

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT FÜR UMWELT UND NATÜRLICHE RESSOURCEN

Geschiebemanagement und Standorte für Kieszugaben in der Glatt

Zertifikatsarbeit
CAS Gewässerrenaturierung

von
Lehner Martina
Zertifikatslehrgang 2021/22
Abgabetermin: 31. August 2022

FachkorrektorIn:
Prof. Dr.-Ing Markus Noack
Hochschule Karlsruhe, Postfach 2440, D-76012 Karlsruhe



Zitiervorschlag

Lehner, M. (2022). Geschiebemanagement und Standorte für Kieszugaben in der Glatt. Zertifikatsarbeit CAS Gewässerrenaturierung. ZHAW, Wädenswil.

Adresse Institut

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW, Departement Life Sciences und Facility Management, Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen UNR, Grüental, 8820 Wädenswil, Schweiz.

Schlagworte

Fließgewässer Glatt, Geschiebemanagement, Wasserkraft, Sanierung, Kieszugaben, Revitalisierung

Zusammenfassung

Angestossen durch die Volksinitiative "Lebendiges Wasser" wurde im Jahre 2011 das Gewässerschutzgesetz revidiert und fordert seither die Revitalisierung der Gewässer sowie die Beseitigung der negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung. Der Wissbach und die Glatt im Kanton St. Gallen sind seit ca. hundert Jahren geprägt durch Wasserkraftwerke. Dies hat zu wertvollen und spannenden Lebensräumen, im Gegenzug aber zu Defiziten im Geschiebehaushalt geführt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Möglichkeiten der Geschiebezugabe im Unterlauf des Kraftwerkes Buchholz untersucht. Anhand von Feldaufnahmen und zehn Kriterien konnten drei geeignete Standorte gefunden werden, an welchen das Geschiebe ohne grösseren Aufwand der Glatt zugegeben werden kann. Die Umsetzung der Massnahmen ist durch den gesetzlichen Auftrag der "Sanierung Wasserkraft" politisch und finanziell gesichert.

Durch die Massnahmen werden lokale positive Effekte auf die Flussmorphologie erwartet, ohne jedoch die gesamte Auendynamik wieder herstellen zu können. Für die Überwachung und die Erfolgskontrolle ist es wichtig, dass vorgängig messbare Zielen formuliert werden. Die öffentliche Kommunikation sollte ebenfalls im Projekt integriert werden.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Material und Methoden	2
2.1	Rechtliche Grundlagen.....	2
2.1.1	Gewässerschutzgesetz.....	2
2.1.2	Gewässerschutzverordnung	2
2.1.3	Auenverordnung	2
2.1.4	Schutzverordnung Glatt-Wissenbach.....	2
2.2	Untersuchungsperimeter	3
2.3	Verfügbare Literatur und Studien im Untersuchungsgebiet	4
2.4	Historische Karten.....	5
2.5	Schüttungs-Standorte	5
2.6	Nutzwertanalyse verschiedener Standorte	5
2.7	Feldaufnahmen	6
2.8	Hydrologie.....	6
3	Resultate	7
3.1	Ausgangszustand.....	7
3.1.1	Geologie	7
3.1.2	Natürliche Geschiebezufuhr.....	7
3.1.3	Morphologie.....	8
3.1.4	Wasserkraftnutzung.....	9
3.2	Handlungsbedarf.....	14
3.2.1	Sanierung Wasserkraft	14
3.2.2	Revitalisierungsplanung.....	16
3.3	Geschiebezugaben	16
3.3.1	Standorte.....	16
3.3.2	Nutzwertanalyse	19
3.3.3	Geeignete Zugabestellen.....	20
3.3.4	Zugabemengen	24
3.3.5	Einbau / Schüttung	25
3.3.6	Material und Korngrössen.....	26
3.3.7	Zeitpunkt der Schüttungen.....	27
3.3.8	Lokale Auswirkungen	27
3.3.9	Zeithorizont.....	29
3.3.10	Kosten	29
3.4	Vorschlag Wirkungskontrolle / Indikatoren	30

4	Diskussion	31
5	Fazit.....	35
6	Ausblick	36
7	Literaturverzeichnis.....	37
	Anhangsverzeichnis	39

1 Einleitung

Verschiedene Wasserkraftanlagen an der Glatt und in deren Einzugsgebiet, namentlich am Wissbach, sind für Geschiebe nicht durchgängig. Aufgrund der reduzierten Transportkapazität und der resulitierenden Verlandung, haben sich in den entsprechenden Stauwurzelbereichen wertvolle Auengebiete und Amphibienstandorte entwickelt. Im Unterlauf der Glatt und im Auengebiet von nationaler Bedeutung¹ führt dies jedoch zu einem markanten Geschiebedefizit (Schälchli & Abegg, 2005). Im Rahmen der Sanierung Wasserkraft nach Gewässerschutzgesetz 2011 wurde die Situation analysiert und eine wesentliche Beeinträchtigung des Geschiebehaushalts festgestellt (Amt für Umwelt und Energie St.Gallen, 2013).

Durch den Umbau und die Erweiterung einiger Anlagen hat sich die Ausgangslage seit der Geschiebestudie von 2005 erheblich verändert. Zurzeit werden verschiedene Ansätze und Lösungsmöglichkeiten für die Sanierung des Geschiebehaushalts diskutiert. Manuelle Kiesschüttungen im Unterlauf der Kraftwerkskette scheinen aus heutiger Sicht die vielversprechendste und kostengünstigste Variante zu sein (Schälchli, 2018). Noch unklar hingegen ist die Evaluation der Standorte für Schüttungen, die lokalen Auswirkungen sowie die Entwicklung der Morphologie unterhalb der Zugabestellen. Im Weiteren gilt es geeignete Parameter für die Wirkungskontrolle zu definieren.

Aufbauend auf den vorhandenen Untersuchungen zum Geschiebemanagement sollen daher drei bis vier geeignete Standorte für diese Kiesschüttungen gesucht und deren Umsetzung im Rahmen einer Nutzwertanalyse abgeschätzt werden. Darüber hinaus wird die Nachhaltigkeit dieser Massnahmen und die zu erwartenden Auswirkungen insbesondere auf die Auenlandschaft beleuchtet.

¹ Objekt Nr. 14 gemäss Anhang 1 der Verordnung über den Schutz der Auengebiete (Auenverordnung, SR 451.31)

2 Material und Methoden

Nachfolgend werden die verwendeten Grundlagen und Untersuchungsmethoden beschrieben, welche im Rahmen dieser Arbeit verwendet wurden.

2.1 Rechtliche Grundlagen

Die Pflicht zur Sanierung und Wiederherstellung des natürlichen Geschiebetriebes ergibt sich aus verschiedenen Gesetzestexten und teilweise indirekt über die Forderung zum Erhalt des natürlichen Lebensraums. Nachfolgend sind die wichtigsten Gesetze und die relevanten Artikel darin erwähnt.

2.1.1 Gewässerschutzgesetz

Gemäss Artikel 43a Abs. 1 des Gewässerschutzgesetzes (abgekürzt GSchG; SR 814.20) dürfen Anlagen den Geschiebehaushalt in einem Gewässer nicht so verändern, dass die einheimischen Tiere und Pflanzen, deren Lebensräume, der Grundwasserhaushalt und der Hochwasserschutz wesentlich beeinträchtigt werden. Eine entsprechende Beeinträchtigung liegt vor, wenn Anlagen die morphologischen Strukturen oder die morphologische Dynamik des Gewässers nachteilig verändern (Art. 42a der Gewässerschutzverordnung (abgekürzt GSchV; SR 814.201)).

2.1.2 Gewässerschutzverordnung

Im Anhang 1 der Gewässerschutzverordnung (abgekürzt GSchV; SR 814.201) ist unter Ziff. 1 Abs. 2 der Geschiebehaushalt explizit erwähnt: "Die Hydrodynamik (Geschiebetrieb, Wasserstands- und Abflussregime) und die Morphologie sollen naturnahen Verhältnissen entsprechen".

2.1.3 Auenverordnung

Gemäss Art. 4 Abs. 2 der Verordnung über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung (Auenverordnung; SR 451.31) gehört die "Wiederherstellung der natürlichen Dynamik des Gewässer- und Geschiebehaushalts (soweit es sinnvoll und machbar ist)" zum Schutzziel der Auen von nationaler Bedeutung. Die Kantone sind gemäss Art. 5 Abs. 2 Bst. c in Verbindung mit Art. 8 verpflichtet, bestehende Beeinträchtigungen, namentlich des Geschiebehaushaltes, bei "jeder sich bietenden Gelegenheit" zu beseitigen.

2.1.4 Schutzverordnung Glatt-Wissenbach

Im Jahre 2009 wurde in Zusammenarbeit mit allen Anrainergemeinden eine Schutzverordnung erarbeitet, welche am 25. September 2009 durch den Kanton St. Gallen genehmigt wurde. Die Schutzverordnung bezweckt die Bewahrung des Landschaftsbildes und die ungeschmälerte

Erhaltung der (...) Schutzgegenstände. Sie beabsichtigt insbesondere die Erhaltung und Wiederbelebung der natürlichen Flussabschnitte und deren ökologisch wertvollen Lebensräume (Art. 2 Schutzverordnung Glatt-Wissenbach, 2009).

2.2 Untersuchungsperimeter

Das Untersuchungsgebiet für mögliche Standorte zur Kieszugabe erstreckt sich entlang dem Gewässerlauf der Glatt unterhalb des Stauwehrs Buchholz (Flusslauf km 13.5 bei Koordinaten 2'734'397 / 1'251'665) bis nach Oberbüren, wo diese in die Thur mündet (siehe Abbildung 1).

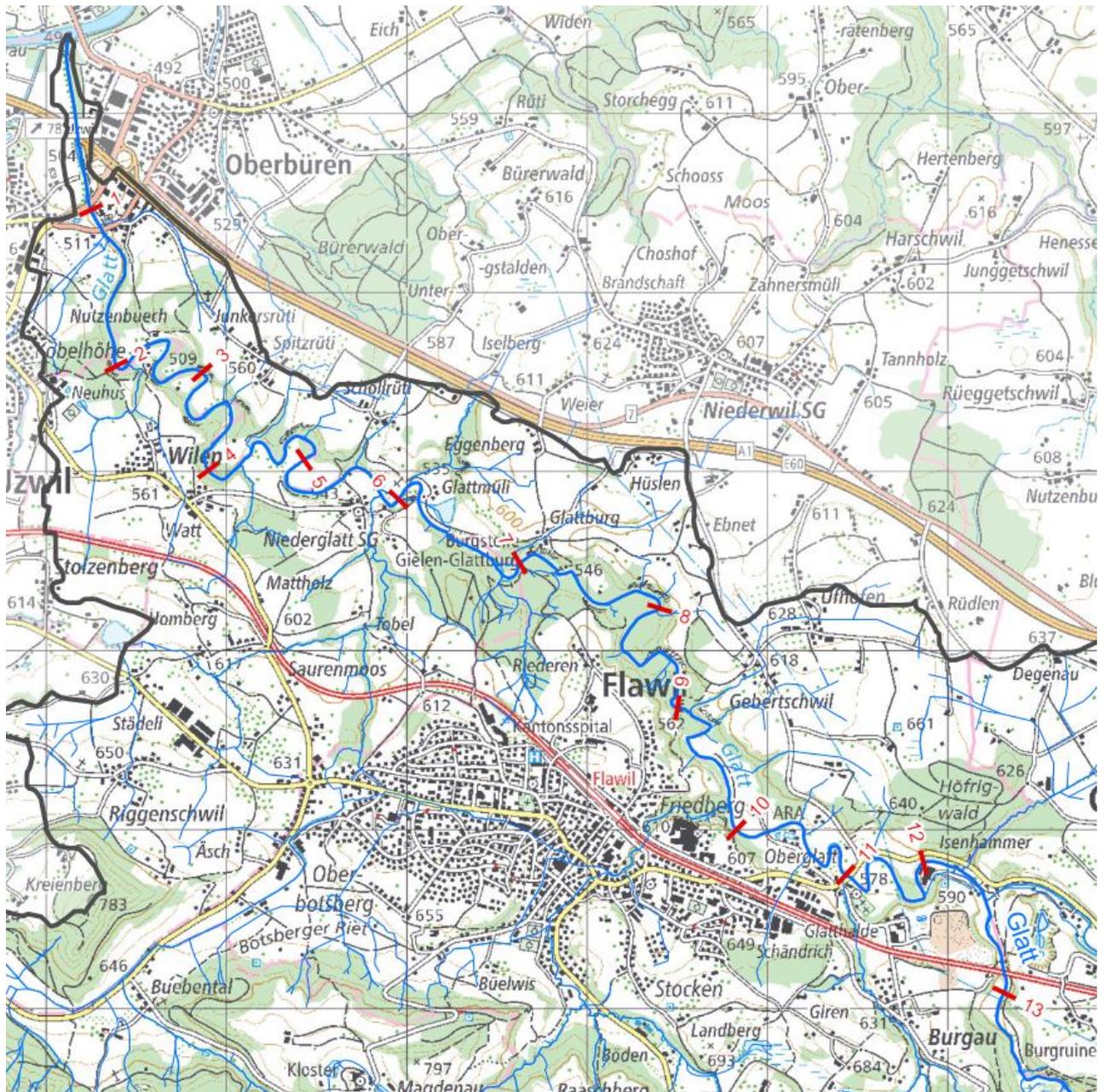


Abbildung 1 Übersicht des Untersuchungsgebiet (Ausschnitt aus der Einzugsgebietskarte im Anhang 1). Rote Zahlen = Kilometrierung Gewässerlauf, LK25; Einzugsgebiet der Glatt hervorgehoben und schwarz umrandet)

Die Glatt entspringt in Herisau und durchquert die flach-hügelige Landschaft bis nach Oberbüren, wo sie in die Thur mündet. Ihre Hauptzubringer sind der Wissbach (bei Tobelmüli, km 14.8, EZG 18 km²) und der Gossauer Dorfbach (bei Isenhammer, km 12.4, EZG 22 km²). Die Glatt weist insgesamt ein Einzugsgebiet von 90.8 km² auf, wobei der höchste Punkt in Schwellbrunn auf 1100 m ü.M. und der tiefste Punkt bei der Mündung in die Thur auf 490 m ü.M. liegt.

Infolge der Geologie (obere und untere Süsswassermolasse), der Geländestruktur und des Niederschlagsregimes ist hauptsächlich der Wissbach als Wasser- und Geschiebelieferant für die Glatt von Bedeutung. Gleichzeitig limitieren im Wesentlichen die Wasserkraftanlagen am Wissbach (v.a. das KW Schwänberg) die Geschiebweitergabe im Untersuchungsperimeter. Der Wissbach entspringt im voralpinen Gebiet nordwestlich von Schwellbrunn AR und hat ein Einzugsgebiet von 18 km². Die Karte im Anhang 1 gibt einen Überblick über das gesamte Einzugsgebiet der Glatt.

2.3 Verfügbare Literatur und Studien im Untersuchungsgebiet

Grundlage für die vorliegende Arbeit bilden die Studien gemäss Tabelle 1 welche seit dem Jahr 2005 für das Einzugsgebiet der Glatt erarbeitet wurden.

Tabelle 1 Studien im Zusammenhang mit der Entwicklung der Glatt

Titel und Inhalt	Zeitpunkt	Verfasser
Geschiebehaushalt Thur und Einzugsgebiet Projekt 4: Glatt	Juni 2005	Arge FuThur: Schälchli, Abegg + Hunzinger, Zürich Geo7 AG, Bern Schällibaum AG, Wattwil Hersche Ingenieure AG, Appenzell
Sanierungsplanung Geschiebehaushalt Wissbach und Glatt Kraftwerke Talmühle, Schwänberg, Buchholz	Dez. 2014	Flussbau AG SAH, Zürich Ökonzept, Dr. J. Barandun, St. Gallen
Entwicklungsziele Wissbach (Ziele und künftige Vorgaben für die Nutzung der Wasserkraft am Wissbach)	März 2017	Amt für Umwelt und Energie Kanton St. Gallen
Sanierung Geschiebehaushalt Kraftwerke am Wissbach und der Glatt Phase 2 - Massnahmen	Nov. 2018	Flussbau AG SAH, Zürich

Des Weiteren werden offizielle Publikationen des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), aktuelle Forschungsergebnisse und verwandte Projekte herangezogen. Diese sind im Literaturverzeichnis ersichtlich.

2.4 Historische Karten

Aufgrund von historischen Karten kann die natürliche Ausprägung eines Flusslaufes, noch vor den ersten Korrekturmassnahmen und Nutzungsanlagen Ende des 19. Jahrhunderts, abgeschätzt werden. Auf der Internetseite www.geo.admin.ch (Zeitreise) ist die Landschafts- und Siedlungsentwicklung seit der Dufourkarte aus dem Jahre 1850 bis heute einsehbar (swisstopo, 2022).

2.5 Schüttungs-Standorte

Folgende Kriterien gemäss Tabelle 2 haben zur Aufnahme und Auswertung möglicher Standorte für die Erstellung von kleineren Kiesdepots in der Glatt geführt.

Tabelle 2 Kriterien zur Auswahl von Schüttungsstandorten

Kriterium	Überlegung
Aussenkurve	Die Glatt mäandriert sehr stark, längere, gerade Fliegsstrecken gibt es in der Glatt somit nicht. Da die Transportkapazität in Aussenkurven höher ist, kann eine raschere Erosion und somit Verfrachtung der Geschiebeschüttung erwartet werden.
Zufahrts-Möglichkeit	Da die Geschiebezugaben über mehrere Jahre erfolgen und sich das Projekt in einem Schutzgebiet befindet, sind bereits bestehende Zufahrten zu nutzen. Es dürfen keine zusätzlichen Infrastrukturen erstellt werden.
Minimale Störung	Die Fahrt auf bestehenden Strassen und durch möglichst unbesiedeltes Gebiet (keine Dorfzentren) wird die Störung durch die zahlreichen Lastwagenfahrten auf ein Minimum beschränken.
Keine Hindernisse	In unmittelbarer Umgebung der Schüttung dürfen keine schützenswerten Objekte oder hochwasserkritische Infrastruktur im Flusslauf liegen (z.B. Brücken).

Mögliche Zugabestellen wurden in Anwendung der Auswahlkriterien sowie unter Zuhilfenahme der Landeskarte 1:5'000 (www.geoportal.ch) ermittelt und durch Feldbegehungen im Anschluss validiert.

2.6 Nutzwertanalyse verschiedener Standorte

Mit Hilfe der Kriterien in Tabelle 3 wurde die Durchführbarkeit von Kiesschüttungen an den genannten Standorten abgeschätzt. Die Bewertung der Kriterien wurde gutachterlich im Feld aufgenommen. Zusammen mit den Gedanken zu möglichen Risiken stellt die Nutzwertanalyse eine Entscheidungsgrundlage dar.

Tabelle 3 Kriterien der Nutzwertanalyse

Kriterium	Überlegung	Punkte [1 bis 5]	Gewichtung
Zufahrt	Strasse vorhanden / Belag Befahrbarkeit mit grösseren Lastwagen	1: in sehr schlechtem Zustand 3: Kiesweg 5: befestigte Strasse in gutem Zustand	20
Einbau / Zugang zum Gerinne	Kann das Kies im Gerinne eingebaut werden	1: nur mit erheblichem Aufwand möglich 5: direkter Zugang zur Glatt mit Baumaschinen	30

Material und Methoden

Morphologie	Kann das eingebaute Geschiebe weiter transportiert werden	1: Weitertransport stark eingeschränkt 3: teilweise 5: regelmässiger Transport über den ganzen Querschnitt	30
Ökologische Wirksamkeit	Kann das Geschiebe die ökologische Wirkung entfalten / Auflandungen entstehen am richtigen Ort	1: wenig lokale positive Effekte 5: grosser Nutzen für künftige Laichhabitate	10
Positive Nebeneffekte	Erosion kann vermindert werden / Landwirtschaftsland wird geschützt	1: kein zusätzlicher Nutzen 3: Erosion Landwirtschaftsland wird reduziert 5: Zusätzlich positive morphoogische und ökologische Nebeneffekte	10

Für die Beurteilung der Morphologie und des Weitertransports des Geschiebes im Gerinne werden das Diagramm von Da Silva (1991) und die Transportfunktion von Meyer-Peter und Müller (1949) herangezogen. Die Beiwerte für die Berechnung der Geschiebetransportkapazität werden von Schälchli, Abegg und Hunzinger (2005) übernommen. Diese behalten in diesem Punkt weiterhin ihre Gültigkeit, da die Veränderungen im Geschiebemanagement oberhalb des Wehrs Buchholz bis dato keine Auswirkungen auf die Mäanderstrecke haben.

2.7 Feldaufnahmen

Am 14. Januar 2022 fand ein erster Überblick und Eindruck von der Mündung bis nach Niederglatt statt. Da im Winter / Frühjahr noch wenig Vegetation vorhanden ist, sind die Standorte gut einsehbar. Daher wurden die Feldaufnahmen am 18. März und 29. April 2022 durchgeführt. Vor Ort wurden die Kriterien anhand der Tabelle 3 bewertet und mit Fotoaufnahmen dokumentiert.

2.8 Hydrologie

Die Messstelle SG8401 an der Glatt in Oberbüren weist ein Einzugsgebiet von 87.8 km² auf. Es sind sämtliche Daten aus den Jahren 1984 bis heute vorhanden und können ausgewertet werden (AWE St.Gallen, 6.5.2022).

3 Resultate

Anhand der oben beschriebenen Grundlagen und Überlegungen werden nachfolgend die Resultate beschrieben. Dieses Kapitel gibt Antworten auf die Fragen, wie der heutige Zustand der Glatt aussieht, welcher Handlungsbedarf daraus entsteht und wie das Geschiebedefizit durch gezielte Schüttungen behoben werden kann.

3.1 Ausgangszustand

Nachfolgend werden die aktuellen Verhältnisse aufgrund der Literaturstudie und den Feldbeobachtungen erörtert, zusammengefasst und beschrieben.

3.1.1 Geologie

Im südlichen Einzugsgebiet der Glatt (Grossraum Degersheim) besteht der Untergrund aus mächtigen Nagelfluhbändern der Süsswassermolasse. Diese sind relativ feinkörnig und zerfallen leicht (Schälchli & Abegg, 2005).

Das nördliche Einzugsgebiet (Gossau, Uzwil) ist geprägt durch mittelländische Molasse der Würm-Vergletscherung und nur an wenigen Stellen aufgeschlossen. Es sind keine mächtigen Nagelfluhbänke vorhanden.

3.1.2 Natürliche Geschiebezufuhr

Das Einzugsgebiet des Wissbachs befindet sich ausschliesslich in der Zone der Süsswassermolasse. Durch die einfache Mobilisierung der oft unterspülten Nagelfluhbänder, ist dessen Bedeutung für den Geschiebeeintrag in die Glatt offensichtlich. Das Geschiebe gelangt aus den steilen Hängen durch Rutschungen, Rinnen oder kleinere Murgänge direkt in den Bach und wird dort in Richtung Glatt transportiert. Schälchli und Abegg (2005) schätzen die spezifische Geschiebelieferung des Wissbachs auf $37 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{a}$. Heute gelangen jedoch nur ca. $20 \text{ m}^3/\text{a}$ in die Glatt, da alles Geschiebe im Stausee Schwänberg zurückgehalten wird (Schälchli, 2018).

Die Geschiebezufuhr auf der weniger geneigten Strecke im Mittellauf der Glatt zwischen Gossau und Oberbüren spielt bezüglich Geschiebeeintrag eine untergeordnete Rolle. (Schälchli & Abegg, 2005). Von der natürlichen Geschiebefracht der Glatt (ca. $1'000 \text{ m}^3/\text{a}$), gelangen heute nur ca. $200 \text{ m}^3/\text{a}$ bis in die Thur (Schälchli, 2018).

3.1.3 Morphologie

Die Talform und die Geologie haben einen entscheidenden Einfluss auf die Ausprägung eines Gewässers (Noack, 2021). Durch die geringe Neigung und das feine Sediment hat sich ein Talmäander gebildet (Da Silva, 1991). Der Blick in die historischen Karten (siehe Abbildung 2) zeigt, dass die Mäanderform der Glatt zwischen Flawil und Oberbüren bereits vor Inbetriebnahme sämtlicher Kraftwerke bestand. Die Eschmann-Karte datiert aus dem Jahre 1850 (siehe Abbildung 2). Es kann deshalb angenommen werden, dass die natürliche Gerinneform der Glatt auf der heutigen Auen-Strecke ein mäandrierender Flusslauf ist. Eine andere Gerinneform, z.B. ein verzweigtes Gerinne, kann und soll deshalb nicht angestrebt werden.

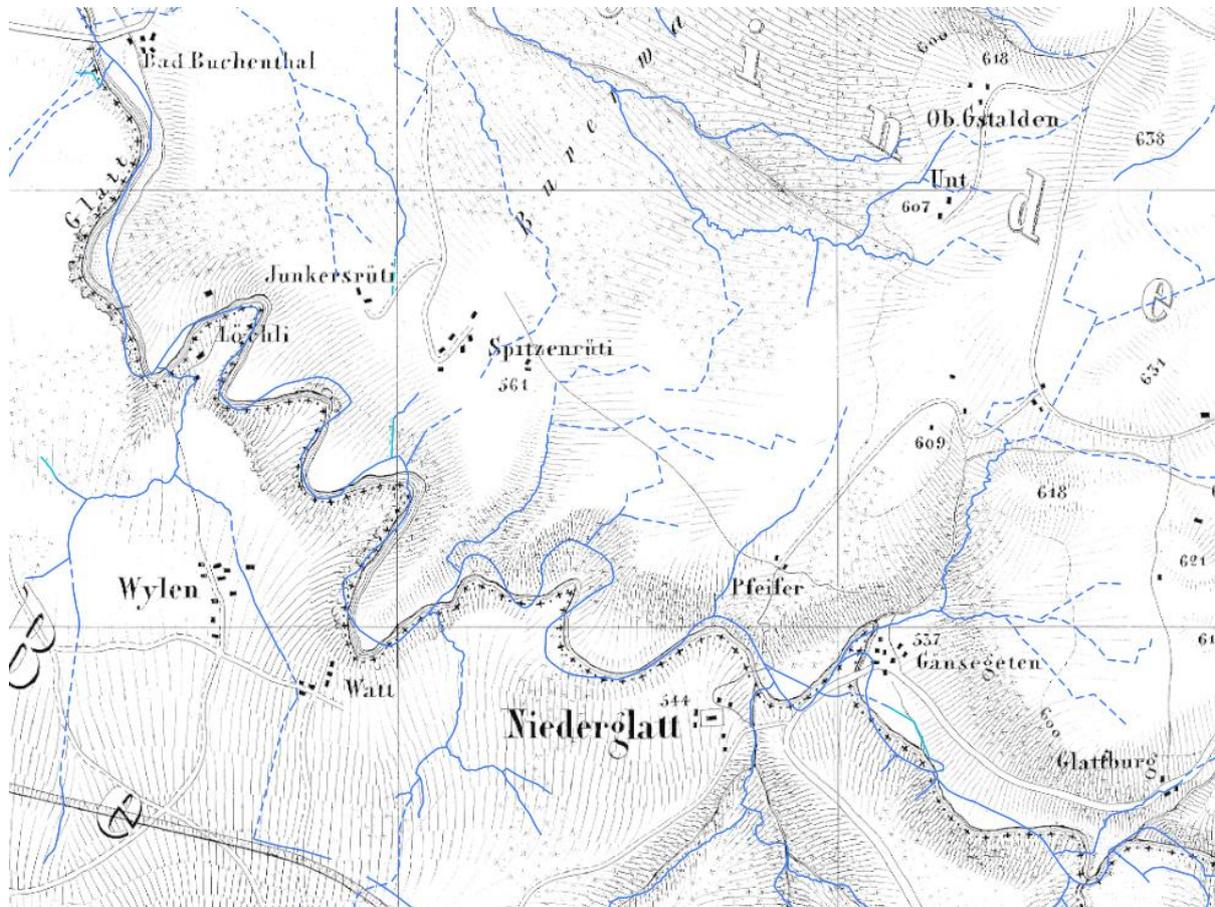


Abbildung 2 Überlagerung der Eschmann Karte (Hintergrund) mit dem heutigen Gewässernetz (blaue Linien)

Die Glatt hat sich auf der Mäanderstrecke 1 bis 2 Meter in die eigenen Alluvionen eingetieft. Die Geschiebetransportkapazität des dominanten Gerinnes steigt damit weiter an und die lokale Sohleneintiefung schreitet voran (Marti, 2006). Diese Effekte, welche Marti (2006) in Versuchen zeigte, können heute bei der Glatt beobachtet werden. Die Flusssohle ist stellenweise bis zum anstehenden Fels ausgeräumt (Abbildung 3). Die Abbildung 3 zeigt exemplarisch, wie die Glatt im Bereich der Mäanderstrecke oft anzutreffen ist. Auf der

Gerinnesohle ist wenig oder kein Kies sichtbar, es bilden sich Algen und die Ufer erodieren. Dies sind augenfällige Merkmale eines Geschiebedefizits und fehlender Dynamik. Die Transportkapazität ist deutlich höher als das zur Verfügung stehende Material, weshalb die Ufer erodiert werden und alles vorhandene Material abtransportiert wird. Der Algenbewuchs auf der Gerinnesohle weist darauf hin, dass kein neues Geschiebe in diesen Abschnitt transportiert wird und die Sohle infolge des Abpflasterungseffektes nicht mehr umgelagert wird.



Abbildung 3 Ausgeräumte Flusssohle mit Algenbewuchs und seitlicher Erosion (Glatt bei Flawil, km 10.2, Blick in Flussrichtung, Foto M. Lehner, 18.3.2022)

3.1.4 Wasserkraftnutzung

Der Geschiebetransport im Wissbach und folglich auch in der Glatt ist sehr stark geprägt durch die Wasserkraftnutzung und der damit verbundenen Anlagen im Gewässer.

Am Wissbach

Das Geschiebe aus dem Einzugsgebiet des Wissbachs wird als erstes beim **Kraftwerk Talmühle** abgelagert (siehe Abbildung 4). Dieses besteht seit knapp 100 Jahren und wurde im Jahre 2021 bis 2022 erneuert. Wo früher alles Geschiebe zurückgehalten wurde, besteht heute eine Klappe, welche sich bei Hochwasser absenkt. Da der Stauram weitgehend

verlandet ist, wird die Anlage geschiebgängig. Die anfallende Geschiebefracht von 350 – 400 m³/a (Schälchli & Barandun, 2014) kann somit weiter transportiert werden.



Abbildung 4 Übersicht Wasserkraftwerke am Wissbach (Fließrichtung von Süd nach Nord)

Das Wehr des **Kraftwerks Haslenmühle** ist vollständig hinterfüllt und stellt somit kein Hindernis für das Geschiebe dar.

Die Talsperre des **Kraftwerk Schwänberg** stellt im aktuellen Zustand eine Geschiebefalle dar. Die Staumauer wurde 1916 erstellt. Seither lagert sich sämtliches Geschiebe, welche der Wissbach mitführt, im Stauraum ab. Das ursprüngliche Volumen wird mit 75'000 m³ angegeben (Schälchli & Abegg, 2005), wobei man heute von einem restlichen Volumen von ca. 35'000 m³ ausgeht (Schälchli, 2018). Mit einer vollständigen Verlandung ist in den nächsten Jahrzehnten nicht zu rechnen. Die Ablagerungen im Deltabereich des Stausees führen immer wieder zur Einkiesung des Unterwassers des KW Halsenmühle. Diese wurden in der Vergangenheit mit Kleinstbaggern entfernen. Zudem würde die fortschreitende Auflandung zur Abtrennung des Feuchtgebietes auf der linken Uferseite führen, welches aus verschiedenen

Gründen (u.a. Trockenfallen eines Amphibienvorkommens von nat. Bedeutung; AR 118) nicht erwünscht ist.

Ein entsprechendes Projekt befindet sich zurzeit in Ausarbeitung.

An der Glatt

Das oberste Kraftwerk in der Glatt ist die Anlage **Buchholz**, welche ebenfalls schon mehr als 100 Jahre genutzt wird. Auch hier wird zurzeit alles Geschiebe zurückgehalten. Das Wehr wurde 2006 verstärkt und auf eine vollständige Hinterfüllung ausgelegt. Die Geschiebefront befindet sich noch ca. 50 m vor dem Wehr (siehe Abbildung 5). Mit einer teilweisen Geschiebedurchgängigkeit wird in ca. 10 Jahren und mit der vollständigen Durchgängigkeit in ca. 45 Jahren gerechnet (Schälchli, 2018). Diese Zeit wird sich aufgrund der vorerwähnten Projekte am Wissbach reduzieren. Wann die Anlage Buchholz effektiv durchgängig wird hängt in hohem Masse von der Umsetzung des Projekts der Anlage Schwänberg ab.



Abbildung 5 Geschiebefront vor dem Kraftwerk Buchholz (Foto M. Lehner, 29.4.2022)

Weiter Fluss abwärts befindet sich das **Kraftwerk Isenhammer**. Wie in Abbildung 7 zu sehen, ist das Wehr bereits hinterfüllt und für das Geschiebe der Glatt sowie des kurz davor einmündenden Gossauer Dorfbach durchgängig.



Abbildung 6 Übersicht Wasserkraftwerke entlang der Glatt (Fliessrichtung von Südost nach Nordwest)

Wie in Abbildung 6 sichtbar, befindet sich inmitten in der Mäanderstrecke der Glatt und des Auenperimeters als letztes Wasserkraftwerk die Anlage **Niederglatt**. Auch hier ist das Wehr vollständig hinterfüllt und das Geschiebe wird bei entsprechenden Abflussverhältnissen weitergeleitet.



Abbildung 7 Kraftwerk Isenhammer mit Wehr vollständig hinterfüllt (Foto M. Lehner, 29.4.2022)

Zusammenfassung Geschieberückhalt

Wie bereits Schälchli und Abegg 2005 dargelegt haben, wird das Geschiebe auch heute noch von der Anlage Schwänberg und Buchholz zurückgehalten (siehe Abbildung 8). Anders als in Schälchli und Abegg (2005) beschrieben, ist die Anlage Talmühle mittlerweile durchgängig. Die Staumauer Schwänberg soll künftig mit einer absenkbaren Klappe ausgerüstet und auf die vollständige Verlandung verstärkt werden. Die Zeit bis zur Geschiebedurchgängigkeit vom Wissbach in die Glatt kann somit um einige Jahrzehnte verkürzt werden.

In der Glatt ist somit bis zur Umsetzung der Sanierung des KW Schwänberg und deren Durchgängigkeit für Geschiebe nicht mit einem nennenswert höheren Geschiebeaufkommen zu rechnen.

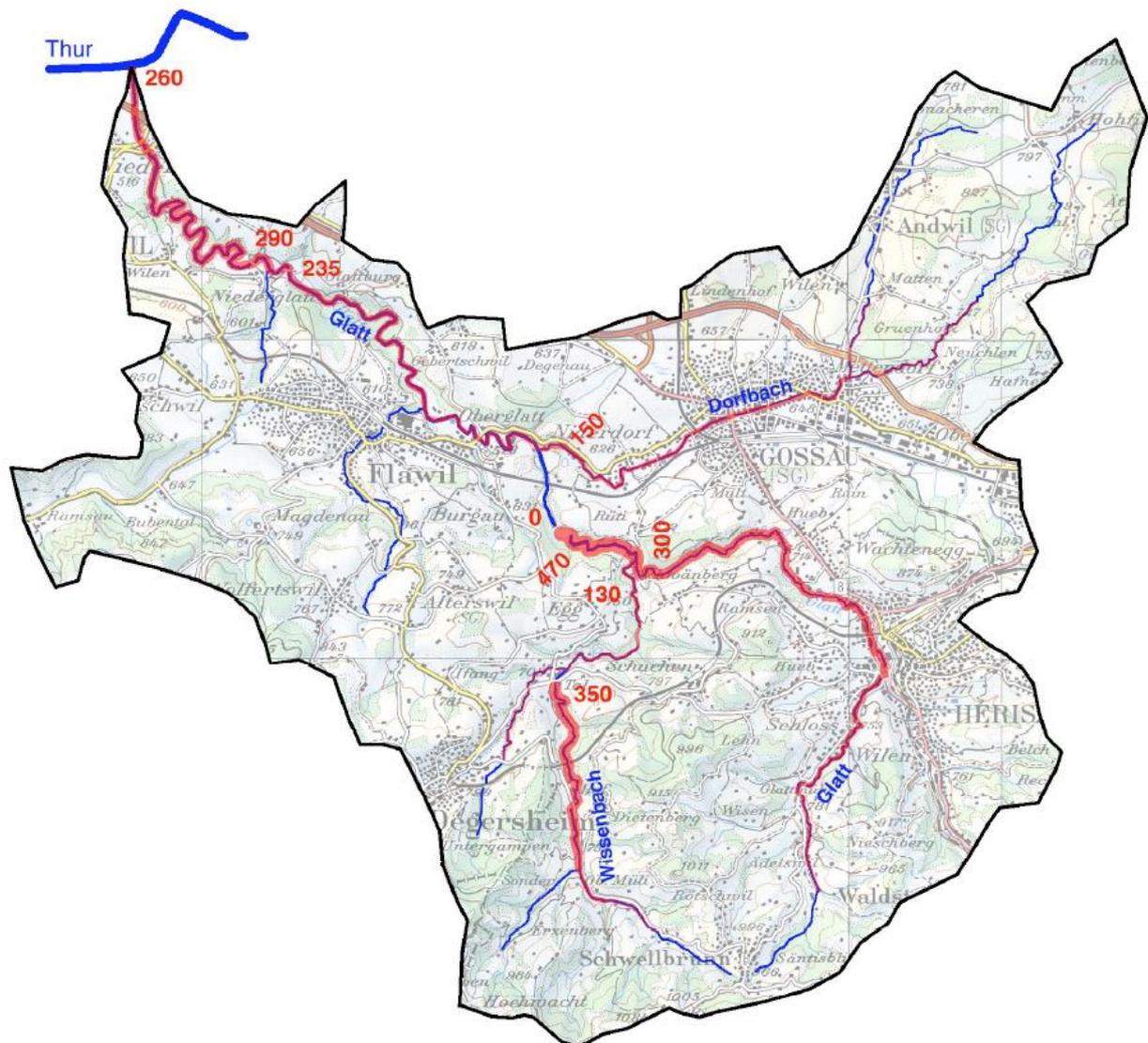


Abbildung 8: Übersicht der Geschiebefrachten. Die Strichstärke (in rot) gibt das Geschiebeaufkommen im Einzugsgebiet der Glatt wieder (aus (Schälchli & Abegg, 2005))

3.2 Handlungsbedarf

Der Handlungsbedarf ergibt sich einerseits aus der Sanierung Wasserkraft (Art. 43a GSchG) und andererseits aus der Revitalisierungspflicht, welche ebenfalls ein zentraler Bestandteil des revidierten Gewässerschutzgesetzes 2011 darstellt (siehe Kapitel 2.1). Zudem ist die Auendynamik stark eingeschränkt, was im Widerspruch zur Schutzverordnung (Stadt Gossau, 2009) steht.

3.2.1 Sanierung Wasserkraft

Im Schlussbericht des Kanton St. Gallen (Amt für Umwelt und Energie, 2014) wurde festgehalten, dass das Kraftwerk Buchholz, das Kraftwerk Schwänberg und das Kraftwerk Talmühle eine wesentliche Beeinträchtigung des Geschiebehaushaltes bewirken und deshalb zu sanieren sind. Das oberste Kraftwerk Talmühle wurde mittlerweile vollständig erneuert und

mit einer Klappe versehen, welche das Geschiebe bei entsprechenden Wasserständen ins Unterwasser leitet (siehe Abbildung 9) und ist somit saniert.



Abbildung 9 Kraftwerk Talmühle mit Geschiebeklappe (Foto Beat Müller, 20.5.2022)

Beim Kraftwerk Schwänberg steht 2026 eine Neukonzessionierung an. Im Zuge dessen werden verschiedene Varianten zum Geschiebemanagement diskutiert. Eine vollständige Durchgängigkeit ist aufgrund der Grösse des verbleibenden Stauvolumens auch in den kommenden Jahren nicht verhältnismässig und würde den Schutzinteressen (Amphibiengebiet im Deltabereich) zuwiderlaufen.

Wie in Kapitel 3.1.4 erläutert, würde auch bei vollständiger Geschiebdurchgängigkeit der Anlagen am Wissbach das Geschiebedfizit unterhalb der Anlage Buchholz für die kommenden ca. 30 Jahre bestehen bleiben. Für das Kraftwerk Buchholz wurde daher anlässlich der Sanierungsverfügung ein Variantenstudium zur Sanierung des Geschiebehaushaltes erarbeitet. Die vorgeschlagene Zugabe von Kies im Unterwasser wurde nun in der vorliegenden Arbeit weiterentwickelt und wird kantonsintern sowie vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) anlässlich einer Vernehmlassung geprüft.

Das Wehr des Kraftwerks Niederglatt soll bezüglich der freien Fischwanderung saniert werden. Entsprechende Varianten stehen momentan zur Diskussion. Zusammen mit dem Rückbau der Schwelle bei km 1.1 (siehe Kapitel 3.2.2) soll die Glatt auf über 12 km bis zum Kraftwerk Isenhammer für Fische frei durchwanderbar werden.

Die Massnahmen zur Sanierung der Wasserkraft nach GSchG 2011 müssen bis 2030 zur Umsetzung gelangen, damit eine Finanzierung durch das BAFU gesichert ist. Der Kanton stellt die Koordination der Massnahmen im Einzugsgebiet sicher.

3.2.2 Revitalisierungsplanung

In der Revitalisierungsplanung des Kantons St.Gallen wurde der Glatt auf der gesamten Mäanderstrecke zwischen Flawil und Oberbüren eine hohe Priorität zugemessen und ein grosser Nutzen bezüglich einer Revitalisierung attestiert (Tiefbauamt Kanton St. Gallen, 2014). Als Ziel wird die Erschliessung der Seitengewässer der Thur (dazu gehört auch die Glatt) als Laichgebiet für Äschen, Bachforellen, Nase und weitere Arten genannt. Das unterste Aufstiegshinderniss ist eine Schwelle bei km 1.1, für welche ein Rückbauprojekt kurz vor der Umsetzung steht. Auf den nächsten knapp 5 km ist die Glatt für Fische durchgängig, bietet heute aber aufgrund des fehlenden Geschiebes und der entsprechenden Morphologie einen ungenügenden Lebensraum. Hierzu fehlen auch genügend Laichhabitats.

3.3 Geschiebezugaben

Sämtliche kantonalen Fachstellen und hinzugezogenen Fachbüros kommen daher zum Schluss, dass unterhalb der Anlage Buchholz Geschiebe der Glatt zugegeben werden soll. Nachfolgend werden die Evaluation der möglichen Standorte und weitere Fragen zu diesen Geschiebezugaben erläutert.

3.3.1 Standorte

Die Kriterien für geeignete Standorte der Kieszugabe (vgl. Tabelle 2) haben zu 10 Stellen geführt, welche anschliessend im Feld begangen und nach den Kriterien aus Kapitel 2.6 untersucht wurden. Die Nummern in Abbildung 10 und in Abbildung 11 referenzieren die Standorte der nachstehenden Tabelle 4.

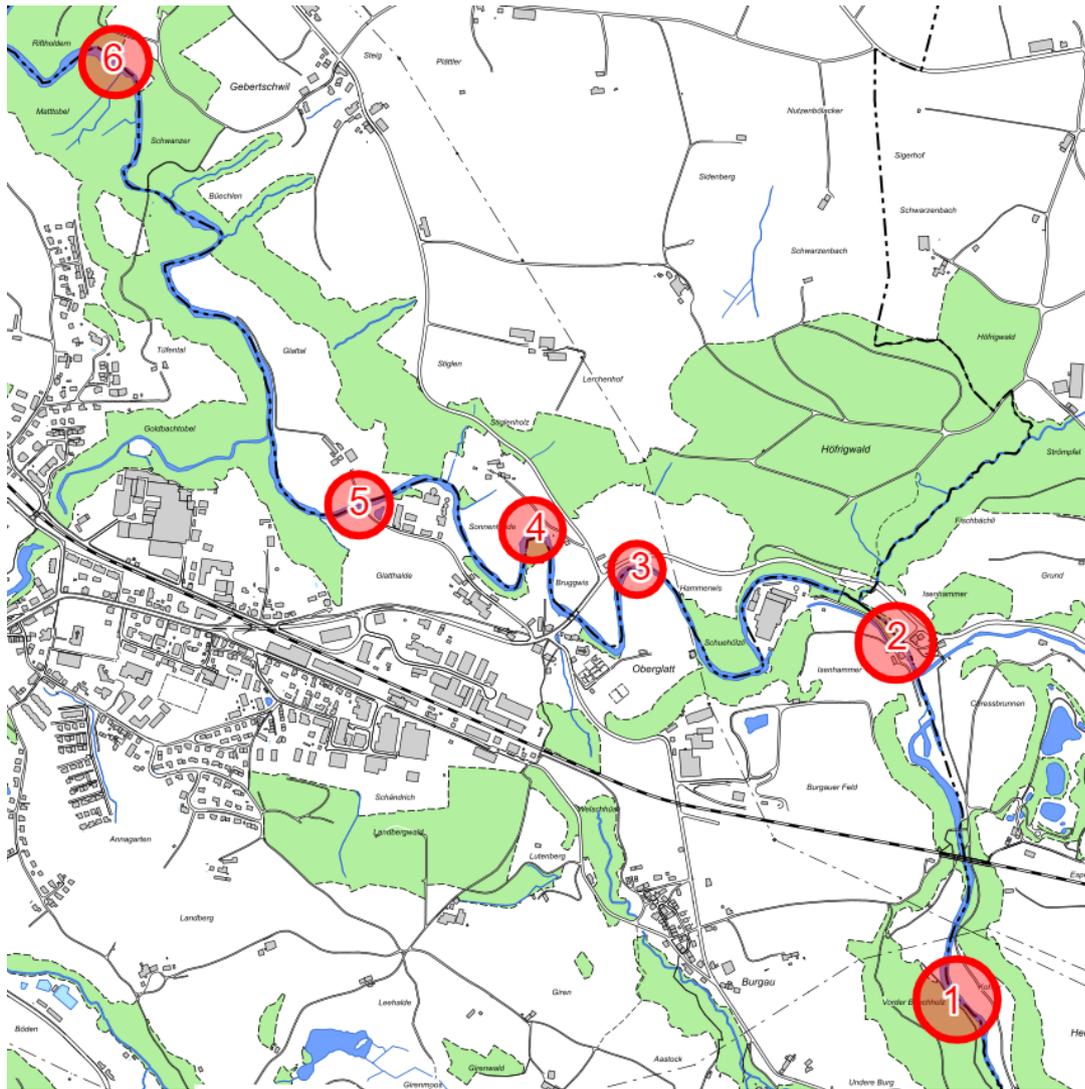


Abbildung 10 Zugabestellen 1 bis 6 oberhalb Niederglatt

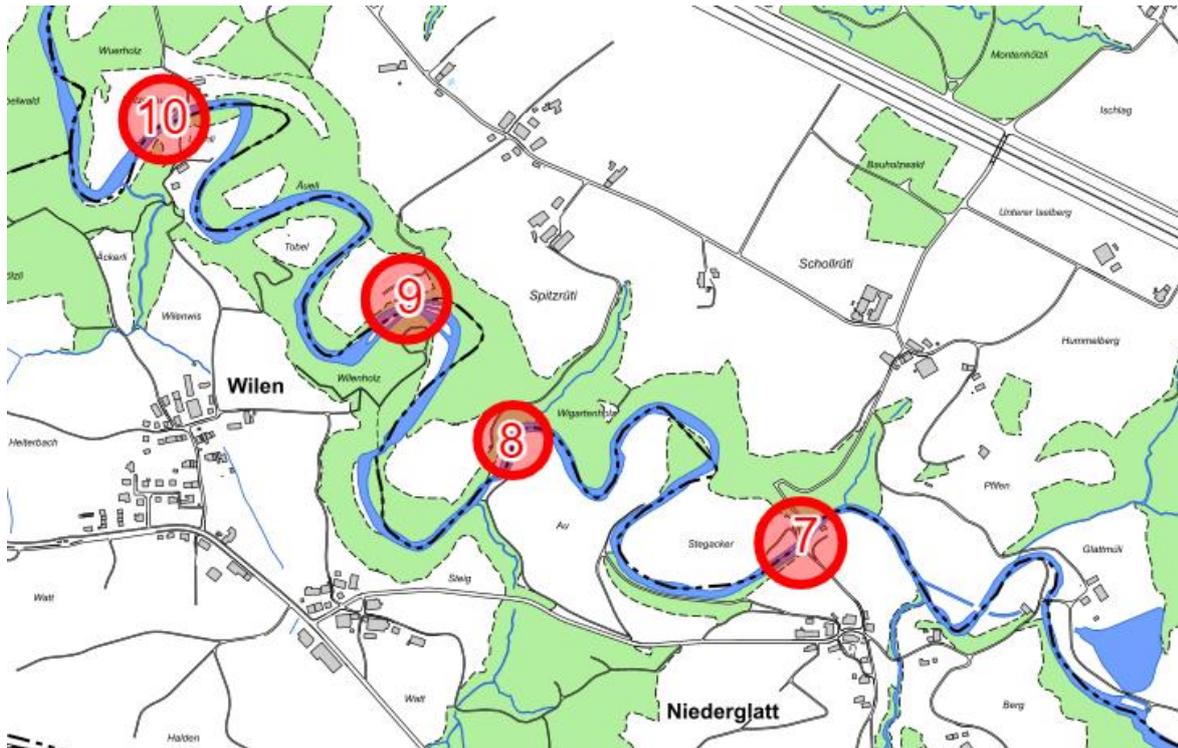


Abbildung 11 Zugabestellen 7 bis 10 unterhalb Niederglatt

Tabelle 4 gibt einen Überblick zu den möglichen Standorten und eine stichwortartige Zusammenfassung der lokalen Vor- und Nachteile. Fotos zu den einzelnen Standorten sind in Anhang 2 enthalten.

Tabelle 4 Mögliche Standorte für Kiesschüttungen

Nr.	Name	Zufahrt	Vorteile	Nachteile
1	Furt Buchholz	Kiesstrasse	Kiesschüttung unterhalb Buchholz (oberste Schüttungsmöglichkeit). Behebung der lokalen Eintiefung und Seitenerosion. Ideale Zufahrt und Schüttungsmöglichkeit.	Zufahrt via Weiler Isenhammer oder Chressbrunnen
2	Isenhammer	befestigt	Einfache Zufahrt zum Kippen über die Brücke. Alimentation der ausgeräumten Schluchtstrecke. Rasche Weitergabe bei Hochwasser.	Das Geschiebe liegt in der Restwasserstrecke vom KW Isenhammer und wird somit nur ungenügend mobilisiert.
3	Flawilerstr.	kritisch	Aussenkurve mit Zufahrt.	Vielbefahrene Strasse. Baustellenverkehr und Platzverhältnisse schwierig / sehr eng
4	Sonnenhalde	befestigt	Einfache Zufahrt über befestigte Strasse Ausgeprägte Aussenkurve. Einfache Möglichkeit, ein Depot anzulegen.	Probleme, falls ARA-Einleitung (600 m unterhalb) zugekiest würde
5	ARA Flawil	befestigt	Einfache Zufahrt über Industrie-Strasse. Schüttung unterhalb der ARA auf einer geraden Strecke.	Platzverhältnisse im Gerinne begrenzt.

6	Gebertschwil	Keine	-	Sehr steiler Abhang in die Glatt (50 m), keine stabile Zufahrt möglich, grossflächiger Rutschkörper
7	Niederglatt	Befestigt / Kies	Schüttungsmöglichkeit im unteren Abschnitt der Glatt bei der Brücke oder in die Bühnen-Zwischenräume. Zufahrt vorhanden.	Platzverhältnisse im Gerinne begrenzt.
8	Wigartenholz	Kiesstrasse	Zufahrt teilweise befestigt	Relativ steile Zufahrt Kein Zugang zum Gerinne vorhanden Hier gibt es bereits Geschiebeeintrag aus den Prallhängen.
9	Spitzrüti	Keine	-	Sehr steiler, unbefestigter, schmaler Waldweg: nicht mit Lastwagen befahrbar
10	Nutzenbuech	Bedingt geeignet	Zufahrt vorhanden Einfacher Zugang zum Gewässer Alimentation der ausgeräumten Gewässerstrecke. Rasche Weitergabe bei Hochwasser	Standort liegt am untersten Ende des Auengebiets, 2 km vor Einmündung in die Thur. Naherholungsgebiet von Niederuzwil / Oberbüren.

3.3.2 Nutzwertanalyse

Die Abbildung 12 zeigt das Resultat der Nutzwertanalyse der verschiedenen Standorte in Form eines Diagramms mit der erreichten Punktzahl (vgl. Tabelle 3) auf der X-Achse. Die zugehörige Tabelle mit den einzelnen Punkten ist im Anhang 3 ersichtlich.

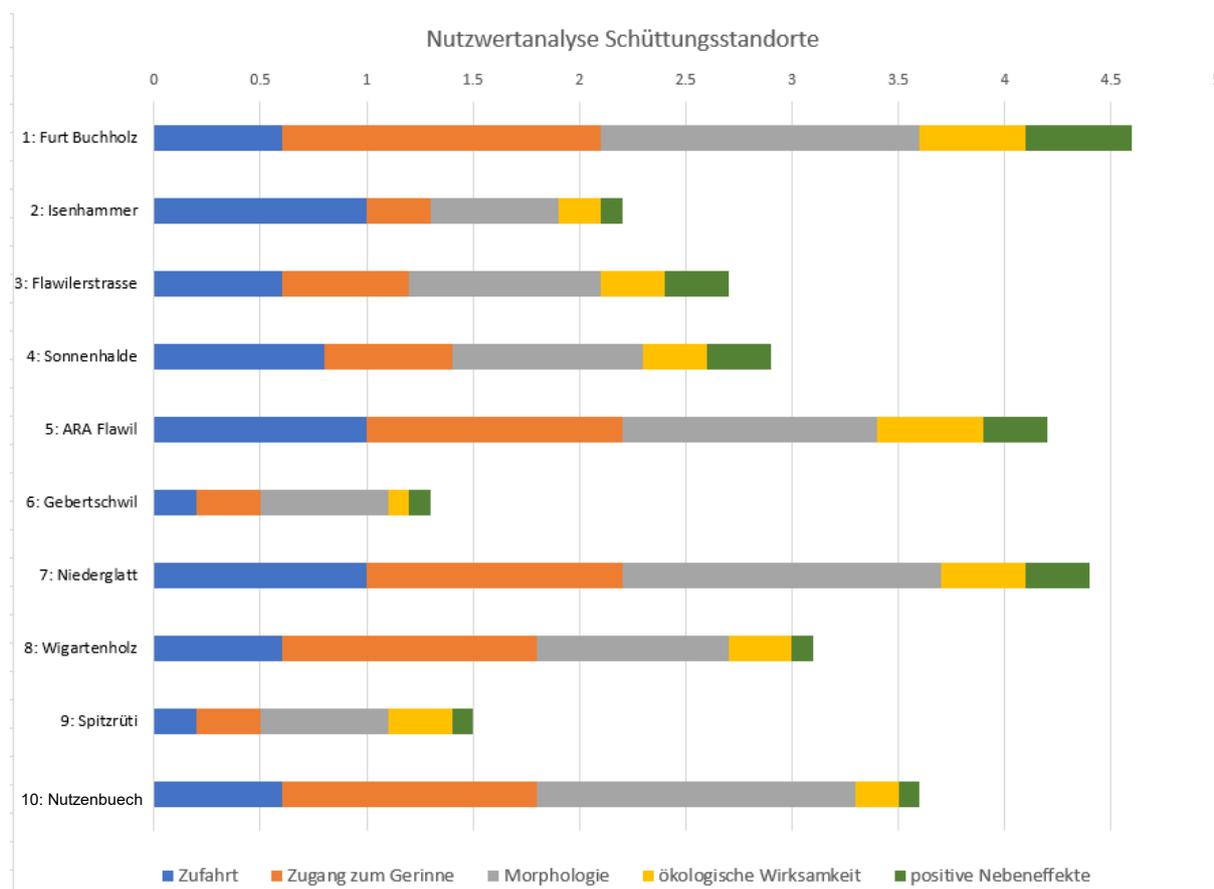


Abbildung 12 Resultat der Nutzwertanalyse

3.3.3 Geeignete Zugabestellen

Die Begehung im Feld und die anschliessende Bewertung hat gezeigt, dass die Zugabestellen **Nr. 1 Furt Buchholz**, **Nr. 5 ARA** sowie **Nr. 7 Niederglatt** für eine Kieschüttung grundsätzlich sehr geeignet sind. Der Standort 10 Nutzenbuech hat nur eine geringe Punktzahl beim Kriterium "positive Nebeneffekte", da der Standort am unteren Ende des Auengebiets ist und die Kieszugaben somit ihre Wirkung im Auengebiet nicht entfalten könnten. Der **Standort 4 Sonnenhalde** wird in die Überlegungen weiterhin mit einbezogen, da die Möglichkeit, ein Kiesdepot in einer Aussenkurve zu schütten, ökologisch und wasserbaulich einige Vorteile bringt.

Nachstehend werden die Auswirkungen der Kiesschüttungen an den vorgenannten drei Standorten erläutert.

Der **Standort Nr. 1 Furt Buchholz** überzeugt durch seine gute Erreichbarkeit und seine Lage nur 500 m unterhalb des Kraftwerks Buchholz. Die Zufahrt über die bereits bestehende landwirtschaftlich genutzte Furt und die Schüttung / Zugabe des Materials ist hier ohne bauliche Massnahmen möglich. Unterhalb des Standorts bis zum Wehr Isenhammer wurde die Glatt revitalisiert und darf sich frei entfalten (siehe Abbildung 13 und Abbildung 14). Die Parzelle gehört der ProNatura Schweiz. Eine erhöhte Kiesfracht würde hier zu keinen Problemen und einer noch höheren morphologischen Diversität und Dynamik führen.



Abbildung 13 Übersicht Standort Nr. 1 Furt Buchholz (www.geoportal.ch, angepasst)



Abbildung 14 Glatt zwischen Buchholz und Isenhammer, in Fliessrichtung (Foto M. Lehner, 29.4.2022)

Eine Schüttung am **Standort 5, ARA Flawil**, ist durch die einfache Zufahrt über eine Industriestrasse sinnvoll. Vor der Brücke über die Glatt könnte das Kies linksufrig deponiert und eingebaut werden (siehe Abbildung 3 und 16). Der Standort befindet sich unterhalb des ARA-Auslaufs. Die Kieszugabe würde gleichzeitig die Ufer stabilisieren und somit das angrenzende Landwirtschaftsland sichern (Abbildung 16). In der Abbildung 15 (ca. 200 m unterhalb des möglichen Zugabestandorts) ist die beinahe vollständig ausgeräumte Glattsohle erkennbar. Der anstehende Mergel verdeutlicht das Geschiebedefizit. Eine Kieszugabe würde hier somit dringend benötigte Strukturen im Gewässer schaffen.



Abbildung 15 Glatt mit ausgeräumter Sohle bei km 9.9. Deutliche Tendenz zur Seitenerosion und unterspülten Ufern.

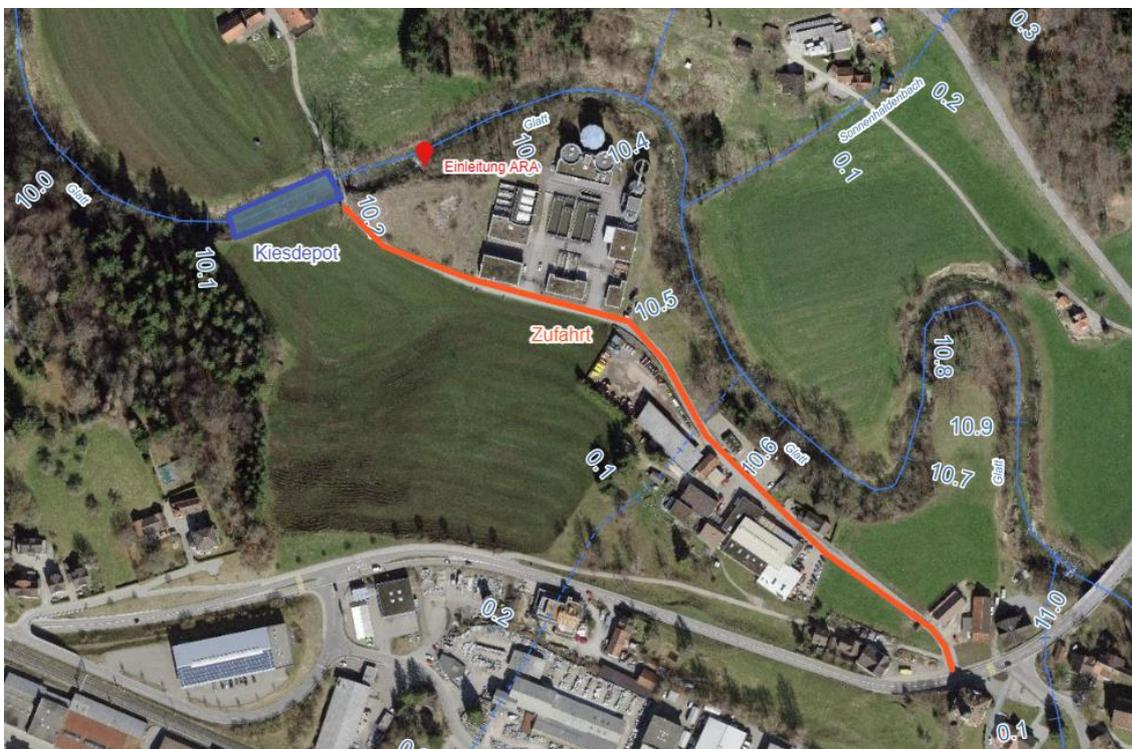


Abbildung 16 Übersicht Standort Nr. 5 ARA Niederglatt (www.geoportal.ch, angepasst)

In **Niederglatt**, beim **Standort 7**, gibt es zwei mögliche Standorte. Zum einen kann das Geschiebe über eine bestehende asphaltierte Strasse kurz vor der Brücke linksufrig deponiert werden. Hier ist jedoch eine Zufahrt durch den Weiler Niederglatt notwendig. Die Situation ist sehr ähnlich wie beim Standort 5. Eine kurze, gerade Fließstrecke führt heute zu Seitenerosion am landwirtschaftlich genutzten Land.

Zum andern besteht weiter Fluss abwärts die zweite Möglichkeit bei den im Jahre 2018 erstellten Buhnen, welche eine Altablagerung in der Aussenkurve schützen. Die Zufahrt besteht über eine direkte Abzweigung von der Hauptstrasse entlang der ehemaligen Baupiste. Das Kies könnte in die Buhnen-Zwischenräume geschüttet werden, so dass es im Hochwasserfall mobilisiert wird und die Aussenkurve zusätzlich vor Erosion schützt.

Die genannte Altablagerung in der Aussenkurve, welche durch den Buhnenverbau geschützt wurde, würde durch die Schüttung zusätzlich stabilisiert.



Abbildung 17 Übersicht Standort Nr. 7 (www.geoportal.ch, angepasst)

3.3.4 Zugabemengen

Die erforderliche Geschiebefracht wurde von Ueli Schälchli (Schälchli, 2018) anhand der Methodik der Vollzugshilfe Geschiebe (BAFU, 2021) (dannzumal lag die Version V13 vor) berechnet. Es werden dabei die Gerinneform, die Kiesablagerungen in ihrer Ausdehnung und Mächtigkeit sowie die örtliche Verteilung der Korngrößen des Substrates im Referenzzustand des Gewässers herbeigezogen. Als Referenzzustand wurde die Glatt sowie deren Zuflüsse in einem naturnahen Zustand ohne Wasserkraftwerke betrachtet.

Die erforderliche Geschiebefracht nach BAFU (2021) in der Glatt beträgt somit 650 – 750 m³/Jahr. Im heutigen Zustand beträgt die Geschiebefracht, welche aus dem Gossauer Dorfbach und lokalen Seitenerosionen in der Mäanderstrecke stammt, 150 – 270 m³/Jahr. Es

fehlen somit 400 – 600 m³/Jahr, um die Anforderungen an die Sanierung zu erfüllen. In Annäherung wird nachfolgend von einer jährlichen Kieszugabe von **500 m³** ausgegangen (Schälchli, 2018).

3.3.5 Einbau / Schüttung

Wie die Nutzwertanalyse (siehe Kapitel 3.3.2) zeigt, bietet sich eine Aufteilung der jährlichen Schüttung auf verschiedene Standorte an. Auch aufgrund der begrenzten Platzverhältnisse (die Gewässersohle an den Zugabestellen misst jeweils ca. 10 - 12 m breit) sind mehrere Zugabestellen angezeigt. Das bringt den Vorteil, dass das Geschiebe zeitnahe und in verschiedenen Abschnitten wirken kann. Zudem werden dadurch keine grossflächigen Kieszugaben notwendig, welche das teilweise begrenzte Abflussprofil schmälern. Im Weiteren werden durch mehrere kleinere Zugabestellen die lokalen Auswirkungen wie Rückstaueffekte oder Auflandungen besser handhabbar und in Grenzen gehalten.

Die LUBW (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW, 2021)) empfiehlt bei kleineren Gewässern eine wechselseitige Anordnung mit einer Einbaulänge von 1 bis 2-facher Gewässerbreite (siehe Abbildung 18).

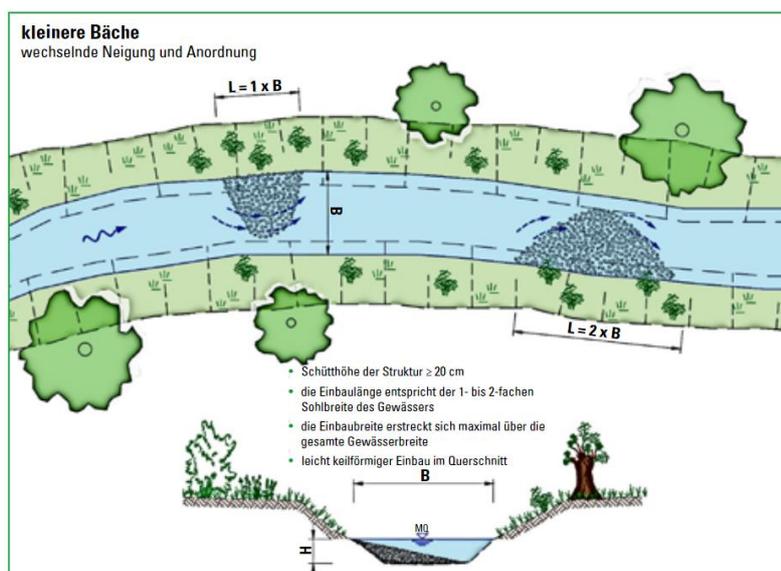


Abbildung 18 Anordnung Kiesschüttungen (aus LUBW, 2021)

Durch das Anlegen verschiedener Kiesstrukturen an den genannten Standorten, die Zwischen-Füllung der Bühnen-Reihe bei Niederglatt und das Anlegen eines Kiesdepots (lose Schüttung mit Kipper) beim Standort 4 kann die jährliche Fracht von mindestens 500 m³ eingebracht werden.

Um negative Auswirkungen von Rückstau-Effekten durch die Einengung des Gewässers zu vermeiden, sind die Kiesbänke bei Standort 1 oberhalb der Furt und bei Standort 5 und 7 nicht im Abflussprofil der Brücke einzubauen.

3.3.6 Material und Korngrössen

Die Glatt weist in der Mäanderstrecke eine ausgeprägte Deckschicht auf, welche folgende Korngrössenverteilung (Schälchli & Abegg, 2005) zeigt:

Tabelle 5 Korngrössenverteilung

	d_m	d_{90}
Geschiebe	2 – 3.5 cm	5 – 8 cm
Sohle	8 cm	15 cm

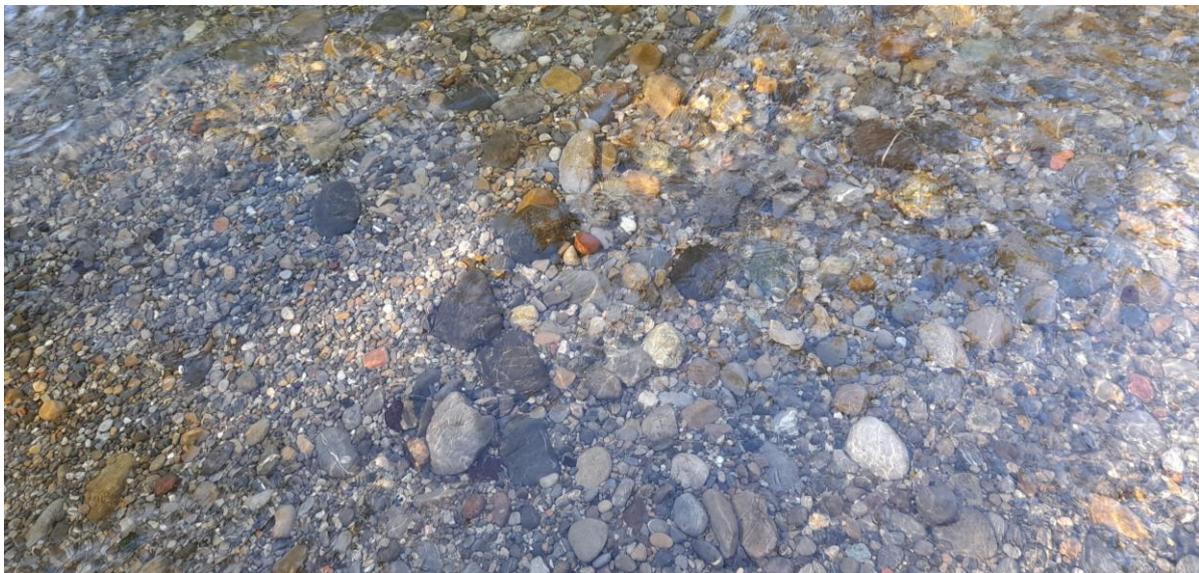


Abbildung 19 Zusammensetzung des Geschiebes bei Niederglatt

Das Material für die Zugabe muss sich an der natürlichen Korngrössenverteilung gemäss Tabelle 5 orientieren. Damit ist gewährleistet, dass das natürlich eingetragene Material z.B. aus Hangrutschungen oder lokalen Seitenerosionen und das zugegebene Kies gleichzeitig mobilisiert werden.

Die Abteilung Wasserbau des kantonalen Amtes für Wasser und Energie (Besprechung vom 5. Juli 2022) empfiehlt, das Material aus Kiessämlern in der Umgebung zu gewinnen. So entspricht die Zugabe automatisch der lokalen Geologie, sowie der natürlichen Korngrössenverteilung. Zudem entstehen weniger Störungen der vorhandenen Fauna und Flora aufgrund standortsfremden Chemismus (z.B. Verschiebung des pH-Werts durch Beigabe von Gneisen).

Angesichts des relativ hohen Anteils an Feinmaterial der Ablagerungen aus den Geschiebsämmern, wird empfohlen das Substrat aufzubereiten (Waschen und Sieben). So kann die benötigte Kornverteilung gewährleistet werden und Trübungen lassen sich begrenzen.

3.3.7 Zeitpunkt der Schüttungen

Dennoch treten bei Schüttungen unweigerlich Trübungen auf. Daher ist auf die Fischschonzeit von November bis Ende März Rücksicht zu nehmen. Um den Landwirtschaftsboden so wenig wie möglich zu belasten, sind Schüttungen deshalb im September und Oktober zu planen.

Das Abflussregime der Glatt ist pluvial geprägt. Aus den Daten der hydrologischen Messstelle an der Glatt in Oberbüren, Nr. SG8401 (AWE St.Gallen, 6.5.2022) geht hervor, dass sowohl im Sommer als auch im Winter Hochwasserspitzen auftreten können. Siehe dazu als Beispiel die Abflussganglinie 2021 im Anhang 4. Es ist keine Saisonalität erkennbar. Bezüglich des Abflussregimes der Glatt ist somit keine Rücksicht auf den Schüttungszeitpunkt zu nehmen.

3.3.8 Lokale Auswirkungen

Die lokalen morphologischen Auswirkungen hängen massgeblich von den einzelnen Schüttungsmengen und den hydrologischen und hydraulischen Verhältnissen ab. Die letzteren beiden Faktoren können nicht beeinflusst werden. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass vermehrt Starkniederschläge und auch im Winter Hochwasser auftreten, welche das Geschiebe zusätzlich mobilisieren (AWE Hydrodaten, 2022).

Standort 1 – Furt Buchholz

An diesem Standort weist die Glatt ein Sohlgefälle von ca. 7 ‰ auf. Zurzeit ist dieser Abschnitt geschiebefrei, da sämtliches Material aus dem Oberlauf in der Stauhaltung Buchholz zurückgehalten wird. Die lokalen Anrisse (Seitenerosion) sowie die Eintiefung der Glatt veranschaulichen dies.

Die Ganglinie der Glatt zeigt die Dämpfungseffekte auf den Abfluss durch den Stausee Schwänberg und das Auengebiet oberhalb der Stauhaltung. Es ist deshalb mit einer reduzierten Abflussdynamik zu rechnen.

Standort 5 – ARA Flawil

Der Standort 5 bei der ARA Flawil kann bezüglich Sohlgefälle und Gerinnebreite mit dem Abschnitt Flawil-Friedberg (km 9.3 bis 9.6) verglichen werden. An diesem Abschnitt wurde die maximale theoretisch transportierbare Geschiebefracht im Jahr 2005 auf 1'875 m³ pro Jahr berechnet (Schälchli & Abegg, 2005). Der Geschiebetrieb setzt bei einem Abfluss von ca. 9

m³/s ein. Die Auswertung der Hydrometriedaten in Abbildung 20 (AWE St.Gallen, 6.5.2022) zeigt, dass hier an nur ca. 5 Tagen im Jahr ein Abfluss > 9 m³/s herrscht.

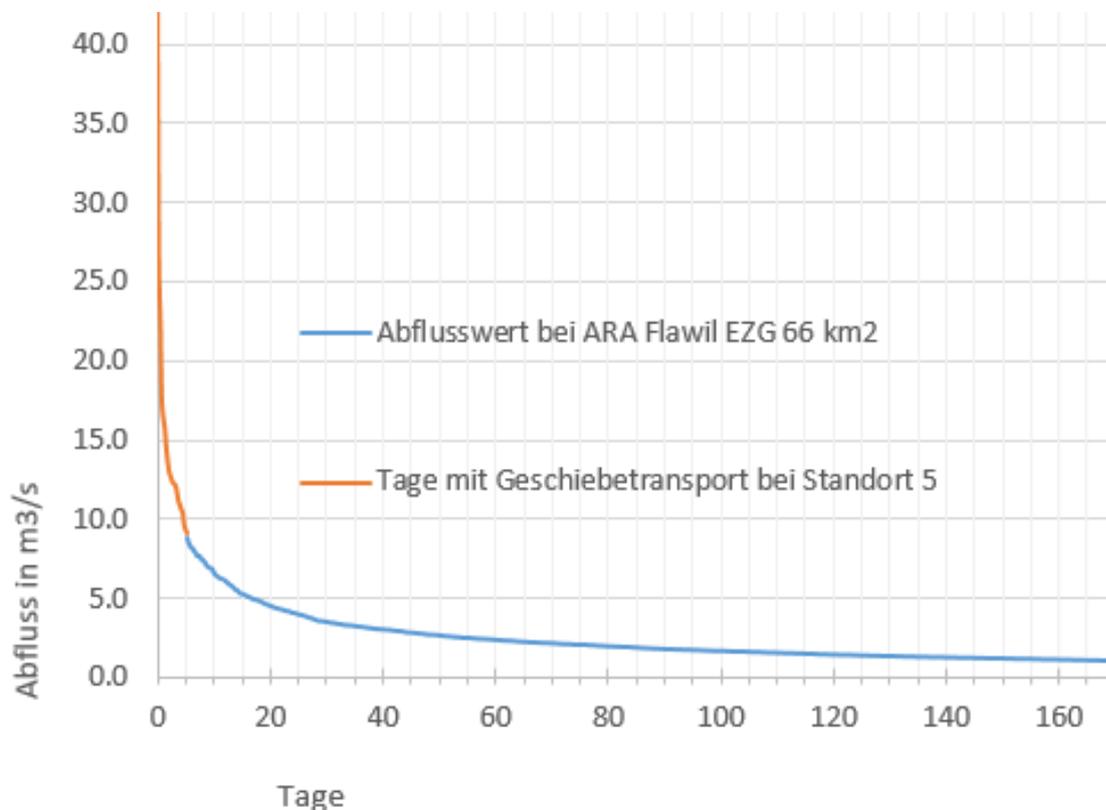


Abbildung 20 Ausschnitt Dauerkurve der gemittelten Abflüsse 2011 - 2021 am Standort 5

Standort 7 – Niederglatt

Die Berechnung für das Querprofil bei km 5.4 (vgl. Abbildung 17) zeigt, dass das Geschiebe ab 8 m³/s mobilisiert wird (Schälchli & Abegg, 2005). Die Geschiebetransportkapazität bei einem Abfluss von 10 m³/s beträgt ca. 2 kg/s und bei einem Abfluss von 20 m³/s beträgt sie 7 kg/s. Als konservative Annäherung wird deshalb ein linearer Anstieg von 5 kg/s pro 10 m³/s Abfluss angenommen.

Die Abflusswerte der Messstelle, auf das Einzugsgebiet am Standort Niederglatt (87 km²) angewandt und gemittelt über die letzten 10 Jahre (AWE St.Gallen) zeigt, dass an durchschnittlich 12 Tagen ein Abfluss von 8 m³/s oder mehr und somit Geschiebetrieb herrscht (siehe Ausschnitt der Dauerkurve in Abbildung 21).

Die berechnete transportierbare Geschiebefracht in der vergleichbaren Strecke 500 m unterhalb des Standorts liegt bei 1'500 m³ pro Jahr (Schälchli & Abegg, 2005) und somit weit über der erforderlichen Kapazität von den maximal eingebrachten 500 m³.

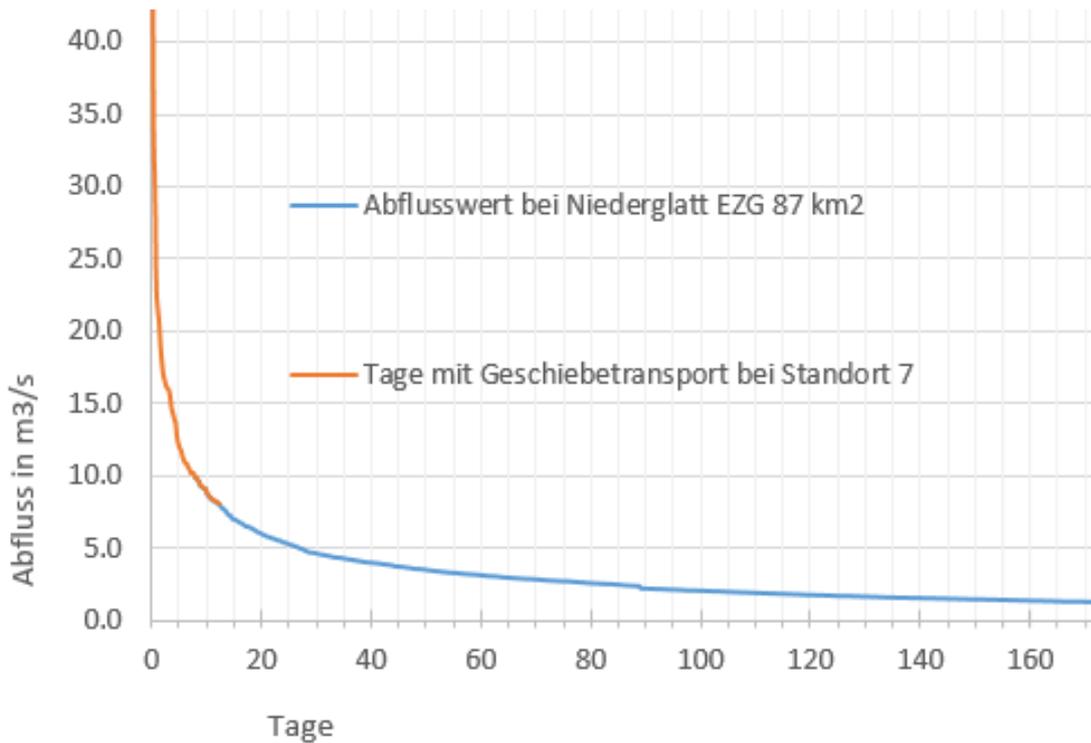


Abbildung 21 Ausschnitt Dauerkurve der gemittelten Abflüsse 2011 - 2021 am Standort Nr. 7 Niederglatt

3.3.9 Zeithorizont

Zur Zeit wird damit gerechnet, dass das Wehr Buchholz in 10 bis 15 Jahren für Geschiebe mindestens teilweise durchgängig ist (Schälchli, 2018). Die Kiesschüttungen würden also über einen Zeitraum von ca. 10 bis 20 Jahren angewandt.

3.3.10 Kosten

Die Kosten sind massgeblich von der Verfügbarkeit des Materials abhängig. Es ist anzustreben, anfallendes Material aus lokalen Kiessämlern zu verwenden und so die Synergien zwischen Hochwasserschutz und Renaturierung zu nutzen. Eine erste grobe Kostenschätzung geht von Fr. 25.--/m³ Kiesschüttung aus (Schälchli, 2018). Dies würde zu Gesamtkosten über 10 Jahre von Fr. 125'000.—, bzw. Fr. 250'000.— über 20 Jahre führen.

3.4 Vorschlag Wirkungskontrolle / Indikatoren

Projekte zur Sanierung Wasserkraft bedürfen stets einer Wirkungskontrolle, welche ebenfalls durch das BAFU finanziert wird (BAFU, 2016).

Um eine aussagekräftige Wirkungskontrolle durchführen zu können, ist dieses bereits in der Projektphase auszuarbeiten. Daher ist der Ausgangszustand zu erfassen, die Auswirkungen der Schüttungen zu erheben und mit der gewünschten Entwicklung zu vergleichen.

Das Indikator-Set 1 "Habitatvielfalt" aus der Wirkungskontrolle Revitalisierung (BAFU, 2019) deckt die entscheidenden Bewertungsgrössen ab und gibt eine detaillierte Anleitung zur Aufnahme und Einordnung dieser Indizes. Es berücksichtigt die morphologischen Strukturen auf der Sohle und am Ufer, die daraus resultierenden hydraulischen Bedingungen (Wassertiefe, Fliessgeschwindigkeit) sowie die Zusammensetzung und Verfrachtungsdistanz des Substrats.

Es werden dabei folgende Indikatoren untersucht:

- Sohlenstruktur: Vorkommen und Fläche von 9 Strukturtypen
- Uferstruktur: Länge des Ufers mit unterschiedlicher Linienführung, Beschaffenheit und Neigung
- Fliessgeschwindigkeit: Verteilung entlang von 10-15 Querprofilen
- Wassertiefe: Verteilung und Maximum entlang von 10-15 Querprofilen
- Unterstandsangebot: Vorkommen und Fläche von 13 Unterstandstypen
- Substrat: Flächenanteil des Substrats mit unterschiedlicher Beschaffenheit und Mobilisierbarkeit

Die Wirkungskontrolle muss nicht auf der ganzen Flusslänge erfolgen, sondern kann auf die drei Schüttungsstandorte plus ca. 300 m flussabwärts eingegrenzt werden.

4 Diskussion

Das Resultat der vorliegenden Arbeit zeigt, dass grundsätzlich geeignete Standorte für Kiesschüttungen an der Glatt bestehen und die Zugabe von Material ohne grössere Aufwände (z.B. Erstellung von Zufahrtsstrassen) möglich ist. Wird mit den Geschiebezugaben vor dem 31. Dezember 2030 (Stichtag) begonnen, so ist die Finanzierung der Massnahmen für 40 Jahre gesichert. Im vorliegenden Fall sind Schüttungen für längstens 20 Jahre vorgesehen und die Kosten sind vergleichsweise tief.

Nachfolgend werden die Resultate interpretiert und anhand einiger Punkte kritisch beurteilt.

Material und Schüttmengen

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Kosten in Kapitel 3.3.10 von Fr, 250'000.-- im Verhältnis zu deren Wirkung sehr tief liegen. Die Kosten-Nutzen-Rechnung kann durch die Wahl des Materials und insbesondere dessen Herkunft weiter positiv beeinflusst werden. Wird Material, wie vorgeschlagen, von regionalen Kiessämlern bezogen, können die Kosten noch geringer gehalten werden. Es ist zu überlegen, ob mit höheren Schüttmengen ($> 500 \text{ m}^3/\text{a}$) ein noch grösserer ökologischer Nutzen erzielt werden könnte und so die Kosten-Nutzen-Rechnung noch weiter optimiert werden kann.

Die Geschiebetransportkapazität muss neu berechnet werden, wenn die mittleren Korndurchmesser des Materials wesentlich von den vorgegebenen Werten abweichen. Grössere Steine bewirken eine höhere Grenzscheppspannung und werden erst bei hohen Abflüssen transportiert. Zudem kann sich eine Deckschicht bilden und so die Geschiebedynamik hemmen. Dies kann zu starken Verzögerungen im Weitertransport der Kiesdepots führen und so das jährliche Zugabeziel von 500 m^3 negativ beeinflussen. Es empfiehlt sich, vor dem Einbau eine Siebkurve erstellen zu lassen, damit die Resultate aus der Wirkungskontrolle auch entsprechend beurteilt und eingeordnet werden können. Leider können auch diese Aspekte hier lediglich gestreift werden und sind für die genannten Zugabestellen individuell zu betrachten.

Ökologischer Nutzen und Ziele

Durch die Verteilung der Kieszugaben an verschiedenen Stellen der Glatt kann davon ausgegangen werden, dass sich das Geschiebe mittelfristig im Gerinne verteilt und die gewünschten Laichareale und morphologischen Strukturen entstehen lassen. Dies hat auch die Studie zur Verbesserung des Geschiebehaushalts am Hochrhein gezeigt. Durch Geschiebezugaben konnten die Geschiebeumlagerung verstärkt und durch eine geeignete Wahl der Korngrössenverteilung auch die Laichhabitate verbessert werden (Rutschmann, Bui,

& Abdelaziz, 2014). Die Förderung einer vielfältigen und vitalen aquatischen Lebensgemeinschaft ist in Anbetracht der fortschreitenden Klimaveränderung eminent wichtig, da diese eine höhere Resilienz gegenüber äusseren Einflüssen aufweist.

Von den Schüttungen im vorliegenden Ausmass kann man jedoch nicht erwarten, dass dadurch die gesamte Auendynamik reaktiviert wird. Die Forschung hat gezeigt, dass nur im Einzelgerinne alternierende Bänke auftreten, wenn gar nicht mehr das ganze Tal mobilisiert werden kann (Marti, 2006). Soll das Geschiebe also nicht "nur" im heutigen Gerinne Struktur und Lebensraum bieten, sondern darüber hinaus auch die Auen-Dynamik initiieren, müssten viel grössere Mengen zugegeben werden, als nach Methodik BAFU (2021) berechnet wurden. Zudem müsste auch die entsprechende Seitenerosion zugelassen werden. Dies geht jedoch über den Rahmen der Sanierung Wasserkraft hinaus und müsste vom BAFU über ein integrales Projekt finanziert werden (BAFU, 2016). Als Ziel der Geschiebesanierung wird die Schaffung von Laichhabitaten für die Forelle und die Äsche genannt (Tiefbauamt Kanton St. Gallen, 2014). Wie bereits oben ausgeführt (Material und Schüttmengen) kann das nicht mit der vorliegenden Arbeit abgehandelt werden. Gleichwohl können die Geschiebezugaben als erster Schritt zur Verbesserung der Morphologie in der Glatt und als "Türöffner" für weitere Aufwertungsmassnahmen, bzw. der Revitalisierung dieser Aue von nationaler Bedeutung aufgefasst werden.

Um die Wirkung der Massnahmen als Erfolg werten zu können, müssen zunächst konkrete, messbare Ziele definiert werden, welche später mit Hilfe eines Monitorings bewertet und auch entsprechend kommuniziert werden können. Anhand der standardisierten Wirkungskontrolle (Weber, 2022) kann bestimmt werden, wie und wie stark sich zum Beispiel die morphologische Struktur verändert hat. Welcher Grad der Veränderung angestrebt wird, muss aber unbedingt vorher formuliert werden.

Lokale Auswirkungen

Bei den gewählten Standorten ist anzunehmen, dass die Schüttungen durch die erhöhte Rauigkeit am Ufer die aktuelle Erosion an Landwirtschaftsland oder Schutzbauten reduziert und so positive Nebeneffekte generiert. Die Geschiebefracht wird bei gemittelten Abflusswerten generell unterschätzt (Schälchli & Abegg, 2005). Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass das eingebrachte Material eher rascher abgetragen und weiter transportiert wird.

Beim **Standort 1 Buchholz** muss mit einer gedämpften Abflussdynamik und einem entsprechend verzögerten Weitertransport des Geschiebes gerechnet werden. Die

angrenzenden Parzellen sind im Eigentum des Kantons St.Gallen und dem Schweizerischen Bund für Naturschutz (ProNatura). Da sich das Gerinne bereits stark eingetieft hat und starke Tendenzen zur Seitenerosion zu erkennen sind, könnten an dieser Stelle erhöhte Geschiebezugaben ($> 500 \text{ m}^3/\text{a}$) erprobt werden. Insbesondere die gedämpfte Abflussdynamik und die Absenz wichtiger Infrastruktur lässt diese Zugabestelle als Standort für die Verifizierung der Parameter für die weiteren Schüttungen ideal erscheinen. Zudem befindet sich unterhalb der möglichen Schüttung ein bereits revitalisierter Abschnitt der Glatt, dessen Dynamik jedoch aufgrund des fehlenden Geschiebes stark eingeschränkt ist.

Bei den **Standorten 5 ARA Flawil** und **7 Niederglatt** ist die Transportkapazität sicherlich genügend hoch. Dies zeigen auch Vergleiche von Luftbildern (2009/2019) am Zugabestandort 7, die eine Erosionsfläche an der Innenkurve von über 500 m^2 belegen. Somit darf angenommen werden, dass das zugegebene Material innerhalb eines Jahres weiter flussabwärts verfrachtet und verteilt wird.

Um ein genaues Bild der möglichen Auswirkungen zu erhalten, wäre eine 2-D-Modellierung der einzelnen Standorte angezeigt. Da auch im vorliegenden Fall keine Schutzbauten oder wichtige Infrastrukturen betroffen sind, steht der Modellierungsaufwand nicht im Verhältnis zu den gewonnenen Erkenntnissen. Vielmehr wird empfohlen, wie beim Standort Buchholz eine Versuchsreihe von fünf Jahren zu machen um so Erfahrungen mit verschiedenen Zugabemengen und Einbaumethoden zu sammeln (Wasserbau, 2022).

Wie in der Studie der künstlichen Hochwasser und Geschiebezugaben in der Saane (Düring, 2018) gezeigt werden konnte, sind die positiven Auswirkungen sehr rasch, jedoch nur lokal zu erwarten. Die Massnahmen müssen regelmässig wiederholt werden, um einen langfristigen Nutzen zu erzielen. Diesem Umstand wird mit den bis zu 20 Jahren erfolgenden Schüttungen Rechnung getragen.

Der **Standort 10 Nutzenbuech** sollte gegebenenfalls weiter in die Überlegungen und weiteren Projektsschritte einbezogen werden, da sich wasserbaulich (Schutz von Infrastrukturen) einige Vorteile aus einer Kiesschüttung ergeben würden. Ob sich diese Schüttungen ebenfalls über das BAFU und die Sanierung Wasserkraft finanzieren lassen oder ob diese als wasserbauliche Massnahme im Rahmen der Programmvereinbarung finanziert werden sollen, bleibt abzuklären.

Zielkonflikte

Die Weitergabe von Geschiebe kann für heutige Lebensräume durchaus auch negative Folgen haben. Oftmals sind durch die eingebauten Staustufen vielfältige und ökologisch wertvolle Auenlandschaften im Bereich der Stauwurzel entstanden (z.B. das Amphibiengebiet von

nationaler Bedeutung AR118 "Wissbachschlucht"). Durch den Einbau der Geschiebeklappe beim Kraftwerk Talmühle wird der Stauraum den Auencharakter in einigen Jahren verlieren (Schälchli & Barandun, 2014). Durch die vollständige Hinterfüllung des Wehrs Buchholz wird sich die Auenlandschaft mittelfristig verändern. Die Durchgängigkeit des Geschiebes zu Gunsten des Unterlaufs wird somit nicht ohne Folgen für die vielfältigen Lebensräume im Oberlauf bleiben.

Viele Schutzgebiete entlang des Wissbach und der Glatt sind durch dynamische und zeitlich begrenzte Prozesse entstanden (z.B. Verlandung eines Staubereichs), sind heute aber statisch festgelegt (z.B. durch die Aufnahme ins Bundesinventar). Hier treffen also verschiedene nationale Interessen aufeinander, die es abzuwägen gilt.

Kommunikation

Inwiefern die Akzeptanz für die Massnahme bei der Bevölkerung, wie Erholungssuchenden oder bei den betroffenen Landwirten vorhanden ist, hängt in hohem Masse von einer angepassten Kommunikation ab. Der frühzeitige Einbezug von direkt betroffenen Anwohnern scheint wichtig, um mögliche Opponenten von Anfang an in die Planung und Kommunikation mit einbeziehen zu können.

Im Weiteren sind vor Ort Informationstafeln zu stellen, auf welchen einerseits das Vorhaben und die entsprechenden Gründe erläutert werden, andererseits der Zielzustand visualisiert wird. Zudem ist das Vorhaben durch eine gezielte Kommunikation der Umweltverbände sowie weiterer Stakeholder (Gemeinde- und Bauernvertreter, Freizeitorganisationen, Presse, etc.) in einen grösseren Kontext zu setzen (Aufwertung der Aue von nationaler Bedeutung, Schaffen von Strukturen im Gewässer, Reduktion der Erosionstendenzen, u.v.m.) und die Vorteile der Massnahmen hervorzuheben.

5 Fazit

Der Lebensraum der Fliessgewässer ist geprägt von physikalischen und chemischen Parametern. Neben den natürlichen Gegebenheiten wie Gefälle, Hydrologie und Temperatur wird das Leben im und am Gewässer sehr stark durch das Geschiebe beeinflusst. Sedimente formen die Gewässersohle, bilden Kleinstrukturen unter und über dem Wasser und sorgen somit für unterschiedliche Habitate und eine bio- und morphologische Vielfalt.

Um den Geschiebehaushalt in der Glatt wieder zu aktivieren, soll an verschiedenen Standorten Geschiebe (500 m³/a) zugegeben werden. Es wurden drei geeignete Standorte gefunden, an welchen das Material ohne grössere Aufwände eingebracht werden kann und bei erhöhten Abflüssen von der Glatt mittransportiert wird.

Obwohl durch die manuelle Zugabe und eine erhöhte Geschiebefracht auch negative Auswirkungen entstehen können, wird die beschriebene Massnahme als wirtschaftlich günstigste Lösung für die Sanierung des Geschiebehaushaltes nach dem Gewässerschutzgesetz betrachtet.

6 Ausblick

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) hat sich mit Schreiben vom 12. Juli 2022 positiv zu den geplanten Schüttungen geäussert. Die Massnahme wird als geeignet und notwendig angesehen, die wesentliche Beeinträchtigung des Geschiebehaushalts an der Glatt zu beseitigen. Das Projekt kann somit weiterverfolgt werden.

Als nächster Schritt sollen in enger Zusammenarbeit mit der Fischereibehörde und der Fachstelle Natur und Landschaft des Kantons St. Gallen klare Massnahmen-Ziele hinsichtlich Ökologie definiert werden. Die vorgeschlagene Wirkungskontrolle muss gegebenenfalls erweitert werden.

Anschliessend können die möglichen Entnahmestellen für Kies eruiert und schliesslich die detaillierten Kosten berechnet werden. Zusammen mit dem Detailprojekt kann das Gesuch um Erstattung der Kosten (BAFU, 2016) dem BAFU eingereicht werden.

Die Kieszugaben werden eine spannende Gelegenheit bieten, die Geschiebedynamik in relativ kleinem Massstab an verschiedenen Stellen zu beobachten und die Auswirkungen über die nächsten Jahre mitzuerleben.

Literaturverzeichnis

- Amt für Umwelt und Energie. (2014). Sanierung Wasserkraft Kanton St. Gallen, Schlussbericht.
- Amt für Umwelt und Energie St.Gallen. (2013). Sanierung von Wasserkraftanlagen nach Gewässerschutzgesetz Art. 43 lit. a (Geschiebehalt). St. Gallen.
- AWE St.Gallen. (6.5.2022). www.hydrodaten.sg.ch.
- BAFU. (2016). Ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftanlagen: Finanzierung der Massnahmen. Bern.
- BAFU. (2019). Indikator-Set 1 - Habitatvielfalt. In: Wirkungskontrolle Revitalisierung - Gemeinsam lernen für die Zukunft. Bern.
- BAFU. (2021). Geschiebehalt - Massnahmen (Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer). Entwurf - Version für die 2. Anhörung.
- DaSilva. (1991). Alternate Bars and Related Alluvial Processes, Master of Science Thesis, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada.
- Düring, M. (2018). Künstliches Hochwasser an der Saane - Eine Massnahme zum nachhaltigen Auenmanagement. Baden: "Wasser Energie Luft" 110. Jahrgang, Heft 2.
- Hunziker_et_al. (2021). Geschiebehalt - Massnahmen. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bern: Bundesamt für Umwelt.
- LUBW. (2021). Bausteckbrief 1 - Kiesstrukturen einbringen.
- Marti, C. (2006). Morphologie von verzweigten Gerinnen. Mitteilungen 199. Zürich: VAW; Prof. Dr.-Ing.. H.-E. Minor.
- Noack, M. (2021). Vorlesung Flussmorphologie. Hochschule Karlsruhe.
- Rutschmann, P., Bui, M. D., & Abdelaziz, S. (2014). numerische Untersuchung zur Verbesserung des Geschiebehalt und Fischhabitats im Hochrhein. Zürich: VAW Mitteilungen 227.
- Schälchli, U. (2018). Sanierung Geschiebehalt, Kraftwerke am Wissbach und der Glatt, Phase 2 - Massnahmen. Zürich.
- Schälchli, U., & Abegg, J. (2005). Geschiebehalt Thur und Einzugsgebiet, Projekt 4 Glatt. Zürich.
- Schälchli, U., & Barandun, J. (2014). Sanierungsplanung Geschiebehalt Wissbach und Glatt. Zürich / St. Gallen.
- Stadt Gossau, D. O. (2009). Schutzverordnung Glatt-Wissenbach. Kanton St. Gallen.
- swisstopo. (2022). www.map.geo.admin.ch. Von Zeitreise - Kartenwerke. abgerufen
- Tiefbauamt Kanton St. Gallen. (2014). Revitalisierungsplanung Kanton St.Gallen, Bericht.
- Wasserbau. (2022). Amt für Wasser und Energie. St. Gallen.

Weber, C. (2022). Wirkungskontrolle Revitalisierung - das Wichtigste auf einen Blick. Bern:
Bundesamt für Umwelt BAFU.

Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Übersicht über das Einzugsgebiet der Glatt

Anhang 2: Fotodokumentation Standorte 1 bis 10

Anhang 3: Tabelle der Nutzwertanalyse

Anhang 4: Ganglinie 2021 bei der Messstelle Glatt