



Hochwasserschutz Buoholzbach

Auflageprojekt

Faktenblatt Gewässerraum

Beilage 02: Umweltverträglichkeitsbericht

Auftraggeber:		
Bauherrschaft:	Projektleiter Bauherr:	Stv. Projektleiter Bauherr:
Landwirtschafts- und Umweltdirektion Kanton Nidwalden Amt für Wald und Naturgefahren Stansstadterstrasse 59 Postfach 1251 6371 Stans	 KISSLING + ZBINDEN AG INGENIEURE PLANER USIC Tempelstrasse 8A Fon 033 334 20 50 3608 Thun www.kzag.ch martin.andres@kzag.ch	INDERGAND AG Bauherrenunterstützung Raumplanung – Planungs-/Baurecht Chälengasse 26 Fon 079 257 03 39 6053 Alpnachstad u.indergand@indergand-ag.ch

Projektbearbeitung:		
Bauingenieur:	Hydraulik/Geschiebe:	Umwelt:
 SCHUBIGER AG BAUINGENIEURE 6052 Hergiswil Fon 041 632 66 22 6375 Beckenried info@schubiger-nw.ch 6048 Horw www.schubiger-nw.ch	Beffa tognacca gmbh A San Rocch Fon 091 863 44 41 6702 Claro www.fluvial.ch	 tensor Heubachstr. 61 Fon 076 334 39 45 8810 Horgen www.tensor.ch

Datum:	erst.	gepr.	Dokumentenbezeichnung in Projektmappe	Format:
01.09.2023	wfe	as	7.6	A4
a 14.12.2023	wfe	as		Dok. Nr.: 2287-51.2b
b 12.04.2024	wfe	as		
c				
d				



Ort, 11. Juli 2023

FAKTENBLATT

Hochwasserschutzprojekt Buoholzbach. Festlegung der Gewässerraumbreite (GRB)

1 Sachverhalt

Die Bundesgesetzgebung verpflichtet die Kantone seit 1999, an Gewässern den erforderlichen Raumbedarf festzulegen und diesen in der Richt- und Nutzungsplanung sowie bei raumwirkenden Tätigkeiten zu berücksichtigen (vgl. Art. 21 der Verordnung über den Wasserbau, Fassung vom 1. Januar 1999, WBV; SR 721.100.1). Im Jahr 2011 trat die teilrevidierte bundesrechtliche Gewässerschutzgesetzgebung in Kraft. Dabei wurden unter anderem die Vorgaben zum Gewässerraum aus der Wasserbaugesetzgebung in die Gewässerschutzgesetzgebung überführt und mit zugehörigen Ausführungsbestimmungen ergänzt. Die bundesrechtliche Gesetzgebung verpflichtet damit die Kantone bzw. die Gemeinden den Raumbedarf der oberirdischen Gewässer festzulegen und dafür zu sorgen, dass dieser bei der Richt- und Nutzungsplanung berücksichtigt sowie extensiv gestaltet und bewirtschaftet wird (Art. 36a BG vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG; SR 814.20). Die zugehörigen Ausführungsbestimmungen betreffend die Festlegung und Gestaltung des Gewässerraums bzw. die bundesrechtlichen Ausnahmetatbestände sind in der Gewässerschutzverordnung (GSchV; SR 814.201) Art. 41a ff näher ausgeführt.

Mit legitimierten Wasserbauprojekten (Hochwasserschutz sowie Revitalisierung) ist unter anderem das Gewässer und der zugehörige Gewässerraum so zu gestalten, dass die Anforderungen aus Art. 37 Abs. 2 bzw. gemäss Art. 4 Abs. 2 WBG (a. Lebensraum für eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt; b. Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern; c. standortgerechte Ufervegetation) erfüllt werden. Hierfür ist projektspezifisch zugehörig ein Gewässerraum festzulegen, welcher abgestimmt auf die Absichten die gesetzlichen Anforderungen erfüllt und die geforderten Funktionen (vgl. Art. 36a GSchG; a. die natürlichen Funktionen der Gewässer; b. den Schutz vor Hochwasser; c. die Gewässernutzung) auch langfristig gewährleisten kann.

Der Gewässerraum am Buoholzbach und an der Engelbergeraai ist bestehend grundeigentümerverbindlich als Gewässerraumzone in den betreffenden Nutzungsplanungen der Gemeinden festgelegt. Die projektspezifische Anpassung der bestehenden Gewässerraumzonen ist integrierender Bestandteil des Wasserbauverfahrens und betreffend die Zuständigkeit in Art. 35 des Gesetzes über die Gewässer (Gewässergesetz, GewG; NG 631.1) ausgeführt. Konkret bildet die von der Bewilligungsinstanz festgelegte, projektspezifisch angepasste Gewässerraumzone einen Auflagetatbestand innerhalb des Wasserbauverfahrens, welcher mit der Projektgenehmigung dann auch rechtskräftig wird und in der Folge als genehmigt von den Gemeinden auch in die Nutzungsplanung übernommen werden muss (vorliegend voraussichtlich in einem koordinierten Parallelverfahren {Teilrevision Nutzungsplanungen}).

Das Hochwasserschutzprojekt Buoholzbach ist als Einzelprojekt auch dem Bund zur Stellungnahme vorzulegen. Was mitunter eine Stellungnahme zum projektspezifisch festgelegten Gewässerraum legitimiert. In der Erfahrung begründet, dass dies sehr kontrovers diskutiert und beurteilt werden kann, sind die diesbezüglichen Fakten und Überlegungen vorliegend zusammengestellt.

2 Herausforderung

2.1 Ausgangslage

Der murgangfähige Buholzbach führt als Wildbach periodisch Hochwasser mit teilweise hohem Geschiebeanteil in die Talebene der Engelbergeraa. Daraus resultiert der heute ansehnlich grosse Schuttfächer, welcher sich im Laufe der Zeit durch Pendelbewegungen des Abflusses gebildet hat und die heutige Topografie hin zur Engelbergeraa charakterisiert.

Die Ermittlung der natürlichen Breite der Gerinnesohle als Grundlage für den minimal erforderlichen Gewässerraum ist auf einem Schwemmkegel auch im unbeeinflussten, natürlichen Zustand eine Herausforderung und meist auch nicht wirklich möglich. Dies weil ein natürliches Gerinne mit Geschiebe auch den Talweg kontinuierlich oder spontan verändert und bei schnellen Veränderungen eine grössere Fläche bis hin zur Pendelbandbreite (der gesamte Schwemmkegel) optisch vegetationslos erscheint. Auf Bildern ohne entsprechende Vegetationshinweise ist die Feststellung der zugehörigen Gewässersohlenbreite schwierig und wird in der Tendenz eher überschätzt.

Der Buholzbach kann im heutigen Erscheinungsbild, insbesondere auf dem Schwemmkegel, nicht mehr als natürlich bezeichnet werden. Entsprechend sind die Vorgaben betreffend eine natürliche Breite der Gerinnesohle methodisch herzuleiten. Des Weiteren stellt sich dann aber auch die Frage, inwieweit die natürliche Breite der Gerinnesohle durch ein Wasserbauprojekt überhaupt oder tatsächlich beeinflusst werden kann.

2.2 Grundlagen

Für die Herleitung und Verifikation der minimal erforderlichen Gewässerräume wurden die nachfolgend aufgeführten Grundlagen berücksichtigt:

- Eidgenössische Gewässerschutzgesetzgebung (GSchG; SR 814.20 / GSchV SR 814.201)
Insbesondere: GSchG Art. 36a und Art. 37; GSchV Art. 41a und Art. 41c
- Kantonale Gewässergesetzgebung (GewG NG 631.1 / GewV NG 631.11)
- Kantonale Baugesetzgebung (PBG NG 611.1; PBV NG 611.11)
- WebGIS Nidwalden Obwalden: Nutzungsplanungen Oberdorf / Wolfenschiessen / Dallenwil
- 2019 BPUK, LDK, BAFU, ARE, BLW: Gewässerraum:
Modulare Arbeitshilfe zur Festlegung und Nutzung des Gewässerraums in der Schweiz.
- WebGIS Nidwalden Obwalden: Layer Ökomorphologie
- Luftbilder swisstopo (map.geo.admin.ch) 1943, 1950, 1955
- HWS Buholzbach Vorprojekt 2022

2.3 Vorgehen

Die projektspezifische Gewässerraumbreite (GRB) basiert auf gesetzlich geforderten Mindestbreiten. Als Grundlage für die Festlegung der minimal erforderlichen Gewässerräume (GWR_{Min}) muss die sogenannte natürliche Gerinnesohlenbreite ($nGSB$) eines Fliessgewässers bekannt sein. Ist diese nicht bekannt, muss sie hergeleitet bzw. festgelegt werden.

Der Buholzbach ab dem bestehenden Geschiebesammler bis hin zur Mündung stellt bestehend kein natürliches Gerinne dar. Daher ist die zugehörige natürliche Gerinnesohlenbreite für diesen Abschnitt herzuleiten. Als Grundlage dienen hierfür die Breiten, welche damals vom Kanton für die Festlegung der Gewässerraumzonen in den Nutzungsplanungen evaluiert wurden. Diese werden in Anlehnung an die Arbeitshilfe der BPUK et.al., 2019 überprüft und hinsichtlich die Projektwirkung festgelegt. Die Überprüfung betreffend den Buholzbach berücksichtigt vier methodische Ansätze. Nämlich:

- a. Evaluation naturnaher/natürlicher Vergleichsstrecken
- b. Analyse von Luftbildern aus den Jahren 1943, 1950, 1955
- c. Korrekturfaktor abhängig von der bestehenden Breitenvariabilität (Ökomorphologie)
- d. Analyse der ökomorphologischen Entwicklung im bestehenden Geschiebesammler

Obwohl die Massnahmen am Buholzbach auf die Engelbergeraa abzustimmen sind und das System insgesamt auch funktionieren muss, ist die Engelbergeraa nicht implementiert Bestandteil des Hochwasserschutzprojektes Buholzbach. Gleichwohl überlagern sich die zugehörigen Gewässerräume im Mündungsbereich, weshalb – der Vollständigkeit halber – vorliegend auch die festgelegten Gewässerräume entlang der Engelbergeraa dokumentiert werden. Die Aussagen betreffend die natürliche Sohlenbreite der Engelbergeraa gründen auf einer zugehörigen Regimebreitenanalyse (nicht Bestandteil des vorliegenden Faktenblattes).

2.4 Bestehend festgelegte Gewässerraumzonen (Nutzungsplanungen)

2.4.1 Buholzbach

Der Gewässerraum für den bestehenden Buholzbach wurde in den Nutzungsplanungen der betreffenden Gemeinden als Gewässerraumzonen grundeigentümerverbindlich festgelegt (vgl. Beilage 1). Im Waldareal (beidseitig von Wald gesäumte Gerinneabschnitte) wurde auf die Festlegung der Gewässerraumzone verzichtet.

Die in der Nutzungsplanung festgelegte Gewässerraumzone am Buholzbach erreicht entlang der Bauzonen eine Breite von ca. 20 bis 26 m. Offensichtlich ist, dass die Gewässerraumzone einseitig zum bestehenden Gerinne festgelegt erscheint, was nicht dem Standard in Nidwalden entspricht und daher rührt, dass die Begrifflichkeit von "dicht überbaut" Seite Wolfenschiessen damals etwas zu grosszügig interpretiert wurde. Der Umstand, dass die Gewässerraumzone ungerechtfertigt reduziert wurde ist angemerkt (Auswirkung BG Fahrlibach > Anpassung Perimeter "dicht überbaut"). In Erwartung des Hochwasserschutzprojektes wird dies vorliegend nicht mehr vorgängig geändert werden. Bauliche Absichten (Bewilligungsverfahren) sind zwischenzeitlich auf die Übergangsbestimmungen der eidg. Gewässerschutzgesetzgebung auszurichten.

Die damals vom Kanton zuhanden die Nutzungsplanung vorgegebenen Kenngrössen sind betreffend den Buholzbach wie folgt dokumentiert:

Gewässername	GWR/AW	Breite minimal [m]	Nat. Sohlenbreite	Uferbereich beidseitig [m]	Sigfried/LK/GB	Bemerkungen	in Bauzone
Buholzbach	GWR	27	8.0	9.5	J	Bauzone	ja
	Wald	26-20	7.6 - 5.2	9.2 - 7.4	n	Zufluss	
Seitliche Zuflüsse	Wald	11	< 2	ca. 5	n	Zufluss	nein

Abbildung 1: Auszug kantonale Vorgaben zH. Nutzungsplanung Oberdorf

Die kantonalen Vorgaben berücksichtigen für den Buholzbach eine in Fliessrichtung dynamisch sich verbreiternde natürliche Sohlenbreite von 5.2 m auf 7.6 m im Waldareal und schliesslich auf 8 m auf dem Schwemmkegel im Baugebiet. Der resultierende minimal erforderliche Gewässerraum auf dem Schwemmkegel beträgt gemäss den Vorgaben zH. die Nutzungsplanung entsprechend rund 27 m.

2.4.2 Engelbergeraa

Der Gewässerraum für die Engelbergeraa wurde in den Nutzungsplanungen der betreffenden Gemeinden als Gewässerraumzonen grundeigentümerverbindlich festgelegt (vgl. Beilage 1). Die zugehörige natürliche Sohlenbreite wurde damals anhand einer Regimebreitenanalyse analysiert und im Projektperimeter mit rund 22 m – für den Abschnitt vom Steinibach bis zum Buholzbach – bzw. mit rund 24 m – ab der Mündung des Buholzbachs flussabwärts – festgelegt. Kombiniert mit der kantonal verankerten Uferbereichsbreite von je 15m (vgl. Art. 33 Abs. 2 GewG) resultieren für die Engelbergeraa minimal erforderliche Gewässerraumbreiten von rund 52 m oberhalb der Buholzbachmündung bzw. rund 54 m unterhalb derselben. Seite Dallenwil ist bei der Interpretation ergänzend zum Abflusskorridor (kantonales Instrument) auch die verbleibend anerkannte dichte Überbauung mitzuberücksichtigen.

3 Natürliche Breite der Gerinnesohle

3.1 Allgemeine Hinweise

Massgebend für die Breite einer natürlichen Gerinnesohle (Ausbildung bei natürlichen unbeflussten Verhältnissen) ist im Grundsatz der bettbildende Abfluss eines mittleren Hochwassers (HQ2 bis HQ5). Neben dem Abflussregime (Wasser und Geschiebe) wird die Ausprägung in natürlichen Verhältnissen auch durch geologische und topographische Rahmenbedingungen beeinflusst. Auch bei gleichen Randbedingungen kann häufig – mehr oder wenig kleinräumig – eine erhebliche Spannweite bzw. Varianz der Gerinnesohle beobachtet werden. Die natürliche Gerinnesohlenbreite im Sinne der Gewässerschutzgesetzgebung repräsentiert ein Mass für die mittlere Breite der Gewässersohle, welche sich innerhalb eines Gewässerabschnittes unter natürlichen Verhältnissen ausbilden würde. Die zugehörige Charakteristik ist mitunter bei der Abschnittsbildung zu berücksichtigen.

Grundsätzlich darf davon ausgegangen werden, dass auf einem natürlichen Schwemmkegel:

- der bettbildende Abfluss (vorbehaltlich einer übermässigen Versickerungsrate in nicht kolmatiertem Lockermaterial) ungefähr konstant bleibt,
- der Talweg in der Neigung sich kontinuierlich verringert (in Fliessrichtung abnehmendes, geringeres Längsgefälle), und
- die Ablagerungen (Auflandungstendenz) den Abfluss bzw. resultierend das Gerinne tendenziell in die Breite formen (in Fliessrichtung zunehmende natürliche Gerinnesohlenbreite).

Begründet in einem Geschiebeüberangebot oder einem Geschiebedefizit bei grossen Ereignissen kann sich ein natürlicher Schwemmkegel jedoch auch innert Kürze in der Charakteristik komplett verändern (Auflandungstendenz / Erosionstendenz), was mitunter Einfluss haben kann auf die Beurteilung einer natürlichen Gerinnesohlenbreite.

3.2 Methodische Ansätze

3.2.1 Naturnahe/natürliche Vergleichsstrecken

Während der Buholzbach bestehend im Unterlauf verbaut ist, ist der Oberlauf weitgehend naturnah/natürlich ausgeprägt. Dies umfasst auch einen Streckenabschnitt von rund 650m, welcher hinsichtlich dem Abflussregime mit dem Schwemmkegel ungefähr vergleichbar ist.

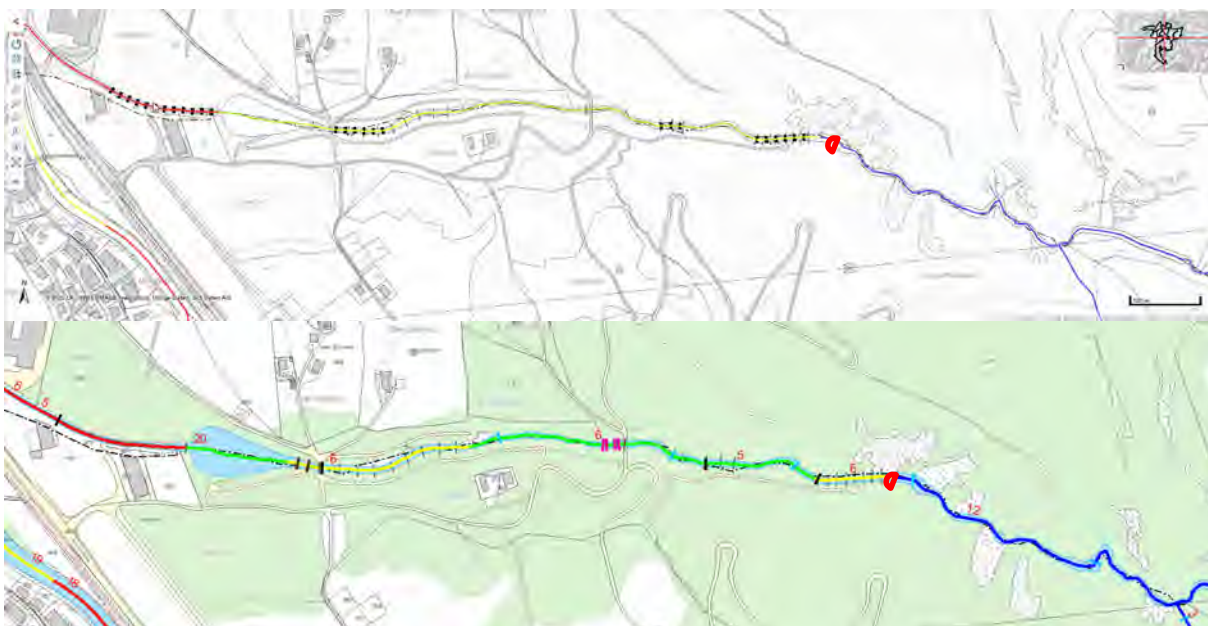


Abbildung 2: Auszug Ökomorphologie (Web-Gis Kanton Nidwalden) mit Vergleichsstrecke

Die naturnahe/natürliche Vergleichsstrecke im Buholzbach (vgl. Abb. 2) weist in Relation zu den topographischen und geologischen Begebenheiten kleinräumige Pendelbewegungen und

eine starke Variation der Breiten auf. Über weite Strecken variiert die Sohlenbreite in einem Breitenband zwischen rund 4 m und 8 m. Punktuell sind grössere Breiten (8 m bis 12 m) feststellbar, welche insbesondere ausgeprägte Kurven sowie Teilstrecken mit geringerem Gefälle (Flachstrecken) charakterisieren.

Die durchschnittliche mittlere Sohlenbreite in der naturnahen/natürlichen Vergleichsstrecke beträgt insgesamt rund 6 m. Bezogen auf eher flachere Teilabschnitte ist die mittlere Sohlenbreite mit rund 10 m im Schnitt etwas grösser.

Weil die natürliche Gerinnesohle nicht nur vom Abflussregime (Wasser und Geschiebe) abhängig ist, stellt sich die Frage, inwieweit die in der Vergleichsstrecke im Oberlauf des Buoholzbachs festzustellende Breite der Gerinnesohle auch für den Schwemmkegel repräsentativ wirkt. Die Vergleichsstrecke ist einerseits durch ein etwas grösseres Längsgefälle charakterisiert. Andererseits schränken seitliche Hänge den Spielraum natürlich ein. Grundsätzlich darf jedoch angenommen werden, dass der Buoholzbach das Gerinne in der Vergleichsstrecke im Verlaufe der Zeit entsprechend seinen Anforderungen natürlich geformt hat und dass diese Kraft auch auf dem Schwemmkegel wirkt. Insbesondere die flacheren Abschnitte erscheinen repräsentativ auch für den Schwemmkegel.

Fazit:

Die natürliche/naturnahe Vergleichsstrecke im Oberlauf liefert – insbesondere in den flacheren Teilabschnitten – Anhaltspunkte, welche auch für den Schwemmkegel gelten könnten. Die hierbei festgestellte mittlere natürliche Breite der Gerinnesohle beträgt im Durchschnitt für steilere Streckenabschnitte rund 6 m und für flachere Strecken rund 10 m. Standörtlich ist eine grosse Varianz (Breiten von ca. 4 m bis 12 m) festzustellen.

3.2.2 Analyse von Luftbildern

Alte Luftbilder zeigen unterschiedliche Zustände des weitgehend unverbauten Buoholzbachs ohne Restwasserregime. Entsprechend geben diese auch wertvolle Hinweise betreffend die natürlichen Begebenheiten auf dem Schwemmkegel des Buoholzbachs. Die exakten Bedingungen vor oder zum Zeitpunkt der Aufnahmen (Abflussregime {Hochwasser; Geschiebe}, Schneeschmelze, Regenreiche Tage, Trockenheit, Jahreszeit, etc.) sind jedoch nicht bekannt. Insofern geben diese Momentaufnahmen nur ungefähre Anhaltspunkte zu den natürlichen Gerinnesohlenbreiten bzw. zum Erscheinungsbild eines zugehörigen bettbildenden Abflussregimes.

Zur Validierung der natürlichen Gerinnesohlenbreite sind alte Luftbilder aus den Jahren 1943; 1950; 1955 konsultiert worden (vgl. Beilage 2). Hierbei wird für die Beurteilung differenziert zwischen dem feststellbaren vegetationsfreien Bereich und der darin enthaltenen variablen Breite der Mittelwasserlinie. Zur Mündung hin flacht der Schuttfächer ab und der Bachlauf mit seinen Pendelbewegungen nimmt zunehmend breitere Flächen ein. Entsprechend differenziert die Auswertung einen Abschnitt oben (Geissteg bis Buoholz-Brücke) und unten (Buoholz-Brücke bis Mündung).

Die variablen vegetationsfreien Zonen (oben: 6 – 15 m; unten (6 – 70m) sind mal schmaler und mal breiter, je nach Steilheit des Gerinnes und vorhandener Engstellen von vorgängigen Geschiebeablagerungen. Inwieweit hier auch grosse Ereignisse, Hangrutschungen oder Holznutzungen mitwirken bzw. abgebildet werden ist nicht bekannt. Wenn man bedenkt, dass das Intervall der Aufnahmen lediglich zwölf Jahre beträgt, erstaunt die grosse Variabilität im unteren Abschnitt auch in zeitlicher Hinsicht (1943 bis 1950, Vergrösserung / 1950 bis 1955; Reduktion).

Die variable Mittelwasserlinie bzw. die resultierenden Breiten weisen im Gegensatz zum vegetationsfreien Bereich über die Zeit im Durchschnitt eine grössere Konstanz und eine geringere Varianz auf. Wenn man die Bilder vergleicht, variiert über die Zeit jedoch auch diesbezüglich die standörtliche Ausprägung. Wird die gemessene Mittelwasserlinie mit der

natürlichen Gerinnesohle gleichsetzt, resultiert für den oberen Abschnitt (Geisssteg bis Buoholz-Brücke) eine mittlere Sohlenbreite von rund 8 m (Messbereich 6 m – 10 m). Für den unteren Abschnitt (Buoholz-Brücke bis Mündung) resultiert eine mittlere Sohlenbreite von rund 10 m (Messbereich 6 m – 15 m).

Fazit:

Aus historischen Luftbildaufnahmen lässt sich eine Breite der natürlichen Gerinnesohle ableiten, welche auf dem Schwemmkegel entlang dem Talweg zunehmend stark variiert und ab Geissfusssteg bis hin zur Mündung in der Tendenz kontinuierlich zunimmt. Die Zunahme der durchschnittlichen natürlichen Gerinnesohlenbreite wird von rund 6 m beim Geissfusssteg auf rund 12m bei der Mündung veranschlagt, bzw. von durchschnittlich rund 8m im oberen Abschnitt auf durchschnittlich rund 10m im unteren Abschnitt.

3.2.3 Ökomorphologische Breitenvariabilität

Die Methodik zur Berechnung einer natürlichen Gerinnesohlenbreite (nGSB) eines Fließgewässers – basierend auf der bestehenden ökomorphologischen Breitenvariabilität – berücksichtigt einen auf die Breitenvariabilität abgestimmten Korrekturfaktor (vgl. Arbeitshilfen BPUK et.al., 2019). Der Korrekturfaktor beträgt bei eingeschränkter Breitenvariabilität x 1.5 und bei fehlender Breitenvariabilität x 2. Die im zugehörigen Gewässerabschnitt gemessene mittlere Wasserspiegelbreite wird mit dem zugehörigen Korrekturfaktor multipliziert.

Der Abschnitt Geissfusssteg bis Hofwald gilt betreffend die Breitenvariabilität als ausgeprägt, was im Oberlauf eine natürliche Gerinnesohlenbreite von rund 6m rechtfertigt (vgl. Belage 3). Entlang dem bestehenden Talweg begründen die bestehenden Verbauungen bzw. die mit dem Korrekturfaktor berechneten, resultierenden natürlichen Sohlenbreiten eine kontinuierliche Zunahme. Inwieweit die maximale Ausprägung von 12m bei der Mündung in die Engelbergeraas aber tatsächlich die natürlichen Begebenheiten abzubilden vermag, das kann mit der Methodik nicht schlüssig beantwortet werden. Gemäss unserer Erfahrung werden die natürlichen Begebenheiten bei Geschiebetriebkanälen sowie unterhalb von Geschieberückhaltesystemen mit der Methodik Ökomorphologie in der Tendenz eher überschätzt.

Fazit:

Die Methodik Ökomorphologie suggeriert beim Buoholzbach in Fließrichtung eine kontinuierliche Zunahme der natürlichen Gerinnesohlenbreite von 6 m (Geissfusssteg) auf 12 m (Mündung Engelbergeraas).

3.2.4 Ökomorphologische Entwicklung im bestehenden Geschiebesammler

Der bestehende Geschiebesammler am Buoholzbach als künstliches Element kann nicht wirklich Aufschluss geben über die natürliche Breite der Gerinnesohle, auch wenn dieser in der Ökomorphologie insgesamt als wenig beeinträchtigt klassiert wird. Der Bach bildet im Rückhalteraum (Flachstrecke) jedoch ein Erscheinungsbild aus, welches Hinweise geben kann hinsichtlich die zu erwartende Sohlenbildung in abgeflachten Streckenabschnitten (innerhalb des neuen Geschiebesammlers sowie im Unterlauf hin zur Engelbergeraas).

Der Vegetationsverlust 2004 bis 2010 (vgl. Zeitabfolge Abb. 3) ist dem Ereignis 2005 geschuldet. Anschliessend lässt sich durch die Bildfolge eine Entwicklung veranschaulichen, welche in den Jahren 2005 bis 2021 stattfand mit einer moderaten Geschiebezufuhr (ohne Bewirtschaftung). Wenn der Hauptstrom etwa eine Breite von 6 m bis 8 m erreicht, beginnt bei flachem Gefälle und genügend Geschiebe anscheinend der Mechanismus der Verzweigung einzusetzen. Die obere Grenze dieses Prozesses kann begründet in der Geschiebewirtschaftung jedoch nicht beobachtet werden.



Abbildung 3: Zeitabfolge bestehender Geschiebesammler 2004 bis 2021 (Web-Gis Kanton Nidwalden)

Fazit:

Im bestehenden Geschiebesammler (Flachstrecke) lässt sich die Entstehung eines natürlichen Gerinnes mit einer mittleren Sohlenbreite von rund 6 m bis 8 m beobachten, bevor dann mit genügend Materialzufuhr die Ausbildung eines verzweigten Gerinneverlaufs einsetzt.

3.3 Natürliche Breite der Gerinnesohle für das Projekt (nGSB)

3.3.1 Einleitung nGSB

Die natürliche Breite der Gerinnesohle für den Buoholzbach wurde als Grundlage für die Festlegung der Gewässerraumzonen in den Nutzungsplanungen sowie im Rahmen der HWS-Projektierung (letztmals mit dem Vorprojekt 2015) überprüft.

In der Stellungnahme des Bafu vom 28. März 2023 zum Vorprojekt 2022 wurde auf S.6 u.a. die Breite des Gewässerraumes oberhalb des Gefällsknicks als plausibel eingestuft und unterhalb des Gefällsknicks hinterfragt. Dies sei nochmals basierend auf der natürlichen Sohlenbreite nachvollziehbar herzuleiten.

3.3.2 Rekapitulation methodische Ansätze

Der Buoholzbach lässt sich im Projektperimeter auch künftig in drei charakteristische Gerinneabschnitte unterteilen. Nämlich:

- A) die Gerinnestrecke oberhalb des Geschiebesammlers, inkl. der Zuflusrampe zum Geschiebesammler
- B) der eigentliche Geschiebesammler (Rückhalteraum)
- C) die Gerinnestrecke unterhalb des Geschiebesammlers mit Mündung in die Engelbergeraa

Die Ausführungen aus den vorstehenden Kapiteln lassen sich auf die Abschnitte zusammenfassend wie folgt zuordnen:

Methodik	Vgl. Kap.	A	B	C
Grundlage Nutzungsplanung	2.4	5.2 – 7.6 m Ø 6.4 m	8 m	8 m
Vergleichsstrecke	3.2.1	4 – 8 m Ø 6 m		8 – 12m Ø 10 m
Luftbildanalyse	3.2.2	6 – 10 m Ø 8 m		6 – 15m Ø 10 m
Ökomorph. Breitenvariabilität	3.2.3	6 – 9m Ø 7.5 m		8 – 12 m Ø 10 m
Entwicklung Geschiebesammler	3.2.4		6 – 8 m Ø 7 m	

Festlegung für Projekt (- = zunehmend von oben nach unten)		6 – 8m	8m	8 – 10m
--	--	---------------	----	----------------

Tabelle 1: *Natürlichen Gerinnesohlenbreiten (nGSB) entsprechend den methodischen Ansätzen, angewendet auf die Projektabschnitte und resultierende Festlegung für das Projekt.*
(grau: nicht aussagekräftiger Input; Fett: grosse Aussagekraft)

3.3.3 Festlegung nGSB

Die natürliche Sohlenbreite wurde im Projektteam entsprechend intensiv diskutiert und mit verschiedenen methodischen Ansätzen auch verifiziert. Im Endeffekt mit dem Ergebnis, dass es durchaus Anhaltspunkte gibt, insbesondere im flachen Geschiebesammler eine grössere natürliche Gerinnesohlenbreite wie 8 m festzulegen. Allerdings ist im Geschiebesammler der Gewässerraum hochwasserbedingt sowieso zu erhöhen, weshalb hier die natürliche Gerinnesohle von untergeordneter Bedeutung erscheint.

Die Diskussion fokussiert entsprechend vor allem die Strecke unterhalb des Geschiebesammlers nachfolgend zum Abschlussbauwerk und im Einflussbereich der Engelbergeraa. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass die Gestaltung einer zu grosszügigen aquatischen Breite die Selbstreinigungskraft durch den Buholzbach dämpft und erwartet werden muss, dass die Sedimentationsprozesse von der Engelbergeraa die Regenerationsfähigkeit beeinflussen und somit auch die ökologische Entwicklung und Wirkung negativ beeinflussen können.

Fazit:

In Berücksichtigung aller vorliegenden Unterlagen wird für das Projekt HWS Buholzbach die erforderliche natürliche Breite der Gerinnesohle entlang dem neuen Talweg von oben nach unten zunehmend von **6.0 m auf 10.0 m festgelegt**. Insbesondere im Zusammenspiel mit der Engelbergeraa ist die Regeneration des aquatischen Bereiches zweckmässig zu berücksichtigen, weshalb auch ein grösserer Gewässerraum nicht mit einer zu grossen Breite der natürlichen Sohle und einem zugehörigen aquatischen Lebensraum legitimiert werden soll.

Im Rückhalteraum des Geschiebesammler wird die erforderliche natürliche Breite der Gerinnesohle als Scharnierfunktion vom Oberlauf zum Unterlauf mit **8.0 m** festgelegt. Mit genügend Platz und vorbehaltlich der Geschiebeprozesse kann sich für grössere Abflüsse dann auch ein verzweigtes Gerinne ausbilden.

Die methodischen Ansätze liessen an der Mündung zur Engelbergeraa auch eine nGSB von 12m bzw. unterhalb des Geschiebesammlers eine kontinuierliche Erweiterung der natürlichen Breite der Gerinnesohle von 8 m auf 12 m rechtfertigen. Darauf wird jedoch bewusst verzichtet, weil ein zu grosszügiger aquatischer Bereich nicht funktionieren wird und der projektspezifische Gewässerraum ja nicht auf das Minimum beschränkt werden muss.

4 Gewässerraum

Der minimal erforderliche Gewässerraum basiert auf der natürlichen Breite der Gerinnesohle (vgl. Kapitel 3) und wird resultierend für den Buholzbach gemäss Art. 41a GSchV in Fliessrichtung zunehmend wie folgt festgelegt:

Gerinnesohle	Art 41a Abs. 1 Bst. c.	Art 41a Abs. 2 Bst. b.
nGSB	GWR_{Bio}	GWR_{Min}
	nGSB + 30m	$2.5 \cdot nGSB + 7m$
6 m	36 m	22 m
8 m	38 m	27 m
10 m	40 m	32 m

4.1 Minimal erforderliche Breite des Gewässerraums (GWR_{Min})

Artikel 41a GSchV unterscheidet zwischen den erforderlichen Gewässerraumbreiten ausser- und innerhalb bestimmter Objekte des Natur- und Landschaftsschutzrechts. Solche Objekte sind im Projektperimeter Buholzbach nicht vorhanden. Ausserhalb von Gebieten mit Schutzbestimmungen wird die minimal erforderliche Gewässerraumbreite (GWR_{Min}) in Abhängigkeit der natürlichen Gerinnesohlenbreite (nGSB) wie folgt ermittelt:

nGSB im Bereich von 2 bis 15 Meter:
 $GWR_{Min} = nGSB \times 2.5 + 7 \text{ Meter}$

Für Gewässer mit einer nGSB grösser 15m (Engelbergeraai) fiel das Erfordernis damals der Vernehmlassung zur Gewässerschutzgesetzgebung zum Opfer. In Berücksichtigung der kantonalen Gesetzgebung wird die minimal erforderliche Gewässerraumbreite (GWR_{Min}) in Abhängigkeit der natürlichen Gerinnesohlenbreite (nGSB) wie folgt ermittelt:

nGSB im Bereich über 15 Meter:
 $GWR_{Min} = nGSB + 30 \text{ Meter}$

In Berücksichtigung aller vorliegenden Unterlagen wird für das Projekt HWS Buholzbach der minimal erforderliche Gewässerraum (GWR_{Min}) wie folgt festgelegt:

Buholzbach:

Der minimal erforderliche Gewässerraum beträgt in der Breite:

Oberhalb des Geschiebesammlers:	$GWR_{Min} = 22 \text{ m bis } 27 \text{ m}$ (in Fliessrichtung zunehmend)
Im Geschiebesammler:	$GWR_{Min} = 27 \text{ m}$ (Rückhalteraum)
Unterhalb des Geschiebesammlers:	$GWR_{Min} = 27 \text{ m bis } 32 \text{ m}$ (in Fliessrichtung zunehmend)

Mit einer festgelegten natürlichen Breite der Gerinnesohle, welche entlang dem neuen Talweg von oben nach unten von 6.0 m auf 10.0 m zunimmt, beträgt der erforderliche minimale Gewässerraum oben 22 m. Dieser erhöht sich nach unten, dem neuen Talweg folgend, kontinuierlich auf 27 m im Geschiebesammler und schliesslich auf 32 m bei der Mündung in die Engelbergeraai. Im Geschiebesammler (bergseitig zum talseitigen Abschlussbauwerk) sowie im neuen Unterlauf unterhalb des Abschlussbauwerkes bis zur Engelbergeraai ist der aquatische Bereich möglichst grosszügig und variabel jedoch auch funktional zu gestalten. Die Herausforderung stellt hier jedoch auch ein funktionierendes Niedrigwasserregime dar.

Engelbergeraa:

Der minimal erforderliche Gewässerraum beträgt:
GWR_{Min} = 52 m (oberhalb der Mündung Buholzbach)
GWR_{Min} = 54 m (unterhalb der Mündung Buholzbach)

Der Gewässerraum der Engelbergeraa ist in den Nutzungsplanungen grundeigentümerverbindlich festgelegt. Mit der Verlagerung der Mündung verschiebt sich im Prinzip auch die zugrundeliegende Berechnungsmethodik (Wassermenge; Regimebreite). Der Bereich von der bestehenden bis zur neuen Mündung kann neu als Übergangsbereich hinsichtlich dem Gewässerraum betrachtet werden, was auch dem bestehenden Knick im Längsgefälle der Engelbergeraa Rechnung trägt.

4.2 Projektspezifische Gewässerraumbreite (GRB)

Grundsätzlich ist mit dem Wasserbauprojekt der Gewässerraum im gesamten Projektperimeter festzulegen bzw. projektspezifisch zu überprüfen und gegebenenfalls entsprechend anzupassen. Die Anforderungen resultieren aus der eidgenössischen Gewässerschutzgesetzgebung, angewendet auf den Projektumfang. Das Verfahren stützt sich einerseits auf das kantonale Gewässergesetz, im koordinierten Verfahren betreffend die Auswirkungen auf die Nutzungsplanungen vorliegend jedoch auch direkt auf das Raumplanungsrecht.

Der minimal erforderliche Gewässerraum (GWR_{Min}) gemäss Kap. 4.1 muss erhöht werden, soweit dies erforderlich ist zur Gewährleistung (vgl. GSchV Art. 41a Abs. 3):

- a. des Schutzes vor Hochwasser;
- b. des für eine Revitalisierung erforderlichen Raumes;
- c. der Schutzziele von Objekten nach Absatz 1 sowie anderer überwiegender Interessen des Natur- und Landschaftsschutzes;
- d. einer Gewässernutzung.

Der Gewässerraum soll insbesondere auch die Schutzbauwerke raumplanerisch sichern, entsprechend ist insbesondere im Bereich des Geschieberückhalteraums der Gewässerraum zu erhöhen (a.). Der erhöhte Gewässerraum schützt auch die neuen terrestrischen Lebensräume und deren Längsvernetzung und trägt bei zu deren Aufwertung.

Die Revitalisierungspflicht gemäss Art. 38a GSchG gilt im Grundsatz auch für den Buholzbach, wird jedoch vorliegend durch das Schutzdefizit überlagert, weshalb vorab der Art. 37 GSchG bzw. die Wasserbaugesetzgebung Wirkung entfalten. Eine zusätzliche Erhöhung des Gewässerraums für eine Revitalisierung (b.) oder entsprechende Schutzziele sowie andere überwiegende Interessen des Natur- und Landschaftsschutzes (c.) ist nicht angezeigt, auch nicht hinsichtlich eine Zusatzfinanzierung nach GSchG. Jedoch wird der Buholzbach und spezielle dessen Mündung zur Engelbergeraa – trotz Restwasserregime und überlagerter Geschiebeproblematik – in der Wechselwirkung mit der Engelbergeraa als Seitengewässer aquatisch wie terrestrisch eine gewisse Wirkung entfalten können. Diesem Umstand wird entsprochen, indem der Unterlauf auch terrestrisch an die Engelbergeraa angeschlossen wird und hierfür der Gewässerraum hin zur Engelbergeraa erweitert und auch gestaltet wird. Mit der Ausweitung des Gewässerraums auf über 37 m hin zur Engelberger Aa wird versucht, die einstigen Verhältnisse bzgl. die Pendelwirkung sowie die dynamische Variabilität des ehemaligen nicht korrigierten Buholzbachs auf dem Schuttfächer aufzunehmen bzw. abzubilden.

Als Gewässernutzung für einen erhöhten Gewässerraum (d.) wäre vorliegend vorab die Naherholung in Betracht zu ziehen. Allerdings sind Naherholungsanliegen nicht so dominant, als dass dies standorttypisch einen zusätzlichen Gewässerraum erfordert für im Gewässerraum dann auch zulässige Nutzungen.

Als Gewässerraum betreffend die Engelbergeraa bleibt im Grundsatz die in der Nutzungsplanung festgelegte Gewässerraumzone erhalten. Im Anschlussbereich ist diesbezüglich jedoch die raumplanerische Sicherung der Schutzbauten (Lenkbauwerke) zu berücksichtigen.

Eine Übersicht betreffend die projektspezifischen Gewässerräume im Unterlauf hin zur Engelbergeraai ist in der Beilage 4 abgebildet (Planungsstand Bauprojekt 2023). Der neue Gewässerabschnitt ab Rückhalteraum bis zur Anbindung an die Engelbergeraai soll mit guter longitudinaler und lateraler Vernetzung ausreichend Raum für die Entwicklung (periodisch hochwassergestörter) aquatischer und terrestrischer Habitate bieten. Das bestehende Restwasserregime von minimal 80-120 l/s bedingt jedoch eine funktionierende Niederwasserrinne mit guter Tiefen- und Breitenvarianz und minimalem Eintrag von Geschiebe und organischem Material. Andererseits sind im Mündungsbereich aber auch Sedimentationseffekte durch den Einstau der Engelbergeraai zu erwarten, was entsprechende Anforderungen an eine Spülwirkung stellt, welche nicht einfach zu bewerkstelligen ist und die mögliche Ausdehnung insbesondere des aquatischen Bereichs auch einschränkt.

Beilagen:

- 1 Auszug Nutzungsplanung
- 2 Luftbilder 1943;1950;1955
- 3 Auszug Ökomorphologie
- 4 Geplante Festlegung der Gewässerräume im Projekt

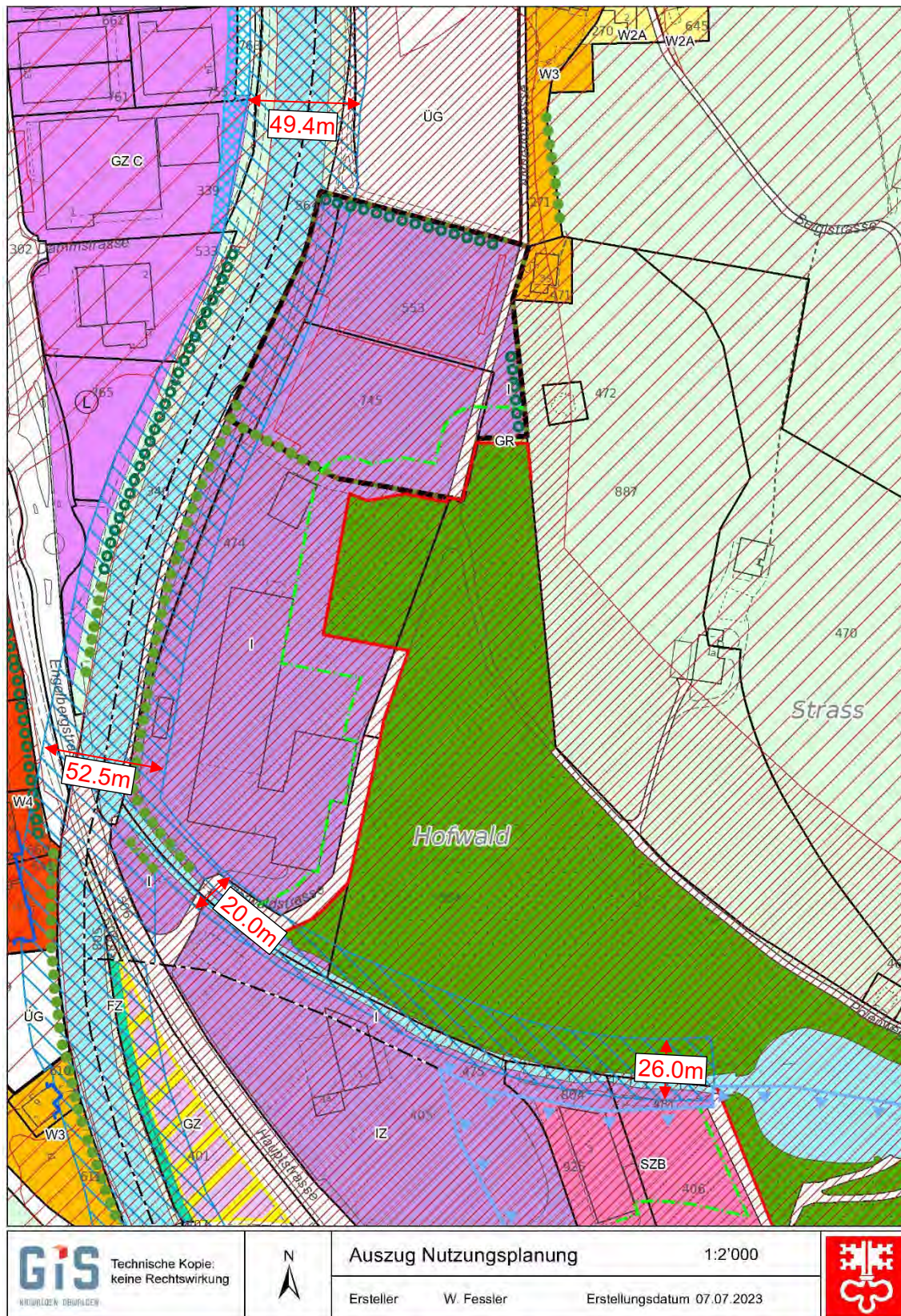
Mitteilung an:

- Bundesamt für Umwelt BAFU, Gregor Thomas, Abteilung Wasser, 3003 Bern
- Projektteam Buholzbach
- Amt für Naturgefahren ANG

LANDWIRTSCHAFTS- UND UMWELTDIREKTION

Werner Fessler
Leiter Wasserbau / stv. Leiter Amt

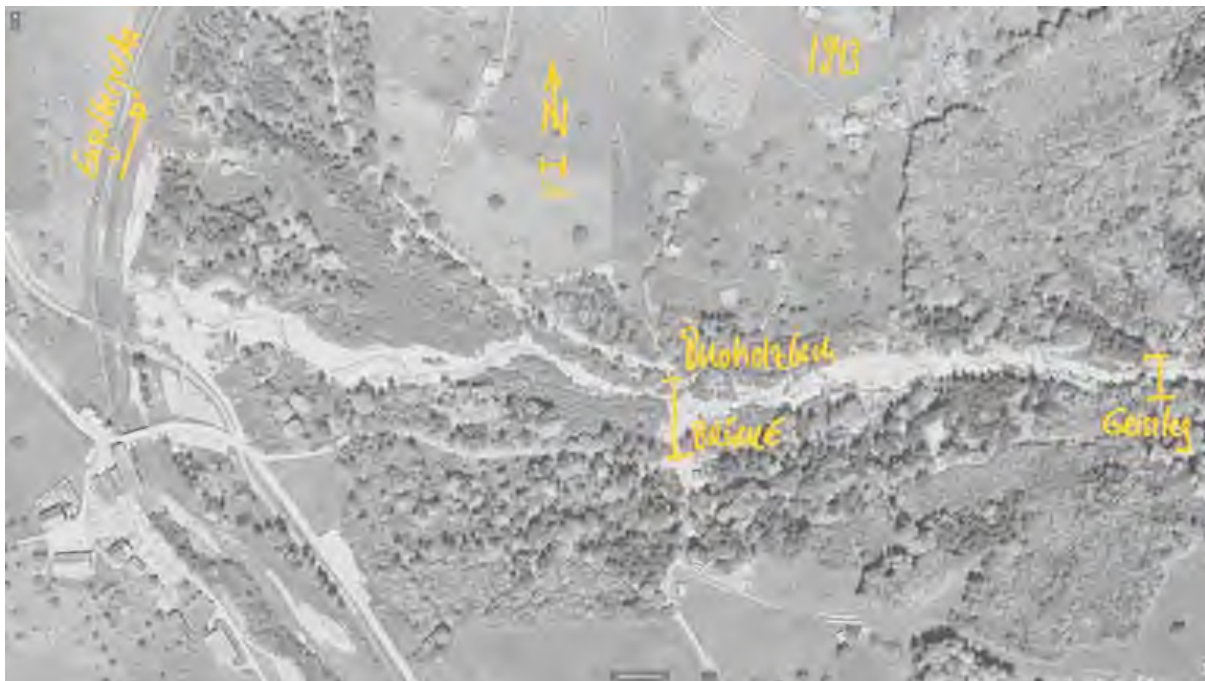
Beilage 1: Auszug Nutzungsplanung



- Buoholzbach:** Gewässerraumbreite entlang der Bauzone ca. 20 bis 26m
(Im Waldareal wurde auf die Festlegung verzichtet).
- Engelbergera:** Gewässerraumbreite im Projektperimeter ca. 48 bis 52m
(Die Entlastung wird mit einem ergänzenden Abflusskorridor raumplanerisch gesichert).

Beilage 2: Luftbilder

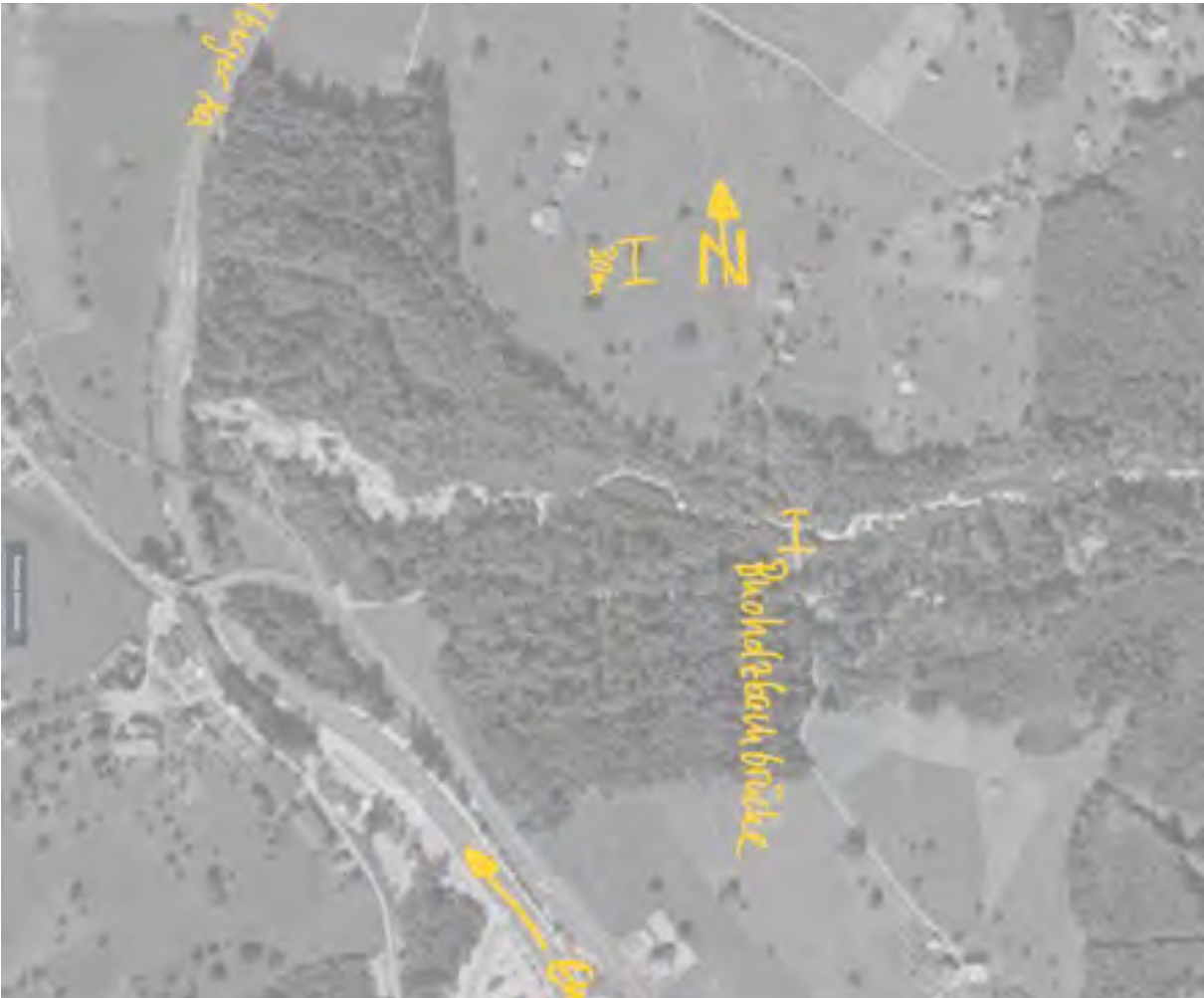
1943 Swissphoto (map.geo.admin.ch)



1950 Swissphoto (map.geo.admin.ch)



1955 Swissphoto (map.geo.admin.ch)

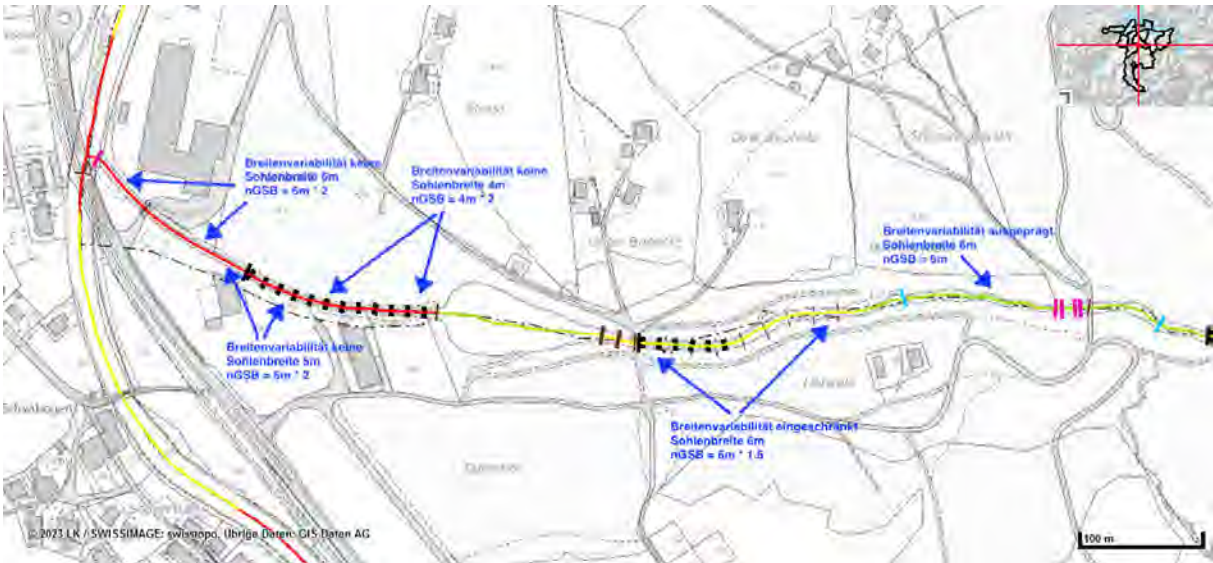


Abgeschätzte Breiten Mittelwasserlinien und Vegetationsfreie Bereiche am Bücherbach anhand der Luftbilder

(Basis Messung auf Luftbilder von 1943, 1950, 1955).

Luftbild-Jahr	Variable Breite Mittelwasserlinie [m]		Variable Vegetationsfreie Bereiche am Bach [m]		Bemerkungen
	Geissteg bis Bücher-Brücke	Bücher-Brücke bis Mündung	Geissteg bis Brücke	Bücher-Brücke bis Mündung	
1943	6-10	8-12	10-40	10-50	Je nach Gefälle sehr grosse Variabilität der natürlichen Gewässersohlenbreite und Vegetationsfreien Bereiche längs dem weitgehend unverbauten Bachlauf ohne Restwasserregime.
1950	6-10	6-15	6-15	15-70	
1955	6-10	6-15	6-10	6-24	Die auf dem Schuttfächer erfassten Mittelwasserlinienbreiten nehmen gegen unten in der Tendenz zu.

Beilage 3:
Auszug Ökomorphologie



Buholzbach	Vor Ort gemessene Sohlenbreite (UVB 2015)	Breitenvariabilität bzgl. Ökomorphologie	Korrekturfaktor	nGSB
Geissteg bis Hofwald	6 m	ausgeprägt	1	6 m
Hofwald bis ob Geschiebesammler (Buholz-Brücke)	6 m	eingeschränkt	1.5	9 m
Geschiebesammler bis Mitte Schwellen	4 m	keine	2	8 m
Mitte bis Ende Schwellen	5 m	keine	2	10 m
Ende Schwellen bis Mündung in Aa	6 m	keine	2	12 m

Beilage 4: Geplante Festlegung der Gewässerräume im Projekt



Geplante Festlegung der Gewässerraumbreiten im Bauprojekt 2023 (Schubiger et.al. 2023)