

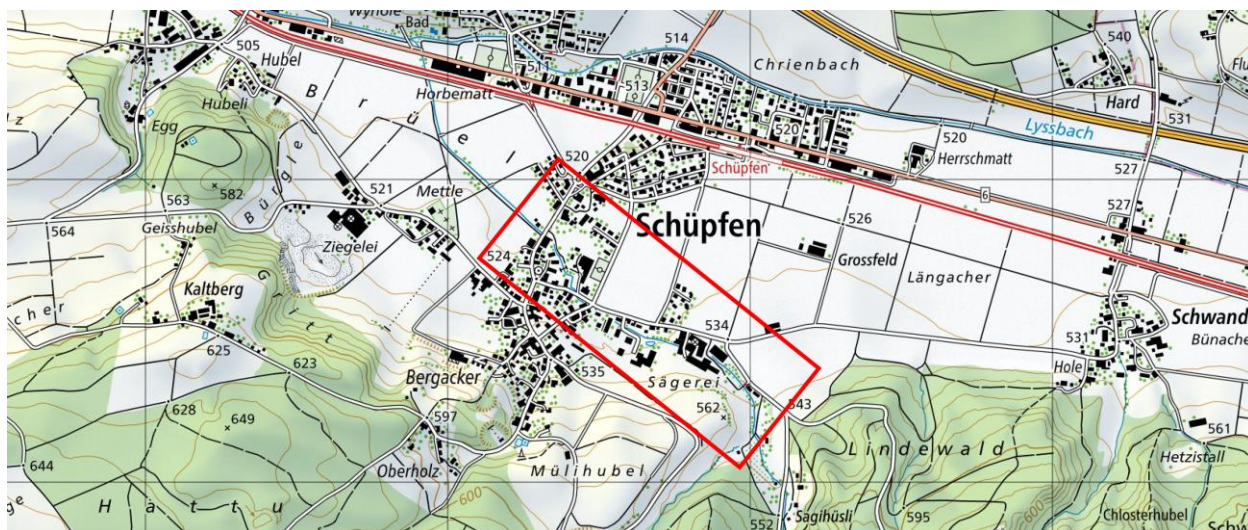
Wasserbauplan

Beilage 3.3

Gemeinde	Schüpfen	Datum Dossier	Dezember 2023
Erfüllungspflichtiger	Wasserbauverband Lyssbach	Revidiert	.
Gewässernummer	1404	Projekt-Nr.	13103_102
Gewässer	Chüelibach		

Chüelibach

Hochwasserschutz Dorf Schüpfen Technischer Bericht



Projektverfasser



Emch+Berger AG Bern
 Niederlassung Spiez
 Seestrasse 7
 3700 Spiez
 Tel 033 650 75 75
 www.emchberger.ch

Genehmigungsvermerke:

Impressum

Auftragsnummer	BE.N.13130
Auftraggeber	Gemeindeverband Lyssbach
Datum	22. August 2025
Version	3.0 (öffentliche Auflage)
Vorversionen	1.0 (Vorprüfung), 2.0 (Vernehmlassung)
Autor(en)	Adrian Hänni (adrian.haenni@emchberger.ch), Fabio Stetter (fabio.stetter@emchberger.ch)
Freigabe	Fabian Leimer (fabian.leimer@emchberger.ch)
Verteiler	
Datei	J:\F_NLBiel\Data-Project\BE.N.13130 Chuelibach Schuepfen\4 Planung\43 Bauprojekt\Ing\413_bericht\13130_TB_HWS_Chüelibach_250122.docx
Seitenanzahl	123
Copyright	© Emch+Berger AG Bern

Inhalt

Zusammenfassung	v
1 Einleitung und Auftrag	1
1.1 Ausgangslage	1
1.2 Auftrag	1
1.3 Perimeter und Projektabgrenzung	1
1.4 Genehmigungsverfahren und Projektablauf	2
1.5 Partizipation und Information	3
2 Ist - Zustand	3
2.1 Historische Entwicklung	3
2.2 Ereignischronik	4
2.3 Bisherige Projekte und Studien	5
2.4 Bestehende Schutzbauten	7
2.5 Charakterisierung des Einzugsgebiets	7
2.6 Geologie	9
2.6.1 Geologischer Atlas	9
2.6.2 Baugrunduntersuchungen	9
2.7 Aktuelle Nutzungen und Planungen	10
2.7.1 Siedlung und Landschaft	10
2.7.2 Landwirtschaft	11
2.7.3 Werkleitungen	12
2.7.4 Verkehr	12
2.7.5 Wanderrouthenetz	13
2.8 Natur und Umwelt	14
2.8.1 Schutzgebiete, Schutzobjekte und Inventare	14
2.8.2 Flora / Fauna / Lebensräume	15
2.8.3 Boden	15
2.8.4 Belastete Standorte / Altlasten	15
2.8.5 Gewässerschutz	16
2.8.6 Grundwasser	16
2.8.7 Ökomorphologischer Gewässerzustand	17
2.8.8 Mittel- und Niederwasser	18
2.8.9 Gewässerraum	19
3 Gefahrensituation	20
3.1 Abflussszenarien	20
3.2 Geschiebeszenarien	21
3.2.1 Oberhalb Dorf Schüpfen	21
3.2.2 Im Dorf Schüpfen	22
3.2.3 Unterhalb Dorf Schüpfen	22
3.3 Schwemmholzzenarien	23
3.3.1 Ansatz VAW Mitteilung 188	23
3.3.2 Ansatz Publikation Schwemmholz in Fließgewässern	23
3.3.3 Eigener Ansatz	24
3.3.4 Lokale Gegebenheiten	24
3.3.5 Fazit	24
3.4 Abflusskapazitäten	25
3.5 Gefahrenbeurteilung	26
3.6 Defizite Hochwasserschutz	26
3.7 Oberflächenabfluss	26

4	Projektziele	28
4.1	Allgemeine Projektziele	28
4.2	Schutzziele Hochwasserschutz	28
4.3	Ökologische Zielsetzung	28
5	Variantenstudium	29
5.1	Variantenübersicht	29
5.2	Variantenstudium	30
5.2.1	Variante Neues Gerinne (3c)	30
5.2.2	Variante Entlastungsleitung (4b)	31
5.2.3	Perimetererweiterung oberhalb Dorf	34
5.3	Variantenvergleich	35
5.3.1	Hochwasserschutz	35
5.3.2	Gesellschaft / Raum / Nutzung/ Realisierbarkeit	36
5.3.3	Ökonomie / Wirtschaftlichkeit	39
5.3.4	Umwelt / Ökologie	40
5.4	Variantenentscheid	40
6	Massnahmen und Projektkosten	43
6.1	Dimensionierungsgrundlagen	43
6.1.1	Dimensionierungsszenarien	43
6.1.2	Abflussberechnung	43
6.1.3	Dimensionierung Entlastungsbauwerk	43
6.1.4	Freibord	43
6.2	Bauliche Massnahmen	45
6.2.1	Damm bei Baumschule	45
6.2.2	Geschiebeablagerungsraum	45
6.2.3	Schwemmholtzrechen	46
6.2.4	Entlastungsbauwerk	46
6.2.5	Entlastungsleitung	49
6.2.6	Umlegung Stuber Nord	51
6.2.7	Umlegung Dorfstrasse	51
6.2.8	Geschieberückgabebereich	53
6.2.9	Massnahmen am bestehenden Gerinne	53
6.3	Ökologische Massnahmen	54
6.3.1	Ausgestaltung neue Gewässerabschnitte	54
6.3.2	Massnahmen am bestehenden Gerinne	56
6.3.3	Erfüllung Projektziele	56
6.4	Ersatzmassnahmen	57
6.4.1	Ökologische Bilanzierung	57
6.4.2	M3: Ausdolung Härdbächli	57
6.4.3	M4: Hecke Sammler	58
6.4.4	M6A: Teich Sammler	59
6.4.5	Weitere Ersatzmassnahmen	59
6.5	Kosten	61
6.5.1	Kostenvoranschlag	61
6.5.2	Finanzierung	62
6.5.3	Nicht subventionierbare Kosten	62
6.5.4	Kostenwirksamkeit	63
7	Projektauswirkungen	65
7.1	Verhalten im Überlastfall	65
7.1.1	Generelles Verhalten	65

7.1.2	Damm bei Baumschule.....	65
7.1.3	Entlastungsbauwerk	65
7.1.4	Neue Gerinneabschnitte	65
7.1.5	Weitere Massnahmen.....	65
7.2	Gefahrensituation nach Massnahmen	66
7.3	Bestehende Nutzungen	67
7.3.1	Siedlung und Landschaft.....	67
7.3.2	Landwirtschaft	67
7.3.3	Werkleitungen	68
7.3.4	Verkehr	69
7.3.5	Wanderrouthenetz.....	69
7.4	Natur und Umwelt	69
7.4.1	Verfahren	69
7.4.2	Schutzgebiete	69
7.4.3	Flora / Fauna / Lebensräume	70
7.4.4	Boden	70
7.4.5	Belastete Standorte / Altlasten	70
7.4.6	Gewässerschutz / Grundwasser	70
7.4.7	Lärm.....	70
7.4.8	Luft	71
7.4.9	Wald.....	71
7.5	Gewässerökologie und Fischerei	71
7.5.1	Geschiebehaushalt.....	71
7.5.2	Ökomorphologie	71
7.6	Landerwerb	71
7.7	Verfahren	72
7.7.1	Spezialbewilligungen.....	72
8	Anmerkungen zur Bauausführung	75
8.1	Ausführungstermine	75
8.2	Materialbewirtschaftung.....	75
8.3	Erschliessung der Baustelle und Installationsplätze	75
8.4	Wasserhaltung	75
9	Organisatorische und raumplanerische Massnahmen	75
10	Terminplan	76
Grundlagen.....		77
10.1	Literatur	77
10.2	Digitale Grundlagen	78
Anhang A	Untersuchte Varianten	A-1
A.1	Variante 1: Teilausbau heutiges Gerinne.....	A-1
A.2	Variante 2: Entlastungsmulde Bodenacher.....	A-2
A.3	Variante 3: Neues Gerinne Bodenacher	A-3
A.4	Variante 3a: Neues Gerinne entlang Sägestrasse bis Primarschulhaus	A-4
A.5	Variante 3b: Neues Gerinne entlang Sägestrasse zu Sportplatz.....	A-5
A.6	Variante 3c: Neues Gerinne Bodenacher	A-6
A.7	Variante 4a: Entlastungsleitung entlang Sägestrasse zu Primarschulhaus.....	A-7
A.8	Variante 4b: Entlastungsleitung Bodenacher	A-8
A.9	Variante 4c: Entlastungsleitung Grossfeld.....	A-9
A.10	Variante 4d: Entlastungsleitung Schwellimatt.....	A-10

A.11	Variante 4e: Entlastungsleitung Sägereiareal	A-11
A.12	Variante 5a: Maximalausbau bestehendes Gerinne	A-12
A.13	Variante 5b: Ausbau und Umlegung Gerinne bei Primarschulhaus	A-13
Anhang B	Fotodokumentation	B-1
Anhang C	Intensitätskarten	C-1
C.1	Intensitätskarten vor Massnahmen	C-1
C.2	Intensitätskarten nach Massnahmen	C-2
Anhang D	Kostenvoranschlag nach NPK und Risikokosten	D-1
Anhang E	Kostenteiler	E-1
Anhang F	EconoMe-Wirtschaftlichkeitsberechnung	F-1
Anhang G	Akteuranalyse	G-1

Zusammenfassung

Der Chüelibach ist in der Vergangenheit mehrfach über die Ufer getreten und hat zu Schäden in Schüpfen geführt. In der Gefahrenkarte von Schüpfen liegen grössere Gebiete im blauen Gefahrenbereich (mittlere Gefährdung).

Im vorliegenden Wasserbauprojekt wird iterativ eine gesamtheitliche Lösung für den Hochwasserschutz in Schüpfen erarbeitet, die fachlich, politisch und finanziell akzeptiert werden kann.

Im Rahmen eines Variantenstudiums wurden insgesamt fünf unterschiedliche Varianten mit zusätzlichen Untervarianten untersucht, verglichen, optimiert und bewertet. Unter Berücksichtigung der zahlreichen Rahmenbedingungen und Bewertungskriterien hat sich folgende Variante als realisierbare Bestvariante herauskristallisiert:

- Bau einer Entlastungsleitung, mit welcher das Hochwasser um das Siedlungsgebiet von Schüpfen herumgeleitet werden kann. Am Siedlungsrand ist ein Entlastungsbauwerk vorgesehen. Dieses drosselt den maximalen Abfluss im bestehenden Gerinne. Die Entlastungsleitung führt vom Entlastungsbauwerk am Gebiet Bodenacher vorbei zum Sportplatz der Primarschule und anschliessend zur Dorfstrasse. Die Entlastungsleitung endet unterhalb der Dorfstrasse und das Hochwasser fliesst wieder in den Chüelibach zurück.
- Bau eines neuen Gerinnes im Bereich des Sägereiareals. Mit dem Bau kann die Länge der Entlastungsleitung verkürzt und eine bestehende Eindolung aufgehoben werden.
- Bau eines neuen Gerinnes im Bereich der Dorfstrasse. Mit dem Bau eines neuen Gerinnes bei der Dorfstrasse kann der Kapazitätsengpass beim Gebäude Dorfstrasse 7 umfahren werden.
- Ökologische Aufwertungsmassnahmen, sowie lokale Massnahmen zur Vergrösserung der Abflusskapazität entlang dem bestehenden Gerinne im Siedlungsgebiet.
- Umsetzung von diversen ökologischen Ersatzmassnahmen ausserhalb des Siedlungsgebietes zur ganzheitlichen Aufwertung des Gewässernetzes in Schüpfen

Mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen kann die Gefährdungssituation im Siedlungsgebiet von Schüpfen massgeblich verbessert (Schutz bis HQ₁₀₀) und eine deutliche ökologische Aufwertung gegenüber dem heutigen Zustand erreicht werden.

Die Gesamtkosten belaufen sich auf rund CHF 7.5 Mio., wobei sich die Baumeisterarbeiten auf CHF 5.0 Mio. belaufen. Die Hochwasserschutzmassnahmen weisen ein positives Nutzen-Kosten Verhältnis von 1.2 auf.

1 Einleitung und Auftrag

1.1 Ausgangslage

Der Chüelibach ist in der Vergangenheit mehrfach über die Ufer getreten und hat zu Schäden in Schüpfen geführt. In der Gefahrenkarte von Schüpfen liegen grössere Gebiete im blauen Gefahrenbereich (mittlere Gefährdung).

Im Jahr 2009 wurde die SEI Ingenieure und Planer AG damit beauftragt einen Wasserbauplan für den Chüelibach auszuarbeiten, um den Hochwasserschutz zu verbessern. Nach längerem Variantenstudium wurde der Wasserbauplan Chüelibach [9] im Jahr 2015 durch die Emch+Berger AG Bern, welche die SEI Ingenieure übernommen hat, zur Vorprüfung bei der Leitbehörde eingereicht. Der Wasserbauplan wurde dabei in zwei separate Dossiers «Dorf Schüpfen» und «unterhalb Dorf Schüpfen» aufgeteilt.

Die Vorprüfung ergab, dass der Projektteil «Dorf Schüpfen» nicht bewilligungsfähig ist und von Bund und Kanton nicht mitfinanziert werden kann.

Aus diesem Grund wurde der Projektteil «Dorf Schüpfen» im Jahr 2016 auf Verbesserungsmöglichkeiten geprüft. Es wurde jedoch festgestellt, dass diese entweder technisch sehr aufwändig sind, die betroffenen Grundeigentümer nicht überzeugt bzw. die von den Fachstellen bemängelten Punkte nicht entscheidend verbessert werden können.

Im Winter 2016/2017 hat der Gemeindeverband Lyssbach deshalb entschieden, den Wasserbauplan «Dorf Schüpfen» komplett zu überarbeiten und das Projekt neu zu starten.

1.2 Auftrag

Die Emch+Berger AG Bern wurde im Oktober 2017 vom Gemeindeverband Lyssbach mit der Überarbeitung des Wasserbauplanes Hochwasserschutz Chüelibach beauftragt. Dabei soll iterativ eine gesamtheitliche Lösung erarbeitet werden, die fachlich, politisch und finanziell akzeptiert werden kann.

1.3 Perimeter und Projektabgrenzung

Der Projektperimeter weist eine Länge von ca. 1.5 km auf und erstreckt sich entlang dem Chüelibach durch das Siedlungsgebiet von Schüpfen. Die Breitenausrichtung des Perimeters für mögliche Varianten ist offen (vgl. Abbildung 1).

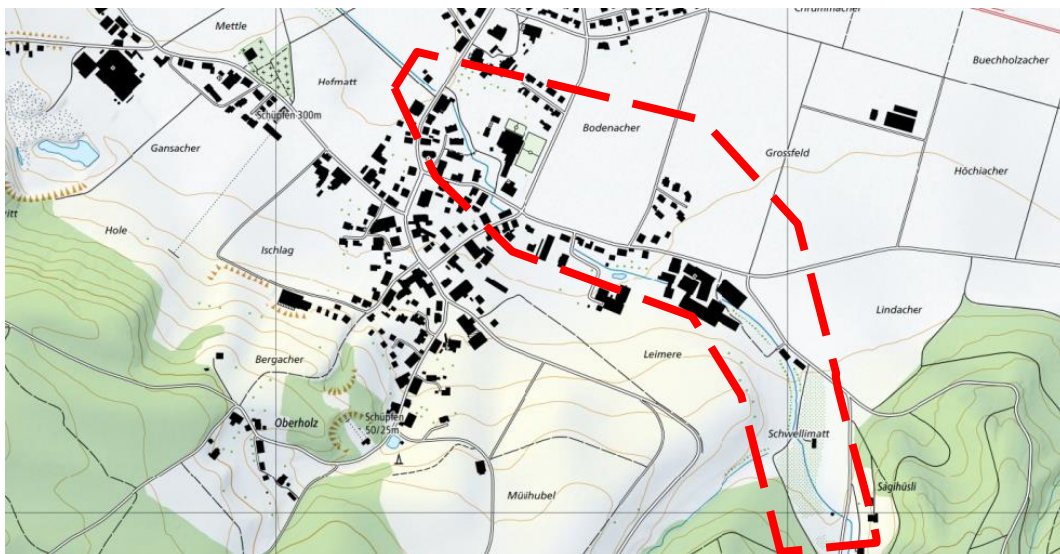


Abbildung 1: Übersicht Projektperimeter (rot). Quelle Kartenausschnitt: www.map.geo.admin.ch.

1.4 Genehmigungsverfahren und Projektablauf

Das Projekt wird im Rahmen eines Wasserbauplanverfahrens genehmigt. Für die Projekterarbeitung fanden in regelmässigen Abständen Projektausschusssitzungen statt. Bei diesen wurden sämtliche Aspekte des Projekts besprochen und wichtige Entscheide gefällt. Die Mitglieder des Projektausschusses sind in Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Mitglieder Projektausschuss Chüelibach, ¹⁾ nicht stimmberechtigte Teilnehmer des PA.

Funktion	Person	Bezeichnung
Bauherr	Rolf Christen	Präsident Projektausschuss, Vize-Präsident Gemeindeverband Lyssbach
Bauherr	Fritz Ruchti (bis 31.12.2021)	Präsident Gemeindeverband Lyssbach
Bauherr	Sascha Blank (ab 01.01.2022)	Präsident Wasserbauverband Lyssbach
Gemeinde	Peter Gerber (bis 31.12.2018)	Gemeindepräsident Schüpfen
Gemeinde	Pierre-André Pittet (ab 01.01.2019)	Gemeindepräsident Schüpfen
Gemeinde	Ursula Stähli	Gemeinderätin Schüpfen
Tiefbauamt, Oberingenieurkreis IV	Jörg Bucher ¹⁾	Leitbehörde Wasserbau
Technische Leitung Bauherr	François Spring ¹⁾	Ristag, Technischer Leiter Gemeindeverband Lyssbach
Technische Leitung Bauherr	Timon Bucher ¹⁾	URBANUM AG, Geschäftsstelle Gemeindeverband Lyssbach
Bauherrenunterstützung	Monika Flükiger ¹⁾ (bis 31.12.2021)	Administrative Unterstützung
Projektverfasser	Warin Bertschi ¹⁾ (bis 30.06.2020) Fabian Leimer ¹⁾	Emch+Berger AG Bern

Die weiteren Fachstellen von Bund und Kanton wurden bei der Projektierung mit einer fachlichen Begleitgruppe eng in die Planung miteinbezogen. Die wichtigsten Veranstaltungen, Begehungen und Besprechungen zum Miteinbezug der Fachstellen sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 2: Übersicht Besprechungen Fachstellen.

Termin	Anlass	Inhalt und Ziele
12.09.2017	Fachliche Begleitgruppe	Vorstellen des Variantenstudiums den verschiedenen Fachstellen von Bund und Kanton.
09.05.2019	Fachliche Begleitgruppe	Vorstellen Projektstand und Resultate Mitwirkung den verschiedenen Fachstellen von Bund und Kanton.
11.03.2020	Fachliche Begleitgruppe	Vorstellen Projektstand nach Variantenentscheid den verschiedenen Fachstellen von Bund und Kanton.
13.02.2023, 22.03.2023, 05.07.2023 und 21.08.2023	Besprechung mit BAFU, ANF; FI und OIK	Besprechen der Rückmeldungen aus der Vorprüfung des Projekts.

Im Rahmen der Gemeinderatssitzungen fand zudem ein regelmässiger Austausch mit den weiteren Vertretern der Gemeinde statt. Dadurch konnten deren Kenntnisse und Anforderungen in die Projektierung einfließen.

1.5 Partizipation und Information

Die Kommunikation über das Vorhaben soll aktiv und transparent sein. Es geht darum, die verschiedenen Zielgruppen über das Vorhaben und dessen Sinn und Zweck zu informieren. Bei der Planung kommt dem partizipativen Einbezug der verschiedenen Beteiligten und Betroffenen (Anwohner, Grundeigentümer) eine zentrale Rolle zu. Die spezifischen Bedürfnisse der verschiedenen Interessengruppen müssen aufgenommen werden und in die Projektierung einfließen. Dieser partizipative Einbezug erfolgte über das Instrument der Mitwirkung.

Mit einer Akteuranalyse zu Projektstart (vgl. Anhang F) wurde sichergestellt, dass sämtliche potenziell relevanten Projektakteure frühzeitig identifiziert wurden.

Im Rahmen eines ausführlichen Variantenstudiums wurden die Varianten «Neues offenes Gerinne» und «Entlastungsleitung» zur Weiterbearbeitung gewählt. Diese beiden Varianten wurden anschliessend detaillierter ausgearbeitet und im Rahmen des Mitwirkungsverfahrens der Bevölkerung vorgestellt.

Beide Projektvarianten sind im Rahmen des Mitwirkungsverfahrens am 14. März 2019 an einer öffentlichen Informationsveranstaltung vorgestellt worden. Zudem ist das Projekt in der Zeit vom 8. März bis 8. April 2019 in der Gemeindeverwaltung Schüpfen zur allgemeinen Einsichtnahme aufgelegt worden. Zeitgleich waren die Unterlagen auch auf der Homepage des Lyssbachverbands und der Gemeinde Schüpfen in digitaler Form aufgeschaltet.

Ein Fragebogen zum Projekt konnte an der Mitwirkungsveranstaltung und auf der Gemeindeverwaltung bezogen oder während der Mitwirkung auf der Homepage des Lyssbachverbands und der Gemeinde heruntergeladen werden.

Die wichtigsten Veranstaltungen zu Partizipation sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Übersicht öffentliche Kommunikationsmassnahmen.

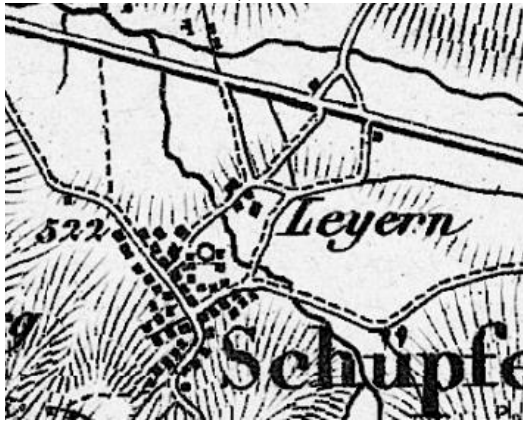
Termin	Massnahme	Ausführungen
15.03.2018	Informationsveranstaltung für betroffene Grundeigentümer und Anwohner	Variante 3a wird vorgestellt, Rückmeldung von Anwohner zur Prüfung Entlastungsleitung wird aufgenommen.
14.03.2019	Infoveranstaltung Mitwirkung	Die beiden Varianten der Mitwirkung «Neues offenes Gerinne» und «Entlastungsleitung» werden öffentlich vorgestellt.
01.11.2023	Infoveranstaltung Wasserbauplan	Vorstellung des Wasserbauplans Chüelibach der interessierten Bevölkerung

2 Ist - Zustand

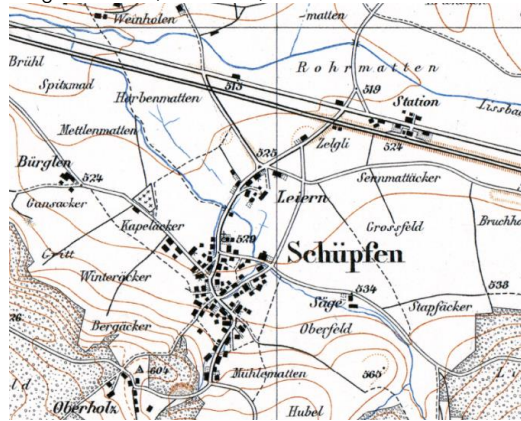
2.1 Historische Entwicklung

Die Betrachtung der historischen Karten zeigt, dass der Verlauf des Chüelibachs seit mindestens 150 Jahren mehrheitlich unverändert geblieben ist. Wahrscheinlich wurde beim Bau der Bahnlinie die Mündung des Chüelibachs in den Lyssbach ein erstes Mal verlegt. In der Zwischenkriegszeit wurde der Abschnitt unterhalb des Dorfes begradigt und die Mündung in den Lyssbach wiederum verlegt. Im Vergleich der Landeskarte aus dem Jahr 2011 und der Siegfriedkarte aus dem Jahr 1930 wird ersichtlich, dass die Lage des Chüelibachs in dieser Zeit zwar unverändert blieb, der Bach jedoch an mehreren Stellen überdeckt oder eingedolt wurde (vgl. Abbildung 2).

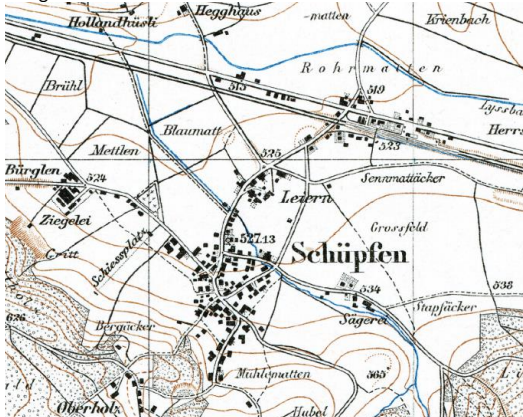
Dufourkarte 1:100'000, 1856



Siegfriedkarte, 1:25'000, 1880



Siegfriedkarte, 1:25'000, 1930



Landeskarte der Schweiz, 1:50'000, 2011

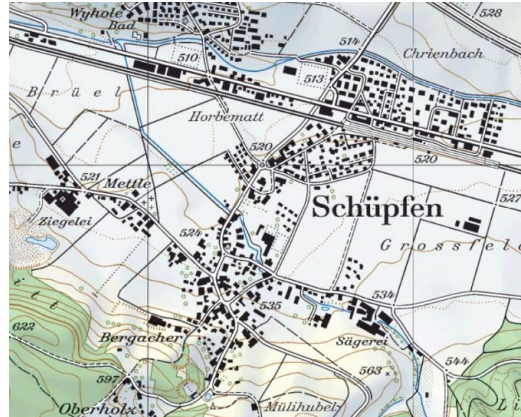


Abbildung 2: Kartenausschnitte Dufourkarte (1856), Siegfriedkarte (1870, 1930) bzw. Landeskarte der Schweiz (2011),
Quelle: www.map.geo.admin.ch.

2.2 Ereignischronik

In Tabelle 4 sind die wichtigsten dokumentierten Hochwasserereignisse im Projektperimeter ausgehend vom Chüelibach beschrieben. In Abbildung 3 sind zudem die betroffenen Überschwemmungsgebiete gemäss dem Ereigniskataster der Naturgefahren ersichtlich [44].

Tabelle 4: Ereigniskataster der wichtigsten Hochwasserereignisse entlang dem Chüelibach gemäss Gefahrenkarte [17], Bericht Überprüfung der hydrologischen Grundlagen am Lyssbach [25], Gesamtbericht Unwetter Lyssbach Sommer 2007 [18] und Ereigniskataster [44].

Datum	Hochwasserereignisse Chüelibach
26.06.1955	Schäden an Turnhalle (noch im Bau)
14.07.1955	Schäden im Keller Firma Geissbühler (Sackfabrik)
1986	Ausuferungen und Schäden an landwirtschaftlichen Nutzflächen
01.07.2000	3 bis 4 Wohnhäuser beschädigt
06.06.2003	Teilverklauung Durchlass Sägerei Stuber. Überflutung Sägereiareal. Das Wasser floss entlang der Sägestrasse zur Bodenstrasse und überflutete die Liegenschaften am Bützmattweg. Der Durchlass bei der Firma Geissbühler war ebenfalls ungenügend, so dass das Firmengelände überschwemmt wurde.
21.06.2007	Verklauung oberhalb der Sägerei Stuber. Daraufhin Überflutung der Sägestrasse und der Wohngebäude an der Bodenstrasse respektive am Bützmattweg. Zudem ungenügende Abflusskapazität des Durchlasses auf dem Gelände der Schreinerei Stuber, was zur Überflutung von Teilen des Firmengeländes führt.

Datum	Hochwasserereignisse Chüelibach
08.08.2007	Ungenügendes Schluckvermögen des Durchlasses oberhalb der Sägerei Stuber führt zu Überschwemmungen entlang der Sägestrasse bis ins Quartier Leiere.
29.08.2007	Ungenügende Abflusskapazität oberhalb der Sägerei Stuber. führt zur Überflutung der Sägestrasse, des Wydackers und der Wohngebäude an der Bodenstrasse respektive des Bützmatthquartiers. Grosses Schadensausmass durch Überschwemmung der Sporthalle. Seebildung nordwestlich der Sporthalle und schliesslich Überflutung der Dorfstrasse. Aufgrund des ungenügenden Schluckvermögens des Durchlasses bei der Schreinerei Stuber werden Teile des Firmengeländes überflutet. Überschwemmungen durch Hangwasser in den Bereichen der Schul- und Oberdorfstrasse.
01.03.2020	Verklausung des Durchlasses nach dem Gebäude Sägestrasse 24a aufgrund Schwemmholz. Das Wasser fliesst entlang der Sägestrasse und der Bodenstrasse ab und gelangt zur Entlastungsmulde im Bereich der Sportanlage des Primarschulhauses.

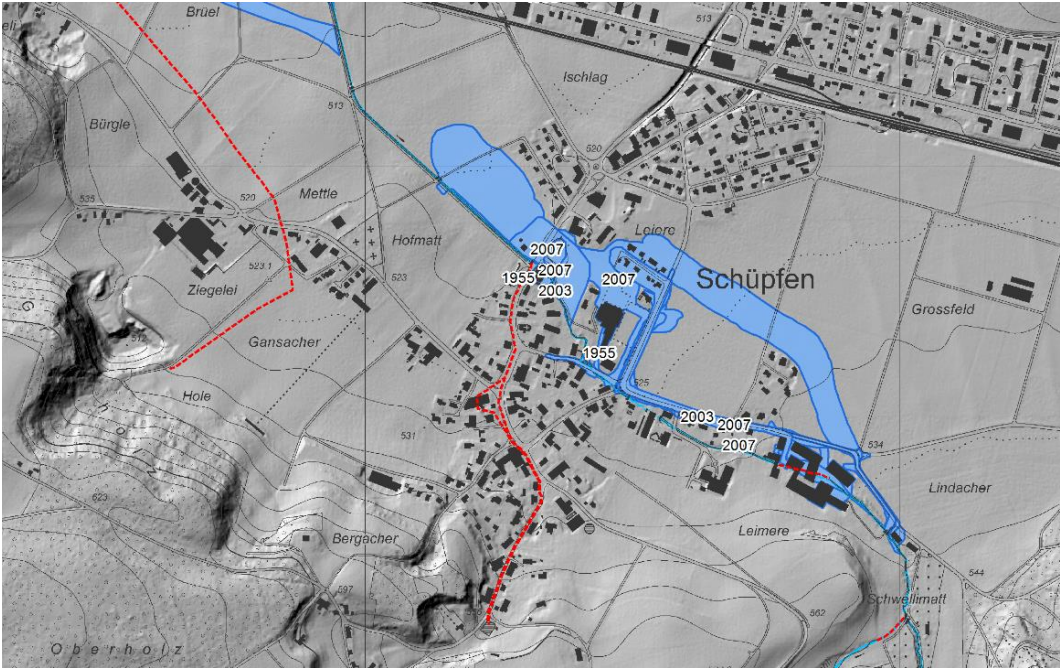


Abbildung 3: Ereigniskataster Naturgefahren Schüpfen [44].

2.3 Bisherige Projekte und Studien

In der Vergangenheit wurden bereits verschiedene Studien und Projekte in Bezug auf den Chüelibach verfasst bzw. realisiert (vgl. Tabelle 5 und Tabelle 6).

Tabelle 5: Studien zum Chüelibach.

Jahr	Titel	Verfasser	Inhalt
1989	Projektgrundlagen Lyssbach und Zuflüsse	AONL, Kissling+Zbinden, Urbanum	Grundlagen für den Ausbau des Lyssbachs und den Entlastungstollen mit Einzugsgebieten, Abflussbeiwerten und Gerinnekapazitäten
1991	Wasserbauplan 1/91 Chüelibach, Liegenschaft Geissbühler [27]	INGE Lyssbach	Erstellen eines Wellblechdurchlasses zur Kapazitätserhöhung.

Jahr	Titel	Verfasser	Inhalt
1993	Chüelibach, Gesamtübersicht im Dorfbereich [27]	INGE Lyssbach	Fotodokumentation und Lösungsideen
1995	Hochwasserentlastung Lyssbach, Variantenstudium Rückhaltebecken [24]	Diplomarbeit Rudin/Bucher	Prüfung von Retentionsbecken im Einzugsgebiet des Lyssbachs
1995	Chüelibach Querprofile 1 – 61 [27]	Urbanum	Situation, Längenprofil und Querprofile.
2003	Überprüfung der hydrologischen Grundlagen am Lyssbach im Hinblick auf die Erstellung der Gefahrenkarte [25]	Scherrer AG	Analyse historische Hochwasser am Chüelibach und Beurteilung der vorhandenen Abflussmessungen
2004	Chüelibach Bereich Schoren Chüelibach Bereich Sägerei Stuber Sanierung Härdbächli Zwischenbericht [27]	Kissling + Zbinden	Im Gebiet Schoren ist eine Renaturierung für Fr. 133'000.-, bei der Sägerei Stuber für 74'000.- und im Härdbächli für Fr. 39'000.- vorgesehen. Es handelt sich um lokale Massnahmen.
2005	Gefahrenkarte [17]	ARGE Geotest/Hunziker, Zarn & Partner	Gefahrenkarte Lyssbach-Gemeinden
2008	Hochwasserschutzkonzept Chüelibach Schüpfen [19]	Dr. Martin Jäggi	Hochwasserschutzkonzept zur Verbesserung der Gefährdungssituation mit rasch umsetzbaren Massnahmen
2008	Gesamtbericht Unwetter Lyssbach Sommer 2007 [18]	ARGE Geotest Scherrer AG	Beschrieb und Auswertung der Hochwasserereignisse vom 20./21. Juni, 7./8. August und 29. August 2007
2008	Hochwasserschutz Chüelibach, Vorprojekt [27]	SEI Ingenieure & Planer AG, Urbanum AG	Vorprojekt Hochwasserschutzprojekt Chüelibach
2011	Hangstabilität Hochwasserschutz Chüelibach [15]	Geotest AG	Überprüfung Hangstabilität bei Verlegung Chüelibach südlich der Sägerei Stuber
2013	Hochwasserschutz Chüelibach, Plausibilitätsprüfung und Variantenvergleich [23]	Niederer+Pozzi AG	Überprüfung des Variantenstudiums zum Hochwasserschutzprojekt am Chüelibach der SEI Ingenieure & Planer AG und der Urbanum AG
2014	Hochwasserschutz Chüelibach, Wasserbauplan [9]	Emch+Berger AG Bern	Hochwasserschutz und Revitalisierung Chüelibach, Wasserbauplan Dorf Schüpfen und unterhalb Dorf Schüpfen

Tabelle 6: Ausgeführte Projekte am Chüelibach.

Jahr	Ausgeführte Projekte
2007	Hochwasserschutz Liegenschaft Faul, Überlaufbauwerk Chüelibach in Flutmulde [27].
2007	Realisierung von Massnahmen zur schadensfreien Ableitung der Überschwemmungen. Bau Entlastungskorridor Bützmatweg und Abflussmulde bei Sportanlagen [27].

2.4 Bestehende Schutzbauten

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden die bestehenden Schutzbauten (vgl. Anhang B Fotodokumentation) im Feld erhoben sowie visuell bezüglich Funktion und Zustand beurteilt.

Der Chüelibach ist oberhalb des Projektperimeters mehrheitlich unverbaut. Im Projektperimeter besteht oberhalb des Sägereiareals ein rechtsseitiger Schutzdamm. Das Areal der Sägerei wird mit mehreren Eindolungen unterquert. Der Zustand der Eindolungen wurde nicht erhoben. Ein Teil der Eindolung wurde im Rahmen des Baus eines neuen Gebäudes im Jahr 1994 erneuert. Es wird angenommen, dass die restlichen Abschnitte der Eindolung deutlich älter sind.

Im Bereich des Altersheims fliesst der Chüelibach wieder mehrheitlich unverbaut, wobei auf Höhe der Liegenschaft Sägestrasse 16 eine Querschwelle aus Holz besteht. Im Bereich der Liegenschaften Sägestrasse 12 bis 14 ist das rechte Ufer mit Blöcken gesichert. Der Zustand dieser Uferverbauung ist gut.

Im Bereich des Sekundarschulhauses durchfliesst der Chüelibach eine längere Eindolung bevor dieser in den Bereich der Liegenschaften Sägestrasse 2, resp. Bundesrat-R.-Minger-Strasse 1a kommt. Hier sind die Ufer hart verbaut (Betonmauern). Der Zustand des Verbaus ist schadhaft. Die Betonmauern drohen in den Bach zu kippen.

Anschliessend folgt eine weitere längere Eindolung zur Unterquerung der Bundesrat-R.-Minger-Strasse. Unmittelbar nach dieser Eindolung folgt eine kleine Brücke, welche den Garten der Parzelle 2966 erschliesst. Diese Brücke ist in einem schlechten Zustand. Die Widerlager sind stark unterspült.

Im nachfolgenden Abschnitt fliesst der Chüelibach entlang der Schulstrasse bis zum Kindergarten ab. In der Mitte dieses Abschnittes unterquert der Bach die Schulstrasse. Der Chüelibach ist in diesem Bereich mindestens einseitig mit einer Betonmauer hart verbaut. Auf der gegenüberliegenden Bachseite sind stellenweise Blöcke zur Ufersicherung vorhanden.

Auf Höhe des Kindergartens bestehen mehrere Brücken über den Chüelibach (Kleisenbahnbrücke, 2 x Brücke Fussgänger). Auch bei diesen Brücken sind die Widerlager stellenweise unterspült und in einem schlechten Zustand.

Unterhalb des Kindergartens lassen sich beim Gerinne des Chüelibachs nur vereinzelt Blöcke zur Sicherung des Gerinnes erkennen. Im Bereich der Liegenschaft Dorfstrasse 7 wird der Bach wieder in einem Betonkanal mit Kiessohle stark kanalisiert zur Eindolung unter der Dorfstrasse geführt.

2.5 Charakterisierung des Einzugsgebiets

Das Einzugsgebiet des Chüelibachs weist am oberen Siedlungsrand von Schüpfen eine Fläche von 10.4 km² auf und kann auf die beiden Teilbereiche Erdbächli (3.6 km²) und Chüelibach (6.8 km²) aufgeteilt werden (vgl. Abbildung 4) [50].

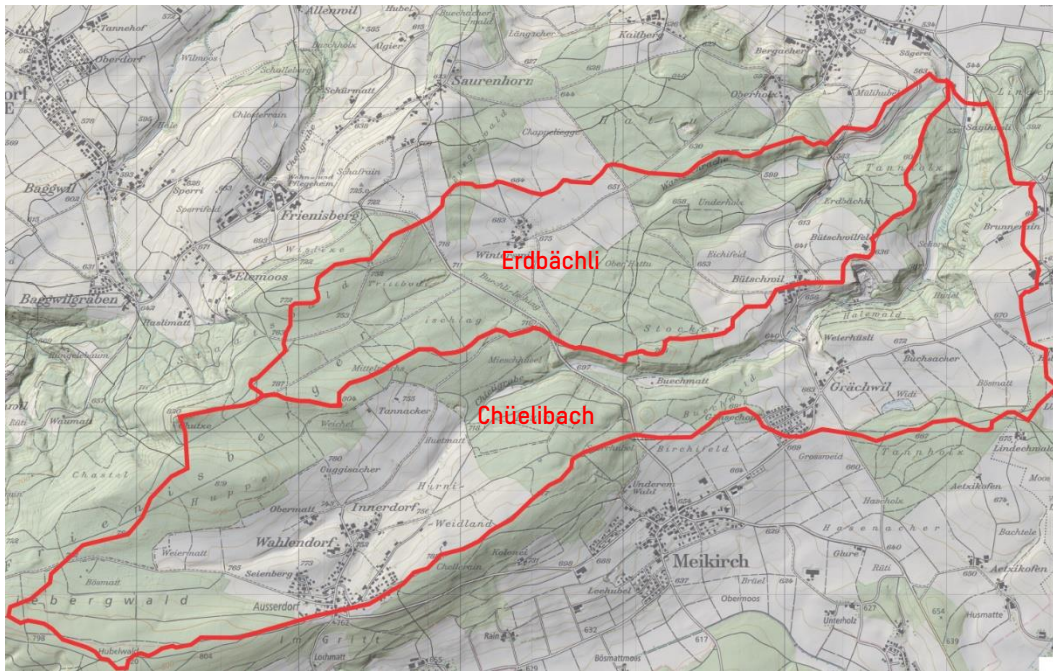


Abbildung 4: Einzugsgebiete von Erdbächli und Chüelibach.

Die Einzugsgebiete weisen eine ausgeprägte Längsform auf und entspringen im Bereich des Hügels Friesenberg. Die beiden Einzugsgebiete bestehen je etwa zur Hälfte aus landwirtschaftlichen Nutzflächen und Wald. Ein kleiner Anteil der Einzugsgebiete besteht zudem aus Siedlungen (Grächwil, Wahldorf, Bütschwil und Winterswil).

Nach der Mündung des Erdbächlis in den Chüelibach, am oberen Siedlungsrand von Schüpfen, fliesst der Chüelibach vereint zum Areal der Sägerei Stuber. Dieses wird mit mehreren Eindolungen unterquert. Nach einem offenen Abschnitt im Bereich des Altersheims unterquert der Chüelibach wiederum eingedolt das Areal der Sekundarschule. Im Bereich der Liegenschaft Dorfstrasse 7 besteht eine weitere grössere Eindolung. Unterhalb der Dorfstrasse mündet zudem der in der Dorf- und Oberdorfstrasse eingedolte Dorfbach in den Chüelibach.

Schliesslich fliesst der Chüelibach entlang von landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Lyssbach ab, in welchen der Chüelibach unterhalb der Lyssstrasse mündet.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde im Gerinne des Chüelibach, im Wald oberhalb Sagihüsli, eine Linienzahlprobe erhoben (vgl. Abbildung 5 und Tabelle 7).

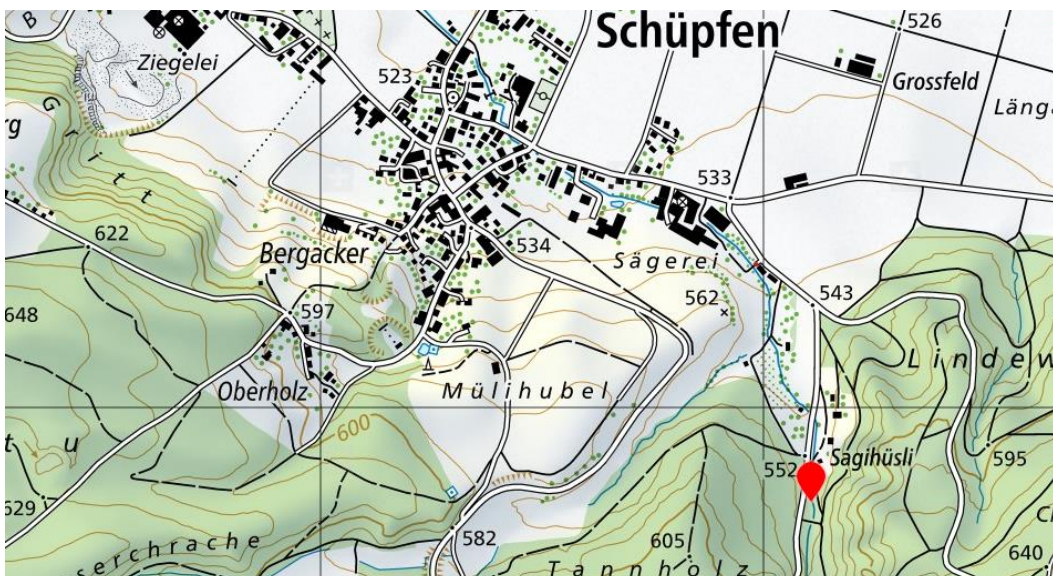


Abbildung 5: Standort der Linienzahlprobe am Chüelibach.

Tabelle 7: Korngrössenverteilung des Chüelibachs im Wald oberhalb Sagihüsi.

d ₃₀	d ₅₀	d ₉₀	d _m
2 cm	4 cm	11 cm	5.5 cm

2.6 Geologie

2.6.1 Geologischer Atlas

Der Chüelibach fliesst im Dorfbereich von Schüpfen über ausgeprägte Bachschuttkegel, welche durch den Chüelibach selbst und den Dorfbach geformt wurden. Die Lockersedimente werden von Gesteinen der Unteren Süsswassermolasse unterlagert [15]. Entlang der Horbengasse und der Leierenstrasse bis zum Bahnhof von Schüpfen steht Grundmoränenmaterial an der Oberfläche an (vgl. Abbildung 6).

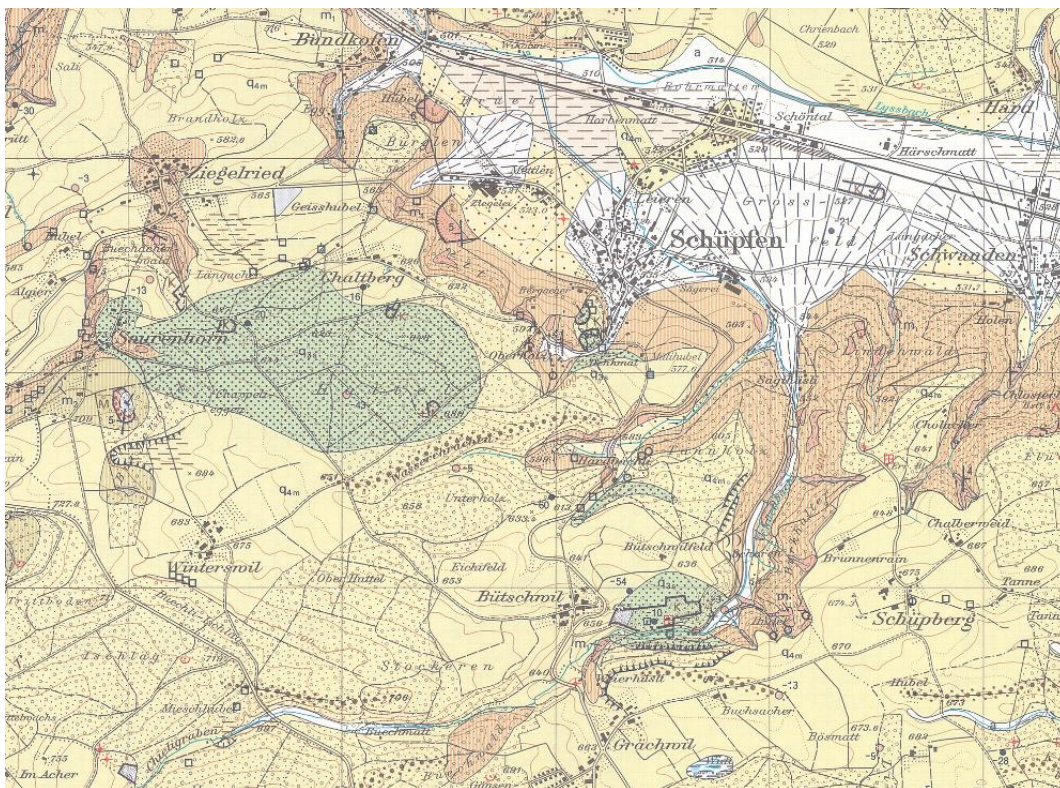


Abbildung 6: Ausschnitt geologischer Atlas der Schweiz GA25 [50].

2.6.2 Baugrunduntersuchungen

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurden bisher keine Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Die folgenden Aussagen beruhen auf öffentlich zugänglichen Bohrprofilen in der Nähe des Projektperimeters [42].

Die oberste Schicht aus fluvio-glazialen Schotter ist inhomogen aus siltigem bis kiesigem Material aufgebaut. Die Mächtigkeit beträgt in der Nähe des Gebäudes Wydackerweg 10 rund 23 m. Wie in Abschnitt 2.8.6 dargelegt, ist kein durchgehender Grundwasserleiter bekannt. In den Bohrprofilen sind aber teilweise Eintritte von Schichtwasser verzeichnet. Im Bereich der Sägerei ist mit Hangwasser bereits in geringer Tiefe zu rechnen [15].

Um Planungssicherheit bei der Leitungsbettung, der Foundation der Kunstbauten sowie bei der Dammschüttung zu erhalten, sind im Rahmen der weiteren Planung Baugrunduntersuchungen vorgesehen.

2.7 Aktuelle Nutzungen und Planungen

2.7.1 Siedlung und Landschaft

Gemäss Übersichtszonenplan [49] sind im Projektperimeter Wohn-, Misch-, Arbeits- und besondere Zonen ausgeschieden. (vgl. Abbildung 7). Oberhalb des Siedlungsgebietes wurde neben dem Chüelibach eine Gartenbauzone ausgeschieden.

Mehrere Gebäude im Projektperimeter sind Teil des kantonalen Bauinventars (vgl. Abbildung 8). Im Projektperimeter befinden sich zudem die Baugruppen «Schüpfen, Dorf» und «Schüpfen, Säge». Mehrere Strassen im Projektperimeter befinden sich im Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz von regionaler und lokaler Bedeutung [50] (vgl. Abbildung 9). Die Dorfstrasse sowie die Sägestrasse sind dabei von regionaler Bedeutung, jedoch ohne Substanz. Die Strasse von der Sägerei in Richtung Sagihüsli ist von lokaler Bedeutung.

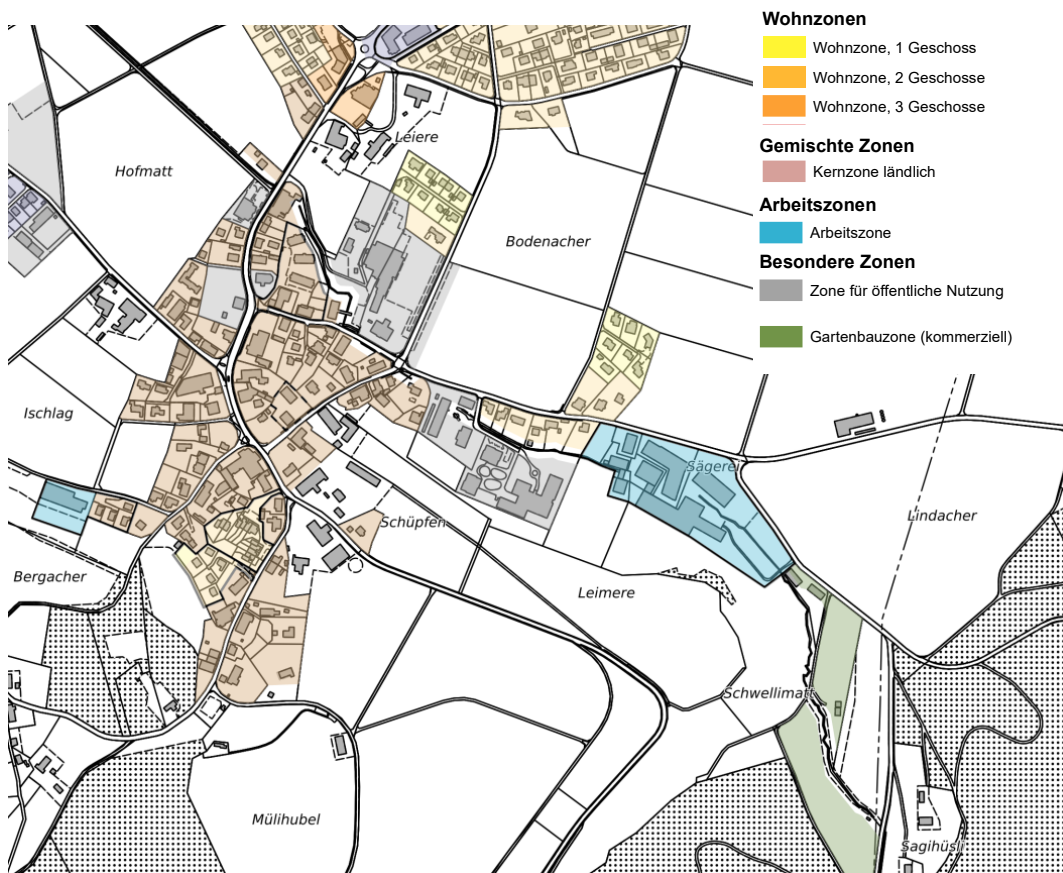


Abbildung 7: Übersichtszonenplan, Quelle: [49].

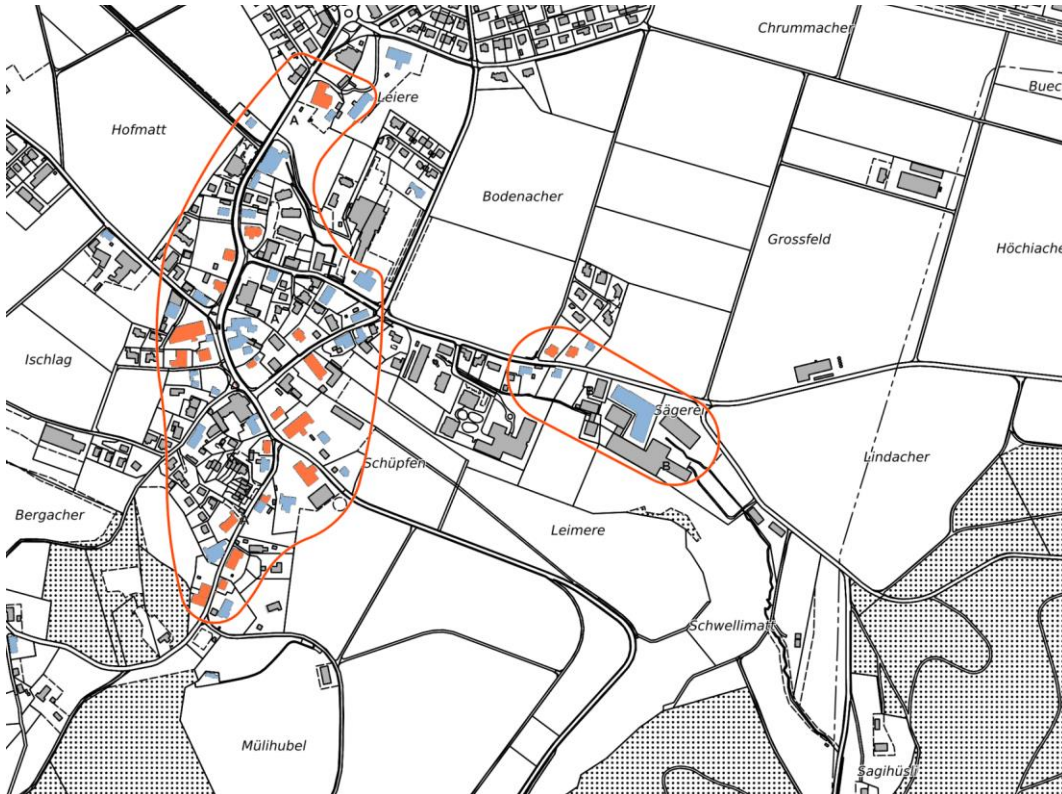


Abbildung 8: Bauinventar des Kantons Bern. Schützenswerte Objekte sind rot und erhaltenwerte Objekte blau markiert. Die Baugruppen «Schüpfen, Dorf», «Schüpfen, Säge» und «Schüpfen, Leieren» sind rot umkreist. Quelle: [36].

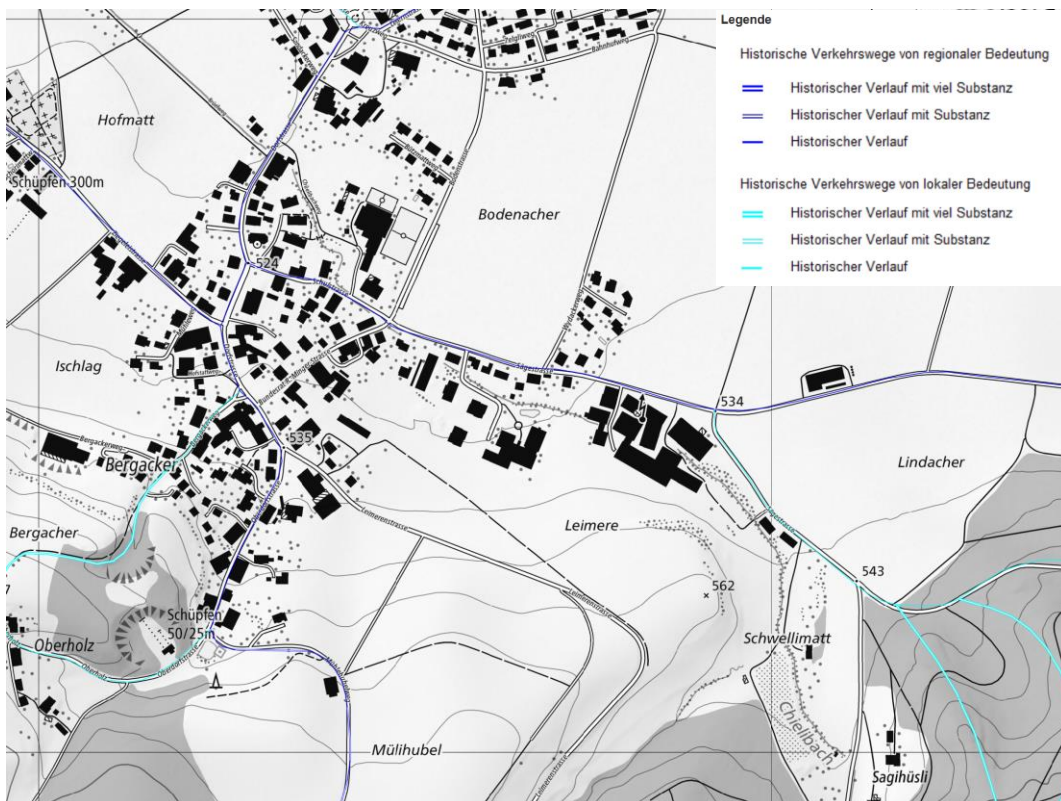


Abbildung 9: Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz von regionaler und lokaler Bedeutung [50].

2.7.2 Landwirtschaft

Im ganzen Projektperimeter schliessen landwirtschaftliche Nutzflächen direkt an die Siedlungsflächen an. Diese Flächen sind praktisch ausschliesslich als Fruchtfolgefläche, resp. ackerfähiges Kulturland ausgeschieden (vgl. Abbildung 10) [38].

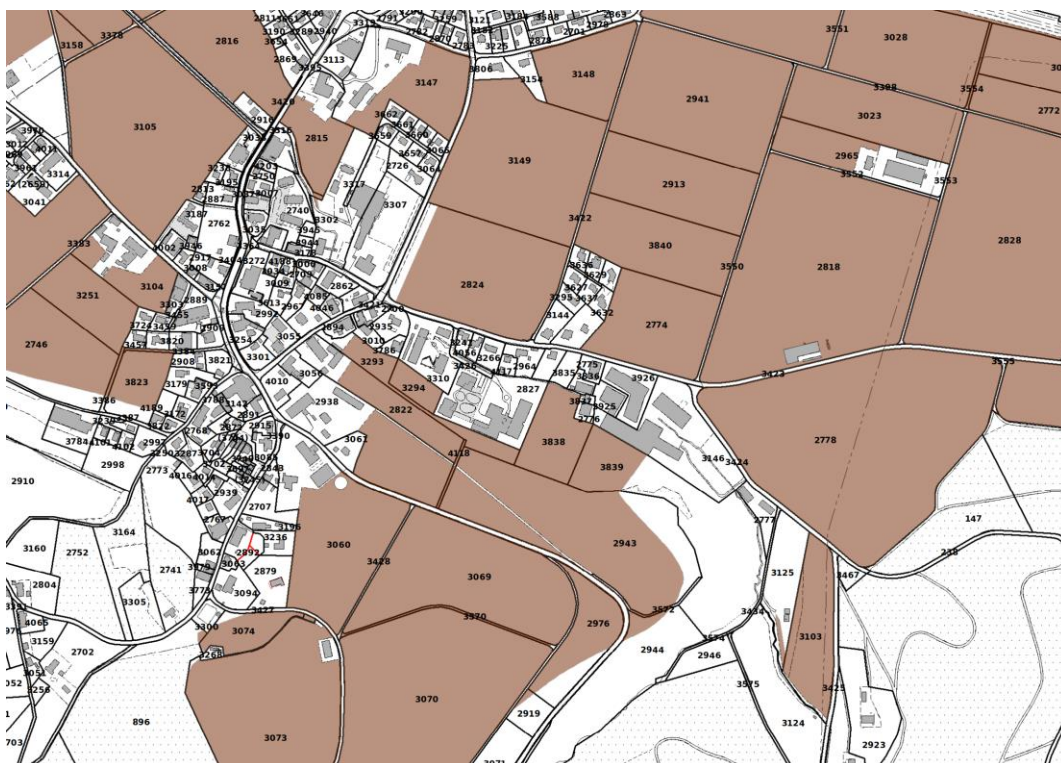


Abbildung 10: Fruchtfolgeflächen (braun schraffiert), Quelle: [38].

2.7.3 Werkleitungen

Im Projektperimeter sind folgende Werkleitungen vorhanden:

- Abwasser
- Trinkwasser
- Elektro (BKW)
- Telefon (Swisscom)
- Kabelfernsehen (UPC)
- Fernwärme (a energie)

Die Lage der Werkleitungen ist auf den Projektplänen dargestellt. Weitere Werkleitungen sind nicht bekannt.

2.7.4 Verkehr

Die Strasse Rapperswil - Schüpfen – Meikirch (resp. Dorfstrasse und Leimerenstrasse) ist eine Kantonsstrasse der Kategorie C (vgl. Abbildung 11).

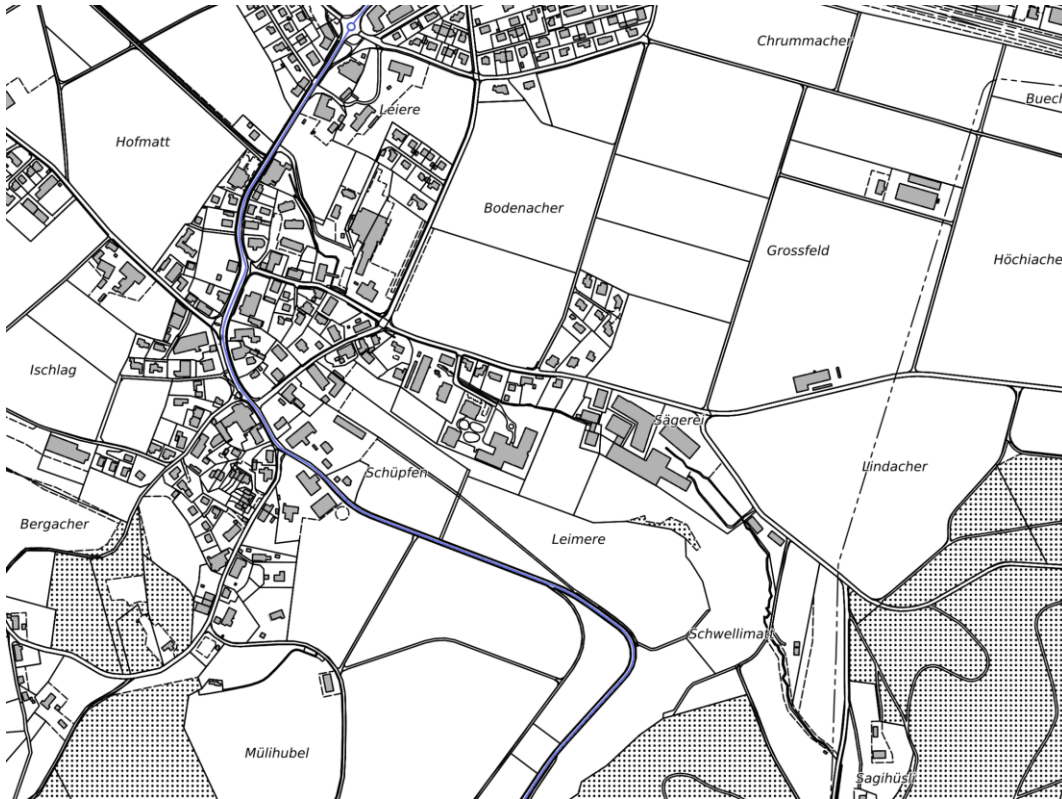


Abbildung 11: übergeordnetes Strassennetz (blau: Kantonsstrasse Kategorie C) [47].

Entlang der Sägestrasse führt die Route 64.02 Lötschberg–Jura von Veloland Schweiz (vgl. Abbildung 12).

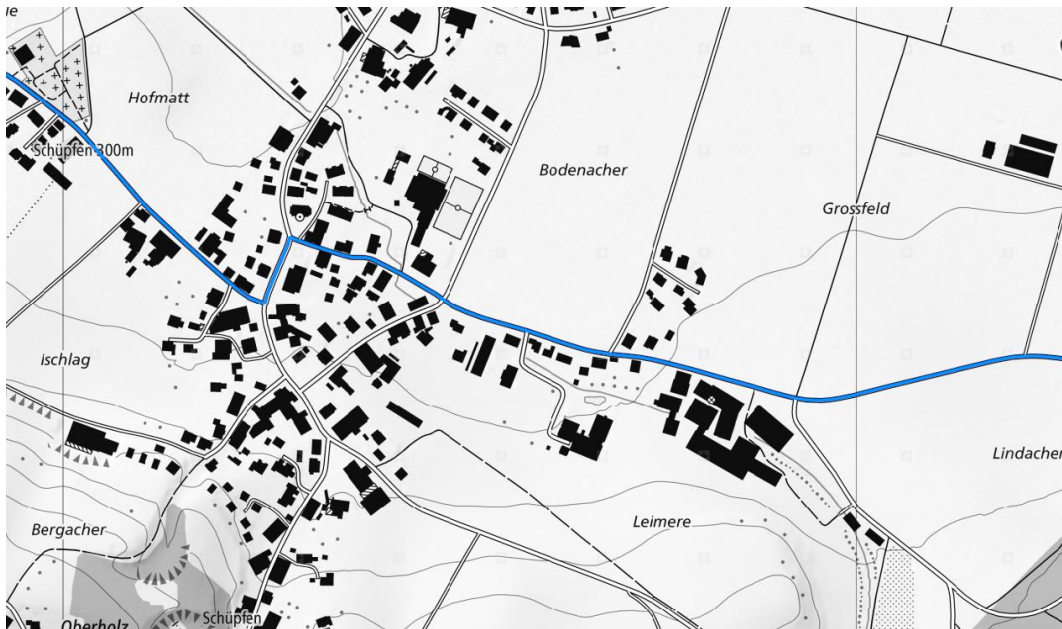


Abbildung 12: Veloland Schweiz (blau: Route Veloland Schweiz) [50].

2.7.5 Wanderrouthenetz

Im Projektperimeter sind entlang der Sägestrasse, dem Wydackerweg und der Strasse zum Schüpfberg Wanderrouthen vorhanden (vgl. Abbildung 13).

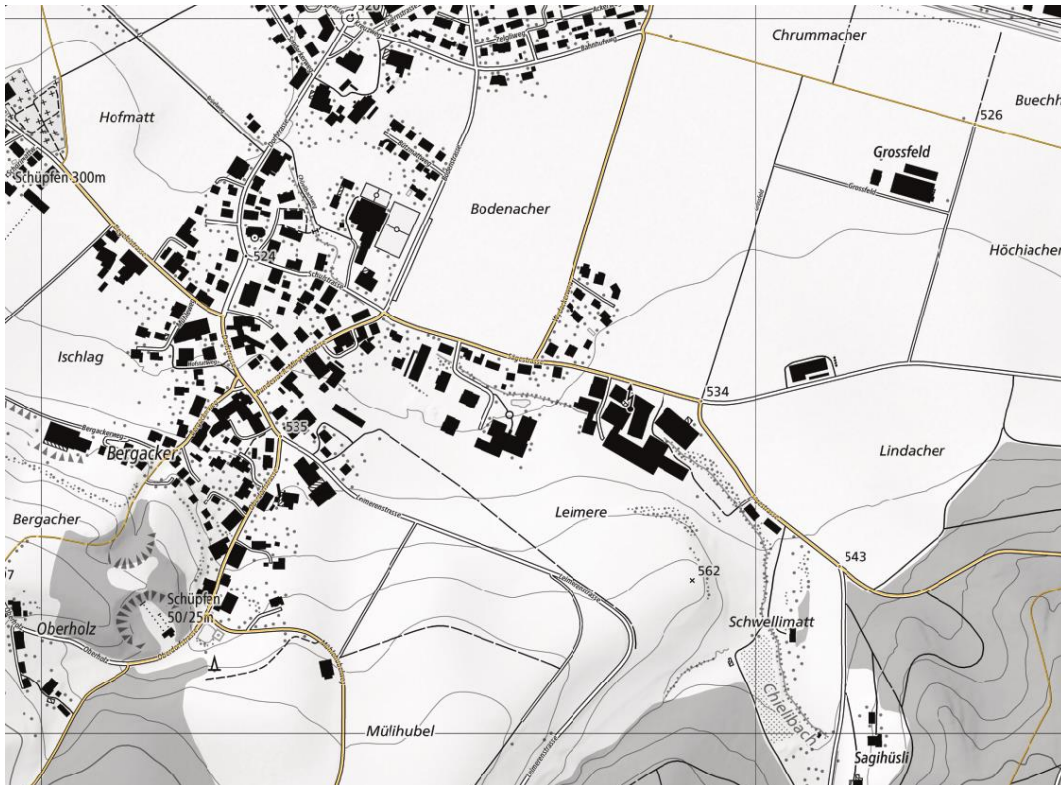


Abbildung 13: Wanderroutennetz (gelb), Quelle: [46].

2.8 Natur und Umwelt

2.8.1 Schutzgebiete, Schutzobjekte und Inventare

Im Projektperimeter befindet sich gemäss dem Regionalen Gesamtverkehrs- und Siedlungskonzept (RGSK) Biel-Seeland [26] sowie dem Zonen- und Schutzzonenplan der Gemeinde Schüpfen [8] ein Landschaftsschutzgebiet B (vgl. Abbildung 14).

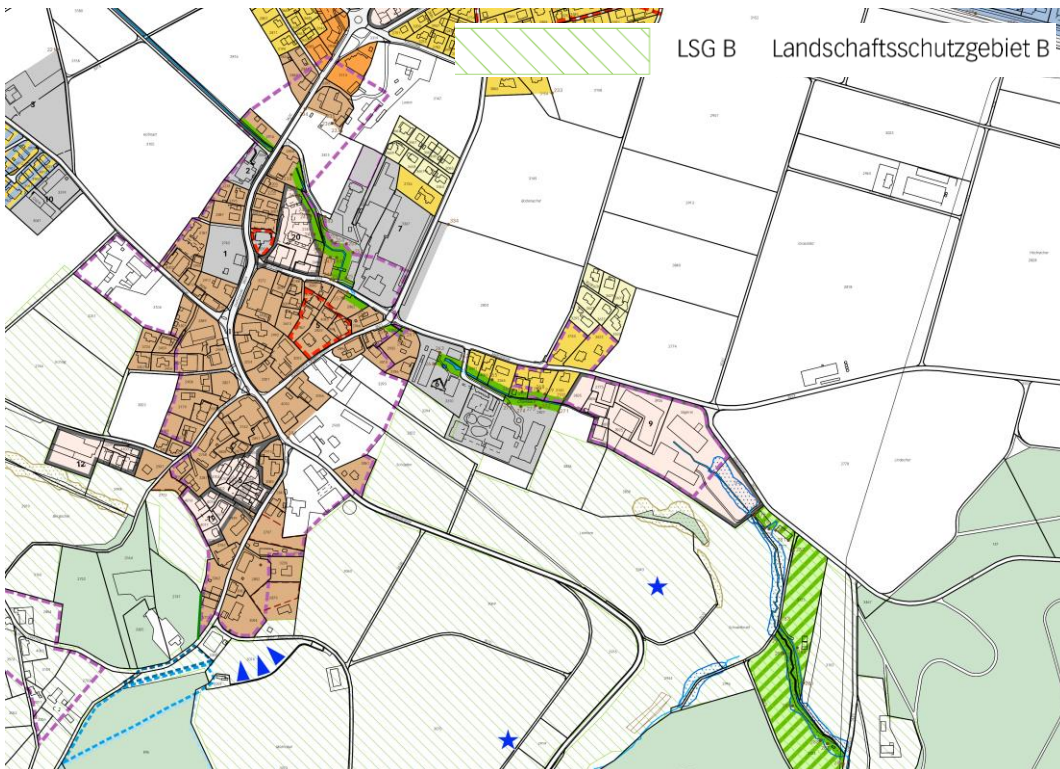


Abbildung 14: Ausschnitt Zonen- und Schutzzonenplan der Gemeinde Schüpfen [8]. Das Landschaftsschutzgebiet B ist grün schraffiert.

Gemäss Baureglement der Gemeinde Schüpfen [8] bezwecken die Landschaftsschutzgebiete die Schonung der Lebensgrundlage Wasser, die Erhaltung von Lebensräumen, die Wahrung des ökologischen Ausgleichs zu den Intensivnutzflächen sowie das Bewahren des gemeindetypischen Orts- und Landschaftsbildes. In den Landschaftsschutzgebieten darf das Landschaftsbild gegenüber dem heutigen Zustand nicht nachteilig verändert werden. Das Landschaftsschutzgebiet B darf nur landwirtschaftlich genutzt werden. Standortgebundene landwirtschaftliche Ökonomiegebäude sind gestattet, müssen aber mit geeigneter Bepflanzung in das Landschaftsbild integriert werden.

2.8.2 Flora / Fauna / Lebensräume

Im Rahmen der Projekterarbeitung wurde vom Fischereiinspektorat (FI) und der Abteilung Naturförderung (ANF) gefordert die beanspruchten Naturwerte ökologisch zu bilanzieren. Die im Projektperimeter vorhandenen Lebensräume und Naturwerte wurden am 20. März 2020 kartiert und können der BESB+-Ökobonitierung in Beilage 3.8 entnommen werden.

2.8.3 Boden

Im Rahmen der Projekterarbeitung wurde vom AWA gefordert ein Bodenschutzkonzept zu erstellen. Die IST-Situation des Bodens wird in diesem erläutert (vgl. Beilage 3.5).

2.8.4 Belastete Standorte / Altlasten

Gemäss dem Kataster der belasteten Standorte [39] (vgl. Abbildung 15) befinden sich 3 belastete Standorte im Projektperimeter, beim Kirchgemeindehaus Hofmatt (Nr. 03110031, Parzelle 3038), beim Gebäude Sägestrasse 22a (Nr. 03110040, Parzelle 3836) und auf dem Areal der Sägerei Stuber (Nr. 03110009, Parzellen 3926 und 3146). Im Kataster der belasteten Standorte sind diese jeweils als Betriebsstandorte ohne vorhandene Untersuchungen aufgeführt.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde für den belasteten Standort beim Gebäude Sägestrasse 22a (Nr. 03110040, Parzelle 3836) eine historische Untersuchung durchgeführt [16]. Aufgrund der Erkenntnisse aus dieser Untersuchung wird davon ausgegangen, dass die belastete Fläche deutlich kleiner ist und nur den östlichen Teil der Parzelle im Bereich eines erdverlegten Treibstofftanks betrifft.

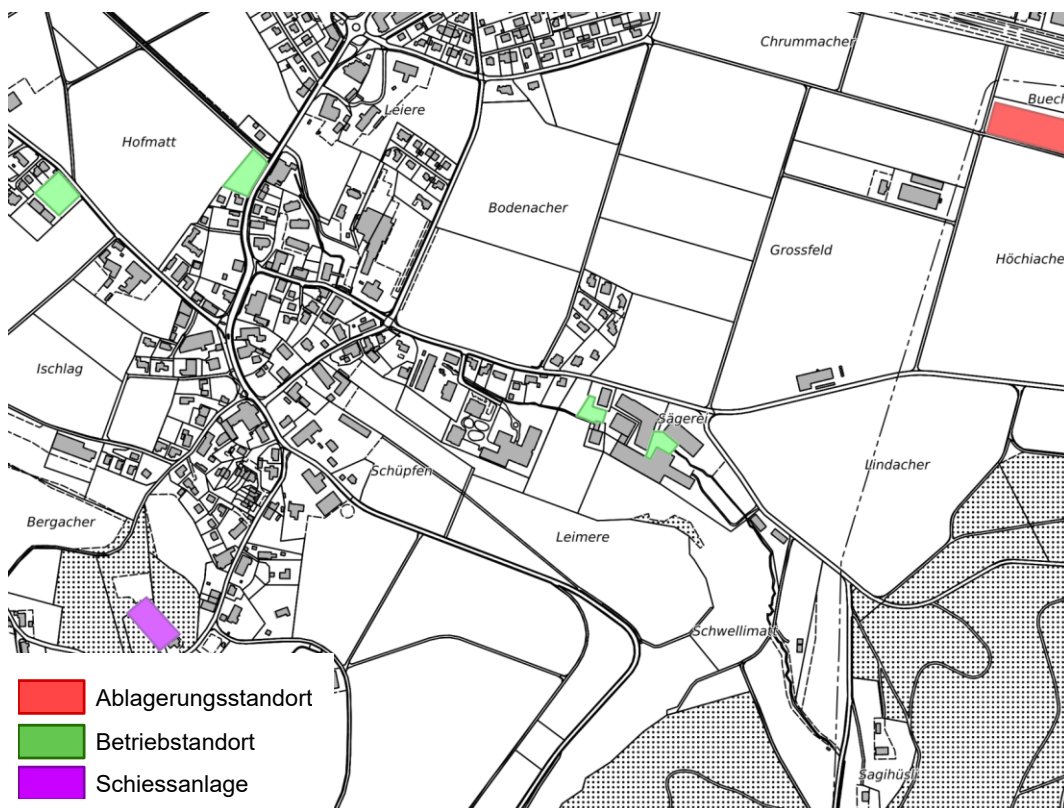


Abbildung 15: Auszug Kataster der belasteten Standorte, Quelle [39].

2.8.5 Gewässerschutz

Gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Bern [40] befinden sich keine Gewässerschutzbereiche im Projektperimeter (vgl. Abbildung 16).

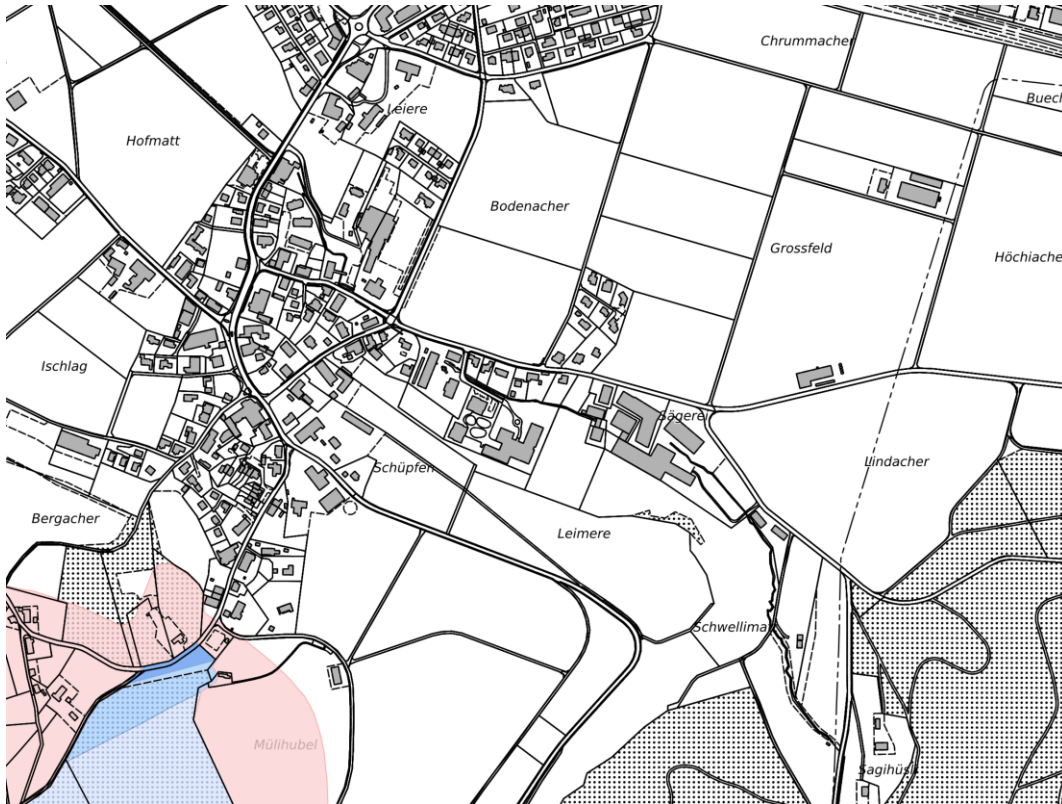


Abbildung 16: Auszug Gewässerschutzkarte des Kantons Bern [40].

2.8.6 Grundwasser

Gemäss der Grundwasserkarte des Kantons Bern [41] ist nicht mit einem Grundwasservorkommen im Projektperimeter auszugehen (vgl. Abbildung 18).

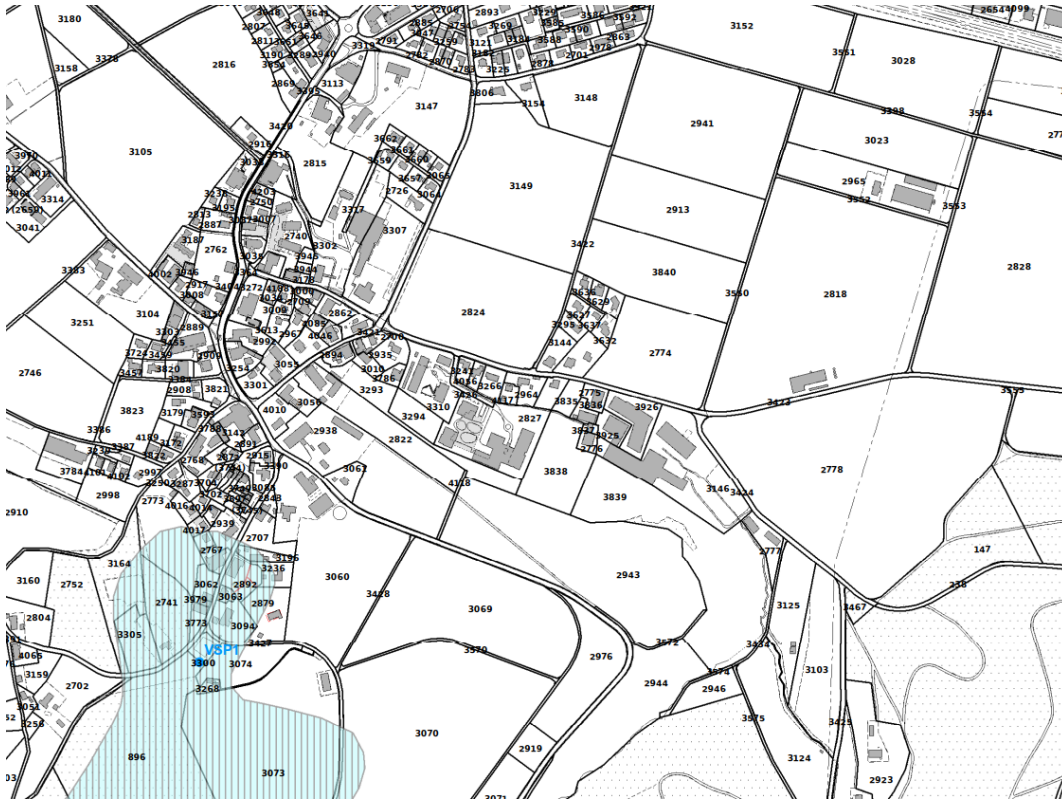


Abbildung 17: Auszug Grundwasserkarte des Kantons Bern [41].

2.8.7 Ökomorphologischer Gewässerzustand

Der ökomorphologische Gewässerzustand wird in der ökomorphologischen Karte des Kantons Bern beschrieben [45] (vgl. Abbildung 18). Der Chüelibach wird im Projektperimeter mehrheitlich als *stark beeinträchtigt*, resp. *künstlich/naturfremd oder eingedolt* klassiert. Einzig im Bereich des Primarschulhauses ist ein Abschnitt als *wenig beeinträchtigt* klassiert. Zudem bestehen mit Brücken und Durchlässen viele Bauwerke entlang des Chüelibachs. Beim Sekundarschulhaus und beim Primarschulhaus ist jeweils ein Absturz vermerkt.

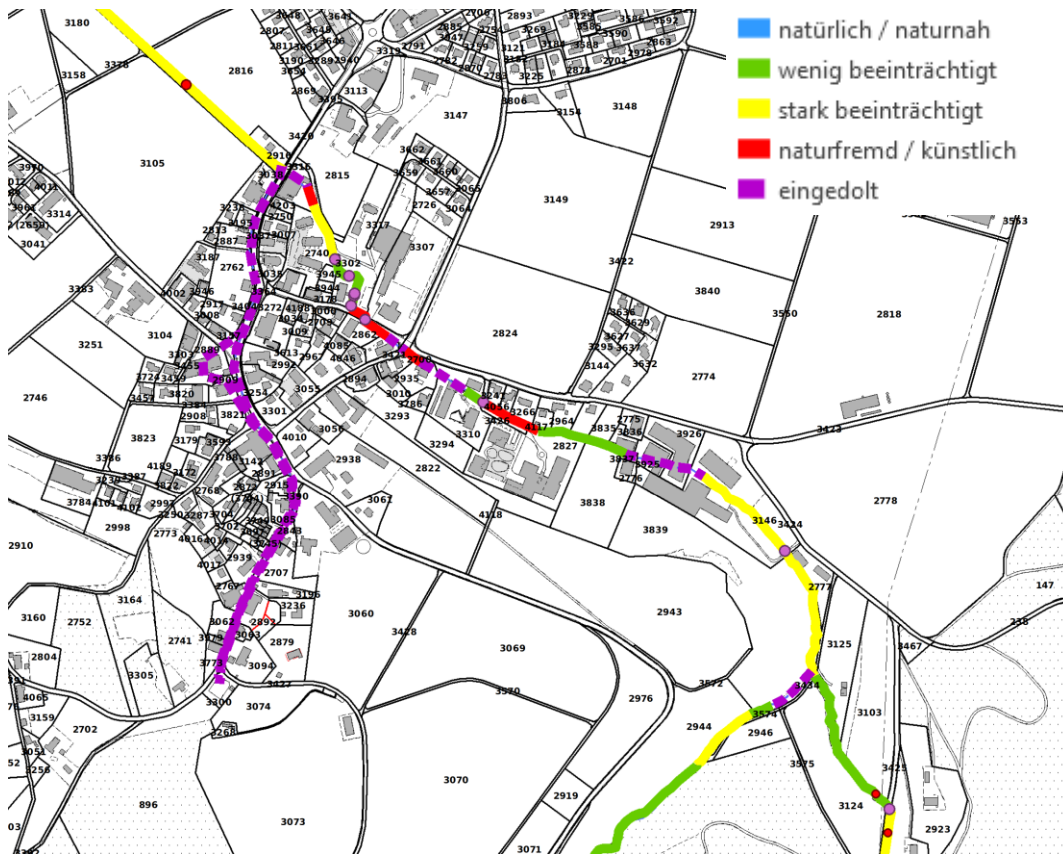


Abbildung 18: Auszug Karte Ökomorphologie der Fliessgewässer des Kantons Bern [45].

2.8.8 Mittel- und Niederwasser

Zwischen April 1997 und Mai 2001 wurde unterhalb des Dorfes Schüpfen am Chüelibach eine Abflussmessstation betrieben (A056, vgl. Abbildung 19). Bei den Messungen wurden so die Abflüsse des Dorfbachs, welcher rund 200 m oberhalb in den Chüelibach mündet, mitgemessen. Eine Plausibilisierung der Messqualität der Messstation ist im Nachhinein nicht mehr möglich.

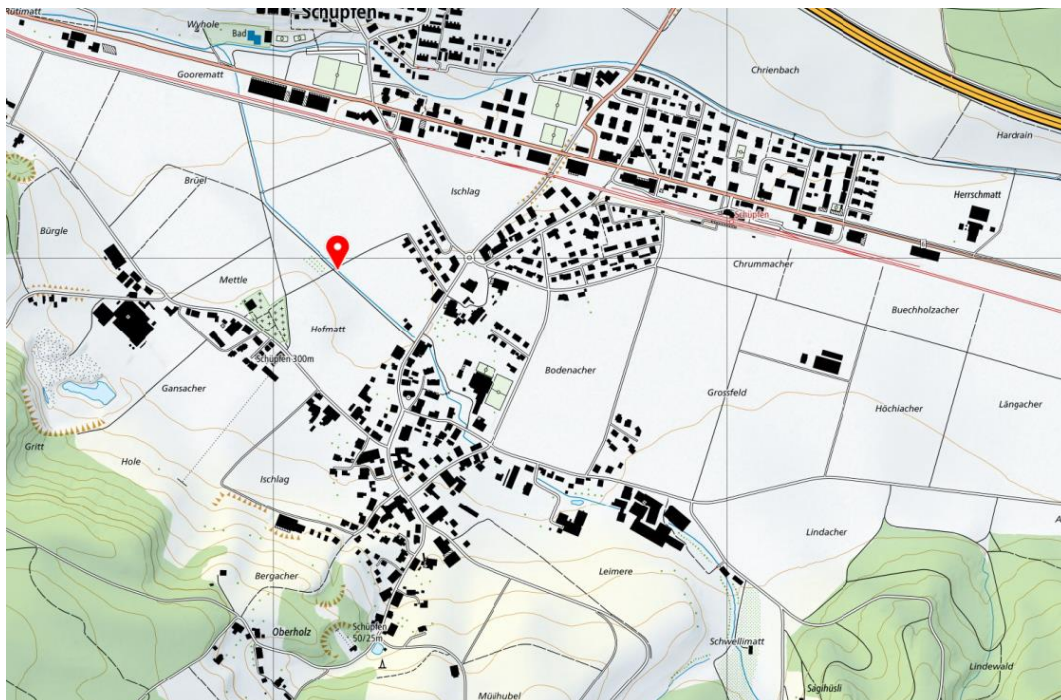


Abbildung 19: Lage ehemalige Abflussmessstation A056.

In Tabelle 1 sind die über drei Jahre 1998 - 2000 gemessenen Abflusskennwerte ersichtlich.

Tabelle 8: Mittel- und Niederwasser Chüelibach gemäss [33].

	Q_M [l/s]	Q_{36} [l/s]	Q_{347} [l/s]
Messstation Chüelibach A056 (1998 – 2000)	123	83	51

Im Rahmen der Projekterarbeitung wurden zudem Abflussmessungen mit der Salzverdünnungsmethode im Dorfbereich durchgeführt. Das Ziel der Messungen war es, mögliche Wasserzuflüsse aufgrund Hang- und Brunnenwasser im Abschnitt zwischen Sägerei und Dorfstrasse bei Trockenwetter zu ermitteln.

Es wurden an 3 Standorten (vor Durchlass Dorfstrasse, auf Höhe Primarschulhaus und vor Durchlass Sägerei) jeweils 2 Messungen mit jeweils 2 Messgeräten durchgeführt. Dies ergab total 12 Messwerte. Die Messungen fanden am 30. August 2019 nach einer längeren Trockenwetterperiode statt. Die Resultate der Messungen sind in Tabelle 9 ersichtlich.

Tabelle 9: Statistik der Abflussmessungen (12 Messwerte) vom 30.08.2019.

	Durchschnittlicher Abfluss [l/s]	Standardabweichung σ [l/s]
Abflussmessungen 30.08.2019	15	1.24

Es konnte kein signifikanter Zuwachs des Abflusses zwischen Sägerei bis Dorfstrasse gemessen werden. Die gemessenen Werte lagen zudem deutlich unter dem Q_{347} Wert der ehemaligen Abflussmessstation.

2.8.9 Gewässerraum

Das revidierte Gewässerschutzgesetz verlangt von den Kantonen die Ausscheidung von Gewässerräumen entlang aller oberirdischen Gewässer. Bei Flüssen und Bächen umfasst der Gewässerraum sowohl das Gerinne als auch die beiden Uferbereiche (Korridor). Der Gewässerraum steht dem Gewässer zur Verfügung und gewährleistet insbesondere den Schutz vor Hochwasser sowie die natürlichen Funktionen – zum Beispiel als Lebens- und Erholungsraum.

Im Gewässerraum gilt grundsätzlich ein Bauverbot. Bestehende Bauten und Anlagen, die rechtmässig erstellt wurden, haben Besitzstandsgarantie. Innerhalb des Gewässerraums dürfen kein Dünger und keine Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden. Bauten und Anlagen im öffentlichen Interesse bleiben möglich, sofern sie standortgebunden sind (z.B. Brücken).

Im Kanton Bern sind die Gemeinden für die Festlegung des Gewässerraumes zuständig. Es ist ihre Aufgabe, die Vorschriften zur Ausscheidung des Gewässerraumes in der Ortsplanung sinnvoll umzusetzen und diesen in der baurechtlichen Grundordnung oder in Überbauungsordnungen grundeigentümerverbindlich festzulegen [29].

Die Gemeinde Schüpfen hat mit der Ortsplanungsrevision, welche am 28. April 2023 genehmigt wurde, die Gewässerräume rechtskräftig ausgeschieden [8]. Im Dorfbereich wurde beim Chüelibach ein Gewässerraum mit einer Breite von 11 m vorgesehen. Unterhalb der Dorfstrasse wurde für den Chüelibach ein Gewässerraum mit einer Breite von 12.5 m ausgeschieden (vgl. Abbildung 20).

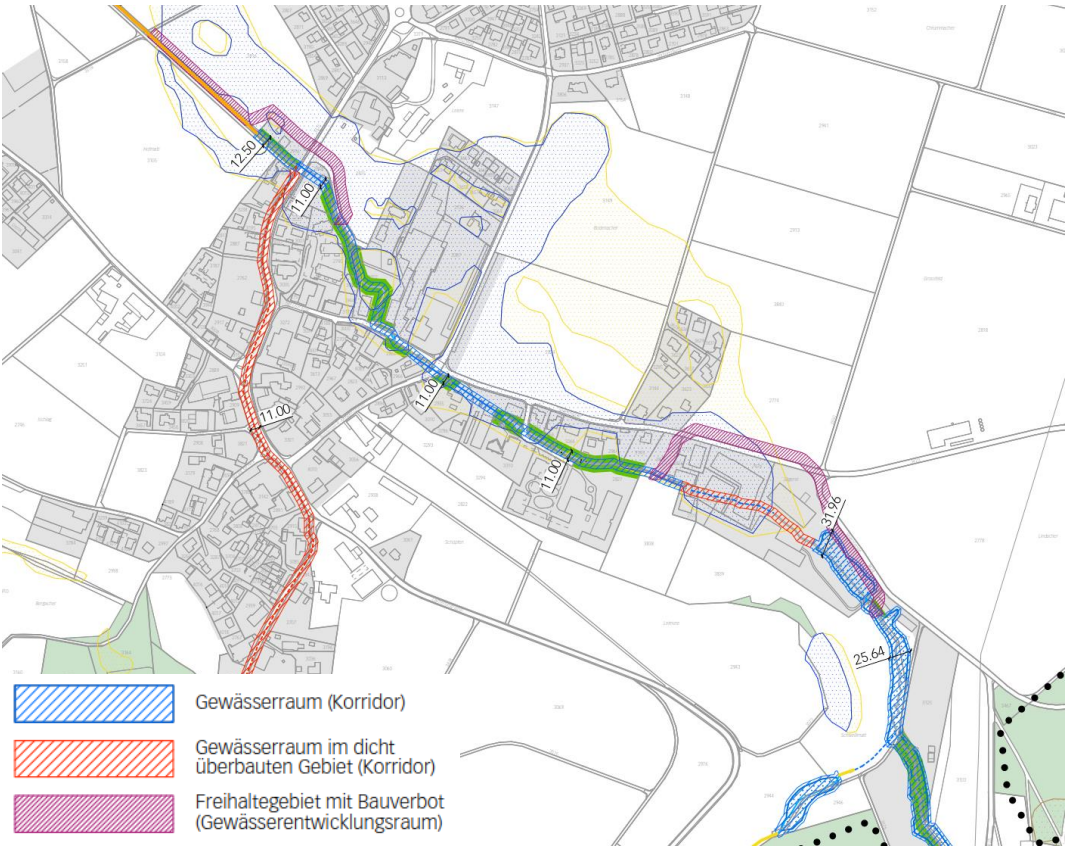


Abbildung 20: Ausschnitt Zonenplan Gewässerräume und Naturgefahren der laufenden Ortsplanungsrevision [8].

In der revidierten Ortsplanung sind zudem im Bereich des Areals Stuber und der Dorfstrasse Freihaltegebiete mit Bauverbot als Gewässerentwicklungsräume vorgesehen. Diese Gebiete wurden im Hinblick einer möglichen Umlegung des Chüelibachs ausgeschieden. Die Breite dieser Freihaltegebiete orientiert sich an der Gewässerraumabschätzung, welche im Rahmen der Vorprüfung des ursprünglichen Wasserbauplans Chüelibach Dorf Schüpfen gemacht wurde [30] (vgl. Tabelle 10).

Im Rahmen der Projekterarbeitung wurde zusammen mit entsprechenden Fachstellen vereinbart, dass das Projekt auf eine Gewässerraumbreite von 13.25 m ausgelegt werden soll (vgl. Tabelle 10). Dieser Gewässerraum ist auf den Projektplänen orientierend dargestellt.

Tabelle 10: Gewässerraum der Gewässerentwicklungsräume und Projektgewässerräume.

Abschnitt	Sohlenbreite	Breitenvariabilität	Faktor	Natürliche Sohlenbreite	Minimaler Gewässerraum
Chüelibach im Dorfbereich von Schüpfen	1 - 1.5 m	Eingeschränkt bis fehlend	1.5 - 2	2 - 3 m	13.25 m

3 Gefahrensituation

3.1 Abflussszenarien

Die Hochwasserabflüsse des Chüelibachs sind in Tabelle 11 ersichtlich und basieren auf der Gefahrenkarte Schüpfen [17].

Tabelle 11: Übersicht Abflussszenarien Chüelibach gemäss Gefahrenkarte Schüpfen [17].

	Fläche EZG [km ²]	30-jährlich [m ³ /s]	100-jährlich [m ³ /s]	300-jährlich [m ³ /s]
Oberhalb Schüpfen	9.5	5.0	6.5	8.5
Mündung Lyssbach	11.2	6.5	8.0	10.5

Im Jahr 2022 wurde auf der Daten- und Analyseplattform Hydrologischer Atlas der Schweiz aktualisierte Karten zu extremen Punktniederschlägen [14] publiziert. Die Auswirkungen dieser aktualisierten Daten auf die Abflussszenarien des Chüelibachs wurden im Auftrag des Wasserbauverbands Lyssbach durch Dr. Christoph Lehmann geprüft [22]. Gemäss der entsprechenden Studie sind die Werte für das HQ₃₀ in der Gefahrenkarte eher zu hoch, die Werte eines HQ₁₀₀ passend und die Werte des HQ₃₀₀ etwas zu tief (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12: Übersicht Abflussszenarien Chüelibach und Härdbächli basierend auf den neuen HADES-Werten [17].

	30-jährlich [m ³ /s]	100-jährlich [m ³ /s]	300-jährlich [m ³ /s]
Chüelibach vor Härdbächli	2.5-3.0	4.2-4.8	7
Härdbächli	1.2-1.5	2.0-2.5	3
Chüelibach nach Härdbächli (oberhalb Schüpfen)	4.0-4.5	6.5-7.0	10
Chüelibach bei Mingerstrasse	4.5-5.0	7.5-8.0	11
Chüelibach bei Mündung Lyssbach	5.3-5.8	8.5-9.0	13

3.2 Geschiebeszenarien

Der Chüelibach weist mehrheitlich eine natürliche Gerinnesohle auf. Geschiebetransport ist möglich. In der Gefahrenkarte von Schüpfen [17] werden keine konkreten Angaben zu den erwarteten Geschiebemengen gemacht.

3.2.1 Oberhalb Dorf Schüpfen

Der Chüelibach ist oberhalb des Dorfs Schüpfen nur wenig verbaut. Auf einer Gewässerlänge von 4.2 km sind gemäss Ökomorphologischer Karte nur 14 künstliche Abstürze mit Absturzhöhen von 0.2 – 0.3 m vorhanden (vgl. Abbildung 21). Diese bieten nur einen punktuellen Sohlenstabilisierung. Weiter sind die Ufer des Chüelibachs im Oberlauf grossmehrheitlich unverbaut. Grundsätzlich wäre somit das Potential für Geschiebetransport vorhanden.

Geschiebetransportberechnungen (Formeln Smart+Jäggi sowie Rickenmann) zeigen zudem, dass oberhalb des Areals Stuber bei einem HQ₁₀₀ 100-400 m³ Material transportiert werden können.

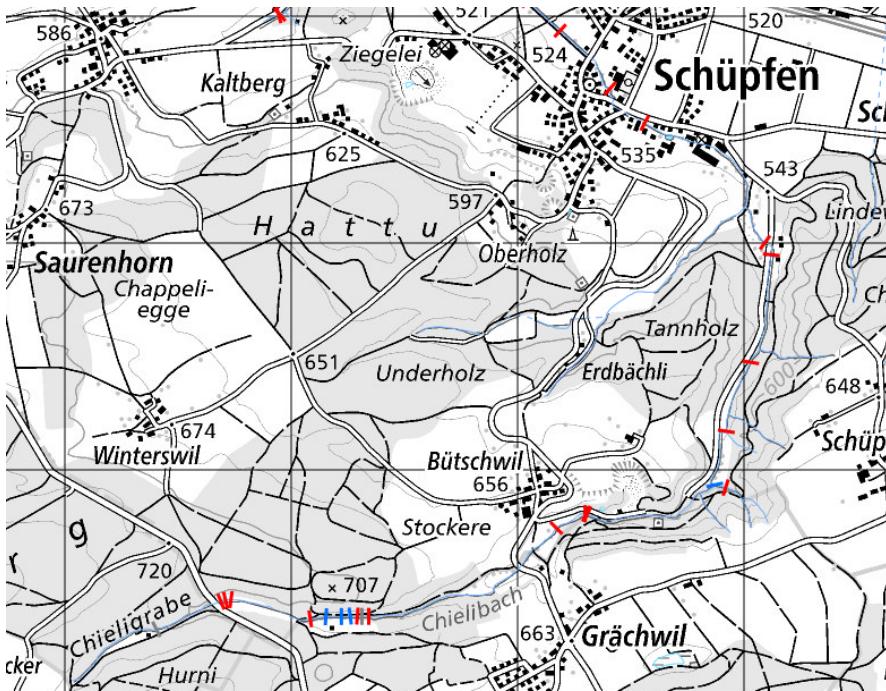


Abbildung 21: Abstürze im Chüelibach [50].

Gemäss Aussage von Vertretern des Wasserbauverbandes und vom zuständigen Wasserbauingenieur des Kantons Bern (Jörg Bucher) sind jedoch bei den Ereignissen in der Vergangenheit nie grössere Geschiebemengen transportiert worden. Grundsätzlich wird durch den Wasserbauverband kein wiederkehrender Unterhaltsaufwand für die Geschiebeentnahme oder die Geschiebebewirtschaftung betrieben. In den letzten Jahren musste durch den Verband einzig nach Hochwasserereignissen jeweils etwas Material abgeführt werden. Folgende Mengen sind dokumentiert:

- 2021: 86 m³ gemischtes Material (Erde, Holz, Geschiebe) im Schore (unterhalb Kiesgrube)
- 2016: 5 – 10 m³ oberhalb Areal Stuber

Die Grösse dieser beiden Hochwasserereignisse lässt sich nicht abschliessend feststellen. Da diese jedoch nicht im Ereigniskataster der Naturgefahren aufgeführt sind (vgl. Kapitel 2.2) und nicht Schäden im Siedlungsgebiet geführt haben, weisen sie wahrscheinlich eine kleine Jährlichkeit auf.

Aufgrund dieser Erfahrungswerte sowie der Erkenntnisse aus den Geschiebetransportberechnungen wird die erwartete Geschiebefracht bei einem HQ₁₀₀ oberhalb des Areals Stuber auf ca. 200 m³ festgelegt.

3.2.2 Im Dorf Schüpfen

Im heutigen Zustand ist die Transportkapazität innerhalb des Siedlungsgebietes quasi null ist. Die bestehenden Eindolungen, insbesondere jene beim Areal Stuber, wirken bei Hochwasserereignissen als Drosselung. Das Wasser tritt aus und fliesst entlang den bekannten Fliesswegen ausserhalb des Gerinnes ab (vgl. Kapitel 2.2 und 3.5). So wird verhindert, dass in den Gewässerabschnitten im Dorf ein grosser Abfluss und dementsprechend eine grosse Geschiebetransportkapazität herrschen kann.

3.2.3 Unterhalb Dorf Schüpfen

Unterhalb des Siedlungsgebiets beträgt die Geschiebetransportkapazität noch ca. 20 – 40 % der Kapazität oberhalb des Dorfes Schüpfen. Grund hierfür ist hauptsächlich das abnehmende Längsgefälle des Bachlaufs.

Bei einem häufigen Hochwasser (HQ₅) können im Unterlauf rechnerisch ca. 30 – 60 m³ Geschiebe transportiert werden.

3.3 Schwemmh Holz szenarien

Der Chüelibach weist im Einzugsgebiet grössere bewaldete Gebiete auf. Schwemmh Holz transport im Ereignisfall ist wahrscheinlich. In der Gefahrenkarte von Schüpfen [17] werden keine konkreten Angaben zu den erwarteten Schwemmh Holz mengen gemacht. Aus diesem Grund wurde die erwarteten Schwemmh Holz mengen mit verschiedenen Ansätzen hergeleitet.

3.3.1 Ansatz VAW Mitteilung 188

Anhand der empirischen Ansätze aus der VAW Mitteilung 188 zu Schwemmh Holz [12], wurde das Schwemmh Holz potential und die effektiv transportierte Schwemmh Holz menge abgeschätzt. Die effektiv transportierte Schwemmh Holz menge vor der Eindolung beim Areal Stuber variiert je nach angewendeter Formel zwischen 10 m^3 und 460 m^3 (vgl. Tabelle 13).

Tabelle 13: empirische Ansätze gemäss VAW Mitteilung 188 [12] zur Ermittlung der Schwemmh Holz fracht.

$H = 45 \cdot EG^{2/3}$	10.36	EG [km ²]	Fläche des Einzugsgebietes
Rickenmann (1997)	214	H [m ³]	Schwemmh Holz menge (Volumen des lose angehäuften Holzes)
$H = 4 \cdot V_W^{2/5}$	140400	V _W [m ³]	Wasserfracht
Rickenmann (1997)	458	H [m ³]	Schwemmh Holz menge
$H = 0.2 \cdot F$	50	F [m ³]	Feststofffracht
Uchiogi et al. (1996)	10	H [m ³]	Schwemmh Holz menge

3.3.2 Ansatz Publikation Schwemmh Holz in Fliessgewässern

In der Publikation Schwemmh Holz in Fliessgewässern [6] werden insgesamt 10 empirische Schätzformeln aufgeführt, mit welchen die Schwemmh Holz fracht (V_{reg}) bestimmt werden kann. Für das vorliegende Projekt wurden 9 dieser Formeln angewendet. Die mit empirischen Regressionen geschätzte Schwemmh Holz fracht (V_{reg}) variiert je nach angewendeter Formel zwischen 37 m^3 , locker und 693 m^3 , locker (vgl. Tabelle 14). Gemäss diesem Ansatz wären im Worst Case Schwemmh Holz frachten bis $11'000 \text{ m}^3$ nicht auszuschliessen.

Tabelle 14: empirische Formel gemäss Publikation Schwemmholz in Fließgewässern [6] zur Ermittlung der Schwemmholzfracht.

Parameter	Beschreibung	Wert	Einheit
E	Einzugsgebietsfläche	10.36	[km ²]
L	Gerinnellänge	8.82	[km]
L _w	Bewaldete Gerinnellänge	5.81	[km]
W	Waldfläche	6.00	[km ²]
Q _{max}	Spitzenabfluss	6.50	[m ³ /s]
V _w	Wasserfracht	140400.00	[m ³]
F	Feststofffracht	500.00	[m ³]

Annahme Dreieckgangline, Ereignisdauer 12h, Abflussspitze 6.5 m³/s

Gleichung		Faktor	Exponent 1	Exponent 2	V _{reg}	V _{reg, Locker}
1.3	V _{reg} = 38 * E ^{0.54}	Potenzfunktion	38	0.54	134	443
		10 %-Perzentil	6	0.54	21	70
		90 %-Perzentil	300	0.54	1060	3499
		Worst Case	558	0.52	1882	6211
1.4	V _{reg} = 77 * W ^{0.56}	Potenzfunktion	77	0.56	210	693
		10 %-Perzentil	13	0.56	35	117
		90 %-Perzentil	720	0.56	1964	6481
		Worst Case	1460	0.46	3329	10985
1.5	V _{reg} = 49 * L _w ^{0.5}	Potenzfunktion	49	0.5	118	390
		10 %-Perzentil	7	0.5	17	56
		90 %-Perzentil	500	0.5	1205	3977
		Worst Case	925	0.5	2230	7358
1.6	V _{reg} = 40 * L ^{0.48}	Potenzfunktion	40	0.48	114	375
		10 %-Perzentil	5.5	0.48	16	52
		90 %-Perzentil	400	0.48	1137	3753
		Worst Case	860	0.44	2241	7396
1.7	V _{reg} = 0.2 * F ^{0.65}	Potenzfunktion	0.2	0.65	11	37
		10 %-Perzentil	0.04	0.65	2	7
		90 %-Perzentil	1.4	0.65	80	262
		Worst Case	1.4	0.7	108	358
1.8	V _{reg} = 0.3 * V _w ^{0.47}	Potenzfunktion	0.3	0.47	79	260
		10 %-Perzentil	0.04	0.47	11	35
		90 %-Perzentil	2.6	0.47	683	2253
		Worst Case	6.2	0.45	1284	4239
1.9	V _{reg} = 5.7 * Q _{max} ^{0.91}	Potenzfunktion	5.7	0.91	31	103
		10 %-Perzentil	0.65	0.91	4	12
		90 %-Perzentil	30	0.91	165	544
		Worst Case	115	0.72	443	1461
1.11	V _{reg} = 0.4 * Q _{max} ^{0.46} * V _w ^{0.33}	Potenzfunktion	0.4	0.46	0.33	47
		10 %-Perzentil	0.3	0.35	0.25	11
		90 %-Perzentil	14	0.35	0.25	522
		Worst Case	87	0.26	0.19	1345
1.12	V _{reg} = 0.2 * E ^{0.23} * F ^{0.6}	Potenzfunktion	0.2	0.23	0.6	14
		10 %-Perzentil	0.06	0.22	0.56	3
		90 %-Perzentil	1.8	0.22	0.56	98
		Worst Case	1.7	0.23	0.61	129

3.3.3 Eigener Ansatz

Aufgrund der grossen Unterschiede in den Resultaten dieser Formeln, wurde die effektiv transportierte Schwemmholzmenge anhand eines eigenen Ansatzes abgeschätzt. Dabei wurde die Annahme gemacht, dass der Chüelibach im Hochwasserfall Äste transportiert, jedoch keine ganzen Bäume oder Wurzelstöcke (Wassermenge zu gering). Weiter wurde die Annahme getroffen, dass in den bewaldeten Abschnitten des Chüelibachs alle 5 m ein Ast mit einer durchschnittlichen Länge von 1.5 m und einem durchschnittlichen Durchmesser von 10 cm mitgerissen wird. Der Chüelibach sowie seine Seitenbäche weisen bis zur Sägerei insgesamt 6 km bewaldete Gerinnellänge auf. Im Hochwasserfall können so rund 15 m³ Schwemmholz fest anfallen. Unter Berücksichtigung eines Auflockerungsfaktors von 3.5 entspricht dies einer maximal erwarteten Schwemmholzmenge von 50 m³.

3.3.4 Lokale Gegebenheiten

Im Oberlauf bestehen diverse Durchlässe am Chüelibach (z.B. Strasse nach Grächwil, unterhalb Kiesgrube und Bierkeller) welche im Hochwasserfall verklausen können und so den Schwemmholztransport unterbinden. Dadurch werden die je nach angewendetem Ansatz möglichen Schwemmholzmengen eingeschränkt.

3.3.5 Fazit

Basierend auf den verschiedenen Ansätzen sowie den Überlegungen zu den lokalen Gegebenheiten wurde die erwartete Schwemmholzmengen oberhalb des Siedlungsgebietes (oberhalb Areal Stuber) auf 100 m³ bestimmt.

3.4 Abflusskapazitäten

Die maximalen Abflusskapazitäten des bestehenden Gerinnes wurden im gesamten Projektperimeter anhand von Normalabflussberechnungen und 1D-Modellierungen (HEC-RAS) ermittelt. Dabei wurde wie in Kapitel 6.1.4 beschrieben, ein Freibord gemäss der Empfehlung der Kommission für Hochwasserschutz (KOHs) [19] berücksichtigt.

Für offene Gerinneabschnitte wurden im IST-Zustand folgende Parameter in der Freibordberechnung berücksichtigt:

		Offene Gerinneabschnitte	Brücken / Eindolungen
σ_{wz}	Unschärfen in der Sohlenlage	0.1 m	0.1 m
σ_{wh}	Unschärfen in der Abflussberechnung	0.1 m	0.1 m
f_v	erforderliches Freibord aufgrund von Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen	0.3 m ($v=2.5$ m/s)	0.3 m ($v=2.5$ m/s)
f_t	erforderliches Freibord aufgrund von zusätzlich benötigtem Abflussquerschnitt für Treibgut unter Brücken	-	0.5 m
f_e	Erforderliches Gesamtfreibord	0.4 m	0.6 m

Für die Berechnungen wurde ein Rauigkeitsbeiwert von $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gewählt. Die maximale Abflusskapazität der einzelnen Gerinneabschnitte ist in Abbildung 1 ersichtlich. Rot markierte Abschnitte weisen eine maximale Abflusskapazität inkl. Freibord von weniger als $1 \text{ m}^3/\text{s}$ auf. Orange markierte Abschnitte haben eine Abflusskapazität von weniger als $2 \text{ m}^3/\text{s}$ und bei gelben Abschnitten übersteigt die maximale Abflusskapazität $3 \text{ m}^3/\text{s}$ nicht. Die restlichen Abschnitte weisen eine maximale Abflusskapazität inkl. Freibord von mindestens $3 \text{ m}^3/\text{s}$ auf.

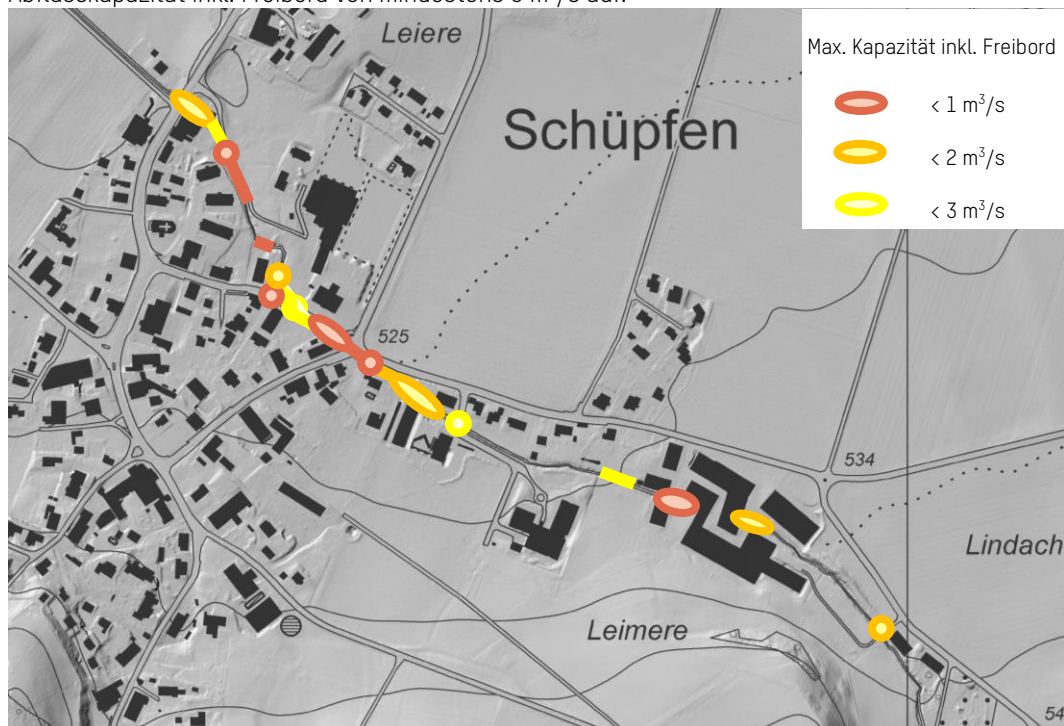


Abbildung 22: Übersicht maximale Abflusskapazitäten Chüelibach. Abschnitte ohne Farbe weisen eine maximale Abflusskapazität inkl. Freibord von mindestens $3 \text{ m}^3/\text{s}$ auf.

3.5 Gefahrenbeurteilung

In der Gefahrenkarte aus dem Jahr 2005 [17] sind grosse Bereiche des Zentrums (u.a. Sägereiareal, Primar- und Oberstufenschule) von Schüpfen der blauen (mittlere Gefährdung) bzw. der gelben (geringe Gefährdung) Gefahrenstufe zugeordnet (vgl. Abbildung 23). Die Gefährdungen werden durch Ausuferungen des Chüelibachs verursacht. Ab 30-jährlichen Hochwasserereignissen muss im Siedlungsraum mit Überschwemmungen gerechnet werden. Die entsprechenden Intensitätskarten sind im Anhang C ersichtlich.

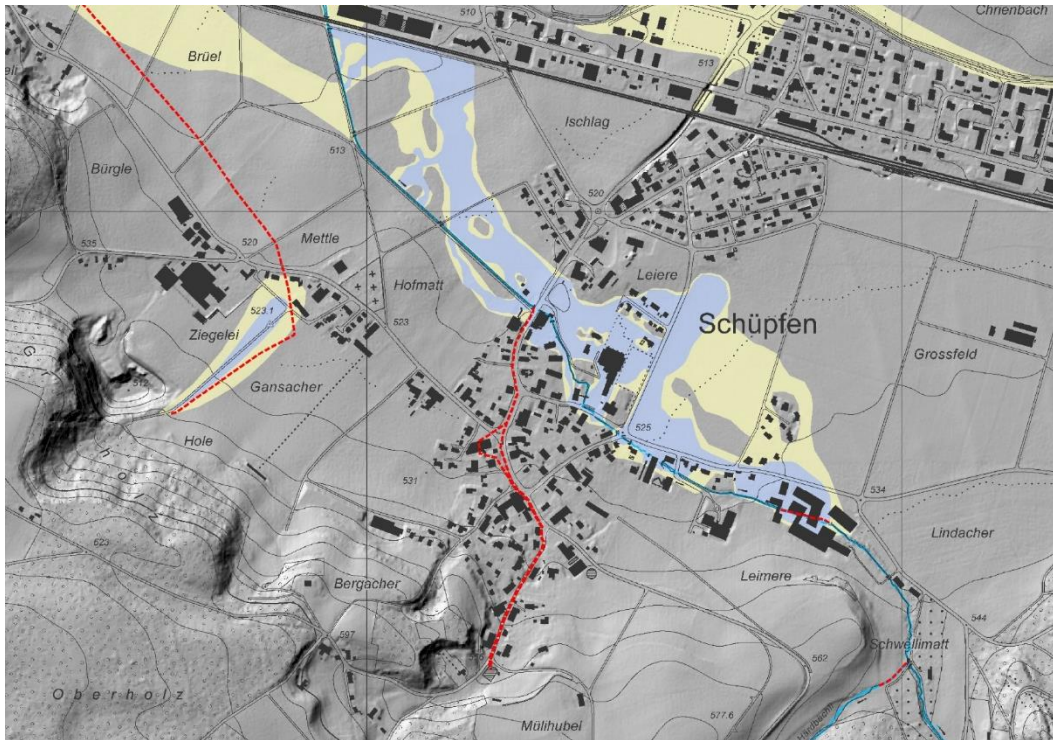


Abbildung 23: Ausschnitt der Gefahrenkarte Wassergefahren [17].

3.6 Defizite Hochwasserschutz

Gemäss der aktuellen Gefährdungssituation (vgl. Kapitel Abbildung 23) besteht im ganzen Dorfzentrum von Schüpfen eine Überschwemmungsgefährdung ab 30-jährlichen Ereignissen. Die in Kapitel 4.2 für den Siedlungsraum definierten Schutzziele (HQ_{100}) werden nicht eingehalten, so dass Schutzdefizite bestehen.

3.7 Oberflächenabfluss

Unabhängig von der Gefährdung durch Hochwasser des Chüelibachs, kann es bei Starkregen zu Oberflächenabfluss kommen. Der Regen fällt auf versiegelte Flächen oder gesättigte Böden und fliesst oberflächlich ab, bis er schliesslich in den Chüelibach gelangt.

Die Fliesswege des Oberflächenabflusses können der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss entnommen werden (vgl. Abbildung 24). Im Projektperimeter ist vor allem im Bereich Bodenacher, der Turnhalle und der Sportplätze, sowie im Bereich der Hostett eine deutliche Konzentration von Oberflächenwasser (Fliesstiefen >0.25 m) erkennbar.

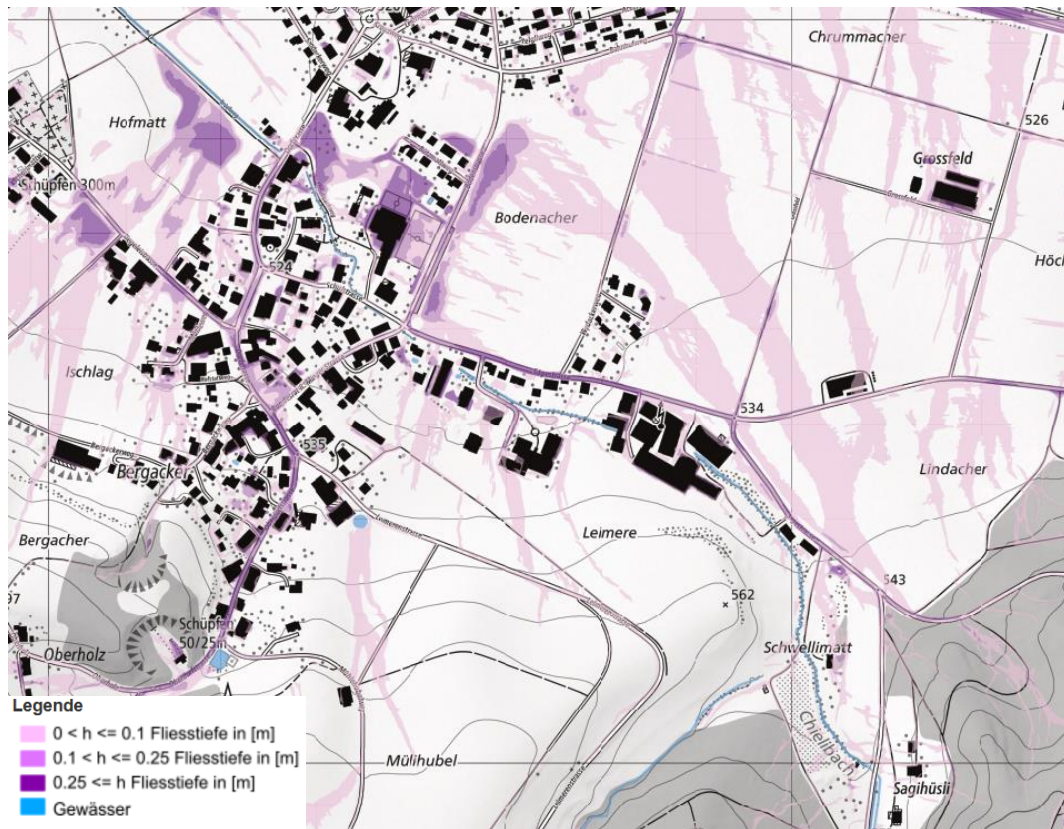


Abbildung 24: Gefährdungskarte Oberflächenabfluss im Dorfbereich von Schüpfen [50].

4 Projektziele

4.1 Allgemeine Projektziele

Gemäss dem Projekthandbuch [13] ist das Hauptziel der Überarbeitung des Wasserbauplans, iterativ eine wasserbaulich, gesamtheitliche Lösung für den Chüelibach zu erarbeiten, die fachlich, politisch und finanziell akzeptiert wird.

In allen Bereichen muss das Optimum, resp. ein realisierbarer Kompromiss betreffend folgenden Anforderungen gesucht werden:

- Robustheit Gesamtsystem erreichen
- Verbleibendes Risiko bei Überlastfall vermindern, resp. beherrschbar machen
- Raumbedarf, Landerwerb und Nutzungseinschränkungen erkennen und darstellen und den Betroffenen kommunizieren
- Linienführungen unter allen Aspekten optimieren
- Einsatz von weichen und harten Verbauungsmassnahmen situativ einsetzen
- Naturnaher Wasserbau realisieren
- Q_{dim} pro Abschnitt optimieren und allenfalls Entlastungen definieren
- Fischereiliche Aspekte berücksichtigen
- Hydraulische Aspekte erwägen und festlegen (Gefälle, Geschiebe, Freibord nach KOHS)
- Technische Konfliktpunkte (z.B. Werkleitungen) erkennen und bereinigen
- Kostenschätzung für jeden Iterationsschritt eruieren
- Schadenpotential korrekt ermitteln
- Nutzen/Kosten-Verhältnis für jeden Iterationsschritt berechnen
- Kostenteiler bei den betroffenen Abschnitten (z.B. Primarschulhaus, Spielplatz, etc.) klären (GVL, Gemeinde, Werkeigentümer, etc.)
- Finanzielle Beiträge optimieren

4.2 Schutzziele Hochwasserschutz

Die Hochwasserschutzziele wurden entsprechend der Risikostrategie für Naturgefahren des Kantons Bern festgelegt [20] und sind in Tabelle 15 ersichtlich.

Tabelle 15: Schutzziele Hochwasserschutz Chüelibach.

Objektkategorie	Schutzziel
Landwirtschaftlich genutzte Flächen	HQ ₂₀
Siedlungsgebiet	HQ ₁₀₀

4.3 Ökologische Zielsetzung

Mit dem Projekt soll prioritär der Hochwasserschutz für Schüpfen verbessert werden.

Gemäss Art. 4 des Bundesgesetzes über den Wasserbau (WBG) muss bei Eingriffen in das Gewässer dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Gewässer und Gewässerraum müssen so gestaltet werden, dass sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können, die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben und eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.

Das heutige Gerinne weist insbesondere in der Längsvernetzung und im ökomorphologischen Gewässerzustand grosse Defizite (vgl. Kapitel 2.8) auf. Um Art.4 WBG zu erfüllen, soll mit dem Projekt die Längsvernetzung und der ökomorphologische Gewässerzustand verbessert werden.

5 Variantenstudium

5.1 Variantenübersicht

In einer ersten Stufe des Variantenstudiums wurden insgesamt fünf unterschiedliche Varianten mit zusätzlichen Untervarianten untersucht, welche zum Ziel haben, die Abflusskapazität für den Chüelibach im Projektperimeter entsprechend den Schutzzielen (vgl. Kapitel 4.2) zu erhöhen (vgl. Tabelle 16).

Tabelle 16: Übersicht der untersuchten Varianten.

Varianten	Massnahmen
Variante 1: Teilausbau heutiges Gerinne	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau Gerinne im Dorf auf 4.5 m³/s, inkl. Freibord - Neues Gerinne südseitig des Sägereiareals - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett - Entlastung ab 20-jährlichem Ereignis in landwirtschaftliche Nutzflächen
Variante 2: Entlastungsmulde Bodenacher	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau Gerinne im Dorf auf 1 m³/s, inkl. Freibord - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett - Offener Entlastungskanal in landwirtschaftlichen Nutzflächen
Variante 3: Neues Gerinne Bodenacher	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität: 6.5 m³/s) durch die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Bodenacher - Aufhebung bestehendes Gerinne zwischen Sägereiareal und Dorfstrasse
Variante 3a: Neues Gerinne entlang Sägestrasse bis Primarschulhaus	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität: 6.5 m³/s) entlang Sägestrasse zum Primarschulhaus - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett - Aufhebung bestehendes Gerinne zwischen Sägereiareal und Primarschulhaus - Ausbau bestehendes Gerinne zwischen Primarschulhaus und Durchlass Dorfstrasse
Variante 3b: Neues Gerinne entlang Sägestrasse zu Sportplatz	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität: 6.5 m³/s) entlang Sägestrasse zu Schulsportplatz - Aufhebung bestehendes Gerinne zwischen Sägereiareal und Dorfstrasse
Variante 3c: Neues Gerinne Bodenacher	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität: 6.5 m³/s) durch die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Bodenacher - Aufhebung bestehendes Gerinne im Siedlungsgebiet
Variante 4a: Entlastungsleitung entlang Sägestrasse zu Primarschulhaus	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Entlastungsleitung entlang Sägestrasse zum Primarschulhaus - Ausbau bestehendes Gerinne zwischen Primarschulhaus und Dorfstrasse
Variante 4b: Entlastungsleitung Bodenacher	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Entlastungsleitung durch landwirtschaftliche Nutzflächen zu Schulsportplatz - Ausbau Gerinne im Dorf auf 1 m³/s, inkl. Freibord - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett
Variante 4c: Entlastungsleitung Grossfeld	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Entlastungsleitung durch Grossfeld direkt in Lyssbach
Variante 4d: Entlastungsleitung Schwellimatt	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Entlastungsleitung ab Schwellimatt in Lyssbach

Variante 4e: Entlastungsleitung Sägereiareal	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Entlastungsleitung um Sägereiareal - Ausbau bestehendes Gerinne unterhalb Sägerei
Variante 5a: Maximalausbau bestehendes Gerinne	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau Gerinne im Dorf auf 6.5 m³/s, inkl. Freibord - Neues Gerinne südseitig des Sägereiareals - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett
Variante 5b: Ausbau und Umlegung Gerinne bei Primarschulhaus	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität 6.5 m³/s) südseitig des Sägereiareals - Neues Gerinne entlang Bodentrasse zu Schulsportplatz und Dorfstrasse

Sämtliche Varianten sind im Anhang A dargestellt und beschrieben. Die Varianten wurden im Rahmen der Projektausschusssitzungen besprochen und beurteilt. Dabei wurden wasserbauliche, gesellschaftliche, ökonomische sowie ökologische Kriterien berücksichtigt. Die Varianten 3c: Neues Gerinne Bodenacher und 4b: Entlastungsleitung Bodenacher wurden schliesslich gewählt und in einem detaillierten Variantenstudium genauer miteinander verglichen.

5.2 Variantenstudium

5.2.1 Variante Neues Gerinne (3c)

Die Variante Neues Gerinne sieht vor, ab dem Sägereiareal einen neuen Bachlauf zu erstellen, welcher durch die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Bodenacher, an den Sportanlagen vorbei zur Hostett östlich der Dorfstrasse führt. Nach der neuen Unterquerung der Dorfstrasse, soll das neue Gerinne unterhalb der Liegenschaft Dorfstrasse 10 wieder auf den bestehenden Bachlauf treffen (vgl. Abbildung 25).

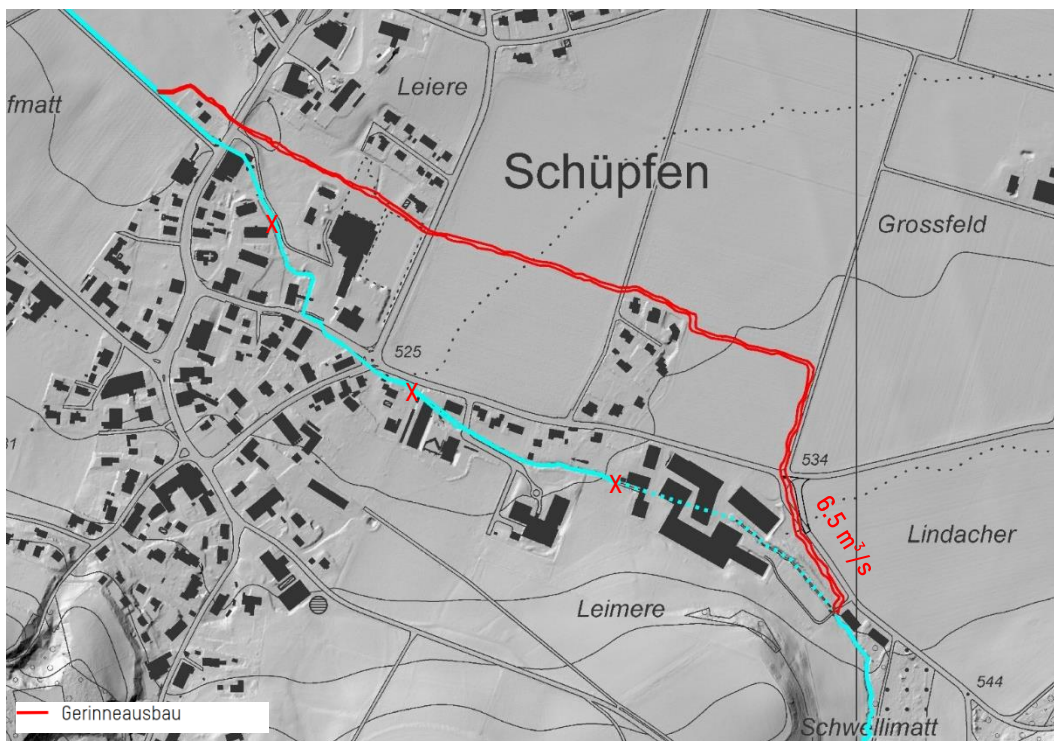


Abbildung 25: Übersichtsskizze Variante Neues Gerinne.

Das neue Gerinne weist eine hydraulische Kapazität inkl. Freibord von 6.5 m³/s auf. Die Sohlenbreite des neuen Gerinnes beträgt ca. 2 m und wird mit einer strukturierten Niederwasserrinne versehen. Die Böschungsneigungen werden variabel ausgestaltet, jedoch maximal mit einer Neigung von 2:3 (vgl. Abbildung 26 und Abbildung 27). Um eine ökologische Ausgestaltung des Gerinnes erreichen zu können, wird die Gewässerraumbreite von 13.25 m (vgl. Kapitel 2.8.9) voraussichtlich auch mehr-

heitlich durch das Gerinne beansprucht werden. Um den Gewässerunterhalt gewährleisten zu können, ist in Abschnitten, in welchen das neue Gerinne nicht entlang einer bestehenden Strasse geführt werden kann, zusätzlich eine Unterhaltspiste ausserhalb des Gewässerraums vorgesehen. Diese weist eine Breite von 3 m auf und wird mit einem Schotterrasen befestigt.

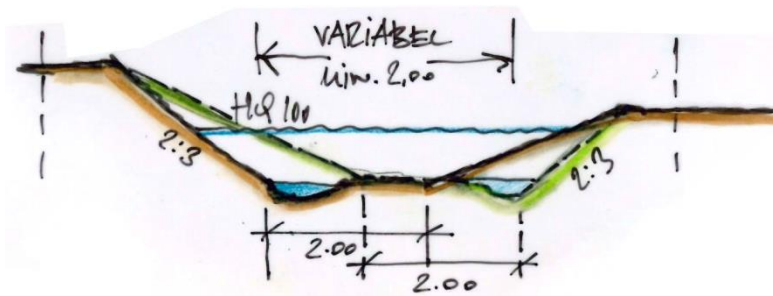


Abbildung 26: Skizze Gerinnegestaltung.



Abbildung 27: Gestaltungsskizze Bereich Sportanlagen / Primarschulhaus für die Variante Neues Gerinne.

Die Variante sieht vor insgesamt 6 neue Brücken (oberhalb Sägerei, Sägestrasse, Wydackerweg, Bodenstrasse, Sportplatz, Dorfstrasse) zu bauen. Im Bereich Kreuzung Sägestrasse, nördlich des Sägereiareals, soll zudem die Strasse leicht verschoben werden, damit genügend Platz für das neue Gerinne vorhanden ist.

Mit dieser Variante wird der bestehende Bach zwischen der Sägerei und der Dorfstrasse aufgehoben. Aufgrund diverser Meteorwasserleitungen der Siedlungsentwässerung, sowie Brunnen- und Hangwasser hat der bestehende Bachlauf jedoch weiterhin eine Funktion zur Ableitung von Wasser.

Grundsätzlich könnte in das bestehende Gerinne eine Sickerwasserleitung eingesetzt und der Bach zugeschüttet werden. Der Entscheid, ob das Gerinne als Rinnsal bestehen bleibt oder ob der Bach zugeschüttet wird, obliegt der Gemeinde. Im Rahmen von Abflussmessungen bei Trockenwetter, konnte kein signifikanter Zufluss von Wasser in diesem Abschnitt gemessen werden (vgl. Kapitel 2.8.8). Bei Trockenwetter wäre somit nicht mit einem erkennbaren Abfluss in diesem Abschnitt zu rechnen.

Die Projektkosten dieser Variante wurden auf CHF 3.8 Mio. inkl. MwSt. geschätzt (+/- 30 %).

5.2.2 Variante Entlastungsleitung (4b)

Die Variante Entlastungsleitung sieht vor, Wasser im Hochwasserfall mit einer Entlastungsleitung um das Siedlungsgebiet von Schüpfen herumzuleiten. Oberhalb des Sägereiareals ist ein Entlastungsbauwerk vorgesehen. Dieses drosselt den maximalen Abfluss im bestehenden Gerinne zwischen

dem Sägereiareal und der Dorfstrasse. Das Hochwasser wird mit dem Entlastungsbauwerk in die Entlastungsleitung geführt. Das Entlastungsbauwerk wird mit einem Schwemmholzrechen versehen um das Verkläusungsrisiko der Entlastungsleitung sowie des bestehenden Gerinnes zu minimieren. Die genaue Ausgestaltung dieses Bauwerks und die genaue Lage wurde noch nicht abschliessend bestimmt. Die Entlastungsleitung führt durch die landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Schulsportplatz und mündet nach der Dorfstrasse in den Chüelibach (vgl. Abbildung 28).

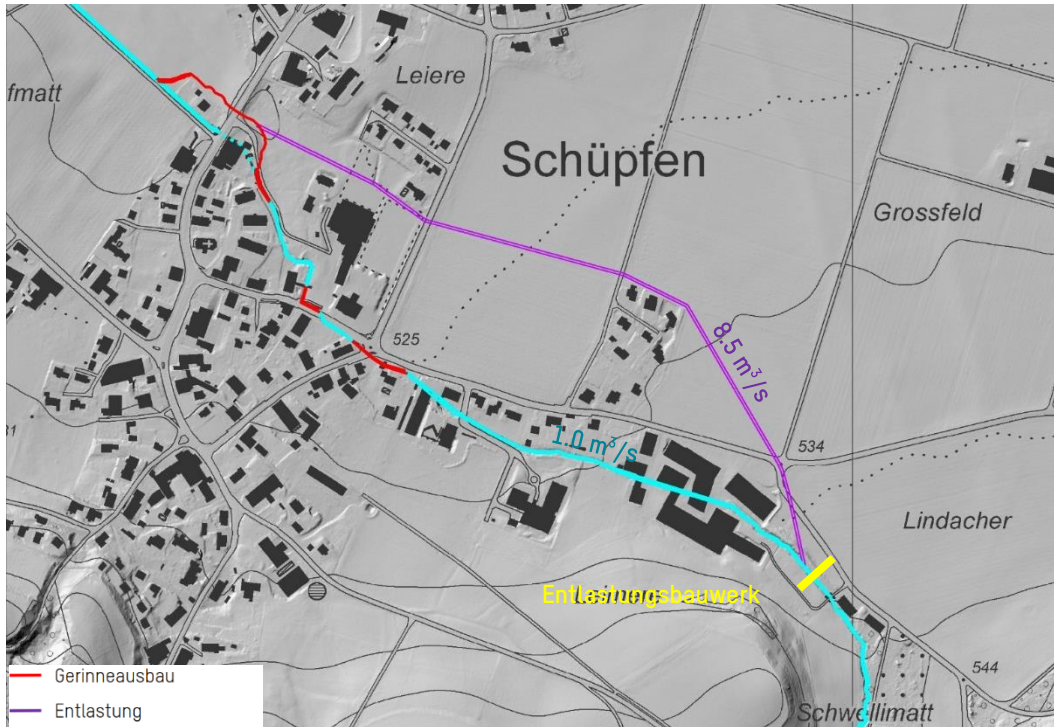


Abbildung 28: Übersichtsskizze Variante Entlastungsleitung.

Gemäss Absprache mit BAFU und OIK [10] ist die Entlastungsleitung auf ein HQ_{300} ($8.5 \text{ m}^3/\text{s}$) zu dimensionieren, jedoch wird kein Freibord in der Leitung berücksichtigt. Aus hydraulischer Sicht muss die Leitung mindestens einen Innendurchmesser von 1.6 m aufweisen. Um die Zugänglichkeit und somit den Unterhalt der Leitung zu vereinfachen hat die Leitung, wo möglich, einen Innendurchmesser von 2 m. Aus statischen Gründen, aber auch um die landwirtschaftliche Nutzung nicht einzuschränken, soll die Leitung eine Mindestüberdeckung von 1 m aufweisen.

Um diese Mindestüberdeckung gewährleisten zu können, muss der Durchmesser der Leitung in der unteren Hälfte auf 1.6 m reduziert werden. Aus hydraulischen Gründen muss in diesem Bereich ein Rohr aus glasfaserverstärktem Kunststoff gewählt werden (glattere Oberfläche → grössere Abflussgeschwindigkeiten). Weiter ist die Mulde im Bereich der Hostett vor der Dorfstrasse aufzuschütten, um so die benötigte Überdeckung der Leitung in diesem Bereich zu erreichen. In Abbildung 29 ist eine schematische Darstellung des Längensprofils der Leitung ersichtlich.

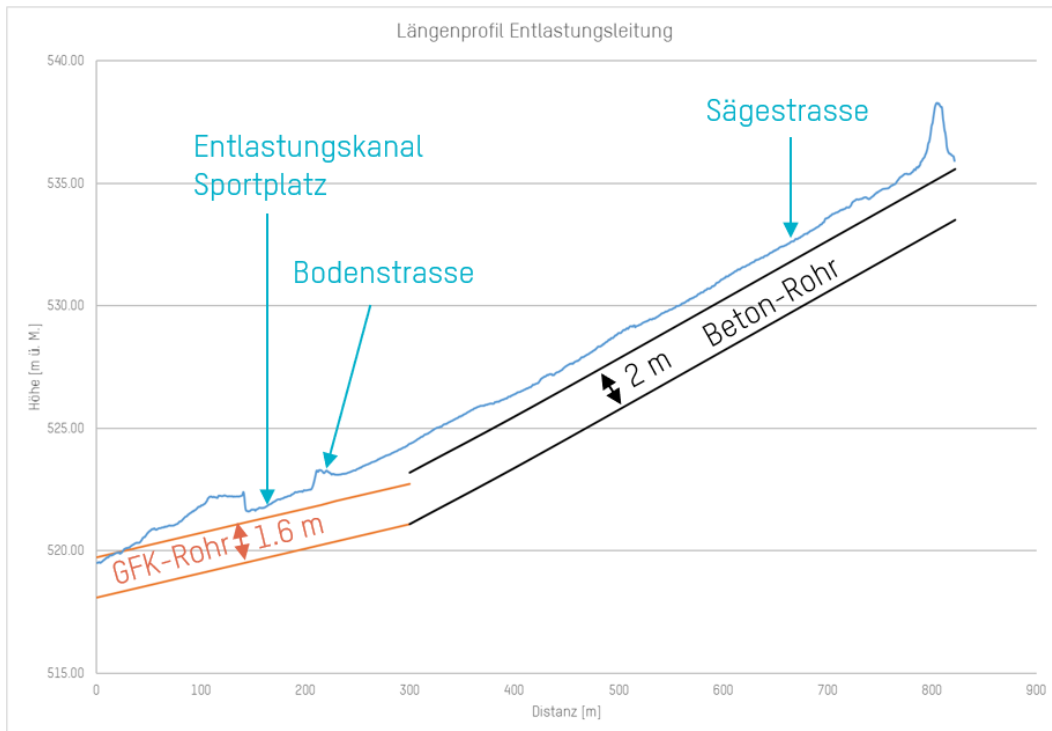


Abbildung 29: Schematische Darstellung Längenprofil Entlastungsleitung.

Nach der Hostett quert die Leitung die Dorfstrasse. Anschliessend wird das Wasser mit einem Auslaufbauwerk wieder in den Chüelibach geleitet. Die Ausgestaltung des Auslaufbauwerks ist noch nicht bestimmt.

Mit dem Bau der Entlastungsleitung sollen die Eingriffe entlang dem bestehenden Gerinne im Dorf auf ein Minimum reduziert werden. Da das heutige Gerinne unter Berücksichtigung eines Freibords stellenweise eine sehr geringe Kapazität aufweist (vgl. Kapitel 3.4) ist die Entlastung so einzustellen, dass diese bei jedem grösseren Abfluss anspringt und nur ein sehr geringer Abfluss durch das Dorf fließen kann. Im vorliegenden Fall ist eine Drosselwassermenge von $1 \text{ m}^3/\text{s}$ vorgesehen. Damit weist das bestehende Gerinne grösstenteils eine genügende Kapazität auf. Die Schwachstellen beschränken sich mehrheitlich auf Gewässerabschnitte, welche sich in einem schlechten Zustand befinden (z.B. bei Gebäuden Sägestrasse 2 und Bundesrat-R.-Minger-Strasse 1a und im Kindergartenbereich) und Sanierungsmassnahmen ohnehin erforderlich sind. Durch den Bau eines Schwemmholzrechs beim Entlastungsbauwerk kann zudem das benötigte Freibord im Bereich der Eindolung Sägerei minimiert werden. Dadurch weist dieser Abschnitt eine Kapazität grösser als $1 \text{ m}^3/\text{s}$ auf. Noch offen ist, ob auch Massnahmen zur Vergrösserung des Durchlasses der Bundesrat-R.-Minger-Strasse nötig sind. Die Kapazität dieses Durchlasses ist kleiner als $1 \text{ m}^3/\text{s}$, könnte jedoch allenfalls mit Massnahmen am Gerinne oberhalb verbessert werden. Alternativ gibt es die Möglichkeit aufgrund dieses Durchlasses die Drosselwassermenge weiter zu reduzieren. Der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse wird durch den Bau eines neuen Gerinnes und Durchlasses im Bereich der Hostett behoben (vgl. Abbildung 30).

Die Projektkosten dieser Variante wurden auf CHF 5.8 Mio. inkl. MwSt. geschätzt (+/- 30 %).



Abbildung 30: Gestaltungsskizze Bereich Sportanlagen / Primarschulhaus für die Variante Entlastungsleitung.

5.2.3 Perimetererweiterung oberhalb Dorf

Aufgrund einer Rückmeldung aus der Mitwirkung wurde im Rahmen einer Projektausschusssitzung beschlossen, den Perimeter nach oben zu erweitern (vgl. Kapitel 1.3), um allfällige Wasseraustritte aus dem Bereich Sagihüsli aufzufangen.

Mittels einer hydraulischen 2D-Modellierung mit dem Programm HEC-RAS, wurden die Fliessewege bei einer Totalverklauung des Durchlass Sagihüsli bei einem HQ_{300} geprüft (vgl. Abbildung 31). Die Modellierung zeigt, dass das Wasser breitflächig entlang dem Chüelibach zur Baumschule und anschliessend in Richtung Sägereiareal abfließt. Damit sämtliches Wasser das neue Gerinne, resp. die Entlastungsleitung erreicht, ist im Bereich der Baumschule mittels einer Terrainmodellierung das ausgetretene Wasser zurück ins Gerinne des Chüelibach zu leiten. Diese Massnahme ist unabhängig der gewählten Variante umzusetzen.

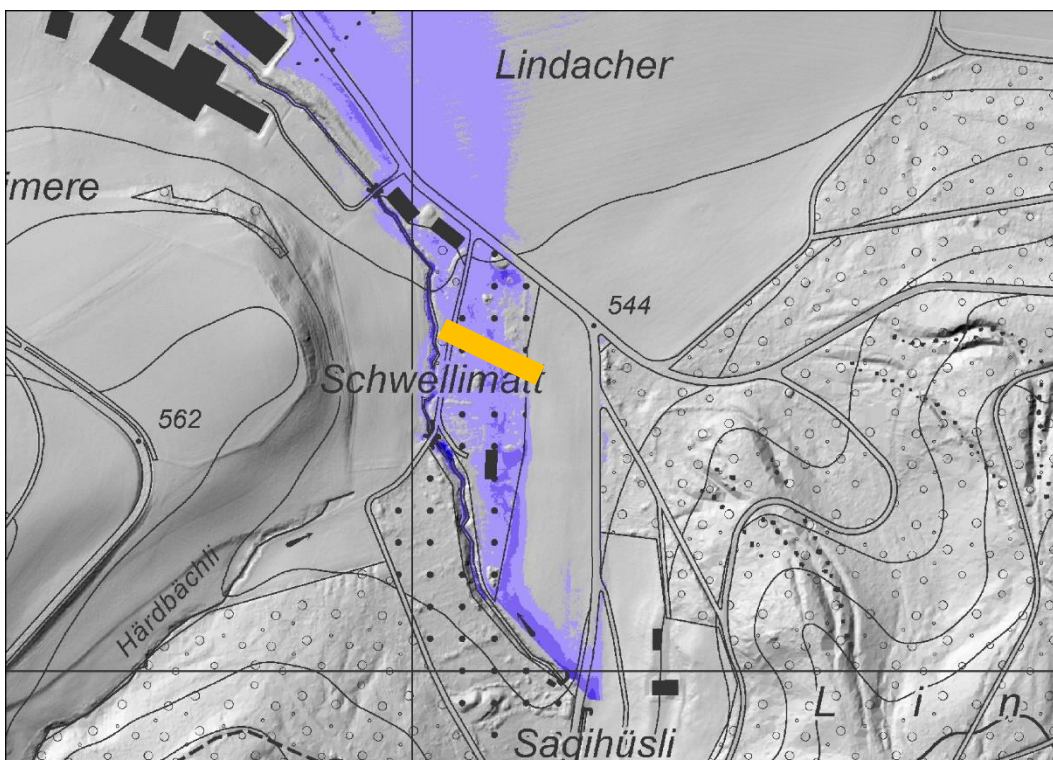


Abbildung 31: 2D-Überflutungsmodellierung Totalverklauung Durchlass Sagihüsli bei HQ_{300} ($8.5 \text{ m}^3/\text{s}$). Gelb: Terrainmodellierung zur Zurückleitung des ausgetretenen Wassers.

5.3 Variantenvergleich

In der Folge werden die wesentlichsten Unterschiede in der Bewertung der Varianten Neues Gerinne und Entlastungsleitung erläutert.

5.3.1 Hochwasserschutz

Schutzziele

Beide Varianten gewährleisten, dass der Siedlungsraum von Schüpfen bis zu einem HQ_{100} und die landwirtschaftlich genutzten Flächen bis zu einem HQ_{20} geschützt werden. Die Schutzziele können so in beiden Fällen erreicht werden.

In der Variante Neues Gerinne wird eine Kapazität inkl. Freibord von $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$ erreicht. Bordvoll (ohne Freibord) könnte ein Abfluss von $14 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeführt werden.

Bei der Variante Entlastungsleitung ist die Anwendung eines Freibords in der Leitung nicht sinnvoll. Um jedoch auch bei dieser Variante zusätzliche Reserven im System vorweisen zu können, wurde in Absprache mit BAFU und OIK [10] vereinbart die Leitung auf ein HQ_{300} ($8.5 \text{ m}^3/\text{s}$) zu dimensionieren.

Robustheit / Überlastfall

Bei der Variante Neues Gerinne bietet der Freibordbereich zusätzlich Kapazitätsreserven, welche im Überlastfall (Ereignis, welches das Dimensionierungsszenario überschreitet (z.B. HQ_{300})) genutzt werden können. Bei dieser Variante fliesst der Bach neu im Bereich des tiefsten Punkts des Geländes, resp. in Bereichen, welche bei den vergangenen Hochwasserereignissen (vgl. Kapitel 2.2) überschwemmt wurden. Wasser, welches im Überlastfall austritt, findet so einfacher wieder zurück ins Gerinne. Zudem bildet das Gerinne eine Auffanglinie für Oberflächenwasser. Im Überlastfall kann somit von gutmütigeren Fliesswegen als heute ausgegangen werden.

Auf der anderen Seite sind insgesamt mindestens 6 neue Brücken notwendig (oberhalb Sägerei, Sägestrasse, Wydackerweg, Bodenstrasse, Sportanlagen, Dorfstrasse), welche allesamt im Überlastfall ein Verklausungs-/ Verstopfungsrisiko aufweisen.

Bei der Variante Entlastungsleitung bestehen Kapazitätsreserven in der Ausbauwassermenge der Entlastungsleitung, so dass diese grundsätzlich ein HQ_{300} (ohne weitere Reserven) ableiten könnte.

Auf der anderen Seite muss mit dem Entlastungsbauwerk ein sehr technisches und komplexes Bauwerk gebaut werden. Die genaue Ausbildung dieses Bauwerks wurde im Rahmen des Variantenstudiums noch nicht abgeklärt und kann erheblichen Einfluss auf dessen Funktionsweise haben. Grundsätzlich weist das Entlastungsbauwerk jedoch insbesondere im Zusammenhang mit Prozessen Geschiebe- und Schwemmholztransport Risiken auf, welche zu einem Versagen der Entlastung führen könnten (z.B. Verklausung Entlastungsbauwerk aufgrund grossem Geschiebe- oder Schwemmholzaufkommen oder vernachlässigtem Unterhalt am Bauwerk). Sollte die Entlastung überlastet werden bleiben die Fliesswege gegenüber dem heutigen Zustand unverändert. Weiter weisen auch die vielen Durchlässe und Eindolungen entlang dem heutigen Gerinne ein Verklausungsrisiko im Überlastfall auf.

Zugänglichkeit während Ereignis

Bei der Variante Neues Gerinne ist die Zugänglichkeit für die Feuerwehr gewährleistet. Auf der ganzen Länge des neuen Gerinnes bestehen Strassen oder neue Unterhaltswege werden gebaut. Allfällige Interventionen während dem Ereignis sind möglich.

Bei der Variante Entlastungsleitung sind nur das Entlastungs- und Auslaufbauwerk, sowie das bestehende Gerinne während einem Ereignis zugänglich. Die Entlastungsleitung ist während einem Hochwasserereignis nicht erreichbar.

5.3.2 Gesellschaft / Raum / Nutzung/ Realisierbarkeit

Eingriffe in Grundeigentumsrechte

Bei der Variante Neues Gerinne sind insgesamt 7 Drittpersonen / Organisationen betroffen, bei welchen Massnahmen auf ihren Grundstücken geplant sind (Parzellennummern: 3146, 2778, 2774, 3840, 3149, 2824, 2815 und 2816). Die restlichen tangierten Grundstücke sind im Eigentum von Gemeinde oder Kanton. Die betroffenen Flächen auf diesen Parzellen werden neu dauerhaft für das Neue Gerinne verwendet.

Bei der Variante Entlastungsleitung werden grundsätzlich die gleichen Parzellen tangiert wie bei der Variante Neues Gerinne. Im Gegensatz zur Variante Neues Gerinne beschränken sich die Eingriffe auf den meisten Grundstücke (Parzellennummern: 2778, 2774, 3840 und 3149) jedoch auf die Bauphase. Nach der Realisierung sind diese weiterhin wie bis anhin nutzbar. Im Bereich des Entlastungsbauwerks (Parzelle 3146 oder 2777), der Parzellen 2700 und 2935 (Vergrösserung bestehendes Gerinne vor Durchlass Bundesrat-R.-Minger-Strasse) sowie auf den Parzellen 2815 und 2816 (Neues Gerinne bei Hostett und Auslaufbauwerk), ist mit einer dauerhaften Beanspruchung von Teilen der Grundstücke zu rechnen.

Flächenbedarf

Der dauerhafte Flächenbedarf ist bei der Variante Neues Gerinne deutlich grösser als bei der Variante Entlastungsleitung. Die genauen Flächenangaben können der Tabelle 17 entnommen werden. In der ersten Zeile der Tabelle sind die durch das vorliegende Projekt tangierten Flächen ersichtlich (Wasserbauplan Dorf Schüpfen). In der zweiten Zeile der Tabelle sind die tangierten Flächen bei zusätzlicher Realisierung des Wasserbauplans «Unterhalb Dorf Schüpfen» ersichtlich (vgl. Kapitel 1.1)

Tabelle 17: Übersicht Flächenbedarf der beiden Varianten (Stand Variantenstudium).

	Variante Neues Gerinne	Variante Entlastungsleitung
Dauerhaft beanspruchte Flächen im vorliegenden Projekt «Dorf Schüpfen» (ohne Berücksichtigung Flächen auf Parzellen der Gemeinde oder des Kantons)	13'900 m ²	4'200 m ²
Dauerhaft beanspruchte Flächen Wasserbaupläne «Dorf Schüpfen» und «unterhalb Dorf Schüpfen» zusammen (ohne Berücksichtigung Flächen auf Parzellen der Gemeinde oder des Kantons)	18'200 m ²	8'500 m ²

Einfluss auf zukünftige Bautätigkeiten

Durch die Umsetzung der Variante Neues Gerinne, kann der Gewässerraum auf der Parzelle 3146 an den Parzellenrand, resp. über diesen hinaus verschoben werden. Die heute bestehenden Einschränkungen aufgrund des Gewässerraums im Bereich des Sägereiareals entfallen grösstenteils. Auch unterhalb der Sägerei wird der Gewässerraum entlang des heutigen Gerinnes aufgehoben. Bestehende Naturwerte entlang des heutigen Gerinnes (z.B. Hecken) sind jedoch weiterhin in ihrem Bestand zu schützen und bedeuten, dass auch zukünftig gewisse Nutzungseinschränkungen vorhanden sein werden.

Bei der Variante Entlastungsleitung bleibt die Lage des Gewässerraums unverändert. Die Entlastungsleitung selbst schränkt die landwirtschaftlichen Nutzflächen ein. Die Lage der Entlastungsleitung ist bei den entsprechenden Parzellen im Grundbuch zu vermerken.

¹ Gegenüber dem nun vorliegenden Projekt wies die im Variantenstudium geprüfte Entlastungsleitung eine andere Lage des Entlastungsbauwerkes auf. Mit den nach dem Variantenstudium gemachten Änderungen (vgl. Kapitel 6.2.4 und 6.2.6) hat sich auch der Bedarf an Fruchtfolgeflächen verändert. Die hier ausgewiesenen Zahlen entsprechen deshalb nicht direkt dem im Bodenschutzkonzept ausgewiesenen Bedarf an Fruchtfolgeflächen.

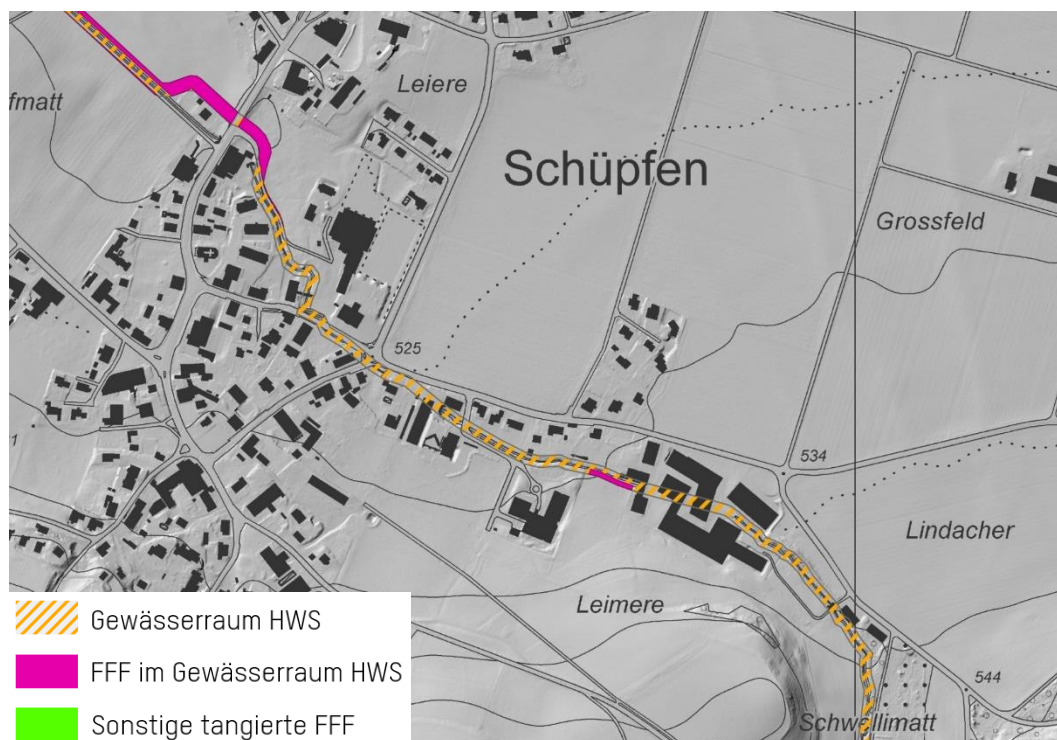


Abbildung 33: Beanspruchte Fruchtfolgeflächen im Abschnitt Dorf bei Umsetzung der Variante Entlastungsleitung.

Verlust Naherholung im Dorf / Einfluss Dorfbild

Bei der Variante Neues Gerinne entfällt der heutige Bach im Siedlungsgebiet. Der Entscheid, ob das heutige Gerinne als Rinnsal bestehen bleibt oder ob dieses zugeschüttet wird, obliegt der Gemeinde. Grundsätzlich ist jedoch davon auszugehen, dass die heute vorhandenen Qualitäten des Bachs zur Naherholung (z.B. im Bereich Altersheim) grösstenteils verloren gehen werden. Das neue Gerinne könnte aufgrund der naturnahen Ausgestaltung lokal ebenfalls wieder ein gewisses Interesse für die Naherholung bieten. Es ist jedoch nicht vorgesehen entlang des neuen Gerinnes einen Fussweg zu bauen, da dies das Kulturland zusätzlich tangieren würde (z.B. durch Littering).

Bei der Variante Entlastungsleitung bleibt der heutige Bach im Siedlungsgebiet bestehen. Die Entlastungs- und Auslaufbauwerke am Dorfrand haben lokal einen Einfluss auf das Dorfbild. Die genaue Ausgestaltung dieser Bauwerke wurde im Rahmen des Variantenstudiums noch nicht abgeklärt.

5.3.3 Ökonomie / Wirtschaftlichkeit

Projektkosten

Die Variante Neues Gerinne ist mit 3.8 Mio. CHF deutlich billiger als die Variante Entlastungsleitung mit 5.8 Mio. CHF (vgl. Tabelle 19).

Tabelle 19: Kostenschätzung (+/- 30 %) der beiden Varianten.

	Variante 3c Neues Gerinne	Variante 4b opt Entlastungsleitung
Neubau / Ausbau Gerinne	1'196'000	424'000
Entlastungsbauwerk		175'000
Bau Entlastungskanal / -leitung		2'242'000
Bau Neue Brücken	444'000	145'000
Zuschütten und einlegen Rohr bestehendes Gerinne	140'000	
Strassenanpassungen	66'000	46'000
Werkleitungsarbeiten	142'000	241'000
Terrainmodellierung Baumschule	50'000	50'000
Installation, Erschliessung	122'000	143'000
Wasserhaltung	20'000	64'000
Kleinpositionen / Regie / Reserve	204'000	332'000
Total Bauarbeiten exkl. MwSt.	2'384'000	3'862'000
Projekt und Bauleitung (ca. 20% der Baukosten)	477'000	772'000
Total Wasserbau exkl. MwSt.	2'861'000	4'634'000
Landerwerb (Annahme: 20 Fr./m ²)	280'000	80'000
Unvorhergesehenes / Risikokosten (15%)	429'000	695'000
Total Projekt exkl. MwSt.	3'570'000	5'409'000
Mwst 7.7%	275'000	416'000
Total Projekt gerundet inkl. MwSt.	3'800'000	5'800'000

nicht berücksichtigt in Kostenschätzung:

Teuerung
Ersatzzahlungen

Technische Projektrisiken

Die Variante Neues Gerinne weist im Vergleich zur Variante Entlastungsleitung die geringeren technischen Projektrisiken auf. Diese beschränken sich hauptsächlich auf diverse Werkleitungsumlegungen, insbesondere im Bereich der Sportanlagen, welche detaillierter abgeklärt und geplant werden müssen.

Bei der Variante Entlastungsleitung bildet die Hydraulik des Systems (Entlastungs- und Auslaufbauwerk und Entlastungsleitung) ein zusätzliches Projektrisiko.

Weiter bestehen Unsicherheiten bei der Rohrstatik und bei der Ausgestaltung von Entlastungs- und Auslaufbauwerk (wieder in Abhängigkeit der Hydraulik).

Restkosten für Lyssbachverband

Die Variante Neues Gerinne weist die kleineren Bruttokosten als die Variante Entlastungsleitung auf. Zudem ist eine höhere Subventionierung durch Bund und Kanton wahrscheinlich. Somit verbleiben für die Variante Neues Gerinne deutlich kleinere Restkosten für den Lyssbachverband, als bei der Variante Entlastungsleitung. Die genaue Subventionierung ist abhängig von der Ausgestaltung der Projekte und kann im Variantenstudium noch nicht abschliessend ermittelt werden. Zudem sind die Angaben abhängig von der Programmperiode, in welcher das Projekt gebaut wird. Die hier aufgeführten Beitragshöhen wurden dem Merkblatt «Beiträge an wasserbauliche Planungen und Massnahmen im Kanton Bern» [32] entnommen und gelten für die Programmperiode 2016 – 2019.

Bei der Variante Neues Gerinne sind Beiträge an die Umsetzung durch den Renaturierungsfonds (RenF) wahrscheinlich.

Bei der Variante Neues Gerinne kann das Projekt zusammen mit dem Projekt unterhalb Dorf als Kombiprojekt Hochwasserschutz und Revitalisierung subventioniert werden. In diesem Fall ist ein Beitrag 70 – 95 % der Gesamtkosten durch Bund und Kanton zu erwarten [32].

Bei der Variante Entlastungsleitung müsste das Projekt im Dorf als Hochwasserschutzprojekt (Beiträge Bund und Kanton: 60 – 80 %) subventioniert und der Abschnitt unterhalb Dorf als Revitalisierungsprojekt (Beiträge Bund und Kanton: 50 – 95 %) [32].

Bei der Variante Entlastungsleitung wird zudem vom Fischereiinspektorat eine Öko-Bonitierung gefordert, um die ökologischen Defizite der Variante zu quantifizieren. Allfällige Ersatzmassnahmen gehen zu Lasten des Projekts und erhöhen die Restkosten.

Betriebs- / Unterhaltskosten, Wertherhalt

Die genauen Unterhaltskosten der beiden Varianten lassen sich nur schwer bestimmen.

Bei der Variante Neues Gerinne ist regelmässiger Unterhalt durch den Lyssbachverband am neuen Gerinne durchzuführen (z.B. Pflege Bestockung). Diese wird aufgrund der zusätzlichen Naturwerte (mehr Bestockung, Vegetation) mit mehr Aufwand verbunden sein als heute.

Bei der Variante Entlastungsleitung ist in regelmässigen Intervallen das Entlastungsbauwerk zu unterhalten und von Geschiebe und Schwemmholz zu befreien. Zusätzlich verbleibt der Unterhalt des bestehenden Gerinnes als Aufgabe.

5.3.4 Umwelt / Ökologie

Auswirkungen auf Landschaftsbild

Bei der Variante Neues Gerinne entsteht mit dem neuen Bach ein neues Strukturelement im Landschaftsbild. Zudem hat die Variante einen grossen Einfluss auf den bestehenden Bach und verändert so ebenfalls das Landschaftsbild.

Bei der Variante Entlastungsleitung wird das Landschaftsbild mit den neuen Entlastungs- und Auslaufbauwerken am Dorfrand beeinflusst.

Aufwertung Gewässerzustand

Bei der Variante Neues Gerinne kann der Gewässerzustand auf der ganzen Strecke aufgewertet werden. Insbesondere die Längsvernetzung entlang des Gerinnes wird verbessert, da die diversen und langen Eindolungen im heutigen Zustand aufgehoben werden.

Bei der Variante Entlastungsleitung wird die letzte Eindolung bei der Dorfstrasse aufgehoben und die Längsvernetzung wird in diesem Bereich verbessert.

5.4 Variantenentscheid

Der Projektausschuss Chüelibach hat sich, gestützt auf einen Antrag des Gemeinderats von Schüpfen [7], für die Variante Entlastungsleitung entschieden. Aufgrund der langen Vorgeschichte des

Projekts wurde dabei insbesondere die Akzeptanz bei der Bevölkerung stark gewichtet. Nachfolgend die Argumentation des Gemeinderats zum Variantenentscheid:

1. Umgang mit dem alten Gerinne

Betroffene Anwohner fordern / erwarten, dass das alte Gerinne bestehen bleibt.

Bei der Realisierung der Variante „neues Gerinne“ kann das bestehende Gerinne mangels genügend Wasser nicht beibehalten werden. Messungen haben ergeben, dass bei trockenem Wetter kein Wasserzustrom aus Hang- und Brunnenwasser im Abschnitt Dorf vorhanden ist.

Beurteilung: Der Umgang mit dem alten Gerinne spricht für die Variante „Entlastungsleitung“.

2. Verlust Naherholung im Dorf / Einfluss auf das Dorf- und Landschaftsbild

Anwohnern fordern / erwarten möglichst kein Verlust an die Naherholung im Dorf. Das Dorf Bild soll möglichst wenig tangiert werden. Die Situation rund um die Schule muss aufgewertet werden.

Ein neues Gerinne reduziert die Naherholung im Dorf deutlich, da der neue Bach nicht zugänglich ist und das bestehende Gerinne wegfällt. Zudem ist die Auswirkung auf das Dorf- und Landschaftsbild viel grösser als bei der Variante Entlastungsleitung, welche das Landschaftsbild nur mit dem Ein- und Auslaufbauwerk beeinflusst.

Ein weiterer Vorteil der Leitung besteht in der Gestaltungsfreiheit des Schulareals und des Sportplatzes. Die Gestaltung des Sportplatzes mit der Variante „neues Gerinne“ wird nicht zuletzt aufgrund der hohen Niveaudifferenzen als eine grosse Herausforderung erachtet.

Beurteilung: Der Einfluss auf die Naherholung im Dorf/ auf das Dorf- und Landschaftsbild spricht für die Variante „Entlastungsleitung“.

3. Flächenbedarf & Verlust Fruchtfolgeflächen

Landwirte, Landeigentümer und teilw. Fachstellen erwarten / fordern, dass möglichst wenig Land und Fruchtfolgeflächen für das Projekt benötigt werden. Auch der Gemeinderat beabsichtigt generell, möglichst wenig unüberbautes Land für Bauvorhaben zu beanspruchen.

Der Flächenbedarf für das neue Gerinne ist mit total rund 18'200 m² deutlich höher als derjenige für die Entlastungsleitung mit ca. 8'500 m². Die gleichen Flächenverhältnisse gelten auch in Bezug auf den Verlust von Fruchtfolgeflächen.

Beurteilung: Der Flächenbedarf & der Verlust der Fruchtfolgeflächen sprechen für die Variante „Entlastungsleistung“.

4. Aufwertung Gewässerzustand

Bürgerinnen und Bürger sowie teilw. Fachstellen erwarten / fordern, dass spürbare Verbesserungen im Bereich der Biodiversität/ Ökologie realisiert werden.

Die Variante „neues Gerinne“ fördert die Biodiversität mehr als die Variante „Entlastungsleistung“. Dies deshalb, weil eine Aufwertung des Gewässerzustands auf der ganzen Strecke erfolgt. Mit der Aufhebung diverser Eindolungen erfolgt eine Verbesserung der Längsvernetzung.

Der Verlust der Biodiversität durch den Wegfall von Fruchtfolgeflächen bei der Variante neues Gerinne muss jedoch auch berücksichtigt werden. Zudem wird die Tatsache, dass der heutige Bach zugeschüttet wird und dadurch auch ökologische Fläche wegfällt, nicht bewertet. Im Übrigen führt auch die Entlastungsleistung gegenüber dem ist-Zustand zu einer leichten Verbesserung der Längsvernetzung aufgrund der Aufhebung der Eindolung Dorfstrasse.

Beurteilung: Die Aufwertung des Gewässerzustands spricht für die Variante „offenes Gerinne“.

5. Einfluss auf zukünftige Bautätigkeiten

Bürgerinnen und Bürger erwarten / fordern, dass dank dem Projekt neue Lösungen für die Entwicklung des Areals Stuber geschaffen werden.

Ein neues Gerinne führt dazu, dass sich das Gewerbeareal Stuber grösstenteils nicht mehr im Gewässerraum befindet. Auch die Oberstufe wäre nicht mehr im Gewässerraum, dafür würden die Primarschule und der Kindergarten den Bachanstoss verlieren. Bei der Entlastungsleitung verbleiben das Gewerbeareal Stuber und das Sekundarschulareal im Gewässerraum. Für das Sekundarschulareal sind kaum Nachteile vorhanden. Die Entwicklung der Firma Stuber wird mit der Entlastungsleitung nicht vereinfacht, die Einschränkungen bleiben grundsätzlich die gleichen wie heute. Nicht ausgeschlossen ist jedoch, dass dennoch Möglichkeiten für eine Verbesserung der Situation bei der Firma Stuber bestehen, welche aber erst später angegangen werden können.

Beurteilung: Der Einfluss auf die zukünftigen Bautätigkeiten spricht für die Variante „offenes Gerinne“.

6. Eingriffe in Grundeigentumsrechte und Bewilligungsfähigkeit (Akzeptanz durch Betroffene)

Sowohl die Direktbetroffenen, die Bevölkerung und der Gemeinderat erhoffen sich nach einer sehr langen Analyse- und Planungsphase eine rasche und möglichst unkomplizierte Bewilligungsphase für dieses Projekt.

Bei der Entlastungsleitung ist deutlich weniger Landerwerb nötig als für das neue Gerinne, welches auch zum Verlust des Baches auf den Privatparzellen im Siedlungsgebiet führt. Bei der Variante „Entlastungsleitung“ werden weniger Einsprachen erwartet. Die zeitlichen und finanziellen Unsicherheiten bei der Variante „neues Gerinne“ werden als grösser erachtet.

Bei der Entlastungsleitung werden mehr Vorbehalte der Fachstellen von Bund und Kanton erwartet als bei der Realisierung des neuen Gerinnes. Keine der Varianten ist vorbehaltlos bewilligungsfähig. Die Bewilligungsfähigkeit ist jedoch für beide Varianten gegeben, wie die Rückmeldungen der involvierten Fachstellen zeigen (Aussage R. Christen).

Beurteilung: Die Eingriffe in die Grundeigentumsrechte und die Bewilligungsfähigkeit (Akzeptanz durch Betroffene) sprechen für Variante „Entlastungsleitung“.

Fazit

Die höheren Realisierungskosten der Variante „Entlastungsleitung“ werden als Preis für eine insgesamt deutlich besser akzeptierte Variante erachtet. Die Unterhaltskosten sowie der Werterhalt für den Verband unterscheiden sich bei beiden Varianten kaum.

6 Massnahmen und Projektkosten

Aufgrund des durchgeführten Variantenstudiums (vgl. Kapitel 5) wurde die Variante Entlastungsleitung zur Weiterbearbeitung gewählt. Diese Bestvariante wurde im Rahmen der detaillierteren Planung aufgrund der Diskussion im Projektausschuss weiter optimiert. So wurde die Lage des Entlastungsbauwerkes verschoben und eine zusätzliche Umlegung des Baches im Bereich der Sägerei Stuber vorgesehen. Mit diesen Optimierungen kann die Länge der Entlastungsleitung reduziert und eine bestehende Eindolung aufgehoben werden.

In den folgenden Kapiteln werden die Dimensionierungsgrundlagen als auch die vorgesehenen Massnahmen abschnittsweise erläutert.

6.1 Dimensionierungsgrundlagen

Zur Dimensionierung der im Hochwasserschutzprojekt massgebenden Schutzkoten, wurde die Summe der abschnittsweise durchgeführten Wasserspiegel- und Freibordberechnungen berücksichtigt.

6.1.1 Dimensionierungsszenarien

Da eine Entlastungsleitung im Überlastfall weniger robust reagiert, als ein offenes Gerinne, sind zusätzliche Reserven im System notwendig. Die Entlastungsleitung soll gemäss einer Absprache mit BAFU und OIK [10] auf ein HQ_{300} , resp. $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgelegt werden. Der Drosselungsabfluss entlang dem Gerinne im Dorf wird nicht berücksichtigt. In der Leitung ist kein Freibord notwendig. Es ist zu prüfen ob in der Leitung Abflussverhältnisse mit Froude ~ 1 herrschen. In diesem Fall sind zusätzliche Reserven nötig.

6.1.2 Abflussberechnung

Die massgebenden Abflusstiefen und Abflussgeschwindigkeiten wurden grundsätzlich mittels Normalabflussberechnungen nach Strickler [11] bestimmt. Entsprechend der Oberflächenbeschaffenheit des jeweiligen Gerinneabschnittes wurden unterschiedlichen Reibungswerte (K-Werte) berücksichtigt. Zusätzlich wurde ein HEC-RAS Modell erstellt, mit welchem die Normalabflussberechnungen überprüft wurden.

Für die hydraulischen Berechnungen wurden folgende Rauigkeitsbeiwerte verwendet:

- Entlastungsleitung GUP $K_{\text{Strickler}}: 95 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$, Sandrauigkeit: 0.5 mm
- Bestehendes Gerinne, Böschungen und Sohle: $K_{\text{Strickler}}: 33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Neues Gerinne, Böschungen und Sohle: $K_{\text{Strickler}}: 33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Oberflächlicher Abfluss entlang Damm: $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

6.1.3 Dimensionierung Entlastungsbauwerk

Beim Entlastungsbauwerk kommt es zu einem komplexen Zusammenspiel von hydraulischen Phänomenen (Wechselsprung), Schwemmholz- und Geschiebetransport. Diese Prozesse wurden im Rahmen der bisherigen Projektierung einzeln durch Handrechnungen und z.T. numerisch berechnet. Ein detaillierteres Verständnis der Wechselwirkungen zwischen diesen Prozessen könnte mit physikalische Modelversuche erreicht werden.

6.1.4 Freibord

Das Freibord wurde nach den Empfehlungen der Kommission für Hochwasserschutz (KOHS) berechnet. Das erforderliche Freibord f_s bezeichnet das Freibord, welches eingehalten werden muss, damit eine rechnerisch bestimmte Abflusskapazität des Gerinnes gewährleistet ist. Es beschreibt einerseits die Unschärfen in der Berechnung einer Wasserspiegellage bei gegebenem Gerinnequerschnitt und andererseits berücksichtigt es Prozesse wie Wellenbildung und Staudruck an Hindernissen sowie den Transport von Treibgut. Es gilt:

$$f_{\min} \leq f_e = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2} \leq f_{\max}$$

f_{\min}	minimal erforderliches Freibord	= 0.3 m
f_{\max}	maximal erforderliches Freibord	= 1.5 m
f_w	erforderliches Freibord aufgrund von Unschärfen in der Bestimmung der Wasserspiegellage	$= \sigma_w = \sqrt{\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2}$
f_v	erforderliches Freibord aufgrund von Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen	$= \frac{v^2}{2g}$
f_t	erforderliches Freibord aufgrund von zusätzlich benötigtem Abflussquerschnitt für Treibgut unter Brücken	

Projektspezifische Erläuterungen

- Bei der Entlastungsleitung wurde kein Freibord berücksichtigt (siehe Kapitel 6.1.1).
- Das erforderliche Freibord aufgrund von Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen wurde im ganzen Perimeter berücksichtigt.
- Für die Unschärfe in der Berechnung der Sohlenlage σ_{wz} wurde grundsätzlich ein Wert von 0.1 m berücksichtigt.
- Die Unschärfen in der Berechnung der Abflusstiefe (σ_{wh}) wurde mit $\sigma_{wh} = 0.06 + 0.06 \cdot h$ berücksichtigt.
- Das Teilfreibord aufgrund des zusätzlich benötigten Abflussquerschnitts für Treibgut unter Brücken wurde mit 0.3 m berücksichtigt.

Folgende Freiborde wurden angewendet:

- Schwemmholzrechen Freibord: 0.3 m
- Gerinne unterhalb Schwemmholzrechen und oberhalb Entlastungsbauwerk
 - Offene Abschnitte: Freibord: 0.4 m
 - Brücken / Durchlässe: Freibord: 0.5 m
- Gedrosseltes Gerinne
 - Offene Abschnitte: Freibord: 0.3 m
 - Brücken / Durchlässe: Freibord: 0.4 m
- Gerinne unterhalb Mündung Entlastungsleitung
 - Offene Abschnitte: Freibord: 0.4 m

6.2 Bauliche Massnahmen

6.2.1 Damm bei Baumschule

Auch oberhalb des Projektperimeters ist die Abflusskapazität des Gerinnes und insbesondere der Durchlässe nicht ausreichend. Da in diesem Bereich keine bewohnten Gebäude durch Überschwemmungen des Chüelibachs tangiert werden, wird dieser Bachabschnitt nicht ausgebaut. Stattdessen wird im Bereich der bestehenden Baumschule ein 0.9 m hoher Damm geschüttet, welcher gewährleistet, dass ausgetretenes Wasser zurück in den Chüelibach fliesst (vgl. Abbildung 34). Die Länge des Dammes wurde entsprechend der erwarteten überfluteten Fläche gewählt (vgl. Abbildung 31). Der Damm wird mit beidseitigen Böschungsneigungen von 1:10 sehr flach ausgestaltet. Durch diese flache Gestaltung weist der Damm ein Überprofil auf und der Abfluss wird nicht unnötig konzentriert.

Bei einem Abfluss von $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ_{300}) wird der Damm 0.6 m hoch angeströmt. Es handelt sich ausschliesslich um einen Leitdamm, es ist kein permanenter Einstau zu erwarten.

Der Damm wird als homogener Erddamm erstellt. Beim Bau der Leitung, des Bachbettes und des Entlastungsbauwerkes resultiert ein grosser Materialüberschuss von unterschiedlicher Qualität (siltig bis kiesig). Deshalb ist für den Dammbau voraussichtlich kein Materialzukauf nötig.

Die Dammfläche wird als strukturierte Magerwiese angelegt und kann nach Abschluss der Arbeiten weiterhin genutzt werden. Der Damm darf jedoch nicht gepflügt werden und sollte einen dauerhaften Bewuchs zur Erosionssicherung aufweisen.

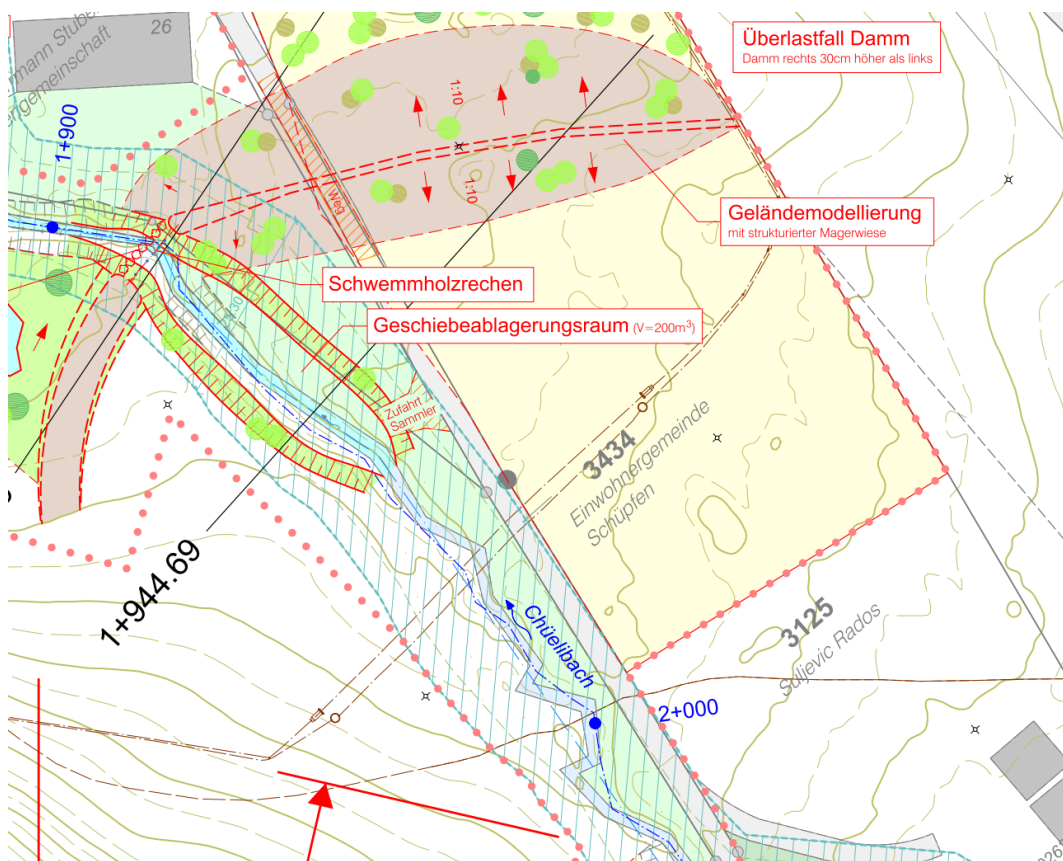


Abbildung 34: Damm und Geschiebeablagerungsraum bei Baumschule.

6.2.2 Geschiebeablagerungsraum

Der Damm bei der Baumschule wird kombiniert mit einem Geschiebeablagerungsraum. Entsprechend Kapitel 0 und 3.3 wird davon ausgegangen, dass bei einem HQ_{100} ca. 200 m^3 Geschiebe bis oberhalb des Areals Stuber transportiert werden können. Um die Funktionsfähigkeit des Entlastungsbauwerkes dauerhaft zu gewährleisten, soll das Geschiebe in diesem Bereich zurückgehalten werden. Der Geschieberückhalteraum wird als Gerinneaufweitung von 8 m Breite mit einem einfachen Abschluss aus Blocksteinen ausgebaut.

Mit einem Geschiebemanagement soll der Transport des Geschiebes im Chüelibach sichergestellt werden (vgl. Kapitel 7.5.1).

6.2.3 Schwemmholtzrechen

Bei einem 100-jährlichen Ereignis werden maximal 100 m³ an Schwemmholt erwartet (vgl. Kapitel 3.3). Um eine Verklausung der Durchlässe und der Entlastungsleitung mit Schwemmholt zu verhindern, wird oberhalb des Siedlungsgebietes (Bei Gebäude Sägestrasse 26) ein Schwemmholtzrchen gebaut (vgl. Abbildung 35).

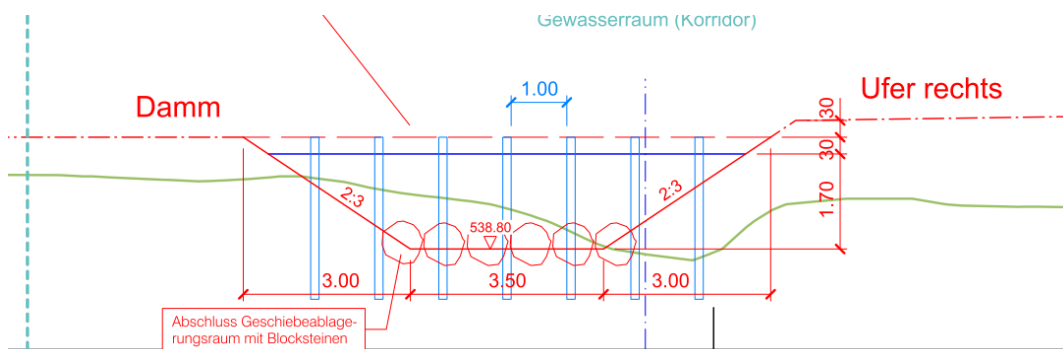


Abbildung 35: Querschnitt durch Schwemmholtzrechen.

Die maximale Länge des Schwemmholzteppichs wurde entsprechend der VAW Mitteilung 188 zu Schwemmholz [12] berechnet. Bei einer mittleren Ablagerungsbreite von 12 m und einer Dicke des Schwemmholzteppichs von 30 cm ergibt sich eine maximale Länge des Schwemmholzteppichs von 28 m. Der erwartete zusätzliche Aufstau beim Schwemmholzrechen aufgrund einer Verklausung durch Schwemmholz beträgt 70 cm.

6.2.4 Entlastungsbauwerk

Neben dem Gebäude Sägestrasse 13 soll ein Entlastungsbauwerk gebaut werden. Das Entlastungsbauwerk (vgl. Abbildung 36) besteht aus einer Drossel, einem seitlichen Streichwehr und dem Einlauftrichter.

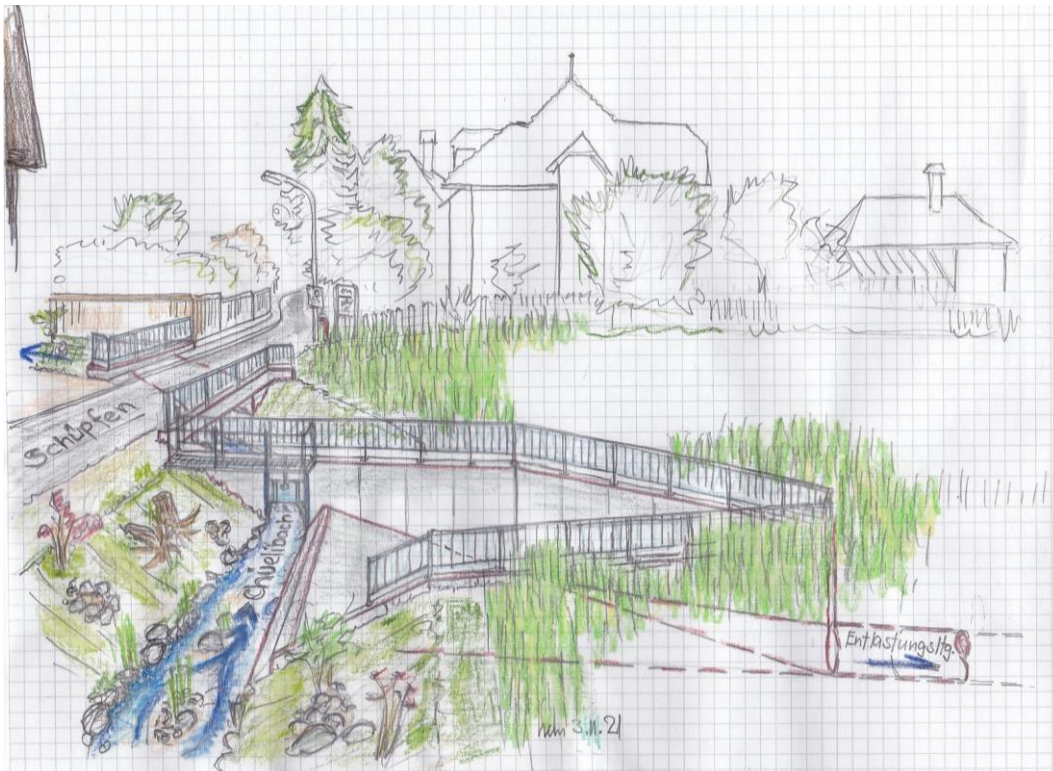


Abbildung 36: Visualisierung Entlastungsbauwerk.

Gegenüber dem Variantenstudium (vgl. Kapitel 5.2.2) wurde die Lage des Entlastungsbauwerkes verschoben. Die neue Lage neben dem Gebäude an der Sägestrasse 13 ermöglicht es, die Länge der Entlastungsleitung zu reduzieren und so die Baukosten zu reduzieren. Zudem können die eingedolten Abschnitte des Chüelibachs im Bereich des Sägereiareals aufgehoben werden. Hierfür ist jedoch der Bau eines neuen Gerinnes rund um das Sägereiareal notwendig (vgl. Kapitel 6.2.6)

Drossel

Quer zum Gerinne wird eine Betonmauer erstellt (vgl. Abbildung 37). Die Mauer weist eine Aussparung auf, welche die Funktion der Drossel ausübt. Das Ziel der Drossel ist es, die weiterfliessende Wassermenge möglichst unabhängig von der zufließenden Menge auf ca. $1 \text{ m}^3/\text{s}$ zu begrenzen. Gleichzeitig soll sie möglichst unterhaltsarm und robust sein. Dafür ist eine Öffnung von $0.80 \text{ m} \times 0.50 \text{ m}$ vorgesehen. Durch diese Öffnung kann bei einer Abflusstiefe von 0.70 m (Anspringen Streichwehr) ca. $1 \text{ m}^3/\text{s}$ abgeleitet werden. Die kleine Öffnung gewährleistet, dass es bei Abflüssen über der gewünschten Drosselmenge sicher zu einem hydraulischen Wechselsprung oberhalb der Drossel kommt. Dies ist erforderlich, damit die Drossel ihre Wirkung entfalten kann.

Um beim berechneten Einstau ein ausreichendes Freibord einzuhalten, weist die Mauer gegenüber der Bachsohle eine Höhe von 1.50 m auf.

Die Aussparung der Drossel wird grösser als notwendig ausgeführt und kann durch einen Schieber auf den berechneten Querschnitt reduziert werden. Damit kann gewährleistet werden, dass zu einem späteren Zeitpunkt die Drosselwassermenge allenfalls auf einfache Art und Weise angepasst und optimiert werden kann.

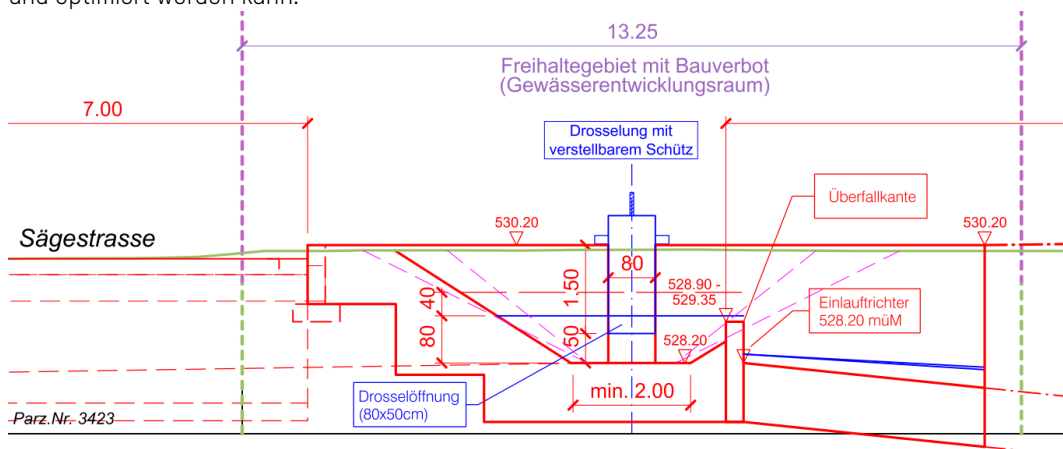


Abbildung 37: Querschnitt durch Entlastungsbauwerk mit Drosselung und Überfallkante (Streichwehr).

Überfallkante

Die seitliche Überfallkante funktioniert als Streichwehr über welches Wasser, welches nicht durch die Drossel abfließt, in den Einlauf der Entlastungsleitung entlastet. Bei Abflüssen grösser als $1 \text{ m}^3/\text{s}$ kommt es bei der Drossel zu einem Einstau und die seitliche Überfallkante wird aktiviert. Die Überfallkante weist eine Länge von 20 m auf (vgl. Abbildung 38). Die Länge wurde so gewählt, dass genügend grosse Kapazität vorhanden ist, um ein 300-jährliches Ereignis zu entlasten. Aufgrund des Längsgefälle des Baches, verläuft die Höhe der Kante parallel zur Bachsohle mit einem Gefälle von ca. 2.3% . Die Hauptanforderung an die Überfallkante ist eine klar definierte, stabile Höhenlage. Dazu muss sie erosionssicher gestaltet werden und darf sich nicht setzen. Um diese Anforderungen zu erreichen, ist eine Ausbildung als Betonmauer längs des Baches vorgesehen.

Einlauftrichter

Im Einlauftrichter soll der Entlastungsabfluss beschleunigt und verengt werden, so dass die Entlastungsleitung auf der ganzen Länge voll ausgelastet werden kann.

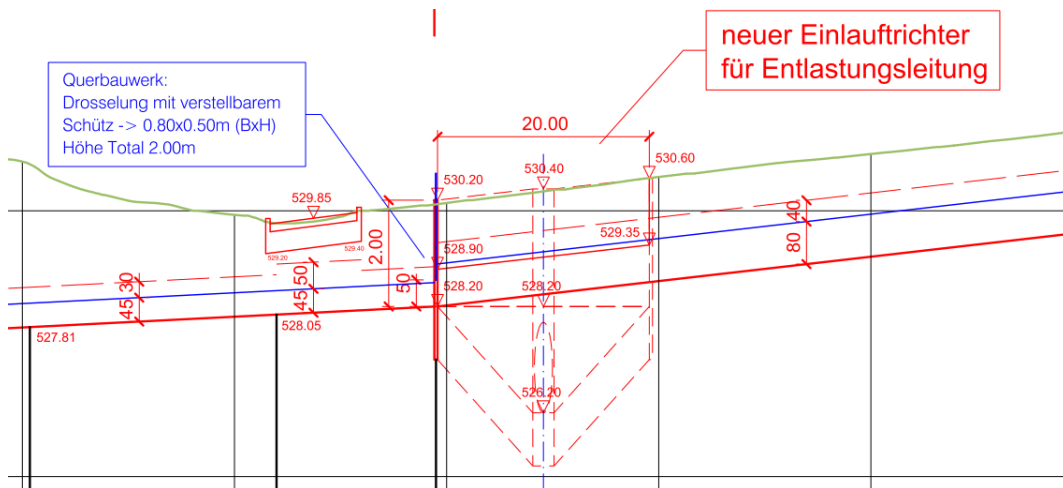


Abbildung 38: Längsschnitt durch Entlastungsbauwerk mit Überfallkante und dem Querbauwerk.

6.2.5 Entlastungsleitung

Die Entlastungsleitung wird über die ganze Strecke als GUP-Rohr (Glasfaserverstärktes Kunststoffrohr) DN 1700 erstellt. Der Abschnitt zwischen dem Entlastungsbauwerk und dem Gebiet Bodener weist dabei ein Gefälle von ca. 1.7 % auf. Vom Gebiet Bodener bis zum Auslaufbauwerk nach der Dorfstrasse wird die Leitung mit einem Gefälle von 1.0 % erstellt. Die Überdeckung beträgt in diesem Abschnitt 1.00 m – 1.50 m. Bei Strassenquerungen sowie bei Knicken werden Kontrollschächte platziert.

Dimensionierung

Bei einem Längsgefälle von 1.7 % ergibt sich bei im oberen Leitungsabschnitt ein Teilfüllungsgrad von 45 % (HQ_{100}) bzw. 50 % (HQ_{300}). Im unteren Leitungsabschnitt mit 1% Längsgefälle ergibt sich ein Teilfüllungsgrad von 50 % (HQ_{100}) bzw. 60 % (HQ_{300}). In der Leitung herrscht auf beiden Abschnitten schiessender Abfluss ($Fr=2$ im unteren Abschnitt, $Fr = 2.7$ im oberen Abschnitt) bei einer Fließgeschwindigkeit von ca. 6 m/s im unteren Abschnitt und 7 m/s im oberen Abschnitt. Die kritische Abflusstiefe liegt in beiden Fällen noch unterhalb des Rohrscheitels. Es sind keine zusätzlichen Reserven für Abflussverhältnisse im Bereich von Froude ~ 1 notwendig (vgl. Kapitel 6.1.1).

Normalprofil

Die Leitung liegt grösstenteils innerhalb landwirtschaftlichen Nutzflächen und wird in einem ungespriessten V-Graben verlegt. Im unteren Abschnitt (Bodenacher bis zum Auslaufbauwerk nach der Dorfstrasse) ist die Leitungsüberdeckung kritisch. Durch die Verwendung von einem GUP-Rohr (Glasfaserverstärktes Kunststoffrohr) wird im Vergleich zu einem Betonrohr ein deutlich dünnwandigeres Rohr eingesetzt. Zudem kann aufgrund der glatteren Innenfläche der Rohrdurchmesser im Vergleich zu einem Betonrohr reduziert werden. Diese beiden Aspekten wirken sich hinsichtlich der teilweise geringen Überdeckung positiv aus. Um überall eine Überdeckung von mindestens 1.00 m erreichen zu können, muss das heutige Terrain im Bereich der Geländemulde der Hostett vor der Dorfstrasse (Parzelle 2815) und im Bereich der heutigen Entlastungsmulde bei den Sportanlagen aufgeschüttet werden. Es wird davon ausgegangen, dass hierzu der Aushubüberschuss aus dem Rohrleitungsbau verwendet werden kann.

Es ist vorgesehen, die Leitung in den landwirtschaftlichen Nutzflächen vollständig einzukieseln (Profil V1, Lastmodell 1, α -Beiwert 0.6, untergeordnete Strasse). Je nach Setzungsempfindlichkeit des Baugrunds, kann streckenweise eine bewehrte Lastverteilplatte unterhalb der Leitungsbettung oder ein zusätzlicher Materialersatz an der Sohle erforderlich werden (vgl. Abbildung 39). Im Bereich der Strassenunterquerungen muss die Leitung vollständig einbetoniert werden (Anforderung: Lastmodell 1, α -Beiwert=0.9, normaler Strassenverkehr). Die genannten Leitungsbettungen sind nach Durchführung der Baugrunduntersuchungen zu überprüfen. Die Entlastungsleitung liegt meist trocken und kann für Unterhaltsarbeiten begangen werden.

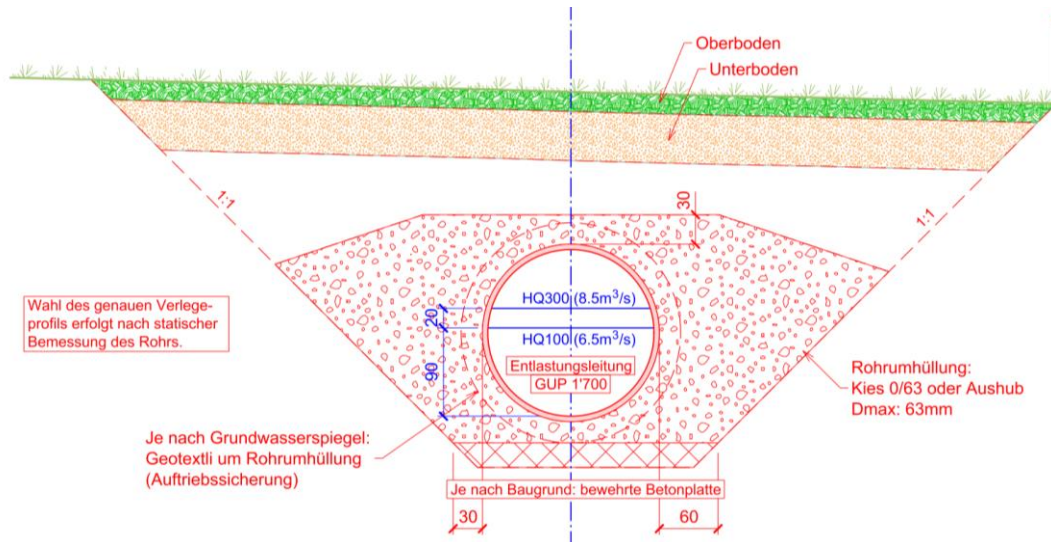


Abbildung 39: Normalprofil Entlastungsleitung GUP 1700 mm.

Auslaufbauwerk

Beim Auslaufbauwerk wird die Energie des Wassers aus der Entlastungsleitung vernichtet. Die Berechnungen mit HEC-RAS ergeben bei der Mündung der Entlastungsleitung in den offenen Bach Schubspannungen von bis zu 500 N/m^2 . Aus diesem Grund wird in diesem Bereich ein Tosbecken ausgestaltet, welches mit Blöcken à 3 t gesichert ist. Die Länge des Tosbeckens muss mindestens 11 m betragen.

6.2.6 Umlegung Stuber Nord

Neues Gerinne

Durch den gewählten Standort des Entlastungsbauwerkes ist ein neuer Streckenverlauf des Chüelibaches geplant. Da der Durchlass bei der Firma Stuberholz AG nicht ausreichend ist, wird der Chüelibach nördlich um das Gelände umgelegt. Ca. 40 m nach dem Schwemmholzrechen wird das Gerinne neu entlang der Sägestrasse bis zum Entlastungsbauwerk geführt. Nach dem Entlastungsbauwerk wird das neue Gerinne wieder zurück in das bestehende Gerinne nach der Firma Stuberholz AG geführt (vgl. Abbildung 40). Der erste Abschnitt ist auf eine 100-jährliches Ereignis ($6.5 \text{ m}^3/\text{s}$) ausgelegt. Im Abschnitt nach dem Entlastungsbauwerk beträgt der Abfluss bedingt durch die Drosselung höchstens $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Hinsichtlich der Sohlensicherung werden oberhalb der Entlastung in einem Abstand von ca. 8 m Blockschwellen verbaut. Unterhalb des Entlastungsbauwerks weisen die Blockschwellen einen Abstand von ca. 40 m auf.

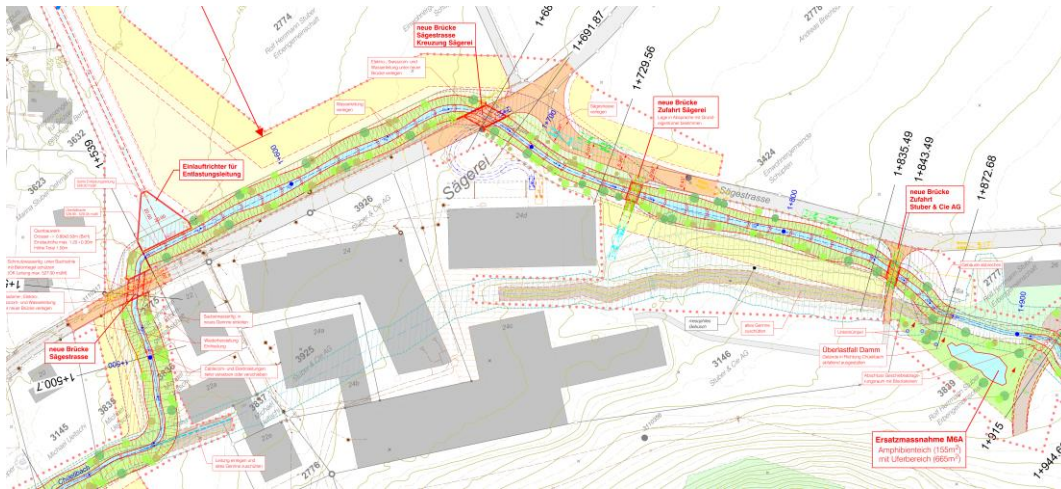


Abbildung 40: Umlegung Stuber Nord.

Neue Brücken Sägestrasse

Für die Umlegung des Chüelibaches sind auf diesem Abschnitt vier neue Brücken geplant. Drei Brücken gewährleisten die bestehende Erschliessung. Die vierte Brücke ermöglicht eine zusätzliche Anfahrt auf das Gelände der Firma Stuberholz AG. Die beiden Brücken auf der Sägestrasse, welche die Querung des Chüelibaches ermöglichen, werden aus Stahlbeton erstellt (vgl. Abbildung 41). Die Widerlager werden jeweils ausserhalb des Abflussquerschnittes angeordnet. Somit ist die terrestrische Längsvernetzung gegeben und die Durchlässe stellen keine Engstellen dar. Im Rahmen der weiteren Projektierung sind Baugrunduntersuchungen durchzuführen. Anhand dieser können die Durchlässe statisch dimensioniert werden.

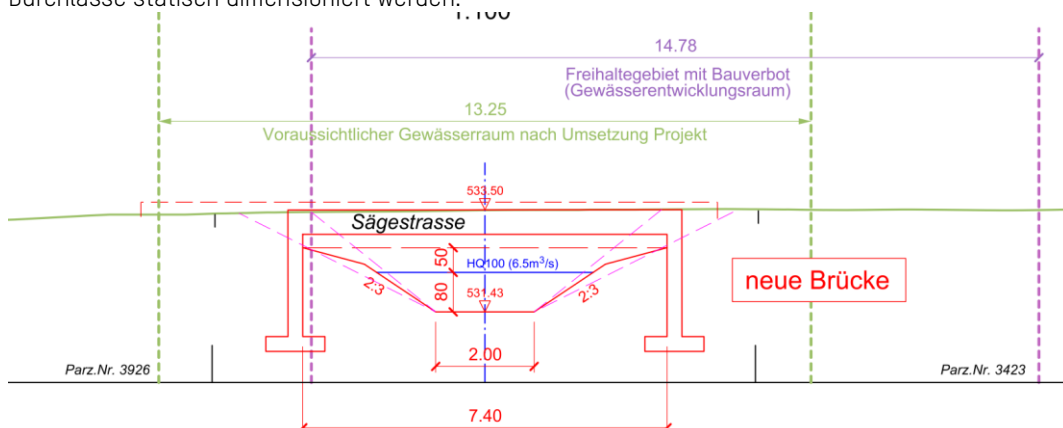


Abbildung 41: Brücke bei QP km 1+680

6.2.7 Umlegung Dorfstrasse

Neues Gerinne

Das bestehende Gerinne weist im Bereich der Liegenschaft Dorfstrasse 7 (Parzelle 2848) hydraulische und ökologische Defizite auf. Mit einem neuen offenen Gerinne soll dieser Bereich umfahren werden (vgl. Abbildung 42). Das neue Gerinne weist bis zur Querung der Dorfstrasse eine Kapazität von $1 \text{ m}^3/\text{s}$ auf. Nach dem Auslaufbauwerk der Entlastungsleitung wird das Gerinne auf eine Kapazität eines 100-jährlichen Ereignisses ($6.5 \text{ m}^3/\text{s}$) ausgebaut. Bei der Auslegung des Abschnitts oberhalb des Auslaufbauwerks wird der Rückstau von der Einmündung der Entlastungsleitung her berücksichtigt. Hinsichtlich der Sohlensicherung sind auf diesem Abschnitt in einem Abstand von ca. 20 m Blockschwellen vorgesehen. Die Böschungen werden über den ganzen Abschnitt mit ingenieurbioologischen Massnahmen (Bepflanzung und Faschinen) gesichert.

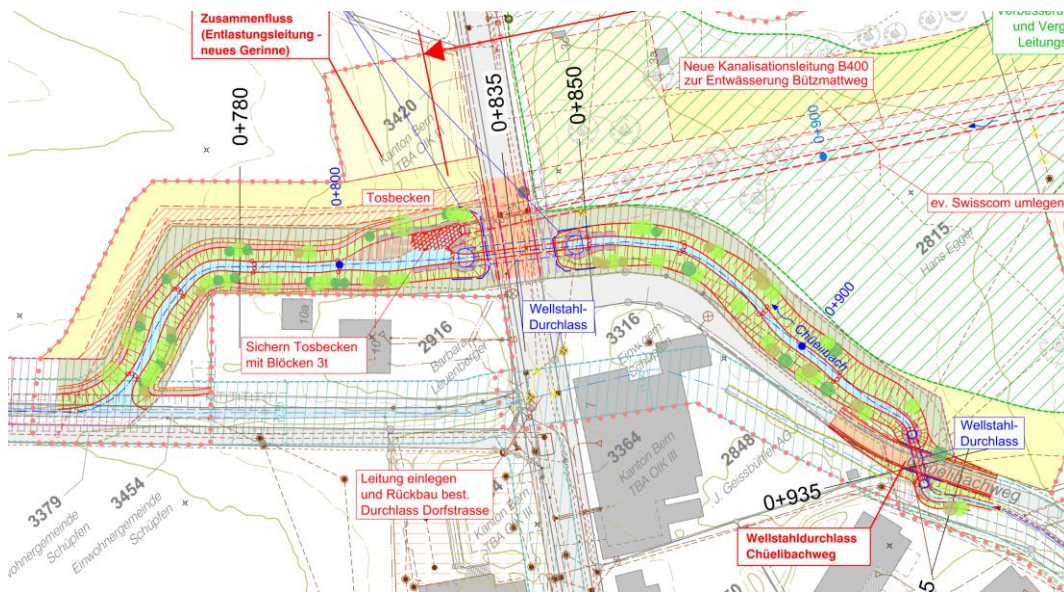


Abbildung 42: Umlegung Dorfstrasse.

Neuer Durchlass Dorfstrasse

Das neue Gerinne unterquert die Dorfstrasse. Dafür ist ein Wellstahldurchlass geplant. Der Durchlass wird wie das Gerinne auf $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgelegt. Zudem wurde der Rückstau von der Einmündung der Entlastungsleitung berücksichtigt. Da der Durchlass eine breite Sohle aufweist (vgl. Abbildung 43), sind Sohlensegmente mit einer Niederwasserrinne vorgesehen.

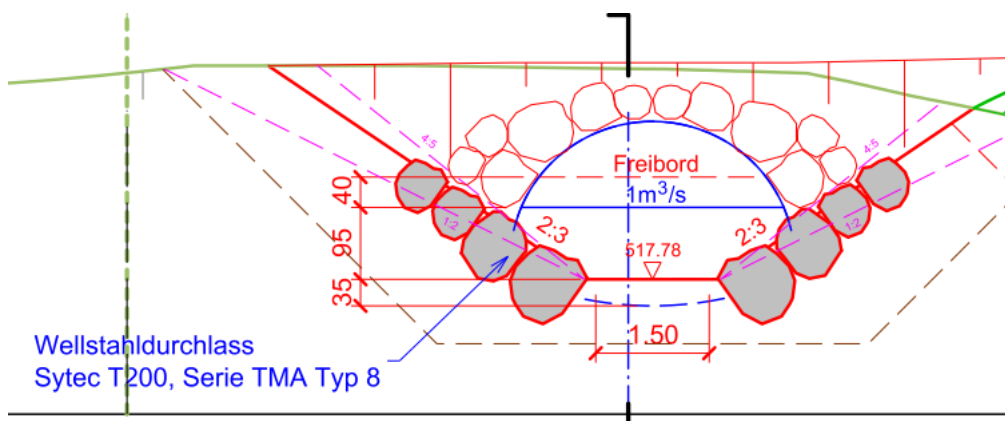


Abbildung 43: Neuer Durchlass Dorfstrasse.

Bestehender Durchlass Dorfstrasse

Gemäss Aussage des Oberingenieurkreis III ist der bestehende Durchlass Dorfstrasse des Chüelibachs in einem schlechten Zustand. Aufgrund der Forderung des OIK III wird dieser im Rahmen des vorliegenden Projekts zurückgebaut. Um die Entwässerung sicherzustellen, wird beim Rückbau des Durchlasses eine Sauberwasserleitung eingebaut.

Durch den Rückbau werden die massiven Kalksteine, welche in diesem Bereich die Strasse begrenzen, tangiert. Diese sollen am jetzigen Standort erhalten bleiben und allenfalls aufgerichtet werden.

6.2.8 Geschieberückgabebereich

Unterhalb des Auslaufs der Entlastungsleitung wird ein Geschieberückgabebereich (vgl. Abbildung 44) erstellt. Material aus dem Geschiebeablagerungsraum oberhalb des Areals Stuber soll hier dem Chüelibach zurückgegeben werden können. Ziel ist es, auf einer Fläche von ca. 50-60 m² ein Volumen von ca. 30 – 60 m³ (entspricht erwarteter Transportkapazität im Unterlauf bei HQ_s, vgl. Kapitel 3.2.3) einbringen zu können. Das eingebrachte Material wird im Geschieberückgabebereich zwischengelagert, bis es beim nächsten Anspringen der Entlastungsleitung wegtransportiert wird.

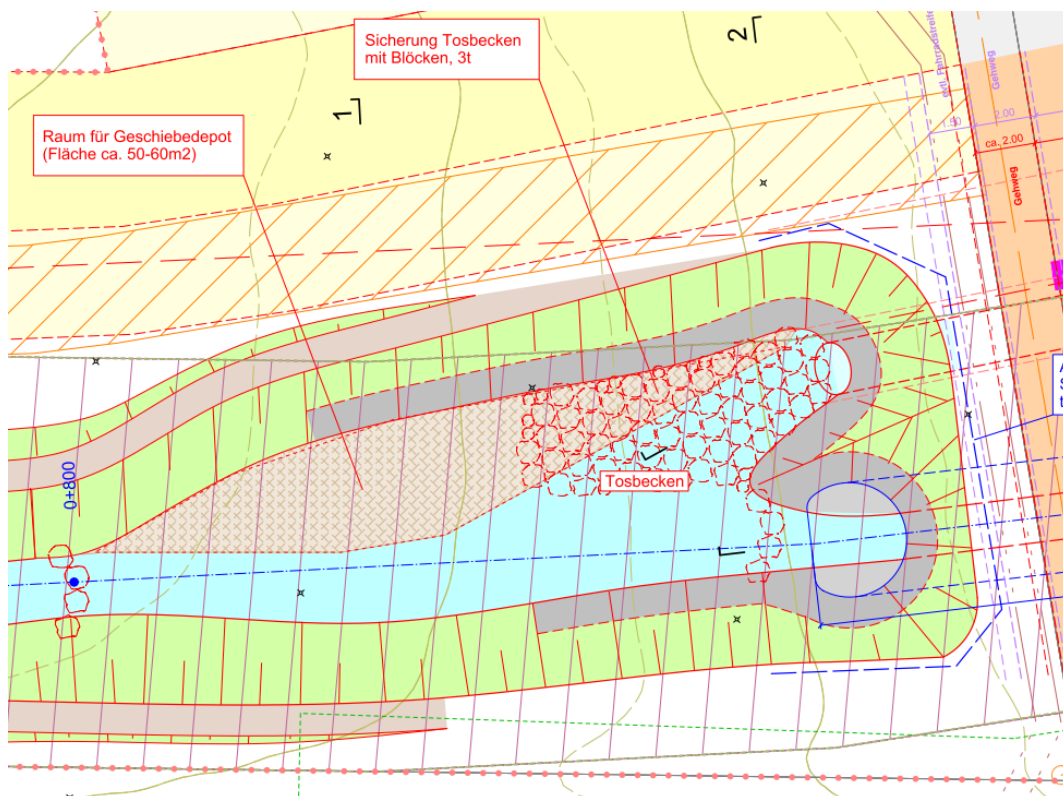


Abbildung 44: Geschieberückgabebereich unterhalb Dorfstrasse.

6.2.9 Massnahmen am bestehenden Gerinne

Das heutige Gerinne weist unter Berücksichtigung eines Freibords stellenweise eine sehr geringe Kapazität auf (vgl. Kapitel 3.4). Trotz Drosselung der Abflussmenge im Hochwasserfall auf 1 m³/s sind weiterhin vereinzelt Schwachstellen vorhanden. Eine grössere Drosselwassermenge (z.B. 2 m³/s) würde bedeuten, dass deutlich aufwändigere Massnahmen am bestehenden Gerinne ausgeführt werden müssten (z.B. Vergrösserung Kapazität bei Sekundarschulhaus bei km 1+250). Bei 1 m³/s beschränken sich die zu behebenden Schwachstellen grösstenteils auf Gewässerabschnitte, welche sich in einem schlechten Zustand befinden. So weist der Durchlass vor dem Gebäude an der Sägestrasse 2 weiterhin eine ungenügende Kapazität auf. Im Rahmen des Projekts soll dieser Durchlass vergrössert und teilweise zurückgebaut werden (Ausdolung). Weiter ist der Gerinneverbau im nachfolgenden Abschnitt bis zur Bundesrat-R.-Minger-Strasse in einem schlechten Zustand. Aus diesem Grund werden die bestehenden Ufermauern in diesem Abschnitt zurückgebaut und die Ufer abgelegt (vgl. Abbildung 45).

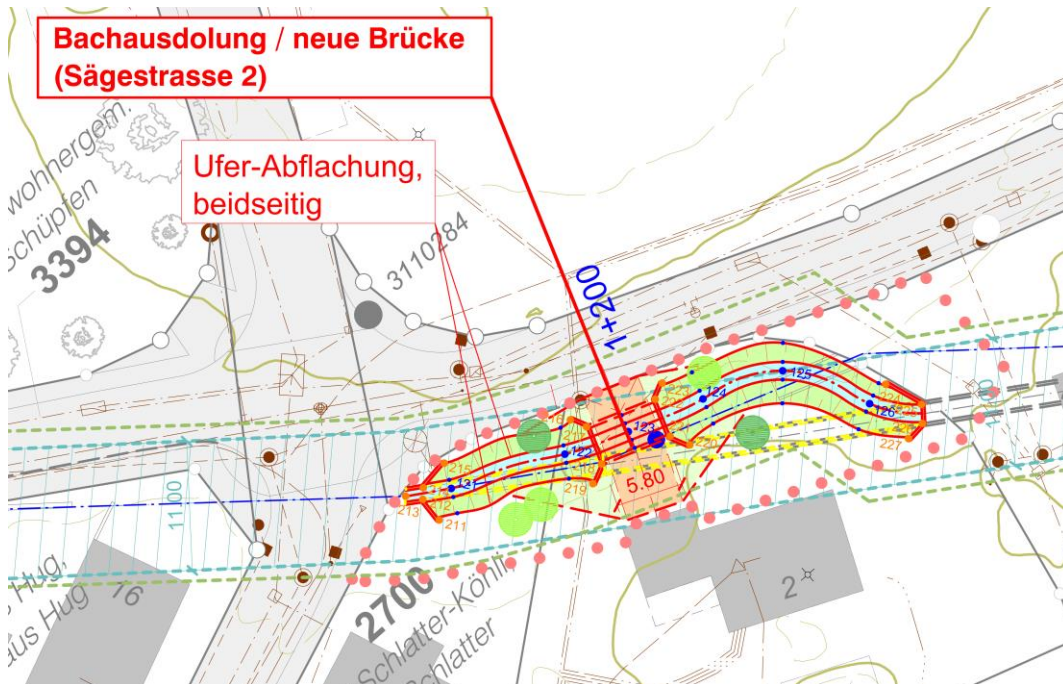


Abbildung 45: Massnahmen am bestehenden Gerinne im Bereich der Liegenschaften Sägestrasse 2 und Bundesrat-R.-Minger-Strasse 1a.

Schliesslich ist der Uferverbau im Bereich der Rechtskurve bei den Velounterständen des Primarschulhauses unterspült und weist einen aus hydraulischer Sicht ungünstigen 90° Winkel auf. Im Rahmen des Projekts soll der Bach nach rechts (Osten) verlegt werden, um den Kurvenradius zu vergrössern und gleichzeitig Platz zu schaffen, um die bestehenden Ufermauer mit einem vorgelagerten Blocksatz zu schützen. (vgl. Abbildung 46).

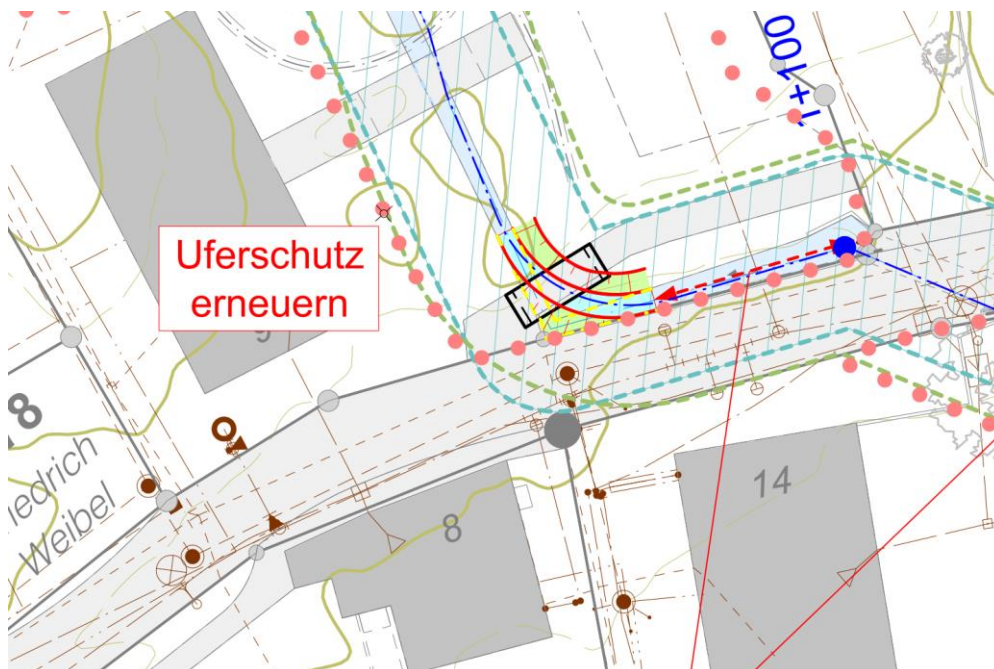


Abbildung 46: Massnahmen am bestehenden Gerinne bei Velounterständen des Primarschulhauses.

6.3 Ökologische Massnahmen

6.3.1 Ausgestaltung neue Gewässerabschnitte

Die neuen Gewässerabschnitte «Umlegung Stuber Nord» und «Umlegung Dorfstrasse» werden so gebaut, dass diese den Ansprüchen an den modernen Wasserbau genügen und dass die neuen Gerinne im Vergleich zum heutigen Zustand einen höheren ökologischen Wert aufweisen.

Der Bach soll eine leicht ondulierende / schlängelnde Linienführung (vgl. Abbildung 26) und variable Uferböschungen im Bereich 1:2 bis 4:5 aufweisen.

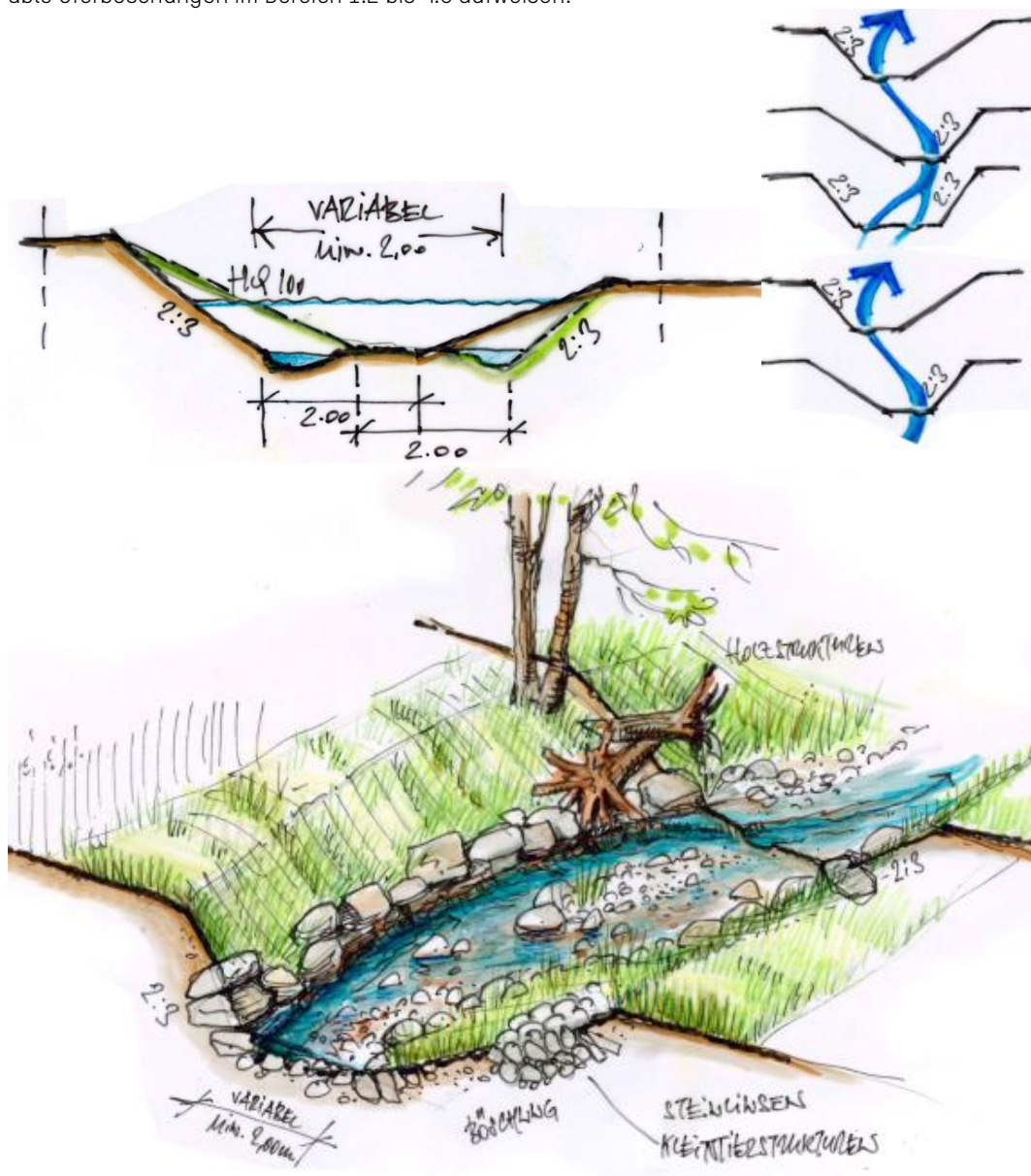


Abbildung 47: Skizze Gerinnegestaltung.

Um die kleinräumige Breiten- und Tiefenvariabilität und somit der ökologische Wert des Gewässers zu erhöhen, werden Instream-Strukturen wie Wurzelstöcke, Pfahlbuhnen, Faschinen und Grünholzschwelen eingebaut. Ziel ist es eine variable Niederwasserrinne von 0.8 – 2.0 m Breite sicherzustellen.

Die Böschungen werden mit ingenieurb biologischen Massnahmen (z.B. Bewuchs oder Faschinen) gesichert und lokale Erosionen innerhalb des Gewässerraums werden zugelassen.

Die neue Gewässersohle wird mit Kies in einer Mächtigkeit von mind. 50 cm ausgebildet.

Mit einer angepassten Bepflanzung wird die Beschattung des Gewässers gewährleistet, welche eine zu starke Erwärmung des Wassers verhindert, da insbesondere die Bachforellen sensibel auf erhöhte Wassertemperaturen reagieren. Der neu gestaltete Gewässerabschnitt soll einen Bestockungsgrad von 50 % aufweisen. Für die Bestockung werden standortheimische Sträucher und Laubbäume aus regionaler Herkunft verwendet.

können mit den vorgeschlagenen Massnahmen die Hauptdefizite in den zwei Abschnitten wesentlich behoben. In den restlichen Abschnitten sind Instream-Einbauten (z.B. Totholz) zur ökologischen Verbesserung vorgesehen. Grössere ökologische Massnahmen sind aufgrund der vorhandenen Restriktionen nur sehr begrenzt möglich.

6.4 Ersatzmassnahmen

6.4.1 Ökologische Bilanzierung

Aufgrund der durch das Projekt beanspruchten Naturwerte wurde von Seiten der Fachstellen gefordert, eine ökologische Bilanzierung nach der Method BESB, resp. BESB+ durchzuführen (vgl. Beilage Dossier 3.8).

Die Bilanzierung wurde für die beiden Varianten Neues Gerinne und Entlastungsleitung durchgeführt (vgl. Kapitel 5.2). Gegenüber dem heutigen Zustand weisen beide Varianten eine positive Ökobilanz auf. Bei der Variante Neues Gerinne würde der ökologische Zustand um 797 Ökopunkte verbessert, bei der Bestvariante Entlastungsleitung um 226 Punkte.

Nach Wasserbaugesetz (WBG) besteht ein Aufwertungsgebot. Wasserbauprojekte müssen den ökologischen Zustand verbessern. Im Rahmen der Diskussion mit den Fachstellen wurde vereinbart, dass diesbezüglich die Variante Neues Gerinne als Referenz dient und mit zusätzlichen Ersatzmassnahmen erreicht werden muss, dass die Variante Entlastungsleitung eine ähnlich positive Wirkung auf die Ökologie ausüben kann. Aus diesem Grund wurden in der Diskussion mit den Fachstellen (Fischereiinspektorat (FI), Abteilung Naturförderung (ANF), Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Oberingenieurkreise III (OIK III)) mehrere Ersatzmassnahmen definiert, welche zusätzlich umgesetzt werden sollen.

Die geplanten Ersatzmassnahmen sind ökologisch sinnvoll, stehen in einem räumlichen Kontext zum Chüelibach und dessen Nebengewässer und sind zudem technisch machbar und genehmigungsfähig. Weitere geprüfte Ersatzmassnahmen wurden aufgrund der vorangehend genannten Argumente, insbesondere der Genehmigungsfähigkeit bzw. technischen Machbarkeit verworfen.

6.4.2 M3: Ausdolung Härdbächli

Oberhalb der Mündung des Härdbächlis in den Chüelibach ist dieser eingedolt. Die Ersatzmassnahme M3: Ausdolung Härdbächli sieht dessen Ausdolung sowie ökologische Aufwertung vor (vgl. Abbildung 49). Das ausgedolte Gerinne wird nach den gleichen Ansätzen wie der Chüelibach gestaltet (vgl. Kapitel 6.3):

Die Böschungen werden mit ingenieurb biologischen Massnahmen (z.B. Bewuchs oder Faschinen) gesichert und lokale Erosionen innerhalb des Gewässerraums werden zugelassen.

Die neue Gewässersohle wird mit Kies in einer Mächtigkeit von mind. 50 cm ausgebildet. Mit einer angepassten Bepflanzung wird die Beschattung des Gewässers gewährleistet. Für die Bestockung werden standortheimische Sträucher und Laubbäume aus regionaler Herkunft verwendet.

Entsprechend den Hochwasserschutzzielen (vgl. Kapitel 4.2) wird das Gerinne in diesem Abschnitt auf ein HQ₂₀ ausgebaut.

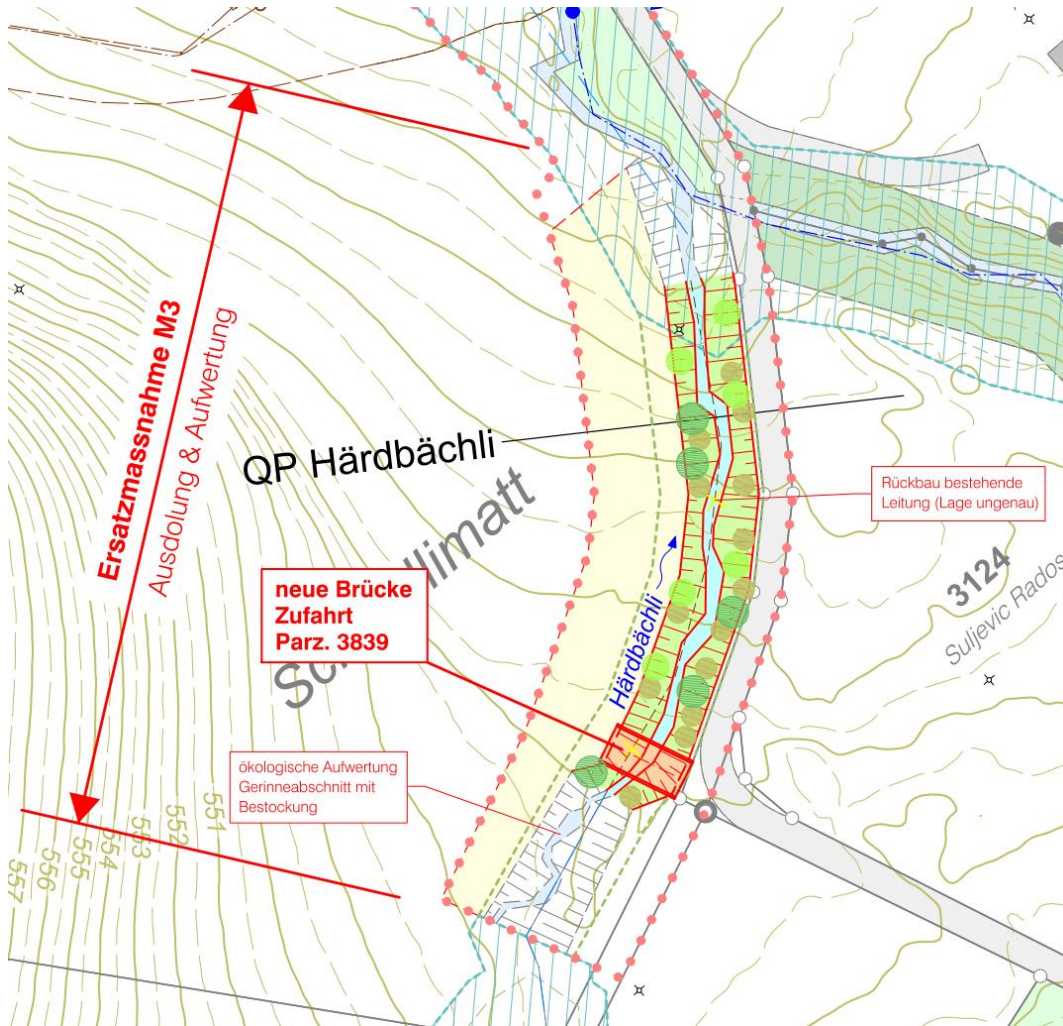


Abbildung 49: Ersatzmassnahme M3: Ausdolung Härdbächli.

6.4.3 M4: Hecke Sammler

Die Ersatzmassnahme M4: Hecke Sammler sieht vor, zwischen der Sägestrasse und dem Damm Baumschule eine Hecke anzupflanzen (vgl. Abbildung 50). Hierfür werden standortheimische Sträucher aus regionaler Herkunft verwendet.

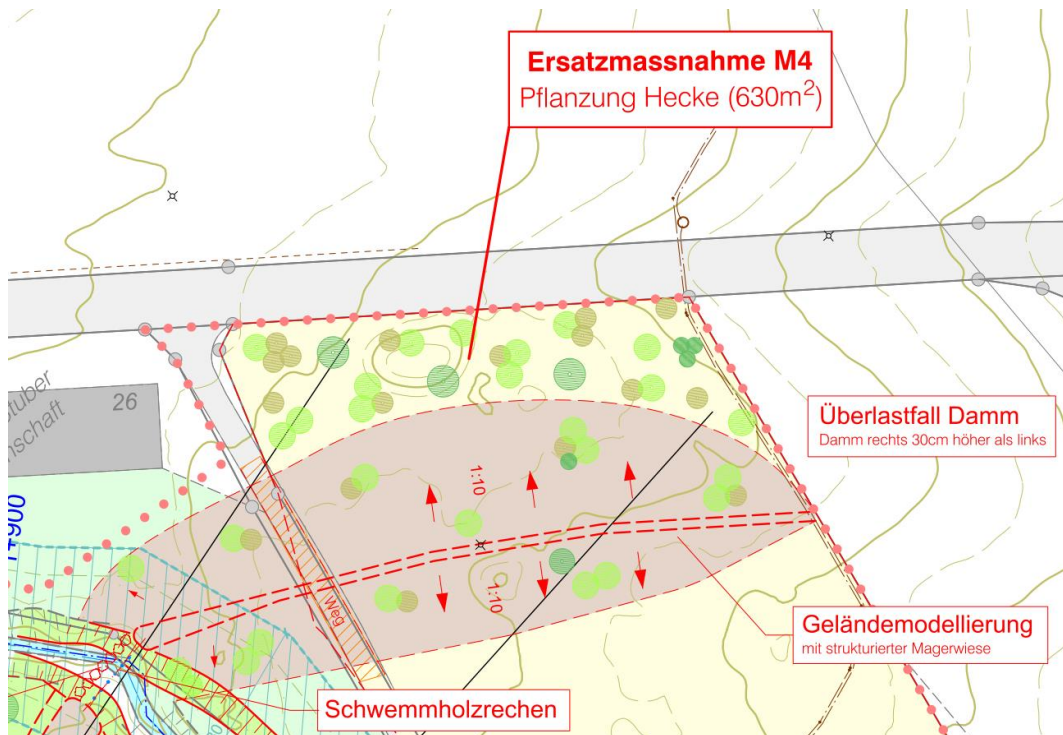


Abbildung 50: Ersatzmassnahme M4: Hecke Sammler.

6.4.4 M6A: Teich Sammler

Mit der Ersatzmassnahme M6A: Teich Sammler wird unterhalb des Geschiebeablagerungsraums ein Amphibienteich (155 m²) mit Uferbereich (665 m²) gebaut (vgl. Abbildung 51). In Rücksprache mit der Koordinationsstelle für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch) werden in diesem Bereich zudem 3 Unkenlöcher angelegt.

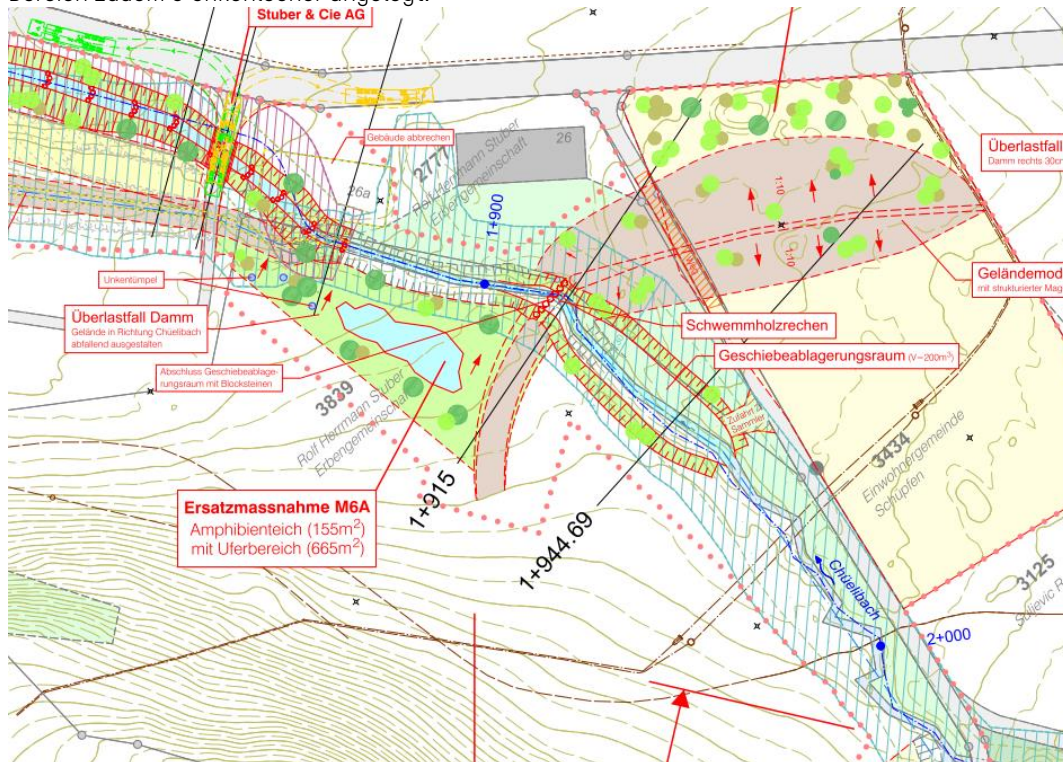


Abbildung 51: Ersatzmassnahme M6A: Teich Sammler.

6.4.5 Weitere Ersatzmassnahmen

Zusätzlich zu den oben aufgeführten Ersatzmassnahmen sollen in Folge des vorliegenden Projekts drei weitere Ersatzmassnahmen realisiert werden:

- M0: Aufwertung Unterlauf Chüelibach

- M1: Aufwertung «im Schore»: Umlegung des Chüelibach in den Talweg und ökologische Aufwertung Gerinne
 - M2: Aufwertung «Sagihüsli»: Rückbau Ufermauern und ökologische Aufwertung Gerinne
- Die Massnahmen sind in Abbildung 52 als Skizzen ersichtlich.

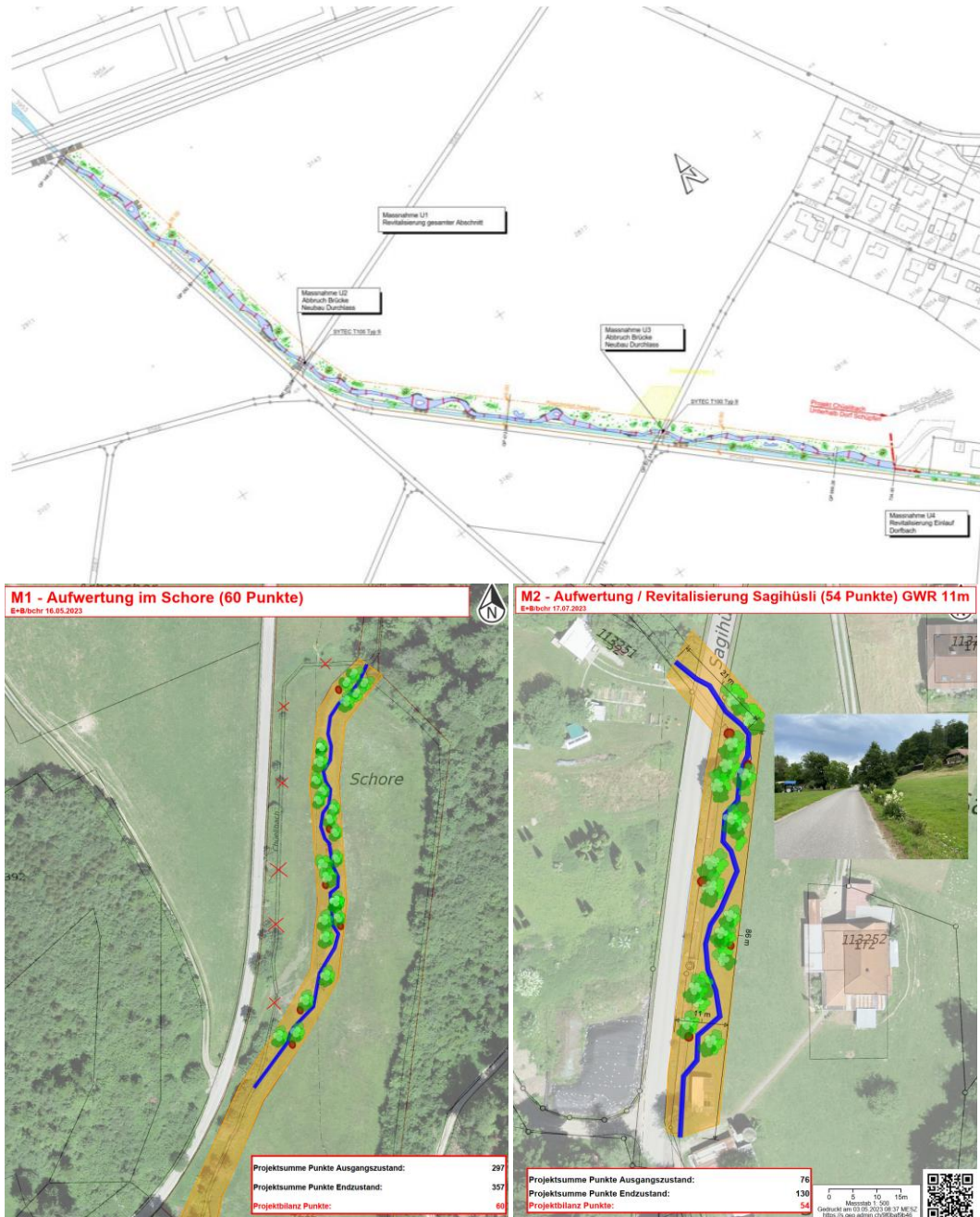


Abbildung 52: Skizzen der weiteren Ersatzmassnahmen.

Diese weiteren Ersatzmassnahmen sind nicht Bestandteil des vorliegenden Wasserbauplans und sollen in separaten Verfahren bewilligt werden. Deren Realisierung ist jedoch Voraussetzung für einen positiven Finanzbeschluss.

Die ursprünglich angedachte Ersatzmassnahme Ausdolung Härbächlimatt wurde nicht weiterverfolgt und stattdessen die Ersatzmassnahme Aufwertung Unterlauf berücksichtigt.

6.5 Kosten

6.5.1 Kostenvoranschlag

Für die Kostenermittlung wurden Richtwerte aufgrund von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Projekten herangezogen. Für die Entlastungsleitung wurden von Rohrlieferanten Richtofferten eingeholt. Zudem erfolgte der Mengenauszug auf Basis der Projektpläne. Massnahmen wie das vorliegende Hochwasserschutzprojekt unterliegen nicht der UVP-Pflicht.

Für den Kostenvoranschlag gilt eine Kostengenauigkeit von $\pm 10\%$. Der Kostenvoranschlag basiert auf einer Preisbasis vom November 2023. Die Kosten sind jeweils auf CHF 1'000 gerundet. Die ausgewiesenen Baukosten beziehen sich auf die angegebene Preisbasis und berücksichtigen daher keine Teuerung.

Der Kostenvoranschlag nach NPK-Kapiteln und die Risikokosten sind in Anhang D ersichtlich.

Tabelle 20: Kostenvoranschlag (Kostengenauigkeit von $\pm 10\%$).

Pos.	Massnahme	Total [CHF]
1	Baumeisterarbeiten	
1.1	Geschiebeablagerungsraum, inkl. Schwemmholzrechen und Damm	183'000
1.2	Entlastungsleitung, inkl. Auslaufbauwerk	2'805'000
1.3	Umlegung Dorfstrasse	397'000
1.4	Umlegung Stuber Nord inkl. Einleittrichter	1'387'000
1.5	Massnahmen am bestehenden Gerinne	143'000
1.6	Ersatzmassnahme M3: Ausdolung Härdbächli	64'000
1.7	Ersatzmassnahme M4: Hecke Sammler	20'000
1.8	Ersatzmassnahme M6A: Teich Sammler	47'000
Total Bauarbeiten exkl. MwSt.		5'046'000
2	Projekt und Bauleitung	
2.1	Projekt und Bauleitung	850'000
2.2	Geotechnische und geologische Projektbegleitung	50'000
2.3	Bodenkundliche Baubegleitung	20'000
Total Projekt und Bauleitung exkl. MwSt.		920'000
3	Vermessung- und Vermarchung	
3.1	Vermessung, Absteckung	5'000
3.2	Vermarchung, Notar, Vermessung (nach Ausführung)	5'000
Total Vermessung und Vermarchung		10'000
4	Verschiedenes	
4.1	Diverses (Abfischen, Bewilligungen, Publikationen, etc.)	5'000
4.2	Landerwerb / Entschädigungen / Inkonvenienzen	274'000
Total Verschiedenes		279'000
Zwischentotal I		6'255'000
	Risikokosten	676'000
Zwischentotal II		6'931'000
	MwSt. 8.1%	561'000
Total Projekt inkl. MwSt.		7'490'000

Folgende Positionen wurden in der Kostenschätzung auf nicht berücksichtigt:

- Planungskosten vor Projektneustart im Jahr 2017
- Kosten für ersatzpflichtige Massnahmen, welche in Drittprojekten bewilligt werden
- Zukünftige Teuerung

Gegenüber der Kostenschätzung aus dem Vorprüfungsprojekt vergrösserten sich die Kosten in folgenden Punkten:

- Berücksichtigung Teuerung zwischen Projektstand Vorprüfung (November 2021) und Projektstand Vernehmlassung (November 2023). Die Teuerung wurde entsprechend dem Produktionskostenindex (PKI) der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (KBOB) berücksichtigt und ist abhängig von der Arbeitsgattung. Wobei die Baustelleneinrichtung mit 8.9% die höchste Teuerungsrate aufweist.
- Berücksichtigung Ersatzmassnahmen.
- Berücksichtigung Tangierung belasteter Standort auf Parzelle 3836.
- Änderung MWST per 01.01.2024 von 7.7% auf 8.1%

6.5.2 Finanzierung

Das Wasserbauprojekt soll als Hochwasserschutzprojekt finanziert werden.

Das Projekt wird voraussichtlich durch Bund und Kanton subventioniert. Die Beiträge von Bund und Kanton setzen sich aus dem Grundbeitrag und möglichen Beiträgen für Mehrleistungen zusammen.

Grundbeitrag (fix):	60 %
Beitrag für erbrachte Mehrleistungen:	max. 20 %

Der Anteile von Bund und Kanton beläuft sich somit auf 60 - 80 % und die Restkosten für den Wasserbauträger belaufen sich auf 20 - 40 % der Gesamtkosten. Zudem besteht die Möglichkeit, dass sich Dritte an den Restkosten beteiligen (u.a. Mobiliarversicherung).

6.5.3 Nicht subventionierbare Kosten

Nicht alle notwendigen Massnahmen sind über den Wasserbau zu finanzieren. So befinden sich diverse Werkleitungen im Perimeter, welche im Rahmen des Projekts verlegt werden müssen. Sofern sich die Werkleitungen heute im Gewässerraum befinden, muss der Werkeigentümer voraussichtlich selbst für die Kosten einer Verlegung aufkommen.

Mit dem Projekt werden zudem diverse Brücken und Durchlässe neu gebaut. Wird dabei eine bestehende Brücke ersetzt, muss dabei der Zeitwert dieser Anlage berücksichtigt werden. Der Werkeigentümer hat sich entsprechend der Wertsteigerung aufgrund des Neubaus an den Kosten zu beteiligen [31].

Im vorliegenden Projekt werden zwei Ersatzneubauten von Brücken innerhalb des Gewässerraums (rot umkreist auf Abbildung 53) erstellt (Durchlass beim Gebäude Sägestrasse 2 sowie Durchlass oberhalb des Areals Stuber). Entsprechend der Richtlinie Bauten und Anlagen im Gewässerraum des Kantons Berns [31] haben sich in diesem Fall die Werkeigentümer an den Baukosten zu beteiligen.

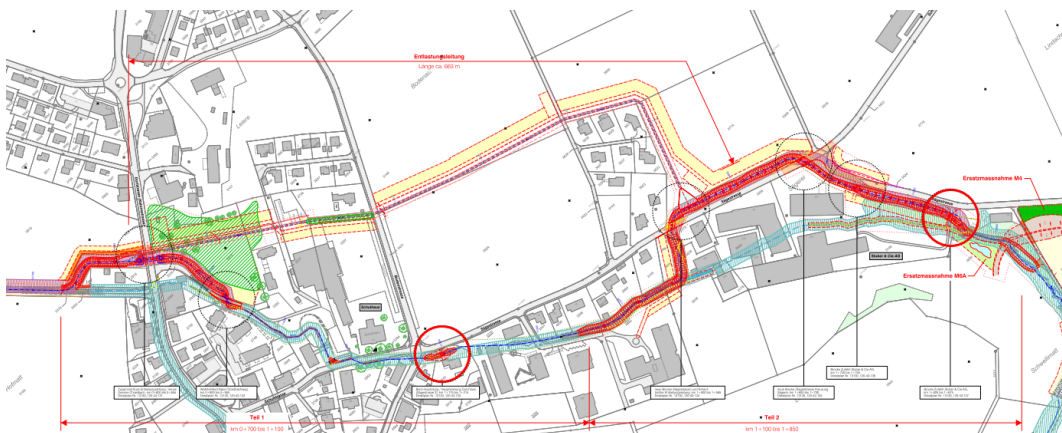


Abbildung 53: Ersatzneubauten im Gewässerraum von Brücken/Durchlässen (rot umkreist).

Für beide Durchlässe wurden im aktuellen Projektstand keine detaillierten Untersuchungen zum Zeitwert der Bauten gemacht. Eine Analyse von Luftbildern lässt jedoch vermuten, dass beide Bauten älter als 60 Jahre sind. In diesem Fall ist der Zeitwert der Anlagen gemäss [31] 0 Fr. Dementsprechend sind die vollen Neubaukosten durch den Werkeigentümer zu übernehmen.

Weiter entsteht mit dem Durchlass Dorfstrasse ein Ersatzneubau ausserhalb des Gewässerraums. Inwiefern sich hier der Kanton Bern als Werkeigentümer an den Rückbaukosten des bestehenden Durchlasses beteiligen wird, muss noch abgeklärt werden.

Ebenfalls muss noch geprüft werden, wer für die Sanierungskosten der Altlast auf Parzelle 3836 aufkommt (vgl. Kapitel 7.4.5). Die Kosten für die Sanierung des belasteten Standortes trägt jedoch grundsätzlich der Verursacher.

Der Kostenteiler ist in Anhang E ersichtlich. Der grösste Teil der Kosten ist über den Wasserbau zu tragen. Grund hierfür ist, dass der Wasserbau Auslöser der Arbeiten ist und dass diese grösstenteils ausserhalb des heutigen Gewässerraums ausgeführt werden. Der Anteil Dritter am Projekt beträgt 190'000 Fr.

6.5.4 Kostenwirksamkeit

Die Kostenwirksamkeit (Nutzen – Kosten – Verhältnis) der Hochwasserschutzmassnahmen wurde mit Hilfe der Plattform EconoMe [4] ermittelt. Dabei wird die Reduktion des Risikos im Verhältnis zu den aufgewendeten Kosten betrachtet. Für die Kostenwirksamkeitsberechnungen wurden die waserbaurelevanten Projektkosten von 7.3 Mio. Fr. berücksichtigt. Die Kosten der Ersatzmassnahmen, welche in separaten Verfahren bewilligt werden sollen (vgl. Kapitel 6.4.5) wurden auf 2.5 Mio. Fr. geschätzt und ebenfalls in der Kostenwirksamkeitsberechnung berücksichtigt.

Die jährlichen Massnahmenkosten wurden anhand unterschiedlicher Faktoren berechnet (vgl. Tabelle 21). Die gewählten Faktoren für Verzinsung, Unterhalts- und Betriebskosten orientieren sich an den EconoMe Empfehlungen.

Tabelle 21: Jährliche Kosten der geplanten Massnahmen.

	Wert	Einheit
Lebensdauer der Bauwerke	100	[Jahre]
Zinssatz	2	[%]
Betriebskosten (0.5 % der Gesamtkosten)	50'000	[CHF/Jahr]
Unterhaltskosten (0.5 % der Gesamtkosten)	50'000	[CHF/Jahr]
Massnahmenkosten (total)	300'000	[CHF/Jahr]

Anhand der Differenz zwischen dem Schadenpotential vor und nach Massnahmen kann die Risikoreduktion, welche durch die Hochwasserschutzmassnahmen erreicht wird, ermittelt werden.

Der Berechnung des Schadenpotentials vor Massnahmen wurden die Intensitätskarten der Gefahrenkarte zugrunde gelegt (vgl. Anhang C).

Dabei wurden sämtliche heute bestehenden Objekte innerhalb der Gefährdungsbereiche aufgenommen und einer Objektkategorie zugeordnet. Folgende Objekte wurden berücksichtigt:

- Gebäude (u.a. Gewerbegebäude Einzel- und Mehrfamilienhäuser, Schuppen)
- Schule/Kindergarten
- Sportanlagen
- Landwirtschaftliche Nutzflächen
- Diverse Werkleitungen
- Strassen

Die Berechnung des Schadenpotentials erfolgte mit den in EconoMe Standardwerten. Entsprechend diesen Vorgaben wurde der Sachwert von Industrie- und Gewerbegebäude, aber auch Schulgebäuden anhand des Gebäudevolumens bestimmt. Für Gewerbe- und Schulgebäude wurde keine Personenbelegung angenommen.

Die für die Berechnung des Schadenpotentials verwendeten Intensitätskarten vor und nach Massnahmen sind in Anhang C ersichtlich.

Der massgebende Gefahrenprozess wurde je nach Geländegefälle entsprechend der *Entscheidungshilfe dynamische – statische Überschwemmung* [3] von EconoMe wie folgt gewählt:

- Oberhalb Bodenstrasse: dynamische Überschwemmung
- Zwischen Bodenstrasse und Dorfstrasse: statische Überschwemmung
- Unterhalb Dorfstrasse bis Perimeterende: dynamische Überschwemmung

Die Summe aus Sachschäden und monetarisierten Personenschäden ergibt das Gesamtschadenpotential (Schadenausmass). Vor Massnahmen beträgt das jährliche Schadenausmass 404'767 Fr. Mit den Massnahmen kann dieses auf 32'805 Fr./Jahr reduziert werden. Die jährliche Risikoreduktion beträgt somit 371'962 CHF.

Anhand der jährlichen Massnahmenkosten und der Risikoreduktion lässt sich die Kostenwirksamkeit der Massnahmen berechnen:

$$\begin{aligned} \text{Kostenwirksamkeit (Nutzen – Kosten – Verhältnis)} &= \frac{\frac{\text{Risikoreduktion}}{\text{Jahr}}}{\frac{\text{Massnahmenkosten}}{\text{Jahr}}} \\ &= \frac{404'767 - 32'805 \text{ CHF}}{300'000 \text{ CHF}} \sim 1.2 \end{aligned}$$

Die Kostenwirksamkeit der Projektkosten beträgt 1.2. Das Projekt kann somit als kostenwirksam beurteilt werden.

In Anhang F ist eine Zusammenfassung der Wirtschaftlichkeitsberechnung aus EconoMe ersichtlich

7 Projektauswirkungen

7.1 Verhalten im Überlastfall

7.1.1 Generelles Verhalten

Auch mit der Realisierung des Wasserbauprojektes kann ein Überlastfall eintreten und eine Hochwassergefährdung auslösen. Der Überlastfall tritt bei einem Ereignis ein, welches das Dimensionierungsszenario (HQ_{100}) übertrifft. Bei einer Überlastung des Systems wird davon ausgegangen, dass die Fliesswege den heutigen entsprechen. Das Wasser fliesst breitflächig in Richtung Sägereiareal und Wydackerweg ab und gelangt schliesslich über das Gelände der Primarschule und den Bütz-mattweg zum Chüelibach. Im Rahmen des Projekts wird die dort vorhandene Abflussmulde aufgefüllt. Im Überlastfall ist damit zu rechnen, dass das Wasser in diesem Bereich breitflächiger abfliesst als heute.

7.1.2 Damm bei Baumschule

Der Damm oberhalb des Areals Stuber wird rechtseitig 30 cm höher als linksseitig ausgestaltet. Bei einem Überlasten des Geschiebeablagerungsraums wird damit verhindert, dass Wasser in neue Gebiete (wie z.B. rund um Bahnhof Schüpfen) abfliessen kann. Sollte der Damm linksseitig vom Gerinne überströmt werden, wird mit der entsprechenden Ausgestaltung des Terrains bei der Ersatzmassnahme Amphibienteich erreicht, dass das Wasser wieder zurück in den Chüelibach fliesst.

7.1.3 Entlastungsbauwerk

Das Entlastungsbauwerk kann grundsätzlich bei grossem Schwemmholt- und/oder Geschiebeaufkommen überlasten. Verklaust das Drosselbauwerk und werden grosse Mengen Material angeschwemmt, muss ebenfalls mit einer Verklausung des Einlaufs gerechnet werden. Durch den Bau des Schwemmholtrechens oberhalb des Areals Stubers wird die Wahrscheinlichkeit dieses Szenarios auf ein Minimum reduziert.

7.1.4 Neue Gerinneabschnitte

Bei den neuen Gerinneabschnitten Umlegung Stuber Nord und Umlegung Dorfstrasse sind die neuen Durchlässe/Brücken die kritischen Schwachstellen im Überlastfall. Diese sind im Rahmen der Notfallplanung (vgl. Kapitel 9) zu berücksichtigen

7.1.5 Weitere Massnahmen

Um die Gesamtsituation im Überlastfall und bei Oberflächenabfluss zu verbessern, wird empfohlen, zusätzlich mit einem Einlaufschacht bei der Bodenstrasse (vgl. Abbildung 54) eine weitere Einlaufmöglichkeit in die Entlastungsleitung zu schaffen. Durch mitgeschwemmtes Material (z.B. Blätter, Äste oder Kies) erhöht sich beim Schacht der Unterhaltsaufwand.

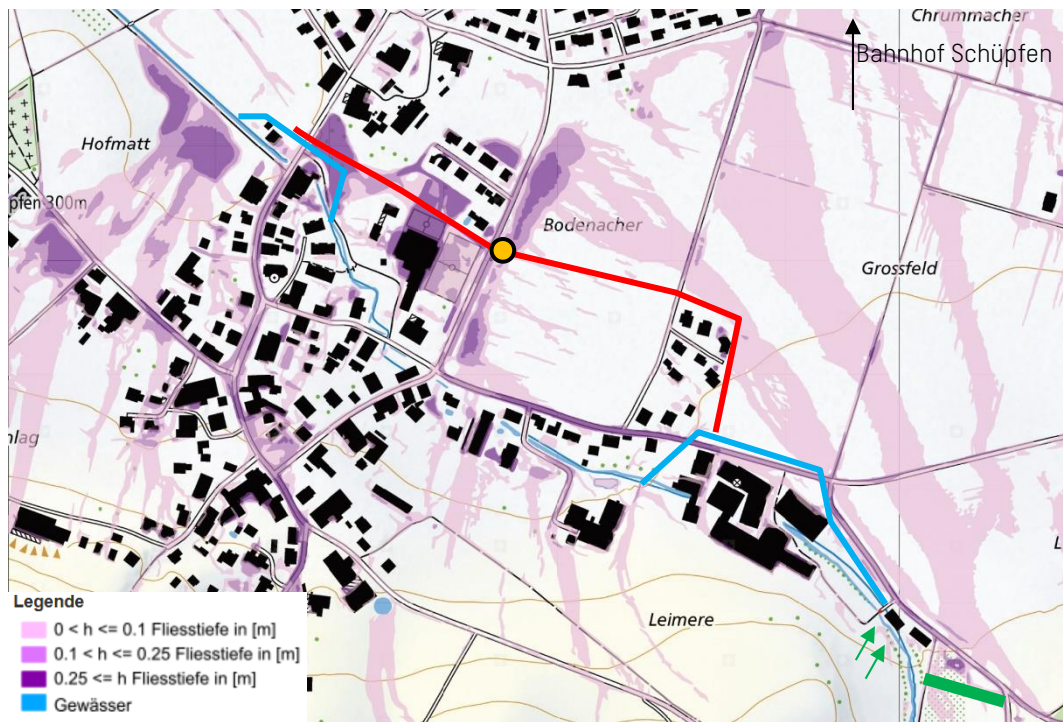


Abbildung 54: Gefährdungskarte Oberflächenabfluss im Dorfbereich von Schüpfen [50]. Die Lage der Entlastungsleitung ist rot eingezeichnet. Die Lage der empfohlenen Einlaufschächte ist orange und der erhöhte Damm grün eingezeichnet.

7.2 Gefahrensituation nach Massnahmen

Durch die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen werden gefährdeten Objekte und Flächen bis zu den definierten Schutzzielen (vgl. Kapitel 4.2) geschützt. Die Intensitätskarten nach Umsetzung der Massnahmen sind im Anhang C ersichtlich. Durch die geplanten Massnahmen gibt es im Projektperimeter bis zu einem 100-jährlichen Ereignis keine Überflutungsflächen mehr. Bei einem 300-jährlichen Ereignis wird angenommen, dass die Überflutungsflächen die gleichen bleiben.

Durch das Drosselungsbauwerk wird erwartet, dass die Intensitäten entlang des bestehenden Gerinnes abnehmen. Entlang des neuen Gerinnes im Bereich der Umlegung Stuber entsteht ab einem 300-jährlichen Ereignis ein neuer Fliessweg.

Im Bereich der Hostett bei der Dorfstrasse werden durch die Auffüllung der Geländemulde neu nur noch schwache Intensitäten erwartet.

Der Entwurf der Gefahrenkarte nach Massnahmen ist in Abbildung 55 ersichtlich.

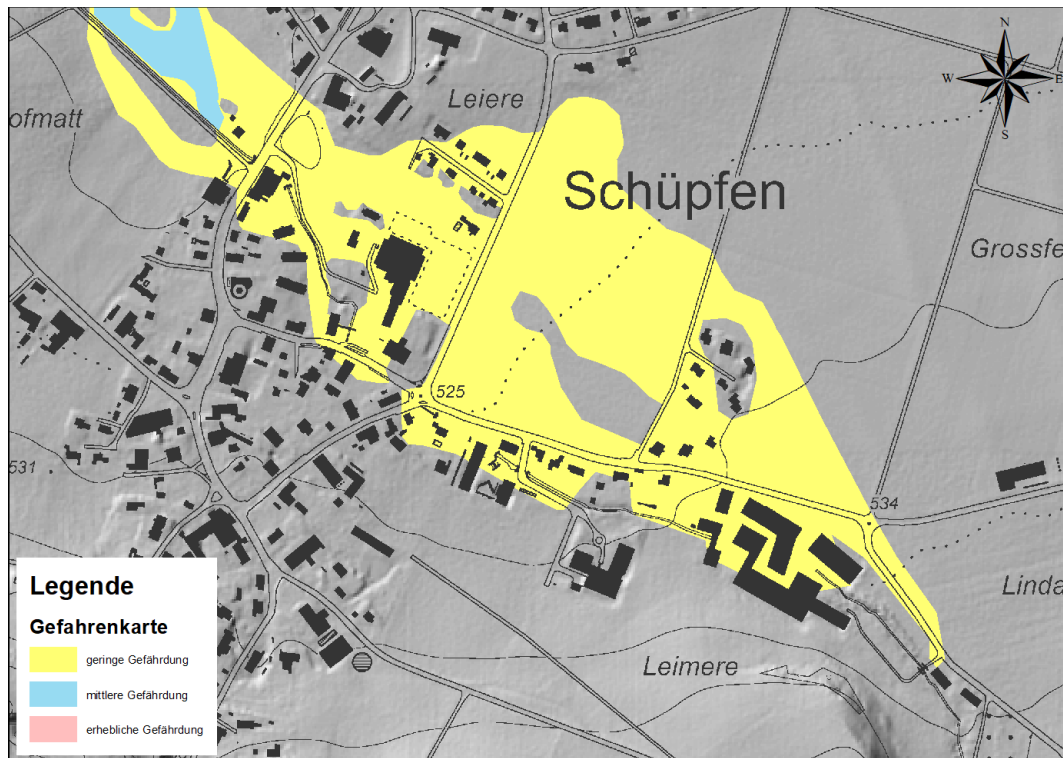


Abbildung 55: Entwurf der Gefahrenkarte nach Massnahmen.

7.3 Bestehende Nutzungen

7.3.1 Siedlung und Landschaft

Das Projekt tangiert mehrheitlich landwirtschaftliche Nutzflächen. Im Bereich des Areals Stuber werden durch die Umlegung des Gerinnes zudem Arbeitszonen tangiert. Die Umlegung des Gerinnes in diesem Bereich ermöglicht es, dass das Areal besser ausgenützt werden kann, da die bestehenden Beschränkungen aufgrund des Gewässerraums wegfallen, resp. an den Rand verlegt werden. Im Bereich der Liegenschaften Sägestrasse 2, resp. Bundesrat-R.-Minger-Strasse 1a werden für Massnahmen am Gerinne die privaten Grundstücke tangiert.

Zudem erfolgen Massnahmen am bestehenden Gerinne beim Primarschulhaus. Ansonsten wird nicht von grösseren Auswirkungen auf das Siedlungsgebiet ausgegangen.

Mit dem neuen Gerinne für die Umlegungen Stuber und Dorfstrasse wird in diesen Bereichen ein neues Strukturelement im Landschaftsbild platziert.

Das Entlastungsbauwerk beeinflusst aufgrund seiner Dimensionen lokal stark das Landschaftsbild. Im Rahmen der weiteren Planung kann geprüft werden, ob mit Hecken oder Bestockung die Sichtbarkeit des Bauwerks von der Sägestrasse her verkleinert werden soll.

Durch den Rückbau des bestehenden Durchlass Dorfstrasse des Chüelibachs werden die massiven Kalksteine, welche in diesem Bereich die Strasse begrenzen, tangiert. Diese sollen am jetzigen Standort erhalten bleiben und allenfalls aufgerichtet werden.

7.3.2 Landwirtschaft

Der grösste Teil der durch das Projekt beanspruchten landwirtschaftlichen Nutzflächen ist als Fruchtfolgefläche (FFF) im kantonalen Inventar aufgeführt. Das tangierte Kulturland wird mehrheitlich temporär beansprucht bleibt aber erhalten. Die detaillierten Angaben zu den Eingriffen und anfallenden Kubaturen, Untersuchungen zum Ist-Zustand, sowie Auflagen zum Bodenschutz werden im Bodenschutzkonzept (vgl. Beilage 3.5) aufgezeigt.

Gemäss der Arbeitshilfe Umgang mit Kulturland [1] werden die relevanten Punkte wie folgt beurteilt:

Standortnachweis:

Das vorliegende Wasserbauvorhaben ist aufgrund des historischen Verlaufs des Gewässers standortgebunden. Die Verwirklichung des Wasserbauvorhabens ist von kantonalem Interesse. Mittels

hydraulischer Modellierung (vgl. Kapitel 3.4) und der Gefahrenkarte (vgl. Kapitel 3.5) wurde der Handlungsbedarf nachgewiesen. Im Rahmen der Projektentwicklung wurden mögliche Massnahmenvarianten verglichen und beurteilt (vgl. Kapitel 5). Es wurde eine Variante gewählt, welche die Beanspruchung von FFF minimiert. Das Projekt wurde partizipativ entwickelt und es wurde eine öffentliche Mitwirkung durchgeführt (vgl. Abschnitt 1.5). Die umfassende Interessensabwägung und Prüfung von Alternativen hat ergeben, dass die nachgewiesenen Defizite am Gewässer nicht ohne Beanspruchung von KL inkl. FFF behoben werden können.

Geringe Beanspruchung:

Es handelt sich nicht um eine geringe Beanspruchung.

Wichtiges Kantonaales Ziel:

Es handelt sich nicht um eine Einzonung, sondern um eine andere bodenverändernde Nutzung. Daher ist kein wichtiges kantonaales Ziel erforderlich.

Optimale Nutzung:

Das Projekt wurde kompakt und flächensparend nach den einschlägigen Richtlinien und Handlungsgrundsätzen des Kantons und Bundes dimensioniert. Bei Abweichungen von diesen Richtlinien kann der Hochwasserschutz nicht gewährleistet werden.

Vorübergehende Beanspruchung:

Ohne vorübergehende Beanspruchung von KL inkl. FFF kann das Wasserbauvorhaben nicht umgesetzt werden. Der Zugang und Betrieb während der Bauarbeiten ist standortgebunden und erfordert Raum, weshalb eine vorübergehende Beanspruchung von KL inkl. FFF unvermeidbar ist. Die Rekultivierung ist integraler Projektinhalt und im Kostenvoranschlag enthalten. Die jeweilige vorübergehende Beanspruchung dauert weniger als fünf Jahren.

Kompensationspflicht:

Die Verwirklichung des Wasserbauvorhabens ist von öffentlichem Interesse und bezweckt die Erhöhung der Hochwassersicherheit. Beim Hochwasserschutz handelt es sich um die Erfüllung einer gesetzlich vorgeschriebenen Aufgabe gemäss Art. 8b Abs. 4 BauG. Gemäss Art. 11g Abs. 3 BauV sind zudem vorübergehend beanspruchte FFF nicht kompensationspflichtig. Daher ist das Vorhaben bezüglich der dauernd und der temporär beanspruchten FFF nicht kompensationspflichtig.

7.3.3 Werkleitungen

In Tabelle 22 und Tabelle 23 ist ersichtlich, welche Werkleitungen durch das Projekt tangiert werden.

Die Werkleitungen werden im Betrieb und Bestand geschützt. Die Massnahmen werden in der weiteren Projektplanung mit den Werkeigentümern koordiniert.

Tabelle 22: Übersicht tangierter Werkleitungen Entlastungsleitung.

Standort	Anlage	Massnahme
km 1+075 (Bodenstrasse)	Swisscom Fernwärme	Leitungsquerungen unter neue Entlastungsleitung verlegen
km 1+000 bis km 1+075	Meteorwasser PP315	Leitung schützen, ev. in Entlastungsleitung einleiten
km 1+000 bis km 1+075	Mischwasser B400	Leitung neu verlegen in Graben von Entlastungsleitung
km 1+000	Schmutzwasser B400 Und Mischwasserleitung	Leitung neu verlegen entlang Entlastungsleitung

Standort	Anlage	Massnahme
km 0+835 (Dorfstrasse)	Meteorwasser B200	In Entlastungsleitung einleiten
km 0+835 (Dorfstrasse)	BKW Wasser Swisscom	Leitungsquerungen unter neue Entlastungsleitung und neues Gerinne verlegen

Tabelle 23: Übersicht tangierter Werkleitungen Gerinneausbau/-umlegung.

Standort	Anlage	Massnahme
1+680 (Sägestrasse)	BKW Swisscom Wasser	Unter neue Brücke verlegen
km 1+600 bis 1+680	Wasser	Leitung zwischen neuem Gerinne und Sägestrasse verlegen
1+521 bis 1+610	Fernwärme	Leitung schützen
1+521 (Sägestrasse)	Schmutzwasser	Unter Bachsohle mit Betonriegel schützen
1+521 (Sägestrasse)	Fernwärme BKW Swisscom Wasser	Unter neue Brücke verlegen
km 1+480 bis 1+515	BKW Cablecom	Leitung schützen, ev. tiefer legen
km 1+360	Fernwärme	Leitung schützen, ev. tiefer legen
km 1+360 bis km 1+460	UPC	Leitung schützen, ev. tiefer legen
km 0+835 (Dorfstrasse)	BKW Wasser Swisscom	Leitungsquerungen unter neue Entlastungsleitung und neues Gerinne verlegen

7.3.4 Verkehr

Das Projekt hat keine langfristigen Auswirkungen auf den Verkehr. Während der Bauphase ist mit Verkehrsbehinderungen zu rechnen.

7.3.5 Wanderrouthenetz

Das Projekt hat keine langfristigen Auswirkungen auf das Wanderrouthenetz. Während der Bauphase sind lokale Umleitungen notwendig.

7.4 Natur und Umwelt

7.4.1 Verfahren

Eine Umweltverträglichkeitsprüfung ist für ein Bauwerk der vorliegenden Grösse nicht erforderlich. Die Bausumme liegt unter dem UVP-Schwellenwert von 10 Mio. CHF für wasserbauliche Massnahmen (Anhang 30.2 der UVPV). Die einschlägigen Umweltgesetze sind zu berücksichtigen.

7.4.2 Schutzgebiete

Die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen tangieren keine eidgenössischen Inventare oder Schutzobjekte. Hingegen wird das regionale, resp. kommunale Landschaftsschutzgebiet B beansprucht. Innerhalb des Landschaftsschutzgebietes sind ökologische Ersatzmassnahmen (Amphibienteich, Pflanzung Hecke, Ausdolung&Aufwertung Härdbächli) vorgesehen. Diese Massnahmen weisen den gleichen Zweck wie das Landschaftsschutzgebiet auf (vgl. Kapitel 2.8.1).

Die weiteren Massnahmen innerhalb des Landschaftsschutzgebietes (Geschiebeablagerungsraum, Schwemmholtzrechen) können aufgrund der oben erwähnten Ersatzmassnahmen bestmöglich ins Landschaftsbild integriert werden.

7.4.3 Flora / Fauna / Lebensräume

Anhand der am 20. März 2020 kartierten Naturwerte wurde eine BESB+ Ökobilanzierung erarbeitet. Diese ist in Beilage 3.8 ersichtlich.

Die Bilanzierung weist eine positive Punktebilanz von +226 Öko-Punkten auf. Verglichen mit dem angestrebten Kompensationsziel jedoch zusätzlich eine Differenz von 531 Öko-Punkte möglichst zu kompensieren ist. Mit den zusätzlichen Ersatzmassnahmen (vgl. Kapitel 6.4), die einerseits im Rahmen des vorliegenden Projekts umgesetzt und andererseits in separaten Wasserbaubewilligungen genehmigt werden, können zusätzlich insgesamt 435 Öko-Punkte geschaffen werden.

Mit diesen zusätzlichen Ersatzmassnahmen weist das Projekt im Endzustand eine ökologische Besserstellung um 702 Öko-Punkte auf.

7.4.4 Boden

Durch die geplanten Massnahmen sind temporäre und dauerhafte Eingriffe in den Boden notwendig.

Grundsätzlich wird gemäss «Bodenschutz beim Bauen²», «Boden und Bauen – Stand der Technik³» und der Begleitung Bodenaushub⁴ vorgegangen.

Die detaillierten Angaben zu den Eingriffen und anfallenden Kubaturen, Untersuchungen zum Ist-Zustand, sowie Auflagen zum Bodenschutz werden im Bodenschutzkonzept (vgl. Beilage 3.5) aufgezeigt. Während der Ausführung ist eine bodenkundliche Baubegleitung (BBB) einzusetzen, damit negative Auswirkungen auf den Boden minimiert oder verhindert werden können.

7.4.5 Belastete Standorte / Altlasten

Die drei im Projektperimeter befindlichen belasteten Standorte werden durch das Projekt tangiert. Beim Standort Nr. 03110009 ist geplant das bestehende Gerinne zuzuschütten. Grössere Aushubarbeiten fallen nicht an.

Beim Standort Nr. 03110040 soll entlang der Parzellengrenze 3835 und 3836 das Gerinne für die Umlegung Stuber Nord ausgehoben werden. Gemäss der historischen Untersuchung [16] zu diesem belasteten Standort, konnten im Bereich des Wasserbauprojekts keine altlastenrelevanten Nutzungen ermittelt werden.

In der Nähe vom Standort Nr. 03110031 soll der alte Durchlass des Chüelibachs zurückgebaut werden. Der Standort selbst wird voraussichtlich nicht tangiert.

7.4.6 Gewässerschutz / Grundwasser

Die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen liegen gemäss dem kantonalen Geoportal [40], [41] ausserhalb von Gewässerschutzbereich und Grundwasservorkommen. Es wird davon ausgegangen, dass sich die geplanten Massnahmen keinen Einfluss auf das Grundwasser haben.

7.4.7 Lärm

Der Fachbereich Lärm ist nur in der Bauphase relevant. Dabei gilt die Baulärmrichtlinie⁵. Die Massnahmenstufen sowie die entsprechenden Massnahmen werden im Ausführungsprojekt definiert.

² BUWAL, 2001: Bodenschutz beim Bauen, Leitfaden Umwelt Nr. 10

³ BAFU (Hrsg.) Bellini E. 2015: Boden und Bauen. Stand der Technik und Praktiken. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1508:114 S.

⁴ BUWAL, 2001: Begleitung; Verwertung von ausgehobenem Boden (Begleitung Bodenaushub)

⁵ BAFU, 2006: Baulärm-Richtlinie; Richtlinie über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1987, Umwelt-Vollzug Nr. 0606, Bern.

In Bezug auf das Strassennetz beschränken sich die Massnahmen auf die Substanzerhaltung. Die Strassen sollen im heutigen Zustand erhalten bleiben. Die Massnahmen haben keine Veränderung des Verkehrsaufkommens zur Folge. Es besteht keine lärm erhöhende Wirkung.

7.4.8 Luft

Der Fachbereich Luft ist nur in der Bauphase relevant. Dabei gilt die Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen⁶. Die Massnahmenstufen sowie die entsprechenden Massnahmen werden im Ausführungsprojekt definiert.

7.4.9 Wald

Durch die geplanten Massnahmen werden keine Waldflächen tangiert.

7.5 Gewässerökologie und Fischerei

7.5.1 Geschiebehaushalt

Mit dem Bau der Entlastungsleitung wird die Geschiebetransportkapazität im bestehenden Gerinne weiterhin (Restwasserstrecke) quasi null betragen. Im heutigen Zustand muss ebenfalls von einer Transportkapazität gleich null ausgegangen werden (vgl. Kapitel 0)

Mit einem Geschiebemanagement sollen die oberhalb des Entlastungsbauwerks abgelagerten Volumen unterhalb des Siedlungsgebietes wieder in den Chüelibach oder den Lyssbach eingebracht werden und so die Durchgängigkeit des Geschiebes gegenüber heute verbessert werden. Oberhalb des Areals Stuber wird ein Geschiebeablagerungsraum geschaffen. Dieser dient dazu, einen klar definierten Platz zu schaffen, wo sich das Geschiebe ablagert und so die Überlastsicherheit des Entlastungsbauwerks zu verbessern. Lagert sich Material in diesem Bereich ab, soll dieses mit Lastwagen unverändert zum Geschieberückgabebereich transportiert werden. Dadurch steht dieses Geschiebe dem Gewässer weiter zur Verfügung.

7.5.2 Ökomorphologie

Ein Abfluss von $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (Drosselwassermenge) oder mehr wurde während den Jahren 1999 und 2000 an der Abflussmessstation am Chüelibach (vgl. Kapitel 2.8.8) insgesamt 13-mal gemessen. Aufgrund der kurzen Ereignisdauer lag das Tagesmittel bei diesen Ereignissen bis auf eine Ausnahme unter $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Zudem berücksichtigte die Abflussmessstation auch das Wasser, welches unterhalb des geplanten Entlastungsbauwerks vom Dorfbach her in den Chüelibach fliesst. Grundsätzlich lässt sich jedoch aus diesen Messwerten ableiten, dass die neue Hochwasserentlastung mehrmals jährlich anspringen wird und so grösstenteils keine Hochwasserdynamik mehr zwischen dem Entlastungsbauwerk und dem Rückgabebauwerk entstehen wird.

7.6 Landerwerb

Das Hochwasserschutzprojekt tangiert private Parzellen. Im Landerwerb (vgl. Planbeilage) wird zwischen folgenden Kategorien unterschieden:

- **Eigentumserwerb:** Wasserbauträger kauft die ausgewiesene Fläche.
Es ist der Erwerb der neuen Gerinneflächen für die Umlegung Dorfstrasse sowie die Flächen für Einlauf- und Auslaufbauwerk vorgesehen. Bei den Flächen, welche durch die Entlastungsleitung tangiert werden, erfolgt kein Landerwerb
- **Dauernde Dienstbarkeit (Nutzungsrechte/ Nutzungsbeschränkungen):** Keine Änderung des Grundeigentümers jedoch dauernde Nutzungseinschränkungen auf der betroffenen Fläche.

⁶ BAFU, 2009: Luftreinhaltung auf Baustellen; Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen (Baurichtlinie Luft), Vollzug Umwelt Nr. 0901, Bundesamt für Umwelt, Bern.

Folgende baulichen Massnahmen werden mittels dauernder Dienstbarkeit gesichert:

- *Entlastungsleitung*
- *Dämme bei Entlastungsbauwerk*

Der Landeigentümer hat sämtliche Massnahmen in der Lage, Höhe und in der Dimension wie erstellt zu dulden. Die Zugänglichkeit für Unterhaltsarbeiten, Kontrollen und Wiederherstellung dieser Massnahmen ist zu gewährleisten (Wegrecht).

- **Vorübergehende Beanspruchung:** Land, welches temporär beansprucht wird. Das Land bleibt im Besitz des heutigen Eigentümers. Nach Ende der Bauarbeiten werden alle Anlagen und Installationen zurückgebaut und der Ursprungszustand bestmöglich wiederhergestellt.
Dies gilt zum Beispiel für Installations- und Lagerplätze, Baupisten. Da die Dimension und Lage dieser Flächen zum Zeitpunkt der Auflage noch nicht in aller Genauigkeit bekannt sind, werden diese Flächen mit Reserve ausgeschieden.

Die drei Landerwerbskategorien sind unter Angabe der Fläche auf dem Landerwerbsplan (vgl. Planbeilage) nach Parzelle aufgeschlüsselt dargestellt.

Es ist der Erwerb der neuen Gerinneflächen sowie die Flächen für Entlastungs- und Auslaufbauwerk vorgesehen. Bei den Flächen, welche durch die eigentliche Entlastungsleitung tangiert werden, erfolgt kein Landerwerb.

7.7 Verfahren

Für das Bauvorhaben massgebliche Verfahren ist der Wasserbauplan. Das vorliegende Hochwasserschutzprojekt unterliegt nicht der UVP-Pflicht. Es sind jedoch die in Kapitel 7.7.1 genannten Bewilligungen einzuholen.

7.7.1 Spezialbewilligungen

Tabelle 24: Spezialbewilligungen.

Bewilligung	Referenz	Bemerkung
Ausnahmebewilligung für Eingriffe in Vorkommen geschützter Pflanzen	Art. 20 NHG Art. 14 NHV Art. 20 NHV Art. 15 kantonales Naturschutzgesetzes Art. 19 und 20 NSchV.	Im Projektperimeter wurden mehrere kantonal geschützte Einzelarten nachgewiesen. Das Vorhaben ist an den geplanten Standort gebunden und es besteht ein überwiegendes Interesse. Das Vorhaben sieht die bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonsten zu ökologisch gleichwertigen Ersatzmassnahmen vor.
Ausnahmebewilligung für Eingriffe in die Ufervegetation	Art. 18 Abs. 1bis und 1ter NHG Art. 21 und 22 Abs. 2 NHG Art. 12, Art. 13 Abs. 3 und Art. 17 NSchV	Die vorgesehenen Massnahmen bedingen einen Eingriff in die Ufervegetation. Das Vorhaben ist an den geplanten Standort gebunden und es besteht ein überwiegendes Interesse. Das Vorhaben sieht die bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonsten zu ökologisch gleichwertigen Ersatzmassnahmen vor.

Bewilligung	Referenz	Bemerkung
Ausnahmebewilligung für Eingriffe in Lebensräume geschützter Tiere	Art. 20 NHG Art. 14 NHV Art. 20 NHV Art. 15 kantonales Naturschutzgesetzes Art. 25, 26 und 27 NSchV	Im Projektperimeter wurden eine kantonal geschützte Einzelart nachgewiesen. Das Vorhaben ist an den geplanten Standort gebunden und es besteht ein überwiegendes Interesse. Das Vorhaben sieht die bestmöglichen Schutz-, Wiederherstellungs- oder ansonsten zu ökologisch gleichwertigen Ersatzmassnahmen vor.
Ausnahmegesuch für das Bauen ausserhalb des Baugebiets .	Art. 24 ff RPG	Die Bauwerke sind an die geplanten Standorte gebunden.
Fischereirechtliche Bewilligung für technische Eingriffe in Gewässer	Art. 8 -10 BGF	Die vorgesehenen Massnahmen bedingen einen technischen Eingriff ins Gewässer.
Bauen innerhalb des Gewässerraums	Art. 41c GSchV	Die vorgesehenen Massnahmen liegen zum Teil innerhalb des Gewässerraums.
Bauen innerhalb des gesetzlichen Strassenabstand (Bauverbotsstreifen, 5.00 m ab Kantonsstrassenrand).	Art. 81 SG	Die Querungen der Dorfstrasse liegen innerhalb dieses Streifens. Die Anlagen werden durch besondere Verhältnisse gerechtfertigt und es werden weder öffentliche noch wesentliche nachbarliche Interessen beeinträchtigt.
Ausnahmebewilligung für das Überdecken oder Eindolen von Fliessgewässern	Art. 38 Abs. 2 GschG	Der Chüelibach wird innerhalb des Projektperimeters öfters überdeckt. Dies weil das Gewässer bestehende Strassen und Wege queren muss. Bei den Querungen / Überdeckungen handelt es sich durchwegs um Verkehrsübergänge. Die Entlastungsleitung erfolgt durchgehend als überdeckte Leitung. Es handelt sich dabei um eine nur sporadisch wasserführende Hochwasserentlastungsleitung.
Wasserbaupolizeiliche Ausnahmebewilligung für Bauten und Anlagen im oder am Gewässer	Art. 48 WBG	Mit dem Projekt müssen diverse Werke Dritter verlegt oder angepasst werden, welche jedoch im oder am zukünftigen Gewässer liegen. Durch den Ausbau des Gerinnes liegt ein wichtiger Grund vor, welchem keine überwiegenden Interessen entgegenstehen.

Die Standortgebundenheit und das überwiegende Interesse des Vorhabens sind begründet. Unter Vorbehalt der bestmöglichen Schutz- und Wiederherstellungs- oder ökologisch gleichwertigen Ersatzmassnahmen sind die rechtlichen Voraussetzungen für die Erteilung der erforderlichen Ausnahmebewilligungen gegeben (Art. 18 Abs. 1ter NHG und Art. 14 Abs. 7 NHV). Die Bewilligung des vorliegenden Projektes erfordert die oben erwähnten Ausnahmebewilligungen nach Naturschutzrecht. Die Ausnahmebewilligungen sind als Bestandteil des Projektes zu dokumentieren und im Verfahren zu beantragen.

8 Anmerkungen zur Bauausführung

8.1 Ausführungstermine

Die Ausarbeitung eines Terminprogramms für die Realisierung des Projektes ist im Rahmen der Ausführungsplanung vorgesehen.

Für die Umsetzung der Massnahmen sind allfällige Schonzeiten zu berücksichtigen (z.B. Schonzeit für Bachforelle zwischen Oktober bis März). Aus hydrologischer Sicht können die Arbeiten grundsätzlich das ganze Jahr über ausgeführt werden. Hochwasser beim Chüelibach sind das ganze Jahr über möglich. Die mittleren Abflüsse sind im Sommerhalbjahr grundsätzlich etwas kleiner als im Winterhalbjahr.

Ein weiterer Punkt, welcher im Terminprogramm berücksichtigt werden muss, ist, dass aus Sicht des Bodenschutzes die im Projekt vorgesehenen grösseren Bodenarbeiten im Winter kritisch sein können.

Die einzelnen Massnahmen weisen grundsätzlich keine Abhängigkeiten untereinander auf. Die Ausnahme diesbezüglich bilden Massnahmen am bestehenden Gerinne, welche erst nach Abschluss der restlichen Massnahmen auszuführen sind, da durch die Massnahmen temporär, resp. Permanent die Abflusskapazität eingeschränkt wird.

8.2 Materialbewirtschaftung

Im Rahmen des Projektes entstehen insbesondere für den Bau der neuen Gerinne im Bereich Umlegung Stuber Nord und Umlegung Dorfstrasse grössere Mengen an Aushub. Im Gegenzug wird Material benötigt, um den Bereich Hostett aufzufüllen, sowie um die Geländemodellierungen beim Geschiebeablagerungsraum zu gestalten. Es wird davon ausgegangen, dass insgesamt ein Aushubüberschuss von 9'500 m³ entsteht, welcher nicht direkt vor Ort wieder eingebaut werden kann. Dem gegenüber steht ein Bedarf von ca. 6'000 m³ Aushubmaterial. Insbesondere bei den Geländemodellierungen besteht die Möglichkeit zusätzliches Material einzubauen. Dies soll im Rahmen der weiteren Planung geprüft werden. Das restliche überschüssige Material ist auf die Deponie abzuführen.

8.3 Erschliessung der Baustelle und Installationsplätze

Die Baustelle wird über Baupisten, welche seitlich zur Entlastungsleitung, resp. der Umlegung Dorfstrasse angelegt werden, erschlossen. Im Bereich des Schwemmholtzrechens ist ein grosser Installationsplatz vorgesehen. Weiter sind drei kleinere Installationsplätze beim Entlastungsbauwerk, beim Wydackerweg und im Bereich der Hostett vorgesehen.

8.4 Wasserhaltung

Die meisten Bauarbeiten können im Trockenen ausgeführt (Neue Gerinneabschnitte und Entlastungsleitung). Einzig die Massnahmen am bestehenden Gerinne sowie im Bereich oberhalb des Areals Stuber ist eine Wasserhaltung notwendig.

Die Wasserhaltungen werden als Unternehmerlösung ausgeschrieben. Im Rahmen der Ausschreibung werden in Absprache mit dem Auftraggeber Risikowassermengen definiert.

9 Organisatorische und raumplanerische Massnahmen

Durch raumplanerische Massnahmen wird einerseits sichergestellt, dass das Schadenpotential im gewässernahen Bereich nicht weiter erhöht wird. Andererseits wird dem Gewässer aus ökologischer Sicht der minimal notwendige Raum zur Verfügung gestellt.

Hierzu zählt u. a. die Ausscheidung des Gewässerraums. Dieser ist gemäss der revidierten Wasserbaugesetzgebung (gültig seit 01.09.09) rechtlich gesichert. Die Gemeinde Schüpfen hat mit der Ortsplanungsrevision, welche am 28. April 2023 genehmigt wurde, die Gewässerräume rechtskräftig ausgeschieden [8] (vgl. Kapitel 2.8.9). Nach der Umsetzung des vorliegenden Wasserbauplans sind die Gewässerräume aufgrund der Gewässerumlegungen zu revidieren.

Auch nach Umsetzung des Wasserbauplans befinden sich gewisse Bereiche des Siedlungsgebietes von Schüpfen in einer Gefahrenzone (vgl. Kapitel 7.2). Ergänzende raumplanerische Massnahmen zur Verhinderung eines Risikoanstieges in diesen Bereichen werden durch die Gemeinde geprüft.

Mit organisatorischen Massnahmen können die vorgeschlagenen baulichen Massnahmen ergänzt werden. Diese dienen, dazu das Hochwasserrisiko zusätzlich zu reduzieren. Die vorhandene Notfallplanung der Gemeinde Schüpfen ist deshalb nach Umsetzung der Massnahmen anzupassen.

10 Terminplan

Der Terminplan für den weiteren Projektverlauf bis zur Genehmigung kann wie folgt zusammengefasst werden:

Öffentliche Auflage Wasserbauplan	Herbst 2025
Einigungsverhandlungen	Herbst/Winter 2025/26
Genehmigung	Frühling 2026

Grundlagen

10.1 Literatur

- [1] Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern: Umgang mit Kulturland in der Raumplanung, Arbeitshilfe zu Art. 8a und 8b Baugesetz. April 2017.
- [2] Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren, Bern, 2005.
- [3] Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.), Entscheidungshilfe dynamische – statische Überflutung, Urs Nigg, 15.01.2010.
- [4] Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.), EconoMe 4, Online-Software-Tool zur Risikoanalyse und Bestimmung der Kosten-Wirksamkeit von Massnahmen. 2016.
- [5] Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.), Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich, Bern, 2016-2019.
- [6] Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) Schwemmholtz in Fliessgewässern. Ein praxisorientiertes Forschungsprojekt, Umwelt-Wissen Nr. 1910, Bern, 2019.
- [7] Einwohnergemeinde Schüpfen, Wasserbauplan Chüelibach, Variantenentscheid Gemeinderat Schüpfen, Brief an Gemeindeverband Lyssbach vom 31. Oktober 2019.
- [8] Einwohnergemeinde Schüpfen, Revision der Ortsplanung, Stand Oktober 2022.
- [9] Emch+Berger AG Bern, Dossiers Wasserbauplan Hochwasserschutz und Revitalisierung Chüelibach Dorf Schüpfen und unter Dorf Schüpfen, 2014.
- [10] Emch+Berger AG Bern, Aktennotiz WBP Chüelibach, Schüpfen, Dimensionierung Entlastungsleitung, weiteres Vorgehen, 18.05.2018.
- [11] ETH Zürich, Bezzola, Flussbau, Vorlesungsmanuskript, Herbstsemester 2015.
- [12] ETH Zürich, Lange, Bezzola, VAW Mitteilung 188: Schwemmholtz, Zürich, 2006.
- [13] Gemeindeverband Lyssbach, Projekthandbuch Überarbeitung Wasserbaupläne «Dorf Schüpfen» und «unterhalb Dorf Schüpfen» nach Vorprüfung 2015, Entwurf Version 1, 31. Juli 2017.
- [14] Frei Ch. und Fukutome S., "Extreme Punktniederschläge". In Daten- und Analyseplattform. Hydrologischer Atlas der Schweiz. 2022.
- [15] Geotest AG, Hangstabilität Hochwasserschutz Chüelibach Schüpfen, Bericht Nr. 15110090.1, 6. April 2011.
- [16] Geotest AG, Historische Untersuchung Sägestrasse 22a, 3054 Schüpfen, Bericht Nr. 1224005.1, 20. Dezember 2024.
- [17] Geotest/Hunziker, Zarn & Partner, Dossier Gefahrenkarte Busswil b. B., Grossaffoltern, Lyss, Rapperswil / BE, Schüpfen, Seedorf, 29. November 2005.
- [18] Geotest/Scherrer AG, Gesamtbericht Unwetter Lyssbach Sommer 2007, 4. April 2008.
- [19] Jäggi M., Hochwasserschutzkonzept Chüelibach Schüpfen, 29. Oktober 2008.
- [20] Kanton Bern, Risikostrategie Naturgefahren, Ergebnissicherung der Klausursitzung des Regierungsrates vom 10. August 2005.
- [21] KOHS, Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen, in Wasser Energie Luft, Heft 1, 2013.
- [22] Lehmann Hydrologie-Wasserbau, Beurteilung der Auswirkungen der neuen HADES-Niederschlagswerte auf die Abflüsse im Chüelibach, 3054 Schüpfen, Bern, 22. August 2024.
- [23] Niederer+Pozzi AG, Hochwasserschutz Chüelibach, Plausibilitätsprüfung & Variantenvergleich, November 2013.
- [24] Rudin R. und Bucher J. Hochwasserentlastung Lyssbach – Variantenstudium Rückhaltebecken. Diplomarbeit Wasserbau, Fachhochschule Burgdorf, 1995.

- [25] Scherrer AG, Überprüfung der hydrologischen Grundlagen am Lyssbach im Hinblick auf die Erstellung der Gefahrenkarte, Bericht 03/40, Dezember 2003.
- [26] seeland.biel/bienne, Regionales Gesamtverkehrs- und Siedlungskonzept RGSK Biel-Seeland 2021, Übersichtskarte, 12. Mai 2021.
- [27] SEI Ingenieure & Planer AG, Urbanum AG, Hochwasserschutz Chüelibach Vorprojekt, 30. September 2003.
- [28] Tiefbauamt des Kantons Bern, Fachordner Wasserbau, 2009.
- [29] Tiefbauamt des Kantons Bern, Amt für Gemeinden und Raumordnung, Arbeitshilfe Gewässerraum Kanton Bern, 2015 (AHOP GR).
- [30] Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis III, Fachbericht Wasserbau, WBP Chüelibach Dorf Schüpfen, 5. November 2014.
- [31] Tiefbauamt des Kantons Bern, Richtlinie Bauten und Anlagen im Gewässerraum, Verfahren und Kosten, Ausgabe 12.03.2013.
- [32] Tiefbauamt des Kantons Bern, Beiträge an wasserbauliche Planungen und Massnahmen im Kanton Bern, Ausgabe 2016.
- [33] Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern, Hydrographisches Jahrbuch des Kantons Bern 2000.

10.2 Digitale Grundlagen

- [34] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: LDTM50CM, Digitales Geländemodell 0.5 m. 2015.
- [35] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: GN5, Gewässernetz 1:5'000.
- [36] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Bauinventar des Kantons Bern, Erziehungsdirektion des Kantons Bern, Denkmalpflege: <https://regiogis-beo.ch/> (aufgerufen am 02.10.2023).
- [37] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Bodenkarte, Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern: <http://www.be.ch/geoportal>.
- [38] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Fruchtfolgeflächen des Kantons Bern, Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern: <http://www.be.ch/geoportal> (aufgerufen am 02.10.2023).
- [39] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Kataster der belasteten Standorte, Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern: <https://regiogis-beo.ch/> (aufgerufen am 02.10.2023).
- [40] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Gewässerschutzkarte, Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern: <https://regiogis-beo.ch/> (aufgerufen am 02.10.2023).
- [41] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Grundwasserkarte, Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern: <http://www.be.ch/geoportal> (aufgerufen am 02.10.2023).
- [42] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Geologische Grundlagendaten, Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern: <http://www.be.ch/geoportal>.
- [43] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Naturschutzkarte, Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern: <http://www.be.ch/geoportal>.
- [44] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Ereigniskataster der Naturgefahren, Amt für Wald des Kantons Bern: <http://www.be.ch/geoportal>.
- [45] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Ökomorphologie der Fließgewässer, Kantonales Gewässer- und Bodenschutzlabor: <http://www.be.ch/geoportal> (aufgerufen am 02.10.2023).
- [46] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Sachplan Wanderroutennetz: map.geo.admin.ch (aufgerufen am 02.10.2023)

- [47] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Übergeordnetes Strassennetz: <https://regio-gis-beo.ch/> (aufgerufen am 02.10.2023).
- [48] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: UP5, Digitaler Übersichtsplan des Kantons Bern 1:5'000.
- [49] Amt für Geoinformation des Kt. Bern: Übersichtszonenplan, Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern: <https://regiogis-beo.ch/> (aufgerufen am 02.10.2023)
- [50] Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Geoportal des Bundes: map.geo.admin.ch (aufgerufen am 02.10.2023).

Anhang A Untersuchte Varianten

A.1 Variante 1: Teilausbau heutiges Gerinne

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau Gerinne im Dorf auf 4.5 m³/s, inkl. Freibord - Neues Gerinne südseitig des Sägereiareals - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett - Entlastung ab 20-jährlichem Ereignis in Landwirtschaftsland
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Das bestehende Gerinne wird auf 4.5 m³/s (ungefähr HQ₂₀) ausgebaut. Beim Sägereiareal wird südseitig ein neues Gerinne in den Hang gebaut. Beim Oberstufenschulhaus wird das Wasser auf die Nordseite der Sägestrasse geleitet und von dort der Sägestrasse entlang zum Primarschulhaus. Auch hier wird das Gerinne des Chüelibachs neu auf der Nordseite der Schulstrasse geführt.</p> <p>Der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse wird durch den Bau eines neuen Gerinnes und Durchlasses im Bereich der Hostett behoben.</p> <p>Mit einem Entlastungsbauwerk oberhalb des Sägereiareals wird der maximale Abfluss im Gerinne durchs Dorf gedrosselt. Bei Abflüssen grösser als 4.5 m³/s wird die Differenz in die landwirtschaftlichen Nutzflächen geleitet. Mit Objektschutzmassnahmen (Dämme oder Mauern) werden die Gebäude am Bützmatweg und am Wydackerweg geschützt. Mit einem Ausbau des bestehenden Entlastungskanal beim Schulsportplatz wird das entlastete Wasser zurück ins Gerinne geleitet.</p>
Investitionskosten	CHF 5.6 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektausschuss	Die Variante weist viele technische Knackpunkte auf (Gerinnesicherung, Brücken) und ist baulich teuer. Die Variante wurde aus diesen Gründen an der Projektausschusssitzung vom 7.12.2017 verworfen.

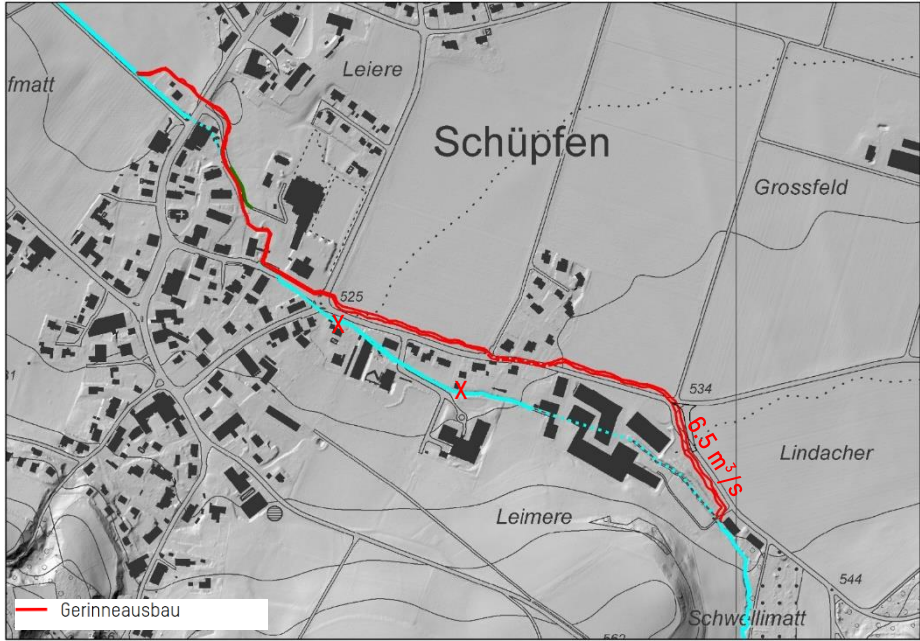
A.2 Variante 2: Entlastungsmulde Bodenacher

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau Gerinne im Dorf auf 1 m³/s, inkl. Freibord - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett - Offener Entlastungskanal in landwirtschaftlichen Nutzflächen
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Das bestehende Gerinne wird im Bereich der Liegenschaft Sägestrasse 2 und beim Primarschulhaus ausgebaut. Zudem wird der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse durch den Bau eines neuen Gerinnes und Durchlasses im Bereich der Hostett behoben, ansonsten sind keine Änderungen am bestehenden Gerinne geplant.</p> <p>Mit einem Entlastungsbauwerk oberhalb des Sägereiareals wird der maximale Abfluss im Gerinne durchs Dorf gedrosselt. Bei Abflüssen grösser als 1 m³/s wird die Differenz in einen offenen Entlastungskanal (Kapazität 5.5 m³/s) geleitet. Dieser führt durch die landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Schulsportplatz und von dort zum neuen Gerinneabschnitt im Bereich der Hostett. Die bestehende Abflussmulde im Bereich des Sportplatzes wird vergrössert.</p>
Investitionskosten	CHF 3.3 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektausschuss	Die Variante tangiert viele Fruchtfolgeflächen permanent. Die Variante wurde aus diesem Grund an der Projektausschusssitzung vom 18.10.2017 verworfen.

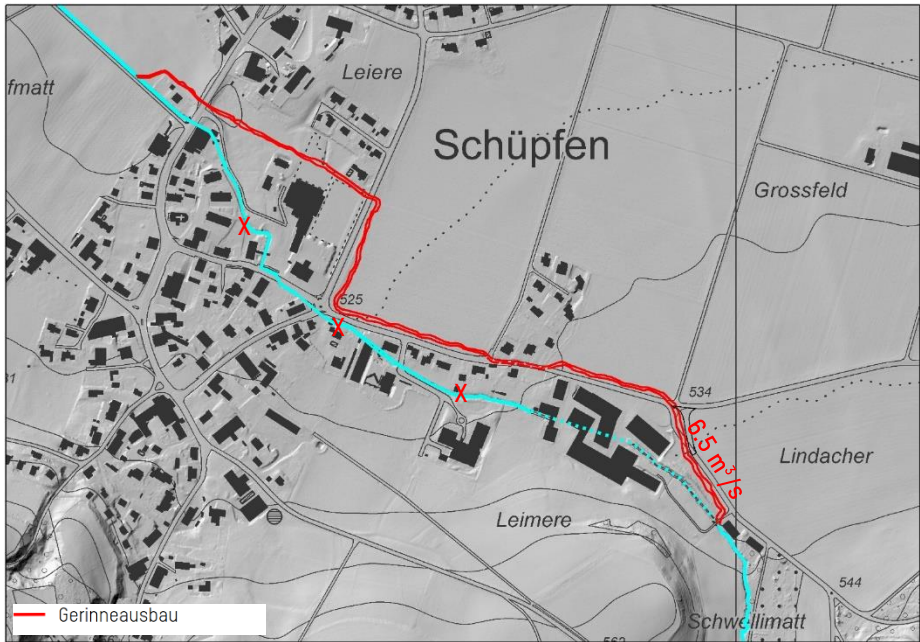
A.3 Variante 3: Neues Gerinne Bodenacher

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität: $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$) durch die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Bodenacher - Aufhebung bestehendes Gerinne zwischen Sägereiareal und Dorfstrasse
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Die Variante sieht vor ein neues Gerinne (Kapazität $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$) zu bauen, mit welchem das Wasser das Dorfzentrum umfliesst. Mit dem Verlegen des Baches fliesst dieser neu im Bereich des tiefsten Punktes des Geländes. So entspricht der neue Gerinneverlauf auch in etwa den Fliesswegen im Überschwemmungsfall.</p> <p>Das bestehende Gerinne wird aufgehoben und zugeschüttet. Zur Sicherstellung der Siedlungsentwässerung wird ein Rohr eingelegt.</p>
Investitionskosten	CHF 3.5 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektausschuss	Die Variante 3 stellt die Basis der Variante 3c dar und wurde mit der Entwicklung der Variante 3c stillgelegt.

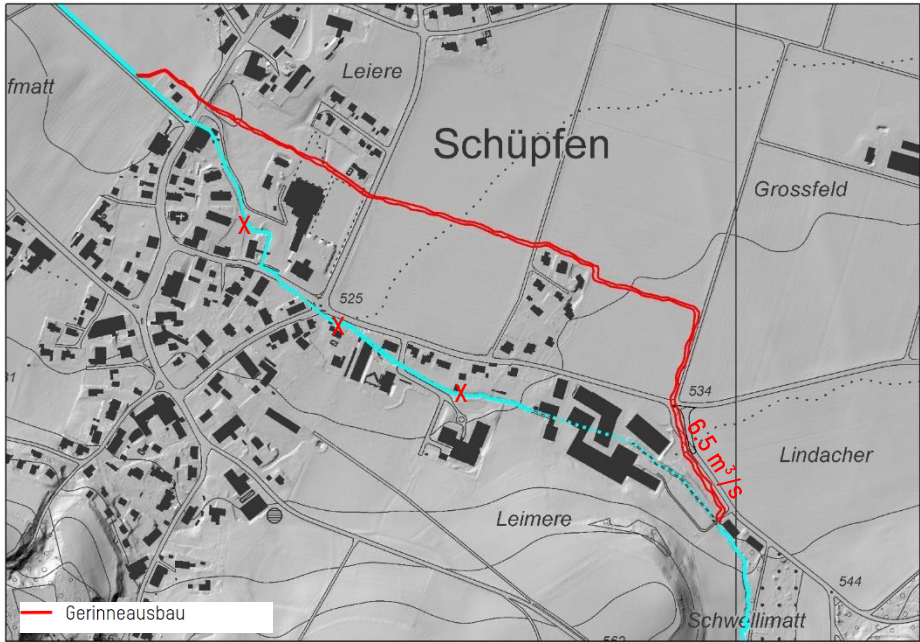
A.4 Variante 3a: Neues Gerinne entlang Sägestrasse bis Primarschulhaus

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität: $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$) entlang Sägestrasse zum Primarschulhaus - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett - Aufhebung bestehendes Gerinne zwischen Sägereiareal und Primarschulhaus - Ausbau bestehendes Gerinne zwischen Primarschulhaus und Durchlass Dorfstrasse
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Die Variante sieht vor ein neues Gerinne entlang der Sägestrasse zu bauen (Kapazität $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$). Im Bereich der Liegenschaften Sägestrasse 11 und 13 wird der Bach eingedolt in der Sägestrasse geführt. Beim Primarschulhaus wird das Gerinne des Chüelibachs neu auf der Nordseite der Schulstrasse geführt.</p> <p>Der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse wird durch den Bau eines neuen Gerinnes und Durchlasses im Bereich der Hostett behoben.</p> <p>Mit dem Verlegen des Baches fliesst dieser neu im Bereich des tiefsten Punktes des Geländes. So entspricht der neue Gerinneverlauf auch in etwa den Fliesswegen im Überschwemmungsfall.</p> <p>Das bestehende Gerinne wird zwischen dem Sägereiareal und dem Primarschulhaus aufgehoben und zugeschüttet. Zur Sicherstellung der Siedlungsentwässerung wird ein Rohr eingelegt.</p>
Investitionskosten	CHF 5.8 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektaus-schuss	Bei der Variante müsste bei den Liegenschaften Ueltschi/Stuber das Gerinne in der Strasse eingedolt werden, was zur Folge hat, dass die gesamten Werkleitungen in der Strasse ver-setzt werden müssen. Zudem ist ein grösserer Eingriff beim Schulhausareal notwendig. Die Variante wurde aus diesem Grund an der Projektausschusssitzung vom 19.10.2018 verworfen.

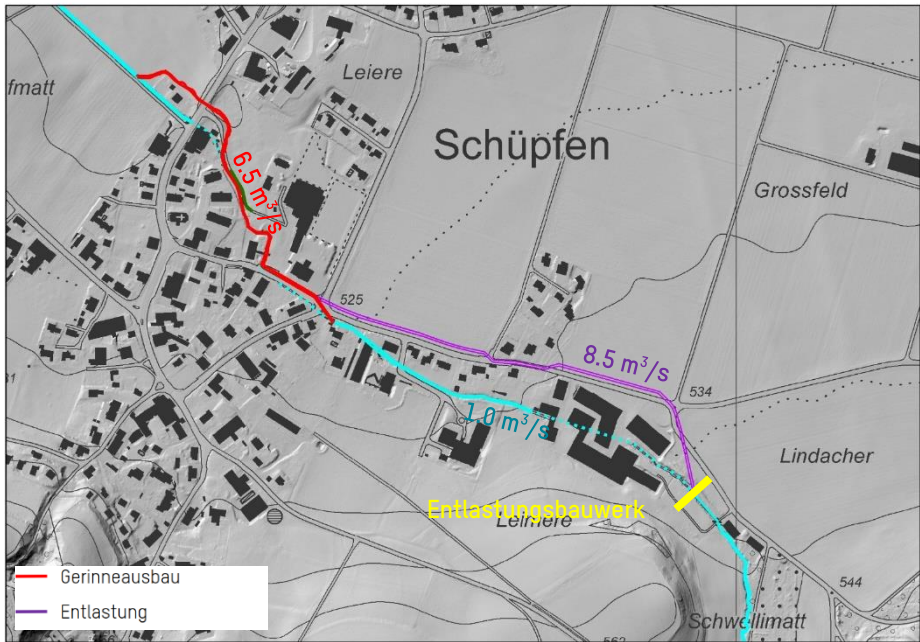
A.5 Variante 3b: Neues Gerinne entlang Sägestrasse zu Sportplatz

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität: $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$) entlang Sägestrasse zu Schulsportplatz - Aufhebung bestehendes Gerinne zwischen Sägereiareal und Dorfstrasse
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Die Variante sieht vor ein neues Gerinne entlang der Sägestrasse und der Bodenstrasse zu bauen (Kapazität $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$). Das neue Gerinne fliesst anschliessend nördlich der Primarschule im Bereich des Sportplatzes zur Hostett. Im Bereich der Liegenschaften Sägestrasse 11 und 13 wird der Bach eingedolt in der Sägestrasse geführt.</p> <p>Der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse wird durch den Bau eines neuen Gerinnes und Durchlasses im Bereich der Hostett behoben.</p> <p>Mit dem Verlegen des Baches fliesst dieser neu im Bereich des tiefsten Punktes des Geländes. So entspricht der neue Gerinneverlauf auch in etwa den Fliesswegen im Überschwemmungsfall.</p> <p>Das bestehende Gerinne wird zwischen dem Sägereiareal und der Dorfstrasse aufgehoben und zugeschüttet. Zur Sicherstellung der Siedlungsentwässerung wird ein Rohr eingelegt.</p>
Investitionskosten	CHF 5.4 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektausschuss	Bei der Variante müsste bei den Liegenschaften Ueltschi/Stuber das Gerinne in der Strasse eingedolt werden, was zur Folge hat, dass die gesamten Werkleitungen in der Strasse versetzt werden müssen. Die Variante wurde aus diesem Grund an der Projektausschusssitzung vom 19.10.2018 stillgelegt.

A.6 Variante 3c: Neues Gerinne Bodenacher

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität: $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$) durch die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Bodenacher - Aufhebung bestehendes Gerinne im Siedlungsgebiet
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Diese Variante entspricht grösstenteils der Variante 3, wobei der Verlauf des Gerinnes bei der Sägerei und im Bereich der Parzelle 2774 optimiert wurde.</p> <p>Die Variante sieht vor ein neues Gerinne zu bauen, mit welchem das Wasser das Dorfzentrum umfliesst. Mit dem Verlegen des Baches fliesst dieser neu im Bereich des tiefsten Punktes des Geländes. So entspricht der neue Gerinneverlauf auch in etwa den Fliesswegen im Überschwemmungsfall.</p> <p>Das bestehende Gerinne wird aufgehoben und zugeschüttet. Zur Sicherstellung der Siedlungsentwässerung wird ein Rohr eingelegt.</p>
Investitionskosten	CHF 3.6 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektausschuss	Die Variante wurde zur detaillierteren Weiterbearbeitung ausgewählt.

A.7 Variante 4a: Entlastungsleitung entlang Sägestrasse zu Primarschulhaus

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Entlastungsleitung entlang Sägestrasse zum Primarschulhaus - Ausbau bestehendes Gerinne zwischen Primarschulhaus und Dorfstrasse
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Mit einem Entlastungsbauwerk oberhalb des Sägereiareals wird der maximale Abfluss im Gerinne zwischen dem Sägereiareal und dem Primarschulhaus gedrosselt. Bei Abflüssen grösser als $1 \text{ m}^3/\text{s}$ wird die Differenz in eine unterirdische Entlastungsleitung (Kapazität HQ_{300}: $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$, ohne Freibord) geleitet. Diese führt entlang der Sägestrasse zum Primarschulhaus, wo das Wasser wieder ins Gerinne des Chüelibachs eingeleitet wird.</p> <p>Zwischen dem Primarschulhaus und der Dorfstrasse wird das Gerinne neu auf ein HQ_{100}, inkl. Freibord ausgebaut. Beim Übergang vom bestehenden Gerinne auf das ausgebaut Gerinne wird die Fischgängigkeit mit einem technischen Bauwerk (z.B. Fischtreppe) sichergestellt. Beim Primarschulhaus wird das neue Gerinne des Chüelibachs auf der Nordseite der Schulstrasse geführt.</p> <p>Der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse wird durch den Bau eines neuen Gerinnes und Durchlasses im Bereich der Hostett behoben.</p>
Investitionskosten	CHF 6.8 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektaus-schuss	Da Variante weist die gleichen technischen Schwierigkeiten auf wie die Variante 3a, jedoch ohne dass ein ökologischer Mehrwert durch ein neues Gerinne geschaffen werden kann. Die Variante wurde aus diesem Grund an der Projektausschusssitzung vom 24.04.2018 verworfen.

A.8 Variante 4b: Entlastungsleitung Bodenacher

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Entlastungsleitung durch landwirtschaftliche Nutzflächen zu Schulsportplatz - Ausbau Gerinne im Dorf auf 1 m³/s, inkl. Freibord - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett
Übersichtsskizze	<p>Die Übersichtsskizze zeigt das Gebiet um Schüpfen, Leiere, Grossfeld, Lindacher und Schwellimatt. Eine rote Linie markiert den Gerinneausbau, eine violette Linie die Entlastungsleitung. Ein gelber Balken markiert das Entlastungsbauwerk. Kapazitätswerte von 1.0 m³/s und 8.5 m³/s sind eingezeichnet.</p>
Wirkung	<p>Mit einem Entlastungsbauwerk oberhalb des Sägereiareals wird der maximale Abfluss im Gerinne zwischen dem Sägereiareal und der Dorfstrasse gedrosselt. Bei Abflüssen grösser als 1 m³/s wird die Differenz in eine unterirdische Entlastungsleitung (Kapazität HQ₃₀₀: 8.5 m³/s, ohne Freibord) geleitet. Diese führt durch die landwirtschaftlichen Nutzflächen zum Schulsportplatz und von dort zur Mündung in den Chüelibach bei der Hostett.</p> <p>Der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse wird durch den Bau eines neuen Gerinnes und Durchlasses im Bereich der Hostett behoben.</p>
Investitionskosten	CHF 5.7 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektaus-schuss	Die Variante wurde zur detaillierteren Weiterbearbeitung ausgewählt.

A.9 Variante 4c: Entlastungsleitung Grossfeld

Massnahmen	- Neues Entlastungsleitung durch Grossfeld direkt in Lyssbach
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Die Variante sieht vor eine Entlastungsleitung vom Chüelibach direkt in den Lyssbach zu führen. Das Entlastungsbauwerk befindet sich oberhalb des Sägereiareals die Mündung der Entlastungsleitung in den Lyssbach neben der Liegenschaft Buchenweg 40.</p> <p>Aufgrund der notwendigen Höhenlagen (Niveau Unterquerung SBB im Vergleich zu Mündung Entlastungsleitung in Lyssbach) ist diese Variante technisch nicht machbar.</p>
Investitionskosten	-
Schutzziel	Bei zeitgleichen Hochwasserereignissen im Lyssbach und Chüelibach entsteht eine Mehrgefahr entlang des Lyssbachs in Schüpfen. Die Schutzziele werden nicht erreicht.
Beurteilung Projektausschuss	Da die technische Machbarkeit nicht gegeben ist, wurde die Variante an der Projektausschusssitzung vom 24.04.2018 verworfen.

A.10 Variante 4d: Entlastungsleitung Schwellimatt

Massnahmen	- Neue Entlastungsleitung ab Schwellimatt in Lyssbach
Übersichtsskizze	
Wirkung	Die Variante sieht vor eine Entlastungsleitung vom Chüelibach direkt in den Lyssbach zu führen. Das Entlastungsbauwerk befindet im Bereich Schwellimatt. Die Mündung in den Lyssbach im Bereich Härsmatt. Die Entlastungsleitung quert dabei die Hochdruckgasleitung und die Eisenbahnlinie.
Investitionskosten	-
Schutzziel	Bei zeitgleichen Hochwasserereignissen im Lyssbach und Chüelibach entsteht eine Mehrgefährdung entlang des Lyssbachs in Schüpfen. Die Schutzziele werden nicht erreicht.
Beurteilung Projektaus-schuss	Aufgrund der Mehrgefährdung für die Gebiete entlang des Lyssbachs in Schüpfen wurde die Variante an der Projektausschusssitzung vom 24.04.2018 verworfen.

A.11 Variante 4e: Entlastungsleitung Sägereiareal

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Neue Entlastungsleitung um Sägereiareal - Ausbau bestehendes Gerinne unterhalb Sägerei
Übersichtsskizze	<p>Die Übersichtsskizze zeigt das Sägereiareal in Schüpfen. Die Entlastungsleitung (blau) führt südlich um das Sägereiareal und mündet in das Gerinne des Chüelibachs. Die Kapazität der Entlastungsleitung beträgt 8.5 m³/s. Die Kapazität des Gerinnes beträgt 6.5 m³/s. Die Karte zeigt auch die Orte Schüpfen, Leiere, Grossfeld, Lindacher, Leimere, Schwellimatt und die Strassen 534, 544, 562.</p>
Wirkung	<p>Mit einem Entlastungsbauwerk oberhalb des Sägereiareals wird der maximale Abfluss im Gerinne beim Sägereiareal gedrosselt. Bei Abflüssen grösser als 1 m³/s wird die Differenz in eine unterirdische Entlastungsleitung (Kapazität HQ₃₀₀: 8.5 m³/s, ohne Freibord) geleitet. Diese führt südlich um das Sägereiareal, wo das Wasser wieder ins Gerinne des Chüelibachs eingeleitet wird.</p> <p>Unterhalb des Sägereiareal wird das bestehende Gerinne ausgebaut und stellenweise verschoben.</p> <p>Beim Oberstufenschulhaus wird das Wasser neu auf die Nordseite der Sägestrasse geleitet und von dort der Sägestrasse entlang zum Primarschulhaus. Auch hier wird das Gerinne des Chüelibachs neu auf der Nordseite der Schulstrasse geführt.</p> <p>Der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse wird durch den Bau eines neuen Gerinnes und Durchlasses im Bereich der Hostett behoben.</p>
Investitionskosten	CHF 5.4 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektaus-schuss	Die technische Machbarkeit einer Entlastungsleitung im Hang südlich des Areals Stuber wird als kritisch beurteilt. Aus diesem Grund wurde die Variante an der Projektausschusssitzung vom 24.04.2018 verworfen.

A.12 Variante 5a: Maximalausbau bestehendes Gerinne

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Ausbau Gerinne im Dorf auf $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$, inkl. Freibord - Neues Gerinne südseitig des Sägereiareals - Neue Gerinnequerung Dorfstrasse bei Hostett
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Das bestehende Gerinne wird auf $6.5 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ_{100}) ausgebaut. Beim Sägereiareal wird südseitig ein neues Gerinne in den Hang gebaut. Beim Oberstufenschulhaus wird das Wasser auf die Nordseite der Sägestrasse geleitet und von dort der Sägestrasse entlang zum Primarschulhaus. Auch hier wird das Gerinne des Chüelibachs neu auf der Nordseite der Schulstrasse geführt.</p> <p>Der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse wird durch den Bau eines neuen Gerinnes und Durchlasses im Bereich der Hostett behoben.</p>
Investitionskosten	CHF 5.7 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektausschuss	Die Variante weist viele technische Knackpunkte (Gerinneverlegung bei Areal Stuber) auf. Die Variante wurde aus diesem Grund an der Projektausschusssitzung vom 19.10.2018 verworfen.

A.13 Variante 5b: Ausbau und Umlegung Gerinne bei Primarschulhaus

Massnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Neues Gerinne (Kapazität 6.5 m³/s) südseitig des Sägereiareals - Neues Gerinne entlang Bodentrasse zu Schulsportplatz und Dorfstrasse
Übersichtsskizze	
Wirkung	<p>Beim Sägereiareal wird südseitig ein neues Gerinne (Kapazität 6.5 m³/s) in den Hang gebaut. Beim Oberstufenschulhaus wird das Wasser auf die Nordseite der Sägestrasse geleitet und von dort der Sägestrasse und Bodenstrasse entlang zum Sportplatz geführt. Das neue Gerinne fliesst anschliessend nördlich der Primarschule im Bereich des Sportplatzes zur Hostett.</p> <p>Der Kapazitätsengpass der Unterquerung Dorfstrasse wird durch den Bau eines Durchlasses behoben.</p> <p>Das bestehende Gerinne wird zwischen dem Oberstufenschulhaus und der Dorfstrasse aufgehoben und zugeschüttet. Zur Sicherstellung der Siedlungsentwässerung wird ein Rohr eingelegt.</p>
Investitionskosten	CHF 5.2 Mio. (Projektkosten inkl. MwSt.)
Schutzziel	Die definierten Schutzziele können mit dieser Variante vollumfänglich erfüllt werden.
Beurteilung Projektausschuss	Die Variante weist viele technische Knackpunkte (Gerinneverlegung bei Areal Stuber) auf. Die Variante wurde aus diesem Grund an der Projektausschusssitzung vom 19.10.2018 verworfen.

Anhang B Fotodokumentation



Foto 1: Durchlass Sagihüsli.



Foto 2: Durchlass Baumschule.



Foto 3: Gerinne vor Sägereiareal Stuber



Foto 4: Durchlass im Bereich der Sägerei Stuber.

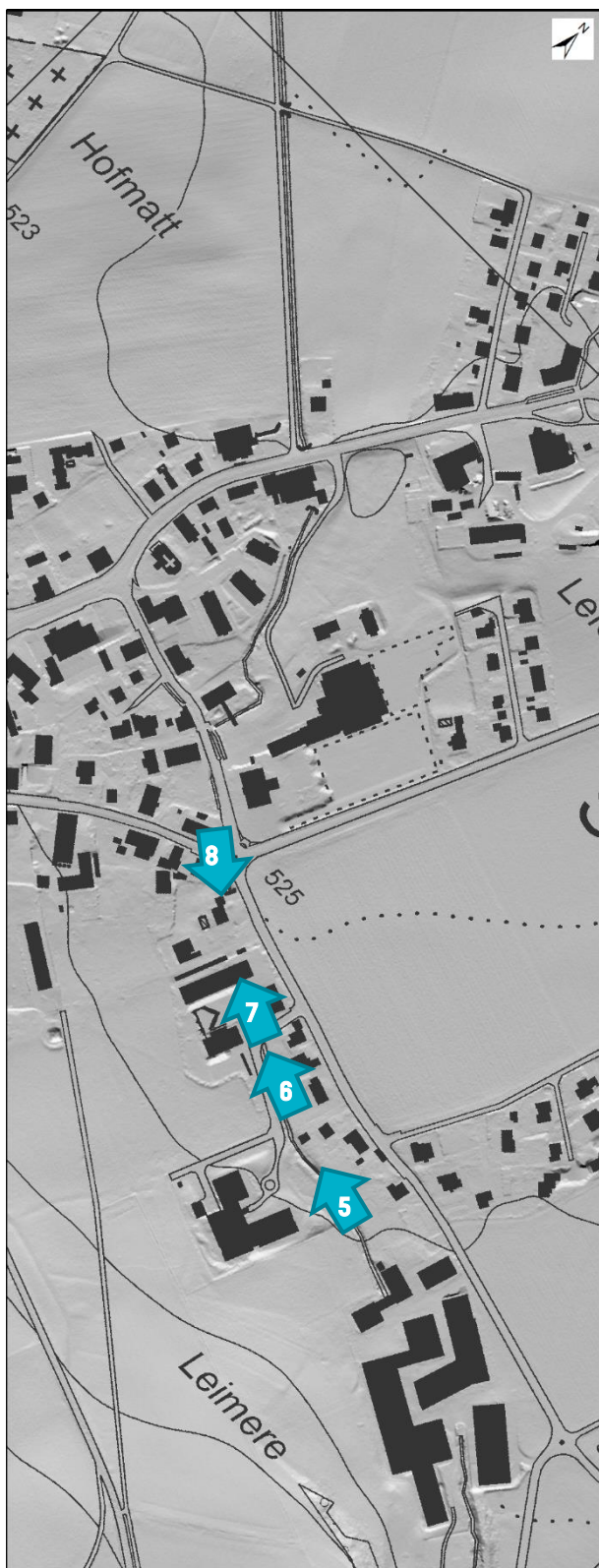


Foto 5: Gerinne auf Höhe Altersheim.



Foto 6: Gerinne auf Höhe Liegenschaft Sägestrasse 12a.

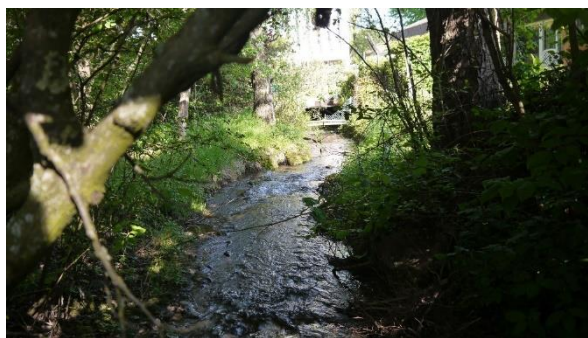


Foto 7: Gerinne im Bereich Sekundarschulhaus.

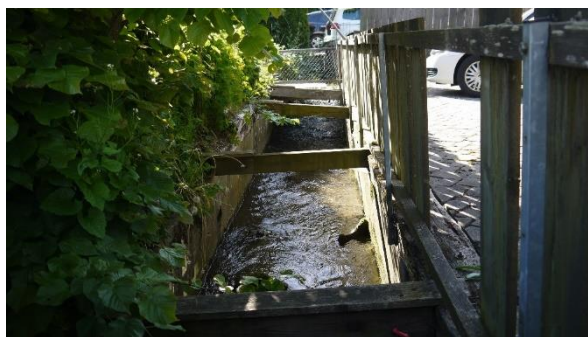


Foto 8: Gerinne vor Durchlass Bundesrat-R.-Minger-Strasse.

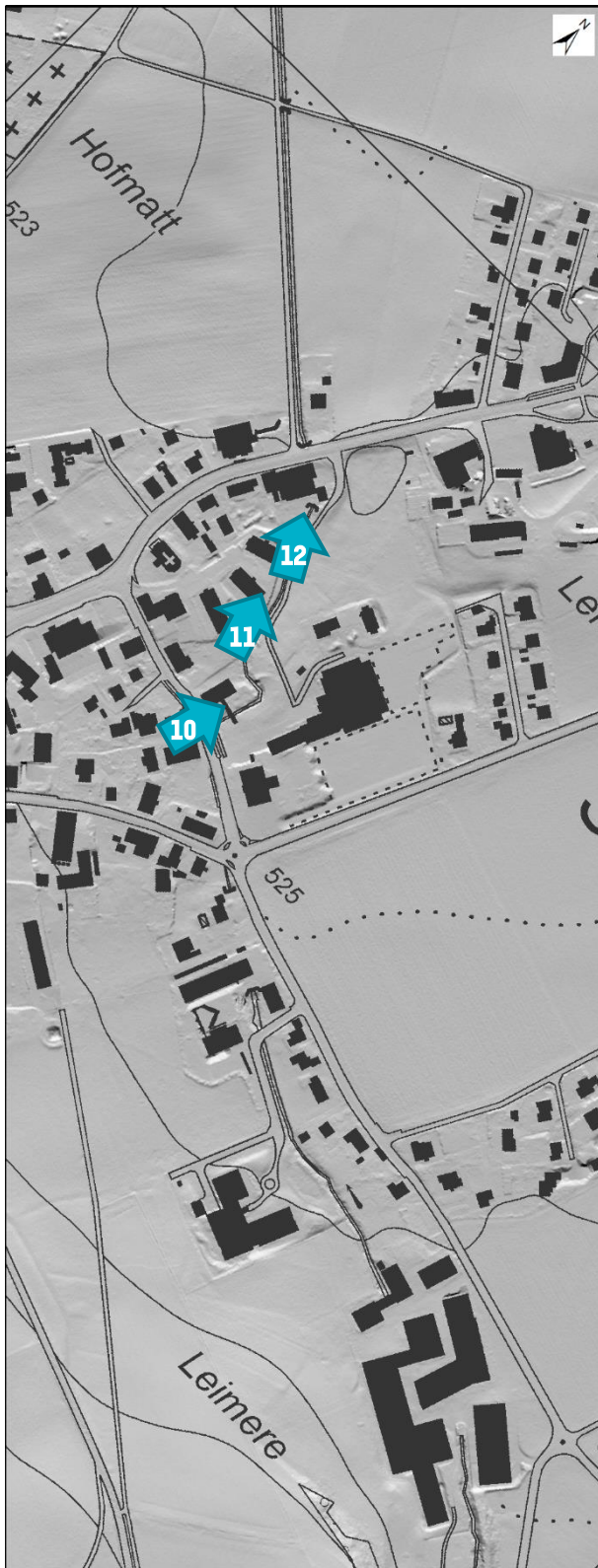


Foto 9: Gerinne bei Primarschulhaus.



Foto 10: Gerinne bei Kindergarten.



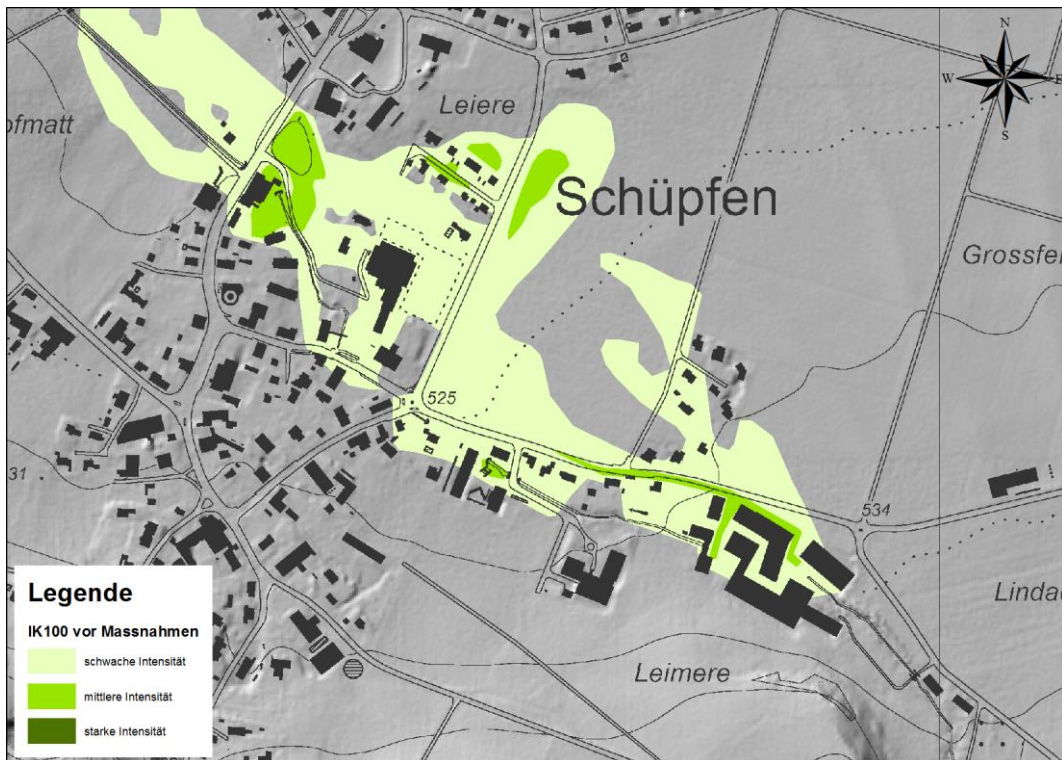
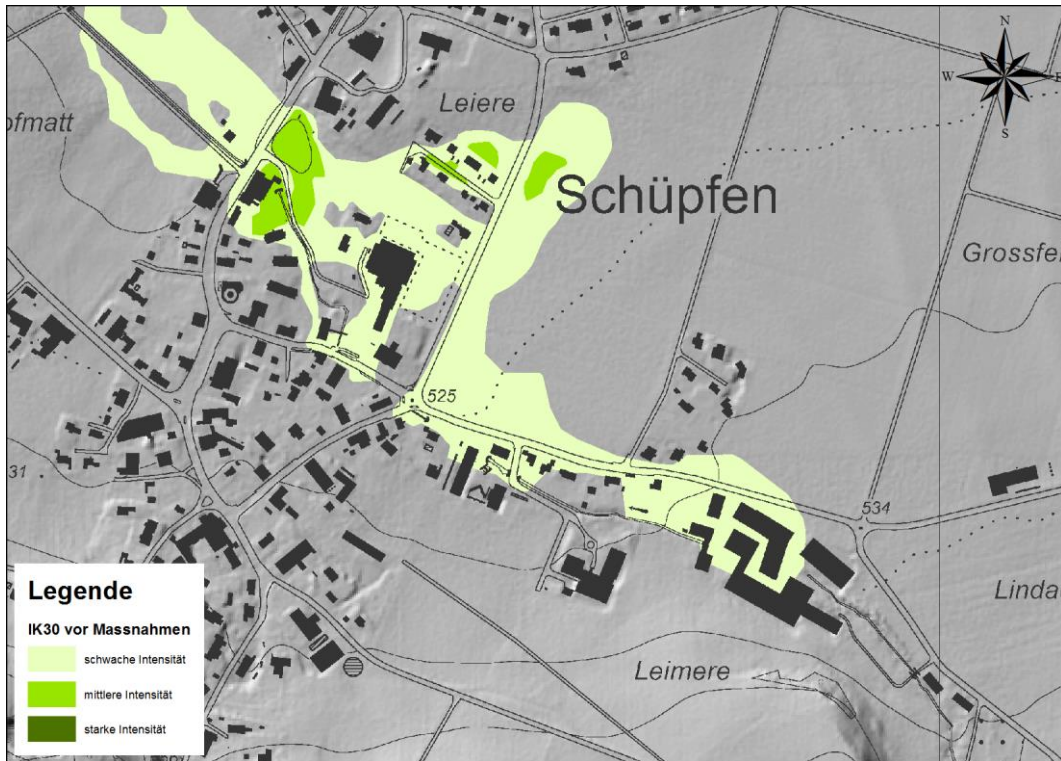
Foto 11: Gerinne entlang Chüelibachweg.

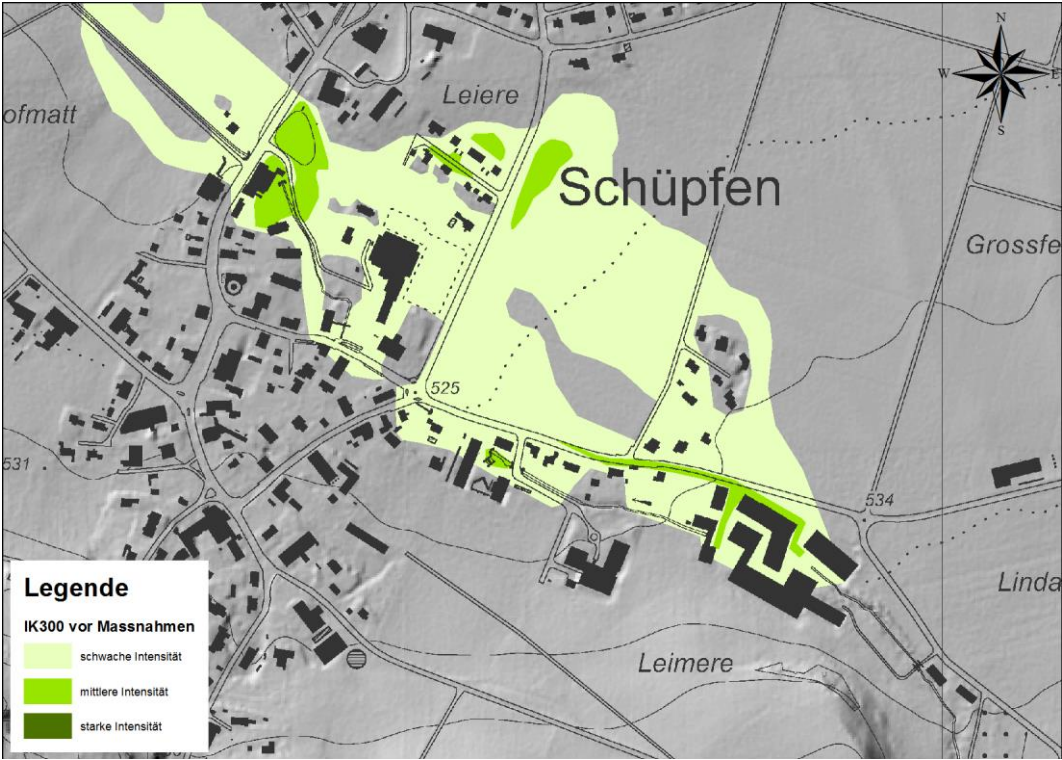


Foto 12: Gerinne vor Durchlass Dorfstrasse bei Liegenschaft Dorfstrasse 7.

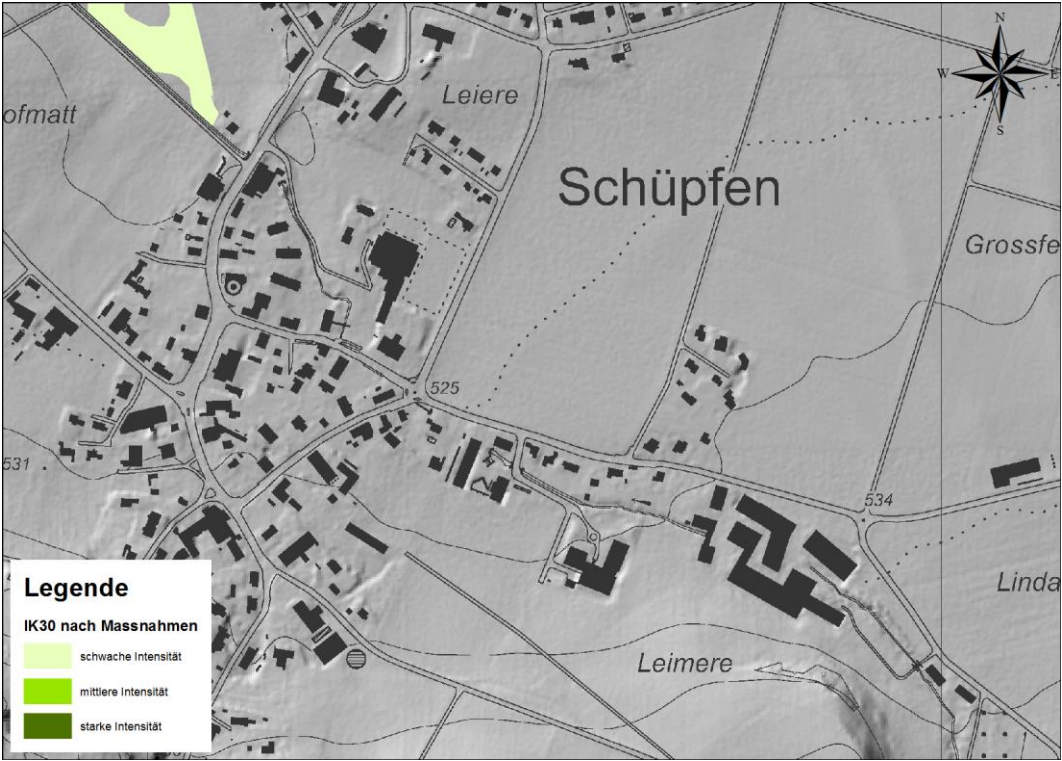
Anhang C Intensitätskarten

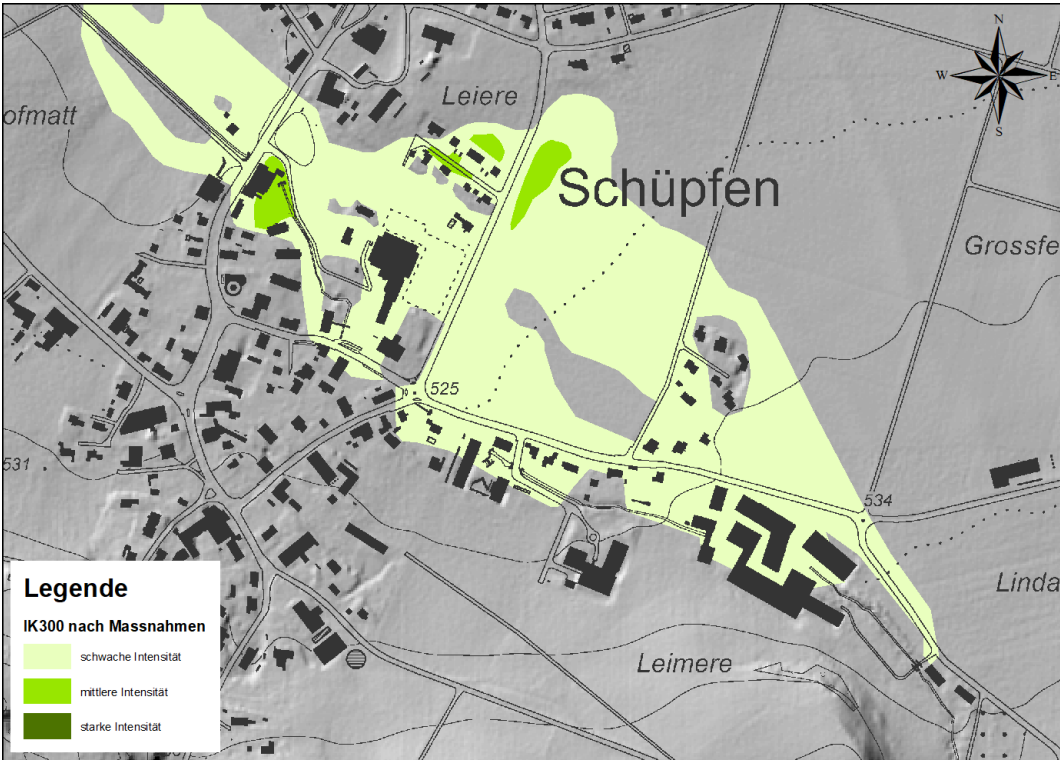
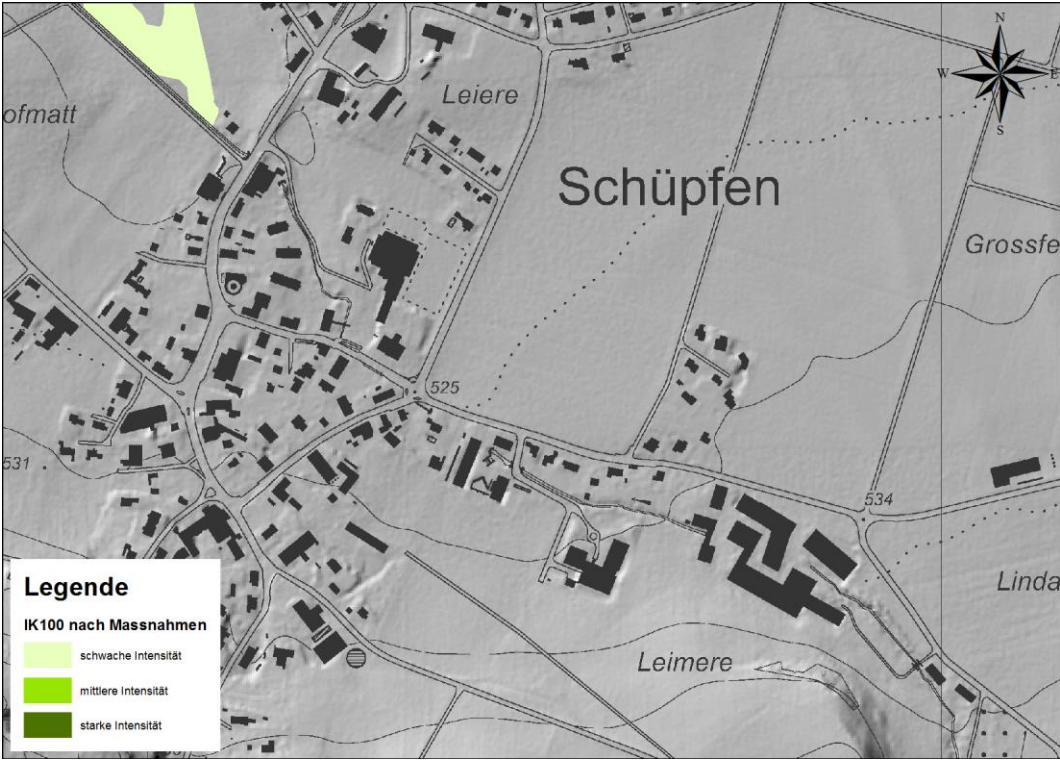
C.1 Intensitätskarten vor Massnahmen





C.2 Intensitätskarten nach Massnahmen





Anhang D Kostenvoranschlag nach NPK und Risikokosten

1.0 Baumeisterarbeiten		[CHF]	Total [CHF]
1.1	Geschiebeablagerungsraum, inkl. Schwemmholtzrechen und Damm		183'000
111	Regiearbeiten	14'000	
113	Baustelleneinrichtung	18'000	
116	Holzen und Roden	25'000	
117	Abbrüche	1'000	
181	Garten und Landschaftsbau	1'000	
211	Baugruben und Erdbau	96'000	
213	Wasserbau	16'000	
223	Belagsarbeiten	3'000	
241	Ortbetonarbeiten	9'000	
320	Stahlbauarbeiten	11'000	
1.2	Entlastungsleitung, inkl. Auslaufbauwerk		2'805'000
111	Regiearbeiten	206'000	
113	Baustelleneinrichtung	134'000	
117	Abbrüche	11'000	
151	Bauarbeiten für Werkleitungen	56'000	
211	Baugruben und Erdbau	339'000	
213	Wasserbau	20'000	
223	Belagsarbeiten	21'000	
237	Kanalisationen und Entwässerung	2'018'000	
1.3	Umlegung Dorfstrasse		397'000
111	Regiearbeiten	29'000	
113	Baustelleneinrichtung	19'000	
117	Abbrüche	5'000	
151	Bauarbeiten für Werkleitungen	12'000	
181	Garten und Landschaftsbau	8'000	
211	Baugruben und Erdbau	103'000	
213	Wasserbau	34'000	
223	Belagsarbeiten	27'000	
237	Kanalisationen und Entwässerung	48'000	
241	Ortbetonarbeiten	107'000	
320	Stahlbauarbeiten	5'000	
1.4	Umlegung Stuber Nord		1'387'000
111	Regiearbeiten	102'000	
113	Baustelleneinrichtung	66'000	
116	Holzen und Roden	5'000	
117	Abbrüche	41'000	
151	Bauarbeiten für Werkleitungen	147'000	
181	Garten und Landschaftsbau	35'000	
211	Baugruben und Erdbau	425'000	
213	Wasserbau	77'000	
223	Belagsarbeiten	62'000	
237	Kanalisationen und Entwässerung	8'000	
241	Ortbetonarbeiten	403'000	
320	Stahlbauarbeiten	16'000	

1.5	Massnahmen am bestehenden Gerinne		143'000
111	Regiearbeiten	10'000	
113	Baustelleneinrichtung	13'000	
116	Holzen und Roden	0	
117	Abbrüche	7'000	
211	Baugruben und Erdbau	8'000	
213	Wasserbau	53'000	
223	Belagsarbeiten	12'000	
241	Ortbetonarbeiten	34'000	
320	Stahlbauarbeiten	6'000	
1.6	Ersatzmassnahme M3: Ausdolung Härdbächli		64'000
111	Regiearbeiten	4'000	
113	Baustelleneinrichtung	6'000	
116	Holzen und Roden	3'000	
117	Abbrüche	6'000	
181	Garten und Landschaftsbau	6'000	
211	Baugruben und Erdbau	18'000	
213	Wasserbau	21'000	
1.7	Ersatzmassnahme M4: Hecke Sammler		20'000
111	Regiearbeiten	1'000	
113	Baustelleneinrichtung	2'000	
181	Garten und Landschaftsbau	17'000	
1.8	Ersatzmassnahme M6A: Teich Sammler		47'000
111	Regiearbeiten	3'000	
113	Baustelleneinrichtung	4'000	
181	Garten und Landschaftsbau	36'000	
211	Baugruben und Erdbau	4'000	
Total Bauarbeiten exkl. MwSt.			5'046'000
2.0 Projekt und Bauleitung			Total [CHF]
2.1	Projekt und Bauleitung		850'000
2.2	Geotechnische und geologische Projektbegleitung		50'000
2.3	Bodenkundliche Baubegleitung		20'000
Total Projekt und Bauleitung exkl. MwSt.			920'000
3.0 Vermessung und Vermarchung			Total [CHF]
3.1	Vermessung, Absteckung		5'000
3.2	Vermarchung, Notar, Vermessung (nach Ausführung)		5'000
Total Vermessung und Vermarchung exkl. MwSt.			10'000
4.0 Verschiedenes			Total [CHF]
4.1	Diverses (Abfischen, Bewilligungen, Publikationen, etc.)		5'000
4.2	Landerwerb		274'000
Total Verschiedenes exkl. MwSt.			279'000
Zwischentotal I			6'255'000
	Risikokosten		676'000
Zwischentotal II			6'931'000
	MwSt. 8.1%		561'000
Total Projekt ohne zusätzliche Reserven, gerundet			7'490'000

Risikoanalyse	Beschreibung	Risikokosten
1 Konjunkturelle Entwicklung	Veränderung der Marktsituation bis zur Vergabe der Hauptarbeiten	
	Annahme 5% von Total Baukosten	252'000
2 Projektierung	Zusatzleistungen für Einspracheverhandlungen	
	Annahme pauschal	25'000
3 Entschädigungen	Zusätzliche Entschädigungszahlungen für Beanspruchung Privatland	
	Annahme pauschal	25'000
4 Wasserbau		
4.1 Baugrund	Aufgrund schlechtem Baugrund muss die Rohrbettung der Entlastungsleitung verstärkt werden	
	Einbau Betonplatte für GUP 1700 mm	350'000
	Mehraufwand für Abfuhr Aushubmaterial, inkl. Deponie	
	Annahme 3'000 m ³	105'000
	Mehraufwand für Sanierung weiterer Altlasten	
	Annahme 200 m ³	36'000
4.2 Erdarbeiten	Mehraufwand Bodenverwertung	
	Annahme 10 % von Kosten Erdarbeiten	49'000
4.3 Werkleitungen	Mehraufwand aufgrund zusätzlicher Anpassungen an Werkleitungen	
	Annahme pauschal	70'000
	Verlegung von zusätzlichem Entwässerungsrohr für Drainagen entlang Entlastungsleit	158'000
4.4 Bauarbeiten	übliche Baurisiken	
	Annahme 5 % von Total Baukosten	252'000
5 Projektanpassung	Kleinere Projektanpassungen im Rahmen des Bewilligungsverfahrens	
	Annahme pauschal	30'000
Total Risikokosten exkl. MwSt.		1'352'000
	Eintretenswahrscheinlichkeit der vollen Risikokosten	geschätzt 50 % / abzgl. ca. 50 % der totalen Risikokosten
Zu erwartende Risikokosten exkl. MwSt.		676'000

Anhang E Kostenteiler

Pos.	Massnahme	Total [CHF]	Anteil Dritte	Anteil Wasserbau
1 Baumeisterarbeiten		[CHF]	[CHF]	[CHF]
1.1	Geschiebeablagerungsraum, inkl. Schwemmholtzrechen und Damm	183'000		183'000
1.2	Entlastungsleitung, inkl. Auslaufbauwerk	2'805'000		2'805'000
1.3	Umlegung Dorfstrasse	397'000		397'000
1.4	Umlegung Stuber Nord inkl. Einleittrichter	1'387'000	115'000	1'272'000
1.5	Massnahmen am bestehenden Gerinne	143'000	36'000	107'000
1.6	Ersatzmassnahme M3: Ausdolung Härdbächli	64'000		64'000
1.7	Ersatzmassnahme M4: Hecke Sammler	20'000		20'000
1.8	Ersatzmassnahme M6A: Teich Sammler	47'000		47'000
Total Bauarbeiten exkl. MwSt.		5'046'000	151'000	4'895'000
2 Projekt und Bauleitung				
2.1	Projekt und Bauleitung	850'000	25'000	825'000
2.2	Geotechnische und geologische Projektbegleitung	50'000	1'000	49'000
2.3	Bodenkundliche Baubegleitung	20'000		20'000
Total Projekt und Bauleitung exkl. MwSt.		920'000	26'000	894'000
3 Vermessung- und Vermarchung				
3.1	Vermessung, Absteckung	5'000		5'000
3.2	Vermarchung, Notar, Vermessung (nach Ausführung)	5'000		5'000
Total Vermessung und Vermarchung		10'000	0	10'000
4 Verschiedenes				
4.1	Diverses (Abfischen, Bewilligungen, Publikationen, etc.)	5'000		5'000
4.2	Landerwerb / Entschädigungen / Inkonvenienzen	274'000		274'000
Total Verschiedenes		279'000	0	279'000
Zwischentotal I		6'255'000	177'000	6'078'000
	Risikokosten	676'000	0	676'000
Zwischentotal II		6'931'000	177'000	6'754'000
	MwSt. 8.1%	561'000	14'000	547'000
Total Projekt inkl. MwSt.		7'490'000	190'000	7'300'000

Anhang F EconoMe-Wirtschaftlichkeitsberechnung



Bern - EconoMe Projekt 6-1390-4394 Zusammenfassung

06.12.23, 09:39:14

[Import] - [Import] - Chüelibach

Laufzeit	26.11.2021 -
Organisation	
Gemeinde:	Schüpfen
Gebiet:	Dorfzentrum
Anprechpartner Kanton Bern	Jörg Bucher
Anprechpartner Gemeinde	Rolf Christen, Präsident Projektausschuss Chüelibach, Lyssbachverband

Beteiligte Personen

Stückelberger, Jürg - Administrator Kanton
Oberingenieurkreis II
031 636 50 47
juerg.stueckelberger@be.ch
Leimer, Fabian - Projektleiter
Emch+Berger AG Bern
fabian.leimer@emchberger.ch

Projektfortschritt

16.06.23, 14:00	Projektgrundlagen	Fabian Leimer
16.06.23, 14:00	Systembeschreibung	Fabian Leimer
16.06.23, 14:01	Gefahrenanalyse	Fabian Leimer
09.11.23, 16:06	Massnahmendefinition	Fabian Leimer
16.06.23, 14:34	Schadenpotential	Fabian Leimer
16.06.23, 14:33	Konsequenzenanalyse	Fabian Leimer

Gefahrenprozesse

Überschwemmung statisch Chuelibach

Szenario 10 Jahre

Datei <http://econome.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IK10vM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 1

Szenario 30 Jahre

Datei <http://econome.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IK30vM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 1

Szenario 100 Jahre

Datei <http://econome.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IK100vM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 1

Szenario 300 Jahre

Datei <http://econome.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IK300vM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 1

Szenario 1000 Jahre

Datei <http://econome.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IKEHQvM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 1

Überschwemmung dynamisch Chuelibach

Szenario 10 Jahre

Datei <http://economie.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IK10vM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 1

Szenario 30 Jahre

Datei <http://economie.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IK30vM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.9

Szenario 100 Jahre

Datei <http://economie.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IK100vM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.7

Szenario 300 Jahre

Datei <http://economie.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IK300vM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.9

Szenario 1000 Jahre

Datei <http://economie.ch/doc/BE/6-1390-4394/maps/IKEHQvM.png>

Räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit 0.9

Massnahmendefinition

Massnahme HWS Chuelibach	
Hochwasserschutzmassnahmen am Chuelibach gemäss Projekt	
Investitionskosten	8 000 000 CHF
Jährliche Unterhaltskosten	40 000 CHF/a
Jährliche Betriebskosten	40 000 CHF/a
Lebensdauer Massnahme	100 Jahre
Jährliche Kosten	240 000 CHF/a

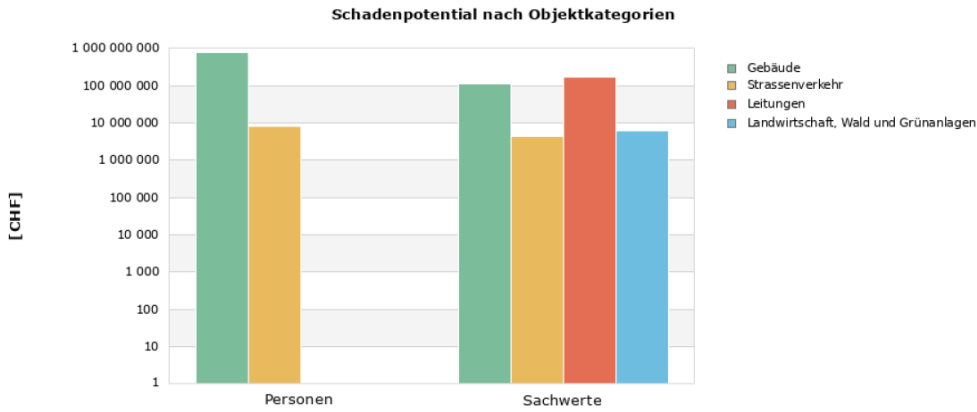
Ergebnisübersicht

Übersicht Schadenpotential	
Schadenpotential Anzahl Personen	122.17
Schadenpotential Personen (monetarisiert)	806 324 672 CHF
Schadenpotential Sachwerte	297 780 500 CHF
Schadenpotential Gesamt	1 104 105 172 CHF

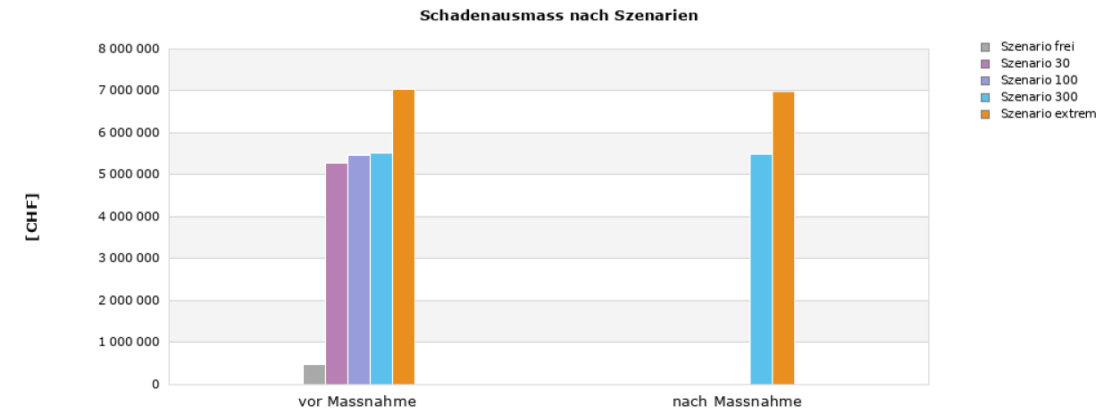
Überschwemmung statisch Chuelibach			
Risiko vor Massnahmen			212 156 CHF/a
Nach Massnahme HWS Chuelibach			20 155 CHF/a
Risikoreduktion (Nutzen) CHF/a			
HWS Chuelibach			192 001 CHF/a
Massnahmekosten CHF/a			
HWS Chuelibach			240 000 CHF/a
Verteilung nach Nutzniessern			
Ohne Nutzniesser - Zuweisung			
HWS Chuelibach			240 000 CHF/a (100%)
Nutzen/Kosten - Verhältnis			
HWS Chuelibach			0.8
Individuelles Risiko (Anzahl betroffener Objekte)			
Vor Massnahme	0	0	5
Nach Massnahme HWS Chuelibach	0	0	5

Überschwemmung dynamisch Chuelibach			
Risiko vor Massnahmen			192 611 CHF/a
Nach Massnahme HWS Chuelibach			12 650 CHF/a
Risikoreduktion (Nutzen) CHF/a			
HWS Chuelibach			179 961 CHF/a
Massnahmekosten CHF/a			
HWS Chuelibach			240 000 CHF/a
Verteilung nach Nutzniessern			
Ohne Nutzniesser - Zuweisung			
HWS Chuelibach			240 000 CHF/a (100%)
Nutzen/Kosten - Verhältnis			
HWS Chuelibach			0.7
Individuelles Risiko (Anzahl betroffener Objekte)			
Vor Massnahme	0	0	1
Nach Massnahme HWS Chuelibach	0	0	0
Alle Prozesse kombiniert			
Risiko vor Massnahmen			404 767 CHF/a
Nach Massnahme HWS Chuelibach			32 805 CHF/a
Risikoreduktion (Nutzen) CHF/a			
HWS Chuelibach			371 962 CHF/a
Massnahmekosten CHF/a			
HWS Chuelibach			240 000 CHF/a
Verteilung nach Nutzniessern			
Ohne Nutzniesser - Zuweisung			
HWS Chuelibach			240 000 CHF/a (100%)
Nutzen/Kosten - Verhältnis			
HWS Chuelibach			1.5
Individuelles Risiko (Anzahl betroffener Objekte)			
Vor Massnahme	0	0	6
Nach Massnahme HWS Chuelibach	0	0	5

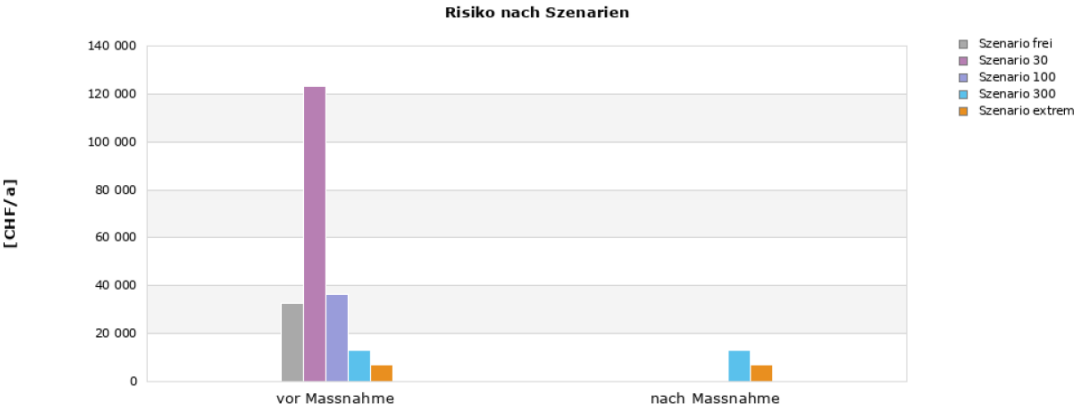
Schadenpotential nach Objektkategorien



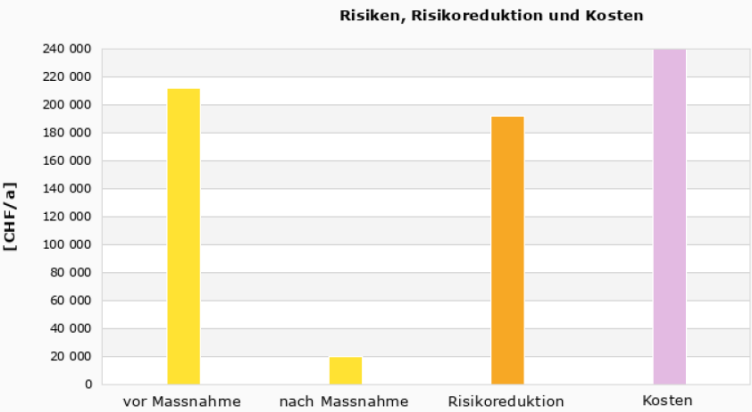
Überschwemmung statisch, Chuelibach, HWS Chuelibach - Schadenausmass nach Szenarien



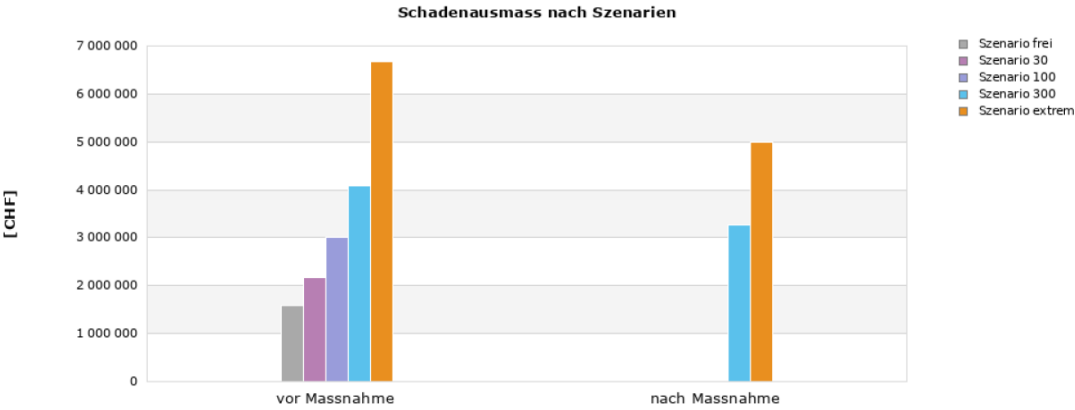
Überschwemmung statisch, Chuelibach, HWS Chuelibach - Risiko nach Szenarien



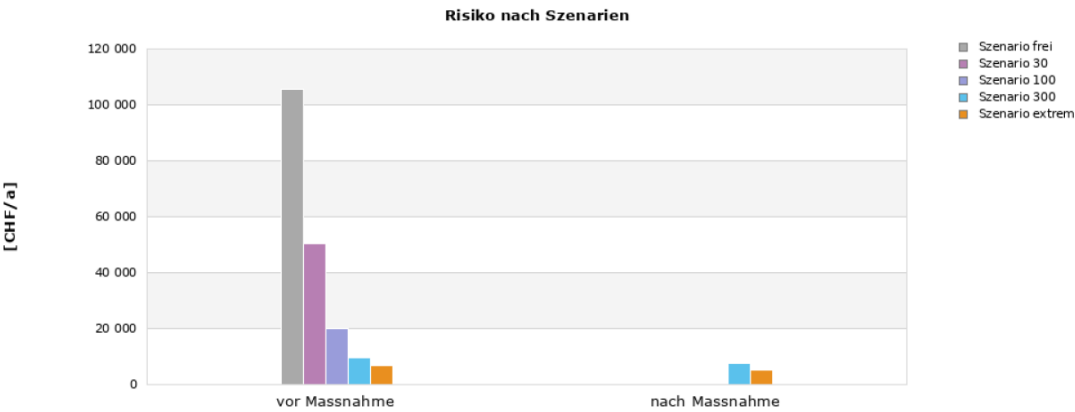
Überschwemmung statisch, Chuelibach, HWS Chuelibach - Risiken, Risikoreduktion und Kosten



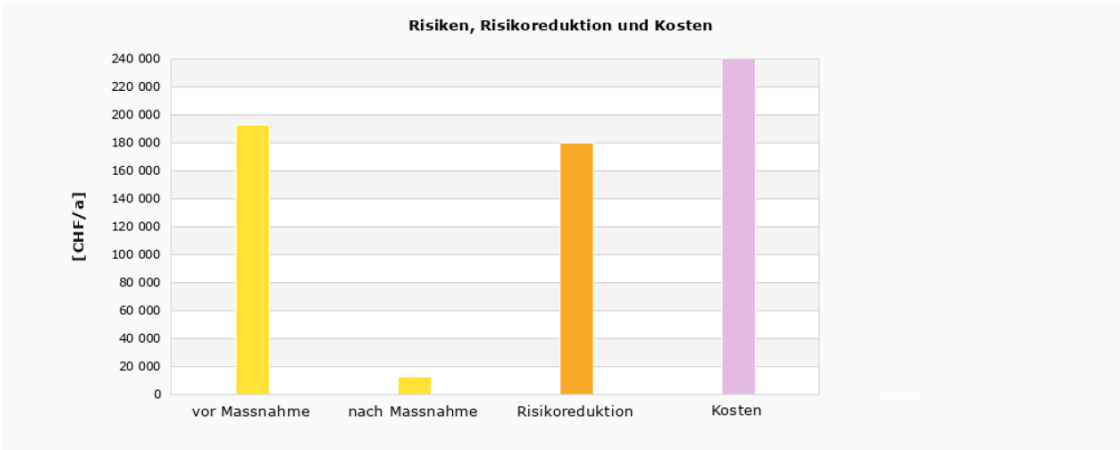
Überschwemmung dynamisch , Chüelibach, HWS Chüelibach - Schadenausmass nach Szenarien



Überschwemmung dynamisch , Chüelibach, HWS Chüelibach - Risiko nach Szenarien



Überschwemmung dynamisch , Chüelibach, HWS Chüelibach - Risiken, Risikoreduktion und Kosten



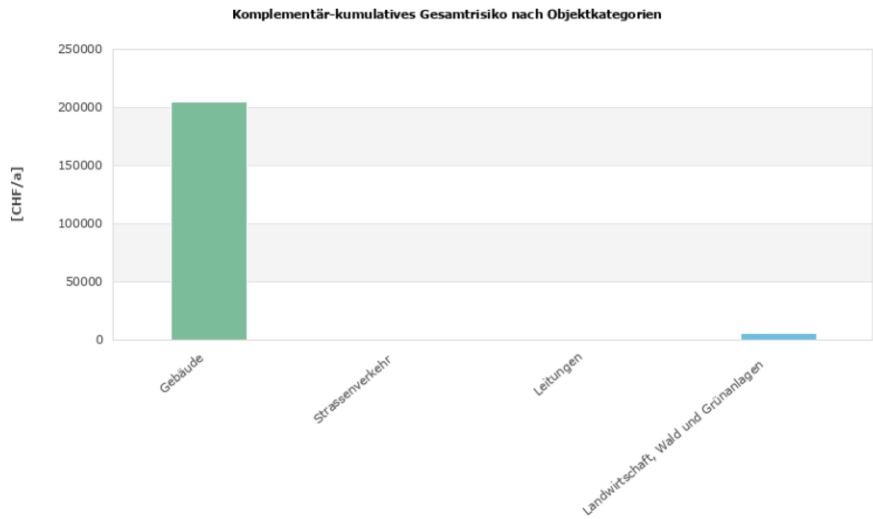
Bern - EconoMe Projekt 6-1390-4394 Konsequenzenanalyse

06.12.23, 09:41:40

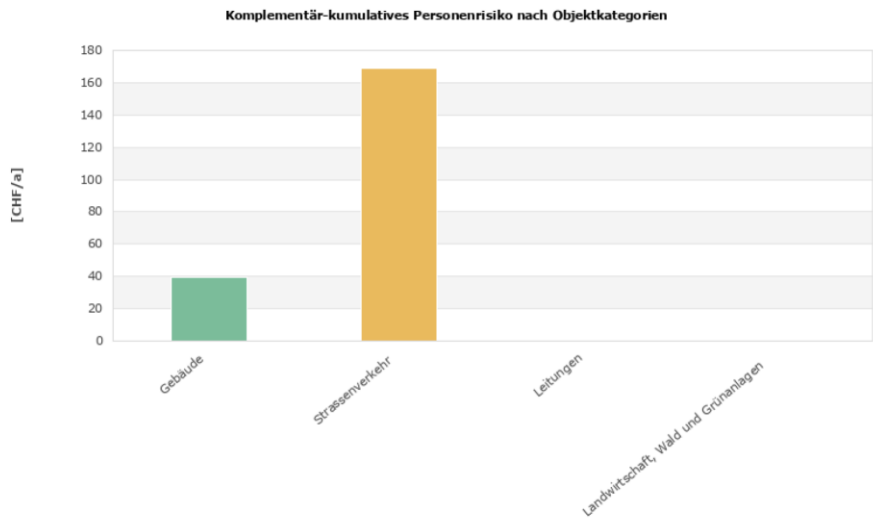
[Import] - [Import] - Chüelibach - Konsequenzenanalyse

Überschwemmung statisch Chüelibach							
Vor Massnahmen - Überschwemmung statisch Chüelibach - Übersicht über alle Szenarien							
Risiko		Risiko nach Szenarien [CHF/a]					Komplementär-kumulatives Risiko [CHF/a]
Kategorie		10 Jahre	30 Jahre	100 Jahre	300 Jahre	1000 Jahre	
Gebäude	Personen	0	25	9	3	2	40
	Sachwerte	31 559	119 155	34 916	12 372	6 648	204 650
	Gesamtrisiko	31 559	119 180	34 925	12 376	6 650	204 689
Strassenverkehr	Personen	0	57	49	17	45	169
	Sachwerte	127	452	286	100	78	1 042
	Gesamtrisiko	127	509	335	117	123	1 211
Leitungen	Personen	0	0	0	0	0	0
	Sachwerte	0	205	96	34	68	402
	Gesamtrisiko	0	205	96	34	68	402
Landwirtschaft, Wald und Grünan	Personen	0	0	0	0	0	0
	Sachwerte	1 097	3 086	1 081	379	210	5 853
	Gesamtrisiko	1 097	3 086	1 081	379	210	5 853
Personen		0	82	59	21	47	208
Sachwerte		32 782	122 897	36 379	12 885	7 004	211 948
Gesamtrisiko		32 782	122 979	36 437	12 906	7 051	212 156
Personen [TF]		0.0e+0	1.2e-5	8.9e-6	3.1e-6	7.1e-6	3.2e-5

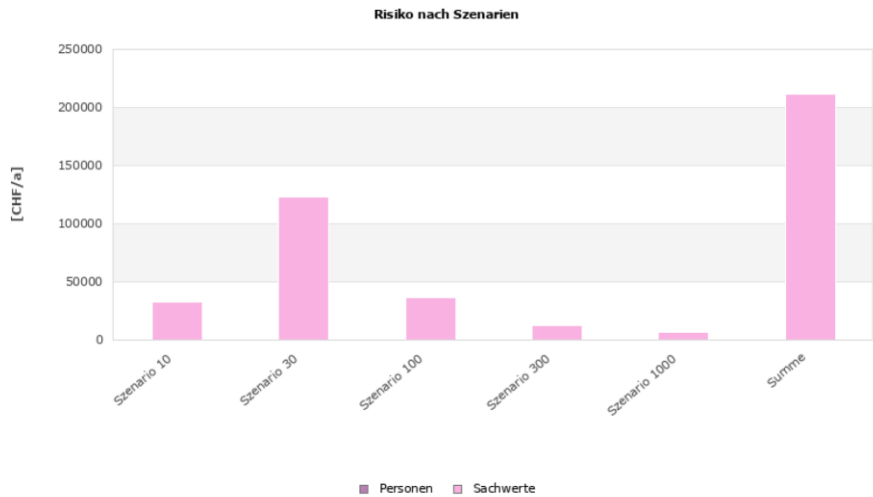
Vor Massnahmen - Überschwemmung statisch Chüelibach - Übersicht über alle Szenarien



Vor Massnahmen - Überschwemmung statisch Chüelibach - Übersicht über alle Szenarien

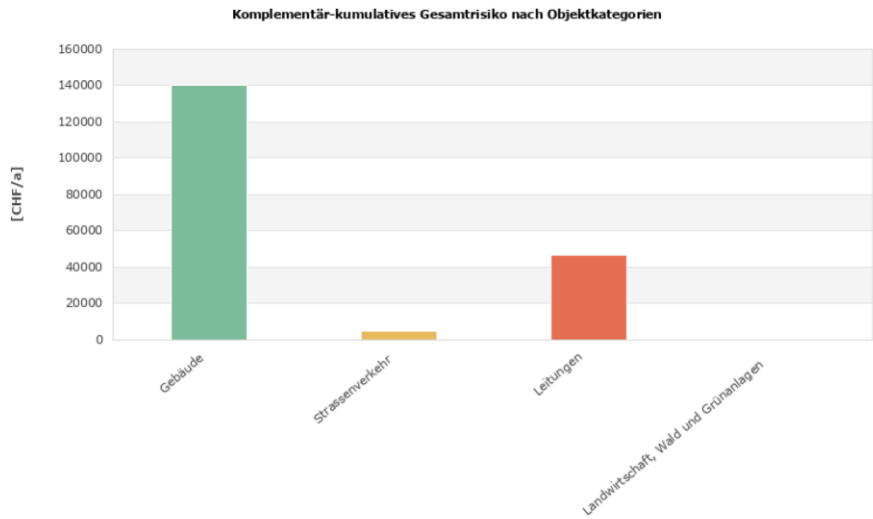


Vor Massnahmen - Überschwemmung statisch Chuelibach - Übersicht über alle Szenarien

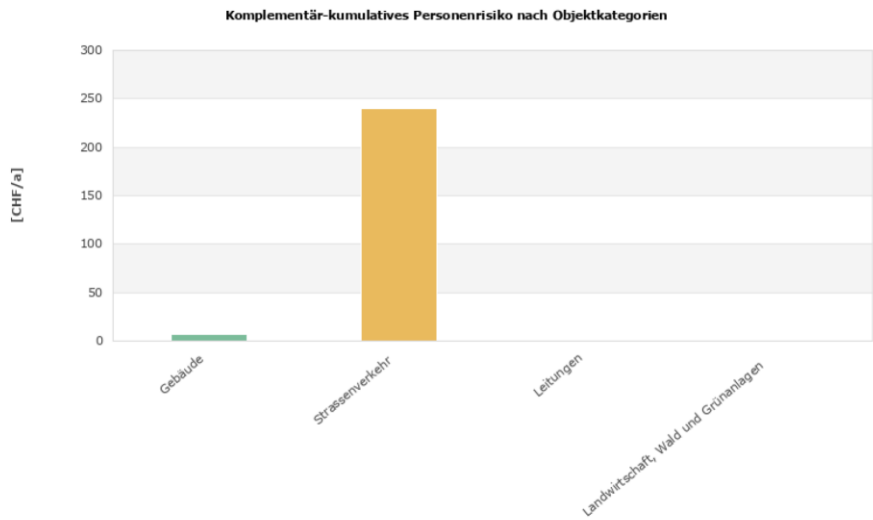


Überschwemmung dynamisch Chuelibach							
Vor Massnahmen - Überschwemmung dynamisch Chuelibach - Übersicht über alle Szenarien							
Risiko		Risiko nach Szenarien [CHF/a]					Komplementär-kumulatives Risiko [CHF/a]
Kategorie		10 Jahre	30 Jahre	100 Jahre	300 Jahre	1000 Jahre	
Gebäude	Personen	0	0	0	5	2	7
	Sachwerte	84 575	31 272	13 472	6 335	4 461	140 116
	Gesamtrisiko	84 575	31 272	13 472	6 340	4 463	140 123
Strassenverkehr	Personen	0	0	148	51	41	240
	Sachwerte	1 717	1 524	618	311	294	4 464
	Gesamtrisiko	1 717	1 524	765	362	336	4 704
Leitungen	Personen	0	0	0	0	0	0
	Sachwerte	19 360	17 370	5 753	2 756	1 772	47 011
	Gesamtrisiko	19 360	17 370	5 753	2 756	1 772	47 011
Landwirtschaft, Wald und Grünland	Personen	0	0	0	0	0	0
	Sachwerte	75	371	142	83	102	773
	Gesamtrisiko	75	371	142	83	102	773
Personen		0	0	148	56	44	247
Sachwerte		105 727	50 537	19 985	9 485	6 629	192 364
Gesamtrisiko		105 727	50 537	20 133	9 541	6 673	192 611
Personen [TF]		0.0e+0	0.0e+0	2.2e-5	8.5e-6	6.6e-6	3.7e-5

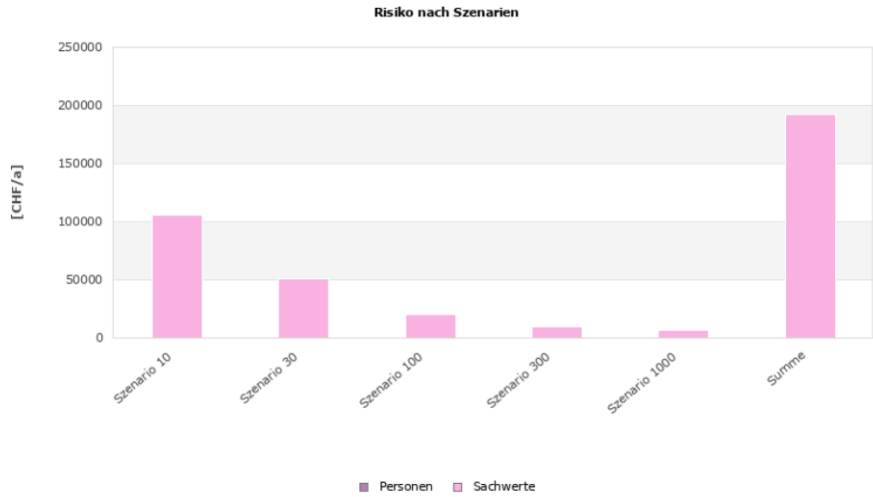
Vor Massnahmen - Überschwemmung dynamisch Chuelibach - Übersicht über alle Szenarien



Vor Massnahmen - Überschwemmung dynamisch Chuelibach - Übersicht über alle Szenarien



Vor Massnahmen - Überschwemmung dynamisch Chuelibach - Übersicht über alle Szenarien



Anhang G Akteuranalyse

BE.N.13130, HWS Chüelibach
F. Leimer, 10.10.2017



Akteuranalyse

Akteurgruppe	Einflusspotential			Betroffenheit			Einbindung über					
	Gross	Mittel	Gering	Hoch	Mittel	Gering	Matrixquadrant	Projektausschuss	Begleitgruppe	Direkte Gespräche	Mitwirkung / ö. Information	Vorprüfung
Verwaltung / öffentliche Hand												
Lyssbachverband	X			X			B	X				
Gemeinderat	X			X			B	X				
Bauverwaltung		X			X		B		X			X
TBA, DIK III, Wasserbau	X			X			B	X				X
Bundesamt für Umwelt (BAFU)	X			X			B		X			X
Fischereiinspektorat (FI)	X			X			B		X			X
Abteilung Naturförderung (ANF)	X			X			B		X			X
Abteilung Strukturverbesserung (ASP)	X			X			B		X			X
Amt für Gemeinden und Raumordnung (AGR)	X			X			B		X			X
Amt für Wasser und Abfall (AWA)		X			X		A		X			X
Kantonale Denkmalpflege		X			X		A		X			X
Kantonspolizei Bern, Fachbereich Verkehr		X			X		A		X			X
Strasseninspektorat Seeland		X			X		A		X			X
TBA, Fachstelle Langsamverkehr		X			X		A		X			X
TBA, Fachstelle Strassen, Wege, IVS		X			X		A		X			X
Schule Schüpfen		X		X			D				X	
Gemeindeverband Altersheim Schüpfen		X				X	C				X	
Wirtschaft												
Stuber & Cie AG	X			X			B		X			
J. Geissbühler AG (Dorfstrasse 7)		X		X			D				X	
AMD Dach+Gebäudetechnik AG (Sägestrasse 24)		X			X		D				X	
Livesound B GmbH (Sägestrasse 24)		X			X		D				X	
Media Toolbox GmbH (Sägestrasse 24)		X			X		D				X	
Rovator GmbH (Schulstrasse 16)		X			X		D				X	
Sonstiges Gewerbe und Industrie			X			X	C				X	
Werkleitungseigentümer			X		X		C				X	
Bahngesellschaften (SBB, BLS)			X			X	C				X	

Akteurgruppe	Einflusspotential			Betroffenheit			Matrixquadrant	Einbindung über				
	Gross	Mittel	Gering	Hoch	Mittel	Gering		Projektausschuss	Begleitgruppe	Direkte Gespräche	Mitwirkung / b. Information	Vorprüfung
Zivilgesellschaft												
Barbara und Stefan Marti (Pz. 4056)	X			X			B				X	
Burgergemeinde Bern (Pz. 2824)	X			X			B				X	
Christoph Gaus (Pz. 3149)	X			X			B				X	
Ernst Marti (Pz. 3241)	X			X			B				X	
Hans Egger (Pz. 2815, 2816)	X			X			B				X	
Heidi Schlatter-Köhli (Pz. 2700)	X			X			B				X	
Markus und Niklaus Hug (Pz. 2966)	X			X			B				X	
Markus Schwab (Pz. 3266)	X			X			B				X	
Michael Ueltschi (Pz. 3835, 3836, 3837, 3838)	X			X			B		X			
Rahel Grünewald und Roman Baumann (Pz. 4117)	X			X			B				X	
Rolf Hermann Stuber Erbgemeinschaft (Pz. 2774)	X			X			B				X	
Stefan Haltinner (Pz. 2862)	X			X			B				X	
Thomas Kupper (Pz. 2964)	X			X			B				X	
Werner Messerli (Pz. 2935)	X			X			B				X	
Pächter		X		X			D				X	
Flurgenossenschaft	X			X			B				X	
Bauernverband Bern		X			X		A				X	
Fischenzen		X			X		A				X	
Verein Seeländische Fischereivereine		X			X		A				X	
Pro Natura		X			X		A				X	
Bevölkerung Schüpfen	X				X		A				X	
Erholungssuchende			X		X		C				X	

Einfluss-Betroffenheits-Matrix

Quelle: Hostmann M., Buchecker M., Ejderyan O., Geiser U., Junker B., Schweizer S., Truffer B. & Zaugg Stern M. 2005. Wasserbauprojekte gemeinsam planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ.

