

Beurteilung Muotakraftwerke Restwasserbericht (Fachbericht Gewässerökologie) bezüglich der Aspekte Makrozoobenthos

Dr. Verena Lubini, Gewässerökologie, Zürich

GLATTALP: Beurteilung Abdichtung aus Sicht der Makroinvertebraten

Der Glattalpsee ist ein natürliches Becken glazialen Ursprungs. Sein Wasser versickert, er fällt im Winter meist trocken, weil der Untergrund aus Karst-Formationen (Quintner Kalk) besteht. Die Sickerverluste betragen 50% des jährlichen Wasserdargebots. Ein Teil des Sickerwassers fliesst den Hangquellen und den „Brünnen“ im Bisistal zu, u.a. der grössten Karstquelle der Alpen „Hinter Seeberg“.

Die Umgebung besteht aus zahlreichen Tümpeln, deren Wasser mit Sickerleitungen abgeleitet werden; sie fallen regelmässig fast trocken und werden vom See zeitweise überflutet.

Faunistisch sind sie nicht besonders reichhaltig, es kommen aber überall Wasserkäfer vor, von denen 63% gefährdet sind (Brancucci, 1994). Die Arten wurden im UVB nicht bestimmt, ebenfalls die nachgewiesenen Libellen. Auch der Glattalpsee enthält eine ähnliche Fauna mit Wasserschnecken, Libellen und Wasserkäfern.

Eine Teilabdichtung auf einer Fläche von 64'000 m² (12% der Seefläche) soll die Versickerung markant mindern, damit vor allem im Winter mehr Wasser im See zur Nutzung verbleibt. Für die Abdichtungen sollen Bentonitmatten verwendet werden.

Zwei Szenarien:

1. Pegel bei 1850m: Tümpel werden häufiger überflutet
2. Pegel bei 1860: die Tümpel mutieren zur Flachwasserzone des Sees.

Der Techn. Bericht sagt nichts aus über die zu erwartenden Wassermenge, die danach nicht mehr versickern kann. Es wird lediglich von einer „markanten Reduktion der Sickerverluste“ gesprochen.

Beurteilung: Der See und die Tümpel beherbergen neben einer reichen Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaft, die nach Art. 18 NHG geschützt ist, auch einige aquatische Wirbellose; darunter könnten seltene Arten vorkommen, die evtl. auf temporäre Austrocknung angewiesen sind. Ohne Artbestimmung kann nicht beurteilt werden, ob eine Integration in den See in Form einer Flachwasserzone (Variante 2) oder eine häufigere Überflutung (Variante 1) die Lebensgemeinschaft der Tümpel beeinträchtigen oder sogar fördern wird. Die vorkommenden Arten sind ausserdem auf die Wasser- und Sumpfpflanzen als Nahrungsquelle und Lebensraum angewiesen. Libellen benötigen ausserdem bei der Verwandlung von der Larve zum geflügelten Insekt Ausstiegshilfen in Form der Ufervegetation. Eine Reduktion der Versickerung könnte ferner die Qualität des Grundwassers beeinträchtigen. Der Abbau von organ. Material durch die Grundwasserfauna reinigt das Grundwasser. Der Schlüsselfaktor für ein funktionierendes Ökosystem ist eine gute „hydrological connectivity“ (Foulquier et al., 2011).

Taaschibach

Der Taaschibach ist nicht gefasst. Sein Abfluss wird zu einem kleineren Teil vom Glattalpsee gespiesen, zu einem grösseren von Niederschlägen in Form von Schnee und Regen. Gemäss UVB ist er sehr artenreich, auch wenn nicht alle Gruppen bis zur Art bestimmt worden sind. Im unteren Teil sind Lidmücken (Blephariceridae) nachgewiesen, die auf eine Reduktion der Abflussmenge sehr empfindlich reagieren (Frutiger & Niederhauser, 2000).

Natürlicher Abfluss: Nov. bis Febr.: 11 - 57 l/s; März bis Okt.: 37 - 459 l/s.

Festlegung Restwasser: nicht möglich, da keine Fassung und der Abfluss vom Glattalpsee und vom Niederschlag abhängt. Trotzdem wurden mutmassliche Werte festgelegt:

Taaschi 1: Sommer: 90 l/s; Winter: 5 l/s

Taaschi FH: Sommer: 50 l/s; Winter 5 l/s

Beurteilung: Sollte die Abdichtung des Glattalpsees eine markante Reduktion des Abflusses im Taaschibach zur Folge haben, dürfte dies die standortgerechte Lebensgemeinschaft verändern, je nachdem wie stark diese ausfällt. Einerseits dürften Arten, die schwächere Strömung bevorzugen (mehr Flachwasserzonen) an Zahl und evtl. auch an Arten zunehmen, andererseits, als Folge der Klimaerwärmung, dürften eurytherme Arten einwandern. Der Bach wird im oberen Abschnitt (Taaschi 1) gegenwärtig von schnell überflossenen Habitaten geprägt (Anteil 54%), in geringerem Ausmass von schwach überflossenen Habitaten (Anteil 13%). Die Restwasserfestlegung – so sie denn zur Anwendung kommt – ist im Winter viel zu gering, weil sich wahrscheinlich einige Arten im Winter entwickeln. Ohne vollständige Artbestimmung, besonders bei den Eintags-, Stein- und den Köcherfliegen, und einer Analyse der Lebenszyklen lässt sich diesbezüglich keine verlässliche Aussage machen.

Einzugsgebiet Moor Schaffärchboden

Fassung Vorder Läckibach (EZ: 0.37 km²):

natürl. Abflüsse Vorder Läckibach: Nov. bis Febr. 0 - 8 l/s; März bis Oktober: 7 - 84 l/s.

Fassung Grossbodenbach (EZ: 0.23 km²):

natürl. Abflüsse: Nov. bis Febr. 0 - 5 l/s; März bis Oktober: 4 - 52 l/s.

Fassung Clubhüttenbach: (EZ: 0.61 km²):

natürl. Abflüsse: Nov. bis Febr. 0 - 13 l/s; März bis Oktober: 11 - 139 l/s.

Bei allen dreien handelt es sich um periodisch trockenfallende Bäche mit nival-alpinem Abflussregime. $Q_{347} = 0$ l/s. Unterhalb der Fassung führen alle Bäche nur an wenigen Tagen im Jahr Wasser, wenn an der Fassung Überlauf herrscht. Im Bereich des Zusammenflusses von Läcki-, Grossboden- und Clubhüttenbach befindet sich das Feuchtgebiet. Schaffärchboden, in dem die drei Bäche versickern.

Sie enthalten laut UVB eine standortgerechte Artenvielfalt oberhalb der Fassungen. Am meisten Taxa wurden beim Läckibach nachgewiesen. Unterhalb der Fassungen fanden keine Probenahmen statt, die Bachläufe waren trocken. Aufgrund des hohen faunistischen Potentials

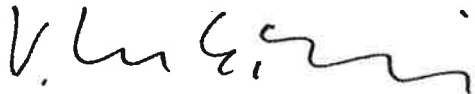
der im Einzugsgebiet unverbauten Bachläufe mit einer standortgerechten Artenvielfalt, und, in Anbetracht dessen, dass solche Bäche im Alpenraum durch Nutzung in ihrer naturnahen Funktion stark gelitten haben (Leib, 2015), wäre es laut Art. 18 NHG angebracht, wenn die Fassungen aufgehoben würden.

Die Fassungen verhindern zudem, dass ihr Wasser auch den Wasserhaushalt des Feuchtgebietes speist. Ursprünglich war das Feuchtgebiet von einem dichten Gewässernetz durchzogen. Deshalb ist auch aus Gründen des Moorschutzes eine Aufhebung der Fassungen und die Revitalisierung des ursprünglichen Gewässernetzes zwingend. Das dürfte das Feuchtgebiet stark aufwerten.

Quellen

- Brancucci, M. 1994. Rote Liste der gefährdeten Wasserkäfer (nur Hydradeephaga) der Schweiz. In: Duelli, P. 1994. Rote Listen der gefährdeten Tierarten in der Schweiz. BUWAL-Reihe Rote Listen. EDMZ, Bern. 60 – 63.
- Foulquier A., Malard F., Mermillod-Blondin F., Montuelle B., Dolédec S., Volat B., Gibert J. 2011. Surface Water Linkages Regulate Trophic Interactions in a Groundwater Food Web. *Ecosystems* 14: 1339-1353.
- Frutiger A. & Niederhauser D. 2000. Effects of water abstraction on net-winged midges (Diptera: Blephariceridae). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 943-943.
- LEIB V. 2015. MAKROZOOBENTHOS IN KLEINEN FLIESSGEWÄSSERN. SCHWEIZWEITE AUSWERTUNG. BAFU. 60 S.

Zürich, 19. März 2019 /



Beurteilung Muotakraftwerke Restwasserbericht (Fachbericht Gewässerökologie) bezüglich der Aspekte Makrozoobenthos

Dr. Verena Lubini, Gewässerökologie, Zürich

1. Allgemeine Anmerkungen

Auffallend ist, dass viele Fassungen sehr kleine Bäche betreffen. Ich vermute, dass diese von der Längszonierung her Quellbäche sind. Da diese auf der Roten Liste Lebensräume als stark gefährdet eingestuft sind, handelt es sich nach NHG Art. 18 um geschützte Lebensräume.

2. Anmerkungen zur Methodik

Datengrundlage: Im RWB fehlen alle Artenlisten! Die Analysen beruhen offenbar auf den Listen des UVB. Dort sind jedoch nicht alle Gruppen bis zur Art bestimmt, von denen es Rote Listen gibt. Das verunmöglicht eine möglichst vollständige Auflistung der RL-Arten. Besonders grosse Lücken sind bei den Steinfliegen – oft die dominante Gruppe im Gebiet - und Eintagsfliegen zu verzeichnen. Dies behindert auch eine objektive Beurteilung der Biodiversität (Bedeutung des Gewässer als Lebensraum, Art. 33 GSchG) und des Gefährdungsgrades der aquatischen Fauna. Ausserdem wurden keine ergänzenden Daten zu den Fliessgewässern der nationalen Datenbank des CSCF beigebracht. Von der Muota gibt es sicher welche, es hat dort eine NAWA-Stelle bei Wilerbrugg. Ausserdem vom Hüeribach.

Fachbericht Gewässerökologie: Herleitung Restwassermengen Q_{MzB}

Es ist jene Grösse, die laut RWB die vorkommende Lebensgemeinschaft unter Restwasserbedingungen nicht wesentlich verändern soll. Die Grundlage basiert auf der Annahme, dass einzig die rheobionten Arten als Kennarten genügen (S. 22), weil sie in Bergbächen oft die „dominante“ Komponente darstellen. Daraus abgeleitet soll sich das prozentuale Habitatangebot für rheobionte Arten (Vorkommen > 0.75 m/s) „nicht wesentlich“ ändern. Diese Hypothese wird durch keine Studie gestützt! Der Fokus auf nur einen Strömungstyp greift zu kurz, denn damit ist noch keine standortgerechte Zusammensetzung gewährleistet. Ausserdem ist dieser Anteil in den untersuchten Bächen meist sehr klein. Im Tirol wird die Erhaltung der Häufigkeitsverteilung bzw. Anteile verschiedener Strömungsklassen gefordert (Tiroler Landesregierung, 2011). Des weiteren wird darauf hingewiesen, dass kleine Bäche (< 50 l/s) ökologisch stärker auf Abflussminderungen reagieren als grosse (> 100 l/s).

Das „wesentliche Habitatangebot“ ergibt sich dabei aus dem Flächenanteil der rheobionten Arten (siehe weiter unten). Zudem gelangt Q_{MzB} nur im Sommerhalbjahr zur Anwendung, was bereits eine Einschränkung bei der Festlegung der Restwassermengen bedeutet, weil nicht berücksichtigt wird, dass zahlreiche Arten in diesen Gewässern Larven und Eistadien im Winter haben. Ausserdem wird Q_{MzB} nur dann angewendet, wenn der Wert grösser ist als die rechnerisch ermittelte Mindestrestwassermenge Q_{MIN} , sonst gilt Q_{MIN} .

Q_{MIN} : Abflussmenge gemäss Art. 31, Abs. 1 GSchG; im Winterhalbjahr wird diese Grösse bei Nicht-Fischgewässern generell um 35% herabgesetzt. Dabei wird keine Rücksicht genommen auf die Tatsache, dass viele Bewohner von Bergbächen Larvenstadien im

Winter haben und im zeitigen Frühjahr schlüpfen. Die Restwasserbemessung im Winter muss diesem Umstand Rechnung tragen und darf nicht unter die natürlichen Abflüsse fallen.

Flächenverteilung der Strömungsklassen
an der Untersuchungsstelle «Ruosalp 1».

Gemessene Abflüsse (l/s):
25, 53, 93, 151, 240.

Mindestanforderung von
15% Flächenanteil geeignet
für Rheobionte
(Schälchli Typ 2).

Erhebungsmethode: Habitatanalyse Wasserwirbellose.

Restwassermenge Q_{MZB} =
110 l/s.

MZB - Makrozoobenthos.

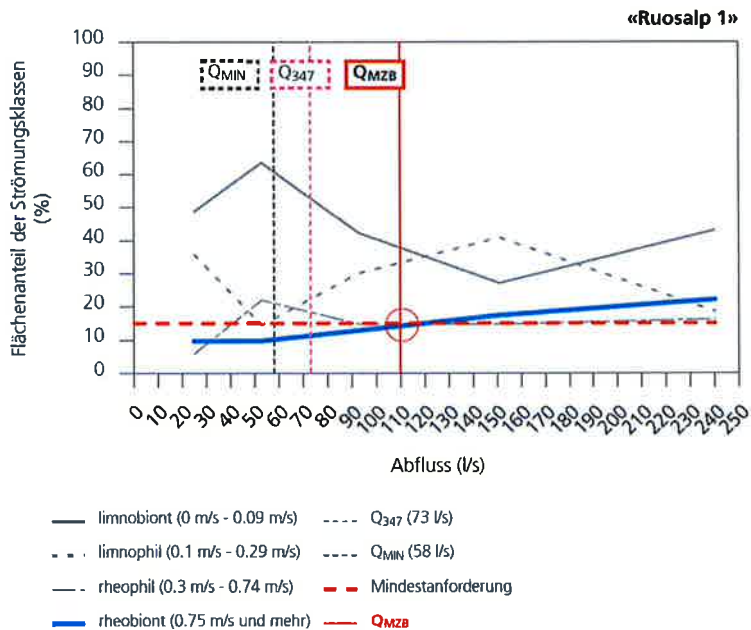


Abb. 9.4.1.b: Herleitung des Abflusses Q_{MZB} im Ruosalperbach in der Untersuchungsstrecke «Ruosalp 1».

Als Grundlage für die „Berechnung“ von Q_{MZB} wird der Flächenanteil der rheobionten Arten in Abhängigkeit des Gewässertyps gemäss Schälchli (1991) festgelegt. (Tab. RWB-GÖ_A.1). Die Herleitung dieses Flächenanteils beruht auf sog. Erfahrungswerten, ist folglich wissenschaftlich nicht belegt, also nicht nachvollziehbar. Die Analyse der prozentuellen Anteile in den Berichten zu den Fassungen und im UVB zeigt, dass der überwiegende Anteil rheophil und nicht rheobiont ist, und die rheobionten Arten demnach die Lebensgemeinschaft im Gebiet nicht dominieren (höchstens 20%)! Bei Vorkommen von 1 RL-Art wird der potentielle Mindestanteil um 5% bei >2 Arten um 10% erhöht. Ob das ausreicht ist fraglich. In Nicht-Fischgewässern wird der Mindestanteil der verfügbaren Fläche für rheobionte Taxa visuell bei verschiedenen Abflüssen geschätzt, keine Kartierung. Die Schätzung ist nicht objektiv!

Die Festlegung der Restwassermenge ergibt sich „aus dem Schnittpunkt der Kurve „benetzte Fläche (%)“ der Strömungsklasse rheobiont“ und der Mindestanforderung an den Flächenanteil (%) des entsprechenden Fliessgewässertyps“. Wie der Verlauf des Flächenanteils der Strömungstypen in Abhängigkeit des Abflusses (Abbildung oben) zustande kommt – bei jeder Fassung sind die Kurven anders - wird nicht erklärt, resp. hergeleitet. Fachlich sind die Abbildungen deshalb nicht nachvollziehbar.

In Tirol wird eine Grenze von 80% der bei Niederwasser benetzten Fläche gefordert (Tiroler Landesregierung, 2011). Ein wichtiger Aspekt ist die Erhaltung sich selber fortpflanzender Bestände, der ohne einen ausreichenden Flächenanteil nicht gewährleistet ist.

Allgemeine Bemerkungen zu Q_{347} : Die vom Bund festgelegte Mindestrestwassermenge stellt gewissermassen das Existenzminimum für die Wasserlebewesen dar. Gemäss Botschaft des Bundesrates vom 29. April 1987 genügen indes die Mindestrestwassermengen dem

verfassungsrechtlichen Kriterien der „Angemessenheit“ noch nicht. In diesem Sinne bilden sie eine Alarmgrenze. Würde die Mindestrestwassermenge unterschritten käme dies praktisch einer Opferung der biologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers gleich. Dies widerspricht jedoch dem Verfassungsauftrag. Aufgrund der Interessenabwägung der Vollzugsbehörden wird deshalb die Mindestrestwassermenge im Einzelfall erhöht. Dies bedeutet, dass Q_{347} keine ökologische Grösse ist, sondern eine politische. Bundi & Eichenberger (1989) geben für die Restwasserführung die folgenden Richtwerte für Gebirgsbäche an:

- variable Restwasserführung; die Restwasservariabilität soll den gleichen Charakter aufweisen wie die natürliche Abflussvariabilität;
- Mindestabfluss = häufigste Abflussmenge, im allgemeinen etwa Q_{300} ;
- Limitierung der maximalen Wasserentnahme auf ca. Q_{100} bis Q_{80} ;

Die Autoren folgern, dass damit die ökologisch-biologischen Ziele für das „durchschnittliche Gewässer“ erfüllt werden können und fügen an: „Es ist aber in jedem Einzelfall der Festlegung von Restwasseranforderungen zu überprüfen, ob die Richtwerte tatsächlich genügen“.

Beurteilung Schema zur Ermittlung der Mindestrestwassermenge (Abb. 2.4.1a)

1) $Q_{347} > O$ I/s -> JA: Gewässer mit und ohne RL-, resp. NP-Arten werden getrennt behandelt, je nach Einstufung von NP (Nationaler Priorität).

- Bemerkungen zur Anwendung von Art 31 Abs 2 Bst c GSchG (seltene LG): Die Trennung zwischen NP 3 (mittel) und NP 1 (sehr hoch), resp. NP 2 (hoch) wird nicht begründet. Ausserdem wird die Verantwortung für die Schweiz nicht berücksichtigt, obwohl sie bei NP3 hoch sein kann.
- Bemerkungen zur Anwendung Art. 33, Abs. 3 Bst b GSchG (Bedeutung des Gewässers als Lebensraum) (S. 9): Dieser Artikel gelangt im Fachbericht Gewässerökologie nur dann zur Anwendung wenn keine RL-Arten vorkommen. Das ist nicht korrekt, denn hier geht es um den Schutz des Lebensraums und seiner Artenvielfalt als solcher, nicht um die seltenen Lebensgemeinschaften. Meiner Meinung nach sollte dieser Artikel auch dann zur Anwendung kommen wenn RL-Arten nachgewiesen sind. Die alleinige Festlegung von Mindestrestwassermengen aufgrund von 1 oder 2 RL-Arten ist ökologisch nicht vertretbar.
- Die Kriterien zur Bestimmung der ökologischen Bedeutung (Tab. RWB-GÖ_A2) für die Anwendung von Art. 33, werden recht willkürlich in drei Klassen eingeteilt. Weil es keine vollständigen Artenlisten gibt und nicht definiert wird, was „standorttypische Taxa“ sind, kann nicht festgestellt werden, was mit deren Anteilen an der Lebensgemeinschaft („kaum“, „dominant“) gemeint ist. Zudem ist dieses Kriterium mit der Taxazahl und der Individuendichte gekoppelt. Es ist fragwürdig, wenn diese Tabelle (Tab. 2.4.2a S. 27) für alle Gewässer, von der Muota bis zum kleinsten Bach, angewendet wird. Im Schema (Abb. 2.4.1a) wird zudem das ökologische Defizit beurteilt. Es fehlt ein Kriterienkatalog für die Einstufung „klein, mittel, gross“.

2) $Q_{347} > O$ I/s -> NEIN: Damit sind wohl temporäre Gewässer gemeint, die aber durchaus zahlreiche Arten beherbergen können. Diesen wird die Interessenabwägung nach Art. 33

verwehrt und höchstens nach Art. 18 NHG eine sog. „gutachterliche“ Festlegung gemacht, aber bloss wenn RL-Arten nachgewiesen sind.

Bemerkungen zur Analyse der Lebensgemeinschaften und Gewässertypen:

Es fehlt eine nachvollziehbare Analyse der Längszonierung der Arten, zumindest bei den EPT um den Bachcharakter festzulegen und die **Rote Liste der Lebensräume** (Delarze et al., 2013) anzuwenden. Im UVB sind bei allen kleineren Bächen Quell- und Quellbacharten ausgewiesen. Die Zuordnung kann nur auf Artniveau erfolgen. Weil nicht alle EPT auf Artniveau bestimmt worden sind, dürfte die Analyse der Längszonierung unvollständig sein. Bei den sehr kleinen Bächen habe ich aufgrund der RL-Arten (alles Quellarten) die Vermutung, dass es sich um Quellabflüsse handelt, einem stark gefährdeten Lebensraum. Im Gebiet gibt es ja einige Quellfassungen, die eigentlich genügend Restwasser ableiten sollten. -> es fehlt eine Berücksichtigung/Diskussion bezüglich Roter Liste Lebensräume.

Gewässertypen: Gefährdungsgrad

Schälchli (1991) berücksichtigt nur Bergbäche, aber keine Quellbäche. Einige sehr kleine Bäche sind jedoch Quellen und Quellbäche und können keinem Gewässertyp von Schälchli (1991) zugeordnet werden. Quellbäche sind gemäss „Roter Liste Lebensräume“ stark gefährdet (Delarze et al. 2013); Sie enthalten seltene Lebensgemeinschaften, im Alpenraum auch Endemiten (Küry et al., 2018). Epirhithrale Bäche figurieren zwar nicht auf der Roten Liste, doch ist ihr Zustand bei mehr als der Hälfte unbefriedigend (Delarze et al., 2013) und bei 89% wird das Ziel des Modulstufenkonzepts bezüglich der EPT nicht erreicht (Leib, 2015). Die kleinen Bäche sind als Lebensraum für die darin enthaltenen Tierarten folglich von Bedeutung und selten geworden.

Für die Schweiz gibt es eine Bachtypologie (Schaffner et al., 2013) diese wurde nicht angewendet, sondern auf die Bachtypologie Deutschlands verwiesen, die hier nicht relevant ist.

Klimawandel: dieser wird bei der ökologischen Beurteilung nicht berücksichtigt, was bei einer Konzessionsdauer von weiteren 80 Jahren ökologisch nicht zu verantworten ist. Die bereits im Gange befindliche Erwärmung betrifft auch die Wassertemperaturen, weil sie u.a. von den Boden- und Lufttemperaturen abhängig sind (Schwoerbel & Brendelberger, 2013). Ausserdem werden die Niederschläge im Alpenraum, besonders im Sommer, künftig generell geringer (Lebiedzinski & Fürst, 2018). Die Sommerdotation muss diesem Umstand Rechnung tragen, zumal die Lebensgemeinschaften im Gebiet, vor allem in kleinen Bächen, vorwiegend kaltstenotherm sind. Bei Erwärmung besteht die Gefahr einer Veränderung der Lebensgemeinschaften (Zuwanderung eurythermer Arten, Erlöschen der Vorkommen kaltstenothermer Arten), wie das in der Schweiz bereits im Gange ist (Vittoz et al., 2013; Hering et al., 2009). Bäche in den Alpen sind davon besonders betroffen (Robinson et al., 2006). Besonders verletzlich sind die Lebensgemeinschaften in Quellbächen und den Quellen. Deshalb ist ein Index erarbeitet worden, der die Verletzlichkeit von Arten gegenüber dem Klimawandel darstellt (Hershkovitz et al., 2015; Küry, 2018). Kaltstenotherme Arten sind davon besonders betroffen. Die zusätzliche Herabsetzung der Mindestrestwassermenge um 35% ist deshalb bei sehr kleinen Abflüssen generell in Frage zu stellen.

Bemerkungen zur Hydrologie: Es fehlen Angaben zu den gefassten Wassermengen, so dass nicht abgeschätzt werden kann, ob es nach Erneuerung der Konzession Hochwasserabflüsse gibt. Die wären aber aus ökologischen Gründen zwingend.

3. Beurteilung MZB von Fassungen bei Nicht-Fischgewässern

Im nachfolgenden Kapitel wird die Restwasserfestlegung für MZB bei Fassungen (Nicht-Fischgewässer) im Hinblick auf den Erhalt der MZB-Lebensgemeinschaften beurteilt.

KW Ruosalp

kleine Zuflüsse des Ruosalpbachs **NF 2** (S. 109) und **NF 3** (S. 106):
Wiesenbäche, Gerinnebreite ca. 0.5m; EZ 0.05 km²

Beide Bäche werden als temporäre Gewässer eingestuft, nach GSchG besteht folglich keine Restwasserverpflichtung!, obwohl mindestens bei NF3 im Winter 1l/s abfließt; keine Angaben zu MQ und MHQ.

Natürliche Abflüsse:

- NF 2: Nov. bis März sehr niedrig, höchstens 1 l; im Dezember 0 l/s.
Sommerhalbjahr: 1 bis 21 l/s. Fällt trocken.
- NF3: Nov-Febr: 1 bis 2 l/s (Weshalb temporär eingestuft?)
März – Okt: 2 bis 177 l/s

RL-Art: *Chaetopteryx major* (VU) in beiden Bächen. Taxazahlen bei beiden Bächen zwischen 20 und 23. RL-Arten bei den Stein- und Eintagsfliegen unvollständig erfasst, weil nicht alle Bestimmungen bis zur Art erfolgt sind.

Restwasserfestlegung gutachterlich aufgrund der Biologie von *C. major* für beide Bäche gemäss NHG Art. 18: Oktober bis April: 1 l/s, Mai bis Sept. : 5l/s. aufgrund des Vorkommens von *C. major*.

Beurteilung Restwasserfestlegung:

Die Restwasserfestlegung erachte ich als zu gering, besonders für NF3.

Begründung: Der Lebenszyklus der Art wird falsch wiedergegeben. Die Art überwintert nicht als adultes Insekt sondern als Larve, resp. Ei im Bach, sonst wären Funde im April ja gar nicht möglich. Zu wenig Restwasser im Sommer, weil die Entwicklung auf die Sommermonate fällt , insbesondere auch die Verpuppung (Flugzeit September bis November). Es besteht die Gefahr, dass die Art keine fortpflanzungsfähigen Bestände entwickeln kann; bis dato profitiert sie auch von der guten Vernetzung mit ähnlichen Gewässern in der Umgebung. Ausserdem besteht ein grosses Risiko einer Erwärmung (siehe Anmerkungen zur Klimaerwärmung), weil es sich in diesem Gewässer vermutlich vorwiegend um kaltstenotherme Arten handelt. Im Bericht wird darauf hingewiesen, aber nicht danach gehandelt.

Beide Bäche haben laut UVB einen gewissen Anteil an Quellbacharten, weshalb eine Reduktion der Abflussmenge für einen als stark gefährdeten Lebensraum aus Naturschutzgründen fraglich ist. (Anwendung von Art. 33 GSchG und Art 18 NHG). Auch sind sie sehr artenreich; der Schutz des Lebensraums sollte hier stärker gewichtet werden als die Interessen der Wasserentnahme.

Begründung: *Chaetopteryx major* (VU) ist eine Art mit Schwerpunkt in Quellen und Quellbächen (nach freshwaterecology.info: 6 von 10 Punkten für diesen Lebensraum); im Bericht wird dies falsch wiedergegeben, sie kommt auch nicht in stehende Gewässern vor. Ausserdem treten weitere 23 Arten auf -> für temp. Gewässer sind die Bäche sehr

artenreich und vermutlich von ökolog. Spezialisten besiedelt! Darunter könnten also noch mehr Quellarten sein -> es dürfte sich um einen Quellbach handeln.

Fachbericht SNP: NF2 wird aus der Nutzung entlassen. OK

die Fassungen **Spitzbach** sind für mich im obersten Abschnitt ebenfalls vermutlich Quellbäche; *Rhyacophila glareosa* deutet darauf hin. Unvollständige Bestimmung der Eintags- und Steinfliegenfauna bis zur Art, so dass keine vollständige Beurteilung des RL-Status möglich ist.

Fachbericht SNP: hier ist eine Mehrnutzung für Sept. und Oktober vorgesehen. Das ist sehr fraglich, weil die Niederschlagsmengen im Sommer tendenziell rückläufig sind.

FASSUNG RUOSALPERBACH (MZB S. 146) Fischgewässer.

Q₃₄₇: 73l/s; MQ 785; MHQ 3418 -> Mindestrestwassermenge Art. 31 Abs. 1 GSchG: 58l/s
Natürl. Abflüsse: Nov-März: 149-188 l/s; Apr-Okt: 581-1585 l/s

RL-Arten:

Stafel 1 (oberhalb Fassung Ruosalp 1): *Rhitrogena nivata* (NT, NP 3, **Verantwortung 3 = hoch!**) und *Rhabdiopteryx alpina/harperi* (VU/NT, NP 4, Verantwortung mittel); *Acrophylax zerberus* (VU, NP 4); *Metanoea flavipennis* (NT; NP: 4). Im UVB wird bei Ruosalp 1 zusätzlich *Siphonoperla montana* erwähnt (NT). Mangels unvollständiger Artbestimmungen sind weitere RL-Arten nicht erwähnt, aber möglich.

Ruosalp 1 (unterhalb Fassung Ruosalp 1): *Metanoea flavipennis* (NT; NP: 4); *Rhitrogena nivata* (NT, NP 3, **Verantwortung 3 =hoch!**)

Taxazahl: 26 -> bemerkenswert!

Festlegung Restwasser: mittels Q_{MZB} (Flächenmethode). Ruosalperbach: Okt-April: 93 l/s; Mai-Sept: 110 l/s. (Abb. 9.4.1)

Keine Erhöhung, trotz RL-Arten! Begründung: mit Q_{MZB} seit das bereits berücksichtigt worden. Das ist nicht korrekt für Ruosalp 1! Wie oben erwähnt sind dort 2 RL-Arten nachgewiesen. Gemäss der angewandten Beurteilungs-Methode müsste der Flächenanteil bei 2 RL-Arten um 10% angehoben werden. Das ist jedoch in den Abb. 9.4.1.b nicht ersichtlich. Gemäss Typ 2 nach Schälchli beträgt der Flächenanteil 15%. Also müsste der Flächenanteil 25% betragen.

Im Bach sind laut Fassungsbericht max. 20% rheobionte Arten nachgewiesen, um welche es sich handelt und wieviele Arten es sind, ist nicht ersichtlich. Im UVB sind die rheophilen Arten dominant; einzig die Lidmücke *Hapalothrix lugubris*, die Eintagsfliegen *Epeorus alpicola* und *Rhitrogena nivata* können als rheobiont gelten. Erstere reagiert auf die Reduktion der Abflussmenge besonders empfindlich; in Restwasserstrecken war ihre Dichte sehr gering (Frutiger & Niederhauser, 2000). Nicht berücksichtigt ist die Verantwortung für die NP-Arten, im Falle von *R. nivata* ist sie hoch! Nicht berücksichtigt Art. 33 GSchG und Art. 18 NHG (Erhaltung Lebensraum) - > Artenreichtum.

Beurteilung Restwasserfestlegung: im Winter vermutlich ok; ich betrachte die Sommer-Restwassermengen als kritisch, ohne vollständige Artenliste lässt sich dies aber fachlich

nicht begründen. Keine Beurteilung nach Art. 33 GSchG, nur aufgrund der beiden RL-Arten. Das greift zu kurz. Was ist mit der Dotation? Gibt es Hochwasserabflüsse? Wieviel Wasser wird überhaupt entnommen? Epirhithrale Bäche im Alpenraum sind zwar nicht auf der Roten Liste der Lebensräume, sie sind jedoch stark zurückgegangen (Delarze et al., 2013) und 89% der Bäche in der Alpenstufe (>1200m) haben bezüglich der Eintags-, Stein- und Köcherfliegen (EPT) die Ziele des Modulstufenkonzepts nicht erreicht (Leib, 2015). Kleine Bäche sind folglich auch im Alpenraum stark gefährdet!

Flächenverteilung der Strömungsklassen an der Untersuchungsstelle «Ruosalp 1».

Gemessene Abflüsse (l/s): 25, 53, 93, 151, 240.

Mindestanforderung von 15% Flächenanteil geeignet für Rheobionte (Schälchli Typ 2).

Erhebungsmethode: Habitatanalyse Wasserwirbellose.

Restwassermenge Q_{M2B} = 110 l/s.

MZB - Makrozoobenthos.

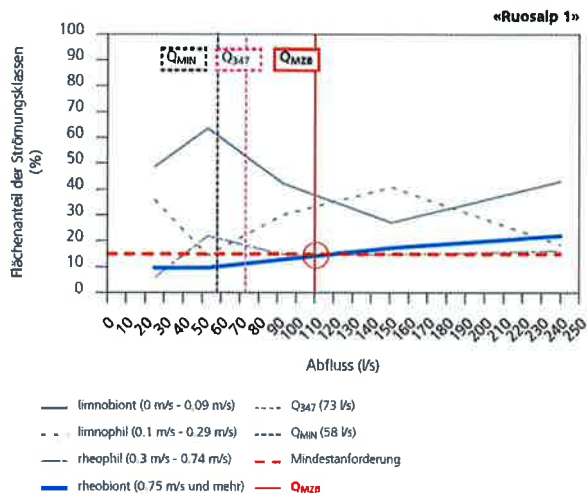


Abb. 9.4.1.b: Herleitung des Abflusses Q_{M2B} im Ruosalperbach in der Untersuchungsstrecke «Ruosalp 1».

Flächenverteilung der Strömungsklassen an der Untersuchungsstelle «Ruosalp 2».

Gemessene Abflüsse (l/s): 35, 53, 91, 160, 238.

Mindestanforderung von 15-20% Flächenanteil geeignet für Rheobionte (Schälchli Typ 2 und 3).

Erhebungsmethode: Habitatanalyse Wasserwirbellose.

Restwassermenge Q_{M2B} = 90 l/s

MZB - Makrozoobenthos.

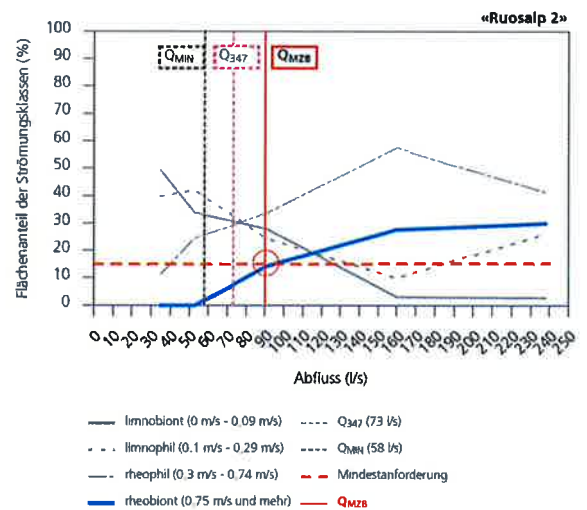


Abb. 9.4.1.c: Herleitung des Abflusses Q_{M2B} im Ruosalperbach in der Untersuchungsstrecke «Ruosalp 2».

Fachbericht SNP: Mehrnutzung

Okt—Apr. 75 l/s; Mai-Aug: 158/240 l/s; Sept: 120 l/s. Die Mehrnutzung soll den Lebensraum für das MZB nur im September betreffen. Dazu gibt es keine Begründung.

Beurteilung der Mehrnutzung gemäss SNP: ohne vollständige Artenliste und Kenntnis der Entwicklungszyklen schwierig zu beurteilen; es gibt keine Begründung im Fachbericht SNP

betreffend MZB. Im Winter ist eine Herabsetzung auf 75 l/s fraglich, weil es vermutlich einige standorttypische Arten gibt, die sich dann als Larven im Bach entwickeln, und deren Habitats wahrscheinlich flächenmässig nicht ausreichen für die Aufrechterhaltung einer sich selbst reproduzierende Population .

KW Hüribach (ab S. 174)

Daten der nationalen Datenbank CSCF nicht berücksichtigt, auch wenn die untersuchte Stelle weiter unten liegt: 11 Steinfliegen-, 9 Eintagsfliegen- und 13 Köcherfliegenarten (Daten 2006), darunter mehrere NT-Arten und 1 VU-Art. Der Fortbestand der Arten könnte durch eine zusätzliche Wasserentnahme im Oberlauf gefährdet sein.

FASSUNG GRUND (S. 208) Fischgewässer

Gefasst ist eine Quelle. Die Restwasserstrecke besteht aus einem breiten strukturreichen Bach mit schwachem bis etwas grösserem Gefälle; landschaftlich relevant. Abschnittsweise Versickerung, Karstgebiet! Q_{347} : 76 l/s. Mindestrestwassermenge: 63 l/s. gemäss Art 31 Abs. 1 GSchG.

Natürl. Abflüsse:

Winter: Nov-Feb: 102-316 l/s

Sommer: März-Okt: 166-405 l/s

Beurteilung Restwasserfestlegung: Wie bereits gesagt, ist die Berechnung der Restwassermengen Q_{MZB} aufgrund der rheobionten Fauna nicht wissenschaftlich abgesichert; keine RL-Arten. Der Bach ist laut UVB sehr artenarm, das Potential ist mit einer grösseren Abflussmenge jedoch gross.

Die vorgeschlagene Erhöhung nach Art. 33 GSchG scheint gerechtfertigt. Sie scheinen auf den ersten Blick ok für das MZB. Gibt es natürliche Hochwässer? Die sollten nicht völlig unterbunden werden.

Restwasserfestlegung: laut Fachbericht SNP (Tab. 3.1):

Winter: Nov-Apr: 303 l/s;

Sommer: Mai, Juni: 340 l/s; Juli: 350 l/s; Aug-Okt: 327 l/s.

Fachbericht SNP: Mehrnutzung/Mindernutzung (Tab.3.2)

Winter: Nov-Apr: 76 l/s; (**75% weniger -> Mehrnutzung**);

Sommer: Mai, Juni: keine Veränderung (340 l/s); Aug-Okt: 340 l/s (**10l/s Mindernutzung**).

Beurteilung der Mehrnutzung gemäss SNP: Die Herabsetzung auf 85% der ursprünglich festgelegten Restwassermenge (303 l/s) im Winter auf bloss noch 76 l/s ist ökologisch fragwürdig, nicht begründet. Laut Mesohabitatkartierung nimmt der Anteil der schwach durchflossenen und stehenden Habitats tendenziell zu. Der Fluss ist ja relativ breit! Die Mindernutzung im Sommer ist vernachlässigbar. Gesamthaft überwiegt die Mehrnutzung die Mindernutzung, es ist keine ausgewogene Situation.

FASSUNG RUPPSACK (S. 218): Nichtfischgewässer, zeitweise trockenfallend.

Natürliche Abflüsse: Nov bis Februar bis maximal 9 l/s; März bis Oktober 12 bis 30 l/s

(Bericht Hydrologie). Einzugsgebiet sehr klein (0.03 km²)

Wenig Taxa; Individuendichte „erfüllt“ was heisst das ?
RL (oberhalb der Fassung): *Stactobia moselyi* (EN); NP 3)

Festlegung Restwasser aufgrund der RL-Art Köcherfliege *Stactobia moselyi* (EN); NP 3), eine Quellart der Spritzwasserzone, die nur im wasserfallartigen oberen Teil nachgewiesen wurde. Weil unterhalb der Fassung das Längsprofil zu einem kaskadenartigen Lauf ändert, wird argumentiert, dass sich *S. moselyi* dort nicht ansiedeln kann. Bei Kaskadenartigem Längsprofil gibt es aber Spritzwasser bei genügend Abfluss. Der Fachbericht Gewässerökologie schlägt dennoch eine Restwassermenge von 1 l/s ganzjährig vor anstatt einer Erhöhung wie Art 31 Abs. 2 Bst. c GSchG eigentlich fordert.

Beurteilung Restwasserfestlegung: Die ganzjährige Festlegung auf 1 l/s widerspricht dem Schutz von Quellbächen als gefährdeten Lebensraum (Delarze et al., 2013). Unter Anwendung von Art. 33 GSchG und Art. 18 NHG muss der Schutz, resp. die Erhaltung höher gewichtet werden als die Wirtschaftlichkeit, die ohnehin bei diesen geringen Wassermengen fraglich ist. Keine Wasserentnahme!

Fachbericht SNP: keine Veränderung

Auch die **Fassung Flöschchen** (temporäres Gewässer) scheint Quellwasser aufzufangen (Wasseraufstösse gemäss Techn. Bericht); auch diese Fassung unterbindet die Bildung eines Quellbachs.

KW Bisistal

die kleinen gefassten Seitenbäche der Muota sind vermutlich alles Quellbäche. Bestätigt wird diese Vermutung durch den Nachweis einer charakt. Quellart im Schmallauibach. Gemäss RL Lebensräume wären dann diese Bäche alle als stark gefährdet (EN) einzustufen, die Erhaltung des Lebensraums gemäss Art. 33 GSchG folglich mit einer Erhöhung der Restwassermenge gerechtfertigt. Wenn bei allen Fassungen die Restwasserabflüsse tiefer angesetzt werden, schwächt das die Lebensgemeinschaft nicht nur des einzelnen Bachs, sondern auch benachbarter aufgrund der fehlenden Vernetzung.

Schmallauibach (S. 279-285): $Q_{347} = 6$ l/s; MQ = 24 l/s; kleiner Wiesenbach
Natürl. Abflüsse: Nov-Febr: 8-18 l/s; März – Okt. 14 – 34 l/s

RL-Art: *Tinodes zelleri* (VU; NP 2= hoch, Verantwortung 3 = hoch). Ausserdem ist es eine Quellart, deshalb könnte der Bach auch als Quellbach beurteilt werden. Gestützt wird dieser Befund durch die im Hydrologie-Bericht enthaltene Bemerkung, dass die Wasserführung von der Schmallauibachquelle stark beeinflusst wird. Zudem ist die Taxazahl mit 29 Arten ausserordentlich gross! -> Anwendung RL Lebensräume und Art. 33 Abs. 3 Bst. b GSchG! Die Art ist ein Galeriebewohner in hygropetrischen Lebensräumen, d.h. sie leben in selbstgebauten Wohnröhren auf überrieselten Steinen, Felsen, sie benötigen dauernd benetzte Flächen.

Restwasserfestlegung (Zusammenfassung S. 285) gutachterlich aufgrund der Habitatansprüche von *T. zelleri*: Winter: 6 l/s ; das ist keine Erhöhung! Sommer: 10 l/s.

Beurteilung Restwasserfestlegung: Die vorgeschlagenen Mengen sind zu gering; die Art ist auf Spritzwasser angewiesen, das nur bei natürl. Abflüssen auftritt. Auch für die Erhaltung der Bestände von *T. zelleri* zu gering, die überrieselten Habitate gehen mit der vorgeschlagenen Restwassermenge flächenmässig stark zurück, der Bestand dürfte deshalb abnehmen; die Art kann nicht ins Interstitial ausweichen. Die Eiablage erfolgt im Sommer (Flugzeiten von Juni bis September). Zusätzliches Risiko bezügl. Klimaerwärmung für die kaltstenotherme Art, allenfalls für weitere dort vorkommende Arten (Quellbach!). Eine „weitere Erhöhung“ gemäss Art. 33 Abs. 3 Bst. b GSchG sei nicht notwendig, obwohl eine grosse Artenvielfalt nachgewiesen ist.

Fachbericht SNP: Mindernutzung

Vorschlag: Dez-Febr: 6 l/s gemäss RWB; Erhöhung nur im Sommer: zwischen 7 l/s (März) und maximal 17 l/s im Juli bis September.

Beurteilung SNP-Restwassermindernutzung gemäss SNP: Ungenügend, sämtliche Abweichungen reichen für die Erhaltung dieses Habitatspezialisten nicht.

Ab S. 286: Weitere kleine Gewässer, die artenreich sind und von denen ich vermute, dass auch sie zu den Quellbächen zählen könnten. Hinweise dazu sind einige Quellarten wie *Micrasema morosum*, *Crunoecia irrorata*, *Plectrocnemia geniculata*.

B.NF4 und **B.NF2** werden als temporäre Gewässer eingestuft, die keine Restwasserverpflichtung erfordern. Bei NF2 ist die Einstufung „temporär“ fraglich, der Hydrologie-Bericht gibt Abflüsse das ganze Jahr hindurch an. Was gilt? Ausserdem gibt es dort Datenlücken bei der Messreihe Hydrologie.

B.NF1.1 ist ständig wasserführend, $Q_{347} = 4$ l/s. Natürl. Abflüsse: Nov-Feb: 7 bis 18 l/s; März – Okt: 14-28 l/s; $Q_{347} = 50$ l/s
Die ökologische Bedeutung als Lebensraum wird als gross beurteilt. Die Taxazahl beträgt maximal 24 und es kommt eine NT Art vor (*Micrasema morosum*), weitere RL-Arten möglich, weil keine Artbestimmung bei den Steinfliegen erfolgt ist.

Festlegung Restwassermenge gutachterlich: Mindestrestwassermenge Winter: 1 l/s, im Sommer 3 l/s (Art. 33 Abs. 3 Bst. b GSchG). Diese Menge ist zu wenig, weil die Flächenabnahme der besiedelbaren Habitate vermutlich grösser als 20% ist und deren Qualität zudem schlechter wird.

B.NF1.2: episodisch wasserführend, s. kleiner Bach, aber artenreich, gemäss UVB mind. eine Quellart (*Plectrocnemia geniculata*).

B. NF3:

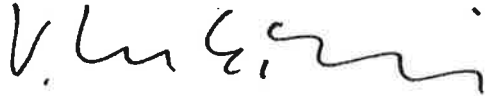
Natürlicher Abfluss: Nov-Feb: 1-2 l/s; März –Oktober: 2 bis 11 l/s. Q_{347} : 50 l/s; reduziert aufgrund von Art. 32, Bst. b GSchG auf 0.3 l/s

Festlegung Restwasser: Sommer und Winter: 1 l/s. Im Vergleich zum Minimum von 50 l/s gemäss Art. 1 Abs. 1 GSchG und in Anbetracht zumindest einer nachgewiesenen Quellart, *Crunoecia irrorata*, erscheint die ganzjährige Restwassermenge von 1 l/s (bzw. 0.3 l/s gemäss Art 32 GSchG) viel zu tief. Es ist unwahrscheinlich, dass mit diesen Wassermengen die Lebensgemeinschaft erhalten werden kann, weil dadurch das Risiko des Trockenfallens steigt (im Sommer in Zukunft weniger Niederschlag) und die in Zukunft höheren

Wassertemperaturen sich negativ auf die kaltstenothermen Arten auswirken werden.
Allerdings fehlen die Artbestimmungen bei den Steinfliegen, eine objektive Beurteilung ist daher nicht möglich.

Jedenfalls sind bei solch tiefen Wassermengen keine zusätzlichen Entnahmen für die landwirtschaftliche Bewässerung denkbar, ausser diese werden durch Höherdotierungen ausgeglichen.

Zürich, 19. März 2019



Quellen

- Boulton A.J., Fenwick G.D., Hancock P.J., Harvey M.S. 2008. Biodiversity, functional roles and ecosystem services of groundwater invertebrates. *Invertebrate Systematics* 22: 103-116.
- Bundi U. & Eichenberger E. 1989. *Gewässerökologische Anforderungen an die Restwasserführung*. eawag. 50 S.
- Delarze R., Bergamini A., Eggenberg S., Guntern J., Hofer G., Sager L., Steiger P., Stucki P. 2013: Liste des milieux prioritaires au niveau national et Liste rouge des milieux de Suisse. Rapport d'expertise sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne: 108 p. plus annexes (p. 109-341).
- Frutiger A. & Niederhauser D. 2000. Effects of water abstraction on net-winged midges (Diptera: Blephariceridae). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 943-943.
- Hering D., Schmidt-Kloiber A., Murphy J., Lücke S., Zamora-Munoz C., Lopez-Rodriguez M.J., Huber T., Graf W. 2009. Potential impact of climate change on aquatic insects: A sensitivity analysis for European caddisflies (Trichoptera) based on distribution patterns and ecological preferences. *Aquatic Sciences* 71: 3-14
- Herskovitz Y., Dahm V., Lorenz A.W., Hering D. 2015. A multi-trait approach for the identification and protection of European freshwater species that are potentially vulnerable to the impacts of climate change. *Ecological Indicators*: 50: 150-160.
- Küry D. 2018. Verletzlichkeit von Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen alpiner Quellen gegenüber Klimaveränderungen. *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt (München)*. 83 : 199-218.
- Küry D., Lubini V., Stucki P. 2018. Erhebung von Quell-Lebesräumen und Bewertung bezüglich ihrer Bedeutung im Naturschutz. Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU.
- Lebiedzinski K. & Furst J. 2018. Entwicklung der alpinen Abflussregime in Österreich im Zeitraum 1961 – 2010. *Österr. Wasser- und Abfallw.* 70: 474-484.
- Leib V. 2015. Makrozoobenthos in kleinen Fließgewässern. Schweizweite Auswertung. BAFU. 60 S.
- Robinson, C.T., S. Matthaei, J.B. Logue. 2006. Rapid response of alpine streams to climate induced temperature change. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 29: 1565-1568.
- Schaffner M., Pfaundler M, Göggel W., Helg U., Aschwanden H. 2013. *Fliessgewässertypisierung der Schweiz. Eine Grundlage für Gewässerbeurteilung und –entwicklung*. Bundesamt für Umwelt, Bern. *Umwelt-Wissen* Nr. 1329. 63 S.
- Schälchli, U. 1991. Morphologie und Strömungsverhältnisse in Gebirgsbächen : ein Verfahren zur Festlegung von Restwasserabflüssen. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETHZ.* 112 S.
- Schwoerbel J. & Brendelberger H. 2013. Einführung in die Limnologie. Springer. S. 46-48.
- Tiroler Landesregierung 2011. *Wasserkraft in Tirol. Kriterien für die weiteren Nutzung der Wasserkraft in Tirol.* 165 S.
- Vittoz P, Cherix D., Gonseth Y., Lubini V., Maggini R., Zbinden N., Zumbach S. 2013. Climate change impacts on biodiversity in Switzerland: A review. *Journal for Nature Conservation.* 21 (3): 154-162.

Beurteilung Muotakraftwerke Restwasserbericht (Fachbericht Gewässerökologie) bezüglich der Aspekte Makrozoobenthos

Dr. Verena Lubini, Gewässerökologie, Zürich

MUOTA, Restwasserstrecke Riedplätz

Mögliche Auswirkungen der Abdichtung und weiterer Massnahmen auf das Benthos in der Restwasserstrecke Riedplätz

Im Fachbericht Gewässerökologie wird von Grundwasseraufstößen berichtet, es versickert viel Wasser, weil die Muota auf karstigem Untergrund fliesst. Es ist geplant, die 1300 m lange Restwasserstrecke zwischen dem Stauwehr Muota und der Lauibrücke auf einer Länge von 900 m abzudichten (Teilabdichtung) um die Dotierwassermenge reduzieren zu können. Um diesen Zweck zu erreichen wird das heute naturnahe Gewässerbett sog. revitalisiert. Lenkbuhnen und Rähnen (?) sollen das Wasser im Mittelwassergerinne konzentrieren, vermutlich um die Abdichtungsfläche gering zu halten. Buhnen haben im Wasserbau die Funktion das Niederwasser auf die Flussmitte zu konzentrieren und Ufererosion zu vermeiden. Diese Massnahme verändert aber den Charakter des naturnahen Gerinnes massiv, es entstehen keine standortgerechten Habitate, wie der techn. Bericht behauptet. Somit darf nicht von einer Revitalisierung gesprochen werden, das Gewässer ist ja nicht verbaut.

Beurteilung: Die Abdichtungsmassnahme ist ein Eingriff in ein Gewässer und muss abgelehnt werden, da es einzig zum Zweck der Mehrnutzung dient. Revitalisierungen sollen gemäss GSchG Art. 4 Bst m der Wiederherstellung der natürlichen Funktionen eines verbauten, korrigierte, überdeckten oder eingedolten oberirdischen Gewässers dienen.

Die Abdichtung greift grundlegend ins Gewässerökosystem ein. Sie unterbindet den Austausch mit dem Grundwasser stark, was sich negativ auf die Besiedlung auswirken wird. Die aquatische Fauna ist auf den Kontakt mit dem Grundwasser angewiesen. Bei Hochwasser flüchten die Tiere in die Tiefe, ins sog. Interstitial. Der Austausch mit dem Grundwasser ist wichtig für die Aufrechterhaltung des Stoffkreislaufs. Ausserdem kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich das Gewässer im Hinblick auf die Klimaerwärmung dadurch stärker erwärmt.

In Bächen mit Karst-Untergrund ist die Fauna ans Trockenfallen angepasst. Sie zieht sich bei geringeren Abflüssen in tiefere, vom Grundwasser gespeisene Zonen, dem Interstitial, zurück (Stubington et al., 2010).

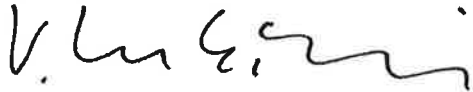
Begründung:

Das Oberflächenwasser steht mit dem Grundwasser in ständigem Austausch. In sog. „Inwelling areas“ wird nährstoffreiches und sauerstoffreiches Oberflächenwasser in die Tiefe gedrückt, in „outwelling-areas“ gelangt Grundwasser nach einer Fliesstrecke wieder an die Oberfläche und bringt mineralreiches Wasser nach oben (Boulton et al., 2008). Dieser Prozess ist für das Ökosystem von grosser Bedeutung. Je mehr Grundwasser in Alpenbächen an die Oberfläche tritt, desto arten- und individuenreicher sind sie (Brown et al., 2007). Unterbindet man diesen Austausch, wird das Ökosystem des Bachs nachhaltig gestört, weil der Stoffaustausch mit dem Grundwasser entfällt und die Tiere bei Hochwasser nicht ins Interstitial flüchten können und so leichter verdriftet werden.

Quellen

- Brown L.E., Milner A.M., Hannah D.M. 2007. Groundwater influence on alpine stream ecosystems. *Freshwater Biology* 52: 878-890.
- Stubbington R., Wood P.J., Reid I., Gunn J. 2010. Benthic and hyporheic invertebrate community response to seasonal flow recession in a groundwater-dominated stream. *Ecohydrology* 3: 2-12.

Zürich, 19. März 2019 /

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'V. Lugini'. The signature is written in a cursive style with a large initial 'V' and a long, sweeping underline.

Zürich, 14. April 2017

Rückmeldung zum Bericht Muota Seeforelle vom 20.3.2017

Lieber Steffen, lieber Jan

Wir bedanken uns für die Möglichkeit zum Bericht Seeforelle Stellung nehmen zu können. Im Folgenden findet Ihr unsere ersten Rückmeldungen zum Bericht. Diese sind aufgrund der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nicht mit allen Umweltorganisationen die wir vertreten abgestimmt, und deshalb auch nicht abschliessend. Wir behalten uns vor, später noch weitere Feedbacks zu geben. Dies betrifft insbesondere auch die Folgerungen für die Restwassersanierung und Restwasserfestlegung bei Neukonzessionierung unterhalb des AB Selgis. Unsere Rückmeldung fokussiert auf Vorgehen, Resultate, und Schlussfolgerungen. Für die Festlegung der Restwassermengen für die Sanierung als auch für die Neukonzessionierung spielen noch andere Aspekte eine Rolle, die im Bericht nicht ausreichend gewürdigt werden. So z.B. die wirtschaftliche Beurteilung zum entschädigungslos hinzunehmenden Sanierungsumfang, oder die Auswirkung von Restwasserszenarien auf verschiedene Interessen für und gegen die Wasserentnahme. Wir schlagen daher vor die Restwasserfestlegung im Gesamtkontext zu diskutieren. Da beide WWF Vertreter an der Sitzung von nächster Woche verhindert sind begrüssen wir die vorgeschlagene Möglichkeit, die Schlussfolgerungen des Berichts sowie die Implikationen für die Restwasserfestlegung in einem weiteren Gespräch, oder in der nächsten Arbeitsgruppensitzung zu klären.

Unsere Rückmeldung gliedert sich, nach einer einleitenden Bemerkung, in drei Teile: der erste befasst sich mit dem Vorgehen und der Methodik der Untersuchungen, der zweite mit einer Einschätzung der daraus gezogenen Schlussfolgerungen, der dritte fasst zusammen welche Schlussfolgerungen die Untersuchungen aus unserer Sicht ermöglichen.

1. Einleitende Bemerkung hinsichtlich Mitwirkung des WWF

Wir bedanken uns für die Lorbeeren zu Beginn des Berichts hinsichtlich Mitwirkung, beantragen aber die Erwähnung der beiden WWF Mitarbeiter zu streichen. Die beiden erwähnten WWF Mitarbeitenden waren lediglich bei einer Begehung als Beobachter dabei um sich ein Bild von der Schlucht vor Ort machen zu können. Sie waren aber weder in die Planung der Erhebungen, die Feldaufnahmen, noch die Analyse der Resultate oder die Schlussfolgerungen involviert, und tragen diese daher auch nicht mit. Die Erwähnung erweckt diesen Eindruck, entspricht aber nicht den Tatsachen. Im Übrigen gibt es nur einen Christian Hossli (nicht einen Daniel), der damals noch als Praktikant für den WWF arbeitete.

2. Rückmeldungen zu Vorgehen und Methodik:

Die Untersuchungen hinsichtlich Auswirkung von Hochwasser auf den Reproduktionserfolg der Muota Seeforellen wurden von uns von Beginn an sehr kritisch gesehen. Dies hatten wir bereits beim Start der Untersuchungen in der Arbeitsgruppe rückgemeldet, und vorausgeschickt, dass die Analyse an der Einschätzung der Umweltorganisationen kaum etwas ändern würde, weil sie sehr einseitig ausgelegt ist, und viele der Einflussfaktoren auf den Zustand der Seeforellenpopulation nicht betrachtet. Im Folgenden fassen wir einige der Gründe dafür zusammen:

Die Untersuchungen waren nicht unvoreingenommen, und zielten von Beginn auf einen Nachweis, dass die Muotaschlucht ungeeignet wäre für eine Reproduktion der Seeforelle. Der **Schwerpunkt wurde, aus unserer Sicht ungerechtfertigt, auf ein natürlich auftretendes**

Phänomen gelegt, wovon anzunehmen ist, dass gesunde Fliessgewässerlebensgemeinschaften sich über Jahrtausende daran angepasst haben. Mögliche Wirkungen anderer Beeinträchtigungen wurden nicht angeschaut und auch nicht diskutiert.

Der Bestand der Seeforellen in der Muota war bereits vor «Öffnung» Schlucht mittels einer Minimaldotierung sehr geschrumpft. Da die Schlucht bis 2007 aufgrund der ungenügenden Restwasserführung und Unterbrechung der Wanderung gar nicht zugänglich war liegen die Hauptgründe für den starken Einbruch der Population jedenfalls in Faktoren ausserhalb des Geschehens in der Schlucht.

Auch die Aussagen im Bericht deuten daraufhin, dass im Moment die Wasserführung im Normalzustand oft nicht für einen Aufstieg bis an die Schlucht ausreicht. Das momentan gefahrene Restwasserregime beinhaltet zudem eine **Dotierung von 0l/s ab Selgis. Im Winter, zu kritischen Zeiten, wird daher ab Selgis kein Wasser abgegeben.** Ob und wieviel die Quelle zu einem genügenden Abflussregime in der Schlucht beiträgt ist unklar. Gemäss Bericht liegen praktisch keine Erhebungen zum Zustand und zum Abfluss in der Muotaschlucht, speziell im Abschnitt unterhalb der Suworowbrücke vor. **Insgesamt liegen die Restwassermengen jeweils um Grössenordnung unter dem gesetzlich geforderten Existenzminimum für Fliessgewässer und ihre Lebensräume und haben sicher gravierende Auswirkungen auf den Zustand der Lebensgemeinschaften im Gewässer.**

Dies vor allem auch im Zusammenspiel mit dem **Wehrregime in Selgis**: Punktuell wird bei hohen bis Hochwasserabflüssen, gemäss Bericht oft nur für wenige Stunden, das Wehr auf massiv höhere Abflüsse geöffnet. Dies führt dann z.B. zu Abflüssen von 150m³/s und höher, welche auf eine 0 Dotierung oder eine maximale Dotierung von 400l/s der Restwasserstrecke plus wenige zusätzliche Abflüsse aus dem Zwischeneinzugsgebiet treffen. Das führt zu Schwall-Sunk Verhältnissen welche mehrere Grössenordnungen über den gesetzlich und ökologisch verträglichen Verhältnissen liegen, und eine zerstörende Wirkung für jeden Gewässerlebensraum mit sich bringen würden. Gemäss Bericht wird am Wehr oft zuerst nur der Grundablass geöffnet. Die Erfahrung aus anderen Werken zeigt, dass damit oft eine massive Erhöhung der Trübung im Vergleich zum natürlichen Abfluss mit einhergeht, da Feinmaterial aus dem Staubereich mobilisiert wird.

Auch der seit Jahrzehnten gefahrene Schwall-Sunk Betrieb ab Wernisberg, die Unterbrechung der Fischwanderung unterhalb durch die Restwasserführung und die Schwellen, sowie die morphologischen Beeinträchtigungen mit einhergehender Reduktion geeigneter Laichplätze hatten massive negative Wirkung auf die Seeforellenpopulation, wurden aber in der Analyse nicht berücksichtigt.

Es liegt also ein **Zusammenspiel verschiedenster Faktoren** vor, welche in ihrer Gesamtheit betrachtet werden müssen um Ursachen und Wirkungen beurteilen zu können und durch Verbesserungen diese und andere Arten vor dem Aussterben zu bewahren. Mit der sehr kleinen übrig gebliebenen Bestandesgrösse der Seeforelle ist es nunmehr sehr schwer, Aussagen über das wirkliche Verhalten der Seeforellen, die natürliche räumliche und zeitliche Verteilung von Laichgruben und Reproduktionsaktivitäten der Muota Seeforelle, und der Auswirkung einzelner Aspekte darauf zu machen.

Neben diesen grundsätzlich schlechten Voraussetzungen für eine Studie zu Ursache-Wirkungsbeziehung eines einzigen Faktors innerhalb eines vernetzten Systems anderer Wirkungen sind auch die Untersuchungen selbst nicht ausreichend für fundierte Aussagen:

Es fanden nur drei punktuelle Begehungen zur Laichplatzkartierung statt, alle innerhalb nur eines Jahres. Speziell für statistische Aussagen, oder Aussagen mit Wahrscheinlichkeiten sind die vorhandenen Erhebungen unzureichend. Der Winter 2015 stellte **eine Momentaufnahme** dar, die in der genauen Ausgestaltung einzigartig ist.

Wie auch im Bericht angemerkt ändert sich zudem auch die morphologische Ausgestaltung fortlaufend, mindestens aber nach Hochwasserabflüssen. Auch hinsichtlich Morphologie müsste die Analyse daher sowohl die Variation und deren Wirkung über verschiedene Jahre,

z.B. für die Laichplatzstabilität, als auch die Auswirkung vorgenommener Veränderungen (Sohlbaggerungen etc im potentiellen Laichgebiet) miteinschliessen.

Die Zeitpunkte der Begehungen waren zudem **nicht optimal koordiniert mit der Laichzeit** und konnten deswegen nur einen punktuellen Einblick in das Laichgeschehen im Einzugsgebiet geben. Im betrachteten Jahr wurden z.B. erst bei den Begehungen ab dem 7. November Seeforellen nachgewiesen, im Oktober nicht. **D.h. insgesamt liegen nur 2 aussagekräftige Begehungen vor. An diesen beiden Tagen, zwischen Mitte und Ende November, wurden Seeforellen beobachtet.** Der Bericht selbst weist auf Seite 16 darauf hin, dass unklar ist wann die Seeforellen natürlicherweise hauptsächlich laichen und aufsteigen würden, und dass Herbsthochwässer oft als Anreize für die Wanderung dienen. Bei der Beurteilung der Wirkung der Hochwässer wurde dann, trotz gegenteiliger Indizien aus den Erhebungen, und ohne in Bezug Setzung zum jeweils auftretenden Abflussregime davon ausgegangen, dass die Wander- und Laichzeit bereits im September beginnt und die Hochwässer im Oktober in die Gefährdung des Reproduktionserfolgs miteingerechnet.

Die **Erhebung beschränkt sich auch räumlich nur auf nur knapp die Hälfte der seeforellengängigen Strecke:** Für den relativ langen Teil nach dem Absturz bis zur Suworowbrücke liegen absolut keine Untersuchungen vor. Die Muotaschlucht ist aber gemäss verschiedener Quellen, und auch gemäss Einschätzung der UVB Ersteller und Diskussionen in der Arbeitsgruppe bis zur Suworowbrücke erreichbar für Seeforellen. Im Moment unterbindet vor allem die ungenügende Restwasserführung den Zugang zu diesem Abschnitt.

Auch die **herangezogenen hydrologischen Daten sind ungenügend:** Es werden nur die kurzen Hochwasserereignisse über einer gewissen Abflussgrösse dargestellt und analysiert. Daher ist keine Einordnung ins weitere Abflussgeschehen im Einzugsgebiet möglich. Wie erfolgte z.B. der Anstieg und Abfall der Abflussganglinie, wie hoch waren die Abflüsse in der Schlucht vor und nach den Ereignissen, wie stellte sich die Trübung und Wasserqualität dar etc. Zudem ist **unklar wie sich das Jahr 2015/2016 in das langjährige hydrologische Abflussgeschehen einordnet:** Es ist nicht auszuschliessen, dass mit dem feuchten Jahr 2016 ein extremer Beobachtungszeitraum gewählt wurde. Für die **Hochwasseranalyse selbst wurde ein viel zu kurzer Zeitraum herangezogen.** Mit den wenigen Jahren lassen sich keine statistisch signifikanten Aussagen, vor allem nicht hinsichtlich Wahrscheinlichkeiten zum Reproduktionserfolg, machen. Nötig wäre eine Hochwasseranalyse über einen deutlich längeren Zeitraum, eingebettet in die Analyse der jeweiligen Abflussganglinien, um breiter abgestützte Aussagen über die Häufigkeit von Hochwasserereignissen während der Laichzeit machen zu können.

3. Einschätzung der getroffenen Schlussfolgerungen:

Betrachtet man die extrem kurz, wahrscheinlich nicht repräsentative Auswahl/Zeitreihe der Hochwasserabflüsse, z.B. auf Seite 29, fällt auf, dass die **meisten blau eingefärbten Ereignisse schon im Oktober auftreten, und damit sehr früh im potentiellen Laichfenster. Auch bei den vorgenommenen Begehungen wurden zu diesem Zeitpunkt noch keine Seeforellen beobachtet,** bzw. waren sie noch nicht bis in die Schlucht gelangt oder die Seeforellenwanderung hatte noch nicht eingesetzt. Auch im Bericht selbst wird erwähnt, dass die Seeforellen vor allem Tage mit hohen Abflüssen nützen müssen um zu wandern. Es ist daher anzunehmen, dass die ersten hohen Abflüsse im Herbst eher als Auslöser der Wanderung, nicht als Zerstörer von Laichplätzen funktionieren. Natürliche Seeforellenpopulationen sind an und für sich an das Abflussgeschehen im Einzugsgebiet angepasst. Es ist also anzunehmen, dass sie nicht gerade vor den regelmässig auftretenden Herbst - Hochwasserereignissen laichen.

Wirklich kritische Hochwässer, im auch von den Autoren als kritisch gesehenen Zeitraum von Dezember bis März, traten in der betrachteten Periode nur sehr sehr Wenige auf: Es gab eine einzige Abflussphase mit Abflüssen über 90m³/s, und 2

zusätzliche mit knapp über 50m³/s. Selbst die (aus unserer Sicht unzulässige, da zu kurze Zeitreihe) Berechnung der Autoren zur «mittleren jährlichen Zerstörungswahrscheinlichkeit» weist hier Werte zwischen 7 bis max. 29% für die verschiedenen Standorte aus, womit im Umkehrschluss ein Reproduktionserfolg zwischen immerhin 93 und min 71% resultieren sollte (bezogen nur auf Faktor Hochwasser an den betrachteten Standorten).

Eine solch negative Einschätzung des Reproduktionserfolgs wie in Abbildung 45, rechte Spalte, bzw. Abbildung 46, ist für uns daher nicht nachvollziehbar. Aus unserer Sicht fehlen dafür die soliden naturwissenschaftlichen Grundlagen.

Es ist zudem **unklar wie hoch die Zerstörungswirkung der Hochwasser z.B. zwischen 40 und 90m³/s an den verschiedenen Standorten wirklich ist.** Die wenigen Beobachtungen, zusammen mit der sich ständig verändernden Morphologie, lassen keine wirklichen Schlussfolgerungen darüber zu. Die Einschätzung zur Laichstabilität am Tag der Begehung mit den WWF Mitarbeitern (nach 40m³/s Hochwasser) wurde z.B. im Feld anders diskutiert als im Bericht dargestellt.

Da aus unserer Sicht keine belastbaren naturwissenschaftlichen Daten und Analysen vorliegen teilen wir auch die abgeleiteten Einschätzungen zu den Hypothesen 3, 4, und 5 nicht. Um wirklich Rückschlüsse zu Ursache-Wirkungs Beziehungen machen zu können hätten mehrjährige Aufnahmen zu langjährigen Erhebungen zu Reproduktionserfolg und Populationszustand der Muota Seeforellen in Bezug gesetzt werden müssen. D.h. über mehrere Jahre hätten sowohl die Wanderung in Abhängigkeit z.B. vom Abfluss- und Temperatugeschehen, Morphologie, Laichplätze, und Hochwässer aufgenommen und, dann gleichzeitig die Entwicklung der Seeforellenpopulation beobachtet werden müssen. Zudem wäre nötig gewesen gleichzeitig möglichst alle anderen Beeinträchtigungen auszuschalten, wie z.B. die Restwasserführung in der Muota, das Wehrregime in Selgis, den Schwall-Sunk etc. Nur so könnte wirklich eine Aussage zur direkten Wirkung der Hochwässer auf die Population getroffen werden.

4. Zusammenfassende Einschätzung:

Fliessgewässerökosysteme im alpinen Raum sind grundsätzlich an ihr typisches Abflussregime angepasst, und robust gegen regelmässig auftretende Störungen. In alpinen Gewässern ist normal, dass durch Extremereignisse alle paar Jahre einmal Störungen auftreten, welche das Ökosystem und die Lebensgemeinschaften beeinträchtigen, gleichzeitig aber auch erneuern. Sehr regelmässig auftretende Disturbances wie Hochwässer sind eher wichtige Auslöser von Phasen in Lebenszyklen der Organismen als Zerstörer.

Die wenigen vorliegenden Untersuchungen lassen keine Rückschlüsse zu klaren Ursache-Wirkungsbeziehungen der verschiedenen Beeinträchtigungen zu:

Klar ist vor allem, dass das Gewässerökosystem der Muota an verschiedenen Krankheiten leidet: jahrzehntelanger Kraftwerks- und Schwall-Sunk Betrieb in Wernisberg, morphologische Beeinträchtigungen mit einhergehendem Verlust geeigneter Habitate und Laichplätze, die Unterbrechung der Wanderung z.B. in Ibach, die Restwasserführung unterhalb Selgis, der Wehrbetrieb in Selgis mit künstlichen Abflussschwankungen und Trübestössen, und wohl auch die Eingriffe in die Sohle, z.B. bei Wernisberg haben das Gewässersystem stark in Mitleidenschaft gezogen. **Aus den vorhandenen Momentaufnahmen innerhalb eines einzigen Jahres, und der kurzen Hochwasserzeitreihe kann daher nicht geschlossen werden welche der vielen verschiedenen Beeinträchtigungen den Haupteffekt auf den kritischen Zustand der Seeforellenpopulation haben.**

Aus dem Bericht lässt sich vor allem folgendes schliessen: Die Muotaschlucht ist bis Suworowbrücke Seeforellengewässer. Es wurden sowohl Seeforellen als auch geeignete und genutzte Laichplätze gefunden. Ab Selgis ist daher für die Neukonzessionierung zur Einhaltung der Mindestrestwassermenge nach Art. 31.2 GSchG ein Restwasserregime zu definieren welches dem Erhalt des Lebensraums für

diese Art gerecht wird: Speziell relevant hierfür ist vor allem auch der Abschnitt beim Ausgang der Schlucht bis zur Rückgabe KW Wernisberg.

Mit den wenigen vorhandenen Stichpunkten, der ungenügenden Einordnung in das langjährige einzugsgebietstypische Abflussgeschehen, und unzureichenden bis nicht vorhandenen Betrachtung anderer Faktoren sind die anderen getroffenen Schlussfolgerungen aus unserer Sicht nicht zulässig. Es ist uns unverständlich, dass mit wenigen Punktaufnahmen aus 1-2 Jahren, und trotz vieler ungelöster Fragestellungen, nun dieser Bericht als Grundlage genommen werden soll, verkleinerte Restwassermengen für die Schluchtstrecke auf 80 Jahre hinaus festzulegen. Muota Seeforellen sind vor der Erstellung der Kraftwerksanlagen immer in die Schlucht aufgestiegen. Vermutlich erst nach der Wasserkraftnutzung und der Umsetzung von Hochwasserschutzmassnahmen nahm ihr Bestand bedrohlich ab. Jetzt soll die Schlucht Schuld an den geringen Beständen der Seeforellen sein, das ist schwer nachvollziehbar und wohl auch wissenschaftlich nicht belegbar.

Aus Sicht USO ist daher zentral, zunächst die **bestehenden Beeinträchtigungen zu beheben, wie vom Gesetz gefordert. Für die Situation in der Muotaschlucht betrifft dies insbesondere die Verbesserung der Restwasserführung, speziell auch im Winter, sowie die Optimierung des Wehrbetriebs in Selgis** mittels eines neuen Wehr/Spülregimes gemäss Gewässerschutzgesetz inklusive langsamer An- und Abfahrvorgänge und festgelegter Nachspülzeiten. Um die Situation für die Seeforelle und Fischpopulationen an sich zu verbessern sind **morphologische Verbesserungen inkl. Aufhebung der Sohleingriffe, die Sanierung der Schwall-Sunk Situation mit Anhebung des Sunkabflusses, und die Lösung der Durchwanderbarkeit bei Ibach** zentral.

Auch diese zukünftigen Revitalisierungen und Verbesserungen müssen dann in die Festlegung der Restwassermengen miteinbezogen werden. Ziel einer Sanierung sollte sein ein möglichst naturnahes Gewässerökosystem mit seinen typischen Charakteristika wiederherzustellen. Hingegen soll z.B. mit der Restwassersanierung kein künstliches Abflussregime für eine einzelne Art erzeugt werden, von der oft nicht einmal die Lebenszyklen in Abhängigkeit vom Abfluss- und Temperaturgeschehen ausreichend bekannt sind.

Wir freuen uns daher auf eine konstruktive, faktenbasierte Diskussion zur Restwasserfestlegung, welche die verschiedenen Wirkungen auf den Zustand der Gewässerlebensgemeinschaften berücksichtigt und vor allem jene negativen Einflüsse verbessert, die auf den Kraftwerksbetrieb zurückgeführt werden können.

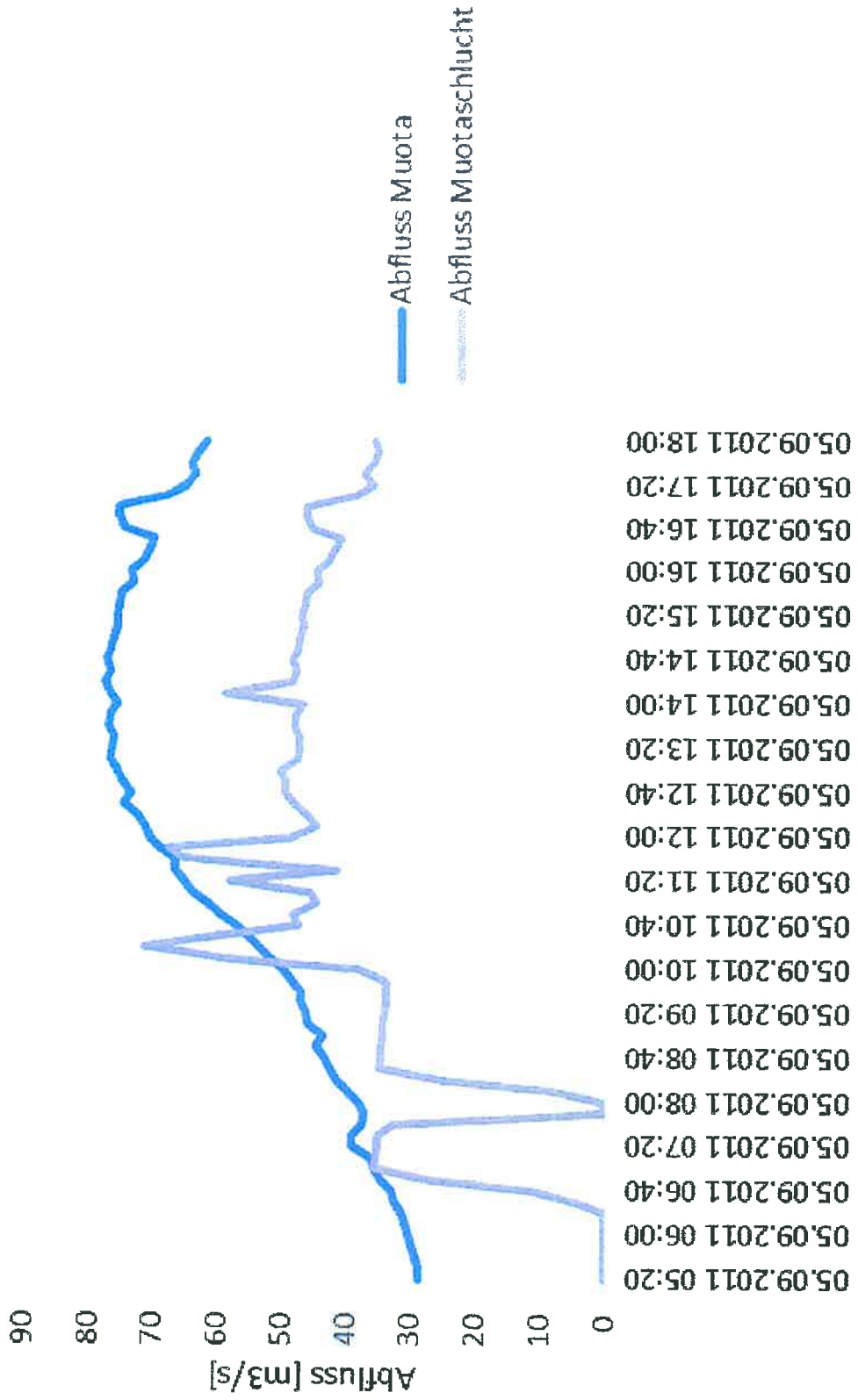
Wir bedanken uns für die Berücksichtigung unserer Einschätzung

Freundliche Grüsse

Julia Brändle, Werner Meier, Christian Hossli



Situation Selgis – unnatürliche Abflussänderungen müssen verhindert werden





WWF Schweiz
Hohlstrasse 110
Postfach
8010 Zürich

Muotakraftwerke, UVB Neukonzession Muota Ibach - Brunnen Gewässerraumgutachten



Zürich, den 23. Dezember 2019



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

Holbeinstr. 34, CH-8008 Zürich, Tel. 044 251 51 74

Auftraggeber



WWF Schweiz
Hohlstrasse 110
Postfach
8010 Zürich

Projektleiter:

Name Vera Ziltener
Telefon 055 410 70 61
E-Mail vera.ziltener@wwf.ch

Projektverfasser



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

Holbeinstrasse 34
CH - 8008 Zürich
044 251 51 74

Projektleiter:

Ueli Schälchli
ueli.schaelchli@flussbau.ch

Sachbearbeiterin:

Katja Briner
katja.briner@flussbau.ch

Foto Titelblatt:

Muota beim Rücklauf des KW Brunnen, Blick in Fließrichtung

Inhalt

1	Einleitung.....	1
1.1	Aufgabenstellung	1
1.2	Ziele	1
1.3	Grundlagen	3
2	Vorgehen.....	3
3	Natürliche Gerinnesohlenbreite.....	5
3.1	Historische Karten.....	5
3.2	Empirische Formeln	7
3.3	Massgebende Gerinnesohlenbreite	8
4	Minimale Gewässerraumbreite.....	10
5	Erhöhte Gewässerraumbreite	11
6	Anwendung	12

Anhang

1	Dufour-Karte, Abschnitt Grossried	16
2	Dufour-Karte, Abschnitt Hausmatt	17
3	Siegfried-Karte, Abschnitt Grossried	18
4	Siegfried -Karte, Abschnitt Hausmatt	19
5	Korrektionsplan 1913	20
6	Luftbild 1932	21
7	Massnahme M1B	22
8	Massnahme M2	23
9	Massnahme M3	24
10	Massnahme M19B	25

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Die Elektrizitätswerke des Bezirks Schwyz planen die Neukonzession der Muotakraftwerke. Für die Neukonzession werden Ersatzmassnahmen notwendig. Mehrere dieser Massnahmen betreffen Aufwertungsmassnahmen an der Muota zwischen Ibach und Brunnen (Gemeinden Schwyz und Ingenbohl). Die Ersatzmassnahmen sind im UVB-Bericht [1] beschrieben.

Zwischen Brunnen und Ibach sind die vier Ersatzmassnahmen gemäss Tabelle 1 geplant. Gemäss Massnahmenbeschrieb sollen bei allen vier Massnahmen die Muota verbreitert und die Ufer natürlich gestaltet werden.

Im Zusammenhang mit den Ersatzmassnahmen ist der Gewässerraum auszuscheiden. Dieser basiert auf der natürlichen Gerinnesohlenbreite zuzüglich der beidseitigen Uferbereiche. Für Gewässer mit einer Gerinnesohlenbreite $> 15\text{m}$ ist ein Gewässerraumgutachten zu erstellen.

Im UVB wird als Gewässerraumbreite mindestens 50m und für die Uferbereiche mindestens 15m angegeben. In den Orthofotos ist eine Gewässerraumbreite von knapp 60m eingezeichnet. Die natürliche Gerinnesohlenbreite ist nicht angegeben.

Der WWF hat die Flussbau AG beauftragt, für die Muota zwischen Ibach und Brunnen ein Gewässerraumgutachten zu erstellen.

1.2 Ziele

Mit dem vorliegenden Gutachten sind folgende Ziele zu erreichen:

- Herleiten der natürlichen Gerinnesohlenbreite
- Herleiten der minimalen Gewässerraumbreite
- Herleiten der erhöhten Gewässerraumbreite

Der Gewässerraum dient der Gewährleistung der natürlichen Funktionen des Gewässers, des Hochwasserschutzes und der Gewässernutzung.

Tabelle 1 Ersatzmassnahmen gemäss [1] mit Längen- und Breitenangaben.
Kursiv geschrieben: Angaben des Autors.

Nr.	Bezeichnung	Massnahme	Länge [m]	Breitenangaben
1B	Fönereich	Vorlandabsenkung	470	Die Verbreiterung der Sohle erfolgt innerhalb der bestehenden Schutzdämme und beträgt zwischen 10 und 30m. <i>Der Abstand der Dammkronen beträgt ca. 50m.</i>
2	Aufwertung EWS (Untenwasserkanal)	Rechtsseitige Verbreiterung der Muota Ausbildung natürliches Ufer (Rähnen- verbau), variable Böschungsneigung (2:3 oder flacher)	500	Verbreiterung Sohle Muota auf Gewässerraumbreite mindestens 25-30m Uferbereich ab Böschungsfuss mindestens 50m <i>Höhendifferenz Gelände - Sohle (ohne Dämme) ca. 3m</i>
3	Aufwertung EWS (Oberwasserkanal)	Rechtsseitige Verbreiterung der Muota Ausbildung natürliches Ufer (Rähnen- verbau), variable Böschungsneigung (2:3 oder flacher)	950	Verbreiterung Sohle Muota auf 40-45m Gewässerraumbreite mindestens 50m Uferbereich ab Böschungsfuss mindestens 15m Auf den Orthofotos [1] ist eine Gewässerraumbreite von knapp 60m ausgewiesen.
19B	Vorlandabsenkung Grossried	Absenken der Vorländer der Muota und Verbreitern der Gewässersohle. Naturnahe Bepflanzung der Böschungen.	1300	Die Verbreiterung erfolgt innerhalb der bestehenden Schutzdämme und beträgt zwischen 10 und 30m. <i>Der Abstand der Dammkronen beträgt 50 - 70m. Die Sohlenbreite im Bestand beträgt 23 - 26m. Höhendifferenz OK Dämme - Sohle ca. 3.5m.</i>

1.3 Grundlagen

Für die vorliegende Studie wurden folgende Grundlagen berücksichtigt:

- [1] Muotakraftwerke, UVB Neukonzession. Methodik, Berechnung von Ersatzbedarf, Ersatzmassnahmenbeschreibung (24.1.2019). AquaPlus AG, im Auftrag der Elektrizitätswerke des Bezirks Schwyz.
- [2] Requena Patricia (2008). Seitenerosion in kiesführenden Flüssen. Prozessverständnis und quantitative Beschreibung. ETH Zürich, VAW Mitteilung Nr. 210.
- [3] Die erforderliche Geschiebefracht. Fachbericht zum Modul "Geschiebehalt - Massnahmen" der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer (5.11.2018). Flussbau AG, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt.
- [4] Espace nécessaire aux grands cours d'eau de Suisse (12.12.2016). Services conseil Zones alluviales, G. Paccaud et Ch. Roulier. Office fédéral de l'Environnement, Division Eaux et Division Prévention des dangers.
- [5] Geschiebehalt - Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. V15 - 8.11.2018, Version für die Anhörung. Bundesamt für Umwelt.

2 Vorgehen

Abschnitt

Zwischen Ibach und Brunnen mündet von rechts die Seeweren in die Muota. Die Seeweren entspringt dem Lauerzersee und führt kein Geschiebe.

Durch die Seeweren wird der bettbildende Abfluss der Muota leicht erhöht. Dies führt tendenziell zu einer Vergrösserung der Gerinnesohlenbreite.

Aufgrund des kleinen Einflusses der Seeweren wird auf eine Unterteilung des Abschnitts Ibach - Brunnen verzichtet.

Vorgehen

Kapitel 3

Natürliche Gerinnesohlenbreite

Die Gewässerraumstudie umfasst folgende Schritte und Kapitel:

Ermittlung der natürlichen Gerinnesohlenbreite unter Berücksichtigung von historischen Karten, Plänen und Luftbildern (Kapitel 3.1) sowie von empirischen Methoden (Kapitel 3.2).

Empfehlung einer natürlichen Gerinnesohlenbreite mit Begründung (Kapitel 3.3).

<p><i>Kapitel 4</i> <i>Minimale</i> <i>Gewässerraumbreite</i></p>	Herleiten der minimalen Gewässerraumbreite auf Basis der natürlichen Gerinnesohlenbreite.
<p><i>Kapitel 5</i> <i>Erhöhte</i> <i>Gewässerraumbreite</i></p>	Herleiten der erhöhten Gewässerraumbreite auf Basis der natürlichen Gerinnesohlenbreite mit der Methode Roulier [4].
<p><i>Kapitel 6</i> <i>Anwendung</i></p>	Die Angaben aus dem UVB werden mit den im vorliegenden Gewässerraumgutachten hergeleiteten Breiten verglichen und diskutiert.
<p><i>Veränderte</i> <i>Randbedingungen</i></p>	<p>Veränderte Randbedingungen gegenüber den natürlichen Verhältnissen können das Abflussregime und den Geschiebehalt betreffen.</p> <p>Die bettbildenen Hochwasserabflüsse HQ_2 - HQ_5 haben sich seit dem Bau der Wasserkraftwerke kaum verändert (Bild 1), resp. sind nicht reduziert.</p> <p>Allenfalls wurde die Geschiebefracht verglichen mit den natürlichen Verhältnissen verkleinert, was zu einer Reduktion der Gerinnesohlenbreite führt. Gemäss der Vollzugshilfe Sanierung Geschiebehalt Massnahmen darf die Geschiebefracht bei einem Gewundenen Gewässer mit Inseln und Bänken um maximal 30% reduziert werden [5]. Andernfalls ist der Geschiebehalt zu sanieren. Eine allfällige Reduktion der Gerinnesohlenbreite lässt sich mithilfe von [3] ermitteln.</p>

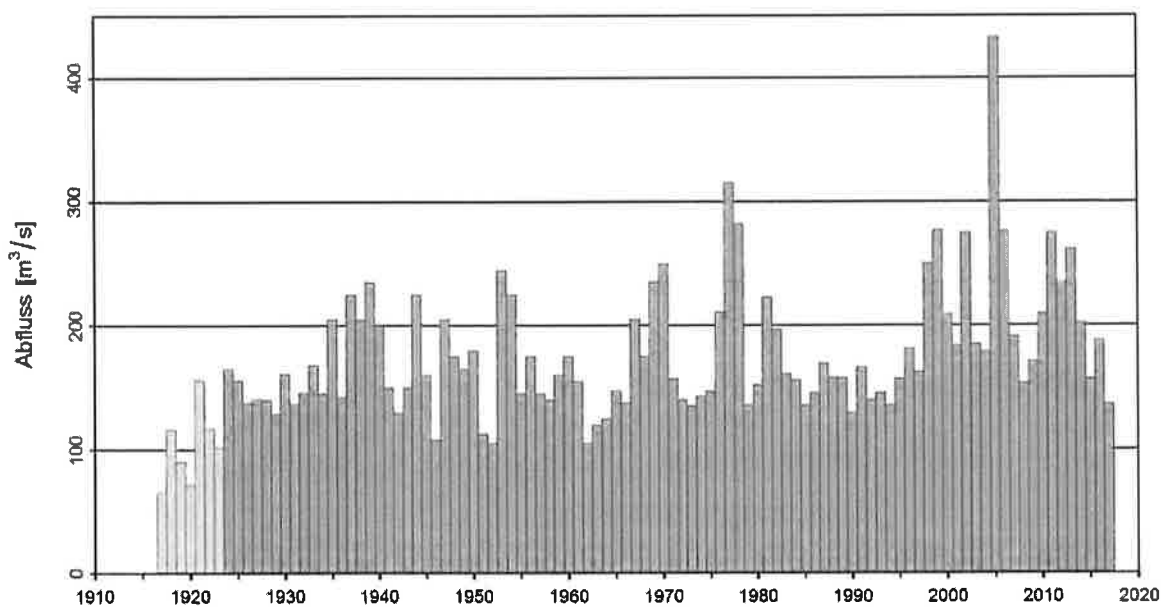


Bild 1 Muota Ingenbohl. Jahreshochwasser der gesamten Beobachtungsperiode 1917 - 2017. Bundesamt für Umwelt.

3 Natürliche Gerinnesohlenbreite

3.1 Historische Karten

Die Gerinnesohle umfasst den bei Mittelwasser benetzten Bereich zuzüglich der Kiesbänke ohne Gehölz.

Die natürliche Gerinnesohlenbreite kann anhand historischer Karten und Pläne hergeleitet werden. Dabei ist zu begutachten, ob auf den verfügbaren Dokumenten das Gewässer bereits in der Breite eingeschränkt war oder sich in einem noch naturnahen Zustand befand.

Die Breite kann durch das Planimetrieren der Gewässersohle dividiert durch die Abschnittslänge oder durch Mittelbildung der Breite von mehreren Querprofilen bestimmt werden.

Nachfolgend sind die verfügbaren Karten und Pläne beschrieben und bezüglich der natürlichen Gerinnesohlenbreite ausgewertet.

Dufour-Karte 1854 - 61
 Massstab 1 : 100'000
 Anhang 1 und 2

Gerinneform:

Eher gestreckt mit einzelnen markanten Krümmungen und einer Insel im Grossried. Das KW Brunnen bestand noch nicht.

Abschnitt Grossried:

Breitenvariation	65m - 116m
Mittlere Breite	71m

Abschnitt Hausmatt:

Breitenvariation	51m - 91m
Mittlere Breite	63m

Beurteilung:

Die Dufourkarte zeigt im Grossried eine Gerinneform im Übergangsbereich zu gewundenen Gerinnen mit Inseln und Bänken. Die Bestimmung der Breite ist wegen dem kleinen Massstab ungenau.

Siegfried-Karte 1854 - 61
 Massstab 1 : 25'000
 Anhang 3 und 4

Gerinneform:

Im Abschnitt Grossried eher gestreckt mit Bänken (in Gerinnesohlemitte und am Ufer). Im Abschnitt Hausmatt war das KW Brunnen erstellt und rechtsseitig der eingeeengten Muota verlief der Oberwasserkanal des KW.

Abschnitt Grossried:

Breitenvariation	40m - 65m
Mittlere Breite	55m

Abschnitt Hausmatt:

Breitenvariation	32m - 43m
Mittlere Breite	38m

Muotakorrektion 1913

Massstab 1 : 10'000

Anhang 5

Beurteilung:

Im Abschnitt Grossried zeigt die Siegfriedkarte eine in der Brienentwicklung bereits eingeschränkte Muota (rechtsufrig angrenzende Strasse und Scheunen, linksufrig lokale Uferverbauung und Uferweg).

Im Abschnitt Hausmatt wurde die Muota im Zusammenhang mit dem Bau des Oberwasserkanals stark eingengt.

Gerinneform:

Im Abschnitt Grossried eher gestreckt mit alternierenden Bänken. Auf dem Plan ist vermerkt, dass bestehende Betonmauern und Dämme erneuert, verstärkt und erhöht werden. Dies zeigt, dass bereits vor 1913 die Ufer hart verbaut waren.

Im Abschnitt Hausmatt war die Muota kanalisiert.

Abschnitt Grossried:

Breitenvariation	42m - 60m
Mittlere Breite	51m

Abschnitt Hausmatt:

Breitenvariation	28m - 32m
Mittlere Breite	30m

Beurteilung:

Der Korrekptionsplan zeigt verglichen mit der Siegfriedkarte im Abschnitt Grossried eine weitere leichte Einengung der Muota. Dies äussert sich in der Morphologie, indem die Bänke nicht mehr in Gerinnemitte, sondern nur noch am Ufer als alternierende Bänke vorhanden sind.

Abschnitt Hinter Ibach

Anhang 5

Im Abschnitt Hinter Ibach zeigte die Muota eine gewundene Gerinneform mit Inseln und Bänken. Die Kiesbänke entlang den Gleithängen sind auf dem Korrekptionsplan nicht dargestellt. Die Wellenlänge betrug 380m und die Amplitude ca. 150m.

Luftbild 1932

Massstab 1 : 10'000

Anhang 6

Gerinneform:

Das Luftbild visualisiert die Bankstrukturen. Im Grossried war eine Bank mit Gehölz bewachsen.

Abschnitt Grossried:

Breitenvariation	35m - 59m
Mittlere Breite	43m

Abschnitt Hausmatt:

Breitenvariation	26m - 41m
Mittlere Breite	31m

Beurteilung:

Das Luftbild zeigt, dass bei einer Gerinnesohlenbreite > 50m lokal Gehölz aufkommen kann.

Zusammenfassung

Auf der Siegfriedkarte zeigte die Mouta im Grossried im mittleren, eher wenig verbauten Abschnitt eine Gerinnesohlenbreite von rund 60m. Unter diesen Verhältnissen können sich Bänke in Gerinnemitte und entlang der Ufer bilden. Das Luftbild von 1932 deutet darauf hin, dass unter diesen Verhältnissen auf den Bänken auch etwas Gehölz aufkommen kann.

Aufgrund der Hinweise auf dem Korrekptionsplan von 1913 ist eine natürliche Gerinnesohlenbreite von 60m als konservativ zu beurteilen.

3.2 Empirische Formeln

Empirische Ansätze

Die Gerinnebreite eines Gewässers kann mit verschiedenen empirischen Methoden abgeschätzt werden. Die Breite berechnet sich aus dem gerinnebildenden Abfluss ($HQ_2 - HQ_5$) und massgebenden Korndurchmessern. Einzelne Formeln verwenden zusätzlich das Gefälle.

Es wurden folgende Methoden angewandt:

- Parker
- Yalin
- Ikeda
- Ashmore
- Millar

In Tabelle 2 sind die berücksichtigten Eingabegrößen und die resultierenden Breiten angegeben. Parker, Yalin und Ikeda ergeben die Gerinnebreite; Ashmore und Millar die Wasserspiegelbreite.

Resultate

Bei Berücksichtigung des tieferen Abflusses HQ_2 und des groben Sohlenmaterials resultieren (minimale) Breiten zwischen 60 und 71m¹.

Bei Berücksichtigung des grösseren Abflusses HQ_5 und des Geschiebes resultieren (maximale) Breiten zwischen 68 und 190m.

Im Istzustand dominiert das grobe Sohlenmaterial. Das Geschiebe kann sich infolge der hohen Transportkapazität (eingengtes Gerinne) nicht ablagern. Bei einer Verbreiterung entsprechend dem naturnahen Zustand wird Geschiebe umgelagert, es bilden sich lockere Kiesbänke und das massgebende Material wird feiner.

¹ Yalin ermittelt die Gerinnebreite unter Berücksichtigung der sogenannten primären Seitenerosion (siehe [2]). Die sekundäre Seitenerosion wird nicht berücksichtigt. Daher ist diese Methode, welche die kleinsten Breiten ergibt, zur Ermittlung der natürlichen Sohlenbreite nicht geeignet.

Unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge deuten die empirischen Formeln auf eine natürliche Gerinnebreite von 70 - 100m hin.

Werden für die beidseitigen Uferbereiche je 5m abgezogen, so resultiert eine natürliche Gerinnesohlenbreite von 60 - 90m.

Tabelle 2 Empirische Methoden. Eingabegrößen und resultierende Breiten.

Parameter	Eingabegrößen Limmat			
Abfluss	HQ ₂ 167m ³ /s	HQ ₅ 215m ³ /s	HQ ₂ 167m ³ /s	HQ ₅ 215m ³ /s
Korngrößen	Sohlenmaterial d ₅₀ = 5.0cm, d ₉₀ = 13cm		Geschiebe d ₅₀ = 3.0cm, d ₉₀ = 7.0cm	
Gefälle	3.5‰	3.5‰	3.5‰	3.5‰
Methode	Resultate Gerinnebreite [m]			
Parker	60	73	68	84
Yalin	41	50	47	57
Ikeda	59	87	130	194
Ashmore	66	91	95	130
Millar	71	95	104	139

3.3 Massgebende Gerinnesohlenbreite

Historische Karten

Natürliche Gerinnesohlenbreite $\geq 60m$

Ein Abzug für die Uferbereiche ist nicht erforderlich, weil sowohl Wasser als auch Bänke durch die steilen Uferverbauungen begrenzt waren.

Empirische Formeln

Natürliche Gerinnesohlenbreite 60 - 90m

Die empirischen Methoden sind generell als unsicher zu werten und zeigen nur eine Größenordnung auf.

Empfehlung

Die empfohlene natürliche Gerinnesohlenbreite stützt sich auf die Auswertung und Interpretation der Siegfriedkarte, des Korrektionsplanes und des Luftbildes von 1932 und beträgt

Natürliche Gerinnesohlenbreite = 60m

Mit dieser Breite kann sich eine naturnahe Morphologie mit Bänken, die lokal bewachsen werden, entwickeln.

Die Breite ist belastbar; sie stellt ein unterer Wert für die natürliche Gerinnesohlenbreite dar.

Verifizierung

Bei einer Gerinnesohlenbreite ab ca. 55m kann sich gemäss modifiziertem Ahmari & Da Silva Diagramm ein gewundenes Gerinne mit Inseln und Bänken ausbilden. Dies bedeutet, dass einzelne Inseln mit Gehölz bewachsen werden können. Dies entspricht dem Zustand auf dem Luftbild von 1932 an der breitesten Stelle (59m).

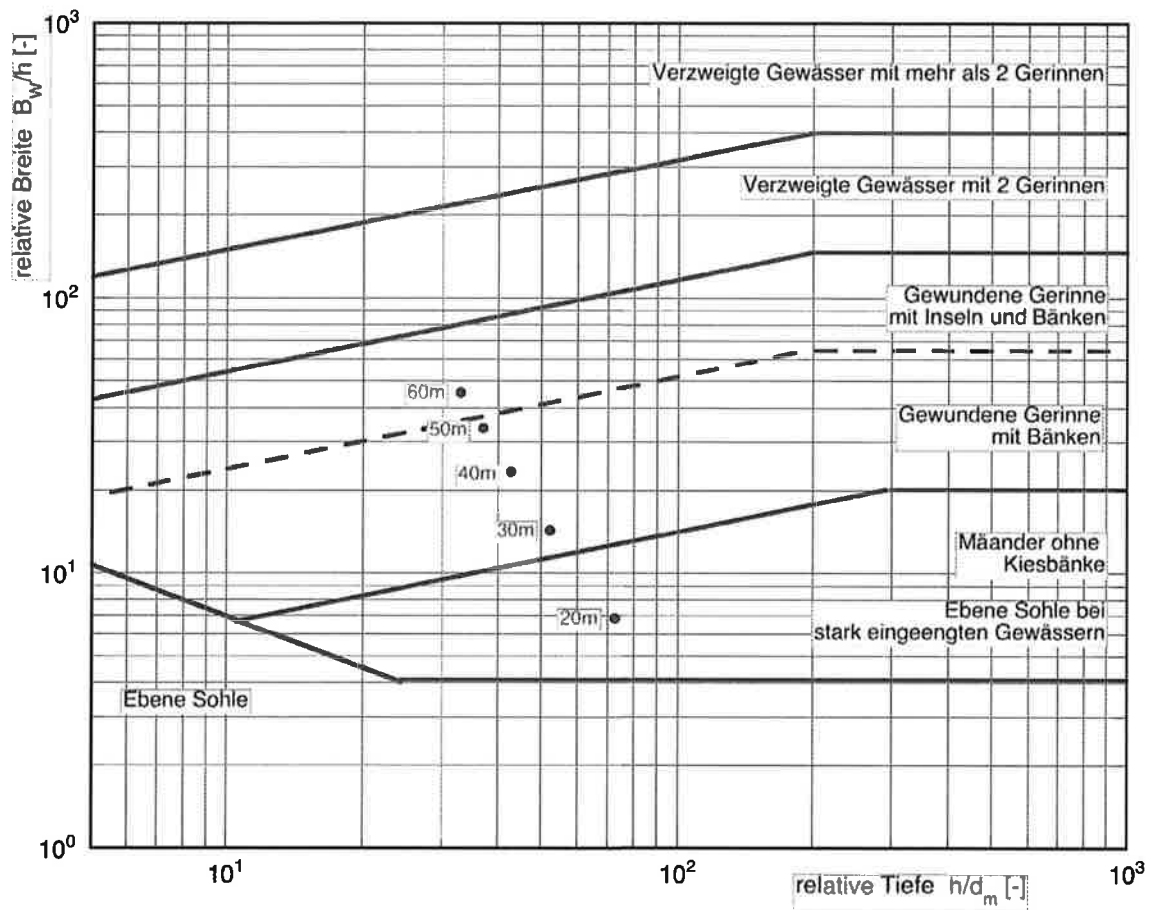


Bild 2 Gerinneform für verschiedene Breiten der Muota im modifizierten Ahmari & Da Silva Diagramm [3].

4 Minimale Gewässerraumbreite

Die minimale Gewässerraumbreite setzt sich zusammen aus der natürlichen Gerinnesohlenbreite zuzüglich eines beidseitigen Uferstreifens von je 15m Breite (Schlüsselkurve Bafu):

Minimale Gewässerraumbreite

$60\text{m} + 2 \cdot 15\text{m} = 90\text{m}$

Der minimale Gewässerraum muss erhöht werden, soweit dies erforderlich ist zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes, des für eine Revitalisierung erforderlichen Raumes oder für die Gewässernutzung (Art. 41a, Abs. 3 GSchV).

Die Breite des Gewässerraumes kann in dicht überbauten Gebieten den baulichen Gegebenheiten angepasst werden, soweit der Schutz vor Hochwasser gewährleistet ist (Art. 41a, Abs. 4 GSchV).

5 Erhöhte Gewässerraumbreite

Definition

Die erhöhte Gewässerraumbreite wird nach der Methode von Paccaud / Roulier [4] bestimmt. Die Methode ermittelt den erforderlichen Raum, der zur Erfüllung der natürlichen Funktionen des Gewässers erforderlich ist.

Zum Erreichen eines erhöhten Gewässerraumes wird in der Regel ein Erfüllungsgrad von 80% gefordert.

Der erhöhte Gewässerraum beinhaltet neben dem eigentlichen Gerinne auch Hochwasserdämme und Gewässerrandstreifen inkl. Uferwege.

Eingabegrößen

Lpb (Wasserspiegelbreite bei bettbildendem Abfluss)	70m
Lfl (Sohlenbreite)	60m
Gerinneform nach Roulier	Schwach gewundene Gerinne
Amplitude der Flussschleifen	150m

Breite erhöhter Gewässerraum

Erfüllungsgrad 100% 175m

Erfüllungsgrad 80% 124m

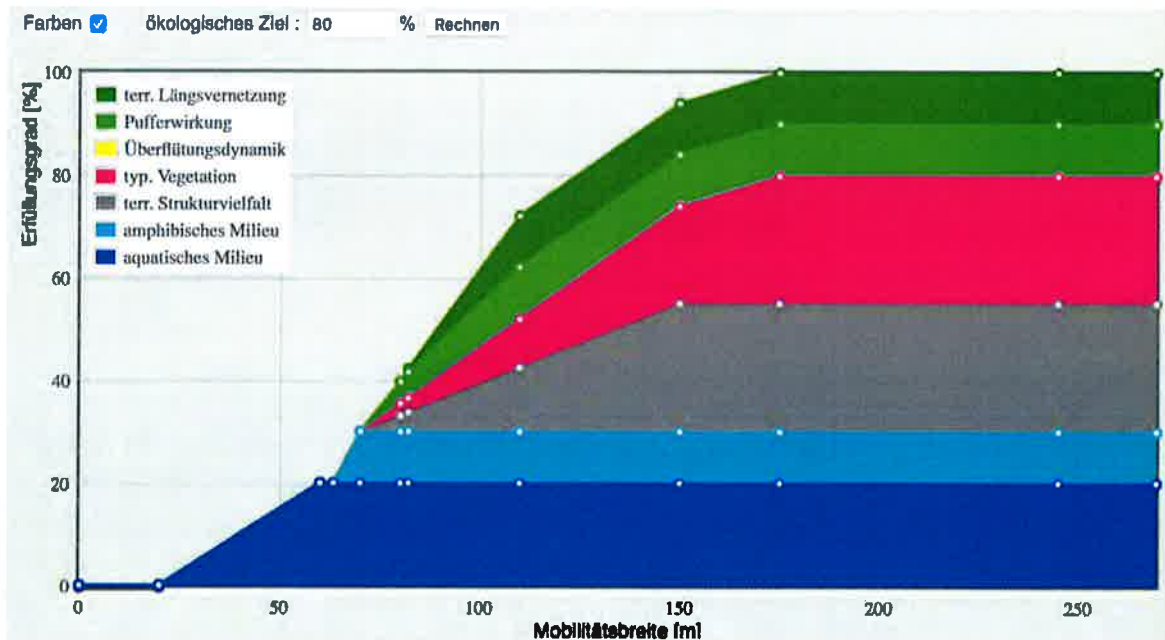


Bild 3 Funktionendiagramm nach Roulier[4].

6 Anwendung

Massnahme 1B *Föneneich*

Anhang 7

Nachfolgend wird der hergeleitete minimale Gewässerraum von 90m auf die vier Projektstrecken übertragen und mit den geplanten Massnahmen verglichen.

Mit der geplanten Verbreiterung erreicht die Sohle eine Breite von 40m. Die Breite zwischen den beidseitigen Dammkronen beträgt 47m. Für die beidseitigen Uferstreifen verbleibt eine Breite von je 3.5m. Bei einer Gerinnetiefe von $> 4\text{m}$ ist die Böschungsneigung $> 1:1$.

Fazit:

Die Massnahme lässt sich nur mit sehr steilen und hart verbauten Ufern realisieren.

Empfehlung:

Die Sohle ist auf bis zu 50m aufzuweiten, das Prallufer zu strukturieren und das Gleitufer abzuflachen. Der Gewässerraum kann auch leicht asymmetrisch (rechtsseitig) angelegt werden.

Massnahme 2 *UW-Kanal EWS*

Anhang 8

Die Massnahme sieht eine Verbreiterung der Sohle auf 30 - 35m vor. Die Breite des rechtsseitigen Uferstreifens beträgt 4m, womit eine Böschungsneigung von ca. 3:4 resultiert.

Im Mündungsbereich zwischen Muota und Unterwasserkanal (Altarm) soll eine Weichholzaue angelegt werden.

Fazit:

Im Bereich der Aufweitung sind sowohl Gerinnesohlenbreite als auch Uferbreite ungenügend. Bei einer Sohlenbreite von 30m ist die Sohle nahezu eben (keine Bänke, vgl. Bild 2) und das Gleitufer (!) muss hart verbaut werden.

Im Mündungsbereich zwischen Muota und Unterwasserkanal wird der symmetrisch angelegte Gewässerraum von 90m erreicht oder überschritten.

Empfehlung:

Der Gewässerraum (90m, symmetrisch angelegt) ist rechtsseitig auszuschöpfen. Die Sohle ist in Fortsetzung von Massnahme 3 auf bis zu 60m zu verbreitern und das Gleitufer stark abzuflachen. Das Prallufer ist mit Bühnen zu sichern und zu strukturieren.

Alternativ könnte die Muota beim bestehenden Rücklauf des KW Brunnen aufgeteilt, die Insel als Flussaue aufgewertet und der gesamte Abschnitt als Massnahme mit erhöhtem Gewässerraum ausgeschieden werden (Nachweis ausreichende Breite wäre noch im Detail abzuklären).

Massnahme 3
OW-Kanal EWS
Anhang 9

Die Massnahme sieht eine Verbreiterung der Sohle auf 40 bis 45m vor. Der rechtsseitige Uferstreifen ist 6 - 10m breit. Das Gerinne weist zwischen den Böschungsoberkanten eine Breite von knapp 60m auf. Am linken Ufer (Längsverbau) sind keine Massnahmen geplant.

Fazit:

Bei einer Sohlenbreite von 45m befindet sich die Gerinneform im Bereich der gewundenen Gerinne mit Bänken (Bild 2). Die Entwicklung von bewachsenen Inseln ist nicht zu erwarten. Das rechte Ufer weist eine Neigung von 1:2 bis 1:3 auf, was in Anbetracht der Gleithangsituation als eher steil zu werten ist.

Empfehlung:

Die Sohle ist auf bis zu 60m zu verbreitern und das Gleitufer stärker abzuflachen. Damit das Ufer naturnah gesichert und strukturiert werden kann, ist eine Breite von 12 - 15m anzustreben. Das linke Prallufer ist mit Buhnen zu strukturieren.

Massnahme 19B
Grossried
Anhang 10

Die Massnahme sieht eine Absenkung des linksufrigen Vorlandes und eine Verbreiterung der Sohle vor. Die Hochwasserdämme sollen nicht verlegt werden. Der Abstand zwischen den Dammkronen beträgt 50 - 70m.

Fazit:

Bei einem Abstand der Dammkronen von 50 - 70m und einer Gerinnetiefe von gut 3m (Versatz berücksichtigt) resultiert eine Sohlenbreite von 38 - 58m (Böschungsneigungen 1:2) oder 32 - 52m (Böschungsneigungen 1:3). Insbesondere im unteren Teil des Abschnittes sind sowohl Sohlenbreite als auch die Uferbreiten nicht naturnah und nicht ausreichend breit.

Empfehlung:

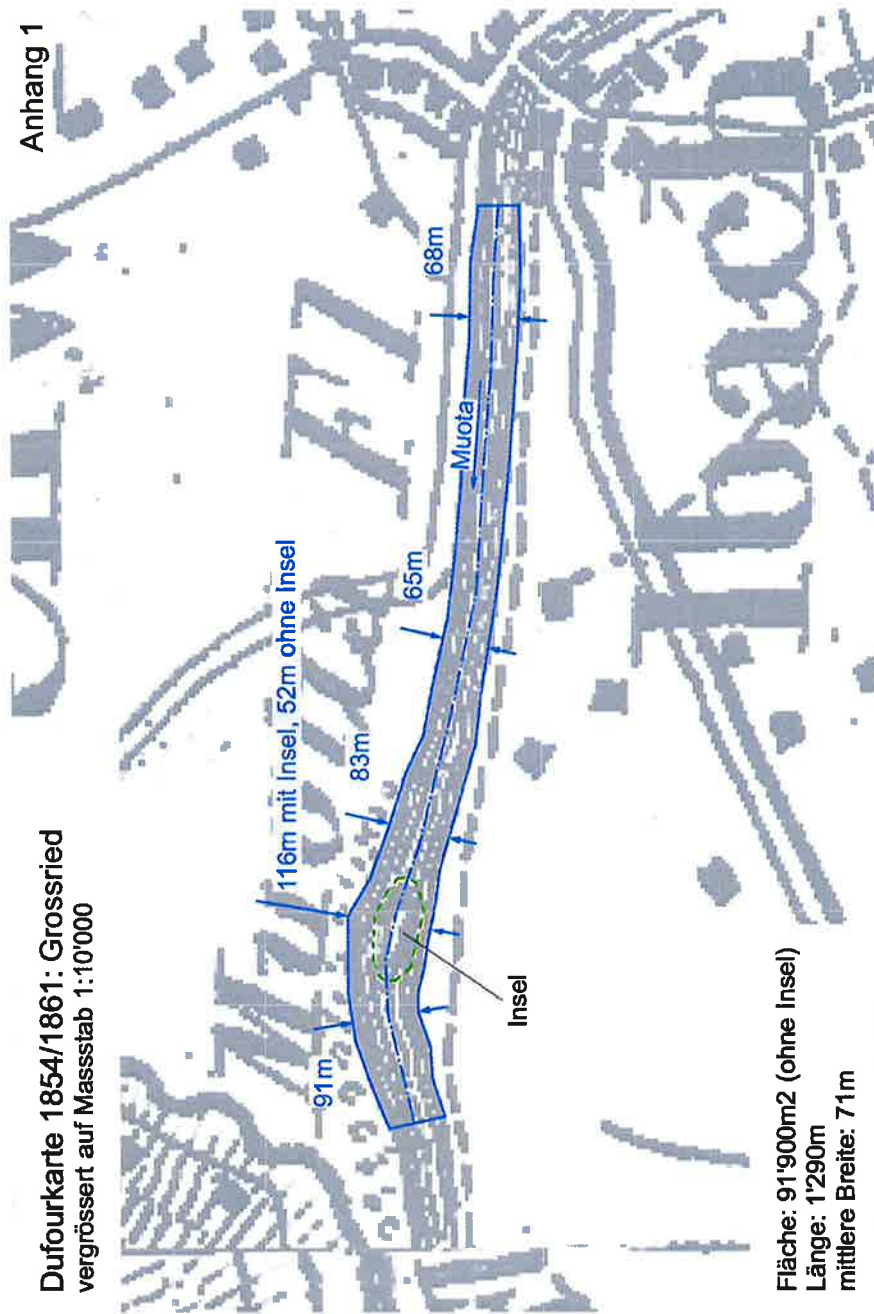
Flussabwärts des Neumattweges (linksufrig) und des Gewerbegebietes (rechtsufrig) sind die Hochwasserdämme landwärts zu verlegen². Damit können Sohle und Ufer stärker aufgeweitet werden. Der Hochspannungsmast befindet sich wasserseitig des Dammes und wird zusätzlich gesichert.

² Rechtsseitig ev. erst flussabwärts der 4 kleinen Gebäude (Abklärungen erforderlich).

Anhang

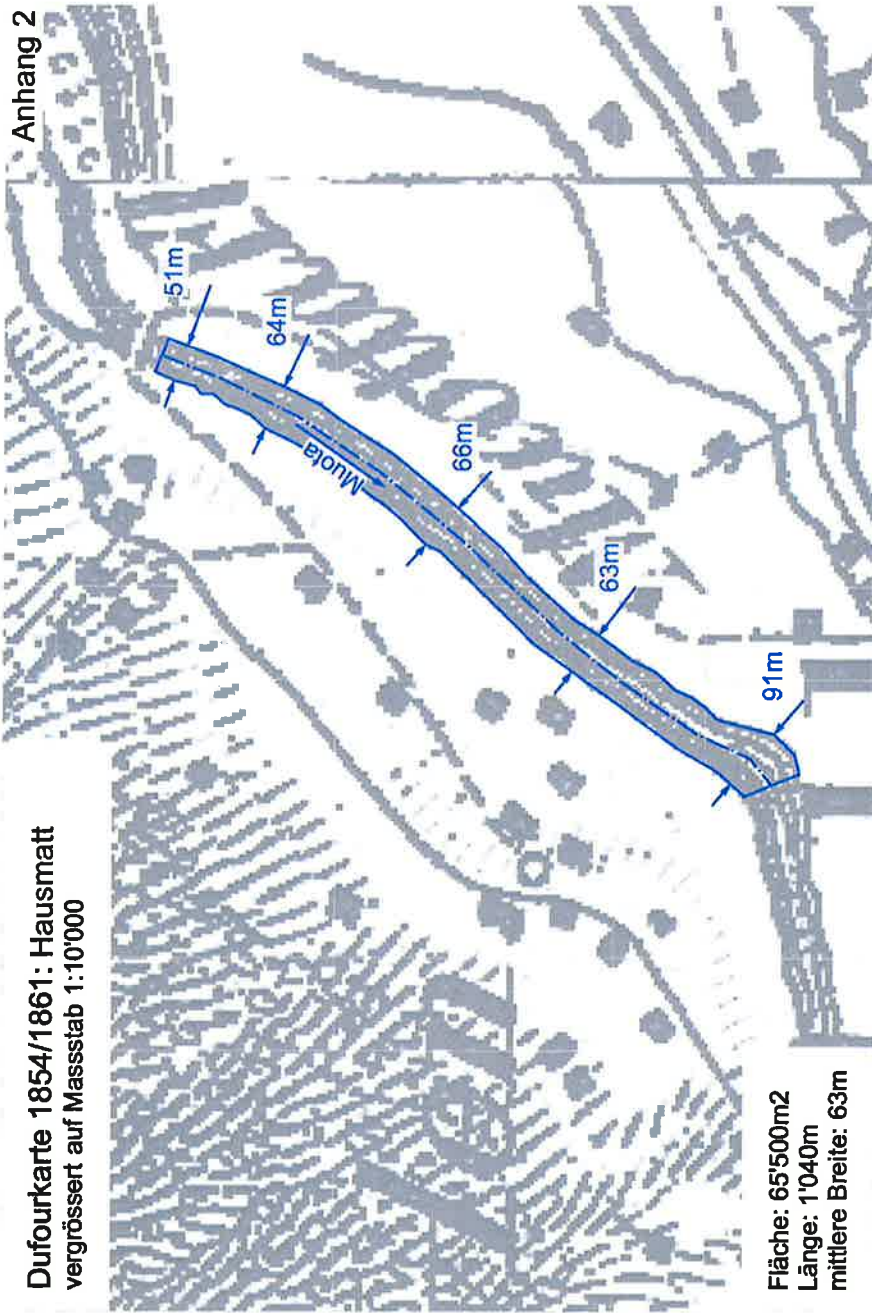
- 1 Dufour-Karte, Abschnitt Grossried
- 2 Dufour-Karte, Abschnitt Hausmatt
- 3 Siegfried-Karte, Abschnitt Grossried
- 4 Siegfried -Karte, Abschnitt Hausmatt
- 5 Korrektionsplan 1913
- 6 Luftbild 1932
- 7 Massnahme M1B
- 8 Massnahme M2
- 9 Massnahme M3
- 10 Massnahme M19B

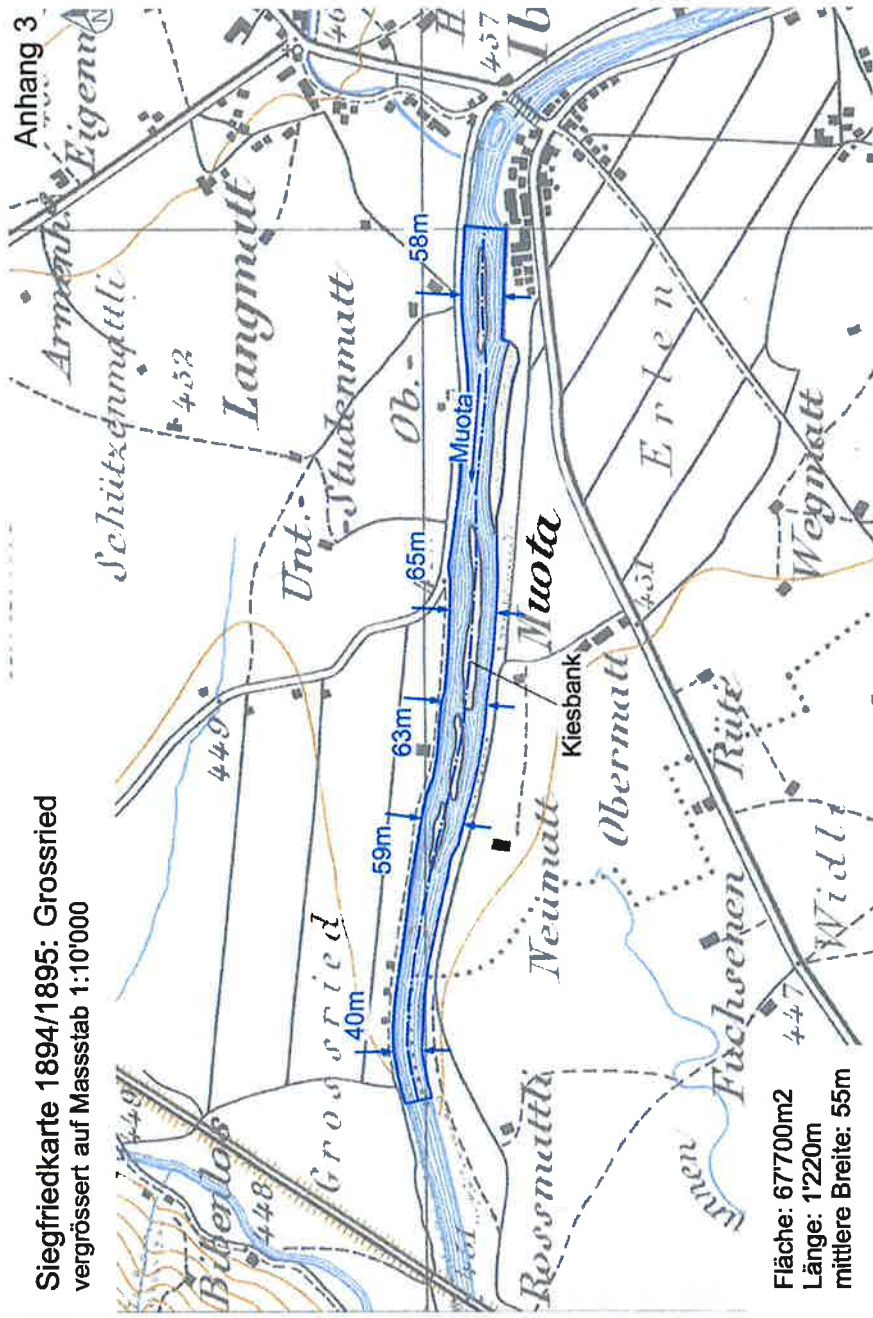
Dufourkarte 1854/1861: Grossried
vergrössert auf Massstab 1:10'000



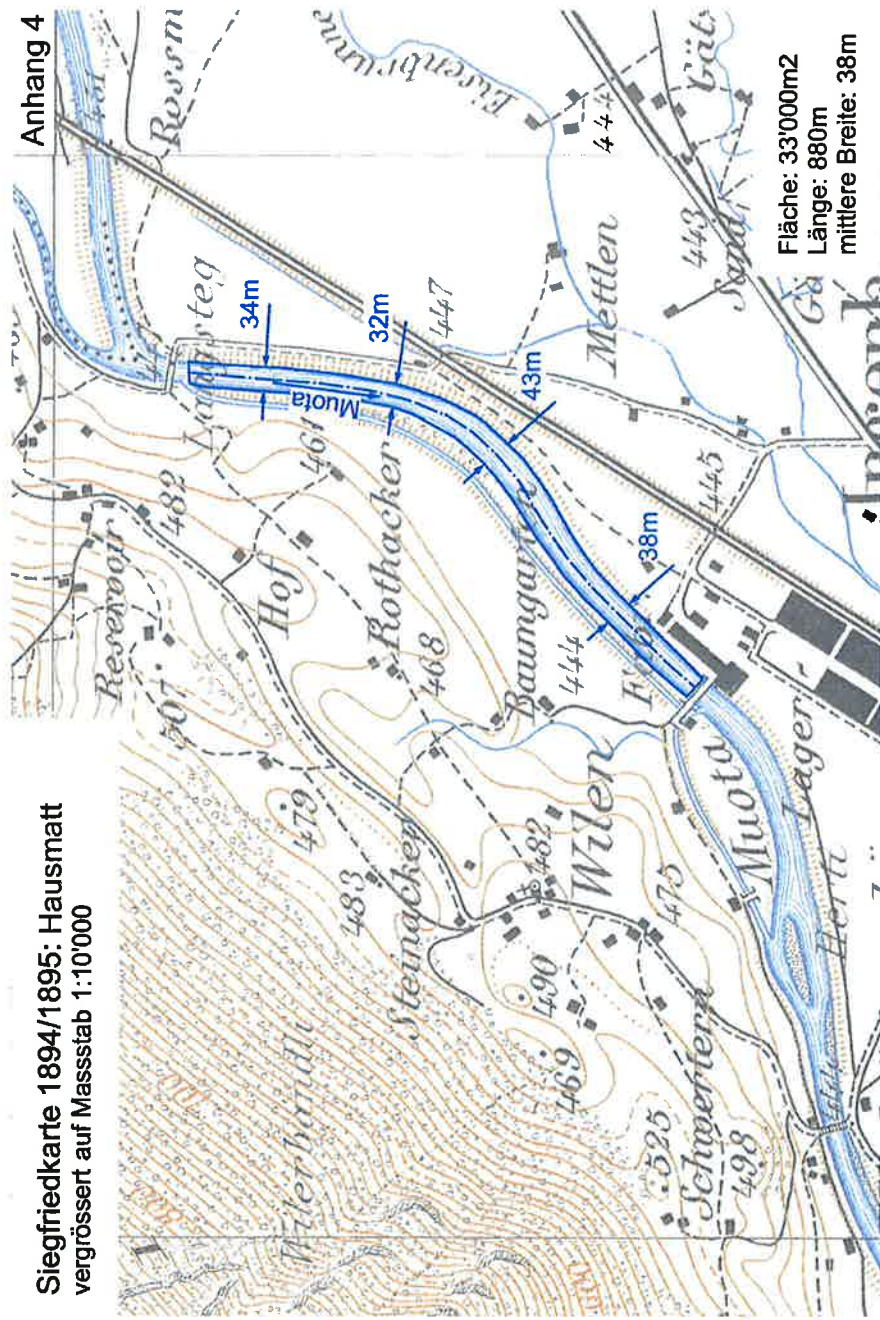
Anhang 1

Fläche: 91'900m² (ohne Insel)
Länge: 1'290m
mittlere Breite: 71m

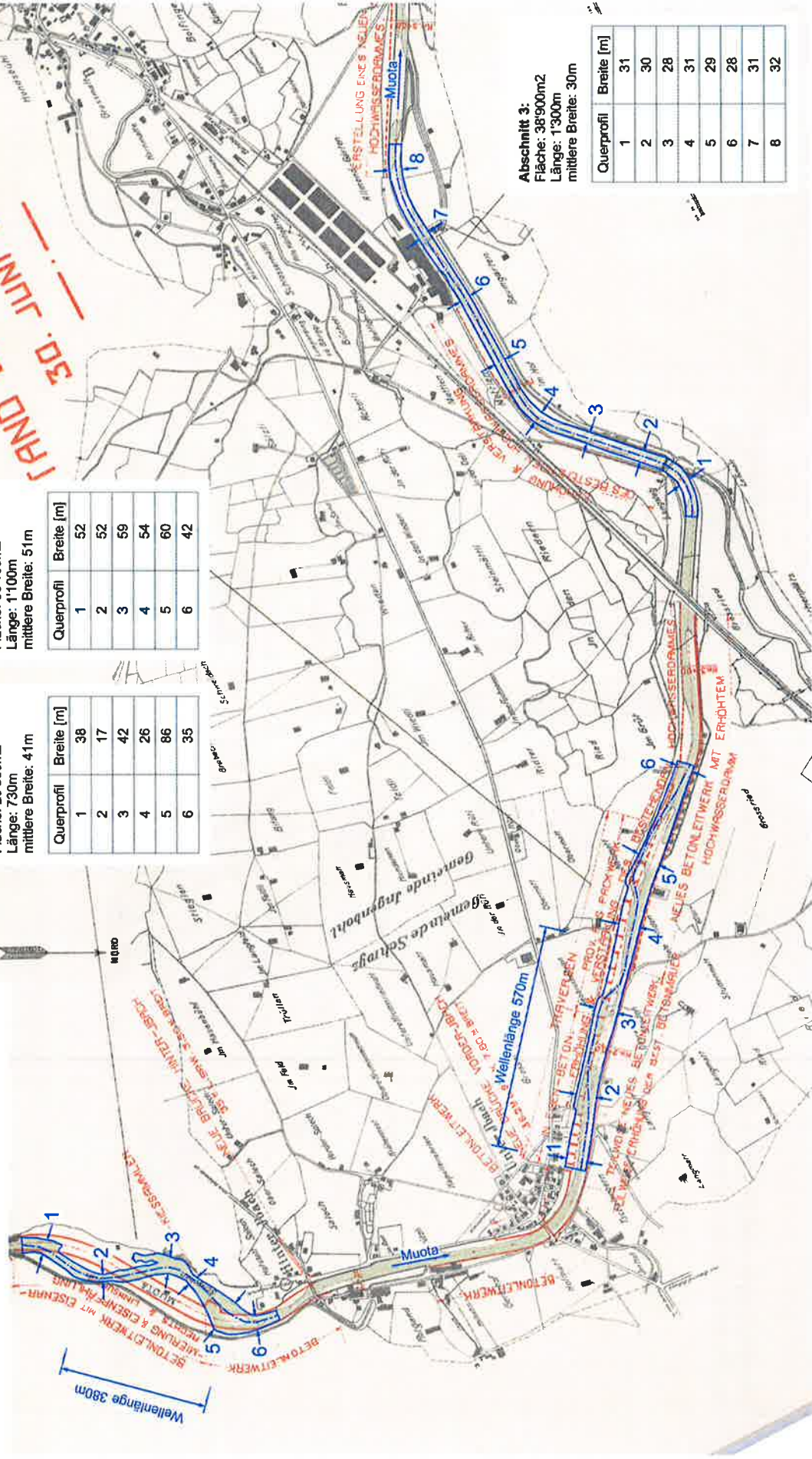




Siegfriedkarte 1894/1895: Hausmatt
vergrössert auf Massstab 1:10'000



Muotakorrektion Ibach-Brunnen, Stand der Bauarbeiten 1913
 Messstab 1:10'000



Abschnitt 1:
 Fläche: 29'500m²
 Länge: 730m
 mittlere Breite: 41m

Querprofil	Breite [m]
1	38
2	17
3	42
4	26
5	86
6	35

Abschnitt 2:
 Fläche: 56'100m²
 Länge: 1'100m
 mittlere Breite: 51m

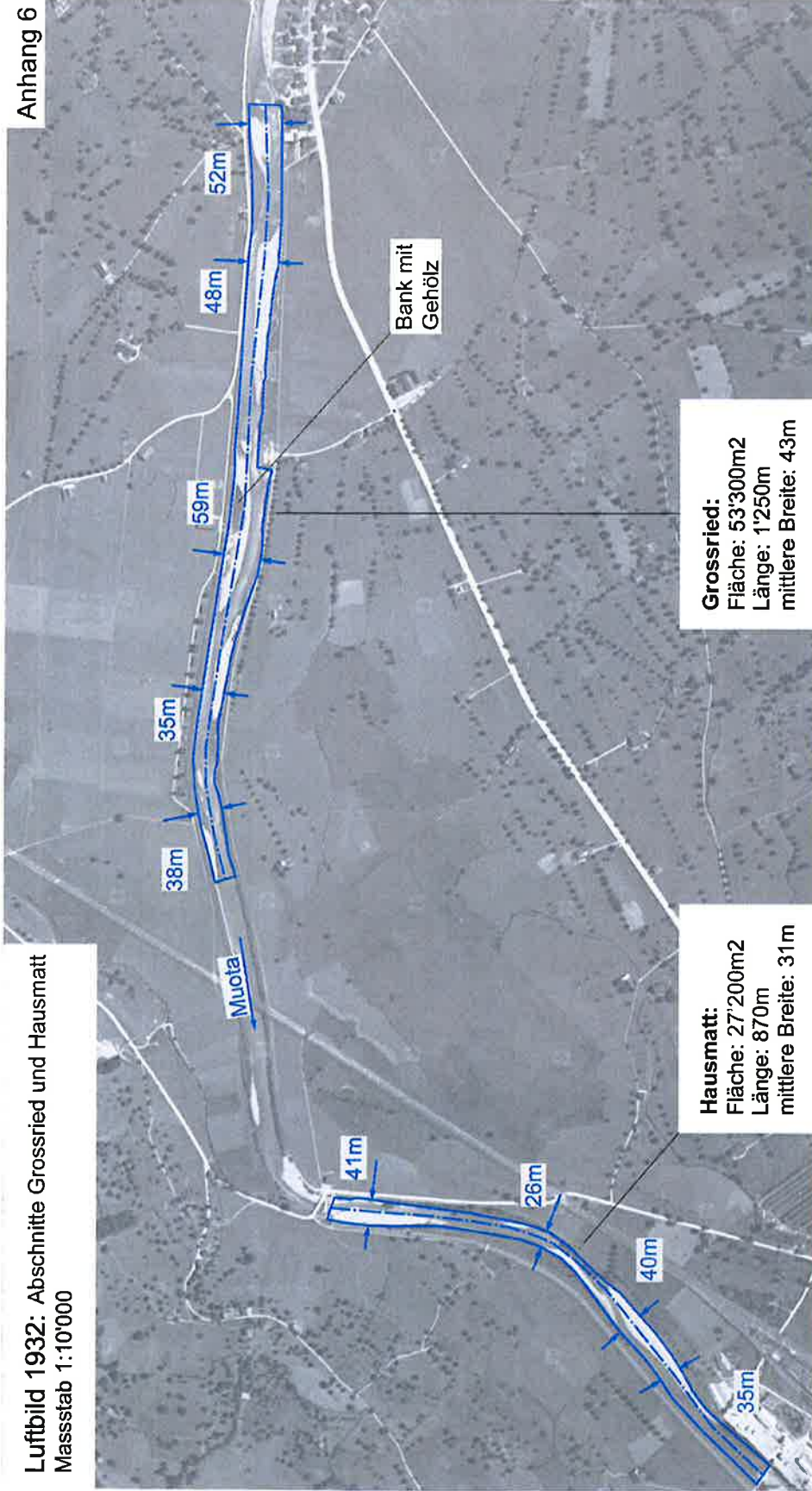
Querprofil	Breite [m]
1	52
2	52
3	59
4	54
5	60
6	42

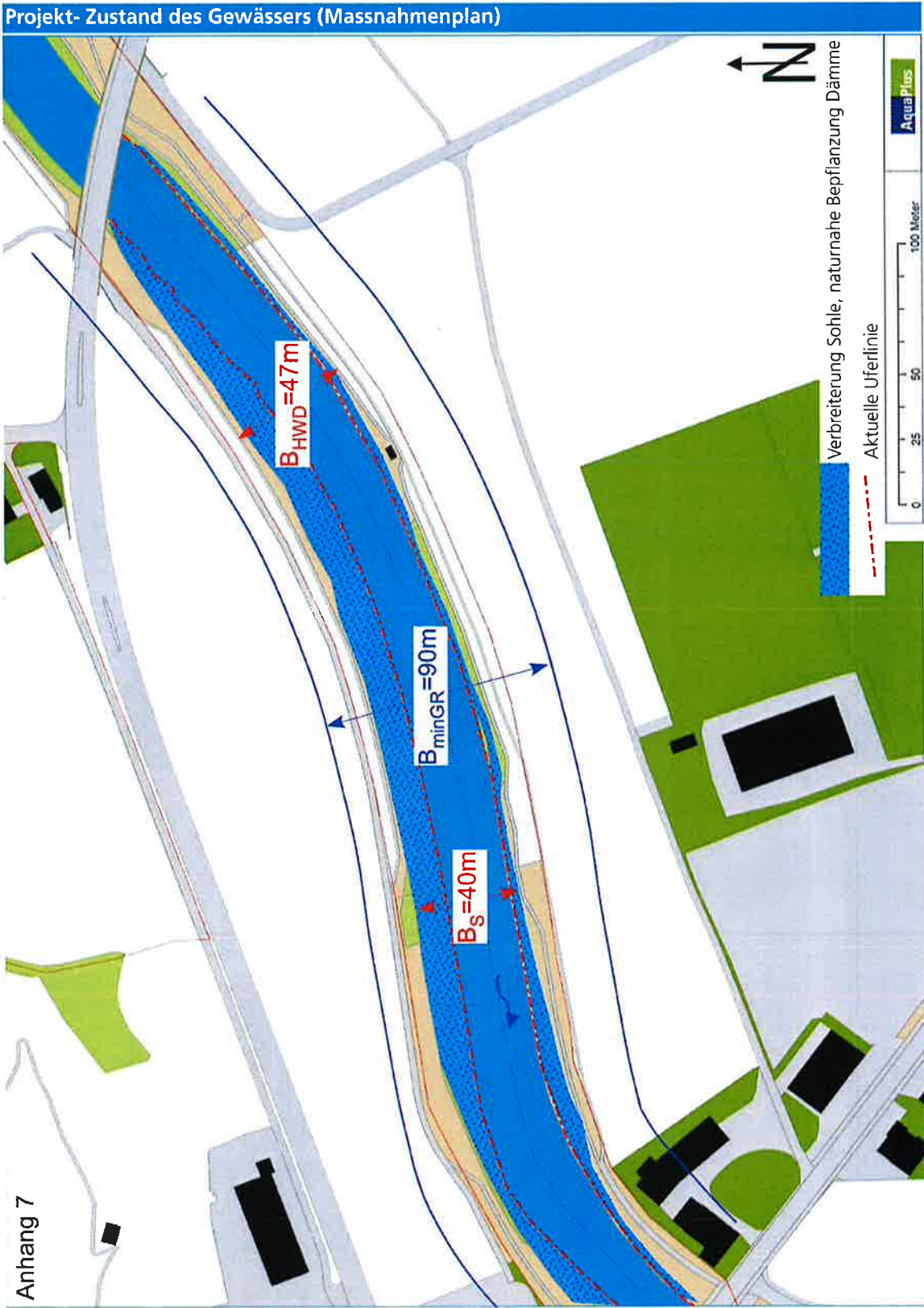
Abschnitt 3:
 Fläche: 38'900m²
 Länge: 1'300m
 mittlere Breite: 30m

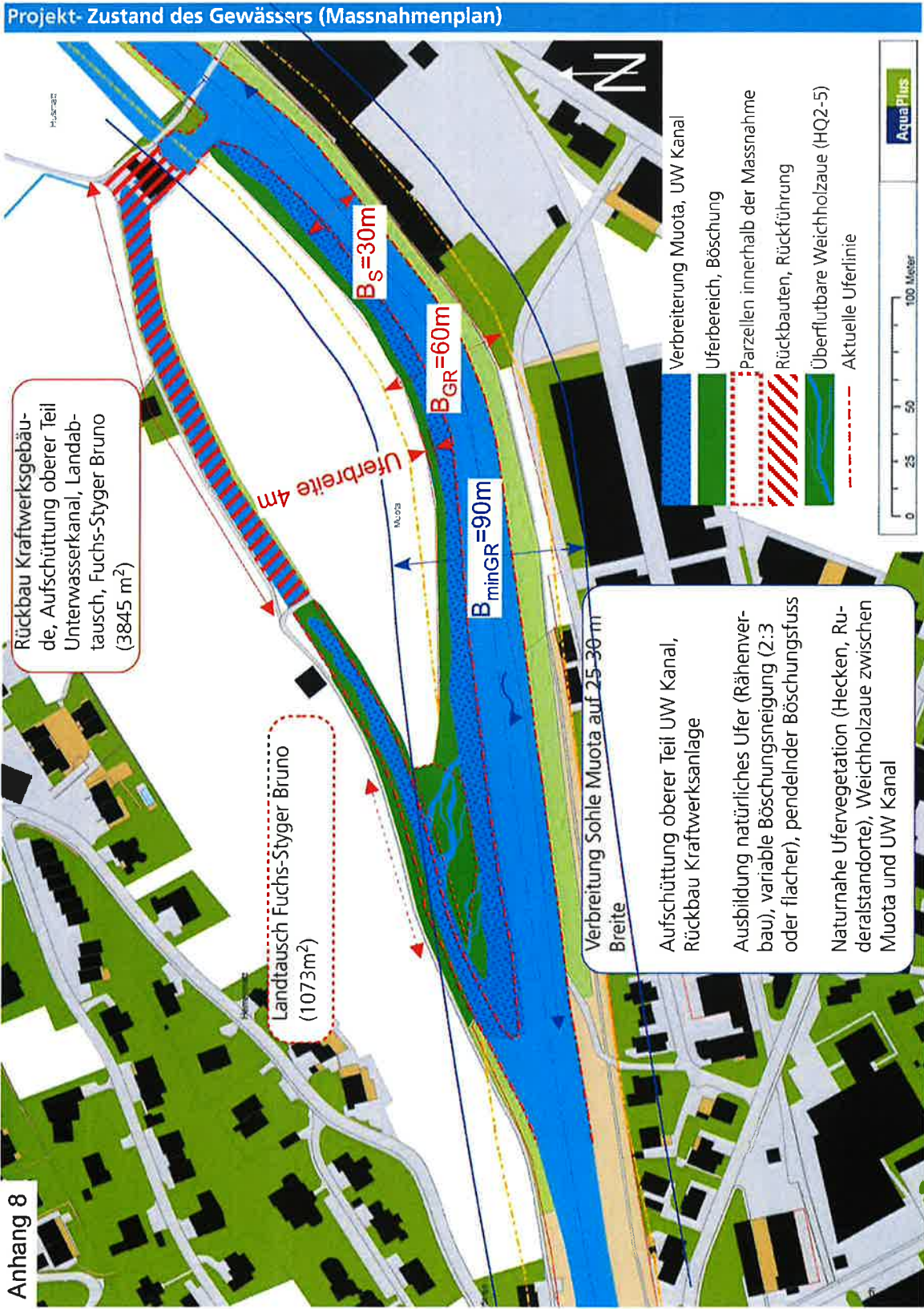
Querprofil	Breite [m]
1	31
2	30
3	28
4	31
5	29
6	28
7	31
8	32

Anhang 6

Luftbild 1932: Abschnitte Grossried und Hausmatt
Massstab 1:10'000



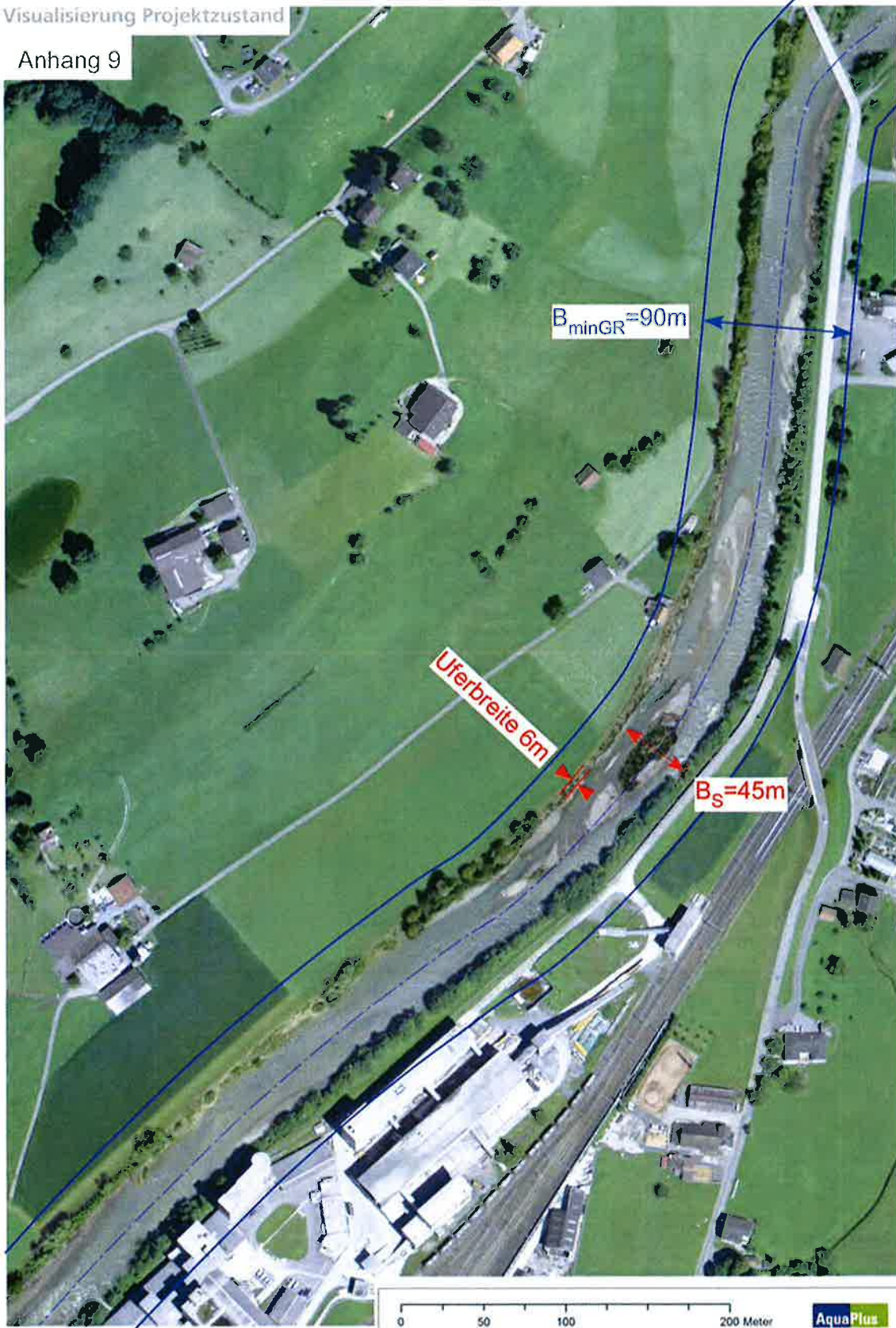




Aufwertung EWS (Oberwasserkanal) Massnahmen Nr. 3 2/

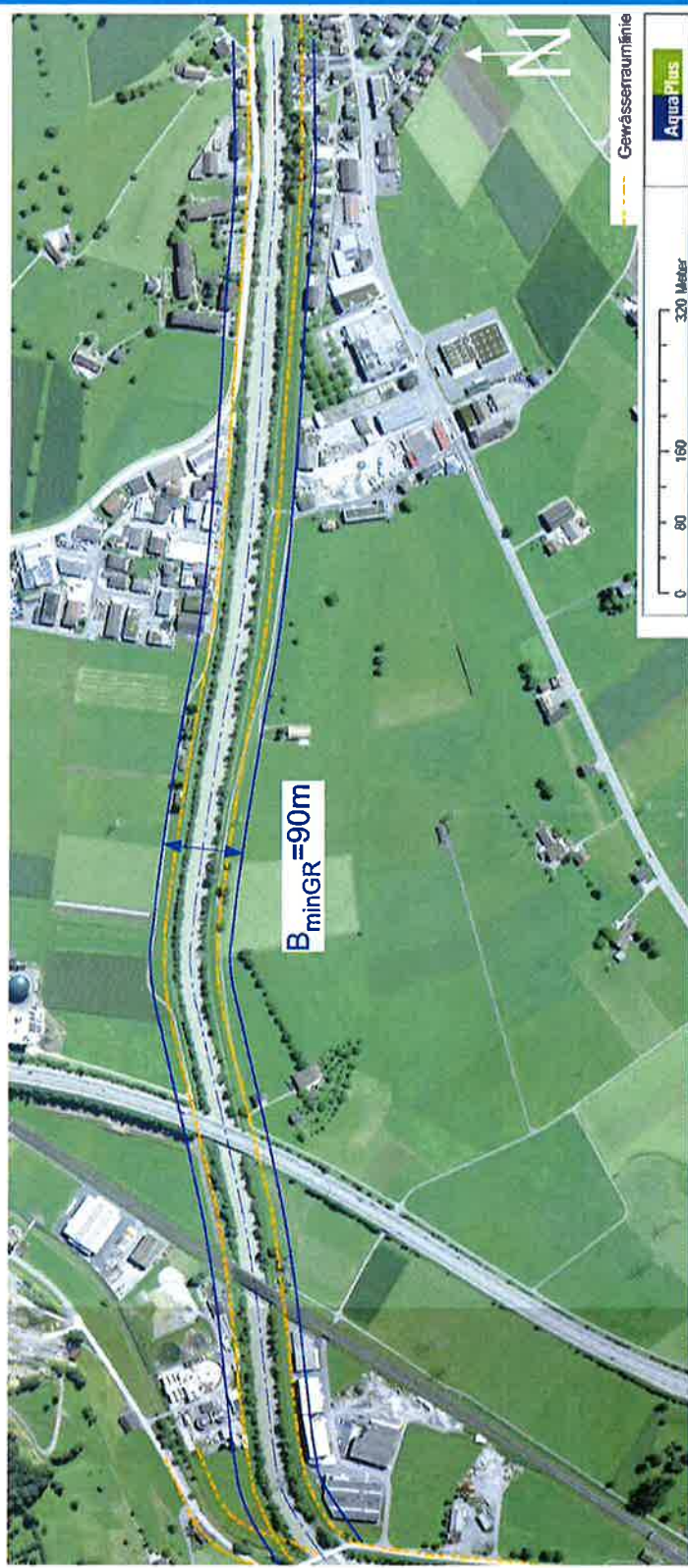
Visualisierung Projektzustand

Anhang 9

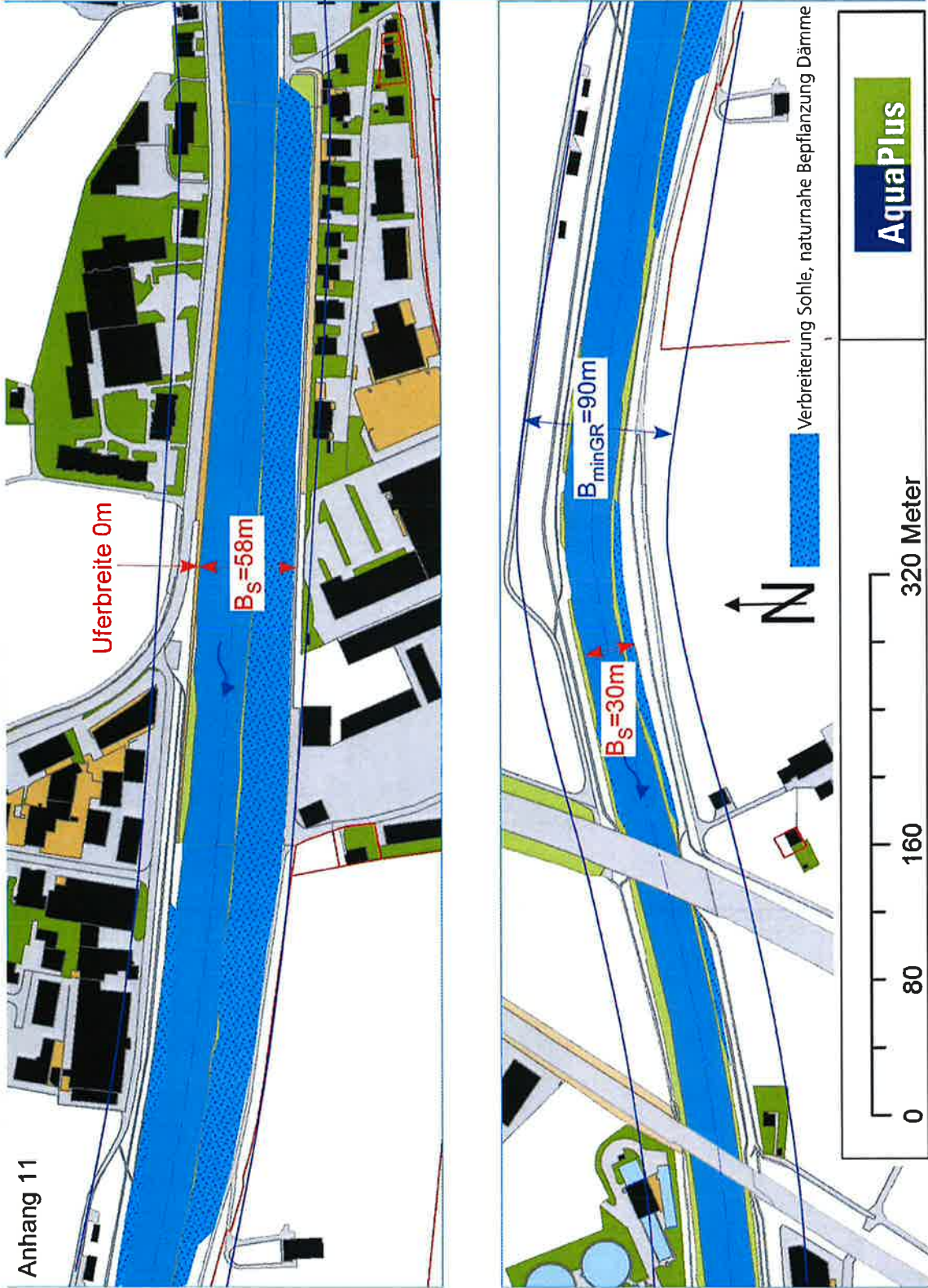


Anhang 10

Ist- Zustand des Gewässers



Projekt- Zustand des Gewässers (Massnahmenplan)



<p>Iszustand (Luftbild und Foto)</p>	<p>Abschnittslänge: 450m Breite (Mittelwasserspiegel): 21 - 24m. Linienführung: Rechtskrümmung, anschliessend gestreckt. Morphologie: Eingeengtes Gerinne, Flache, alternierend angeordnete Bänke. Geringe Breiten- und Tiefenvariabilität. Ufer: Steil, befestigt, mit schmalen, lokal fehlendem Gehölzstreifen. Abflussregime: Restwasserstrecke KW Ingenbohl. Fazit: Beeinträchtigte Morphologie. Ungenügender Gewässerraum. Beeinträchtigt Abflussregime.</p>
<p>Ziele Randbedingungen</p>	<p>Wiederherstellung einer verzweigten, dynamischen Flussaue. KW Ingenbohl; Industrie; Hochwasserschutz. Geschlebehalt wird saniert. Grundwasserschutzzone: Nein. Kataster der belasteten Standorte: Nein. Leitungen nicht erhoben.</p>
<p>Revitalisierungs- massnahmen (Luftbild)</p>	<p>Rechtsufig Anlegen eines verzweigten Seitengerinnes mit grosser Breiten- und Tiefenvariabilität. Aufwertung der Anschlussflächen (Extensivierung, Amphibienstandorte). Breite Gewässerraum bis 90m. Eventuell Bau einer Lenkbuhne beim Einlauf des Seitengerinnes. Lokale Ufersicherung und Rückführung in das bestehende Gerinne.</p>
<p>Entwicklung</p>	<p>Migration der Teilgerinne bei Hochwasser, Ufererosion (Inseln und rechtes Ufer); Anlandung und Sukzession. Wegen des stark reduzierten Abflusses werden die Gerinne seitlich zunehmend einwachsen. Die Abflussaufteilung führt beim Dotierabfluss zu lokal ungenügender Wassertiefe. Es entsteht ein vielfältiger terrestrischer Lebensraum.</p>
<p>Hochwasserschutz</p>	<p>Der Hochwasserschutz verläuft entlang der Perimetergrenze.</p>
<p>Bewertung</p>	<p>Unzulässige Erosionen werden durch harte Verbauungen verhindert. Die Teilgerinne werden sich in Abhängigkeit des Auftretens mittlerer und grosser Hochwasserereignisse verlagern. Wegen des beeinflussten Abflussregimes eher reduzierte Dynamik mit Einwachsen der Gerinne und ungünstigen Strömungsverhältnisse beim Dotierabfluss. Fazit: Wegen eher kurzer Länge und Restwasserabfluss geringes Aufwertungspotenzial (Priorität 3).</p>
<p>Weiterführende Revitalisierung</p>	<p>Potenzial wird ausgeschöpft.</p>

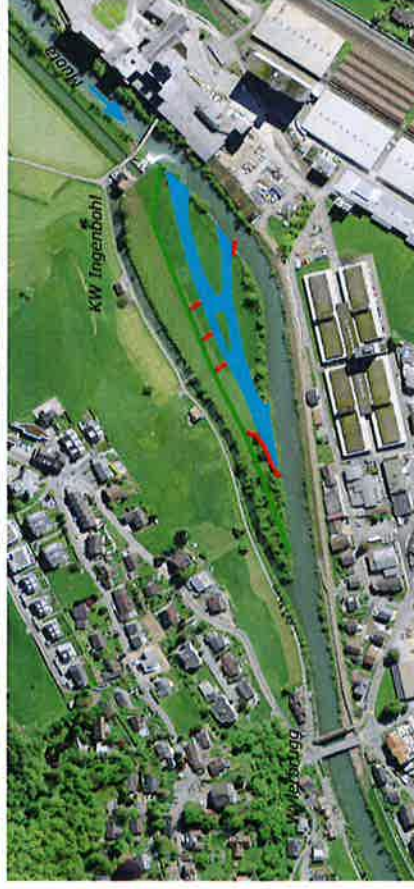


Bild oben (google): Restwasserstrecke bei Niedrasserabfluss mit Bänken.
Bild unten (swissstop): Muota mit Verzweigung, Ufersicherung (rot, schematisch) und Perimeter (grün).
Massstab 1 : 5'000.



Muota ab Brücke KW Ingenbohl mit Entlastung und Insel zwischen Muota und Unterwasserkanal.
Blick flussabwärts.
12.6.2015

