

Revitalisierung mit Sanierung Geschiebehaushalt Mühlebach, Arth

Technischer Bericht Vorprojekt

Kunde

Bezirk Schwyz
Ressort Umwelt
Strehlgasse 15
Postfach 60
6431 Schwyz

Datum

30.11.2023



Impressum

Datum

30.11.2023

Bericht-Nr.

07525.000-01

Verfasst von

LEF, CWU, FLV

Basler & Hofmann AG

Ingenieure, Planer und Berater

Nidfeldstrasse 5

CH-6010 Kriens

T +41 41 368 46 46

Verteiler

Bezirk Schwyz

Kanton Schwyz

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1	Anlass	1
1.2	Projektorganisation	1
1.3	Projektdossier	2
2.	Grundlagen	3
3.	Situationsanalyse	4
3.1	Projektperimeter	4
3.2	Istzustand	5
3.2.1	Einzugsgebiet	5
3.2.2	Hydrologie und Grundwasser	5
3.2.3	Gerinneform, Morphologie und Geschiebehaushalt	6
3.2.4	Ökomorphologie, Lebensräume und Arten	7
3.2.5	Schutzbauten	9
3.2.6	Bodenbelastungen / Altlasten	10
3.2.7	Raumnutzung und Infrastruktur	10
3.2.8	Naturgefahren	11
3.2.9	Schwachstellenanalyse	12
3.3	Naturzustand	14
3.3.1	Gerinneform, Morphologie und Geschiebehaushalt	14
3.3.2	Lebensräume und Arten	14
3.4	Referenzzustand	15
3.5	Defizitanalyse	15
4.	Zieldefinition	16
4.1	Restriktionen und Interessen	16
4.2	Definition Projektzustand	16
5.	Variantenstudium	18
5.1	Geschiebehaushalt	18
5.2	Hochwasserschutz	20
5.3	Revitalisierung	22
5.3.1	Module U: Unterlauf Mühlebach	23
5.3.2	Module M: Oberlauf Mühlebach	24
5.3.3	Module B: Boliwaldbach	24
5.3.4	Module Q: Quellbächli	24
5.3.5	Module R: Rindelbach	25
5.4	Variantenbildung	25
5.5	Evaluation Bestvariante	28
5.6	Bestvariante	29
5.6.1	Raumplanerische Massnahmen	29

5.6.2	Massnahmen Geschiebesammler	29
5.6.3	Massnahmen Oberläufe (Mühlebach und Boliwaldbach)	30
5.6.4	Massnahmen Mühlebach	31
5.6.5	Massnahmen Mündung	33
5.6.6	Materialbewirtschaftung	34
5.6.7	Landbereitstellung	34
5.6.8	Kostenschätzung	35
6.	Konzepte	37
6.1	Wirkungskontrolle Revitalisierung	37
6.2	Erfolgskontrolle Geschiebesanierung	37
6.3	Unterhalt	38
6.4	Besucherlenkung	38
7.	Auswirkung der Massnahmen	39
8.	Nutzniesser und Betroffene	40
9.	Planbeilagen	41
Anhang 42		
Anhang A	– Bestimmung der häufigen Hochwasserabflüsse	42
Anhang B	– Resultate Korngrössenverteilung und Geschiebetransportkapazität	43
Anhang C	– Visuelle Zustandserhebung Brücken und Durchlässe	44
Anhang D	– Längenprofile HEC-RAS	45

1. Einleitung

1.1 Anlass

Gesetzliche Grundlagen

Revitalisierungen und die Sanierung des Geschiebehaushalts sind ein zentraler Bestandteil der revidierten Gewässerschutzgesetzgebung. Ziel ist die Wiederherstellung von naturnahen Bächen, Flüssen und Seen mit ihren charakteristischen Tier- und Pflanzenarten. Neben der Biodiversität werden dadurch auch die Naherholung und der Hochwasserschutz gefördert. Gemäss Gewässerschutzgesetz (GSchG) haben die Kantone für die Revitalisierung von Gewässern zu sorgen. Sie berücksichtigen dabei den Nutzen für Natur und Landschaft sowie die wirtschaftlichen Auswirkungen, die sich aus der Revitalisierung ergeben. Sie planen die Revitalisierungen und legen den Zeitplan dafür fest

Strategische Planungen

In der strategischen Planung des Kantons Schwyz wurden die Interessen des Hochwasserschutzes und der Renaturierung ermittelt und gewichtet. Gemäss der Strategischen Planung Revitalisierung des Kantons Schwyz weist der Mühlebach in Arth einen grossen Nutzen für Natur und Landschaft auf [11]. Für den Mühlebach unterhalb des Zusammenflusses des Mühlebachs und des Boliwaldbachs ist ein sehr hoher Handlungsbedarf ausgewiesen. Weiter sind die beiden Geschiebesammler am Mühle- bzw. am Boliwaldbach oberhalb der Nationalstrasse gemäss der Strategischen Planung Sanierung Geschiebehaushalt sanierungspflichtig [9].

Zuständigkeiten

Im Kanton Schwyz liegt die Zuständigkeit für die Sanierung des Geschiebehaushalts an Fliessgewässer auf Stufe Vorstudie beim Kanton. Für die Umsetzung sind die Anlagenbesitzer zuständig. Der Bezirk ist gemäss dem kantonalen Wasserrechtsgesetz zuständig für die Revitalisierung der Fliessgewässer. Für die Projektierung der Revitalisierungs- und Sanierungsplanungen am Mühlebach übernahm der Bezirk Schwyz auf Stufe Vorprojekt die Projektleitung. Damit ist eine optimaler Projektkoordination gewährleistet. Der Kanton begleitet die Arbeiten mit Einsitz in der Projektgruppe.

Auftrag

Die Basler & Hofmann AG wurde vom Bezirk Schwyz mit der Erarbeitung eines Vorprojektes für die Revitalisierung, den hochwassersicheren Ausbau sowie Massnahmen zur Sanierung des Geschiebehaushaltes beauftragt.

1.2 Projektorganisation

Auftraggeber

Bezirk Schwyz
Ressort Umwelt
Strehlgasse 15
6430 Schwyz

Kanton Schwyz
Amt für Gewässer
Bahnhofstrasse 9
6430 Schwyz

Projektverfasser

Basler & Hofmann AG
Nidfeldstrasse 5
6010 Kriens

Projektleitung

Bezirk Schwyz:
Basler & Hofmann AG:
Basler & Hofmann AG:

Fabian Schelbert
Christian Wüthrich
Florian von Ah, Stv.

Projektteam	Kanton Schwyz: Kanton Schwyz:	Nadja Strähler Jonas Imhof
Sachbearbeitung	Basler & Hofmann AG: Basler & Hofmann AG:	Florian von Ah Felicia Amstutz
Partizipation	Im Rahmen eines partizipativen Prozesses wurden Begleitgruppensitzungen und Informationsveranstaltungen durchgeführt. Die Begleitgruppe umfasste Vertreter der Grundeigentümer, der Gemeinde, der Wuhrkorporation, der Umweltverbände sowie von kantonalen Fachstellen.	

1.3 Projektdossier

Der vorliegende Technische Bericht versteht sich als Bestandteil eines Projektdossiers mit folgenden Dokumenten:

Revitalisierung und Hochwasserschutz mit Sanierung Geschiebehaushalt

- _ 07525.000-01 Technischer Bericht Vorprojekt.pdf
- _ 07525_31101_SI_Oberläufe.pdf
- _ 07525_31102_SI_Mühlebach_Landwirtschaft.pdf
- _ 07525_31103_SI_Mühlebach_Siedlung.pdf
- _ 07525_31301_QP_Geschiebesammler.pdf
- _ 07525_31401_NP.pdf

2. Grundlagen

Für die Erarbeitung der Vorstudie und des Vorprojektes standen folgende Grundlagen zur Verfügung:

- [1] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer der Gewässer, GSchG, SR 814.20
- [2] Gewässerschutzverordnung, GSchV, SR 814.201
- [3] Bundesgesetz über den Wasserbau, SR 721.100
- [4] Verordnung über den Wasserbau, WBV, SR 721.100.1
- [5] Wasserrechtsgesetz, Kanton Schwyz, vom 11. September 1973
- [6] Fachspezifische Erläuterungen zur Programmvereinbarung im Bereich Revitalisierungen, BAFU, 2018
- [7] Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 Wasserbaugesetz (WBG) bzw. Art. 37 Gewässerschutzgesetz (GSchG), Version für die Konsultation, BAFU, 2020
- [8] Handlungsbedarf Fliessgewässer, Mitwirkungsbericht, Kanton Schwyz, März 2020. Details: Objektblatt S9 Mühlebach
- [9] Sanierung Geschiebehaushalt, Los Süd-West; Phase 1 – Strategische Planung, Schlussbericht, beffa tognacca gmbh, Dezember 2014
- [10] Sanierung Geschiebehaushalt, Los Süd-West; Phase 1 – Strategische Planung, Zwischenbericht, beffa tognacca gmbh, Juli 2014
- [11] Renaturierung der Gewässer; Phase 1 – Strategische Planung, Koordinationsbericht Sanierung Wasserkraft, Kanton Schwyz, 19. Dezember 2014 (rev. August 2018)
- [12] Abschätzung der mittleren jährlichen Geschiebelieferung von Vorfluter, Praxishilfe BAFU, HZP/Lehmann/belop, Juli 2014
- [13] Geschiebehaushalt – Massnahmen, ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer, Bundesamt für Umwelt, Version 15, 08. November 2018 (Entwurf)
- [14] Wirkungskontrolle Revitalisierungen. Gemeinsam lernen für die Zukunft, Bundesamt für Umwelt, Version vom 09.07.2021
- [15] Pflichtenheft, Gemeinde Arth: Revitalisierung und Hochwasserschutz mit Sanierung Geschiebehaushalt Mühlebach, Vorprojekt, Bezirk Schwyz, Ressort Umwelt, 26. August 2021
- [16] WebGIS Kanton Schwyz
- [17] Integrale Naturgefahrenkarte, Gemeinde Arth, Projekt Nr. 54-07, Kanton Schwyz, Louis Ingenieurgeologie GmbH, beffa tognacca gmbh, September 2009

3. Situationsanalyse

Im Rahmen der Situationsanalyse wird der Projektperimeter, der Istzustand sowie der Natur- und der Referenzzustand beschrieben. Abschliessend zeigt eine Defizitanalyse die Diskrepanz zwischen Istzustand und Referenzzustand auf.

3.1 Projektperimeter

Geschiebesammler bis Seemündung

Der Projektperimeter umfasst den Mühlebach in Arth von den beiden Geschiebesammlern am Boliwald- und Mühlebach oberhalb der Nationalstrasse bis zur Seemündung. Ebenfalls Bestandteil des Projektperimeters sind die beiden eingedolten Abschnitte der Zuflüsse Quellbächli (genauer Verlauf der Eindolung nicht bekannt) und Rindelbach (Abbildung 1).

1.8 km Fliessgewässer

Insgesamt befinden sich ca. 1.8 km Fliessgewässer innerhalb des Projektperimeters, wovon ca. 400 m eingedolt sind.

Landwirtschaftszone und Siedlungsgebiet

Rund 200 m verlaufen durch das Siedlungsgebiet, die restlichen Gewässerabschnitte befinden sich im Landwirtschaftsland.

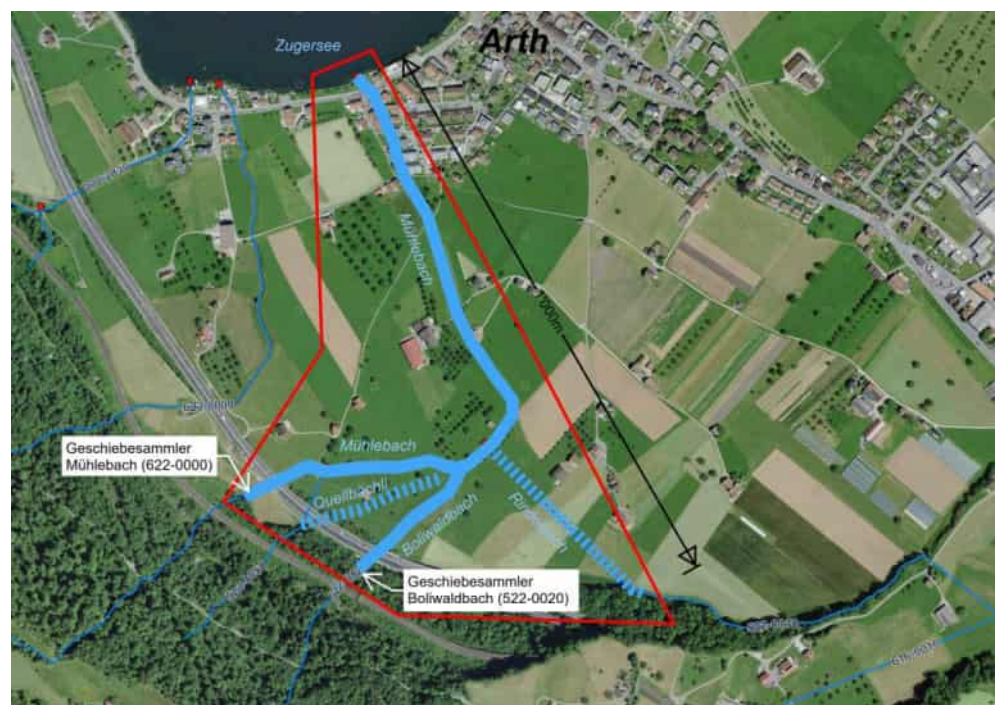


Abbildung 1

Rot: Projektperimeter

Blaue Linie: Offener Fliessgewässerverlauf

Bau gestrichelte Linie: Eingedolter Fliessgewässerverlauf

Hinweis: Der Verlauf des eingedolten Quellbächlis ist nicht genau bekannt.

3.2 Istzustand

Der Istzustand beschreibt den aktuellen Gewässerzustand inklusive den bestehenden Naturwerten, zu fördernden Gewässermerkmalen sowie Beeinträchtigungen.

3.2.1 Einzugsgebiet

Allgemein

Das Einzugsgebiet des Mühlebachs in Arth setzt sich aus den Teileinzugsgebieten des Mühlebachs, des Quellbächlis, des Boliwaldbachs und des Rindelbaches zusammen. Es erstreckt sich von der Rigi Nordlehne bis zum Zugersee. Der höchste Punkt des Einzugsgebiets liegt auf gut 1'600 m ü. M. im Gebiet «Hörel», der tiefste Punkt auf Seehöhe. Gemäss der Naturgefahrenkarte [17] weist der Mühlebach bei der Mündung in den Zugersee eine Einzugsgebietsfläche von 0.71 km² auf. Effektiv dürfte das Einzugsgebiet des Mühlebachs inklusive seiner Zuflüsse mehr als 1.0 km² gross sein.

3.2.2 Hydrologie und Grundwasser

Hydrologie

Der Mühlebach weist eine natürliche Hydrologie auf. Die Abflüsse sind durch Niederschläge gesteuert. Im Unterlauf spielt auch die Interaktion mit dem Grundwasserkörper eine Rolle. Oberhalb der Nationalstrasse sind drei Quellfassungen bekannt, diese beeinflussen die Hydrologie jedoch nicht wesentlich (Abbildung 2).

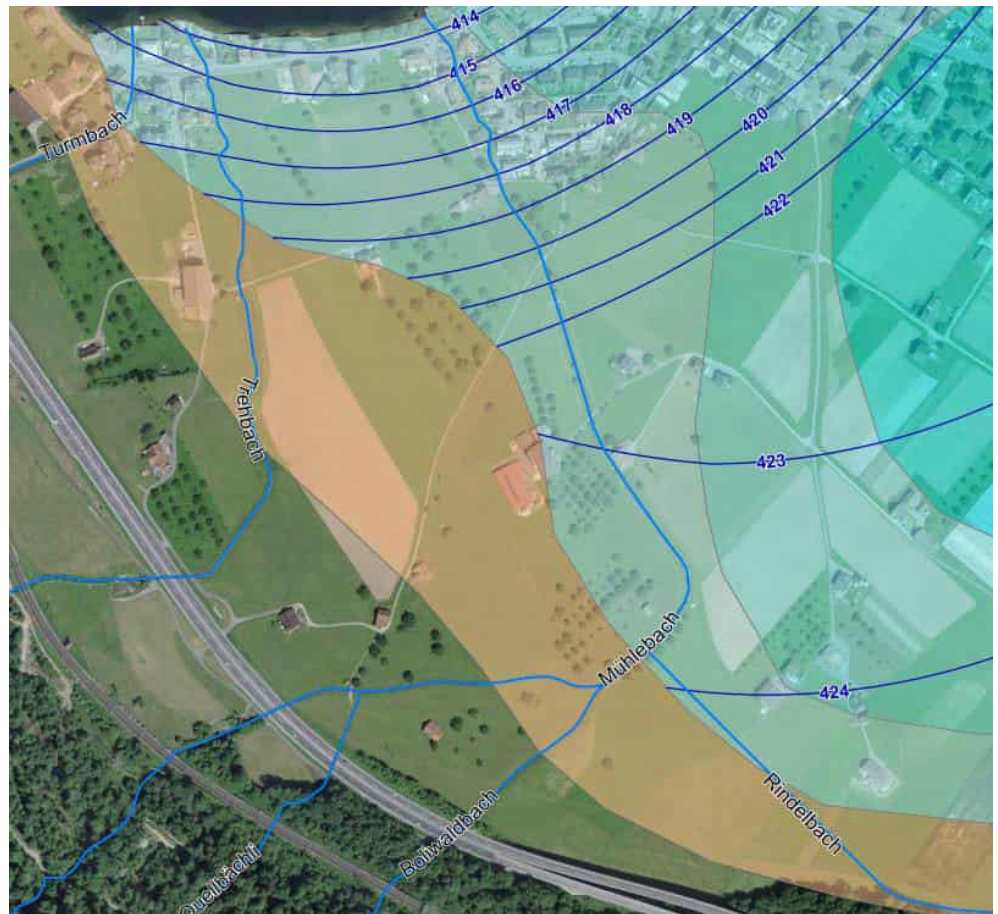


Abbildung 2

Projektperimeter mit Fliessgewässern und Grundwasserkörpern gemäss kantonalem Geoportal [16]

Hochwasserabflüsse

Am Mühlebach ist gemäss der Naturgefahrenkarte [17] mit den Hochwasserabflüssen gemäss Tabelle 1 zu rechnen. Die häufigen Hochwasser (HQ₂ bis HQ₁₀) wurden extrapoliert (Anhang A).

	HQ ₂	HQ ₅	HQ ₁₀	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
Standort	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
Mühlebach (Nationalstrasse)	1.7	2.5	3.3	5.0	9.5	13.0	17.0
Boliwaldbach (Nationalstrasse)	1.0	1.5	2.0	3.0	6.0	8.0	11.0
Mühlebach (Mündung)	2.7	4.0	5.3	9.0	16.0	22.0	29.0

Tabelle 1

Hochwasserabflüsse gemäss der Naturgefahrenkarte [17]

Niederwasserabfluss

Am Mühlebach ist keine Abflussmessstelle vorhanden, weshalb keine verlässlichen Angaben zum Niederwasserabfluss gemacht werden können. Gemäss Aussagen der ortsansässigen Bevölkerung fällt der Mühlebach oberhalb der Einmündung des Rindelbaches in niederschlagsarmen Phasen (vor allem im Sommer) trocken. Der Unterlauf sei jedoch ganzjährig wasserführend. Während der Abfischung im Mai 2022 setzte sich der Abfluss im Unterlauf des Mühlebachs zu je rund einem Drittel aus den Zuflüssen des Boliwaldbachs, des Mühlebachs und des Rindelbachs (Quellüberlauf) zusammen.

Q₃₄₇

Eine grobe Abschätzung des Niederwasserabflusses aufgrund der Modellwerte aus dem hydrologischen Atlas der Schweiz führten zu einem Q₃₄₇ von ca. 0.7 bis 4.3 l/s.

3.2.3 Gerinneform, Morphologie und Geschiebehaushalt

Gerinneform

Der Mühlebach, das Quellbächli und der Boliwaldbach entspringen an der Rigi Nordlehne und fallen entlang des über 30° steilen Hanges zum Hangfuss, wo sich jeweils ein Schwemmkegel gebildet hat. Von da aus führen die Bäche im leicht gewundenen bis gestreckten Verlauf zum Zugersee. Der Rindelbach führt entlang des Hangfusses ebenfalls leicht gewunden bis gestreckt zum Mühlebach.

Morphologie

Das Quellbächli und der Rindelbach sind im Projektperimeter bis zur Einmündung in den Mühlebach eingedolt. Der Oberlauf des Mühlebachs und der Boliwaldbach sind mit Stufen und Schwellen verbaut und weisen unterhalb der Stufen Kolkbecken auf. Der Unterlauf des Mühlebachs ist beidseitig mit Blocksteinen verbaut. Die Kiessohle ist weitgehend locker und kaum kolmatiert. Insbesondere im Unterlauf ist die Sohle teilweise leicht bewachsen. Laufgeschiebe ist zum Teil vorhanden.

Geschiebehaushalt

Durch die Geschiebesammler oberhalb der Nationalstrasse wird das Geschiebe grundsätzlich zurückgehalten. Die beiden Sammler am Mühle- und Boliwaldbach weisen jeweils Grunddurchlässe auf. Jener am Mühlebach war bei der Begehung verklaut. Der Geschiebesammler am Quellbächli verfügt über einen Absturz und ein anschliessendes Becken, bevor das Wasser in der Eindolung abgeführt wird. Das Geschiebe bleibt somit im Becken liegen. Der Geschiebehaushalt wird durch die Geschiebesammler wesentlich beeinflusst, wobei das Feingeschiebe bei freiliegenden Grunddurchlässen der Sammler am Mühle- und Boliwaldbach zum Teil in den Unterlauf gelangen kann.

Korngrössenverteilung

Die Korngrössenverteilung des Geschiebes wurde an vier Standorten mittels Volumenproben bestimmt. Die Resultate sind im Anhang B dokumentiert.

Folgende Standorte wurden berücksichtigt:

- _ Geschiebesammler Boliwaldbach
- _ Geschiebesammler Mühlebach
- _ Zulauf Rindelbach (Zulauf 1)
- _ Mündung in den Zugersee

Geschiebetransportkapazität

Unter der Annahme einer theoretischen Geschiebedurchlässigkeit der beiden Geschiebesammler wurde die Geschiebetransportkapazität nach Meyer-Peter & Müller berechnet. In den Oberläufen des Boliwaldbachs und des Mühlebachs ist ein Abfluss von ungefähr $2 \text{ m}^3/\text{s}$ erforderlich, um sämtliches Geschiebe gemäss den in den Geschiebesammler erhobenen Volumenproben in den Unterlauf zu transportieren. Dies entspricht ungefähr einem HQ_3 des Mühlebachs, bzw. einem HQ_{10} des Boliwaldbachs. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die grössten Kornfraktionen (Steine) auch bei gegebener Geschiebedurchlässigkeit in den beiden Geschiebesammler ablagern dürfte. Für die Geschiebetransportkapazität sind die flachen Gerinneabschnitte im Unterlauf limitierend (Gefälle: ca. 0.01). Die Geschiebetransportkapazität wurde unter Annahme einer Gerinnesohlenbreite von 2 m berechnet.

- _ Damit Geschiebe mit Korndurchmesser von 4 bis 5 cm (D_{80} Boliwaldbach; D_{90} Mühlebach) durch den flachen Unterlauf transportiert werden kann, ist ein Abfluss von ca. $3 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ_3 bis HQ_4) erforderlich (Anhang B).
- _ Damit Geschiebe mit Korndurchmesser von 6 bis 8 cm (D_{95} Boliwaldbach; D_{max} Mühlebach) durch den flachen Unterlauf transportiert werden kann, ist ein Abfluss von ca. $8 \text{ m}^3/\text{s}$ (HQ_{30}) erforderlich (Anhang B).

3.2.4 Ökomorphologie, Lebensräume und Arten

Ökomorphologisch stark
beeinträchtigt bis
naturfremd/künstlich

Wie die ökomorphologische Kartierung zeigt, sind weite Teile des Mühlebachs stark beeinträchtigt oder gar naturfremd/künstlich (Abbildung 3). Das Quellbächli und der Rindelbach sind im Projektperimeter eingedolt. Die offenen Abschnitte des Mühlebachs und dessen Zuflüsse sind im Bereich des Böschungsfusses durchgehend mit Blocksteinen verbaut. Im Oberlauf werden Sohle und Böschungen mittels Holz- und Betonstufen gesichert. Ab dem Zusammenfluss von Mühle- und Boliwaldbach ist das Gerinne mit diversen Schwellen versehen. Aufgrund der Verbauung ist das Gerinne strukturarm und monoton. Die Breiten- und Tiefenvariabilität ist stark eingeschränkt. Rückzugsmöglichkeiten für Fische sind kaum vorhanden. Eine Bestockung und damit auch die Beschattung fehlt weitgehend auf der gesamten Gerinnelänge.

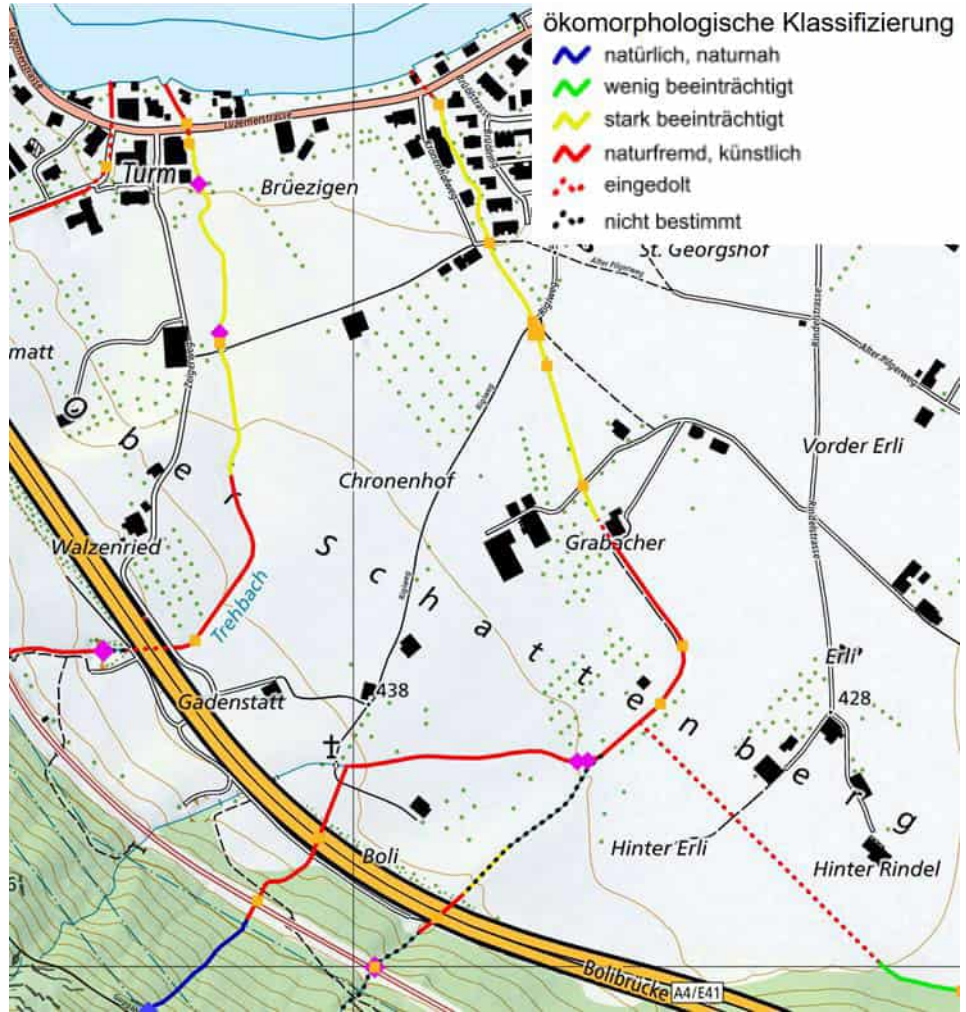


Abbildung 3
Ausschnitt ökomorphologische Karte [16]

Natürliche Sohlenbreite

Die auf Basis der gemessenen Sohlenbreite berechnete natürliche Sohlenbreite beträgt im Durchschnitt über die vier Abschnitte 1.9 m (Tabelle 2).

Mühlebach, Arth	Sohlenbreite	Breitenvariabilität	Korrekturfaktor	nat. Sohlenbreite
Abschnittskennung	[m]			[m]
1900-01-01-1515	1.30	eingeschränkt	1.5	1.95
1900-01-01-1514	1.50	ausgeprägt	1.0	1.50
1900-01-01-1513	1.20	eingeschränkt	1.5	1.80
1900-01-01-1512	1.60	eingeschränkt	1.5	2.40
Durchschnitt				1.91

Tabelle 2
Herleitung der natürlichen Sohlenbreite auf Basis der ökomorphologischen Daten.

Lebensräume

Gemäss der modellierten Lebensraumkarte nach TypoCH-Klassifikation weist der Projektperimeter, abgesehen von den benetzten Flächen, keine typischen gewässerbegleitenden Lebensräume auf. Begehungen vor Ort bestätigen die Angaben.

Arten Regelmässig Untersuchungen zu Artenvorkommen (Pflanzen [z.B. Kieselalgen] oder Insekten [z.B. Makrozoobenthos]) fanden bis anhin am Mühlebach nicht statt. Im Rahmen einer Befischung im Mai 2022 wurde eine ca. 130 m lange Strecke direkt oberhalb des Siedlungsgebiets in zwei Durchgängen methodisch abgefischt. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Mühlebach ein funktionierendes Fischgewässer für Bachforellen sämtlicher Lebensstadien ist. Weiter konnten diverse Makrozoobenthos nachgewiesen werden und auch Wasserpflanzen sind vorhanden.

3.2.5 Schutzbauten

Geschiebesammler

Drei Geschiebesammler Oberhalb der Nationalstrasse befinden sich am Mühlebach, am Quellbächli und am Boliwaldbach je ein Geschiebesammler. Die Geschiebesammler am Mühle- und Boliwaldbach sind für Laufgeschiebe theoretisch über einen Grundablass durchgängig (siehe Tabelle 3). Jener am Quellbächli hält sämtliches Geschiebe zurück.

Sammler Mühlebach und Boliwaldbach Im Rahmen der vorliegenden Studie werden die beiden sanierungspflichtigen Geschiebesammler am Mühle- und Boliwaldbach behandelt. Die beiden Geschiebesammler halten das Geschiebe und Schwemmholz im Ereignisfall zurück und schützen dadurch die Nationalstrasse wie auch den Unterlauf der Gewässer vor Übersarungen und Ausuferungen.

Sohlen und Uferverbauungen

Mühle- und Boliwaldbach Im Anschluss an die Durchlässe unter der Nationalstrasse sind der Mühlebach und der Boliwaldbach durch eine gepflästerte Schale und diverse kleine Sperrerbauwerke verbaut. Im Unterlauf ist der Böschungsfuss des Mühlebachs verbaut und die Sohle punktuell gesichert. Die Verbauung verhindern Erosionsprozesse.

Geschiebesammler Mühlebach	Geschiebesammler Boliwaldbach	Geschiebesammler Quellbächli
		
<ul style="list-style-type: none"> _ Rückhaltekapazität ca. 900 m³ _ keine Entnahmen 2010 – 2014 _ Vollständiger Rückhalt des Laufgeschiebes bei verklaustem Grundablass, Ablagerung des Laufgeschiebes im Sammler 	<ul style="list-style-type: none"> _ Rückhaltekapazität unbekannt _ keine Entnahmen 2010 – 2014 _ Vollständiger Rückhalt des Laufgeschiebes bei verklaustem Grundablass, Ablagerung des Laufgeschiebes im Sammler 	<ul style="list-style-type: none"> _ Rückhaltekapazität unbekannt _ Vollständiger Rückhalt des Laufgeschiebes

Tabelle 3
Geschiebesammler im Einzugsgebiet des Mühlebachs [9]

3.2.6 Bodenbelastungen / Altlasten

keine belasteten Standorte

Im Projektperimeter sind keine belasteten Standorte und Bodenbelastungen bekannt.

3.2.7 Raumnutzung und Infrastruktur

Landwirtschaftsland und Siedlungsgebiet

Der Mühlebach und dessen Zuflüsse fliessen mehrheitlich durch die Landwirtschaftszone. Vor der Mündung in den Zugersee fliesst der Mühlebach auf einer Strecke von ca. 200 m durch Siedlungsgebiet und quert dabei die Kantonsstrasse (Abbildung 4).



Abbildung 4
Raumnutzung [16]

Fruchtfolgefleichen

Beim durchflossenen Landwirtschaftsland in der Talsohle handelt es sich um Fruchtfolgefleichen 2. Klasse, im Hanggebiet um Fruchtfolgefleichen 3. Klasse (Abbildung 5). Die Fruchtfolgefleichen überlagern gemäss kantonalem Geoportal die Gerinne, was fachlich nicht haltbar ist.

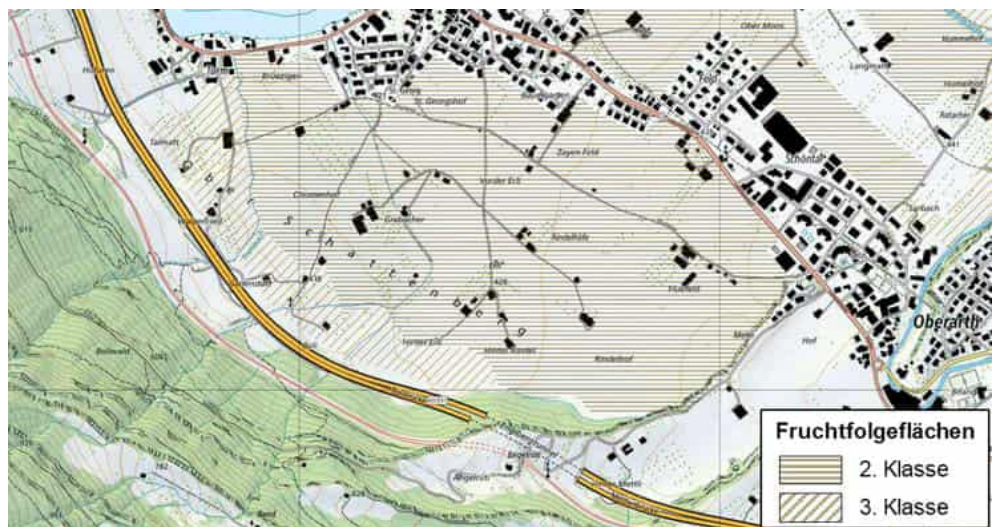


Abbildung 5
Fruchtfolgefleichen [16]

Brücken und Durchlässe

Entlang des Mühlebachs und des Boliwaldbachs existieren insgesamt 12 Durchlässe und Brücken (Abbildung 6).

Zustand der Brücken und Durchlässe

Im Rahmen einer Begehung am 21. Oktober 2021 konnten visuell keine offensichtlichen Mängel festgestellt werden. Einzig im Durchlass unter der Nationalstrasse am Boliwaldbach wurde ein Riss über den gesamten Querschnitt gesichtet. Die visuelle Zustandserhebung ist im Anhang A inkl. Fotodokumentation aufgeführt.

3.2.8 Naturgefahren

Hochwasser und Murgänge

Für den Projektperimeter stellen Hochwasser und Murgänge die massgebenden Gefahrenprozesse dar (Abbildung 7). Grosse Flächen im Landwirtschaftsgebiet sind in der synoptischen Gefahrenkarte der Gefahrenfläche mit mittlerer Gefährdung (blau) zugewiesen. Die möglichen flächigen Ausuferungen entlang der Fließgewässer gemäss Gefahrenkarte können durch die hydraulische Modellierung (vgl. 3.2.9) nicht bestätigt werden. Allfällige Murgänge werden durch die Geschiebesammler oberhalb der Nationalstrasse zurückgehalten.

Oberflächenabfluss

Grosse Flächen im Projektperimeter sind bei Starkniederschlägen von Oberflächenabfluss betroffen. Die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss weist die gefährdeten Flächen aus (Abbildung 8). Im Grundsatz bestätigt die Gefährdungskarte Oberflächenabfluss die Fließwege gemäss Gefahrenkartierung.

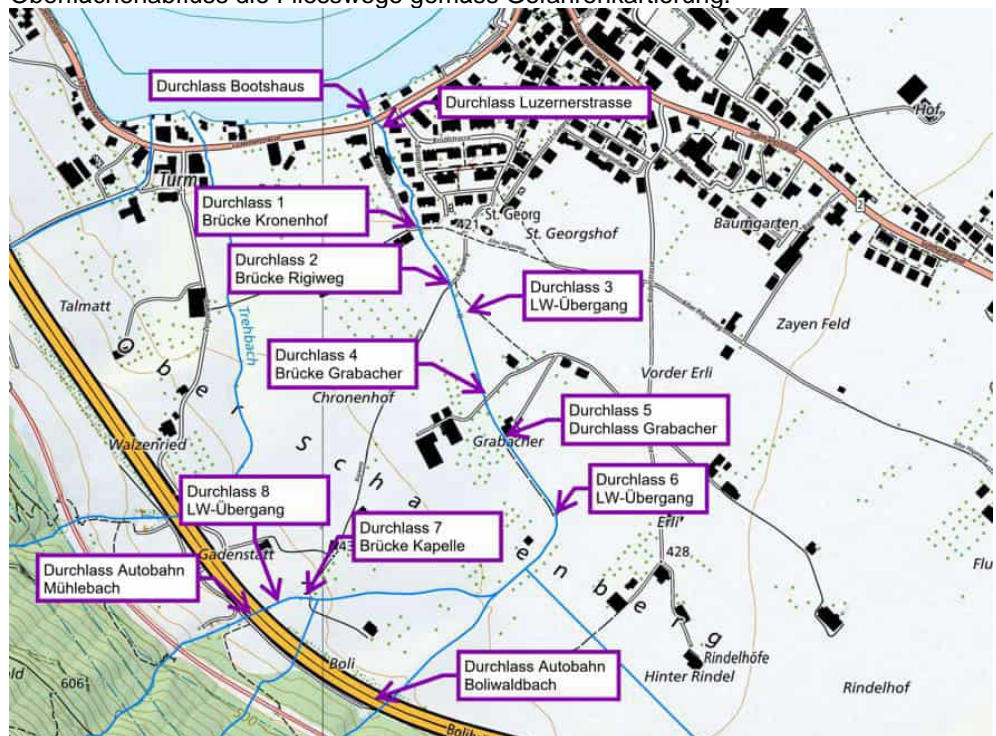


Abbildung 6
Übersicht Durchlässe und Brücken

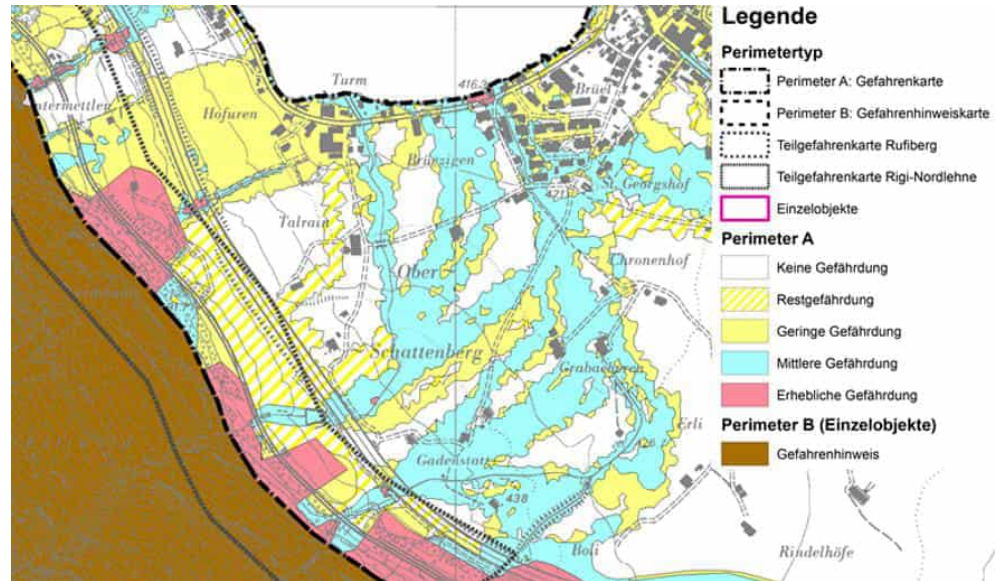


Abbildung 7
Auszug aus der synoptischen Naturgefahrenkarte [17]



Abbildung 8
Auszug aus der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss [16]

3.2.9 Schwachstellenanalyse

Hydraulische 1D-Modellierung

Anhand einer hydraulischen 1D-Modellierung mit der Software HEC-RAS wurden die hydraulischen Schwachstellen entlang des Mühlebachs eruiert. Die 1D-Modellierung zeigt, dass der Gerinnequerschnitt unter den angenommenen Abflüssen gemäss Gefahrenkartierung grundsätzlich zum Ableiten von Hochwassern genügt.

HQ₃₀ Die Abflusskapazität ist gemäss der HEC-RAS-Modellierung bei einem 30-jährlichen Hochwasserereignis (HQ₃₀) grundsätzlich ausreichend. Jedoch beträgt das Freibord an den meisten Brücken weniger als 1.0 m (Abbildung 9).

HQ₁₀₀ Bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis (HQ₁₀₀) schlagen der Landwirtschaftsübergang in der Kurve des Mühlebachs nach der Einmündung des Rindelbaches, die Brücke beim Kronenhofweg und der Durchlass bei der Luzernerstrasse / Bootshaus zu und es kann zu Ausuferungen kommen.

Längenprofile Die Längenprofile eines HQ₃₀ und HQ₁₀₀ sind im Anhang B dargestellt.

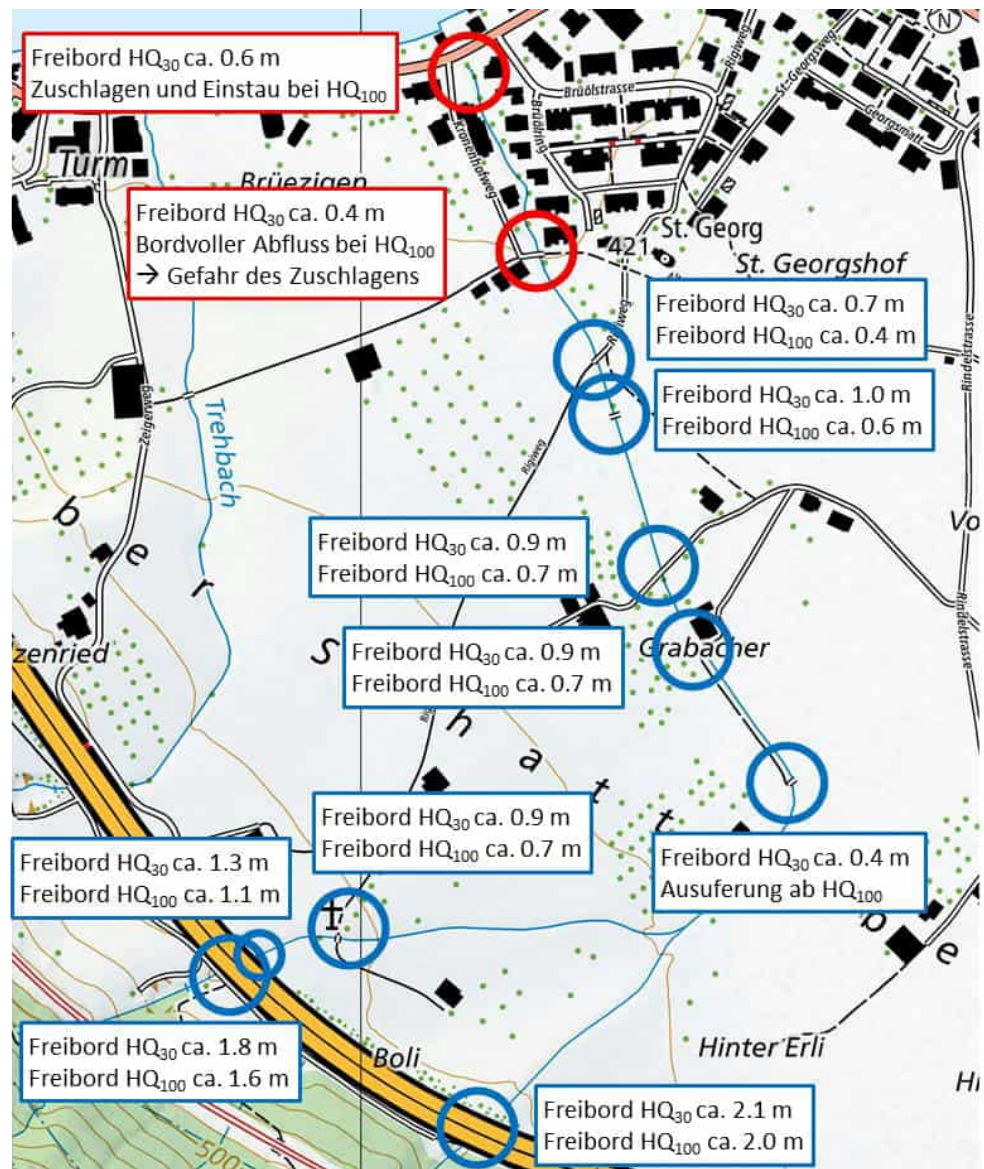


Abbildung 9

Übersicht Freiborde bei Brücken und Durchlässen

3.3 Naturzustand

Definition

Der Naturzustand beschreibt den Zustand eines Fließgewässers ohne jegliche anthropogenen Einflüsse, d.h. in einer vom Menschen nicht beeinflussten Ausprägung [7]. Der Naturzustand wird anhand der historischen Karte von 1894 beschrieben.

3.3.1 Gerinneform, Morphologie und Geschiebehaushalt

Natürlicher Gerinneverlauf

Im Bereich der Schwemmkegel suchten sich die Fließgewässer im Naturzustand wohl immer wieder neue Fließwege in Richtung Zugersee (Abbildung 10). Grundsätzlich entsprechen die heutigen Gerinneverläufe einem möglichen Naturzustand unter vielen.

Gewundenes Gerinne

Der Gerinneverlauf war nach dem Zusammenfluss der Zuflüsse gewunden bis leicht mäandrierend.

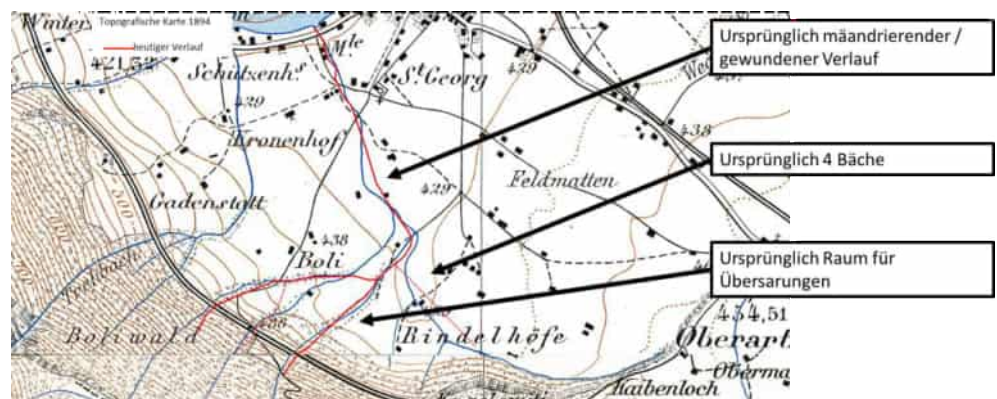


Abbildung 10

Ausschnitt historische Karte von 1894

Geschiebehaushalt

Insbesondere bei Starkniederschlagsereignissen wurde Geschiebe von der Rigi Nordlehne erodiert und in den Unterlauf transportiert. Dabei fand eine Sortierung der Korngrößen statt – grobes Geschiebe lagerte sich am Hangfuss ab, das Feingeschiebe wurde bis in den Zugersee transportiert.

3.3.2 Lebensräume und Arten

Lebensräume

Es existierte eine Vielfalt an Lebensräumen im Projektperimeter. Es ist neben vielfältigen aquatischen Lebensräumen von verschiedenen wechselfeuchten Uferlebensräumen sowie von Pionierlebensräumen auf den Schuttkegeln auszugehen.

Arten

Der Mühlebach bot einen attraktiven Lebensraum für aquatische und amphibische Arten. Durch die natürliche Anbindung an den Zugersee ist davon auszugehen, dass in den See abgewanderte Forellen für die Fortpflanzung wieder in ihr Geburtsgewässer zurückkehrten.

Vernetzung

Sämtliche Vernetzungsaspekte sind gewährleistet. Der Mühlebach dient als eine terrestrische Vernetzungsachse zwischen Rigi Nordlehne und Zugersee.

Definition

3.4 Referenzzustand

Beim Referenzzustand handelt es sich um einen Zustand, der sich einstellen würde, wenn sämtliche menschlichen Nutzungen im unmittelbaren Umfeld des Gewässers aufgegeben würden. Der Referenzzustand sieht folgende Änderungen im Laufe der Zeit als irreversibel an:

- _ grossräumige Waldrodungen
- _ Trockenlegungen von Feuchtgebieten
- _ Siedlungen

In Bezug auf den Geschiebehaushalt eines Gewässers werden darüber hinaus die folgenden anthropogenen Veränderungen als unabänderlicher Teil des Referenzzustandes betrachtet:

- _ Historische Gewässerumleitungen
- _ Wildbachverbauungen mit Sperrentreppen im Alpenraum

Referenzzustand entspricht Naturzustand

Der Referenzzustand des Mühlebachs entspricht weitgehend dem Naturzustand. Siedlungen werden nur hinsichtlich des Geschiebehaushalts im Referenzzustand berücksichtigt. Das Siedlungsgebiet von Arth hat jedoch kaum einen Einfluss auf den Geschiebehaushalt des Mühlebachs.

Vergleich Ist- und Referenzzustand

3.5 Defizitanalyse

Durch den Vergleich des Istzustands mit dem Referenzzustand können die Defizite im Projektperimeter evaluiert werden. Die Tabelle 4 fasst die massgebenden Defizite zusammen:

Aspekt	Istzustand	Referenzzustand	Defizit
Geschiebehaushalt	beeinträchtigt durch Sammler	unbeeinträchtigt	ja
Ökomorphologie	stark beeinträchtigt, naturfremd/künstlich, eingedolt	natürlich / naturnah	ja
Sohle	abschnittsweise verbaut, eingeschränkte Breitenvariabilität, Laufgeschiebe teilweise vorhanden	ausgeprägte Breiten- und Fliesstiefenvariabilität, locker gelagerte Sohle mit Laichsubstrat	ja
Ufer	Verbauung Böschungsfuss, keine Variabilität der Uferneigung, fehlende Bestockung, strukturarm	variable Böschungsneigung, standorttypische Bestockung, strukturreich	ja
Lebensräume	geringe Vielfalt	grosse Vielfalt	ja
Hochwassersicherheit	Gerinnkapazität im Siedlungsgebiet sowie bei den Brücken und Durchlässe teilweise ungenügend, Oberflächenabfluss	ausreichende Abflusskapazität	ja
Mündung / Seeufer	naturfremd / künstlich	naturnahe / natürliche Mündung	ja

Tabelle 4

Zusammenstellung der massgebenden Defizite

4. Zieldefinition

4.1 Restriktionen und Interessen

Restriktionen und Interessen

Im Rahmen der ersten Begleitgruppensitzung wurden die Interessen der verschiedenen Akteure evaluiert. Die Ansprüche an das Projekt stehen teilweise im Widerspruch zueinander (vgl. Tabelle 5).

Aspekt	Oberlauf	Unterlauf	Quellbächli / Rindelbach
Hochwasserschutz	<ul style="list-style-type: none"> _ Istzustand wird als ausreichend erachtet _ HWS soll durch Geschiebe nicht verschlechtert werden _ Zustand Verbauungen _ Unterhalt 	<ul style="list-style-type: none"> _ Istzustand wird als ausreichend erachtet _ HWS soll durch Geschiebe nicht verschlechtert werden _ Zustand Verbauungen _ Unterhalt 	<ul style="list-style-type: none"> _ Istzustand wird als ausreichend erachtet _ Optimierung des Oberflächenabflusses
Geschiebe		<ul style="list-style-type: none"> _ erhöhter Unterhaltsbedarf? _ Verschlechterung Hochwasserschutz?! 	
Ökologie	<ul style="list-style-type: none"> _ Referenzzustand soll angestrebt werden _ Niederwasserrinne (Beschattung) _ saisonale Wasserführung berücksichtigen 	<ul style="list-style-type: none"> _ Referenzzustand soll angestrebt werden _ Niederwasserrinne (Beschattung) _ Unterstände _ Zielart Bachforelle _ Synergien mit Hochstammkultur _ Magerwiesen 	<ul style="list-style-type: none"> _ Referenzzustand nicht erwünscht _ Verhältnismässigkeit wird in Frage gestellt.
Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> _ minimaler Gewässerraum _ Landwirtschaftliche Nutzung soll nicht beeinträchtigt werden 	<ul style="list-style-type: none"> _ minimaler Gewässerraum _ Landwirtschaftliche Nutzung soll nicht beeinträchtigt werden 	<ul style="list-style-type: none"> _ minimaler Gewässerraum _ Landwirtschaftliche Nutzung soll nicht beeinträchtigt werden
Restriktionen		<ul style="list-style-type: none"> _ Siedlungsgebiet _ Kantonsstrasse _ Gebäude im Mündungsbereich 	

Tabelle 5

Zusammenfassung der Anforderungen seitens Begleitgruppe

4.2 Definition Projektzustand

Auf Grundlage der Defizitanalyse sowie der Restriktionen und Interessen der verschiedenen Akteure wurden folgende Ziele definiert:

Ziellebensräume / Zielarten

- (1) Aquatisch: Struktureiche Fliessgewässer mit Strömungsvielfalt (Kolke, Laichsubstrat). Zielart: Forelle
- (2) Terrestrisch: Standortgerechte und struktureiche Ufervegetation mit Ufergehölz und offenen Hochstaudensäumen.

Hochwassersicherheit

- (3) Die Schutzziele gemäss der kantonalen Naturgefahrenstrategie sind erfüllt und der Hochwasserschutz ist gewährleistet.
- (4) Der Geschiebetrieb ist gewährleistet (sanierter Geschiebehaushalt).
- (5) Die technischen Risiken sind gering.
- (6) Der Überlastfall ist gutmütig.

Ökologie

- (7) Der Mühlebach kann seine natürlichen Funktionen wahrnehmen und hat die Fähigkeit zur Selbstregulation und Resilienz (Klimawandel).
- (8) Der Mühlebach verfügt über ausreichend Gewässerraum und eine gewässertypische Eigendynamik.
- (9) Der Mühlebach bietet Lebensraum für standorttypische und sich selbst reproduzierenden Organismen, insbesondere der definierten Zielarten.
- (10) Die Vernetzung am Mühlebach ist gewährleistet.

Sozioökonomie

- (11) Die Revitalisierung stösst mehrheitlich auf Akzeptanz bei den Anspruchsgruppen.
- (12) Der Gewässerraum lässt sich landwirtschaftlich rational extensiv nutzen.
- (13) Die Konflikte mit Werkleitungen sind gering.

5. Variantenstudium

Modularer Aufbau

Für das Variantenstudium wurde eine modulare Vorgehensweise gewählt, für welche pro Aspekt (Geschiebehaushalt, Hochwasserschutz und Revitalisierung) in einem ersten Schritt die verschiedenen denkbaren Variantenmodule aufgezeigt wurden. Durch die Kombination der verschiedenen Module ergibt sich eine Vielzahl von Varianten. Um die Anzahl an Varianten in einem überblickbaren Umfang zu behalten, wurde von der Projektgruppe, unter Berücksichtigung der Restriktionen und Interessen, eine gutachterliche Vorselektion auf Stufe der Variantenmodule vorgenommen.

5.1 Geschiebehaushalt

Zur Sanierung des Geschiebehaushalts wurden drei Module erarbeitet.

Modul G1: Umbau der Sammler

Beschrieb

Zur Sanierung des Geschiebehaushalts werden die Geschiebesammler umgebaut, sodass ein Weitertransport des Laufgeschiebes möglich ist. Die Abschlussperre wird mit einem vertikalen Schlitz versehen. Durch ein erforderliches Minimalgefälle innerhalb des Rückhalteraumes des Sammlers wird der Transport des Laufgeschiebes gewährleistet und kann durch die Bewirtschaftung justiert werden. Im Ereignisfall verklaut der Schlitz durch die grosse anfallende Geschiebemenge und durch das anfallende Schwemmholz, sodass der Hochwasserschutz gewährleistet werden kann.



Abbildung 11

Schematische Darstellung einer Öffnung der Abschlussperre

Modul G2: Rückbau der Sammler

Beschrieb

Zur Gewährleistung des natürlichen Geschiebetriebs könnten die Geschiebesammler zurückgebaut werden. Dadurch werden im Ereignisfall die anfallenden Geschiebe- und Schwemmholzmassen nicht mehr kontrolliert zurückgehalten. Es besteht die Gefahr, dass die Nationalstrasse überschwemmt und/oder übersart wird. Zudem kann Geschiebe unkontrolliert in den Unterlauf eingetragen werden, wodurch auch unterhalb der Nationalstrasse mit Ausuferungen und Übersarungen gerechnet werden muss.

Beschrieb	<p>Modul G3: Betriebliche Massnahmen</p> <p>Bei der betrieblichen Massnahme werden die heutigen Geschiebesammler in ihrem Bestand gelassen. Periodisch wird Laufgeschiebe aus dem Rückhalteraum entnommen und unterhalb der Nationalstrasse in die Gerinne eingegeben. Dies Bedarf einer Zufahrtsmöglichkeit bei den Zugabestellen im Gerinne, sowie auch dem entsprechenden Platzbedarf im Gerinne, um das Geschiebedepot anlegen zu können. Zudem ist neben dem ohnehin erforderlichen Unterhalt der Sammler (insbesondere im Ereignisfall) ein hoher Betriebsaufwand erforderlich.</p>
Bewertung und Beurteilung Module Geschiebehaushalt	<p>Bewertung und Beurteilung Module Geschiebehaushalt</p> <p>Die drei Module wurden qualitativ innerhalb der Projektgruppe bewertet und miteinander verglichen. Die Tabelle 6 zeigt, dass das <i>Modul G1 Umbau der Sammler</i> in allen Aspekten gleich gut oder besser abschneidet als die anderen beiden Module. Einzig die technischen Risiken sind schlechter bewertet als bei dem <i>Modul G3 betriebliche Massnahmen</i>, da eine Anpassung der Abschlussperren erforderlich ist.</p>
Wahl Bestvariante	<p>Das <i>Modul G1 Umbau der Sammler</i> wird daher als Bestvariante zur Weiterverfolgung empfohlen.</p>

Ziele	G1 Umbau	G2 Rückbau	G3 betriebliche Massnahmen
Hochwassersicherheit			
Hochwasserschutz	+	- -	+
Geschiebehaushalt	+	+	+
Technische Risiken	0	-	+
Überlastfall	0	-	0
Sozioökonomie			
Akzeptanz	+	-	-
Landwirtschaft	+	-	-
Kosten			
Investitionskosten	-	- -	-
Unterhaltsaufwand	+	-	-

Tabelle 6

Qualitative Bewertung der Module Geschiebehaushalt

5.2 Hochwasserschutz

Hinsichtlich dem Aspekt Hochwasserschutz wurden vier Module erarbeitet.

Modul H1: Gerinneausbau

Beschrieb

Das Gerinne des Mühlebachs wird so ausgebaut, dass die Schutzziele erfüllt werden können. Dabei werden die Abflusskapazitäten insbesondere im Siedlungsgebiet erhöht. Die Abflussquerschnitte bei der Brücke beim Kronenhofweg sowie des Durchlasses Luzernerstrasse müssen vergrößert werden. Zudem muss das Gerinne direkt vor dem Einlauf in den Durchlass Luzernerstrasse vergrößert werden. Mit dem Gerinneausbau können Synergien mit den Revitalisierungsmassnahmen genutzt werden.

Modul H2: Entlastungskorridor

Beschrieb

Im Hochwasserfall soll der Abfluss, welcher nicht im Gerinne abgeführt werden kann, über einen Entlastungskorridor bis zum Zugersee geleitet werden (Abbildung 12). Der Entlastungskorridor führt am heutigen Siedlungsrand vorbei. Das bisher noch unbebaute Land befindet sich in der Bauzone. Zudem ist für die Querung der Luzernerstrasse ein weiterer Durchlass erforderlich.



Abbildung 12
Mögliche Linienführung Entlastungskorridor

Modul H3: Entlastungsleitung

Beschrieb

Analog zum Entlastungskorridor soll der Abfluss, welcher nicht im Gerinne abgeführt werden kann, abgeleitet werden. Anstelle eines Entlastungskorridors wird der Hochwasserabfluss jedoch über eine Entlastungsleitung in den Zugersee geführt. Die Entlastungsleitung weist einen ähnlichen Verlauf wie der Entlastungskorridor auf und führt durch die noch unbebaute Bauzone (Abbildung 13). Alternativ wäre auch eine Leitung bereits ab der Kurve des Mühlebachs denkbar, was jedoch eine bedeutend längere Leitung erfordern würde. Unabhängig vom Verlauf erfordert diese Variante ein Einlaufbauwerk sowie einen Durchlass unter der Luzernerstrasse.



Abbildung 13
Entlastungsleitung

Beschrieb

Modul H4: Retention

Neben den Grundsätzen, den Hochwasserabfluss durch- oder abzuleiten, gibt es noch den Ansatz der Retention. In der vorliegenden Situation sind die topografischen Gegebenheiten jedoch äusserst ungünstig, um ein Retentionsvolumen schaffen zu können. Ein Hochwasserrückhaltebecken wäre nur mit unverhältnismässigen Terrainanpassungen bzw. Dammschüttungen erstellbar. Aufgrund dessen wird diese Variante verworfen und nicht weiterverfolgt.

Bewertung und Beurteilung
Module Hochwasserschutz

Bewertung und Beurteilung Module Hochwasserschutz

Die drei Module H1, H2 und H3 wurden qualitativ innerhalb der Projektgruppe bewertet und miteinander verglichen (Tabelle 6).

Abwägung

Während der Hochwasserschutz bei allen Modulen verbessert werden kann, haben die drei Module keinen massgebenden Einfluss auf den Geschiebehaushalt, da dieser im Normalfall durch die Massnahmen nicht beeinflusst wird. Das technische Risiko ist beim *Modul H1: Gerinneausbau* aufgrund der Vergrösserung des Durchlasses Luzernerstrasse und beim *Modul H3: Entlastungsleitung* aufgrund des erforderlichen Einlaufbauwerks gross. Im Überlastfall verhalten sich die drei Module ähnlich: Es kann zu Verklausungen und Ausuferungen entlang des Gerinnes kommen. Mit einem Gerinneausbau könnten die Synergien mit Revitalisierungsmassnahmen am besten genutzt werden, da ohnehin ins Gerinne eingegriffen wird. Die Akzeptanz der Module

ist massgebend von der Akteurgruppe abhängig. Die Massnahmen stossen allgemein auf begrenzte Unterstützung, da in der breiten Bevölkerung die Notwendigkeit von Massnahmen nicht gesehen wird. Zudem wird die Beanspruchung der Bauzone sehr kritisch beurteilt. Alle drei Module sind kostenintensiv, wobei der Unterhalt beim *Modul H2: Entlastungskorridor* am wenigsten aufwändig wäre.

Ziele	H1 Gerinneausbau	H2 Entlastungskorridor	H3 Entlastungsleitung
Hochwassersicherheit			
Hochwasserschutz	+	+	+
Geschiebehaushalt	0	0	0
Technische Risiken	-	0	-
Überlastfall	0	0	0
Sozioökonomie			
Synergien mit Revitalisierung	+	0	0
Akzeptanz	+/-	0/-	0/-
Landwirtschaft	0	0	+
Kosten			
Investitionskosten	-	-	-
Unterhaltsaufwand	+	0	-
Summe	+1	-0.5	-0.5

Tabelle 7

Qualitative Bewertung der Module Hochwasserschutz

Wahl Bestvariante

Die Wahl der Bestvariante ist basierend auf der qualitativen Bewertung nicht eindeutig. Grundsätzlich wird das *Modul H1: Gerinneausbau* für die Weiterverfolgung empfohlen. Allerdings weist die Variante die technische Schwierigkeit im Bereich des Durchlasses Luzernerstrasse auf. Da eine Abwasserleitung direkt unter der Gewässersohle hindurchführt, ist eine Vergrösserung des Durchlasses anspruchsvoll.

Module Revitalisierung

5.3 Revitalisierung

Die Module zu den Revitalisierungsmassnahmen werden abschnittsweise behandelt, dabei werden folgende Gewässerabschnitte differenziert (Abbildung 14):

- _ Unterlauf Mühlebach (vgl. 5.3.1)
- _ Oberlauf Mühlebach (vgl. 5.3.2)
- _ Boliwaldbach (vgl. 5.3.3)
- _ Quellbächli (vgl. 5.3.4)
- _ Rindelbach (vgl. 5.3.5)

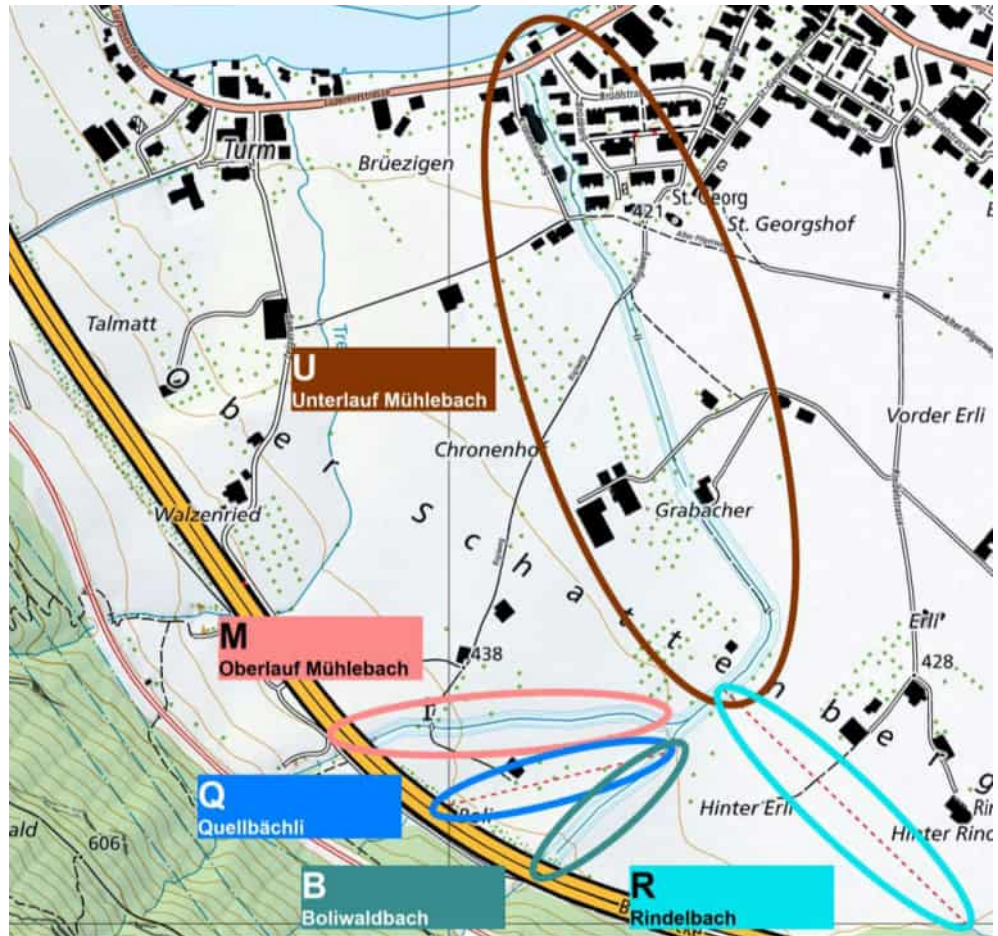


Abbildung 14
Übersicht Gewässerabschnitte Revitalisierung

5.3.1 Module U: Unterlauf Mühlebach

Übergeordnete Massnahmen
Module U

Im Unterlauf des Mühlebachs soll – modulunabhängig – eine aquatische und terrestrische Aufwertung, eine Verbesserung der Längsvernetzung und die Offenlegung des Durchlasses Grabacher angestrebt werden. Es wurden zwei Module erarbeitet.

Modul U1: Revitalisierungsmassnahmen unter Inanspruchnahme des minimalen Gewässerraums

Beschrieb

Die Aufwertung soll im Modul U1 innerhalb des minimalen Gewässerraumes erfolgen. Der minimale Gewässerraum nimmt in diesem Abschnitt rund 8'600 m² in Anspruch. Die Grobkostenschätzung basierend auf Laufmeterpreisen aus Erfahrungswerten beläuft sich auf rund CHF 1.5 Mio. (ohne Mündungsbereich).

Modul U2: Revitalisierungsmassnahmen unter Inanspruchnahme des Gewässerraums nach Biodiversitätskurve

Beschrieb

Im Gegensatz zum Modul U1 wird im Modul U2 der Gewässerraum nach dem Ansatz der Biodiversitätskurve für die Gewässeraufwertung genutzt. Der Gewässerraum nimmt dabei rund 13'100 m² im Unterlauf des Mühlebaches in Anspruch. Die Grobkostenschätzung beläuft sich auf ca. CHF 2.3 Mio. (ohne Mündungsbereich).

5.3.2 Module M: Oberlauf Mühlebach

2 Module

Für den Oberlauf des Mühlebachs wurden zwei Module erarbeitet.

Modul M1: Revitalisierungsmassnahmen unter Inanspruchnahme des minimalen Gewässerraums

Beschrieb

Der Oberlauf des Mühlebachs wird mittels baulicher Massnahmen (Stufen-Becken-Abfolge mit Kolkbecken, strukturreiche Ufern mit standorttypischer Bestockung) innerhalb des minimalen Gewässerraums aufgewertet. Die Längsvernetzung wird dadurch verbessert und die aquatischen wie auch terrestrischen Lebensräume aufgewertet. Die Fläche des minimalen Gewässerraums beträgt ca. 3'100 m². Die Grobkostenschätzung beläuft sich auf ca. CHF 650'000.-

Modul M2: Extensivierung der Ufer und Nutzung gemäss Anforderungen Direktzahlungsverordnung

Beschrieb

Auf bauliche Massnahmen wird aufgrund des geringen Aufwertungspotentials verzichtet. Die Ufer werden terrestrisch aufgewertet und mit standorttypischer Uferbestockung angereichert. Die Fläche des Gewässerraums beträgt ca. 3'100 m². Die Grobkostenschätzung beläuft sich auf ca. CHF 10'000.-

5.3.3 Module B: Boliwaldbach

2 Module

Für den Boliwaldbach wurden zwei Module erarbeitet.

Modul B1: Revitalisierungsmassnahmen unter Inanspruchnahme des minimalen Gewässerraums

Beschrieb

Der Boliwaldbach wird mittels baulicher Massnahmen innerhalb des minimalen Gewässerraums aufgewertet. Die Längsvernetzung wird dadurch verbessert und die aquatischen wie auch terrestrischen Lebensräume aufgewertet. Die Fläche des minimalen Gewässerraums beträgt ca. 2'100 m². Die Grobkostenschätzung beläuft sich auf ca. CHF 400'000.-

Modul B2: Extensivierung der Ufer und Nutzung gemäss Anforderungen Direktzahlungsverordnung

Beschrieb

Auf bauliche Massnahmen wird aufgrund des geringen Aufwertungspotentials verzichtet. Die Ufer werden terrestrisch aufgewertet und mit standorttypischer Uferbestockung angereichert. Die Fläche des minimalen Gewässerraums beträgt ca. 2'100 m². Die Grobkostenschätzung beläuft sich auf ca. CHF 10'000.-

5.3.4 Module Q: Quellbächli

2 Module

Für das Quellbächli wurden zwei Module erarbeitet.

Modul Q1: Bauliche Revitalisierungsmassnahmen (Offenlegung) unter Inanspruchnahme des minimalen Gewässerraums

Beschrieb

Das Quellbächli wird offengelegt. Die Längsvernetzung wird dadurch verbessert und die aquatischen wie auch terrestrischen Lebensräume stark aufgewertet. Die Fläche des minimalen Gewässerraums beträgt ca. 2'300 m². Die Grobkostenschätzung beläuft sich auf ca. CHF 700'000.-

Beschrieb	<p>Modul Q2: keine Massnahmen</p> <p>Auf eine Offenlegung des Quellbächlis wird verzichtet. Eine Wiedereindolung bei Sanierungsbedarf der Eindolung ist kaum durchsetzbar, womit künftige Aufwendungen für eine Ausdolung zu Lasten der Grundeigentümer gehen werden.</p>
2 Module	<p>5.3.5 Module R: Rindelbach</p> <p>Für den Rindelbach wurden zwei Module erarbeitet.</p>
Beschrieb	<p>Modul R1: Bauliche Revitalisierungsmassnahmen (Offenlegung) unter Inanspruchnahme des minimalen Gewässerraums</p> <p>Der Rindelbach wird offengelegt, wobei die Linienführung so gewählt wird, dass die Bewirtschaftung der Landwirtschaftsflächen möglichst wenig beeinträchtigt wird und die Einmündung hydraulisch günstig erfolgt. Die Ufer werden mit standorttypischer Bestockung gestaltet. Der Fokus der Offenlegung liegt aufgrund der normalerweise sehr geringen Wasserführung auf der Abführung von Hochwasser und Oberflächenwasser. Die Grobkostenschätzung beläuft sich auf ca. CHF 350'000.-</p>
Beschrieb	<p>Modul R2: keine Massnahmen</p> <p>Auf eine Offenlegung des Rindelbaches wird verzichtet. Eine Wiedereindolung bei Sanierungsbedarf der Eindolung ist kaum durchsetzbar, womit künftige Aufwendungen für eine Ausdolung zu Lasten der Grundeigentümer gehen werden.</p>
Modulkombinationen	<p>5.4 Variantenbildung</p> <p>Die Kombination der 10 Revitalisierungsmodule in den fünf unterschiedenen Abschnitten ermöglichen insgesamt 32 Varianten (Abbildung 15). Da eine übersichtliche Bewertung aller 32 Varianten sehr schwierig ist, wurde durch die Projektgruppe eine Vorselektion getroffen.</p>
Verzicht M1 und B1	<p>Die Module M1 und B1 (Bauliche Massnahmen Oberlauf Mühlebach bzw. Boliwaldbach) werden aufgrund eines ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnissen verworfen und nicht für die Variantenkombination berücksichtigt. Begründung:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Es besteht kein hydraulisches Defizit, womit bauliche Massnahmen ausschliesslich durch den ökologischen Nutzen gerechtfertigt werden kann.2. Auch bei baulichen Revitalisierungsmassnahmen kann aufgrund der Gefällsverhältnisse nicht auf die Sicherung von Sohle und Ufer verzichtet werden (z.B. Stufen-Becken-Abfolge).3. Die beiden Gewässerabschnitte fallen in Niederschlagsarmen Perioden trocken, womit sich bauliche Massnahmen zur Aufwertung der aquatischen Lebensräume schlecht rechtfertigen lassen.4. Die Aufwertung der terrestrischen Uferlebensräume lassen sich auch ohne kostenintensive bauliche Massnahmen realisieren (Module M2 und B2).
Verzicht U2	<p>Weiter wird das Modul U2 (Bauliche Massnahmen am Unterlauf des Mühlebachs unter Inanspruchnahme des Gewässerraums nach Biodiversitätskurve) verworfen. Neben den hohen Kosten hat das laufende Verfahren der Gewässerraumausscheidung gezeigt, dass die Festsetzung eines Gewässerraums, der die minimale Breite übersteigt, aufgrund des Widerstands aus der Landwirtschaft (FFF) kaum umsetzbar ist.</p>

Varianten Nr	Module				
	Unterlauf	Mühlebach	Bolliwaldbach	Quellbächli	Rindelbach
1	U1	M1	B1	Q1	R1
2	U1	M1	B1	Q1	R2
3	U1	M1	B1	Q2	R1
4	U1	M1	B1	Q2	R2
5	U1	M1	B2	Q1	R1
6	U1	M1	B2	Q1	R2
7	U1	M1	B2	Q2	R1
8	U1	M1	B2	Q2	R2
9	U1	M2	B1	Q1	R1
10	U1	M2	B1	Q1	R2
11	U1	M2	B1	Q2	R1
12	U1	M2	B1	Q2	R2
13	U1	M2	B2	Q1	R1
14	U1	M2	B2	Q1	R2
15	U1	M2	B2	Q2	R1
16	U1	M2	B2	Q2	R2
17	U2	M1	B1	Q1	R1
18	U2	M1	B1	Q1	R2
19	U2	M1	B1	Q2	R1
20	U2	M1	B1	Q2	R2
21	U2	M1	B2	Q1	R1
22	U2	M1	B2	Q1	R2
23	U2	M1	B2	Q2	R1
24	U2	M1	B2	Q2	R2
25	U2	M2	B1	Q1	R1
26	U2	M2	B1	Q1	R2
27	U2	M2	B1	Q2	R1
28	U2	M2	B1	Q2	R2
29	U2	M2	B2	Q1	R1
30	U2	M2	B2	Q1	R2
31	U2	M2	B2	Q2	R1
32	U2	M2	B2	Q2	R2

Abbildung 15

Variantenübersicht. Schwarz eingrahmt sind die vier Varianten, die weiterverfolgt werden.

Vier Varianten

Die verbleibenden Module lassen sich zu vier möglichen Varianten (Nr. 13 – 16; Abbildung 16) kombinieren. Alle vier Varianten sehen die terrestrische Aufwertung des Mühlebach-oberslaufs (Modul M2) und des Bolliwaldbachs (Modul B2) sowie Revitalisierungsmassnahmen innerhalb des minimalen Gewässerraums im Unterlauf des Mühlebachs (Modul U1) vor. Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich der Massnahmen am Quellbächli und dem Rindelbach.

- _ Variante 13: Modul Q1 (Offenlegung Quellbächli)
Modul R1 (Offenlegung Rindelbach)
- _ Variante 14: Modul Q1 (Offenlegung Quellbächli)
Modul R2 (keine Massnahmen Rindelbach)
- _ Variante 15: Modul Q2 (keine Massnahmen Quellbächli)
Modul R2 (Offenlegung Rindelbach)
- _ Variante 16: Modul Q2 (keine Massnahmen Quellbächli)
Modul R2 (keine Massnahmen Rindelbach)

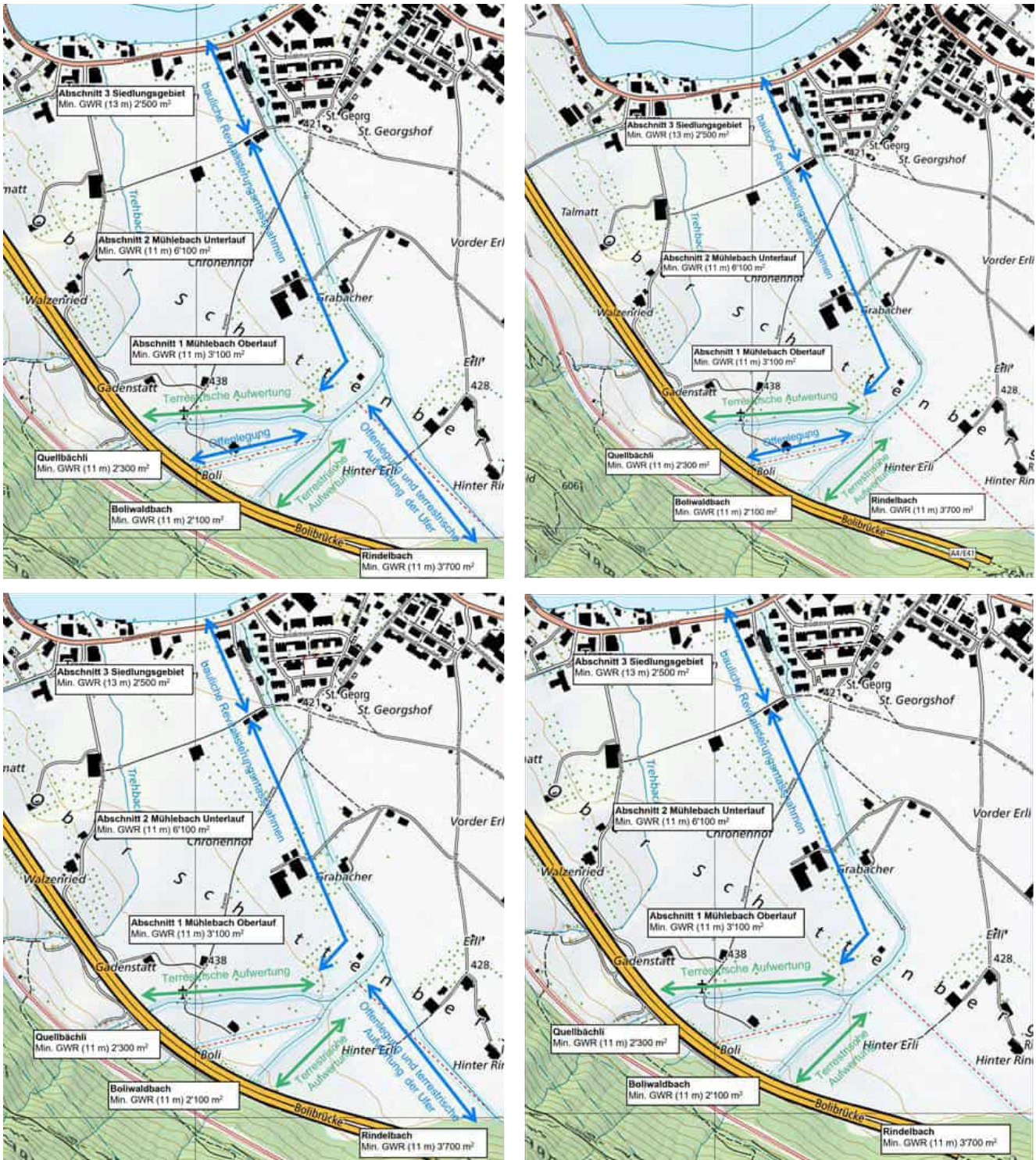


Abbildung 16
Übersicht Variantenkombinationen 13 - 16

Partizipation

Die vier Varianten wurden der Begleitgruppe im Rahmen eines Workshops vorgestellt und gemeinsam diskutiert. Es wird dabei darauf hingewiesen, dass sich die Vertretenden der Umweltbereiche für den Workshop (2. Begleitgruppensitzung)

abgemeldet hatten. Folgende Forderungen, Wünsche und Bedenken konnten dabei zusammengetragen werden:

- _ Die Beanspruchung des minimalen Gewässerraums wird gegenüber einem Gewässerraum nach Biodiversitätskurve begrüsst.
- _ Eine Revitalisierung soll von der Seemündung her angegangen werden, um die Anbindung an den See und von da aus die Längsvernetzung nach oben gewährleisten zu können.
- _ Am Mühlebach wird eine Aufwertung des Naherholungsangebots als nicht sinnvoll beurteilt, da der Mühlebach von Privatgrundstücken umgeben ist.
- _ Vereinzelt wird der Bedarf einer ökologischen Aufwertung des Mühlebachs erkannt und eine damit einhergehende Kompromissbereitschaft ist teilweise vorhanden. Die Mehrheit der Anwesenden der Begleitgruppe sieht jedoch keinen Revitalisierungsbedarf.
- _ Bei der Aufwertung der Bestockung bestehen Bedenken bezüglich des Pflegeaufwands (aufwändig, aber finanziell nicht attraktiv).
- _ Bei einer Revitalisierung wird befürchtet, dass Neophyten verstärkt aufkommen und der entsprechende Unterhaltsaufwand sehr gross wird.

5.5 Evaluation Bestvariante

Variantenbewertung

Die vier Varianten wurden anhand einer Bewertungsmatrix bewertet und miteinander verglichen. Dabei wurden die Hauptziele A: Hochwassersicherheit, B: Gewässer, Natur und Landschaft, C: Sozioökonomie und D: Kosten beurteilt (Abbildung 17).

5	sehr günstig, Ziele werden gut erreicht oder übertroffen
4	günstig, Ziele werden erreicht
3	neutral, Ziele werden teilweise erreicht
2	ungünstig, Ziele werden eher nicht erreicht
1	sehr ungünstig, Ziele werden klar nicht erreicht, Konflikte zu erwarten

Nr.	Hauptziel	Nr. Unterziele	Beschreibung	IST	V13	V14	V15	V16	
A Hochwassersicherheit: Die Variante gewährleistet den Hochwasserschutz.									
1	Hochwasserschutz	Die Variante stellt die Schutzziele gemäss der kantonalen Naturgefahrenstrategie sicher.	Der Oberflächenabfluss kann im Gerinne gefasst und abgeführt werden.	3	5	4	4,5	4	
2	Oberflächenabfluss	Die Variante gewährleistet den Geschiebetrieb.		2,5	4,5	4	4	3,5	
3	Gestriebe	Die Variante birgt geringe technischen Risiken.		3	3	3,5	4	4,5	
4	Technische Risiken	Die Variante reagiert im Überlastfall ist gutmütig		2,5	3	4,5	4,5	4	
5	Überlastfall			2,5	3	4,5	4,5	4	
25% Gewichtung				Durchschnittswertung Hochwassersicherheit	2,60	4,40	3,90	4,20	3,80
B Gewässer, Natur und Landschaft: Die Variante sieht eine natur- und landschaftsverträgliche Gewässerrevitalisierung im Sinne des Gesetzes vor									
6	Natürliche Funktionen	Die Variante erlaubt dem Mühlebach seine natürlichen Funktionen (Selbstregulation, Resilienz) wahrnehmen zu können.		2	4,5	4,25	4,25	4	
7	Eigendynamik	Die Variante bedient sich ausreichend Gewässerraum, sodass sich eine gewässertypische Eigendynamik einstellen kann.		2	4,5	4	4	3,5	
8	Lebensraum	Die Variante schafft Lebensraum für standorttypische Organismen, insbesondere der Zielarten.		2	4,5	4	4,25	3,5	
9	Vernetzung	Die Variante begünstigt die Längs- und Quervernetzung entlang dem Mühlebach und dem See.		2	5	4,5	4,5	4	
25% Gewichtung				Durchschnittswertung Gewässer, Natur und Landschaft	1,75	4,61	4,19	4,25	3,75
C Sozioökonomie: Das Projekt berücksichtigt sozioökonomische Aspekte									
10	Akzeptanz Bevölkerung	Die Variante stösst mehrheitlich auf Akzeptanz (breite Bevölkerung).		4	2	3	3,25	3,5	
11	Akzeptanz Werkalgentümer	Die Variante hat keine nachteilige Kostenauswirkung auf die Werkalgentümer.		4	3,5	3,5	4	3,5	
12	Landwirtschaft-Beanspruchtes Land	Die Variante geht haushalterisch mit der LW-Fläche um, möglichst wenig FFZ wird extensiviert.		5	4,5	3,0	2,5	4	
13	Landwirtschaft-Bewirtschaftung	Durch die Variante wird die Bewirtschaftbarkeit nicht beeinträchtigt.		5	3,5	3,0	3,0	4	
25% Gewichtung				Durchschnittswertung Sozioökonomie	4,50	3,9	2,9	3,2	3,8
D Kosten: Beurteilung der Kosten									
14	Baukosten	Kosten für bauliche Massnahmen (in Tausend Fr.)		0	2'570	2'230	1'880	1'540	
15	Unterhaltskosten	Kosten für den jährlichen Unterhalt (in Tausend Fr.)		0	31	25	28	22	
25% Gewichtung				Summe	0	2'601	2'256	1'908	1'562
				Punktbewertung	3	2,3	3,2	4,1	5
Gewichtete Gesamtwertung:				ohne Kosten	2,95	3,63	3,65	3,88	3,77
				mit Kosten	3,46	3,31	3,55	3,94	4,08
Rang				4	5	3	2	1	

Abbildung 17
Bewertungsmatrix

Hochwassersicherheit und Ökologie	Sämtliche Varianten führen zu einer deutlichen Verbesserung der Situation hinsichtlich Hochwassersicherheit und Ökologie. Die Variante 13 mit der Offenlegung der beiden Zuläufe Quellbächli und Rindelbach schneidet bezüglich den Aspekten der Hochwassersicherheit und der Ökologie am besten ab.
Sozioökonomie und Kosten	Bezüglich der Akzeptanz und der Kosten schneidet die Variante 16 am besten ab. Die Variante 13 geniesst eine sehr geringe Akzeptanz in der Bevölkerung und ist am kostenintensivsten.
Gesamtbewertung	Unter Berücksichtigung sämtlicher Aspekte obsiegt die Variante 16.
Wahl Bestvariante	Die Variante 16 wird als Bestvariante zur Weiterbearbeitung empfohlen.

5.6 Bestvariante

Bereinigte Ausgangslage	Nach dem Variantenstudium mit mehreren Partizipationsveranstaltungen zeigte sich, dass a) umfangreiche bauliche Revitalisierungsmassnahmen am Mühlebach keine Mehrheiten finden und b) auch mit geringen Eingriffen eine wesentliche Verbesserung des ökologischen Zustands erreicht werden kann. Im Rahmen der Konkretisierung der Bestvariante wurde entsprechend darauf geachtet mit einfachen und wenig bauintensiven Revitalisierungsmassnahmen ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis zu erreichen. Die nachfolgenden Angaben zu den Kosten von einzelnen Massnahmen weichen entsprechend von den Annahmen im Variantenstudium ab.
-------------------------	--

5.6.1 Raumplanerische Massnahmen

Projektspezifischer Gewässerraum	Der projektspezifisch und gemäss Bestvariante definierte Gewässerraum ist im Rahmen der nächsten Teilrevision der Nutzungsplanung der Gemeinde Arth in die Nutzungsplanung zu überführen. Es wird der minimale Gewässerraum nach Artikel 41a Absatz 2 Buchstabe b GSchV von 11 m festgelegt.
----------------------------------	--

5.6.2 Massnahmen Geschiebesammler

Ausgangslage	Die bestehenden Grundöffnungen der beiden Geschiebesammler haben eine Breite von 1.0 m und eine Höhe von 0.3 m. Die Kapazitäten der Öffnungen bei freiem Abfluss (ohne Einstau) ist auf ca. 0.5 m ³ /s beschränkt. Das auf Basis der Hochwasserabflussangaben aus der Gefahrenkarte berechnete jährliche Hochwasser (HQ ₁) wird beim Mühlebach auf 1.3 m ³ /s und beim Boliwaldbach auf 0.7 m ³ /s geschätzt. Es ist somit von einem häufigen Einstau der Grundöffnungen auszugehen. Die Durchlässigkeit für Geschiebe wird dadurch hydraulisch stark eingeschränkt.
Umbau Grundöffnung	Um die Geschiebedurchgängigkeit zu erhöhen, müssen die Grundöffnungen vergrössert werden. Es wird empfohlen, die bestehenden 1.0 m breiten Grundöffnungen zu einem Schlitzpass umzufunktionieren. Der Schlitzpass soll eine Breite von 0.6 m aufweisen und bis zur primären Überfallsektion reichen. Damit ist die freie Geschiebedurchgängigkeit bis zu einem Abfluss von ca. 4 m ³ /s gewährleistet. Dieser Abfluss entspricht ungefähr einem HQ ₁₀ bis HQ ₂₀ . Die vergrösserten Grundöffnungen sind mit einem Feinrechen aus horizontalen Stahlprofilen zu ergänzen. Die Gewährleistung der Bauwerksstabilität ist in einer nächsten Projektphase zu prüfen.

Geschiebetransportkapazität	Die Geschiebetransportkapazität (Frachten) bei einem Abfluss von ca. 8 m ³ /s (4 m ³ /s pro Geschiebesammler) im flachen Unterlauf (Gefälle: 0.01) beträgt nach Meyer-Peter & Müller ca. 6 kg/s.
Ergänzung Grobrechen	Um bei einem überströmen der primären Überlastsektionen einen potenziellen Schwemmholzaustrag zu verhindern, wird empfohlen die Überlastsektionen mit je zwei vertikalen Grobrechenstäben zu ergänzen.
Grobkostenschätzung	Die Baukosten für den Umbau der beiden Abschlussperren werden grob auf ca. CHF 155'000.- geschätzt (± 20%).
Keine baulichen Massnahmen	5.6.3 Massnahmen Oberläufe (Mühlebach und Boliwaldbach) Am Oberlauf des Mühlebachs und am Boliwaldbach werden keine baulichen Massnahmen umgesetzt. Die Aufwertung erfolgt ausschliesslich mit einer gezielten Bepflanzung und Ansaat. Erstere soll den Gewässerraum strukturieren und die Gerinne beschatten. Letztere soll das Aufkommen von spezifischen Arten im wechselfeuchten Uferbereich fördern.
Rechtsufrige Bestockung	Rechtsufrig wird das Ufer bestockt. Die Bestockung erfolgt mittels Fugenbepflanzungen des bestehenden Uferverbaus mit Steckhölzern ergänzt mit Pflanzungen von Jungpflanzen. Die Heckenpflanzen führen zusammen mit der bestehenden Uferverbauung zu einem soliden Uferschutz. Gleichzeitig stellt die zukünftige Uferhecke einen eigenen Lebensraum dar, beschattet das Gerinne, strukturiert die Landschaft und verbessert die terrestrische Längsvernetzung. Die Bestockung erfolgt gruppenweise. Folgende niederwüchsige Arten können eine Option sein: _ Berberitze [Berberis vulgaris] _ Faulbaum [Frangula alnus] _ Gemeiner Wacholder [Junperius communis] _ Rote Heckenkirsche [Lonicera xylosteum] _ Feldrose [Rosa arvensis] _ Hundsrose [Rosa canina] _ Ohrweide [Salix aurita]

**Abbildung 18**

Links: Situation im Bestand

Rechts: Normal zum Prinzip der Fugenbepflanzung

Linksufrige Ansaat

Linksufrig wird die wechselfeuchte Böschung mit einer einheimischen Hochstaudenflurmischung angesät.

Grobkostenschätzung

Die Baukosten für die Massnahmen an den beiden Oberläufen werden grob auf ca. CHF 20'000.- geschätzt ($\pm 20\%$).

Einseitige Uferabflachungen

5.6.4 Massnahmen Mühlebach

Ab dem Zusammenfluss des Mühlebachs und des Boliwaldbachs bis zum Siedlungsrand werden die Ufer jeweils einseitig abgeflacht, sodass ein Flachufer entsteht. Die Fusststeine in der Böschung werden entfernt. Die neuen Flachufer werden mit Böschungsschutzmatten gesichert, mit Pflanzensoden bepflanzt und angesät. Optional wird die punktuelle Anlage von Steinlinsen empfohlen (Abbildung 19). Die Böschungsschutz-matten gewährleisten einen sofortigen Oberflächenschutz. Die Pflanzensoden sowie die Ansaat initiieren die gewünschten Lebensräume. Flach angeordnete Steinlinsen fördern Reptilien und gewährleisten trotzdem eine rationale Bewirtschaftung.

**Abbildung 19**

Links: Normal mit Steinlinse.

Rechts: Normal zur Bepflanzung mit Soden.

Bestockung Steilufer

Die dem neuen Flachufer gegenüberliegenden Ufer werden baulich nicht angepasst, jedoch bestockt und strukturiert. Die bestehenden Steilufer können nahe der Wasserlinie mit ausschlagfähigen Faschinen ein oder mehrlagig strukturiert und begrünt werden. Weiter oben in der Uferböschung können Jungpflanzen ergänzt werden (Abbildung 20).

Strukturierung der Sohle

Die monotone und gleichförmige Gerinnesohle wird mit Totholz strukturiert. Dabei können Raubäume, Pfahlbuhnen oder Wurzelstöcke inklinant oder deklinant eingebaut werden (Abbildung 21). Die Totholzeinbauten verändern die Strömungslinie und führen zu einer verbesserten Breiten- und Tiefenvariabilität sowie einer Sortierung von Geschiebe und Sedimenten. Totholzeinbauten verbessern die Güte der aquatischen Lebensräume markant.

Durchlass Grabacher

Der Durchlass Grabacher wird auf ca. 24 m der Durchlassstrecke zurückgebaut und der Mühlebach offengelegt. Die verbleibenden ca. 12 m des Durchlasses gewährleisten weiterhin die landwirtschaftliche Überfahrt. Aufgrund der Dimensionierung des Durchlasses sind sowohl die Hochwassersicherheit als auch die aquatische und terrestrische Vernetzung sichergestellt. Es empfiehlt sich jedoch im restlichen Durchlass ein Niederwassergerinne und kleintierfähige Bermen zu gestalten.

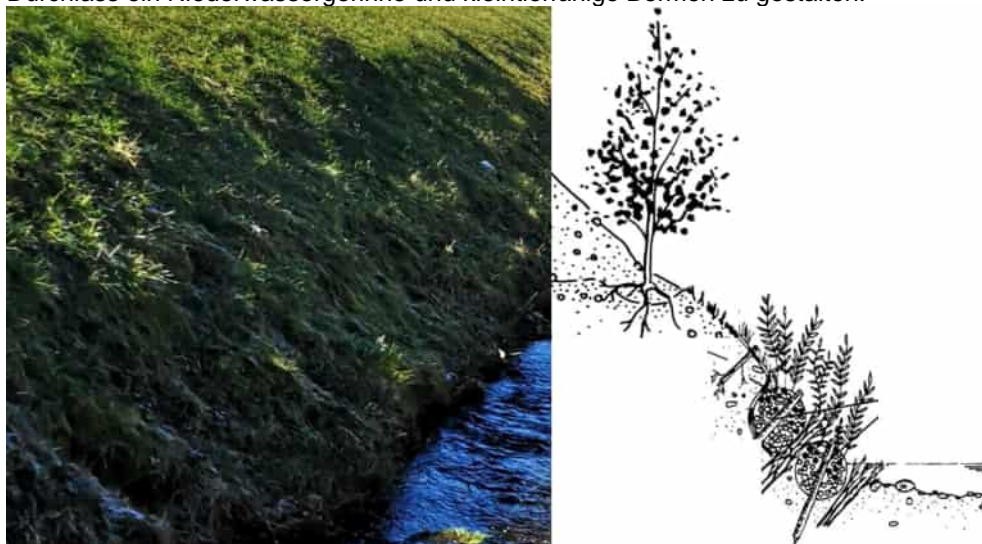
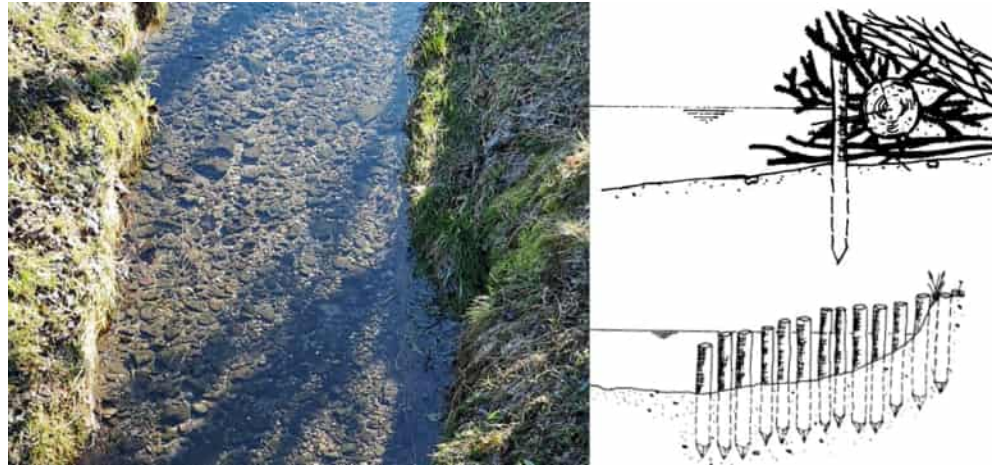


Abbildung 20

Links: Steilufer im Bestand.

Rechts: Normal zur Bepflanzung mit ausschlagfähigen Faschinen und Büschen.

**Abbildung 21**

Links: Monotones Gerinne im Bestand.

Rechts: Normale zum Einbau von Raubäumen (oben) und Pfahlbuhnen (unten).

Anpassung Brücken
Kronenhofweg

Die Brücke Kronenhofweg/alter Pilgerweg am oberen Siedlungsrand weist bei einem seltenen Hochwasser (HQ₁₀₀) einen bordvollen Abfluss auf und es besteht das Risiko des Zuschlagens und von Ausuferungen. Der Abflussquerschnitt unterhalb der Brücke wird angepasst. Der Abflussquerschnitt kann durch eine optimierte Anordnung der Blockstein massgebend erhöht werden.

Massnahmen im Siedlungsgebiet

Innerhalb des Siedlungsgebiets – zwischen Brücke Kronenhofweg/alter Pilgerweg und Luzernerstrasse soll das Gerinne nach Rücksprache mit den betroffenen Anrainern revitalisiert werden. Die Massnahmen gilt es in Abhängigkeit der Gegebenheiten in den weiteren Projektierungsphasen nach Rücksprache mit den Anrainern zu konkretisieren. Mindestens Instream-Massnahmen zur Förderung von Breiten- und Tiefenvariabilität sowie der Definition einer Niederwasserrinne sind anzustreben.

Grobkostenschätzung

Die Baukosten für die oben beschriebenen Massnahmen werden grob auf ca. CHF 460'000.- (± 20%).

5.6.5 Massnahmen Mündung

Ausgangslage

Des ehemalige Fischerhaus zwischen Kantonsstrasse und Zugersee steht auf der heutigen Bachmündung. Das Gebäude wird aktuell als Ferienhaus genutzt. Das Grundstück ist überlagert vom Gewässerraum des Mühlebachs und des Zugersees. Bauliche Anpassungen sind aus gewässerschutzrechtlicher Sicht nicht möglich.

Drei Varianten

Auf konzeptioneller Ebene wurde drei Varianten geprüft.

- _ Variante 1: Keine Massnahmen
- _ Variante 2: Neubau Durchlass
- _ Variante 3: Teilweise Neubau Durchlass

Die Variante 1 wurde verworfen, weil dadurch die ökologischen und hydraulischen Defizite nicht behoben werden können. Die Variante 2 wurde verworfen, weil ein kompletter Neubau mit einer Verlegung des Abwassersammelkanals und damit mit erheblichen und unverhältnismässigen Kosten verbunden gewesen wäre. Die Variante 3 wurde weiterverfolgt. Die einfachste Umsetzung der Variante 3 sieht den

teilweisen Neubau des Durchlasses und die Gestaltung einer naturnahen Mündung entlang der heutigen Gewässerachse vor. Dies bedingt den Erwerb und Rückbau des Fischerhauses. Eine alternative Umsetzung sieht den teilweisen Neubau des Durchlasses und die Gestaltung einer naturnahen Mündung orografisch links des Fischerhauses vor. Zum Zeitpunkt des Abschlusses des vorliegenden Vorprojekts sind die Verhandlungen mit der Eigentümerschaft des Fischerhauses noch am Laufen, weshalb die alternative Möglichkeit einer naturnahen Mündung orografisch links des Fischerhauses dokumentiert wird. Auf Stufe Bauprojekt dies Gestaltung der Mündung in Abhängigkeit der Resultate der Verhandlungen mit der Eigentümerschaft gemeinsam mit der Gemeinde (Projekt Seeuferaufwertung) nochmals zu prüfen.

Anpassung Durchlass	Der Durchlass Luzernerstrasse wird angepasst und teilweise neu gebaut. An den ersten Metern des Durchlasses wird festgehalten. Der Durchlass Luzernerstrasse überquert in diesem Bereich einen Abwassersammelkanal, was seinerzeit in einem komplexen Bauwerk organisiert wurde. Nach der Querung des Abwassersammelkanals wird der Durchlass mit teilweise gekrümmten Rahmenelementen nach Nordwesten verlegt, sodass auf der Parzelle Nr. 262 eine naturnahe Mündung realisiert werden kann. Die baulichen Anpassungen am Durchlass bringen hinsichtlich Abflusskapazität und Vernetzung Optimierungen mit sich. Ein HQ ₁₀₀ wird dadurch schadlos abgeführt werden können. Die Machbarkeit wurde im Rahmen des vorliegenden Vorprojekts vertieft und ist gewährleistet.
Mündung	Auf der Parzelle Nr. 262 wird eine naturnahe Mündung realisiert. Die Gestaltung hat so zu erfolgen, dass die aquatische Vernetzung zwischen dem Zugersee und dem Mühlebach gewährleistet werden kann.
Objektschutz	Für den Überlastfall sind im Bereich des Durchlasses Luzernerstrasse Objektschutzmassnahmen vorzusehen.
Grobkostenschätzung	Die Baukosten für die Anpassungen am Durchlass Luzernerstrasse und die naturnahe Gestaltung der zukünftigen Mündung werden auf ca. CHF 255'000.- geschätzt (\pm 20%).
Materialüberschuss	<p>5.6.6 Materialbewirtschaftung</p> <p>Im Rahmen des Projekts ist mit dem Anfall vom Blocksteinen, Oberboden (Humus) und Unterboden zu rechnen. Die effektiv anfallenden Kubaturen konnten im Rahmen des vorliegenden Vorprojekts noch nicht abgeschätzt werden, da keine Angaben über die Mächtigkeit der Bodenschichten verfügbar sind. Die anfallenden Blocksteine aus dem Böschungsfuss im Bereich der Uferabflachungen sowie der Unterboden finden voraussichtlich keine Verwendung im Projekt und müssen abgeführt werden. Der Oberboden (Humus) kann gegebenenfalls im unmittelbaren Umfeld des Gewässers wiederverwendet werden. Entsprechende Abklärungen sind in der nächsten Projektphase zu tätigen.</p>
Landerwerb	<p>5.6.7 Landbereitstellung</p> <p>Eine Abgeltung bei einem allfälligen Erwerb, Ertragsausfällen und zukünftigen Einschränkungen richtet sich nach dem Abgeltungsmodell für landwirtschaftliche</p>

Nutzflächen bei Gewässerprojekten im Bezirk Schwyz. Das Landwirtschaftsland wird als immergrünes Intensivland behandelt und entsprechend entschädigt.

Verhandlungen

Die erforderlichen Verhandlungen erfolgen im Rahmen der nächsten Projektphase.

5.6.8 Kostenschätzung

Gesamtkosten

Gesamtkosten

Die Gesamtkosten für das vorliegende Projekt belaufen sich auf ca. CHF 1.3 Mio. In den Gesamtkosten sind die allgemeinen Kosten wie Entschädigungen, Honorare etc. und die eigentlichen Baukosten enthalten (vgl. Tabelle 8).

NPK	Beschrieb	Bemerkung	Kosten [CHF]
111	Regiearbeiten	ca. 5% der Baukosten	40'000.-
113	Baustelleneinrichtung	ca. 10% der Baukosten	80'000.-
115	Baugrunduntersuchung	Annahme	10'000.-
117	Abbruch und Demontage	Abschlussbauwerke, Durchlässe	130'000.-
151	Werkleitungen	Verlegungen, Querungen etc.	50'000.-
161	Wasserhaltung	Annahme	50'000.-
211	Erdbau	Abtrag, Aushub, Deponie	150'000.-
213	Wasserbau	Gestaltung & Strukturierung	100'000.-
223	Belagsarbeiten	Luzernerstrasse	10'000.-
237	Kanalisation und Entwässerung	Neuer Durchlass und Anpassungen	100'000.-
241	Ortsbeton	Durchlass und Sperren	20'000.-
612	Metallbauarbeiten	Rechen bei Geschiebesammler	50'000.-
181	Garten- und Landschaftsbau	Ansaat, Bestockungen	100'000.-
	Zwischentotal Baukosten		890'000.-
	Bewilligungen	Annahme	10'000.-
	Vermessung	Annahme	20'000.-
	Wirkungskontrollen	Annahme	50'000.-
	Honorare	ca. 20% der Baukosten	150'000.-
	Unvorhergesehenes	ca. 10% der Baukosten	80'000.-
	Zwischentotal Allgemeine Kosten		310'000.-
	Grundstückserwerb	inkl. Dienstbarkeiten und Baurechte	50'000.-
	Notariats- und Verfahrenskosten	inkl. Gebühren	30'000.-
	Zwischentotal Landerwerb		80'000.-
	Total Investitionskosten		1'280'000.-

Tabelle 8

Kostenschätzung (Kostengenauigkeit $\pm 20\%$) ohne Unterhalt.

Baukostenschätzung

Baukosten

Die Baukostenschätzung für sämtliche Massnahmen beläuft sich auf ca. CHF 890'000.- Die geschätzten Baukosten pro Bauabschnitt sind der Tabelle 9 zu entnehmen. Die Baukosten wurden soweit möglich basierend auf Vorausmassen und entsprechenden Einheitspreisen berechnet. Die verwendeten Einheitspreise wurden aufgrund von Kosten bereits ausgeführter vergleichbarer Projekte bestimmt.

Bauabschnitt	Kosten [CHF]
Geschiebesammler	155'000.-
Oberläufe	30'000.-
Mühlebach	450'000.-
Durchlass und Mündung	255'000.-
Total	890'000.-

Tabelle 9

Baukostenschätzung (± 20%)

6. Konzepte

6.1 Wirkungskontrolle Revitalisierung

Definition Mit einer Wirkungskontrolle wird untersucht, ob ein umgesetztes Revitalisierungsprojekt die gewünschte Wirkung zeigt, d.h. ob die angestrebten Ziele erfüllt und die Mittel effektiv eingesetzt wurden.

Wirkungskontrolle STANDARD Die Wirkungskontrolle "Standard" dient zur Überprüfung von gängigen Zielen von Revitalisierungen an einer grossen Anzahl von Projekten. Der Kanton bestimmt, welche Projekte der anstehenden Programmvereinbarung in die Wirkungskontrolle einbezogen werden sollen. Für diese Projekte wählt er die am besten geeigneten aus. Je nach Projektgrösse stehen unterschiedliche Indikatorensets zur Auswahl.

Wirkungskontrolle VERTIEFT Parallel zur Wirkungskontrolle "Standard" werden vom Kanton, in Zusammenarbeit mit dem BAFU, weitere Projekte für die Wirkungskontrolle "Vertieft" ausgewählt.

Eignung Das Revitalisierungsprojekt Mühlebach eignet sich grundsätzlich gut für eine Wirkungskontrolle, da ein vergleichsweise langer Fließgewässerabschnitt mit einem voraussichtlich niedrigen Laufmeterpreis revitalisiert werden kann.

Für Revitalisierungsprojekte < 5 Mio. Franken müssen im Rahmen der Wirkungskontrolle "Standard" mindestens zwei und dürfen maximal fünf Indikatorensets gewählt werden, wobei das Indikatorenset 1 "Habitatvielfalt" Pflicht ist. Zusätzlich sind nachfolgend aufgelistete Indikatorensets wählbar:

- _ Set 2: Dynamik
- _ Set 4: Temperatur
- _ Set 5: Makrophyten
- _ Set 6: Makrozoobenthos
- _ Set 7: Fische
- _ Set 8: Ufervegetation
- _ Set 9: Avifauna
- _ Set 10: Gesellschaft

Empfehlung Falls man sich für Wirkungskontrollen am Mühlebach entscheidet, wird empfohlen neben dem Pflicht-Indikatorenset 1 "Habitatvielfalt" mindestens auch die Indikatorensets 6 (Makrozoobenthos) und 7 (Fische) für die Wirkungskontrolle vorzusehen.

6.2 Erfolgskontrolle Geschiebesanierung

Die Erfolgskontrolle der Sanierung des Geschiebehaushalts gliedert sich in eine Umsetzungs- und Wirkungskontrolle.

Umsetzungskontrolle Mit der Umsetzungskontrolle wird der Vollzug der Sanierung überprüft. Damit kontrolliert der Kanton, ob die verfügbaren Massnahmen sachlich korrekt und fristgerecht umgesetzt werden. Die Umsetzungskontrolle findet im Normalfall nach Realisierung der baulichen Anpassung resp. nach der baulichen Sanierung statt und beinhaltet die Prüfung der angeordneten Sanierungsmassnahmen. Das Vorgehen und die

Berichterstattung richtet sich nach der Vollzugshilfe "Sanierung Geschiebehaushalt - Massnahmen.

Wirkungskontrolle

Die Wirkungskontrolle übt mehrere Funktionen aus. Durch die Wirkungskontrolle überprüft, ob wesentliche Beeinträchtigungen beseitigt wurden und die Erhaltung der natürlichen Funktionen des Gewässers gewährleistet werden kann. Weiter können bei bestehenden Defizite Massnahmen zur Anpassung definiert werden. Die Wirkung der Massnahmen wird anhand von abiotischen und biotischen Indikatoren kontrolliert. Da die Sanierung des Geschiebehaushalts im Rahmen eines Revitalisierungsprojekt erfolgt, empfiehlt sich die Wirkungskontrolle Geschiebehaushalt und der Revitalisierung zeitlich und inhaltlich zu koordinieren.

6.3 Unterhalt

Grundsatz

Im Rahmen des Bauprojekts ist ein Unterhaltskonzept zu erarbeiten. Dieses soll Art und Umfang der Pflegemassnahmen sowie Geschiebeentnahmen regeln.

Zuständigkeiten

Gemäss aktuellem Stand ist Wuhrkorporation Rigi-Nordlehne zuständig für den Unterhalt. Am 18. Juni 2023 hat die Stimmbevölkerung des Bezirks der Neuorganisation des Hochwasserschutzes zugestimmt. Sofern die Wuhrkorporation Rigi-Nordlehne eine Auflösung in Betracht zieht, wird zukünftig der Bezirk den Unterhalt übernehmen. Sofern der Auflösung nicht zugestimmt wird, bleibt der Unterhalt weiter bei der Wuhrkorporation, jedoch hat der Bezirk für die Mehrkosten, welche durch die Revitalisierung entstehen, aufzukommen.

Unterhaltsbedarf

Das Revitalisierungsprojekt und die Sanierung der Geschiebesammler verändern den Unterhaltsbedarf. Einerseits generieren die geplanten Massnahmen einen Mehraufwand (Unterhalt Böschungen) gegenüber dem Istzustand, andererseits werden die Unterhaltspflichtigen von der regelmässigen Bewirtschaftung der Geschiebesammler entlastet.

Pflegeplan

Der Unterhalt der bestockten Böschungen erfolgt nach einem noch zu erstellenden Pflegeplan.

6.4 Besucherlenkung

Kein Konzept

Ein spezifisches Besucherlenkungskonzept ist nicht geplant.

Informationstafeln

Die Bevölkerung soll mit Informationstafeln für die ökologischen Ziele von Revitalisierungsmassnahmen sensibilisiert werden.

7. Auswirkung der Massnahmen

Siedlung und Nutzungsflächen	Siedlung und Nutzungsflächen profitieren von einer verbesserten Hochwassersicherheit.
Hochwasserschutz	Die geplanten Massnahmen führen zu einer Verbesserung des integralen Hochwasserschutzes. Die Abflusskapazität des Gerinnes und der Durchlässe wird erhöht. Punktuell ist im Unterlauf mit temporären Geschiebeauflandungen zu rechnen. Die Auflandungen sollten gemäss Abschätzungen bei häufigen Hochwassern wieder mobilisiert werden.
Naherholung	Die Naherholung erfährt durch die Revitalisierungsmassnahmen eine Aufwertung. Der revitalisierte Mühlebach oberhalb der Siedlung ist durch das bestehende Wegnetz punktuell erreichbar und erlebbar. Von besonderer Attraktivität dürfte die naturnahe Mündung in den Zugersee sein, welche am Rand einer öffentlich zugänglichen Parzelle zu liegen kommt.
Natur und Landschaft	Im Projektzustand wird der Mühlebach als Natur- und Landschaftselement wahrnehmbar sein und seine natürlichen Funktionen als Vernetzungselement und aquatisches Habitat in der Landschaft wahrnehmen können.
Landwirtschaft	Durch die geplanten Revitalisierungsmassnahmen geht intensiv nutzbare Landwirtschaftsfläche verloren, wobei die betroffenen Flächen durch die Gewässerraumfestlegung ohnehin extensiviert werden müssten. Im Rahmen der Projektumsetzung empfiehlt sich eine Bereinigung des Katasters der Fruchtfolgeflächen (FFF) zu realisieren. Das bestehende Inventar an FFF entspricht nicht den Gegebenheiten. LN und FFF-Flächen, die sich ausserhalb des heutigen Gerinnequerschnitts befinden und baulich tangiert werden haben einen Umfang von ca. 1'000 m ² .
Fischerei	Die Fischerei profitiert von den Massnahmen. Die bestehenden aquatischen Habitate werden aufgewertet und die Vernetzung mit dem Zugersee wiederhergestellt, womit eine Laichwanderung von Seeforellen in den Mühlebach theoretisch wieder möglich ist.
Grundwasser	Durch die Entfernung von Sohlen- und Böschungsfussverbauungen wird sich die Interaktion zwischen Oberflächengewässer und Grundwasserkörper verbessern. Dies betrifft sowohl die Infiltration als auch die Exfiltration.
Siedlungswasserwirtschaft	Auf die Siedlungswasserwirtschaft sind keine Auswirkungen zu erwarten.
Wald	Es sind keine Waldflächen betroffen.

8. Nutzniesser und Betroffene

Bund & Kanton

Revitalisierungsmassnahmen am Mühlebach setzen die Ziele zahlreicher nationaler und kantonaler Strategien und Konzepte um.

Bezirk & Gemeinde

Der Bezirk Schwyz als Hoheitsträger der Gewässer und die Gemeinde Arth profitieren massgeblich von Revitalisierungsmassnahmen am Mühlebach. Die Revitalisierungsmassnahmen haben einen positiven Effekt auf Biodiversität und Landschaftsbild.

Private

Vom Revitalisierungsprojekt sind mehrere private Grundeigentümer: innen betroffen, welche Land zur Verfügung stellen müssen, bzw. auf deren Land Massnahmen umgesetzt werden sollen. Die Tabelle 10 listet die betroffenen Grundstücksnummern und ihre Eigentümer: innen auf und gibt an, welche Massnahmen auf den geplant sind und wie gross die betroffenen Flächen sind. Grundeigentümer: innen im Siedlungsgebiet sind in der Zusammenstellung nicht berücksichtigt.

Grundstück		Betroffenheit	
Nr.	Eigentümer: in	Massnahme	Fläche [m ²]
271	Annen-Kenel Martin Annen-Kenel Cornelia	Uferabflachung Mühlebach	ca. 170
		Bestockung Mühlebach (Böschung)	ca. 100
469	Weber-Stoll Guido	Bestockung Mühlebach (Böschung)	ca. 400
470	Weber-Stoll Guido	Anpassung Boliwaldsammler	-
		Anpassung Mühlebachsammler	-
471	Weber-Lehn Gottfried	Uferabflachung Mühlebach	ca. 170
		Bestockung Mühlebach	ca. 100
472	Marty Paul	Uferabflachung Mühlebach	ca. 190
473	Fässler-Gantenbein Werner	Uferabflachung Mühlebach	ca. 670
		Bestockung Mühlebach	ca. 290
		Offenlegung Mühlebach	ca. 195
475	Steiner-Huser Karl	Bestockung Boliwaldbach (Böschung)	ca. 275
		Bestockung Mühlebach (Böschung)	ca. 100
		Uferabflachung Mühlebach	ca. 245
476	Fischlin-Bürgi Theres	Anpassung Boliwaldsammler	-
2313	Linggi-Wyrsh Dominik	Anpassung Mühlebachsammler	-
2315	ASTRA	Anpassung Boliwaldsammler	-
2450	Weber-Nohl Elvira	Uferabflachung Mühlebach	ca. 90
2856	Bezirk Schwyz	Bestockung	ca. 260
		Uferabflachung	ca. 260
3133	Marty Paul	Uferabflachung Mühlebach	ca. 70

Tabelle 10

Betroffen Wald- und Landwirtschaftsgrundstücke

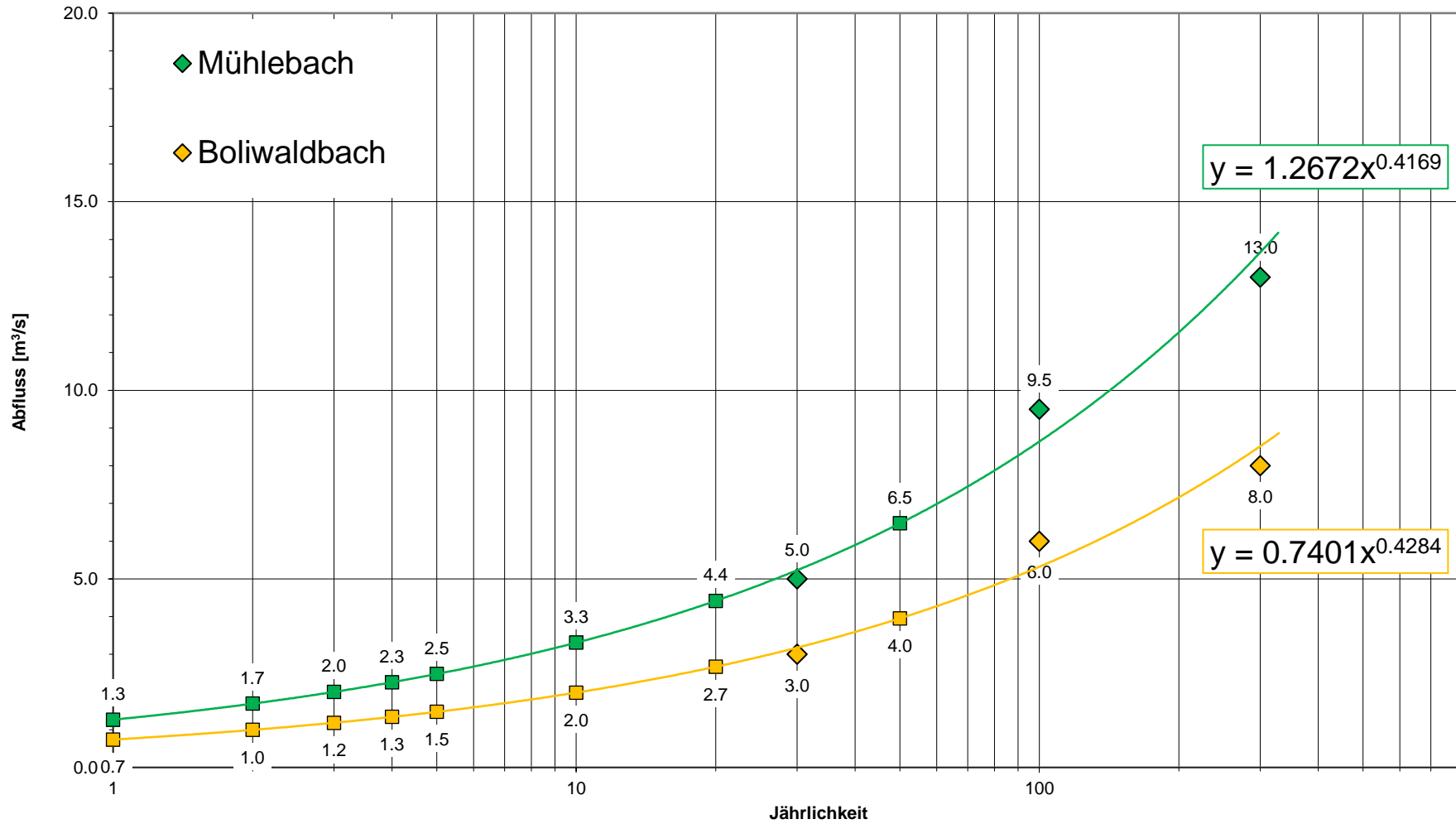
9. Planbeilagen

Situationspläne:	07525_31101_SI_Oberläufe.pdf
	07535_31102_SI_Mühlebach_Landwirtschaft.pdf
	07525_31103_SI_Mühlebach_Siedlung.pdf
Querprofile:	07525_31301_QP_Geschiebesammler.pdf
Normalprofile:	07525_31401_NP.pdf

Anhang

Anhang A – Bestimmung der häufigen Hochwasserabflüsse

Hydrologie Mühlebach und Boliwaldbach Bestimmung Abflusswerte der häufigeren Ereignisse (HQ₁ - HQ₁₀)



Anhang B – Resultate Korngrößenverteilung und Geschiebetransportkapazität

Prüfbericht Korngrößenverteilung-Siebverfahren SN EN 933-1:2013-03

Bericht-Nr. 202241066A **Projekt-Nr.** 50 F10514 0001
Auftraggeber Basler & Hofmann AG Ingenieure, Lea Fuchs, Bachweg 1, Postfach, 8133 Esslingen
 zusätzl. Kopien an

Bauobjekt	Mühlebach, Arth		
Bauteil	Geschiebehaushalt		
Baustoff	Angaben gemäss Auftraggeber	Art	Fundationsmaterial
Name/Bezeichnung		Herkunft	Mühlebach Arth
weitere Angaben			
Probematerial	Angaben gemäss Auftraggeber	Eingang im Labor	12.01.22
Lieferschein-Nr.		Probenmenge	150 kg
Entnahmestelle	See, Zulauf 1, Mühlebach, Bolliwaldbach	Probenehmer	Auftraggeber
Entnahmedatum		Überbringer	Auftraggeber
weitere Angaben	See (8862), Zulauf 1 (8863), Mühlebach (8864), Bolliwaldbach (8865)		

Angaben zum Prüfverfahren

Die Prüfung besteht aus dem Trennen von Material mit einer Serie von Sieben. Der Siebrückstand wird auf die Ausgangsmasse des Gesamtmaterials bezogen (Trockenmasse).

Untersuchungsergebnisse

Bezeichnung Auftraggeber	See	Zulauf 1	Mühlebach	Bolliwaldbach
Probenbezeichnung VSH	8862	8863	8864	8865
Korngruppe / Korngemisch	0/45	0/63	0/63	0/90
Wassergehalt %	6.0	7.3	12.6	10.7
Art der Siebung	Nass-Siebung	Nass-Siebung	Nass-Siebung	Nass-Siebung
Prüfdatum	18.01.22	19.01.22	19.01.22	19.01.22
Messprobe M_1/M_1' g	7234	11930	6512	9623
Maximalkorn mm	45	63	63	90
< 90 mm %				100.0
< 63 mm %		100.0	100.0	93.4
< 45 mm %	100.0	88.4	92.6	78.5
< 31.5 mm %	98.7	69.0	80.4	66.4
< 22.4 mm %	92.7	51.4	71.3	54.5
< 16 mm %	81.8	37.6	62.8	44.9
< 11.2 mm %	64.9	25.8	51.8	37.2
< 8 mm %	47.6	19.0	43.9	31.0
< 5.6 mm %	31.2	14.2	35.2	26.2
< 4 mm %	19.2	10.9	28.4	21.9
< 2.8 mm %				
< 2 mm %	6.3	7.7	20.2	17.2
< 1.4 mm %				
< 1 mm %	1.8	5.5	13.0	13.6
< 0.5 mm %	0.9	3.7	6.9	11.3
< 0.25 mm %	0.6	2.4	3.2	10.1
< 0.125 mm %	0.5	1.5	1.8	9.3
< 0.09 mm %				
< 0.063 mm %	0.4	0.9	1.2	8.3

Bemerkungen

Die graphischen Darstellungen sind den entsprechenden Anhängen zu entnehmen.

Messunsicherheit

Auf Anfrage informieren wir Sie gerne über die Messunsicherheit des Prüfergebnisses und deren Bestimmungsgrundlage.

VersuchsStollen Hagerbach AG

Altdorf, 20.01.22

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.

Der Prüfbericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die gekürzte oder auszugsweise Vervielfältigung bedarf unserer schriftlichen Genehmigung.

Die Prüfergebnisse gelten nur für die untersuchten Proben. (02.032-01.22an)

Prüfbericht Korngrößenverteilung - Siebverfahren gemäss SN EN 933-1:2013-03

Bericht-Nr. : 202241066A

Projekt-Nr.: 50 F10514 0001

Auftraggeber : Basler & Hofmann AG Ingenieure, Lea Fuchs, Bachweg 1, Postfach, 8133 Esslingen

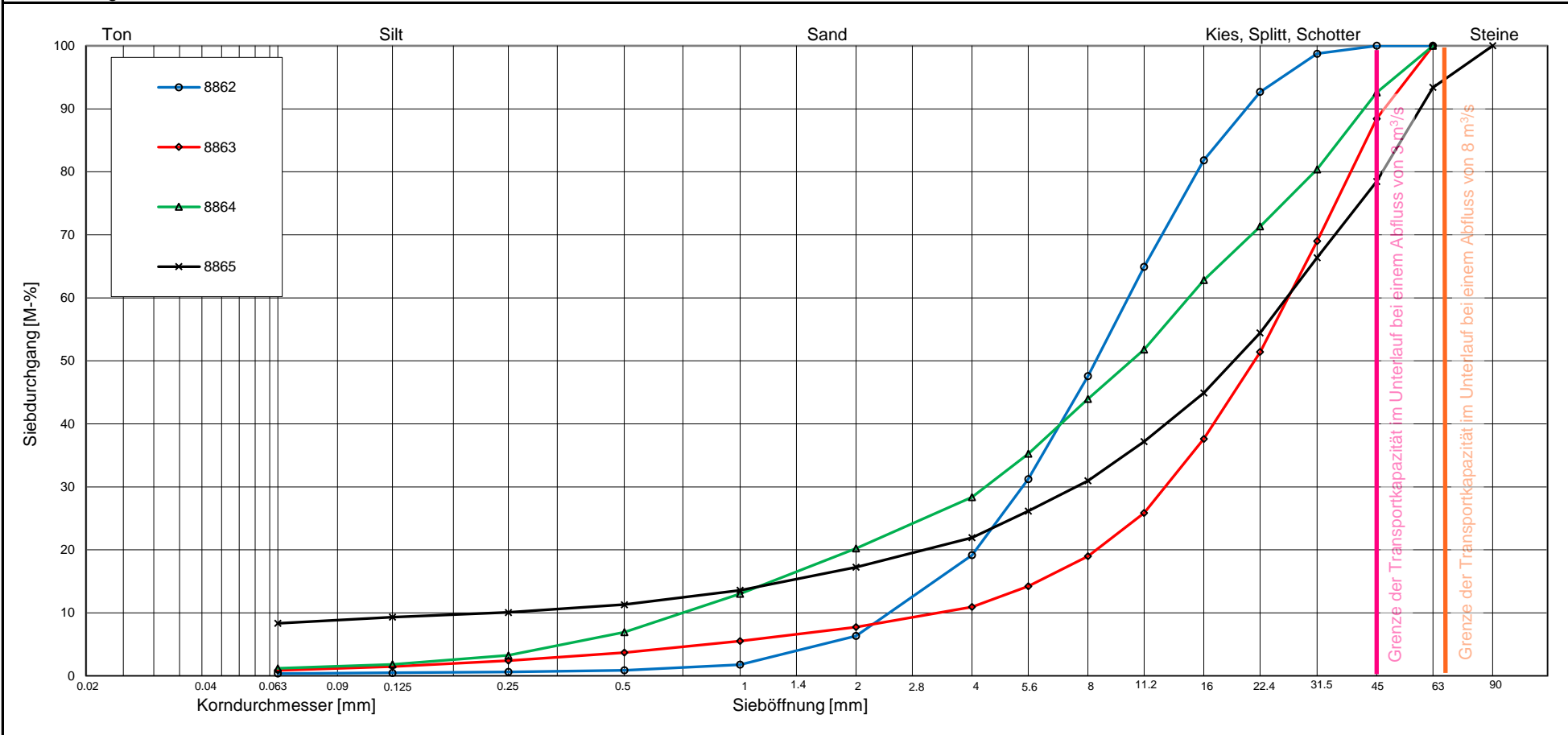
Bauobjekt : Mühlebach, Arth
Bauteil : Geschiebehaushalt

Zusammenfassung der untersuchten Korngrößenverteilungen

Prüfdatum:

18.01.2022

Bezeichnung: 8862 bis 8865



VersuchsStollen Hagerbach AG
Altdorf, 20.01.22

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.



VersuchsStollen Hagerbach AG
Polstrasse 1
8893 Flurns Hochwiese
www.hagerbach.ch

Baustoffprüfabore in:
Flurns
Altdorf
Regensdorf
Basel

Teil +41 81 734 14 00
Tel +41 41 872 09 71
Tel +41 44 840 22 61
Tel +41 61 322 25 45

Fax +41 81 734 14 01
Fax +41 41 872 09 70
Fax +41 44 840 22 62
Fax +41 61 322 25 46



Anhang 0

Prüfbericht Korngrößenverteilung - Siebverfahren gemäss SN EN 933-1:2013-03

Bericht-Nr. : 202241066A

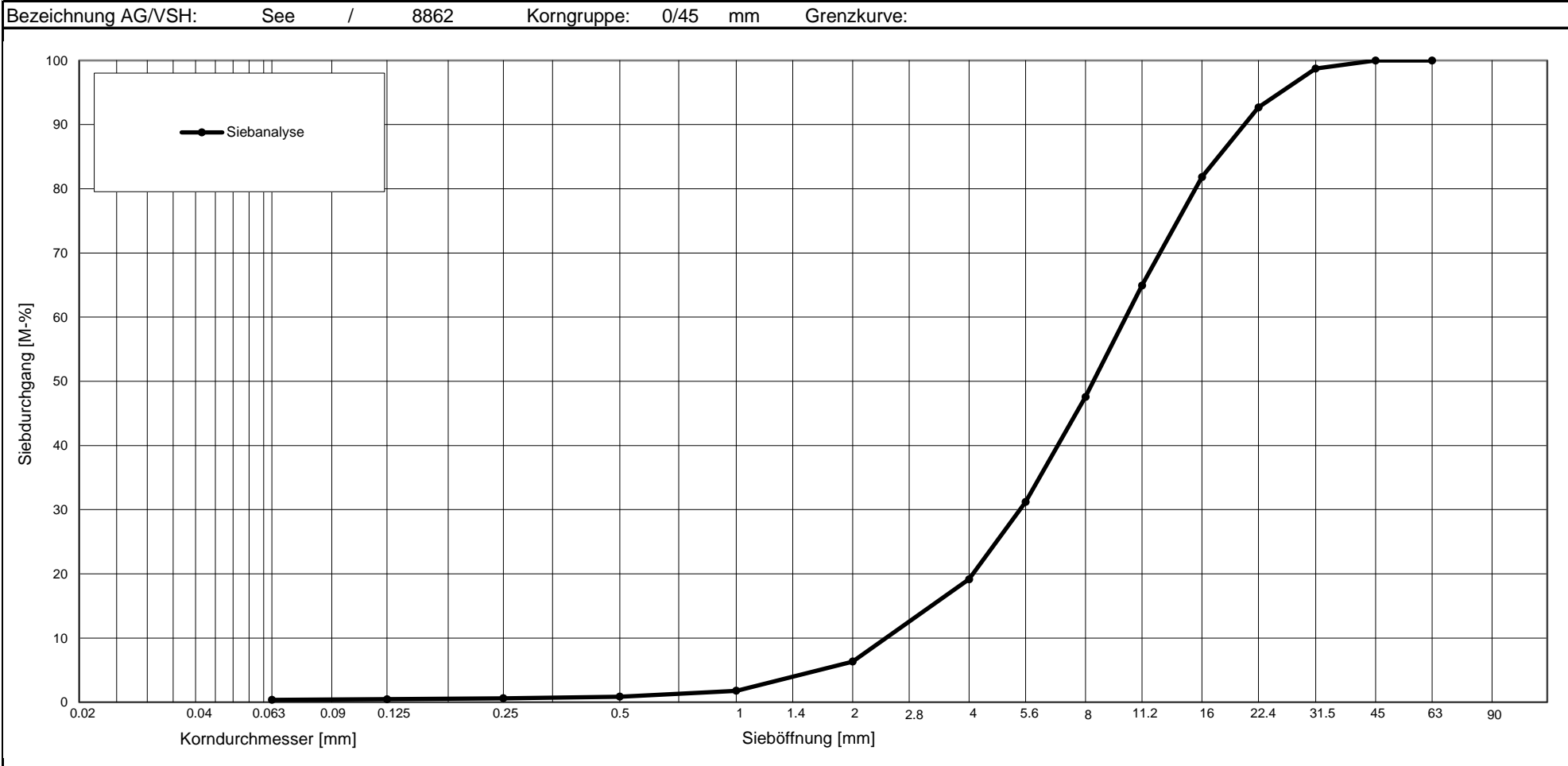
Projekt-Nr.: 50 F10514 0001

Auftraggeber : Basler & Hofmann AG Ingenieure, Lea Fuchs, Bachweg 1, Postfach, 8133 Esslingen

Bauobjekt : Mühlebach, Arth
Bauteil : Geschiebehaushalt

Korngrößenverteilungen

Prüfdatum: 18.01.2022



VersuchsStollen Hagerbach AG
Altdorf, 20.01.22

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.



VersuchsStollen Hagerbach AG
Pollstrasse 1
8893 Flums Hochwiese
www.hagerbach.ch

Baustoffprüfabore in:
Flums
Altdorf
Regensdorf
Basel

Tel +41 81 734 14 00
Tel +41 41 872 09 71
Tel +41 44 840 22 61
Tel +41 61 322 25 45

Fax +41 81 734 14 01
Fax +41 41 872 09 70
Fax +41 44 840 22 62
Fax +41 61 322 25 46



Anhang 1

Prüfbericht Korngrößenverteilung - Siebverfahren gemäss SN EN 933-1:2013-03

Bericht-Nr. : 202241066A

Projekt-Nr.: 50 F10514 0001

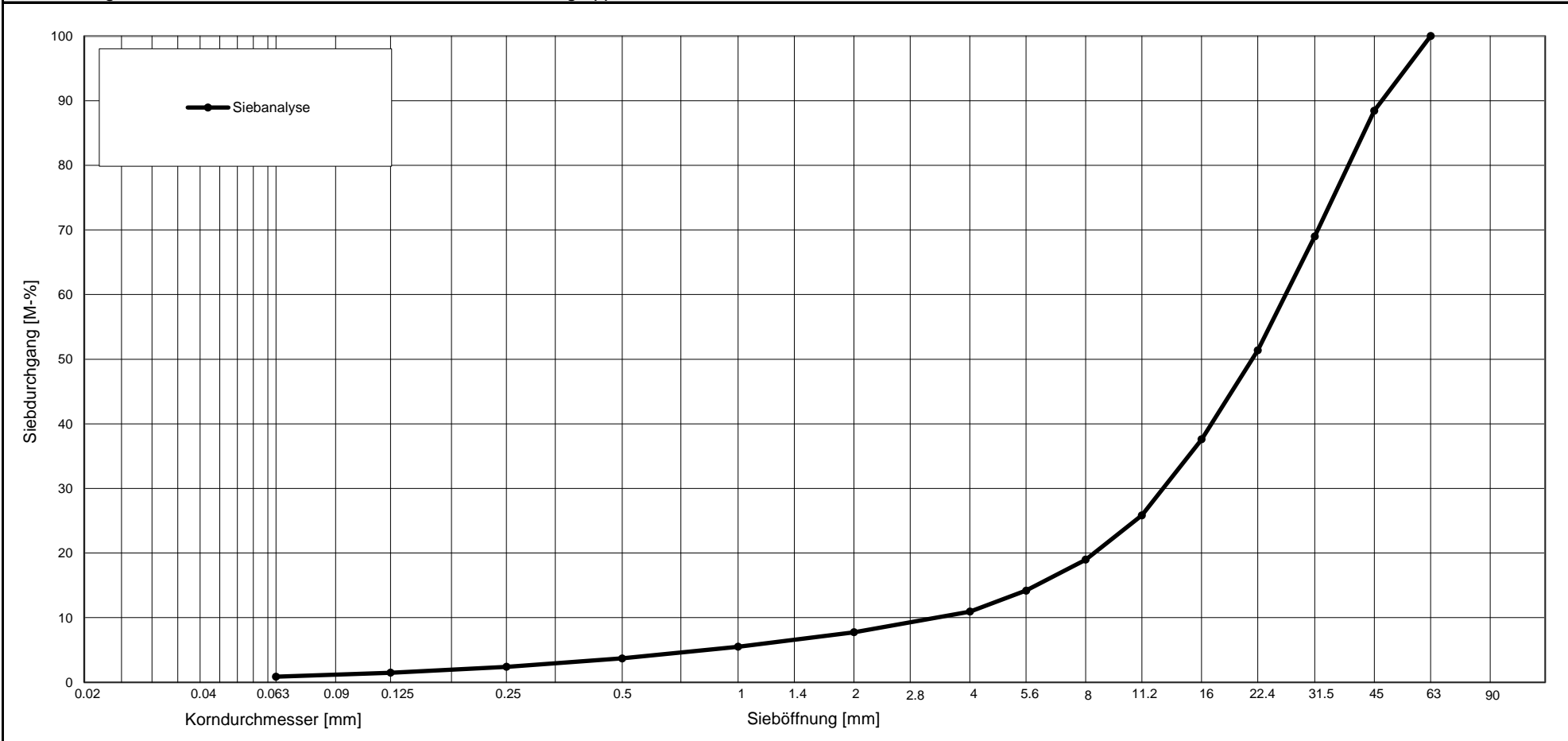
Auftraggeber : Basler & Hofmann AG Ingenieure, Lea Fuchs, Bachweg 1, Postfach, 8133 Esslingen

Bauobjekt : Mühlebach, Arth
Bauteil : Geschiebehaushalt

Korngrößenverteilungen

Prüfdatum: 19.01.2022

Bezeichnung AG/VSH: Zulauf 1 / 8863 Korngruppe: 0/63 mm Grenzkurve:



VersuchsStollen Hagerbach AG
Altdorf, 20.01.22

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.



VersuchsStollen Hagerbach AG
Pollstrasse 1
8893 Flums Hochwiese
www.hagerbach.ch

Baustoffprüfabore in:
Flums
Altdorf
Regensdorf
Basel

Tel +41 81 734 14 00
Tel +41 41 872 09 71
Tel +41 44 840 22 61
Tel +41 61 322 25 45

Fax +41 81 734 14 01
Fax +41 41 872 09 70
Fax +41 44 840 22 62
Fax +41 61 322 25 46



Anhang 2

Prüfbericht Korngrößenverteilung - Siebverfahren gemäss SN EN 933-1:2013-03

Bericht-Nr. : 202241066A

Projekt-Nr.: 50 F10514 0001

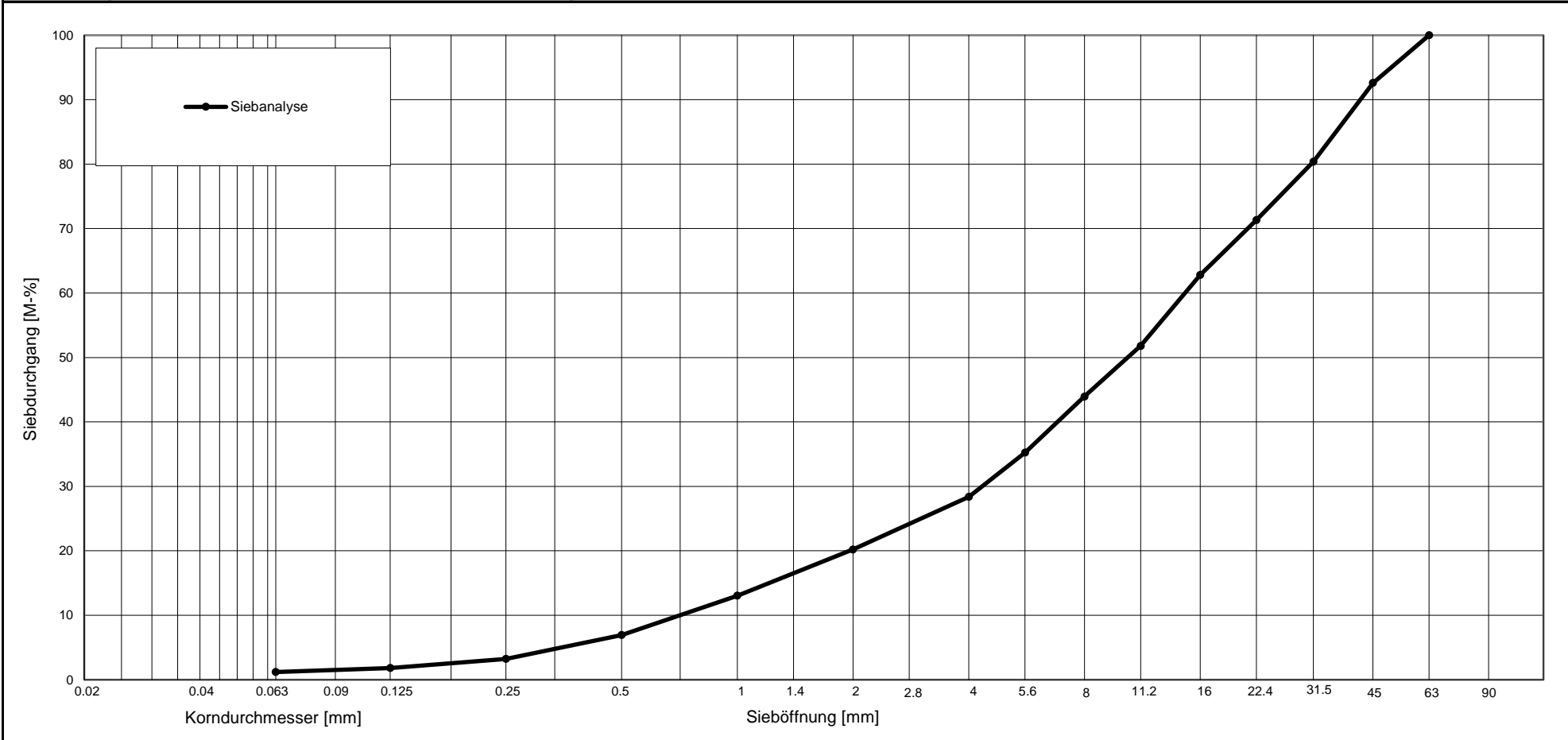
Auftraggeber : Basler & Hofmann AG Ingenieure, Lea Fuchs, Bachweg 1, Postfach, 8133 Esslingen

Bauobjekt : Mühlebach, Arth
Bauteil : Geschiebehaushalt

Korngrößenverteilungen

Prüfdatum: 19.01.2022

Bezeichnung AG/VSH: Mühlebach / 8864 Korngruppe: 0/63 mm Grenzkurve:



VersuchsStollen Hagerbach AG
Altdorf, 20.01.22

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.



VersuchsStollen Hagerbach AG
Pollstrasse 1
8893 Flums Hochwiese
www.hagerbach.ch

Baustoffprüfabore in:
Flums
Altdorf
Regensdorf
Basel

Tel +41 81 734 14 00
Tel +41 41 872 09 71
Tel +41 44 840 22 61
Tel +41 61 322 25 45

Fax +41 81 734 14 01
Fax +41 41 872 09 70
Fax +41 44 840 22 62
Fax +41 61 322 25 46



Anhang 3

Prüfbericht Korngrößenverteilung - Siebverfahren gemäss SN EN 933-1:2013-03

Bericht-Nr. : 202241066A

Projekt-Nr.: 50 F10514 0001

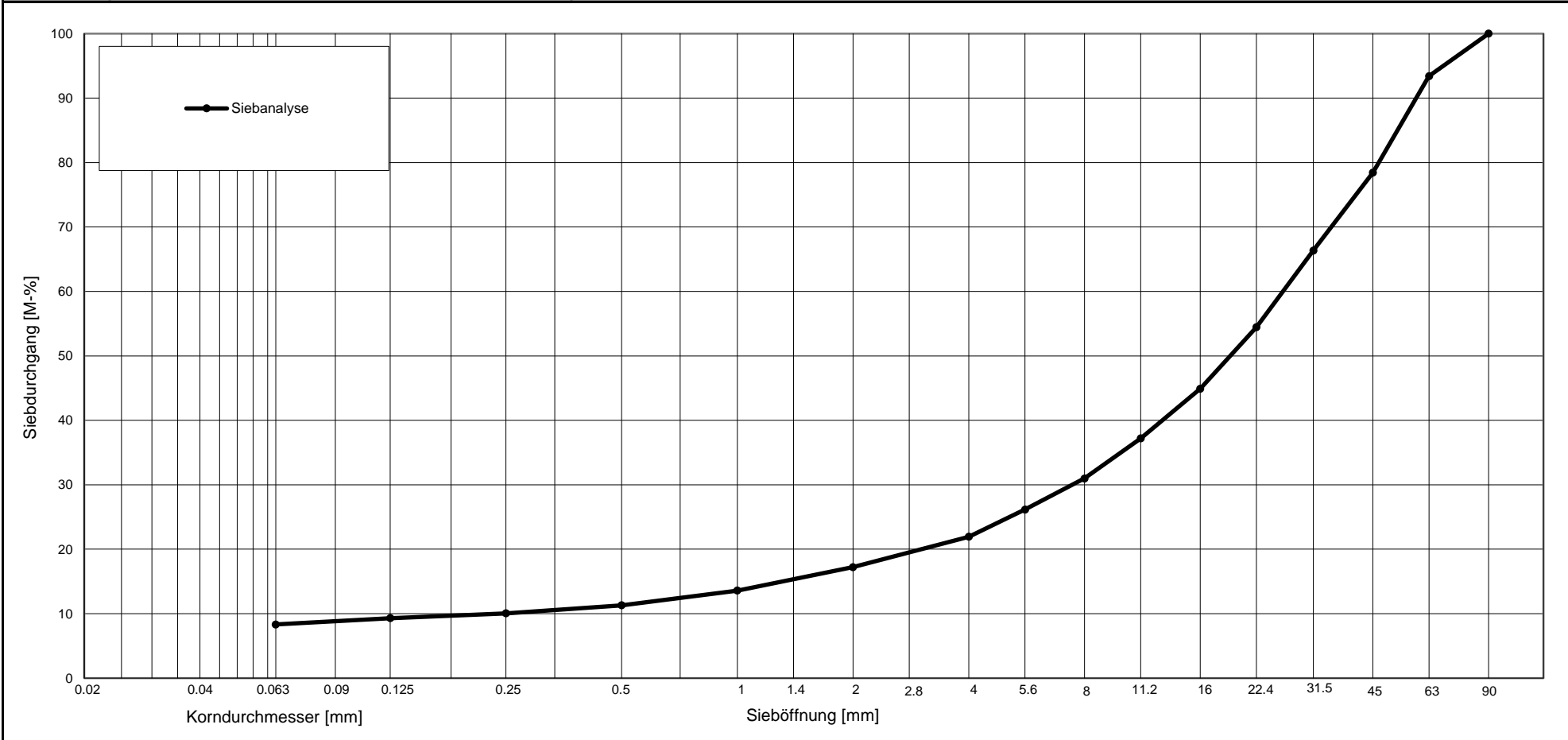
Auftraggeber : Basler & Hofmann AG Ingenieure, Lea Fuchs, Bachweg 1, Postfach, 8133 Esslingen

Bauobjekt : Mühlebach, Arth
Bauteil : Geschiebehaushalt

Korngrößenverteilungen

Prüfdatum: 19.01.2022

Bezeichnung AG/VSH: Bolliwaldbach / 8865 Korngruppe: 0/90 mm Grenzkurve:



VersuchsStollen Hagerbach AG
Altdorf, 20.01.22

Das ist die elektronische Version eines Prüfberichtes. Nur die unterschriebenen Prüfberichte sind rechtsgültig. Prüfberichte werden in elektronischer Form als Pdf-File abgegeben. Der Versand per Email erfolgt auf Verlangen und auf das Risiko des Auftraggebers.



VersuchsStollen Hagerbach AG
Pollstrasse 1
8893 Flums Hochwiese
www.hagerbach.ch

Baustoffprüfabore in:
Flums
Altdorf
Regensdorf
Basel

Tel +41 81 734 14 00
Tel +41 41 872 09 71
Tel +41 44 840 22 61
Tel +41 61 322 25 45

Fax +41 81 734 14 01
Fax +41 41 872 09 70
Fax +41 44 840 22 62
Fax +41 61 322 25 46



Anhang 4

Anhang C – Visuelle Zustandserhebung Brücken und Durchlässe

2. Fotodokumentation

2.1 Durchlass Bootshaus

Die Einmündung des Mühlebaches in den Zugersee erfolgt beim Durchlass Bootshaus. Der Durchlass Bootshaus konnte bei der Begehung am 28.10.2021 nur grob vermessen werden. Der Bereich in der Abflussmitte ist aufgestaut und wurde daher nicht vermessen (siehe Abbildung 2). Der Durchlass Bootshaus weist folgende Abmessungen auf:

- _ Breite beim Anfang: 3.5 m
- _ Höhe am linken Rand: 1.0 m



Abbildung 2: Durchlass Bootshaus



Abbildung 3: Linker Rand Durchlass Bootshaus

2.2 Durchlass Luzernerstrasse

Die Querung der Kantonsstrasse erfolgt durch den Durchlass Luzernerstrasse. Dieser Durchlass ist als Rechteckgerinne ausgeführt. Kurz nach dem Anfang des Durchlasses ändert sich das Gefälle. Diese Stelle ist bei der Abmessung des Durchlasses als Knick gekennzeichnet. Der Durchlass Luzernerstrasse ist mit einer Niederwasserrinne und Berme gestaltet. Der Zustand des Durchlass Luzernerstrasse ist in Ordnung. Die visuelle Inspektion des Durchlasses Luzernerstrasse zeigte keine gröberen Mängel.

	Breite [m]		Höhe [m]	
	unten	oben	links	rechts
Anfang	1.78	1.76	1.27	1.23
Knick	1.79	1.77	1.27	1.23
Ende	1.79	1.79	1.21	1.23

Tabelle 1: Abmessungen Durchlass Luzernerstrasse



Abbildung 4: Durchlass Luzernerstrasse



Abbildung 5: Durchlass Luzernerstrasse (Blickrichtung Bachaufwärts)



Abbildung 6: Durchlass Luzernerstrasse (Blickrichtung Bachaufwärts)

2.3 Durchlass 1

Die Brücke beim Durchlass 1 stellt die Verbindung zwischen dem Kronenhofweg und dem Alten Pilgerweg dar. Das Gerinne ist an dieser Stelle trapezförmig ausgeführt. Der Zustand des Durchlass 1 ist in Ordnung. Die visuelle Inspektion des Durchlasses 1 zeigte keine größeren Mängel.

	Breite [m]		Höhe [m]	
	oben	unten	links	rechts
Anfang Durchlass	6.07	2.06	2.12	2.18
Ende Durchlass	6.06	2.11	2.06	2.14

Tabelle 2: Abmessungen Durchlass 1



Abbildung 7: Durchlass 1



Abbildung 8: Durchlass 1, linke Seite



Abbildung 9: Durchlass 1, rechte Seite

2.4 Durchlass 2

Der Durchlass 2 befindet sich bei der Querung des Rigiweges über den Mühlebach. Das Gerinne ist trapezförmig ausgeführt. Der Zustand des Durchlass 2 ist in Ordnung. Es sind keine größeren Mängel sichtbar.

	Breite [m]		Höhe [m]	
	oben	unten	links	rechts
Anfang Durchlass	6.34	1.41	1.62	1.57
Ende Durchlass	6.37	1.79	1.61	1.59

Tabelle 3: Abmessungen Durchlass 2



Abbildung 10: Durchlass 2



Abbildung 11: Durchlass 2. linke Seite (Blickrichtung bachaufwärts)



Abbildung 12: Durchlass 2, rechte Seite (Blickrichtung bachaufwärts)

2.5 Durchlass 3

Die Brücke bei Durchlass 3 wurde zur Querung des Mühlebaches bei landwirtschaftlichen Tätigkeiten errichtet. Es führen keine öffentlichen Wege zu dieser Brücke. Die Brücke ist einfach ausgeführt. Der Bachlauf ist als trapezgerinne gestaltet. Der Zustand des Durchlass 3 ist in Ordnung. Es sind keine grösseren, visuellen Mängel sichtbar.

	Breite [m]		Höhe [m]	
	oben	unten	links	rechts
Anfang Durchlass	6.42	1.55	1.78	1.79
Ende Durchlass	6.48	1.80	1.87	1.83

Tabelle 4: Abmessungen Durchlass 3



Abbildung 13: Durchlass 3 (Blickrichtung bachaufwärts)



Abbildung 14: Durchlass 3, linke Seite (Blickrichtung bachaufwärts)



Abbildung 15: Durchlass 3, rechte Seite (Blickrichtung bachaufwärts)

2.6 Durchlass 4

Die Brücke beim Durchlass 4 dient als Zufahrtsstrasse zum Bauernhof auf Grundstück-Nr. 3133 (Grabacher).

	Breite [m]		Höhe [m]	
	oben	unten	links	rechts
Anfang Durchlass	5.38	1.65	1.77	1.75
Ende Durchlass	5.32	2.10	1.75	1.76

Tabelle 5: Abmessungen Durchlass 4



Abbildung 16: Brücke beim Durchlass 4 (Blickrichtung Südwesten)



Abbildung 17: Durchlass 4, rechte Seite (Blickrichtung flussaufwärts)



Abbildung 18: Durchlass 4, linke Seite (Blickrichtung bachaufwärts)

2.7 Durchlass 5

Der Mühlebach verläuft an dieser Stelle sehr nahe am Bauernhof auf dem Grundstück-Nr. 473 in einem eingedolten Zustand. Daher weist der Durchlass 5 eine Länge von ca. 36 m auf. Der Zustand des Durchlass 5 ist in Ordnung. Über die gesamte Länge sind keine gröberen Mängel feststellbar.

	Breite [m]		Höhe [m]	
	oben	unten	links	rechts
Anfang Durchlass	3.31	3.31	1.66	1.66
Ende Durchlass	3.43	3.42	1.78	1.73

Tabelle 6: Abmessungen Durchlass 5



Abbildung 19: Durchlass 5, Anfang des Durchlasses



Abbildung 20: Durchlass 5, Anfang des Durchlasses (Blickrichtung bachaufwärts)



Abbildung 21: Durchlass 5, Ende des Durchlasses



Abbildung 22: Durchlass 5, linke Seite



Abbildung 23: Durchlass 5, linke Seite (Blickrichtung bachaufwärts)

2.8 Durchlass 6

Die Brücke bei Durchlass 6 wird lediglich für die Landwirtschaft verwendet. Die Brücke befindet sich bei der Bachkrümmung, von wo aus der Mühlebach von seiner nordöstlichen Fließrichtung abweicht und in nördlicher Richtung hin zum Zugersee fließt. Der Zustand des Durchlass 6 ist in Ordnung.

	Breite [m]		Höhe [m]	
	oben	unten	links	rechts
Anfang Durchlass	4.07	1.51	1.82	1.73
Ende Durchlass	3.80	2.15	1.77	1.70

Tabelle 7: Abmessungen Durchlass 6



Abbildung 24: Durchlass 6 (Blickrichtung bachaufwärts)



Abbildung 25: Durchlass 6, linkes Ufer (Blickrichtung bachaufwärts)



Abbildung 26: Durchlass 6, rechte Seite (Blickrichtung bachaufwärts)

2.9 Durchlass 7

Der Durchlass 7 befindet sich im Bereich, in welchem der Bolliwaldbach noch nicht mit dem Mühlebach zusammengeflossen ist. Beim Durchlass 7 wird der Abflussquerschnitt durch die Vegetation stark eingeengt (siehe Abbildung 27). Der Zustand des Durchlass 7 ist in Ordnung.

	Breite [m]		Höhe [m]	
	oben	unten	links	rechts
Anfang Durchlass	3.13	1.28	1.47	1.49
Ende Durchlass	3.39	1.19	1.51	1.52

Tabelle 8: Abmessungen Durchlass 7



Abbildung 27: Durchlass 7 (Blickrichtung bachaufwärts)



Abbildung 28: Durchlass 7

2.10 Durchlass 8

Der Durchlass 8 befindet sich am Mühlebach direkt unterhalb der Autobahnbrücke. Der Zustand des Durchlass 8 ist in Ordnung.

	Breite [m]		Höhe [m]	
	oben	unten	links	rechts
Anfang Durchlass	1.29	1.29	1.31	1.26
Ende Durchlass	1.30	1.31	1.41	1.36

Tabelle 9: Abmessungen Durchlass 8



Abbildung 29: Durchlass 8



Abbildung 30: Durchlass 8, rechte Seite

2.11 Durchlass Autobahn Mühlebach

Der Durchlass Autobahn Mühlebach ist in zwei Teile aufgeteilt. Im rechten Teil fliesst der Mühlebach in einem geraden Gerinne und im linken Teil befindet sich ein Fussweg. Die zwei Teile sind durch eine Mauer voneinander getrennt.



Abbildung 31: Anfang Durchlass Autobahn Mühlebach (Blickrichtung bachaufwärts)



Abbildung 32: Durchlass Autobahn Mühlebach (Blickrichtung bachaufwärts)

2.12 Durchlass Autobahn Bollenwaldbach

Der Durchlass des Bollenwaldbaches bei der Autobahn A4 ist mit einer Berme ausgeführt. Im Durchlass hat sich an einer Stelle ein Riss über den ganzen Querschnitt gebildet (siehe Abbildung 34 und Abbildung 35).



Abbildung 33: Anfang Durchlass Autobahn Bollenwaldbach



Abbildung 34: Durchlass Autobahn Bollenwaldbach, rechte, obere Ecke



Abbildung 35: Durchlass Autobahn Bolliwaldbach, rechte, untere Ecke



Abbildung 36: Ende Durchlass Autobahn Bolliwaldbach

Anhang D – Längenprofile HEC-RAS

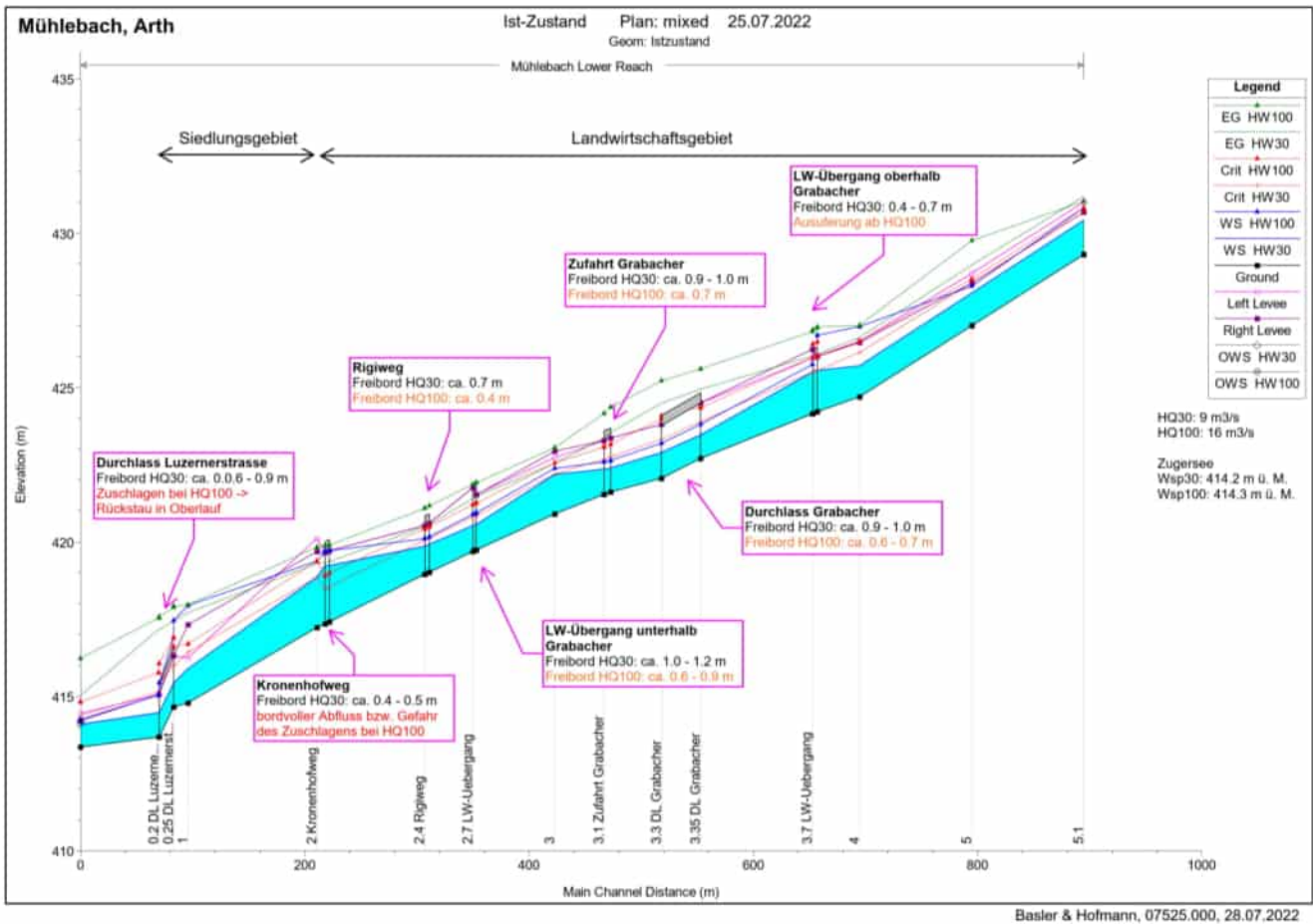


Abbildung 22
Längenprofil Unterlauf Mühlebach

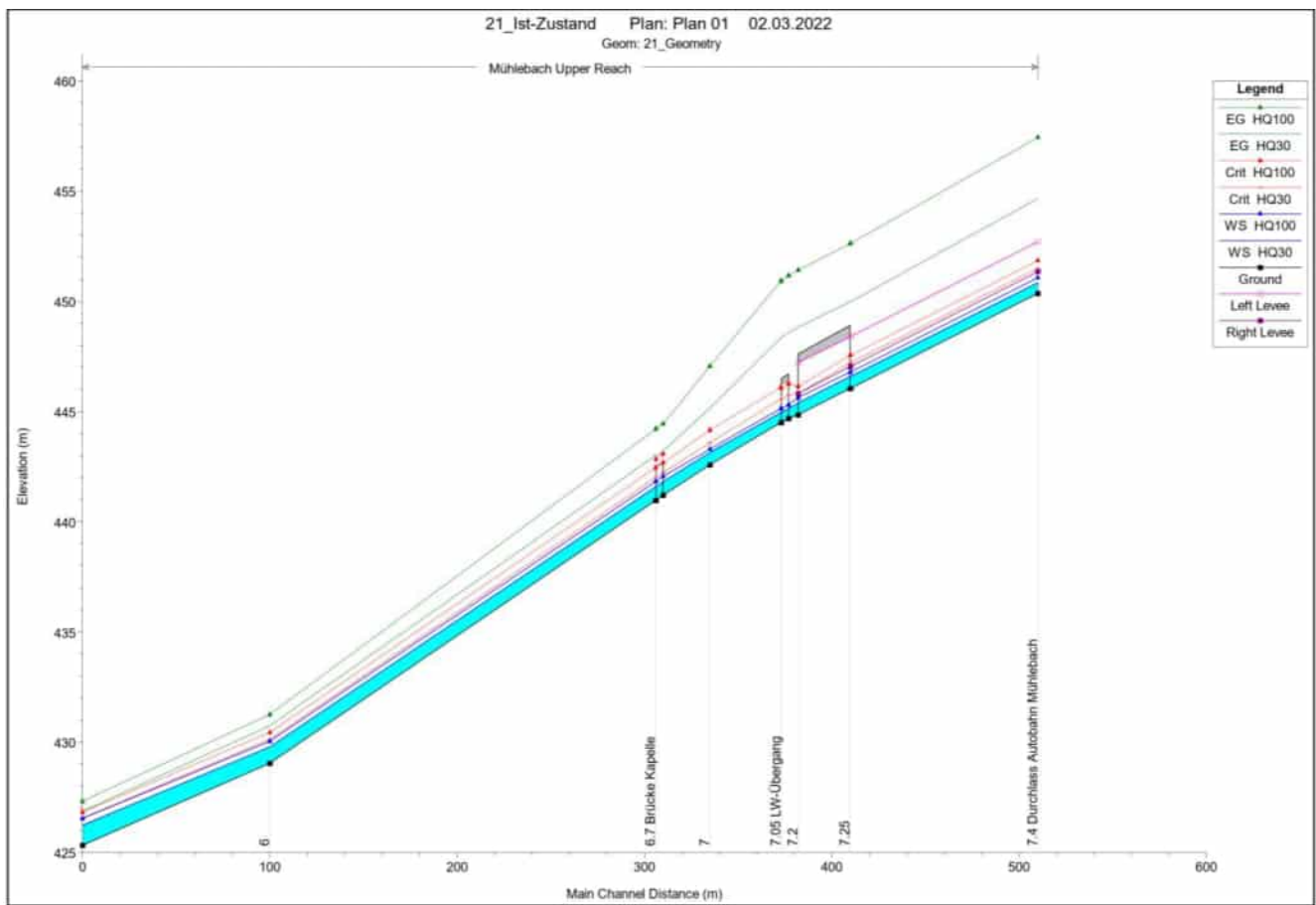


Abbildung 23
Längenprofil Oberlauf Mühlebach

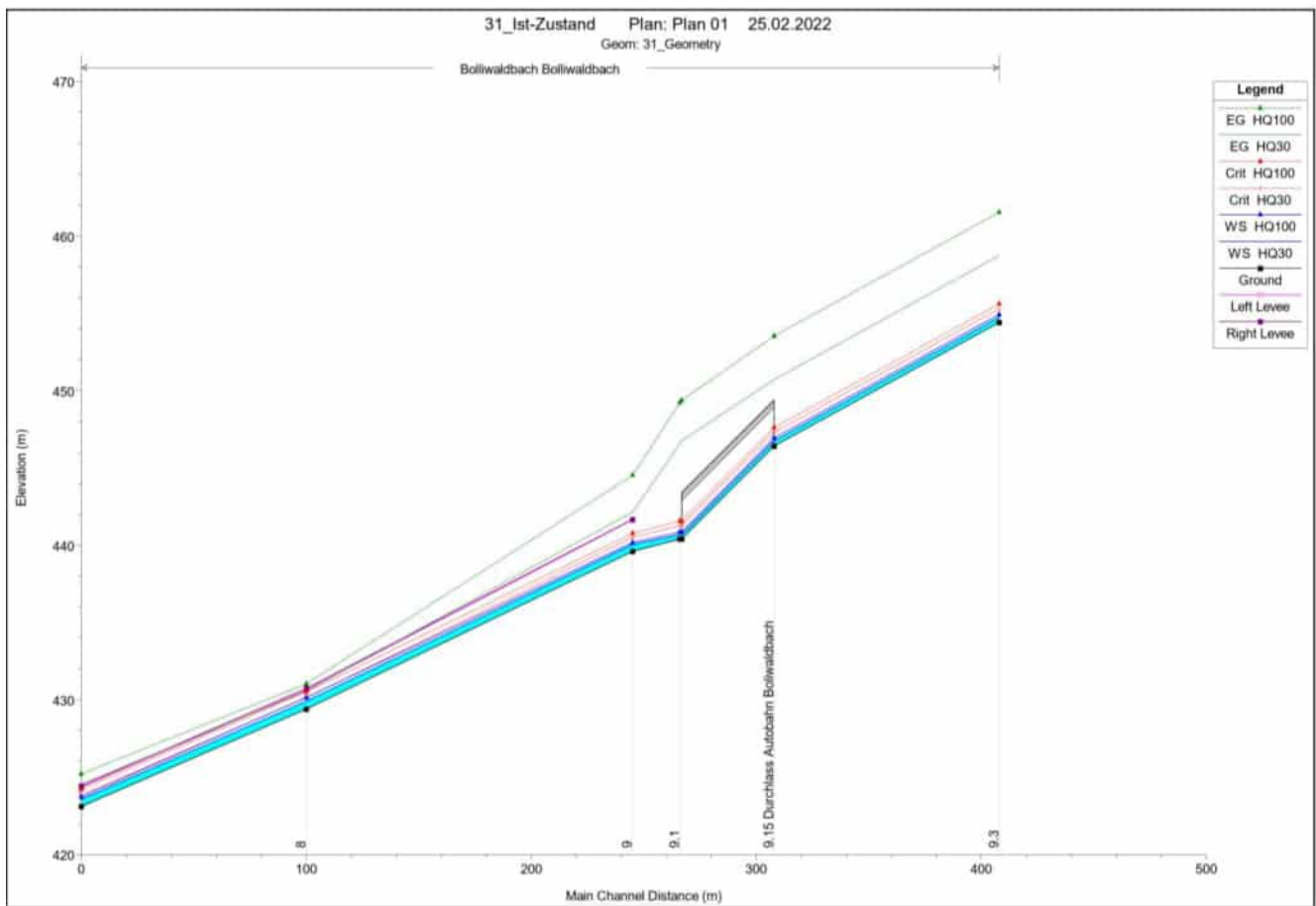


Abbildung 24
Längenprofil Boliwaldbach

