauf in See
-  Weiheranlagen, Bachlauf eingedolt
-  Weiheranlagen, Weiherabfluss offen
-  Weiheranlagen, Weiherabfluss eingedolt
-  Weiheranlagen, Weiherdurchfluss
-  Weiheranlagen, Weiherverbindung offen
-  Weiheranlagen, Weiherverbindung eingedolt
-  Weiheranlagen, Weiherzufluss offen
-  Weiheranlagen, Weiherzufluss eingedolt
-  Weiheranlagen, Bachlauf offen
-  Weiheranlagen, Inselufer
-  Weiheranlagen, Seeufer

-  Gewässer
-  Wald
-  Strasse innerhalb ZPS
-  Strasse ausserhalb ZPS
-  Bahn
-  Wohnzone
-  Wohn- und Geschäftszone
-  Kern-/Zentrumszone
-  Gewerbezone
-  Industriezone
-  Zone für öffentliche Werke und Anlagen
-  Zone für Sport- und Freizeitanlagen
-  Landwirtschaftszone
-  Grün- und Schutzzone
-  Spezialzone
-  Zone ohne festgelegten Nutzung
-  Perimeter Tiefbau
-  Perimeter Tiefbau

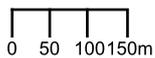
Grundnutzung kommunal

-  Gewässer
-  Wald
-  Strasse innerhalb ZPS
-  Strasse ausserhalb ZPS
-  Bahn
-  Wohnzone
-  Wohn- und Geschäftszone
-  Kern-/Zentrumszone
-  Gewerbezone
-  Industriezone
-  Zone für öffentliche Werke und Anlagen
-  Zone für Sport- und Freizeitanlagen
-  Landwirtschaftszone
-  Grün- und Schutzzone
-  Spezialzone
-  Zone ohne festgelegten Nutzung
-  Sondernutzungsplan
-  Sondernutzungsplan

Grundnutzung kantonal



Massstab 1: 10'000



Ökomorphologie Gesamtbewertung

Auszug aus dem Geoinformationssystem Basel-Landschaft

© Kantonale Verwaltung Basel-Landschaft

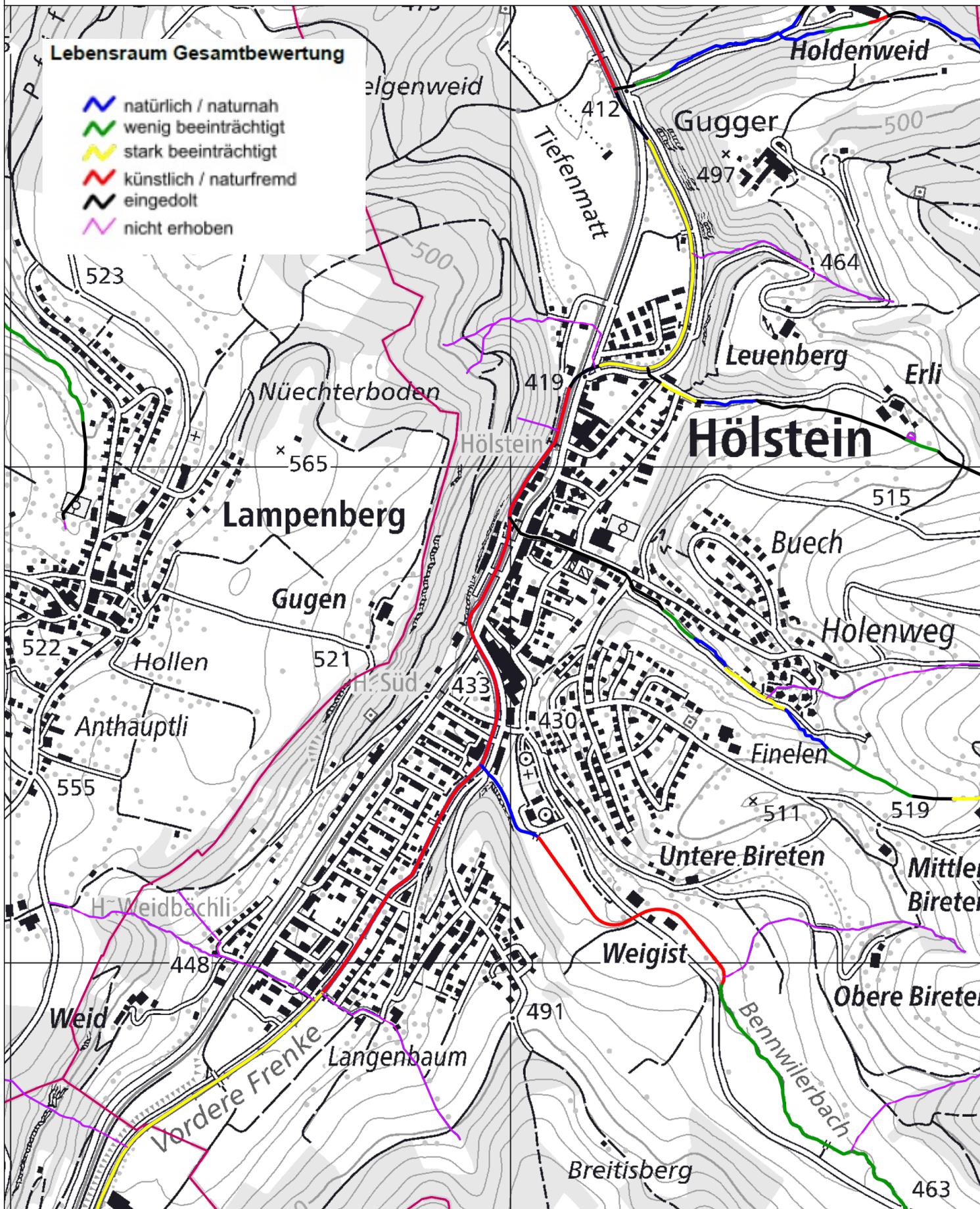
PK, SWISSIMAGE, Geolog. Atlas/Spezialkarten: Quelle swisstopo

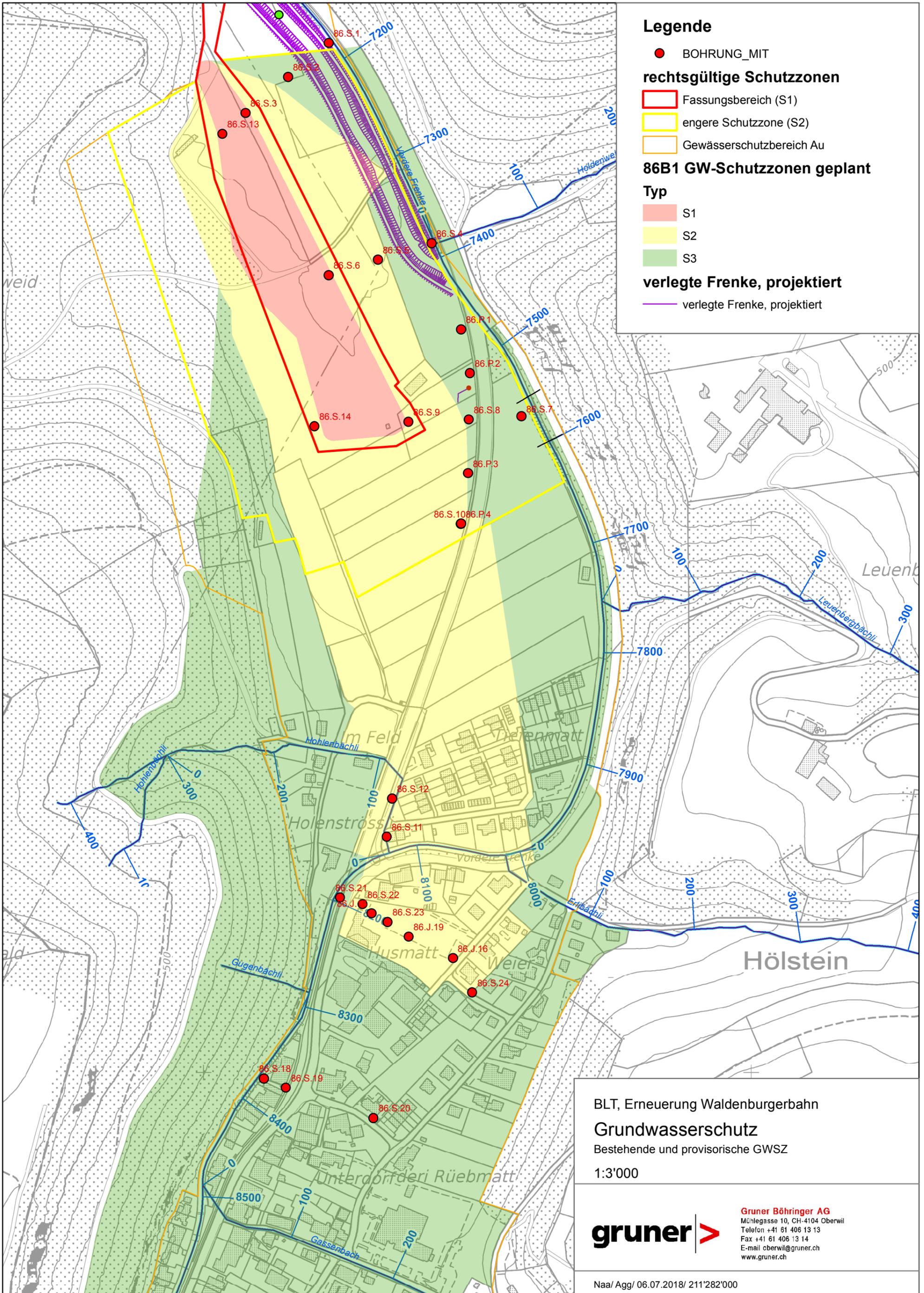
BASEL
LANDSCHAFT

VOLKSWIRTSCHAFTS- UND GESUNDHEITSDIREKTION
AMT FÜR GEOINFORMATION

Liestal, 13.02.2018 14:45 Uhr

Die aus dem Geoinformationssystem publizierten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können deshalb keine rechtlichen Ansprüche irgendwelcher Art abgeleitet werden. Auskunft erteilt die GIS-Fachstelle, Tel. 061 552 52 13.





Legende

- BOHRUNG_MIT
- rechtsgültige Schutzzonen**
- ▭ Fassungsbereich (S1)
- ▭ engere Schutzzone (S2)
- ▭ Gewässerschutzbereich Au
- 86B1 GW-Schutzzonen geplant**
- Typ**
- ▭ S1
- ▭ S2
- ▭ S3
- verlegte Frenke, projektiert**
- verlegte Frenke, projektiert

BLT, Erneuerung Waldenburgerbahn

Grundwasserschutz

Bestehende und provisorische GWSZ

1:3'000

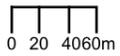


Gruner Böhlinger AG
 Mühlegasse 10, CH-4104 Oberwil
 Telefon +41 61 406 13 13
 Fax +41 61 406 13 14
 E-mail oberwil@gruner.ch
 www.gruner.ch



Massstab 1: 5'000

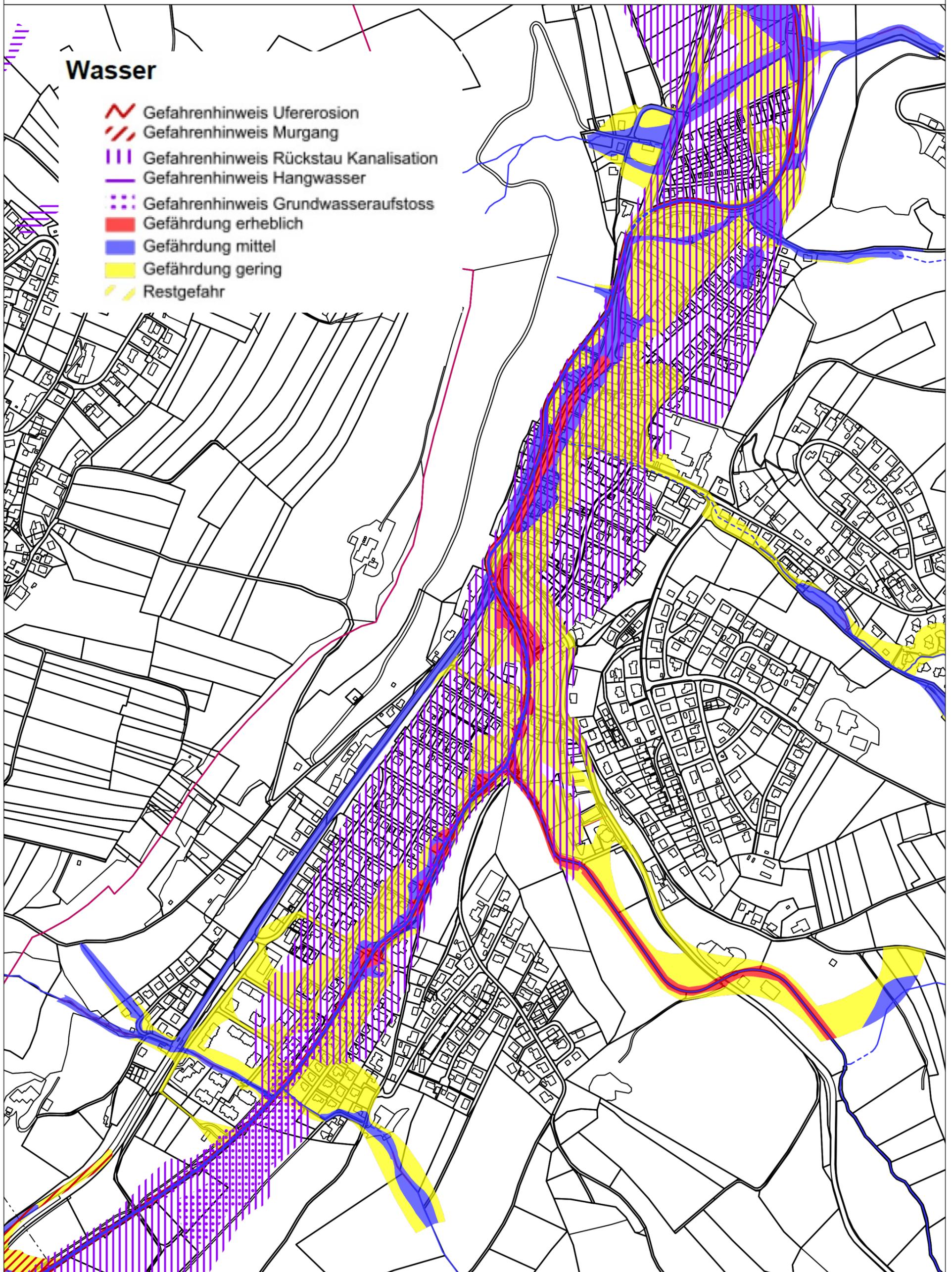
Gefahrenkarte Wasser



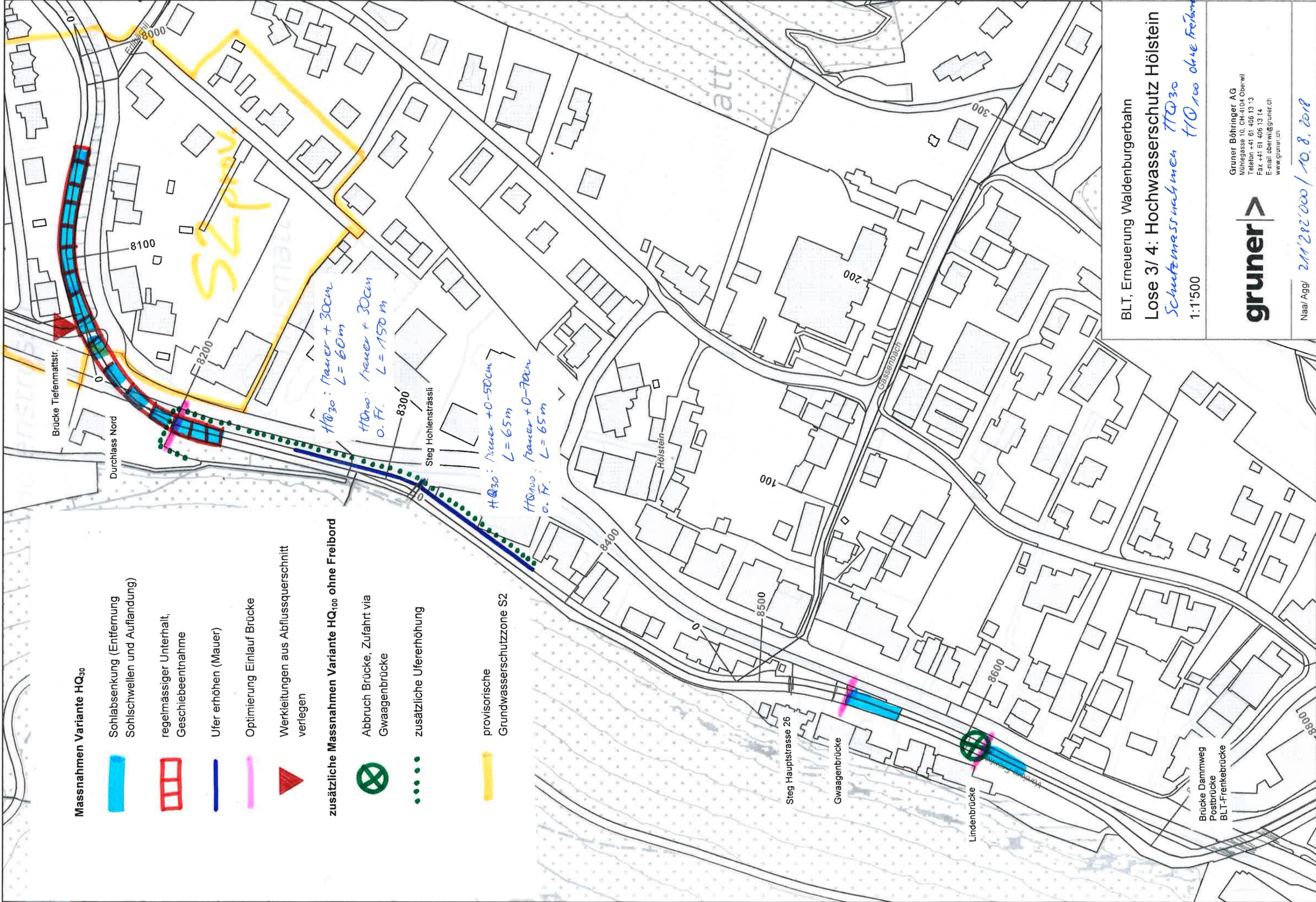
Auszug aus dem Geoinformationssystem Basel-Landschaft
© Kantonale Verwaltung Basel-Landschaft
PK, SWISSIMAGE, Geolog. Atlas/Spezialkarten: Quelle swisstopo

Liestal, 13.02.2018 17:49 Uhr

Die aus dem Geoinformationssystem publizierten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können deshalb keine rechtlichen Ansprüche irgendwelcher Art abgeleitet werden. Auskunft erteilt die GIS-Fachstelle, Tel. 061 552 52 13.



Anhang D Massnahmen Varianten HQ30 und HQ100 ohne Freibord



Massnahmen Variante HQ₃₀

-  Sohlabsenkung (Entfernung Sohlschwellen und Auflandung)
-  regelmässiger Unterhalt, Geschiebeentnahme
-  Ufer erhöhen (Mauer)
-  Optimierung Einlauf Brücke
-  Werkleitungen aus Abflussquerschnitt verlegen

zusätzliche Massnahmen Variante HQ₁₀₀ ohne Freibord

-  Abbruch Brücke, Zufahrt via Gwaagenbrücke
-  zusätzliche Ufererhöhung
-  provisorische Grundwasserschutzzone S2

BLT, Erneuerung Waldenburgerbahn

Lose 3/ 4: Hochwasserschutz Hölstein

*Schutzmassnahmen HQ30
HQ100 ohne Freibord*

1:1'500

Gruner Bähringer AG
Mühlegasse 10, CH-4104 Oberwil
Telefon +41 61 406 13 13
Fax +41 61 406 13 14
E-mail oberwil@gruner.ch
www.gruner.ch

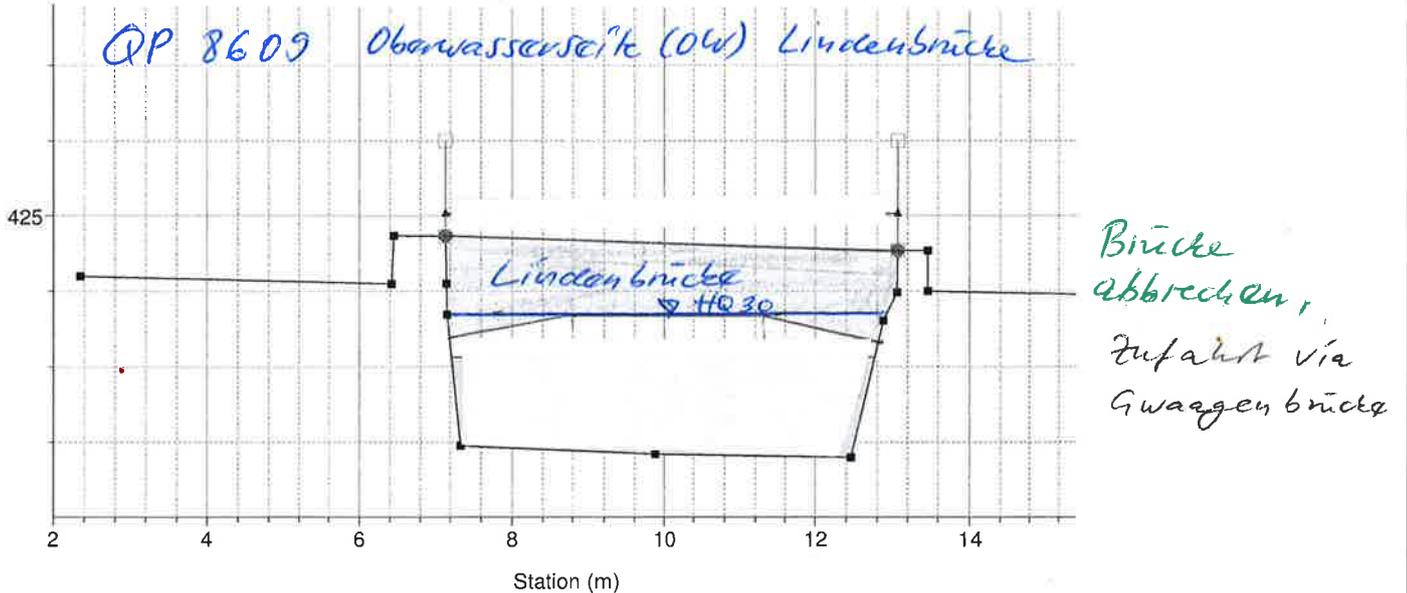
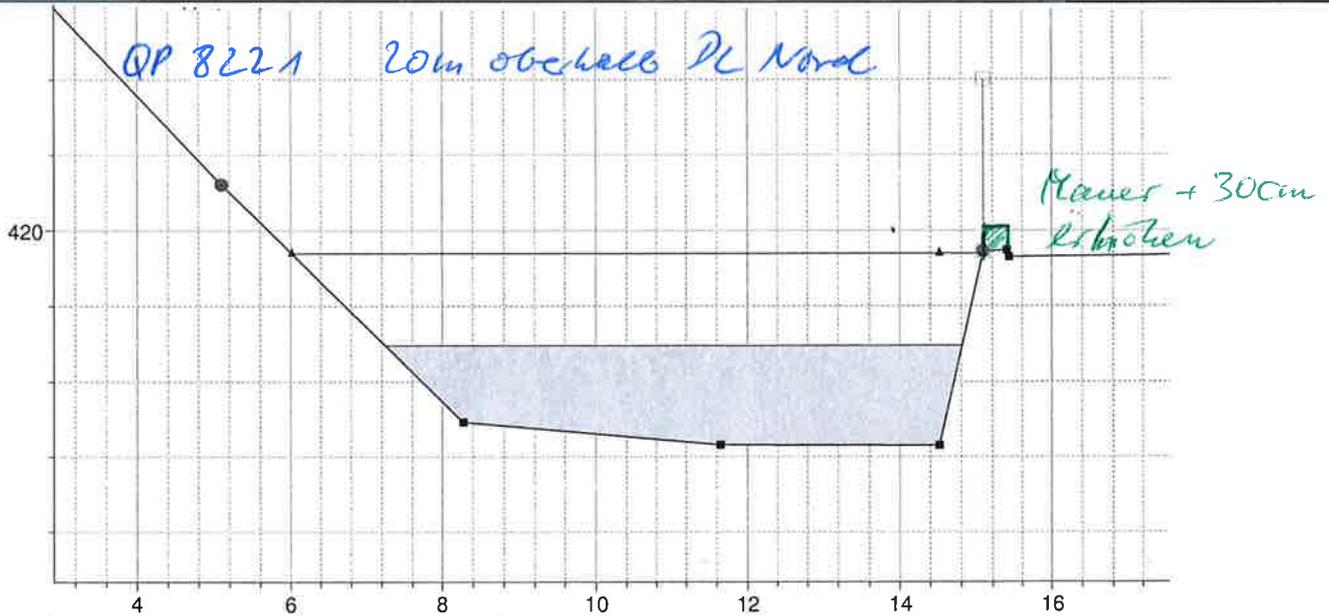
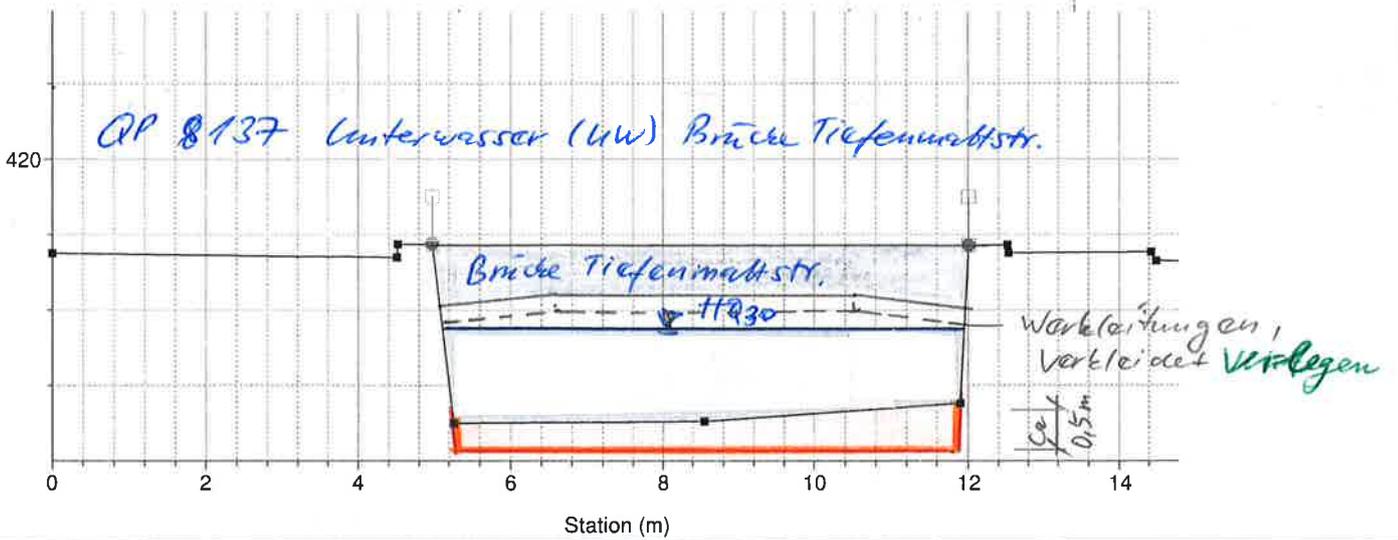


Naal Agg/ *211'292'000 / 10.8.2018*

Variante Ausbau HQ 30 / HQ 100 ohne Freibord
 Querprofile

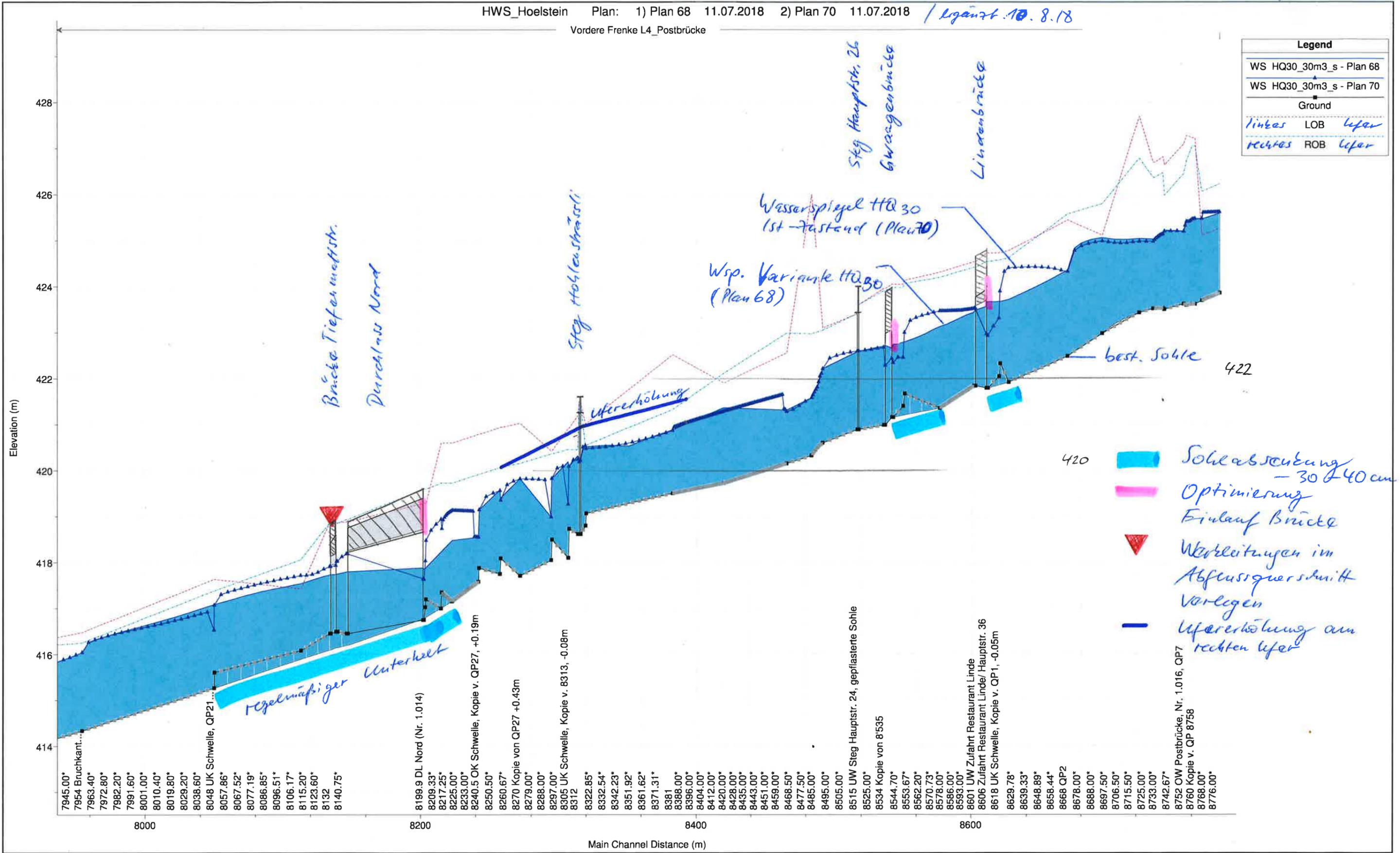
HWS_Hoelstein

Nov 12m '282'000/9.7.2018



1 cm Horiz. = 1 m 1 cm Vert. = 1 m

HWS_Hoelstein Plan: 1) Plan 68 11.07.2018 2) Plan 70 11.07.2018 / Ergänzt 10. 8.18
 Vordere Frenke L4_Postbrücke



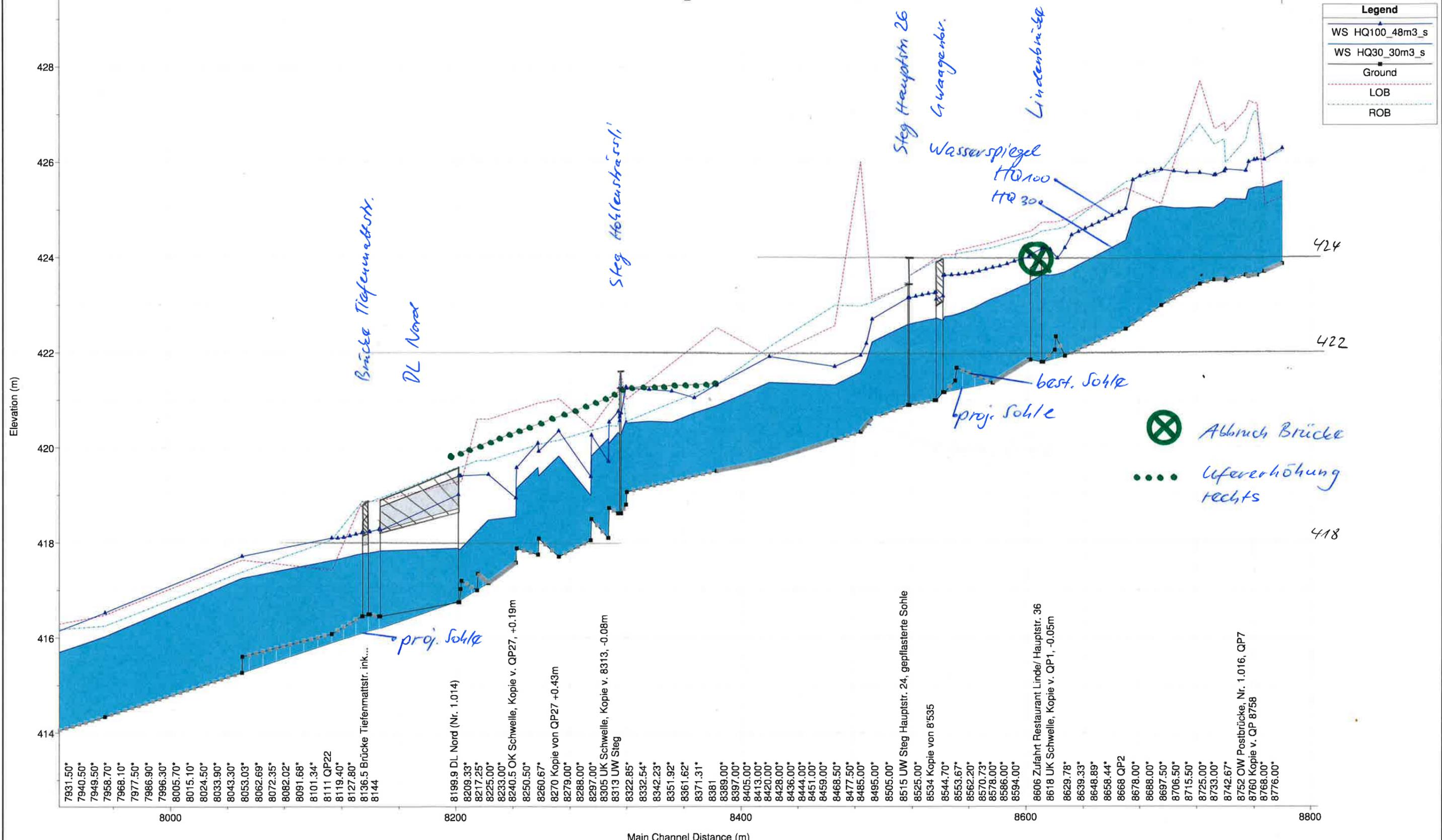
1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 0.75 m

zusätzliche Massnahmen Variante HQ₁₀₀ ohne Freibord

Gruner Böhringer AG/ 211'282'000/ Naa/ Agg

HWS_Hoelstein Plan: 1) Plan 71 11.07.2018

Vordere Frenke L4_Postbrücke



1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 0.75 m

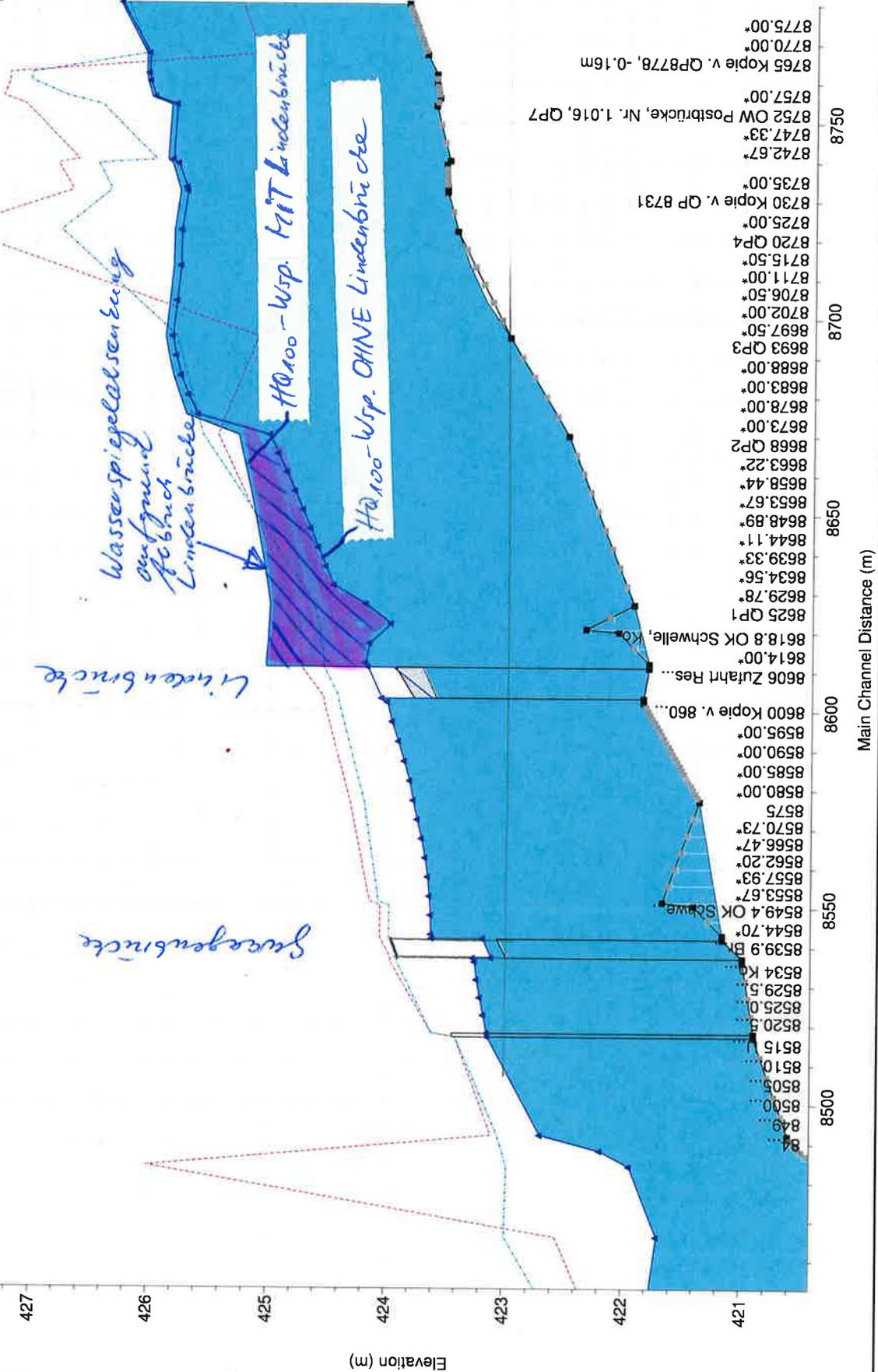
HWS_Hoelstein

Plan: 1) Plan 68 11.07.2018 2) Plan 71 11.07.2018

211' 282' 000 M 22

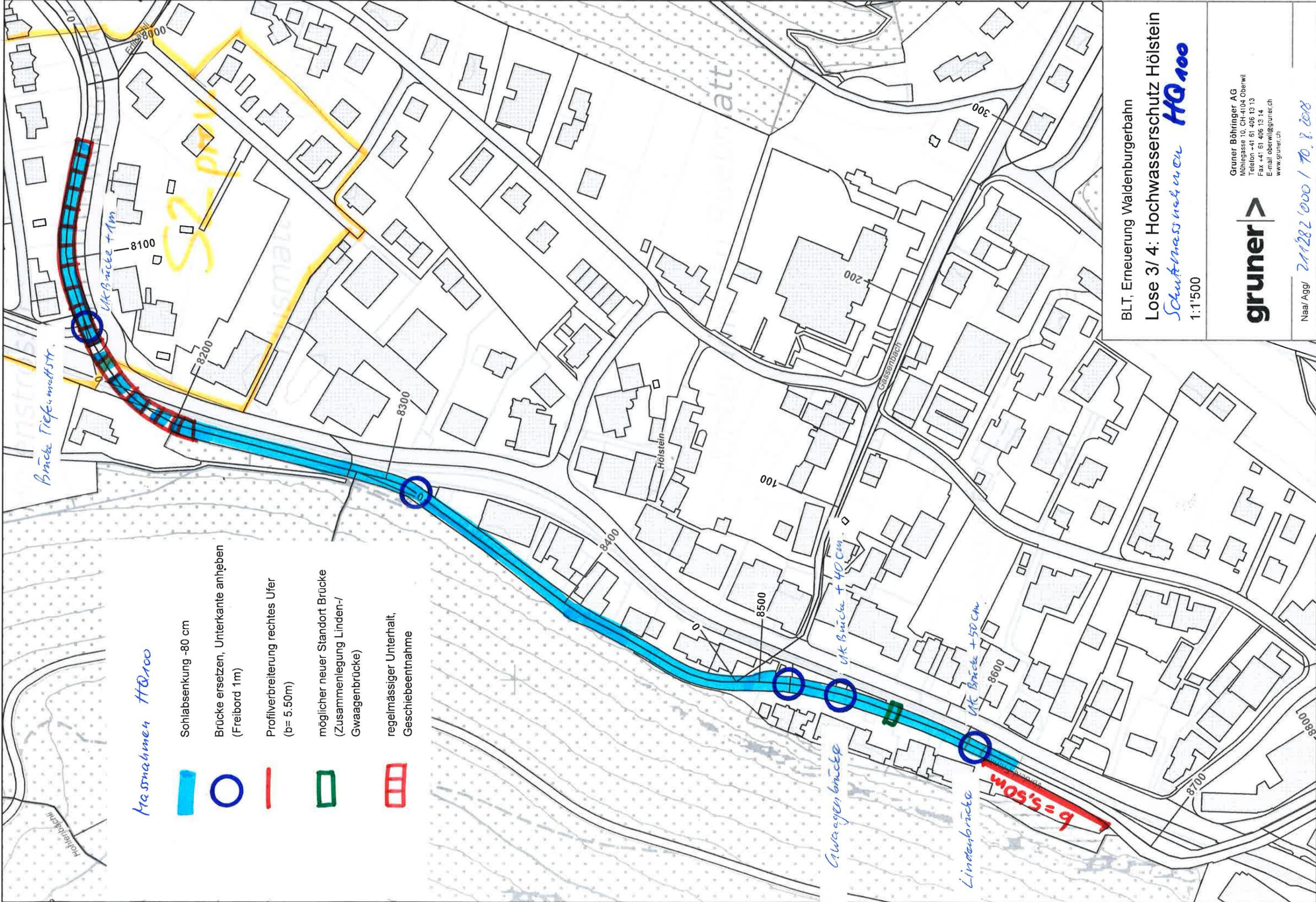
Vordere Frenke L4_Postbrücke

Legend	
WS HQ100_48m3_s - Plan 68	— (solid line)
WS HQ100_48m3_s - Plan 71	— (dashed line)
Ground	— (dotted line)
LOB	— (dash-dot line)
ROB	— (long-dash line)



1 cm Horiz. = 15 m 1 cm Vert. = 0.5 m

Anhang E Massnahmen Variante HQ100



BLT, Erneuerung Waldenburgerbahn

Lose 3/ 4: Hochwasserschutz Hölstein

Schutzmassnahmen HQ100

1:1'500

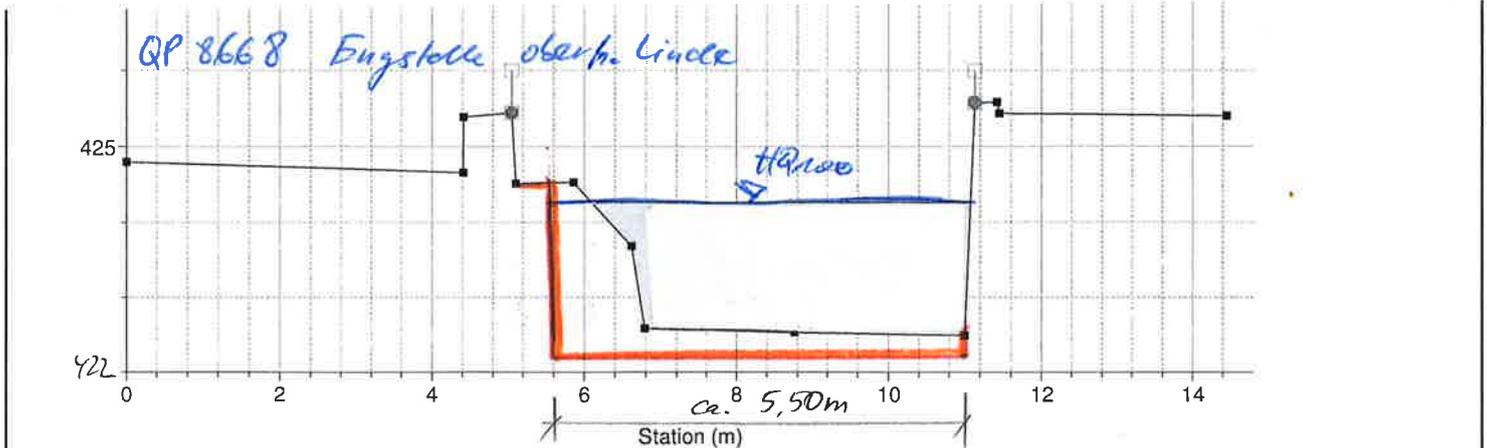
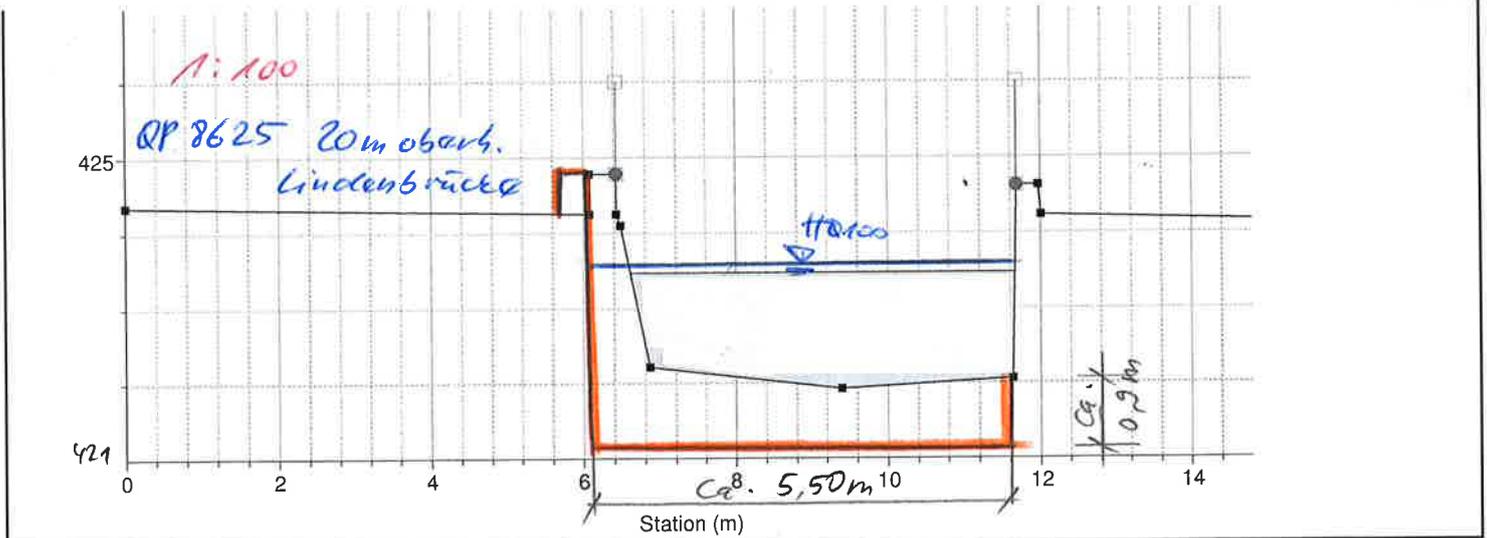
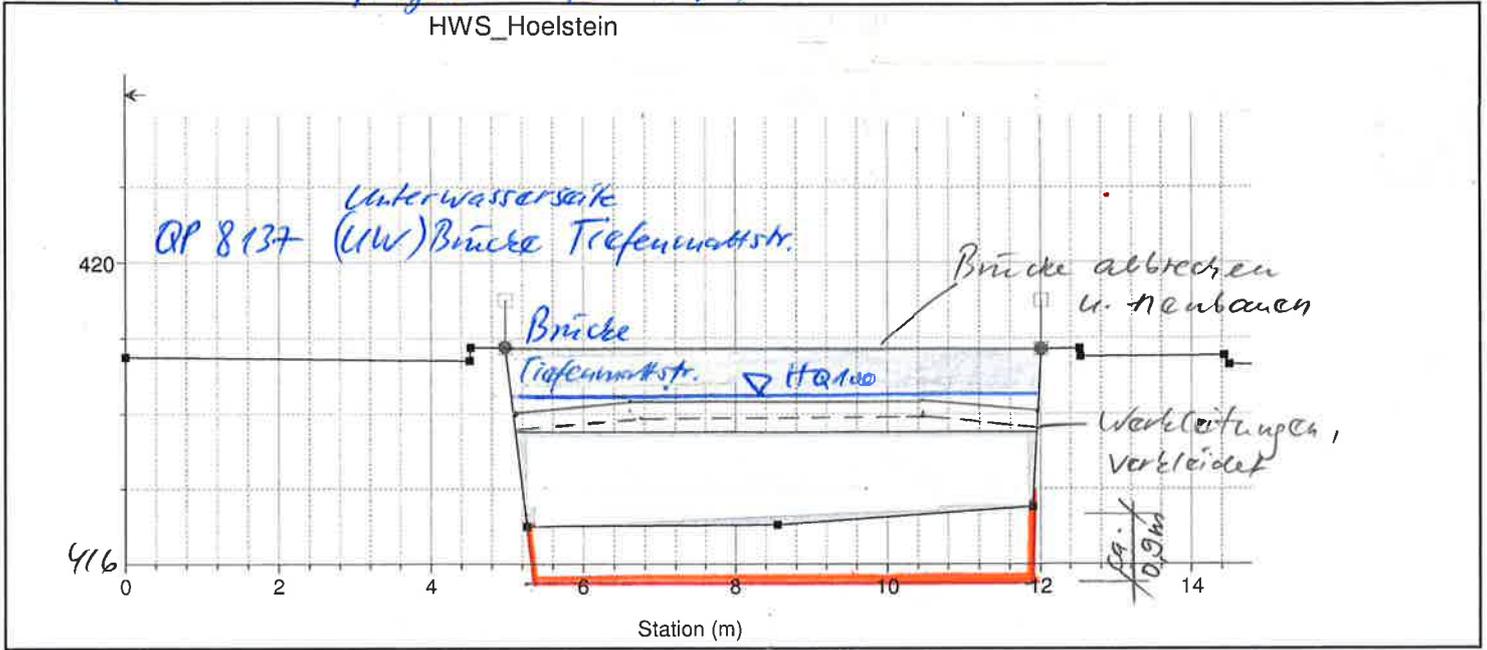


Gruner Böhlinger AG
 Mühlengasse 10, CH-4104 Oberwil
 Telefon +41 61 406 13 13
 Fax +41 61 406 13 14
 E-mail oberwil@gruner.ch
 www.gruner.ch

Naal Agg/ 211282'000 / 70.8.2018

Variante Ausbau HQ100
 Querprofile
 (alte Wasserspiegel = Proj. Zwsp.)

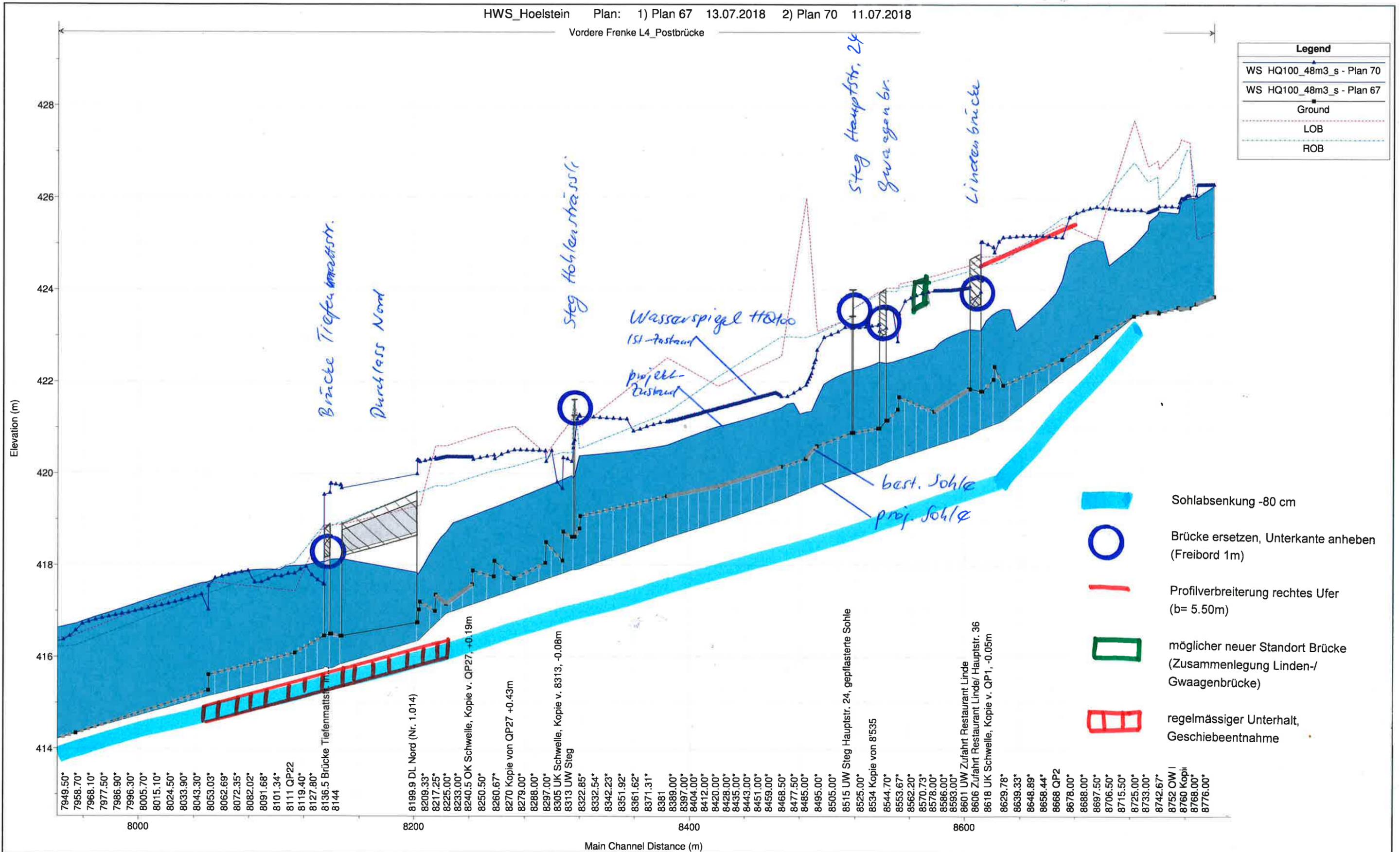
HWS_Hoelstein



Naa, 9.7.18,
 211'282'000

HWS_Hoelstein Plan: 1) Plan 67 13.07.2018 2) Plan 70 11.07.2018

Vordere Frenke L4_Postbrücke



1 cm Horiz. = 25 m 1 cm Vert. = 0.75 m

Anhang F Freibord an Brücken (Ist-Zustand und nach Massnahmen)

Freibord an Brücken (Ist-Zustand und nach Massnahmen)

Frenke- km	Bezeichnung Brücke	mittlere Unterkannte	Massnahmen Brücke			Freibord bei HQ30		Freibord bei HQ100		
			Var. HQ30	Var. HQ100 ohne Freibord	Var. HQ100 Vollausbau	Ist-Zustand	Var. HQ30	Ist-Zustand	Var. HQ100 ohne Freibord	Var. HQ100 Vollausbau
		[mü.M.]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]
8'756	Brücke Dammstrasse (Gemeinde)	426.79				1.3-1.4	wie Ist-Zustand	0.7-0.8	wie Ist-Zustand	
8'744	Postbrücke (Objekt-Nr. 1.016)	426.54	-	-	-	1.3		0.7		
8'734	BLT-Frenkebrücke (Objekt-Nr. 1.01)	426.59				1.5		0.9		
8'601- 8609	Lindenbrücke (Hauptstr. 36)	423.67	-	ersatzloser Abbruch	Neubau (1 m Freibord) erforderlich aufgrund Sohlabsenkung und neuer Ufermauern	Fliesswechsel unter Brücke	0-0.1 Mauer höher als Energierlinie	Wasseraustritt	Brücke entfällt	Neubau mit 1 m Freibord
8'535- 8540	Gwaagenbrücke (Hauptstr. 28)	423.07	-	-		Fliesswechsel unter Brücke	0.3-0.4 Mauer höher als Energierlinie	Druckabfluss, Überstau 60 cm	wie Ist-Zustand	
8'516	Steg Hauptstr. 26	423.43	-	-		0.8-0.9	wie Ist-Zustand	0.2-0.3		
8'315	Steg Hohlensträssli	421.25	-	-		0.7-0.8		0.2-0.3		
8'200- 8142	Durchlass Nord (Objekt-Nr. 1.014)	418.65 (OW), 418.17 (UW)	-	Ufererhöhung oberhalb DL	-	0.1	0.4-0.6	Wasseraustritt	Druckabfluss, Überstau 70 cm	Fliesswechsel unter Brücke
8'133	Brücke Tiefenmattstrasse	418.17 (UK Brücke), 417.95 (UK Werkleitung)	Werkleitungen aus Abflussquerschnitt verlegen		Neubau, ggf. Ersatz durch Fussgängerbrücke	0.0	0.3-0.4	Wasseraustritt	Druckabfluss, Überstau 10 cm	Neubau mit 1 m Freibord
Angaben Hydraulik Hec-Ras: Rechenlauf/ Geometrie			Plan68/ Geometrie Var68	Plan71/ Geometrie Var71	Plan67/ Geometrie Var67	Plan70/ Geometrie Ist_28				

Anhang G Kosten

G.1 Kostenschätzung

G.2 Nutzen-Kosten-Analyse

Kostenschätzung ± 30%

211'282'000/ Naa/ Agg/ 10.08.2018

			Variante								
			HQ30			HQ100 ohne Freibord			HQ100- Vollausbau		
Posten	Einheit	EP	Menge	Betrag	Total	Menge	Betrag	Total	Menge	Betrag	Total
Baustelleneinrichtungen	%	-	10%	31'200		10%	43'200		10%	1'120'080	
Wasserhaltung	%	-	5%	15'600		5%	21'600		5%	560'040	
Baupiste, befestigt	m2	50	0	0		0	0		0		
Baupiste, unbefestigt	m2	90	0	0		0	0		0		
					46'800			64'800			1'680'000
Abbruch											
Abbruch Lindenbrücke	Stck.	100'000	0	0		1	100'000		1	100'000	
Abbruch Gwaagenbrücke	Stck.	100'000	0	0		0	0		1	100'000	
Abbruch Steg Hauptstr. 26	Stck.	20'000	0	0		0	0		1	20'000	
Abbruch Steg Hohlensträssli	Stck.	20'000	0	0		0	0		1	20'000	
Abbruch Brücke Tiefenmattstr.	Stck.	100'000	0	0		0	0		1	100'000	
Abbruch Schwellen	Stck.	2'000	5	10'000		5	10'000		5	10'000	
Abbruch Ufermauern	m3	70	0	0		0	0		1600	112'000	
					10'000			110'000			462'000
Erneuerung Brücken											
Neubau Brücke zw. Lindenbrücke u. Gwaagenbr.	Stck.	750'000	0	0		0	0		1	750'000	
Neubau Steg Hauptstr. 26	Stck.	50'000	0	0		0	0		1	50'000	
Neubau Steg Hohlensträssli (Bahnhof)	Stck.	200'000	0	0		0	0		1	200'000	
Optimierung Einlauf DL Nord	Stck.	40'000	1	40'000		1	40'000		0	0	
Optimierung Einlauf Gwaagenbrücke	Stck.	40'000	1	40'000		1	40'000		0	0	
Optimierung Einlauf Lindenbrücke	Stck.	40'000	1	40'000			0		0	0	
Verlegung Werkleitungen (Elektro und Telecom) aus Brücke Tiefenmattstrasse	Stck.	100'000	1	100'000		1	100'000		0	0	
Neubau Brücke Tiefenmattstrasse	Stck.	500'000	0	0		0	0		1	500'000	
Option Neubau Fussgängersteg Tiefenmattstr.	Stck.	100'000	0	0		0	0		0	0	
					220'000			180'000			1'500'000
Wasserbau											
Sohlabsenkung, kiesiges Material inkl. Transport u. Deponie	m3	70	600	42'000		600	42'000		2300	161'000	
Sohlabsenkung, Fels abspitzen inkl. Transport u. Deponie	m3	80	0	0		0	0		1600	128'000	
Verbreiterung Profil	m3	70	0	0		0	0		240	16'800	
Ufermauer neu	m2	2'580	0	0		0	0		3350	8'643'000	
Ufermauer, erhöhen	m2	1'000	40	40'000		100	100'000		0	0	
Sohlschwellen (á 60 t)	Stck	10'000	0	0		0	0		28	280'000	
Störsteine (1.5 t liefern, einbauen)	t	100	0	0		0	0		100	10'000	
					82'000			142'000			9'239'000
Kleinpositionen	%		10%	35'880	36'000	10%	49'680	50'000	10%	1'288'092	1'288'000
Total Baukosten					394'800			546'800			14'169'000
Honorar	%		15%	59'202		15%	81'972		10%	1'416'901	
Reserve	%		10%	39'468	99'000	10%	54'648	137'000	10%	1'416'901	2'834'000
Kosten Total					494'000			684'000			17'003'000
MwSt.	%	7.7			38'000			53'000			1'309'000
Kosten Total inkl. MwSt.					532'000			737'000			18'312'000

Nicht enthaltenen Kosten:
 - Entsorgung von Altlasten
 - Landerwerb
 - weitere Gebühren und Bewilligungen

Nutzen-Kosten-Analyse

Das Schadenpotential und die maximale wirtschaftliche Investition wurden der Risikoanalyse Hölstein, Stand 31.08.2018 entnommen. Das Nutzen/Kosten-Verhältnis wurde mit dem Programm EconoMe light berechnet. Folgende Annahmen wurden bei der Berechnung getroffen:

Annahmen EconoMe

	Variante		
	HQ30	HQ100 ohne Freibord	HQ100- Vollausbau
zugeordnetes Szenario aus der Risikoanalyse	Variante 1a Schutz vor HQ30 (Wegfallen HQ30)	Variante 1b* Schutz vor HQ30 (Shift bei HQ100)	Variante 2b Schutz vor HQ100 (Shift HQ100 zu HQ300)
Laufzeit in Jahren	80		
Investitionssumme	gem. Kostenschätzung		
Jährl. Betriebskosten [%]	1		
Jährl. Unterhaltskosten** [%]	3500 Fr.		

Beurteilung Wirtschaftlichkeit

Kosten Total	532'000	737'000	18'312'000
Schadenpotential (Bahn, Siedlung u. Strasse)	7'000'000	10'500'000	10'500'000
max. wirtschaftliche Investition	6'000'000	7'500'000	7'500'000
Nutzen/Kosten-Verhältnis	8	7-8	0.42
Beurteilung Wirtschaftlichkeit	wirtschaftlich	wirtschaftlich	nicht wirtschaftlich

* Es wird angenommen, dass es bei HQ100 ohne Freibord zu einem teilweisen Versagen der Schutzmassnahmen kommt und HQ30-Schäden auftreten.

** für Geschiebeentnahme im Durchlass Nord und im Abschnitt unterhalb

Anhang H Risikoanalyse (Auszug)

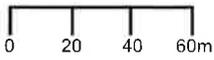
H.1 Perimeter Risikoanalyse

H.2 Szenarientabelle

H.3 Risikoanalyse



Massstab 1: 2'500



Intensitätskarte HQ300

Auszug aus dem Geoinformationssystem Basel-Landschaft

© Kantonale Verwaltung Basel-Landschaft

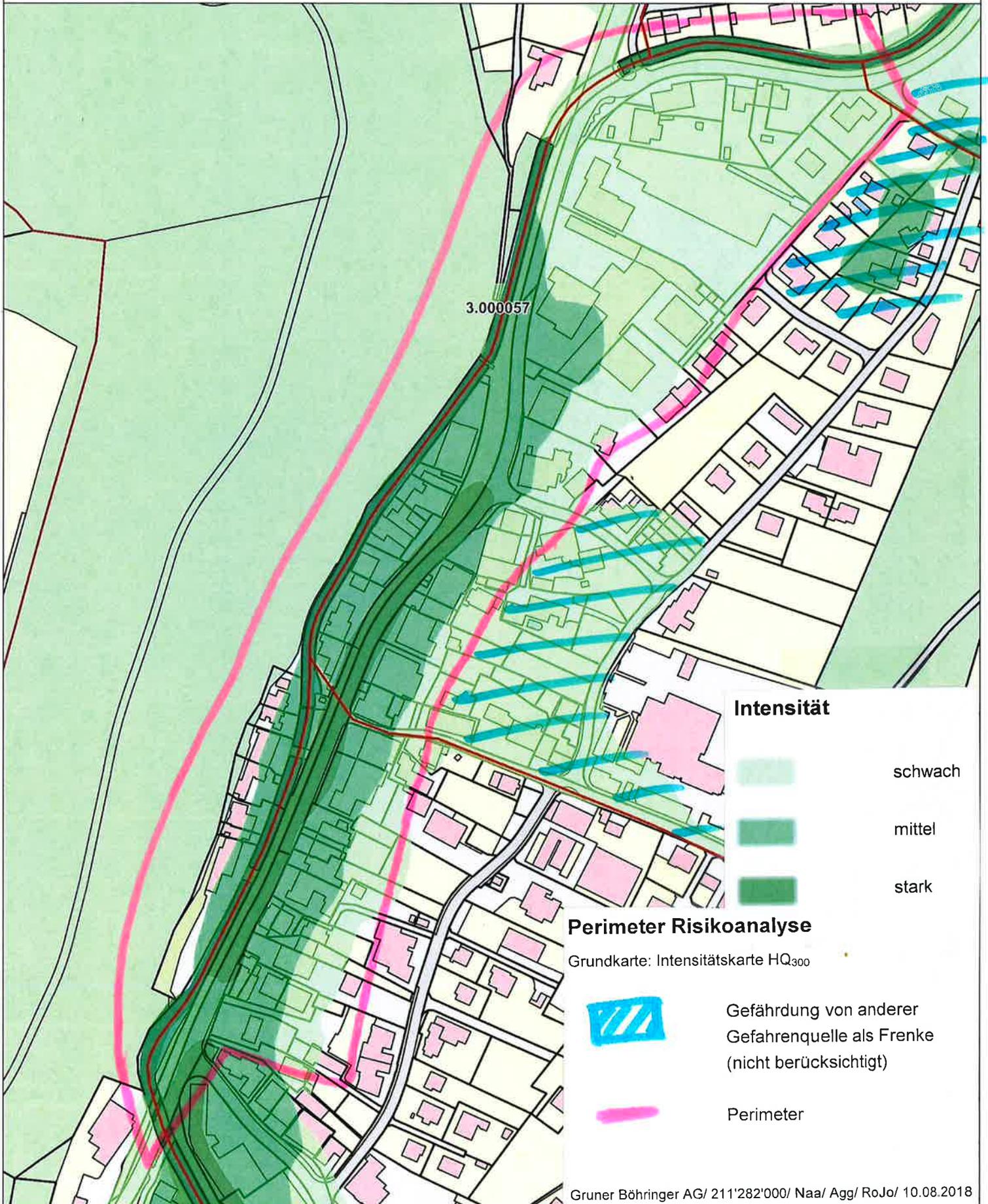
PK, SWISSIMAGE, Geolog. Atlas/Spezialkarten: Quelle swisstopo

**BASEL
LANDSCHAFT**

VOLKSWIRTSCHAFTS- UND GESUNDHEITSDIREKTION
AMT FÜR GEOINFORMATION

Liestal, 13.08.2018 11:40 Uhr

Die aus dem Geoinformationssystem publizierten Daten haben nur informativen Charakter. Aus diesen Daten und deren Darstellung können deshalb keine rechtlichen Ansprüche irgendwelcher Art abgeleitet werden. Auskunft erteilt die GIS-Fachstelle, Tel. 061 552 52 13.



Szenarien

Objekte	Einheit	VOR Massnahmen									NACH Massnahmen BLT								
		HQ30			HQ100			HQ300			HQ30			HQ100			HQ300		
		Variante 0: Nach Massnahmen BLT (kein HWS)																	
Bahn		schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark
Einspur	m'	134	188	0	99	274	0	85	68	239	229	218	0	99	399	0	85	146	286
Mehrspur	m'	95	30	0	0	125	0	0	78	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siedlung + Strasse																			
Wohneinheit EFH	Stck	12	0	0	4	13	0	6	15	1									
Wohneinheit MFH	Stck	58	0	0	19	41	0	20	60	0									
Garage	Stck	10	0	0	14	4	0	16	8	0	analog VOR Massnahmen								
Industrie-/ Gewerbegebäude	m3	23750	0	0	42830	0	0	16280	27750	0									
Kantonsstrasse 12m breit	m'	270	180	0	225	385	0	190	160	290									

Objekte	Einheit	Schutzziel HQ30								
		Variante 1a: Schutz vor HQ30 (Wegfallen von HQ30)								
		HQ30			HQ100			HQ300		
Bahn		schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark
Einspur	m'				99	399	0	85	146	286
Mehrspur	m'				0	0	0	0	0	0
Siedlung + Strasse										
Wohneinheit EFH	Stck				4	13	0	6	15	1
Wohneinheit MFH	Stck				19	41	0	20	60	0
Garage	Stck				14	4	0	16	8	0
Industrie-/ Gewerbegebäude	m3				42830	0	0	16280	27750	0
Kantonsstrasse 12m breit	m'				225	385	0	190	160	290
Objekte										
		Variante 1b: Schutz vor HQ30 (SHIFT bei HQ100)								
		HQ30			HQ100			HQ300		
Bahn		schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark
Einspur	m'				229	218	0	85	146	286
Mehrspur	m'				0	0	0	0	0	0
Siedlung + Strasse										
Wohneinheit EFH	Stck				12	0	0	6	15	1
Wohneinheit MFH	Stck				58	0	0	20	60	0
Garage	Stck				10	0	0	16	8	0
Industrie-/ Gewerbegebäude	m3				23750	0	0	16280	27750	0
Kantonsstrasse 12m breit	m'				270	180	0	190	160	290

Objekte	Einheit	Schutzziel HQ100								
		Variante 2a und 2c: Schutz vor HQ100 (Wegfallen HQ30, HQ100)								
		HQ30			HQ100			HQ300		
Bahn		schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark
Einspur	m'							85	146	286
Mehrspur	m'							0	0	0
Siedlung + Strasse										
Wohneinheit EFH	Stck							6	15	1
Wohneinheit MFH	Stck							20	60	0
Garage	Stck							16	8	0
Industrie-/ Gewerbegebäude	m3							16280	27750	0
Kantonsstrasse 12m breit	m'							190	160	290
Objekte										
		Variante 2b: Schutz vor HQ100 (SHIFT von HQ100 => HQ300)								
		HQ30			HQ100			HQ300		
Bahn		schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark	schwach	mittel	stark
Einspur	m'							99	399	0
Mehrspur	m'							0	0	0
Siedlung + Strasse										
Wohneinheit EFH	Stck							4	13	0
Wohneinheit MFH	Stck							19	41	0
Garage	Stck							14	4	0
Industrie-/ Gewerbegebäude	m3							42830	0	0
Kantonsstrasse 12m breit	m'							225	385	0

Risikoanalyse

Objekte	Vor Massnahmen							NACH Massnahmen							theoretische, wirtschaftliche Investitionssumme** in Mio Fr.	Jährl. Kosten in Fr./ Jahr	
	Schadenpotential* in Mio Fr.			Komplementär-kumulatives Risiko/Jahr in Fr./Jahr				Kürzel Variante	Schadenpotential* in Mio Fr.			Komplementär-kumulatives Risiko/Jahr in Fr./Jahr					
	HQ			HQ			Σ		HQ			HQ					Σ
	30	100	300	30	100	300			30	100	300	30	100	300			
Ist-Zustand							Variante 0: BLT-neu, keine HWS-Massnahmen										
Bahn	1.88	2.09	3.17	43'900	13'900	10'600	68'400	B_0	1.67	1.80	2.79	38'900	12'000	9'300	60'200		
Bahn inkl. Siedlung + Strasse	7.02	10.55	19.47	163'700	70'300	64'900	298'900	BSS_0	6.80	10.25	19.08	158'700	68'300	63'600	290'600		
								Variante 1a: Schutz vor HQ30 (Wegfallen HQ30)									
								B_1a	0	1.80	2.79	0	12'000	9'300	21'300	1.40	45'500
								BSS_1a	0	10.25	19.08	0	68'300	63'600	132'000	5.00	162'500
								Variante 1b: Schutz vor HQ30 (Shift bei HQ100)									
								B_1b	0	1.29	2.79	0	8'600	9'300	17'900	1.50	48'750
								BSS_1b	0	5.28	19.08	0	35'200	63'600	98'800	6.00	195'000
								Variante 2a: Schutz inkl. HQ100 (Wegfallen HQ30 und HQ100)									
								B_2a	0	0	2.79	0	0	9'300	9'300	1.80	58'500
								BSS_2a	0	0	19.08	0	0	63'600	63'600	7.00	227'500
								Variante 2b: Schutz vor HQ100 (Shift HQ100 zu HQ300)									
								B_2b	0	0	2.40	0	0	8'000	8'000	1.80	58'500
								BSS_2b	0	0	14.14	0	0	47'100	47'100	7.50	243'750
								Variante 2c: Schutz inkl. HQ100 bei 80% der Laufmeterpreise									
								B_2c	0	0	2.34	0	0	7'800	7'800	1.50	48'750
								BSS_2c	0	0	18.58	0	0	61'900	61'900	6.50	211'250
	HQ			HQ					HQ			HQ					
	30	100	300	30	100	300	Σ		30	100	300	30	100	300	Σ		
	Ist-Zustand bei 80% Laufmeterpreise							Variante 2c: Schutz inkl. HQ100 bei 80% der Laufmeterpreise									
Bahn	1.55	1.73	2.64	36'200	11'600	8'800	56'600	B_2c	0	0	2.34	0	0	7'800	7'800	1.50	48'750
Bahn inkl. Siedlung + Strasse	6.65	10.13	18.88	155'300	67'700	62'900	285'900	BSS_2c	0	0	18.58	0	0	61'900	61'900	6.50	211'250

Alle Zahlen sind gerundet.

* Gesamtschaden (Personen- und Sachschaden)

**Annahmen: Lebensdauer 80 Jahre, Verzinsung 2%, Unterhaltskosten 1%/ Jahr der Investitionssumme, Betriebskosten 0%/ Jahr

Es handelt sich um eine wirtschaftliche Investition (Nutzen/Kosten-Verhältnis ≥1), wenn die Kosten der Schutzmassnahmen unter dem angegebenen Betrag (theoretische Investitionssumme) liegen

Abkürzungen

B Bahn
BSS Bahn inkl. Siedlung + Strasse