



Hochwasserschutz Buholzbach

Auflageprojekt

Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen

Auftraggeber:		
Bauherrschaft:	Projektleiter Bauherr:	Stv. Projektleiter Bauherr:
Landwirtschafts- und Umweltdirektion Kanton Nidwalden Amt für Wald und Naturgefahren Stansstaderstrasse 59 Postfach 1251 6371 Stans	 KISSLING + ZBINDEN AG INGENIEURE PLANER USIC Tempelstrasse 8A Fon 033 334 20 50 3608 Thun www.kzag.ch martin.andres@kzag.ch	INDERGAND AG Bauherrenunterstützung Raumplanung – Planungs-/Baurecht Hofstettweg 5 Fon 079 257 03 39 6064 Kerns u.indergand@indergand-ag.ch

Projektbearbeitung:		
Bauingenieur:	Hydraulik/Geschiebe:	Gefahrenbeurteilung:
 SCHUBIGER AG BAUINGENIEURE 6052 Hergiswil Fon 041 632 66 22 6375 Beckenried info@schubiger-nw.ch 6048 Horw www.schubiger-nw.ch	Beffa tognacca gmbh A San Rocch Fon 091 863 44 41 6702 Claro www.fluvial.ch	 oeko-b Fronhofenstr. 10 Fon 041 610 76 30 6370 Stans www.oeko-b.ch

	Datum:	erst.	gepr.	Dokumentenbezeichnung in Projektmappe	Format:	A4
	22.11.2023	mvg	dr		1.6	Dok. Nr.:
a	12.04.2024	mvg	dr			
b						
c						
d						

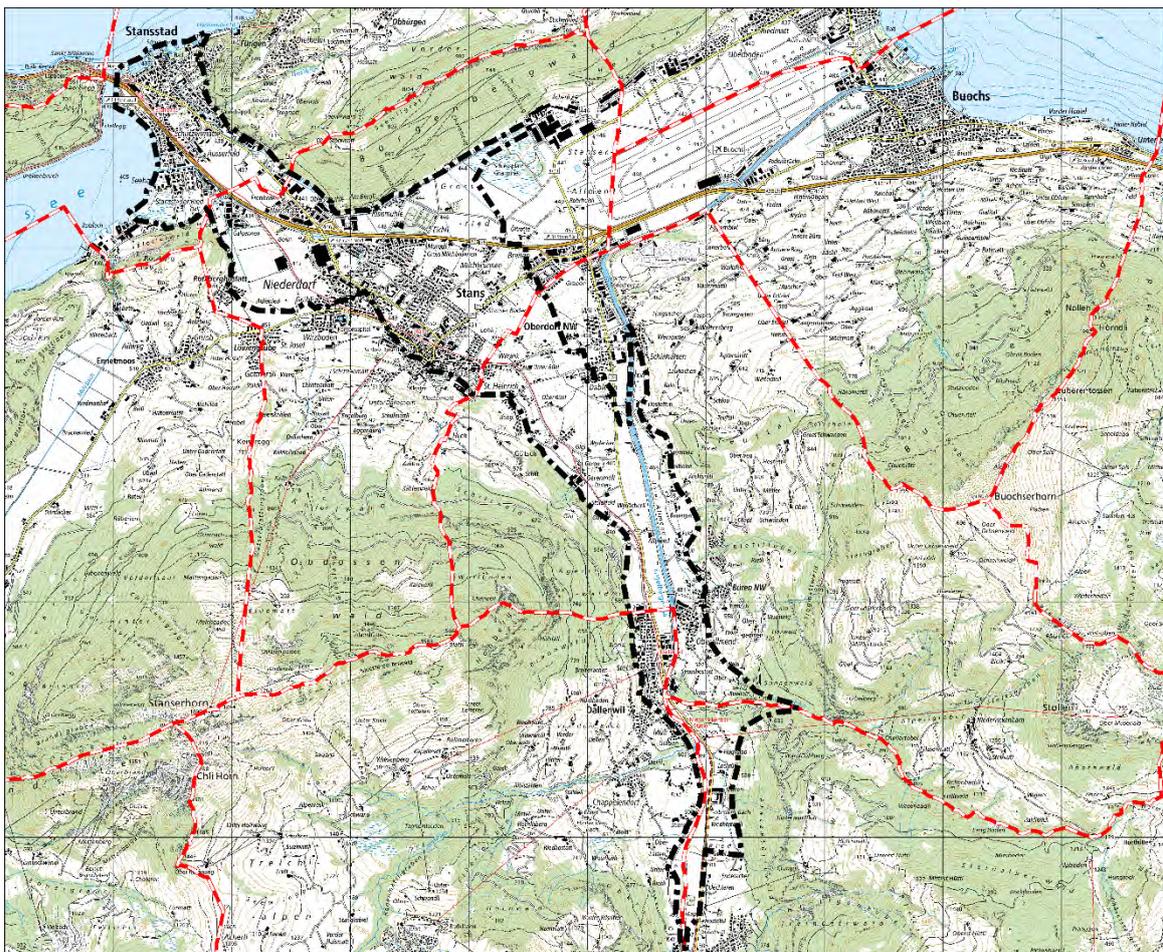


Hochwasserschutz Buholzbach Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen

Prozessquelle Buholzbach

Technischer Bericht

1



Titel	Bauprojekt HWS Buholzbach – Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen	Typ	Bericht	Version	0.2
Thema	Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen	Klasse		Freigabedatum	12.04.2024
Autor	oeko-b ag / MvG	Status		Druckdatum	
Ablage	0_Gefahrenbeurteilung_Teil_1_Technischer_Bericht_Buholzbach_nM_20240412			Registratur	

Inhalt

0	Anpassungen/Revisionen	1
0.1	Übersicht Revisionen	1
0.2	Grund für diese Revision	1
0.3	Revidierte Elemente	1
1	Einleitung	2
1.1	Ausgangslage	2
1.2	Auftrag	2
1.3	Projektorganisation	3
1.4	Verwendete Grundlagen	3
2	Ereignisanalyse (Gefahrenerkennung)	4
2.1	Untersuchungsumfang und Gebietseigenschaften	4
2.2	Prozessdefinition Wildbäche	5
2.3	Prozessquellen Wildbäche	6
2.4	Gefährdungsbilder	6
3	Wirkungsanalyse (Gefahrenbeurteilung)	7
3.1	Szenariendefinition	7
3.2	Intensitätskarten (pro Wiederkehrperiode)	8
3.3	Gefahrenkarten (prozessspezifisch)	8
4	Gefährdungsbetrachtung	9
5	Schlussbemerkungen	9

Anhang

Anhang A	Untersuchungs- und Beurteilungssperimeter	A-1
Anhang B	Buoholzbach: Faktenblatt	B-1
Anhang C	Schutzziele HWS Buoholzbach	C-1

Beilagen

Beilage 1	Prozessspezifische Gefahrenkarte vor und nach Massnahmen
Beilage 2	Intensitätskarten vor und nach Massnahmen Prozessquelle Buoholzbach

0 Anpassungen/Revisionen

0.1 Übersicht Revisionen

Die bereits durchgeführten Revisionen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Übersicht der bisherigen Anpassungen und Revisionen

	Datum Dossier	Gutachter	Hauptgründe für Revision
Erste Grundkarte	1995	-	GK Engelberger Aa und Zuflüsse
Grundkarte	2004	oeko-b ag, Stans / Schubiger AG, Hergiswil / Niederer+Pozzi AG Uznach	GK Oberdorf / GK Wolfenschiessen
Revision 1	2006 / 2007	oeko-b ag, Stans / Niederer+Pozzi AG Uznach	Unwetter August 2005
Revision 2	2012	beffa tognacca gmbh, Claro / Niederer+Pozzi AG Uznach / oeko-b ag, Stans	Neue Methodik, Aktualisiertes Höhenmodell, neues 2D-Überflutungsmodell für Stanser Talebene
Revision 3	2017	oeko-b ag	Neues Datenmodell, Einführung PQ-System (nur Gemeindegebiet Wolfenschiessen)

0.2 Grund für diese Revision

Am Buholzbach befindet sich die Planung des Hochwasserschutzprojekts auf der Stufe Bauprojekt. Aufgrund der vorliegenden Massnahmenplanung wurden für die Situation nach Massnahmen die Szenarien neu modelliert und eine Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen erstellt. Diese dient als Grundlage für die Risikoanalyse mit EconoMe als Teil des Hochwasserschutzprojekts am Buholzbach.

0.3 Revidierte Elemente

Im Rahmen der Revision 2023 wurden folgende Elemente angepasst:

- Provisorische Berücksichtigung Massnahmen Bauprojekt Hochwasserschutz Buholzbach der Schubiger AG Bauingenieure und Modellierungsergebnisse der beffa tognacca gmbh.
- Überarbeitung Faktenblatt Buholzbach aus Gefahrenbeurteilung Wolfenschiessen (2017) in Bezug auf die Situation nach Ausführung des anstehenden Hochwasserschutzprojekts.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Für den Buholzbach besteht seit 2004 eine separate Gefahren- und Risikobeurteilung. Revisionen fanden 2006 / 2007 und 2012 statt. Im Jahr 2017 wurden die Geodaten auf dem Gemeindegebiet von Wolfenschiessen in die revidierte Gefahrenbeurteilung Wolfenschiessen integriert.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Gefahrenbeurteilung Buholzbach für die Situation nach Massnahmen, also nach Ausführung des anstehenden Hochwasserschutzprojekts, erstellt.

Solange das Hochwasserschutzprojekt nicht ausgeführt ist, haben die Pläne nach Massnahmen einen provisorischen Status. Sie sind nach Abschluss des Hochwasserschutzprojekts zu überprüfen und erst dann in den Geodatenatz NW zu integrieren.

Die aktuell gültige Gefahrenbeurteilung ist auf dem Internet unter www.gis-daten.ch einsehbar.

1.2 Auftrag

Die oeko-b ag erhielt im Mai 2023 vom Amt für Wald und Naturgefahren den Auftrag für die Überarbeitung des Gefahrenkartendossiers Prozessquelle Buholzbach.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wird einzig der Prozess Wildbäche - **Prozessquelle Buholzbach** überarbeitet.

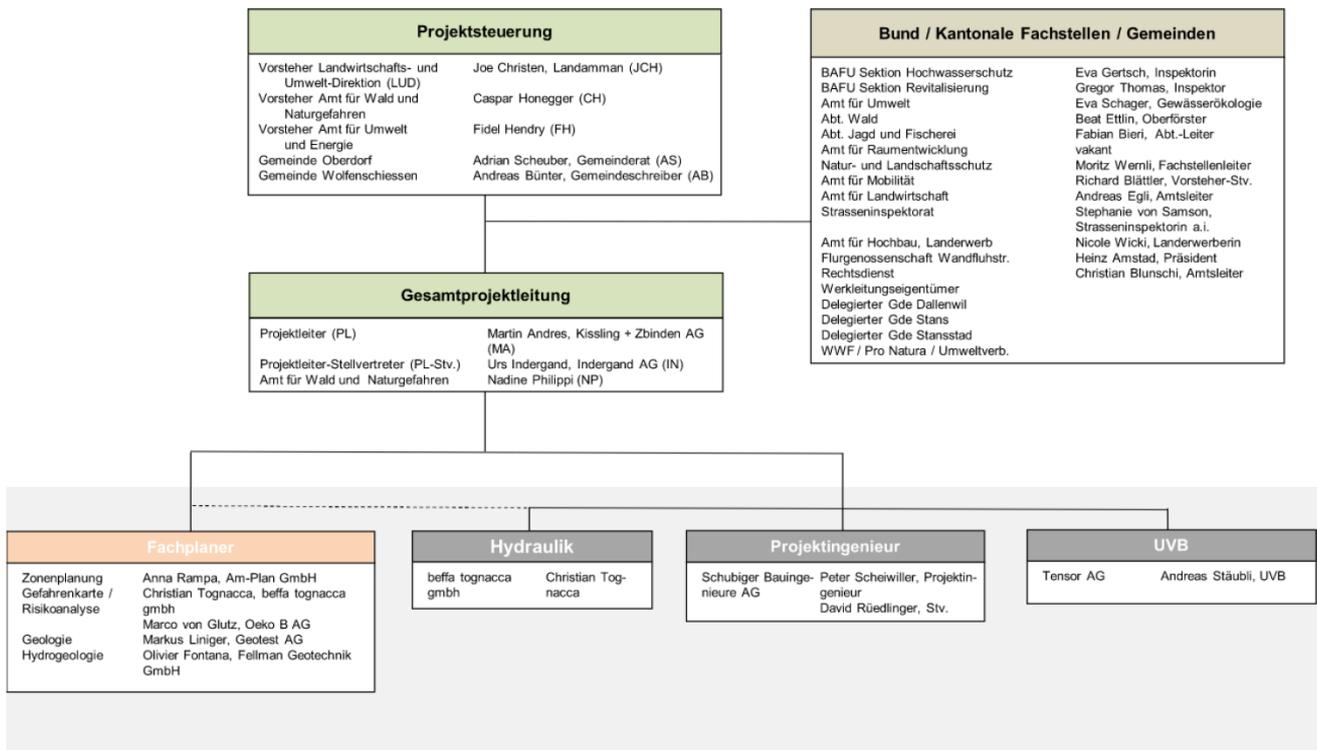
Folgende Naturgefahrenprozesse werden behandelt:

- Hochwasser
- Murgang
- Ufererosion

Nicht Gegenstand des vorliegenden Gutachtens sind die aus den Prozessen abgeleiteten folgenden Gefährdungen

- Oberflächenabfluss
- Grundwasser

1.3 Projektorganisation



1.4 Verwendete Grundlagen

Die in der Gefahrenbeurteilung allgemein gültigen Grundlagen sind im Teil 2: Methodik Gefahrenbeurteilungen genannt. Spezifische Unterlagen und Fachberichte sind im Faktenblatt Buholzbach vermerkt (Anhang B).

Im Rahmen der Ausarbeitung der Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen wurden David Ruedlinger und Peter Scheiwiller vom planenden Ingenieurbüro Schubiger AG Bauingenieure beigezogen.

2.1.1 Geologie / Geomorphologie

Das Einzugsgebiet des Buholzbachs liegt im Norden im Bereich der Klippendecke. Im mittleren Bereich (Wandflue, Alpeligraben, Waseneggli, Bärfallen, Scheidegg) steht Flysch an, der mit Moränenmaterial des Engelbergergletschers überdeckt ist. Der südliche Teil gehört zur Drusbergdecke.

Die Durchlässigkeit der Böden ist durchwegs gross. Eine Ausnahme bilden die Gebiete mit anstehendem Flysch, oder wo dessen Verwitterungsprodukte als Lehmboden zu finden sind. Dort treten Vernässungserscheinungen auf. Diese Flyschgebiete sind gleichzeitig sehr rutschungs- und erosionsanfällig.

Flach- und mittelgründige Rutschungen (Beispiel Kote 640) sprechen bei Gewittern an und fallen somit zum Zeitpunkt des Höchstwasserabflusses an. Dagegen spricht die Grossrutschung Waseneggli auf langandauernde, intensive Niederschläge an, wahrscheinlich nicht bei Höchstwasserabfluss. Offensichtlich hat die Nässeperiode vor dem Unwetter August 2005 nicht lange genug angedauert, um im Waseneggli Bewegungen oder Rutschungen auszulösen.

2.1.2 Hydrologie / Hydraulik

Hochwasserspitzen

Abflussmessungen oder verlässliche Hochwasserbeobachtungen sind beim Buholzbach nicht verfügbar. Im Rahmen der Ersterarbeitung der Gefahrenkarte wurden die Hochwasserspitzen der kurzen und langen Ganglinie mit einem breit abgestützten Verfahren unter Zuhilfenahme mehrerer geeigneter Schätzformeln und -verfahren bestimmt (Koella, Forster, Melli-Müller, GIUB, VAW). Die damit ermittelten massgebenden Hochwasserspitzen (Tabelle 2) wurden im Projektteam diskutiert und überprüft.

Tabelle 2: Hochwasserspitzen

Einzugsgebiet	Ganglinie	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
13.5 km ²	Kurze Ganglinie	39 m ³ /s	68 m ³ /s	90 m ³ /s	137 m ³ /s
	Lange Ganglinie	12 m ³ /s	16 m ³ /s	19 m ³ /s	24 m ³ /s

2.1.3 Charakterisierung des Einzugsgebiets

Das Einzugsgebiet des Buholzbachs umfasst eine Fläche von ca. 13.5 km² und liegt in den beiden Gemeinden Oberdorf und Wolfenschiessen. Die Topographie ist durch den Vorstoss des Engelberger Gletschers während der letzten Eiszeit sowie durch nacheiszeitliche Rutschungen (Altzellen) geprägt.

Ein detaillierter Beschrieb des Einzugsgebiets findet sich in Kap. 3.3 des technischen Berichts zum HWS-Projekt (Bauprojekt, Schubiger AG Bauingenieure, 2024).

2.2 Prozessdefinition Wildbäche

Hauptcharakteristika von **Wildbächen** sind das starke Gefälle und durch die Schneeschmelze und heftige Gewitter innerhalb kurzer Zeit stark variierende Abflusswerte. Schäden werden sowohl durch hohe Wassertiefen als auch durch hohe Fliessgeschwindigkeiten verursacht (Erosionsschäden durch Kolkung, etc.).

Präzisere Beschreibungen sind im Teil 2 - Methodik Gefahrenbeurteilung Kt. NW erläutert.

2.3 Prozessquellen Wildbäche

Die vorliegende Gefahrenkarte Buholzbach beinhaltet eine Prozessquelle. Die Details sind im Faktenblatt im Anhang B aufgeführt.

Gutachterliche und numerische Beurteilung

Das Verhalten verschiedener Hochwasser (Lang- und Kurzzeitereignisse) und Murgangsszenarien auf dem Kegel des Buholzbachs wurden im Rahmen des Bauprojekts durch die beffa tognacca gmbh mittels 2D Modell modelliert.

Die Modellierungen der Niederer+Pozzi Umwelt AG betreffend Abfluss im Talboden wurden aus den vorangegangenen Versionen übernommen. Für die Situation nach Massnahmen sind diese Informationen einzig noch für die Restgefährdung von Relevanz.

Detailinformationen zu den verwendeten Beurteilungsformen finden sich im Faktenblatt.

2.4 Gefährdungsbilder

Die Szenarien und die daraus folgenden Gefährdungsbilder an den Fliessgewässern ergeben sich aus einer Gesamtbeurteilung, welche die Schwachstellenanalyse, die Hydraulik, den Geschiebetrieb, die Verklausungsgefahr (z.B. durch Schwemmholz), die Ufererosion und die Murgangaktivitäten mitberücksichtigt. Sie beschreiben die bei Hochwasserereignissen wahrscheinlichen Prozesse und lokalisieren und quantifizieren die dabei stattfindenden Wasser- und Geschiebeaustritte in das Überflutungsgebiet.

Die Schwachstellen, Szenarien und Gefährdungsbilder sind im Faktenblatt (Anhang B) detailliert beschrieben und abgebildet.

3 Wirkungsanalyse (Gefahrenbeurteilung)

Die Gefahrenbeurteilung erfolgte innerhalb des Untersuchungsperimeters (siehe Kapitel 2.1)

3.1 Szenariendefinition

3.1.1 Wiederkehrperiode

Die Wiederkehrperiode bezeichnet das durchschnittliche Zeitintervall, mit dem ein Ereignis einer bestimmten Grösse auftritt oder übertroffen wird. Sie wird bei den Wassergefahren bei Fliessgewässern durch den Scheitelpunkt der Ganglinie (HQ_x für Reinwasser bzw. GF_x für Geschiebe) definiert.

Ein HQ_{100} bezeichnet beispielsweise den Abfluss eines fliessenden Gewässers, der im Durchschnitt etwa alle 100 Jahre erreicht oder übertroffen wird. Ein sehr seltenes Extremereignis mit einer Wiederkehrperiode von >1000 Jahren wird als EHQ bezeichnet.

Im Einklang mit den Bundesempfehlungen werden jeweils vier verschiedene Wiederkehrperioden untersucht:

- Wiederkehrperiode 30 Jahre HQ_{30} / GF_{30}
- Wiederkehrperiode 100 Jahre HQ_{100} / GF_{100}
- Wiederkehrperiode 300 Jahre HQ_{300} / GF_{300}
- Wiederkehrperiode >1'000 Jahre EHQ / EGF

Aufgrund der Stauanlagenverordnung wurde für den Buholzbach auch ein Sicherheitshochwasser (SHQ) modelliert, welches 50% grössere Spitzenabflüsse und Geschiebefrachten als das Extremereignis berücksichtigt.

Die flächenhafte Darstellung dieser Intensitäten heisst Intensitätskarte (vgl. auch Teil 2 - Methodik Gefahrenbeurteilung Kt. NW). Sie werden prozessweise dargestellt.

Die Überlagerung der Intensitätskarten für die einzelnen Prozesse führt zur sogenannten Prozessgefahrenkarte. Die Gefährdung wird dabei durch die Gefahrenstufen rot, blau und gelb sowie gelb-weiss schraffiert wiedergegeben. Die Zuordnung erfolgt anhand des in den Bundesempfehlungen von 1997 vorgegebenen Gefahrenstufendiagrammes.

3.1.2 Berücksichtigung Schutzmassnahmen

Im Rahmen der Ermittlung der durch einen Prozess gefährdeten Flächen, werden Massnahmen der Notfallplanung (temporäre Dammbalken, Beaver, etc.) in der Regel nicht berücksichtigt. Permanente bauliche Objektschutzmassnahmen und Schutzbauten gehen in die Ermittlung der gefährdeten Flächen mit ein, sofern diese zum Zeitpunkt der Erstellung der Gefahrenbeurteilung bereits umgesetzt sind.

Die verstellbare Schütze beim Grundablass (Auslaufbauwerk beim Geschieberückhalte-raum) wird als permanente Schutzbaute angenommen und deshalb in der Gefahrenbeurteilung mitberücksichtigt (siehe auch Technischer Bericht zum HWS-Projekt, Bauprojekt, Schubiger AG Bauingenieure, 2024).

3.2 Intensitätskarten (pro Wiederkehrperiode)

Ausmasse von Prozessen werden durch die Darstellung von Intensitäten wiedergegeben: zum einen als einzelne Prozessquellen, zum anderen als synoptische Intensitäten:

- *Prozessquelle (jede Prozessquelle einzeln)*
Bei der Gefahrenbeurteilung erfolgt die Definition der Szenarien wie auch die Abgrenzung der Wirkungsräume und der darin auftretenden Intensitäten nach einzelnen Prozessquellen. Als Prozessquelle kann ein geographisches Gebiet bezeichnet werden, aus welchem ein Wasserprozess ausgeht. Gleichartige, beieinanderliegende Prozessquellen (z.B. Runsen) wurden zusammengefasst. Die Dokumentation erfolgte pro Prozessquelle je in einem Faktenblatt (Anhang B).

- *Synoptische Intensität*
Die Wirkungsräume und die darin massgebenden Intensitäten werden in der synoptischen Intensitätskarte dargestellt. Diese entsteht durch den Verschnitt der einzelnen Prozessquellen (Beilage 2), was im vorliegenden Projekt nicht der Fall war, da mit dem Buholzbach nur eine Prozessquelle betrachtet wurde.

3.3 Gefahrenkarten (prozessspezifisch)

Die synoptischen Intensitätskarten werden zu prozessspezifischen Gefahrenkarten verschnitten und als Planbeilage dargestellt (Beilage 1).

4 Gefährdungsbetrachtung

Im integralen Risikomanagement werden die Prinzipien des differenzierten Schutzes angewendet. Das Schadenpotential wird in verschiedene Objektkategorien eingeteilt. Schutzziele beschreiben, bis zu welcher Wiederkehrperiode Flächen- oder Objektkategorien welchen Schutz vor Naturgefahren erhalten sollen.

Die Schutzziel-Festlegung zum Hochwasserschutzprojekt Buholzbach ist in Kap. 4.1.1 des technischen Berichts zum HWS-Projekt (Bauprojekt, Schubiger AG Bauingenieure, 2024) detailliert beschrieben. Die Darstellung der Schutzzielmatrix mit den unterschiedlichen Objektkategorien und Schutzgraden findet sich im Anhang C.

5 Schlussbemerkungen

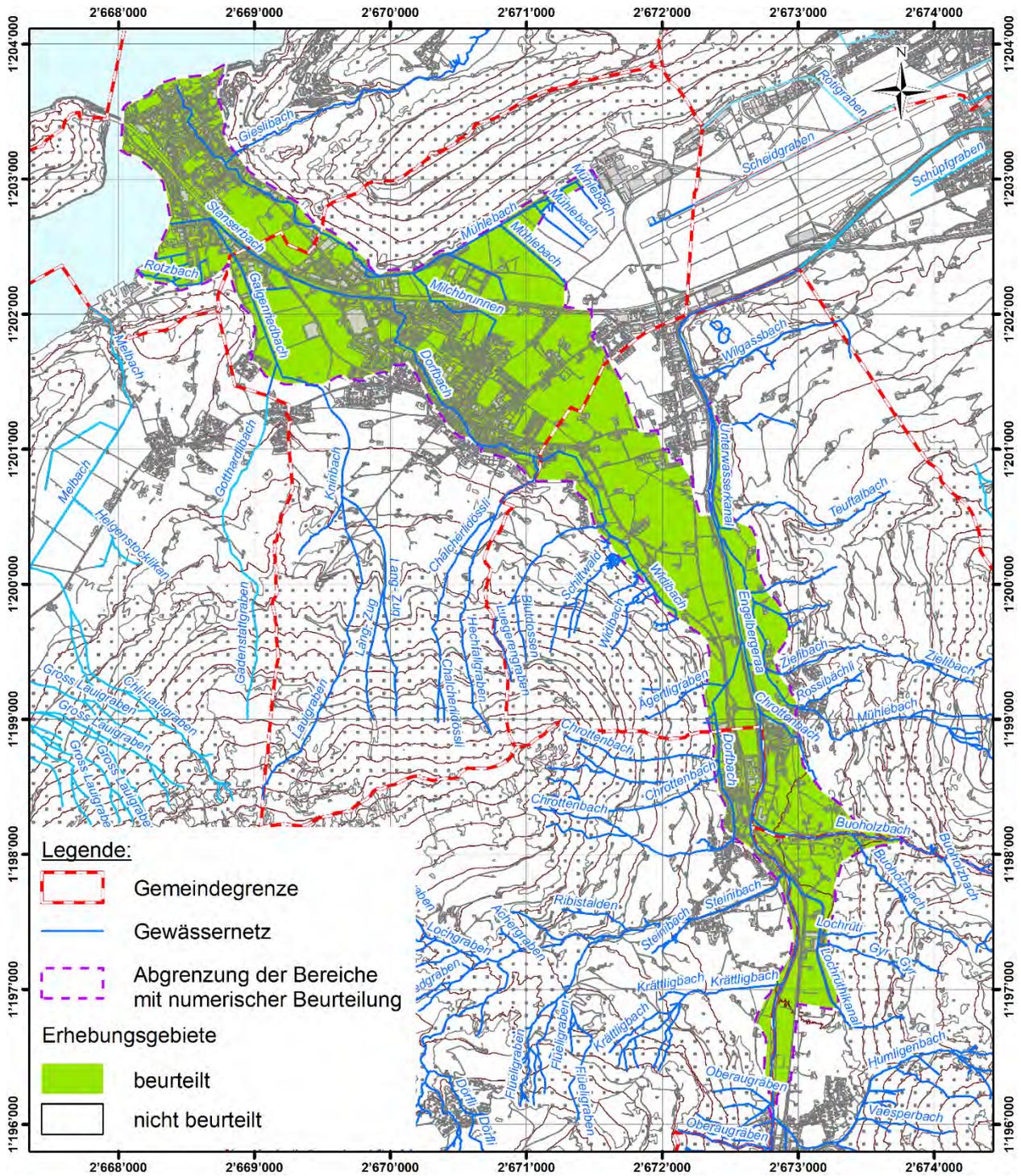
Die vorliegende Gefahrenkarte Buholzbach nach Massnahmen hat einen provisorischen Status. Sie hat vorerst keinen Einfluss auf die Ortsplanung.

Nach Abschluss des Hochwasserschutzprojekts wird eine Überprüfung empfohlen. Anschliessend können die Wirkungsräume in eigentümergebundene Gefahrenzonen umgesetzt werden.

Die Grundlagen für die Gefahrenbeurteilung müssen in regelmässigen Abständen (ca. 10 Jahre) überprüft und bei Veränderungen angepasst werden. Nach Naturereignissen (Unwetter, grossflächige Windwürfe, Erdbeben, grosse Felsabbrüche) oder grösseren sonstigen Veränderungen ist die Lage neu zu beurteilen.

Anhang A Untersuchungs- und Beurteilungsperimeter

A.1 Graphische Darstellung



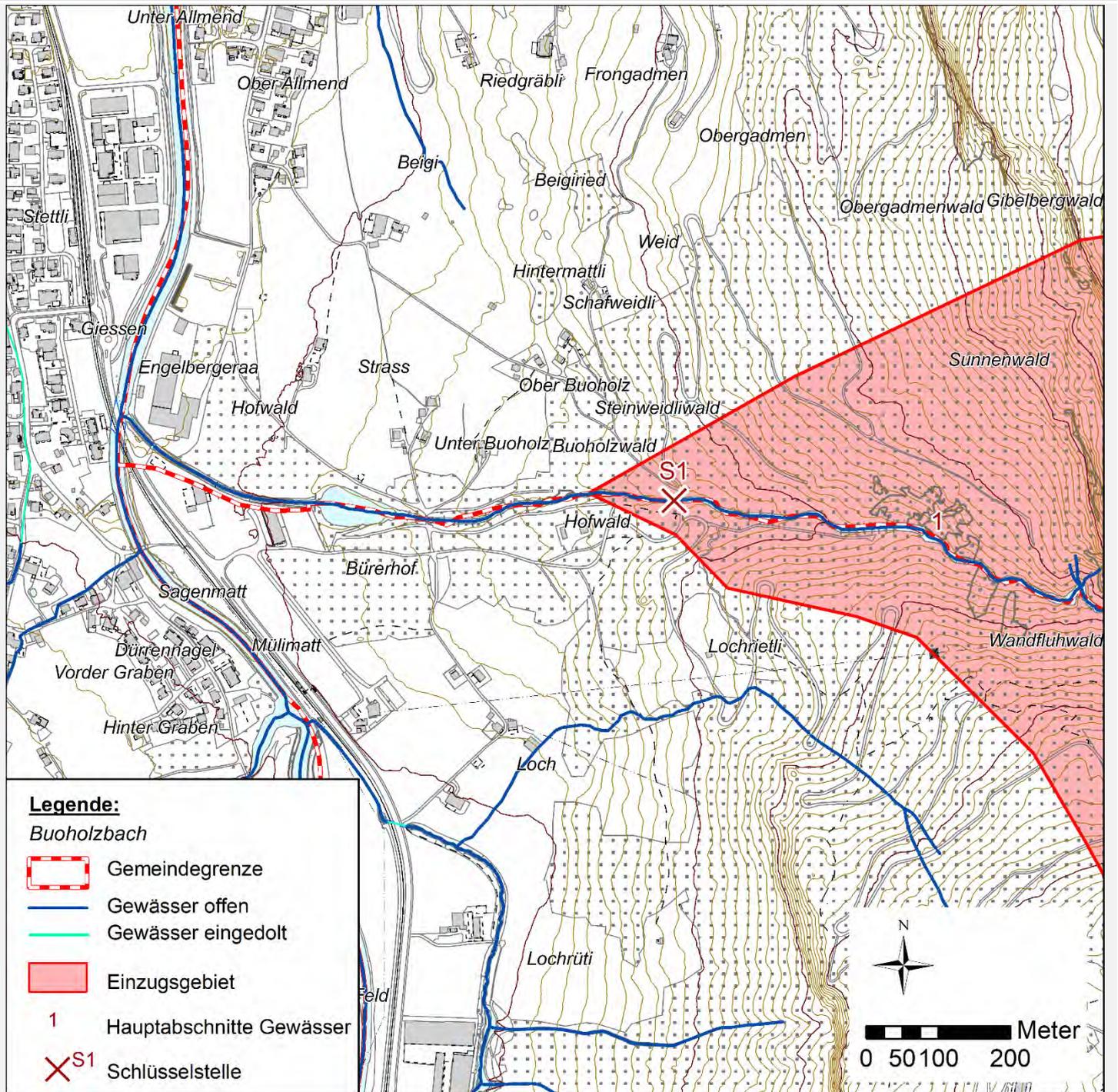
Anhang B Buholzbach: Faktenblatt

Name Prozessquelle	Prozessquellnummer
Buholzbach nach Massnahmen	WOL005-WW / OB001-WW

1. Prozessquelle:

Gemeinde:	Wolfenschiessen / Oberdorf		Stand Faktenblatt:	12.04.2024	
Prozesse:	<input type="checkbox"/> statische Überflutung	<input checked="" type="checkbox"/> Murgang	Datum letzte Felderhebung:	Oktober 2017 (Verifikation Ergebnisse Modellierung)	
	<input checked="" type="checkbox"/> dynamische Überflutung	<input checked="" type="checkbox"/> Ufererosion	Stand AV-Daten:	2023	
	<input checked="" type="checkbox"/> Übersarung		Stand Höhenmodell:	2006, 2016 & 2023 (terrestrische Felddaten)	
Auftragnehmer Beurteilung:	oeko-b ag	Bearbeiter/In:	Marco von Glutz	Numerische Modellierung:	2023
Anhang:	<input type="checkbox"/> Fotodokumentation	<input type="checkbox"/>			

2. Situation:



3. Grundlagen:

Die in der Gefahrenbeurteilung allgemein gültigen Grundlagen sind im Teil 2: Methodik Gefahrenbeurteilung aufgeführt.

**Gutachten /
Fachberichte / Karten /
Interviews:**

- [1] Grundlagenhebung Buholzbach inkl. Geschieberegung EAFV, 1989
- [2] Verbauung des Buholzbaehes und seiner Zuflüsse: Gen. Projekt und Detailprojekt, 1989
- [3] Erste Grundkarte der Gefahren- und Risikobeurteilung Buholzbach, 1995
- [4] Gefahrenbeurteilung Buholzbach, Rutschung Alpeigraben: Neubeurteilung, oeko-b ag, 1997
- [5] Ausführung Hochwasserschutzprojekt Engelberger Aa, seit 1998
- [6] Grundkarte der Gefahren- und Risikobeurteilung Buholzbach; oeko-b ag, Schubiger AG, Niederer+Pozzi AG, 2004
- [7] Gefahrenkarte Oberdorf (NW): Wildbäche; oeko-b ag, 2006 (1. Revision)
- [8] Ereigniskataster NW: Unwetter August 2005; oeko-b ag, Niederer + Pozzi AG, 2006
- [9] Hochwasserschutzprojekt Engelberger Aa 5./6. Etappe: Geschiebeeinträge Seitenbäche; Schälchli, Abegg, Hunzinger, 2006
- [10] Hochwasserschutzmassnahme Oberdorf (Verwindung Kantonsstrasse vis à vis Schützenstand), 2006
- [11] Gefahrenkarte Wolfenschiessen (NW): Wildbäche; oeko-b ag, Januar 2007 (1. Revision)
- [12] Modellierungen Murgang und Hochwasser Kegelbereich Buholzbach; beffa tognacca gmbh, 2010
- [13] Hochwasserschutzprojekt Buholzbach, Entwurf Gefahrenkarte Buholzbach; Schubiger AG, beffa tognacca gmbh, oeko-b ag, 2010
- [14] Gefahrenbeurteilung Gemeinde Oberdorf: Wildbäche; oeko-b ag, Niederer + Pozzi Umwelt AG, September 2012 (2. Revision)
- [15] Gefahren- und Risikobeurteilung Buholzbach (2. Revision) – Gemeinden Wolfenschiessen / Oberdorf; oeko-b ag, Niederer + Pozzi AG, beffa tognacca gmbh, September 2012
- [16] Buholzbach, Kurzbericht Nr. 09-13; Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 09. September 2013.
- [17] Nachweise Naturgefahren Parz. 468 (Februar 2008) und Parz. 470 (Februar 2015), Schubiger AG
- [18] Projektmappe HWS Buholzbach, Vorprojekt, Schubiger AG, November 2022
- [19] Murgangsimulationen als Bericht, beffa tongacca gmbh, November 2022
- [20] Zustandsbeurteilung der Sperrentreppen am Buholzbach, Schubiger AG, März 2023
- [21] Geologischer Bericht HWS Buholzbach, Geotest AG, Juni 2023
- [22] Projektmappe HWS Buholzbach, Bauprojekt, Schubiger AG, April 2024
- [23] Numerische Simulationen HWS Buholzbach, Technischer Bericht, beffa tognacca gmbh, September 2023

**Vorhandene, in der
vorliegenden
Beurteilung jedoch nicht
berücksichtigte
Grundlagen:**

Bekannte Ereignisse:

keine Ereignisse bekannt

Ereignisdatum	StorMe Nr.	Beschreibung	Quelle
1702	1035-001	Wasser / Murgang	Archiv OFA NW (2003)
10.07.1762	1035-002	Wasser / Murgang	Culmann: Bericht über die Wildbäche (1864); Archiv OFA NW (2003)
10.08.1806	1035-003	Wasser / Murgang	Culmann: Bericht über die Wildbäche (1864); Schweizerisches Staatsarchiv Basel: Elementarschäden und Versicherungen: II. Band; Bern (1936) Archiv OFA NW (2003)
9./10.08.1831	1035-004	Wasser / Murgang	Culmann: Bericht über die Wildbäche (1864); Schweizerisches Staatsarchiv Basel: Elementarschäden und Versicherungen: II. Band; Bern (1936) Archiv OFA NW (2003)
28./29.08.1831	1035-005	Wasser / Murgang	Culmann: Bericht über die Wildbäche (1864); Schweizerisches Staatsarchiv Basel: Elementarschäden und Versicherungen: II. Band; Bern (1936) Archiv OFA NW (2003)
23.08.1846	1035-006	Wasser / Murgang	Culmann: Bericht über die Wildbäche (1864); Archiv OFA NW (2003)
14./15.06.1910	1035-009	Schwere Unwetter über dem Kanton Nidwalden: Von Rickenbach her brauste der Buholzbach hernieder, verliess sein gewohntes Bett und stürzte in Richtung gegen den Dallenwiler Schwybogen auf Strasse und Bahndamm, die beide starken Schaden erlitten.	Schweizerisches Staatsarchiv Basel: Elementarschäden und Versicherungen: II. Band; Bern (1936) Archiv OFA NW (2003) Chronik Feuerwehr Wolfenschiessen (2002): Walter Niederberger
01.07.1930	1035-010	Unwetter Buholzbach. Im Einsatz Feuerwehren Dallenwil, Oberdorf und Wolfenschiessen. Der Buholzbach zerstörte die Strasse und der Bahnverkehr war ebenfalls	Chronik Feuerwehr Wolfenschiessen (2002): Walter Niederberger Archiv OFA NW (2003)

		Bahnverkehr war ebenfalls unterbrochen. Am 3. Juli wurde FW Engelberg zur Ablösung aufgeboten.	
02.07.1932	1035-011	Hochwasser. Buoholzbach läuft gegen die Bahn und die Landstrasse.	Schweizerisches Staatsarchiv Basel: Elementarschäden und Versicherungen: II. Band; Bern (1936) Archiv OFA NW (2003) Chronik Feuerwehr Wolfenschiessen (2002): Walter Niederberger
06.11.1935	-	Hochwasser Buoholzbach	Chronik Feuerwehr Wolfenschiessen (2002): Walter Niederberger
14.05.1964	1035-012	Wasser / Murgang	E. Christen, Oberdorf
01.06.1979	1035-013	Wasser / Murgang	Archiv OFA NW (2003)
31.08.1983	-	Hochwasser Buoholzbach	Chronik Feuerwehr Wolfenschiessen (2002): Walter Niederberger
15.09.1983	-	Hochwasser Buoholzbach	Chronik Feuerwehr Wolfenschiessen (2002): Walter Niederberger
25.07.1984	1035-014	Wasser / Murgang	Kantonsbibliothek Nidwalden: Nidw. Volksblatt 28.7.84, Nr.84 Archiv OFA NW (2003)
10.08.1984	1035-015	Wasser / Murgang	Archiv OFA NW (2003)
21./22.08.2005	-	Aus [15] Grosse Schäden verursachten die Langzeitniederschläge vom August 2005. Besonders hervorzuheben ist, dass im Einzugsgebiet des Buoholzbaches praktisch keine Rutschungen niedergingen, die nicht direkt durch den Bach ausgelöst wurden. Dies deutet auf verhältnismässig geringen Niederschlag hin, wie im nördlich angrenzenden Gebiet der Beckenrieder Wildbäche, wo ebenfalls kaum Rutschungen zu beobachten waren. Demgegenüber traten im südlichen Oberrickenbach und in Engelberg sehr viele Rutschungen auf, welche in Oberrickenbach 320'000 m ³ Geschiebe in den Secklisbach eintrugen und in Engelberg die verheerenden Überschwemmungen auslösten. Trotzdem brachte der Buoholzbach mit rund 70'000 m ³ viel mehr Geschiebe als in den vorangegangenen Ereignissen. Die grosse Geschiebemenge stammt aus Sohle und Böschungsbereich und wurde durch Geschiebetrieb mobilisiert. Das Ereignis führte zu einer Überlastung des Geschiebesammlers und zu grossen Schäden am Geschiebesammler und an den Gebäuden im Gewerbegebiet Hofwald.	

Überwachungen / Messstellen:

keine

Messstationen *Abflusspegel:*
Engelbergeraa 7.43 DAL Kantonsstrassenbrücke

Beschreibung des Einzugsgebietes und des Gerinnes:

Das Einzugsgebiet des Buoholzbachs umfasst eine Fläche von ca. 13.5 km² und liegt in den beiden Gemeinden Oberdorf und Wolfenschiessen. Die Topographie ist durch den Vorstoss des Engelberger Gletschers während der letzten Eiszeit sowie durch nacheiszeitliche Rutschungen (Altzellen) geprägt. Ein detaillierter Beschrieb findet sich in [22].

Oberfläche Einzugsgebiet:

Bez.	Fläche EZG [km ²]	Wald [%]	Siedlung [%]	Kultur [%]	See [%]	Fels [%]	Gletscher [%]
S1	13.5	ca. 40	< 1	ca. 50	0	ca. 10	0

4. Grundszenarien:

Relevante Schutzbauten: keine

Art	Baustoff	Ortsname / Lage <small>[Abschnitt gemäss Codierung]</small>	Wirkung <small>[positiv + / negativ -]</small>
3 Sperren, 7 Sohlenschwellen Ufersicherung mit Blocksatz	-	Ca. Kote 820	+
12 Sperren Entwässerung	-	Alpeligraben	+
5 Sperren Ufersicherung mit Blocksatz		Hütlerentobel	+
8 Sperren, 3 Sohlenschwellen Ufersicherung mit Blocksatz	-	Kote 700 - 570	+
Hochwasserdämme Sohlensicherung mit Sohlenschwellen Ufersicherung mit Blocksatz 1 Sperre nach Brücke	-	Kote 570 - 520	+
Leitdämme mit Geschiebesammler und 2 Sperren (inkl. vorgelagerten Holzrechen) Sohlensicherungen mit Blockschwellen und Pflasterung bis zur Einleitung in die Engelbergeraa	-	Kote 520 - 480	+

Grundszenarien Abfluss:

Abflussspitze [m³/s]	Bez.	Fläche EZG [km²]	häufig HQ ₃₀	mittel HQ ₁₀₀	selten HQ ₃₀₀	sehr selten EHQ (>>300 Jahre)	q100 [m³/s/km²]
Kurze Ganglinie	S1	13.5	39	68	90	137	5.04
Lange Ganglinie	S1	13.5	12	16	19	24	1.19

Herleitung Versickerung:	Versickerungsstrecke [m]	Spezifische Versickerung [m³/m³ x s]	Versickerung [m³/s]
<input checked="" type="checkbox"/> keine	-	-	-

Schätzverfahren:

Aus [15] Abflussmessungen oder verlässliche Hochwasserbeobachtungen sind beim Buoholzbach nicht verfügbar. Im Rahmen der Ersterarbeitung der Gefahrenkarte wurden die Hochwasserspitzen mit einem breit abgestützten Verfahren unter Zuhilfenahme mehrerer geeigneter Schätzformeln und -verfahren bestimmt (Koella, Forster, Melli-Müller, GIUB, VAW). Die damit ermittelten massgebenden Hochwasserspitzen wurden im Projektteam diskutiert und überprüft. Im Rahmen der Erarbeitung des Bauprojekts wurden die verwendeten Werte erneut mit den angewendeten Schätzverfahren und den neuen HADES-Grundlagen überprüft und bestätigt (siehe [22]).

Ganglinie:

Aus [18 und 23] **Ganglinien Modellierung**
Berücksichtigt werden sowohl kurze, intensive Gewitterniederschläge als auch langandauernde Niederschlagsereignisse mit relativ kleinen Intensitäten aber grossen Niederschlagssummen. Die kurzen Ereignisse werden durch Ganglinien mit einer Gesamtdauer von 6 Stunden charakterisiert, der Spitzenabfluss wird nach 1.6 Stunden erreicht. Für die langen Ereignisse hat man eine Gesamtdauer von 150 Stunden definiert, mit einer während 5 Stunden konstanten Abflussspitze ab der 35. Stunde des Ereignisses. In den folgenden Abbildungen sind die Ganglinien für die 100-jährlichen Ereignisse dargestellt. Die Ganglinien der weiteren relevanten Szenarien sind entsprechend skaliert.

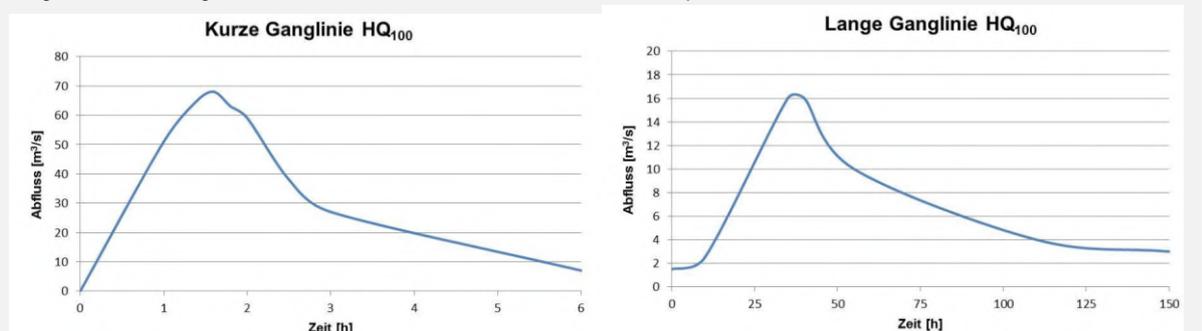


Abb. 1: Musterganglinien HQ₁₀₀ (kurze und lange Ganglinie) für den Buoholzbach.

Die Ganglinie der Engelbergeraa aus [15] hat nach Realisierung des Rückhalteraums Buoholzbach keinen direkten Einfluss mehr auf die Gefährdung und wird daher an dieser Stelle nicht mehr aufgeführt.

Grundszenerien Geschiebe:

Potential: Aus [14 und 16] Das Geschiebepotential ist schon aufgrund der seitlichen Ufererosion hoch, dazu kommen verschiedene Rutschungsgebiete (z.B. Waseneggli). So steht im Einzugsgebiet genügend mobilisierbares Geschiebe zur Verfügung, um die Transportkapazität bei langer Ganglinie auch bei einem EHQ auszuschöpfen. Bei langer Ganglinie ist einerseits die erosive Phase sehr lang, andererseits fällt auch Geschiebe von Rutschungen an, die erst auf längere Nässeperioden ansprechen.

Schätzverfahren: Aus [15]
Die Murgangvolumina und das Geschiebepotential wurden anhand der Daten der geomorphologischen Untersuchung von 1989 und einer Analogie zu dem grossen Ereignissen 2005 (insbesondere Murgang im Haldibach) definiert. Massgebend für die Murganggefährdung auf dem Schwemmkegel ist dabei die Rutschung Waseneggli, deren Gesamtvolumen auf mehrere Hunderttausend Kubikmeter geschätzt wird. Weitere Rutschungen im Einzugsgebiet des Buholzbaehes (Rutschung Sunnegg und Rutschung Alpeligraben) sind im Vergleich zur Rutschung Waseneggli von untergeordneter Bedeutung. Neben der Rutschung Waseneggli, die bei einem lang andauernden Niederschlagsereignis in mehreren Schüben als Murgang zu Tale fliessen kann, können auch im Bachlauf mehrere Zehntausend Kubikmeter Lockermaterial mobilisiert werden.
Im Rahmen von [16] wurden die massgebenden Frachten, insbesondere für Murgangprozesse, infolge von neuen Erkenntnissen in einer intensiven Diskussion unter den Experten massiv erhöht.

<input checked="" type="checkbox"/> Menge [m ³]	Bez.	Fläche EZG [km ²]	häufig HQ ₃₀	mittel HQ ₁₀₀	selten HQ ₃₀₀	sehr selten EHQ (>>300 Jahre)
<input type="checkbox"/> Transportierbare Menge (Geschiebetrieb) [m ³ /s]						
Geschiebetrieb – Kurze Ganglinie	S1	13.5	17'000 m ³	34'000 m ³	40'000 m ³	70'000 m ³
Geschiebetrieb – Lange Ganglinie	S1	13.5	35'000 m ³	75'000 m ³	120'000 m ³	180'000 m ³
Murgang - zähflüssig	S1	13.5	40'000 m ³ (2 x 15'000 Schübe + 1 x 10'000 Erosion)	95'000 m ³ (3 x 25'000 Schübe + 1 x 20'000 Erosion)	150'000 m ³ (3 x 40'000 Schübe + 1 x 30'000 Erosion)	250'000 m ³ (4 x 50'000 Schübe + 1 x 50'000 Erosion)
Murgang - dünnflüssig	S1	13.5	36'000 m ³ (2 x 15'000 Schübe + 1 x 6'000 Erosion)	85'000 m ³ (3 x 25'000 Schübe + 1 x 10'000 Erosion)	135'000 m ³ (3 x 40'000 Schübe + 1 x 15'000 Erosion)	225'000 m ³ (4 x 50'000 Schübe + 1 x 25'000 Erosion)

Grundszenerien Schwemmholz:

Potential: Das Einzugsgebiet vom Buholzbach weist einen grossen Anteil an bewaldeten Flächen auf. Das Schwemmholzpotalential ist insbesondere in den bewaldeten Abschnitten im Unter- und Mittellauf gross.

Schätzverfahren: Aus [22]:
Die Schwemmholzkubaturen wurden anhand von gängigen empirischen Formeln ermittelt. Dabei wurden zwei Methoden von Rickenmann (1997) und eine Methode von Ishikawa (1990) und Uchiogi (1996) für die Ermittlung der Schwemmholzfracht angewendet. Die Ansätze zeigen eine beträchtliche Bandbreite der Schwemmholzfrachten. In der folgenden Tabelle sind deshalb Mittelwerte der berechneten Kubaturen angegeben.

Schwemmholzvolumen [m ³]	Bez.	Fläche EZG [km ²]	häufig HQ ₃₀	mittel HQ ₁₀₀	selten HQ ₃₀₀	sehr selten EHQ (>>300 Jahre)
Kurze Ganglinie	S1	13.5	500	750	875	1'250
Lange Ganglinie	S1	13.5	1'075	1'575	2'100	2'800

Grundszenerien Ufererosion:

Für die Beurteilung der Ufererosion wurden der geplante Projektzustand als Grundlage verwendet. Dabei wurden die geplanten Uferschutzmassnahmen unter Berücksichtigung der Morphologie (Kurven, Sohlenformen) beurteilt. Das Ausmass der Ufererosion wurde gutachterlich abgeschätzt. Durch Ufererosion betroffene Gebiete wurden in Abweichung der Empfehlungen des Bundes immer der starken Intensität resp. der roten Gefahrenstufe zuzuordnen.

**Zusammenfassende
Beschreibung
Prozessablauf:****Szenarien und Gefährdungsbilder auf dem Schwemmkegel****Murgänge**

30-jährliches Ereignis (HQ₃₀)

Die Gesamtkubatur des Ereignisses beträgt 40'000 m³ (36'000 m³ für die dünnflüssigen Rheologien). Die drei Murschübe von je 15'000 m³ bzw. 10'000 m³ (6'000 m³ für die dünnflüssige Variante) treffen am Kegelhals mit einem Spitzenabfluss von rund 30 bis 200 m³/s ein (je nach Rheologie), das Gerinne auf dem Schwemmkegel ist beim Eintreffen der Murgänge leer. Untersucht wurden insgesamt sechs Murgangcharakteristiken, wobei alle Charakteristiken die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit (100%) aufweisen.

100-jährliches Ereignis (HQ₁₀₀)

Die Gesamtkubatur des Ereignisses beträgt 95'000 m³ (85'000 m³ für die dünnflüssigen Rheologien). Die vier Murschübe von je 25'000 m³ bzw. 20'000 m³ (10'000 m³ für die dünnflüssige Variante) treffen am Kegelhals mit einem Spitzenabfluss von rund 200 bis 600 m³/s ein (je nach Rheologie), das Gerinne auf dem Schwemmkegel ist beim Eintreffen der Murgänge leer. Untersucht wurden insgesamt sechs Murgangcharakteristiken, wobei alle Charakteristiken die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit (100%) aufweisen.

300-jährliches Ereignis (HQ₃₀₀)

Die Gesamtkubatur des Ereignisses beträgt 150'000 m³ (135'000 m³ für die dünnflüssigen Rheologien). Die vier Murschübe von je 40'000 m³ bzw. 30'000 m³ (15'000 m³ für die dünnflüssige Variante) treffen am Kegelhals mit einem Spitzenabfluss von rund 500 bis 1'100 m³/s ein (je nach Rheologie), das Gerinne auf dem Schwemmkegel ist beim Eintreffen der Murgänge leer. Untersucht wurden insgesamt sechs Murgangcharakteristiken, wobei alle Charakteristiken die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit (100%) aufweisen.

Extremereignis (EHQ)

Die Gesamtkubatur des Ereignisses beträgt 250'000 m³ (225'000 m³ für die dünnflüssigen Rheologien). Die fünf Murschübe von je 50'000 m³ treffen am Kegelhals mit einem Spitzenabfluss von rund 800 bis 1'500 m³/s ein (je nach Rheologie), das Gerinne auf dem Schwemmkegel ist beim Eintreffen der Murgänge leer. Untersucht wurden insgesamt sechs Murgangcharakteristiken, wobei alle Charakteristiken die gleiche Auftretenswahrscheinlichkeit (100%) aufweisen.

Neben den dargestellten Grundscenarien wurden auch Situationen mit Verkläuerung der Brücken untersucht. Dabei wurde für die zwei Brücken (am Kegelhals, beim Geisssteg und beim heutigen Geschiebesammler, Brücke Buoholz) eine komplette Verkläuerung des gesamten Querschnitts bei der Brücke angenommen. Dies wurde für alle untersuchten Jährlichkeiten gleich definiert.

Hochwasser mit Geschiebetrieb

30-jährliches Ereignis (HQ₃₀)

Die langen Hochwasserereignisse (mit insgesamt 35'000 m³ Geschiebeeintrag am Kegelhals) und die kurzen Ereignisse (mit 17'000 m³ Geschiebeeintrag) treten je mit einer relativen Wahrscheinlichkeit von 100% ein.

100-jährliches Ereignis (HQ₁₀₀)

Die langen Hochwasserereignisse (mit insgesamt 75'000 m³ Geschiebeeintrag am Kegelhals) und die kurzen Ereignisse (mit 34'000 m³ Geschiebeeintrag) treten je mit einer relativen Wahrscheinlichkeit von 100% ein.

300-jährliches Ereignis (HQ₃₀₀)

Die langen Hochwasserereignisse (mit insgesamt 120'000 m³ Geschiebeeintrag am Kegelhals) und die kurzen Ereignisse (mit 40'000 m³ Geschiebeeintrag) treten je mit einer relativen Wahrscheinlichkeit von 100% ein.

Extremereignis (EHQ)

Die langen Hochwasserereignisse (mit insgesamt 180'000 m³ Geschiebeeintrag am Kegelhals) und die kurzen Ereignisse (mit 70'000 m³ Geschiebeeintrag) treten je mit einer relativen Wahrscheinlichkeit von 100% ein.

Bemerkungen:

5. Wirkungsanalyse:

Beurteilungsmethode,
Modellannahmen,
Umgang mit
Modelloutputs:

Hochwasser- und Murgangmodellierung Kegel:

Aus [23]:

Zur Durchführung der Geschiebe- und Hochwassersimulationen sowie der Murgangsimulationen kam das 2D-Berechnungsmodell FLUMEN (Eigenentwicklung beffa tognacca gmbh, siehe www.fluvial.ch) zum Einsatz. FLUMEN löst die instationären Flachwassergleichungen mittels der Finite-Volumen-Methode und verwendet flexible Berechnungsnetze, welche sich der Geländemorphologie optimal anpassen. Das Berechnungsmodell basiert grundsätzlich auf den Geländeaufnahmen von 2006, ergänzt mit den Aufnahmen aus dem Jahr 2016 und 2023 vom mittleren Bereich des Schwemmkegels. Die Projektgeometrie wurde entsprechend dem Bauprojekt eingebaut. Aus den Punktdaten wurde ein trianguliertes Netz mit einer relativ hohen räumlichen Auflösung (mittlere Zellengrösse von 5 m²) erstellt. Alle massgebenden Geländekanten wurden als Bruchkanten ins Modell eingeführt.

Die Validierung der Geschiebesimulationen erfolgte einerseits durch Nachrechnung der Modellversuche der VAW zum Rückhalteraum am Schächenbach in Altdorf (UR) und andererseits durch Nachrechnung des Ereignisses 2005 am Buholzbach (geschätzte Geschiebevolumina: 65 bis 70'000 m³). Beide Nachrechnungen lieferten eine gute Übereinstimmung zwischen Resultaten der Modellversuche bzw. Naturbeobachtungen und den durchgeführten Simulationen. Die 2D-Geschiebesimulationen wurden mit der Transportformel nach Smart und Jäggi mit einem Einheitskorn durchgeführt, das in verschiedenen Simulationen zwischen 5 und 7 cm variiert wurde.

Die Validierung der Murgangsimulationen erfolgte dagegen anhand der Nachrechnung der Murschübe im Haldibach (ebenfalls im Jahre 2005). Diese Nachrechnung lieferte eine sehr gute Übereinstimmung zwischen Beobachtungen und Resultaten der Berechnungen. Als rheologischer Ansatz wurde ein Turbulent-Yield-Ansatz mit einem Reibungsbeiwert nach Strickler von 10 m^{1/3}/s und Grenzscherbspannungen τ zwischen 500 und 4'000 N/m² gewählt.

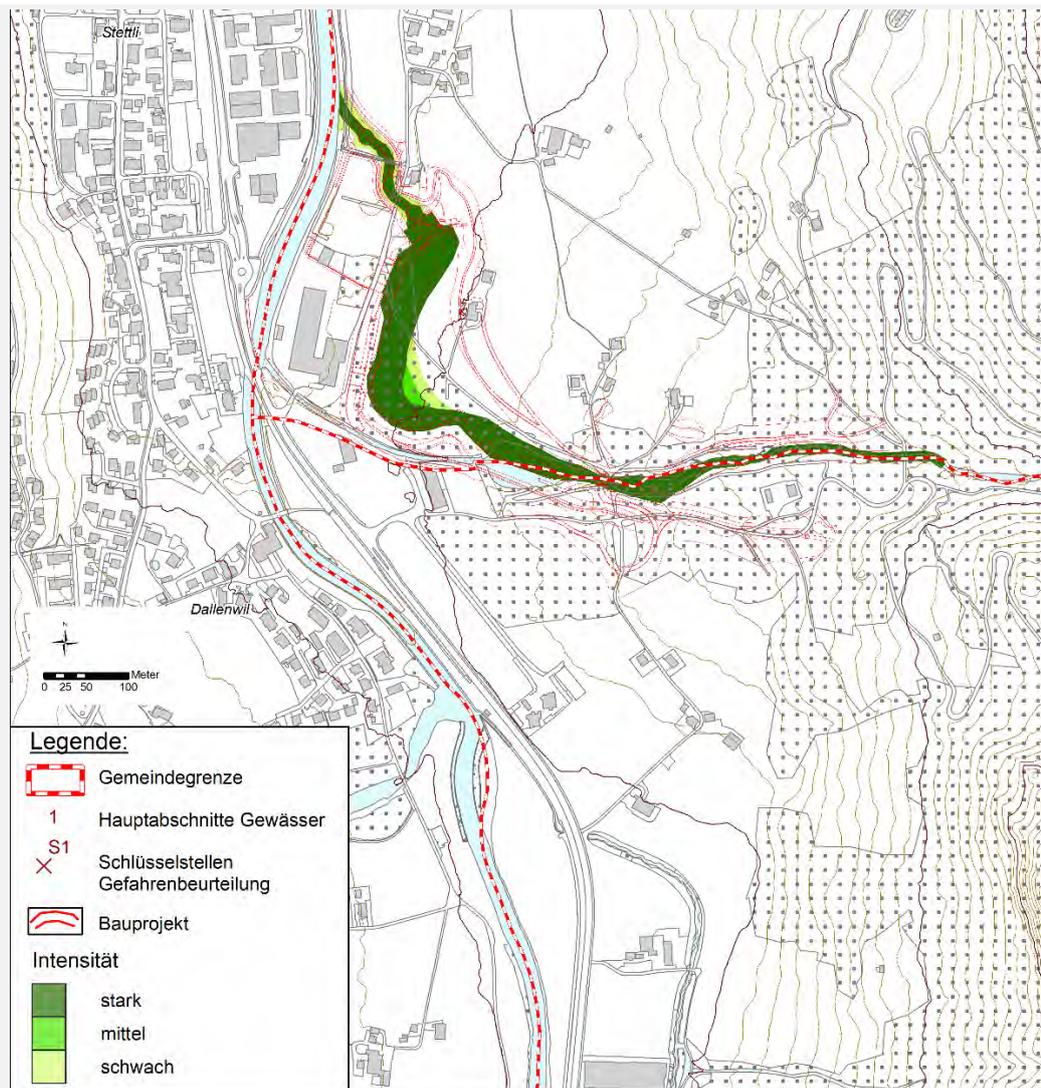
Weitere Ausführungen sind [23] zu entnehmen.

Hochwassermodellierungen Talboden:

Es wurden keine Modellierung für die Situation nach der Realisierung des Rückhalterausms Buholzbach durchgeführt. Als Grundlage für die Gefährdung wurde die bestehende Intensitätskarte bei einem Extremereignis verwendet.

Wirkungsraum
häufiges Ereignis
(HQ₃₀)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring

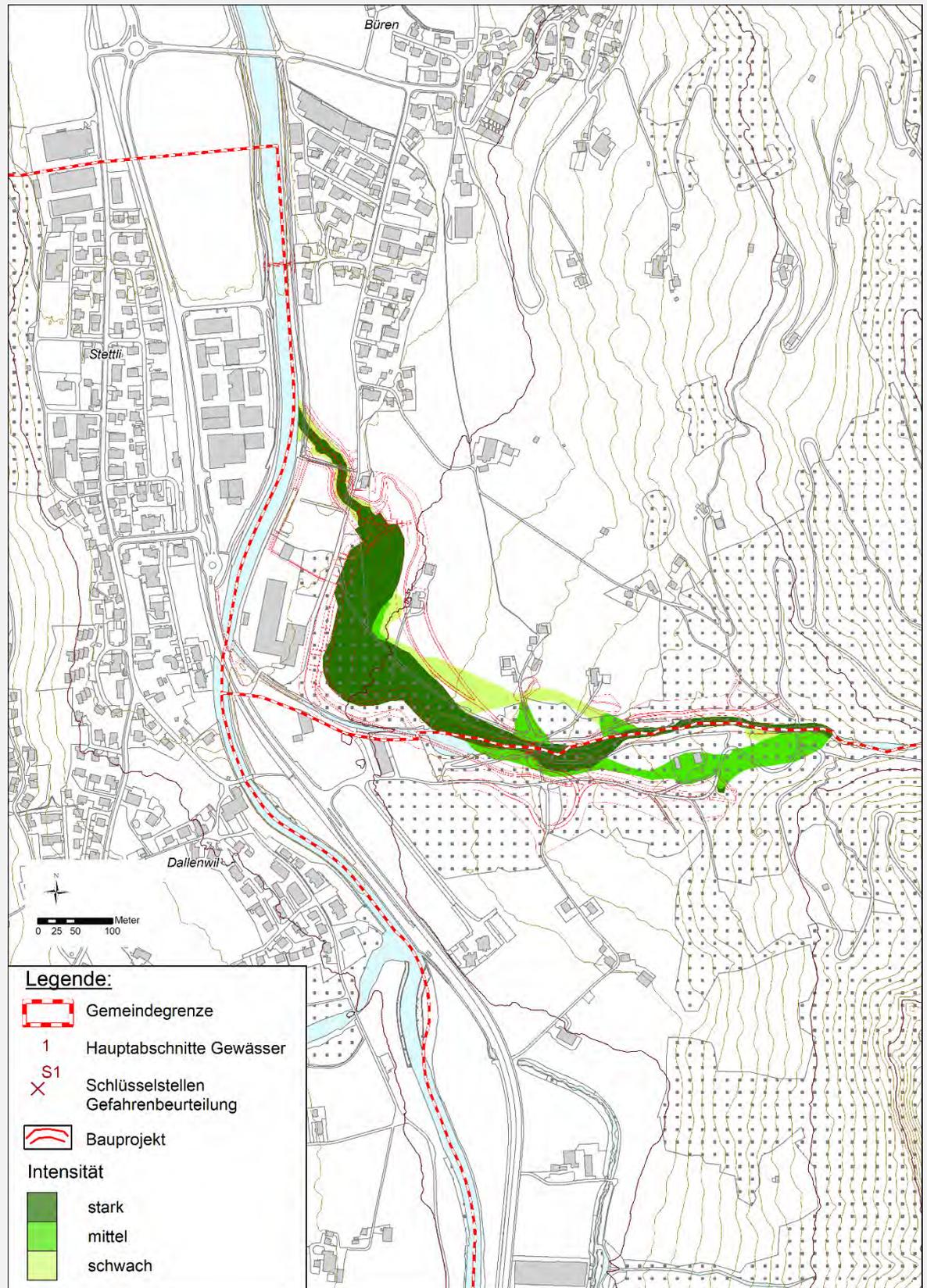


Bemerkungen:

Die Prozesse spielen sich innerhalb des Gerinnes ab. Es finden keine Ausuferungen statt.

Wirkungsraum
mittleres Ereignis
(HQ₁₀₀)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring

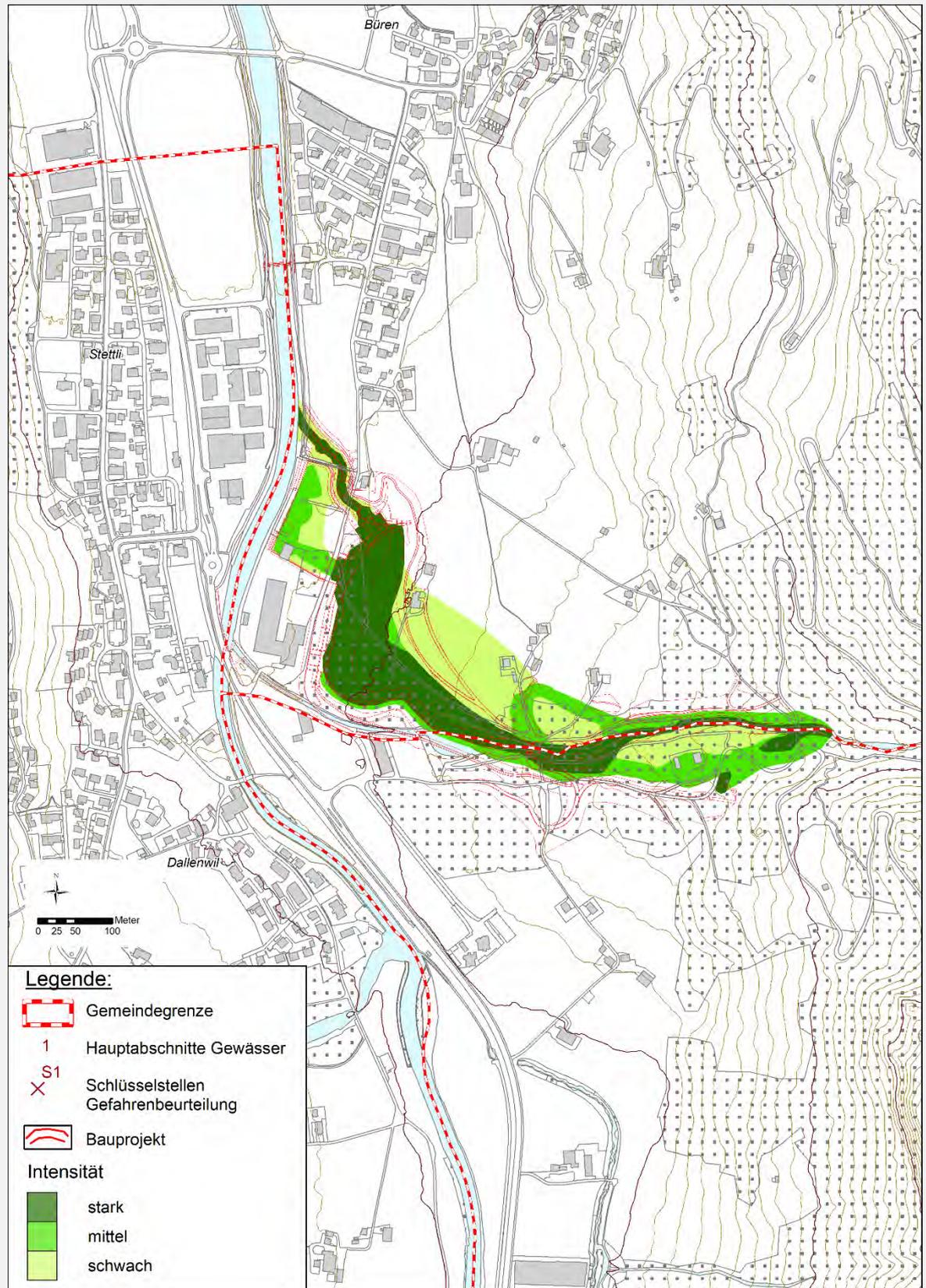


Bemerkungen:

Aufgrund der grossen Murgang- und Geschiebefrachten sind Ausbrüche auf beide Seiten bereits am Kegelhals oder im unteren Bereich des Kegels zu erwarten. Der grösste Teil des Schwemmkegels ist von Prozessen mittlerer Intensität betroffen. Starke Intensitäten sind nur im und entlang des Gerinnes zu erwarten. Linksseitige Ausbrüche im oberen Kegelbereich führen zur Überflutung/Übermuring bis zu den Schutzdämmen. Rechtsseitige Ausbrüche betreffen die rechte Schwemmkegelhälfte bis zu den Schutzdämmen. Es findet kein nennenswerter Geschiebeausstrag in die Engelbergeraas statt.

Wirkungsraum
seltenes Ereignis
(HQ₃₀₀)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Legende:

- Gemeindegrenze
- Hauptabschnitte Gewässer
- Schlüsselstellen Gefahrenbeurteilung
- Bauprojekt

Intensität

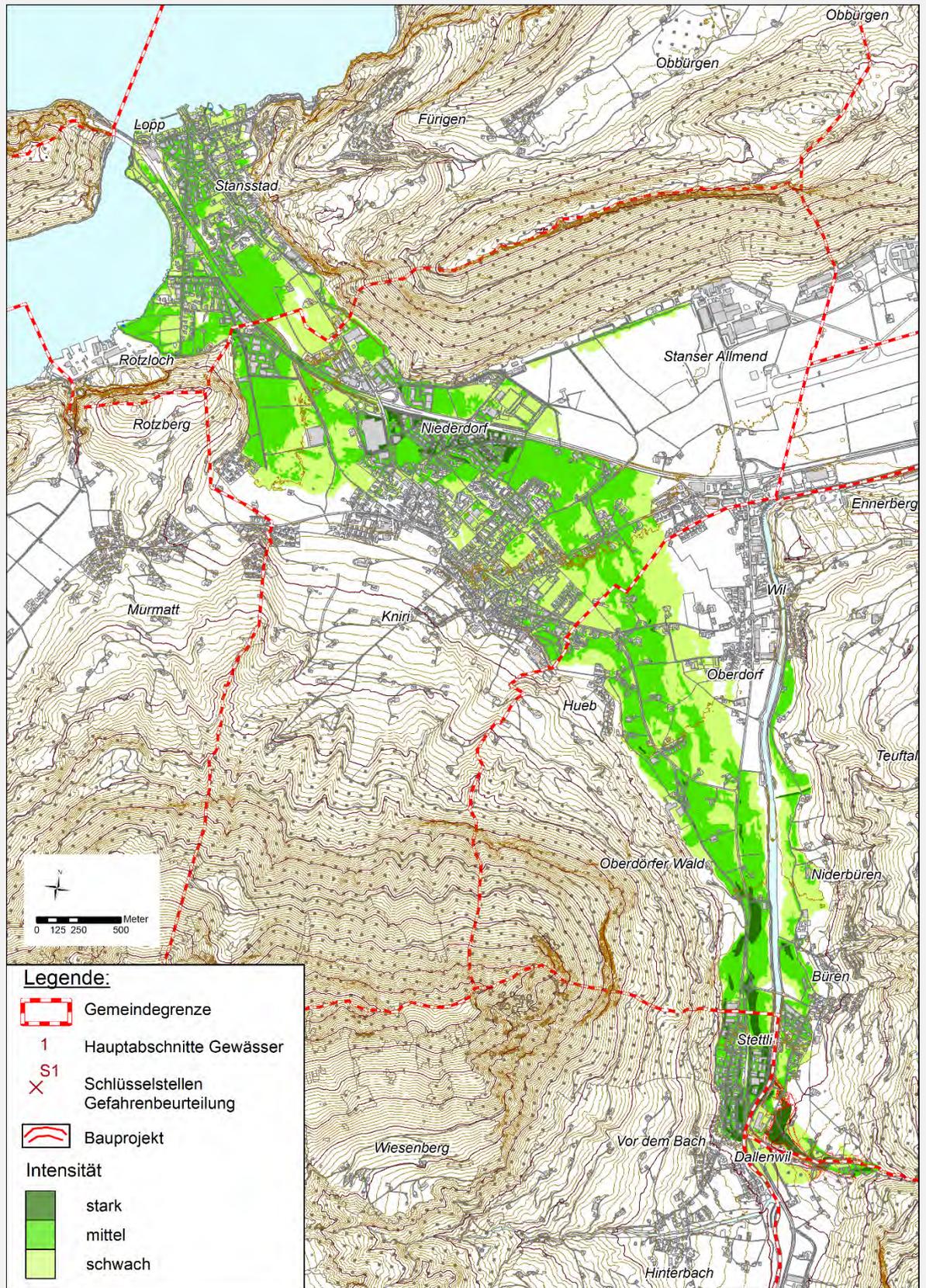
- stark
- mittel
- schwach

Bemerkungen:

Aufgrund der grossen Murgang- und Geschiebefrachten sind Ausbrüche auf beide Seiten bereits am Kegelhals oder im unteren Bereich des Kegels zu erwarten. Der zentrale Teil des Schwemmkegels und das Gebiet im Geschieberückhalteraum sind von Prozessen starker Intensität betroffen. Auf dem restlichen Schwemmkegel sind Übermürungen und Überschwemmungen mittlerer Intensität zu erwarten. Linksseitige Ausbrüche starker Intensität im oberen Kegelbereich führen zur Überflutung/Übermürung bis zu den Schutzdämmen. Rechtsseitige Ausbrüche betreffen die rechte Schwemmkegelhälfte bis zu den Schutzdämmen. Es findet kein nennenswerter Geschiebeaustag in die Engelbergeraai statt. Hingegen wird der Abflusskorridor im Industriearial Hofwald beansprucht.

Wirkungsraum
sehr seltenes Ereignis
(>300 Jahre)

- Überflutung
- Übersarung
- Übermuring



Bemerkungen:

Aufgrund der grossen Murgang- und Geschiebefrachten sind Ausbrüche auf beide Seiten bereits am Kegelhals oder im unteren Bereich des Kegels zu erwarten. Auf einem grossen Teil des Kegels sind Prozesse starker Intensität zu erwarten. Linksseitige Ausbrüche starker Intensität im oberen Kegelbereich führen zur Überflutung/Übermuring bis zu den Schutzdämmen. Lokal sind bei der Brücke Buholz auch einzelne Austritte über den Leitdamm Süd möglich. Rechtsseitige Ausbrüche betreffen die rechte Schwemmkegelhälfte bis zu den Schutzdämmen. Geschiebeausträge in die Engelbergeraa sind möglich. Die Simulationen zeigen bei einer einzigen untersuchten Rheologie grosse Geschiebeaustritte in die Engelbergeraa. Folglich sind Austritte der Engelbergeraa aus ihrem Gerinne wahrscheinlich und die Restgefährdung auf dem Schwemmkegel von Dallenwil, Oberdorf, Stans und Stansstad bleibt bestehen. Unter Berücksichtigung einer realistischen Wahrscheinlichkeit der Rheologie von 1/6 (6 untersuchte Rheologien), entspricht die effektive Eintretenswahrscheinlichkeit jedoch deutlich über 1000 Jahren.

Anhang C Schutzziele HWS Buholzbach

Schutzzielmatrix mit den unterschiedlichen Objektkategorien und Schutzgraden (übernommen aus Bauprojekt, Schubiger AG Bauingenieure, 2024):

Nr.	Sachwerte	Infrastruktur	Naturwert	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	EHQ
1	Standortgebundene Bauten, exkl. Sonderrisiken	Wanderwege Maschinenwege Ski- und Bergtourenrouten	Naturlandschaften, Ödland Gewässer Freihalte-, Reservezonen	3			
2		Flurwege / Waldstrasse Leitungen von lokaler Bedeutung Wander- und Bergwege von kant. Bedeutung	Extensiv bewirtschaftete Landflächen Weide und Alpflächen Wald mit Schutzfunktion (Waldbau B + C)	2	3		
3	Unbewohnte Gebäude (Remisen, Weidescheunen u.ä.)	Verkehrswege und Leitungen von kommunaler Bedeutung	Landwirtschaftlich intensiv genutztes Land	1	3		
4	Zeitweise oder dauernd bewohnte Einzelgebäude und Ställe	Verkehrswege und Leitungen von kant. oder grosser komm. Bedeutung Verkehrswege von nationaler Bedeutung		0	1	2	3
5	Geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industrie, Bauzonen, Zone für Sport und Freizeit, Zone für öffentliche Zwecke			0	1	2	3
6	Sonderrisiko Stanser Talebene: KEIN Geschiebeeintrag in Engelbergeraa mit Aus- wirkung eines verfrühten Gerinneaustritts der Engelbergeraa			0	1	3	

Schutzgrad:

- Vollständiger Schutz
- Begrenzter Schutz
- Begrenzter Schutz
- Fehlender Schutz

Tolerierte Intensitäten:

- 0: keine Intensität
- 1: schwache Intensität
- 2: mittlere Intensität
- 3: starke Intensität

