



Wasserbauplan

Beilage 2.2

Gewässer	Haseleegräbli & Husgräbli & Hinders Zueloufgräbli	Gewässer Nr.	86194 & 86209 & 86203
Gemeinde	Trubschachen	Projekt-Nr.	4.19252
Erfüllungspflichtiger	Schwellenkorporation Trubschachen	Plan-Nr.	2.2
Projekt vom	23.10.2020	Format	30 x 21
Revidiert			

Technischer Bericht

WBP Unterdorf 2016



Projektverfasser

Ruefer Ingenieure AG
Bernstrasse 14
3550 Langnau
Tel. 034 408 48 48
rueferag@ruefer-ing.ch

Genehmigungsvermerke:

Inhalt

1. Zusammenfassung	4
1.1 Bedürfnisnachweis	4
1.2 Projektperimeter / Projektabgrenzung	4
1.3 Kurzbeschreibung Projekt	5
1.4 Kosten / Kosten-Nutzen	6
2. Anlass und Auftrag	6
2.1 Auftrag / Projektziele	6
2.2 Projekt- und Betrachtungsperimeter	7
2.3 Projektorganisation	7
2.4 Partizipation	8
2.3.1 Akteur-Analyse	8
2.3.2 Begehungen / Besprechungen	11
3. Ausgangssituation	12
3.1 Projektgeschichte	12
3.2 Historische Ereignisse	12
3.3 Bestehende und zukünftige Nutzung	13
3.4 Charakteristik der Einzugsgebiete	14
3.4.1 Ausdehnung, Ursprung und Vorflut	14
3.4.2 Geologie und Geomorphologie	14
3.5 Hydrologie und Geschiebe	15
3.6 Mögliche Gefahrenarten	16
3.7 Szenarien	17
3.8 Beurteilung der bestehenden Schutzbauten	17
3.9 Schwachstellenanalyse	19
3.10 Gefährdungssituation	19
3.11 Ökologische und weitere Rahmenbedingungen	22

3.12	Gewässerraum	23
3.13	Projekte Dritter / weitere Projekte.....	24
4.	Projektannahmen	25
4.1	Gewählte Schutzziele	25
4.2	Ökologische und gestalterische Entwicklungsziele	25
4.3	Dimensionierungsgrössen	25
5.	Projektbeschreibung.....	26
5.1	Variantenstudium und Entscheide.....	26
5.2	Raumplanerische Massnahmen.....	35
5.3	Bauliche Massnahmen	35
5.4	Ökologische Massnahmen	37
5.5	Landerwerb.....	37
6.	Kosten / Kostenteiler / Kostenwirksamkeit	38
7.	Bauablauf	44
8.	Auswirkungen Projekt.....	46
9.	Verbleibende Gefahren und Risiken	47
10.	Termine	48
11.	Mehrleistungen	49
12.	Schlussbemerkungen	53
Anhang A: Nachweis der Kostenwirksamkeit mit Econome 4.0		54
Anhang B: Bodenschutzkonzept		55
Anhang C: Ganglinie / Frachten Hinters Zueloufgräbli.....		56
Anhang D: Hydraulik		57
Anhang E: Kostenteiler Wasserbau an Kantonsstrassen		58
Anhang F: Kurzbericht Geschiebe Optimierung Geschieberückhalt.....		59
Grundlagenverzeichnis.....		60

1. Zusammenfassung

1.1 Bedürfnisnachweis

Die aktuell gültige Gefahrenkarte offenbart für die drei Fliessgewässer Haseleegräbli, Husgräbli und hindere Zueloufgräbli bis zur Einmündung in die Ilfis Hochwasserschutzdefizite. Durch zu erwartende Überflutungs- und Übersarungsprozesse liegen in der Gefahrenkarte diverse Gebäude, die Bahnlinie, mehrere Zufahrtsstrassen sowie Kulturland im gelben bzw. blauen Gefahrenbereich. Davon ausgehend resultieren monetarisierte Risiken (Sach- und Personenschäden) von ca. Fr. 59'500.- pro Jahr. Zudem weisen die drei Fliessgewässer wesentliche ökologische Defizite auf. Alle kartierten Abschnitte sind in der ökomorphologischen Karte als künstlich oder eingedolt klassiert. Der vorliegende Wasserbauplan mindert die genannten Defizite unter Beachtung der Rahmenbedingungen.

1.2 Projektperimeter / Projektabgrenzung

Das Projekt umfasst Hochwasserschutz- und Renaturierungsmassnahmen für das Haseleegräbli, Husgräbli und hindere Zueloufgräbli ab der Waldgrenze bis zur Einmündung in die Ilfis. Es wird auf die topografische Karte verwiesen. Zudem werden Schnittstellen zu folgenden Drittprojekten berücksichtigt:

- Sanierung Ortsdurchfahrt Trubschachen
- Ersatz Grauensteinleitung, Wasserversorgung Langnau
- UeO Götschimatte

Insbesondere aus der «Sanierung Ortsdurchfahrt Trubschachen» ergeben sich zeitliche Abhängigkeiten und Synergien.

Als weiteres berücksichtigtes Projekt wird hier die ZPP und UeO «Götschimatte» (Parz. Nr. 269¹) genannt.

¹ In der Folge wird bei der Parzelle Nr. 269 häufig von der „Götschimatte“ gesprochen

1.3 Kurzbeschreibung Projekt

Mit dem Wasserbauplan WBP Unterdorf 2016 werden die bestehenden Hochwasserschutzdefizite unter Berücksichtigung der ökologischen Aspekte behoben. Im Rahmen eines Variantenstudiums sind umfassende Massnahmen geprüft worden. Die an diversen Sitzungen und Verhandlungen erarbeitete Bestvariante ist nachfolgend kurz zusammengefasst:

Sowohl das Haselee- wie auch das Husgräbli werden ab der Waldgrenze erweitert (Gerinneausbau) oder die alten, zu kleinen Rohrleitungen geöffnet (Ausdolung). Als offenes Gerinne wird das Haseleegräbli entlang bestehender Wege mit teils neuer Linienführung angelegt. Bei den Liegenschaften «Hasenlehn» mündet das ebenfalls geöffnete Husgräbli ins Haseleegräbli. Im «Hasenlehn» wird in einer bestehenden Geländemulde ein neuer Kiessammler erstellt, bevor der Bahndamm in einem vergrösserten Betonkanal gequert werden kann. Das Haseleegräbli erreicht hier die «Götschmatte» und wird, wo dies möglich ist, entlang der Parzellengrenze geöffnet. Im Zusammenhang mit dem entstehenden Geländeeinschnitt und dem im Gewässerraum beschränkt verfügbaren Platz sind harte Verbauungen (Ufermauern, Blocksatz) am orographisch linken Ufer (entlang der Kantonsstrasse) unumgänglich. Nach der Durchquerung der «Götschmatte» wird das Wasser auf direktestem Weg in einem Betonkanal in die Ilfis abgeführt. Hier muss die Wasserleitung der Gemeinde Langnau tiefergelegt werden, damit durchgehend der nötige Fliessquerschnitt hergestellt werden kann (Gerinneausbau).

Die offenen Bachabschnitte werden standortgerecht bepflanzt und angesät. Die neu angelegten Böschungen müssen in den ersten Jahren grundsätzlich geschützt werden. Die Erdarbeiten werden in einem Bodenschutzkonzept geregelt. Die benötigten Verkehrsübergänge bleiben bestehen oder werden neu erstellt.

Für das hindere Zueloufgräbli wird der Retentionsbereich hinter dem Bahndamm auf das nötige Mass erweitert. Der Überlauf der Retention läuft aktuell nach dem Bahndurchstich unkontrolliert ins Siedlungsgebiet. Diesem Mangel wird durch eine neue Entlastungsleitung begegnet, welche anschliessend ebenfalls in den Betonkanal mündet.

1.4 Kosten / Kosten-Nutzen

Für die Baumassnahmen sind Erstellungskosten von Fr. 2'066'000 veranschlagt. Für die Kosten-Nutzen-Berechnung sind Fr. 1'310'000.- relevant. Insgesamt ergibt sich ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1.3. Die Massnahmen sind somit knapp kostenwirksam.

2. Anlass und Auftrag

2.1 Auftrag / Projektziele

Die Schwellenkorporation Trubschachen erteilte der Ruefer Ingenieure AG im Oktober 2016 den Auftrag eine Wasserbaubewilligung für die Gewässer Haseleegräbli, Husgräbli sowie hinders Zueloufgräbli im Unterdorf zu erarbeiten. Dabei sollen sowohl die Hochwasserschutzdefizite als auch die ökologischen Defizite unter Berücksichtigung der Kostenwirksamkeit behoben werden. Im Verlauf der Projektierung wurde im September 2020 beschlossen, an Stelle des Verfahrens Wasserbaubewilligung neu auf das Verfahren Wasserbauplan umzuschwenken. Grund für das neue Verfahren ist die Sicherstellung, dass das Werk rechtlich abgesichert ist und auch ausgeführt werden kann. Der Verfahrenswechsel beinhaltet neu ein Mitwirkungsverfahren und damit verbunden die rechtliche Sicherstellung, dass die benötigten Landflächen im Extremfall über ein Enteignungsverfahren dem Projekt zur Verfügung gestellt werden können.

2.2 Projekt- und Betrachtungsperimeter

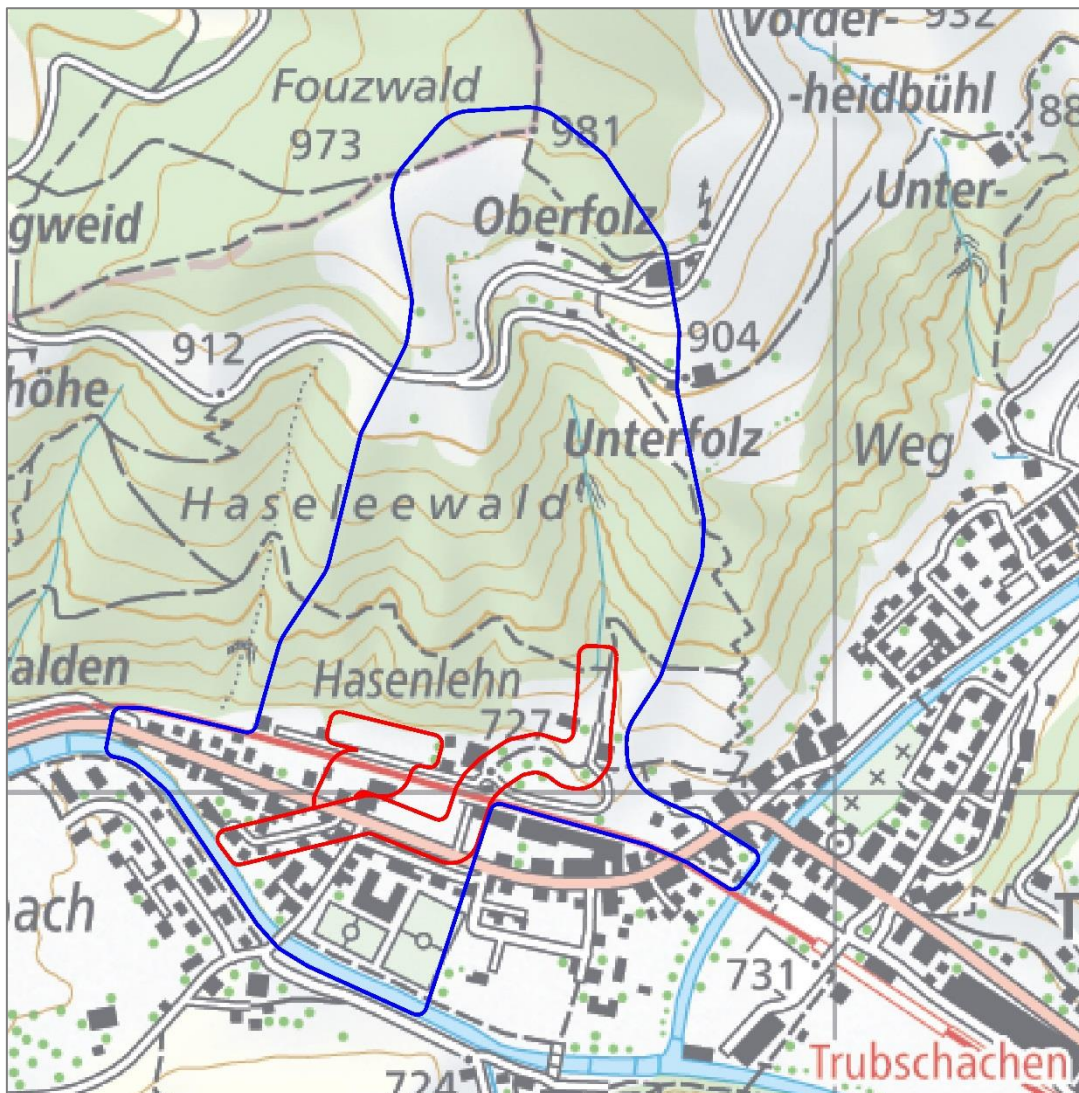


Abbildung 1: Übersicht Projekt (rot)- und Betrachtungsperimeter (blau)

2.3 Projektorganisation

Auftraggeber: Schwellenkorporation Trubschachen.
Vertreten durch: Präsident Hans Zürcher, Ortbach, 3555 Trubschachen

Projektverfasser: Ruefer Ingenieure AG, Bernstrasse 14, 3550 Langnau i. E.

2.4 Partizipation

2.4.1 Akteur-Analyse

Die durch das Projekt betroffenen Akteure und Partner werden in ihrer Betroffenheit und ihrem Einfluss folgendermassen eingeschätzt:

Akteursgruppe	Einflusspotential	Betroffenheit	Anspruch auf Einbezug	Gewählte Form des Einbezugs
Akteure der Verwaltung:				
Schwellenkorporation Trubschachen	hoch	hoch	hoch	Bauherrschaft
Gemeinde Trubschachen	hoch	hoch	hoch	Beisitz Schwellenkorporation
Oberingenieurkreis IV	hoch	hoch	hoch	Projektsitzungen, Amtsstellenbegehung, Leitbehörde
Oberingenieurkreis IV, Strassenbau / Wanderwege	hoch	hoch	hoch	Projektsitzungen, Amtsstellenbegehung, Vernehmlassung
Fischereiinspektorat FI	hoch	hoch	hoch	Projektsitzungen, Amtsstellenbegehung, Vernehmlassung
Abt. Naturförderung ANF	hoch	hoch	hoch	Amtsstellenbegehung (entschuldigt), Vernehmlassung
Amt für Wasser- und Abfall AWA	hoch	hoch	hoch	Amtsstellenbegehung, Vernehmlassung

Akteursgruppe	Einflusspotential	Betroffenheit	Anspruch auf Einbezug	Gewählte Form des Einbezugs
Akteure der Verwaltung:				
Amt für Gemeinden und Raumordnung AGR	hoch	hoch	hoch	Amtsstellenbegehung, Vernehmlassung
Amt für Wald (Abteilung Voralpen)	hoch	hoch	hoch	Amtsstellenbegehung (entschuldigt), Vernehmlassung
Regierungsstatthalteramt Bern- Mittelland	mittel	mittel	mittel bis hoch	Allfällige Einsprachen
Akteure der Wirtschaft:				
Schweizerische Bundesbahnen SBB	hoch	hoch	hoch	Frühzeitiger Einbezug, Amtsstellenbegehung, Vernehmlassung, Auflage
Gewerbe im Gefahrengebiet	hoch	hoch	hoch	Bilateral bei Bedarf, Projektsitzungen, Infoveranstaltung, Auflage
Eigentümer der Werkleitungen (Wasserversorgung / Hausanschlüsse / BKW / Swisscom / usw.)	mittel	hoch	hoch	Bilateral bei Bedarf, Projektsitzungen, Infoveranstaltung, Auflage

Akteursgruppe	Einflusspotential	Betroffenheit	Anspruch auf Einbezug	Gewählte Form des Einbezugs
Akteure der Wirtschaft:				
Einfache Gesellschaft Sonnhaldeweg	mittel	hoch	hoch	Bilateral bei Bedarf, Infoveranstaltung, Auflage
Akteure der Zivilgesellschaft:				
Grundeigentümer	hoch	hoch	hoch	Bilaterale Kontakte, Infoveranstaltung, Auflage
Anstösser, Pächter	mittel	hoch	hoch	Bilaterale Kontakte, Infoveranstaltung, Auflage
Bevölkerung von Trubschachen	hoch	mittel	mittel	Infoveranstaltung, Auflage
Fischereiverein Oberemmental	gering	gering	gering	Auflage, Mitwirkung
Umweltorganisationen	hoch	gering	gering	Auflage
Weitere Akteure:				
Feuerwehr	mittel	hoch	hoch	Beisitz Schwellenkorporation

Die Akteure, das angenommene Einflusspotential, die Betroffenheit und der Anspruch auf Einbezug sind als subjektive Einschätzung der Projektverfasser zu verstehen.

2.4.2 Begehungen / Besprechungen

Die Projektgeschichte ist lang und hat diversen Besprechungsbedarf ausgelöst (siehe auch Kapitel Projektgeschichte). Im Rahmen der Erarbeitung des jetzt vorliegenden Projekts haben weitere, diverse Sitzungen sowie Begehungen und Besprechungen stattgefunden:

- 07.11.2016: Startsituation Projekt mit Schwellenkorporation
- 21.12.2016: Besprechung Entwurf Vorstudie mit Schwellenkorporation
- 24.01.2017: Begehung mit Renaturierungsfonds
- 02.02.2017: Besprechung Entwurf Vorstudie mit Schwellenkorporation und OIK
- 29.05.2017: Besprechung Entwurf Vorstudie / Einzonung Parz. 269
- 30.08.2017: Begehung SBB (Sanierung Durchlässe / Querung Sonnhaldeweg)
- 24.10.2017: Besprechung Entwurf Vorstudie / Einzonung Parz. 269
- 18.12.2017: Besprechung / Genehmigung Vorstudie mit Schwellenkorporation
- 06.02.2018: Besprechung mit Anstössern Brüggmätteliweg (Zufahrt während Bauarbeiten)
- 27.03.2018: Besprechung mit Anstössern Brüggmätteliweg (Zufahrt während Bauarbeiten)
- 24.05.2018: Besprechung Ingenieur Wasserversorgung Grauensteinleitung
- 11.06.2018: Begehung Sondage Grauensteinleitung mit Strasseninspektor
- 21.06.2018: Besprechung Entwurf Vorprojekt / Einzonung Parz. 269
- 11.07.2018: Besprechung Entwurf Vorprojekt / Einzonung Parz. 269 mit OIK und AGR
- 16.10.2018: Besprechung / Genehmigung Vorprojekt mit Schwellenkorporation und OIK
- 19.11.2018: Amsstellenbegehung mit Vertretern des OIK IV, AGR, AWA, FI und der SBB
- 04.04.2019: Besprechung / Genehmigung Bauprojekt mit Schwellenkorporation und OIK
- 11.06.2019: Besprechung Grauensteinleitung mit Schwellenkorporation, Gemeinde Trubschachen und Gemeinde Langnau i.E.
- 13.06.2019: Besprechung mit Grundeigentümern «nördlich Bahndamm»
- 26.06.2019: Besprechung Kiessammlervarianten mit Grundeigentümern Hasenlehn
- 08.07.2019: Informationsveranstaltung mit rund 20 interessierten Personen
- 16.10.2019: Besprechung Bedingungen und Auflagen mit Schwellenkorporation und OIK

3. Ausgangssituation

3.1 Projektgeschichte

Die Planung zur Behebung der Hochwasserschutzdefizite an den drei Fliessgewässern weist folgende Vergangenheit auf:

- Projektstart 2007: Im Zusammenhang mit der Anpassung der Kantonsstrasse und der Ortbachstrasse soll die Entwässerung Unterdorf verbessert werden
- 2007 – 2008: Erarbeitung von 4 Varianten inkl. Kostenschätzung
- 2009: Beurteilung der Kostenwirksamkeit mit Econome 1.0 → Variante 4 ist mit einem Kosten-Nutzen-Verhältnis von 2.3 kostenwirksam
- 2010-2011: Erarbeitung Wasserbaubewilligung mit Ableitung über Kantonsstrasse
- 2013: Abschätzung der Kostenwirksamkeit mit Econome 2.2 und Econome-Railway → die Wasserbaubewilligung ist zu teuer gegenüber dem erwarteten Nutzen (Kosten-Nutzen-Verhältnis 0.5). Der Grund dafür liegt im überarbeiteten Berechnungsprogramm des Bundes, welches die Personenschäden deutlich geringer bewertet
- 2016: Auftrag für neue Wasserbaubewilligung mit Ableitung über Brüggmätteliweg
- 2020. Umwandlung des Verfahren von Wasserbaubewilligung in Wasserbauplan

3.2 Historische Ereignisse

Im Naturgefahren-Ereigniskataster des Kantons Bern sind innerhalb des Beobachtungsperimeters folgende Ereignisse registriert:



Abbildung 2: Auszug aus dem Naturgefahren-Ereigniskataster des Kantons Bern. Blau Überschwemmungen / Hochwasser und Orange Rutschungen.

Gewässer/ Ort	Datum	Prozessart	Schäden an:
Haseleegräbli	01.06.2004	Überschwemmung/ Hochwasser	Tieren Strassen, Bahnlinien Landwirtschaft-/ Waldflächen
Hinders Zueloufgräbli	01.06.2004	Überschwemmung/ Hochwasser	Tieren Strassen, Bahnlinien Landwirtschaft-/ Waldflächen
Ilfis (ca. km 8.00 - 8.25) Rechts	12.06.1997	Überschwemmung/ Hochwasser	Sachwerten
Weg entlang Haselee- gräbli (ca. km 0.45 - 0.60)	22.06.1953	Rutschung	Keine Schäden

3.3 Bestehende und zukünftige Nutzung

Die Nutzung entlang der projektierten Gewässerabschnitte Haseleegräbli, hinders Zueloufgräbli und Husgräbli werden durch folgende Nutzungen geprägt:

- Wohn- und Mischzonen (z.T. Überbauungsordnungen)
- Streusiedlung
- Verkehr
- Land- und Forstwirtschaft
- Gewerbe

Die Nutzung wird mit Ausnahme der Parzelle Nr. 269 und der Parzelle 780 (heute noch nicht realisiert, aber in Planung) in den nächsten Jahren voraussichtlich gleichbleiben.

3.4 Charakteristik der Einzugsgebiete

3.4.1 Ausdehnung, Ursprung und Vorflut

Gewässer	Ausdehnung	Ursprung	Vorflut
Haseleegräbli	E = 0.14 km ²	Oberfolz	Ifis
Husgräbli	E = 0.045 km ²	Haseleewald	Haseleegräbli
Hinders Zueloufgräbli	E = 0.06 km ²	Bäreghöhe / Oberfolz / Haseleewald	Versickerung / ARA (im Überlastfall)

3.4.2 Geologie und Geomorphologie

Die Einzugsgebiete befinden sich im Bereich der oberen Meeresmolasse. Die Schichten sind kaum verfaltet und umfassen Nagelfluh, Sandsteine und Mergel. Für die Geschiebeführung sind fast ausschliesslich die gut gerundeten Nagelfluhgerölle verantwortlich. Es fehlen in der Regel wirklich grobe Komponenten (\varnothing 0.5 m und mehr). Dies führt dazu, dass bei Hochwasser praktisch das gesamte Lockermaterial im Bachbett in Bewegung gebracht wird. In den Gerinnen befinden sich diverse Geschiebeherde und Rutschungen, aber auch längere Felsabschnitte. Auffallend ist der markante Geländeknick beim Übergang der Gewässer in den Talboden.



Abbildung 3: Ansicht Relief

3.5 Hydrologie und Geschiebe

Die **Abflussspitzen** werden aus der überarbeiteten Gefahrenbeurteilung entnommen:

Gewässer	Fläche	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀
Haseleegräbli	0.14 km ²	1.20 m ³ /s	1.62 m ³ /s	2.10 m ³ /s
Husgräbli	0.045 km ²	0.50 m ³ /s	0.68 m ³ /s	0.88 m ³ /s
Hinders Zueloufgräbli	0.06 km ²	0.76 m ³ /s	1.00 m ³ /s	1.30 m ³ /s

Die untersuchten Fließgewässer weisen oberhalb des Projektperimeters durchgehend ein hohes Pauschalgefälle auf. Die in der Gefahrenbeurteilung aufgeführten, im Einzugsgebiet verfügbaren **Geschiebevolumen** (Potential) sind nachfolgend aufgelistet:

Gewässer	Pauschalgefälle bis Waldrand	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀
Haseleegräbli	ca. 35 %	ca. 300 m ³	ca. 700 m ³	ca. 1'200 m ³
Husgräbli	ca. 55 %	ca. 100 m ³	ca. 300 m ³	ca. 600 m ³
Hinders Zueloufgräbli	ca. 55 %	ca. 200 m ³	ca. 400 m ³	ca. 700 m ³

Die **Geschiebefrachten** pro Ereignis wurden grob mit der Methode Lehmann (GHO 1996) abgeschätzt. Laut der Praxishilfe haben entsprechende Vergleiche mit Geschiebestudien gezeigt, dass die resultierenden Feststoffschätzungen bei kleinen, sehr steilen Einzugsgebieten eher überschätzt werden. Daher wird davon ausgegangen mit der Grob-Abschätzung auf der sicheren Seite zu liegen.

Gewässer	Fläche	GF ₃₀	GF ₁₀₀	GF ₃₀₀
Haseleegräbli Waldrand	0.14 km ²	ca. 135 - 165 m ³	ca. 190 - 230 m ³	ca. 275 - 335 m ³
Haseleegräbli Hasenlehn	0.14 km ²	ca. 20 - 25 m ³	ca. 25 - 30 m ³	ca. 30 - 40 m ³
Husgräbli	0.045 km ²	ca. 45 - 55 m ³	ca. 60 - 75 m ³	ca. 85 - 105 m ³
Hinders Zueloufgräbli	0.06 km ²	ca. 55 - 70 m ³	ca. 80 - 100 m ³	ca. 115 - 145 m ³

Um die geschätzten Mengen zu plausibilisieren wurde die Firma Flussbau AG beigezogen. Nach Rücksprache mit Ihnen wurden die Resultate bestätigt und wo möglich die Gestaltung des Kiessammlers noch optimiert (vgl. Bericht im Anhang).

3.6 Mögliche Gefahrenarten

Prozessart	Relevanz ²	Beurteilung
Hochwasser mit Geschiebe (Überschwemmung / Übersarung)	x	Hauptprozess
Ufer- und Sohlenerosion	x	
Rutschungen	x	Geschiebeeintrag in den Einzugsgebieten

² Relevante Prozesse werden mit einem x gekennzeichnet.

3.7 Szenarien

Für die Dimensionierung der Schutzbauten sind an allen drei Fliessgewässern kurze Gewitterereignisse relevant. In den steilen Einzugsgebieten kommt es zu einer raschen Abflussbildung. Durch längere Regen vorgesättigte Böden können dies verstärken. Die Abflussganglinien sind steil ansteigend aber auch abfallend. Die für die kleinen Gräben kurzzeitig grossen Wasser- und Geschiebemengen können vor allem bei den zu kleinen Rohren zu Verklausungen führen. Zudem ist bei dem Übergang in den Talboden mit Geschiebeablagerungen zu rechnen. Je seltener die Ereignisse, desto grösser werden die Überschwemmungs- und Übersarungsflächen. Weitere übertragbare Einschätzungen zur Hydrologie der drei Fliessgewässer können dem Anhang «Abflussganglinien/ -volumen Hinders Zueloufgräbli» entnommen werden.

3.8 Beurteilung der bestehenden Schutzbauten

Die Schutzbauten werden nach PROTECT auf ihre Zuverlässigkeit untersucht. Die Zuverlässigkeit ergibt sich aus den Kriterien Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und der Dauerhaftigkeit:

- Die Tragsicherheit ist die Fähigkeit eines Bauwerkes, für die anzunehmenden Einwirkungen einen ausreichenden Tragwiderstand zu gewährleisten. Das heisst, bei einer bestimmten Belastung darf kein Versagen des Bauwerkes auftreten.
- Die Gebrauchstauglichkeit ist die Fähigkeit eines Bauwerkes, die Funktionstüchtigkeit in Bezug auf die festgelegten Nutzungsanforderungen während des Einsatzes zu gewährleisten (z.B. Gewährleisten einer genügend grossen Abflusskapazität).
- Die Anforderungen an die Tragsicherheit und die Gebrauchstauglichkeit einer Massnahme sollen im Rahmen der vorhersehbaren Einwirkungen über längere Zeit erfüllt bleiben, ohne unvorhergesehenen Aufwand für die Instandhaltung betreiben zu müssen. Die Dauerhaftigkeit einer Massnahme kann als gewährleistet betrachtet werden, wenn eine Nutzungsdauer der Massnahme von 50 Jahren und mehr angenommen werden kann.

Für die nicht bekannten Rohrleitungen werden hier keine Aussagen gemacht. Die Zuverlässigkeit wird allgemein qualitativ eingeschätzt.

Schutzbaute	Trag-sicherheit³	Gebrauchs-tauglichkeit⁴	Dauer-haftigkeit⁵	Zuverlässig-keit
Ufermauer Haseleeegräbli ca. km 0.650	erfüllt	erfüllt	erfüllt	hoch
Holzlängsverb. Haseleeegräbli ca. km 0.600 – 0.650	erfüllt	erfüllt	nicht erfüllt	eingeschränkt
Kiessammler Haseleeegräbli ca. km 0.600	nicht erfüllt	nicht erfüllt	erfüllt	gering
Halbschalen Haseleeegräbli ca. km 0.450 – 0.600	erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt	gering
Holzsperr hinders Zueloufgräbli (Waldgrenze)	nicht erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt	gering
Holzverbauungen hinders Zueloufgräbli (bis Waldgr.)	erfüllt	erfüllt	erfüllt	hoch

³ Wird als erfüllt angenommen, wenn bei den erwarteten Einwirkungen kein Versagen auftritt.

⁴ Wird als erfüllt angenommen, wenn die Hochwasserwerte inkl. Freibord (100-jährlich) abgeleitet werden können oder wenn Dämme entsprechend überströmsicher sind.

⁵ Wird als erfüllt angenommen, wenn noch eine Lebensdauer von 50 Jahren (bzw. systembedingt 30 Jahren für Holzverbauungen) gewährleistet ist.

3.9 Schwachstellenanalyse

Die bestehenden Beton-Halbschalen (300 / 150) sowie Rohrleitungen (DN 200 – 300) im Projektperimeter sind zu klein und vermögen die anfallenden Wasser- und Geschiebemengen nicht abzuleiten. Der Durchlass im Bereich Waldrand / Sonnhalde weist ein zu geringes Durchflussprofil auf. Es ist in der Folge mit Ausuferungen zu rechnen.

Schwachstellen Hinders Zueloufgräbli: Linkskurve unterhalb Sperre: Geschiebe lagert sich nicht im Sammler ab, sondern wird in Verlängerung des oberen Gerinnes weitertransportiert.

Schwachstellen Husgräbli: Oberhalb des Waldrands markante Linkskurve, danach ersichtliches Gerinne. Oberhalb Hof Übergang in Rohrleitung.

Schwachstellen Haseleegräbli: Zu kleines Gerinne unterhalb Geschiebesammler. Ungenügende Kapazität bei Übergang in Rohrleitung.

3.10 Gefährdungssituation

Das Haseleegräbli und die verschiedenen kleineren Gräblein im Zulauf bringen bei Gewitter mehr Wasser als die bestehenden Leitungen zu fassen vermögen. Die Unterführung im Sonnhaldeweg wird überflutet und das Wasser verbreitet sich auf der «Götschimatte». Bei starken Gewittern sind die Keller im Unterdorf gefährdet. (vgl. Aktennotiz der Schwellenkorporation vom 03.07.2008)

Diese Schwachstellen widerspiegeln sich auch in der Gefahrenkarte. Gemäss der aktuellen Gefahrenkarte werden Gebäude, Strassen und landwirtschaftliche Nutzflächen im Projektperimeter gering bis mittel gefährdet. Die Daten stammen aus der Intesitätskarte, welche derzeit überarbeitet wird. Durch Wassergefahren sind die Indexstufen 2 bis 5 zu erwarten. Die höhere Gefährdung in der Gefahrenkarte gegenüber den Wassergefahren kommt durch die Kumulation mit Rutschgefahren (Hangmuren) zu Stande. Die vorhandenen Gefährdungs- und Indexstufen sind nachfolgend kurz aufgelistet:

- Geringe Gefährdung (gelb): Personen sind kaum gefährdet. An Gebäuden ist mit geringen Schäden zu rechnen.
- Mittlere Gefährdung (blau): Personen sind nur ausserhalb von Gebäuden gefährdet. Mit Schäden an Gebäuden ist zu rechnen.
- Index Ü2 (gelb/ blau): schwache Intensität bei mittlerer Wahrscheinlichkeit
- Index Ü3 (blau): schwache Intensität bei hoher Wahrscheinlichkeit
- Index Ü4 (gelb/ blau): mittlere Intensität bei geringer Wahrscheinlichkeit
- Index Ü5 (blau): mittlere Intensität bei mittlerer Wahrscheinlichkeit

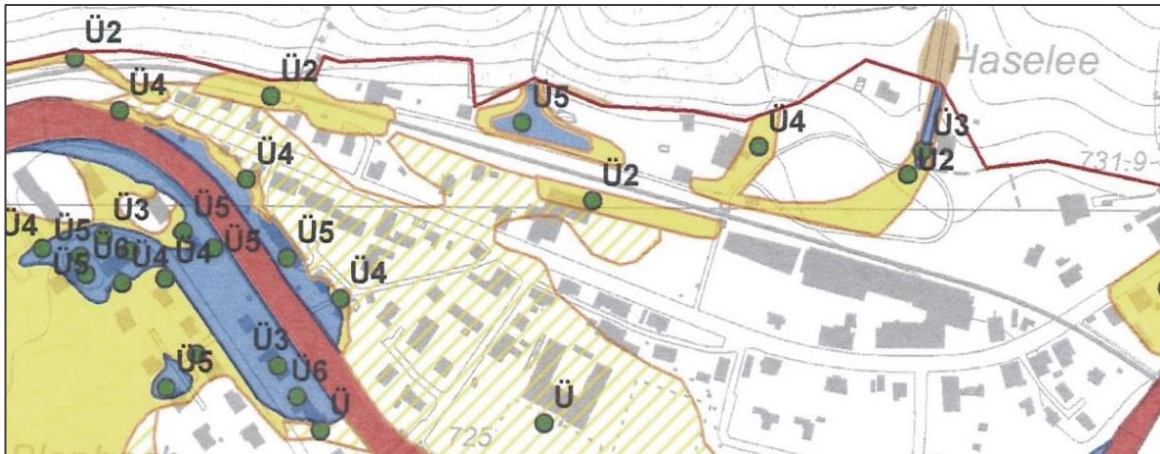


Abbildung 4: Aktuell gültige Gefahrenkarte (Wassergefahren) vor Massnahmen

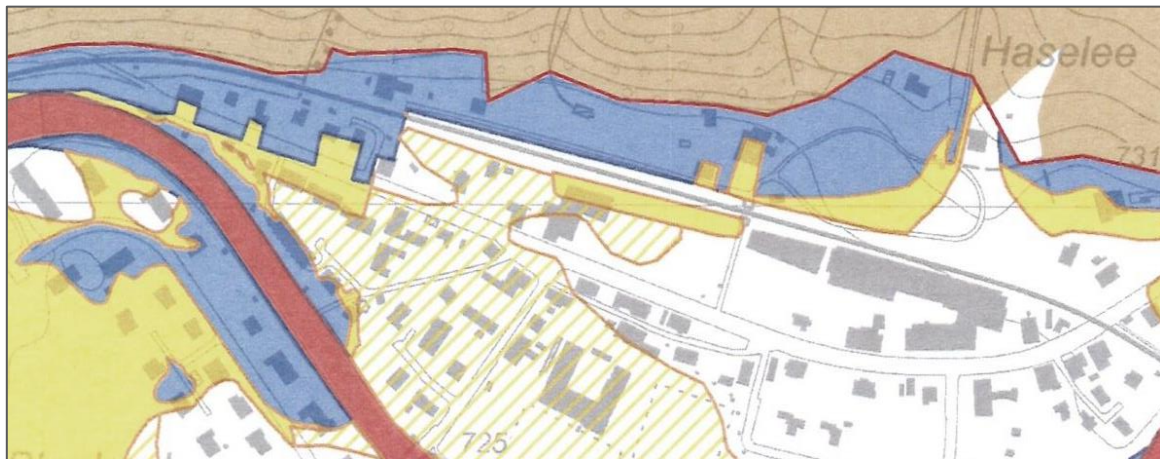


Abbildung 5: Aktuell gültige Synoptische Gefahrenkarte vor Massnahmen

Die Gefahren im Projektperimeter wurden im Jahre 2009 überarbeitet. Dabei wurden von den Verfassern die Ausmasse der Überflutungsflächen leicht grösser beurteilt, nicht aber deren Intensität. Zusätzlich wurden die Intensitätskarten für die Gewässer Iffis, Haseleegräbli und Zueloufgräbli mit den in den letzten Jahren nachweislich mehrmals aufgetretenen Ereignissen ergänzt (Berücksichtigung Durchstich durch Bahndamm hinter Gebäude Nr. 58):

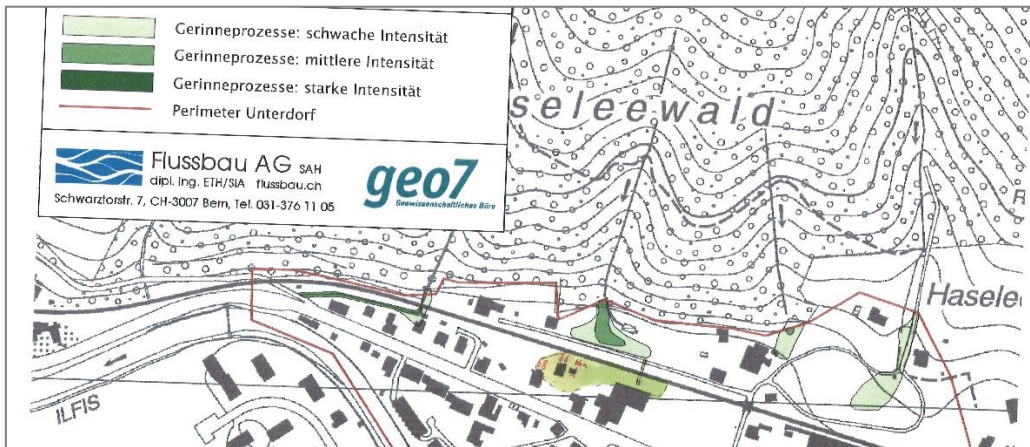


Abbildung 6: Überarbeitung Gefahrenbeurteilung ergänzt, Intensitätskarte vor Massnahmen HQ₃₀

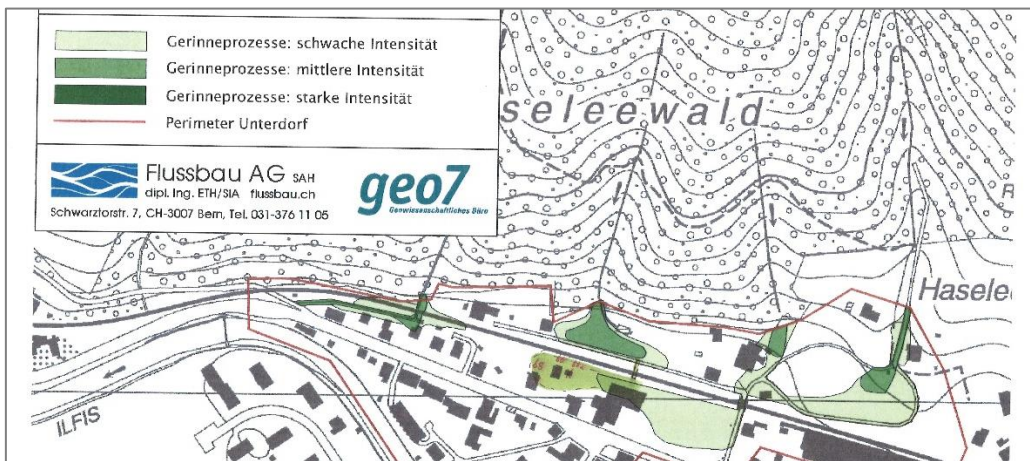


Abbildung 7: Überarbeitung Gefahrenbeurteilung ergänzt, Intensitätskarte vor Massnahmen HQ₁₀₀

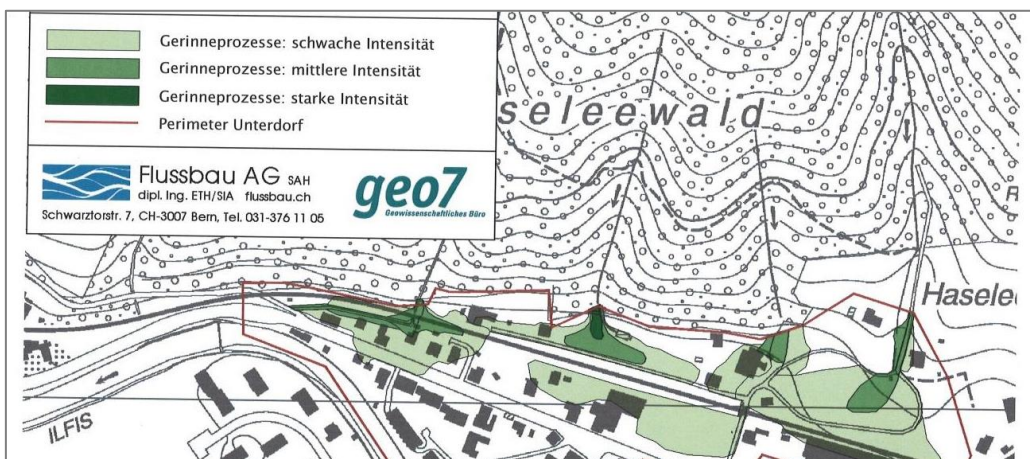


Abbildung 8: Überarbeitung Gefahrenbeurteilung 2009, Intensitätskarte vor Massnahmen HQ₃₀₀

3.11 Ökologische und weitere Rahmenbedingungen

Die pro Fließgewässer bekannten Rahmenbedingungen sind in der untenstehenden Tabelle ersichtlich:

Gewässer / Kriterium	Haseleegräbli	Husgräbli	Hinders Zueloufgräbli
Gewässerschutz	Bereich Au / üB	Bereich Au / üB	Bereich Au / üB
Schutzwald	Objektschutzwald	Objektschutzwald	Objektschutzwald / Gerinneschutzwald
Belastete Standorte	Parzellen 285 und 472 (Betriebsstandorte)	Keine	Keine
Ökomorphologie F	Eingedolt / künstlich	Nicht klassiert	Nicht klassiert
Bauinventar	Geschützte K-Objekte (Nr. 91, 92 und 93) / Erhaltenswerte Gebäude (Nr. 53, 60, 61 und 95)	Geschützte K-Objekte (Nr. 91, 92 und 93)	Keine
Biodiversität-Förder-Flächen	Extensive Wiese / Hochstammfeldobst-bäume	Extensive Wiese / Hochstammfeldobst-bäume	Extensive Wiese

Gemäss Geoportal bestehen weiter keine Problempflanzen, archäologische Fundstätten, spezifischen Gewässerentwicklungsziele (Priorität / Nutzen) und Naturschutzgebiete. Es handelt sich zudem in keinem der Fälle um Fischgewässer.

3.12 Gewässerraum

Der im Projekt (typische Profile) eingezeichnete Gewässerraum hat lediglich hinweisenden Charakter. Der nötige Gewässerraum gemäss Gewässerschutzverordnung wird im Rahmen der laufenden Teil-Revision der Ortsplanung ausgeschieden bzw. für die Parzelle Nr. 269 über die UeO Götschimatte festgelegt:

- Der Gewässerraum bei den betroffenen Gräben (Haseleegräbli, Husgräbli und hinders Zueloufgräbli) beträgt 11 m, was dem gesetzlichen Minimum entspricht.
- Das Gebiet entlang des Brüggmätteliwegs wurde vom AGR als dicht überbaut beurteilt, wodurch die Bauabstände unterschritten werden können. Die Vorprüfung liegt vor.
- Da das Haseleegräbli durchgehend unter den Brüggmätteliweg verschoben werden soll, wird für die geänderte Linienführung in der Grundordnung ein Freihaltekorridor festgelegt. In der laufenden Teil-Ortsplanungsrevision (Stand Februar 2020: Öffentliche Auflage) muss aber auch für den heutigen Verlauf ein Gewässerraum ausgeschieden werden. Mit der Umsetzung des vorliegenden Projekts und damit stellenweiser Verschiebung des Gewässers können dann die Gewässerraumflächen des alten Verlaufs entfernt werden.
- Ebenso werden in der UeO Götschimatte sowohl für den heutigen Leitungsverlauf ein Gewässerraum ausgeschieden wie auch für den projektierten Bachverlauf ein Freihaltebereich festgelegt. Auch hier können bei Umsetzung des vorliegenden Projekts die alten Gewässerraumflächen im Rahmen der Anpassung der UeO respektive der OPR angepasst werden.
- Im Bereich der «Götschimatte» ist in der UeO und der Teil-Ortsplanungsrevision gegenüber der heutigen Leitung eine asymmetrische Ausscheidung vorgesehen (entlang Kantonsstrasse 1 m nach Norden, entlang Sonnhaldeweg 1.5 m nach Osten).

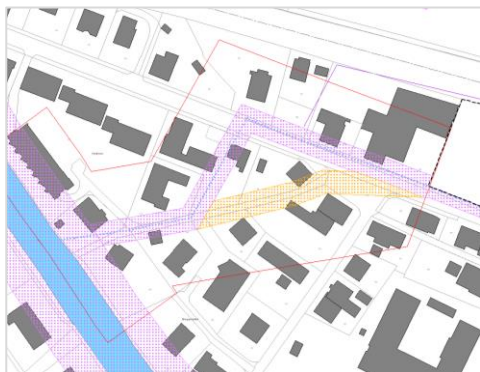


Abbildung 9: Ausschnitt Zonenplan Gewässerraum.
Violett = Gewässerraum, orange = Freihaltekorridor,
Rote Umrandung = dicht überbautes Gebiet

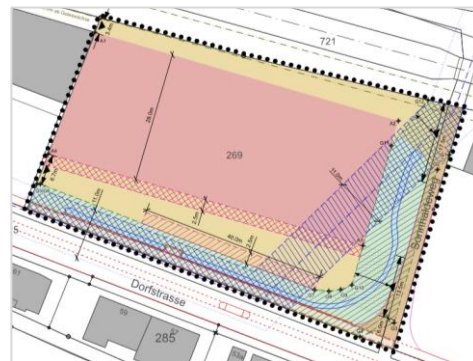


Abbildung 10: Ausschnitt Ueo Götschimatte.
Blau = Gewässerraum, grün = Freihaltebereich

3.13 Projekte Dritter / weitere Projekte

Drittprojekt: Sanierung Ortsdurchfahrt Trubschachen: «Die Ortsdurchfahrt von Trubschachen weist diverse Defizite auf. Es sind acht bauliche Massnahmen vorgesehen, welche die bestehende Situation aus verkehrstechnischer und gestalterischer Sicht verbessert.» (zit. Drittprojekt). Die für dieses Projekt relevanten baulichen Massnahmen Nr. 2 und 3 sind nachfolgend aufgeführt:

- 2) Helvetiaplatz: Die unübersichtliche Platzgestaltung wird durch zwei Bushaltestellen und einen Mittelstreifen klarer strukturiert.
- 3) Gasthof Hirschen: Auf Grund des hohen Verkehrsaufkommens muss der Fussgängerstreifen mit einer Schutzinsel versehen werden.

«Substanzerhaltung: Die Strassenabschnitte zwischen den baulichen Massnahmen müssen auch saniert werden, da die Bausubstanz ihre Lebensdauer erreicht hat. Der Belag im Strassen- und im Trottoirbereich wird erneuert. Stellenweise muss auch der Koffer ersetzt werden. Über den ganzen Projektperimeter werden die Strassenrandabschlüsse entfernt und durch einen einheitlichen ersetzt. Ausserdem wird die Strassenbreite im gesamten Projektperimeter auf eine einheitliche Breite von 6.30 m angepasst.» (zit. Drittprojekt).

Drittprojekt: Ersatz Grauensteinleitung Wasserversorgung Langnau: «Ausgelöst durch die Sanierung der Ortsdurchfahrt (OIK IV) und die Sanierungen der Wasserleitungen der WV Trubschachen soll die Grauensteinleitung der WV Langnau ersetzt werden (...). Im Bereich Bahnübergang - Dorfeinfahrt wird die Leitung wie bisher in der Dorfstrasse liegen. Hier wird die Leitung entweder neu erstellt oder mittels Inliner saniert.» (zit. Drittprojekt).

Projekt: ZPP und UeO «Götschimatte»: Die Parzelle Nr. 269 wird zukünftig als Zone mit Planungspflicht (ZPP) Nr. 6 Götschimatte festgelegt und bildet die Grundlage für die Überbauungsordnung «Götschimatte». Ein Richtkonzept dient als Vorlage für die Überbauungsordnung. Zugelassen werden soll die Arbeitsnutzung, welche den angrenzenden Betrieben dient.

Die im Situationsplan orientierend dargestellten Projektstände entsprechen dem aktuellsten Planstand der Drittprojekte (Mailkorrespondenz November 2019).

4. Projektannahmen

4.1 Gewählte Schutzziele

Die Schutzziele für Gebäude und Strassen im Projektperimeter werden gemäss den kantonalen Vorgaben festgelegt. An allen Gewässern sind ständig bewohnte Gebäude oder grössere Verkehrsrouten (Objektkategorien für Siedlungen und Verkehrswege) betroffen. Für diese Objektkategorien ist bei den mutmasslich auftretenden Intensitäten und Auswirkungen ein Schutz vor einem 100-jährlichen Ereignis nötig bzw. zu prüfen. Die Schutzziele werden für alle Fliessgewässer auf ein Schutzziel vor einem HQ_{100} (Überflutung / Übersarung) festgelegt. Bei Überlast sollen sich die Schutzbauten gutmütig verhalten.

4.2 Ökologische und gestalterische Entwicklungsziele

Das Haseleegräbli und Husgräbli sollen möglichst naturnah werden. Es wird eine den Bestimmungen der GschV entsprechende Gestaltung des Gewässerraums angestrebt. Temporär beeinträchtigte ökologische Elemente und Ausgleichsflächen werden wiederhergestellt. Auch die Geländemodellierungen / Anpassungen und Wege werden ansprechend und bewirtschaftbar gestaltet.

4.3 Dimensionierungsgrössen

Die bestehende Gefahrenkarte aus dem Jahr 2003 sowie die darin angegebenen Werte sind nach wie vor rechtsgültig. Diese Werte wurden im Jahr 2009 nochmals überprüft. Es wurden in Absprache mit dem OIK IV die Hochwasserspitzen und Geschiebewerte aus der überprüften Gefahrenbeurteilung 2009 übernommen. Die Wasservolumen des hindere Zueloufgräbli wurden im Rahmen dieses Wasserbauplans abgeschätzt (vgl. Anhang). Zusammen mit den gewählten Schutzzielen resultieren die folgenden Dimensionierungsgrössen:

- Für die Rohrleitungen ab dem Zusammenfluss von Haseleegräbli und Husgräbli ergibt sich die Dimensionierungsgrösse von $Q_{dim} = HQ_{100} = 2.3 \text{ m}^3 / \text{s}$
- Die Entlastung des hindere Zueloufgräblis wird auf eine Kapazität von $Q_{dim} = Q_{m\ddot{o}glich, Bahndurchlass} = 300 \text{ l} / \text{s}$ dimensioniert
- Für den Betonkanal ab dem Zusammenfluss aller drei Fliessgewässer ergibt sich die Dimensionierungsgrösse von $Q_{dim} = HQ_{100\text{Haseleegräbli}+\text{Husgräbli}} + Q_{m\ddot{o}glich, Bahndurchlass} = 2.6 \text{ m}^3 / \text{s}$

- Das benötigte Retentionsvolumen am hindere Zueloufgräbli wird für ein 100-jährliches Gewitterereignis auf rund 1'000 m³ festgelegt
- Der Kiessammler im Hasenlehn wird auf ein Volumen von rund 300 m³ dimensioniert

5. Projektbeschreibung

5.1 Variantenstudium und Entscheide

Stufe Projektgeschichte:

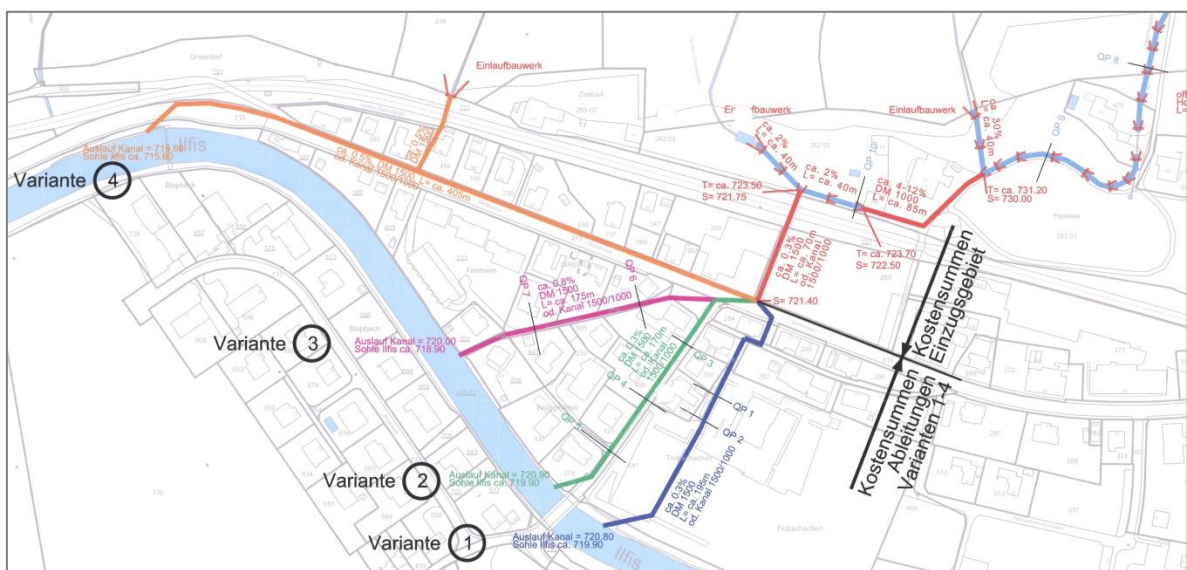


Abbildung 11: In der Vorstudie 2008 geprüfte Varianten

Für alle Varianten werden im Einzugsgebiet die gleichen Massnahmen vorgeschlagen. Die geöffneten Haselegräbli und Husgräbli sollen im «Hasenlehn» zusammengeführt werden. Von da soll das Wasser in den Retentionsbereich hinter dem Bahndamm geleitet und mit dem hinderen Zueloufgräbli vereint werden. Ab hier beginnt die Ableitung im Rohr. Dies bedingt einen neuen Bahndurchstich mit entsprechenden Kosten.

Variante Ableitung	Beschreibung	Beurteilung
Variante 1: Ableitung via Sportplatz (blau)	Mit einem Kanal wird das Wasser ab der Kantonsstrasse via Gässli und Schulhausareal in die Ilfis abgeführt	<ul style="list-style-type: none"> - sehr wenig Gefälle - Einmündung im Gleitufer der Ilfis - Sehr nahe an Gebäuden - Ungünstige Linienführung

Variante Ableitung	Beschreibung	Beurteilung
(V 1)		- Nach Erstellung Sportplatz nicht mehr sinnvoll ➔ Verworfen Variante
Variante 2: Ableitung via Ortbachstrasse (grün)	Mit einem Kanal wird das Wasser ab der Kantonsstrasse via Ortbachstrasse in die Ilfis abgeführt	- sehr wenig Gefälle - Einmündung im Gleitufer der Ilfis - Nach der Strassensanierung nicht mehr sinnvoll ➔ Verworfen Variante
Variante 3: Ableitung via Brüggmätteliweg (violett)	Mit einem Kanal oder einer Rohrleitung wird das Wasser ab der Kantonsstrasse via Brüggmätteliweg in die Ilfis abgeführt	- sehr enge Platzverhältnisse - temporäre Baustellenerschliessung nötig (Sackgasse / Feuerwehr usw.) + Kosten + diverse Kostenteiler möglich ➔ Zuerst verworfene Variante (siehe Projektgeschichte), nach weiteren Prüfungen wieder <u>Bestvariante</u>
Variante 4: Ableitung via Kantonsstrasse (orange)	Mit einem Kanal oder einer Rohrleitung wird das Wasser durch die Kantonsstrasse bis Ortsausgang in die Ilfis abgeführt. Das vordere Zueloufgräbli kann ebenfalls abgeleitet werden	+ gute Platzverhältnisse + öffentliche Parzelle + wenig «direkt» Betroffene + diverse Kostenteiler möglich + Anbindung vorderes Zueloufgräbli - Nach detaillierter Prüfung (siehe Projektgeschichte) nicht kostenwirksam ➔ Verworfen Variante

In dieser Vorstudie werden zudem die Kosten Ortsbetonkanal vs. Betonrohrleitungen verglichen. Die Variante als Betonkanal besticht durch tiefere Laufmeterpreise. Die Hauptursache liegt in weniger zu erwartender Bautiefe (Aushub / Hinterfüllung / Baugrubensicherung usw.).

Nach der gescheiterten Variante 4 (via Kantonsstrasse) fällt die Bauherrschaft den Entscheid, für die Variante 3 (Ableitung via Brüggmätteli) eine Wasserbaubewilligung auszuarbeiten. Die gewonnen Erkenntnisse aus dem Vergleich Betonkanal vs. Rohrleitungen sollen weiter berücksichtigt werden.

Studentenarbeit (Bachelorthesis Bauingenieurwesen):

Vor Auftragserteilung der Wasserbaubewilligung an die Projektverfasser werden im Rahmen einer Bachelorthesis an der FH Burgdorf im Wesentlichen zwei weitere Varianten geprüft und Massnahmen vorgeschlagen. Zwei dieser Varianten werden an dieser Stelle vorgestellt:

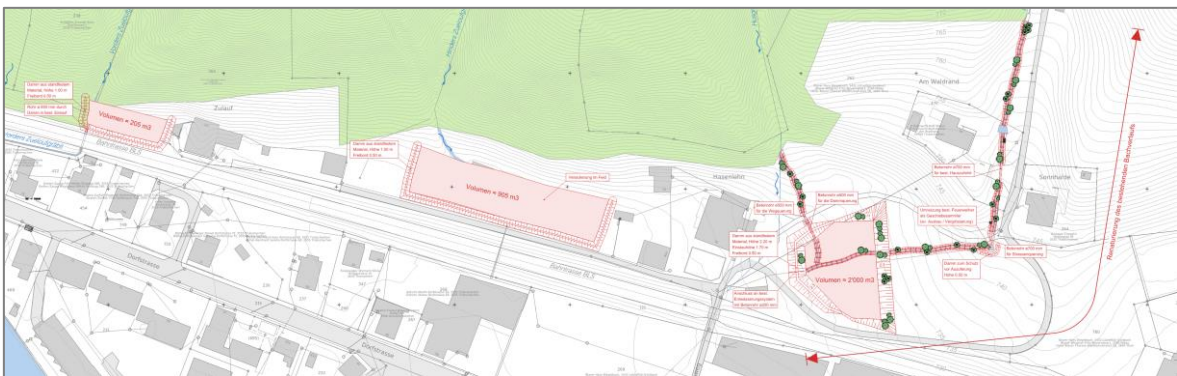


Abbildung 12: «Variante Retention»

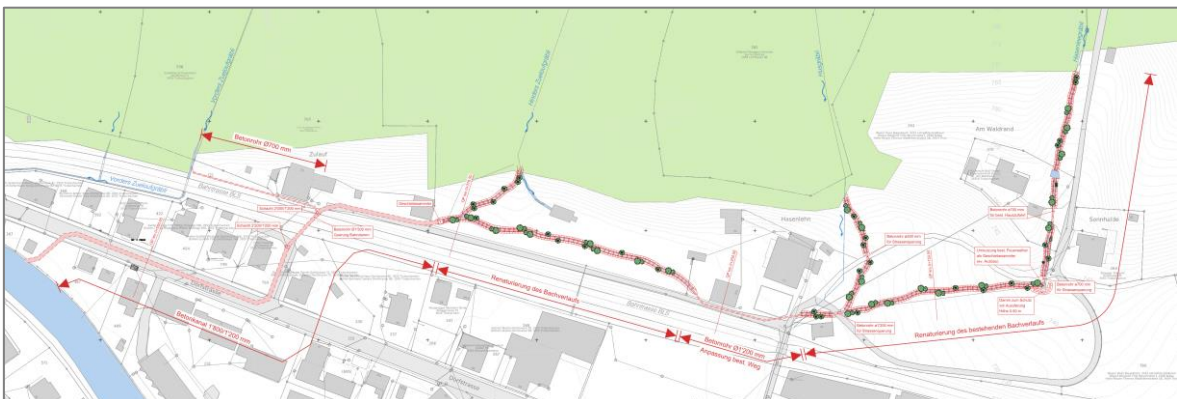


Abbildung 13: «Variante Kombination offenes Gerinne und Betonkanal»

Variante	Beschreibung	Beurteilung
Variante «Retention»	Alle Gräblein (Haseleegräbli, Husgräbli, hindere und vorders Zueloufgräbli) werden wo möglich renaturiert und hinter dem Bahndamm in Retentionsbereiche geführt. Die Ableitung erfolgt über die bestehenden Rohre.	<ul style="list-style-type: none"> - «nur» Schutz HQ₆₀ vorgesehen - die überarbeitete Gefahrenbeurteilung wird nicht berücksichtigt - das alte, zu kleine Rohrleitungsnetz wird nicht saniert - Verträglichkeit (Natur / Landschaft) des Retentionsbereichs «Hasenlehn» fraglich - das hindere Zueloufgräbli läuft nach dem Bahndurchstich weiterhin unkontrolliert in die Siedlung - keine Lösung Überlastfall sichtbar + Vorders Zueloufgräbli mit berücksichtigt + Kosten (gemäss Schätzung)
Variante «offenes Gerinne und Betonkanal»	Das Haseleegräbli und Husgräbli werden offen zusammengefasst und dann via Rohrleitung in die Geländemulde hinter dem Bahndamm geführt. Hier kommt das hindere Zueloufgräbli hinzu. Die Gräben werden wo möglich renaturiert. Die Ableitung erfolgt ab hier mittels neuem Betonkanal in die Ilfis. Das vordere Zueloufgräbli wird mittels Rohrleitung an den Betonkanal angehängt.	<ul style="list-style-type: none"> - «nur» HQ₆₀ vorgesehen - die überarbeitete Gefahrenbeurteilung wird nicht berücksichtigt - keine Lösung Überlastfall sichtbar - neuer Bahndurchstich (Kosten / Risiko Dammstatik) - Längere Abschnitte entlang Bahnlinie + Vorders Zueloufgräbli mit berücksichtigt + Kosten (gemäss Schätzung)

Die Schwellenkorporation beschliesst diverse Elemente beider Varianten weiter zu verfolgen / zu prüfen (insbesondere die Retention) und kommuniziert dies bei der Vergabe der Planerleistungen.

Stufe Vorstudie / Vorprojekt:

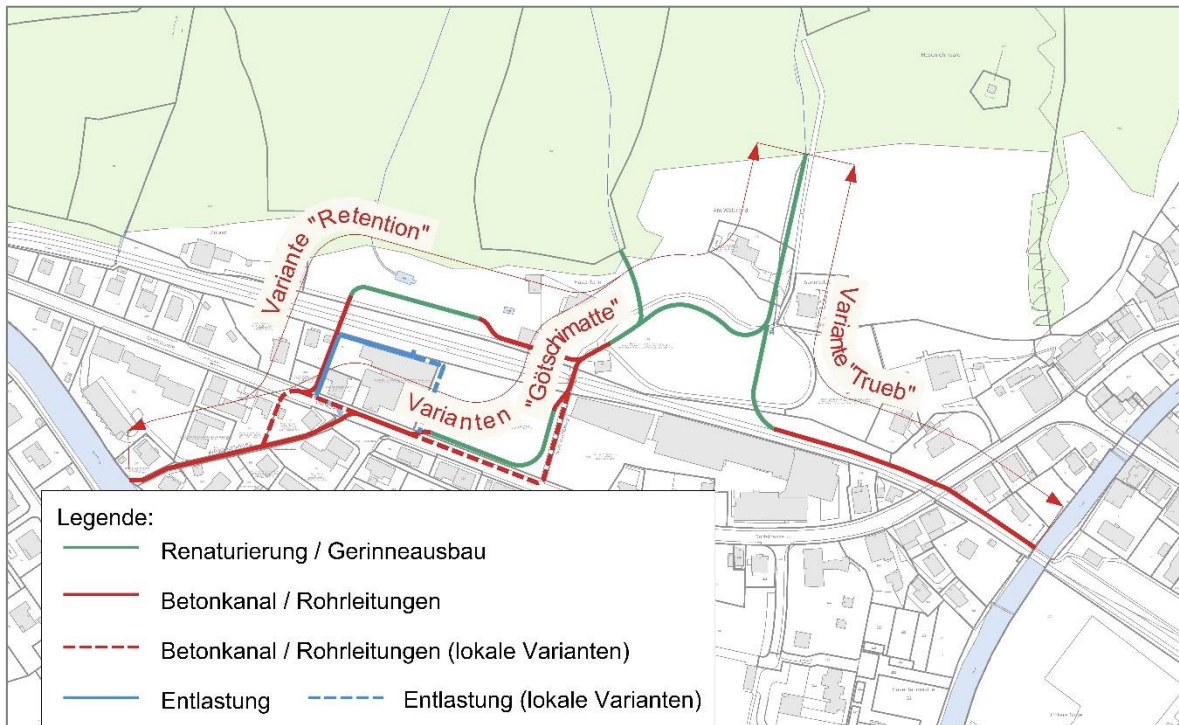


Abbildung 14: In der Vorstudie / im Vorprojekt geprüfte Varianten

Variante	Beschreibung	Beurteilung
Variante «Retention»	Das Haseleegräbli und Husgräbli werden offen zusammengefasst und dann via Rohrleitung in die Geländemulde hinter dem Bahndamm geführt. Hier kommt das hindere Zueloufgräbli hinzu. Die Ableitung erfolgt ab hier mittels neuem Bahndurchstich und teilweise neuer Linienführung in einem Betonkanal in die Ilfis. Die Entlastung (blau) würde entfallen.	<ul style="list-style-type: none"> - keine Lösung Überlastfall gefunden (wohin läuft das Wasser bei Verklauung im «Hasenlehn»?) - neuer Bahndurchstich (Kosten / Risiko Dammstatik) - weniger Beiträge Kanton - rechtlich heikel (neue Linienführung / Gewässerraum für bisher nicht Betroffene) + ev. Kosten (Entlastung entfällt) ➔ Verworfen Variante

Variante	Beschreibung	Beurteilung
Variante «Götschimatte»	Das Haseleegräbli und Husgräbli werden offen zusammengefasst und dann via Bahnunterführung und Betonkanal in die «Götschimatte» geleitet. Das Haseleegräbli wird wo möglich offen geführt. Die Ableitung erfolgt ab Ende «Götschimatte» in neuem Betonkanal (via Brüggmätteliweg) in die Ifis. Das vordere Zueloufgräbli wird mittels Rohrleitung an den Betonkanal angehängt (Entlastung).	<ul style="list-style-type: none"> - Kosten Entlastung zusätzlich + Synergien mit dem Drittprojekt «Sanierung Ortsdurchfahrt» + Gutmütigkeit im Überlastfall (die beim Geländeknick zu erwartenden Wasseraustritte (infolge Geschiebe) können kontrolliert wieder dem Gräbli zugeführt werden. + neuer Bahndurchstich entfällt + die Linienführung entspricht mehrheitlich dem heutigen Verlauf (rechtliche Lösung absehbar) + guter Subventionsansatz absehbar ➔ gewählte <u>Bestvariante</u>
Lokale Varianten «Götschimatte»	In der «Götschimatte» werden verschiedenste Varianten geprüft (der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt): Mehr entlang Bahndamm, auf heutigem Leitungsverlauf usw. Die weiterverfolgte Variante (grün in Abbildung 14) bezieht die «UeO Götschimatte» bestmöglich mit ein.	
Lokale Variante «alter Verlauf»	Ab dem Helvetiaplatz wird die Leitung auf heutigem Verlauf der Leitung in den Brüggmätteliweg geführt (durch die Parzelle Nr. 472).	<ul style="list-style-type: none"> + heutiger Verlauf (im Gewässerraum) - längere Rohrleitung (höhere Kosten / noch weniger Gefälle) - zukünftiger Unterhalt erschwert (nicht unter öffentlicher Parzelle) - belasteter Standort betroffen ➔ Verworfenen Variante

Variante	Beschreibung	Beurteilung
Lokale Variante «Wieder- eindolung»	Die Leitung wird als Wiedereindolung unter Sonnhaldeweg und Kantonsstrasse geführt.	- rechtlich nicht zulässig (Art. 4 WBG) ➔ Keine valable Variante
Variante «Trueb»	Das Haseleegräbli wird ab der Sonnhalde im Gefälle weitergeführt. Ab der Bahnlinie kann das Wasser mittels Leitung in die Trueb geleitet werden.	- Nur das Haseleegräbli gelöst - das alte, zu kleine Rohrleitungsnetz wird nicht saniert - Gewässerraum im Unterdorf bleibt bestehen (infolge Husgräbli) - Lösung Überlastfall schwierig - Arbeiten in Bahnnähe - rechtlich heikel (neue Linienführung / Gewässerraum für bisher nicht Betroffene) ➔ Verworfen Variante

Stufe Bauprojekt (Variante, Stand Vernehmlassung):

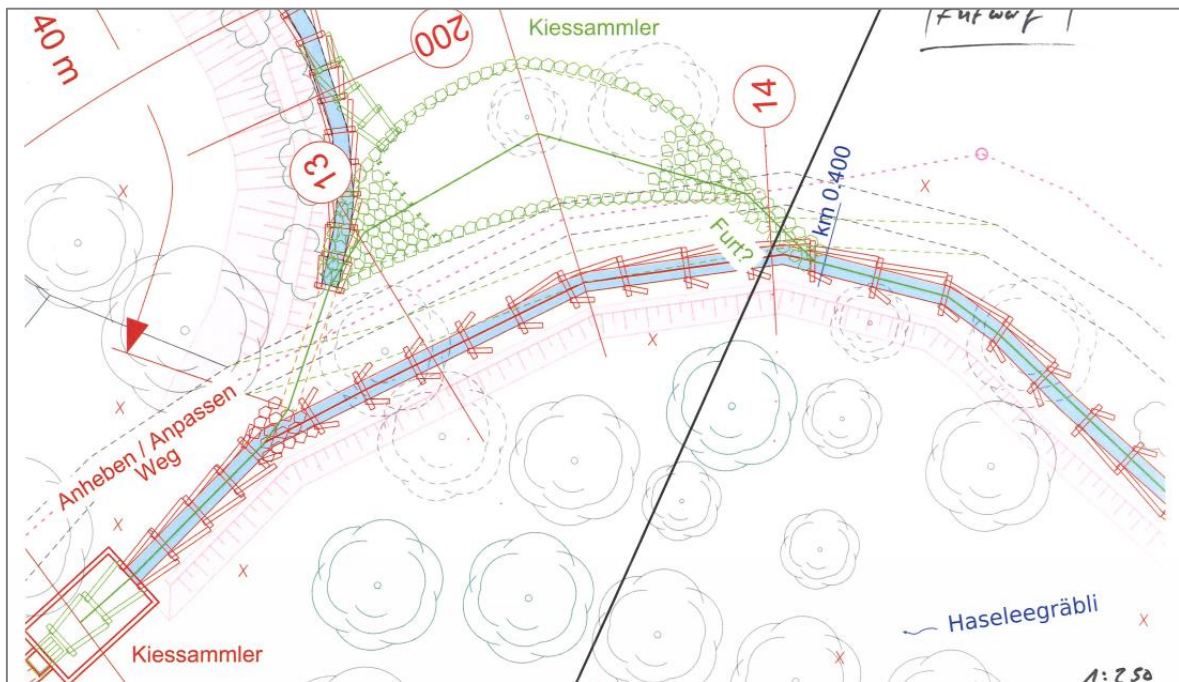


Abbildung 15: Geprüfte Kiessammlervarianten, rot = «Variante Beton», grün = Variante «Blöcke»

Variante	Beschreibung	Beurteilung
Variante «Kiessammler mit Beton»	Vor dem Einlauf in die Strassenquerung im Hasenlehn wird ein Kiessammler mit Beton erstellt.	+ Landbedarf + Landbewirtschaftung / Unterhalt ± Zugänglichkeit für Räumung ± Kosten
Variante «Kiessammler mit Blöcken»	In einer bestehenden Geländemulde soll durch zusätzliche Eintiefung und Aufweitung der Mulde ein Kiessammler entstehen. Dafür muss der Bewirtschaftungsweg gequert werden und der Weg zudem leicht verschoben / angehoben werden.	- Landbedarf - Landbewirtschaftung / Unterhalt - zusätzliche Wegquerungen nötig + Landschaft / Ästhetik + Ökologie + natürlicher Standort (best. Mulde) ± Zugänglichkeit für Räumung ± Kosten ➔ gewählte Variante

Stufe Bauprojekt (Stand aktuelle Variante):

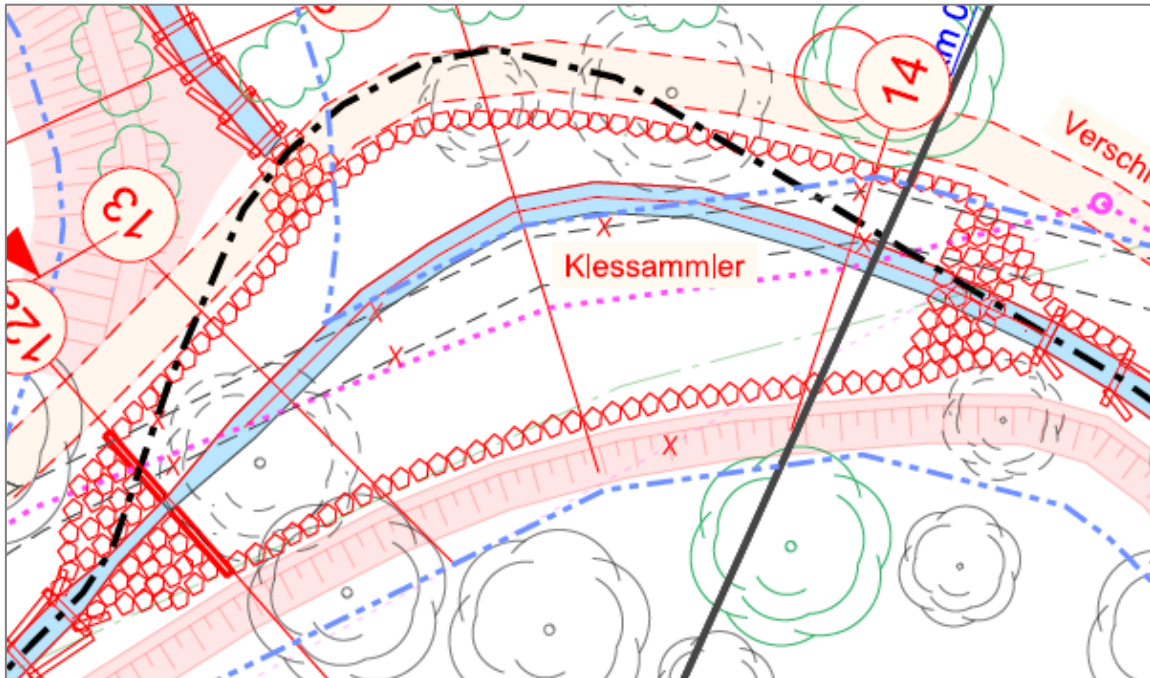


Abbildung 16: Überarbeitete Kiessammlervariante

Variante	Beschreibung	Beurteilung
Variante «Kiessammler mit Beton»	Vor dem Einlauf in die Strassen- querung im Hasenlehn wird ein Kiessammler mit Beton erstellt.	+ Landbedarf + Landbewirtschaftung / Unterhalt ± Zugänglichkeit für Räumung ± Kosten
Variante «Kiessammler mit Blöcken»	In einer bestehenden Geländemulde soll durch zusätzliche Eintiefung und Aufweitung der Mulde ein Kiessammler entstehen. Dafür wird der Bewirtschaftungsweg an den Hangfuss verlegt.	- Landbedarf - Landbewirtschaftung / Unterhalt + Landschaft / Ästhetik + Ökologie + natürlicher Standort (best. Mulde) ± Zugänglichkeit für Räumung ± Kosten ➔ gewählte Variante

5.2 Raumplanerische Massnahmen

Durch das Projekt werden keine raumplanerischen Massnahmen definiert. Die Parzelle Nr. 262 bleibt als Retentionsfläche und deswegen frei von Bauten und dies wird als Dienstbarkeit festgehalten. Die Gefahrenkarte ist im Zonenplan Gefahrenhinweise grundeigentümergebunden festgelegt worden. Die Ausscheidung der Gewässerräume wird im Rahmen der laufenden Teil-Revision der Ortsplanung umgesetzt.

5.3 Bauliche Massnahmen

Nr. 1 Haseleegräbli km 0.00 – 0.180: Ab der Parzelle Nr. 269 wird das Wasser auf direktestem Weg in einem Betonkanal in die Ilfis abgeführt. Die Einleitung in die Ilfis erfolgt bestmöglich abgewinkelt. An drei Stellen (bei Richtungs- oder Gefällewechsell, seitlichen Einleitungen) wird der Zugang zum Kanal mit Kontrollschächten hergestellt. Auch die Einleitung der Entlastungsleitung erfolgt in einem solchen Schacht. In der Kantonsstrasse muss die Wasserleitung der Gemeinde Langnau tiefergelegt werden. Da bei Hochwässern der Ilfis ein Rückstau im Kanal auftritt, werden in den seitlichen Sauberwasseranschlüssen Rückflussverhinderer angeordnet.

Der Zugang während den Bauarbeiten wird mittels temporärer Baupiste hergestellt.

Nr. 2 Hinders Zueloufgräbli: Entlastung und Retention: Für das hindere Zueloufgräbli wird der Retentionsbereich hinter dem Bahndamm auf die gewählte Dimensionierungsgrösse erweitert. Dazu wird die bestehende Geländemodellierung in der Mitte des blau dargestellten Retentionsbereichs nach Westen verschoben. Die Wasserhöhe des Retentionsbereichs ist durch den bestehenden Einlaufschacht vor dem Bahndurchstich gegeben. Gegenüber dieser Kote wird an den Geländemodellierungen und Wegerhöhungen ein Freibord von 30 cm vorgesehen. Das bisher hinter dem Bahndurchstich endende Rohr wird mittels Entlastungsleitung entlang der Parzelle Nr. 268 an den Hauptkanal angehängt. Auch in der Entlastungsleitung werden Kontrollschächte (bei Änderung der Linienführung) erstellt. Um genügend Überdeckung über der Leitung zu gewährleisten muss das Gelände entlang des Bahndamms leicht angehoben werden.

Nr. 3 Haseleegräbli km 0.180 – 0.325: «Götschimatte» und Bahnquerung: Durch die Unterführung wird der Bahndamm mittels vergrössertem Betonkanal gequert. Bei der Einleitung in die Götschimatte muss die überschüssige Energie (Wechselsprung) vernichtet werden. Dazu wird der Querschnitt erweitert und die Ufer und Böschung mit Blöcken gegen Erosionen gesichert. Entlang des Sonnhaldewegs erfolgt eine minimale Lenkung des Mittelwassers. Nur erosionsgefährdete Prallufer werden mit Blöcken am Böschungsfuss gesichert. Ansonsten kann mit hydraulisch bemessenen Steinschüttungen ein verhältnismässiger Erosionsschutz erreicht werden. Entlang der Kantonsstrasse

ist der Platz innerhalb des Gewässerraums, auch durch die Erweiterung der Kantonsstrasse, beschränkt (wurde aber durch asymmetrische Ausscheidung des Gewässerraums gegenüber dem heutigen Verlauf bereits zu Gunsten der Böschungsneigungen erhöht). Daher muss der offene Geländeeinschnitt mit einer Ufermauer mit Absturzsicherung und landseitigem Blocksatz erstellt werden. Die Sohle wird mit Blocküberfällen und hydraulisch bemessenen Steinschüttungen gesichert. Das Einlaufbauwerk sorgt für die Einleitung des Wassers in den Betonkanal.

Nr. 4 Haseleegräbli km 0.325 – 0.600 und Husgräbli: Sowohl das Durchflussprofil des Haselee- wie auch des Husgräblis werden ab der Waldgrenze erweitert (Gerinneausbau). Dafür werden die bestehenden Betonhalbschalen entfernt oder die alten, zu kleinen Rohrleitungen geöffnet (Ausdolung). Die offenen Gräben werden in den ersten Jahren mittels Holz- oder Blockverbauungen gesichert. Die teils neue Linienführung erfolgt entlang bestehender Wege. Bei den Liegenschaften «Hasenlehn» mündet das ebenfalls geöffnete Husgräbli ins Haseleegräbli. Oberhalb «Hasenlehn» wird ein neuer Kiessammler erstellt. Der Wanderweg wird bergseitig verschoben und die bestehende Geländemulde mit einem Damm erweitert. Durch Blockrampen wird im Längenprofil eine längere, flache Strecke erstellt. Da durchaus Querströmungen auftreten können werden die Ufer mit Blöcken gesichert. Entlang des leicht verschobenen und angehobenen Weges wird der Blocksatz als «schlafende Ufersicherung» des Kiessammlers ausgebildet. Ein Grobrechen schützt die unterliegenden Rohrdurchlässe vor Verklausungen. Sanfte Geländemodellierungen sowie Massnahmen an Wegabschnitten (z.B. Erhöhung des Quergefälles) leiten allfällig austretendes Wasser zurück ins Gewässernetz. Die benötigten Verkehrsübergänge bleiben bestehen oder werden neu erstellt.

Der Zugang während den Bauarbeiten wird mittels temporärer Baupiste hergestellt.

Allgemeine Angaben: Die Erdarbeiten werden über alle Abschnitte in einem Bodenschutzkonzept (im Anhang) geregelt.

Sämtliche Ufer- und Sohlensicherungen wurden anhand der typischen Profile exemplarisch bemessen oder durch Erfahrungswerte festgelegt. Auch die Betonbauwerke wurden hinsichtlich Statik vorbemessen.

Genauere Angaben und die Detailbauwerke (z.B. Kiessammler, Energievernichter, Ufermauer, Einlaufbauwerk, Kontrollschächte) sind im Rahmen der Ausführungsplanung zu präzisieren und die Statik nachzuweisen.

Hydraulische Nachweise: Die nördlichen Gewässerabschnitte bis zur Bahnquerung werden mittels Normalabflussberechnungen (GMS - Gleichung) zuzüglich einem Freibord nach den Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHs) abgeschätzt. Ab der Bahnquerung abwärts wird der

Nachweis mittels numerischer 1D - Wasserspiegellagenberechnung mit dem Programm HEC - RAS erbracht. Auch hier wird das Freibord nach den Empfehlungen der KOHS ermittelt.

Die Ergebnisse sind im Anhang D ersichtlich. Bei beiden Wasserspiegellagenberechnungen wurde die volle Entlastungsleitung stets mitberücksichtigt. Das Szenario mit gleichzeitig zusammenfallender Hochwasserspitze Ilfis / Haseleegräbli (mit Rückstau Ilfis) wird aber als unwahrscheinlich angesehen.

Überlastfall: Mit Anpassungen an Strassen und Wegen (Quergefälle etc.) und Geländemodellierungen wird allfällig ausuferndes Wasser möglichst wieder in offene Bachabschnitte gelenkt. Das Einlaufbauwerk bei der Kantonsstrasse kann im Überlastfall durch Gestaltung der Stirn-Entnahme (z.B. Rechen mit Lücke als Überfall bei Aufstau) grosse Ereignisse aufnehmen.

Unterhalt: Für den Unterhalt der umgesetzten Massnahmen (für Rechen die Eigentümer) ist grundsätzlich die Schwellenkorporation Trubschachen zuständig. Ausnahme ist die Ufermauer entlang der Kantonsstrasse sowie die Kantonsstrassenquerung. Hier liegt der Unterhalt beim Strasseninspektorat Emmental.

5.4 Ökologische Massnahmen

Die offenen Bachabschnitte werden standortgerecht bepflanzt (mind. $\frac{1}{3}$ der Uferlänge) und angesät. Ökologisch wertvolle Elemente (z.B. Hochstammobstbäume) werden in mindestens der gleichen Menge und Qualität ersetzt.

Entlang der offenen Bachabschnitte werden zudem Steinlinsen oder eingegrabene Wurzelstöcke angelegt. Die genaue Lage der ökologischen Massnahmen und der Bepflanzungen werden nach Rücksprache mit den Grundeigentümern festgelegt.

5.5 Landerwerb

Möglicherweise werden alle im Projektperimeter liegenden Parzellen durch Dienstbarkeiten belegt, wodurch sich ein Landerwerb erübrigt. Es werden mehr als 8'200 m² dauernd (karierte Flächen) und fast 3'200 m² vorübergehend (diagonal schraffierte Flächen) beansprucht. Insgesamt sind 21 Parzellen in verschiedenem Umfang betroffen. Die Mehrheit der gesamten Dienstbarkeitsflächen (rund 7'000 m²) werden für den offenen Bachlauf und das Retentionsbecken benötigt.

6. Kosten / Kostenteiler / Kostenwirksamkeit

Der **Kostenvoranschlag** beruht auf Unternehmerrichtpreisen aus dem Herbst 2019. Die Genauigkeit liegt gemäss SIA 103 bei $\pm 10\%$:

Total Baumeisterarbeiten Nr. 1 – 4	Fr.	1'431'00.-
Diverse Kleinpositionen	Fr.	75'000.-
Projekt und Bauleitung	Fr.	286'000.-
Mehrwertsteuer	Fr.	138'000.-
Risikokosten	Fr.	<u>136'000.-</u>
Total Erstellungskosten	Fr.	2'066'000.-

Zu Details zum Kostenvoranschlag wird auf die Beilage Nr. 2.3 verwiesen.

Die Kosten entlang der Kantonsstrasse werden gestützt auf Art. 9 WBG gemäss definierter Aufteilung (Kostenteiler siehe Anhang) zu 100 % vom Kanton übernommen (**Wasserbau an Kantonsstrassen**). Zu einem späteren Zeitpunkt wird noch eine Vereinbarung zwischen der Schwellenkorporation und dem Kanton ausgearbeitet. Die voraussichtlichen Kosten «staatseigener Wasserbau» belaufen sich auf Basis des Kostenvoranschlags auf rund:

Anteile an Baumeisterarbeiten Nr. 1 und 3	Fr.	285'000.-
Anteil Projekt und Bauleitung	Fr.	57'000.-
Anteil Mehrwertsteuer	Fr.	26'000.-
Anteil Risikokosten	Fr.	22'000.-
Total Wasserbau an Kantonsstrassen	Fr.	390'000.-

Das vorliegende Projekt steigert durch indirekte Instandstellung von Leitungen, Belagsflächen, etc. den Wert diverser Infrastrukturen. Diese Mehrwerte sind nicht subventionsberechtigt und müssen in der Regel und unter Beachtung der Verhältnismässigkeit vom Werkeigentümer übernommen werden. Diverse Aufwände sind nach Rückmeldung des Tiefbauamts nicht subventionsberechtigt.

Eine grobe Abschätzung dieser **nicht subventionsberechtigten Mehrwerte** zeigt:

Mehrwerte Strassen	ca.	Fr.	29'000.-
Mehrwerte Werkleitungen (Wasser, Abwasser)	ca.	Fr.	34'000.-
Anpassung Grauensteinleitung	ca.	Fr.	100'000.-
Anteil Mehrwertsteuer	ca.	Fr.	12'500.-
Anteil Risikokosten	ca.	<u>Fr.</u>	<u>14'500.-</u>
Schätzung Mehrwerte	ca.	Fr.	190'000.-

Diese Schätzung muss vor der Finanzverfügung, z.B. in Absprache mit den Betroffenen, der Besitzverhältnisse und unter Berücksichtigung der Verhältnismässigkeit weiter präzisiert werden (Mehrwertbetrachtung). Für die Grauensteinleitung wird ein Kostenteiler mit der Gemeinde Langnau gesucht.

Landentschädigungen: Obwohl für die betroffenen Landwirtschaftsflächen kein Landerwerb vorgesehen ist (es entstehen keine Gewässerparzellen) wird vorgeschlagen, neben den gängigen Entschädigungen für Erwerbsausfälle eine zusätzliche Entschädigung für die durch die Ausdolungen veränderten Flächen nach gängigen Preisen für Landwirtschaftsland abzugelten. Immerhin kommen für diese Flächen neue Bewirtschaftungseinschränkungen (Düngerabstände) hinzu. Die effektiven Beiträge sind von einem ausgewiesenen Schätzer zu bestimmen. Die Projektverfasser rechnen grob mit folgenden Flächen und Beiträgen:

Abschnitt	Fläche	Annahme Wert Landwirtschaftsland	Betrag
Nr. 3 «Götschimatte»	ca. 500 m ²	ca. 5.- / m ²	ca. Fr. 2'500.-
Nr. 4 nördlich Bahndamm	ca. 1'500 m ²	ca. 5.- / m ²	ca. Fr. 7'500.-
Total	ca. 2'000 m ²	ca. 5.- / m ²	ca. Fr. 10'000.-

Diese Kosten sind nicht subventionsberechtigt.

Träger des Bauvorhabens sind die Schwellenkorporation, der Kanton und der Bund. Kanton und Bund beteiligen sich voraussichtlich an folgenden **subventionsberechtigten Kosten**:

Total Erstellungskosten	Fr.	2'066'000.-
Total Wasserbau an Kantonsstrassen	Fr.	390'000.-
Schätzung Mehrwerte (nicht subventionsberechtigt) -	Fr.	190'000.-
Schätzung Landentschädigungen (nicht subventionsberechtigt)	Fr.	10'000.-
Schätzung subventionsberechtigte Kosten	Fr.	1'476'000.-

Der **voraussichtliche Subventionsansatz** an die subventionsberechtigten Kosten **beträgt 76 %** (Grundbeitrag 60 %, Mehrleistungen 16 % ⁶). Aufgrund des Übergangs in die neue Programmperiode 2020 - 2024 (Programmvereinbarungen im Umweltbereich) kann der Subventionsansatz noch nicht definitiv beziffert werden. So ist bei manchen Punkten noch nicht klar, wie die Nachweise gegenüber dem Bund erbracht werden müssen (vgl. Korrespondenz mit dem Tiefbauamt).

⁶ Die Nachweise der Mehrleistungen werden in einem separaten Kapitel erbracht.

An die sogenannt **anrechenbaren Restkosten** der Ausdolungen und dem Ersatz der Beton-Halbschalen (ca. Fr. 97'600.-) leistet der Renaturierungsfonds RenF gemäss Bescheid vom 16. September 2019 einen Beitrag von 50 %.

Die anrechenbaren Restkosten für die Renaturierungs - Abschnitte betragen ungefähr:

Anrechenbare Kosten Renaturierung	Fr.	305'000.-
Beitrag Bund / OIK IV (ca. 76 %)	ca. - Fr.	231'800.-
Anrechenbare Restkosten	ca. Fr.	73'200.-

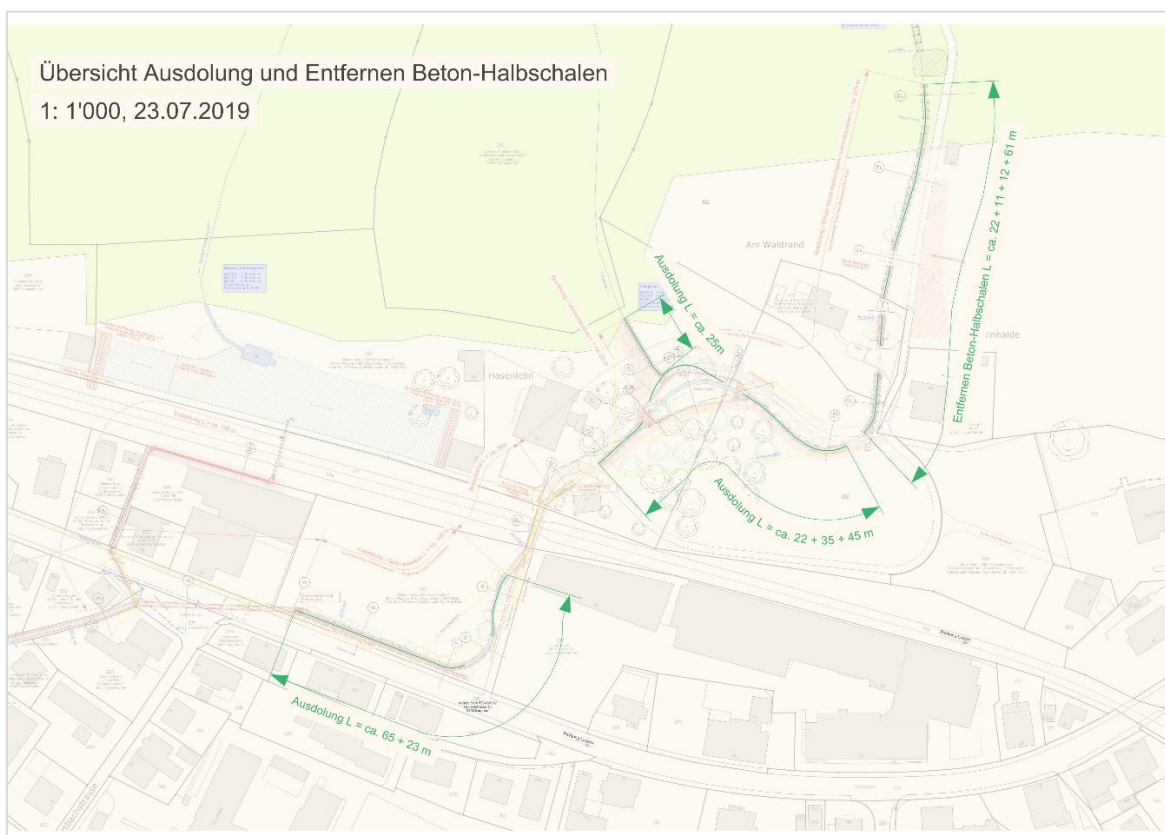


Abbildung 17: Übersicht Ausdolung und Entfernen Beton-Halbschalen. Grün stellen die Abschnitte dar, die vom RenF unterstützt werden (anrechenbare Kosten Renaturierung).

Für dieselben Abschnitte wird ein Gesuch um Beteiligung beim BKW – Ökofonds eingereicht.

Die Bauherrschaft muss mit folgenden, voraussichtlichen **Restkosten** rechnen:

Beiträge und Prozentansatz / Kostenart und Betrag	Beitrag Bund und Kanton	Beitrag RenF und BKW- Ökofonds	Beitrag Werk- Eigentümer	Ungefähr verbleibende Restkosten
	70 – 76 % gewählt 76 %	50 – 100 % gewählt 50 %	0 – 100 % gewählt 50 %	
<i>Subventionsberechtigte Kosten*</i> Fr. 1'476'000.-	Fr. 1'121'800.-	---	---	Fr. 354'200.-
<i>Nicht subventionsberechtigte Mehrwerte</i> Fr. 190'000.-	---	---	Fr. 95'000.-	+ Fr. 95'000.-
<i>Nicht subventionsberechtigte Landentschädigung</i> Fr. 10'000.-	---	---	---	+ Fr. 10'000.-
<i>* daran anrechenbare Restkosten für Renaturierung</i> Fr. 73'200.-	---	Fr. 36'600.-	---	- Fr. 36'600.-
Total voraussichtliche Restkosten				Fr. 422'600.-
Total Restkosten gerundet				Fr. 420'000.-

In die Berechnung der **Kostenwirksamkeit** (siehe Anhang) werden nur die hochwasserrelevanten Baukosten, welche zur Risikominderung beitragen, berücksichtigt. Kosten für die Abschnitte mit Ausdolung der Gewässer oder der Ersatz der Halbschalen werden abgezogen.

Total Hochwasserrelevante Kosten Nr. 1 - 4	Fr.	956'000.-
Anteil Projekt und Bauleitung	Fr.	192'000.-
Anteil Mehrwertsteuer	Fr.	88'000.-
Anteil Risikokosten	Fr.	76'000.-
Total Hochwasserrelevante Baukosten	Fr.	1'312'000.-

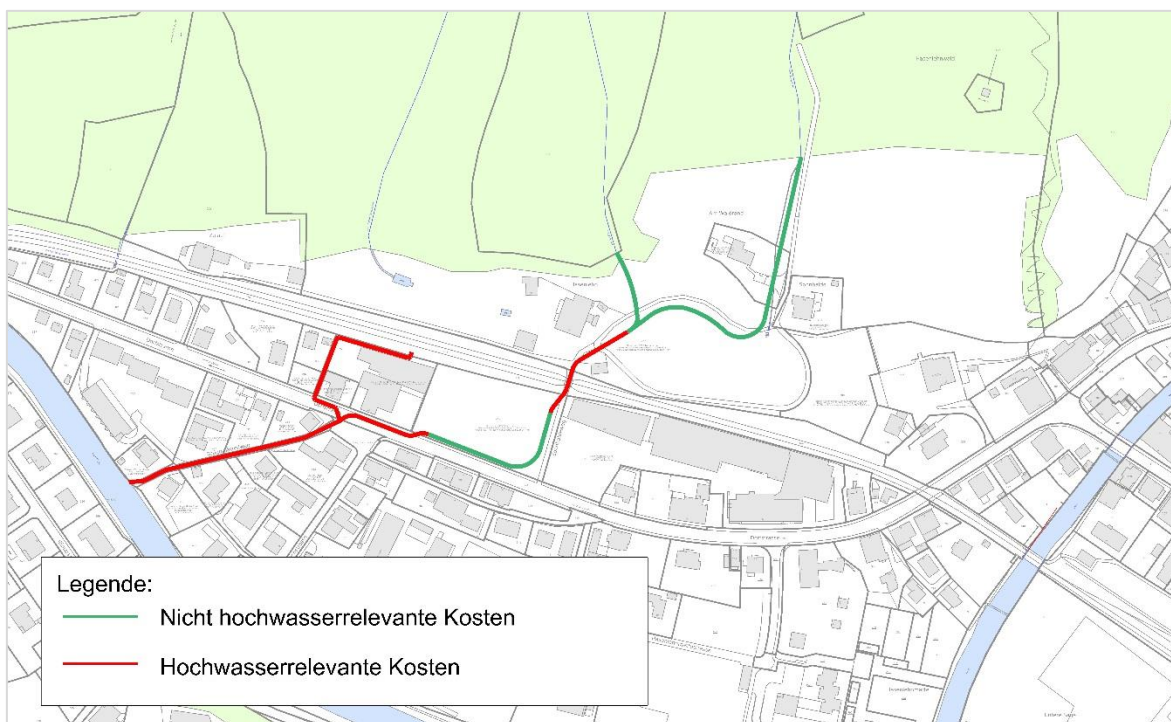


Abbildung 18: Grobe Aufteilung in nicht hochwasserrelevante und hochwasserrelevante Kosten

Die Kostenwirksamkeit ist mit einem Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1.3 knapp gegeben. Die Berechnungssoftware Econome berücksichtigt aber keine indirekten Risiken wie Verkehrs- und Betriebsunterbrüche. Weiter werden kleinere (und somit häufigere) Ereignisse als HQ₃₀ nicht erfasst. Die Berechnungen zur Kostenwirksamkeit werden in einem separaten Bericht beschrieben. Es wird auf den Anhang A verwiesen.

7. Bauablauf

Die Schwellenkorporation strebt die Umsetzung in zwei Etappen an:

1. Etappe: Massnahmen südlich des Bahndamms (1-2 Jahre)
2. Etappe: Bahnquerung und Massnahmen nördlich des Bahndamms (1 Jahr)

Die **erste Etappe** beginnt voraussichtlich mit der temporären Baupiste zum Brüggmätteliweg und der Erstellung des Betonkanals bei der Ilfis. Die ersten ca. 25 m bis zum ersten Kontrollschacht erfolgen vorzugsweise in Ortbetonbauweise. Von da bietet sich unter anderem zur Reduzierung der Bauzeit das Versetzen von Betonelementen an. Diese werden vorgefertigt zur Baugrube geliefert und vor Ort aneinander versetzt. Die Kontrollschächte können vorgefertigt angeliefert oder vor Ort betoniert werden. Bei den Arbeiten an der Kantonsstrasse steht jeweils eine Strassenseite dem Baufortschritt, die andere Strassenseite dem Verkehr zur Verfügung. Am Helvetiaplatz wird der Grabenaushub voraussichtlich mit den Start- und Zielgruben für den Rohreinzug / die Spülbohrungen der Wasserleitung kombiniert. Die Baugruben werden als gespriesste Gräben erstellt. Bei Bedarf wird für die Grabenauffüllung und die Foundationsschichten Kiesmaterial ausgewechselt. Ab dem Querprofil 5 beginnt das Erstellen des Einlaufbauwerks und der Ufermauer (mit Bushaltestelle, Drittprojekt). Nach dem Erstellen der Ufermauer wird der neue Bachlauf gestaltet. Überschüssiges Material muss abgeführt werden.

Die Wasserhaltung erfolgt durch temporäre Rohrleitungen und Pumpen und wird dann sukzessive in den neuen Kanal geleitet. Kurz vor Erreichen des Querprofils 5 muss die alte Haseleeleitung gekappt werden und steht ab da weiterhin via Parzelle Nr. 472 für Meteorwasser (bisherige Anschlüsse bleiben erhalten) zur Verfügung.

Der Materialumschlag zur wandernden Baugrube am Brüggmätteliweg erfolgt bevorzugt über die Kantonsstrasse und den alten Brüggmätteliweg. Die temporäre Baupiste soll vor allem dem Zugang zu den Liegenschaften dienen. Als Installations- und Umschlagsplatz bietet sich die Parzelle Nr. 269 an, wobei aber die Zustimmung der Grundeigentümer und des Bodenschutzes etc. einzuholen ist.

Die Bauarbeiten müssen auch auf die Drittprojekte abgestimmt werden.

Nach Beendigung der Bauarbeiten für die Werkleitungen oder auch schon bei Zwischenetappen werden die Belagsarbeiten ausgeführt und sämtliche Randabschlüsse, Zäune, Vorplätze und Gärten wiederhergestellt. Dabei wird bestmöglich auf Anliegen und Wünsche der Eigentümer Rücksicht genommen.

Die **zweite Etappe** schliesst oberhalb der ersten mit der Erstellung der Bahnquerung an. Zuerst wird wiederum die temporäre Baupiste erstellt. Für die Bahnquerung werden zuerst die Mauerfundamente der Unterführung etappenweise unterfangen. Danach kann der Kanal mit Elementen versetzt oder vor Ort betoniert werden.

Oberhalb beginnt mit den Erdarbeiten die Gestaltung der neuen Bachläufe. Die Wegquerungen werden mit Wellstahlrohren angepasst. Überschüssiges Material muss auch hier grösstenteils abgeführt werden.

Die Arbeiten für die Vergrösserung der Retention umfassen vor allem Erdarbeiten die grundsätzlich abgekoppelt vom restlichen Bauablauf möglich sind (Erschliessung vorausgesetzt).

Als vermutlich letzter Schritt werden die Belags- und diverse Wiederherstellungsarbeiten erfolgen.

Die Wasserhaltung kann mit Ausnahme der Bahnquerung relativ simpel gehalten werden (z.T. Nutzung des alten Rohres und sukzessive Einleitung in neu gestaltete Bachabschnitte).

Die Materiallieferungen und Abfahren erfolgen über die temporäre Baupiste. Der Installationsplatz kann auf der Parzelle Nr. 812 erstellt werden (in Absprache mit den Eigentümern und dem Bodenschutz).

Die obenstehende Beschreibung des Bauvorgangs und der Baustellenlogistik basiert auf dem heutigen Wissenstand und kann z.B. durch neue Erkenntnisse oder Vorschläge der Bauunternehmung abgeändert werden.

8. Auswirkungen Projekt

	Erwartete Auswirkungen
Nutzungen	Es ist mit temporären Auswirkungen auf Verkehrswege (Strassen und Wege) zu rechnen. Die Erschliessung der Gebäude ist, wenn auch erschwert, gegeben. Werkleitungen sind betroffen, werden aber den neuen Begebenheiten angepasst. Die Auswirkungen auf die Wanderwege sind temporär und die Verbindungen können im Bauablauf jederzeit gewährleistet werden.
Heimat- und Ortsbildschutz	Die kantonale Denkmalpflege wurde hinsichtlich der geschützten Gebäude frühzeitig einbezogen und berücksichtigt. Die Objektschutzmassnahmen sind in dieser Hinsicht weiter zu koordinieren und möglichst zu optimieren. Betroffene Bäume werden ersetzt.
Natur, Landschaft und Siedlung	Die Landschaft wird im Grosse und Ganzen aufgewertet. Die Geländemodellierungen fügen sich sanft in die Landschaft ein. Die Ufervegetation wird deutlich erweitert. Die Ökomorphologie der Gewässer wird, wo immer möglich, verbessert. Es entsteht eine attraktivere Landschaft für die Naherholung der Bevölkerung.
Grundwasser	Negative Auswirkungen auf das Grundwasser sind nicht zu erwarten.
Landwirtschaft	Die Bodenqualität wird nicht verschlechtert bzw. sogar verbessert (siehe Bodenschutzkonzept im Anhang). Die Uferböschungen werden möglichst bewirtschaftbar gestaltet. Mehraufwände bei der Bewirtschaftung können durch Beiträge abgegolten werden.
Wald	Der Wald ist aus Sicht der Projektverfasser kaum betroffen (nur standortgebundene forstliche Kleinbauten).

9. Verbleibende Gefahren und Risiken

Das Projekt schützt gegenüber Überschwemmungen in der Regel vor einem hundert jährlichen Ereignis. Zusätzliche flankierende Objektschutzmassnahmen schirmen zusätzlich vor Hochwasser ab. Zudem werden die Gerinne deutlich im Durchflussprofil erweitert. Dadurch reduzieren sich die Intensitäten nach Massnahmen gegenüber der heutigen Situation. Vier Überlastfall Szenarien sind möglich / denkbar:

- **Haseleegräbli Ausuferung vor Kiessammler:** Die Strecke zwischen Profil 14 und 19 besitzt ein steiles Gefälle, viele Durchlässe und eine enge Kurve. Dies sind mögliche Schwachstellen, die bei einem aussergewöhnlichen Regenereignis oder Geschiebeablagerung auftreten könnten. Die Folgen wären eine Ausuferung und das Abfliessen von Wasser auf der Strasse und über das darunter liegende Feld. Die Gefahr von Schäden am Gleise oder an den Nebengebäuden werden als klein oder wenig wahrscheinlich eingeschätzt (Geländemorphologie).
- **Ausuferung aus Kiessammler oder gleich danach:** Ein Hochwasser an diesem Ort sollte nicht so negative Auswirkungen haben. Das Wasser würde in das Obstfeld, danach in die Unterführung und dann wieder in das ausgedolt Haseleegräbli fliessen. Nur das Gebäude 91 wäre wahrscheinlich betroffen. Die grösste Gefahr wäre ein Dambruch, der jedoch mit einer entsprechenden Dimensionierung vermieden werden kann.
- **Überlaufen aus Retentions - Becken:** Dieses Szenario würde ähnlich wie die Ausuferung des Kiessammlers sein. Die Gestaltung der Strasse und des Geländes würde das Wasser durch die Unterführung auf die Parzelle Götschimatte leiten. Kleine Anpassungen am Gebäude 93a könnten grösseren Schaden verhindern.
- **Ausuferung Göschimatte:** Die tiefliegende Sohle in diesem Abschnitt beinhaltet eine gewisse Menge Speichervolumen. Im Hochwasserfall würde vorerst nur die Parzelle 269 betroffen und erst später die nahegelegenen Infrastrukturen. Beim projektierten Gebäude können durch bauliche Massnahmen mögliche Schäden stark reduziert werden.

Im Bereich der Retention verzichtet die Schwellenkorporation, mit Verweis auf die geplante deutliche Verbesserung und die Kostenwirksamkeit, auf die vollständige Lösung des Überlastfalls. Im Zuge der Verhältnismässigkeit beschliesst die Schwellenkorporation zudem, die bestehenden, rechnerisch zu kleinen Durchlässen (Sonnhalde / am Waldrand) nicht zu vergrössern und den Kiessammler am Waldrand (Haseleegräbli) nicht zu optimieren.

10. Termine

Die Schwellenkorporation Trubschachen hofft, das untenstehende Programm einhalten zu können:

- Einreichen Projektdossier: Juli 2019
- Einholen der Amts- und Fachberichte: Bis November 2019
- Allfällige Anpassungen: Bis Ende Oktober 2020
- Öffentliche Mitwirkung und Projektbereinigung November 2020
- Planauflageverfahren Januar 2021
- Publikation und öffentliche Auflage: Februar 2021
- Allfällige Einspracheverhandlungen und Anpassungen: Bis Ende März 2021
- Projektgenehmigung und Finanzbeschluss / Wasserbaubewilligung: Ende Mai 2021
- Parallel dazu können die Ausführungspläne erstellt und Offerten eingeholt werden
- Beginn 1. Etappe: ca. August 2021
- Beginn 2. Etappe: ca. 2022 / 2023

Der obenstehende Ablauf geht vom Optimum aus.

11. Mehrleistungen

	Kriterium	Beschreibung und Beurteilung	Punkte / Mehrleistung	
Integrales Risikomanagement: Planerische Massnahmen	Ereigniskataster ist nachgeführt.	Die historischen Ereignisse sind im technischen Bericht dokumentiert und in einer vom Kanton (« <i>Ereigniskataster der Naturgefahren</i> ») oder Bund (« <i>StorMe</i> ») geführten Datenbank jederzeit einsehbar. Erfüllt.	1	6 %
	Die Gefahrenkarten bzw. Risikoanalysen aller relevanten Prozesse sind erstellt.	Ein Exemplar der zum Zeitpunkt des Subventionsantrages aktualisierten Gefahrenkarte vor Massnahmen für alle massgebenden Prozesse ist im Projektdossier vorhanden oder der Verweis auf deren Ablage ist angegeben (<i>Grundlagenverzeichnis</i>). Erfüllt.	1	
	Die Revision der Nutzungsplanung mit Berücksichtigung der Gefahrenkarten ist umgesetzt.	Bei der Revision der Nutzungsplanung muss die zum betreffenden Zeitpunkt aktuelle Gefahrenkarte (momentan revidiert) berücksichtigt werden. Die Nutzungsanpassung ist umgesetzt. Ein entsprechender Beschluss der Gemeindebehörden liegt vor (<i>in der letzten Ortsplanungsrevision 2008 wurde der Zonenplan Gefahrenhinweise genehmigt. Zudem wurden infolge Naturgefahren Bauzonen reduziert</i>). Erfüllt.	1	

	Kriterium	Beschreibung und Beurteilung	Punkte / Mehrleistung	
Integrales Risikomanagement: Organisatorische Massnahmen	Für die relevanten Prozesse besteht eine Interventionsplanung.	Für jeden relevanten Prozess besteht eine detaillierte Interventionsplanung, basierend auf den aktuellen Gefahregrundlagen. Die Interventionsplanung ist Teil der Notfallplanung der betroffenen Gemeinde. Sie beinhaltet unter anderem (...) Interventionskarten, ausformulierte Aufträge und entsprechende Ressourcenübersichten (<i>Notfallplanung Trubschachen liegt vor: div. Aufträge zum Haseleegräbli und Zueloufgräbli</i>). Erfüllt.	1	6 %
	Die Umsetzung der Interventionsplanung ist geregelt.	Für die Umsetzung der Interventionsplanung besteht ein Ausbildungskonzept, das aufzeigt, wie mit allen Beteiligten die Einführung und die regelmässige Ausbildung inkl. Aktualisierung (...) geregelt wird. Mit der Umsetzung (...) ist eine kompetente Person betraut (<i>es finden regelmässige Übungen der Feuerwehr statt; die zuständige Person der Feuerwehr hat Einsitz in der SK</i>). Erfüllt.	1	
	Es besteht ein Schutzbautenmanagement.	Die Gemeinde verfügt über ein Schutzbautenmanagement, welches folgende Punkte regelt: Eigentum und Unterhaltspflicht, unterhaltspflichtige Stelle bzw. Organisationseinheit, Aus- und Weiterbildung der Unterhaltspflichtigen, Unterhalts- und Inspektionsturnus, Aufsicht und Dokumentation der Schutzbauten. Erfüllt.	1	

	Kriterium	Beschreibung und Beurteilung	Punkte / Mehrleistung	
Partizipative Planung	Eine Akteur-Analyse zu Beginn des Projektes ist erfolgt ⁷ .	Um die betroffenen Akteure zu analysieren, müssen die Akteure einerseits identifiziert und andererseits hinsichtlich ihrer Betroffenheit und ihres Einflusspotenzials klassifiziert werden (<i>siehe Kapitel 2.3.1</i>). Erfüllt.	1	4 %
	Die Bevölkerung wurde vor dem Auflageverfahren umfassend über die Defizite des IST-Zustandes sowie Ziele und Massnahmen des Projektes informiert.	Eine breite und transparente Informationsstrategie bildet die Grundlage für ein erfolgreiches Projekt. Dabei ist wichtig, die Bevölkerung mittels Mitwirkung umfassend über die Defizite des IST-Zustands, die Ziele des Projekts und der geplanten Massnahmen zu informieren (<i>Am 08.07.2019 fand eine publizierte Informationsveranstaltung statt. Es wurde umfassend informiert und anschliessend konnten Fragen gestellt werden</i>). Erfüllt.	1	
	Die Ziele wurden unter Einbezug der Akteure definiert.	Die Zieldefinition ist die Grundlage für die Massnahmenplanung. Ziele werden in einem ersten Schritt vom Projektteam definiert und anschliessend mit den Zielen der Akteure abgestimmt. So können mögliche Konflikte frühzeitig identifiziert werden (<i>es wurden die in Kapitel 2.3.2 aufgeführten, zahlreichen Begehungen, Sitzungen und darüberhinausgehend viele bilaterale Gespräche mit den Akteuren geführt</i>). Erfüllt.	1	

⁷ Das vorliegende Projekt wurde über zwei Vereinbarungsphasen im Umweltbereich (2016 – 2019 / 2020 – 2024) erstellt. Da sich dieses Kriterium auf den Projektbeginn bezieht werden an dieser Stelle die damaligen Kriterien aufgeführt.

	Kriterium	Beschreibung und Beurteilung	Punkte / Mehrleistung	
	Massnahmenvarianten und Handlungsspielräume wurden mit den Akteuren diskutiert, die grosse Betroffenheit und grosses Einflusspotential aufweisen.	Damit ein Projekt möglichst konfliktfrei und ohne Verzögerungen realisiert werden kann, müssen nicht nur die Ziele, sondern auch die verschiedenen Massnahmenvarianten und der entsprechende Handlungsspielraum zur Zielerreichung diskutiert werden. Dabei müssen zumindest die stark betroffenen Akteure und jene mit grossem Einflusspotential berücksichtigt werden (<i>es wurden die in Kapitel 2.3.2 aufgeführten, zahlreichen Begehungen, Sitzungen und darüberhinausgehend viele bilaterale Gespräche mit den Akteuren geführt</i>). Erfüllt.	1	
Total beantragte Mehrleistungen:			16 %	

12. Schlussbemerkungen

Das vorliegende, vom Tiefbauamt und den Amtsstellen vorgeprüfte Projekt beschreibt dringend nötige Verbauungsmassnahmen mit langer Projektgeschichte. Die Massnahmen tragen zu einem ökologischen und kostenwirksamen Hochwasserschutz bei. Synergien mit Drittprojekten können zum jetzigen Zeitpunkt noch optimal genutzt werden.

Die Akteure werden gemäss der in Kapitel 2.4.1 Akteur-Analyse beschriebenen Form des Einbezugs über das Projekt informiert. Am 08.07.2019 fand für die interessierte Bevölkerung eine Informationsveranstaltung statt. Es nahmen rund 20 Personen teil.

Langnau, 23.10.2020

Ruefer Ingenieure AG

3550 Langnau i.E.

Anhang

- a. Nachweis der Kostenwirksamkeit mit Econome 4.0, Kissling + Zbinden
- b. Bodenschutzkonzept, KBP
- c. Ganglinie / Frachten: Hinders Zueloufgräbli, Geo 7
- d. Hydraulik
- e. Kostenteiler Wasserbau an Kantonsstrassen
- f. Kurzbericht Geschiebe, Flussbau AG

Anhang A: Nachweis der Kostenwirksamkeit mit Econome 4.0



KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER USIC

BERN SPIEZ THUN BIEL

14.002.14
HWS UNTERDORF,
TRUBSCHACHEN

NACHWEIS DER
KOSTENWIRKSAMKEIT,
ECONOME 4.0

GEMEINDE TRUBSCHACHEN

1 AUSGANGSLAGE

Im Auftrag der Schwellenkorporation Trubschachen plant das Ingenieurbüro Ruefer AG Hochwasserschutz- und Entwässerungsmassnahmen in Unterdorf, Trubschachen.

Die Hauptmassnahmen zum Hochwasserschutz umfassen:

- Gerinnestabilisierung (Holzsperrern)
- Kiessammler
- Neue Durchlässe
- Erddämme resp. Ufererhöhungen
- Renaturierung

Die Kissling + Zbinden AG wurde beauftragt, die Kostenwirksamkeit des Projekts mittels EconoMe 4.0 nachzuweisen.

Abgrenzungen: Überprüfung einer Variante (geplante Massnahmen Stand Bauprojekt), keine Überprüfung der Wirksamkeit der Massnahmen resp. der Intensitätskarten.

2 ECONOME

Bei der Planung von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren stellen sich u.a. zwei grundsätzliche Fragen:

- Wie stark kann das Risiko gesenkt werden (Wirkung des Projekts)?
- Wie ist das Verhältnis der erzielten Risikoreduktion zu den Kosten, welche die Massnahmen verursachen (Wirtschaftlichkeit des Projektes)?

Für die Behörden der Gemeinden, der Kantone und des Bundes stellen sich zu dem die folgenden Fragen:

- Welche Projekte sollen überhaupt unterstützt werden?
- Wie können die förderungswürdigen Projekte priorisiert werden?

Die Kostenwirksamkeit der geplanten Massnahmen wurde mit EconoMe 4.0 berechnet. Mit EconoMe stellt das BAFU ein Werkzeug zur Verfügung, mit welchem für verschiedene Naturgefahrenprozesse und verschiedene Schutzmassnahmen hierzu schweizweit vergleichbare Berechnungen durchgeführt werden können.

Der Vergleich der Differenz des jährlichen Risikos vor/ nach Massnahmen mit den jährlichen Kosten des Bauwerks (Baukosten + laufende Kosten) ergibt die Kostenwirksamkeit bzw. das Nutzen-/ Kostenverhältnis N/K. Bei $N/K > 1$ handelt es sich um ein wirtschaftliches Projekt.

3 GRUNDLAGEN UND ANNAHMEN

Die Berechnungen zur Kostenwirksamkeit wurden mit EconoMe in der Version 4.0 durchgeführt. Die Berechnungen basieren auf folgenden Grundlagen und Annahmen:

- Berücksichtigung der veranschlagten Kosten für die Hochwasserschutzmassnahmen von **1.31 Mio. CHF** (Gem. Kostenschätzung Stand Bauprojekt vom 26.03.2019, Ruefer AG). Es werden nur die Hochwasserschutzrelevanten Baukosten des Projekts berücksichtigt.

- Gefährdung vor Massnahmen für HQ₃₀, HQ₁₀₀ und HQ₃₀₀ gem. Gefahrenkarten Trubschachen (Flussbau AG / geo7, 28.08.2009), ergänzt mit der Beurteilung von Ruefer AG, 20.02.2019 (Anhang A).
- Für das Extremereignis (HQ₁₀₀₀), welches in EconoMe 4.0 ebenfalls beurteilt werden muss, wurde für die Betroffenheit vor und nach Massnahmen angenommen, dass dieselben Flächen wie bei einem HQ₃₀₀ überflutet werden, jedoch flächendeckend mit mittleren statt schwachen Intensitäten.
- Die Intensitätskarten nach Massnahmen für HQ₃₀, HQ₁₀₀ und HQ₃₀₀ wurden von Ruefer AG angegeben und nicht überprüft (Skizzen vom 20.02.2019, Anhang B)
- Prozesswahl „dynamische Überflutung“ für den ganzen Untersuchungsperimeter, Szenarien HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀ und HQ₁₀₀₀
- Lebensdauer: Die Massnahmen auf den Abschnitten Nr. 1 + 3 Haseleegräbli km 0.00 – 0.325 und Nr. 2 Hinters Zueloufgräbli werden mit einer Lebensdauer von 80 Jahren beziffert (Durchlass, Betonarbeiten, Erddämme), der obere Abschnitt Nr. 4 des Haseleegräbli km 0.325 – 0.600 und das Husgräbli mit einer Lebensdauer von 50 Jahren (Erddämme und Holzverbauung). Gemäss Kostenschätzung umfassen die Massnahmen 1-3 rund 85% der Baukosten. Bei entsprechender Gewichtung resultiert eine durchschnittliche Lebensdauer von 76 Jahren (siehe Anhang D).
- Die jährlichen Unterhaltskosten betragen durchschnittlich 1.1 % der Investitionskosten (siehe Anhang D). Die Abschnitte Nr. 1, 2 und 3 werden mit 1 % und Abschnitt Nr. 4 mit 2 % jährlichen Unterhaltskosten berechnet.
- Die Versicherungswerte der Käserei Götschi und der Gebäude der Jakob AG wurden direkt bei den Eigentümern eingeholt (Gebäude- und Sachwerte)
- Bestimmung des Schadenpotentials basierend auf der bestehenden EconoMe-Analyse von Flussbau AG und geo7 (2013), Übernahme der aufgenommenen Objekte.
- Keine Berücksichtigung von Objektschutz und mobilen Massnahmen

3.1 Abweichung der Basiswerten im Schadenpotential

Bei einigen Objekten erfolgten Wertanpassungen für die Bestimmung des Schadenpotentials (Abweichung der Basiswerte). In folgender Tabelle sind die Objekte und die Begründung der Wertanpassung aufgelistet:

Obj. ID	Objektbezeichnung	Basiswert	Effektivwert	Begründung der Wertanpassung
1000	Einspur (BLS Abschnitt Langnau – Trubschachen)	∅ Personenbelegung / Zug = 0	∅ Personenbelegung / Zug = 48	Gem. Angaben BLS
1005	Gemeindestrasse, 8 m Breite	2'300 CHF / m'	1'150 CHF / m'	Strassenbreite 4 m
1010	Freileitung (Strom) inkl. Masten	1'500 CHF / Mast	100'000 CHF / Mast	Abschätzung: 5'000CHF (Fundament) + 5'000 CHF (Stahlkonstruktion) + 60m*1'500 CHF/m (Leitungen)
21	Industrie-/Gewerbegebäude	280 CHF / m ³	1270 CHF / m ³	Versicherungswert Gebäude Total = 8 Mio. CHF, Gebäudevolumen von 6300 m ³ komplett berücksichtigt
21	Industrie-/Gewerbegebäude	∅ Personenbelegung = 0	∅ Personenbelegung = 6	Gem. Angabe Käserei

59b	Industrie-/Gewerbegebäude	280 CHF / m ³	1200 CHF / m ³	Versicherungswert Gebäude 38.5 Mio. CHF, Gebäudevolumen 25'000 m ³ nur Gebäudevolumen entlang der Bahnstrecke berücksichtigt (18'000 m ³)
59b	Industrie-/Gewerbegebäude	∅ Personenbelegung = 0	∅ Personenbelegung = 69	Gem. Angabe Jakob AG

Der Versicherungswert der Firma Jakob AG beträgt 30 Mio. CHF. Aktuell bzw. hauptsächlich im Jahr 2018 erfolgten Umbauarbeiten bei der Firma. Die Kosten der Aufwertung werden mit 8.5 Mio. CHF beziffert. Die Umbaukosten können dadurch dem vormaligen Gebäudewert hinzugerechnet werden (gem. Mail J. Drewes, Ruefer AG, 26.03.2019).

4 RESULTATE UND NACHWEIS DER KOSTENWIRKSAMKEIT

Die Berechnungsgrundlagen sowie die Resultate sind grundsätzlich im Online-Tool dokumentiert. Eine Zusammenfassung der Resultate ist im Anhang E zu finden.

Die wichtigsten Kennwerte sind nachfolgend zusammengefasst:

- Vor Massnahmen: jährliches Risiko 59'548 CHF/a
- Nach Massnahmen: jährliches Risiko 2'950 CHF/a
- Risikoreduktion 56'598 CHF/a
- Jährliche Kosten 44'747 CHF/a

Das Nutzen/Kosten-Verhältnis des Projekts beträgt 1.3 (Risikoreduktion/jährliche Kosten = 1.26). Die Kostenwirksamkeit des Projekts ist somit gegeben.

Das individuelle Todesfallrisiko liegt bei sämtlichen Werten sowohl vor als auch nach Massnahmen unter dem Grenzwert von 10⁻⁵.

Bern, 26.03.2019

KISSLING + ZBINDEN AG
INGENIEURE PLANER USIC



Diego Dietewich



Lena Bösch

J:\14 Gutachten_Expertisen\14.002.14_EconoMe Unterdorf Trubschachen\10 Berichte\14.002.14_Kurzbericht EconoMe Trubschachen_2019-03-26.docx / did / lb

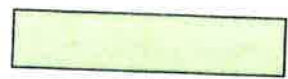



ANHANG A

Skizze Intensitätskarten vor Massnahmen

Risikoanalyse Unterdorf
Intensitätskarte vor Massnahmen
HQ30

1:3'000

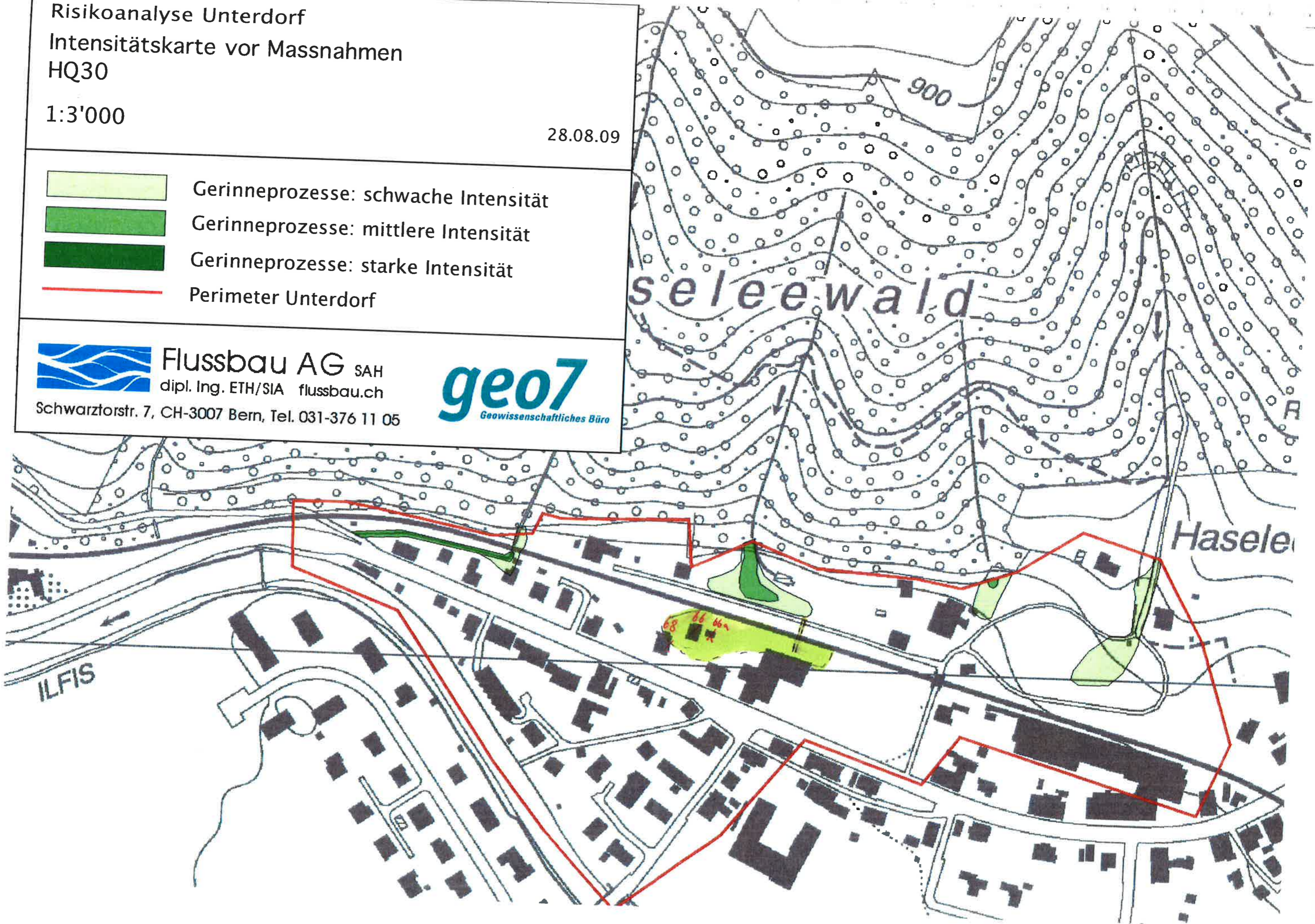
28.08.09

-  Gerinneprozesse: schwache Intensität
-  Gerinneprozesse: mittlere Intensität
-  Gerinneprozesse: starke Intensität
-  Perimeter Unterdorf



Flussbau AG SAH
dipl. Ing. ETH/SIA flussbau.ch

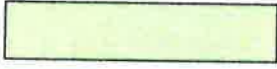



Schwarztorstr. 7, CH-3007 Bern, Tel. 031-376 11 05



Risikoanalyse Unterdorf
Intensitätskarte vor Massnahmen
HQ100

1:3'000

28.08.09

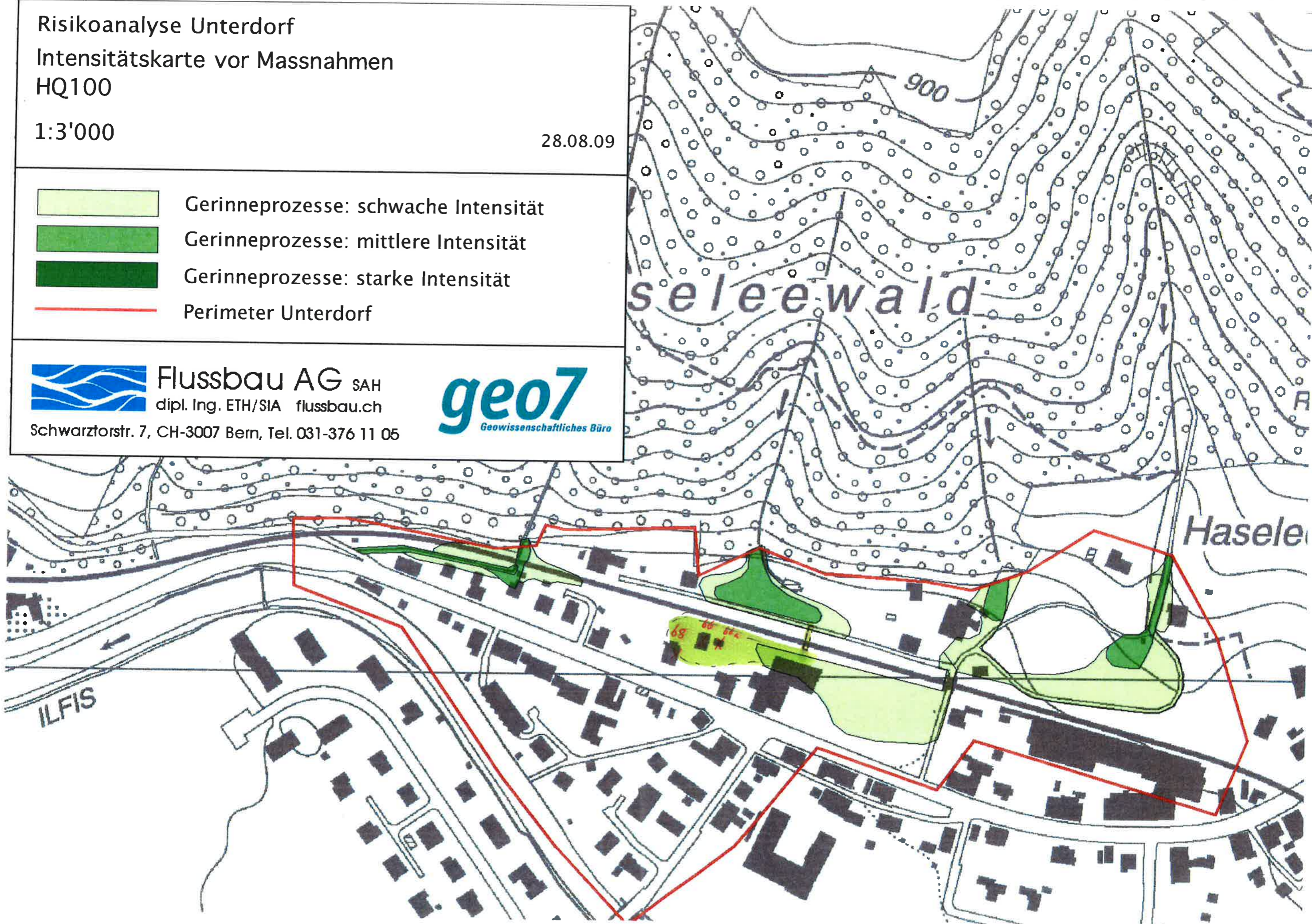
-  Gerinneprozesse: schwache Intensität
-  Gerinneprozesse: mittlere Intensität
-  Gerinneprozesse: starke Intensität
-  Perimeter Unterdorf



Flussbau AG SAH
dipl. Ing. ETH/SIA flussbau.ch

Schwarztorstr. 7, CH-3007 Bern, Tel. 031-376 11 05





geo7
Geowissenschaftliches Büro




Risikoanalyse Unterdorf
Intensitätskarte vor Massnahmen
HQ300

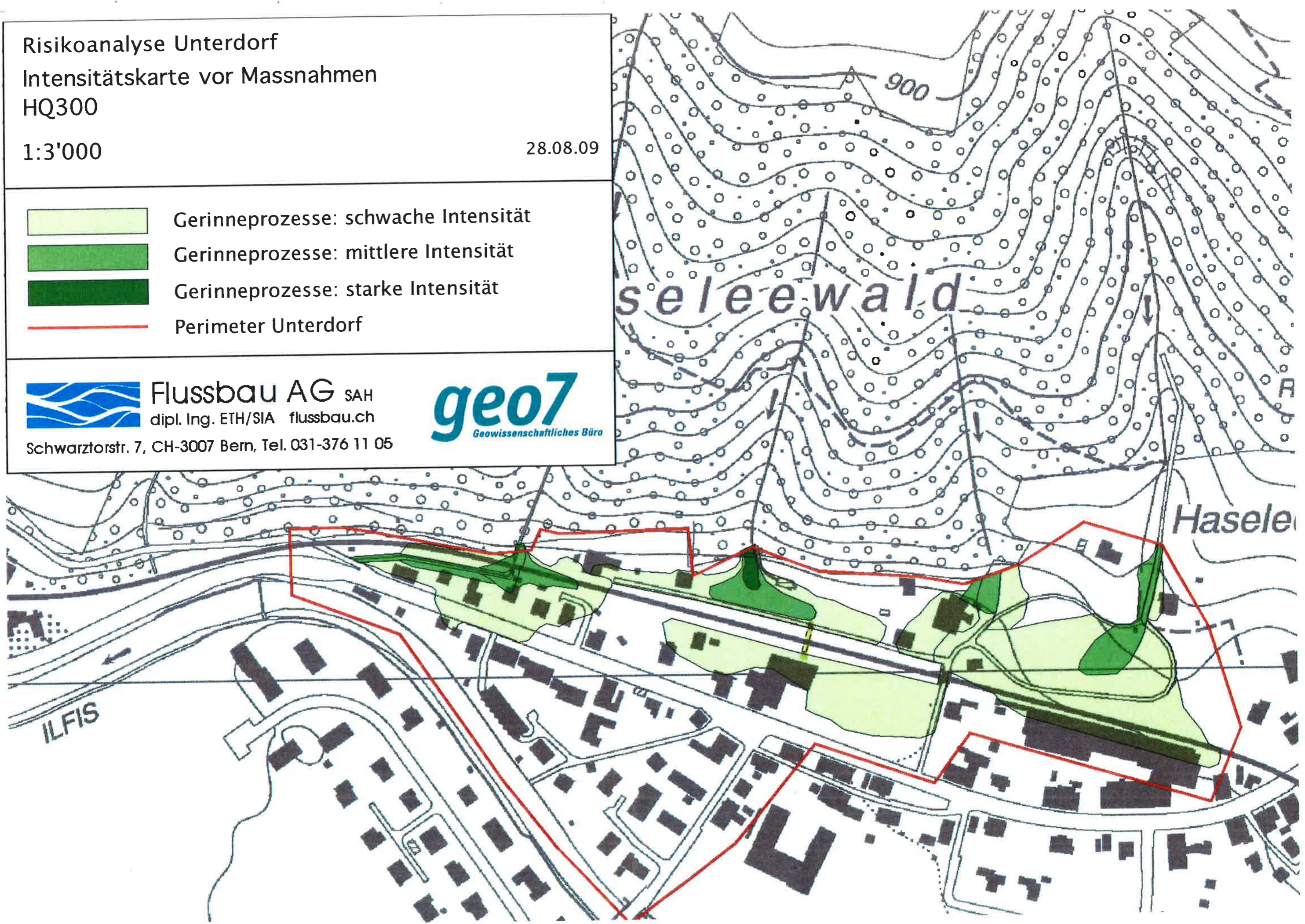
1:3'000

28.08.09

-  Gerinneprozesse: schwache Intensität
-  Gerinneprozesse: mittlere Intensität
-  Gerinneprozesse: starke Intensität
-  Perimeter Unterdorf

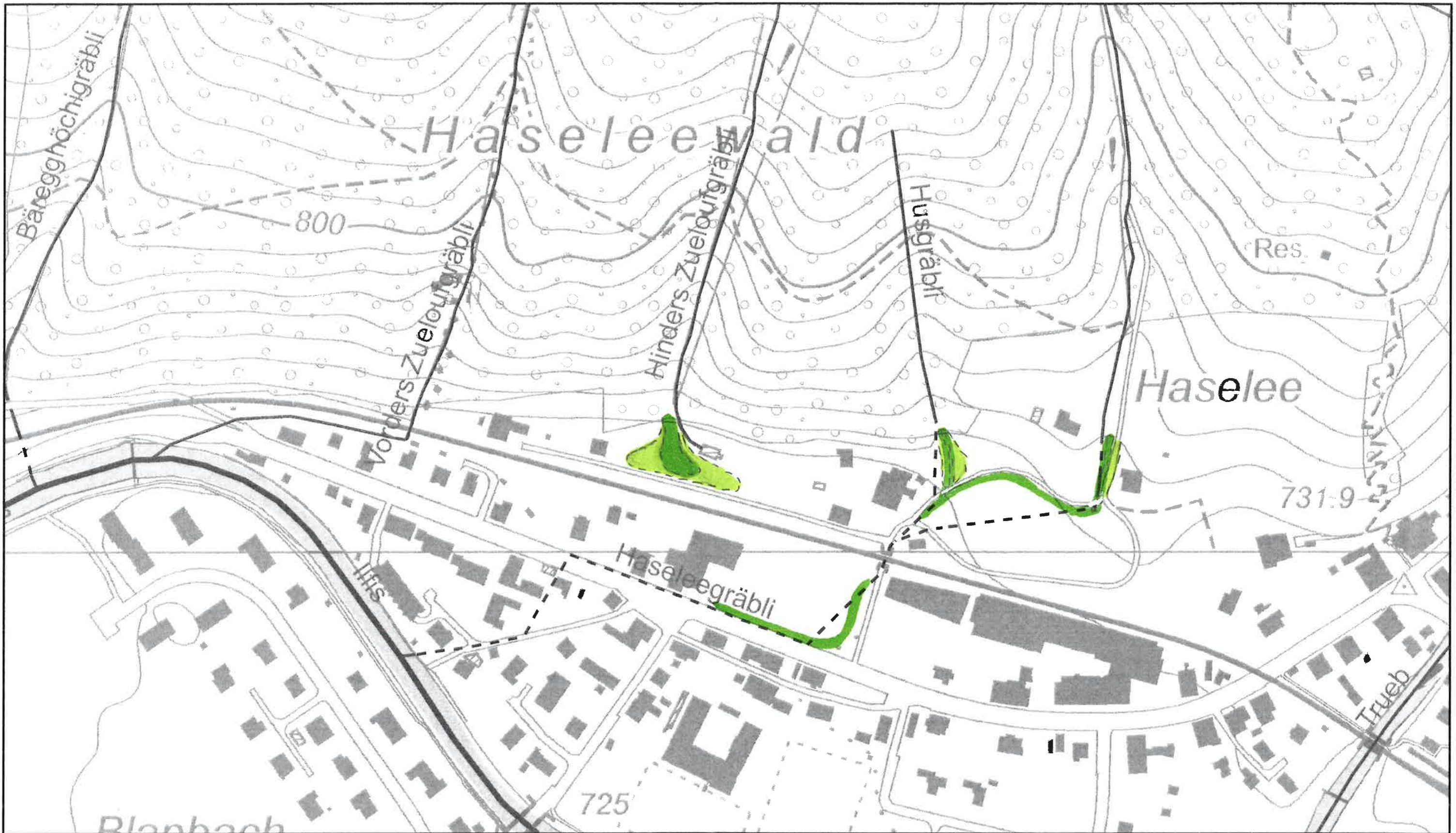
 **Flussbau AG** SAH
dipl. Ing. ETH/SIA flussbau.ch
Schwarztorstr. 7, CH-3007 Bern, Tel. 031-376 11 05

geo7
Geowissenschaftliches Büro



ANHANG B

Skizze Intensitätskarten nach Massnahmen



Gewässernetz des Kantons Bern

#Q 30

Bemerkungen: Freier Text mit max. 120 Zeichen

Kartenherr: Tiefbauamt des Kantons Bern

Copyright: © Kanton Bern / © swisstopo / © TomTom, swisstopo

Detaillierte Angaben zu Copyright und Legende sind dem verlinkten Dokument zu entnehmen:

https://www.map.apps.be.ch/pub/pub/doku/gnbe_de.pdf

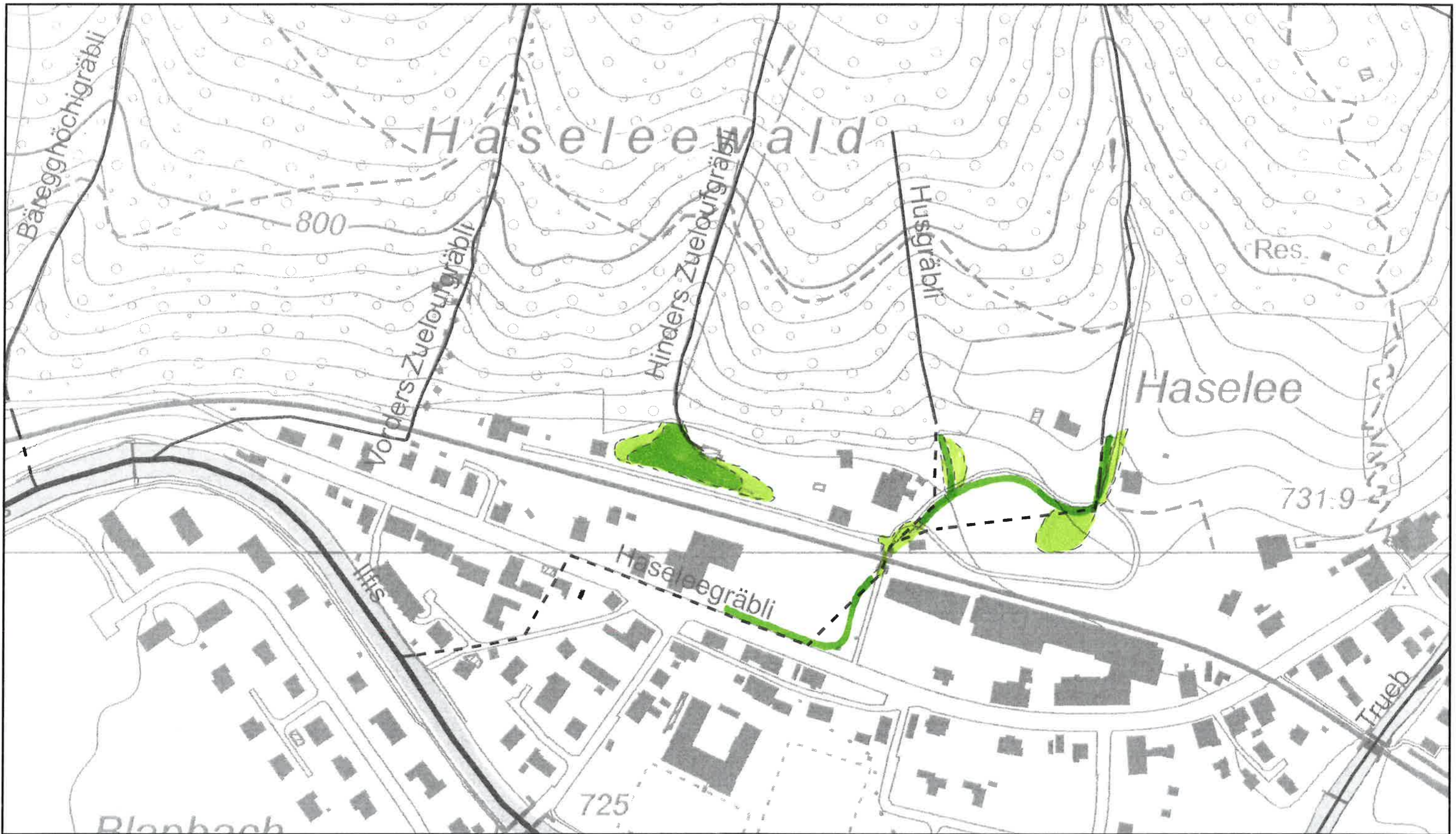
Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen. Rechtlich verbindliche Auskünfte sind beim Kartenherrn einzuholen.



Geoportal des Kantons Bern
Géoportail du canton de Berne



Erstellt für Masstab 1:3'000
Erstellungsdatum 20.02.2019



Gewässernetz des Kantons Bern

#Q 100

Bemerkungen: Freier Text mit max. 120 Zeichen

Kartenherr: Tiefbauamt des Kantons Bern

Copyright: © Kanton Bern / © swisstopo / © TomTom, swisstopo

Detaillierte Angaben zu Copyright und Legende sind dem verlinkten Dokument zu entnehmen:

https://www.map.apps.be.ch/pub/pub/doku/gnbe_de.pdf

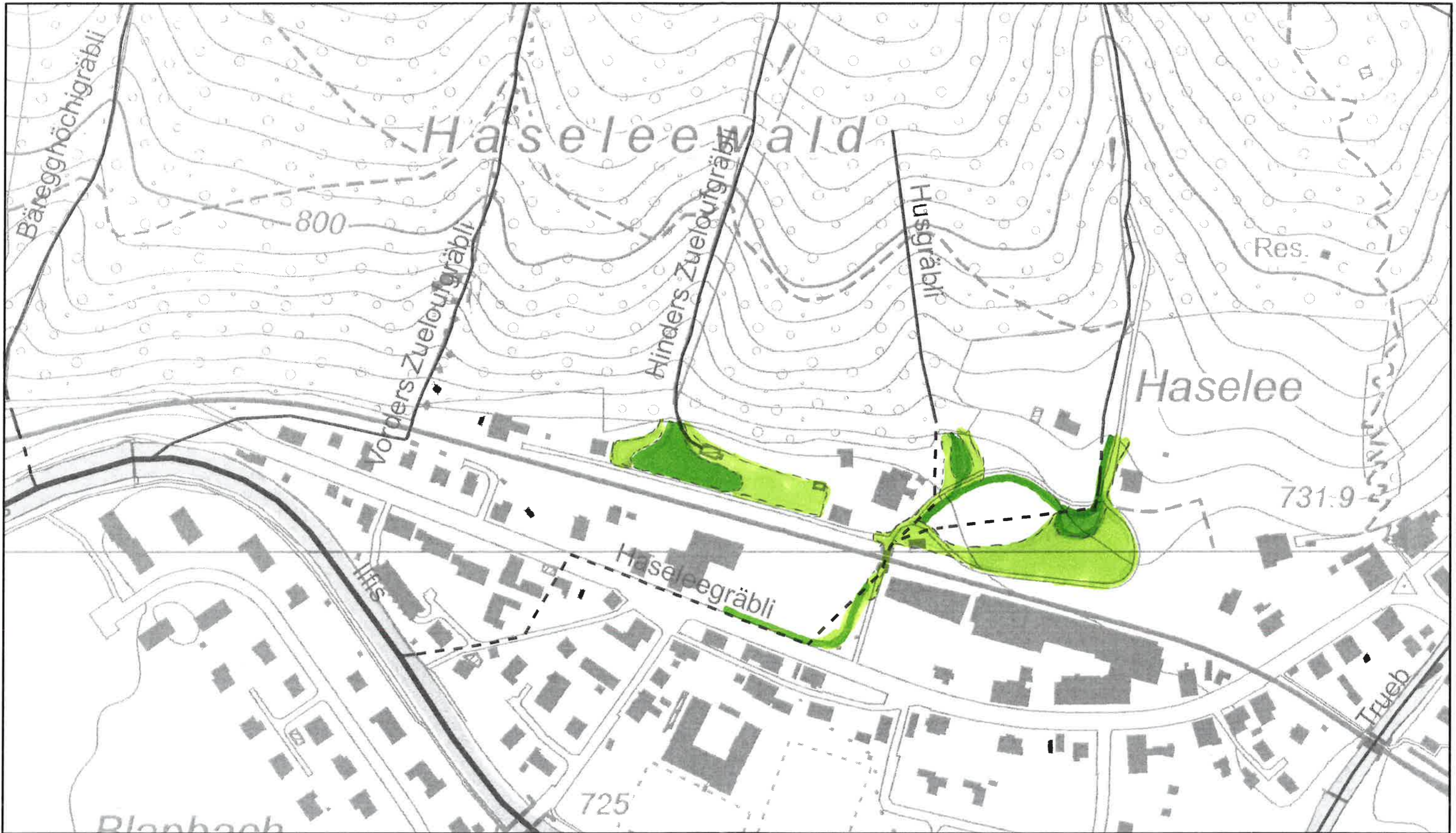
Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen. Rechtlich verbindliche Auskünfte sind beim Kartenherrn einzuholen.



Geoportal des Kantons Bern
Géoportail du canton de Berne



Erstellt für Masstab 1:3'000
Erstellungsdatum 20.02.2019



Gewässernetz des Kantons Bern

Q 300

Bemerkungen: Freier Text mit max. 120 Zeichen

Kartenherr: Tiefbauamt des Kantons Bern

Copyright: © Kanton Bern / © swisstopo / © TomTom, swisstopo

Detaillierte Angaben zu Copyright und Legende sind dem verlinkten Dokument zu entnehmen:

https://www.map.apps.be.ch/pub/pub/doku/gnbe_de.pdf

Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen. Rechtlich verbindliche Auskünfte sind beim Kartenherrn einzuholen.



Geoportal des Kantons Bern
Géoportail du canton de Berne



Erstellt für Masstab 1:3'000
 Erstellungsdatum 20.02.2019

ANHANG C

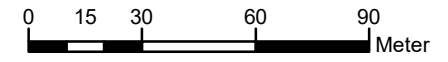
Übersicht Perimeter und Objekt-ID

Übersicht Objekte Unterdorf

M 1:2'000



UP5 © Amt für Geoinformation Kt. BE
GIS: 14.002.14_Objekte_EconoMe_neu.mxd
Grundlage: Objekte geo7 2013

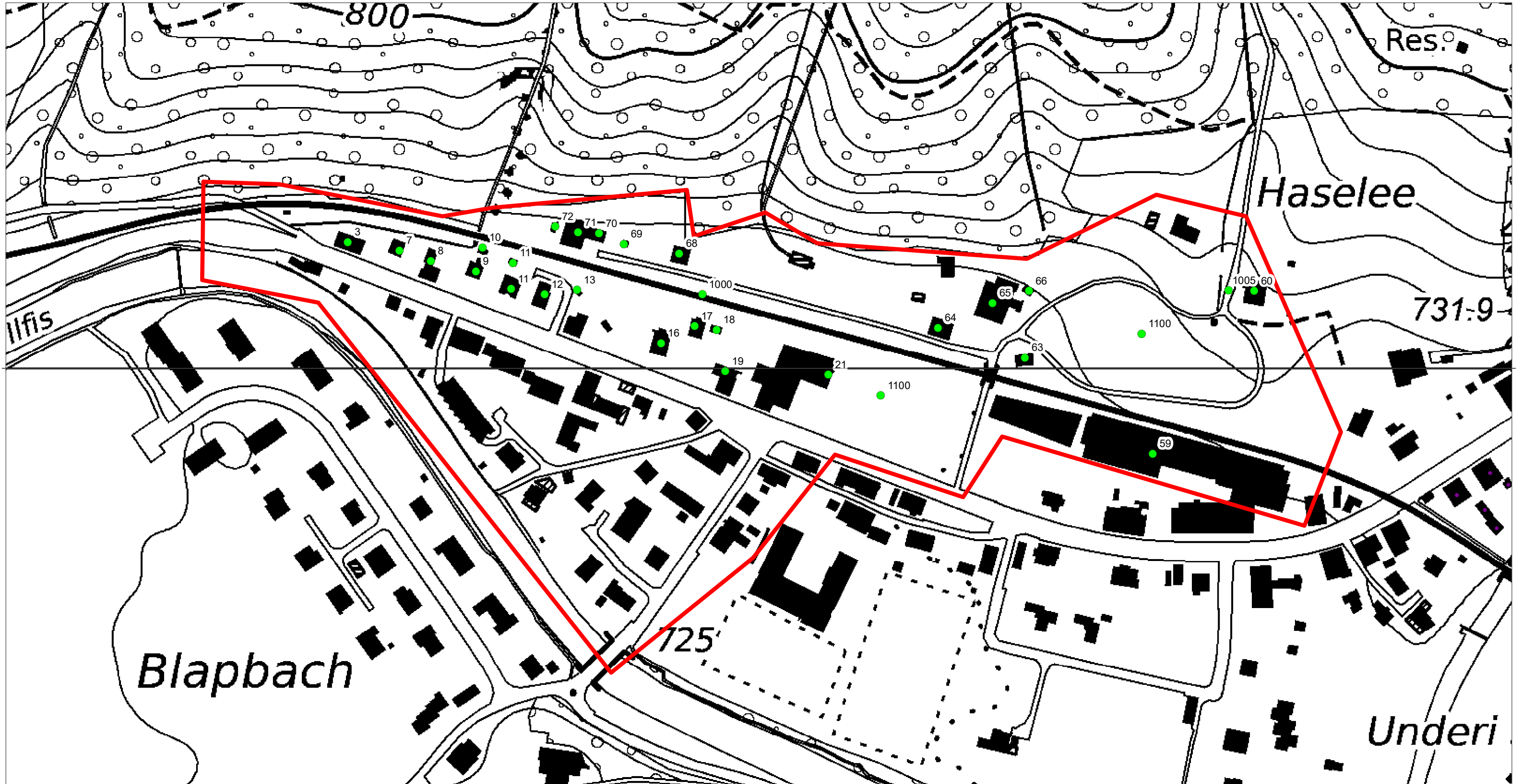


Nr.: 14.002.14 EconoMe Unterdorf



Datum: 25.02.2019

Gez:lb

Kontr.:



Legende

-  Perimeter
-  Objekt-ID EconoMe

ANHANG D

Lebensdauer und jährliche Unterhaltskosten pro Abschnitt

Blatt	Plan-Nr.	1.1
	Form	80 x 100

Temporäre Zufahrt für Baustellen von Baufeldgrenze (planmäßig)

Hinweise

- □ □ □ Baufeldgrenze nach Grundplan
- □ □ □ Baufeldgrenze, Sammlung Grundstücke, Teilbaufelder
- □ □ □ Baufeldgrenze, Sammlung Grundstücke, Teilbaufelder
- □ □ □ Baufeldgrenze, Sammlung Grundstücke, Teilbaufelder
- □ □ □ Baufeldgrenze, Sammlung Grundstücke, Teilbaufelder

Werkleitungen

- — — — — Hochspannungsführung
- — — — — Mittelspannungsführung
- — — — — Niederspannungsführung
- — — — — Stromleitung
- — — — — Fernwärmeleitung
- — — — — Wasserleitung
- — — — — Abwasserleitung
- — — — — Gasleitung
- — — — — Fernwärmeleitung
- — — — — Wasserleitung
- — — — — Abwasserleitung
- — — — — Gasleitung

Zulauf

Am Waldrand

Hasenlehn

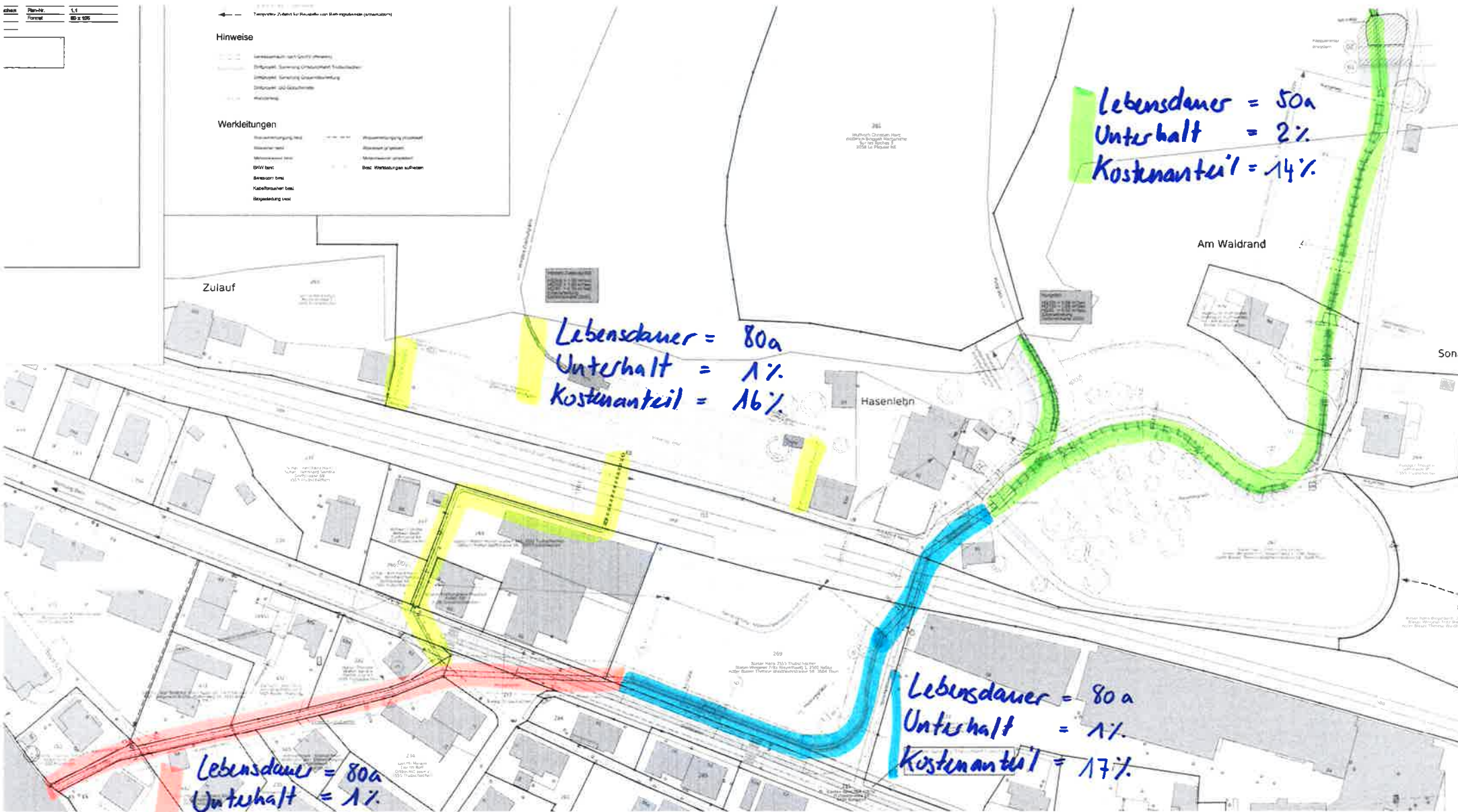
Sonr

Lebensdauer = 80a
 Unterhalt = 1%
 Kostenanteil = 16%

Lebensdauer = 50a
 Unterhalt = 2%
 Kostenanteil = 14%

Lebensdauer = 80a
 Unterhalt = 1%
 Kostenanteil = 53%

Lebensdauer = 80a
 Unterhalt = 1%
 Kostenanteil = 17%



ANHANG E

Zusammenfassung der Resultate aus EconoMe 4.0



[Import] - [Import] - 14.002.14 / EconoMe Unterdorf, Trubschachen

Laufzeit	16.11.2016 -
Organisation	Geo7
Gemeinde:	Trubschachen
Gebiet:	Unterdorf ,Graben entlang der Dorfstrasse

Beteiligte Personen

Pfammatter, Christian - Administrator Kanton

Abteilung Naturgefahren
031 636 12 00
christian.pfammatter@vol.be.ch

Kissling + Zbinden AG, Administrator - Projektleiter

Kissling + Zbinden AG
econome@kzag.ch

Anprechpartner Kanton Bern

Demian Schneider (OIK IV)

Anprechpartner Gemeinde

Theo Rüegger

Projektfortschritt

26.02.19, 10:54	Systemdefinition	Administrator Kissling + Zbinden AG
26.02.19, 10:54	Systembeschreibung	Administrator Kissling + Zbinden AG
26.03.19, 14:15	Massnahmendefinition	Administrator Kissling + Zbinden AG
26.03.19, 16:20	Schadenpotenzial	Administrator Kissling + Zbinden AG
28.02.19, 09:52	Konsequenzenanalyse	Administrator Kissling + Zbinden AG
26.03.19, 16:29	Kostenwirksamkeit	Administrator Kissling + Zbinden AG

Gefahrenprozesse

Überschwemmung dynamisch

Szenario 30, 30 Jahre

Datei http://www.econome.admin.ch/doc/BE/6-38-3373/maps/IK30_vor_Massn_2019-02-20.pdf

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.9

Szenario 100, 100 Jahre

Datei http://www.econome.admin.ch/doc/BE/6-38-3373/maps/IK100_vor_Massn_2019-02-20.pdf

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.7

Szenario 300, 300 Jahre

Datei http://www.econome.admin.ch/doc/BE/6-38-3373/maps/IK300_vor_Massn_2019-02-20.pdf

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.9

Szenario extrem, 1000 Jahre

Datei http://www.econome.admin.ch/doc/BE/6-38-3373/maps/IK300_vor_Massn.pdf

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.9

Massnahmendefinition

Massnahme: Vorprojekt WBB Unterdorf

Stand September 2018

Investitionskosten	1 310 000 CHF
Jährliche Unterhaltskosten	14 410 CHF/a
Jährliche Betriebskosten	0 CHF/a
Lebensdauer Massnahme	76 Jahre
Jährliche Kosten	44 747 CHF/a

Ergebnisübersicht

Übersicht Schadenpotenzial

Schadenpotenzial Anzahl Personen	158.86
Schadenpotenzial Personen (monetarisiert)	794 310 000
Schadenpotenzial Sachwerte	91 796 400
Schadenpotenzial Gesamt	886 106 400

Überschwemmung dynamisch

Risiko vor Massnahmen	59 548 CHF/a
Risiko vor Massnahmen (Berechnung mit Basiswerten)	17 781 CHF/a
Nach Massnahme Vorprojekt WBB Unterdorf	2 950 CHF/a
Nach Massnahme Vorprojekt WBB Unterdorf (Berechnung mit Basiswerten)	3 320 CHF/a

Risikoreduktion (Nutzen) CHF/a

Vorprojekt WBB Unterdorf	56 598 CHF/a
Vorprojekt WBB Unterdorf (Berechnung mit Basiswerten)	14 461 CHF/a

Massnahmekosten CHF/a

Vorprojekt WBB Unterdorf	44 747 CHF/a
--------------------------	--------------

Verteilung nach Nutznießern

Ohne Nutznießer - Zuweisung

Vorprojekt WBB Unterdorf	44 747 CHF/a (100%)
--------------------------	---------------------

Nutzen/Kosten - Verhältnis

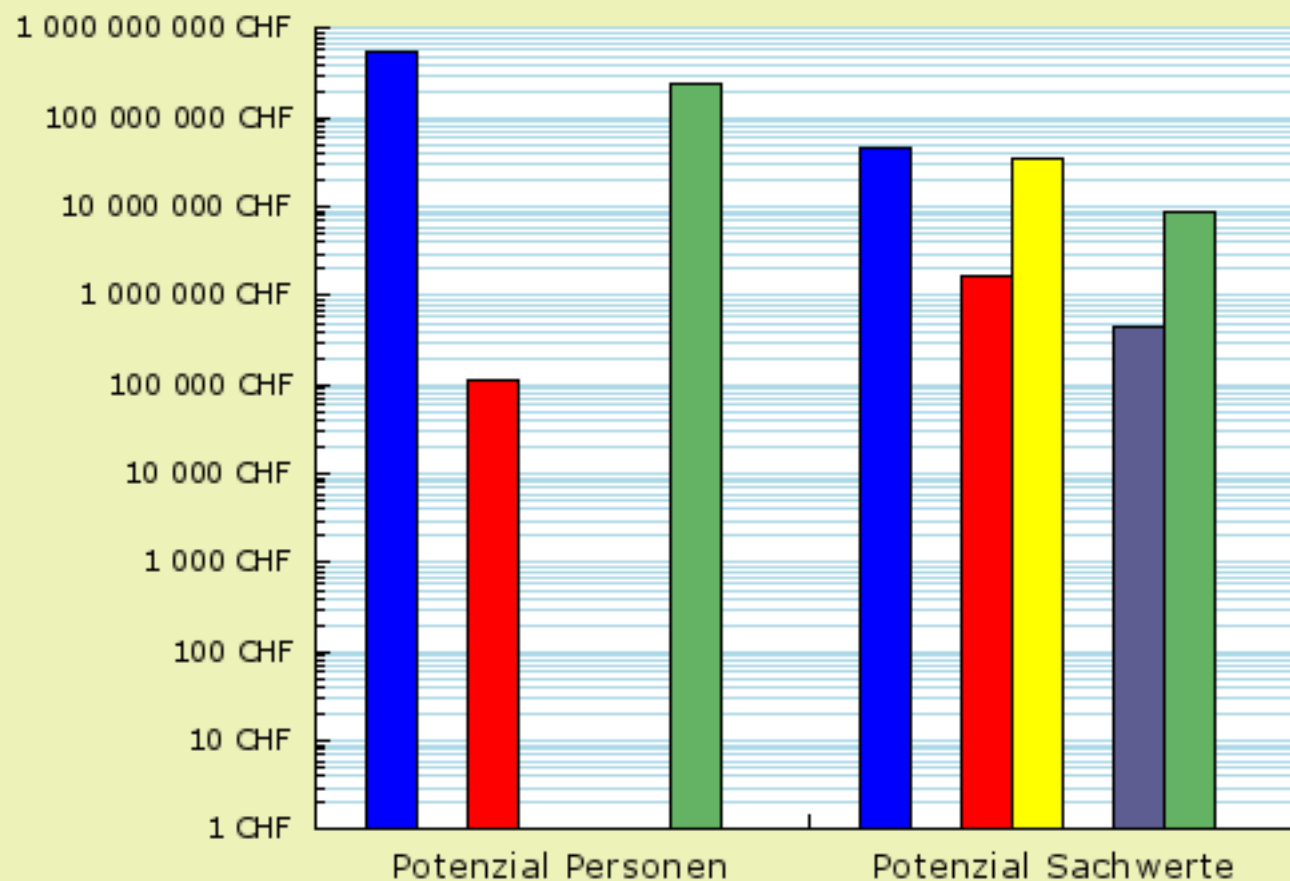
Vorprojekt WBB Unterdorf	1.3
Vorprojekt WBB Unterdorf (Berechnung mit Basiswerten)	0.3

Individuelles Risiko (Anzahl betroffener Objekte)

Vor Massnahme	0	0	4
Nach Massnahme Vorprojekt WBB Unterdorf	0	0	1

Schadenpotenzial nach Objektkategorien

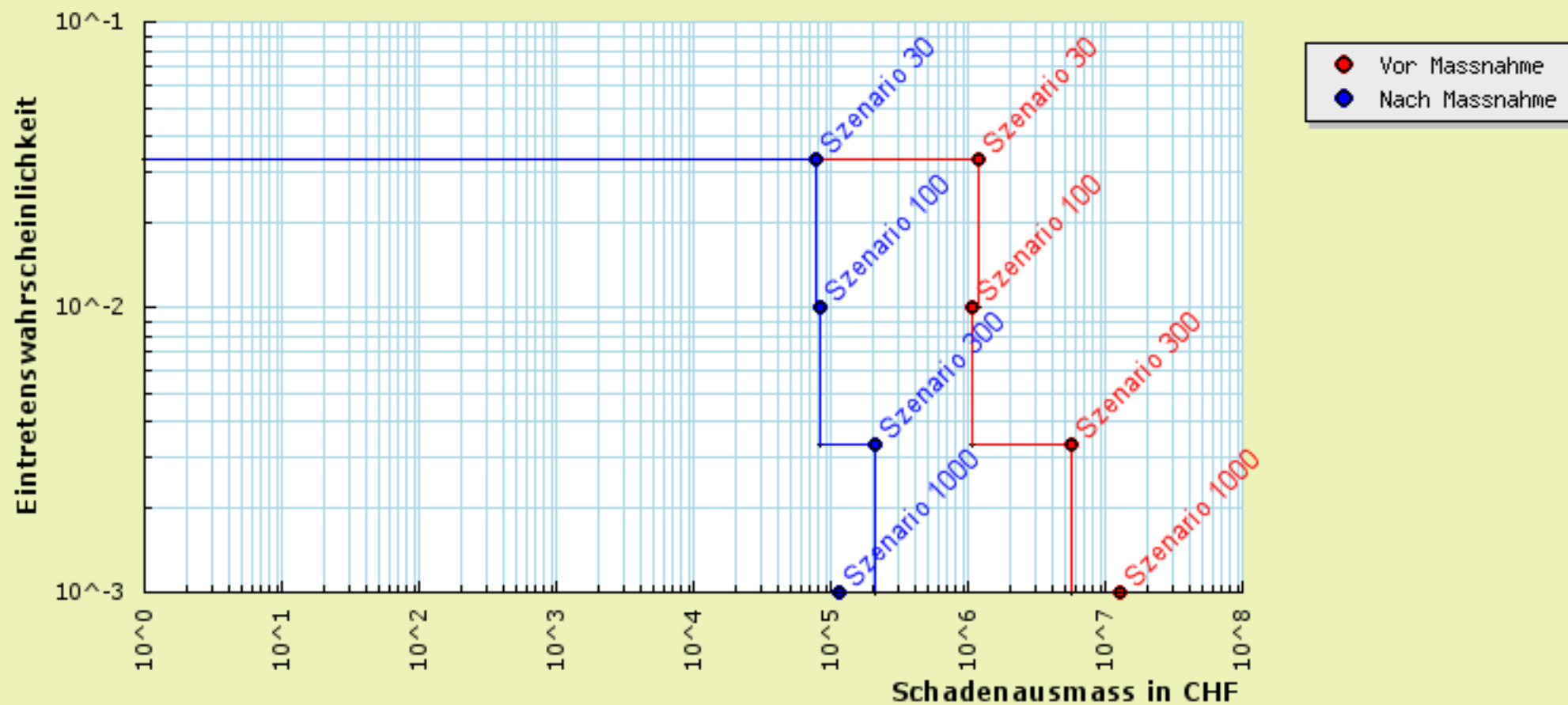
Schadenpotenzial nach Objektkategorien



- Gebäude
- Sonderobjekte
- Strassenverkehr
- Leitungen
- Mechanische Aufstiegshilfe
- Landwirtschaft, Wald und Grünanlagen
- Schienenverkehr
- Sonderobjekte Schienenverkehr

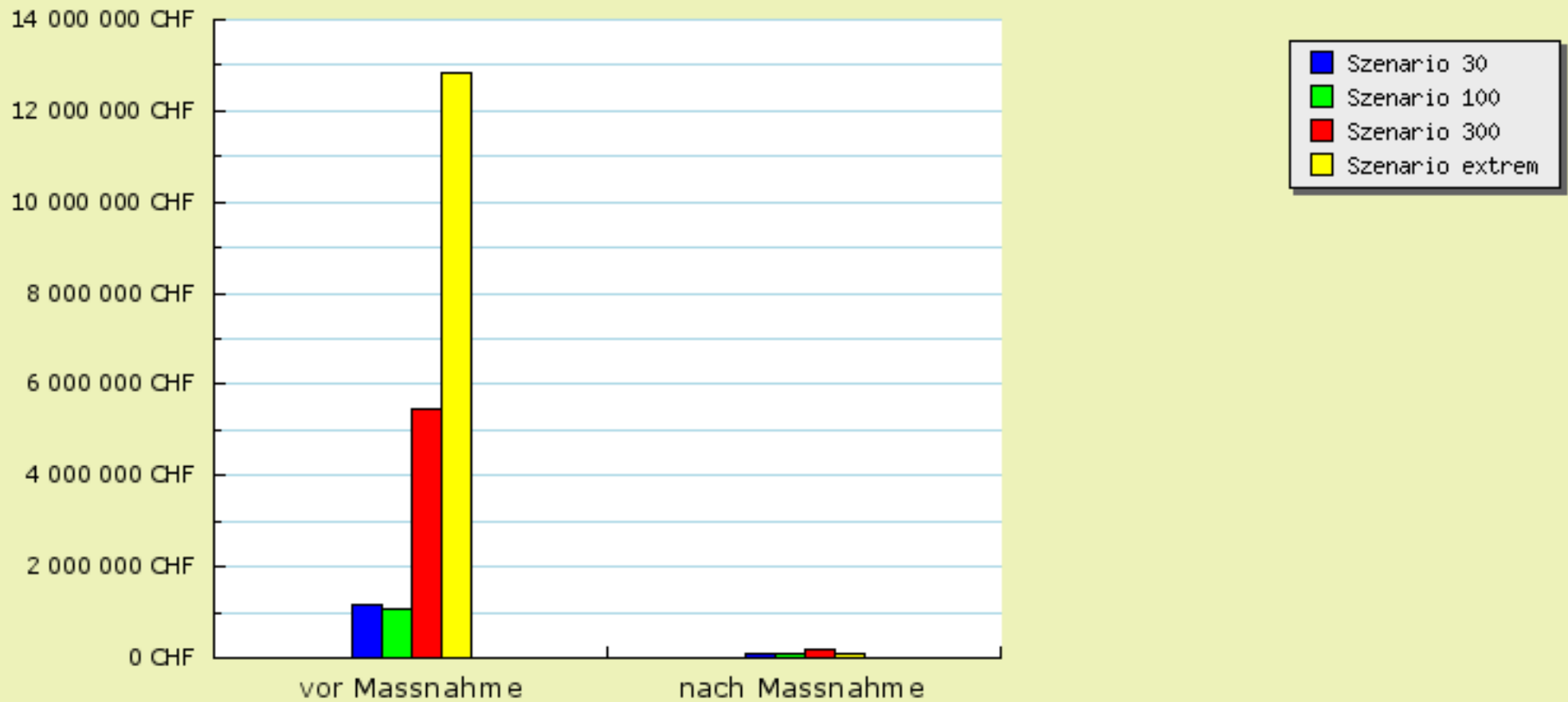
Überschwemmung dynamisch , , Vorprojekt WBB Unterdorf - Eintretenswahrscheinlichkeit / Schadenausmass

Eintretenswahrscheinlichkeit / Schadenausmass



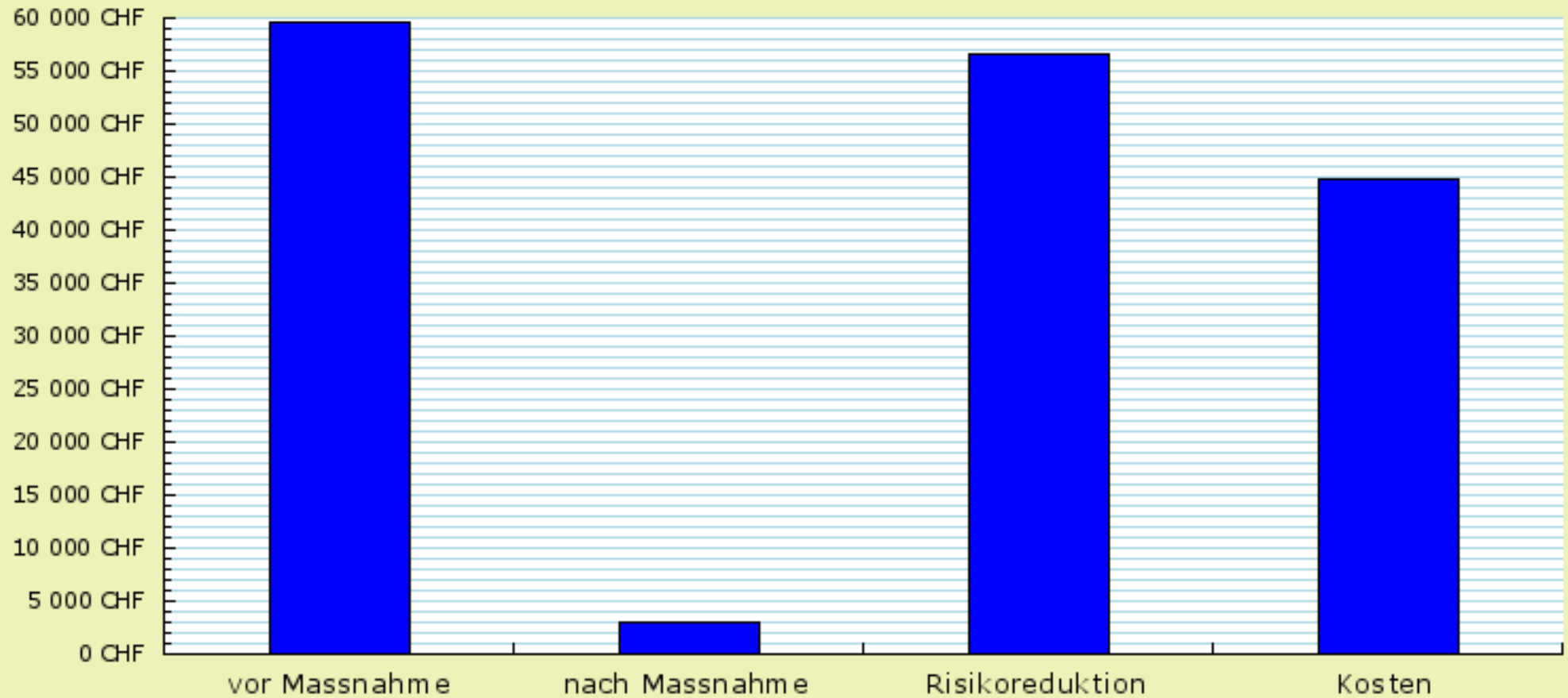
Überschwemmung dynamisch , , Vorprojekt WBB Unterdorf - Schadenausmass nach Szenarien

Schadenausmass nach Szenarien (vor und nach Massnahme)



Überschwemmung dynamisch , , Vorprojekt WBB Unterdorf - Risiken, Risikoreduktion und Kosten in CHF/Jahr

Risiken, Risikoreduktion und Kosten in CHF/Jahr



Anhang B: Bodenschutzkonzept

Bodenschutzkonzept **Projekt: WBB Unterdorf**



Berichtsverfasser
Dr. Sina Schneider

Bericht Nr. 5056

Auftraggeber
Ruefer Ingenieure AG
Bernstrasse 14
3550 Langnau i.E.

Februar 2019

Inhalt

1	Allgemeines	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Inhalt Bodenschutzkonzept und gesetzliche Grundlagen	3
1.3	Projektübersicht	4
1.4	Projektorganisation	5
2	IST-Zustand	5
2.1	Geologie, Klima, Vegetation	5
2.2	Bodenvorkommen	6
2.3	Schadstoffbelastungen	7
3	Auswirkungen Boden	8
3.1	Projektübersicht	8
3.2	Vorgesehene Bodenarbeiten	8
3.3	Termine	9
3.4	Beanspruchungen des Bodens	9
3.5	Massenbilanzen	9
3.6	Verwertung und Entsorgung Bodenaushub	10
3.7	Rekultivierung	11
4	Bodenschutzmassnahmen	11
4.1	Grundsätze	11
4.2	Massnahmen	11
4.3	Bodenkundliche Baubegleitung	14

1 Allgemeines

1.1 Ausgangslage

Die Ruefer Ingenieure AG plant die Beantragung einer Wasserbaubewilligung für die Renaturierung und Neuverlegung des Haseleegräbli und des Husgräbli in Trubschachen. Die Bauherrschaft ist die „Schwellenkooperation Trubschachen“. Der Projektperimeter befindet sich überwiegend im Siedlungsgebiet der Gemeinde Trubschachen. Im Rahmen der Renaturierung sind im Hasenlehn geringfügig Terrainanpassungen vorgesehen. Bei dem gesamten Projekt sind keine Fruchtfolgeflächen betroffen.

Das angegebene Projekt erfordert aufgrund seiner Fläche die Erarbeitung eines Bodenschutzkonzeptes und den Einsatz einer bodenkundlichen Baubegleitung (BBB). Das Bodenschutzkonzept bildet die Grundlage für die bodenkundliche Baubegleitung, welche die Umsetzung des Konzeptes begleitet und kontrolliert. Das Bodenschutzkonzept soll bereits zur Vernehmlassung mit eingereicht werden.

1.2 Inhalt Bodenschutzkonzept und gesetzliche Grundlagen

Das Bodenschutzkonzept bildet die Grundlage für die bodenkundliche Baubegleitung, welche die Umsetzung des Konzeptes begleitet und kontrolliert. Neben dem Ausgangszustand werden die Auswirkungen des Bauvorhabens auf die vorhandenen Böden beschrieben (u.a. Flächen- und Massenbilanz) und es werden konkrete Bodenschutzmassnahmen formuliert. Für das Auflageprojekt werden die Rückmeldungen aus der Vernehmlassung des Bauprojekts integriert.

Das Bodenschutzkonzept ist von der Bodenfachperson in enger Zusammenarbeit mit dem Projektgenieur zu erarbeiten und wird der Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern (Amt für Wasser und Abfall (AWA), Fachbereich Boden) zur Prüfung und Genehmigung zugestellt.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes sind folgende Punkte relevant und im Detail zu klären:

- Gesamtbeurteilung der Böden im Projektperimeter, Ausmass des Eingriffs, Beeinträchtigungen;
- Vermeidung von Bodenverdichtungen gemäss Artikel 6 VBBo und Sicherstellung des Bodens bei Bodenaushubarbeiten gemäss Artikel 7 VBBo auch im Hinblick auf die Rekultivierung (physikalische Bodenschutzmassnahmen).
- Sinnvolle Verwertung von überschüssigem Bodenmaterial in der Landwirtschaft (VVEA, Art. 18)

In erster Linie ist für die Beurteilung der vorangehend genannten Punkte die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) sowie die BAFU-Wegleitung Bodenaushub (Verwertung von ausgehobenen Boden, Wegleitung Bodenaushub, BAFU, 2001) massgebend. Für die Umsetzung

der physikalischen Bodenschutzmassnahmen sind in der Praxis die FSKB-Rekultivierungsrichtlinie (Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (FSKB 2003) sowie die VSS-Normen Erdbau und Boden (SN 640 581a Erdbau, Boden – Grundlagen, VSS 1998; SN 640 582 Erdbau, Boden - Erfassung des Ausgangszustandes, Triage des Bodenaushubs, VSS 1999; SN 640 583 Erdbau, Boden - Eingriff in den Boden, Zwischenlagerung, Schutzmassnahmen, Wiederherstellung und Abnahme, VSS 1999) zu berücksichtigen. Bei der Verwertung von überschüssigem Bodenmaterial ist die Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA, Art. 18) massgebend.

Allgemein gilt der Grundsatz, den Boden als Ressource zu behandeln, so dass er als fruchtbarer Boden weiter verwendet werden kann.

1.3 Projektübersicht

Die Arbeiten für die Renaturierung und Neuverlegung des Haseleegräbli und des Husgräbli finden hauptsächlich im Bereich der Kantonsstrasse sowie im Hasenlehn statt. Des Weiteren wird südlich der Kantonsstrasse der Zulauf in die Ilfis angepasst. Hier finden jedoch keine bodenrelevanten Erdarbeiten statt. Im Bereich der oberen Zuläufe (ab Waldrand) sind am Haseleegräbli (Sonnhalde) als auch am Husgräbli geringfügig Terrainanpassungen geplant.

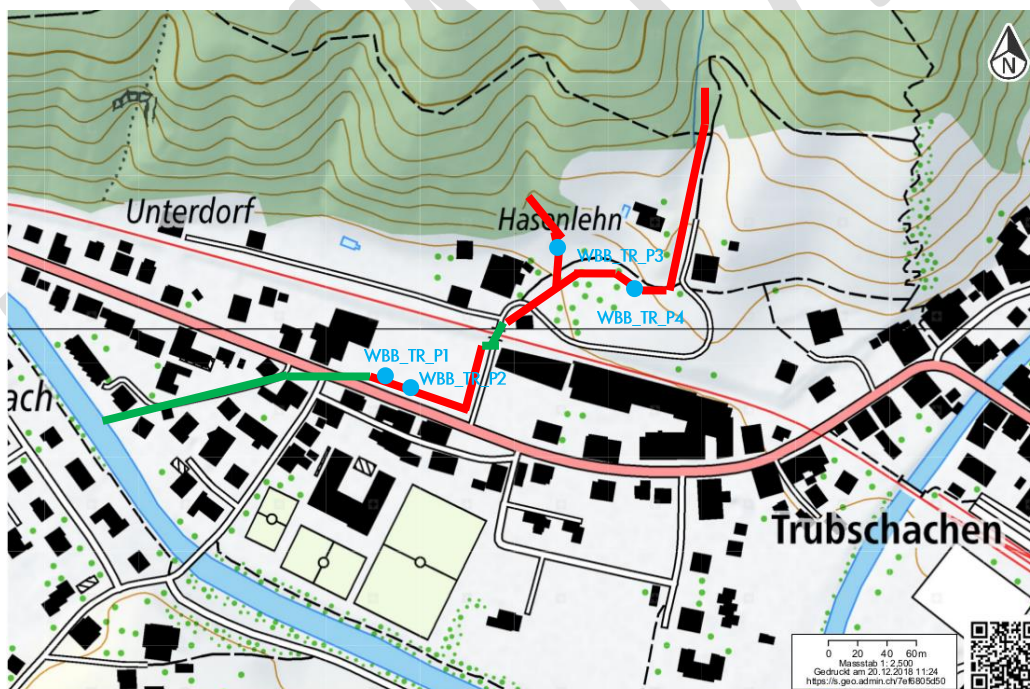


Abbildung 1: Übersichtskarte des Projektperimeters (Massstab 1:2500) mit skizziertem Verlauf des Projektperimeters (grün: unterirdisch, rot: offen), sowie die Positionen der Bodenprofilaufnahmen (blaue Punkte).

1.4 Projektorganisation

Die Bauherrschaft hat die Schwellenkooperation Trubschachen. Die Planung liegt bei der Ruefer Ingenieure AG. Das Bodenschutzkonzept und die bodenkundliche Baubegleitung erfolgt durch Frau Dr. Sina Schneider (KBP GmbH).

Die Zusammenarbeit der einzelnen Akteure sowie der Informationsfluss kann dem Organigramm (Abbildung 2) entnommen werden. Bei Bedarf werden weitere Fachleute beigezogen. Selbstverständlich arbeiten wir eng mit allen Beteiligten zusammen.

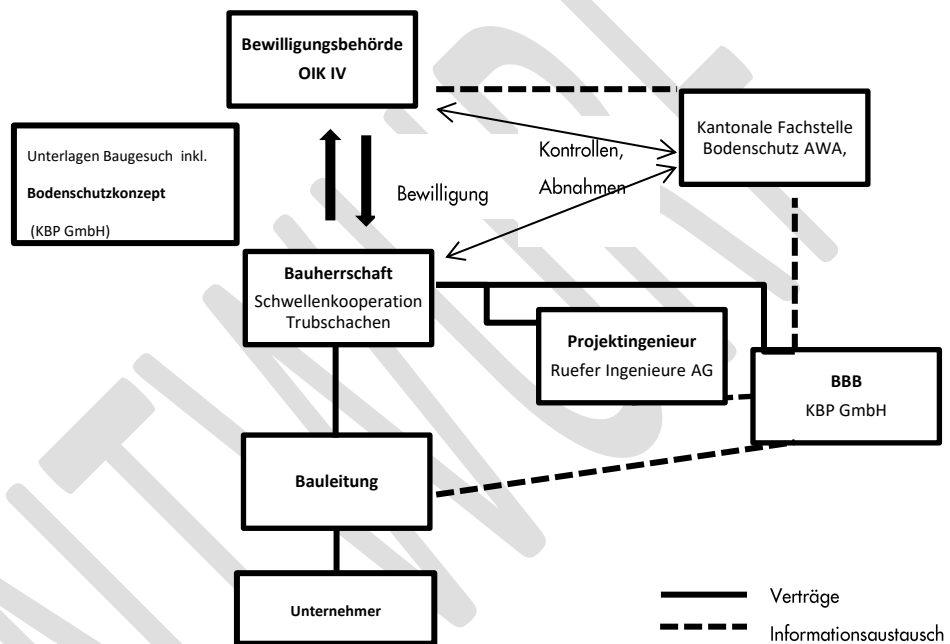


Abbildung 2: Organisation und Informationsflüsse des Projekts: „WBB Unterdorf“

2 IST-Zustand

2.1 Geologie, Klima, Vegetation

Im Bereich des Dorfkerns von Trubschachen-Unterdorf lagerte die Ilfis im Holozän Schotter und Sande ab. Die Hänge im Wald und am Waldrand des Hasenlehn bestehen aus Nagelfluh (Sandstein Konglomeraten). Am Auslauf der Hänge (Sonnhaldeweg) finden sich Bachschotter vom Haseleegräbli und Husgräbli. Gesamthaft lässt das auf einen hohen Skelettanteil im Untergrund sowie geringmächtige Böden schliessen.

Im Projektperimeter liegt die Klimaeignungsklasse C5-6 vor (Dauergrünland mit Einschränkungen). Futterbau, basierend ausschliesslich auf Naturwiesen (Beeinträchtigungen bei den Ernten). Kunstfutterbau wenig begünstigt (Beeinträchtigungen durch übermässige Niederschläge und Regentage). Ackerbau ungünstig, insbesondere Getreidebau.

Die Böden in der Hasenlehn entsprechen der landwirtschaftlichen Nutzungseignungsklasse 7 – Wiese- und Weideland.

Unter beiläufiger Beobachtung während der Begehung und den Bodenaufnahmen wurden keine Neophyten entdeckt.

Im gesamten Projektperimeter liegt der Gewässerschutzbereich Au vor.

2.2 Bodenvorkommen

Für den Projektperimeter liegen keine Bodendaten vor. Am 20.12.2018 wurden mit einem Bodenbohrer Bodenuntersuchungen vorgenommen. Die Lage der Profile ist in Abbildung 1 markiert.

Bei den Böden angrenzend an die Kantonsstrasse handelt es sich um eine anthropogen beeinflusste Braunerde. Es ist anzunehmen, dass im Zuge der Umgebungsgestaltung der Kantonsstrasse Geländeadaptierungen und Böschungsschüttungen vorgenommen wurden. Einem skelettfreien Oberboden folgt ein schwach mit Kies durchsetzter Unterboden.

Die Böden in der Hasenlehn sind mässig tiefgründige bis flachgründige Braunerden über alluvialen Schottern. Sie haben einen mit viel Huminstoffen angereicherten Oberboden, gefolgt von einem skelettarmen Unterboden aus sandigem Lehm.



Abbildung 3: Bodenprofil WBB_Tr_P2, mässig tiefgründige Braunerde

Die Böden werden als normal empfindlich eingestuft. Normal empfindliche Böden sind nach entsprechender Abtrocknung im Allgemeinen gut mechanisch belastbar, insofern die übliche Sorgfalt beim Umgang mit Boden angewendet wird.

Tabelle 1: Zusammenstellung der wesentlichen Horizonteigenschaften der aufgenommenen Profile.

Profil ID	Koordinaten		Bodentyp	Horizont	Tiefe [cm]	Bodenart	Skelettgehalt	Gefüge	Bemerkungen
	x	y							
WBB_Tr_P1	630538	196964	mässig tiefgründige Braunerde / Auffüllung	Ah By	20 60	L tL	skelettfrei schwach skeletthal- tig	Kr Po 1-2	anthropogene Auffüllung
WBB_Tr_P2	630646	197054	mässig tiefgründige Braunerde	Ah Bv C	20 45 > 45	sL sL	skelettfrei	Kr SPo1	> 10% Huminstoffe Kiesband/ Schotter
WBB_Tr_P3	630700	197030	ziemlich flachgründige Braunerde	Ah Bv C	20 35 > 35	sL sL	skelettfrei	Kr SPo1	Schotter
WBB_Tr_P4	630724	197024	ziemlich flachgründige Braunerde	Ah Bv C	20 35 > 35	sL sL	skelettfrei	Kr SPo1	Schotter

2.3 Schadstoffbelastungen

Das vorliegende Projekt tangiert im Bereich der „Götschmatte“ die Kantonsstrasse Nr. 10. Im Nahbereich der Fahrbahn ist mit schadstoffbelasteten Böden zu rechnen. Zur Ermittlung des Belastungsperimeters wurden am 20.12. 2018 Bodenproben entnommen und auf ihre Schwermetall- (Cd, Pb, Zn) und PAK-gehalte hin untersucht.

Innerhalb des Projektperimeters befindet sich keine Altlastenverdachtsfläche (gemäss dem Kataster der belasteten Standorte).

Beprobung

Die Probenahme erfolgte im Rahmen der Bodenkartierungen. Sie wurde entsprechend dem BUWAL-Handbuch *Probenahme und Probenvorbereitung für Schadstoffuntersuchungen von Böden* vorgenommen. Entlang der Kantonsstrasse Nr. 10 wurden innerhalb des Projektperimeters an 3 Stellen Schadstoffbeprobungen (Linienproben in 1.5m und 3m Entfernung vom Fahrbahnrand) durchgeführt und zu Mischproben zusammengefasst. Die Beprobungstiefe betrug 15-20 cm. Die Proben wurden bei der Wessling AG in Lyss entsprechend Anhang 1 Ziffer 2 der *Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo)* aufbereitet sowie analysiert.

Resultate

Entlang dem Fahrbahnrand ist der Oberboden bis zu 3m Entfernung schwach belastet (Richtwert PAK überschritten). Ab 3m Entfernung vom Strassenrand liegt nach VBBo keine Belastung vor. Die Analyseresultate sind dem Bodenschutzkonzept beigelegt.

Verwertung

Schwach belasteter Bodenaushub kann nur auf Böden aufgebracht werden, die nachweislich gleich oder höher vorbelastet sind (Wegleitung Bodenaushub, BUWAL 2001). Eine Wiederverwendung vor Ort (im Aushubperimeter) ist daher anzustreben. Betroffen ist hierbei der Oberboden der auf der „Götschimatte“ anfällt.

3 Auswirkungen Boden

3.1 Projektübersicht

Das Projekt kann in folgende Abschnitte aufgeteilt werden:

1. **Brüggmätteliweg** (Unterirdische Rohrleitungen (Betonkanal) von Parzelle 269 auf direktem Weg in die Ilfis, gleichzeitig Tieferlegung der Wasserleitung der Gemeinde Langnau)
2. **Bauarbeiten Entlastung und Retention** (nördlich des Bahndamms und westlich der Gebäude des Hasenlehns soll die bestehende Retention erweitert werden)
3. **„Götschimatte“** (entlang der Kantonsstrasse, Parzelle 269, wo möglich Öffnung des Haseleegräbli)
4. **Unterführung Hasenlehn** (Vergrösserung Betonkanal, nördlich vom Bahndamm neuer Kiessammler)
5. **Haseleegräbli und Huusgräbli** nördlich des Bahndamms (Renaturierung, d.h. Öffnung und ggf. Ausdohlung der Gewässer ab der Waldgrenze bis nördlicher Bahndamm)

3.2 Vorgesehene Bodenarbeiten

Bodenarbeiten finden insbesondere im Haseleegräbli und im Huusgräbli, auf der „Götschimatte“ sowie bei der Erweiterung der Retention statt. Bei der Ausdohlung des Haseleegräbli und des Huusgräbli wird Ober- und Unterboden ausgehoben. Es ist geplant dieses Material für Terrainanpassungen am Huusgräbli als auch bei der Sonnhalde zu verwenden (s. beigelegtem Plan Wasserbaubewilligung). Durch die Öffnung des Bachlaufes auf der „Götschimatte“ wird ebenfalls Bodenmaterial ausgehoben. Es ist geplant dieses für die Erweiterung der Retention zu verwenden (Vergrösserung der Dämme). Der Brüggmätteliweg ist bereits versiegelt. Es finden dort keine Bodenrelevanten Erdarbeiten statt.

3.3 Termine

Planaufgabe:
Plangenehmigung:
Ausführungsprojekt:
Vergabe Bauarbeiten:

Start Bauarbeiten:

3.4 Beanspruchungen des Bodens

Definitive Beanspruchung

Durch das vorliegende Bauvorhaben werden Böden definitiv beansprucht. D.h. infolge der Ausdohlung gehen Flächen mit natürlich gewachsenen Böden als auch anthropogen beeinflusste Böden verloren. Im Bereich der Erweiterung der Retention wird Bodenmaterial zur Erhöhung der Dämme aufgefüllt.

Des Weiteren kann Boden wie folgt beansprucht werden:

- physikalisch-mechanische Beeinträchtigung: Änderung des Gefüges, der Stabilität, des Wasserhaushaltes etc.
- stoffliche Belastungen: Verschmutzung, Verunreinigung etc.

Temporäre Beanspruchung

Es werden je eine Baupiste für die Arbeiten beim Brüggmätteliweg und im Hasenlehn erstellt (s. beigelegter Plan Wasserbaubewilligung). Die Piste zur Erschliessung des Brüggmätteliwegs wird von der Kantonsstrasse aus erschlossen, im Hasenlehn wird ein bereits bestehender unbefestigter Weg genutzt. Gesamthaft werden ca. 400m² temporär beansprucht. Bodenarbeiten auf diesen Flächen erfolgen gemäss den Anforderungen des Physikalischen Bodenschutzes.

Bodendepots sind nicht geplant. Vielmehr wird der Bauablauf so geplant, dass anfallendes Bodenmaterial sofort projektintern oder extern verwertet wird. Das anfallende Bodenmaterial auf der „Götschmatte“ kann teils für die Entlastungsleitung verwendet werden. Die Arbeiten sind dementsprechend zu terminieren. Im Hasenlehn wird das Material teils für Terrainanpassungen verwendet. Überschüssiges Material wird projektextern verwertet.

Installationsplätze werden im Rahmen des Ausführungsprojektes ausgewiesen. Bevorzugt werden bereits befestigte Flächen wie beispielsweise der Kiesplatz auf der „Götschmatte“.

3.5 Massenbilanzen

Gesamthaft wird von folgender Massenbilanz ausgegangen:

Projektabschnitt	Oberboden (fest)				Unterboden (fest)		
	Abtrag [m ³]	davon Kat. II [m ³]	Auftrag [m ³]	Bilanz [m ³]	Abtrag [m ³]	Auftrag [m ³]	Bilanz [m ³]
Entlastung & Retention	0	0	0	0	54	161	-107
Götschmatte	28	28	0	28	184	0	184
Haseleegräbli und Husgräbli	535	0	535	0	139	139	0
Total				28			77

Das anfallende Material kann weitestgehend innerhalb des Projektperimeters und auf grenzenden Parzellen verwertet. Überschüssig bleiben und somit extern zu verwerten sind die 28m³ schwach belasteter Oberboden und 77m³ Unterboden.

3.6 Verwertung und Entsorgung Bodenaushub

Es gelten die folgenden Grundsätze für die Verwertung bzw. Entsorgung von Bodenaushub:

Ausgehobener Boden wird grundsätzlich wieder als Boden verwendet. Der Oberboden und verwitterte Unterböden (AB, B-Horizonte) werden dabei vollständig, wenig entwickelte AC-, C-Horizonte nach Möglichkeit verwertet.

Der anfallende unbelastete Bodenaushub soll vollständig innerhalb des Projektareals wieder verwendet werden.

Der anfallende schwach belastete Bodenaushub (Kat. II) sollte soweit möglich im Projektperimeter unter Einhaltung der gesetzlichen Rahmenbedingungen wieder verwendet werden. Überschüssige Kubaturen an schwach belastetem Bodenaushub (Kat.II) werden VVEA-konform entsorgt.

Oberboden

Es ist geplant den unbelasteten Oberboden innerhalb des Projektperimeters und auf grenzenden Parzellen zu verwerten. Das schwach belastete Oberbodenmaterial (28 m³, Kat. II) findet innerhalb des Projektperimeters keine Verwendung und muss extern entsorgt werden.

Unterboden

Das Unterbodenmaterial kann grösstenteils projektintern verwertet werden. Es fallen 77 m³ überschüssiges Unterbodenmaterial an welches projektextern in der Landwirtschaft verwertet werden muss. Vor Vergabe der Arbeiten sind geeignete Verwertungsmöglichkeiten vom Bauherrn in Absprache mit der BBB abzuklären.

3.7 Rekultivierung

Im vorliegenden Projekt finden Rekultivierungen lediglich im Rahmen der Terrainanpassungen im Hasenlehn sowie bei den Retentionen statt.

Es gelten die folgenden Rekultivierungsziele:

- Mächtigkeit Oberboden 20 cm (fest) → d.h. lose geschütteter Materialauftrag Oberboden mindestens 25 cm
- Der Unterbodenauftrag ist abhängig von der Terrainanpassung und der Dammschüttung. Er beträgt aber mindestens 20 cm (fest) → d.h. lose geschütteter Materialauftrag Unterboden mindestens 25 cm
- Terrainanpassung Hasenlehn: Landwirtschaftliche Nutzungseignungsklasse 7

4 Bodenschutzmassnahmen

4.1 Grundsätze

Nachfolgend werden die aus aktueller Sicht relevanten Vorgaben bezüglich Bodenschutz aufgelistet. Sie sind in den besonderen Bestimmungen bzw. in den Positionen im Leistungsverzeichnis entsprechend zu konkretisieren und umzusetzen.

Bodenschutzmassnahmen werden im Werkvertrag festgehalten. Für die Sicherstellung des sachgerechten Umgangs mit Boden wird für alle bodenrelevanten Planungs- und Arbeitsschritte von der Projektierung bis zur Fertigstellung des Bauvorhabens eine Bodenkundliche Baubegleitung beigezogen.

Für alle Arbeiten mit Boden (inkl. Befahren) sind bei der Wahl der Maschinen und der Arbeitstechnik die Mindestaugspannung zu beachten. Die Maschinenwahl ist mit der BBB abzusprechen. Die Bauleitung reicht vor Arbeitsbeginn eine Maschinenliste bei der BBB ein.

Nach dem Bodenauftrag erfolgt eine Abnahme der Flächen mit der Behörde. Bei Böden mit Folgebewirtschaftung erfolgt zudem eine Abnahme nach Folgebewirtschaftung mit der Behörde.

4.2 Massnahmen

Kulturerdearbeiten

- Kulturerdearbeiten sind nach Möglichkeit in der Vegetationszeit (April bis Oktober) durchzuführen. Ausnahmen bei längeren Trockenperioden ausserhalb dieses Zeitraumes sind in Abhängigkeit der Boden- und Witterungsbedingungen möglich. Für entsprechende Einsätze sind im Bauprogramm eine möglichst grosse Flexibilität sowie genügend Ressourcen vorzusehen.

- Kulturerdearbeiten (Überschütten, Abtragen, Umlagern, etc.) dürfen nur bei trockener Witterung und trockenem Boden vorgenommen werden. Die Abrocknung des Bodens wird mit Tensiometer-Messstationen beurteilt. Kulturerdearbeiten sind ab einer Tensiometer Saugspannung > 10 cbar zulässig. Unterhalb von 10 cbar werden keine Bodenarbeiten ausgeführt. Stehen die Maschinen auf dem Boden, sind die Einsatzgrenzen bzgl. "Befahren von Boden" zu beachten.
- Der Bodenabtrag erfolgt ausschliesslich mit Raupenbagger. Schürfende Geräte sind für die Erdarbeiten nicht erlaubt. Ober- und Unterboden werden getrennt abgetragen, getrennt zwischengelagert und wieder aufgetragen. Der Abtrag des Ober- und Unterbodens erfolgt in einem Arbeitsgang (kein Oberbodenabtrag, welcher den Unterboden zeitweise freilegt, Gefahr der Vernässung). Für den Oberbodenabtrag werden Humus-Schwenklöffel eingesetzt.
- Im vorliegenden Projekt wird vom bereits bestehenden Wegenetz oder von den Baupisten aus gearbeitet. Ist das Befahren des gewachsenen Bodens erforderlich, gelten die folgenden Massnahmen: der Boden darf nur von Raupenfahrzeugen unter Einhaltung der Einsatzgrenzen befahren werden. Grundsätzlich gilt beim Befahren von Boden: Je schwerer eine Maschine und je grösser ihre Flächenpressung, desto trockener muss der Boden beim Befahren sein, damit die Funktionen des Bodens erhalten bleiben. Die Beurteilung über den Einsatz erfolgt anhand des Nomogramms "Einsatzgrenzen von Baumaschinen" unter Einhaltung einer Mindestsaugspannung von 10 cbar. Das Befahren des Bodens mit schweren Pneufahrzeugen wie Lastwagen, Raddumper u.ä. ist ohne lastverteilende Massnahmen (Pisten, Baggermatratzen etc.) verboten.
- Transporte erfolgen auf bereits bestehenden Wegen, auf Baupisten oder auf dem C-Material (nach vorangehendem Bodenabtrag).
- Bei allen neu oder wieder zu erstellenden Landwirtschaftsböden wird der Untergrund (C-Material) gelockert bzw. sichergestellt, dass ein Drainagepotential vorhanden ist. Die Rekultivierung erfolgt gemäss Rekultivierungsziel bzw. Ausgangszustand ein- oder zweischichtig.
- Für die Erdarbeiten ist vorzusehen, dass bei guten Witterungsverhältnissen eine hohe Abtragsleistung erzielt werden kann.

Installationsplätze und Baupisten auf Boden

- Über einem Geotextil (z.B. Sytec SG5000 mit Funktion trennen und bewehren oder gleichwertig) welches direkt auf die Grasnarbe gelegt wird, erfolgt der Auftrag einer 60 cm mächtigen Kiesschicht (gebrochen, abgewalzt). In Abhängigkeit der Beanspruchung sind Installationsplätze oder Baupisten mit einem Belag zu versehen (HMT oder Asphaltgranulat kalt gewalzt). Die Einrichtung von Installationsplätzen sowie Baupisten darf nur bei einer Saugspannung > 10 cbar erfolgen.
- Die Flächen, welche für Installationsplätze oder Baupisten genutzt werden sind zwingend vorgängig zu begrünen (spätester Saattermin für eine Nutzung im Folgejahr ist der 15. August des Vorjahres, besser frühzeitiger).
- Die Baupisten und Installationsplätze sind zu unterhalten und auf Schäden zu prüfen. In Abhängigkeit der Bodensituation nach dem Rückbau der temporären Einrichtungen

müssen allenfalls Sanierungsmassnahmen (Abbruchlockerung, Grubbern etc.) sowie eine Folgebewirtschaftung durchgeführt werden.

Bodendepots

- Die maximale Schütthöhe der Bodendepots richtet sich nach der Körnung des Bodenmaterials sowie nach der Bodenfeuchte während dem Abtrag. Für das vorliegende Projekt gelten folgende Richtwerte:
 - ♦ Flächendepot (Böschung 1:2): Oberboden: 1.5 m / Unterboden: 2.5 m
 - ♦ Walldepot (Böschung 2:3, Kronbreite 2m): Oberboden: 1.5 m / Unterboden: 4.0 m
- Die Depotschüttung erfolgt bei Abtrocknung des Bodens von 11-20 cbar.
- Für Aushubdepots auf Kulturland gelten dieselben Anforderungen wie für Installationsplätze (max. Bodenpressung 40 kN/m²; Schüttung nur bei einer Saugspannung >10 cbar).
- Für alle Zwischenlager auf gewachsenem Boden gilt: das Oberbodenmaterial wie auch das Unterbodenmaterial wird getrennt direkt auf die Grasnarbe geschüttet.
- Allfällige Depotflächen auf gewachsenem Boden sind von dem bestehendem Wegenetz aus zu erschliessen.
- Die Umlagerung des Bodenmaterials muss mit möglichst wenigen Umschlagvorgängen erfolgen, die Depots sind locker mit dem Bagger zu schütten, keine Befahrung mit Lastfahrzeugen oder Baumaschinen.
- Die Depots sind vor Nässe zu schützen; der seitliche Wasserzufluss ist zu verhindern; Entwässerungsmöglichkeiten sind vorzusehen.
- Bodendepots sind sofort von Hand anzusäen. Saatmischungen: UFA Rekultivierung Gold oder regional besser abgestimmte, gleichwertige Mischung.
- Alle Arbeiten dürfen nur bei genügend trockenem Boden ausgeführt werden.
- Die begrünter Depots werden nach drei Wochen auf dichtes Auflaufen der Ansaat kontrolliert; falls notwendig muss eine Nachsaat vorgenommen werden. Die Verunkrautung, insbesondere auch das Auflaufen von invasiven Neophyten, wird regelmässig kontrolliert. Nach Notwendigkeit wird eine Unkrautbekämpfung durchgeführt (Behandlungsarten: Flächenbehandlung mit Rückenspritze; Einzelstockbehandlung, manuelle Entfernung).
- Bei Depots mit einer Lagerdauer von über 1 Jahr werden nach der Ansaat bei Bedarf mehrere Säuberungsschnitte durchgeführt. Bei gut mit der Zielansaat bewachsenen Depots wird jährlich im Spätsommer ein Säuberungsschnitt durchgeführt. Dieser fördert die Bewuchsdichte und kontrolliert die Verunkrautung.
- Die Bodendepots sind mit folgenden Angaben zu bezeichnen: Horizont (A-, B- oder C-Material) und Errichtungsdatum und Begrünungstyp
- Alle Arbeiten dürfen nur bei genügend trockenem Boden ausgeführt werden.

Folgebewirtschaftung

- Die Ansaat der landwirtschaftlich genutzten Flächen erfolgt in Absprache mit der BBB.

- Im Hasenlehn und im Husgräbli ist eine Standardmischung für extensive Weide mit Wildblumenzusatz UFA SM 450 zu verwenden. An südexponierten Böschungen ist die SM 450 Salvia und an den schattigen Böschungen ist die SM 450 Humida zu säen.
- Eine ortsübliche Düngung ist möglich.
- Die Böschungshänge sind auf Erosionsprozesse hin zu kontrollieren und ggf. nachzusäen.

4.3 Bodenkundliche Baubegleitung

Für die Phasen Ausführung, Rekultivierung und Folgebewirtschaftung ist eine Bodenkundliche Baubegleitung vorgesehen.

Die Bodenkundliche Baubegleitung nimmt im Projekt insbesondere folgende Aufgaben wahr:

- Erstellen von Zustandsprotokollen pro Parzelle und Bewirtschafter (aktuelle Nutzung, vorhandene Fahrspuren, Bestandeslücken, Vernässungen etc.).
- Umsetzung des Bodenschutzkonzepts sicherstellen
- Verfassen des Baustatus in bodenrelevanten Bauphasen, Freigabe von bodenrelevanten Arbeiten mind. 2 Tage vor geplanter Arbeit
- Laufende Beratung der Bauleitung und der Bauherrschaft bezüglich bodenrelevanter Fragestellungen, Definieren von zusätzlichen Bodenschutzmassnahmen, Entscheid über Notwendigkeit von Begehungen, bei Bedarf Teilnahme an Bausitzungen
- Materialmanagement und Bodenbilanz, Planung und Kontrolle der Materialflüsse (Materialtrennung, Zwischenlagerung, Rekultivierung, Entsorgung)
- Beurteilung und Kontrolle der Ausführung zusammen mit der Bauleitung (Bodenaushub, temporäre Schutzkörper)
- Einrichten und Unterhalten einer Tensiometerstation im Projektperimeter
- Aktive Förderung der Verwertung des anfallenden Bodenaushubs im Projektperimeter (allenfalls auch extern)
- Dokumentation der bodenrelevanten Aspekte im gesamten Bauablauf
- Beratung und Abnahme Folgebewirtschaftung

Bern, den 20.02.2019



Dr. Sina Schneider

Anhang C: Ganglinie / Frachten Hinters Zueloufgräbli



Ruefer Ingenieure AG
Bernstrasse 14
3550 Langnau i.E.

Abflussganglinien/ -volumen Hinders Zueloufgräbli

Kurzbericht

Impressum

Projektbearbeitung

geo7 AG, geowissenschaftliches Büro

Neufeldstrasse 5 – 9, 3012 Bern
Tel. +41 (0)31 300 44 33

Dr. Andy Kipfer
Florian Zimmermann

Änderungskontrolle

Version	Datum	Name / Stelle	Bemerkungen
0.1	09.08.2018	Andy Kipfer	Erstellt
0.2	17.08.2018	Andy Kipfer	Entwurfsversion
1.0	27.08.2018	Andy Kipfer	Schlussversion

Anmerkungen zum Dokument

Erstellt mit Microsoft Office Word, Version 2010

Dateiname \\geo7\data\3000_projekte\3872 hy trubschachen zueloufgräbli\05 bearbeitung\be01kia, hydrologie
hinders zueloufgräbli.docx

Dateigrösse 113 KBytes

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	1
2	Zielsetzung.....	1
3	Grundlagen	1
4	Ganglinien.....	2
4.1	Gewitter	2
4.2	Dauerregen.....	3
5	Fazit.....	4

Referenzierte Dokumente

- [1] Flussbau AG SAH, geo7 (2009): Projekt Hochwasserschutz Unterdorf – Risikoanalyse und Kostenwirksamkeit. Überarbeitung Gefahrenbeurteilung Unders Wegmattgräbli und Vorders Weggräbli. Technischer Bericht. Schwellenkorporation Trubschachen.
- [2] geo7, Schälchli, Abegg + Hunzinger, ruefer ingenieure ag (2003): Gefahrenkarte für die Gemeinden Trub und Trubschachen. Gemeinde Trub, Gemeinde Trubschachen.
- [3] MeteoSchweiz (2018): Extremwertanalysen (Version 2016).
<https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/extremwertanalysen.html> (aufgerufen am 09.08.2018)

1 Ausgangslage

Für das Hindere Zueloufgräbli in Trubschachen ist ein Wasserbauprojekt geplant. Die geo7 AG wurde von der Ruefer Ingenieure AG beauftragt, mit einem pragmatischen und der Projektgrösse angepasstem Vorgehen Angaben zur massgebenden Abflussganglinien mit Blick auf Abflussspitze und Abflussvolumen für ein HQ₁₀₀ zu ermitteln.

2 Zielsetzung

Mit dem Projekt sollen folgende Zielsetzungen erreicht werden:

- Die massgebenden Abflussganglinien mit Blick auf Abflussspitze und Abflussvolumen für ein HQ₁₀₀ sind bestimmt.
- Das Geschiebe wird berücksichtigt, wenn es das vorhandene Retentionsvolumen einschränkt.
- Das Q_{möglich} beim Dammdurchstich wird für die Abschätzungen mit 300 l/s (entspricht 0.3 m³/s) angenommen.
- Die ausgeführten Arbeiten sind in einem Kurzbericht dokumentiert.

3 Grundlagen

In [1] sind die Kenngrössen zum Hindere Zueloufgräbli wie folgt zusammengefasst:

Hinders Zueloufgräbli (Kote 730 m ü.M.)			
Einzugsgebietsfläche	0.06 km ²		
Charakteristik	EG zu 90 % bewaldet, langgezogen, steil, stark eingeschnitten		
Dokumentierte Ereignisse	Diverse Male Überschwemmung des Landwirtschaftslandes und Rückstau an Bahndamm. Wasserschäden durch Rückstau (sowie hoher Grundwasserspiegel) in Kellerschoss des angrenzenden Wohngebäudes.		
Abflussspitzen	HQ30 0.76 m ³ /s	HQ100 1.0 m ³ /s	HQ300 1.3 m ³ /s
verfügbares Geschiebevolumen	G30 200 m ³	G100 400 m ³	G300 700 m ³
Bestehende Schutzbauten	32 m Holz-Längsverbau / -Sperrentreppe (mit Linkskurve), anschliessend Geschiebesammler von 50 m ³ , mit Sickerschacht Ø 1.5 m. Ausbruch in Linkskurve; Raum hinter Bahndamm wird als natürliches Auffangbecken genutzt		
Schwachstellen	Linkskurve unterhalb Sperre: Geschiebe lagert sich nicht im Sammler ab, sondern wird in Verlängerung des oberen Gerinnes weitertransportiert.		
Gefahrenstufen	bei 30- und 100-j. Ereignis Überflutung / Übersarung mit mittlerer und schwacher Intensität. Aufstau des Wassers an Weg und Bahndamm. bei 300-j. Ereignis Wohngebäude und Schuppen durch Überflutung schwacher Intensität betroffen.		

Diese Grundlagen werden für die vorliegende Auswertung übernommen.

4 Ganglinien

4.1 Gewitter

Für die Bestimmung der massgebenden Abflussganglinie / Abflussvolumen bei einem Gewitter wird bei einem HQ100 von einem Spitzenabfluss von 1.0 m³/s ausgegangen (basierend auf [1], vgl. Kapitel 3). Gemäss Absprache mit dem Auftraggeber soll davon ausgegangen werden, dass permanent 0.3 m³/s durch die Ableitung abgeführt werden können.

Das Einzugsgebiet ist mit 0.06 km² sehr klein. Wenn der Spitzenabfluss bei einem HQ100 1.0 m³/s festgelegt wird, hängt das resultierende Abflussvolumen stark von der gewählten Ereignisdauer ab. Diese wird bei Gewitter üblicherweise zwischen 0.75 und 1.5 h festgelegt. Abbildung 1 zeigt als Beispiel eine Norm-Abflussganglinie mit einem Spitzenabfluss von 1 m³/s über eine Zeitdauer von 1.5 h.

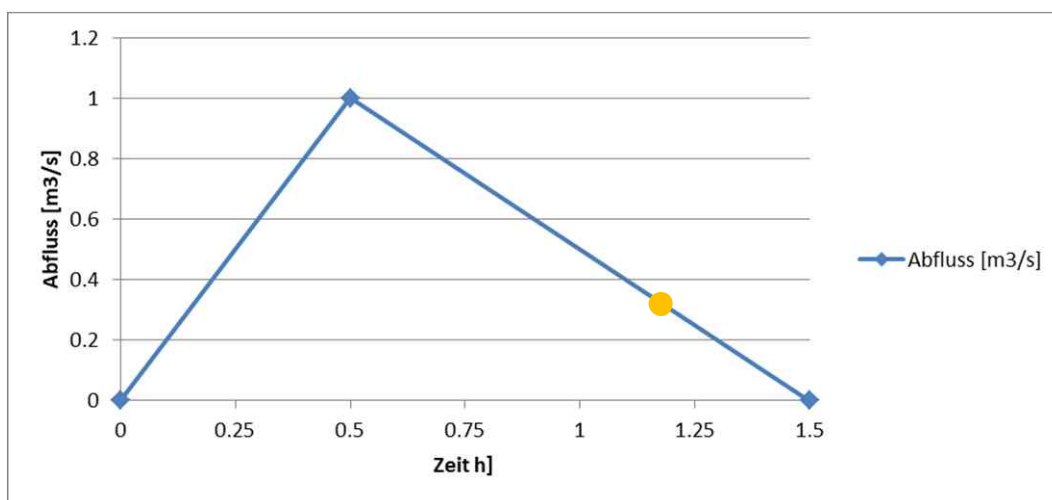


Abbildung 1: Norm-Abflussganglinie Gewitterereignis – Spitzenabfluss 1 m³/s, Zeitdauer 1.5 h. Der orange Punkt kennzeichnet den Zeitpunkt, bei welchem der Abfluss wieder unter den Wert von 0.3 m³/s (Kapazität Rohrleitung) sinkt.

Wird permanent 0.3 m³/s durch die Rohrleitung abgeführt, wird das maximal verbleibende Abflussvolumen vor dem Rohrdurchlass zum Zeitpunkt erreicht, bei welchem der Abfluss wieder unter den Wert von 0.3 m³/s sinkt (oranger Punkt in Abbildung 1). Tabelle 1 zeigt, wie viel Abflussvolumen bei Gewitter-Ereignissen nicht unmittelbar durch den Rohrdurchlass abgeführt werden kann. Dieses bewegt sich in der Grössenordnung von rund 1'000 m³.

Tabelle 1: Abflussvolumenberechnung für verschiedene Abflussganglinien

Ereignisdauer [h]	Abflussspitze [m ³ /s]	Wasservolumen total [m ³]	Ableitung max [m ³ /s]	Wasservolumen max. verbleibend [m ³]
0.75 h	1.0	1350	0.3	661.5
1 h	1.0	1800	0.3	882
1.5 h	1.0	2700	0.3	1323

4.2 Dauerregen

Mit Blick auf das Abflussvolumen ist oft nicht ein kurzes Gewitterereignis sondern ein langanhaltender Dauerregen relevant. Gemäss aktuellen Analysen von MeteoSchweiz (vgl. [3]) muss in der Region Trubschachen bei einer Wiederkehrperiode von 100 Jahren von Niederschlags-Tagessummen von rund 100 – 110 mm ausgegangen werden. Gemessene Ereignisse sind in [2] zusammengestellt. Darin sind in der Region aus den letzten rund 100 Jahren gegen 10 Ereignisse mit Niederschlagsmengen von 75 – 114 mm in maximal 24 Stunden aufgeführt.

Das Gelände im Untersuchungsgebiet ist grösstenteils steil und die Böden vielfach flachgründig. Bei langandauernden Niederschlägen muss daher davon ausgegangen werden, dass der Bodenspeicher nur in einem begrenzten Umfang wirksam sein wird. Für die nachfolgenden Abflussschätzungen wird daher von einem Abflusskoeffizienten von 0.6 ausgegangen. Da dieser Wert einen grossen Einfluss auf die Volumenberechnung ausübt, wurden zusätzlich noch Berechnungen mit pessimistischeren Abflusskoeffizienten von 0.7 und 0.8 durchgeführt.

Als Näherung wird weiter von einem Blockregen ausgegangen (gleichmässige Niederschlagsintensität über die gesamte Ereignisdauer). Aufgrund der begrenzten Einzugsgebietsgrösse kann davon ausgegangen werden, dass sich ein Gleichgewicht zwischen Wasserzufuhr durch Niederschlag und dem Wasserabfluss einstellen wird.

Wie Tabelle 2 zeigt, kann durch die Rohrleitung deutlich mehr abgeführt werden, als über ein Dauerregen-Ereignis an Niederschlagswasser zugeführt wird. Erst wenn die Niederschlagsdauer bei gleichbleibender Niederschlagsmenge erheblich verkürzt wird, d.h. die Niederschlagsintensität deutlich erhöht wird, übersteigt bei Annahme eines pessimistischen Abflusskoeffizienten der Niederschlagszufluss das Ableitungsvermögen der Rohrleitung.

Tabelle 2: Abflussvolumenberechnung für verschiedene Dauerregen-Ereignisse

Ereignisdauer [h]	Niederschlags- menge [mm]	Niederschlags- intensität [mm/h]	Niederschlags- volumen gesamtes EZG [m ³]	Abfluss- koeffizient	Ableitung max [m ³ /s]	Wasservolumen max. verbleibend [m ³]
24 h	120	5	7'200	0.6	0.3	0 (-21'600)
18 h	120	6.67	7'200	0.6	0.3	0 (-15'100)
12 h	100	8.33	6'000	0.8	0.3	0 (-8'200)
12 h	100	8.33	6'000	0.7	0.3	0 (-8'800)
12 h	100	8.33	6'000	0.6	0.3	0 (-9'400)
4 h	100	25	6'000	0.8	0.3	500
4 h	100	25	6'000	0.7	0.3	0 (-100)
4 h	100	25	6'000	0.6	0.3	0 (-700)

5 Fazit

Für die vorliegende Untersuchung wurden gemäss Absprache mit dem Auftraggeber keine detaillierten Niederschlags-Abflussuntersuchungen, sondern pragmatische Abschätzungen ohne eine Begehung vor Ort durchgeführt.

Die Grobabschätzungen in Kapitel 4 zeigen, dass insbesondere bei Gewitter der Zufluss die Kapazität der Rohrleitung von $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$ überschreitet. Es muss davon ausgegangen werden, dass ein Wasservolumen von bis zu **1'000 m³** nicht unmittelbar durch die Rohrleitung abgeführt werden kann. Bei dieser Betrachtung wird davon ausgegangen, dass die Kapazität der Rohrleitung nicht durch Geschwemmsel oder Feinstoffe reduziert wird. Bei einem langandauernden Ereignis reicht die Kapazität der Rohrleitung in den meisten Fällen aus, um das anfallende Wasservolumen fortwährend abzuführen. Kurzzeitig kann die Kapazität der Leitung überschritten werden, das verbleibende Wasservolumen ist aber deutlich kleiner als bei einem Gewitterereignis.

Bern, 27. August 2018



geo7 AG

Anhang D: Hydraulik

HEC-RAS Modellierung, Haseleegräbli ohne Rückstau Iffis

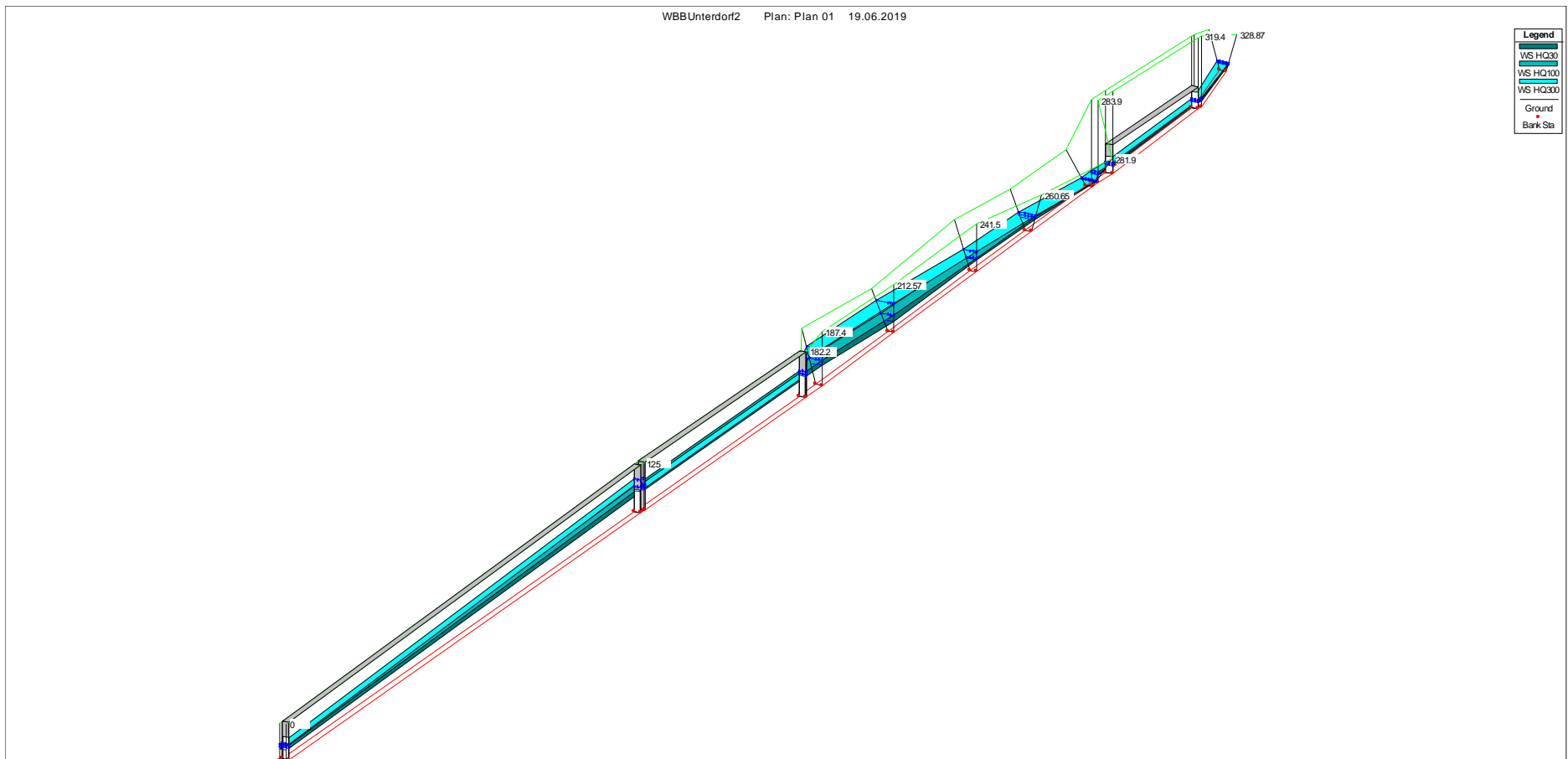


Abbildung 1: Isometrie (vereinfachtes Modell), unmassstäblich

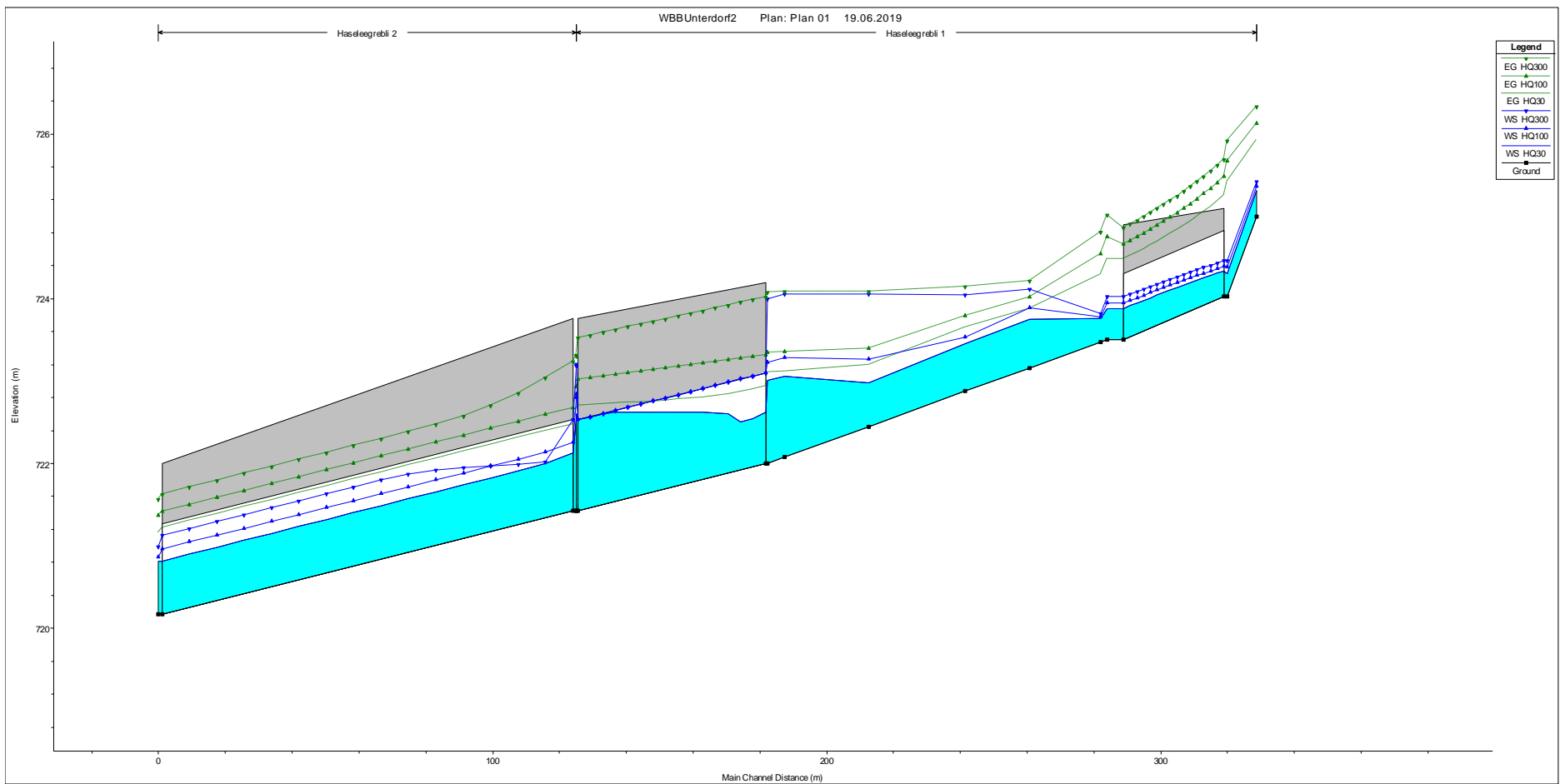


Abbildung 2: Längenprofil

HEC-RAS Modellierung, Haseleegräbli mit Rückstau Ilfis

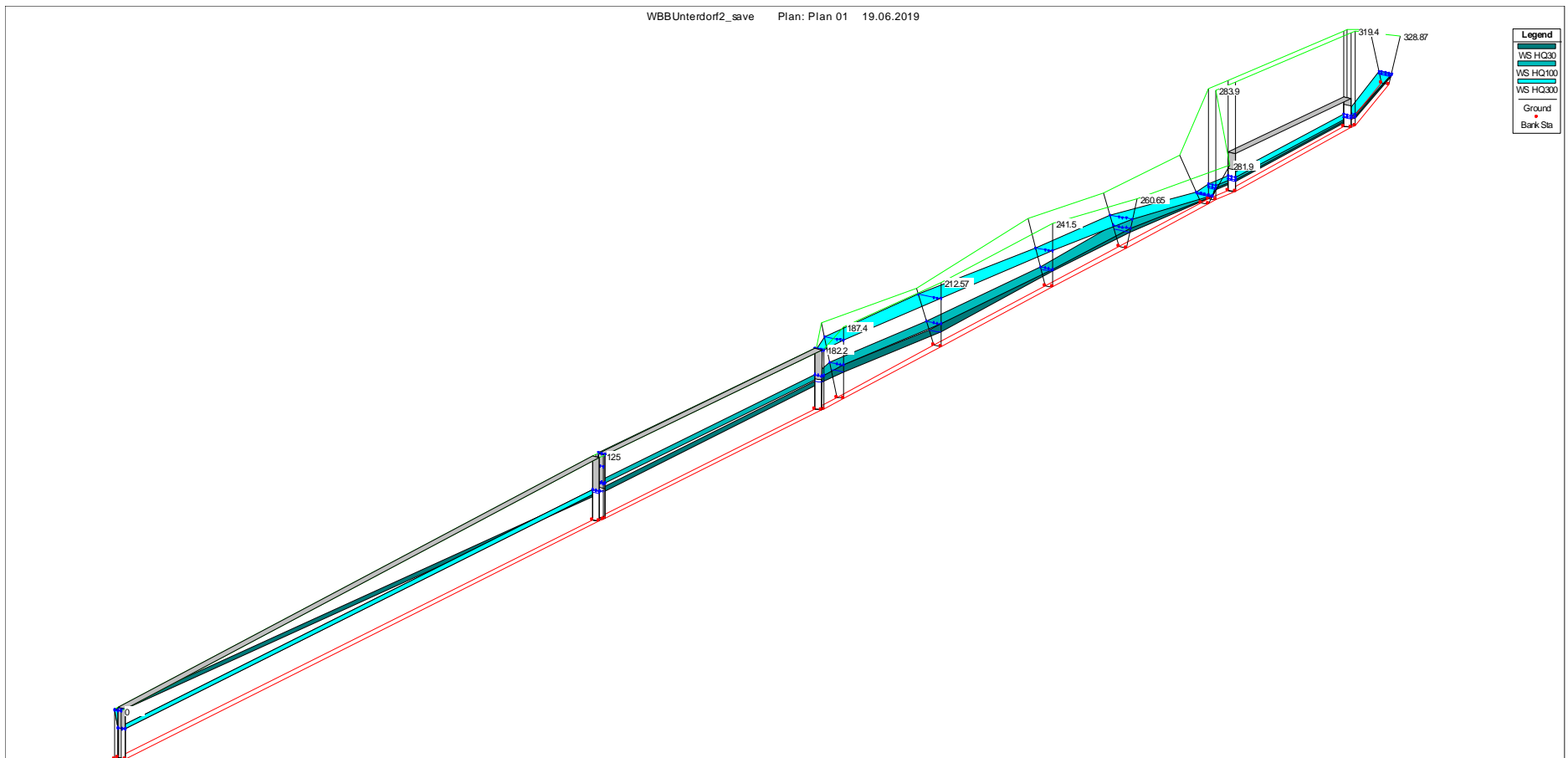


Abbildung 1: Isometrie (vereinfachtes Modell), unmassstäblich

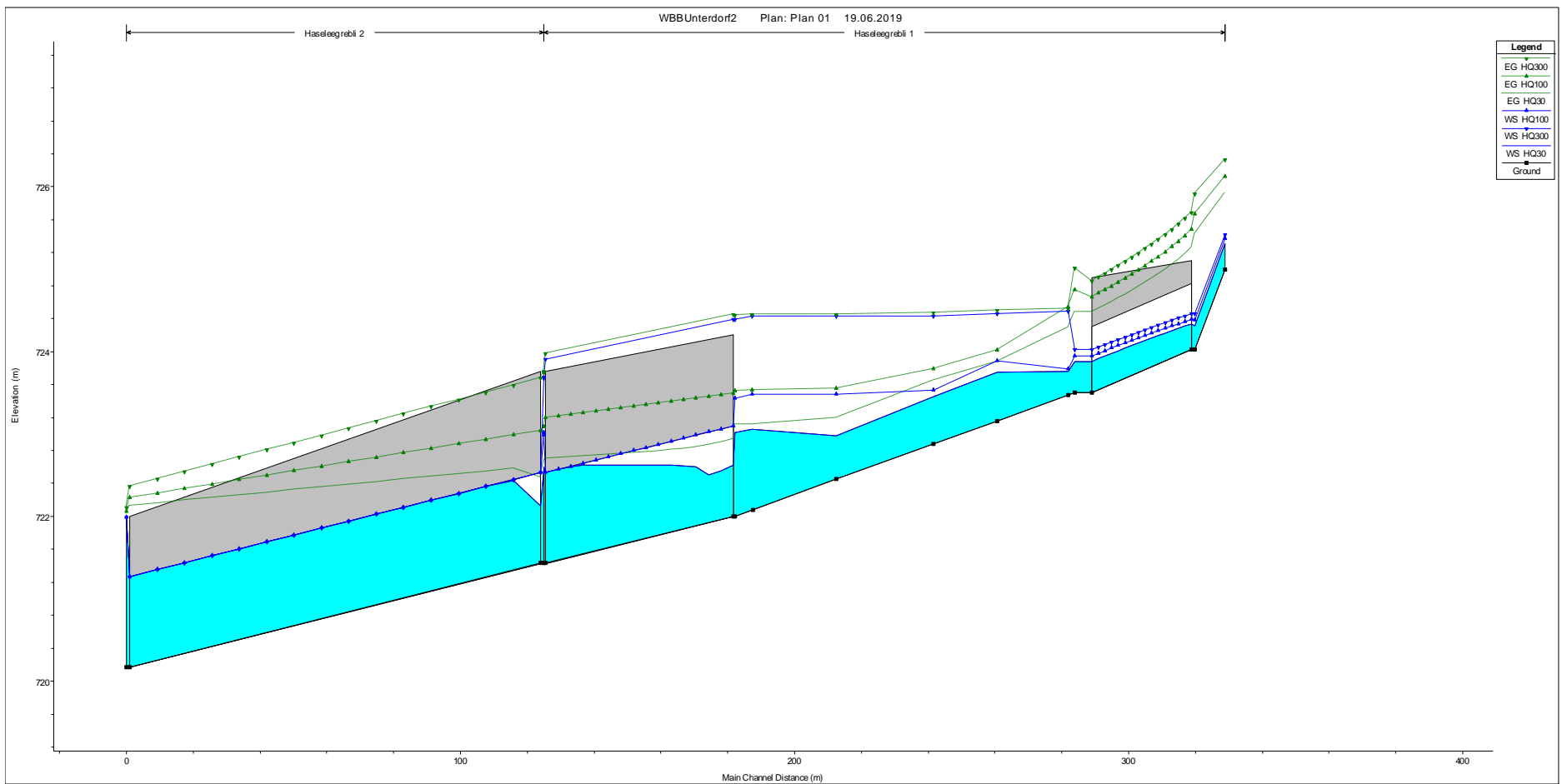


Abbildung 2: Längenprofil

Haseleegräbli und Husgräbli: hydraulik offene Abschnitte

Querprofile	QP 6	QP 7	QP 8	QP 9	QP 11	QP 12	QP 12 A	QP 13	QP 13 A	QP 14	QP 200	QP 15 -19
Schutzziel gewählt HQ 100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
HQ30 [m³/s]	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0.5	1.2
HQ100 [m³/s]	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	0.7	1.6
HQ300 [m³/s]	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0.9	2.1

b _{so} [m]	1.70	2.00	1.50	1.20	1.50	1.20	0.60	8.50	12.00	8.50	1.00	1.20
n _{rechts}	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
n _{links}	0.00	0.00	1.00	2.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
J	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150	0.1000	0.0750	0.0100	0.0100	0.0100	0.0100	0.1000	0.1000
h _{wasser} [m]	0.54	0.49	0.54	0.55	0.33	0.38	1.20	1.20	1.20	1.20	0.36	0.31
A [m²]	1.06	1.10	1.25	1.27	0.66	0.74	1.36	11.64	15.84	11.64	0.49	0.52
U [m]	3.00	3.18	3.47	3.66	2.70	2.90	6.17	11.89	15.39	11.89	2.02	2.32
R _{hy} [m]	0.35	0.35	0.36	0.35	0.24	0.26	0.22	0.98	1.03	0.98	0.24	0.22
K _{st} [m ^{1/3} /s]	35.00	35.00	30.00	30.00	28.00	28.00	60.00	30.00	30.00	30.00	28.00	28.00
V _{st} [m/s]	2.15	2.11	1.86	1.81	3.45	3.10	2.19	2.96	3.06	2.96	3.44	3.25
Q [m³/s]	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	3.0	34.4	48.4	34.4	1.7	1.7
Geschwindigkeitshöhe [m]	0.23	0.23	0.18	0.17	0.61	0.49	0.24	0.45	0.48	0.45	0.60	0.54
Energiehöhe [m]	0.77	0.72	0.72	0.72	0.94	0.87	1.44	1.65	1.68	1.65	0.96	0.85
Froudezahl	0.99	1.01	0.94	0.95	2.14	1.89	1.04	0.91	0.93	0.91	2.06	2.11

Maximale Durchmesserbereich Geschiebe

d _{max} [m]	0.104	0.095	0.104	0.106	0.425	0.367	0.154	0.154	0.154	0.154	0.462	0.398
d _{oben} [m]	0.069	0.067	0.070	0.067	0.314	0.248	0.028	0.126	0.132	0.126	0.311	0.286
d _{unten} [m]	0.003	0.002	0.003	0.003	0.011	0.009	0.004	0.004	0.004	0.004	0.011	0.010
d _{min} [m]	0.002	0.002	0.002	0.002	0.008	0.006	0.001	0.003	0.003	0.003	0.008	0.007

Freibord

δ _{wz} [m]	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
δ _{wh} [m]	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.13	0.13	0.13	0.13	0.08	0.08
f _w [m]	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	0.13	0.17	0.17	0.17	0.17	0.13	0.13
f _v [m]	0.23	0.23	0.18	0.17	0.61	0.49	0.24	0.45	0.48	0.45	0.60	0.54
f _t [m]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
f _e [m]	0.3	0.3	0.2	0.2	0.6	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6

Wasserspiegel [m]	0.5	0.5	0.5	0.6	0.3	0.4	1.2	1.2	1.2	1.2	0.4	0.3
Gewählte Freibord [m]	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.6
Total nötige Höhe [m]	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.5	1.5	1.5	1.7	0.8	0.9

Formeln

$$V_{st} = K_{st} \cdot R_{hy}^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$R_{hy} = A/U$$

$$Q = V_{st} \cdot A$$

$$\text{Ges.Höhe} = (V_{st}^2)/(2 \cdot g)$$

$$\delta_{wz}$$

$$\delta_{wh} = 0.06 + (0.06 \cdot h)$$

$$f_w = \sqrt{(\delta_{wz}^2) + (\delta_{wh}^2)}$$

$$f_v$$

$$f_t$$

$$f_e = \sqrt{(f_w^2) + (f_v^2) + (f_t^2)}$$

Unschärfen Prognose Sohlenlage

Unschärfen Abflussrechnung

erforderliches Freibord durch Unschärfen Wasserspiegellage

erforderliches Freibord durch Wellenbildung = Geschwindigkeitshöhe

erforderliches Freibord unter Brücken

[Freibord nach KOHS] min 0.3 m max. 1.5 m

Haseleegräbli und Husgrebli div. Durchlässe

1. Maximale Abflussmenge

HQ 30 = **1.70** m³/s

(Gefahrenkarte)

HQ 100 = **2.30** m³/s

(Gefahrenkarte)

Schutzziele **ca. HQ 30 - HQ 100**

(Schutzziele Kanton Bern)

2. Berechnung der Kreisflächen / Kreisabschnittsflächen

Variablen	Gesamt	Kreisabschnitt oben (Teilfüllung)	Kreisabschnitt unten (Kiessohle)	Hydraulisch wirksam	
D	1.20	1.20	1.20	1.20	
r	0.60	0.60	0.60	0.60	
h	-	0.40	0.40	0.40	zulässige Füllhöhe => max. ≤ 0.5 D
s	-	1.13	1.13	-	
bso	-	-	1.13	-	
U bzw. b	3.77	1.48	1.48	0.82	
A	1.13	0.33	0.33	0.47	

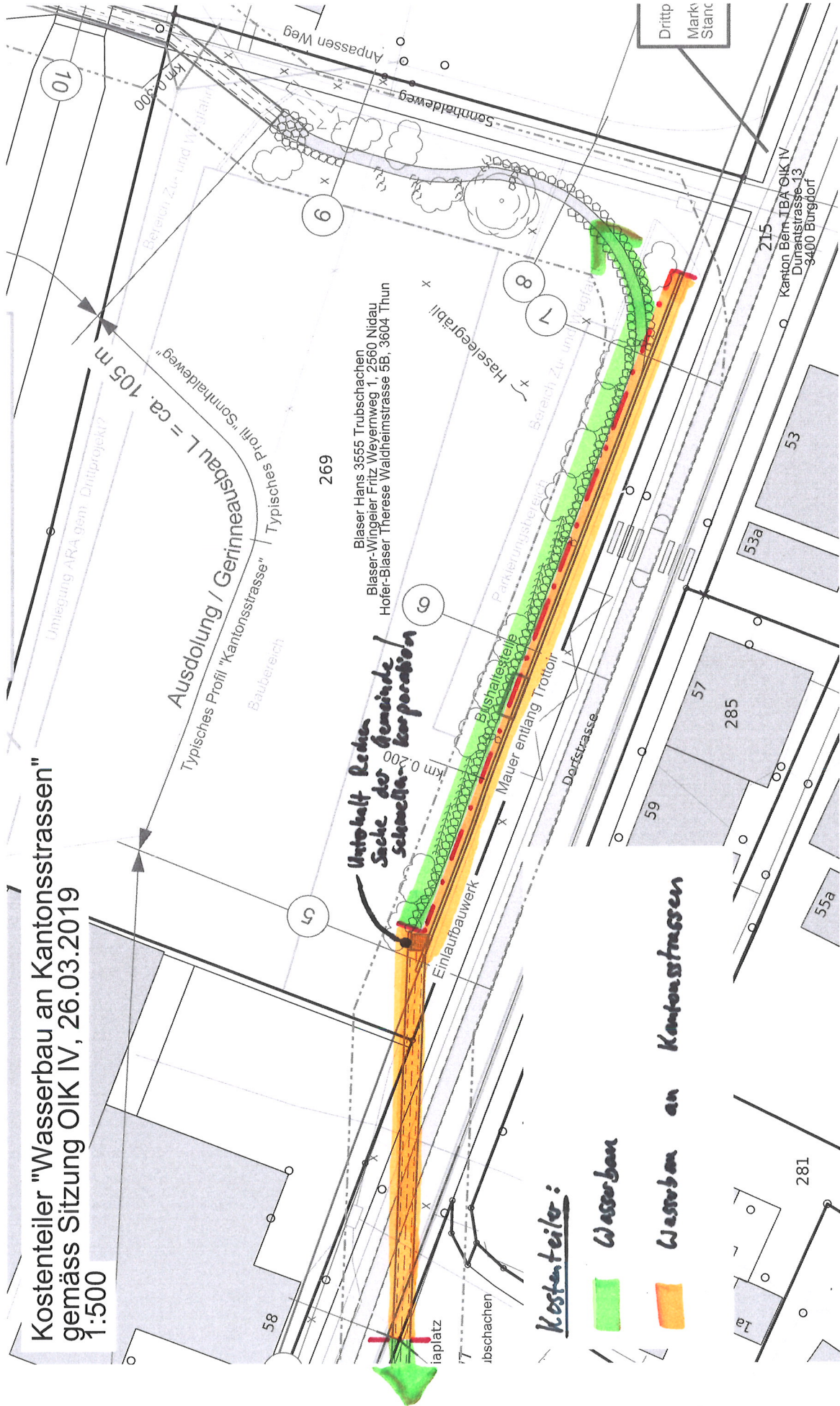
3. Hydraulische Berechnung

Variablen	Formel	
Q _{dim}	2.30	
A	0.47	
V _{st}	4.91	
K _{st}	40.00	
r	0.24	
J	0.10	Gefälle / Verlandungsgefälle
Lu	1.95	

Formeln	
V _{st} = K _{st} * r ^{2/3} * J ^{1/2}	(Strickler)
r = A / Lu	
Q = V _{st} * A	2.31 Schluckvermögen in m³

Anhang E: Kostenteiler Wasserbau an Kantonsstrassen

Kostenteiler "Wasserbau an Kantonsstrassen"
 gemäss Sitzung OIK IV, 26.03.2019
 1:500



Kostenteiler:

- Wasserbau
- Wasserbau an Kantonsstrassen

*Umfeld Rehen
 Sache der Gemeinde
 Schmitten-Korporation*

km 0,200

Ausdolung / Gerinnenausbau L = ca. 105 m
 Typisches Profil "Kantonsstrasse"
 Baubereich

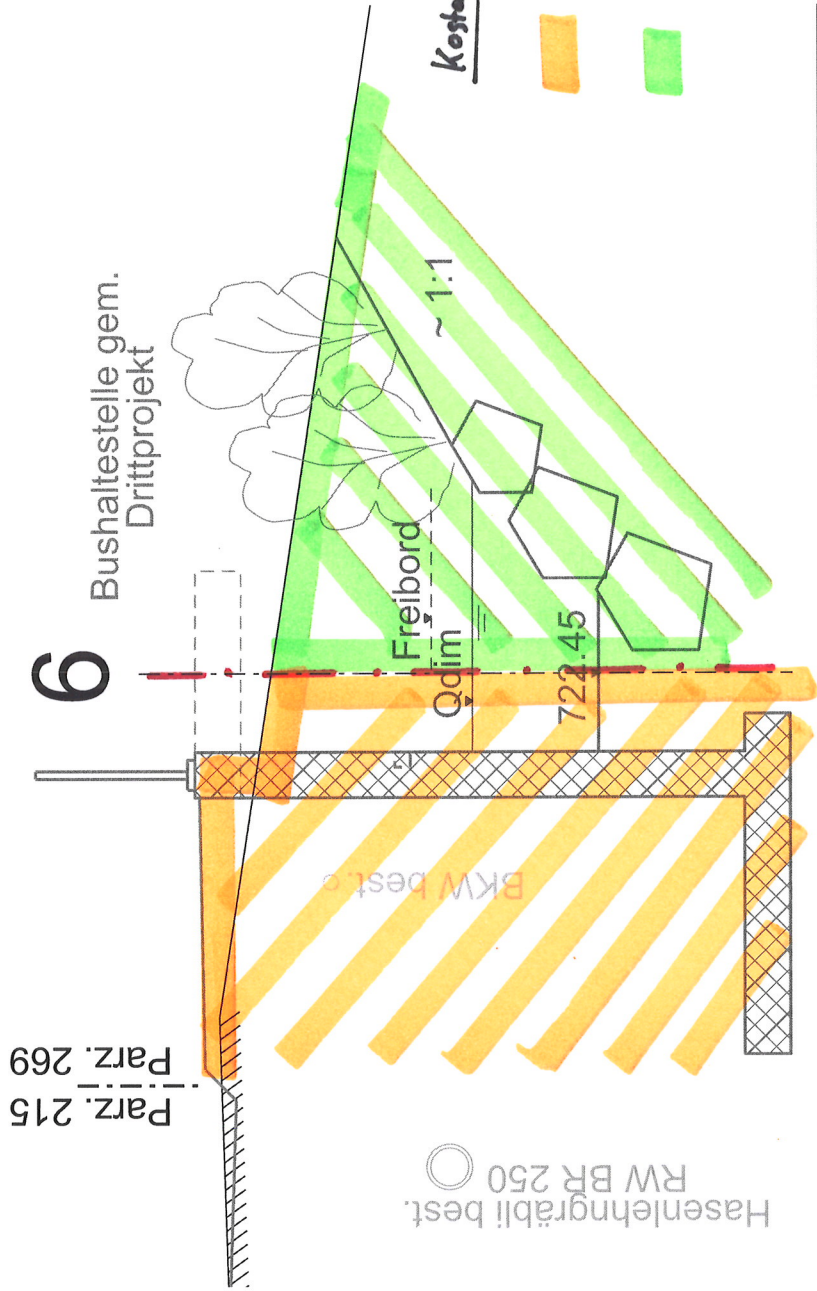
Blaser Hans 3555 Trubschachen
 Blaser-Wingeier Fritz Weyweg 1, 2560 Nidau
 Hofer-Blaser Therese Waldheimstrasse 5B, 3604 Thun

Kanton Bern, IBA OIK IV
 Dumaisstrasse 13
 3400 Burgdorf

Drittp
 Mark
 Stanc

Kostenteiler "Wasserbau an Kantonsstrassen"
 gemäss Sitzung OIK IV, 26.03.2019
 1:50

Parz. 215
 Parz. 269



Hasenlehgräbli best.
 RW BR 250

Kostenteiler

Wasserbau an Kantonsstrassen

Wasserbau

Anhang F: Kurzbericht Geschiebe

Optimierung Geschieberückhalt



Ruefer Ingenieure AG
Bernstrasse 14
3550 Langnau

WBB Trubschachen Unterdorf

Optimierung Geschieberückhalt

Bern, 18.06.20



Flussbau AG SAH
dipl. Ing. ETH/SIA flussbau.ch

Schwarztorstr. 7, CH-3007 Bern Tel. 031 - 370 05 80

Impressum

Projekttitlel	WBB Trubschachen Unterdorf Optimierung Geschieberückhalt
Projektnummer	H2019.18
Auftraggeberin	Ruefer Ingenieure AG, Langnau i.E.
Projektbearbeitung	Flussbau AG SAH, Schwarztorstrasse 7, 3007 Bern, Tel. 031 370 05 80 – Lukas Hunzinger, Dr. sc. techn., dipl. Kulturing. ETH
Dokumentendatum	18.06.20
Version / Verteiler	v1.0 / Auftraggeberin

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage und Auftrag	1
1.2	Vorgehen	1
1.3	Verwendete Grundlagen	1
2	Situation	3
2.1	Topographie und Morphologie	3
2.2	Hochwasserszenarien	3
2.3	Geschiebeszenarien	3
3	Geschiebesammler «Haselehn»	5
3.1	Maßnahmen im WBB	5
3.2	Geschiebesammler Variante 1	5
3.3	Geschiebesammler Variante 2	6
3.4	Optimierung des Sammlers	7
3.5	Unterhalt	8
4	Schwachstellen oberhalb des Sammlers	9
5	Schlussfolgerungen	9

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Auftrag

Im Rahmen der WBB Unterdorf 2016 in Trubschachen ist ein Ablagerungsraum für den Rückhalt von Geschiebe aus dem Haseleegräbli geplant. Dazu soll eine bestehende Geländemulde ausgenützt werden. Die genauen Abmessungen des Geschiebesammlers und die Wegführung sind noch Gegenstand der Planung. Die Flussbau AG SAH wurde von der Ruefer Ingenieure AG am 8. Januar 2020 beauftragt, bei der Planung unterstützend mitzuwirken.

1.2 Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden die von ruefer ingenieure erarbeiteten Geschiebeszenarien für das Haseleegräbli plausibilisiert. In einem zweiten Schritt wurden die vorgeschlagene Geometrien des Sammlers geprüft und Maßnahmen zur Optimierung vorgeschlagen. Die Vorschläge wurden schließlich von der ruefer ag im Rahmen des Möglichen umgesetzt.

1.3 Verwendete Grundlagen

Projektunterlagen

- [1] WBB Unterdorf 2016. Technischer Bericht. *Ruefer Ingenieure AG im Auftrag der Schwellenkorporation Trubschachen*. Stand 10.07.2019.
- [2] WBB Unterdorf 2016. Situation, Längenprofil, Querprofile. *Ruefer Ingenieure AG im Auftrag der Schwellenkorporation Trubschachen*. Stand 10.07.2019.
- [3] WBB Unterdorf 2016. Skizze Varianten Geschiebesammler. *Ruefer Ingenieure AG*. Dezember 2019.
- [4] WBB Unterdorf 2016. Überarbeitete Variante Geschiebesammler, Situation 1:1'000. *Ruefer Ingenieure AG*. Juni 2020.
- [5] Überprüfung Geschiebeabschätzung Vorder Zueloufgräbli, Risikoanalyse mit Eco-noMeRailway. *geo7 AG, Flussbau AG SAH, im Auftrag der Schwellenkorporation Trubschachen*, 21.11.2013.

2 Situation

2.1 Topographie und Morphologie

Das Haseleegräbli ist das östlichste einer Reihe von kurzen, steilen Bächlein, welche die Südflanke der Folzhöhe entwässern. Bis zur Querung der Bahnlinie am Hangfuß hat es ein Pauschalgefälle von 24 %. Das Einzugsgebiet misst 0.13 km²; etwas mehr als die Hälfte davon ist bewaldet.

Das Gebiet liegt in der Oberen Süsswassermolasse und weist sehr flachgründige Böden über Konglomeraten der Napf-Formation auf. Auf 820 m ü. M. verläuft das Haseleegräbli auf Fels und bildet einen ca. 4 m hohen Wasserfall.

Unterhalb von 820 m ü. M. ist das Gerinne im Wald mit Holzschwellen verbaut. Außerhalb des Waldes fließt der Bach in einer schmalen Beton-Halbschale und ist ab der Höhenkote 745 m ü. M. eingedolt.

2.2 Hochwasserszenarien

Die Hochwasserszenarien haben die Projektverfasser aus der überarbeiteten Gefahrenbeurteilung übernommen (Tabelle 1).

	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀
Abflussspitze	1.20 m ³ /s	1.62 m ³ /s	2.1 m ³ /s

Tabelle 1: Hochwasserszenarien [1].

2.3 Geschiebeszenarien

Im Technischen Bericht werden die Geschiebeszenarien von Tabelle 2 aufgeführt.

	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀
Geschiebefracht beim Austritt aus dem Wald	135-165 m ³	190-230 m ³	275-335 m ³

Tabelle 2: Geschiebefrachten aus dem technischen Bericht [1].

Mit Hilfe einer Feldbegehung wurden die Geschiebeszenarien überprüft (Abbildung 1). Dabei wurden die Frachten von Tabelle 3 abgeschätzt. Es wird eine Bandbreite von ±15 % der besten Schätzung angegeben.

Für das Szenario mit einer Wiederkehrdauer von 30 Jahren entspricht die Fracht, welche nach unserer Schätzung im Einzugsgebiet mobilisiert werden kann, der Fracht, welche auch die Projektverfasser abgeschätzt haben. Für die Szenarien mit einer Wiederkehrdauer von 100 und 300 Jahren schätzen wir, dass im Einzugsgebiet eine Geschiebefracht mobilisiert werden kann, welche um den Faktor 1.6 bis 1.8 größer ist als die Fracht, welche die Projektverfasser abgeschätzt haben. Im Gegensatz zu den Projektverfassern gehen wir aber davon aus, dass im Becken des bestehenden Geschiebesammlers auf der Höhenkote 765 m ü. M. Geschiebe zurückgehalten wird, so dass beim Austritt aus dem Wald eine Geschiebefracht resultiert, welche für die Szenarien G₁₀₀ und G₃₀₀ nur wenig größer ist, als im Projekt abgeschätzt und für die das Szenario G₃₀ ungefähr halb so groß ist.

Abbildung 1: Verklausung im Gerinne bei Höhenko-
 te 800 m ü. M. (links) und
 Geschiebelieferung aus
 einer seitlichen Runse
 (rechts).



Tabelle 3: Geschiebe-
 frachten im Haseleegräb-
 li, abgeschätzt aufgrund
 einer Feldbegehung.

	Potenzial	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀
Große Verklausung, Höhe 3 m	120 m ³	–	120 m ³	120 m ³
Holzverbauung, Länge 80 m	120 m ³	–	60 m ³	120 m ³
6 Runsen unterhalb Wasserfall	100 m ³	75 m ³	75 m ³	100 m ³
4 Runsen oberhalb Wasserfall	80 m ³	50 m ³	50 m ³	80 m ³
Rutschungen flachgründig, 8 x 3 x 0.2 m	5 m ³ pro Rutschung	30 m ³	50 m ³	75 m ³
Total		155 m ³	375 m ³	495 m ³
Rückhalt in Becken		-80 m ³	-100 m ³	-120 m ³
Geschiebefracht beim Austritt aus dem Wald		75 m³ (65-85 m ³)	275 m³ (235-315 m ³)	375 m³ (320-430 m ³)

Vergleicht man die Frachten mit den Frachten, welche 2013 für das benachbarte Vor-
 der Zueloufgräbli geschätzt wurden [5], zeigt sich, dass die spezifische Geschiebeliefe-
 rung [m³/km²] im Vorder Zueloufgräbli etwa doppelt so groß ist wie im Haseleegräbli
 (Tabelle 4). Im Zueloufgräbli liegt wesentlich mehr Lockermaterial auf der Sohle und
 es kann mehr Material aus der Böschung mobilisiert werden als im Haseleegräbli.
 Der Unterschied kann damit gut begründet werden.

Tabelle 4: Spezifische
 Geschiebelieferung im
 Haseleegräbli und im
 Vorder Zueloufgräbli

	EZG	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀
Haseleegräbli, aktuelle Schätzung	0.13 km ²	155 m ³ 1'190 m ³ /km ²	375 m ³ 2'880 m ³ /km ²	495 m ³ 3'810 m ³ /km ²
Vorder Zueloufgräbli, Schätzung 2013	0.07 km ²	200 m ³ 2'860 m ³ /km ²	300 m ³ 4'290 m ³ /km ²	500 m ³ 7'140 m ³ /km ²

Aus den oben genannten Betrachtungen kann geschlossen werden, dass die Geschiebe-
 beabschätzung, welche im Rahmen der WBB Trubschachen Unterdorf vom Projektver-
 fasser vorgenommen wurde, für die Projektierung verwendet werden kann.

3 Geschiebesammler «Haselehn»

3.1 Maßnahmen im WBB

Zitat aus dem Technischen Bericht [1]:

«Das Haselee- und das Husgräbli werden ab der Waldgrenze erweitert (Gerinneausbau) oder die alten, zu kleinen Rohrleitungen geöffnet (Ausdolung). Als offenes Gerinne wird das Haseleegräbli entlang bestehender Wege, mit teils neuer Linienführung angelegt. Bei den Liegenschaften «Hasenlehn» mündet das ebenfalls geöffnete Husgräbli ins Haseleegräbli. Im «Hasenlehn» wird in einer bestehenden Geländemulde ein neuer Kiessammler erstellt, bevor der Bahndamm in einem vergrösserten Betonkanal gequert werden kann. Das Haseleegräbli erreicht hier die «Götschimatte» und wird, wo dies möglich ist, entlang der Parzellengrenze geöffnet.»

3.2 Geschiebesammler Variante 1

Im Technischen Bericht von Juli 2019 und den dazugehörigen Plänen ist der Sammler von Abbildung 2 beschrieben.

Geometrie

Der Geschiebesammler «Hasenlehn» wird in einer Geländemulde angelegt. Ein bestehender Gefälleknick wird durch den Aushub der Geländekammer akzentuiert. Der Sammler ist insgesamt 31 m lang und an seiner breitesten Stelle 5.5 m breit. Je eine Rampe beim Einlauf und beim Auslauf reduzieren die wirksame Länge auf 16 m. Beim Auslauf ist ein Grobrechen für den Rückhalt von Schwemmholz vorgesehen.

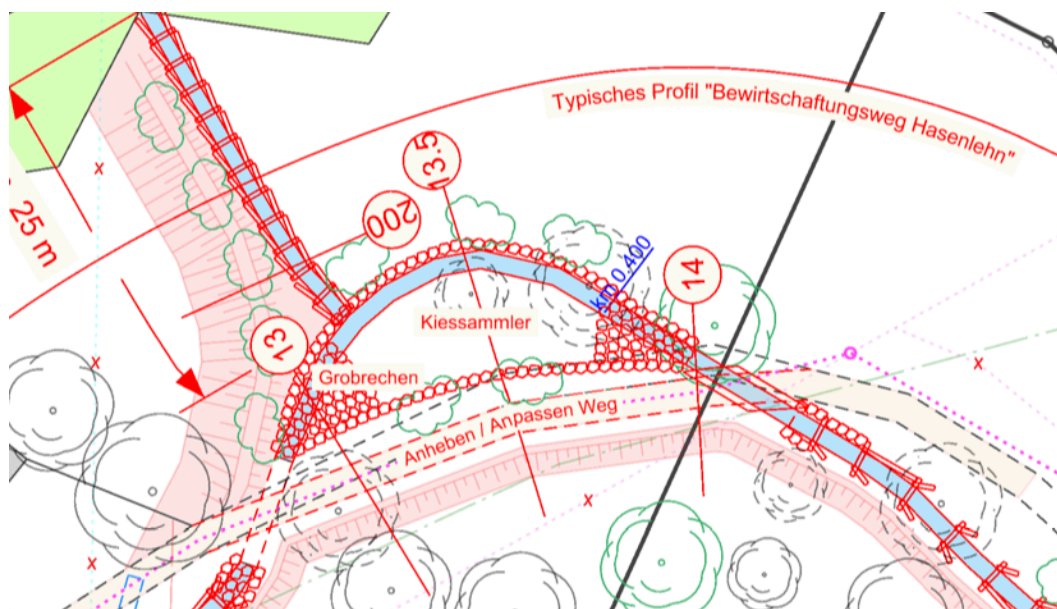


Abbildung 2: Situation Geschiebesammler «Hasenlehn», Projektstand Juli 2019 [1].

Rückhaltevolumen

Das Rückhaltevolumen im Sammler wird mit folgender Methode geschätzt:

- Wirksame Fläche = mittlere Breite x Länge = 5 m x 16 m = 80 m²
- Ablagerungshöhe = 0.1 m (berechnet aus Differenz von h_e beim Auslauf (kri-

tisch) und im Sammler (Normalabfluss) bei HQ_{100}). Annahme: Verlandungsgefälle = Nettogefälle = 1 %

→ Rückhaltevolumen $< 10 \text{ m}^3$

Das Rückhaltevolumen ist größer, wenn ein größeres Verlandungsgefälle angenommen wird. $J_{\text{Verlandung}} = 6 \%$

→ Rückhaltevolumen ca. 40 m^3 .

Das Rückhaltevolumen ist deutlich geringer als die erwartete Geschiebefracht G_{30} (Tabelle 2).

3.3 Geschiebesammler Variante 2

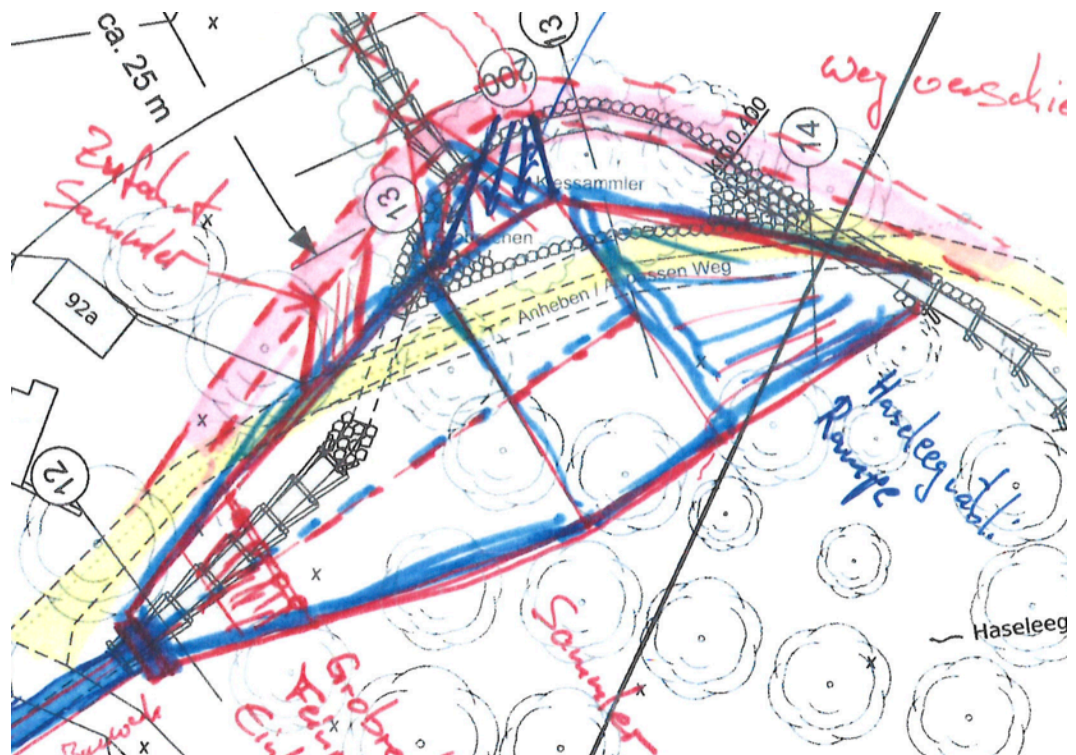
Im Rahmen der Projektierung wurde folgende Projektvariante für einen Sammler am selben Standort diskutiert (Abbildung 3; [3]):

Geometrie

Der Sammler ist insgesamt 60 m lang und an seiner breitesten Stelle 18 m breit. Je eine Rampe beim Einlauf und beim Auslauf reduzieren die wirksame Länge auf 12 m. Beim Gefälleknick beim Auslauf ist wie bei der ersten Variante ein Grobrechen für den Rückhalt von Schwemmholz vorgesehen.

Die Linienführung des Gewässers ist etwas nach Süden versetzt, damit der Bewirtschaftungsweg auf der orographisch rechten Seite geführt werden kann und so zwei Bachquerungen weniger notwendig sind. Dadurch verkürzt sich allerdings der Sammler.

Abbildung 3: Situation Geschiebesammler «Hasenlehn», Variante Dezember 2019 [3].



Rückhaltevolumen

Der Sammler hat eine theoretische Fläche von 192 m^2 (= mittlere Breite x Länge = $16 \text{ m} \times 12 \text{ m}$). Allerdings ist die wirksame Fläche geringer, weil das Gewässer nicht die ganze Breite einnehmen kann. Die wirksame Fläche wird deshalb auf $8 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 96 \text{ m}^2$ geschätzt. Bei einer mittleren Ablagerungshöhe $< 0.1 \text{ m}$ (s. oben) resultiert ein Rückhaltevolumen $< 10 \text{ m}^3$.

Das Rückhaltevolumen ist größer, wenn ein größeres Verlandungsgefälle angenommen wird. $J_{\text{Verlandung}} = 6 \%$

→ Rückhaltevolumen ca. 30 m^3 .

Das Rückhaltevolumen ist deutlich geringer als die erwartete Geschiebefracht G_{30} (Tabelle 2).

Für diese Variante des Sammlers müsste sehr viel mehr Terrain ausgehoben werden ohne dass eine größere Wirkung erzielt würde als mit der ursprünglichen Variante. Wir empfehlen diese Variante nicht zu Ausführung.

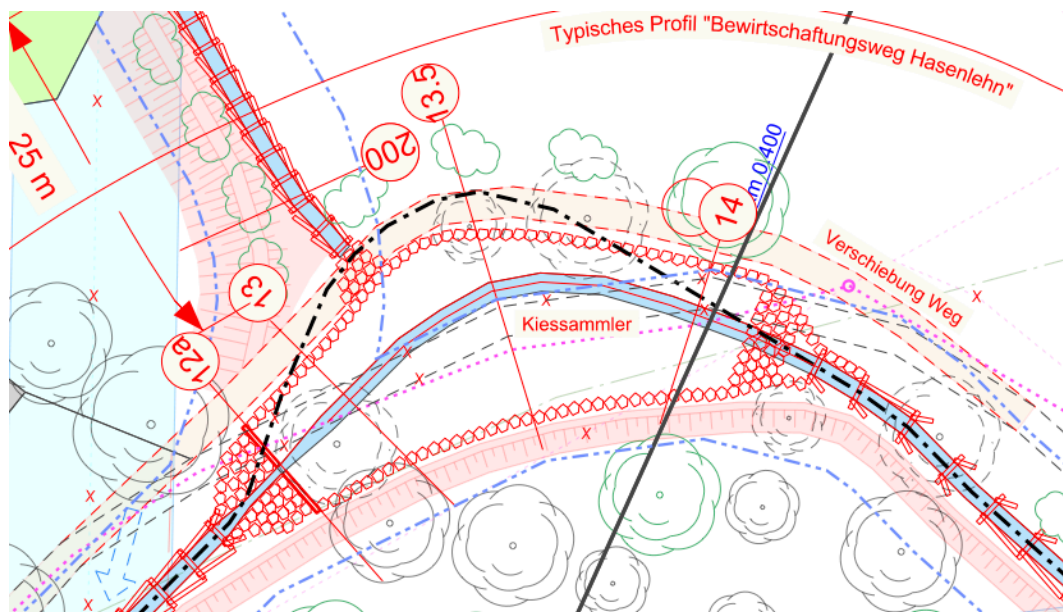
3.4 Optimierung des Sammlers

Wir schlagen folgende Optimierungen für den Geschiebesammler vor:

- Wie in der Variante 2 vorgeschlagen, soll der Bewirtschaftungswege orographisch rechts verlaufen und zwar soweit nördlich als mit der bestehenden Topographie möglich. Damit können zusätzliche Querungen vermieden werden.
- Der Sammler soll die Abmessungen der ursprünglichen Variante haben (Abbildung 2). Damit reduziert sich der Aushub aus dem Gelände auf das Notwendige.
- Das Rückhaltevolumen soll vergrößert werden, indem der Abfluss bei Hochwasser zurück gestaut wird. Dazu kann ein Auslaufbauwerk mit einem schmalen Schlitz errichtet werden. Ein Aufstau um 1 m würde das Rückhaltevolumen auf ca. 100 m^3 erhöhen, womit eine Fracht G_{30} vollständig zurück gehalten werden könnte. Die Abmessungen der Öffnung sollen es erlauben, den Abfluss bei kleineren Hochwasserereignissen ohne Aufstau durchzuleiten. Damit wird verhindert, dass zu häufig Sedimente abgelagert werden und der Sammler laufend entleert werden muss.
- Solange die Durchlässe oberhalb des Geschiebesammlers als potenzielle Verklauungsstellen erhalten bleiben (s. Kap. 4), erübrigt sich ein Schwemmholzurückhalt im Sammler selber. Soll trotzdem ein solcher realisiert werden, empfehlen wir einen V-förmigen Rechen $2\text{-}3 \text{ m}$ vor dem Auslaufbauwerk.
- Eine Geländeanpassung auf der orographisch linken Seite soll verhindern, dass bei Überlast des Sammlers Wasser aus der Geländekammer nach Süden abfließt und das Bahngleise überflutet.

Gestützt auf die obigen Empfehlungen hat der Projektverfasser eine weitere Variante für den Geschiebesammler entworfen (Abbildung 4).

Abbildung 4: Situation Geschiebesammler «Hasenlehn», Variante Juni 2020 [4].



3.5 Unterhalt

Der Geschiebesammler muss voraussichtlich wie folgt unterhalten werden:

In einer ersten Phase nach der Realisierung wird sich bei kleineren Gewitterereignissen Sand im Sammler ablagern – auch bei Abflüssen, welche durch das Abschlussbauwerk nicht zurück gestaut werden. Die Ablagerungen werden mit Kraut und Stauden bewachsen. Das Ausmaß des Bewuchses hängt davon ab, wie stark der Standort besonnt ist. Der Sammler wird mit Vorteil auf der südseitigen Böschung bestockt. Zwischen den Ablagerungen wird sich eine schmale Niedrigwasserrinne ausbilden. Die Sandablagerungen müssen, sofern sie nicht mehr als 30-40 cm über die Niedrigwasserrinne hinausragen, nicht entfernt werden.

Im Sammler wachsende Büsche und Bäume sollen regelmäßig entfernt werden (nicht auf der Böschung).

Bei Hochwasserereignissen, welche durch das Abschlussbauwerk aufgestaut werden, werden sich im Rückstau Sand und Kies ablagern. Dieses Material muss periodisch maschinell entfernt werden, damit für den Rückhalt bei großen Hochwassern ausreichend Ablagerungsraum zur Verfügung steht.

Sand muss auf eine Deponie entsorgt werden oder kann unter Umständen als Baumaterial verwendet werden. Kiesiges Material sollte als kleiner Beitrag zur Sanierung des Geschiebehaushalts der Ilfis dem Vorfluter zugegeben werden. Die entsprechenden wasserbaupolizeiliche und fischereirechtlichen Bewilligungen müssen eingeholt werden.

4 Schwachstellen oberhalb des Sammlers

Das Hochwasserschutzprojekt am Haseleegräbli bringt Verbesserungen bei kleinen Hochwasserereignissen. Mit dem Projekt können aber nicht alle Hochwasserschutzdefizite am Haseleegräbli beseitigt werden. Oberhalb des Sammlers werden Schwachstellen bestehen bleiben.

«Am Waldrand» ist das Gerinne steil ($J \approx 15\%$) und der Abfluss im Gerinne ist schießend. Über dem geplanten Traversensystem wird sich ein stark gewellter Abfluss einstellen. Bei einem Abfluss von $1.6 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ_{100}) sind lokal Abflusstiefen von 0.55 m möglich. Die Abflusskapazität wird auch nach Realisierung des Projekts – insbesondere bei den Durchlässen – nicht ausreichen, um diesen Abfluss im Gerinne abzuführen. Eine Verklausung der Durchlässe mit Holz und Geschiebe ist sehr wahrscheinlich.

Das wird zur Folge haben, dass bei einem Ereignis HQ_{100} Wasser und Geschiebe schon oberhalb des Geschiebesammlers austreten wird. Das austretende Wasser soll entlang der Straße am Gebäude Nr. 95 vorbei in die Geländekammer des Geschiebesammlers geleitet werden.

Im Projekt sind bereits Geländeanpassungen entlang der Straße nördlich von Haus Nr. 95 vorgesehen. Evtl. sind solche auch im Zuge des geplanten Neubaus der Zufahrtsstraße an der Grenze zwischen den Parzellen 812 und 780 notwendig.

5 Schlussfolgerungen

Mit der Anpassung des Geschiebesammlers nach Abbildung 4 wird der Rückhalt bei kleinen und mittleren Hochwasserereignissen optimiert.

Bei größeren Hochwasserereignissen ab HQ_{100} brechen Wasser und Geschiebe bereits oberhalb des Geschiebesammlers aus. Kann das Wasser mit geeigneten Maßnahmen in die Geländemulde des Sammlers zurück geleitet werden, sind die zu erwartenden Schäden bei solchen Ereignissen gering.

Grundlagenverzeichnis

ARGE, Flussbau AG SAH, Geo 7. 2009. Projekt Hochwasserschutz Unterdorf - Risikoanalyse und Kostenwirksamkeit. *Überarbeitung Gefahrenbeurteilung unders Wegmattgräbli und vorders Weggräbli.* Bern : s.n., 2009.

ARGE, Geo 7, Flussbau AG SAH. 2013. Projekt Hochwasserschutz Unterdorf. *Überprüfung Geschiebeabschätzung Vorder Zueloufgräbli, Risikoanalyse mit EconoMeRailway.* Bern : s.n., 2013.

ARGE, Geo 7, Schächli Abegg+Hunzinger, Ruefer Ingenieure AG. 2003. Gefahrenkarte für die Gemeinden Trub und Trubschachen. Bern : s.n., 2003.

Berner Fachhochschule. 2016. Hochwasserschutz Trubschachen, Unterdorf - Bachelorthesis Stefanie Bürki. Burgdorf : s.n., 2016.

BHP Raumplan. 2019. Überbauungsordnung Götschimatte. Bern : s.n., 2019.

H.R. Müller AG. 2019. Sanierung Wasserleitung Grauensteinleitung. Bremgarten : s.n., 2019.

Hostmann M., et al. 2005. Wasserbauprojekte gemeinsam planen. 2005.

Hunziker, Zarn & Partner, Hydrologie-Wasserbau, Lehmann und GmbH, belop. 2014. Praxishilfe - Abschätzung der mittleren jährlichen Geschiebelieferung in Vorfluter. Bern : s.n., 2014.

Kellerhals + Häfeli AG. 2016. Notfallplanung Trubschachen. Bern : s.n., 2016.

KOHS. 2013. Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen - Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS). Baden : s.n., 2013.

M + P Ingenieure AG. 2019. Sanierung Ortsdurchfahrt Trubschachen. Burgdorf : s.n., 2019.

PLANAT. 2008. PROTECT. *Teile A und E.* 2008.

Ruefer Ingenieure AG . 2011. WBB Unterdorf. Langnau i.E. : s.n., 2011.

Ruefer Ingenieure AG. 2008. Hochwasserschutz Unterdorf. *Variantenstudie inkl. Kostenschätzung.* Langnau i.E. : s.n., 2008.

TBA . 2011, revidiert 2017. Fachordner Wasserbau. Bern : s.n., 2011, revidiert 2017.

TBA . 2016. Beiträge an wasserbauliche Planungen und Massnahmen im Kanton Bern. Bern : s.n., 2016.

TBA. 2019. Beiträge für wasserbauliche Schutzbauten und Revitalisierungen im Kanton Bern. 2019.

Tiefbauamt. 2013. Richtlinie Bauten und Anlagen im Gewässerraum - Verfahren und Kosten. Bern : s.n., 2013.

Sowie weitere einschlägige Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien.