

Wasserbauplan

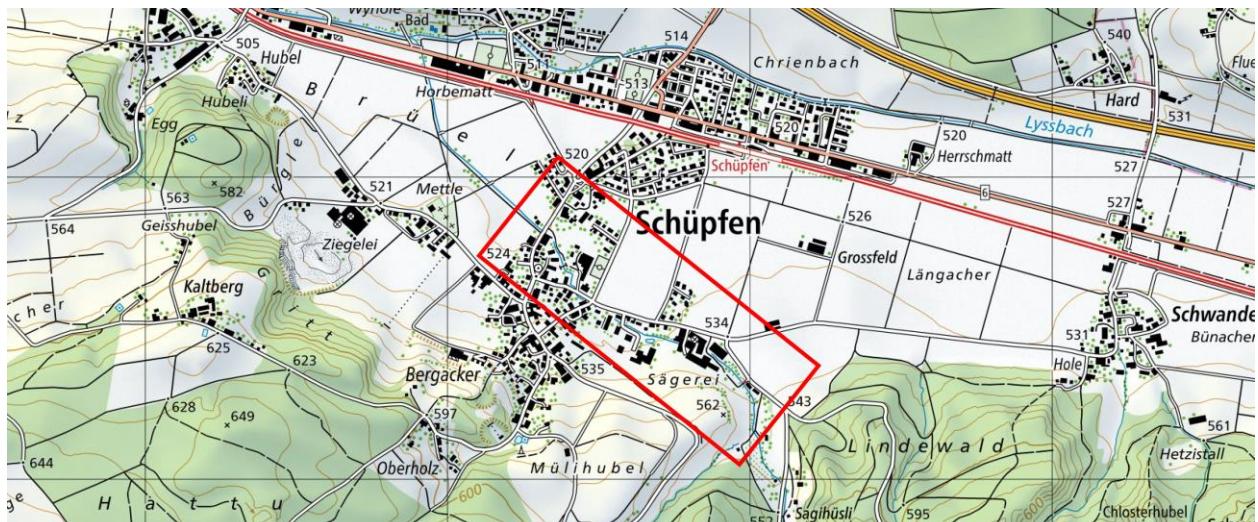
Beilage 3.9

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

Gewässer Chüelibach

Chüelibach

Hochwasserschutz Dorf Schüpfen Defizitanalyse und ökologische Aufwertung



Projektverfasser



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

Genehmigungsvermerke:

Impressum

Auftragsnummer	BE.N.130130
Auftraggeber	Wasserbauverband Lyssbach
Datum	14. Dezember 2023
Version	1.1
Vorversionen	1.0 (Vorprüfung)
Autor(en)	Matthias Zimmermann (matthias.zimmermann@emchberger.ch)
Freigabe	Fabian Leimer (fabian.leimer@emchberger.ch)
Verteiler	-
Datei	J:\F_NLBiel\Data-Project\BE.N.13130 Chuelibach Schuepfen\4 Planung\42 Vorprojekt\Ing\Umwelt\Defizitanalyse\Fachbericht_Oekologische_Anforderungen_Wasserbauprojekte_Chuelibach_Titelblatt_akt.docx
Seitenanzahl	26
Copyright	© Emch+Berger AG Bern

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Projekt	1
1.3	Methodik und Vorgehen	2
2	Ist-Zustand	4
2.1	Prozesse	5
2.2	Strukturen	7
2.3	Lebensräume und Einzelarten	7
2.4	Weitere Aspekte	8
3	Naturzustand	9
3.1	Prozesse	12
3.2	Strukturen	12
3.3	Lebensräume und Einzelarten	12
4	Referenzzustand	14
4.1	Prozesse	14
4.2	Strukturen	14
4.3	Lebensräume und Einzelarten	15
5	Defizite und Defizitanalyse	16
5.1	Defizite Prozesse	16
5.2	Defizite Strukturen	17
5.3	Defizite Lebensräume und Einzelarten	17
5.4	Defizitanalyse	17
6	Projektmaßnahmen	18
7	Beurteilung Anforderungen Art. 4 WBG / Art. 37 GSchG	20
8	Grundlagen	22
8.1	Projektspezifische Grundlagen	22
8.2	Fachliche Grundlagen	22
8.3	Gesetze und Verordnungen	23

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Der Projektperimeter des Projekts Hochwasserschutz Chüelibach befindet sich in der Gemeinde Schüpfen im Kanton Bern. Der Chüelibach ist in der Vergangenheit mehrfach über die Ufer getreten und hat zu Schäden in Schüpfen geführt [1]. In der Gefahrenkarte von Schüpfen liegen grössere Gebiete im blauen Gefahrenbereich (mittlere Gefährdung).

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.

1.2 Projekt

Projektperimeter

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).

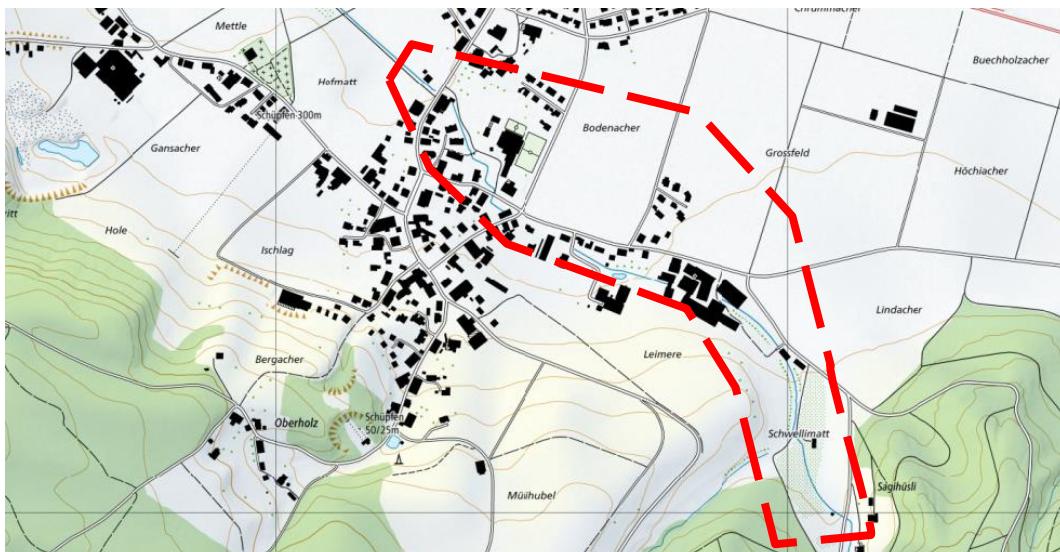


Abbildung 1: Übersicht Projektperimeter (rot). Quelle Kartenausschnitt: www.map.geo.admin.ch.

Projektziele

Neben zwölf allgemeinen Projektzielen (vgl. Kapitel 4 im Technischen Bericht) wurden insbesondere Hochwasserschutzziele und ökologische Zielsetzungen definiert. Die Hochwasserschutzziele wurden entsprechend der Risikostrategie für Naturgefahren des Kantons Bern festgelegt [25] und sind in Tabelle 1 ersichtlich. Das heutige Gerinne weist insbesondere in der Längsvernetzung und im ökomorphologischen Gewässerzustand grosse Defizite auf. Um Art.4 WBG / Art. 37 GschG zu erfüllen, soll mit dem Projekt die Längsvernetzung und der ökomorphologische Gewässerzustand verbessert werden.

Tabelle 1: Schutzziele Hochwasserschutz Chüelibach.

Objektkategorie	Schutzziel
Landwirtschaftlich genutzte Flächen	HQ ₂₀
Siedlungsgebiet	HQ ₁₀₀

Projektbestandteile

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.

Mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen kann die Gefährdungssituation im Siedlungsgebiet von Schüpfen massgeblich verbessert werden (Schutz bis HQ_{100}).

1.3 Methodik und Vorgehen

Die Revision des Gewässerschutzgesetzes und der dazugehörigen Verordnung in Bezug auf die Renaturierung der Gewässer trat am 1. Januar bzw. 1. Juni 2011 in Kraft. Ziel der Revision ist, die Gewässer als Lebensraum aufzuwerten, damit diese naturnäher werden und einen Beitrag zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität leisten. Neu muss im Rahmen von Hochwasserschutz- und Revitalisierungsprojekten den ökologischen Anforderungen gemäss Art. 37 Absatz 2 GSchG bzw. Art. 4 Absatz 2 WBG eingehalten werden. Insbesondere muss bei Eingriffen in 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 und die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben.

Das BAFU erarbeitete eine Vollzugshilfe [11], welche die ökologischen Anforderungen an Wasserbauprojekte konkretisiert und aufzeigt, wie diese im Rahmen der Planung und der Umsetzung eines Projektes im Einzelfall eingehalten werden können. Die Vollzugshilfe [11] liegt als Entwurf (Stand 21.01.2020 - Version für die Konsultation) vor.

Zur Bestimmung des ökologischen Handlungsbedarfes im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde die Methodik der Vollzugshilfe des BAFU [11] verwendet und folgenden Arbeitsschritte durchgeführt (> Abbildung 2):

1. Der Ist-Zustand wurde anhand einer Feldbegehung vom 20. März 2020 bestimmt (> Kap. 2).
2. Mit historischen Kartenwerken und dem Ansatz Fließgewässertypisierung wurde der Naturzustand definiert (> Kap. 3).
3. Unter Berücksichtigung der irreversiblen Restriktionen wurde der Referenzzustand (> Kap. 4) für das vorliegende Projekt abgeleitet.
4. Mittels Vergleiches des Ist-Zustands und Referenzzustands wurden die Defizite definiert und eine Defizitanalyse durchgeführt (> Kap. 5).
5. Unter der Berücksichtigung von harten Restriktionen wurden die ökologischen Entwicklungsziele und die projektspezifischen Massnahmen definiert (> Kap. 6)¹.
6. Anhand des daraus resultierenden Projektzustandes erfolgt die Beurteilung (> Kap. 7), inwiefern mit den geplanten Massnahmen die ökologischen Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 WBG bzw. Art. 37 GSchG erfüllt werden.

¹Abweichend zur Vollzugshilfe BAFU [11] wird auf das Aufzeigen eines «Sollzustandes» verzichtet und direkt aufgezeigt, welche ökologischen Entwicklungsziele im Rahmen der vorhandenen Restriktionen verfolgt werden konnten.

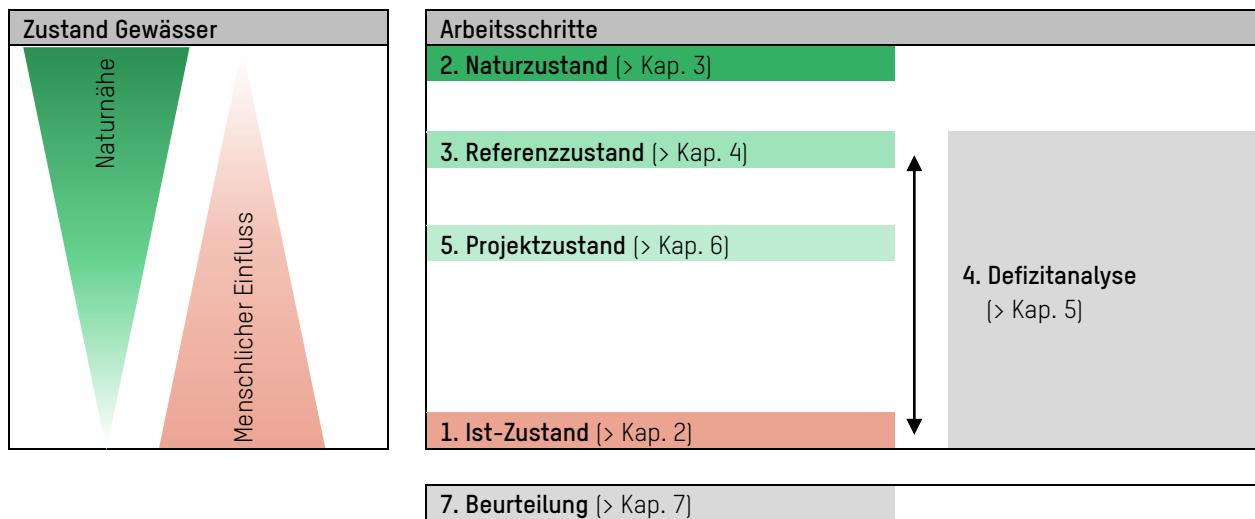


Abbildung 2: Arbeitsschritte und Zustand der Gewässer. Abbildung aus Vollzugshilfe des BAFU [5], verändert.

2 Ist-Zustand

Der Chüelibach ist gemäss Fliessgewässertypisierung der Schweiz [15] ein mittleres Fliessgewässer (Flussordnungszahl (Strahlerordnung) 3) des kollinen, karbonatischen Mittellandes. Er weist im Projektperimeter ein mittelsteiles (0.5-5%) Gefälle auf.

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 3) [22].

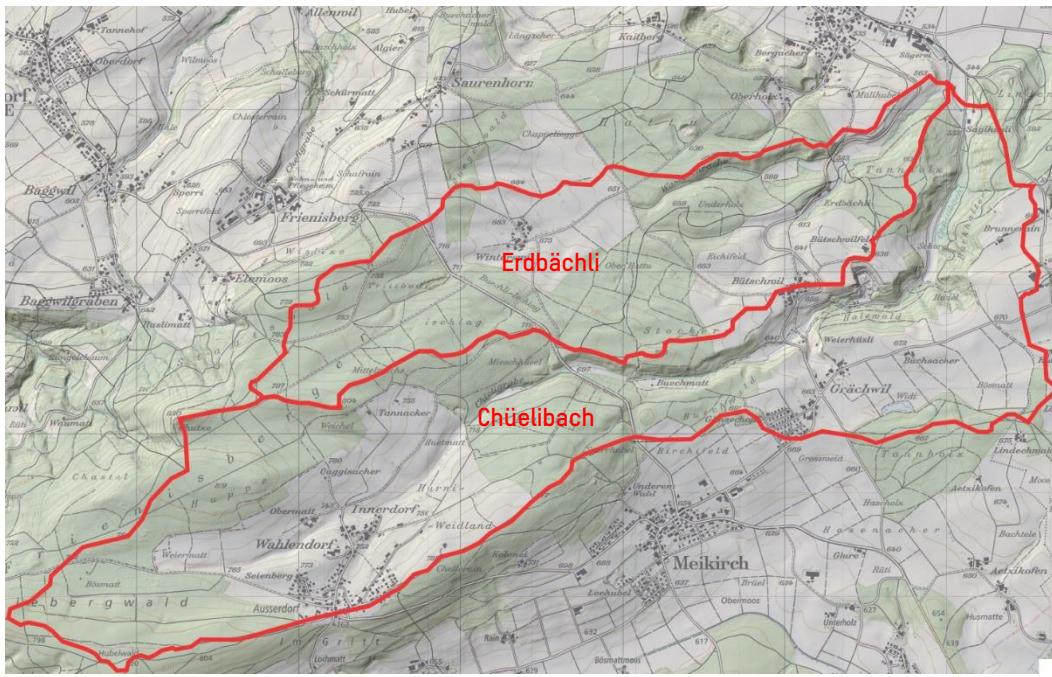


Abbildung 3: Einzugsgebiete von Erdbächli und Chüelibach.

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

Nach der Mündung des Erdbächlis in den Chüelibach, am oberen Siedlungsrand von Schüpfen, fliessst 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 eingedolter Dorfbach in den Chüelibach.

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

Der ökomorphologische Gewässerzustand wird in der ökomorphologischen Karte des Kantons Bern beschrieben [23] (vgl. Abbildung 4). 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.

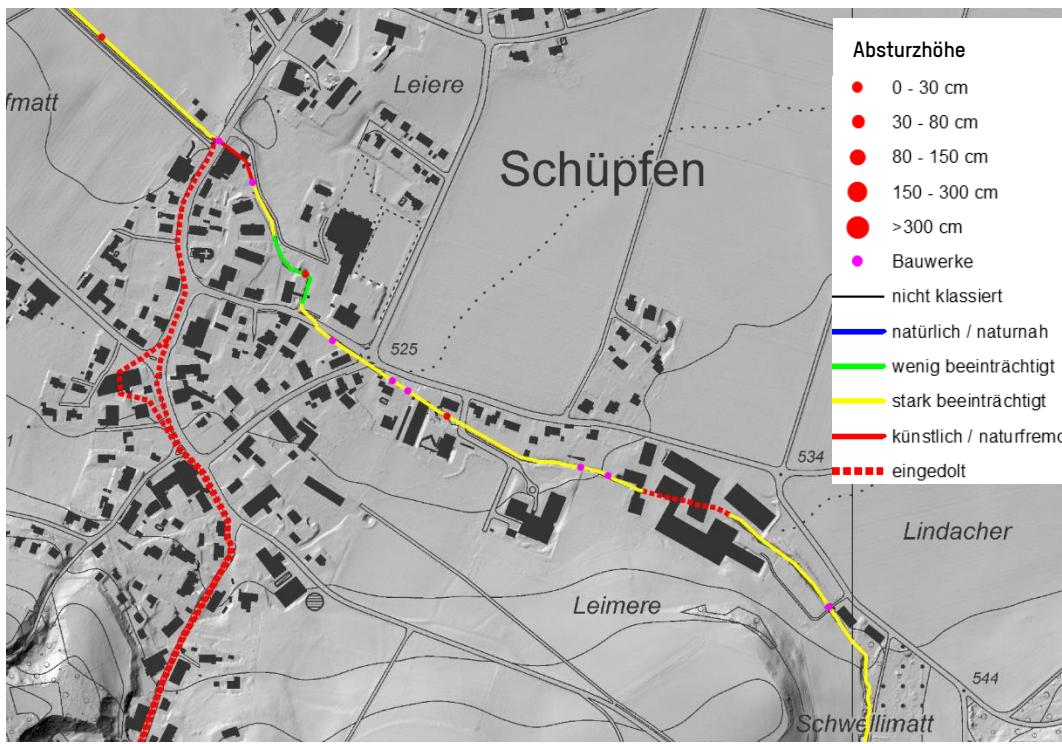


Abbildung 4: Auszug Karte Ökomorphologie der Fliessgewässer des Kantons Bern [23].

2.1 Prozesse

2.1.1 Abfluss und Abflussdynamik

Zwischen April 1997 und Mai 2001 wurde unterhalb des Dorfes Schüpfen am Chüelibach eine Abflussmessstation betrieben (A056, vgl. Abbildung 5). 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.

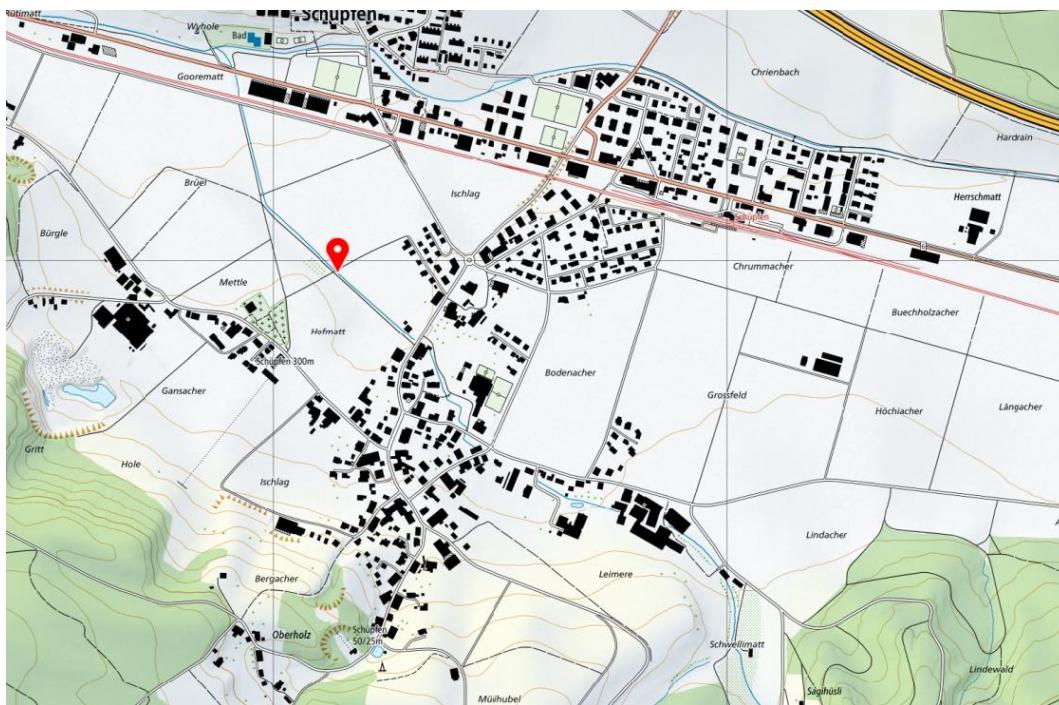


Abbildung 5: Lage ehemalige Abflussmessstation A056.

In Tabelle 2 sind die über drei Jahre 1998 - 2000 gemessenen Abflusskennwerte ersichtlich.

Tabelle 2: Mittel- und Niederwasser Chüelibach gemäss [26].

	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 3 ersichtlich.

Tabelle 3: 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.

Die Hochwasserabflüsse des Chüelibachs sind in Tabelle 4 ersichtlich und basieren auf der Gefahrenkarte Schüpfen [9].

Tabelle 4: Übersicht Abflussszenarien Chüelibach gemäss Gefahrenkarte Schüpfen [9].

	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

2.1.2 Feststoffdynamik

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde im Gerinne des Chüelibach, im Wald oberhalb Sagihüsli, eine Linienzählprobe erhoben (vgl. Abbildung 6 und Tabelle 5).

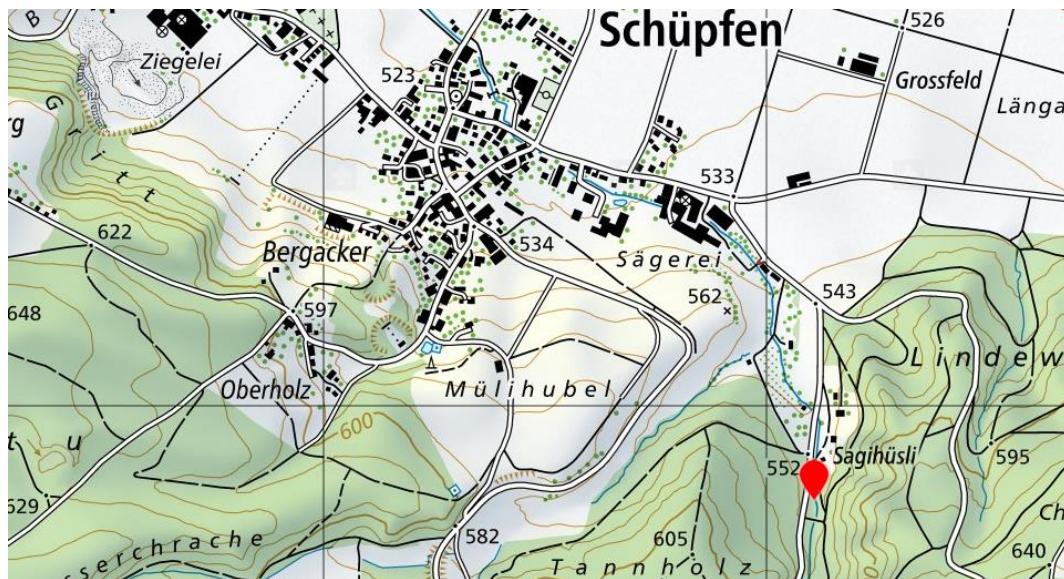


Abbildung 6: Standort der Linienzahlprobe am Chüelibach.

Tabelle 5: Korngrössenverteilung des Chüelibachs im Wald oberhalb Sagihüsli.

d_{30}	d_{50}	d_{90}	d_m
2 cm	4 cm	11 cm	5.5 cm

Der Chüelibach weist mehrheitlich eine natürliche Gerinnesohle auf. Geschiebetransport ist möglich. In der Gefahrenkarte von Schüpfen [9] werden keine konkreten Angaben zu den erwarteten Geschiebemengen gemacht.

2.1.3 Morphodynamik

Die Gerinneform des Chüelibach ist im Projektperimeter zum grössten Teil kanalisiert. Eine Morphodynamik fehlt aufgrund der fast vollständigen Kanalisierung komplett.

2.1.4 Biodynamik

In den mehrheitlich kanalisierten Abschnitten ist keine Biodynamik möglich. Die dynamische Entwicklung und natürliche Sukzession fehlen weitgehend.

2.1.5 Wasserqualität

Zur Wasserqualität liegen keine Messdaten vor. Der Chüelibach fliest durch landwirtschaftlich genutztes Gebiet.

2.2 Strukturen

2.2.1 Gerinne

Im Dorfbereich wurde beim Chüelibach ein Gewässerraum mit einer Breite von 11 m ausgeschieden. Unterhalb der Dorfstrasse wurde für den Chüelibach ein Gewässerraum mit einer Breite von 12.5 m ausgeschieden. Im aktuellen Zustand weist der Chüelibach überwiegend keine Breitenvariabilität auf. Die mittlere Sohlenbreite beträgt im Projektperimeter 1 - 1.5 m. Gemäss Ökomorphologie der Fliessgewässer des Kanton Bern sind im Projektperimeter verschiedene Verbauung der Sohle vorhanden (u.a. künstliche Abstürze / Schwellen). Im ganzen Projektperimeter sind keine nennenswerten Totholzstrukturen vorhanden.

Tabelle 6: Gewässerraum der Gewässerentwicklungsräume.

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

2.2.2 Uferbereiche

Die gradlinigen Ufer und die teilweise hartverbaute Böschungen weisen im Projektperimeter keine nennenswerten Strukturen auf. Durch die vorhandene Bestockung wird der Chüelibach abschnittsweise beschattet.

2.2.3 Vernetzung

Die aquatische Längsvernetzung wird durch mehrere Schwellen unterbrochen. Die terrestrische Quervernetzung ist aufgrund der teilweise steilen Uferböschungen, der intensiv genutzten Umgebung ohne Deckungs- und Leitstrukturen bzw. aufgrund der Siedlungsgebiete und Infrastrukturanlagen wesentlich eingeschränkt.

2.3 Lebensräume und Einzelarten

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 ökologischen Bilanzierung nach BESB / BESB+ in Beilage 3.8 entnommen werden.

2.3.1 Lebensräume

Der Chüelibach weist im Abschnitt oberhalb der Säge typische Lebensräume auf. Die wenig verbauten Uferbereiche werden von standorttypischen Bestockungen gesäumt. Die Flächen im weiteren Umfeld werden mehr oder weniger intensiv genutzt (u.a. Wiesen, Weiden und Baumschulen). Der Abschnitt im Siedlungsgebiet weist überwiegend stark

anthropogen geprägte Lebensräume auf (Hausgarten, versiegelte Flächen). Der Unterlauf (unterhalb Dorf) weist gleichförmige Böschungen mit trivialen Gehölzen bestockt.

2.3.2 Einzelarten Flora und Fauna (inkl. Fische)

Im Projektperimeter konnte im Rahmen der Begehung die in Tabelle 7 aufgeführten, kantonal geschützten Einzelarten nachgewiesen werden, national geschützte Arten wurden keine festgestellt. Auf eine Datenbankabfrage bei InfoSpecies wurde verzichtet.

Tabelle 7: Im Projektperimeter nachgewiesene, kantonal geschützte Einzelarten.

Name deutsch	Name wissenschaftlich	Schutz
Weinbergschnecke	<i>Helix pomatia</i>	Kantonal geschützt gemäss Anhang 2 NSchV [39]
Schneeglöckchen ¹⁾	<i>Galanthus nivalis</i>	Kantonal bedingt geschützt gemäss Anhang 1 NSchV [39]
Stechpalme	<i>Ilex aquifolium</i>	Kantonal bedingt geschützt gemäss Anhang 1 NSchV [39]

¹⁾ Vorkommen wahrscheinlich auf Verwilderung zurückzuführen (Bereich mit Ablagerung von Gartenabfällen)

Im Chüelibach kommt zudem die Bachforelle (*Salmo trutta*) vor.

2.4 Weitere Aspekte

2.4.1 Inventare und Schutzgebiete

Im Projektperimeter befinden sich keine Schutzgebiete oder Inventare.

2.4.2 Landwirtschaft (inkl. Fruchtfolgeflächen)

Im Projektperimeter gelten praktisch alle landwirtschaftlich genutzten Flächen als Fruchtfolgeflächen. Weitere Details zu den Böden können dem Bodenschutzkonzept zu entnommen werden [7].

2.4.3 Grundwasserschutzzonen

Gemäss der Grundwasserkarte des Kantons Bern [23] ist nicht mit einem Grundwasservorkommen im Projektperimeter auszugehen.

2.4.4 Anlagen und Nutzungen

An den Chüelibach sind keine Abwasserreinigungsanlagen (ARA) angeschlossen noch wird der Chüelibach energetisch oder industriell genutzt.

3 Naturzustand

Historische Herleitung der Gerinneform

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 7).

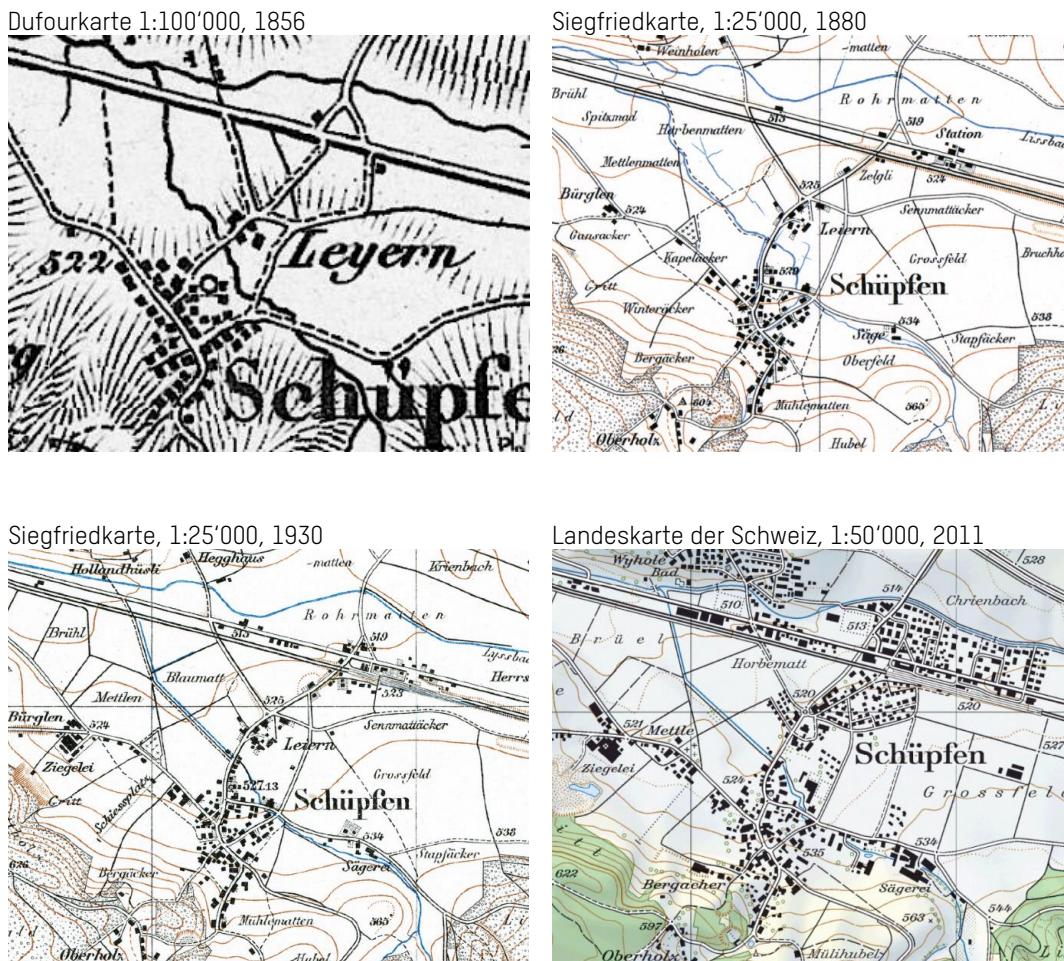


Abbildung 7: Kartenäusschnitte Dufourkarte (1856), Siegfriedkarte (1870, 1930) bzw. Landeskarte der Schweiz (2011), Quelle: www.map.geo.admin.ch.

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 Süsswasser-molasse unterlagert [8]. Entlang der Horbengasse und der Leierenstrasse bis zum Bahnhof von Schüpfen steht Grundmoränenmaterial an der Oberfläche an (vgl. Abbildung 8).

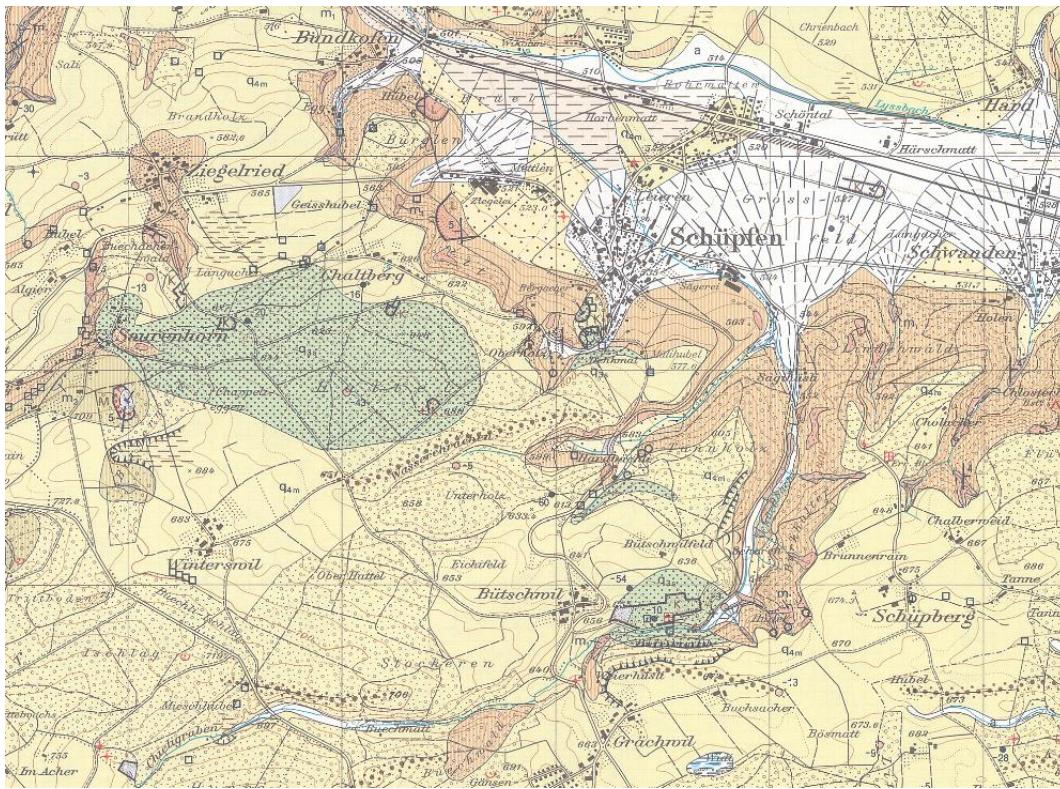


Abbildung 8: Ausschnitt geologischer Atlas der Schweiz GA25 [22].

Herleitung der Gerinneform anhand Fließgewässertypisierung

Zur Plausibilisierung der Herleitung der auf historischen Grundlagen basierenden Gerinneform des Chüelibaches, wird zusätzlich eine Fließgewässertypisierung nach morphodynamischen Ansätzen gewählt. Aufgrund des mittelsteilen (0,5-5%) Gefälles können grundsätzlich die in Abbildung 9 ersichtlichen **Fließgewässertypen B, C, D, E, F und G** vorkommen. Diese reichen von schwach gekrümmte (**Typ B**), über geschwungene und mäandrierende (**Typ C und E**) bis zu verzweigten (**Typ D**) Fluss- bzw. Bachläufen.

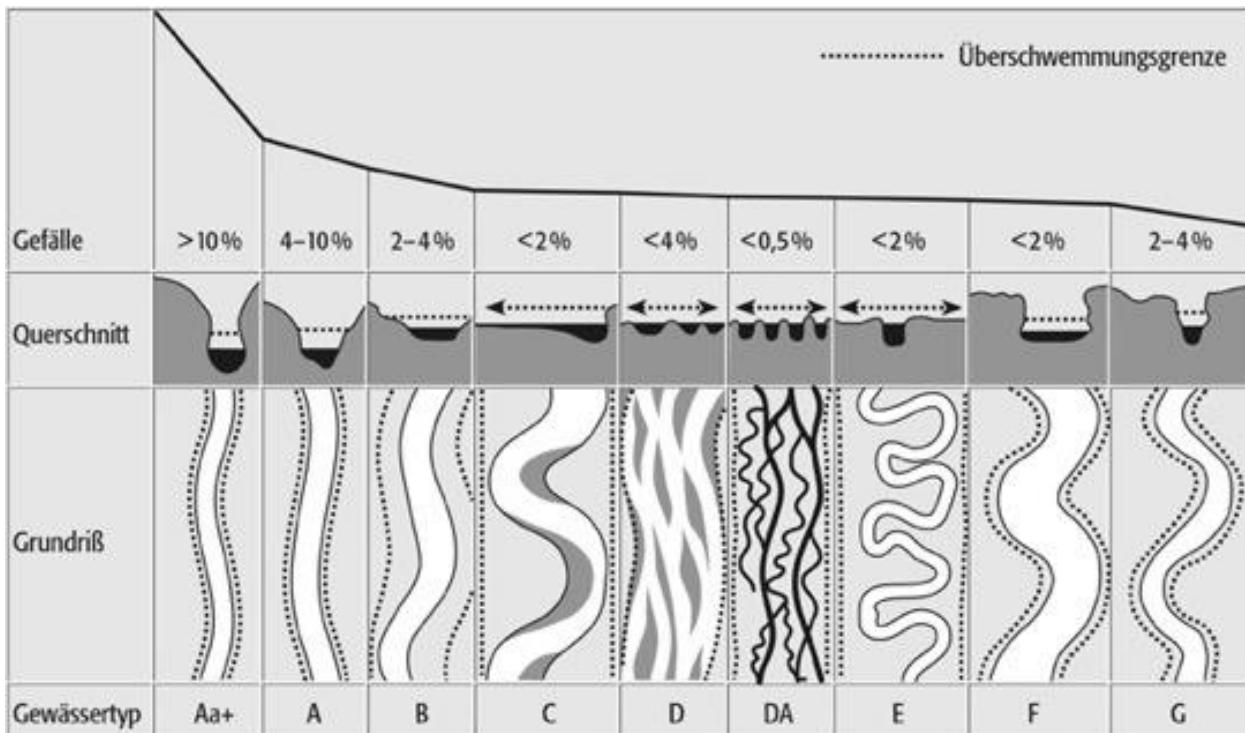


Abbildung 9: Fließgewässertypen gemäss Lexikon der Geographie. © Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Zur Bestimmung des effektiven Gerinnebettmusters sind weitere Eigenschaften des Baches und der Umgebung zu berücksichtigen (> Abbildung 10).

vorherr-schendes Bettmaterial	A	B	C	D	DA	E	F	G
1 Felssohle								
2 Blöcke								
3 Schotter								
4 Kies								
5 Sand								
6 Schluff/Ton								
Üb/Gb	<1,4	1,4-2,2	>2,2	-	>2,2	>2,2	<1,4	<1,4
Sinuosität	<1,2	>1,2	>1,4	<1,1	1,1-1,6	>1,5	>1,4	>1,2
Gb/Gt	<12	>12	>12	>40	<40	<12	>12	<12
Wg%	4-10	2-4	<2	<2	<0,5	<2	<2	2-4

Abbildung 10: Bestimmung Gerinnebettmuster gemäss Lexikon der Geographie. © Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Zur Charakterisierung der verbleibenden Gerinnebettmuster (**Typ B, C, D, E, F und G**) wurden zusätzlich die Verhältnisse der maximalen Überflutungsbreite (üB) zur Gerinnebreite (Gb) bei bordvollem Abfluss und jenes der Gerinnebreite (Gb) bei bordvollem Abfluss zur Gerinnetiefe (Gt) bei bordvollem Abfluss beigezogen. Da die Gerinnebreite (Gb) und Gerinnetiefe (Gt) im Naturzustand unbekannt sind, wurden die massgebenden Verhältnisse zur Charakterisierung wie folgt hergeleitet und plausibilisiert:

- *Verhältnis der maximalen Überflutungsbreite zur Gerinnebreite (üB / Gb):*

Im Jahresmittel führte der Chüelibach auch im Naturzustand nur geringe Wassermengen wodurch anzunehmen ist, dass die Gerinnebreite wesentlich kleiner ist als die Überflutungsbreite. Dies zeigt auch die Breite des Schuttkegels, welcher in der historischen Karte (→ Abbildung 8) eingezeichnet ist. Das Verhältnis üB/Gb wies im Naturzustand somit einen Wert > 2.2 auf und die Fließgewässertypen bzw. Gerinnebettmuster Typ **C, D und E kommen in Frage.**

- *Verhältnis der Gerinnebreite zur Gerinnetiefe (Gb / Gt):*

Damit sich Typ D (verzweigte Flussläufe) ausbilden kann, muss das Verhältnis Gb / Gt den Wert >40 aufweisen. Mit der Annahme, dass der Chüelibach eine Gerinnetiefe von bis zu 1 m aufwies, müsste die Gerinnebreite über 40 m betragen haben, um das Kriterium zu erfüllen. Das Vorkommen des Typs D im Naturzustand entfällt somit. Als Wahrscheinlicher wird bei der angenommenen Gerinnetiefe und Wassermenge ein Verhältnis Gb / Gt um 12 erachtet, was somit dem **Fließgewässertypen C oder E entspricht.**

Die Herleitung der Gerinneform anhand der Fließgewässertypisierung stützt die historische Herleitung der natürlichen Gerinneform, wonach der Chüelibach im Naturzustand je nach Gefälle ein geschwungenes (Typ C) bis mäandrierendes (Typ E) Gerinne mit Riffle-Pool-Bildung aufwies. Im Bereich der Sägerei und des Dorfes dürfte es sich vorwiegend um geschwungenes Gerinne gehandelt haben.

3.1 Prozesse

3.1.1 Abfluss und Abflussdynamik

Der Chüelibach durchfloss die Talebene bei Schüpfen als mäandrierendes Gerinne. Charakteristisch für mäandernde Gerinne ist die rasche Ausuferung bei Hochwasser, so dass die umliegenden Felder und Schwemmebenen regelmäßig überflutet wurden. Durch Erosion und Auflandungen bei Hochwasserereignissen war der Bachlauf stetigen Veränderungen unterworfen.

3.1.2 Feststoffs dynamik

Der Gefällsknick hin zur Talebene führte dazu, dass sich allfällig transportiertes Geschiebe aus dem Oberlauf in Form eines Bachschuttkegels seitlich am Talrand abgelagert hat. Der Chüelibach transportierte demnach in der Talebene nur noch kleinere Korngrößen und Feinsubstrat. Die transportierten Frachten wurden an strömungsarmen Stellen sedimentiert und bei Hochwasserereignissen erodiert und im Umfeld abgelagert.

3.1.3 Morphodynamik

Die Gerinneform des frei fliessenden Chüelibaches (mäandrierendes Hauptgerinne) führte zu einer Abfolge von Prall- und Gleithängen und ausgeprägten Morphodynamik mit laufenden Änderungen des Gewässerlaufs und -strukturen. Der Chüelibach erodierte bei Hochwasserereignissen die vorhandenen Ufer, überflutete das flache Umland und schuf somit durch das abfliessende Wasser teilweise neue Gewässerläufe.

3.1.4 Biodynamik

Neu entstandene Pionierstandorte wurden rasch durch entsprechende angepasste Einzelarten besiedelt. Je nach Intensität der Hochwasserereignisse und Nutzung entstanden vielfältige Lebensraumgemeinschaften. Da Hochwasserereignisse teilweise die etablierten Lebensräume zerstörten, konnte die Sukzession jeweils neu beginnen.

3.1.5 Wasserqualität

Die Wasserqualität wurde weder durch Einträge aus gereinigtem Abwasser noch aus weiteren anthropogenen Quellen (Landwirtschaft, Luftdeposition) beeinflusst.

3.2 Strukturen

3.2.1 Gerinne

Durch die natürlichen Prozesse, insbesondere die Morphodynamik, wies das Gerinne des Chüelibaches eine vielfältige Variabilität der Breite und Wassertiefen auf, was zu vielfältigen Strömungsmustern führte. Dies trug zur Diversifizierung der Wasserlebensräume für die aquatische Flora und Fauna bei.

3.2.2 Uferbereiche

Die Uferbereiche wurden durch Hochwasserereignisse beeinflusst. Die höhere Sohlenlage vor der Korrektion führte dazu, dass sich durch seitliche Erosion Steilufer ausbilden konnten. In Bereichen mit Geschiebesedimentation und Gleithängen entstanden flache, bei niedrigen Wasserständen trockenfallende Uferbereiche.

3.2.3 Vernetzung

Der Chüelibach bildete mit dem Lyssbach einen gut vernetzten und Gewässerlauf durch die Talebene.

3.3 Lebensräume und Einzelarten

3.3.1 Lebensräume

Die dynamischen Prozesse des Chüelibach förderte vielfältige aquatische und terrestrische Lebensraumgemeinschaften.

3.3.2 Einzelarten Flora

Der Chüelibach bot durch die vielfältigen Lebensräume mit unterschiedlichen Standortbedingungen verschiedenen Pflanzenarten einen Lebensraum. So fanden sowohl aquatische Pflanzenarten wie auch solche, welche nasse bis feuchte Standorte bevorzugen einen Lebensraum. Durch die dynamischen Prozesse (Erosion und Hochwasser) waren die Lebensräume insbesondere durch Pionierarten geprägt.

3.3.3 Einzelarten Fauna

Eine Vielzahl von aquatischen, amphibischen und terrestrischen Tierarten besiedelten die verschiedenen Lebensräume des Chüelibaches. Das verzweigte Flusssystem bot vielfältige Nischen und hat als Laichgewässer und Kinderstuben für Fische gedient.

4 Referenzzustand

Der Referenzzustand ist gemäss der Vollzugshilfe des BAFU [11] der naturnahe Zustand bezüglich Morphologie und Breite, Abflussregime und Geschiebehaushalt. Er unterscheidet sich vom Naturzustand durch grossräumige und irreversible anthropogene Einflüsse wie Waldrodungen, Trockenlegungen von Feuchtgebieten und Gewässerumleitungen.

Irreversible Einflüsse und Restriktionen

Gemäss den historischen Karten, wurde der Chüelibach umfassend korrigiert und in der Talebene auf der ganzen Länge kanalisiert. Direkt neben den Böschungen schliessen überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen (Feldkulturen/Äcker, Wiesen/Weiden), Strassen, Wege und Plätze sowie Siedlungen (u.a. private Gärten, Rasen etc.) an.

4.1 Prozesse

4.1.1 Abfluss und Abflussdynamik

Der Wegfall von Überflutungsräumen in der Ebene durch die anstehenden Nutzungen wirkt sich massgebend auf die Abflüsse und die Abflussdynamik im Hochwasserfall aus. Mit semi-aquatischen Übergangsbereichen, teilweise abgeflachten Uferbereichen und lokalen Aufweitungen / Gerninneverbreiterungen stehen Überflutungsräume zur Verfügung, welche sich jedoch kaum auf Hochwasserspitzen auswirken.

4.1.2 Feststoftdynamik

Der Chüelibach transportiert die kleineren Korngrössen und das Feinsubstrat aus dem Oberlauf ungehindert in die Talebene und lagert dieses an strömungsarmen Stellen ab. Nebst der Mobilisierung dieser Ablagerungen im Hochwasserfall stammt weiteres Geschiebe und Feststoffe von Seitenerosionsprozessen. Aufweitungen, abgeflachte Ufer und die gesteigerte Morphodynamik im Rahmen des festgelegten Gewässerraumes führen dazu, dass transportiertes Geschiebe auch wieder abgelagert wird.

4.1.3 Morphodynamik

Der pendelnde Gerinneverlauf des Chüelibaches führt aufgrund der naturnahen bzw. eigendynamischen Entwicklung zu Seitenerosion. Entlang des Gewässerlaufes entstehen Steilufer, in strömungsärmeren Abschnitten werden die mitgeführten Frachten sedimentiert, so dass flache Übergangsbereiche entstehen.

4.1.4 Biodynamik

Durch die Feststoff- und Morphodynamik entstehen Pionierlebensräume. Aufgrund von Umlagerungsprozessen des Geschiebes entstehen neue Lebensräume, die durch Pionierarten besiedelt werden können. Durch Seitenerosion entstehen weitere Lebensräume (u.a. Steilufer).

4.1.5 Wasserqualität

Durch den erhöhten Selbstreinigungsprozess des Fliessgewässers aufgrund der verbesserten Abfluss-, Morpho- sowie Biodynamik ist die Wasserqualität des Chüelibaches verbessert. Mit ausreichender Beschattung des Gewässers wird die Erwärmung des Chüelibaches verlangsamt.

4.2 Strukturen

4.2.1 Gerinne

Das pendelnde Gerinne des Chüelibaches weist eine variablen Wasserspiegelbreite auf. Tiefere Stellen wechseln sich mit Flachwasserzonen ab und Bereiche mit langsamem Strömungsverhältnissen folgen auf Abschnitte mit schneller fliessendem Wasser (Pool-Riffle-Sequenzen). Vorhandene Strukturen wie Totholz fungieren als Lenkbuhnen und erzeugen zusätzliche Strömungsmuster.

4.2.2 Uferbereich

Die durch Seitenerosion entstehenden Steilufer wechseln sich mit flachen Uferböschungen ab. Durch eigendynamische Prozesse weist der Chüelibach unterschiedlich ausgestaltete Uferbereiche auf. Die verschiedenen Expositionen und unterschiedliche Neigungen der Böschungen bilden die Grundlage für vielfältige Lebensräume.

4.2.3 Vernetzung

Die aquatische Längsvernetzung und die Anbindung des Chüelibaches an den Lyssbach ist aufgrund der vorhandenen Strukturen intakt.

Die terrestrische Längsvernetzung wird durch die strukturreichen Uferbereiche, die mosaikartigen Lebensräume und diversen Nischen begünstigt.

Die terrestrische Quervernetzung innerhalb des Gewässerraumes ist durch die flachen Ufer und der Strukturierung der Uferbereiche intakt. Totholz, das strukturierte Gerinne sowie die variable Wasserspiegelbreite ermöglichen Kleinsäugern stellenweise das Überqueren der Wasserfläche. Die Uferbereiche sind durch Leitstrukturen mit der umliegenden Landschaft vernetzt.

4.3 Lebensräume und Einzelarten

4.3.1 Lebensräume

Durch die Morpho- und Biodynamik, das strukturreiche Gerinne und die unterschiedlich ausgeprägten Uferbereiche der Chüelibach optimale Voraussetzungen für gewässertypische Lebensräume mit aquatischer und semi-aquatischer Ausprägung auf. Durch den eingetieften Bachlauf und den unterschiedlichen Neigungen der Böschungen entsteht eine Lebensraumgrundlage, welche von überschwemmt bzw. unter Wasser bis sehr trocken ausgeprägt werden kann.

4.3.2 Einzelarten Flora

Der Chüelibach bietet durch die Morpho- und Biodynamik, dem strukturreichen Gerinne, den unterschiedlich ausgeprägten Uferbereichen und den Lebensräumen eine vielseitige Grundlage und Nischen für floristische Einzelarten.

4.3.3 Einzelarten Fauna (inkl. Fische)

Die Ansiedlung und Verbreitung von spezialisierten Tierarten (inkl. Fische) werden aufgrund der Morpho- und Biodynamik, dem strukturreichen Gerinne, den unterschiedlich ausgeprägten Uferbereichen und der guten Vernetzung begünstigt. Durch die verschiedenen Lebensräume finden die Tierarten entsprechende Fortpflanzung-, Jagd- und Standhabitatem vor.

5 Defizite und Defizitanalyse

Die Defizite werden auf Grundlage der Differenz zwischen dem Ist-Zustand (> Kap. 2) und dem Referenzzustand (> Kap. 4) abgeleitet und in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben. In der Defizitanalyse (> Kap. 5.4) werden die ökologischen Defizite des Chüelibachs in Anlehnung an das Modul-Stufen-Konzept (MSK) des BAFU [19] klassiert und die Hauptdefizite bestimmt (> Kap. 5.4.2).

5.1 Defizite Prozesse

5.1.1 Abfluss und Abflussdynamik

Der durch die Begradiung/Korrektion verursachte gleichmässige und monotone Abfluss verhindert die Ausbildung von Strömungsvariabilität.

5.1.2 Feststoffdynamik

Der Chüelibach weist mehrheitlich eine natürliche Gerinnesohle auf und Geschiebetransport ist grundsätzlich möglich. Die weitgehend steile und geradlinig gestaltete Böschungsfuss erlaubt keine dynamischen Prozesse, welche aufgrund von seitlichen Erosionsprozessen zu Geschiebemobilisierung bzw. -ablagerungen führen würden. Künstliche Abstürze stabilisieren zudem die Sohle und fördern einen gleichmässigen und monotonen Abfluss ohne jegliche Strömungsvariabilität.

5.1.3 Morphodynamik

Die weitgehend verbauten Böschungen sowie der fehlende Raum für dynamische Prozesse verhindern die Ausbildung eines natürlichen Gerinnes. Die fehlenden seitlichen Erosionsprozesse verhindern die Ausbildung von gewässertypischen Steil-, Prall- und Gleitufern.

5.1.4 Biodynamik

Die fehlende Morphodynamik verhindert die Neuschaffung von Pionierlebensräumen. Flächen mit natürlich zu erwartender Sukzession fehlen aus diesem Grund vollständig. Die durch Abstürze unterbrochene aquatische Längsvernetzung innerhalb des Projektperimeter verhindert eine uneingeschränkte Wanderung von vorkommenden Fischarten.

5.1.5 Wasserqualität

Die Wasserqualität wird hauptsächlich durch diffuse Einträge aus den anstehenden Nutzungen beeinträchtigt. Der verminderte Selbstreinigungsprozess des Fliessgewässers aufgrund fehlender bzw. verminderter Abfluss-, Morpho- sowie Biodynamik trägt nicht zur Wasserqualität bei.

5.2 Defizite Strukturen

5.2.1 Gerinne

Durch die Kanalisierung und den teilweise harten Böschungsfussverbau fehlen Variabilität der Gerinnebreite, Wassertiefe, Strömungsmuster und Korngrössen. Strukturbildende Elemente am und im Gewässer (Wurzeln und Totholz) fehlen vollständig.

5.2.2 Uferbereiche

Die Uferbereiche und Böschungen weisen eine monotone und einheitliche Ausgestaltung auf. Ökologisch wertvolle Lebensräume in semi-aquatische und temporär überfluteten Bereichen fehlen praktisch vollständig. Die Absenz der semi-aquatischen und temporär überfluteten Uferbereiche in Kombination mit den monotonen und steilen Böschungen und den Defiziten im Gerinne sowie die fehlende Morphodynamik verhindern die natürlichen Funktionen des Fließgewässers weitgehend.

5.2.3 Vernetzung

Die aquatische Längsvernetzung wird durch künstliche Abstürze behindert. Die vorhandene Uferbestockung dient zwar der Längsvernetzung entlang des Chüelibachs, das uniforme Erscheinungsbild und die Artenzusammensetzung können jedoch nicht von allen Tierarten genutzt werden. Die steilen Uferböschungen erschweren die terrestrische Quervernetzung. Die meist direkt an die Ufergehölze anschliessenden Infrastrukturanlagen, Siedlungen oder Landwirtschaftsflächen verhindern eine laterale Vernetzung mit dem Umland.

5.3 Defizite Lebensräume und Einzelarten

5.3.1 Lebensräume

Mosaikartige, verzahnte und abgestufte Lebensräume fehlen praktisch vollständig. Die bestehenden Lebensräume weisen eine monotone und gleichförmige Artenzusammensetzung auf. Das Fehlen von gewässertypischen Lebensräumen im semi-aquatischen Übergangsbereich und die teilweise intensiven und nicht-gewässergerechten Nutzungen des Gewässerraumes stellen weitere Defizite dar.

5.3.2 Einzelarten Flora

Die geradlinigen, steilen Böschungen verhindern die Etablierung von Lebensräumen im Übergang von aquatischen zu semi-aquatischen Bedingungen. Aufgrund der Absenz dieser Übergangszonen fehlt die entsprechende, gewässertypische Vegetation (u.a. Röhricht) praktisch vollständig.

5.3.3 Einzelarten Fauna

Die monotone Lebensraumgrundlage beeinträchtigt die Ansiedlung und Ausbreitung von spezialisierten Tierarten.

5.4 Defizitanalyse

5.4.1 Klassierung der Defizite

Die evaluierten Defizite wurden in Anlehnung an das Modul-Stufen-Konzept (MSK) des BAFU [21] klassiert (vgl. Tabelle 8). Die Klassierung erfolgte gutachterlich anhand von Kriterien gemäss weiteren BAFU-Publikationen. Die zur Klassierung herangezogenen Kriterien sind in [11] ersichtlich.

Tabelle 8: Klassierung Defizite in Anlehnung an das Modul-Stufen-Konzept (MSK) des BAFU [14]. I - natürlich / naturnah (Blau), II - wenig beeinträchtigt (Grün), III - stark beeinträchtigt (gelb) und IV - naturfremd / künstlich (Rot).

Defizite	Klassierung gemäss MSK [21]	Begründung
Prozesse		
Abfluss und Abflussdynamik	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none">– Keine Wasserentnahmen– Wegfall von Überflutungsräumen– Monotoner Abfluss ohne Strömungsvariabilität
Feststoffdynamik	IV – naturfremd / künstlich	<ul style="list-style-type: none">– Keine dynamischen Erosions- und Ablagerungsprozesse
Morphodynamik	IV – naturfremd / künstlich	<ul style="list-style-type: none">– Gerinneform künstlich– Seitenerosionsprozesse vollständig eingeschränkt

Defizite	Klassierung gemäss MSK [21]	Begründung
		<ul style="list-style-type: none"> - Überflutungsbereiche nicht vorhanden
Biodynamik	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - gewässertypische Lebensräume und Sukzessionsflächen kaum vorhanden
Wasserqualität	II – wenig beeinträchtigt	
Strukturen		
Gerinne	IV – naturfremd / künstlich	<ul style="list-style-type: none"> - Variabilität der Wasserspiegelbreite und Strömungsmuster und weitere Gerinnestrukturen vollständig fehlend - Totholz nicht vorhanden
Uferbereich	IV – naturfremd / künstlich	<ul style="list-style-type: none"> - Breite der Uferbereich ungenügend - Böschungsfuss und Verbauungsgrad naturfremd - Bewuchs Uferbereich gewässergerecht
Vernetzung	IV – naturfremd / künstlich	<ul style="list-style-type: none"> - Aquatische Längsvernetzung stark eingeschränkt - Quervernetzung für Kleinsäuger eingeschränkt
Lebensräume und Einzelarten		
Lebensräume	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - monotone oder einheitlich ausgestaltete Lebensräume / gewässertypische Lebensräume nur teilweise vorhanden
Einzelarten Flora	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - überwiegend einheimisch / Arten teilweise standortgerecht - Vorkommen invasiver Neophyten
Einzelarten Fauna	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - Teillebensräume teilweise fehlend und Qualität beeinträchtigt (v.a. aquatisch) - Deckungsmöglichkeiten teilweise vorhanden

5.4.2 Hauptdefizite

Basierend auf der Klassierung der Defizite (>Kap. 5.4.1) ergeben sich die folgenden Hauptdefizite D-1 bis D-6:

- D-1 Durch die Kanalisierung und abschnittsweise harten Böschungsfussverbau fehlen Variabilität der Gerinne- und Wasserspiegelbreite, Wassertiefe, Strömungsmuster und Korngrössen. (Defizite Gerinne, Morpho- und Feststoffdynamik)
- D-2 Eigendynamischer Geschiebehaushalt praktisch vollständig unterbunden. (Defizite Morpho- und Feststoffdynamik)
- D-3 Strukturbildende Elemente am und im Gewässer (u.a. Wurzeln und Totholz) fehlen. (Defizite Gerinne und Uferbereiche)
- D-4 Monotone und einheitliche Ausgestaltung des Uferbereichs und der Böschungen. (Defizit Uferbereiche)
- D-5 Semi-aquatische und temporär überflutete Bereiche fehlen praktisch vollständig. (Defizit Uferbereiche)
- D-6 Die aquatische Längsvernetzung wird durch künstliche Abstürze behindert. Die meist direkt an die Ufer anschliessenden Infrastrukturanlagen, Siedlungen oder Landwirtschaftsflächen verhindern eine laterale Vernetzung mit dem Umland. (Defizit Uferbereiche)

6 Projektmassnahmen

Die Projektmassnahmen beschreibt den bestmöglich erreichbaren ökologischen Zustand des Gewässers unter Berücksichtigung von harten und weichen Restriktionen und der Verhältnismässigkeit.

Restriktionen

Für die Bestimmung der Entwicklungsziele sind insbesondere die folgenden Restriktionen im Projektperimeter zu berücksichtigen:

- Lokale Infrastrukturanlagen (u.a. Gemeindestrassen, Flurwege etc.)

- Bebaute Siedlungs- und Industriegebiete
- Bauzonen (ausserhalb Gewässerraum)
- Der Hochwasserschutz ist zu gewährleisten.
- Berücksichtigung der Interessen der Landwirtschaft mit haushälterischem Umgang mit Ressource Boden und Fruchtfolgeflächen.
- Werkleitungen (Aufwand Umlegung)

Ökologisches Entwicklungsziel

Unter den gegebenen Restriktionen wurde das ökologische Entwicklungsziel abgeleitet: Die zwei neuen Gewässerabschnitte «Umlegung Stuber Nord» und «Umlegung Dorfstrasse» sollen so gebaut werden, dass diese den Ansprüchen an den modernen Wasserbau genügen und dass die neuen Gerinne im Vergleich zum heutigen Zustand einen höheren ökologischen Wert aufweisen. In den beiden Abschnitten sollen insbesondere die aufgezeigten Hauptdefizite (>Kap. 5.4.2) wesentlich behoben werden.

In den Abschnitten des bestehenden Gerinnes, welche nicht durch Hochwasserschutzmassnahmen tangiert werden, sind weitere Instream-Einbauten (z.B. Totholz) zur ökologischen Aufwertung geplant. Das Gewässer ist in diesen Abschnitten aufgrund bestehender Nutzungen stark verbaut oder eingedolt. Grössere Massnahmen zur ökologischen Aufwertung sind daher unter den vorhandenen harten Restriktionen nicht umsetzbar oder greifen stark in die Eigentumsrechte der umliegenden Landbesitzer ein.

Projektmassnahmen

Die Massnahmen zur Erreichung des ökologischen Entwicklungsziels in den zwei neuen Gewässerabschnitte «Umlegung Stuber Nord» und «Umlegung Dorfstrasse» werden im Folgenden erläutert.

Die Prozessdefizite im Bereich Gerinne, Morpho- und Feststoffdynamik (D-1 bis D-3) sollen mit drei Massnahmen verbessert werden:

- M-1** Der Bach soll eine leicht ondulierende / schlängelnde Linienführung aufweisen und den ganzen zukünftig zugewiesenen Gewässerraum ausnützen.
- M-2** Die Böschungen werden mit ingenieurbiologischen Massnahmen (z.B. Bewuchs oder Faschinen) gesichert und lokale Erosionen innerhalb des Gewässerraums werden zugelassen.
- M-3** Um die kleinräumige Breiten- und Tiefenvariabilität und somit der ökologische Wert des Gewässers zu erhöhen, werden Instream-Strukturen wie Totholz eingebaut.

Mit einer angepassten Bepflanzung sollen sowohl die Defizite im Bereich der Ufer (D-4 bis D-6) als auch die Habitatqualität für Bachforellen verbessert werden:

- M-4** Die Beschattung des Gewässers wird gewährleistet, was eine zu starke Erwärmung des Wassers verhindert, da insbesondere die Bachforellen sensibel auf erhöhte Wassertemperaturen reagieren. Die neu gestalteten Gewässerabschnitte sollen einen Bestockungsgrad von 50 % aufweisen. Für die Bestockung werden standortheimische Sträucher und Laubbäume aus regionaler Herkunft verwendet.
- M-5** Es soll nur die Pralluferseite des Bachs bestockt werden. In gehölzfreien Bereichen (Gleitufer) wird die Etablierung eines Hochstaudenflures bzw. Krautsaumes angestrebt. Es ist darauf zu achten, dass die Flure resp. der Saum nicht im Sommer gemäht werden. Ansonsten entfällt die Beschattung komplett.

Eine Durchsetzung der Böschung mit Gehölzen wertet zudem für Säugetiere sowohl die Wanderachse als auch den Lebensraum entlang des Chüelibachs stark auf. Gehölze bieten nicht nur Zufluchtsorte und Unterschlupf, sondern auch Nahrung wie Beeren, was besonders im Winter wertvoll ist. Die Wanderachsen werden nur im Bereich der zwei neuen gestalteten Bachabschnitte wiederhergestellt und sind im Bereich des Dorfes durch die vorhandene Siedlung nach wie vor unterbrochen.

7 Beurteilung Anforderungen Art. 4 WBG / Art. 37 GSchG

Der vorliegende Fachbericht kommt zum Schluss, dass im Rahmen des Projekts geplanten Massnahmen den ökologischen Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 WBG bzw. Art. 37 des GSchG entsprechen.

Die ökologischen Entwicklungsziele und die daraus abgeleiteten Massnahmen können aufgrund diverser Restriktionen nur in zwei Abschnitten umgesetzt werden. Allerdings können mit den vorgeschlagenen Massnahmen die Hauptdefizite in den zwei Abschnitten wesentlich behoben und die Defizitklasse «II – wenig beeinträchtigt» oder «III – stark beeinträchtigt» erreicht werden. 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.

Tabelle 9: Gegenüberstellung der Defizite im Ist-Zustand und im Projektzustand für die zwei neuen Abschnitte in welchen ökologische Aufwertungsmassnahmen umgesetzt werden.

Defizite	IST-Zustand	Zustand neue Abschnitte	Begründung
Prozesse			
Abfluss und Abflussdynamik	III – stark beeinträchtigt	II – wenig beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - Entlastung bei Überflutung - Abfluss mit Strömungsvariabilität
Feststoffdynamik	IV – naturfremd / künstlich	II – wenig beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - Erosions- und Ablagerungsprozesse werden ermöglicht
Morphodynamik	IV – naturfremd / künstlich	II – wenig beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - Natürliche Gerinneform - Seitenerosionsprozesse möglich - Überflutungsbereiche nicht vorhanden
Biodynamik	III – stark beeinträchtigt	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - Sukzessionsflächen kaum vorhanden
Wasserqualität	II – wenig beeinträchtigt	II – wenig beeinträchtigt	
Strukturen			
Gerinne	IV – naturfremd / künstlich	II – wenig beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - Variabilität der Wasserspiegelbreite und Strömungsmuster - Strukturbildende Elemente am und im Gewässer (u.a. Totholz)
Uferbereich	IV – naturfremd / künstlich	II – wenig beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - Breite der Uferbereich akzeptabel - Böschung und Bewuchs Uferbereich gewässergerecht
Vernetzung	IV – naturfremd / künstlich	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - Aquatische Längsvernetzung weiterhin eingeschränkt - Quervernetzung für Kleinsäuger verbessert
Lebensräume und Einzelarten			
Lebensräume	III – stark beeinträchtigt	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - gewässertypische Lebensräume teilweise vorhanden
Einzelarten Flora	III – stark beeinträchtigt	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none"> - einheimisch und standortgerechte Arten

Defizite	IST-Zustand	Zustand neue Abschnitte	Begründung
Einzelarten Fauna	III – stark beeinträchtigt	III – stark beeinträchtigt	<ul style="list-style-type: none">– Teillebensräume teilweise fehlend und Qualität beeinträchtigt– Deckungsmöglichkeiten vorhanden

8 Grundlagen

8.1 Projektspezifische Grundlagen

- [1] Emch+Berger AG Bern, Dossiers Wasserbauplan Hochwasserschutz und Revitalisierung Chüelibach Dorf Schüpfen und unter Dorf Schüpfen, 2014.
- [2] Emch+Berger AG Bern, Aktennotiz WBP Chüelibach, Schüpfen, Dimensionierung Entlastungsleitung, weiteres Vorgehen, 18.05.2018.
- [3] Emch+Berger AG Bern, 2019: Chüelibach. Hochwasserschutz Dorf Schüpfen. Variantenstudium. Wasserbauplan, Dossier.
- [4] Emch+Berger AG Bern, 2019: Chüelibach. Hochwasserschutz Dorf Schüpfen. Objektplan Variante Entlastungsleitung.
- [5] Emch+Berger AG Bern, 2019: Chüelibach. Hochwasserschutz Dorf Schüpfen. Gestaltungsplan Variante Entlastungsleitung.
- [6] Emch+Berger AG Bern, 2020: Chüelibach. Hochwasserschutz Dorf Schüpfen. Technischer Bericht.
- [7] Emch+Berger AG Bern, 2021: Chüelibach, Hochwasserschutz Dorf Schüpfen. Bodenschutzkonzept.
- [8] Geotest AG, Hangstabilität Hochwasserschutz Chüelibach Schüpfen, Bericht Nr. 15110090.1, 6. April 2011.
- [9] Geotest/Hunziker, Zarn & Partner, Dossier Gefahrenkarte Busswil b. B., Grossaffoltern, Lyss, Rapperswil / BE, Schüpfen, Seedorf, 29. November 2005.
- [10] Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis III, Fachbericht Wasserbau, WBP Chüelibach Dorf Schüpfen, 5. November 2014.

8.2 Fachliche Grundlagen

- [11] BAFU, 2020: Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 Wasserbaugesetz (WBG) bzw. Art. 37 Gewässerschutzgesetz (GSchG) Praxishilfe Wasserbau – Ein Leitfaden für Planer und Behörden. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Version für die Konsultation vom 21. Januar 2020.
- [12] BAFU, 2019: Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume. In der Schweiz zu fördernde prioritäre Arten und Lebensräume. Umwelt-Vollzug Nr. 1709.
- [13] BAFU, 2016: Zustand der Schweizer Fließgewässer. Ergebnisse der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) 2011-2014. Umwelt-Zustand Nr. 1620.
- [14] BAFU, 2016: Rote Liste Lebensräume, Gefährdete Lebensräume der Schweiz 2016.
- [15] BAFU, 2013: Fließgewässertypisierung der Schweiz. Eine Grundlage für Gewässerbeurteilung und -entwicklung. Stand. Dezember 2013.
- [16] BAFU, 2012: Objektblätter Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung S0-08 und S0-09.
- [17] BAFU, 2012: Sanierung Geschiebehaushalt. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1226.
- [18] BAFU, 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1005.
- [19] BAFU, 2006: Ökomorphologie Stufe S (systembezogen) – Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer gemäss dem Modul-Stufen-Konzept. Hrsg. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern. Entwurf vom Juli 2006.
- [20] BUWAL, 2000: Angemessene Restwassermengen – Wie können sie bestimmt werden? Wegleitung VU-2701-D. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- [21] BUWAL, 1998: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer in der Schweiz. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- [22] Geoportal des Bundes, <https://www.map.geo.admin.ch>
- [23] Geoportal des Kantons Bern, <https://www.apps.be.ch>
- [24] Info Flora, 2014: Liste der gebietsfremden invasiven Pflanzen der Schweiz (Schwarze Liste).

- [25] Kanton Bern, Risikostrategie Naturgefahren, Ergebnissicherung der Klausursitzung des Regierungsrates vom 10. August 2005.
- [26] Wasser- und Energiewirtschaftsamt des Kantons Bern, Hydrographisches Jahrbuch des Kantons Bern 2000.

8.3 Gesetze und Verordnungen

- [27] SR 451: Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966.
- [28] SR 451.1: Verordnung über den Natur- und Heimatschutz vom 16. Januar 1991.
- [29] SR 814.01, Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 1. Januar 1985.
- [30] SR 814.20, Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991.
- [31] SR 814.201: Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998.
- [32] SR 922.0: Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JSG) vom 20. Juni 1986.
- [33] BGS 435.141: Kantonale Verordnung über den Natur- und Heimatschutz vom 14. November 1980.
- [34] BSG 435.146: Kantonale Verordnung über den Pflanzenschutz vom 20. Oktober 1961.
- [35] BSG 435.148.5: Kantonale Verordnung über den Schutz der Weinbergschnecke vom 06. September 1968.
- [36] BGS 626.11: Kantonales Gesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JaG) vom 09. November 2016.
- [37] BGS 626.12: Kantonale Jagdverordnung (JaV) vom 26. September 2017.
- [38] BSG 426.11, Naturschutzgesetz vom 15. September 1992.
- [39] BSG 426.111, Naturschutzverordnung (NSchV) vom 10. November 1993.