

Verkehr und Infrastruktur (vif)

Naturgefahren

Arsenalstrasse 43

Postfach

6010 Kriens 2 Sternmatt

Telefon 041 318 12 12

Telefax 041 311 20 22

vif@lu.ch

www.vif.lu.ch

Integrales Schutzkonzept Altdorfbach

Technischer Bericht Vorprojekt

Überarbeitung: Erweitertes Variantenstudium



16. November 2018

HOLINGER AG

Alpenquai 12, CH-6005 Luzern

Telefon +41 (0)41 360 69 00, Fax +41 (0)41 360 50 24

luzern@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Freigabe	Verteiler
1.0	31.03.2015	Erni, Heinisch	Seiler, Heinisch	HOLINGER AG (1x) GEOPLAN AG (1x) Kanton Luzern, vif (2x)
2.0	30.09.2015	Erni, Heinisch	Seiler, Heinisch	HOLINGER AG (1x) GEOPLAN AG (1x) Kanton Luzern, vif (2x)
3.0	16.11.2018	C. Nagy T. Heinisch	D. Nussle	HOLINGER AG (1x) Kanton Luzern, vif (2x) BAFU (1X)

P:\W2260 ISK Vitznau-Altdorfbach\Administration\Berichte\Vorprojekt\Vorprojekt
Altdorfbach_Ergaenzung_2_V01.docx

Ergänzung 02\2018_11-16_TB

INHALTSVERZEICHNIS

1	Zusammenfassung.....	7
2	Anlass und Auftrag	9
2.1	Zusammenhang des Auftrages	9
2.2	Ziele des Auftrages	9
2.3	Projektorganisation.....	9
2.4	Adressen von Auftraggeber und Auftragnehmer.....	10
2.5	Auftragserteilung	10
2.6	Vorgehensbeschreibung	10
3	Grundlagen	11
3.1	Gesetzliche Rahmenbedingungen.....	11
3.2	Richtlinien und Wegleitungen	11
3.3	Dokumente, frühere Studien.....	11
3.4	Programme, Softwarepakete.....	12
4	Ausgangssituation	13
4.1	Beschrieb Perimeter.....	13
4.2	Historische Ereignisse.....	13
4.3	Bestehende und geplante Nutzungen	16
4.4	Charakteristik Einzugsgebietes	17
4.5	Geologische Verhältnisse.....	17
4.5.1	Geologie.....	17
4.5.2	Geschiebehaushalt.....	18
4.5.3	Murgang.....	19
4.6	Hydrologische Verhältnisse	20
4.6.1	Hydrologie.....	20
4.6.2	Grundwasser.....	20
4.6.3	Hydrogeologie	21
4.7	Schwemmholtz.....	21
4.8	Risikobeurteilung.....	22
4.8.1	Gefahrenbeurteilung.....	22
4.8.2	Schadenpotential.....	25
4.8.3	Schutzdefizit.....	26
4.9	Beurteilung bestehender Schutzmassnahmen	26
4.10	Gewässerzustand	29
4.10.1	Ökomorphologie.....	29
4.10.2	Terrestrische und aquatische Längsvernetzung	29
4.10.3	Fischerei	30
4.10.4	Landschaftsbild	30
4.10.5	Gewässerraum.....	30
4.11	Wald.....	31
4.12	Boden und Altlasten	31
4.13	Werkleitungen und Infrastrukturanlagen.....	31

4.14	Ökologie und Naturschutz	31
4.15	Erholung und Freizeit	32
5	Projektziele und Vorgaben.....	33
5.1	Projektziele	33
5.1.1	Übergeordnete Ziele.....	33
5.1.2	Hochwasser- und Murgangsschutzziele	33
5.1.3	Ökologische Entwicklungsziele	34
5.1.4	Sozioökonomische Entwicklungsziele	34
5.1.5	Ziele Erholungskonzept und Besucherlenkung.....	34
5.2	Erfolgskontrolle	34
6	Projektannahmen	35
6.1	Angestrebter Schutzgrad.....	35
6.2	Dimensionierungskonzept	37
6.2.1	Murgang	37
6.2.2	Reinwasser	39
6.2.3	Ausbaugrad.....	40
7	Variantenstudium	41
7.1	Allgemeiner Beschrieb	41
7.1.1	Massnahmenkonzepte	41
7.1.2	Durchleiten	41
7.1.3	Umleiten	41
7.1.4	Rückhalten	41
7.1.5	Objektschutz	42
7.2	Variantenstudium Phase 1	43
7.2.1	Variantenübersicht	43
7.2.2	Variantenbewertung	50
7.2.3	Optimierung Überlastfall.....	52
7.2.4	Bestvariante	57
7.3	Variantenstudium Phase 2 (1. Erweiterung Vorprojekt)	58
7.3.1	Variantenübersicht	58
7.3.2	Variantenbewertung	61
7.3.3	Bestvariante	62
7.4	Variantenstudium Phase 3 (2. Erweiterung Vorprojekt)	63
7.4.1	Variantenübersicht	63
7.4.2	Variantenbewertung	64
7.5	Bestvariante	66
7.6	Unterhaltsmassnahmen	66
7.7	Raumplanerische Massnahmen	66
8	Vorprojekt	67
8.1	Beschrieb	67
8.1.1	Massnahmen Lastfall Murgang.....	67
8.1.2	Massnahmen Lastfall Reinwasser	70
8.1.3	Massnahmen Ökologie.....	71

8.2	Interessenabwägung	71
8.3	Bauablauf	72
8.4	Materialbilanz	73
8.5	Landbedarf	73
9	Auswirkungen der Massnahmen.....	74
9.1	Auswirkungen auf Siedlungen und Nutzflächen.....	74
9.2	Auswirkungen auf Natur und Landschaft	74
9.3	Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei.....	74
9.4	Auswirkungen auf Morphologie und Geschiebe.....	74
9.5	Auswirkungen auf Grundwasser	74
9.6	Auswirkungen auf Landwirtschaft	74
9.7	Auswirkungen auf Waldwirtschaft.....	74
10	Kostenschätzung und Finanzierung	76
10.1	Kostenschätzung und Kostengenauigkeit.....	76
10.2	Wirtschaftlichkeitsanalyse	76
10.4	Finanzierungsmöglichkeiten	77
10.5	Mehrleistungen.....	77
11	Risikobeurteilung nach Massnahmen	78
11.1	Gefahrenbeurteilung.....	78
11.1.1	Verbleibende Gefahrensituation	78
11.1.2	Gerinnekapazität	79
11.1.3	Gefahrenkarten oder Intensitätskarten	79
11.2	Schadenpotential	79
11.3	Restrisiko	79
11.4	Überlastfall	79
12	Umsetzung der verbleibenden Gefahren in die Richt- und Nutzungsplanung.....	80
13	Notfallplanung	80
14	Erfolgskontrolle und Monitoring	80
15	Unterhaltskonzept	80
16	Weitere Planungsphasen / Terminplanung	80

Anhang

1. Vorprojekt Phase 1: Varianten Bemessungslastfall
2. Vorprojekt Phase 1: Varianten Überlastfall
3. Vorprojekt Phase 2: Varianten Bemessungslastfall
4. Vorprojekt Phase 3: Varianten Bemessungslastfall
5. Kostenschätzung
6. Landbeanspruchung
7. Hydraulik – HecRas – Projektierung
8. Massnahmenblätter Interventionsplanung Vitznau
9. Individuelles Personenrisiko
10. Besprechungsprotokoll ISK Altdorfbach Vitznau vom 26.11.2018

Planbeilagen

- | | | |
|------------------|-----------------------------------|-------------|
| • W2260.31.000.1 | Übersichtskarte | 1:25'000 |
| • W2260.31.001.1 | Übersichtsplan | 1:1'000 |
| • W2260.31.002.1 | Situationsplan Mündungsbereich | 1:200 |
| • W2260.31.003.1 | Situationsplan Rückhalteräume | 1:500 |
| • W2260.31.004.1 | Plan Erwerb von Grund und Rechten | 1:1'000 |
| • W2260.31.005.1 | Werkleitungsplan | 1:1'000 |
| • W2260.11.001 | Intensitätskarte nach Massnahmen | 1:2'000 |
| • W2260.31.101.1 | Längenprofil | 1:1'000/500 |
| • W2260.31.201.1 | Technische Normalprofile | 1:100 |

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die seit März 2012 vorliegende überarbeitete Gefahrenkarte [15] zeigt bedeutende rote Gefahrenbereiche im Siedlungsgebiet von Vitznau. Da alle Bäche ein sehr hohes Bruttogefälle aufweisen, ist der Prozess Murgang massgebend. Daher hat der Kanton Luzern ein Integrales Schutzkonzept (ISK) für alle 8 Bäche der Gemeinde Vitznau erarbeiten lassen [17]. Die grössten Risiken weisen der Altdorfbach, der Kalibach, der Widibach und der Plattenbach auf. Für alle Bäche wurden mögliche Massnahmenkonzepte erarbeitet und das jeweilige Bestkonzept aus fachlicher Sicht bestimmt.

Der Kanton Luzern hat für die Bäche Kalibach, Widibach, Altdorfbach und Plattenbach die prioritären Massnahmenkonzepte auf Stufe Vorprojekt ausarbeiten lassen. Vorliegendes Projekt umfasst das Vorprojekt zum Altdorfbach. Am Altdorfbach stellt der Prozess Murgang die grösste Gefährdung dar. Die Murgangkubaturen würden im Ereignisfall zu enormen Schäden in Vitznau führen.

Basierend auf den vorhandenen Varianten aus dem Integralen Schutzkonzept [17] wurde im Jahr 2015 ein vertieftes Variantenstudium durchgeführt [28]. Es wurden nochmals alle möglichen Lösungen geprüft und die Vor- und Nachteile unter Berücksichtigung der verschiedenen Inventare aufgezeigt.

In einer zweiten Phase wurde im Rahmen einer Auftragserweiterung [29] eine zusätzliche Variante hinsichtlich ihrer technischen Machbarkeit überprüft und in die Variantenbeurteilung aus dem Vorprojekt integriert.

Als Bestvariante aus den beiden ersten Phasen des Vorprojekts ([28], [29]) stellte sich der Bau eines neuen Rückhalteraums im Transitgebiet bei km 0+937 heraus. Der Ausbau erfolgt dabei auf ein G300 Ereignis mit einer Feststofffracht von 80'000 m³.

Im Herbst 2017 löste der Kanton Luzern, via eine zweite Auftragserweiterung für das Vorprojekt aus, damit eine zusätzliche Variante mit angepasster Schutzzieldefinition vertieft untersucht werden konnte, wobei im Siedlungsgebiet Gefährdungen mittlerer Stärke akzeptiert werden (Restrisiko bei einem sehr seltenen Ereignis, G300).

Die untersuchte Variante sieht den Bau eines neuen Rückhalteraums bei km 0+740 sowie den Ausbau des bestehenden Sammlers bei km 0+600 vor. In der Summe können so knapp 60'000 m³ Murgangvolumen zurückgehalten werden. Um die gemäss Schutzzielmatrix geforderten Schutzziele einhalten zu können, sind im Siedlungsbereich einzelne Massnahmen erforderlich. Zudem werden in Rücksprache mit dem vif und dem BAFU anstelle von baulichen Massnahmen zur Ereignisbewältigung im Mündungsbereich die in der vorhandenen Notfallplanung beschriebenen Objektschutzmassnahmen als fester Bestandteil in das Projekt integriert (organisatorische Massnahmen).

Für den Prozess Reinwasser sind lediglich kleinere Geländeanpassungen an zwei lokal begrenzten Stellen sowie ein Ausbau des Mündungsbereichs erforderlich.

Zur ökologischen Verbesserung wird der im heutigen Zustand stark verbaute und kanalisierte Mündungsbereich auf einer Länge von rund 110 m aufgeweitet, die Sohle angepasst und der Bachlauf naturnah gestaltet. Dadurch ist zukünftig die Anbindung des Altdorfbachs an den Vierwaldstättersee sichergestellt. Bis zum ersten Absturz oberhalb der Seestrasse entsteht ein neuer Rückzug- und Laichplatz für Fische, welche auch bei geringeren Abflüssen durch die neue Niederwasserrinne nutzbar bleibt. Die Durchgängigkeit für Klein- und Kleinstlebewesen wird ebenfalls verbessert und eine neue, standortgerechte Bepflanzung wertet zudem die Erlebbarkeit und die Erholungsmöglichkeit auf.

Im Zusammenhang mit dem vorliegenden Projekt wird zudem eine Grobdimensionierung für den Gewässerraum erstellt.

Die im Rahmen der zweiten Auftragserweiterung ausgearbeitete Variante wurde in die Variantenbeurteilung der Phasen 1 und 2 ([28], [29]) integriert und in erster Linie aufgrund der besseren Wirtschaftlichkeit (Nutzen-Kosten-Verhältnis) als Bestvariante vorgeschlagen.

Die Kosten für die Realisierung der Bestvariante belaufen sich auf rund 17.6 Mio. CHF bei einer Genauigkeit von +/- 20%. Das Nutzen/Kosten-Verhältnis beträgt ca. 2.7, womit die Massnahme als wirtschaftlich einzustufen ist.

2 ANLASS UND AUFTRAG

2.1 Zusammenhang des Auftrages

Gemäss der aktuellen Gefahrenkarte vom März 2012 [15] liegen bedeutende Teile des Siedlungsgebietes von Vitznau in Gefahrenzonen mit geringer bis erheblicher Gefährdung. Es bestehen beträchtliche Schutzdefizite.

Beim massgebenden Gefahrenprozess handelt es sich um Murgänge mit grossen Ereigniskubaturen und hohen Fliessgeschwindigkeiten, welche das Siedlungsgebiet praktisch ungebremsst erreichen können. Für die Murgangentstehung spielen Rutschprozesse eine wesentliche Rolle (Feststofflieferung erfolgt hauptsächlich aus gerinnenahen Rutschungen).

Aufgrund der Gefahrensituation wurde im Auftrag der Dienststelle Verkehr und Infrastruktur (vif) des Kantons Luzern im Jahr 2013 für alle Bäche der Gemeinde Vitznau ein Integrales Schutzkonzept erarbeitet [17].

Das ISK zeigt, dass die Projektierung von Schutzmassnahmen am Widibach, Altdorfbach, Kalibach und Plattenbach vordringlich ist. Daher wurden für diese Bäche entsprechende Vorprojekte erarbeitet. Ziel ist, dass der Schutz vor Naturgefahren in Vitznau mit einer flächendeckenden und fachübergreifenden Massnahmenplanung verbessert und die bestehenden Schutzdefizite behoben werden.

2.2 Ziele des Auftrages

Die Dienststelle Verkehr und Infrastruktur (vif) des Kantons Luzern hat die HOLINGER AG beauftragt, für das Vorprojekt [28], die erste Erweiterung [29] sowie die im Rahmen der zweiten Erweiterung untersuchten Variante ein umfassendes und abschliessendes Vorprojekt für den Altdorfbach zu erarbeiten.

Die vorliegende Erweiterung des Vorprojekts fasst alle untersuchten Varianten zusammen und empfiehlt aus einer gesamthaften Variantenbeurteilung eine Bestvariante, welche für die Weiterprojektierung und Ausführung berücksichtigt werden soll.

Der Projektperimeter umfasst das Einzugsgebiet des Altdorfbachs inklusive Kegelbereich. Die aktuelle Gefahrenkarte 2012 [15] und die darin berücksichtigten Ereignisszenarien gelten als gegeben. Der Auftrag umfasst ein Variantenstudium von möglichen Schutzmassnahmen zur Erreichung der Schutzziele sowie die Evaluierung und Ausarbeitung einer Bestvariante auf Stufe Vorprojekt. Um eine Erhöhung des Personen- und Sachschutzes zu erhalten, muss das System robust und zuverlässig funktionieren. Ebenso ist eine landschafts- und ortsbildverträgliche Integration der Schutzmassnahmen erforderlich.

2.3 Projektorganisation

Das Teilprojekt Altdorfbach ist Bestandteil des Integralen Schutzkonzeptes (ISK) Vitznauer Bäche. Bauherr ist die Dienststelle Verkehr und Infrastruktur, Abteilung Naturgefahren des Kantons Luzern. Neben dem Teilprojekt Altdorfbach, bestehen noch drei weitere Teilprojekte für den Widibach, den Plattenbach und den Kalibach. Die ersten zwei Phasen des Teilprojekts Altdorfbach wurden gemeinsam von der HOLINGER AG und der GEOPLAN AG bearbeitet, Auftragnehmer für die vorliegende Erweiterung des Variantenstudiums ist die HOLINGER AG.

Im Rahmen der ersten beiden Phasen des Vorprojekts ([28], [29]) war für die Bereiche Wasserbau und Hydraulik das Büro HOLINGER AG und für die Bereiche Murgang und Geologie das Büro GEOPLAN AG zuständig. Die zweite Auftragserweiterung wurde ausschliesslich durch die HOLINGER AG bearbeitet.

Die Bereiche Ökologie und Landschaftsplanung wurden durch externe Fachleute bearbeitet.

Die Gesamtprojektleitung von Seiten der Bauherrschaft erfolgte durch Serena Liener (vif). Dabei wurde sie von der Gesamtprojektleitung der IG Bäche Vitznau unterstützt.

2.4 Adressen von Auftraggeber und Auftragnehmer

Auftraggeber:
Kanton Luzern
Verkehr und Infrastruktur (vif)
Naturgefahren
Arsenalstrasse 43, Postfach
6010 Kriens 2 Sternmatt

Projektleiter Auftraggeber:
Serena Liener
041 318 19 73
serena.liener@lu.ch

Auftragnehmer (Phasen 1-3)
HOLINGER AG
Alpenquai 12
6005 Luzern

Projektleiter Auftragnehmer:
Christian Nagy (Projektleitung)
052 267 09 37
christian.nagy@holinger.com

Auftragnehmer (Phasen 1-2)
GEOPLAN AG
Fussweg 18
3940 Steg VS

Projektleiter Auftragnehmer:
Jules Seiler, Corinne Erni (Stv.)
027 932 21 81
jules.seiler@geoplan-naturgefahren.ch

2.5 Auftragserteilung

Am 14. September 2017 erteilte das vif der HOLINGER AG den Auftrag, das Variantenstudium Altdorfbach zu ergänzen und ein zusammenfassendes Vorprojekt mit der Projektnummer 10816.4, auszuarbeiten.

2.6 Vorgehensbeschreibung

Die Bearbeitung des vorliegenden Vorprojektes erfolgte gemäss folgendem Vorgehen:

- Grundlagenerarbeitung und Problemanalyse:
Studium und allfällige Ergänzung der Projektgrundlagen (insbesondere Murgangsganglinien, Murgangrheologie, Ablagerungsverhalten), Problemanalyse im Gelände.
- Verifikation der Lösungsmöglichkeiten/-ansätze:
Kritische Hinterfragung der im ISK vorgeschlagenen Bestvariante.
- Optimierung des Bestkonzeptes gemäss ISK:
Abklärung und Ausarbeitung von Optimierungsmöglichkeiten.
- Evaluation verschiedener Alternativ-Varianten:
Prüfung weiterer Lösungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung unterhaltsmässiger, organisatorischer, baulicher und raumplanerischer Aspekte sowie der Bewältigung des Überlastfalls. Evaluation der Bestvariante anhand eines Kriterienkataloges.
- Projektierung der Massnahmen der Bestvariante:
Ausarbeitung Bestvariante auf Stufe Vorprojekt unter Berücksichtigung der Aspekte der Nachhaltigkeit (Ökologie, Landschaft, Wirtschaftlichkeit, Raumnutzung, Gesellschaft).

3 GRUNDLAGEN

3.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

- [1] Bundesamt für Wasserwirtschaft, Bundesamt für Raumplanung sowie Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1997): Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Empfehlung.
- [2] Bundesamt für Raumentwicklung, Bundesamt für Wasser und Geologie, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (2005): Empfehlung Raumplanung und Naturgefahren.
- [3] Kanton Luzern (2009): Planungsbericht des Regierungsrates an den Kantonsrat B109 – Über den Schutz vor Naturgefahren in den Jahren 2009-2013.
- [4] Bundesamt für Umwelt (2010): EconoMe 2.0, Online-Berechnungsprogramm zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren, Handbuch / Dokumentation.
- [5] Bund (2014): Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24.01.1991 (SR 814.20), Stand: 01.06.2014.
- [6] Bund (2014): Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28.10.1998 (SR 814.201), Stand: 01.01.2014.
- [7] Bund (2013): Verordnung über den Hochwasserschutz und die Wasserpolizei (HWSchV) vom 14.10.1992 (LS 724.112), Inkrafttreten: 01.11.2012.

3.2 Richtlinien und Wegleitungen

- [8] Rickenmann, D. (1997): Schwemmholtz und Hochwasser, Wasser, Energie, Luft, 89 (5/6): 115 – 119.
- [9] Tognacca, Ch. (1999): Beitrag zur Untersuchung der Entstehungsmechanismen von Murgängen, Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich.
- [10] Hungr, O. (2005): Classification and terminology. In Jakob, M. und Hungr, O. (Hrsg.): Debris-flow hazards and related phenomena. Berlin [u.a.]: Springer, 9–23.
- [11] Haeberli, W. and Naef, D. (1988): Murgänge im Hochgebirge, Ereignisse 1987 im Puschlav und Obergoms, Die Alpen, Zeitschrift des Schweizerischen Alpen-Clubs. 64, 331-343.
- [12] Kommission Hochwasserschutz (KOHS) (2013): Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen, Erschienen in: Wasser Energie Luft, 105. Jahrgang, 2013, Heft 1

3.3 Dokumente, frühere Studien

- [13] ARGE Geotest AG, Forstingenieurbüro Berwert-Lopes (2004): Gefahrenkarte Vitznau
- [14] Hunziker Gefahrenmanagement, NDR Consulting (2011): Murgangbeurteilung Vitznau, Beurteilungsgrundlagen und Szenarien
- [15] Keller+Lorenz AG / Beffa Tognacca GmbH (2012): Gefahrenkarte Vitznau
- [16] Schubiger AG (2006): Ausbau Altdorfbach, Vitznau – Geschiebesammler und Holzfang, Technischer Bericht.
- [17] IG Bäche Vitznau, HOLINGER AG/ NDR Consulting GmbH (2013): Integrales Schutzkonzept (ISK) Vitznauer Bäche.
- [18] Annen Forst / Oeko-B AG / vif / FW Seegemeinden (2013): Notfall- und Interventionsplanung Vitznau.
- [19] Kanton Luzern, vif (2014): Risikoanalyse Kantonsstrasse Weggis – Vitznau, ENTWURF.

- [20] Bolzern, H. und Danner, E. (2009): Naturraum Rigi: Wertvolle Wiesen & Weiden, Dokumentation Rüti.
- [21] GPL (2014): Memo vom 10.03.2014
- [22] Heini Geomatik AG (2014): QP-Aufnahmen Altdorfbach Kegelbereich inkl. Fotodokumentation.
- [23] Oeko-B AG (2015): Studie Massnahmen zur Stabilisierung des Einzugsgebietes Altdorfbach, Vitznau
- [24] Gemeinde Vitznau, Keller+Lorenz AG (2015): „Stellungnahme zu den einzelnen Vorprojekten“ inklusive „Erste Beurteilung der Vorprojekte“ vom 01.07.2015
- [25] IC Infraconsult AG (2015): UVB Voruntersuchung mit Pflichtenheft
- [26] HOLINGER AG (2015): EconoMe
- [27] HOLINGER AG, GEOPLAN AG (2015): Mitbericht zur Stellungnahme Gemeinde/Keller + Lorenz AG
- [28] HOLINGER AG, GEOPLAN AG (2015): Integrales Schutzkonzept Altdorfbach, Technischer Bericht Vorprojekt, 30. September 2015
- [29] HOLINGER AG, GEOPLAN AG (2016): Integrales Schutzkonzept Altdorfbach, Technischer Bericht Vorprojekt – Ergänzung, 24. Oktober 2016
- [30] HOLINGER AG (2018): Besprechung 2. Erweiterung Vorprojekt, Teilnehmer: Serena Liener, Timo Heinisch, Christian Nagy, 24.9.18

3.4 Programme, Softwarepakete

- [31] HecRas (2016): U.S. Army Corps of Engineers, Verison 5.0.3, 1-D-Staukurvenberechnungsprogramm
- [32] RAMMS (2017): WSL / SLF, 2-dimensionales Modellierungsprogramm für Massenbewegungen

4 **AUSGANGSSITUATION**

4.1 **Beschrieb Perimeter**

Der Perimeter für das Vorprojekt Altdorfbach umfasst das gesamte Einzugsgebiet sowie den Kegel des Altdorfbachs. Das Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von rund 2.6 km² (Abbildung 1).

Der höchste Punkt des Projektperimeters liegt im Norden bei Underdosse auf 1'620 m ü. M. und der tiefste Punkt im Dorf Vitznau auf 435 m ü. M. im Bereich der Einmündung des Altdorfbachs in den Vierwaldstättersee.

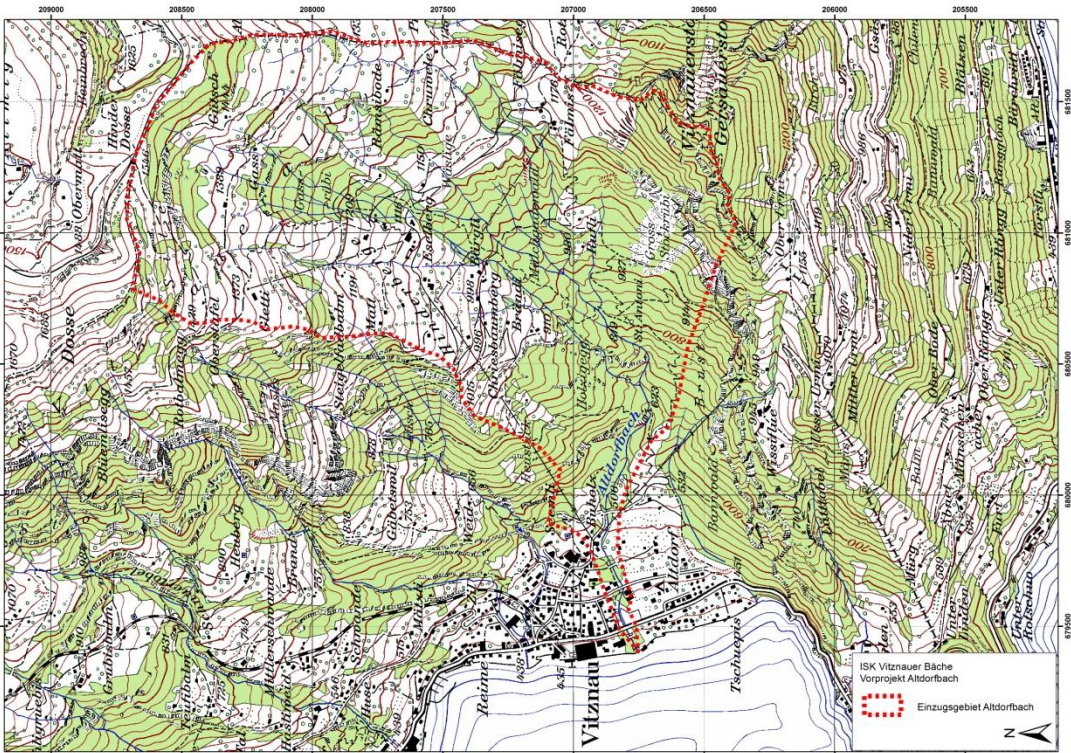


Abbildung 1: Einzugsgebiet Altdorfbach. Grundlage: 1: 25'000 Karte swisstopo (JA100061). © Geoinformation Kanton Luzern / Raumdatenpool

4.2 **Historische Ereignisse**

Nachfolgend sind bekannte historische Ereignisse im Bereich des Untersuchungsperimeters des Altdorfbachs, nach Prozess aufgeteilt, tabellarisch aufgeführt und in der Abbildung 2 dargestellt. Bei den Angaben handelt es sich um einen Auszug des Ereigniskatasters aus dem Bericht der Gefahrenkarte 2012 [15]. Mehr Details zu den Ereignissen können diesem entnommen werden.

Hochwasser / Murgang

Tabelle 1: Bekannte Hochwasser- und Murgangereignisse im Bereich Altdorfbach

Ausmass	Datum / Nr.	Bemerkung	Auswirkungen
	Mittelalter? VIT1000-001	Rutschungen mit anschliessend Murgängen	Dorf Vitznau verschüttet
	15.11.1879 VIT1879.001	Murgang bis in den See infolge Bergsturz W Vitznauer Stock	

mind. 2'000m ³	21./22.08.2005 VIT2005-011	Rufli, Lockermaterial und Holz	
einige 1'000m ³	21./22.08.2005 VIT2005-013	St. Antöni	bis zu 5m Lockermaterial wurde aus Bachbett ausgeräumt, Blöcke bis 2m³ wurden durch Murgang bis in den See verfrachtet
600-800m ³	21./22.08.2005 VIT2005-019	Wäslige	verstellte Felsblöcke, entwurzelte Bäume, Verklausungsgefahr , Unterspülung und Destabilisierung Böschungen, Gefährdung von Strasse und Wanderweg

Rutsch

Tabelle 2: Bekannte Rutschereignisse im Gebiet Altdorfbach

Ausmass	Datum	Bemerkung	Auswirkungen
	21.05.1674 VIT1674-001	oberer Hinterberg infolge Bersturz Gassrübi	
	09.09.1934 VIT1934-001	Gebiet Alterschied	riesige Schäden in Greppen
	17.01.1983 VIT1983-001	Gebiet Langflüeli	ohne grosse Schäden
	07.07.1996 VIT1996-002	Rufiwald	
	13.06.1999 VIT1999-003	Rämisboden	
	21./22.08.2005 VIT2005-004	Chriesbaumberg, Material unter Ferienhaus hindurch	Mauerversatz bis 0.5m, Erdspalten 0.1m geöffnet
40mx100m / 25'000-30'000m ³	21./22.08.2005 VIT2005-005	Übergang in Hangmure (3000m ³ mobilisiert) und in Verklausung abgelagert	relevante Murganggefahr im Altdorfbach, Remobilisierung von 25'000-30'000m ³
12x20m	21./22.08.2005 VIT2005-007	Buholz, Gleithorizonttiefe 1-1.5m	
10x40m / 50-100m ³	21./22.08.2005 VIT2005-007	Buholz, verflüssigt in Hangmure, Gleithorizonttiefe 1m	Gefährdung unterliegende Liegenschaft
120x20m / 8'000m ³	21./22.08.2005 VIT2005-011	Rufli, Gleithorizonttiefe 2-5m	
30m Anrissbreite	21./22.08.2005 VIT2005-011	Entlang Fussweg gegen Rufli (Gaden)	Murganggefahr im Altdorfbach
50x120m / 20'000-25'000m ³	21./22.08.2005 VIT2005-012	Sandgütsch, Gleithorizonttiefe bis 4m	Murganggefahr im Altdorfbach
25m Anrissbreite / 100m ³	21./22.08.2005 VIT2005-018	Hoferi, ein Teil Material verflüssigte sich und wurde erst beim Gaden abgelagert	Materialaufstau an Gaden

Sturz

Tabelle 3: Bekannte Sturzereignisse im Bereich Altdorfbach

Ausmass	Datum	Bemerkung	Auswirkungen
Bergsturz	vor 1673 VIT1673-001		Alpen Oberbüchen und Mälchgaden vernichtet
	vor 1673 VIT1673-001	Rübi und Gassrübi mehrere Tage aktiv	Dorf Vitznau zugedeckt
Bergsturz	21.05.1674 VIT1674-001	Gassrübi	südl. Teil von Vitznau (Gebiet Grund) verschüttet
Bergsturz 1'000'000m ³	15.11.1879 VIT1879-001	W Vitznauer Stock	
Felssturz	1892 VIT1892-001	Grossblöcke >2m	
grössere Felsstürze	1894-1897 VIT1894-001	östlich aus Vitznauer Stock	

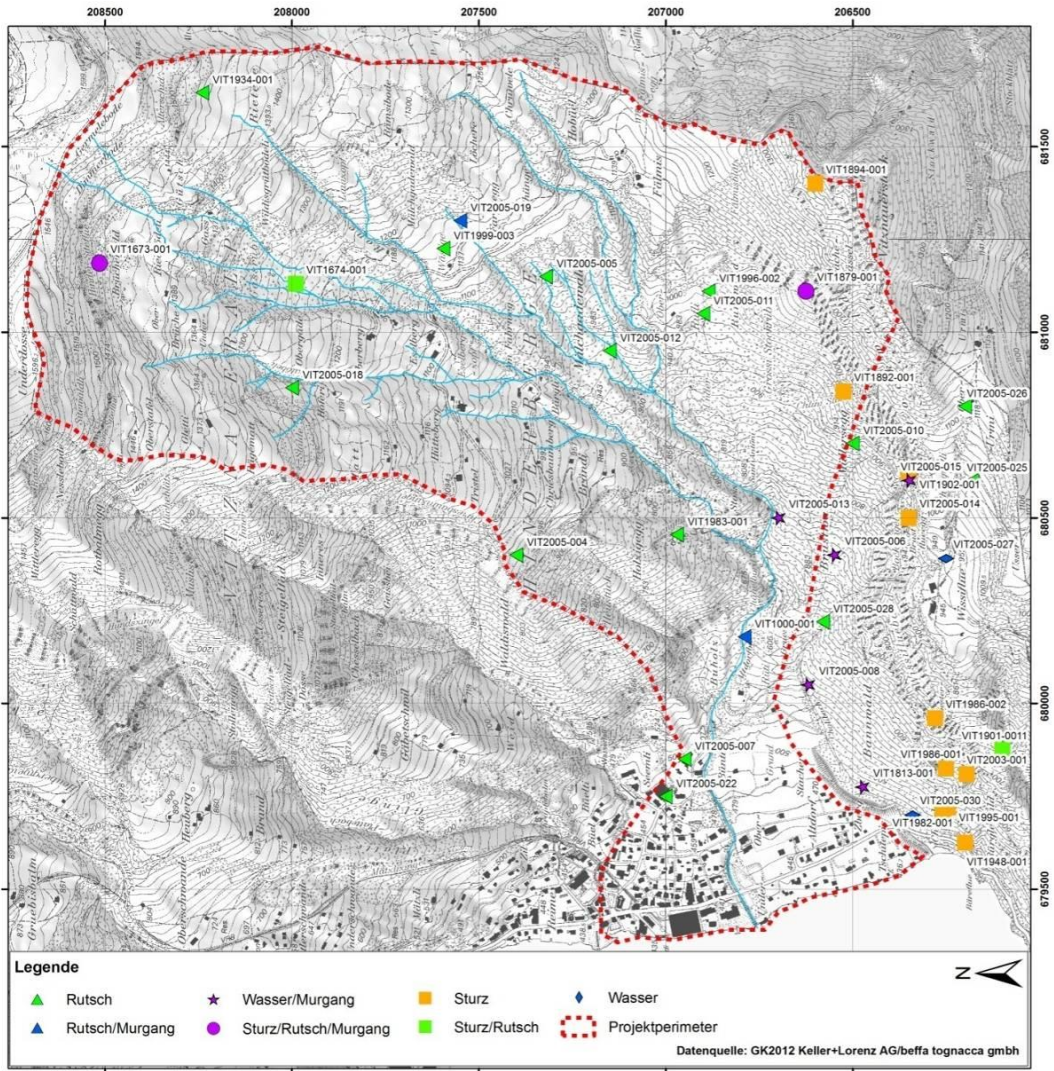


Abbildung 2: Kartographische Darstellung des Ereigniskatasters aus Tabelle 1 bis Tabelle 3. Die VIT-Nummern beziehen sich auf die Kataster-Nr. dem Technischen Bericht Gefahrenkarte 2012 [15]. © Geoinformation Kanton Luzern / Raumdatenpool.

4.3 Bestehende und geplante Nutzungen

Die bestehenden und geplanten Nutzungen wurden aus der Vorstudie des Integralen Schutzkonzeptes Vitznauer Bäche übernommen und im Projekt berücksichtigt. Diese basieren auf dem Zonennutzungsplan-Layer des Kantons Luzern und einer Übersicht aller bewilligten Nutzungen und Überbauungen mit Stand Februar 2012 von der Gemeinde Vitznau (Abbildung 3)

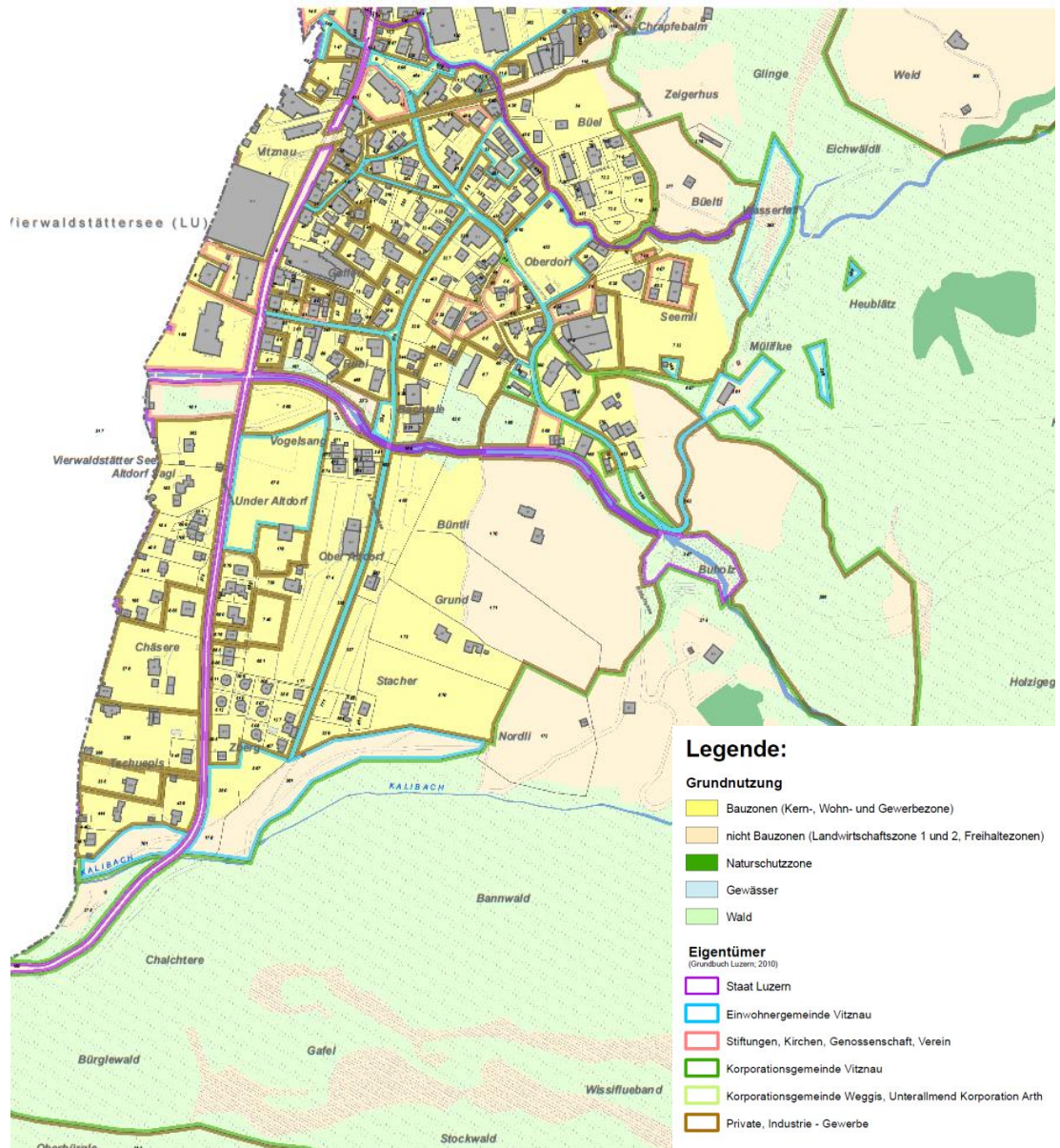


Abbildung 3: Inventar Zonenplan / Eigentumsverhältnisse Vitznau, Kegelbereich Altdorfbach.
Quelle: ISK Vitznauer Bäche, Planbeilage W2177.10.046 [17]. © Geoinformation Kanton Luzern / Raumdatenpool.

4.4 Charakteristik Einzugsgebietes

Der Altdorfbach entwässert ein Gebiet von rund 2.6 km² wovon rund 0.1 km² im Siedlungsgebiet liegen. Die Entfernung vom höchsten (1'620 m ü. M.) bis zum tiefsten (435 m ü. M.) Punkt im Einzugsgebiet beträgt rund 3.16 km. Das durchschnittliche Gefälle weist rund 37.5 % auf, wobei das Gefälle auf den ersten 600 m im Kegelbereich von 5 % auf 15 % ansteigt (Abbildung 4). Daher kann der Altdorfbach dem Bachtyp Wildbach zugeordnet werden.

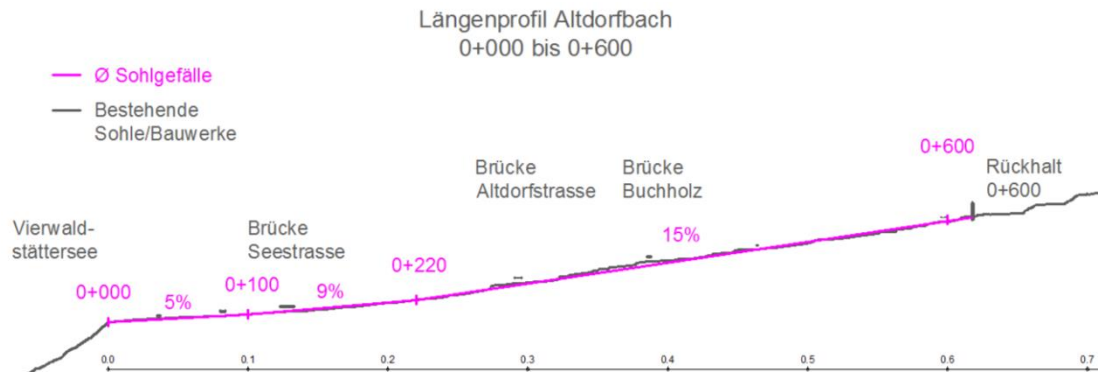


Abbildung 4: Längenprofil Hauptgerinne auf dem Altdorfbachkegel.

Von der Mündung bei km 0+000 bis zum bestehenden Rückhaltebauwerk bei km 0+600 ist der Altdorfbach stark verbaut. Viele Abstürze und Blocksteinmauern weisen dem Altdorfbach die Richtung. Oberhalb des bestehenden Rückhaltebauwerks beginnt der unverbaute Abschnitt des Altdorfbachs. Zwei Hauptstränge vereinen sich bei km 0+900 zum Altdorfbach. Der nördliche Ast durchfließt das Gebiet Gassrübi und der südlichere Ast das Gebiet Mälchgadenwald. Das gesamte Einzugsgebiet weist eine Vielzahl von relevanten Geschiebeherden auf, wobei der südliche Ast eine noch höhere Gefahrenrelevanz mitbringt [23].

4.5 Geologische Verhältnisse

4.5.1 Geologie

Zwischen Vitznauerstock und Wissiflue fallen die Felswände steil ab, sie bilden den äussersten Rand der Helvetischen Decken. Im südlichen Bereich des Projektperimeters verläuft der Kontakt dieser kalkigen Sedimentgesteine mit jüngeren Molasse-Gesteinen (subalpin). Es handelt sich dabei um eine tektonische Hauptüberschiebung der älteren alpinen Decke (Helvetikum) auf die jüngere Rigi-Decke (subalpine Molasse).

Durch die Überschiebung der Decken während der Gebirgsbildung wurden die Gesteine mechanisch stark deformiert und weisen daher eine Vielzahl von Bruch-Kluft Systemen auf. Die starke Zerklüftung und das Abschmelzen der letzten eiszeitlichen Gletscher führten zu gehäuften Steinschlag- und Felssturzereignissen.

Die Gesteine im Projektperimeter entstanden durch Ablagerungen aus dem Rigi-Schuttfächer der Unteren Süsswassermolasse. Es bildeten sich mächtige Bänke aus Konglomeraten (Nagelfluh) welche teilweise wechselgelagert sind mit geringmächtigen Sandsteinen, Siltsteinen und Mergeln. Diese Zwischenschichten bilden heute potentielle Gleitflächen aus. Durch die tektonischen Bewegungen wurden die praktisch horizontal abgelagerten Schichten gekippt und fallen heute mit rund 20° gegen SSE ein. Das Einfallen der Schichten sowie die ausgebildeten Gleitflächen begünstigen Felsrutschungen in den südlich exponierten Hängen.

Die Lockergesteinsbedeckung wird hauptsächlich aus Hangschutt und vereinzelt aus Moränenablagerungen aufgebaut. Verbreitet sind den Hangschutt- und Sturzkegeln Murgang und Schuttstromablagerungen zwischengeschaltet. Das Dorf Vitznau liegt

auf einem ausgedehnten Schwemmfächer, der hauptsächlich durch den Altdorfbach entstanden ist.

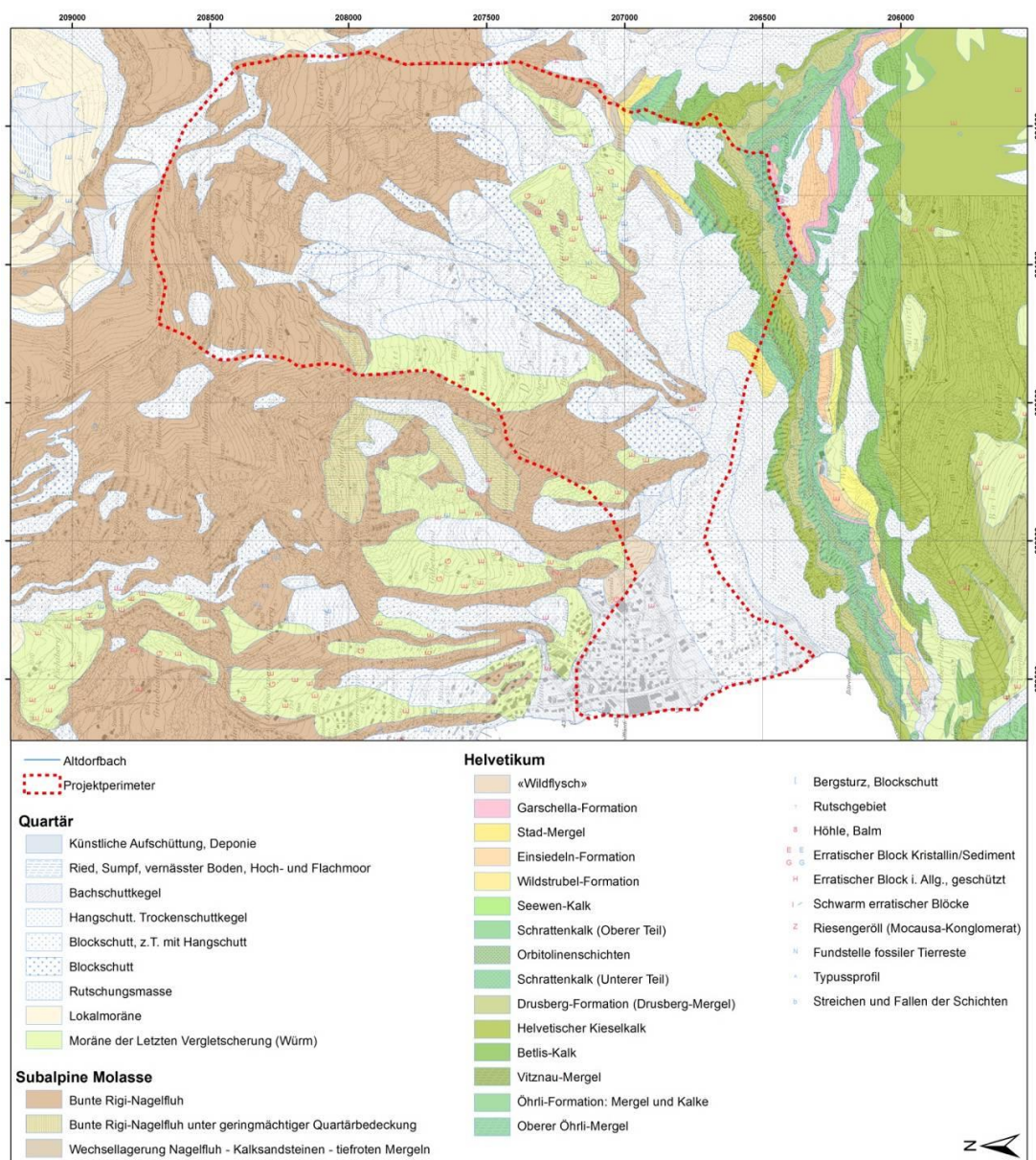


Abbildung 5: Geologische Karte im Bereich des Projektperimeters Altdorfbach.
© Geoinformation Kanton Luzern / Raumdatenpool.

4.5.2 Geschiebehaushalt

Gemäss Angaben der Gemeinde Vitznau wurde der Geschiebesammler seit der Inbetriebnahme im Jahr 2006 viermal geräumt. Die letzte Räumung erfolgte im Jahr 2013. Der Grund der 4 Räumungen waren regelmässige Unterhaltsarbeiten, nicht weil der Sammler mit rückgehaltenem Geschiebe gefüllt war. Pro Räumung wurden durchschnittlich 1'000m³ entnommen.

4.5.3 Murgang

Generell führt ein Murgang die Komponenten Wasser, Feinmaterial und grobe Steine mit. Daher ist dieses Phänomen auch ungefähr in der Mitte des Dreiphasendiagramms der Abbildung 6 einzuordnen. Dieses Gemisch zeigt je nach Menge, mit welcher die Bestandteile vorhanden sind, ein anderes physikalisches Verhalten. Typisch für Murgänge ist die grosse Variation des Verhältnisses zwischen fester und fluider Phase sowie der Materialzusammensetzung innerhalb eines Murganges [9]. Neben den drei Komponenten Wasser, Feinmaterial und grobe Steine weisen Murgänge oft auch Äste oder gar ganze Baumstämme auf. Diese befinden sich entweder bereits vor dem Murgang im Gerinne und werden mit dem Murgang weitertransportiert oder durch den Murgang am Gerinnerand mitgerissen [10].

Die Murgänge im Altdorfbach werden vor allem durch Feststoffeinträge aus gerinnenahen Rutschungen gebildet. Wird der Feststoffanteil von grobem Material gebildet und erreicht die Konzentration der festen Phase einen dominierenden Anteil an der Gesamtmischung, spricht man von einem granularen Murgang. Granulare Murgänge weisen im Vergleich zu flüssigeren Murgängen bedingt durch die tiefere Frontgeschwindigkeit höhere Abflussspitzen auf. Da im Altdorfbach granulare Murgänge möglich sind und diese für die Massnahmenplanung massgebend sind, wurde im Rahmen des Vorprojektes für Berechnungen von Q_{\max} und Verlandungsgefälle von granularen Murgängen ausgegangen.

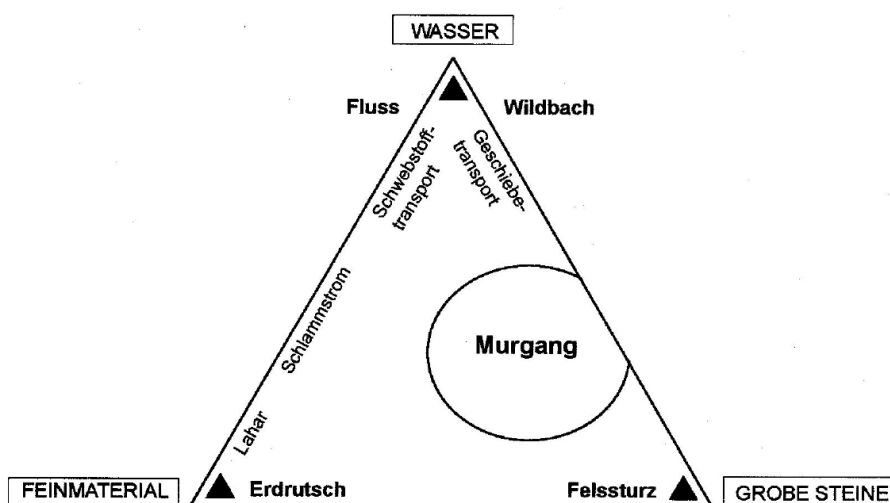


Abbildung 6: Materialzusammensetzung von Massenverlagerungsprozessen [11].

In folgender Tabelle 4 sind die Geschiebefrachten am Altdorfbach in Abhängigkeit der unterschiedlichen Jährlichkeiten dargestellt. Beim Prozess handelt es sich um Murgänge. Da im Rahmen des Vorprojektes die Werte der Geschiebefrachten als gegeben angenommen wurden, sind weitere Angaben den Gefahrenkarten zu entnehmen [15].

Tabelle 4: Geschiebefrachten pro Jährlichkeit gemäss ISK Vitznauer Bäche [17].

Murgang	G30	G100	G300	G_EHQ
Volumen [m ³]	18'000	45'000	80'000	350'000

4.6 Hydrologische Verhältnisse

4.6.1 Hydrologie

Am Altdorfbach existieren keine Abflussmessstationen. Im Rahmen der Überarbeitung der Gefahrenkarte wurden die Hochwasserabflüsse mit Zuordnung der unterschiedlichen Jährlichkeiten bestimmt. Typisch für Einzugsgebiete dieser Art ist das schnelle Ansteigen der Hochwasserganglinie bei kurzen, aber intensiven Niederschlagsdauern. Beim Altdorfbach ist daher auch für den HQ100-Abfluss ein 1.5-stündiges Regenereignis massgebend [15]. In folgender Tabelle 5 sind die Hochwasserabflüsse am Altdorfbach in Abhängigkeit der unterschiedlichen Jährlichkeiten dargestellt. Da im Rahmen des Vorprojektes diese Werte als gegeben angenommen wurden, sind weitere Angaben den Gefahrenkarten zu entnehmen [15].

Tabelle 5: Übersicht Hochwasserabflüsse Altdorfbach gemäss [15]

	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ
Altdorfbach [m ³ /s]	32.0	57.0	79.0	104.0

Historische Ereignisse am Altdorfbach ereigneten sich überwiegend aufgrund von Murgangereignissen, Rutschungen oder Sturzprozessen. Daher sind historische Ereignisse zum Prozess Reinwasser nicht bekannt bzw. nicht dokumentiert.

Am Altdorfbach findet keine Wassernutzung statt, daher werden Fragestellungen zum Restwasser nicht thematisiert.

4.6.2 Grundwasser

Gemäss [15] handelt es sich bei dem Bodentyp im Einzugsgebiet des Altdorfbachs um Regosol, was auf junge und kalkarme Lockergesteine im Untergrund hinweist. Im Allgemeinen sind die Böden flachgründig und weisen ein geringes bis sehr geringes Wasserspeichervermögen auf mit normaler Wasserdurchlässigkeit. Nur an einigen Stellen können die Böden tonreich und daher gering durchlässig sein.

Im Einzugsgebiet des Altdorfbachs befinden sich mehrere Quelfassungen, die meisten davon sind genutzt. Zudem gibt es auf dem Kegelhalbs einige Grundwasserfassungen, die in Betrieb sind. Der gesamte Kegel des Altdorfbachs befindet sich in der Grundwasserschutzzone A_u.

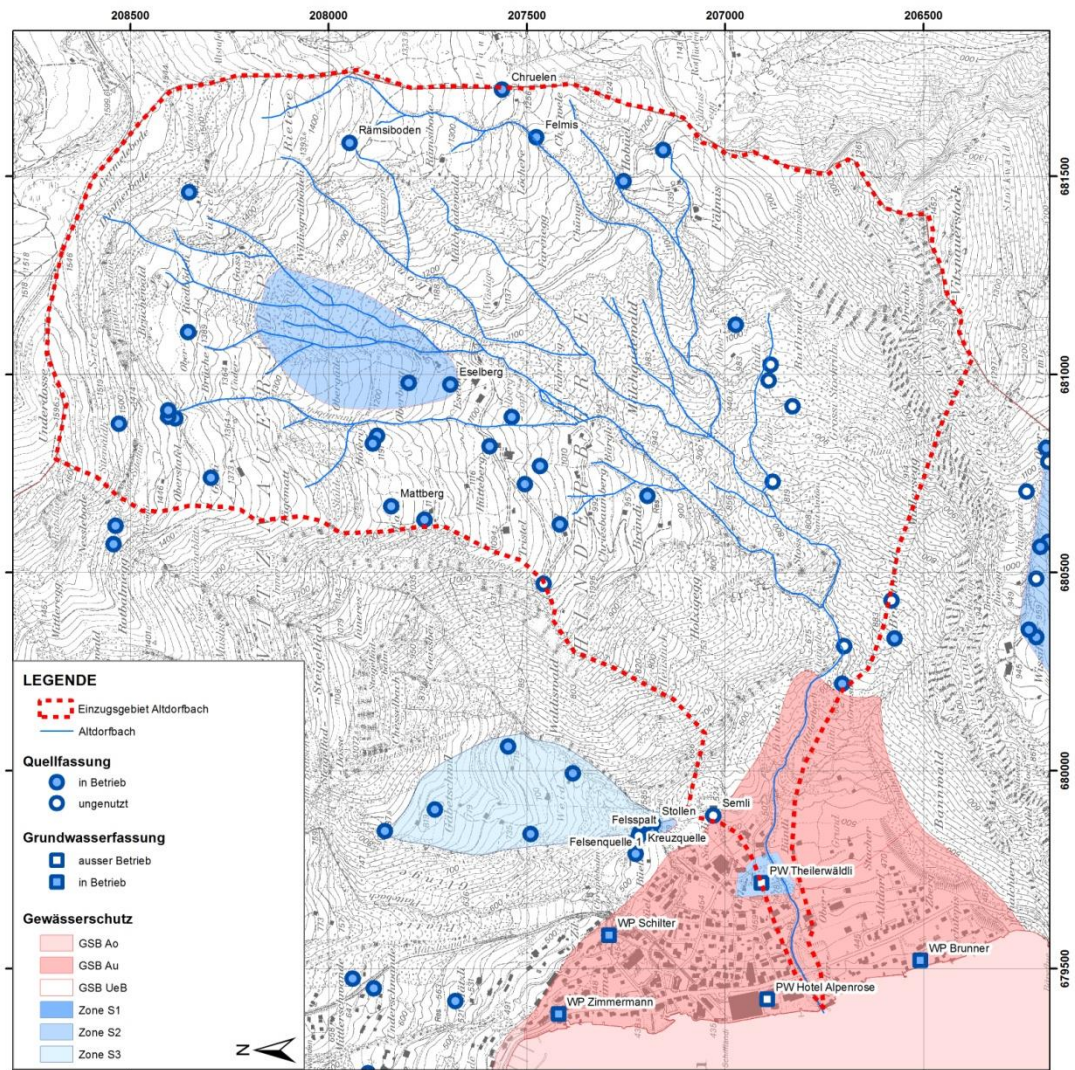


Abbildung 7: Inventar Grundwasser im Bereich des Einzugsgebietes Altdorfbach.
© Geoinformation Kanton Luzern / Raumdatenpool.

4.6.3 Hydrogeologie

Ebenso wie die anderen Bäche bei Vitznau, weist der Altdorfbach ein für einen Wildbach typischen Gefällsknick im Längenprofil auf, wobei er im Einzugsgebiet $\geq 30\%$ und auf dem Kegel ca. $\leq 10\%$ Gefälle aufweist. Sein Einzugsgebiet beträgt rund 2.6 km^2 welches von dem stark verzweigten Gerinnenetz durchzogen wird. Die Bereiche zwischen den zahlreichen Seitenarmen des Altdorfbachs sind oft stark vernässt.

Gemäss dem technischen Bericht der Gefahrenkarte 2012 [15] sind die Böden im Projektperimeter allgemein eher flachgründig und weisen ein geringes bis sehr geringes Wasserspeichervermögen mit normaler Wasserdurchlässigkeit auf. Örtlich seien die Böden jedoch tonreich und entsprechend gering durchlässig.

4.7 Schwemmholz

Da Schwemmholz eine bedeutende Rolle bei Verkläusungen und Verstopfungen in Gerinnen spielt und grosse Teile des Einzugsgebietes bewaldet sind, wird eine grobe Abschätzung des vorhandenen Schwemmholzpotentials durchgeführt. Folgende Grundlagen dienen zur Bestimmung des Schwemmholzpotentials:

- Layer Bodenbedeckung des Kantons Luzern.
- Einzugsgebietsfläche Altdorfbach.

Das mobilisierbare Schwemmholtzpotential wurde mit zwei Formeln nach RICKENMANN [8] abgeschätzt. Die erste bezieht sich auf die Grösse der Waldfläche im Einzugsgebiet (inkl. Kegelbereich), die zweite auf die bewaldete Gerinnelänge.

Tabelle 6: Schwemmholtzpotential H des Altdorfbachs nach RICKENMANN [8].

Mobilisierbares Schwemmholtzpotential nach RICKENMANN [8]		
$H = D \cdot F_w$	$H = 112$	H = Schwemmholtzpotential [m^3] $D = 90$ F_w = grösse Waldfläche [km^2] = 1.24
$H = E \cdot (L_w)^2$	$H = 3'610$	H = Schwemmholtzpotential [m^3] $E = 40$ L_w = bewaldete Gerinnelänge [km] = 9.5

Der extrem höhere Wert mit der Berechnung auf Basis der Gerinnelänge kommt daher, dass der Altdorfbach ein extrem weitverzweigtes Gerinnenetz hat und die meisten Strecken aller Gerinnearme bewaldet sind. Gemäss Rücksprache mit dem Revierförster Gerig Lukas und Fachleiter Schutzwald Silvio Covi ist eine Schwemmholtzkubatur von **500 – 1'000 m^3** als realistisch anzusehen.

Diese doch relativ hohe Schwemmholtzkubatur kann vor allem bei den Brücken auf dem Kegel des Altdorfbachs zu Verklauungen führen. Ebenfalls in engeren Gerinneabschnitten oberhalb des Kegelhalses kann es durch Schwemmholtz zu Verklauungen und dadurch bedingten seitlichen Bachausbrüchen kommen.

4.8 Risikobeurteilung

4.8.1 Gefahrenbeurteilung

Murgang

Der bestehende Geschiebesammler auf dem Kegel des Altdorfbachs weist eine Rückhaltekapazität von rund 10'000 m^3 [16] auf. Diese Kapazität unterschreitet die bereits bei einem häufigen Murgangereignis (Wiederkehrperiode 0-30 Jahre) erwarteten Geschiebemengen. Bei dünnflüssigen Murgängen wird jedoch davon ausgegangen, dass diese im Gerinne abtransportiert werden können und erst auf Höhe Vitznauerhof mit Bachausbrüchen zu rechnen ist.

Bei seltenen Ereignissen (Wiederkehrperiode 30-100 Jahre) können die durch Murgänge transportierten Frachten nicht vollständig durch den Geschiebesammler zurückgehalten und durch das Gerinne auf dem Kegel abtransportiert werden. Bereits an der Brücke direkt unterhalb des Geschiebesammlers kann es zu Übermurungen kommen, welche ins Siedlungsgebiet abfliessen, wobei die rechte Kegelhälfte stärker betroffen ist. In Gerinnenähe können starke Intensitäten auftreten.

Bei sehr seltenen Ereignissen (Wiederkehrperiode 100-300 Jahre) ist auf dem Kegel mit grossflächigen Übermurungen beidseits des Altdorfbachs mit starken Intensitäten zu rechnen.

Die Gefahrenkarte zeigt, dass Bereiche des Siedlungsgebietes Vitznau in der roten und blauen Gefahrenstufe des Altdorfbachs liegen.

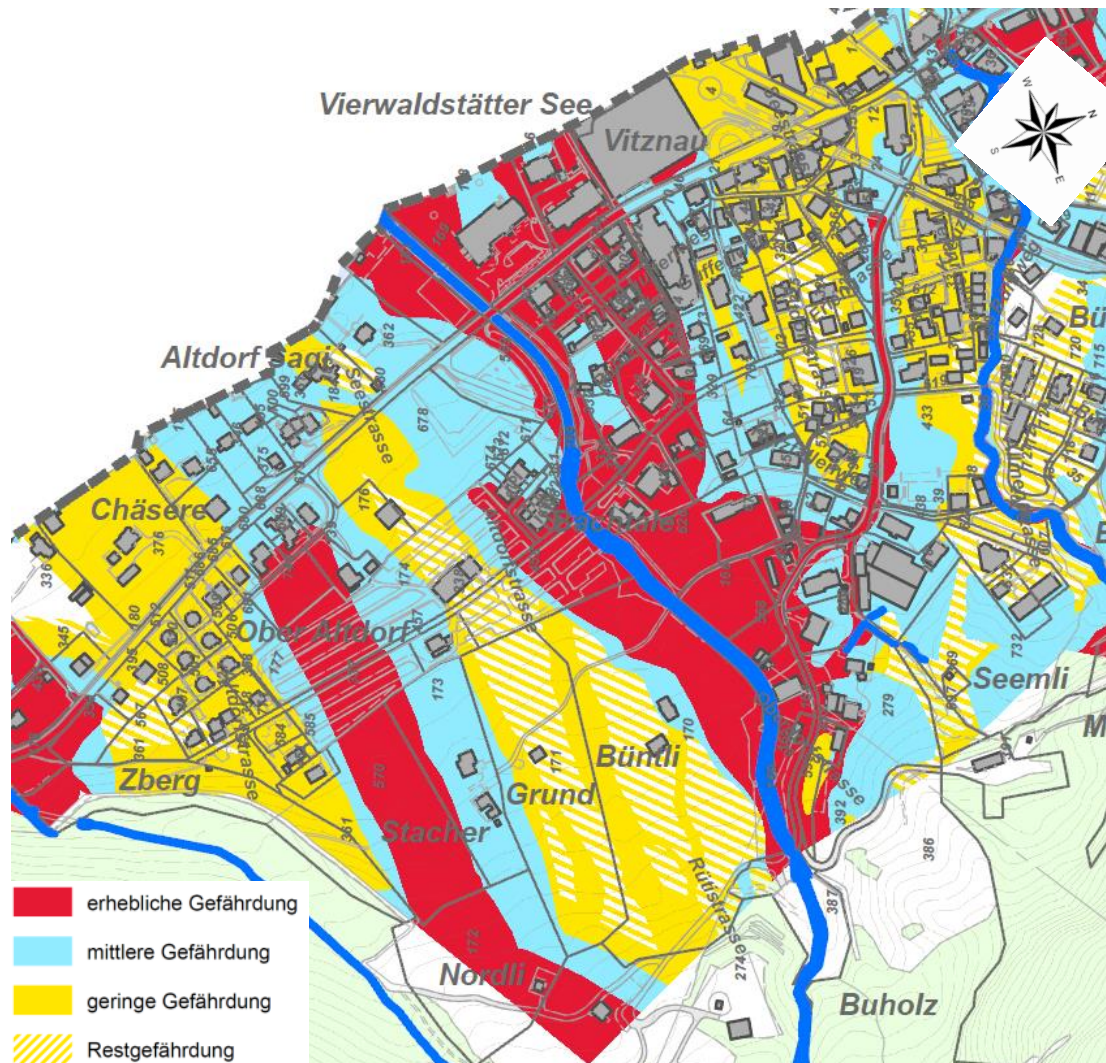


Abbildung 8: Ausschnitt aus der bestehenden Gefahrenkarte Wasser, Vitznau, im Bereich Aldorfbach [15].

Reinwasser

Der Aldorfbachabschnitt von der Mündung bis zum bestehenden Rückhaltebauwerk weist eine Reinwasserkapazität in Höhe des EHQ Ereignisses auf (ohne Freibord). Lediglich lokal begrenzt reicht beim EHQ Ereignis die Wasserspiegellage bis zur Böschungsoberkante. Dies ist in den Bereichen 0+020, 0+190, 0+370 und 0+430 der Fall. Ausuferungen finden jedoch nicht bzw. nur bei grösserem Wellenschlag oder durch lokale Einflüsse, wie Schwemmholz oder grössere Blöcke statt, welche im hydraulischen Modell nicht abgebildet werden konnten.

Schwachstellenanalyse

Entlang des Aldorfbachs existieren Schwachstellen, an denen es bei einem Hochwasser-/Murgangereignis zu Bachausbrüchen kommen kann. Die Schwachstellenanalyse basiert auf den Intensitätskarten der Gefahrenkarte 2012 [15], der Modellierungen für das EHQ durch Beffa Tognacca GmbH und der hydraulischen Berechnung mit HecRas [31], welche im Rahmen der Projektbearbeitung erstellt wurde.

Legende für die nachfolgenden Abbildungen:

Intensitäten		Nebenprozessarten Hf: 8, Hs: 6 Matrixfeldnummern	Hf: Hochwasser fließend Hs: Hochwasser stehend M: Murgang Ue: Ufererosion	 Schwachstelle  Ausbruchrichtung
	schwache Intensität			
	mittlere Intensität			
	starke Intensität			

30jährige Ereignisse

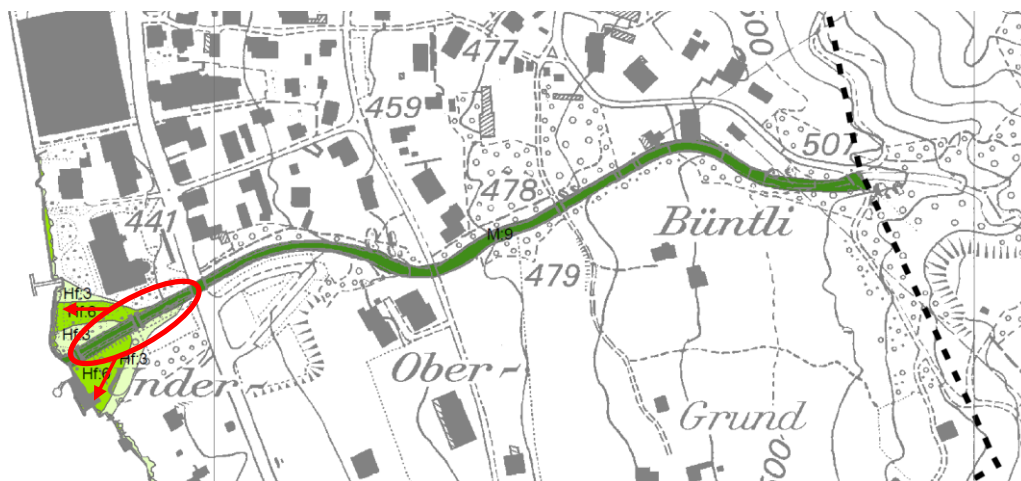


Abbildung 9: Bei einem 30jährigen Ereignis kann es auf Höhe des Hotels Vitznauerhof zu seitlichen Ausbrüchen und somit Überschwemmungen kommen.

100jährige Ereignisse



Abbildung 10: Bei 100jährigen Ereignissen kommt es entlang des Altdorfbachs auf dem Kegel an mehreren Stellen zu Übermürungen. Besonders bei Brückendurchlässen kann es zu Verklausungen und Rückstau kommen, so dass Murgänge seitlich ausbrechen.

Zusätzlich zu den Schwachstellen vom 100-jährlichen Ereignis, kann es bei grösseren Ereignissen bei der Rechtskurve direkt oberhalb des Werkhofs bei rund km 0+790 zu linksufrigen Ausbrüchen kommen, welche über Büntli/Grund Richtung Camping abfließen.

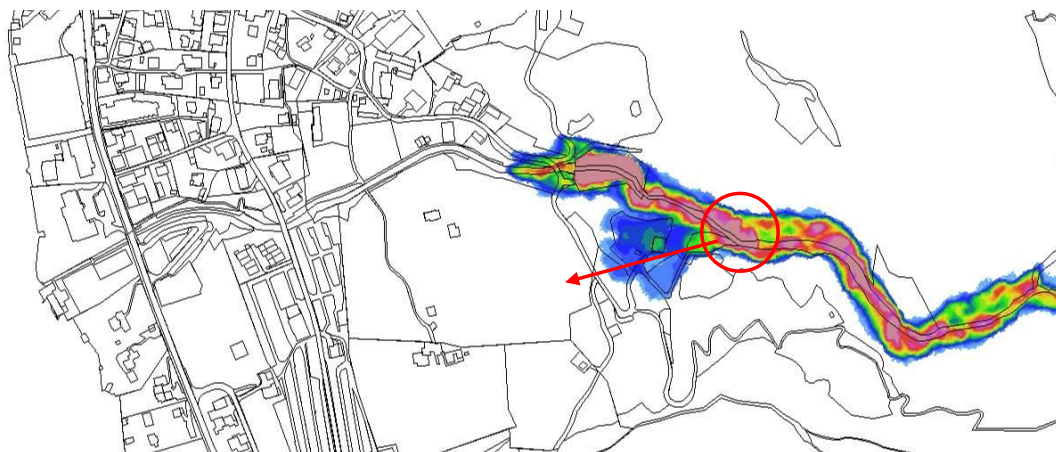


Abbildung 11: Ausschnitt aus der Modellierung von Beffa Tognacca GmbH beim Zeitschritt 2.5 Sekunden für ein EHQ-Ereignis mit der Schwachstelle oberhalb des Werkhofs.

4.8.2 Schadenpotential

Im Rahmen des ISK Vitznauer Bäche [17] wurde die Konsequenzanalyse pro Bach durchgeführt. Das Schadenausmass bezeichnet das Ausmass eines Schadens im Ereignisfall [CHF]. Das Risiko gibt die Grösse und Wahrscheinlichkeit eines möglichen Schadens an [CHF/a].

Das gesamte Schadenausmass wurde für die 3 Szenarien häufige, seltene und sehr seltene Ereignisse berechnet. Das integrierte Risiko pro Jahr ist für alle Szenarien zusammen ausgewertet, wobei es auf Sachwerte und Personen aufgeteilt ist. Für die Berechnung wurden die Standardwerte nach EconoMe 2.0 [4] verwendet.

Das Gesamtrisiko beim Altdorfbach besteht hauptsächlich aus dem Personenrisiko. Einen grossen Anteil daran resultiert aus der Gefährdung des Zeltplatzes.

Gegenüber der Schadensausmassberechnung, welche im Rahmen des Projektes IG Bäche Vitznau [17] erstellt wurde, musste die Berechnung aktualisiert werden. Dies wurde erforderlich, da zum einen die neue Überbauung „Residenz Sunset“ in unmittelbarer Nähe zum Altdorfbach realisiert wurde und der Zeltplatz gemäss Angabe vom BAFU (Besprechung vom 26.11.2018, Protokoll im Anhang 10) hinsichtlich des Schadenpotentials zu berücksichtigen ist.

Tabelle 7: Konsequenzanalyse des Altdorfbachs mit bestehendem Schadenausmass Gesamt für 3 Szenarien und integriertes Risiko pro Jahr gemäss ISK Vitznauer Bäche [17], revidiert gemäss aktueller Situation.

Schadenausmass [CHF]

Jährlichkeit [Jahre]	Sachwerte [CHF]	Personen [CHF]	Total [CHF]
30	1'315'304	610	1'315'914
100	35'084'250	124'317'160	159'401'409
300	92'151'544	301'250'752	393'402'296

Risiko [CHF/a]

Jährlichkeit [Jahre]	Sachwerte [CHF/a]	Personen [CHF/a]	Total [CHF/a]
30	30'690	14	30'705
100	233'895	828'781	1'062'676
300	307'172	1'004'169	1'311'341
Summe	571'757	1'832'964	2'404'722

Im Vergleich zu ähnlichen Bächen dieser Grössenordnung ist das jährliche Risiko am Altdorfbach als hoch einzustufen. Vor allem beim 300-jährlichen Ereignis entstehen enorme Schäden was einem sehr hohen Risiko entspricht.

4.8.3 Schutzdefizit

Im Rahmen des ISK Vitznauer Bäche wurde eine Schutzdefizitkarte erstellt. Schutzdefizite bestehen dann, wenn die projektspezifischen Schutzziele (Tabelle 9) nicht erreicht werden. Besonders für die Objektkategorie 3.2 (geschlossene Siedlung, Bauzone, Camping, Sportanlage) ist der vollständige Schutz bis und mit einem 100-jährlichen Ereignis nicht gegeben. Folgende Abbildung 12 zeigt die Schutzdefizite gemäss der überarbeiteten Gefahrenkarte [15] für das Gebiet des Altdorfbachs.



Abbildung 12: Auszug aus Gefahrenkarte [15], Flächen mit Schutzdefizit (violett)

4.9 Beurteilung bestehender Schutzmassnahmen

Am Kegelhalbs des Altdorfbachs wurde 2006 durch die Schubiger Bauingenieure AG [16] ein Geschieberückhaltebecken realisiert. Dieses hat eine Rückhaltekapazität von rund 10'000 m³ und besteht aus einem Abschlussbauwerk (Stahlbetonsperre, Höhe ca. 12 m, Breite ca. 50 m) mit einem Auslaufbauwerk (Dosieröffnung mit vertikalem Stahlrechen) und vorgeschaltetem Holzfangrechen aus Stahlträgern (Abbildung 13). Nachträglich wurde an den Stahlträgern im unteren Drittel noch ein Maschendraht-Netz montiert, um mehr feinkörniges Geschiebe zurückhalten zu können.

Im Schutzbautenkataster der Gefahrenkarte Vitznau 2012 [15] ist das Geschieberückhaltebecken unter der Nr. SK_011 aufgezeichnet. Es wird darauf hingewiesen, dass periodische Kontrollen und eine Bewirtschaftung notwendig für die Gewährleistung der Schutzfunktion sind. Da die Stababstände des Rechens im Auslaufbauwerk relativ gering sind und zusätzlich ein Netz montiert wurde, ist die Entleerung des Geschiebesammlers von Schwemmholz besonders wichtig.



Abbildung 13: Geschieberückhaltebecken am Kegelhalz des Altdorfbachs, realisiert 2006, mit vorgeschalteter Stahlkonstruktion mit Maschendrahtnetz als Holzfang sowie einer Grundöffnung mit Stahlrechen.

Direkt unterhalb des bestehenden Geschieberückhaltebeckens (0+600) sind die Böschungen des Gerinnes mit Längsleitwerken oder –mauern aus Blöcken verbaut, die Bachsohle ist mit Schwellen und Sperren aus Blöcken gesichert, welche teilweise vermörtelt sind (Abbildung 14).



Abbildung 14: Gerinne unterhalb der Brücke zwischen Bachtale und Büntli bei 0+360 mit Bachsohlenschwellen aus Blöcken und Mauern an den Bachböschungen. Foto: Heini Geomatik AG [22].

Ab rund 80m unterhalb der Brücke Altdorfstrasse (0+300) ist das gesamte Gerinne mit Steinen in Beton gepflästert (Abbildung 15).



Abbildung 15: Gerinne unterhalb 0+200 im Bereich Vogelsang unterhalb der Altdorfstrasse mit komplett verbautem Gerinne. Foto: Heini Geomatik AG [22].

Bei der Einmündung des Altdorfbachs in den Vierwaldstättersee besteht eine Geschieberampe aus längs verlegten Holzstämmen (Abbildung 16).



Abbildung 16: Die Einmündung des Altdorfbachs in den Vierwaldstättersee ist mit einer Holzrampe gesichert. Foto: Heini Geomatik AG [22].

4.10 Gewässerzustand

4.10.1 Ökomorphologie

Der Altdorfbach weist im Mündungsbereich ein künstliches Erscheinungsbild, mit harter Sohlenpflasterung und einem geradlinigen und massiv verbauten Verlauf, auf. Im Bereich der Altdorfstrasse existieren zwar mehrere Abstürze, trotzdem wird die Ökomorphologie gemäss dem Geoportal des Kantons Luzern als wenig beeinträchtigt beschrieben. Bachaufwärts der Altdorfstrasse sind ebenfalls mehrere Abstürze vorhanden und zudem sind die Ufer teilweise hart verbaut, so dass der Zustand als stark beeinträchtigt beschrieben wird. Im Oberwasser des bestehenden Geschiebesammlers ist der Altdorfbach als naturnah klassifiziert (Abbildung 17).

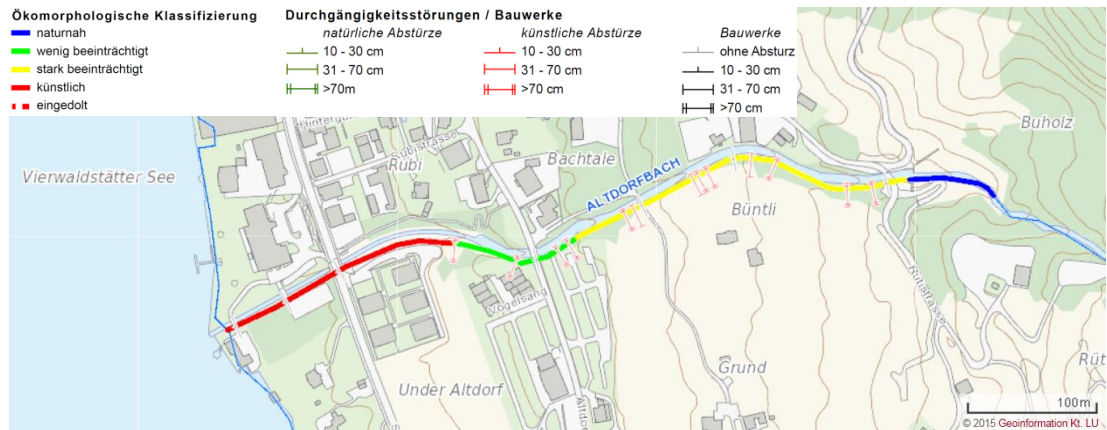


Abbildung 17: Gewässernetz und Ökomorphologie, Geoportal Kt. Luzern (Zugriff: 23.02.2015)

4.10.2 Terrestrische und aquatische Längsvernetzung

Wie in Kapitel 4.10.1 beschrieben, weist der Altdorfbach eine Vielzahl von grösseren Abstürzen auf, die eine Durchgängigkeit für Fische verunmöglicht und für andere Klein- und Kleinstlebewesen stark einschränkt. Hinzu kommt, dass die Höhenlage der Einmündung des Altdorfbachs, je nach Wasserstand, teilweise über dem Seewasserspiegel liegt, was den Einstieg und damit die Längsvernetzung bereits zu Beginn erschwert (Abbildung 18).



Abbildung 18: Bereich Einmündung Altdorfbach in den Vierwaldstättersee (April 2012)

4.10.3 Fischerei

Der Altdorfbach wird als Fischgewässer unter dem Jagdreviernamen Vitznau und der Reviernummer 114 geführt (http://www.geo.lu.ch/map/fischerei_jagd/, Zugriff: 23.02.2015). Der Mündungsbereich wäre aus Sicht der Fischerei ein wichtiger Rückzugs- und Laichort für Fische. Derzeit ist die Anbindung an den Vierwaldstättersee nicht bzw. nur unter erschwerten Bedingungen gegeben (siehe Kapitel 4.10.2 und Abbildung 18).

4.10.4 Landschaftsbild

Zu den bedeutsamen Objekten aus Sicht Ökologie und Naturschutz bzw. dem Landesrauminventar (LRI) zählen z.B. Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete oder auch Naturobjekte von regionaler Bedeutung (INR).

Das Einzugsgebiet des Altdorfbachs ist im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) aufgenommen und gehört dem BLN-Gebiet „Vierwaldstättersee mit Kernwald, Burgenstock, Rigi“ an.

4.10.5 Gewässerraum

Am Altdorfbach wurde noch kein Gewässerraum gemäss dem Gewässerschutzgesetz (GSchG) [5] bzw. der Gewässerschutzverordnung (GSchV) [6] und der Verordnung über den Hochwasserschutz und die Wasserbaupolizei (HWSchV) [7] ausgeschieden. Folgende Tabelle 8 zeigt die rechnerischen Gewässerraumbreiten, die gemäss der ökomorphologischen Klassifizierung errechnet wurden.

Oberhalb des bestehenden Rückhalteraums bei km 0+600 existiert eine Referenzstrecke, von der die natürliche Gewässersohlenbreite abgeleitet werden kann. In der Referenzstrecke beträgt die natürliche Gewässersohlenbreite zwischen 4.0 und 5.0 m. Die natürliche Gewässersohlenbreite im Mündungsbereich sollte etwas grösser sein. Daher wird vorgeschlagen, die natürliche Gewässersohlenbreite auf dem Abschnitt zwischen km 0+000 bis 0+580 auf 6.0 m festzulegen. Auf dieser Basis errechnet sich eine Gewässerraumbreite von 22.0 m (Tabelle 8). Der Gewässerraum wird symmetrisch ausgeschieden.

Tabelle 8: Berechnung des benötigten Gewässerraums

km von bis	aGSB	Klasse	Farbe	Fak.	nGSB	GR _{GSchV}	GR _{Bio}
0+000 bis 0+105	4.0	künstlich	rot	2.0	8.00	27.00	38.00
0+105 bis 0+195	3.5	künstlich	rot	2.0	7.00	24.50	37.00
0+195 bis 0+295	4.0	wenig beeinträchtigt	grün	1.5	6.00	22.00	36.00
0+295 bis 0+380	4.0	stark beeinträchtigt	gelb	2.0	8.00	27.00	38.00
0+380 bis 0+475	5.0	stark beeinträchtigt	gelb	2.0	10.00	32.00	40.00
0+475 bis 0+580	5.0	stark beeinträchtigt	gelb	2.0	10.00	32.00	40.00
0+580 bis 0+605	5.0	naturnah	blau	1.0	5.00	19.50	35.00
0+605 bis 0+650	4.0	naturnah	blau	1.0	4.00	17.00	34.00
0+000 bis 0+580					6.00*	22.00	36.00

*Annahme

mit:

aGSB	aktuelle Gerinnensohlenbreite gemäss Gisportal Kt. Luzern, Ökomorphologie
Fak.	Faktor, Verbauungsgrad
nGSB	natürliche Gerinnensohlenbreite
GR _{GSchV}	benötigter Gewässerraum gemäss Gewässerschutzverordnung
GR _{Bio}	benötigter Gewässerraum gemäss Biodiversitätskurve
GR _{Pro}	projektierter Gewässerraum

4.11 Wald

Gemäss dem Geoportal des Kantons Luzern ist knapp die Hälfte des Einzugsgebiets inkl. Kegelbereich des Altdorfbachs bewaldet (rund 1.25 km²). Dabei handelt es sich um einen besonderen Schutzwald der vor Steinschlag und Rutschungen / Murgang schützt (<http://www.geo.lu.ch/map/waldfunktionen/>, Zugriff: 23.02.2015).

4.12 Boden und Altlasten

Gemäss dem Geoportal des Kantons Luzern „Inventar der belasteten Standorten“ und dem ISK Vitznauer Bäche [17] sind folgende belastete Flächen bekannt:

- Betriebsstandort bei Eselbergzopf.
- Betriebsstandort bei Nordli, Rüti (Parz. 172).
- Ablagerungsstandort bei Zeigerhus (Parz. 277 und 276).

4.13 Werkleitungen und Infrastrukturanlagen

Im Mündungsbereich kreuzt bei km 0+030 eine NW800 Abwasserleitung den Altdorfbach. In der Kantonsstrasse befindet sich eine Vielzahl von verschiedenen Werkleitungen. Oberhalb der Kantonsstrasse münden mehrere Platzentwässerungen ein und Kommunikationsleitungen verlaufen bachparallel.

Neben den Werkleitungen kreuzt die Luftseilbahn „Vitznau-Hinterbergen“ bei km 0+540 den Altdorfbach. Bei km 0+950 befindet sich linksufrig eine Telefon Freileitung.

4.14 Ökologie und Naturschutz

Das Einzugsgebiet des Altdorfbachs ist im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) aufgenommen und gehört dem BLN-Gebiet „Vierwaldstättersee mit Kernwald, Burgenstock, Rigi“ an.

Zudem wurde in einer Untersuchung des Naturraums Rigi, im Auftrag des Kanton Luzern, das Gebiet in Abbildung 19 als „Wertvolle Wiesen & Weiden“ klassifiziert, das zwingend als extensiv genutzter Raum zu erhalten ist [20].

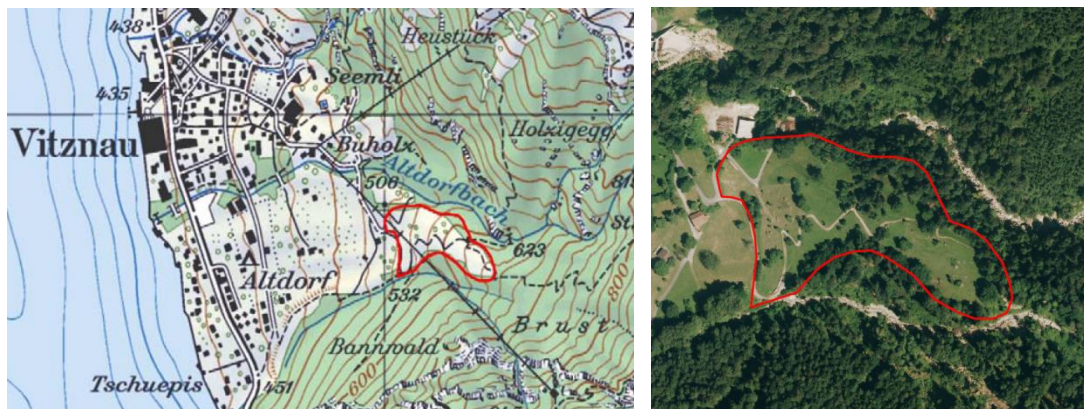


Abbildung 19: Auszug aus [20], Wertvolle Wiesen & Weiden, Rüti

4.15 Erholung und Freizeit

Der Altdorfbach wird derzeit kaum als Erholungs- und Freizeitraum wahrgenommen. Lediglich auf einer kurzen Strecke zwischen km 0+120 und 0+230 existiert ein gewässerbegleitender Uferweg der im Zusammenhang mit dem dortigen kleinen Waldgebiet als Naherholungsraum dient. Darüber hinaus ist der Altdorfbach vielerorts schwer zugänglich.

Im Projektperimeter befinden sich in nächster Nähe folgende erhaltens- bzw. schützenswerte Bauwerke (Bauinventar):

- Bildstock, linksufrig, neben historischem Weg, erhaltenswert, Parzelle 274.
- Bauernhaus und Stall, linksufrig bei km 0+420, erhaltenswert, Parzelle 170.
- Brunnenanlage, rechtsufrig bei km 0+275, erhaltenswert, Parzelle 334.
- Hotel, rechtsufrig bei km 0+070, schützenswert, Parzelle 168.

5 PROJEKTZIELE UND VORGABEN

5.1 Projektziele

5.1.1 Übergeordnete Ziele

Die übergeordneten Projektziele sind die folgenden:

- Reduktion bestehender Personen- und Sachrisiken.
- Vermeidung von zukünftigen Personen- und Sachrisiken mittels einer risikobewussten Orts- und Siedlungsplanung.
- Reduktion von Personenrisiken während eines Überlastfalls mittels organisatorischen Massnahmen (Notfall- und Interventionsplanung).
- Miteinbezug von Zukunftsszenarien (Veränderung von Risikoparametern wie Klima).

5.1.2 Hochwasser- und Murgangsschutzziele

Im Rahmen des ISK Vitznauer Bäche [17] wurden die Schutzziele basierend auf den Risikostrategien des Bundes [2] und des Kantons Luzern [3] festgelegt. Untenstehende Tabelle 9 wurde im Rahmen des Projektes optimiert, was im Kapitel 6.1 noch näher beschrieben wird.

Tabelle 9: Generelle Schutzzielmatrix des Bundes [2].

Legende							
	= vollständiger Schutz		= keine Intensität zulässig		= 0		
	= Schutz vor mittleren und starken Intensitäten		= schwache Intensität zulässig		= 1		
	= Schutz vor starken Intensitäten		= mittlere Intensität zulässig		= 2		
	= fehlender Schutz		= starke Intensität zulässig		= 3		
Objektkategorie				Schutzziele			
Nr.	Sachwerte	Infrastruktur-Anlagen	Naturwert	Wiederkehrperiode (Jahre)			
				1–30 häufig	30–100 selten	100–300 sehr selten	>300 extrem selten
1		Borg- und Skitourerouten (gemäss Karten SAC u.ä.)	Naturlandschaften	3	3	3	3
2.1		Kommerzielle Wanderwege und Loipen, Flurwege, Leitungen von kommunaler Bedeutung		2	3	3	3
2.2	Unbewohnte Gebäude (Remisen, Weidescheunen u.ä.)	Verkehrswege von kommunaler Bedeutung, Leitungen von kommunaler Bedeutung	Wald mit Schutzfunktion, landwirtschaftlich genutztes Land	2	2	3	3
2.3	Zeitweise oder dauernd bewohnte Einzelgebäude und Weiler, Ställe	Verkehrswege von kantonaler oder grosser kommunaler Bedeutung, Leitungen von nationaler Bedeutung, Bergbahnen, Zonen für Skiabfahrts- und -übungsgelände	Wald mit Schutzfunktion, sofern er geschlossene Siedlung schützt	1	1	2	3
3.1		Verkehrswege von nationaler oder grosser kantonaler Bedeutung, Ski- und Sessellifte		0	1	2	3
3.2	Geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industrie, Bauzonen, Campingplätze, Freizeit- und Sportanlagen	Stationen diverser Beförderungsmittel		0	0	1	2
3.3	Sonderrisiken bzw. besondere Schadenanfälligkeit oder Sekundärschäden	Sonderrisiken bzw. besondere Schadenanfälligkeit oder Sekundärschäden		Festlegung fallweise			

5.1.3 Ökologische Entwicklungsziele

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden folgende ökologische Entwicklungsziele definiert:

- Erarbeitung eines Vorschlags für die Ausscheidung des Gewässerraums.
- Verbesserung der Längsvernetzung (Ökomorphologie), wo möglich.
- Schutz der vorhandenen Lebensräume.

5.1.4 Sozioökonomische Entwicklungsziele

Die sozioökonomischen Entwicklungsziele werden im Rahmen des Gesamtkonzeptes ISK Vitznauer Bäche diskutiert.

5.1.5 Ziele Erholungskonzept und Besucherlenkung

Die Ziele zu Erholungskonzept und Besucherlenkung werden im Rahmen des Gesamtkonzeptes ISK Vitznauer Bäche definiert.

5.2 Erfolgskontrolle

Erfolgskontrollen sind derzeit nicht bekannt. Im Bedarfsfall sind diese im Rahmen des Gesamtkonzept ISK Vitznauer Bäche zu bestimmen.

6 PROJEKTANNAHMEN

6.1 Angestrebter Schutzgrad

Die Schutzziele des Bundes und des Kantons Luzern wurden für den Prozess Hochwasser übernommen (Tabelle 9). Der massgebende Prozess im Altdorfbach ist der Prozess Murgang, bei welchem das Kriterium „schwache Intensität“ nicht vorkommt (Abbildung 20).





Kriterien bei Übermurgung	
starke Intensität:	$h > 1\text{ m}$ und $v > 1\text{ m/s}$
mittlere Intensität:	$h < 1\text{ m}$ oder $v < 1\text{ m/s}$
schwache Intensität:	keine
 h = Mächtigkeit der Murgang-Ablagerung v = Fliessgeschwindigkeit des Murgangs	

Abbildung 20: Kriterien bei Übermurgung gemäss Empfehlungen Bund [1].

Für Übermurgungen wurden deshalb die Schutzziele für die Objektkategorie 2.3 (Verkehrswege von kantonaler Bedeutung), 3.1 (Verkehrswege von nationaler oder grosser kantonaler Bedeutung) und 3.2 (geschlossene Siedlungen) für das Vorprojekt optimiert und angepasst. Für die restlichen Objektkategorien wurden die generellen Schutzziele gemäss Bund übernommen (\geq mittlere Intensität zulässig).

Tabelle 10: Für das Vorprojekt optimierte Schutzzielmatrix für Murgangprozesse (rot: zulässige Intensitäten für den Prozess Murgang, schwarz/weiss: zulässige Intensitäten gemäss Schutzzielmatrix des Bundes [2][1]).

Legende

	= vollständiger Schutz	= keine Intensität zulässig	= 0
	= Schutz vor mittleren und starken Intensitäten	= schwache Intensität zulässig	= 1
	= Schutz vor starken Intensitäten	= mittlere Intensität zulässig	= 2
	= fehlender Schutz	= starke Intensität zulässig	= 3

Objektkategorie				Schutzziele			
				Wiederkehrperiode (Jahre)			
				1–30	30–100	100–300	>300
				häufig	selten	sehr selten	extrem selten
Nr.	Sachwerte	Infrastruktur-Anlagen	Naturwert				
2.3	Zeitweise oder dauernd bewohnte Einzelgebäude und Weiler, Ställe	Verkehrswege von kantonaler oder grosser kommunaler Bedeutung, Leitungen von nationaler Bedeutung, Bergbahnen, Zonen für Skiabfahrts- und -übungsgelände	Wald mit Schutzfunktion, sofern er geschlossene Siedlung schützt	0 1	0 1	2 2	3 3
3.1		Verkehrswege von nationaler oder grosser kantonaler Bedeutung, Ski- und Sessellifte		0 0	0 1	2 2	3 3
3.2	Geschlossene Siedlungen, Gewerbe und Industrie, Bauzonen, Campingplätze, Freizeit- und Sportanlagen	Stationen diverser Beförderungsmittel		0 0	0 0	2 1	3 2

Für **geschlossene Siedlungen** (Objektkategorie 3.2) ist bis und mit einem seltenen Hochwasser-/Murgangereignis keine Intensität zugelassen (vollständiger Schutz). Bei einem sehr seltenen Ereignis sind bei Hochwasser schwache Intensitäten und bei Murgang mittlere Intensitäten zugelassen. Bei einem Extremereignis können bei Hochwasser mittlere und bei Murgang starke Intensitäten auftreten (Zerstörung von Gebäuden möglich).

Für **Verkehrswege von nationaler oder grosser kantonaler Bedeutung** (Objektkategorie 3.1) sind bei häufigen Ereignissen sowohl bei Hochwasser wie auch bei Murgängen keine Intensitäten zugelassen. Bei seltenen Hochwasserereignissen sind schwache Intensität zugelassen, für seltene Murgangereignisse wird jedoch ein vollständiger Schutz angestrebt (keine Intensität). Bei einem sehr seltenen Ereignis sind bei Hochwasser und Murgängen mittlere Intensitäten zugelassen, gewisse Schäden werden somit akzeptiert. Bei einem Extremereignis können bei Hochwasser und Murgängen starke Intensitäten auftreten (Zerstörung von Infrastruktur und Verkehrswegen möglich).

Für **Verkehrswege von kantonaler oder grosser kommunaler Bedeutung** (Objektkategorie 2.2) ist bis und mit einem seltenen Hochwasserereignis schwache Intensität zugelassen, für Murgangereignisse wird jedoch ein vollständiger Schutz angestrebt (keine Intensität). Bei einem sehr seltenen Ereignis sind bei Hochwasser und Murgängen mittlere Intensitäten zugelassen, gewisse Schäden werden somit akzeptiert. Bei einem Extremereignis können bei Hochwasser und Murgängen starke Intensitäten auftreten.

Für alle Vorprojekte des ISK Vitznauer Bäche wurde folgender Schutzgrad festgelegt:

- Personenrisiken sind für häufige und seltene Ereignisse nicht zugelassen. Für sehr seltene Ereignisse und Extremereignisse ist den Personenrisiken mit organisatorischen Massnahmen zu begegnen. Dies ist auf Grund von grösseren Vorwarnzeiten möglich.
- Ausserhalb von Schutzbauwerken (z.B. Geschiebesammler, Entlastungskorridor) ist das gesamte Siedlungsgebiet von Vitznau als geschlossene Siedlung, d.h. Objektkategorie 3.2 zu behandeln.
- Innerhalb von Schutzbauwerken im Siedlungsgebiet (z.B. Geschiebesammler, Entlastungskorridor) wird der Schutz von Objekten nach den Kriterien der Verhältnismässigkeit einzeln betrachtet. Es gilt die Verhältnismässigkeit (Nachhaltigkeitsbetrachtung) zwischen dem zu erwartenden Schaden und den Massnahmenkosten für den zusätzlichen Schutz für diese Objekte.
- Zur Bewältigung des sehr seltenen Ereignisses und auch teilweise des Extremereignisses, ist bei allen Bächen ein Entlastungskorridor erforderlich. Dieser Korridor muss raumplanerisch freigehalten werden.

Grundsätzlich ist für das gesamte Siedlungsgebiet von Vitznau eine Differenzierung der Massnahmenziele anzustreben (d.h. beispielsweise kommunale Verkehrswege innerhalb der geschlossenen Siedlung haben ein geringeres Schutzziel als bewohnte Häuser oder Industriegebäude).

6.2 Dimensionierungskonzept

Die Szenarien für Hochwasser- und Murgangprozesse wurden vom ISK Vitznauer Bäche [17] übernommen. Dieses vermerkt, dass die Unsicherheiten bezüglich Prozessverhalten beim Altdorfbach sehr gross sind. Bei der Dimensionierung der Massnahmen wurden folgende Hauptprozesse betrachtet:

- Murgang
- Reinwasser

6.2.1 Murgang

Für eine detailliertere Massnahmenplanung wurden im Rahmen des vorliegenden Vorprojektes für den Prozess Murgang zusätzliche Charakteristiken definiert (Murschub-Verhalten, Rheologie und Maximalabfluss Q_{\max}).

Charakteristik

Tabelle 11: Murgangsszenarien gemäss ISK Vitznauer Bäche [17] ergänzt mit Bestimmung der Murschübe, Rheologie und Maximalabflüssen Q_{\max} .

Szenario Murgang	G30	G100	G300	G_EHQ*
	häufiges Ereignis	seltene Ereignis	sehr seltenes Ereignis	Extrem- ereignis
Volumen [m ³]	18'000	45'000	80'000	350'000*
Hauptschub [m ³]	9'000	15'000	20'000	70'000
Anz. Schübe	3	3-5	5-8	
Typ1	granular	granular	granular	

Q_{\max} [m ³ /s]	160	240	300	
Typ2	mittelkörnig	mittelkörnig	mittelkörnig	
Q_{\max} [m ³ /s]	100	140	180	
Gewähltes Q_{\max}	150	200	250	

*Grossereignis inklusive Massenbewegungsprozesse wie Felsrutschungen, Schuttströme kombiniert mit Murgängen, angegebenes Volumen entspricht der oberen Bandbreite

Verlandungsgefälle

Das Verlandungsgefälle (VG) bezeichnet das sich einstellende Gefälle einer Ablagerung hinter einer Rückhaltemassnahme und ist für die Berechnung des Rückhaltevolumens entscheidend. Für die Vitznauer Bäche wurde von der Gesamtprojektleitung folgendes definiert [21]:

- Im kleineren, liquiden Ereignis ist ein VG von 1/2 des Sohlengefalles des Kegelbereichs anzunehmen.
- Im grossen Ereignis, das eher zähflüssig ist, ist ein VG von 1/2 bis 2/3 des Sohlengefalles des Kegelbereichs anzunehmen.

Gemäss Schutzzielmatrix ist das Bemessungsereignis das 100- bzw. 300-jährliche Murgangereignis. Dieses ist als gross bzw. sehr gross einzustufen. Bei einem vorhandenen Sohlengefälle im Kegelbereich von rund 15 % (Kapitel 4.4, Abbildung 4) und dem Faktor von 2/3, ergibt dies ein Verlandungsgefälle von 10 %.

Verlandungsgefälle (VG) = 10 % (bei > G100)

Ablagerungsgefälle

Das Ablagerungsgefälle stellt sich bei allmählichem Stillstand des Murgangs ein und ist in der Regel sohlenparallel. Ab ca. 10 % Sohlenneigung kann der Stillstand einer Mure beginnen. Dies ist beim Altdorfbach ungefähr ab oberhalb der Altdorfstrasse der Fall (km 0+220). Unterhalb beträgt die Sohlenneigung rund 9 % und oberhalb rund 15 %. Das Ablagerungsgefälle wird daher im Bereich von rund 15 % liegen.

Ablagerungsgefälle (AG) = 15 % (im oberen Kegelbereich)

6.2.2 Reinwasser

Hochwasserwerte

Gemäss [17] sind folgende Hochwasserabflüsse (Reinwasser) für den Altdorfbach massgebend (Tabelle 12):

Tabelle 12: Hochwasserszenarien gemäss ISK Vitznauer Bäche [17].

Szenario Hochwasser	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ
	häufiges Ereignis	seltenes Ereignis	sehr seltenes Ereignis	Extrem-ereig- nis
Abflüsse [m³/s]	32	57	79	104

Freibord

Das benötigte Freibord richtet sich nach den Empfehlungen der KOHS [12] und wird wie folgt berechnet:

$$f_{\min} \leq f = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2} \leq f_{\max}$$

mit:

- f_w = Freibord aufgrund von Unschärfen der Wasserspiegellage
- f_v = Freibord aufgrund von Wellenbildung und Rückstau
- f_t = Freibord aufgrund von Treibgut in Brückenquerschnitten

Der bestehende Rückhalteraum bei km 0+600 hält im Lastfall Reinwasser anfallendes Treibgut zurück. Daher kann in diesem Fall der Wert für f_t auf null gesetzt werden.

In offenen Gerinneabschnitten berechnet sich das Freibord daher wie folgt:

$$f_{\min} \leq f = \sqrt{f_w^2 + f_v^2} = \sqrt{(0.06 + 0.06 \cdot h)^2 + \sigma_{wz}^2 + \left(\frac{v^2}{2g}\right)^2} \leq f_{\max}$$

mit:

- v = mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]
- g = Erdbeschleunigung [m/s²]
- h = mittlere Abflusstiefe [m]
- σ_{wz} = Beiwert [0.1; 1.0], für stabile Sohle gilt $\sigma_{wz} = 0$ [-]

Bei einer mittleren Fließgeschwindigkeit von 9.0 m/s, einer mittleren Abflusstiefe von 1.6 m und einem Sigma Wert von 0.0 beträgt das errechnete Freibord (SOLL: $0.5 < f < 1.5$ m):

$$f = \sqrt{(0.06 + 0.06 \cdot 1.6)^2 + 0^2 + \left(\frac{9.0^2}{2g}\right)^2} = 4.1 \text{ m} \geq 1.5 \text{ m (Soll)}$$

Gemäss [12] gilt jedoch für Bäche mit fluvialen Geschiebetransport ein maximales Freibord von 1.5 m. Unter Berücksichtigung, dass Massnahmen für den Murgangrückhalt getroffen werden, wurde in Absprache mit dem Kanton Luzern ein Freibord von 1.0 m festgelegt, was sowohl für das offene Gerinne als auch Brückenquerschnitte gilt.

Freibord Altdorfbach: gewählt 1.0 m

6.2.3 Ausbaugrad

Basierend auf der Schutzzielmatrix (vgl. Kapitel 6.1) lassen sich verschiedene Ausbaugrade in Erwägung ziehen, für welche die in den folgenden Kapiteln 7.2 bis 7.4 beschriebenen Varianten ausgearbeitet wurden.

Ausbaugrad G100

Bei einem G300 Ereignis dürfen gemäss der optimierten Schutzzielmatrix (Tabelle 10) lediglich mittlere, aber keine starken Intensitäten auftreten. Starke Intensitäten entstehen bereits bei Abflusshöhen von mehr als 1.0 m und bei Fliessgeschwindigkeiten von mehr als 1.0 m/s (vgl. Kapitel 6.1).

Bei einem Ausbau auf G100 erzeugen die Murgangkubaturen, die über G100, aber unter G300 liegen und daher ausbrechen, aufgrund der grossen Kubaturen gebietsweise starke Intensitäten. Daher ist ein Ausbau auf G100 zwar möglich, ohne flankierende Massnahmen aber für die Einhaltung der Schutzzielmatrix nicht ausreichend.

Ausbaugrad zwischen G100 und G300

Verschiedene Auswertungen von Rückhaltevolumina an potentiellen Rückhaltestandorten haben gezeigt, dass ein theoretischer Ausbau auf beispielsweise 62'000 m³ (G300 = 80'000 m³ abzgl. bestehender Rückhalt bei km 0+600 = 10'000 m³, abzgl. Kapazität Altdorfbach = ca. 8'000 m³) nur unwesentlich geringere Massnahmen erfordern als der Ausbau auf 80'000 m³.

Die im Rahmen der zweiten Auftragserweiterung zusätzlich zu untersuchende Variante (V4opt) reduziert den Ausbaugrad soweit, dass die in der Schutzzielmatrix geforderten Schutzziele eingehalten werden können. Im sehr seltenen Ereignis (G300) sind Gefährdungen mittlerer Intensität toleriert.

Ausbaugrad G300

Im Kapitel 7.2.1 werden verschiedene Rückhaltmassnahmen erläutert und bewertet. Alle Varianten haben gemeinsam, dass theoretisch sowohl das G100 Ereignis als auch das G300 Ereignis bewältigt werden kann. Zur Bewältigung des G300 Ereignisses sind jedoch zusätzliche Massnahmen, wie höhere Mauern oder Dämme, erforderlich.

7 VARIANTENSTUDIUM

7.1 Allgemeiner Beschrieb

7.1.1 Massnahmenkonzepte

Prinzipiell können zur Lösung der Hochwasser- und Murgangproblematik Massnahmen aus folgendem Massnahmenpool gewählt werden:

1. Raumplanerische Massnahmen (Auszonung, etc.).
2. Organisatorische Massnahmen (Notfallkonzept, Alarmsystem, etc.).
3. Unterhaltsmassnahmen.
4. Bauliche Massnahmen.

Aufgrund der enormen Murgangkubaturen sind Massnahmen der Kategorie 1 bis 3 nicht ausreichend um das Schadenpotential massgeblich verringern zu können. Es sind daher zwingend bauliche Massnahmen erforderlich.

Bauliche Massnahmen lassen sich in folgende Konzepte unterteilen:

1. Durchleiten, z.B. Ausbau bestehendes Gerinne.
2. Umleiten, z.B. Entlastungsgerinne.
3. Rückhalten, z.B. Rückhaltebauwerke, Netze, etc.
4. Objektschutz.

7.1.2 Durchleiten

Da das Kegelgefälle im unteren Kegelbereich, welches direkt im Siedlungsgebiet liegt, ca. 9 % und im Mündungsbereich ca. 5 % aufweist, kommt das Konzept Durchleiten nicht in Frage. Dies deshalb, da das Ablagerungsgefälle, wie unter Kapitel 6.2.1 beschreiben, im Bereich von rund 15 % liegt. Das bedeutet, dass der Murgang nicht bis in den See, sondern schon vorzeitig, im Siedlungsgebiet zum Stillstand kommen könnte, was zu seitlichen Ausbrüchen und damit zu enormen Schäden führen würde.

7.1.3 Umleiten

Eine Überleitung in den Kalibach wurde diskutiert. Die Dosierung des Murgangmaterials und der Zeitpunkt für den Beginn der Umleitung sind enorm heikel und müssten pro Murgangtyp wieder einzeln regulierbar sein. Ein Umleiten durch einen geschlossenen Kanal wurde aufgrund der grossen Gefahr einer Verklausung ausgeschlossen. Ein offenes Gerinne wurde grob berechnet. Dieses weist ein zu geringes Gefälle auf. Hier besteht die Gefahr von Murgangablagerung in der Umleitung selbst, welche dann zu ungewollten Ausbrüchen führen kann. Aus diesen Gründen wurde das Konzept für das Umleiten nicht detaillierter betrachtet.

7.1.4 Rückhalten

Es wurden verschiedene Rückhaltekonzepte betrachtet. Hierbei erfolgte eine weitere Konzeptunterteilung in:

1. Rückhaltmassnahmen im Einzugsgebiet.
2. Rückhaltmassnahmen im Transitgebiet.
3. Rückhaltmassnahmen im Siedlungsgebiet.
4. Teilrückhalt im Einzugs-, Transit- und/oder Siedlungsgebiet.

zu 1: Rückhaltemassnahmen im Einzugsgebiet

Massnahmen im Einzugsgebiet wurden im Rahmen von Drittprojekten untersucht und aufgrund des Ausmasses der erforderlichen Massnahmen und den daraus resultierenden Kosten als nicht zielführend erachtet [23]. Die detaillierten Erkenntnisse werden in die weitere Planung integriert.

zu 2: Rückhaltemassnahmen im Transitgebiet

Massnahmen im Transitgebiet sind möglich und werden in den folgenden Unterkapiteln aufgezeigt.

zu 3: Rückhaltemassnahmen im Siedlungsgebiet

Massnahmen im Siedlungsgebiet sind möglich und werden in den folgenden Unterkapiteln aufgezeigt.

zu 4: Teilrückhalt im Einzugs-, Transit- und/oder Siedlungsgebiet

Ein Teilrückhalt im Transit- und/oder Siedlungsgebiet ist möglich und wird in den folgenden Unterkapiteln aufgezeigt. Hingegen gelten Teilrückhaltemassnahmen im Einzugsgebiet wie unter Punkt 1 erwähnt, als nicht zielführend.

7.1.5 Objektschutz

Allein mittels Objektschutzmassnahmen kann der geforderte Schutzgrad nicht erreicht werden, da die zu bewältigenden Murgangkubaturen zu gross sind. Als Ergänzung zu anderen baulichen Massnahmen sind Objektschutzmassnahmen jedoch denkbar und werden daher in der Variantenbetrachtung berücksichtigt.

7.2 Variantenstudium Phase 1

7.2.1 Variantenübersicht

Insgesamt wurden acht Rückhaltevarianten untersucht. Vier davon befinden sich im Transitgebiet im Hauptschluss des Altdorfbachs (Varianten 1 bis 4). Weitere vier Varianten befinden sich sowohl im Transit- als auch im Siedlungsgebiet, als auch im Haupt- und im Nebenschluss des Altdorfbachs (Varianten 10 bis 13). Im Folgenden werden diese näher dargestellt:

Variante 1:

Massnahmen

- Erhöhung des vorhandenen Rückhalterums bei km 0+600 um ca. 5 m. Dadurch entsteht ein Rückhaltevolumen von ca. 25'000 m³.
- Bau eines neuen Rückhalterums bei km 0+950 mit einem Rückhaltevolumen von ca. 55'000 m³.

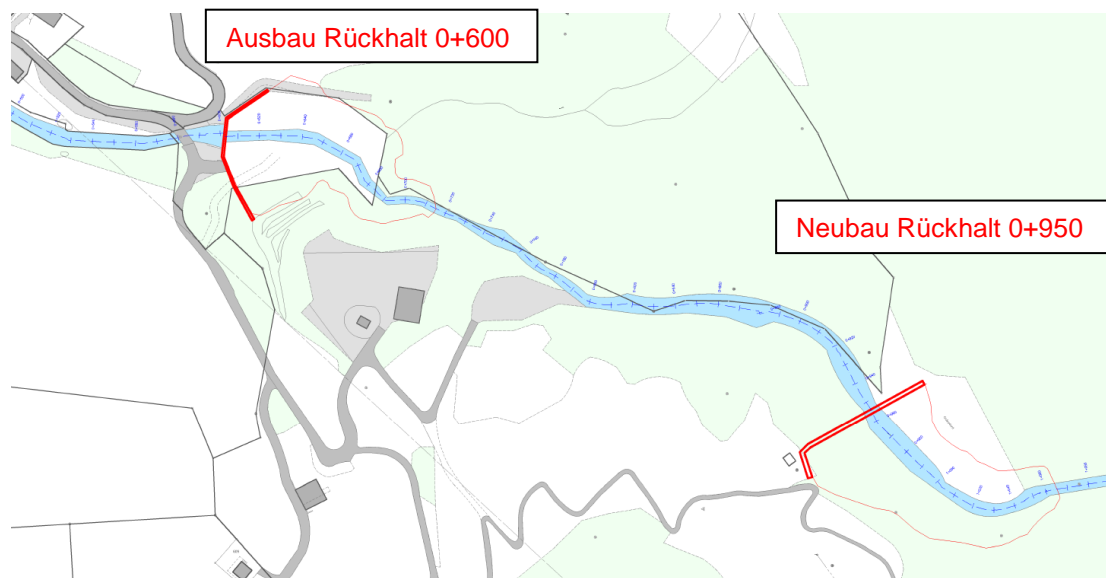


Abbildung 21: Variante 1, Ausbau bestehender Rückhalt 0+600, Neubau Rückhalt 0+950

Vorteile

- Rückhalt von G300.
- Robustes System, da im Hauptschluss (bei VG 10 %).
- Entwässerung Rückhalt über Altdorfbach.
- bestehender Geschieberückhalt wird genutzt.
- Bei Verlandungsgefälle 0 %: Rückhaltevolumen > 45'000 m³ (G100).
- Rückhalt 0+950 ist kaum einsehbar.

Nachteile

- Grosses Querbauwerk bei 0+950 erforderlich.
- Zufahrtsstrasse 0+950 erforderlich.
- Erhöhung Rückhalt 0+600 erforderlich.
- System nur robust, wenn VG ≥ 10 % bzw. Annahmen zutreffen.

Variante 2:

Massnahmen

- Erhöhung des vorhandenen Rückhalteraums bei km 0+600 um ca. 5 m. Dadurch entsteht ein Rückhaltevolumen von ca. 25'000 m³.
- Bau eines neuen Rückhalteraums bei km 0+675 mit einem Rückhaltevolumen von ca. 55'000 m³.

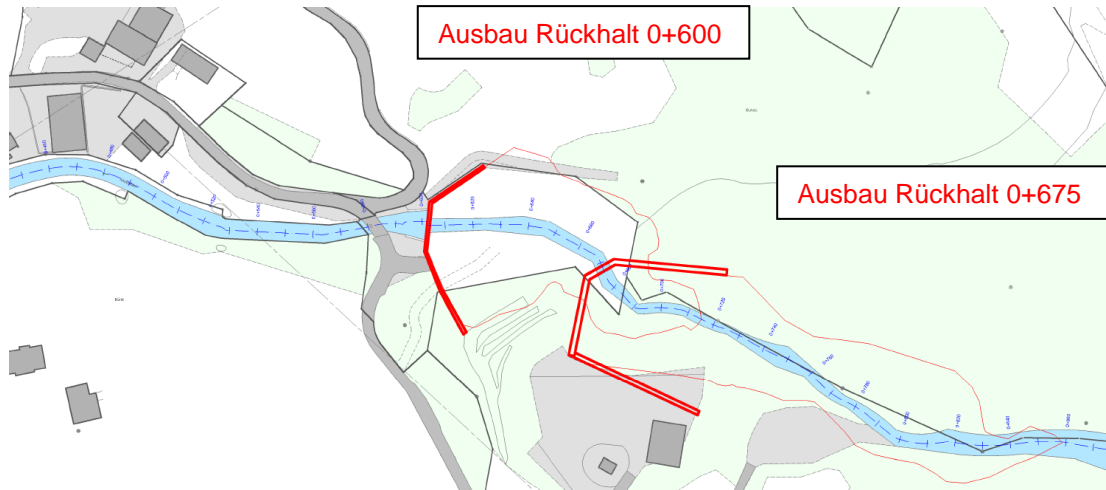


Abbildung 22: Variante 2, Ausbau bestehender Rückhalt 0+600, Neubau Rückhalt 0+675

Vorteile

- Rückhalt von G300.
- Robustes System, da im Hauptschluss.
- Entwässerung Rückhalt über Altdorfbach.
- bestehender Geschieberückhalt wird genutzt.
- Bei Verlandungsgefälle 0 %: Rückhaltevolumen > 43'000 m³ (~G100).
- Zufahrtsstrasse 0+675 vorhanden, ggf. Teilausbau erforderlich.

Nachteile

- Grosses Querbauwerk bei 0+675 erforderlich.
- Erhöhung Rückhalt 0+600 erforderlich.
- Rückhalt 0+675 teilweise einsehbar.
- System nur robust, wenn VG ≥ 10 % bzw. Annahmen zutreffen.

Variante 3:

Massnahmen

- Keine Massnahmen am bestehenden Rückhalteraum bei km 0+600, bestehendes Volumen ca. 10'000 m³.
- Bau eines neuen Rückhalterums bei km 0+675 mit einem Rückhaltevolumen von ca. 34'000 m³.
- Bau eines neuen Rückhalterums bei km 0+740 mit einem Rückhaltevolumen von ca. 37'000 m³.

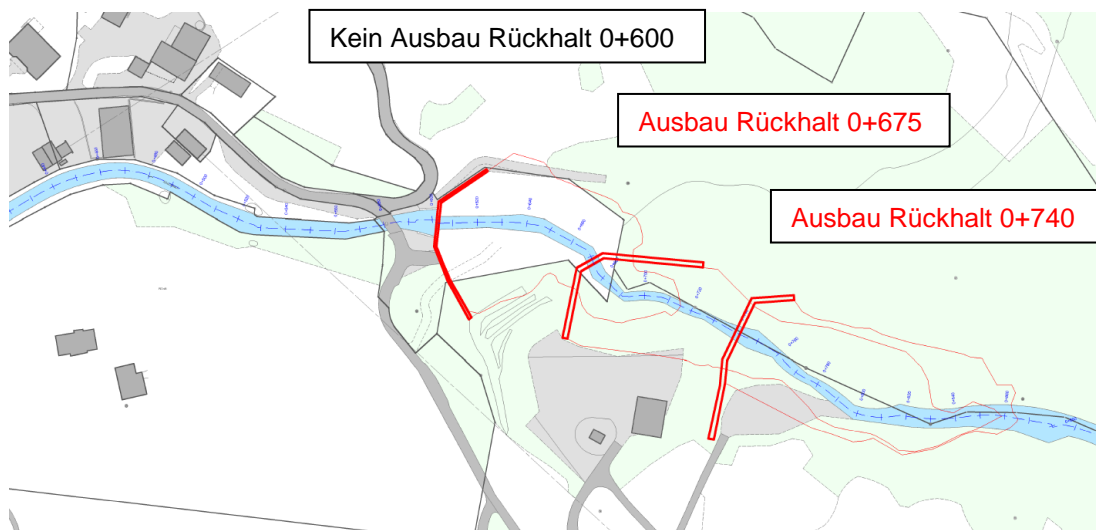


Abbildung 23: Variante 3, Kein Ausbau des bestehenden Rückhalts 0+600, Neubau Rückhalt 0+675, Neubau Rückhalt 0+740

Vorteile

- Rückhalt von G300.
- Robustes System, da im Hauptschluss.
- Entwässerung Rückhalt über Altdorfbach.
- bestehender Geschieberückhalt wird genutzt.
- Bei Verlandungsgefälle 0 %: Rückhaltevolumen > 38'000 m³ (~G70-100).
- Keine Massnahmen am bestehenden Rückhalt 0+600 erforderlich.
- Zufahrtsstrasse 0+675 vorhanden, ggf. Teilausbau erforderlich.
- Zufahrtsstrasse 0+740 vorhanden, ggf. ausbauen.

Nachteile

- Grosses Querbauwerk bei 0+675 erforderlich.
- Grosses Querbauwerk bei 0+740 erforderlich.
- Rückhalt 0+675 teilweise einsehbar.
- Rückhalt 0+740 teilweise einsehbar.
- System nur robust, wenn VG ≥ 10 % bzw. Annahmen zutreffen.

Variante 10:

Massnahmen

- Erhöhung des vorhandenen Rückhalteraums bei km 0+600 um ca. 5 m. Dadurch entsteht ein Rückhaltevolumen von ca. 25'000 m³. Bau einer Überleitung.
- Bau eines neuen Rückhalteraums bei km 0+675 mit einem Rückhaltevolumen von ca. 34'000 m³.
- Bau eines neuen Rückhalteraums bei km 0+500 mit einem Rückhaltevolumen von ca. 23'000 m³.

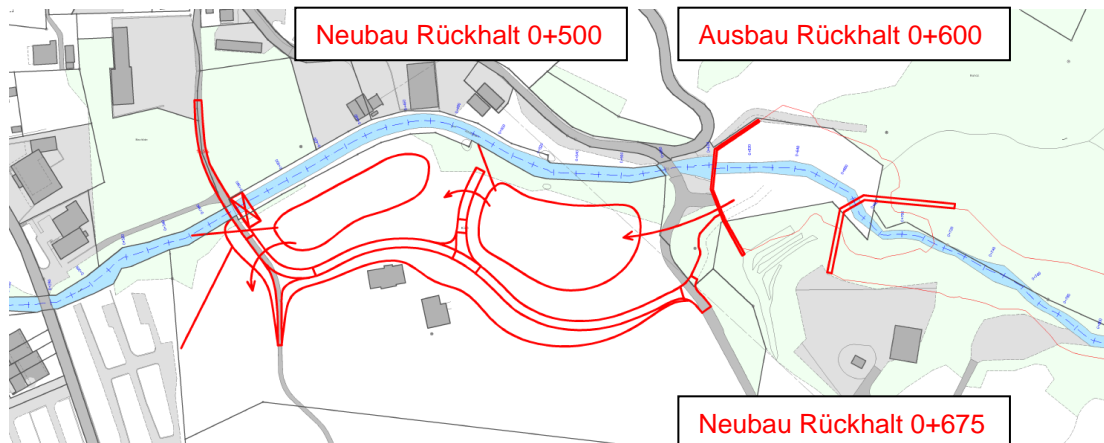


Abbildung 24: Variante 10, Ausbau des bestehenden Rückhalts 0+600 inkl. Überleitung, Neubau Rückhalt 0+675, Neubau Rückhalt 0+500

Vorteile

- Rückhalt von G300.
- Entwässerung Rückhalt über Altdorfbach möglich.
- bestehender Geschieberückhalt wird genutzt.
- Bei Verlandungsgefälle 0 %: Rückhaltevolumen > 36'000 m³ (~G70-100).
- Zufahrtsstrasse 0+675 vorhanden, ggf. Teilausbau erforderlich.

Nachteile

- Überleitungskorridor von Rückhalt 0+600 in 0+500 erforderlich (hohe Versagensgefahr).
- Grosses Querbauwerk bei 0+675 erforderlich.
- Erhöhung Rückhalt 0+600 erforderlich.
- Alle Bauwerke sind einsehbar.
- System nur robust, wenn VG ≥ 10 % bzw. Annahmen zutreffen.
- Landbedarf (Landwirtschaftszone 1 und 2, Freihaltezone).

Variante 11:

Massnahmen

- Anpassung des vorhandenen Rückhalteraums bei km 0+600, Bau einer Überleitung. Rückhaltevolumen ca. 10'000 m³.
- Bau eines neuen Rückhalteraums bei km 0+500b mit einem Rückhaltevolumen von ca. 70'000 m³.

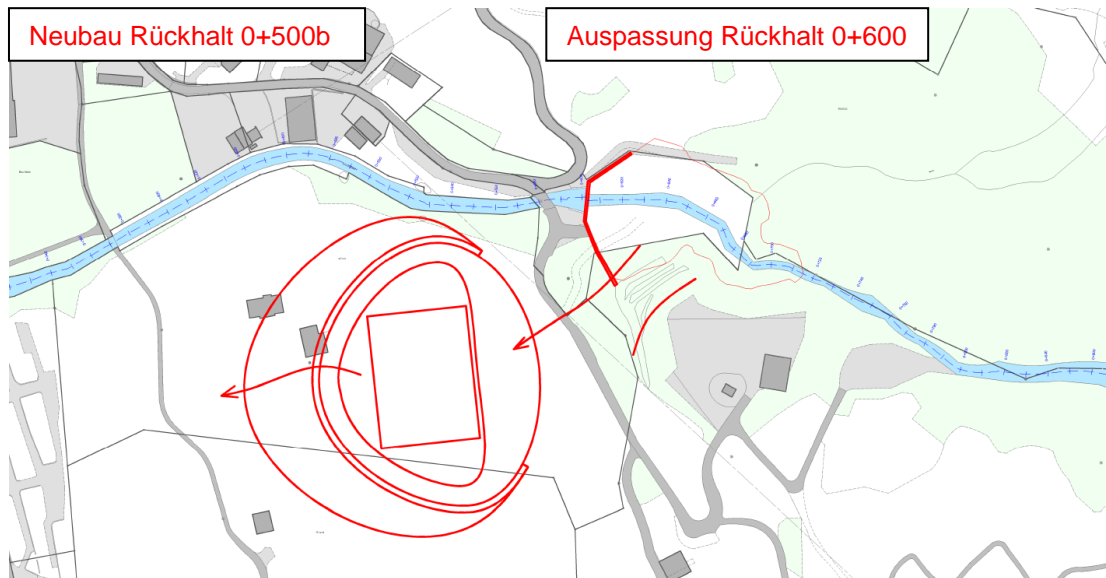


Abbildung 25: Variante 11, Umbau des bestehenden Rückhalts 0+600, Bau einer Überleitung, Neubau Rückhalt 0+500b

Vorteile

- Rückhalt von G300.
- bestehender Geschieberückhalt wird genutzt.
- Bei Verlandungsgefälle 0 %: Rückhaltevolumen > 43'000 m³ (~G100).
- Zufahrtsstrasse 0+600 vorhanden, ggf. Teilausbau erforderlich.
- Rückhalteraum 0+500b als Veranstaltungsplatz nutzbar.

Nachteile

- Überleitungskorridor von Rückhalt 0+600 in 0+500b erforderlich (hohe Versagensgefahr).
- Strassenanpassung erforderlich.
- Bestehendes Gebäude liegt im Rückhalteraum 0+500b.
- Separate Wasserableitung aus Rückhalt 0+500b erforderlich (>Q!).
- Alle Bauwerke sind einsehbar.
- System nur robust, wenn VG ≥ 10 % bzw. Annahmen zutreffen.
- Landbedarf (Landwirtschaftszone 1 und 2, Freihaltezone).

Variante 12:

Massnahmen

- Bau eines neuen Rückhalteraums bei km 0+675 mit einem Rückhaltevolumen von ca. 34'000 m³. Bau einer Überleitung.
- Bau eines neuen Rückhalteraums bei km 0+500c mit einem Rückhaltevolumen von ca. 55'000 m³.

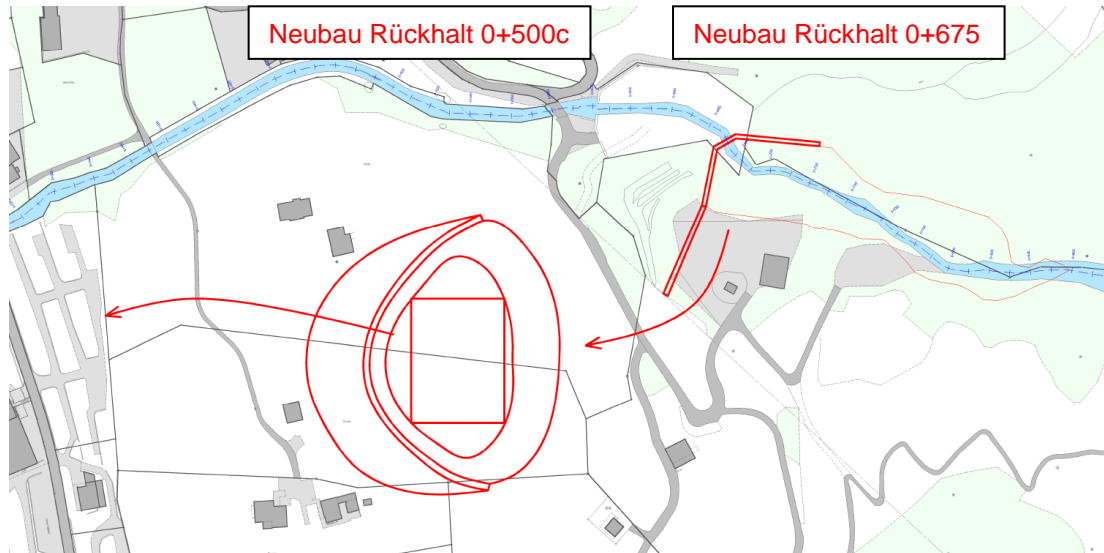


Abbildung 26: Variante 12, Neubau Rückhalt 0+675, Bau einer Überleitung, Neubau Rückhalt 0+500c

Vorteile

- Rückhalt von G300.
- Bei Verlandungsgefälle 0 %: Rückhaltevolumen > 42'000 m³ (~G100).
- Zufahrtsstrasse 0+675 vorhanden, ggf. Teilausbau erforderlich.
- Rückhalteraum 0+500c als Veranstaltungsplatz nutzbar.
- Kein Gebäude im Projektperimeter (Ausnahme bei 0+675).

Nachteile

- Überleitungskorridor von Rückhalt 0+675 in 0+500c erforderlich (hohe Versagensgefahr, Zufahrt während Ereignis nicht möglich).
- Strassenanpassung erforderlich.
- bestehender Geschieberückhalt wird nicht genutzt (zusätzliche Sicherheit).
- Grosses Querbauwerk bei 0+675 erforderlich.
- Objektschutz bei Gebäude 0+675 erforderlich (Werkhof).
- Separate Wasserableitung aus Rückhalt erforderlich (>Q!).
- Alle Bauwerke sind einsehbar.
- System nur robust, wenn VG ≥ 10 % bzw. Annahmen zutreffen.
- Landbedarf (Landwirtschaftszone 1 und 2, Freihaltezone).

Variante 13:

Massnahmen

- Bau eines neuen Rückhalteraums bei km 0+740 mit einem Rückhaltevolumen von ca. 26'000 m³. Bau einer Überleitung.
- Bau eines neuen Rückhalteraums bei km 0+500c mit einem Rückhaltevolumen von ca. 55'000 m³.

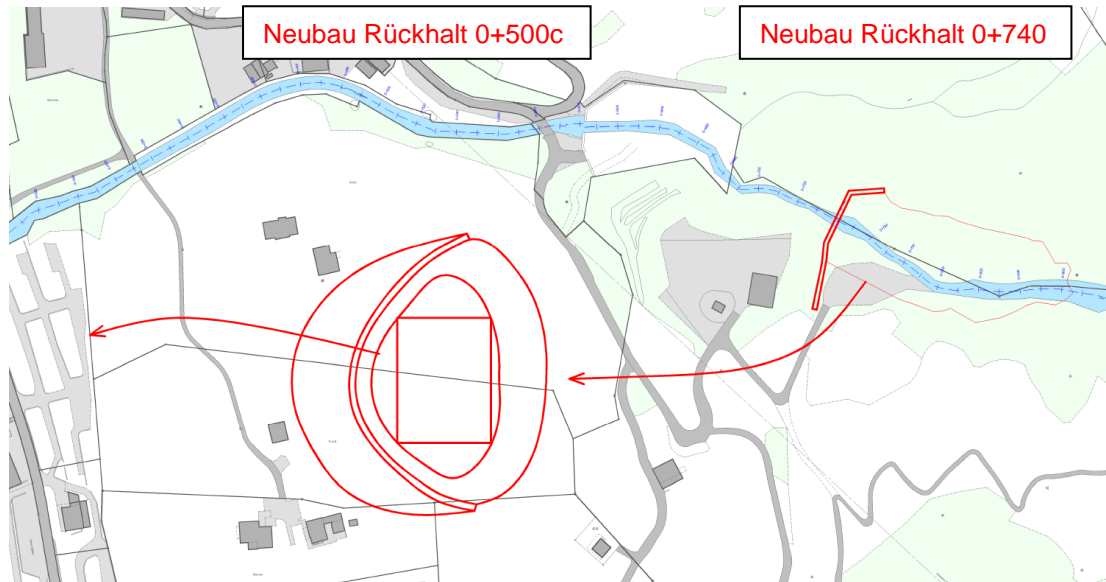


Abbildung 27: Variante 13, Neubau Rückhalt 0+740, Bau einer Überleitung, Neubau Rückhalt 0+500c

Vorteile

- Rückhalt von G300.
- Bei Verlandungsgefälle 0 %: Rückhaltevolumen > 38'000 m³ (~G70-100).
- Zufahrtsstrasse 0+740 vorhanden, ggf. Teilausbau erforderlich.
- Rückhalteraum 0+500c als Veranstaltungsplatz nutzbar.
- Kein Gebäude im Projektperimeter.

Nachteile

- Überleitungskorridor von Rückhalt 0+740 in 0+500c erforderlich (hohe Versagensgefahr, Zufahrt während Ereignis nicht möglich).
- Strassenanpassung erforderlich.
- bestehender Geschieberückhalt wird nicht genutzt (zusätzliche Sicherheit).
- Grosses Querbauwerk bei 0+740 erforderlich.
- Separate Wasserableitung aus Rückhalt erforderlich (>Q!).
- Alle Bauwerke sind einsehbar.
- System nur robust, wenn VG ≥ 10 % bzw. Annahmen zutreffen.
- Landbedarf (Landwirtschaftszone 1 und 2, Freihaltezone).

7.2.2 Variantenbewertung

In Anlehnung an Kapitel 5.1 erfolgt eine Bewertung der in vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Varianten (Tabelle 13). Folgende Bewertungskriterien wurden berücksichtigt:

1. Erfüllung Schutzgrad
Das Konzept erfüllt den geforderten Schutzgrad sowohl für die Lastfälle Reinwasser als auch für den Lastfall Murgang.
2. Robuste Lösung
Das Konzept sieht eine robuste Lösung bis zur Erreichung des Schutzziels vor. Das Versagensrisiko ist minimal.
3. Überlastfall
Im Überlastfall wird das Schadenpotential gegenüber der heutigen Situation verbessert.
4. Inventare und Landschaft
Die bestehenden Schutzgüter werden geschont. Der Eingriff in das Landschaftsbild ist gering.
5. Bestehende Verbauungsstrukturen
Bestehende Verbauungsstrukturen werden weiterhin benötigt und ergänzen sich.
6. Nutzen/Kosten-Verhältnis
Das Nutzen/Kosten-Verhältnis ist grösser 1.0.

Tabelle 13: Variantenbewertung mit Bewertungsmatrix Phase 1

Varianten:

Entlastungskorridor Altdorfbach (Hauptschluss)

- 1 Ausbau Rückhalt 0+600 + Neubau Rückhalt 0+950
- 2 Ausbau Rückhalt 0+600 + Neubau Rückhalt 0+675
- 3 Neubau Rückhalt 0+675 + Neubau Rückhalt 0+740

Entlastungskorridor Campingplatz (Haupt- und Nebenschluss)

- 10 Ausbau Rückhalt 0+600 + Neubau Rückhalt 0+675 + Neubau Rückhalt 0+500 (bzw. Entlastungskorridor Altdorfbach)
- 11 Neubau Rückhalt 0+500b
- 12 Neubau Rückhalt 0+500c + Neubau Rückhalt 0+675
- 13 Neubau Rückhalt 0+500c + Neubau Rückhalt 0+740

Bewertungsskala:

5	trifft zu
4	
3	neutral
2	
1	trifft nicht zu

Nr.	Bewertungskriterien	Gewichtung	Varianten						
			Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 10	Var. 11	Var. 12	Var. 13
1	Erfüllung Schutzgrad	25%	5	5	5	5	5	5	5
2	Robuste Lösung	25%	4	4	5	1	2	3	3
3	Überlastfall	10%	1	1	1	3	3	3	3
4	Inventare und Landschaft	10%	4	3	2	2	2	2	2
5	Bestehende Verbauungsstrukturen	10%	4	4	4	3	3	1	1
6	Nutzen/Kosten-Verhältnis	20%	3	4	2	3	3	2	2
Summe		100%	3.8	3.9	3.6	2.9	3.2	3.0	3.0

Erläuterungen zur Tabelle 13:

zu 1. Erfüllung Schutzgrad

Hinsichtlich des Schutzgrades erfüllen bzw. übertreffen alle Varianten den geforderten Schutzgrad für den Lastfall Reinwasser und Murgang.

zu 2. Robuste Lösung

In Variante 3 sind drei Rückhaltebecken vorgesehen. Sollte eins versagen bestehen immer noch zwei weitere Rückhaltebecken. Bei Variante 2 und 3 sind jeweils lediglich zwei Rückhaltebecken vorgesehen. Sollte eins versagen ist das verbleibende Rückhaltevolumen begrenzt.

Die Varianten 10 bis 13 sind hinsichtlich der Robustheit alle als relativ kritisch einzustufen, da die Überleitung (Ausleitung) aus dem Altdorfbach meist strömungsungünstig, fast rechtwinklig erfolgt. Dabei kann es bei mehreren Schüben zu grösseren Ablagerungen im Ausleitbereich kommen und diesen verschliessen. Die Folge davon wäre, dass weitere Schübe wieder in Richtung Altdorfbach abgehen und die Rückhaltebecken auf dem Kegel nicht vollständig gefüllt werden.

zu 3. Überlastfall

Generell gilt, dass das Schadenpotential linksufrig vom Altdorfbach geringer ist als rechtsufrig. Daher sind Varianten, bei denen der Überlastfall über den linken Kegelbereich abgehen, besser zu bewerten, als solche, bei denen der Überlastfall wie bei den bestehenden Gefahrenkarten überwiegend rechtsufrig erfolgt.

Bei den Varianten 1, 2 und 3 erfolgt ohne weitere Massnahmen keine Auslenkung. Der Überlastfall wird wie im Bestand abgeleitet. Bei den Varianten 10 bis 13 erfolgt eine Ablenkung in Richtung des linken Kegelbereichs. Das Versagensrisiko dieser Ablenkungen ist jedoch, wie bereits beschrieben, relativ hoch.

zu 4. Inventar und Landschaft

Die Varianten 10 bis 13 benötigen viel Fläche und sind deutlich sichtbar. Die Variante 3 beinhaltet drei Rückhaltebauwerke, die einen grossen Eingriff in die Natur bedeuten als auch deutlich sichtbar sein werden. Die Variante 2 ist ähnlich der Variante 1, jedoch ist die Einsehbarkeit bei der Variante 2 deutlich höher als bei Variante 1. Für die Variante 1 muss hingegen ein neuer Zufahrtsweg gebaut werden, welcher durch schützenswerte Wiesenflächen führen wird. Da jedoch der bestehende Weg dafür aufgehoben werden kann, sollten die Auswirkungen kompensierbar sein.

zu 5. Bestehende Verbauungsstrukturen

Bei den Varianten 1 bis 3, 10 und 11 ist das bestehende Rückhaltebauwerk Bestandteil des Konzepts. Wobei bei den Varianten 10 und 11 noch grössere Umbauarbeiten am bestehenden Bauwerk erforderlich sind.

Bei den Varianten 12 und 13 hingegen, wird der bestehende Rückhalteraum nicht weiter benötigt bzw. kann lediglich im Versagensfall eine zusätzliche Sicherheit darstellen.

zu 6. Nutzen/Kosten-Verhältnis

Gemäss Projektvorgaben sollte das Nutzen/Kosten-Verhältnis kein Entscheidungskriterium sein, sofern die Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Würde man dieses Kriterium aus der Bewertungsmatrix herausnehmen, würde sich jedoch ein gleiches Ergebnis

einstellen, wobei die Variante 3 aufgrund der Robustheit nahezu gleich wie die Varianten 1 und 2 bewertet werden würde.

Da bei sonst gleicher Bewertung das Nutzen/Kosten-Verhältnis dann doch entscheidend sein kann, wurde es in der Bewertung berücksichtigt.

Fazit:

Die Varianten 1 und 2 zeigen, trotz der negativen Bewertung beim Kriterium „Überlastfall“, Vorteile gegenüber den restlichen Varianten. Um zu einer Bestvariante zu kommen, wurde daher versucht, die Varianten so anzupassen, dass sie auch hinsichtlich des „Überlastfalls“ besser bewertet werden können.

7.2.3 Optimierung Überlastfall

Wie oben beschrieben zeigte sich, dass die Varianten 1 und 2 relativ ähnlich gut zu bewerten sind. Die Bestvariante sollte jedoch auch den Überlastfall besser bewältigen. Folgenden Abbildung 28 bis Abbildung 31 zeigen mögliche Varianten für die bessere Bewältigung des Überlastfalls unter Berücksichtigung der Variante 1 aus Kapitel 7.2.2. Die gleichen Massnahmen würden auch für die Varianten 2 und 3 funktionieren.

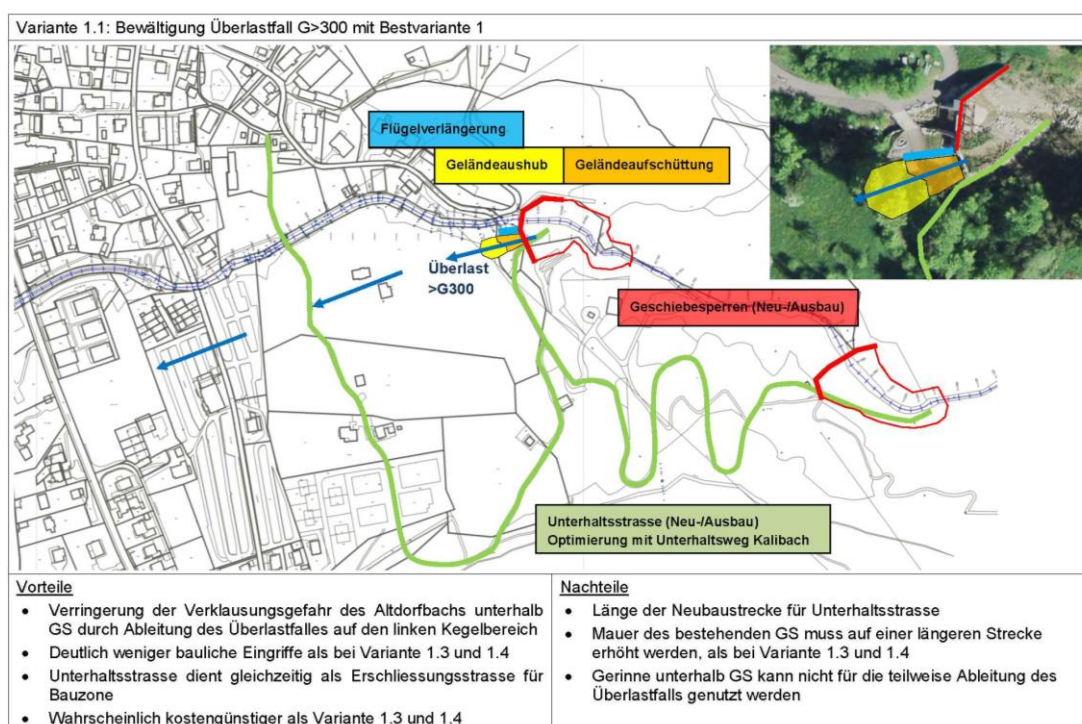


Abbildung 28: Variante 1.1: Bewältigung Überlastfall G>300 mit Variante 1

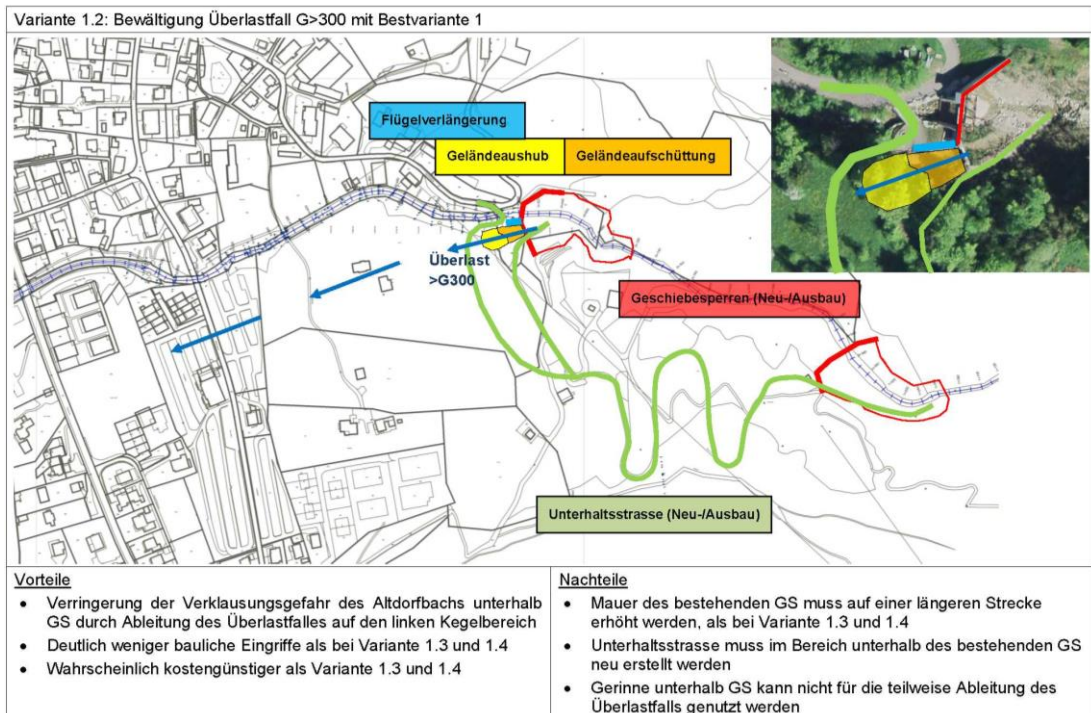


Abbildung 29: Variante 1.2: Bewältigung Überlastfall G>300 mit Variante 1

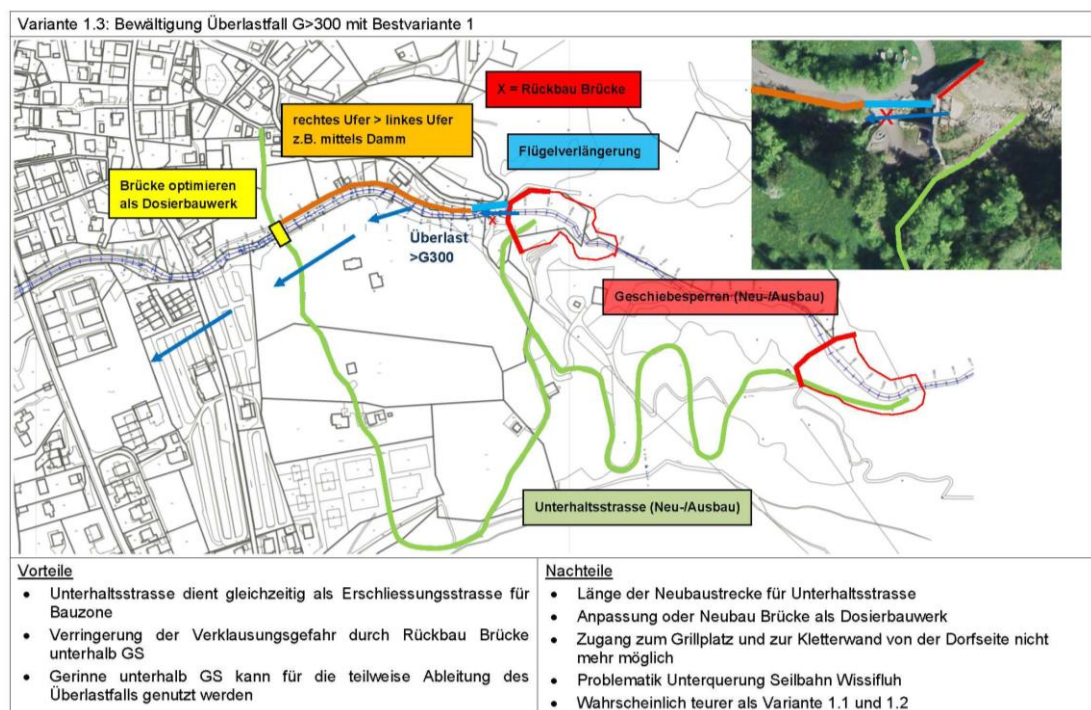


Abbildung 30: Variante 1.3: Bewältigung Überlastfall G>300 mit Variante 1

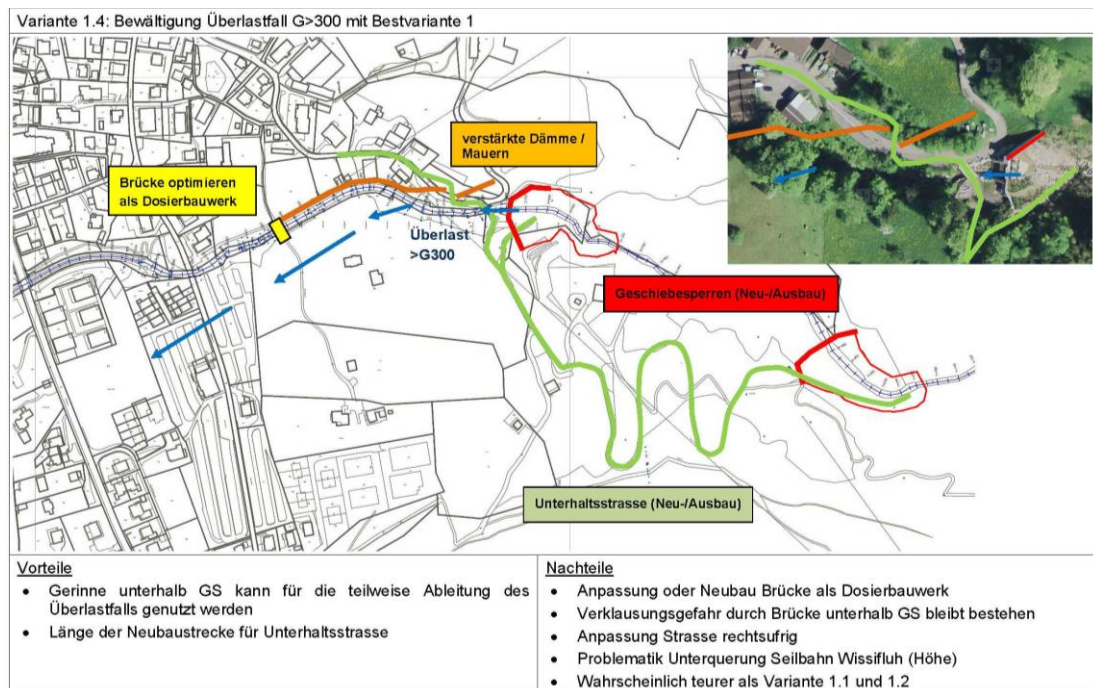


Abbildung 31: Variante 1.4: Bewältigung Überlastfall G>300 mit Variante 1

Damit die Varianten 1.1 und 1.2 funktionieren, muss der Murgang im Überlastfall beim bestehenden Rückhaltebauwerk 0+600 in Fliessrichtung links abgelenkt werden. Hierzu muss an der rechten Bauwerksmauer eine deutliche Erhöhung stattfinden und eine Flügelmauer als Leitplanke errichtet werden. Jedoch ist auch dann nicht sichergestellt, dass die Überleitung des Überlastfalls robust funktioniert. Aufgrund möglicher Ablagerungen im Überleitungsbereich besteht ein hohes Versagensrisiko mit der Folge, dass die Überleitungsmassnahme nicht greift. Die Varianten 1.3 und 1.4 sind hinsichtlich der Funktionsweise deutlich robuster, aber auch teurer als die Varianten 1.1 und 1.2.

Für die oben genannten Massnahmen zur Abdeckung des Überlastfalls wurden Kostenschätzungen durchgeführt. Es kann von zusätzlichen Projektkosten in Höhe von 1.0 Mio. CHF ausgegangen werden, wobei die Massnahmen 1.3 und 1.4 noch teurer sind.

Bewertung Massnahmen Überlastfall:

- Alle Varianten „Massnahmen Überlastfall“ sind relativ teuer.
- Die Varianten 1.1, 1.2 und 1.3 weisen ein hohes Versagensrisiko auf.
- Die Variante 1.4 erzielt die beste Wirkung, jedoch ist ein grosser Eingriff in das Landschaftsbild erforderlich.

Fazit:

Die oben dargestellten Massnahmen zur teilweisen Bewältigung des Überlastfalls wurden als zu teuer eingestuft. Zudem ist die Wirkung begrenzt und das Landschaftsbild würde deutlich verändert werden. In Abstimmung mit dem Kanton wurde daher auf ergänzende Massnahmen dieser Art für den Überlastfall verzichtet.

Weitere Optimierungsmöglichkeiten:

Alle oben genannten Massnahmen für die teilweise Bewältigung des Überlastfalls haben gemeinsam, dass die Funktionsweise und damit auch die Robustheit bei äusserst seltenen Murgangereignissen nicht sichergestellt werden kann. Es wurde daher nach einer Lösung gesucht, die aufgrund topographischer Gegebenheiten robuster funktioniert.

Die Variante 1 sieht beim bestehenden Rückhalt ein Ausbau auf rund 25'000 m³ vor. Hinzu kommt das Rückhaltevolumen des neuen Bauwerks bei km 0+950 von rund 55'000 m³ bei einer Bauwerkshöhe von rund 30 m.

Der Standort bei km 0+950 kann aufgrund der Tobellage mit den steil ansteigenden, hohen seitlichen Flanken durch ein leicht höheres Querbauwerk und eine Standortoptimierung weiter vergrössert werden. Versetzt man das in Fliessrichtung rechte Ende des Querbauwerks bei km 0+950 leicht ins Unterwasser (ca. 13 m) und erhöht man die Mauer um ca. 2 m wird ein Rückhaltevolumen von 80'000 m³ erreicht. Damit könnte die gesamte Kubatur eines G300-Ereignisses aufgefangen werden.

Der optimierte Standort bei km 0+937 liegt zudem direkt unterhalb einer Rechtskurve im Altdorfbach. Der Murgangabfluss bricht daher tendenziell nach links aus. Durch den Bau einer horizontalen Überfallkante am neuen Rückhaltebauwerk wird das Ausbrechen des Murgangs im Überlastfall auf die linke Schulter ermöglicht. Ein Grossteil des Überlastfalls wird bei einer derartigen Positionierung und Konstruktion über die vom Altdorfbach aus gesehene linke Uferseite ausbrechen und in Richtung des weniger dicht besiedelten Siedlungsgebietes mit dem tendenziell geringeren Schadenpotential ablaufen (Abbildung 33).

Zur Kontrolle wurde der Überlastfall numerisch mit dem Programm RAMMS [32] simuliert. Folgende Abbildung 32 zeigt das Überlastfallereignis. Es wurde ein Ausbrechen von 20'000 m³ über dem G300-Ereignisfall simuliert. Die Simulation zeigt, wie sich der Murgang auf der linken Hangschulter ausbreitet und in Richtung Campingplatz abfließt.

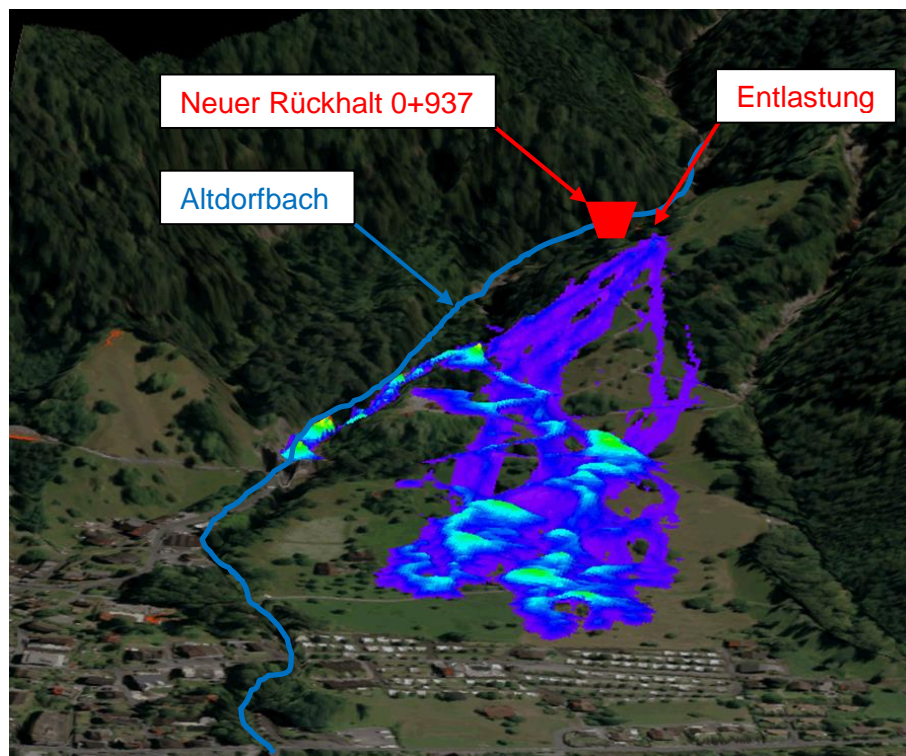


Abbildung 32: Numerische Simulation des Überlastfalls. Dargestellt 20'000 m³ über G300

Hinsichtlich der Standsicherheit des Querbauwerks ist im Rahmen des Bauprojektes aufzuzeigen, dass es im Überlastfall durch den erhöhten Erddruck zu keinem plötzlichen Versagen des Querbauwerks kommt. Ebenso ist im Rahmen des Bauprojektes zu prüfen, ob ergänzende Sicherungsmassnahmen im Kolkbereich für den Überlastfall zweckmässig sind.

Die oben beschriebene, optimierte Variante 1 vereint alle Vorteile der Variante 1 und reduziert zudem die nachteilige Bewertung hinsichtlich des Überlastfalls. Aufgrund der günstigen topographischen Lage bei km 0+937 ist diese Variante auch gegenüber der Variante 2 zu bevorzugen.

Somit wird ein Ausbau des bestehenden Rückhalteriums bei 0+600 hinfällig. Der Nutzen dieses Bauwerks wäre somit in Frage gestellt. Aus mindestens vier Gründen ist der Erhalt dieses Bauwerks trotzdem zweckmässig:

1. Gemäss geologischem Gutachten [14] besteht am Altdorfbach auf der Höhenlage 580 m ü. M., was in etwa bei km 0+900 und damit knapp unterhalb des geplanten Rückhaltebauwerks liegt, eine ältere Murgangablagerung. Bei Grossereignissen muss in diesem Bereich aufgrund des geschiebereduzierten Abflusses mit zusätzlicher Erosion gerechnet werden. Diese Mengen können im Ereignisfall vom unteren Rückhaltebauwerk bei 0+600 aufgefangen werden.
2. Unterhalb des neu geplanten Rückhaltebauwerks mündet aus nördlicher Richtung ein kleines Seitengerinne in den Altdorfbach. Gemäss [14] weist dieses Seitengerinne bei einem G100-Ereignis eine Erosionsleistung von ca. 2'200 m³ auf. Auch diese Mengen können im Ereignisfall vom unteren Rückhaltebauwerk bei 0+600 zurückgehalten werden.
3. Am neuen Rückhaltebauwerk ist ein Entwässerungsschlitz vorgesehen. Die Kapazität dieses Schlitzes muss so dimensioniert werden, dass eine möglichst gute Entwässerung während des Murgangereignisses sichergestellt werden kann. Er darf jedoch auch nicht zu gross gewählt werden, ansonsten würde ein Grossteil des Murgangmaterials ungehindert das Querbauwerk passieren. Ein gewisser Anteil des Murgangmaterials wird jedoch durch den Schlitz ins Unterwasser weitergeleitet. Diese Kubaturen können ebenfalls vom unteren Rückhaltebauwerk aufgefangen werden.
4. Im Überlastfall bricht die Murgangwelle am Rückhaltebauwerk km 0+937 grösstenteils linksufrig aus. Ein Teil wird jedoch auch in Fliessrichtung des Altdorfbachs über die Mauerkrone abgeführt. Auch diese Kubaturen können über den bestehenden Rückhalteraum bei km 0+600 zumindest eine Zeit lang zurückgehalten werden.

7.2.4 Bestvariante

Aus der Variantenbewertung sowie den verschiedenen Optimierungsschritten für den Überlastfall und das Rückhaltevolumen resultiert folgende Bestvariante (Abbildung 33):

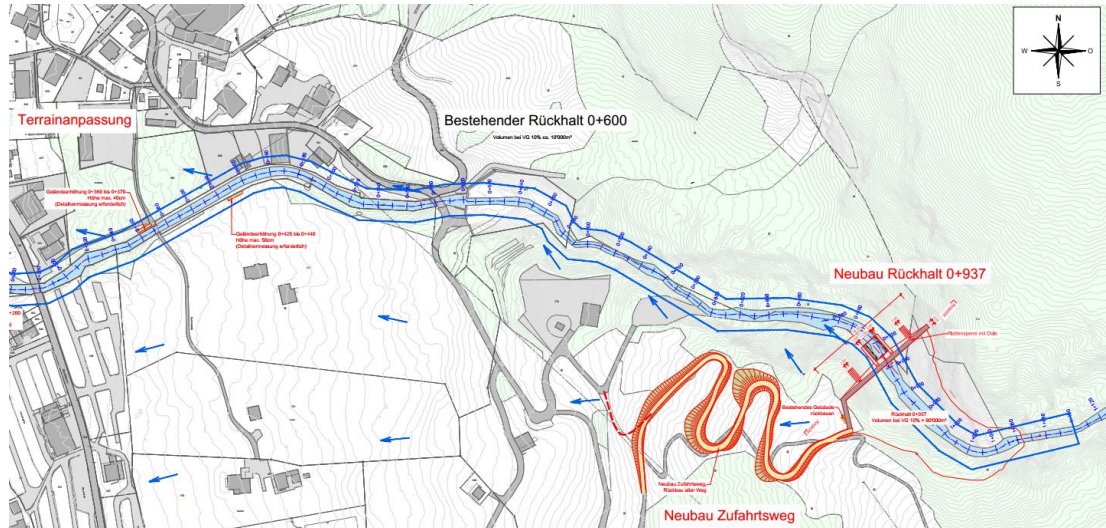


Abbildung 33: Bestvariante mit Darstellung des Überlastfalls (blau Pfeile)

Die Bestvariante beinhaltet den Neubau eines Rückhaltebauwerks bei 0+937 mit einer Höhe von bis zu 31.5 m und einer Spannweite von 78.5 m. Das Rückhaltevolumen beträgt bei einem angenommenen Verlandungsgefälle von 10% rund 80'000 m³ und kann damit ein G300 Ereignis vollständig zurückhalten.

Durch die horizontale Ausbildung der Überfallkante und der exponierten Lage des Bauwerks am Ausgang einer Rechtskurve bei km 0+937 entlastet der grösste Anteil des Überlastfalls über die linke Schulter in Richtung des weniger dicht überbauten Siedlungsgebietes von Vitznau.

Für den Bau und den späteren Unterhalt des Bauwerks ist ein Zufahrtsweg zum neuen Rückhaltebauwerk zu errichten. Weitere Ausführungsdetails zu ergänzenden Massnahmen, Massnahmen zur Bewältigung des Reinwasserlastfalls und zu erforderlichen ökologischen Massnahmen werden in Kapitel 8 näher beschrieben.

7.3.1 Variantenübersicht

Im Rahmen der ersten Auftragserweiterung [29] wurden zwei zusätzliche Varianten untersucht. Die „Variante K+L optimiert“ basiert auf einem Konzept der Keller+Lorenz AG aus dem Jahr 2015. Bei der Überprüfung der Variante der Keller+Lorenz AG wurde festgestellt, dass diese die geforderten Schutzziele nicht einhalten kann, worauf eine Optimierung der Massnahmen durchgeführt wurde.

Im Rahmen einer Begehung mit der Bauherrschaft (21.4.2016), in welcher die Variante K+L im Feld beurteilt und begangen wurde, wurde festgestellt, dass für die Behebung der Schutzdefizite weitere Varianten denkbar sind (Variante 4). Die untersuchten Varianten werden im Folgenden näher beschrieben.

Variante K+L optimiert

Massnahmen

- 7 Rückhaltemassnahmen, Rückhalt total 37'000 m3
- Ausbau bestehende Plattensperre, Rückhalt 20'000 m3
- Ausbau Altdorfbach im Siedlungsgebiet, Rückhalt 23'000 m3
- Ggf. Ergänzende Objektschutzmassnahmen

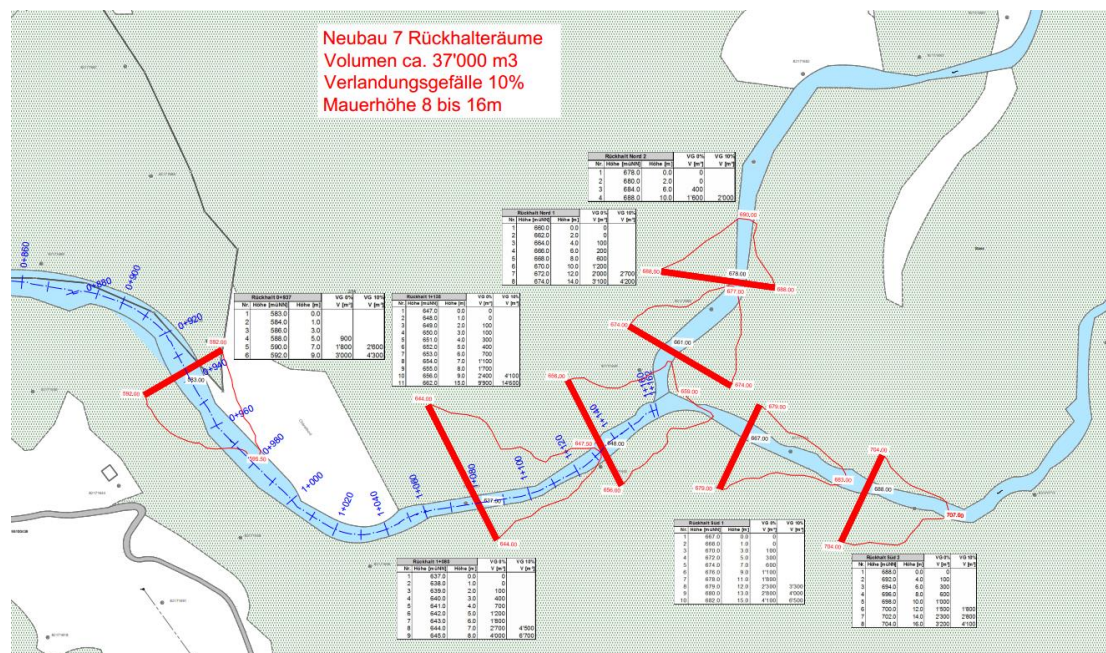


Abbildung 34: 7 Rückhaltemassnahmen, Rückhalt ca. 37'000 m³

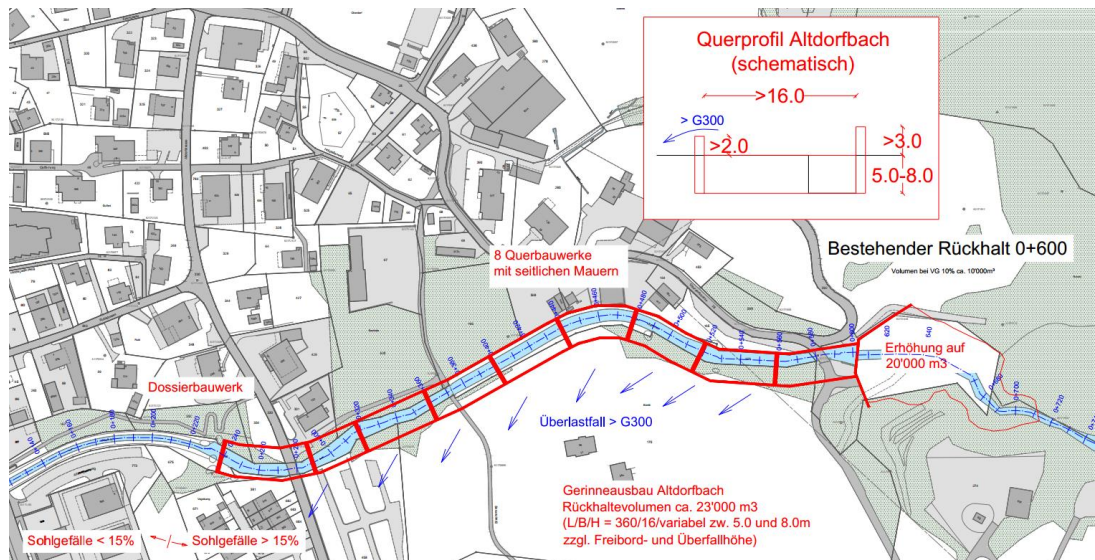


Abbildung 35: Ausbau Altdorfbach im Siedlungsgebiet, Rückhalt ca. 23'000 m³

Vorteile

- Rückhalt von G300
- Bestehender Geschieberückhalt wird genutzt
- Risikoverteilung auf viele Bauwerke

Nachteile

- Massiver Ausbau des Altdorfbachs erforderlich
- Massnahmen am bestehenden Rückhalt 0+600 erforderlich
- Viele, aufwendige Einzelbauwerke erforderlich
- Zugänglichkeit der 7 Rückhalteräume nicht gegeben resp. sehr aufwendig
- Versagensrisiko Rückhaltekapazität Altdorfbach sehr hoch
- Rückhalt 0+600 deutlich einsehbar

Variante 4

Massnahmen

- Neubau eines Rückhaltebauwerks bei km 0+740 mit einem Rückhaltevolumen von knapp 40'000 m³
- Ausbau des bestehenden Rückhaltebauwerks auf ein Rückhaltevolumen von ca. 20'000 m³
- Ausbau Altdorfbach im Siedlungsgebiet, Rückhalt 23'000 m³
- Ggf. Ergänzende Objektschutzmassnahmen

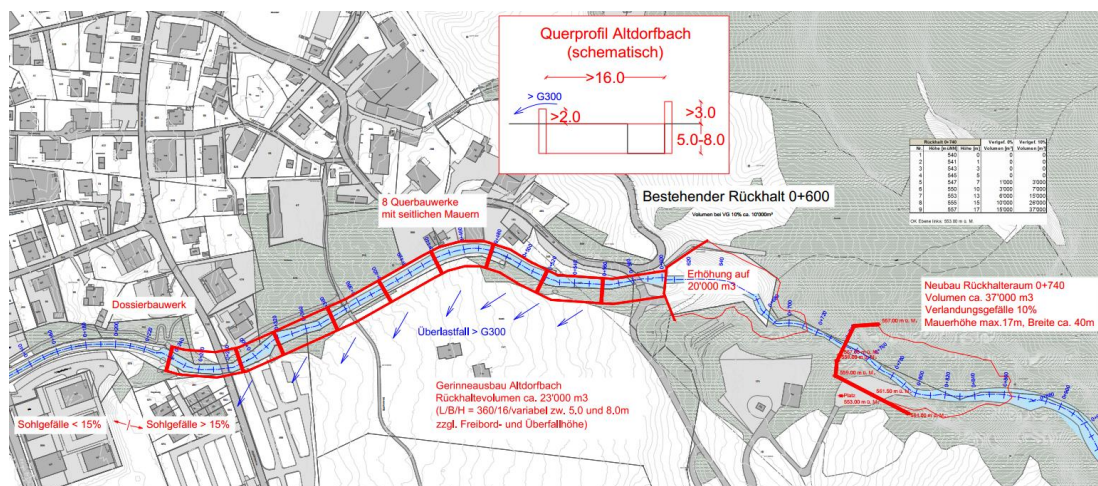


Abbildung 36: Ausbau Altdorfbach, Ausbau Rückhalt 0+600, Neubau Rückhalt 0+740, totales Rückhaltevolumen ca. 80'000 m³

Vorteile

- Rückhalt von G300
- Bestehender Geschieberückhalt wird genutzt
- Bei Verlandungsgefälle 0 %: Rückhaltevol. >35'000 m³ (~G70-100)
- Zufahrtsstrasse 0+740 vorhanden, ggf. ausbauen

Nachteile

- Massiver Ausbau des Altdorfbachs erforderlich
- Massnahmen am bestehenden Rückhalt 0+600 erforderlich
- Grosses Querbauwerk bei 0+740 erforderlich
- Versagensrisiko Rückhaltekapazität Altdorfbach sehr hoch
- Rückhalt 0+600 deutlich einsehbar
- Rückhalt 0+740 teilweise einsehbar

7.3.2 Variantenbewertung

Die Variantenbewertung der Phase 2 erfolgt nach den gleichen Kriterien wie in der Phase 1 (vgl. Kapitel 7.2.2), damit zwischen den Varianten ein direkter Vergleich gezogen werden kann.

Tabelle 14: Variantenbewertung mit Bewertungsmatrix Phase 2

Varianten:

Bewertungsskala:

Entlastungskorridor Altdorfbach (Hauptschluss)

- 1 Ausbau Rückhalt 0+600 + Neubau Rückhalt 0+950
- 2 Ausbau Rückhalt 0+600 + Neubau Rückhalt 0+675
- 3 Neubau Rückhalt 0+675 + Neubau Rückhalt 0+740

Entlastungskorridor Campingplatz (Haupt- und Nebenschluss)

- 10 Ausbau Rückhalt 0+600 + Neubau Rückhalt 0+675 + Neubau Rückhalt 0+500 (bzw. Entlastungskorridor Altdorfbach)
- 11 Neubau Rückhalt 0+500b
- 12 Neubau Rückhalt 0+500c + Neubau Rückhalt 0+675
- 13 Neubau Rückhalt 0+500c + Neubau Rückhalt 0+740

5
4
3
2
1

Ergänzung Vorprojekt

1 opt Neubau Rückhalt 0+937 (Bestvariante aus Vorprojekt)

K+L Ausbau Altdorfbach, Ausbau Rückhalt 0+600, Neubau 7 Zusatzsperrn

V4 Ausbau Altdorfbach, Ausbau Rückhalt 0+600, Neubau Rückhalt 0+740

Nr.	Bewertungskriterien	Gewichtung	Varianten									
			Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 10	Var. 11	Var. 12	Var. 13	Var. 1 opt	Var. K+L opt	Var. 4
1	Erfüllung Schutzgrad	25%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	Robuste Lösung	25%	4	4	5	1	2	3	3	4	3	3
3	Überlastfall	10%	1	1	1	3	3	3	3	4	3	3
4	Inventare und Landschaft	10%	4	3	2	2	2	2	2	3	1	1
5	Bestehende Verbauungsstrukturen	10%	4	4	4	3	3	1	1	4	3	3
6	Nutzen/Kosten-Verhältnis	20%	3	4	2	3	3	2	2	3	1	3
Summe		100%	3.8	3.9	3.6	2.9	3.2	3.0	3.0	4.0	2.9	3.3

Begründungen zur Tabelle 14, im Vergleich zur Phase 1 ergänzte Varianten:

zu 1. Erfüllung Schutzgrad

Hinsichtlich des Schutzgrades erfüllen alle Varianten den geforderten Schutzgrad für den Lastfall Reinwasser und Murgang.

zu 2. Robuste Lösung

In Variante K+L opt und Var. 4 ist jeweils der Ausbau des Altdorfbachs mit einem Kaskadensystem vorgesehen. Dieses System kann äusserst leicht versagen, sobald die Rheologie des Murgangs oder die Anzahl der Schübe abweichend der Annahmen verläuft. Ein frühzeitiges Ausufern ist sehr wahrscheinlich. Daher werden diese beiden Varianten im Vergleich zur Bestvariante aus dem Vorprojekt als weniger robust eingestuft.

Hinzu kommt, dass ein Ausufern direkt unterhalb des ausgebauten Rückhalts bei 0+600 äusserst wahrscheinlich ist, da aufgrund des hohen Absturzes sich die Fliessgeschwindigkeit des Murgangs deutlich verlangsamen wird und es somit zu einem Ablagerungskegel im Gerinne des Altdorfbachs und damit verbunden zu einer frühzeitigen Ausuferungen kommen kann.

zu 3. Überlastfall

Der Überlastfall ist bei der Bestvariante aus dem Vorprojekt im Vergleich zu den anderen Varianten robuster geregelt, da bereits in grosser Entfernung zum Siedlungsgebiet eine zuverlässige linksufrige Auslenkung des Murgangs auf das weniger überbaute Siedlungsgebiet erfolgt. Es muss jedoch raumplanerisch sichergestellt werden, dass dieses Gebiet zukünftig nicht überbaut wird.

zu 4. Inventar und Landschaft

Bei der Bestvariante aus dem Vorprojekt wird ein massives Bauwerk bei 0+937 errichtet. Aufgrund der Lage und in Verbindung mit einer geeigneten Gestaltung können die landschaftlichen Auswirkungen gering gehalten werden. Dass für den Bau und Unterhalt der bereits heute vorhandene Zugang ausgebaut werden muss, stellt ebenfalls einen Eingriff dar, hat jedoch noch weitere Vorteile hinsichtlich der Pflege der umliegenden Flächen.

Hingegen stellen die beiden neuen Varianten einen massiven Eingriff in das Landschaftsbild im Siedlungsbereich dar. Der Altdorfbach muss im überbauten Gebiet massiv verbreitert und mit hohen Betonmauern ausgebaut werden, damit das Rückhaltevolumen und die Funktionsweise sichergestellt werden kann. Zudem muss bei diesen Varianten der bestehende Rückhalt um rund 5 m erhöht werden, was optisch einen grossen Eingriff in das Landschaftsbild zur Folge hat, da bereits im heutigen Zustand die Betonmauer ein dominantes Element darstellt.

zu 5. Bestehende Verbauungsstrukturen

Bei der Bestvariante aus dem Vorprojekt muss der bestehende Rückhalt bei 0+600 weiterhin eine Rückhaltefunktion übernehmen. Dies deshalb, da auf der Fliegsstrecke zwischen dem geplanten Rückhalt bei 0+937 und dem Rückhalt bei 0+600 potentielle Hangrutschstellen vorhanden sind, die durch den Rückhalt bei 0+600 abgefangen werden können. Hinzu kommt, dass der bestehende Verbau am Altdorfbach im Siedlungsbereich weitestgehend so belassen werden kann und somit das Landschaftsbild in diesem Bereich nur unwesentlich verändert wird.

Bei den beiden neuen Varianten kann die bestehende Gerinneverbauung im Siedlungsgebiet nicht mehr genutzt werden, respektive ist durch eine neue zu ersetzen.

zu 6. Nutzen/Kosten-Verhältnis

Für die Varianten K+L opt und Var 4 wurde keine ausführliche Kostenschätzung erstellt. Bei der Variante K+L opt sind neben dem massiven Ausbau des Altdorfbachs im Siedlungsgebiet und des Ausbaus des bestehenden Rückhalts bei 0+600 sieben weitere Rückhalteräume mit einer Bauwerkshöhe zwischen 8 und 16 m in schwer zugänglichem Gelände erforderlich. Daraus lässt sich ableiten, dass diese Variante noch teurer als die Bestvariante aus dem Vorprojekt sein wird.

Die Variante 4 sieht hinsichtlich des neuen Rückhalterums bei 0+740 eine geringere Bauwerkshöhe von rund 17 m vor. Jedoch muss auch hier der Altdorfbach im Siedlungsgebiet massiv ausgebaut werden, was in Summe aller Massnahmen nicht günstiger als der neue Rückhalt bei 0+937 sein wird.

7.3.3 Bestvariante

Als Bestvariante wird die Variante V1opt aus dem Vorprojekt mit dem Neubau eines ca. 30 m hohen Rückhalterums bei 0+937 beurteilt.

7.4 Variantenstudium Phase 3 (2. Erweiterung Vorprojekt)

7.4.1 Variantenübersicht

In den Phasen 1 und 2 des Vorprojekts wurden die Varianten jeweils so projektiert, dass für Vitznau ein vollständiger Schutz bis zu einem 300-jährlichen Ereignis gewährleistet werden kann. Gemäss Schutzzielmatrix (vgl. Tabelle 10) sind bei sehr seltenen Ereignissen Gefährdungen mittlerer Intensität für den Prozess Murgang tolerierbar. Die in der zweiten Erweiterung des Vorprojekts untersuchte Variante basiert auf der Variante 4 aus Phase 2 und stellt eine Optimierung hinsichtlich Nutzen-Kosten-Verhältnis dar, d.h. die Massnahmen werden soweit möglich reduziert, ohne die geforderten Schutzziele für Vitznau zu unterschreiten.

Variante 4opt

Massnahmen

- Neubau eines Rückhaltebauwerks bei km 0+740 mit einem Rückhaltevolumen von knapp 40'000 m³ (bei 10% Verlandungsgefälle)
- Ausbau des bestehenden Rückhaltebauwerks auf ein Rückhaltevolumen von ca. 20'000 m³ (bei 10% Verlandungsgefälle)
- Lokaler Ausbau Altdorfbach im Siedlungsgebiet zur Erfüllung der geforderten Schutzziele mit ergänzenden Objektschutzmassnahmen

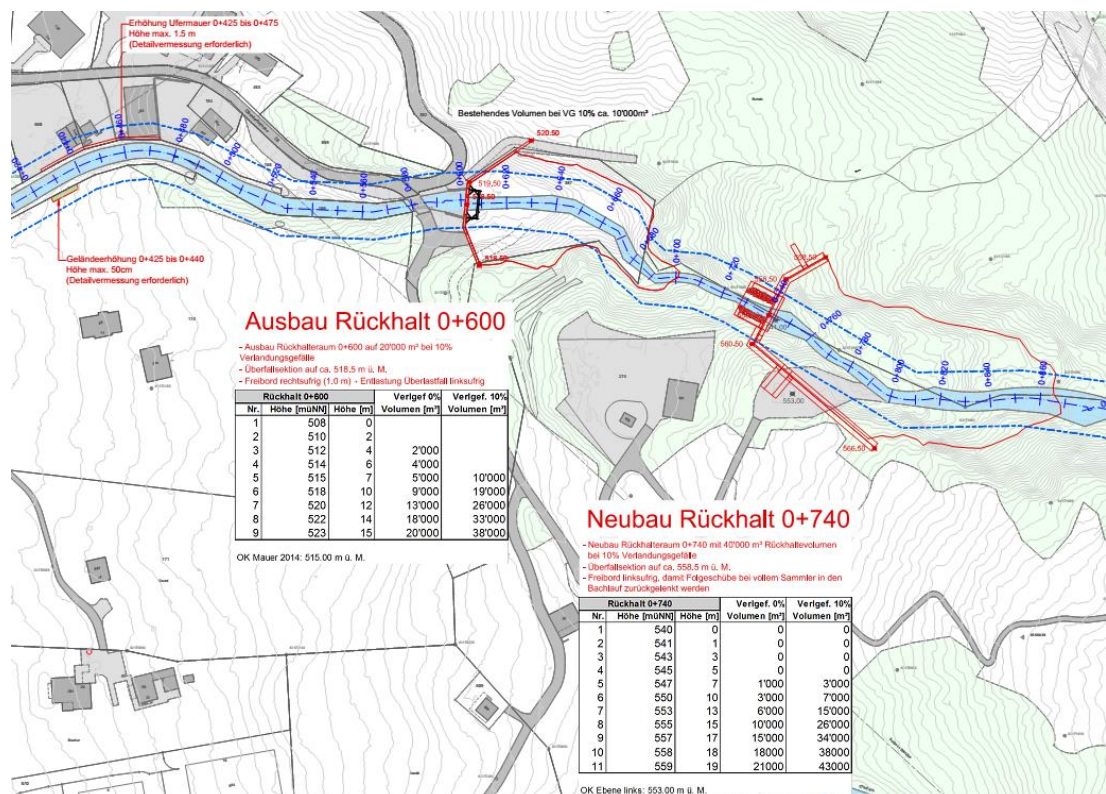


Abbildung 37: Ausbau Rückhalt 0+600, Neubau Rückhalt 0+740, totales Rückhaltevolumen ca. 60'000 m³

Vorteile

- Erforderliche Massnahmen zum Murgangrückhalt werden soweit möglich reduziert
- Bestehender Geschieberückhalt wird genutzt
- Zufahrtsstrasse 0+740 vorhanden, ggf. ausbauen

- Ausbau Altdorfbach im Siedlungsgebiet nur lokal erforderlich
- Vollständiger G100-Schutz, Schutzziele G300 eingehalten

Nachteile

- Restgefährdung im Siedlungsbereich für sehr seltene Ereignisse (G300)
- Massnahmen am bestehenden Rückhalt 0+600 erforderlich
- Grosses Querbauwerk bei 0+740 erforderlich
- Rückhalt 0+600 deutlich einsehbar
- Rückhalt 0+740 teilweise einsehbar
- Flankierende Massnahmen zum Objektschutz im Mündungsbereich erforderlich

7.4.2 Variantenbewertung

Die Variantenbewertung der Phase 3 erfolgt nach den gleichen Kriterien wie jene in den Phasen 1 und 2, damit zwischen den Varianten ein direkter Vergleich gezogen werden kann.

Tabelle 15: Variantenbewertung mit Bewertungsmatrix Phase 3

Varianten:

Entlastungskorridor Altdorfbach (Hauptschluss)

- 1 Ausbau Rückhalt 0+600 + Neubau Rückhalt 0+950
- 2 Ausbau Rückhalt 0+600 + Neubau Rückhalt 0+675
- 3 Neubau Rückhalt 0+675 + Neubau Rückhalt 0+740

Entlastungskorridor Campingplatz (Haupt- und Nebenschluss)

- 10 Ausbau Rückhalt 0+600 + Neubau Rückhalt 0+675 + Neubau Rückhalt 0+500 (bzw.: Entlastungskorridor Altdorfbach)
- 11 Neubau Rückhalt 0+500b
- 12 Neubau Rückhalt 0+500c + Neubau Rückhalt 0+675
- 13 Neubau Rückhalt 0+500c + Neubau Rückhalt 0+740

Ergänzung Vorprojekt

1 opt. Neubau Rückhalt 0+937 (Bestvariante aus Vorprojekt)

K+L opt. Ausbau Altdorfbach, Ausbau Rückhalt 0+600, Neubau 7 Zusatzsperrten

V4 Ausbau Altdorfbach, Ausbau Rückhalt 0+600, Neubau Rückhalt 0+740

Bewertungsskala:

5	trifft zu
4	
3	neutral
2	
1	trifft nicht zu

2. Ergänzung Vorprojekt

V4opt. Reduzierter Ausbau Altdorfbach, Ausbau Rückhalt 0+600, Neubau Rückhalt 0+740, Restgefährdungen im Siedlungsgebiet gemäss Schutzzielmatrix

Nr.	Bewertungskriterien	Gewichtung	Varianten										
			Var. 1	Var. 2	Var. 3	Var. 10	Var. 11	Var. 12	Var. 13	Var. 1 opt	Var. K+L opt	Var. 4	V4opt
1	Erfüllung Schutzgrad	25%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	Robuste Lösung	25%	4	4	5	1	2	3	3	4	3	3	4
3	Überlastfall	10%	1	1	1	3	3	3	3	4	3	3	1
4	Inventare und Landschaft	10%	4	3	2	2	2	2	2	3	1	1	3
5	Bestehende Verbauungsstrukturen	10%	4	4	4	3	3	1	1	4	3	3	4
6	Nutzen/Kosten-Verhältnis	20%	3	4	2	3	3	2	2	3	1	3	4
Summe		100%	3.8	3.9	3.6	2.9	3.2	3.0	3.0	4.0	2.9	3.3	3.9

Begründungen zur Bewertung der Massnahme 4 optimiert (in Tabelle 15):

zu 1. Erfüllung Schutzgrad

Hinsichtlich des Schutzgrades erfüllen alle Varianten den geforderten Schutzgrad für den Lastfall Reinwasser und Murgang.

zu 2. Robuste Lösung

Die Variante 4 optimiert kann als relativ robust bezeichnet werden. Sollte das obere Rückhaltebecken bei km 0+740 versagen, ist bei km 0+600 ein weiteres Rückhaltebauwerk vorhanden, welches obwohl das Rückhaltevolumen beschränkt ist, den Hauptschub abzdämpfen vermag.

zu 3. Überlastfall

Die Rückhaltebauwerke sowie die Massnahmen am Altdorfbach sind darauf ausgelegt, dass bei einem 300-jährlichen die geforderten Schutzziele eingehalten werden können. Im Überlastfall ist zu erwarten, dass die Gefährdungen schnell hohe Intensitäten erreichen und somit zu erheblichen Schäden führen können.

zu 4. Inventar und Landschaft

Der Ausbau des Sammlers bei km 0+600 befindet sich relativ nahe an den Siedlungsgebieten, wodurch zumindest eine gewisse optische Beeinträchtigung nicht auszuschliessen ist. Im Mündungsbereich sind zur Gewährleistung der geforderten Schutzziele flankierende Massnahmen erforderlich (vgl. Kapitel 8.1).

Der neu zu erstellende Sammler bei km 0+740 ist aufgrund seiner Höhe zumindest teilweise von Vitznau aus einsehbar.

zu 5. Bestehende Verbauungsstrukturen

Die Variante 4 optimiert nutzt die bestehenden Verbauungsstrukturen. Der bestehende Verbau am Altdorfbach im Siedlungsbereich kann weitestgehend belassen werden und muss nur lokal sowie im Mündungsbereich durch zusätzliche Bauwerke ergänzt werden

zu 6. Nutzen/Kosten-Verhältnis

Gemäss Projektvorgaben sollte das Nutzen/Kosten-Verhältnis kein Entscheidungskriterium sein, sofern die Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Würde man dieses Kriterium aus der Bewertungsmatrix ausklammern, würde sich das Ergebnis der Variantenbewertung nicht relevant verändern, wobei die Variante 1 optimiert gegenüber der Variante 4 optimiert deutlicher zu favorisieren wäre.

Da bei sonst gleicher Bewertung das Nutzen/Kosten-Verhältnis dann doch entscheidend sein kann, wurde es in der Bewertung berücksichtigt.

7.5 Bestvariante

Die Variantenbewertung der Phase 3 (vgl. Tabelle 15) zeigt, dass die Varianten 1 optimiert und 4 optimiert bei den gewählten Beurteilungskriterien praktisch die gleiche Bewertung aufweisen.

In Rücksprache mit der Bauherrschaft wurde daher für diese beiden Varianten eine vertiefte Variantenbeurteilung durchgeführt, welche in nachfolgender Tabelle 16 dargelegt wird.

Tabelle 16: Erweiterte Variantenbeurteilung Phase 3

		V1opt	V4opt		
A Hochwassersicherheit: Die Variante gewährleistet einen ausreichenden, differenzierten Hochwasserschutz mit minimalem Restrisiko. Die Kosten sind optimiert. 30%	A1 Mit der Variante werden die in der Gefahrenkarte ausgewiesenen Schutzdefizitflächen bestmöglichst eliminiert.	5.0	4.7		
	A2 Die Variante reduziert das verbleibende Restrisiko und reagiert gutmütig im Überlastfall.	4.7	3.0		
	A3 Die Variante ist technisch einfach realisierbar. Die technischen Risiken sind gering.	2.7	3.3		
	A4 Die Massnahmen der Variante weisen eine lange Lebensdauer auf.	4.0	4.0		
	A5 Die Massnahmen der Variante sind robust. Es ist kein Systemversagen möglich.	3.3	3.7		
	Durchschnittswertung Hochwassersicherheit	3.9	3.7		
B Natur und Landschaft: Die Variante sieht einen natur- und landschaftsverträglichen Ausbau vor. 20%	B1 Die Variante verbessert den ökomorphologischen Zustand der Gewässer	4.0	4.0		
	B2 Die Variante beeinträchtigt das Landschafts- und Ortsbild möglichst wenig.	2.7	2.0		
	B3 Die Variante tangiert keine bedeutenden Natur- und Landschaftsschutzgebiete.	1.3	2.3		
	B4 Die Variante tangiert keine Kulturdenkmäler	2.7	3.0		
	B5 Die Variante erhält die Qualität des Grund- und Oberflächenwassers	3.0	3.0		
	Durchschnittswertung Natur und Landschaft	2.7	2.9		
C Sozio-Ökonomie: Das Projekt fördert die sozio-ökonomische Entwicklung von Oberkirch und Sursee. 20%	C1 Landwirtschaft: Das Projekt beansprucht hauptsächlich wenig ertragreiche Flächen und wenig Fruchtfolgeflächen.	3.7	3.7		
	C2 Die Variante beansprucht möglichst wenig Waldareal.	2.7	3.0		
	C3 Die Variante stösst auf eine breite Akzeptanz (Gemeinden, Bevölkerung, Interessenverbände, Grundeigentümer usw.). Beurteilung der Projektrisiken bei Umsetzung	2.3	2.3		
	C4 Die Variante ermöglicht eine massvolle und angemessene Entwicklung von geeignetem Siedlungsgebiet und gewährleistet die Verkehrserschliessung.	4.0	3.0		
	C5 Die Variante erhöht die Erholungsnutzung	3.3	3.3		
	Durchschnittswertung Sozio-Ökonomie	3.2	3.1		
D Nutzen/Kosten: Beurteilung der Wirtschaftlichkeit 30%	Baukosten [KCHF]		23'250	17'550	
	Betriebs- und Unterhaltskosten pro Jahr [kCHF/100 Jahre]		116	92	
	Total Kosten [KCHF]		23'366	17'642	
	Bewertung (Tiefste Kosten/Kosten der Variante)*5		3.8	5	
Gewichtete Gesamtwertung		mit Kosten		3.5	3.8
		ohne Kosten		3.4	3.3
Rang		mit Kosten		2	1
		ohne Kosten		1	2

(K=Kilo=1'000 CHF)

(K=Kilo=1'000 CHF)

Die Variantenbeurteilung zeigt, dass auch bei einer Verfeinerung der Beurteilungskriterien die beiden Varianten „V1opt“ und „V4opt“ sehr nahe beieinander liegen. Aufgrund des besseren Nutzen-Kosten-Verhältnisses wird die **Variante 4 optimiert als Bestvariante** vorgeschlagen.

7.6 Unterhaltsmassnahmen

Die Unterhaltsmassnahmen werden im Nutzungs- und Betriebskonzept aufgeführt, welches im Rahmen der Bauprojektphase auszuarbeiten ist.

7.7 Raumplanerische Massnahmen

Weitere raumplanerische Massnahmen sind nicht Bestandteil des Auftrags. Diese werden projektübergreifend vom Kanton erarbeitet.

8.1.1 Massnahmen Lastfall Murgang

Seite 67 / 126

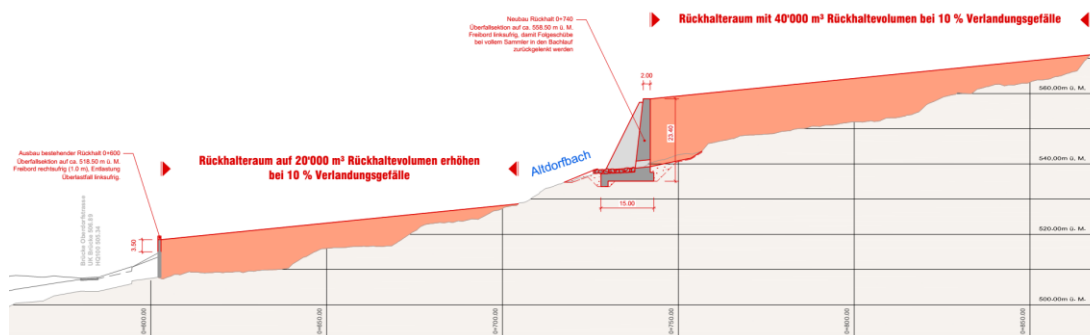


Abbildung 41: Längsprofil Altdorfbach im Bereich der beiden Rückhaltebauwerke

Der bestehende Geschiebesammler bei km 0+600 wird erhöht, um ein Rückhaltevolumen von 20'000 m³ generieren zu können. Die bestehende Überfallsektion wird auf die gesamte orographisch linke Rückhaltermauer verbreitert und auf eine Höhe von ca. 518.50 m ü. M. angehoben. Die rechtsufrige Mauersektion wird im Vergleich zum heutigen Zustand um 1.0 m erhöht. Dadurch wird erreicht, dass der Überlastfall, welcher auf den bereits gefüllten Rückhalteraum trifft, tendenziell auf der linken Seite austritt und unterhalb der Sperre ins Gerinne zurückfliesst oder sich auf dem weniger bebauten linken Umland ablagert.

Das neu zu errichtende Bauwerk bei km 0+740 weist eine Höhe von maximal 18.5 m, gemessen von bestehender Sohlhöhe und eine abgewinkelte Länge von ca. 110 m auf und ist als Plattensperre mit Grunddole konstruiert.

Eine Plattensperre mit Grunddole und vertikalem Entwässerungsschlitz ermöglicht den ungehinderten Durchfluss bei Normalabfluss. Durch den vertikalen Schlitz sind auch während des Murgangereignisses eine permanente Entwässerung sowie eine Durchleitung von feineren Feststoffen und eine damit verbundene Verringerung des erforderlichen Rückhaltevolumens sichergestellt.

Der vertikale Schlitz teilt das massive Betonbauwerk in zwei Bauteile. An jedem Bauteil sind zur Lastabtragung in den Untergrund zwei Flügelmauern vorgesehen. Aufgrund der unsicheren geologischen Verhältnisse, ist derzeit noch unklar, ob neben den Flügelmauern noch Zuganker zur Erreichung der Standsicherheit erforderlich sind.

Linksufrig ist im Bereich der bestehenden Grüngutdeponie mit Kehrplatz eine bachparallele Verlängerung des Sperrenbauwerks erforderlich. Diese Seitenmauer wird mit dem angenommenen Verlandungsgefälle von 10% bis ca. km 0+800 verlängert, um ein linksseitiges Ausbrechen des Überlastfalls zu verhindern. Über den Kehrplatz und die vorhandene Verbindungsstrasse, welche gegebenenfalls noch auszubauen ist, wird auch die Bewirtschaftung des Sammlers sichergestellt. Dazu wird in die Seitenmauer eine Bewirtschaftungsöffnung eingelassen, welche im Normalfall mit Dammbalken verschlossen ist und zu Unterhaltszwecken den Zugang zum Sammler erlaubt.

Beide Rückhaltebauwerke sind aufgrund des Grössenkriteriums voraussichtlich der Stauanlagenverordnung zu unterstellen, wobei sie als kleinere Anlagen unter Aufsicht des Kantons stehen. Die genaue Dimensionierung inklusive der statischen Nachweise hat nach Vorlage des geotechnischen Gutachtens im Rahmen des Bauprojektes unter Berücksichtigung der Vorgaben der Stauanlagenverordnung zu erfolgen.

Am Unterlauf des Altdorfbachs, zwischen der Mündung in den Vierwaldstättersee und dem Geschiebesammler bei km 0+600 sind verschiedene Massnahmen erforderlich, um die gemäss Schutzzielmatrix geforderten Schutzziele einhalten zu können (vgl. Abbildung 42).

Zufahrt

Die Erreichbarkeit der beiden Rückhaltebauwerke muss sichergestellt sein. Dies gilt für die Bauphase als auch für den späteren Unterhalt.

Der Sammler bei km 0+600 ist bereits heute über eine geeignete Bewirtschaftungsstrasse erschlossen. Die im unteren Abschnitt asphaltierte Rütistrasse führt von der Brücke Altdorfbach bis zum Werkareal. Ab hier führt eine Schotterstrasse bis zur Grüngutdeponie im Bereich des geplanten Rückhaltebauwerks bei km 0+740, welche gegebenenfalls ausgebaut werden muss, um den Anforderungen für den Sammlerunterhalt (Ausbaugewicht, Strassenbreite etc.) gerecht zu werden.

Zwischenstrecke (km 0+110 – km 0+600)

Oberhalb der Seestrasse ist linksufrig die Erhöhung der Uferlinie um maximal 1.5 m erforderlich, um die Gefährdung der Überbauung Sunset und der im Erdgeschoss gelegenen Parkplätze der Rigibahnen zu reduzieren.

Zwischen km 0+425 und km 0+475 sind bei einem Murgangereignis auf einer Länge von ca. 50 m rechtsseitige Ausuferungen zu erwarten, welche die Talstation der Seilbahn Hinterbergen und der benachbarten Gebäude gefährden. In diesem Bereich wird daher die rechte Ufermauer um 1.5 m erhöht.

Nachfolgende Abbildung 42 zeigt die zwischen der Mündung (km 0+000) und dem auszubauenden Geschiebesammler (km 0+600) am Altdorfbach umzusetzenden Massnahmen.

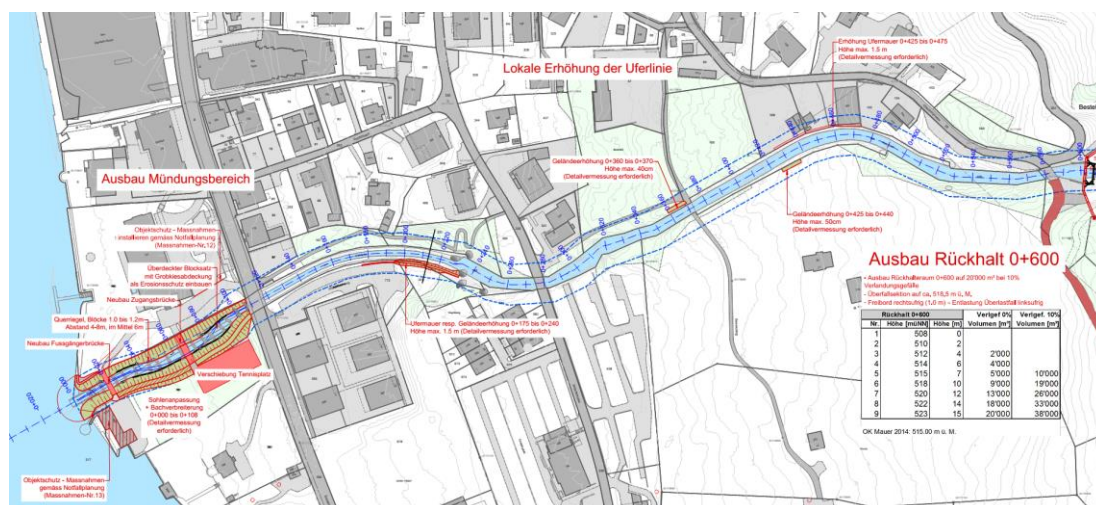


Abbildung 42: Massnahmen zwischen Mündung und km 0+600

Mündungsbereich (km 0+000 – km 0+110)

Im Mündungsbereich können zur Erfüllung der Anforderungen der Schutzzielmatrix zwei Lösungsansätze verfolgt werden:

a) Bauliche Massnahmen

Um ein seitliches Austreten eines Murgangschubs zu verhindern sind beidseitig des Altdorfbachs bis zur Seestrasse bachparallele Ufermauern zu erstellen.

b) Organisatorische Massnahmen

Die heutige Interventionsplanung der Gemeinde Vitznau sieht im Mündungsbereich organisatorische Massnahmen vor, um von Naturereignissen betroffene Gebäude zu schützen. Diese Massnahmen können als fester Bestandteil in das Projekt integriert werden, damit die Schutzzielvorgaben erfüllt werden. Hierzu ist auch das individuelle Todesfallrisiko (Personenrisiko) nachzuweisen. Sofern der Grenzwert für

das individuelle Todesfallrisiko (Personenrisiko) überschritten wird, sind die organisatorischen Massnahmen mit einem Alarmsystem zu kombinieren.

Die baulichen Massnahmen wurden im Rahmen der Massnahmenplanung vertieft untersucht. Aufgrund des Ausmasses der erforderlichen Ufermauern mit entsprechender Beeinträchtigung des Ortsbildes wurde von Seiten vif und BAFU entschieden, dass im Mündungsbereich die geforderten Schutzziele mit den vorhandenen Objektschutzmassnahmen, welche als fester Bestandteil in die Massnahmenplanung des Vorprojekts aufgenommen werden, sichergestellt werden sollen.

In Kombination mit einem geeigneten Alarmsystem können die organisatorischen Massnahmen in der Beurteilung des Schadenpotentials nach Massnahmen berücksichtigt werden.

8.1.2 Massnahmen Lastfall Reinwasser

Neben den Massnahmen zur Bewältigung des Murgangereignisses sind auch Massnahmen für den Lastfall Reinwasser erforderlich (Bemessungsereignis = HQ100). Prinzipiell ist die Kapazität des Altdorfbachs ausreichend, um das Bemessungshochwasser sicher abführen zu können. Möchte man jedoch das geforderte Freibord von 1.0 m ebenfalls sicherstellen, sind lokal begrenzte, kleine Geländeanpassungen erforderlich. Diese befinden sich zwischen der Kantonsstrasse und dem bestehenden Rückhaltebauwerk bei km 0+600 an folgenden Stellen (Abbildung 43):

- Linksufrig, km 0+180 bis 0+200, Geländeerhöhung um max. 40 cm (wird durch die Massnahmen für den Prozess Murgang in diesem Bereich hinfällig).
- Rechtsufrig, km 0+360 bis 0+370, Geländeerhöhung um max. 40 cm.
- Linksufrig, km 0+425 bis 0+440, Geländeerhöhung um max. 50 cm.

Eine ungenügende Gerinnekapazität liegt zudem im Mündungsbereich unterhalb der Kantonsstrasse vor.

Es ist anzumerken, dass eine allfällige Drosselwirkung der Rückhaltebecken nicht berücksichtigt wurde und eine Detailvermessung der betroffenen Stellen nicht vorliegt. Beide Punkte sind im Zuge des Bauprojektes zu überprüfen. Gegebenenfalls können dann oben genannte Massnahmen reduziert oder es kann eventuell sogar ganz darauf verzichtet werden.

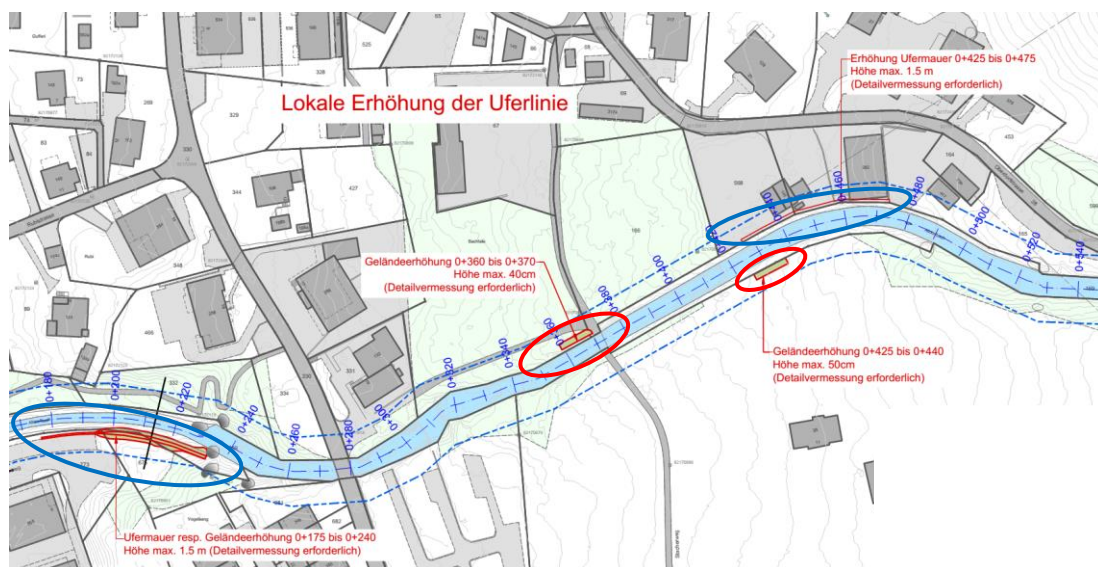


Abbildung 43: Projektierter Erhöhung der Uferlinien (rote Ellipsen: Prozess Reinwasser, blaue Ellipsen: Prozess Murgang), Situation

8.1.3 Massnahmen Ökologie

Im Mündungsbereich besteht neben den weiter oben beschriebenen Defiziten für die Prozesse Murgang und Reinwasser zusätzlich ein ökologisches Defizit. Die Anbindung des Altdorfbachs ist durch die vorhandene Holzrampe nicht bzw. nur teilweise gegeben. Zudem ist in der gepflasterten Sohle keine Niederwasserrinne vorhanden, so dass eine Passierbarkeit für Fische bei Niederwasser nur sehr schwer möglich ist.

Es ist vorgesehen, den Mündungsbereich ökologisch aufzuwerten, indem er abgetieft, die angrenzende Sohle im Vierwaldstättersee angepasst, der gesamte untere Bachabschnitt verbreitert und mit flachen Böschungen versehen wird. Damit ausreichend Platz vorhanden ist, muss der bestehende ehemalige Tennisplatz, welcher heute als Terrasse mit Sitzmöglichkeiten genutzt wird, versetzt werden.

Zur Erosionssicherung sind, trotz grosszügiger Aufweitung, Sicherungsmassnahmen erforderlich. Ansonsten besteht eine Hochwassergefährdung für die in Fliessrichtung links am Mündungsbereich liegende Gaststätte (Abbildung 44).

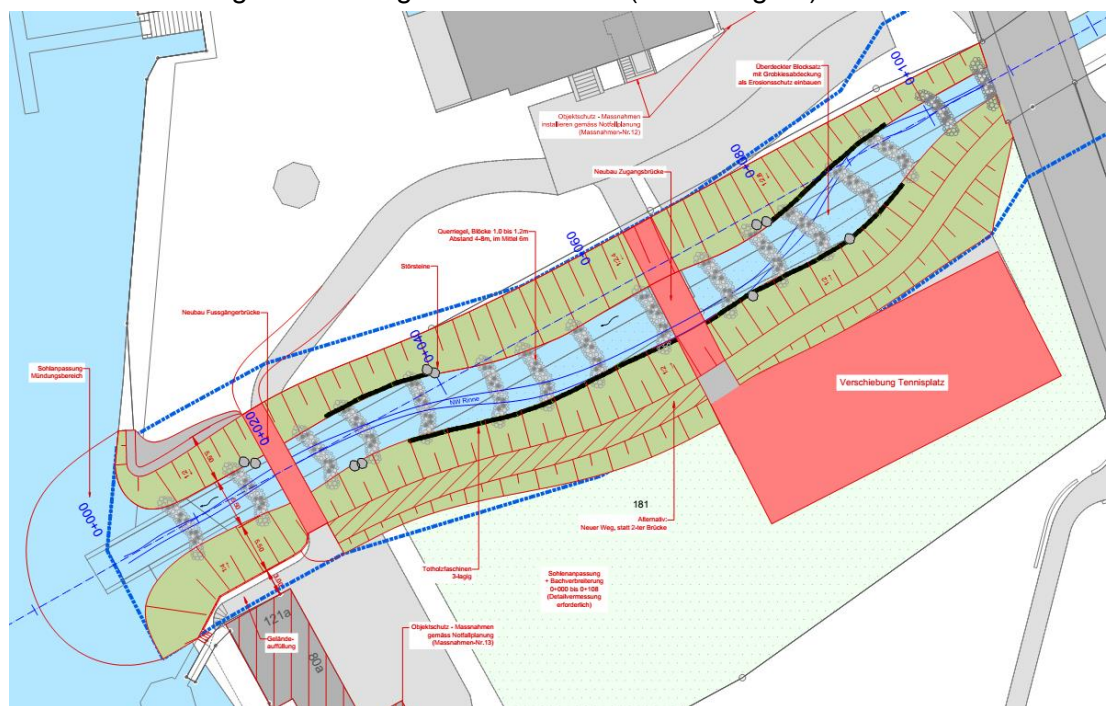


Abbildung 44: Projektierter Mündungsbereich, Situation

Im Rahmen der Murgangmodellierungen wurde der Einfluss der Aufweitung auf die Ablagerungstendenz hin untersucht. Im Vergleich zum heutigen Zustand konnte keine negative Veränderung festgestellt werden, wodurch die ökologische Aufwertung des Mündungsbereichs das Murgangrisiko nicht erhöht und somit ausschliesslich positive Auswirkungen für den Altdorfbach zur Folge hat.

8.2 Interessenabwägung

Im Rahmen des vorliegenden Projektes erfolgte eine Bewertung der Massnahmen aus technischer, ökologischer und landschaftlicher Sicht. Politische und partikuläre Interessen sind nicht bewertet bzw. werden vom Kanton in Abstimmung mit der Gemeinde durchgeführt.

8.3 Bauablauf

Die geplanten Massnahmen können in vier Abschnitte unterteilt werden:

- Rückhalteraum km 0+740
- Erhöhung Sammler bei km 0+600
- Geländemodellierungen und Massnahmen zwischen Seestrasse und Geschiebesammler km 0+600
- Aufwertung Mündungsbereich

Aufgrund der räumlichen und funktionalen Distanz der Abschnitte können diese bei Bedarf auch zeitlich getrennt ausgeführt werden. Um das Risiko schnellstmöglich zu reduzieren, gilt die oben aufgeführte Reihenfolge als Prioritätenfolge.

Rückhalteraum km 0+740

Der Rückhalteraum bei km 0+740 stellt das wesentliche Bauwerk der Gesamtmassnahme dar.

Derzeit ist vorgesehen, dass die Baustelle selbst nicht von der Bachsohle aus bedient wird. An der linken Böschungsoberkante, auf dem bestehenden Kehrplatz sowie im Bereich des Werkareals, kann ein verhältnismässig grosszügiger Installationsplatz errichtet werden, der gut erreichbar ist. An diesem Installationsplatz kann ein Turmdrehkran mit einem Ausleger von ca. 70 m installiert werden, so dass die gesamte Baustelle bedient werden kann.

Rückhalteraum km 0+600

Die Erschliessung der Baustelle ist über bestehende Strassenverbindungen sichergestellt. Für einen Installationsplatz ist entlang der Oberdorfstrasse, im Bereich der heutigen Parkplätze der Wissifluhseilbahn eine Fläche von ca. 250 m² verfügbar, welche aufgrund der Seilbahn jedoch nur über eine begrenzte Arbeitshöhe verfügt. Als Standort für einen allfälligen Turmdrehkran bietet sich die von der Haarnadelkurve eingeschlossene Wiese an, ab welcher mit einem Ausleger von ca. 60 m die gesamte Baustelle bedient werden kann.

Geländemodellierungen und Ausbau Altdorfbach

Die kleineren Geländemodellierungen sind ohne grossen Aufwand mit Kleingeräten zu realisieren. Da es sich um kleinere Massnahmen handelt sind keine grossen Baupisten oder Installationsplätze erforderlich.

Für die Erhöhung der Ufermauer bei der Seilbahn Hinterbergen steht auf dem Parkplatz eine ausreichend grosse Fläche für einen Installationsplatz zur Verfügung.

Aufwertung Mündungsbereich

Der Mündungsbereich kann über die Parkplatzfläche des Hotels Vitznauerhof erreicht werden. Die Baumassnahmen sollten in der Fischschonzeit zwischen Mai und September ausgeführt werden.

8.4 Materialbilanz

Für die Realisierung der Gesamtmassnahme fallen folgende relevante Massen an:

Tabelle 17: Materialbilanz

	Mündungs- bereich	Rückhalte- becken	Zufahrts- strasse	Ausbau Altdorfbach
Aushub [m³]	6'900	6'700	0	400
Schüttmaterial [m³]	1'200	0	0	800
Kiese/Blöcke [to]	1'300	900	400	0
Brücken [Stk.]	2	0	0	0
Beton [m³]	400	8'500	0	100

8.5 Landbedarf

Folgende permanente Landbeanspruchung ist für die Realisierung der Massnahmen erforderlich:

Mündungsbereich	2'427 m ²
Geländemodellierungen und Ausbau Altdorfbach	101 m ²
Rückhaltebauwerk km 0+740	689 m ²
<u>Ausbau Rückhalt km 0+600</u>	<u>0 m²</u>
Summe	3'217 m ²

Welche Flächen davon zwingend zu erwerben sind, ist noch in der nachfolgenden Projektphase zu klären. In der Kostenschätzung wurde davon ausgegangen, dass die beanspruchten Flächen nicht erworben werden müssen. Weitere Details können der Planbeilage „Erwerb von Grund und Rechten“ entnommen werden.

9 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN

9.1 Auswirkungen auf Siedlungen und Nutzflächen

Siedlungs- und Nutzflächen werden lediglich zu einem kleinen Anteil im Bereich der Mündung beansprucht. Daher sind die Auswirkungen auf diesen Bereich als gering einzustufen.

9.2 Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Insbesondere das Rückhaltebauwerk bei km 0+740 stellt ein massives Bauwerk dar. Aufgrund der Lage kann eine Einsehbarkeit vom Dorfkern von Vitznau her nicht ausgeschlossen werden. Gleiches gilt auch für die Erhöhung des bestehenden Geschiebesammlers. Vom Vierwaldstättersee aus werden beide Bauwerke erkennbar sein. Gegebenenfalls könnte das Bauwerk mit tarnenden Massnahmen (z.B. Tarnnetz) abgedeckt werden.

9.3 Auswirkungen auf Gewässerökologie und Fischerei

Die Rückhaltebauwerke haben mit Ausnahme während der Bauzeit keinen negativen Einfluss auf die Gewässerökologie und die Fischerei. Beim Bau sind die entsprechenden Auflagen zum Gewässerschutz einzuhalten.

Der Mündungsbereich wird deutlich aufgewertet und stellt im Vergleich zum heutigen Zustand eine enorme Verbesserung sowohl für den Gewässerzustand als auch für die Fischerei dar. Der Altdorfbach wird wieder an den Vierwaldstättersee angebunden. Für Fische wird eine neue Laichmöglichkeit zur Verfügung gestellt.

9.4 Auswirkungen auf Morphologie und Geschiebe

Der gewöhnliche Geschiebetrieb wird durch den Bau des neuen Rückhaltebauwerks nicht wesentlich beeinflusst, da die Grunddole die Sedimente und kleinere Geschiebemengen durchlässt. Bei grösseren Geschiebeaufkommen wirken beide Rückhaltebauwerke als Geschiebesammler und haben somit Einfluss auf den Geschiebehaushalt des Altdorfbachs.

9.5 Auswirkungen auf Grundwasser

Auswirkungen auf das Grundwasser sind nicht zu erwarten. Die Anpassungen im Mündungsbereich stellen keine wesentliche Änderung für den Grundwasserhaushalt dar.

9.6 Auswirkungen auf Landwirtschaft

Die Massnahmen haben auf die Landwirtschaft keine dauerhaften, nachteiligen Auswirkungen. Während der Bauphase sind gewisse Beeinträchtigungen nicht auszuschliessen

9.7 Auswirkungen auf Waldwirtschaft

Das Rückhaltebauwerk bei km 0+740 tangiert Waldflächen, welche jedoch nach der Baumassnahme weitestgehend wieder aufgeforstet werden können. Lediglich die Bauwerksaufstandsflächen und die unmittelbaren daran anschliessenden Bereiche sind von Bäumen freizuhalten.

Durch die Ausbaumassnahmen am Mündungsbereich ist der Altdorfbach überwiegend linksufrig in die Waldflächen zu verlegen, die dadurch verloren gehen. Dafür erhält man einen naturnah gestalteten Altdorfbach, der diesen Verlust zumindest teilweise ausgleichen wird.

10 KOSTENSCHÄTZUNG UND FINANZIERUNG

10.1 Kostenschätzung und Kostengenauigkeit

In folgender Tabelle 18 ist die Kostenschätzung der gesamten Baumassnahme dargestellt (Genauigkeit +/- 20%). Weitere Kostendetails können dem Anhang 5 entnommen werden.

Tabelle 18: Kostenschätzung Projektkosten Altdorfbach

Pos	Bezeichnung	CHF	Summe
1	Allgemeine Arbeiten	CHF	1'836'000.00
2	Mündungsbereich	CHF	756'000.00
3	Ausbau Altdorfbach	CHF	214'000.00
4	Rückhaltebauwerk	CHF	7'037'000.00
5	Ausbau Sammler	CHF	297'000.00
6	Zufahrtsstrasse	CHF	294'000.00
Zwischentotal I		CHF	10'434'000.00
	Honorar und Projektierung, ca. 20%	CHF	2'087'000.00
	Baunebenkosten, ca. 10%	CHF	1'050'000.00
	Unvorhergesehenes, ca. 20%	CHF	2'715'000.00
	Landerwerb (Annahme: kein LE erforderlich)	CHF	0.00
Zwischentotal II		CHF	16'286'000.00
	Mehrwertsteuer, 7.7%	CHF	1'254'022.00
	Rundung	CHF	9'978.00
Total		CHF	17'550'000.00

10.2 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Im Rahmen des ISK Vitznauer Bäche [17] wurde das jährliche Risiko vor Massnahmen mit rund 1'291'174 CHF bestimmt (siehe Kapitel 4.8.2). Demgegenüber steht eine Investitionssumme von gesamt rund 17.6 Mio. CHF. Bei einer Lebensdauer der Baumassnahmen von 100 Jahren, jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten von 0.5 % und einem Zinssatz von 2 %, errechnen sich so jährliche Kosten in Höhe von rund 440'000 CHF (vereinfachte Betrachtung).

Mit den in Kapitel 8 beschriebenen Massnahmen kann die Gefährdung bei einem hundertjährigen Ereignis vollständig behoben werden. Ereignisse grösserer Jährlichkeiten (sehr seltene Ereignisse > G100) verursachen im Siedlungsbereich von Vitznau Gefährdungen mit grösstenteils mittlerer Intensität. Lokal sind starke Intensitäten zu erwarten. Durch die baulichen Massnahmen in Kombination mit Objektschutzmassnahmen und einem geeigneten Alarmsystem können die Schutzzielanforderungen der Schutzzielmatrix erfüllt werden. Allerdings verbleibt für ein 300-jährliches Ereignis ein Restrisiko. Dieses beträgt, ohne Berücksichtigung der organisatorischen Massnahmen, ca. 106'500 CHF/Jahr und kann nicht in der durch die Massnahmen bewirkten Risikoreduktion berücksichtigt werden. Somit beträgt die mögliche Risikoreduktion

$$\text{Risikoreduktion} = 1'291'174 \text{ CHF} - 106'500 \text{ CHF} = 1'184'674 \text{ CHF}$$

Das Nutzen/Kosten-Verhältnis beträgt demnach $1'184'674 / 440'000 = 2.7$ (SOLL > 1.0), wodurch das Projekt als wirtschaftlich einzustufen ist.

10.4 Finanzierungsmöglichkeiten

Der Schutz vor Naturgefahren (Planung, Projektierung und Ausführung) obliegt nach Wasserbaugesetz dem Staat. Die Projektbewilligungsbehörde teilt die Kosten unter dem Staat, den Gemeinden und den Interessierten oder Wuhrgenossenschaften auf. Wasserbauprojekte weisen eine Kostenbeteiligung seitens Bund zwischen 35%-45% aus. Die Erhebung von Interessiertenbeiträgen liegt in der Verantwortung der Gemeinde.

10.5 Mehrleistungen

Allfällige Mehrleistungen im Rahmen der Einzelprojektfinanzierung durch den Bund sind derzeit noch nicht geklärt.

11 RISIKOBEURTEILUNG NACH MASSNAHMEN

11.1 Gefahrenbeurteilung

11.1.1 Verbleibende Gefahrensituation

Durch den Bau des neuen Rückhalteraums bei km 0+740 sowie den Ausbau des bestehenden Sammlers bei km 0+600 wird ein vollständiger G100-Schutzgrad erreicht.

Die vorgesehenen baulichen Massnahmen am Unterlauf des Altdorfbaches in Kombination mit den in der Interventionsplanung der Gemeinde Vitznau integrierten Objektschutzmassnahmen erlauben es, dass die im G300-Fall auftretenden Gefährdungen die zugelassene mittlere Intensität nicht überschreiten. Bei einem Versagen der Objektschutzmassnahmen können lokal Einwirkungen von starker Intensität nicht ausgeschlossen werden. Die Objektschutzmassnahmen sind in der Bauprojektphase hinsichtlich Wirksamkeit und Abmessungen im Detail zu überprüfen. Ereignisse, welche eine Jährlichkeit von 300 Jahren überschreiten (Überlastfall), können im Siedlungsbereich von Vitznau erhebliche Schäden anrichten. Der Überlastfall wurde im vorliegenden Projekt nicht im Detail untersucht.

Individuelles Todesfallrisiko

Das individuelle Todesfallrisiko (Personenrisiko) wurde für die einzelnen Objekte, welche gemäss Intensitätskarte nach Massnahmen ab einem G100 gefährdet sind, nachgewiesen. Der Grenzwert von 10^{-5} wird sowohl beim Campingplatz (mittlere Intensität) sowie beim Hotel Vitznauerhof und beim Restaurant Sens im Mündungsbereich (starke Intensität) überschritten (vgl. Zusammenstellung im Anhang 9).

Die organisatorischen Massnahmen der Interventionsplanung Vitznau (vgl. Anhang 8) wurden in der Risikobetrachtung nicht berücksichtigt. Das Personenrisiko für die beiden Gebäude Vitznauerhof und Sens kann durch eine Kombination der organisatorischen Massnahmen und einem geeigneten Alarmkonzept reduziert werden, sodass der Grenzwert für diese beiden Objekte nicht mehr überschritten wird. Das erforderliche Alarmsystem ist in der Bauprojektphase in Zusammenarbeit mit den Notfallorganisationen (Einsatzkräfte von Feuerwehr und Polizei, Bewilligungsbehörden von Bund und Kanton, Weitere) im Detail zu definieren.

Für die Risikoreduktion beim Campingplatz stehen grundsätzlich folgende Massnahmen zur Verfügung:

- a) bauliche Massnahmen
- b) Alarmsystem mit Notfallplanung
- c) (Teil-)Verlegung Campingplatz

Die Gefährdung des Campingplatzes bei einem G300-Ereignis resultiert aus linksufrigen Ausuferungen entlang des Altdorfbachs ab dem Rückhaltebauwerk bei km 0+600 bis oberhalb der Brücke Altdorfstrasse.

Um den Campingplatz mittels baulichen Massnahmen zu schützen, müsste das Gerinne auf diesem Abschnitt ausgebaut werden was mit erheblichem Aufwand verbunden ist und daher als nicht verhältnismässig erachtet wird.

Die Gefährdungen treten erst bei Ereignissen auf, welche eine Jährlichkeit von 100 Jahren überschreiten. Im Ereignisfall ist, wie in Kapitel 6.2.1 beschrieben, davon auszugehen, dass vor dem Hauptschub mit mehreren, kleineren Schüben zu rechnen ist, welche ohne Gefährdung von Siedlungsflächen von den Rückhaltebauwerken (vgl. Kapitel 8) bewältigt werden können. Bei einem sehr seltenen Ereignis (G300) steht somit eine Reaktionszeit zur Verfügung, um im Bereich des Campingplatzes mit organisatorischen Notfallmassnahmen (Evakuierung) das Personenrisiko zu reduzieren. Hierzu ist jedoch ein geeignetes Alarmsystem unumgänglich, welches in der Bauprojektphase im Detail zu definieren ist.

Eine weitere Möglichkeit, das Personenrisiko im Bereich des Campingplatzes zu reduzieren, besteht darin, die gemäss Intensitätskarte gefährdeten Stellplätze aufzuheben resp. zu Verlegen. Da für die Gefährdungen im Mündungsbereich (Vitznauerhof und Sens) ein Alarmsystem installiert werden muss, werden als Massnahme organisatorische Massnahmen kombiniert mit einem Alarmsystem empfohlen. Eine Verlegung der betroffenen Stellplätze sollte aufgrund des vorhandenen Restrisikos dennoch geprüft werden.

11.1.2 Gerinnekapazität

Im Abflussprofil des Altdorfbachs findet für den Prozess Reinwasser unter Inanspruchnahme des Freibordbereichs das EHQ-Ereignis Platz. Ausuferungen sollten nur noch durch externe Einflüsse wie lokaler Schwemmhölzeintrag oder sonstige Störquellen ausgelöst werden.

11.1.3 Gefahrenkarten oder Intensitätskarten

Die Intensitätskarte nach Massnahmen wurde basierend auf RAMMS-Modellierungen [32] gutachterlich bestimmt und findet sich in den Planbeilagen wieder.

11.2 Schadenpotential

Ein Schadenpotential nach Massnahme ist für die Betrachtungsszenarien G30 bzw. HQ30, G100 bzw. HQ100 sowie HQ300 nicht mehr vorhanden.

Gemäss der Gefahrenkarte nach Massnahmen sind im Siedlungsbereich von Vitznau bei einem G300-Ereignis Restgefährdungen zu erwarten. Diese verursachen im Mündungsbereich ein Schadenausmass von ca. 106'500 CHF/Jahr.

11.3 Restrisiko

Durch die Massnahmen wird der Schutz vor Naturgefahren im Projektperimeter deutlich verbessert. Grosse Siedlungsflächen mit erheblicher Gefährdung erfahren zukünftig wesentlich geringere Gefährdungsstufen. Die definierten Schutz- und Massnahmenziele werden unter Berücksichtigung der Objektschutzmassnahmen erreicht. Die Ereignisse der letzten Jahre zeigten aber, dass bei Naturgefahren auch der undenkbbare Fall noch eine, wenn auch geringe, Eintretenswahrscheinlichkeit aufweist. Bei einem Extremereignis ist mit unberechenbaren Prozessen zu rechnen. Zusätzliche Szenarien können in diesem Fall nicht ausgeschlossen werden – es bleibt immer ein Restrisiko bestehen.

11.4 Überlastfall

Die Schutzmassnahmen werden gemäss den Massnahmenzielen auf ein bestimmtes Dimensionierungsereignis ausgelegt. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass in Zukunft grössere Ereignisse auftreten, welche trotz aller Massnahmen zu weiteren Gefährdungen führen. Man spricht in diesem Fall vom sogenannten Überlastfall. Es muss sichergestellt werden, dass das System bei einer Überlast robust reagiert. Es darf bei Ereignissen über dem Dimensionierungsereignis nicht zu einem plötzlichen Kollaps des ganzen Systems mit unkontrollierten Folgen und entsprechend hohen Schäden kommen. Die Standsicherheit der Sperrenbauwerke unter Berücksichtigung einer definierten Überfallhöhe ist im Rahmen des Bauprojektes nachzuweisen. Ebenso ist im Rahmen des Bauprojektes zu prüfen, ob ein gegebenenfalls erforderlicher Kolkchutz unterhalb der Sperre für den Überlastfall zweckmässig ist.

12 UMSETZUNG DER VERBLEIBENDEN GEFAHREN IN DIE RICHT- UND NUTZUNGSPLANUNG

Die Schutzbauwerke werden so dimensioniert, dass die Anforderungen der Schutzzielmatrix erfüllt werden. Die in der Gefahrenkarte relevanten Ereignisgrößen werden beherrscht – wie erläutert verbleibt aber ein Restrisiko. In den Projektzielen ist festgehalten, dass bestehende Risiken vermindert werden und zukünftige gemindert werden sollen. Deshalb ist es empfehlenswert, der Restgefährdung Rechnung zu tragen, indem in der Nutzungsplanung Gefahrenzonen ausgeschieden und entsprechende Auflagen formuliert oder zumindest grundbuchamtlich festgehalten werden. Der Gemeinderat ist verpflichtet, die Sicherheit der Bevölkerung sicherzustellen und auch ermächtigt, in den Bereichen der Restgefährdung Ausführungsvorschriften oder Meidung von Gebieten zu erlassen.

13 NOTFALLPLANUNG

Die Massnahmen werden nach Möglichkeit so konzipiert, dass sie ohne aktives Eingreifen funktionieren. Die Objektschutzmassnahmen im Mündungsbereich müssen im Ereignisfall durch die Notfallorganisationen installiert werden. Durch die vorhandenen Rückhaltevolumina und ein geeignetes Alarmsystem verbleibt im Ereignisfall ausreichend Reaktionszeit, um die entsprechenden Massnahmen umzusetzen. Der Einsatz eines Alarmsystems, um die erforderliche Reaktionszeit gewährleisten zu können, ist in der Bauprojektphase im Detail zu prüfen.

Auch im Überlastfall ist es wichtig, dass vor dem Anspringen eine ausreichende Vorwarnzeit zur Verfügung steht, damit mobile Schutzmassnahmen rechtzeitig eingerichtet und allfällige Evakuierungen vorgenommen werden können. Mit einer der Situation angepassten Notfallplanung können die Schäden in Grenzen gehalten werden und vor allem kann der Verlust von Menschenleben mit grösster Wahrscheinlichkeit verhindert werden.

Die Notfallplanung ist in die bestehenden Notfallorganisationen mit Feuerwehr, Polizei, Zivilschutz, Gemeinde (inkl. Ortschaften in Notlagen), kantonalem Führungsstab und allfälligen weiteren Pikettstellen zu integrieren. Klare Verantwortlichkeitsbereiche bzw. Kompetenzregelungen und Handlungsanweisungen sowie regelmässige gemeinsame Übungen sind für das Funktionieren in einem Ereignisfall entscheidend.

Des Weiteren sind die Bäche im Rahmen des Interventionsdispositivs zu überwachen und falls nötig einzugreifen. Dies ist in den Notfallplanungen der Gemeinde vorzusehen.

14 ERFOLGSKONTROLLE UND MONITORING

Eine Erfolgskontrolle ist derzeit noch nicht vorgesehen. Im Rahmen der nachfolgenden Projektphasen ist gegebenenfalls ein Monitoringkonzept zu erstellen.

15 UNTERHALTSKONZEPT

Pflege- und Unterhaltsmassnahmen sind dem Nutzungs- und Betriebskonzept zu entnehmen, welches im Rahmen der Bauprojektphase zu erarbeiten ist.

16 WEITERE PLANUNGSPHASEN / TERMINPLANUNG

Weitere Planungsphasen sind derzeit noch nicht bekannt.

Luzern, 16. November 2018

HOLINGER AG

Daniela Nussle
Niederlassungsleiterin
daniela.nussle@holinger.com
052 267 09 45

Christian Nagy
Projektleiter
christian.nagy@holinger.com
052 267 09 37

Anhang 1

Vorprojekt Phase 1: Varianten Bemessungslastfall

Variante 10: Überlastfall über Campingplatz oder Altdorfbach, 4 Rückhalteräume, 2 im Hauptschluss, 2 im Nebenschluss

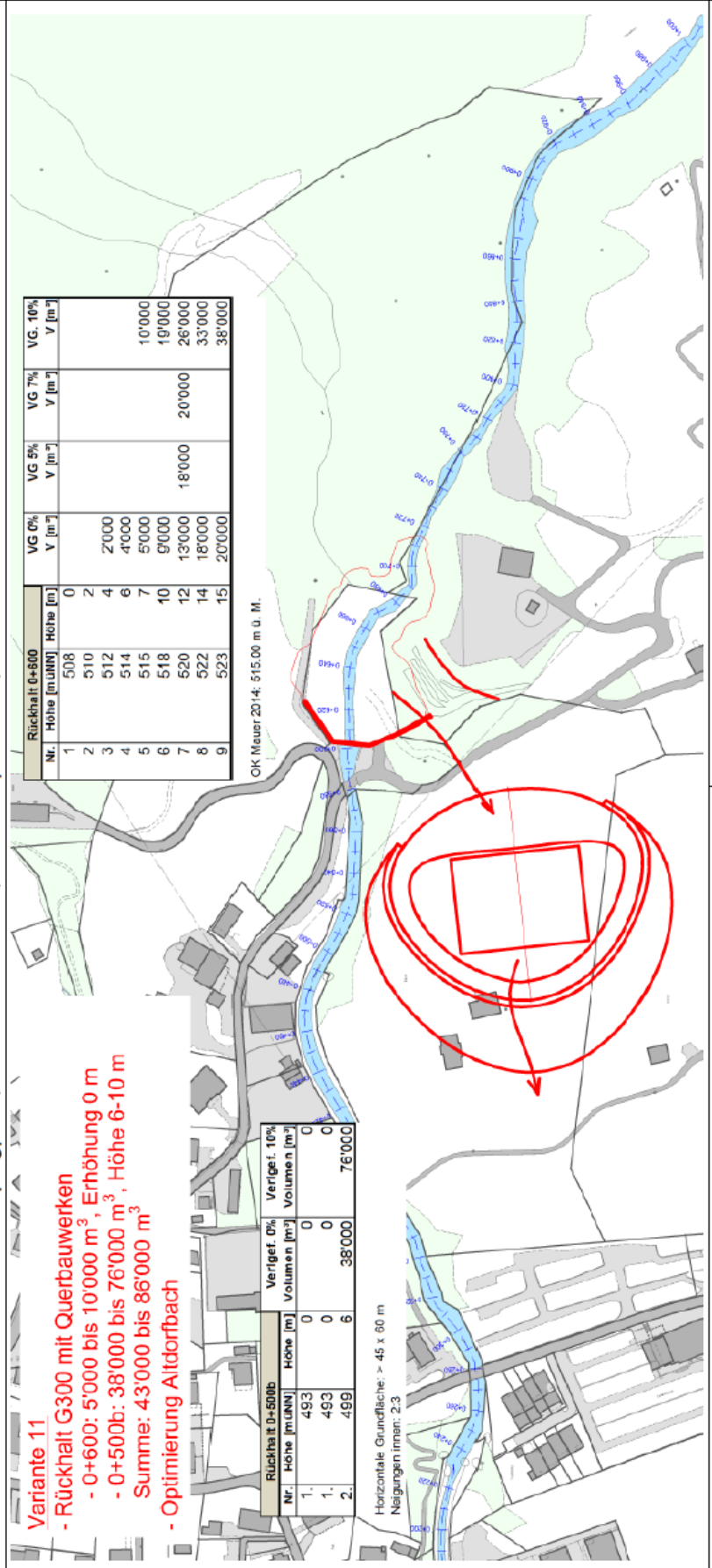
Variante 10

- Rückhalt G300 mit Querbauwerken
- 0+600: 13'000 bis 26'000 m³, Erhöhung 5 m
- 0+675: 18'000 bis 34'000 m³, Höhe 22 m
- 0+500: 5'000 bis 23'000 m³, Höhe bis 6 m (2 St.)
- Summe: 36'000 bis 83'000 m³
- Optimierung Altdorfbach

Rückhalt 0+675			Rückhalt 0+75			VG 0%			VG 5%			VG 7%			VG 10%		
Nr.	Höhe [m UHN]	Höhe [m]	Nr.	Höhe [m UHN]	Höhe [m]	V [m ³]	V [m ³]	V [m ³]	V [m ³]	V [m ³]	V [m ³]	V [m ³]	V [m ³]	V [m ³]	V [m ³]	V [m ³]	
1	520	0	1	520	0												
2	522	2	2	522	2												
3	525	5	3	525	5												
4	530	10	4	530	10	3000											
5	535	15	5	535	15	7000											
6	540	20	6	540	20	14000											
7	542	22	7	542	22	18000											
8	545	25	8	545	25	25000											
9	547	27	9	547	27	30000											
						19000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											
						20000											

Variante 11: Überlastfall über Campingplatz, 2 Rückhalteräume, 1 im Hauptschluss, 1 im Nebenschluss

- Variante 11**
- Rückhalt G300 mit Querbauwerken
 - 0+600: 5'000 bis 10'000 m³, Erhöhung 0 m
 - 0+500b: 38'000 bis 76'000 m³, Höhe 6-10 m
 - Summe: 43'000 bis 86'000 m³
 - Optimierung Altdorfbach



Vorteile

- Rückhalt von G300
- bestehender Geschieberückhalt wird genutzt
- Bei Verlandungsgefälle 0%: Rückhaltevol. >43'000 m³ (~G100)
- Zufahrtsstrasse 0+600 vorhanden, ggf. Teilausbau erforderlich
- Rückhalteraum 0+500b als Veranstaltungsort nutzbar

Nachteile

- Überleitungskorridor von Rückhalt 0+600 in 0+500b erforderlich (hohe Versagensgefahr)
- Strassenanpassung erforderlich
- Bestehendes Gebäude liegt im Rückhalteraum 0+500b
- Separate Wasserleitung aus Rückhalt erforderlich (>Q!)
- Alle Bauwerke sind einsehbar
- System nur robust, wenn VG ≥ 10% bzw. Annahmen zutreffen
- Landbedarf (Landwirtschaftszone 1 und 2, Freihaltezone)

Variante 12: Überlastfall über Campingplatz, 2 Rückhalteräume, 1 im Hauptschluss, 1 im Nebenschluss

Variante 12

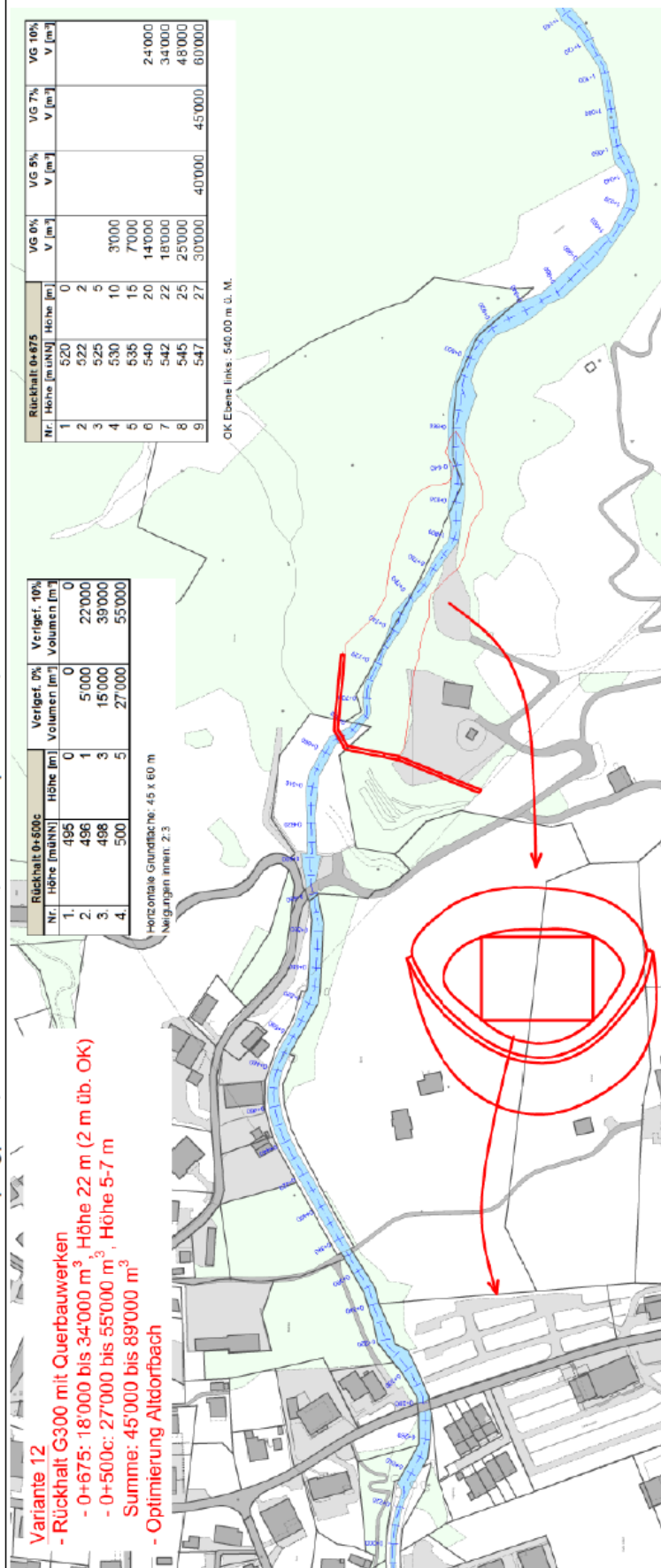
- Rückhalt G300 mit Querbauwerken
- 0+675: 18'000 bis 34'000 m³, Höhe 22 m (2 m üb. OK)
- 0+500c: 27'000 bis 55'000 m³, Höhe 5-7 m
- Summe: 45'000 bis 89'000 m³
- Optimierung Altdorfbach

Rückhalt 0+500c			
Nr.	Höhe [müNN]	Höhe [m]	Verlief. 10% Volumen [m ³]
1.	495	0	0
2.	496	1	5'000
3.	498	3	15'000
4.	500	5	27'000
			55'000

Horizontale Grundfläche: 45 x 60 m
Neigungen innen: 2:3

Rückhalt 0+675			
Nr.	Höhe [müNN]	Höhe [m]	Verlief. 10% Volumen [m ³]
1	520	0	0
2	522	2	3'000
3	525	5	7'000
4	530	10	14'000
5	535	15	21'000
6	540	20	28'000
7	542	22	34'000
8	545	25	40'000
9	547	27	45'000
			60'000

OK Ebene links: 540,00 m ü. M.



Vorteile

- Rückhalt von G300
- Bei Verlandungsgefälle 0%: Rückhaltevol. >42'000 m³ (~G100)
- Zufahrtsstrasse 0+675 vorhanden, ggf. Teilausbau erforderlich
- Rückhalteraum 0+500c als Veranstaltungsplatz nutzbar
- Kein Gebäude im Projektperimeter (Ausnahme bei 0+675)

Nachteile

- Überleitungskorridor von Rückhalt 0+675 in 0+500c erforderlich (hohe Versagensgefahr, Zufahrt während Ereignis nicht möglich)
- Strassenanpassung erforderlich
- bestehender Geschieberückhalt wird nicht genutzt (zus. Sicherheit)
- Grosses Querbauwerk bei 0+675 erforderlich (teuer)
- Objektschutz bei Gebäude 0+675 erforderlich
- Separate Wasserableitung aus Rückhalt erforderlich (>Q1)
- Alle Bauwerke sind einsehbar
- System nur robust, wenn VG ≥ 10% bzw. Annahmen zutreffen
- Landbedarf (Landwirtschaftszone 1 und 2, Freihaltezone)

Variante 13: Überlastfall über Campingplatz, 2 Rückhalteräume, 1 im Hauptschluss, 1 im Nebenschluss

Variante 13

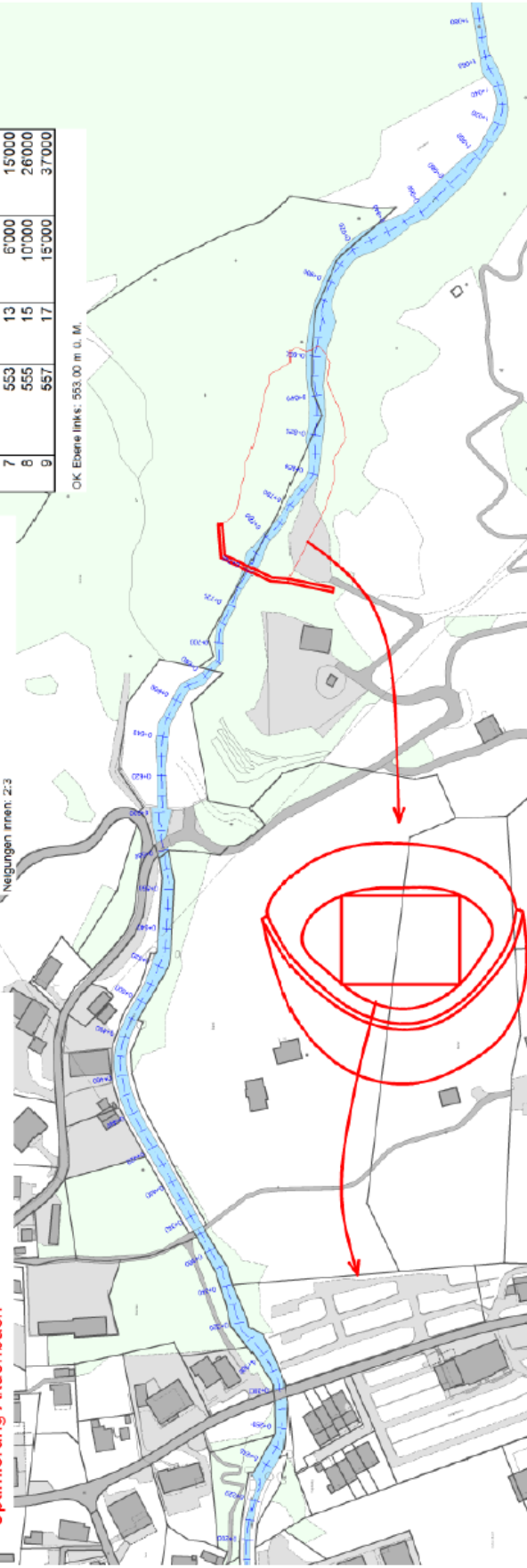
- Rückhalt G300 mit Querbauwerken
- 0+740: 10'000 bis 26'000 m³, Höhe 15 m (2 m üb. OK)
- 0+500c: 27'000 bis 55'000 m³, Höhe 5-7 m
- Summe: 37'000 bis 81'000 m³
- Optimierung Altdorfbach

Rückhalt 0+500c			Verlief. 0%		Verlief. 10%	
Nr.	Höhe [m]	Höhe [m]	Volumen [m ³]	Volumen [m ³]	Volumen [m ³]	Volumen [m ³]
1.	495	0	0	0	0	0
2.	496	1	5'000	22'000	22'000	22'000
3.	498	3	15'000	39'000	39'000	39'000
4.	500	5	27'000	55'000	55'000	55'000

Horizontale Grundfläche: 45 x 60 m
Neigungen innen: 2:3

Rückhalt 0+740			Verlief. 0%		Verlief. 10%	
Nr.	Höhe [m]	Höhe [m]	Volumen [m ³]	Volumen [m ³]	Volumen [m ³]	Volumen [m ³]
1	540	0	0	0	0	0
2	541	1	0	0	0	0
3	543	3	0	0	0	0
4	545	5	0	0	0	0
5	547	7	1'000	3'000	3'000	3'000
6	550	10	3'000	7'000	7'000	7'000
7	553	13	6'000	15'000	15'000	15'000
8	555	15	10'000	26'000	26'000	26'000
9	557	17	15'000	37'000	37'000	37'000

OK Ebene links: 553.00 m ü. M.



Vorteile

- Rückhalt von G300
- Bei Verlandungsgefälle 0%: Rückhaltevol. >38'000 m³ (~G70-100)
- Zufahrtsstrasse 0+740 vorhanden, ggf. Teilausbau erforderlich
- Rückhalteraum 0+500c als Veranstaltungsort nutzbar
- Kein Gebäude im Projektperimeter

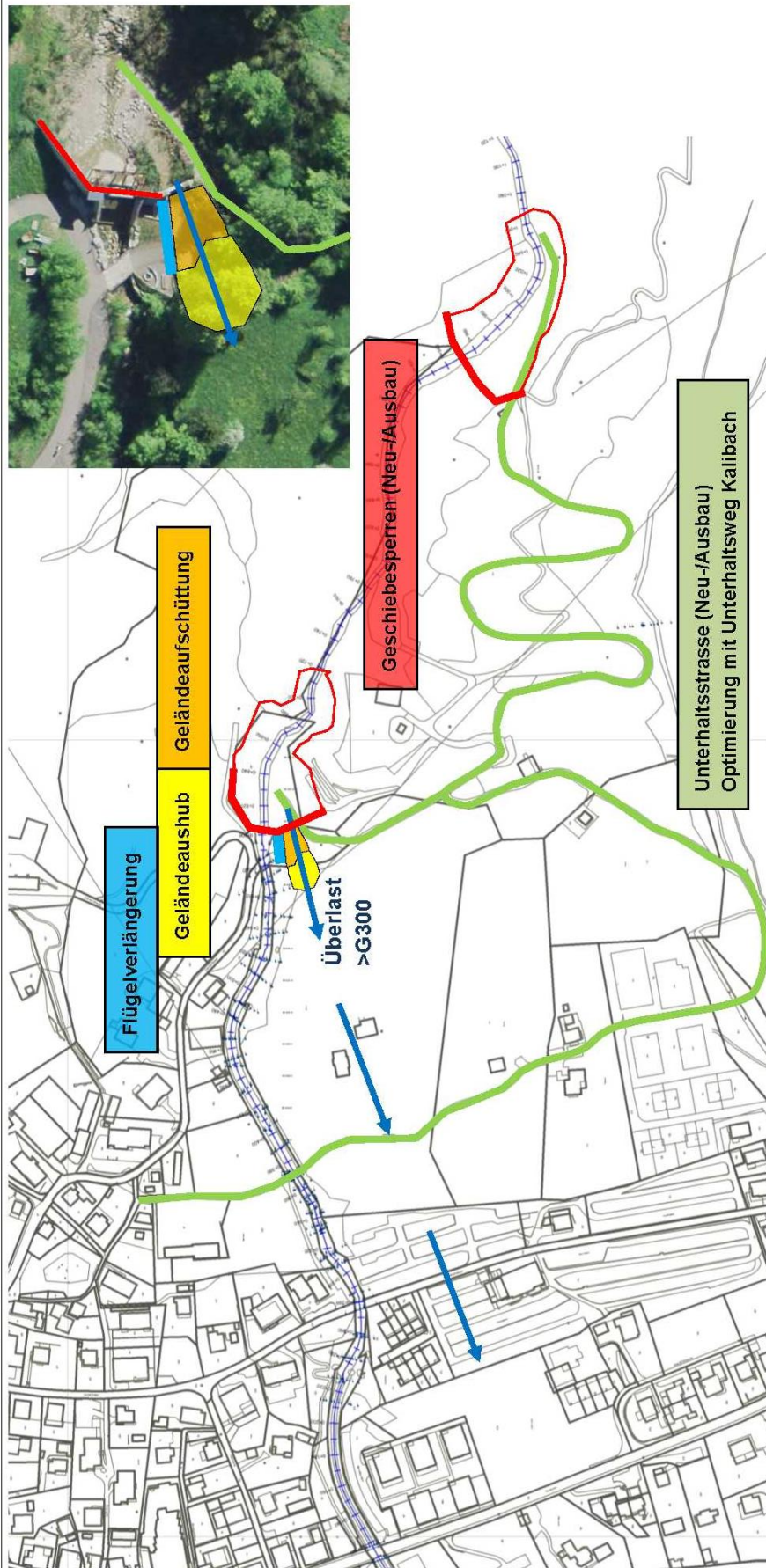
Nachteile

- Überleitungskorridor von Rückhalt 0+740 in 0+500c erforderlich (hohe Versagensgefahr, Zufahrt während Ereignis nicht möglich)
- Strassenanpassung erforderlich
- bestehender Geschieberückhalt wird nicht genutzt (zus. Sicherheit)
- Grosses Querbauwerk bei 0+740 erforderlich (teuer)
- Separate Wasserableitung aus Rückhalt erforderlich (>Q!)
- Alle Bauwerke sind einsehbar
- System nur robust, wenn VG ≥ 10% bzw. Annahmen zutreffen
- Landbedarf (Landwirtschaftszone 1 und 2, Freihaltezone)

Anhang 2

Vorprojekt Phase 1: Varianten Überlastfall

Variante 1.1: Bewältigung Überlastfall G>300 mit Bestvariante 1



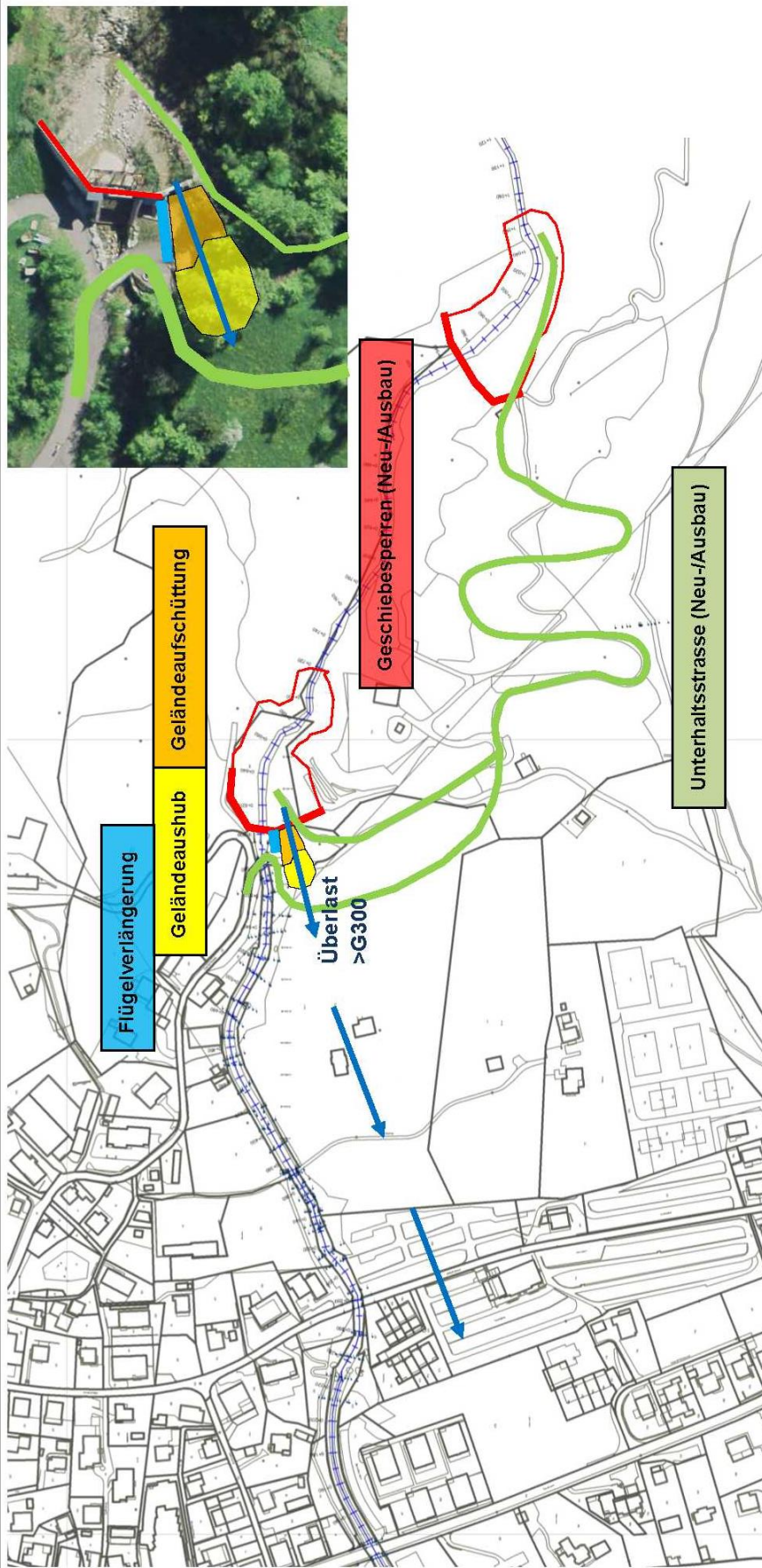
Vorteile

- Verringerung der Verkläusungsgefahr des Altdorfbachs unterhalb GS durch Ableitung des Überlastfalles auf den linken Kegelbereich
- Deutlich weniger bauliche Eingriffe als bei Variante 1.3 und 1.4
- Unterhaltsstrasse dient gleichzeitig als Erschliessungsstrasse für Bauzone
- Wahrscheinlich kostengünstiger als Variante 1.3 und 1.4

Nachteile

- Länge der Neubastrecke für Unterhaltsstrasse
- Mauer des bestehenden GS muss auf einer längeren Strecke erhöht werden, als bei Variante 1.3 und 1.4
- Gerinne unterhalb GS kann nicht für die teilweise Ableitung des Überlastfalls genutzt werden

Variante 1.2: Bewältigung Überlastfall G>300 mit Bestvariante 1



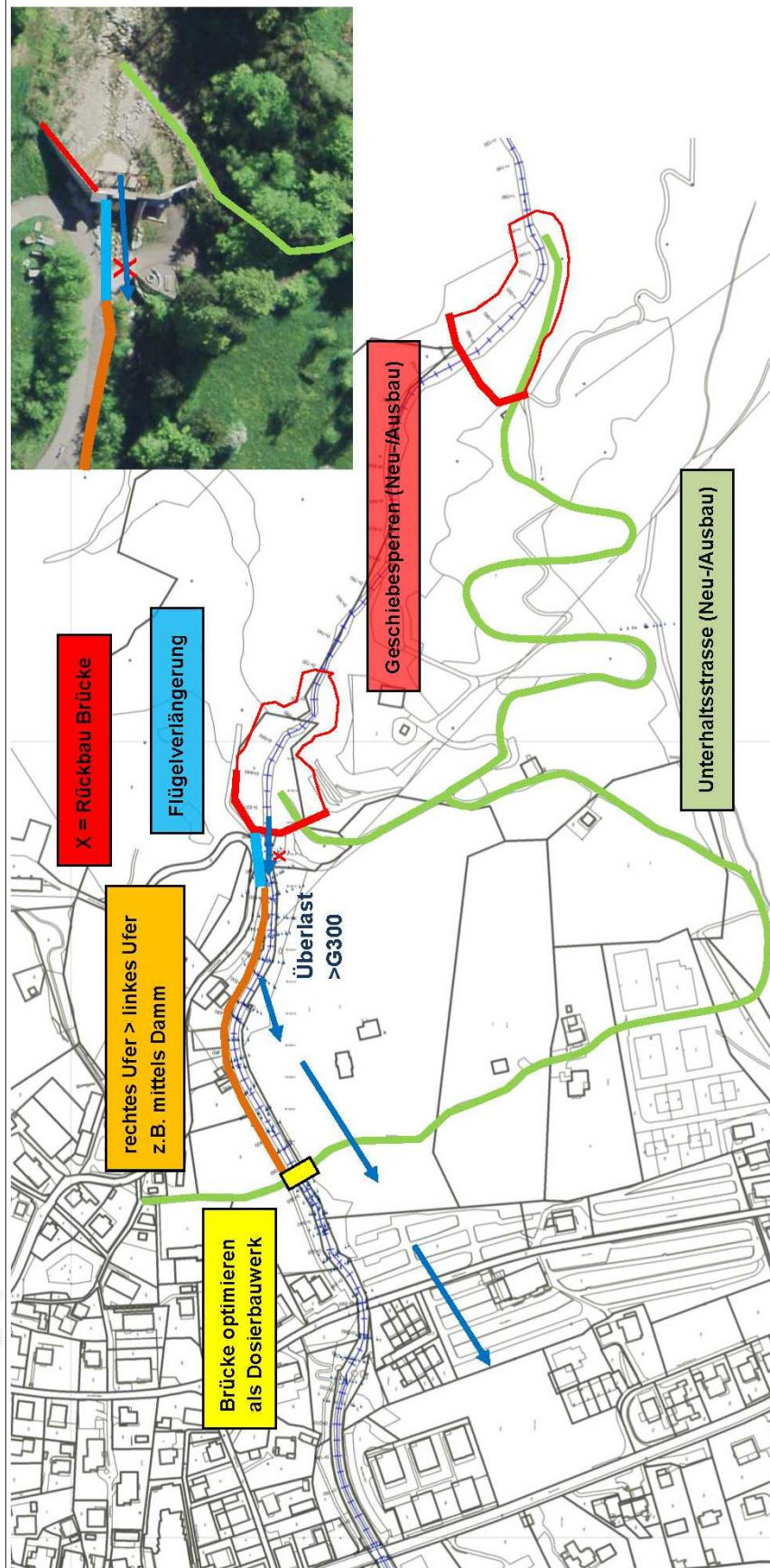
Vorteile

- Verringerung der Verklausungsgefahr des Altdorfbachs unterhalb GS durch Ableitung des Überlastfalles auf den linken Kegelbereich
- Deutlich weniger bauliche Eingriffe als bei Variante 1.3 und 1.4
- Wahrscheinlich kostengünstiger als Variante 1.3 und 1.4

Nachteile

- Mauer des bestehenden GS muss auf einer längeren Strecke erhöht werden, als bei Variante 1.3 und 1.4
- Unterhaltsstrasse muss im Bereich unterhalb des bestehenden GS neu erstellt werden
- Gerinne unterhalb GS kann nicht für die teilweise Ableitung des Überlastfalls genutzt werden

Variante 1.3: Bewältigung Überlastfall G>300 mit Bestvariante 1



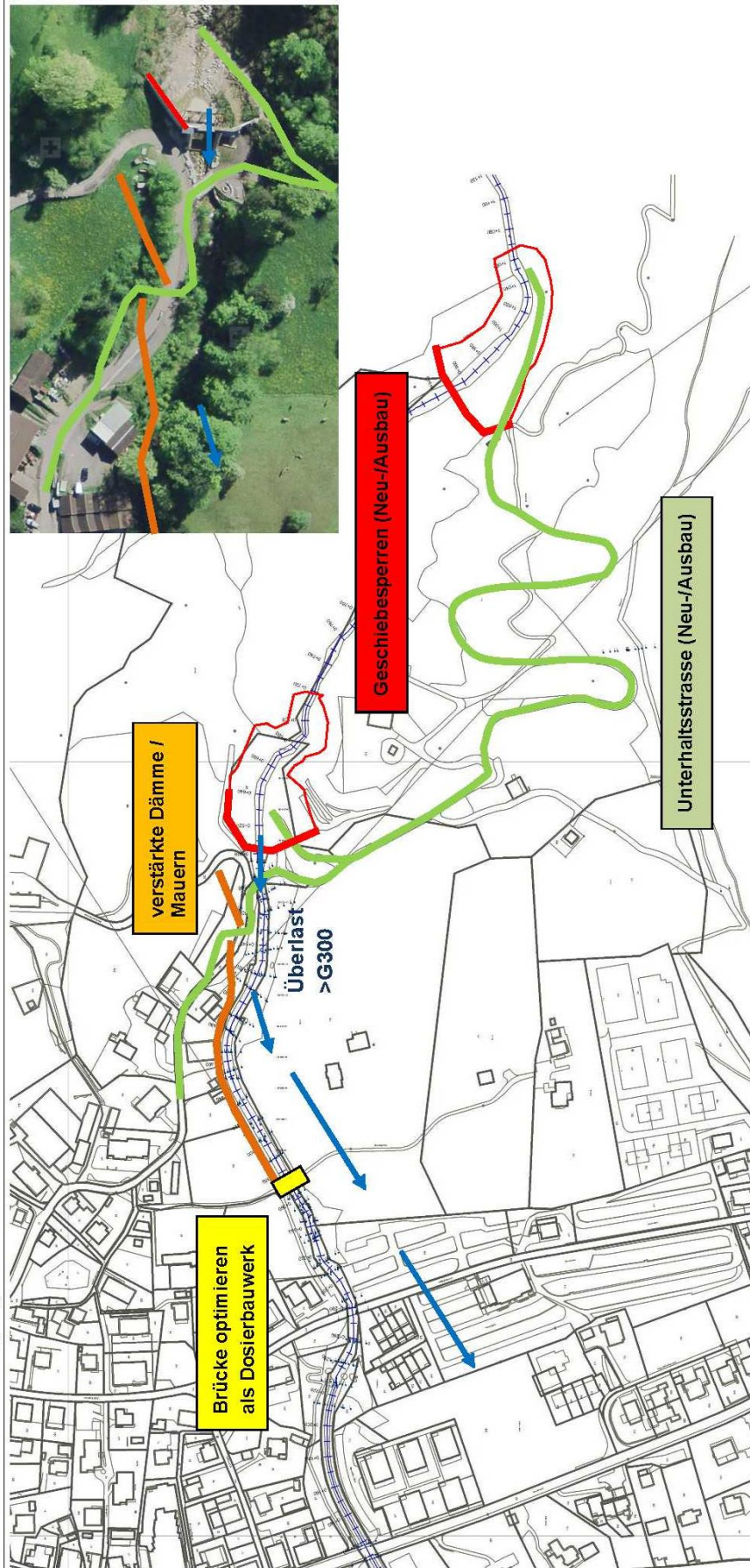
Vorteile

- Unterhaltsstrasse dient gleichzeitig als Erschliessungsstrasse für Bauzone
- Verringerung der Verklauungsgefahr durch Rückbau Brücke unterhalb GS
- Gerinne unterhalb GS kann für die teilweise Ableitung des Überlastfalls genutzt werden

Nachteile

- Länge der Neubaustrecke für Unterhaltsstrasse
- Anpassung oder Neubau Brücke als Dosierbauwerk
- Zugang zum Grillplatz und zur Kletterwand von der Dorfseite nicht mehr möglich
- Problematik Unterquerung Seilbahn Wissiflugh
- Wahrscheinlich teurer als Variante 1.1 und 1.2

Variante 1.4: Bewältigung Überlastfall G>300 mit Bestvariante 1



Vorteile

- Gerinne unterhalb GS kann für die teilweise Ableitung des Überlastfalls genutzt werden
- Länge der Neubaustrecke für Unterhaltsstrasse

Nachteile

- Anpassung oder Neubau Brücke als Dosierbauwerk
- Verklauungsgefahr durch Brücke unterhalb GS bleibt bestehen
- Anpassung Strasse rechtsufrig
- Problematik Unterquerung Seilbahn Wissifluh (Höhe)
- Wahrscheinlich teurer als Variante 1.1 und 1.2

Variante 1opt: Überlastfall linksufrig, 1 Rückhalterraum neu + bestehender Rückhalterraum, 2 im Hauptschluss									
<div> <div> Variante 1opt - Rückhalt G300 mit Querbauwerk - 0+937: 80'000m³, Höhe 30.5m Summe: 80'000 m³ - Optimierung Altdorfbach </div> <div> </div> </div>									
Nr.		Rückhalt 0+937		VG 0%		VG 5%		VG 10%	
		Höhe [müNN]		V [m³]		V [m³]		V [m³]	
		Höhe [m]							
1		583.0	0.0						
2		590.0	7.0	1'800					
3		594.0	11.0	4'600					
4		598.0	15.0	9'200					
5		600.0	17.0	12'300					
6		604.0	21.0	20'500					
7		608.0	25.0	31'300					
8		610.0	27.0	37'800					
9		612.0	29.0	45'200					
10		613.0	30.0	49'200	63'000			77'600	
11		613.5	30.5	51'300	65'000			80'500	
12		614.0	31.0	53'500				84'700	
13		615.0	32.0	58'000					

Vorteile

- Rückhalt von G300
- Bei Verlandungsgefälle 0%: Rückhaltevol. >50'000 m³ (>G100)
- Rückhalterraum 0+600 weiterhin für Murgänge nutzbar. Potential unterhalb 0+739 zzgl. Murgang, welcher bei 0+937 durchgeleitet wird
- Ausleitung Überlastfall linksufrig aufgrund der Topographie sichergestellt
- Kein Gebäude im Projektperimeter
- Kein Eingriff im Siedlungsgebiet
- Geringer Landbedarf

Nachteile

- Zufahrtsstrasse Rückhalt 0+937 erforderlich
- Grosses Querbauwerk bei 0+937 erforderlich
- Separate Wasserableitung aus Rückhalt erforderlich (>Q!)
- Bauwerke kann, je nach Bewuchs, einsehbar sein

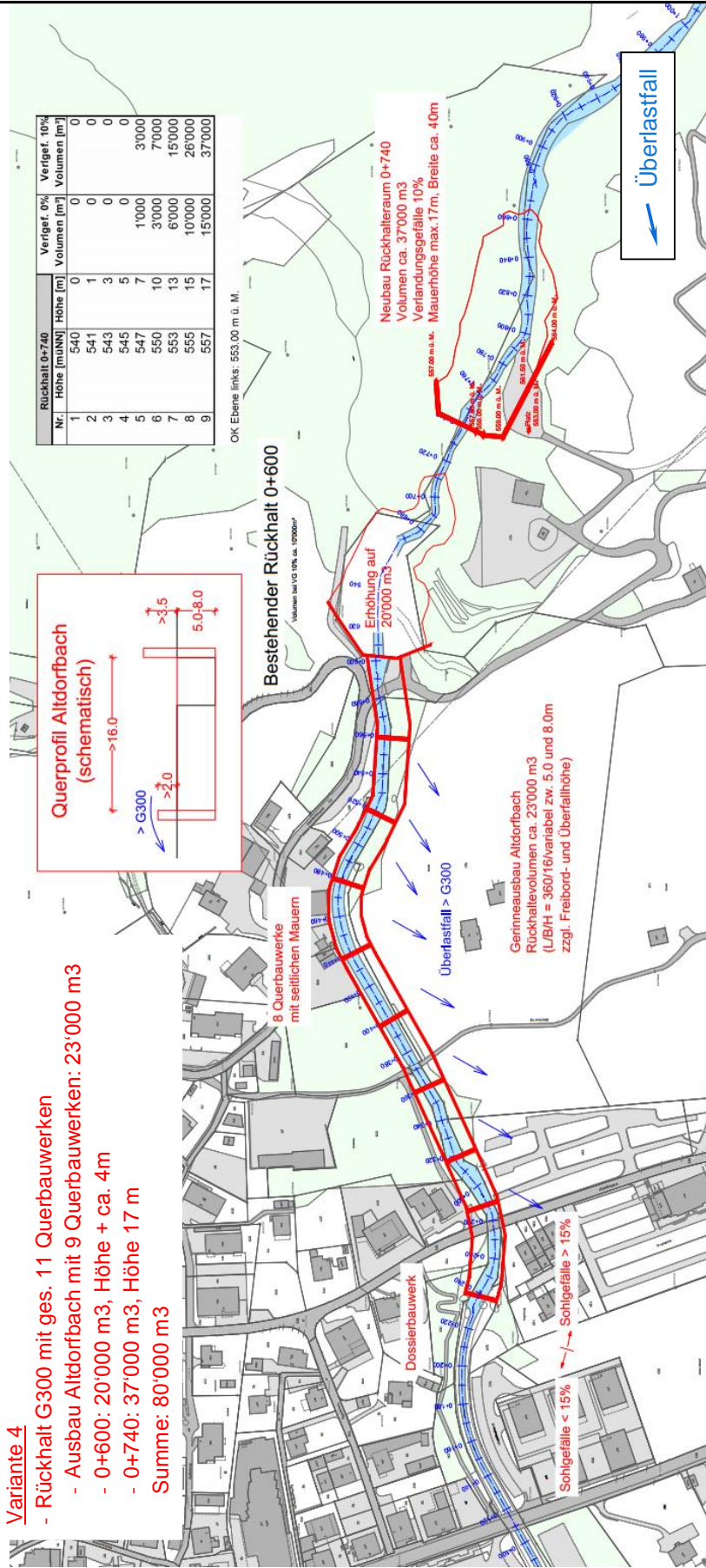
Anhang 3

Vorprojekt Phase 2: Varianten Bemessungslastfall

Variante 4: Überlastfall über Altdorfbach, 2 Rückhalteräume im Hauptschluss, Ausbau Altdorfbach

Variante 4

- Rückhalt G300 mit ges. 11 Querbauwerken
- Ausbau Altdorfbach mit 9 Querbauwerken: 23'000 m3
- 0+600: 20'000 m3, Höhe + ca. 4m
- 0+740: 37'000 m3, Höhe 17 m
- Summe: 80'000 m3



Vorteile

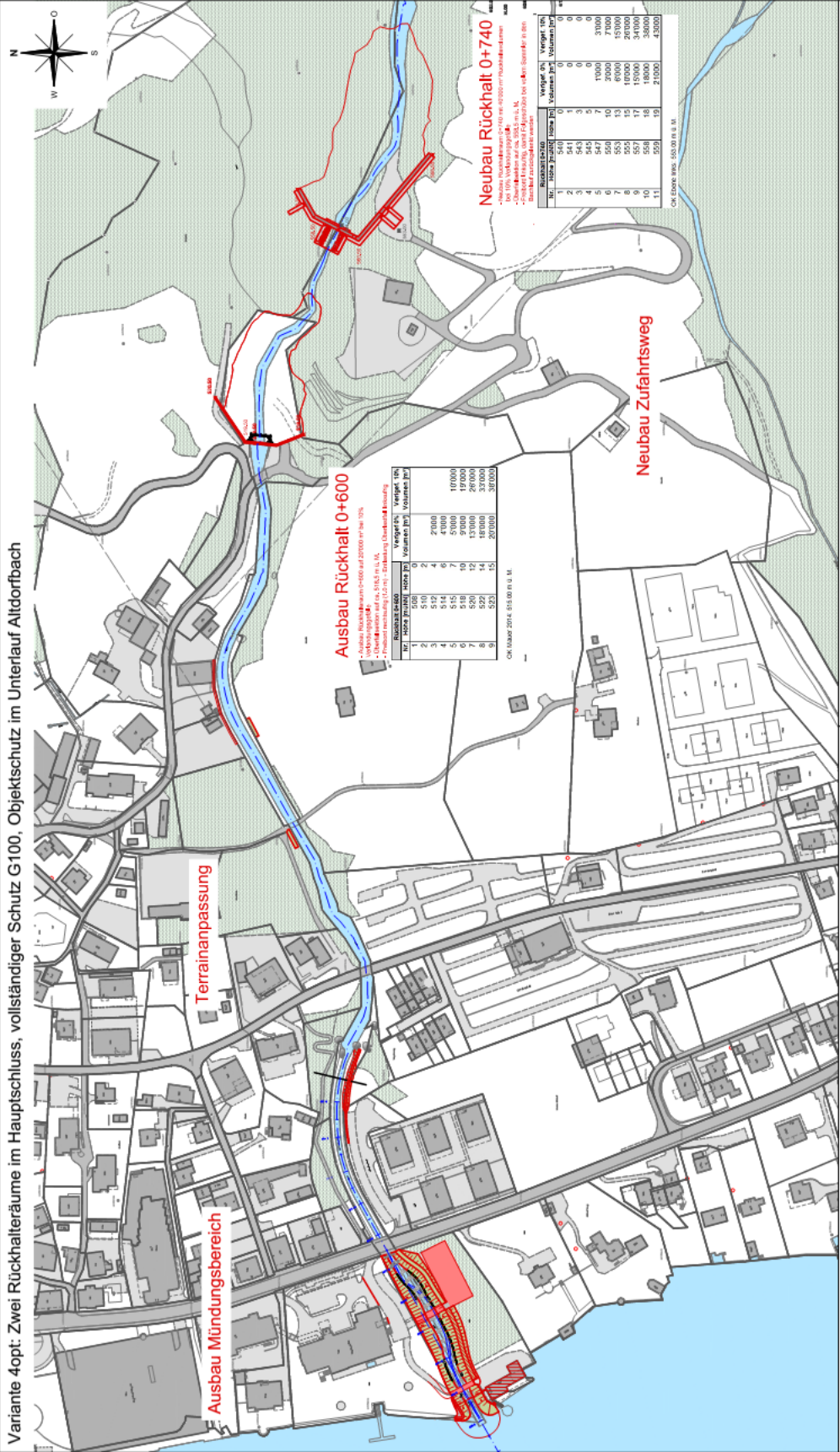
- Rückhalt von G300
- bestehender Geschieberückhalt wird genutzt
- Bei Verlandungsgefälle 0%: Rückhaltevol. >35'000 m3 (~G70-100)
- Zufahrtsstrasse 0+740 vorhanden, ggf. ausbauen

Nachteile

- Massiver Ausbau des Altdorfbachs erforderlich
- Massnahmen am bestehenden Rückhalt 0+600 erforderlich
- Grosses Querbauwerk bei 0+740 erforderlich
- Versagensrisiko Rückhaltekapazität Altdorfbach sehr hoch
- Rückhalt 0+600 deutlich einsehbar
- Rückhalt 0+740 teilweise einsehbar

Anhang 4

Vorprojekt Phase 3: Varianten Bemessungslastfall



Vorteile:

- Erforderliche Massnahmen zum Murgangrückhalt werden soweit möglich reduziert
- Bestehender Geschiebesammler wird genutzt
- Zufahrtstrasse bis km 0+740 vorhanden (ggf. Ausbau erforderlich)
- Ausbau Altdorfbach nur lokal erforderlich

Nachteile:

- Restgefährdung im Siedlungsbereich für sehr seltene Ereignisse (G300)
- Massnahmen am bestehenden Geschiebesammler bei km 0+600 erforderlich
- Grosses Querbauwerk bei km 0+740 erforderlich
- Rückhaltebauwerk bei km 0+600 deutlich einsehbar
- Rückhaltebauwerk bei km 0+740 teilweise einsehbar

Anhang 5

Kostenschätzung

Kostenschätzung Übersicht (Genauigkeit +/- 20%)

KAP	Bezeichnung	CHF	Summe
111	Summe Regieleistungen	CHF	410'000.00
112	Summe Prüfungen	CHF	159'000.00
113	Summe Baustelleneinrichtung	CHF	1'267'000.00
Summe Allgemeine Arbeiten		CHF	1'836'000.00
116	Summe Holzen und roden	CHF	30'000.00
213	Summe Wasserbauarbeiten	CHF	364'000.00
223	Summe Belagsarbeiten	CHF	53'000.00
241	Summe Ortbetonbau	CHF	309'000.00
Summe Mündungsbereich		CHF	756'000.00
213	Summe Wasserbauarbeiten	CHF	127'000.00
241	Summe Ortbetonbau	CHF	87'000.00
Summe Ausbau Altdorfbach		CHF	214'000.00
114	Summe Arbeitsgerüste	CHF	157'000.00
116	Summe Holzen und roden	CHF	112'000.00
151	Bauarbeiten für Werkleitungen	CHF	125'000.00
161	Summe Wasserhaltung	CHF	123'000.00
162	Summe Baugrubenabschlüsse	CHF	232'000.00
164	Summe Verankerung und Nagelwände	CHF	301'000.00
211	Summe Baugruben und Erdbau	CHF	765'000.00
213	Summe Wasserbauarbeiten	CHF	90'000.00
241	Summe Ortbetonbau	CHF	5'132'000.00
Summe Rückhaltebauwerk		CHF	7'037'000.00
114	Summe Arbeitsgerüste	CHF	54'000.00
116	Summe Holzen und roden	CHF	7'000.00
151	Bauarbeiten für Werkleitungen	CHF	52'000.00
161	Summe Wasserhaltung	CHF	44'000.00
211	Summe Baugruben und Erdbau	CHF	6'000.00
213	Summe Wasserbauarbeiten	CHF	11'000.00
241	Summe Ortbetonbau	CHF	123'000.00
Summe Ausbau Sammler		CHF	297'000.00
223	Summe Belagsarbeiten	CHF	294'000.00
Summe Zufahrtsstrasse		CHF	294'000.00
Summe Zwischentotal I		CHF	10'434'000.00
	Honorar und Projektierung, ca. 20%	CHF	2'087'000.00
	Baunebenkosten, ca. 10%	CHF	1'050'000.00
	Unvorhergesehenes, ca. 20%	CHF	2'715'000.00
	Landerwerb	CHF	0.00
Summe Zwischentotal II		CHF	16'286'000.00
	Mehrwertsteuer, 7.7%	CHF	1'254'022.00
	Rundung	CHF	9'978.00
Summe Total		CHF	17'550'000.00
Landerwerb: Annahme: Es ist kein Landerwerb erforderlich!			

Kostenschätzung Allgemeine Arbeiten (Genauigkeit +/- 20%)

Kapitel	POS Nr.	Positions Texte	Ausmass Menge	EH	Einheits- preis	Summe Ausmass
111	222'001	Lohnsumme n.Abrechnung	120'000.00	LE	1.00	100'000.00
	233'001	Summe Materialien	80'000.00	LE	1.00	80'000.00
	244'001	Summe Maschinen,Geräte,Mat.	100'000.00	LE	1.00	80'000.00
	253'001	Summe Fremdleistungen	80'000.00	LE	1.15	75'000.00
	262'201	Summe Drittrechnungen netto	80'000.00	LE	1.15	75'000.00
Summe Kapitel 111 Regie						410'000.00
112	311.112	Baustelleneinsätze Ab Baustelle	30.00	St	230.00	6'900.00
	311'211	Baustelleneinsätze Verdichtung	30.00	St	230.00	6'900.00
	311'253	Baustelleneinsätze Kanalisations-,Entwäss'leigt.	30.00	St	320.00	9'600.00
	321'101	Bitumenhaltige Materialien SN 670 403	20.00	St	291.00	5'820.00
	323'112	Mischgutuntersuchungen Volumetrische Best.Rohdichtu	15.00	St	775.00	11'625.00
	411'131	Baustelleneinsätze für Betonproben Spezifikation	10.00	LE	2'150.00	21'500.00
	413'111	Proben herstellen Kantenlänge mm 150	500.00	St	25.00	12'500.00
	421'112	Prüfserien an 3 Würfeln	100.00	St	178.00	17'800.00
	431'201	Wassereindringtiefe u.Druck	20.00	St	625.00	12'500.00
	432'101	Anh.C:Frost-Tausalz-Widerstand	20.00	St	1'345.00	26'900.00
113	481'101	Wassergehalt,-zementwert	200.00	St	65.00	13'000.00
	481'104	Ausbreitmass SN EN 12 350-5	200.00	St	25.00	5'000.00
	481'106	Luftgehalt SN EN 12 350-7	200.00	St	40.00	8'000.00
	Summe Kapitel 112 Prüfungen					
113	111'001	Gesamte Baustelleneinrichtung für die Dauer der Leistung des Unternehmers	1.00	gl	500'000.00	500'000.00
	211'002	Zufahrten innerhalb des Baustellenperimeters	1.00	LE	25'000.00	25'000.00
	221'002	Plätze und Lagerflächen herrichten	15.00	LE	2'000.00	30'000.00
	231'002	Gesamte Baustellensignalisation	1.00	LE	25'000.00	25'000.00
	241'211	Baustellenschutz respektive Überwachung	1.00	gl	25'000.00	25'000.00
	242'411	Bauwände aufstellen	1'000.00	m	17.00	17'000.00
	242'412	Bauwände vorhalten	20'000.00	m	1.00	20'000.00
	242'413	Bauwände umstellen anpassen	500.00	m	14.00	7'000.00
	243'241	Türen und Tore in Bauwänden	4.00	LE	2'000.00	8'000.00
	261'112	Massnahmen zur Staubbekämpfung	1.00	LE	15'000.00	15'000.00
	261'122	Strassenreinigung mit Wischmaschine	1.00	LE	20'000.00	20'000.00
	263'112	Massnahmen zur Schneeräumung	1.00	LE	35'000.00	35'000.00
	311'002	Wasserversorgung einrichten	1.00	LE	18'000.00	18'000.00
	321'001	Einrichtung zur Abwasserbehandlung einrichten	1.00	gl	12'000.00	12'000.00
	322'312	Absetzbecken liefern und einrichten	2.00	LE	2'500.00	5'000.00
	322'321	Absetzgut aus Absetzbecken ausräumen u. abfahren	50.00	t	120.00	6'000.00
	322'511	Neutralisationsanlage einrichten und vorhalten	2.00	St	6'500.00	13'000.00
	322'541	Kohlendioxid liefern	500.00	kg	5.50	2'750.00
	331'002	Elektrische Einrichtung mit Trafostation und Vorhaltung	1.00	LE	150'000.00	150'000.00
	374'121	Massnahmen für Heizanlage	1.00	LE	12'000.00	12'000.00
	374'203	Betreiben und warten der Heizanlage	1.00	LE	7'500.00	7'500.00
	374'301	Hochdruckwasserstrahlgerät zum reinigen	1.00	LE	15'000.00	15'000.00
	412'001	Büros für Unternehmung	1.00	gl	18'000.00	18'000.00
	413'111	Büro für Bauherr und Bauleitung	1.00	gl	35'000.00	35'000.00
	421'001	Sonstige Einrichtung für Unternehmung	1.00	gl	15'000.00	15'000.00
	512'111	Krananlagen mit An- und Abtransport mit Vorhaltung ca. 18 Monate	2.00	gl	75'000.00	150'000.00
	911'111	Info Pavillion und Beschilderung	1.00	gl	5'000.00	5'000.00
	912'112	Sanitäranlage aufbauen mit Behälter und Leerung	1.00	gl	25'000.00	25'000.00
	923'114	Gesamte Vermessung	20.00	gl	2'500.00	50'000.00
Summe Kapitel 113 Baustelleneinrichtung						1'266'250.00
Summe alle Kapitel						1'834'295.00

Kostenschätzung Mündungsbereich (Genauigkeit +/- 20%)

Kapitel	POS Nr.	Positions Texte	Ausmass Menge	EH	Einheits- preis	Summe Ausmass
116	121'102	Sträucher und Hecken roden	1'400.00	m3	4.00	5'600.00
	511'001	Wurzelstöcke von Sträuchern roden	1'400.00	m3	6.00	8'400.00
	612'202	Wurzelstöcke von Sträucher aufladen abtransportieren	280.00	m3	30.00	8'400.00
	612'203	Wurzelstöcke roden alle Durchmesser	30.00	St	125.00	3'750.00
	612'204	Wurzelstöcke aufladen und abtransportieren	60.00	to	60.00	3'600.00
Summe Kapitel 116 Holzen und roden						29'750.00
213	122.105	Zwischentransporte auf Baustelle	300.00	m3	7.00	2'100.00
	141.101	Abtrag von Ufer und Sohlenbefestigung	600.00	m3	12.00	7'200.00
	151.106	Abbruch der bestehenden Stb.- Brücke	1.00	gl	7'500.00	7'500.00
	151.107	Abbruch der bestehenden Stb.- Brücke mit Stahlträger	1.00	gl	5'500.00	5'500.00
	151.108	Auslaufbereich Holz ausbauen und entsorgen	50.00	m3	180.00	9'000.00
	232.101	Wasserumleitung (provisorium einrichten)	100.00	m	85.00	8'500.00
	233.221	Abschlussdämme erstellen	20.00	m	30.00	600.00
	313.112	Kiesgemisch 0/22 liefern für Wegebau und Unterbau fü	152.95	m3	80.00	12'236.00
	322.105	Transporte mit Kleingeräten	500.00	m3	5.00	2'500.00
	324.111	Oberboden respektive Waldboden abfahren auf Unternehmerdeponie inkl. Gebühren	657.80	m3	35.00	23'023.00
	324.112	Abfahren von Ufer- und Sohlenbefestigungen auf Unternehmer Deponie inkl. Gebühren	625.00	m3	45.00	28'125.00
	331.122	Oberboden abtragen	1'959.60	m2	6.00	11'757.60
	331.320	Unterboden abtragen	1'425.00	m3	15.00	21'375.00
	343.113	Aushub für Fundamente Ufermauern	160.00	m3	42.00	6'720.00
	343.241	Aushub für Querriegel in Bachschutt	480.00	m3	26.00	12'480.00
	347.103	Herstellen eines Planums mit Erstellung einer Niederwa	400.00	m2	12.00	4'800.00
	363.110	Dämme innerhalb der Baustelle schütten mit vorhandener	1'050.00	m3	15.00	15'750.00
	514.201	Schroppen als Filter für Querriegel	460.80	to	75.00	34'560.00
	514.202	Kies zur Sohlenstabilisierung liefern dn 10cm	420.00	to	85.00	35'700.00
	514.203	Kies zur Sohlenstabilisierung einbauen	420.00	to	45.00	18'900.00
	515.112	Formwilde Blöcke liefern	307.20	to	70.00	21'504.00
	534.210	Schroppen und Blöcke in Querriegel einbauen	1'608.00	to	16.00	25'728.00
	663.201	Faschinen liefern und einbauen	60.00	m	135.00	8'100.00
Summe 213 Wasserbauarbeiten						363'267.60
223	271'111	Kiesgemisch 0/22,4 liefern	150.00	m3	35.00	5'250.00
	271.112	Kiesgemisch 0/22.4 liefern Tennisplatz	190.00	m3	35.00	6'650.00
	272'114	Kiesgemisch einbauen	150.00	m3	18.00	2'700.00
	272.115	Kiesgemisch Tennisplatz einbauen	190.00	m3	18.00	3'420.00
	282'112	Planietoleranz +/- mm 11	304.00	m2	5.50	1'672.00
	282.112	Tennenbelag auf Tennisplatz liefern und einbauen	592.00	m2	55.00	32'560.00
Summe Kapitel 223 Belagsarbeiten						52'252.00
241	812.102	Neue Stahlbetonbrücke im Mündungsbereich	1.00	gl	200'000.00	200'000.00
	812.103	Neue Fussgängerbrücke im Mündungsbereich	1.00	gl	100'000.00	100'000.00
	812.103	Winkelstützmauer im Mündungsbereich	18.00	m	500.00	9'000.00
Summe Kapitel 241 Ortbeton						309'000.00
Summe alle Kapitel						754'269.60

Kostenschätzung Ausbau Altdorfbach (Genauigkeit +/- 20%)

Kapitel	POS Nr.	Positions Texte	Ausmass Menge	EH	Einheits- preis	Summe Ausmass
213	122.105	Zwischentransporte auf Baustelle	548.75	m3	15.00	8'231.25
	331.122	Oberboden abtragen	912.50	m2	6.00	5'475.00
	331.320	Unterboden abtragen	225.00	m3	15.00	3'375.00
	363.110	Dämme innerhalb der Baustelle schütten mit vorhanden	782.81	m3	15.00	11'742.19
	363.111	Oberboden wieder auftragen	725.00	m2	15.00	10'875.00
Summe 213 Wasserbauarbeiten						40'264.44
241	121'112	Unterlagsbeton für Planum liefern und einbauen d=15cm	200.00	m2	20.00	4'000.00
	216'201	Bodenplatten Abschalungen bis 1,5m	100.00	m2	50.00	5'000.00
	231'134	Wandschalung für Stützmauer	300.00	m2	75.00	22'500.00
	615'133	Beton für Bodenplatte/Fundamentplatte	45.00	m3	235.00	10'575.00
	511'212	Betonstahl in Bodenplatte (180 kg/m3 angenommen)	8.10	to	1'800.00	14'580.00
	631'301	Beton für Wand Stützmauer mit NW Zement	45.00	m3	245.00	11'025.00
	511'213	Betonstahl in Wand (180 kg/m3 angenommen)	8.10	to	1'800.00	14'580.00
	811'112	Anschlussflächen b.Arbeitsfugen bearbeiten	15.50	m2	12.00	186.00
	814'102	Mauerkrone taloschieren	50.00	m	40.00	2'000.00
	817'091	Liefern und einbauen von Fugenblech in jeder Arbeitsfu	18.00	m	32.00	576.00
	817'193	Liefern und einbauen von Mastix Quelfugenbänder	18.00	m	46.00	828.00
	825'131	Betonnachbehandlung	180.00	m2	4.00	720.00
Summe 241 Ortbeton						86'570.00
Summe alle Kapitel						126'834.44

Kostenschätzung Rückhaltebauwerk, km 0+740 (Genauigkeit +/- 20%)

Kapitel	POS Nr.	Positions Texte	Ausmass Menge	EH	Einheitspreis	Summe Ausmass
114	111.101	Baustelleneinrichtung nach SIA 118	1.00	gl	15'000.00	15'000.00
	221.114	Fassadengerüst Lastklasse 5	3'480.40	m2	32.00	111'372.80
	363.121	Aufstiegstürme	100.00	m	300.00	30'000.00
	Summe Kapitel 114 Arbeitsgerüste					156'372.80
116	121'102	Sträucher und Hecken roden	3'300.00	m2	4.00	13'200.00
	511'001	Wurzelstöcke von Sträuchern roden	3'300.00	m2	6.00	19'800.00
	612'202	Wurzelstöcke von Sträucher aufladen abtransportieren	990.00	m3	30.00	29'700.00
	612'203	Wurzelstöcke roden alle Durchmesser	200.00	St	125.00	25'000.00
	612'204	Wurzelstöcke aufladen und abtransportieren	400.00	to	60.00	24'000.00
	Summe Kapitel 116 Holzen und roden					111'700.00
151	121'001	Aushub für Sondierungen von Hand	30.00	m3	65.00	1'950.00
	122'001	Aushub aus Sondage wieder einfüllen	30.00	m3	35.00	1'050.00
	221'111	Aushub für Werkleitungen (Stromzufuhr und Wasser) für Baustelle ab Talstation	240.00	m3	32.00	7'680.00
	252'213	Aushubmaterial abfahren auf Unternehmer Deponie	240.00	m3	16.00	3'840.00
	262'113	Deponiekosten für Aushubmaterial	240.00	m3	20.00	4'800.00
	412'113	Kabelschutzrohre liefern und verlegen DN 120 für Stror	400.00	m	12.00	4'800.00
	412'114	Kabelschutzrohre liefern und verlegen DN 120 für Was:	400.00	m	12.00	4'800.00
	415'125	DN/ID 120, r mm 1'200	10.00	St	42.60	426.00
	415'515	DN/ID 120	10.00	St	10.40	104.00
	415'516	Liefen und verlegen Stromzuleitungskabel	400.00	m	120.00	48'000.00
	415'517	Liefen und verlegen Wasserschlauch	400.00	m	35.00	14'000.00
	416'201	Überbrückung bei Brücke über Altdorfbach	2.00	St	2'500.00	5'000.00
	416'202	Liefen und einbauen von Zwischenschächten	3.00	St	1'200.00	3'600.00
	474'101	Warnbänder Inkl.Lieferung	800.00	m	0.60	480.00
	476'001	Schnüre einziehen Inkl.Lieferung	800.00	m	1.00	800.00
	711'213	Kiesgemisch 0/22 liefern	300.00	m3	63.00	18'900.00
	721'201	Nat.,rezykl.Gesteinskörnungen	300.00	m3	14.50	4'350.00
	Summe Kapitel 151 Bauarbeiten für Werklei.					124'580.00
161	111'002	Baustelleneinrichtung für Wasserhaltung (Meteorwasse	1.00	LE	2'000.00	2'000.00
	151'111	Absetzbecken liefern und einrichten	2.00	St	2'500.00	5'000.00
	151'141	Material aus Absetzbecken entfernen und abfahren	30.00	t	110.00	3'300.00
	152'121	Wasserableitung aus Absetzbecken	100.00	m	24.50	2'450.00
	161'211	Neutralisationsanlage liefern und einrichten	1.00	St	5'800.00	5'800.00
	161'221	Neutralisationsanlage vorhalten	12.00	St	450.00	5'400.00
	161'231	Betreiben der Neutralisationsanlage mit wechseln der C	12.00	St	250.00	3'000.00
	161'241	Kohlendioxid liefern	1'000.00	kg	2.50	2'500.00
	162'121	Ableitung aus Neutralisationsanlage	100.00	m	8.00	800.00
	211'133	Wasserpumpen liefern Förderleistg./l/min 1'001-2'000	10.00	St	225.00	2'250.00
	212'133	Wasserpumpen zur Einsatzstelle Förderleistg./l/min 1'001	10.00	St	175.00	1'750.00
	213'133	Pumpen vorhalten Förderleistg./l/min 1'001-2'000	480.00	St	65.00	31'200.00
	214'123	Innerhalb Baustelle umsetzen Förderleistg./l/min 1'001-2	15.00	St	150.00	2'250.00
	215'133	Pumpen betreiben Förderleistg./l/min 1'001-2'000	16'000.00	h	2.75	44'000.00
	231'102	DN 81-100	500.00	m	6.00	3'000.00
	231'212	DN 81-100	500.00	m	1.00	500.00
	231'302	DN 81-100	500.00	m	4.00	2'000.00
	233'101	Messbereich bis l/min 1'500	5.00	St	780.00	3'900.00
	233'211	Messbereich bis l/min 1'500	5.00	St	30.90	154.50
	234'001	Spezifikation	5.00	LE	150.00	750.00
	Summe Kapitel 161 Wasserhaltung					122'004.50
162	511'111	Baustelleneinrichtung für Spritzbetonschalen	1.00	gl	20'000.00	20'000.00
	543'321	Spitzbeton SC 1-8 auftragen dicke bis 20cm	1'320.00	m2	115.00	151'800.00
	545'100	Oberfläche von Spritzbeton Oberfläche abtalschiert	1'320.00	m2	10.00	13'200.00
	551'221	Bewehrungsmatten eingebaut (bis 9kg/m2)	1'320.00	m2	35.00	46'200.00
	Summe Kapitel 162 Baugrubenabschlüsse					231'200.00
164	121'111	Baustelleneinrichtung für Bohr- und Injektionsgerät	1.00	pau	18'000.00	18'000.00
	311'111	Versuchsanker, Verankerungskörper	80.00	m	42.00	3'360.00
	311'201	Ankerköpfe für Versuchsanker	4.00	St	100.00	400.00
	321'111	Anker liefern einbauen mit Bohrungen in Fels	4'050.00	m	32.00	129'600.00
	321'201	Ankerköpfe liefern und einbauen	225.00	St	125.00	28'125.00
	323'101	Injektionsgut (Zement) liefern und injektieren	162'000.00	kg	0.50	81'000.00
	342'100	Spannproben durchführen	1.00	pau	8'000.00	8'000.00
	351'200	Nachinjizieren	4'050.00	m	8.00	32'400.00
	Summe Kapitel 164 Verankerung und Nagelwände					300'885.00

211	313'220	Felsaushub mit Kompressorspitzeisen	6'160.00	m3	65.00	400'400.00
	313'221	Aushubmaterial zum Zwischenlager transportieren	6'160.00	m3	10.00	6'1600.00
	313'222	2/3 Aushubmaterial nach Fertigstellung der	4'106.67	m3	35.00	143'733.33
	313'223	1/3 Aushubmaterial Abfahren auf Unternehmer	2'053.33	m3	48.00	98'560.00
	313'224	Aushubflächen im Fels mit Felsfräse egalisieren	726.00	m2	30.00	21'780.00
	313'226	Aushub für Fundamentriegel	105.60	m3	95.00	10'032.00
	521'116	Kiesgemisch 0/45,frostsicher	440.00	m3	39.00	17'160.00
	685'123	Kiesgemisch einbauen	440.00	m3	25.00	11'000.00
Summe Kapitel 211 Baugruben und Erdbau						764'265.33
213	515.113	Formwilde Blöcke liefern Auslaufbauwerk Talsperre	540.00	to	70.00	37'800.00
	515.114	Liefern und einbauen von Sohlenbeton für Blöcke	168.75	m3	195.00	32'906.25
	534.190	Formwilde Blöcke Auslaufbauwerk in Beton versetzen	540.00	to	35.00	18'900.00
Summe 213 Wasserbauarbeiten						89'606.25
241	112'201	Anschlussbewehrungen erstellen mit Hilti HIT dn 14mm	300.00	St	12.00	3'600.00
	112'202	Anschlussbewehrungen erstellen mit Hilti HIT dn 22mm	300.00	St	21.00	6'300.00
	121'112	Unterlagsbeton für Planum liefern und einbauen d=15cm	786.00	m2	20.00	15'720.00
	122'101	Füll- und Negativbeton liefern und einbauen	181.50	m3	210.00	38'115.00
	211'113	Schalung für Füllbeton Schalhöhe m 0,51-1,00	363.00	m2	35.00	12'705.00
	216'111	Bodenplatten Abschaltungen bis 3m	180.00	m2	44.00	7'920.00
	216'201	Bodenplatten Abschaltungen bis 1,5m	420.00	m2	50.00	21'000.00
	231'134	Wandschalung für Stützmauer (Talsperre)	3'160.00	m2	75.00	237'000.00
	231'135	Wandschalung der Abstützungswandscheiben	682.00	m2	70.00	47'740.00
	236'201	Abschalung mit 2x Bewehrungsdurchdringungen	410.00	LE	105.00	43'050.00
	373'101	Abstellmöglichkeit für Schalungen	790.00	m	36.00	28'440.00
	511'211	Betonstahl in Streifenfundament (Bachsohle (180kg/m3	9.80		1'800.00	17'641.80
	511'212	Betonstahl in Bodenplatte (180 kg/m3 angenommen)	122.51	to	1'800.00	220'522.50
	511'213	Betonstahl in Wand der Talsperre (180 kg/m3 angenommen)	1'121.67	to	1'800.00	2'019'006.00
	511'214	Betonstahl in Absteifungswänden (180 kg/m3 angenommen)	123.71	to	1'800.00	222'678.72
	511'215	Betonstahl in Bodenplatte Bewirtschaftungsdurchlass ('	43.56	to	1'800.00	78'408.00
	532'331	Bewehrungsanschlüsse bei Absteifungswänden	120.00	m	240.00	28'800.00
	613'121	Beton für Streifenfundament (Bachsohle)	49.50	m3	245.00	12'127.50
	615'133	Beton für Bodenplatte/Fundamentplatte	618.75	m3	245.00	151'593.75
	631'301	Beton für Wand Talsperre mit NW Zement	5'665.00	m3	245.00	1'387'925.00
	631.302	Beton für Absteifungswände	624.80	m3	245.00	153'076.00
	631.303	Beton für Bodenplatte Bewirtschaftungsdurchlass	220.00	m3	245.00	53'900.00
	631.304	Beton liefern und einbauen als Einspannung zwischen Fels und neuer Betonwand	500.00	m3	225.00	112'500.00
	811'112	Anschlussflächen b.Arbeitsfugen bearbeiten	4'180.00	m2	12.00	50'160.00
	814'102	Wandkrone taloschieren	110.00	m	40.00	4'400.00
	817'091	Liefern und einbauen von Fugenblech in jeder Arbeitsfu	760.00	m	32.00	24'320.00
	817'193	Liefern und einbauen von Mastix Quelfugenbänder	380.00	m	46.00	17'480.00
	817'194	Liefern und einbauen Dammbalkenverschluss	40.50	m2	2'500.00	101'250.00
	825'131	Betonnachbehandlung	3'501.00	m2	4.00	14'004.00
	Summe Kapitel 241 Ortbeton					
Summe alle Kapitel						7'031'997.15

Kostenschätzung Ausbau Sammler 0+600 (Genauigkeit +/- 20%)

Kapitel	POS Nr.	Positions Texte	Ausmass Menge	EH	Einheitspreis	Summe Ausmass
114	111.101	Baustelleneinrichtung nach SIA 118	1.00	gl	15'000.00	15'000.00
	221.114	Fassadengerüst Lastklasse 5	924.00	m2	32.00	29'568.00
	363.121	Aufstiegstürme	30.00	m	300.00	9'000.00
Summe Kapitel 114 Arbeitsgerüste						53'568.00
116	121'102	Sträucher und Hecken roden	464.00	m2	4.00	1'856.00
	511'001	Wurzelstöcke von Sträuchern roden	464.00	m2	6.00	2'784.00
	612'202	Wurzelstöcke von Sträucher aufladen abtransportieren	69.60	m3	30.00	2'088.00
Summe Kapitel 116 Holzen und roden						6'728.00
151	121'001	Aushub für Sondierungen von Hand	30.00	m3	65.00	1'950.00
	122'001	Aushub aus Sondage wieder einfüllen	30.00	m3	35.00	1'050.00
	221'111	Aushub für Werkleitungen (Stromzufuhr und Wasser) für Baustelle ab Talstation	90.00	m3	32.00	2'880.00
	252'213	Aushubmaterial abfahren auf Unternehmer Deponie	90.00	m3	16.00	1'440.00
	262'113	Deponiekosten für Aushubmaterial	90.00	m3	20.00	1'800.00
	412'113	Kabelschutzrohre liefern und verlegen DN 120 für Stror	150.00	m	12.00	1'800.00
	412'114	Kabelschutzrohre liefern und verlegen DN 120 für Was:	150.00	m	12.00	1'800.00
	415'125	DN/ID 120, r mm 1'200	10.00	St	42.60	426.00
	415'515	DN/ID 120	10.00	St	10.40	104.00
	415'516	Liefen und verlegen Stromzuleitungskabel	150.00	m	120.00	18'000.00
	415'517	Liefen und verlegen Wasserschlauch	150.00	m	35.00	5'250.00
	416'201	Überbrückung bei Brücke über Altdorfbach	2.00	St	2'500.00	5'000.00
	416'202	Liefen und einbauen von Zwischenschächten	1.00	St	1'200.00	1'200.00
	474'101	Warnbänder Inkl.Lieferung	300.00	m	0.60	180.00
	476'001	Schnüre einziehen Inkl.Lieferung	300.00	m	1.00	300.00
161	711'213	Kiesgemisch 0/22 liefern	112.50	m3	63.00	7'087.50
	721'201	Nat.,rezykl.Gesteinskörnungen	112.50	m3	14.50	1'631.25
	Summe Kapitel 151 Bauarbeiten für Werklei.					
	111'002	Baustelleneinrichtung für Wasserhaltung (Meteorwasse	1.00	LE	2'000.00	2'000.00
	151'111	Absetzbecken liefern und einrichten	2.00	St	2'500.00	5'000.00
	151'141	Material aus Absetzbecken entfernen und abfahren	10.00	t	110.00	1'100.00
	152'121	Wasserableitung aus Absetzbecken	25.00	m	24.50	612.50
	161'211	Neutralisationsanlage liefern und einrichten	1.00	St	5'800.00	5'800.00
	161'221	Neutralisationsanlage vorhalten	4.00	St	450.00	1'800.00
	161'231	Betreiben der Neutralisationsanlage mit wechseln der C	4.00	St	250.00	1'000.00
	161'241	Kohlendioxid liefern	500.00	kg	2.50	1'250.00
	162'121	Ableitung aus Neutralisationsanlage	25.00	m	8.00	200.00
	211'133	Wasserpumpen liefern Förderleistg./min 1'001-2'000	5.00	St	225.00	1'125.00
	212'133	Wasserpumpen zur Einsatzstelle Förderleistg./min 1'001	5.00	St	175.00	875.00
	213'133	Pumpen vorhalten Förderleistg./min 1'001-2'000	80.00	St	65.00	5'200.00
	214'123	Innerhalb Baustelle umsetzen Förderleistg./min 1'001-2	15.00	St	150.00	2'250.00
	215'133	Pumpen betreiben Förderleistg./min 1'001-2'000	3'200.00	h	2.75	8'800.00
	231'102	DN 81-100	150.00	m	6.00	900.00
	231'212	DN 81-100	150.00	m	1.00	150.00
	231'302	DN 81-100	150.00	m	4.00	600.00
	233'101	Messbereich bis l/min 1'500	5.00	St	780.00	3'900.00
	233'211	Messbereich bis l/min 1'500	5.00	St	30.90	154.50
	234'001	Spezifikation	5.00	LE	150.00	750.00
Summe Kapitel 161 Wasserhaltung						43'467.00
211	331.122	Oberboden abtragen	28.60	m2	6.00	171.60
	331.320	Unterboden abtragen	5.72	m3	15.00	85.80
	343.113	Aushub für Erosionsschutz Mauerfuss links	42.90	m3	42.00	1'801.80
	313'221	Aushubmaterial zum Zwischenlager transportieren	47.19	m3	10.00	471.90
	313'222	2/3 Aushubmaterial nach Fertigstellung der	31.46	m3	35.00	1'101.10
	313'223	1/3 Aushubmaterial Abfahren auf Unternehmer	15.73	m3	48.00	755.04
	521'116	Kiesgemisch 0/45,frostsicher	14.30	m3	39.00	557.70
213	685'123	Kiesgemisch einbauen	14.30	m3	25.00	357.50
	Summe Kapitel 211 Baugruben und Erdbau					
	515.113	Formwilde Blöcke liefern Erosionsschutz Mauerfuss link	62.40	to	70.00	4'368.00
	515.114	Liefen und einbauen von Sohlenbeton für Blöcke	19.50	m3	195.00	3'802.50
	534.190	Formwilde Blöcke Auslaufbauwerk in Beton versetzen	62.40	to	35.00	2'184.00
Summe 213 Wasserbauarbeiten						10'354.50

241	811'112	Anschlussflächen Mauerkrone vorbereiten	58.00	m2	12.00	696.00
	112'201	Anschlussbewehrungen erstellen mit Hilti HIT dn 14mm	250.00	St	12.00	3'000.00
	112'202	Anschlussbewehrungen erstellen mit Hilti HIT dn 22mm	780.00	St	21.00	16'380.00
	231'134	Wandschalung für Erhöhung Rückhaltemauer	180.00	m2	75.00	13'500.00
	231'135	Wandschalung der Abstützungswandscheiben	15.60	m2	70.00	1'092.00
	373'101	Abstellmöglichkeit für Schalungen	116.00	m	36.00	4'176.00
	511'213	Betonstahl in Mauererhöhung (180 kg/m3 angenommen)	19.60	to	1'800.00	35'283.60
	511'214	Betonstahl in Absteifungswänden (180 kg/m3 angenommen)	0.71	to	1'800.00	1'283.04
	532'331	Bewehrungsanschlüsse bei Absteifungswänden	6.00	m	240.00	1'440.00
	631'301	Beton für Mauererhöhung mit NW Zement	99.00	m3	245.00	24'255.00
	631.302	Beton für Absteifungswände	3.60	m3	245.00	882.00
	811'112	Anschlussflächen b.Arbeitsfugen bearbeiten	18.00	m2	12.00	216.00
	814'102	Wandkrone taloschieren	58.00	m	40.00	2'320.00
	817'091	Liefern und einbauen von Fugenblech in jeder Arbeitsft.	18.00	m	32.00	576.00
	817'193	Liefern und einbauen von Mastix Quellfugenbänder	18.00	m	46.00	828.00
	817'194	Liefern und einbauen Dammbalkenverschluss	6.75	m2	2'500.00	16'875.00
	825'131	Betonnachbehandlung	180.00	m2	4.00	720.00
	Summe Kapitel 241 Ortbeton					122'826.64
	Summe alle Kapitel					294'145.33

Kostenschätzung Zufahrtsstrasse (Genauigkeit +/- 20%)

Kapitel	POS Nr.	Positionen Texte	Ausmass Menge	EH	Einheitspreis	Summe Ausmass
	211'203	Asphalt Belag schneiden mm 101-150 Werkleitungen	350.00	m2	9.50	3'325.00
	212'223	Asphalt Belag aufnehmen Belagsdicke mm 101-150	350.00	m2	18.50	6'475.00
	231'121	Bitumenhaltige Unterlagen reinigen Zufahrtsstrasse	1'225.00	m2	1.00	1'225.00
	262'211	Belagsabbruch abfahren Unternehmer Deponie	168.00	t	9.30	1'562.40
	264'201	Deponiegebühren für Belagsabbruch	168.00	t	35.00	5'880.00
	271'111	Kapitel	875.00	m3	35.00	30'625.00
	272'114	Kiesgemisch einbauen	875.00	m3	18.00	15'750.00
	282'111	Planietoleranz +/- mm 10	1'400.00	m2	5.50	7'700.00
	441'315	AC T 22 N / bestehender Weg verstärken d mm 150	441.00	t	180.00	79'380.00
	441'316	AC T 22 N / neu angelegte Strasse d mm 150	441.00	t	180.00	79'380.00
	442'113	AC T 8 N / bestehender Weg verstärken d mm 50	147.00	t	210.00	30'870.00
	442'114	AC T 8 N / neu angelegte Strasse d mm 50	147.00	t	210.00	30'870.00
	Summe Kapitel 223 Belagsarbeiten					293'042.40
	Summe alle Kapitel					293'042.40

Anhang 6

Landbeanspruchung

Mündungsbereich

• Parzelle 168, Hotel Vitznauerhof:	60 m ²
• Parzelle 181, Tennisplatz:	703 m ²
• Parzelle 169, Altdorfbach:	1'237 m ²
• <u>Parzelle 317, Vierwaldstättersee:</u>	<u>427 m²</u>
Summe	2'427 m ²

Ausbau Altdorfbach

• Parzelle 773, Altdorfbachweg:	13 m ²
• Parzelle 675, neben Vogelsang:	42 m ²
• Parzelle 169, Altdorfbach:	vgl. Mündungsbereich
• Parzelle 620, Bachtale:	21 m ²
• Parzelle 166, Stacherweg:	2 m ²
• Parzelle 170, Grund:	23 m ²
• <u>Parzelle 568</u>	<u></u>
Summe	101 m ²

Rückhaltebauwerk km 0+740

• Parzelle 386, Buholz:	231 m ²
• <u>Parzelle 274, Chänelbord:</u>	<u>458 m²</u>
Summe	689 m ²

Anhang 7

Hydraulik - HecRas
Projektierung

HEC-RAS Plan: Projekt River: Altdorfbach Reach: Altdorfbach

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl	WS Air Entr. (m)
Altdorfbach	601.97	Qm=1m3/s	1.00	507.79	507.96	508.00	508.10	0.050069	1.70	0.59	4.12	1.44	507.96
Altdorfbach	601.97	HQ30=32m3/s	32.00	507.79	509.02	509.51	510.64	0.050029	5.63	5.68	5.03	1.69	509.03
Altdorfbach	601.97	HQ100=57m3/s	57.00	507.79	509.58	510.27	511.85	0.050022	6.67	8.54	5.24	1.67	509.58
Altdorfbach	601.97	HQ300=79m3/s	79.00	507.79	510.01	510.83	512.72	0.050022	7.30	10.83	5.40	1.64	510.01
Altdorfbach	601.97	EHQ=104m3/s	104.00	507.79	510.45	511.40	513.58	0.050022	7.83	13.28	5.57	1.62	510.46
Altdorfbach	594.61	Qm=1m3/s	1.00	506.78	506.89	506.94	507.11	0.228122	2.07	0.48	8.19	2.71	506.90
Altdorfbach	594.61	HQ30=32m3/s	32.00	506.78	507.36	507.97	510.03	0.173045	7.24	4.42	8.38	3.18	507.42
Altdorfbach	594.61	HQ100=57m3/s	57.00	506.78	507.65	508.69	511.19	0.138712	8.34	6.84	8.39	2.95	507.72
Altdorfbach	594.61	HQ300=79m3/s	79.00	506.78	507.88	509.00	512.01	0.123205	9.00	8.78	8.39	2.81	507.96
Altdorfbach	594.61	EHQ=104m3/s	104.00	506.78	508.12	509.29	512.82	0.112558	9.60	10.83	8.40	2.70	508.22
Altdorfbach	594.5	Qm=1m3/s	1.00	505.94	506.07	506.21	507.00	0.656342	4.25	0.24	2.92	4.77	506.10
Altdorfbach	594.5	HQ30=32m3/s	32.00	505.94	506.93	507.57	509.98	0.215351	7.74	4.14	8.31	3.50	507.05
Altdorfbach	594.5	HQ100=57m3/s	57.00	505.94	507.21	508.10	511.13	0.164891	8.78	6.49	8.43	3.19	507.34
Altdorfbach	594.5	HQ300=79m3/s	79.00	505.94	507.43	508.74	511.95	0.143463	9.42	8.39	8.51	3.03	507.57
Altdorfbach	594.5	EHQ=104m3/s	104.00	505.94	507.67	509.07	512.77	0.128973	10.00	10.40	8.53	2.89	507.81
Altdorfbach	585.07	Qm=1m3/s	1.00	503.80	503.99	504.11	504.53	0.296163	3.24	0.31	3.23	3.34	504.01
Altdorfbach	585.07	HQ30=32m3/s	32.00	503.80	504.67	505.45	508.22	0.178495	8.35	3.83	5.98	3.33	504.76
Altdorfbach	585.07	HQ100=57m3/s	57.00	503.80	505.02	506.12	509.68	0.148871	9.56	5.96	6.06	3.08	505.13
Altdorfbach	585.07	HQ300=79m3/s	79.00	503.80	505.31	506.62	510.64	0.133508	10.23	7.72	6.13	2.91	505.43
Altdorfbach	585.07	EHQ=104m3/s	104.00	503.80	505.62	507.61	511.55	0.122087	10.79	9.64	6.20	2.76	505.75
Altdorfbach	579.97	Bridge											
Altdorfbach	579.91	Qm=1m3/s	1.00	503.85	504.16	504.16	504.24	0.024954	1.27	0.79	4.98	1.02	504.16
Altdorfbach	579.91	HQ30=32m3/s	32.00	503.85	504.94	505.59	507.19	0.087645	6.85	4.81	5.37	2.24	504.98
Altdorfbach	579.91	HQ100=57m3/s	57.00	503.85	505.34	506.30	508.68	0.092222	8.10	7.04	5.69	2.32	505.41
Altdorfbach	579.91	HQ300=79m3/s	79.00	503.85	505.66	506.82	509.68	0.091288	8.88	8.90	5.94	2.32	505.74
Altdorfbach	579.91	EHQ=104m3/s	104.00	503.85	506.00	507.70	510.62	0.089449	9.53	10.92	6.20	2.29	506.09
Altdorfbach	572.43	Qm=1m3/s	1.00	502.52	502.71	502.86	503.29	0.204820	3.37	0.30	2.15	2.89	502.73
Altdorfbach	572.43	HQ30=32m3/s	32.00	502.52	503.72	504.42	506.41	0.120850	7.26	4.41	6.19	2.74	503.81
Altdorfbach	572.43	HQ100=57m3/s	57.00	502.52	504.06	505.04	507.88	0.117929	8.66	6.58	6.74	2.80	504.18
Altdorfbach	572.43	HQ300=79m3/s	79.00	502.52	504.32	505.50	508.84	0.112673	9.41	8.39	7.16	2.78	504.46
Altdorfbach	572.43	EHQ=104m3/s	104.00	502.52	504.58	506.31	509.79	0.109237	10.11	10.28	7.51	2.76	504.73
Altdorfbach	569.28	Qm=1m3/s	1.00	501.03	501.18	501.36	502.26	0.532211	4.59	0.22	2.05	4.50	501.21
Altdorfbach	569.28	HQ30=32m3/s	32.00	501.03	502.00	502.79	505.80	0.213451	8.63	3.71	6.45	3.64	502.13
Altdorfbach	569.28	HQ100=57m3/s	57.00	501.03	502.31	503.41	507.31	0.177010	9.91	5.75	6.70	3.41	502.47
Altdorfbach	569.28	HQ300=79m3/s	79.00	501.03	502.56	503.87	508.30	0.157796	10.61	7.45	6.91	3.26	502.73
Altdorfbach	569.28	EHQ=104m3/s	104.00	501.03	502.82	504.33	509.27	0.145393	11.25	9.24	7.11	3.15	503.00
Altdorfbach	561.52	Qm=1m3/s	1.00	500.42	500.64	500.74	500.95	0.083884	2.46	0.41	2.41	1.91	500.65
Altdorfbach	561.52	HQ30=32m3/s	32.00	500.42	501.52	502.19	504.32	0.137214	7.42	4.31	6.80	2.97	501.61
Altdorfbach	561.52	HQ100=57m3/s	57.00	500.42	501.79	502.79	505.93	0.146136	9.02	6.32	7.68	3.17	501.93
Altdorfbach	561.52	HQ300=79m3/s	79.00	500.42	502.01	503.22	506.89	0.135990	9.79	8.07	8.06	3.12	502.17
Altdorfbach	561.52	EHQ=104m3/s	104.00	500.42	502.22	503.60	507.96	0.133230	10.61	9.80	8.38	3.13	502.40
Altdorfbach	559.01	Qm=1m3/s	1.00	499.18	499.41	499.60	500.46	0.499067	4.53	0.22	1.83	4.15	499.45
Altdorfbach	559.01	HQ30=32m3/s	32.00	499.18	500.34	501.15	503.86	0.170561	8.32	3.85	5.67	3.22	500.46
Altdorfbach	559.01	HQ100=57m3/s	57.00	499.18	500.67	501.76	505.48	0.162063	9.71	5.87	6.50	3.26	500.83
Altdorfbach	559.01	HQ300=79m3/s	79.00	499.18	500.92	502.20	506.46	0.152683	10.43	7.57	7.15	3.24	501.11
Altdorfbach	559.01	EHQ=104m3/s	104.00	499.18	501.15	502.62	507.54	0.150136	11.19	9.29	7.74	3.26	501.36
Altdorfbach	548.54	Qm=1m3/s	1.00	498.64	498.88	498.93	499.06	0.095148	1.87	0.53	5.42	1.90	498.88
Altdorfbach	548.54	HQ30=32m3/s	32.00	498.64	499.43	500.06	502.00	0.141628	7.10	4.50	7.84	2.99	499.50
Altdorfbach	548.54	HQ100=57m3/s	57.00	498.64	499.67	500.61	503.62	0.149551	8.81	6.47	8.29	3.18	499.77
Altdorfbach	548.54	HQ300=79m3/s	79.00	498.64	499.86	500.95	504.71	0.152029	9.76	8.10	8.89	3.26	499.99
Altdorfbach	548.54	EHQ=104m3/s	104.00	498.64	500.04	501.28	505.80	0.155352	10.63	9.79	9.51	3.34	500.20
Altdorfbach	547.42	Qm=1m3/s	1.00	496.98	497.14	497.31	498.67	1.088124	5.49	0.18	2.24	6.15	497.19
Altdorfbach	547.42	HQ30=32m3/s	32.00	496.98	497.81	498.58	501.67	0.223044	8.70	3.68	6.61	3.72	497.93
Altdorfbach	547.42	HQ100=57m3/s	57.00	496.98	498.10	498.19	503.31	0.195845	10.11	5.64	7.15	3.63	498.25
Altdorfbach	547.42	HQ300=79m3/s	79.00	496.98	498.32	498.63	504.40	0.180711	10.93	7.23	7.53	3.56	498.49
Altdorfbach	547.42	EHQ=104m3/s	104.00	496.98	498.53	500.10	505.49	0.169201	11.69	8.90	7.74	3.48	498.72
Altdorfbach	536.3	Qm=1m3/s	1.00	496.52	496.84	496.91	497.10	0.165108	2.27	0.44	4.93	2.43	496.85
Altdorfbach	536.3	HQ30=32m3/s	32.00	496.52	497.48	498.03	499.66	0.123367	6.54	4.89	8.84	2.81	497.55
Altdorfbach	536.3	HQ100=57m3/s	57.00	496.52	497.70	498.54	501.14	0.137650	8.22	6.94	9.58	3.08	497.81
Altdorfbach	536.3	HQ300=79m3/s	79.00	496.52	497.87	498.89	502.22	0.140757	9.25	8.54	9.95	3.19	498.00
Altdorfbach	536.3	EHQ=104m3/s	104.00	496.52	498.03	499.22	503.33	0.143565	10.20	10.20	10.31	3.27	498.19
Altdorfbach	535.22	Qm=1m3/s	1.00	495.65	495.78	495.93	496.73	0.589988	4.31	0.23	2.63	4.63	495.81
Altdorfbach	535.22	HQ30=32m3/s	32.00	495.65	496.58	497.29	499.45	0.129745	7.52	4.26	6.32	2.92	496.65
Altdorfbach	535.22	HQ100=57m3/s	57.00	495.65	496.89	497.84	500.93	0.130766	8.91	6.40	7.29	3.04	497.01
Altdorfbach	535.22	HQ300=79m3/s	79.00	495.65	497.10	498.23	502.01	0.143404	9.82	8.04	8.50	3.22	497.25
Altdorfbach	535.22	EHQ=104m3/s	104.00	495.65	497.29	498.60	503.12	0.145035	10.70	9.72	9.05	3.29	497.47
Altdorfbach	520.88	Qm=1m3/s	1.00	493.51	493.71	493.84	494.19	0.156200	3.08	0.32	2.20	2.56	493.72
Altdorfbach	520.88	HQ30=32m3/s	32.00	493.51	494.74	495.66	497.73	0.107042	7.65	4.18	4.72	2.60	494.82
Altdorfbach	520.88	HQ100=57m3/s	57.00	493.51	495.23	496.31	499.09	0.094814	8.70	6.55	4.94	2.41	495.32
Altdorfbach	520.88	HQ300=79m3/s	79.00	493.51	495.56	496.74	500.01	0.118371	9.35	8.45	7.04	2.72	495.70
Altdorfbach	520.88	EHQ=104m3/s	104.00	493.51	495.80	497.11	501.02	0.129032	10.12	10.27	8.20	2.89	495.98
Altdorfbach	520.54	Qm=1m3/s	1.00	493.47	493.61	493.72	494.12	0.311582	3.17	0.32	3.54	3.38	493.62
Altdorfbach	520.54	HQ30=32m3/s	32.00	493.47	494.42	495.23	497.66	0.131682	7.97	4.01	5.16	2.89	494.50
Altdorfbach	520.54	HQ100=57m3/s	57.00	493.47	494.84	496.01	499.02	0.115421	9.06	6.29	5.72	2.76	494.94
Altdorfbach	520.54	HQ300=79m3/s	79.00	493.47	495.16	496.49	499.94	0.107217	9.69	8.15	6.11	2.68	495.27
Altdorfbach	520.54	EHQ=104m3/s	104.00	493.47	495.46	496.88	500.95	0.103844	10.38	10.02	6.25	2.62	495.58
Altdorfbach	510.14	Qm=1m3/s	1.00	492.48	492.79	492.87	493.07	0.074204	2.33	0.43	2.32	1.73	492.79
Altdorfbach	510.14	HQ30=32m3/s	32.00	492.48	493.54	494.16	496.20	0.169079	7.23	4.43	8.29	3.16	493.65

HEC-RAS Plan: Projekt River: Altdorfbach Reach: Altdorfbach (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl	WS Air Entr. (m)
Altdorfbach	510.14	HQ100=57m3/s	57.00	492.48	493.80	494.69	497.56	0.153359	8.59	6.84	8.75	3.15	493.93
Altdorfbach	510.14	HQ300=79m3/s	79.00	492.48	493.99	495.08	498.58	0.147883	9.50	8.32	9.03	3.16	494.14
Altdorfbach	510.14	EHQ=104m3/s	104.00	492.48	494.18	495.46	499.59	0.142792	10.30	10.10	9.30	3.16	494.35
Altdorfbach	509.98	Qm=1m3/s	1.00	492.17	492.57	492.68	493.03	0.210767	3.01	0.33	2.69	2.74	492.60
Altdorfbach	509.98	HQ30=32m3/s	32.00	492.17	493.45	494.08	496.17	0.175220	7.30	4.38	8.14	3.17	493.58
Altdorfbach	509.98	HQ100=57m3/s	57.00	492.17	493.72	494.61	497.53	0.157656	8.65	6.59	8.61	3.15	493.87
Altdorfbach	509.98	HQ300=79m3/s	79.00	492.17	493.91	495.00	498.56	0.151935	9.55	8.27	8.95	3.17	494.09
Altdorfbach	509.98	EHQ=104m3/s	104.00	492.17	494.10	495.38	499.56	0.147015	10.35	10.05	9.30	3.18	494.30
Altdorfbach	489.49	Qm=1m3/s	1.00	490.81	491.10	491.15	491.27	0.075604	1.84	0.54	4.57	1.70	491.10
Altdorfbach	489.49	HQ30=32m3/s	32.00	490.81	491.95	492.56	494.07	0.080261	6.45	4.96	5.48	2.16	491.99
Altdorfbach	489.49	HQ100=57m3/s	57.00	490.81	492.41	493.39	495.31	0.074767	7.55	7.55	5.76	2.11	492.46
Altdorfbach	489.49	HQ300=79m3/s	79.00	490.81	492.76	493.96	496.19	0.071967	8.21	9.62	5.97	2.06	492.82
Altdorfbach	489.49	EHQ=104m3/s	104.00	490.81	493.13	494.52	497.03	0.072965	8.74	11.89	6.58	2.08	493.20
Altdorfbach	489.04	Qm=1m3/s	1.00	489.54	489.61	489.74	491.05	2.260779	5.32	0.19	4.26	8.08	489.64
Altdorfbach	489.04	HQ30=32m3/s	32.00	489.54	490.42	491.28	493.88	0.149735	8.24	3.88	4.77	2.91	490.50
Altdorfbach	489.04	HQ100=57m3/s	57.00	489.54	490.90	492.03	495.14	0.119576	9.12	6.25	5.11	2.63	490.99
Altdorfbach	489.04	HQ300=79m3/s	79.00	489.54	491.27	492.59	496.02	0.107899	9.66	8.18	5.38	2.50	491.37
Altdorfbach	489.04	EHQ=104m3/s	104.00	489.54	491.65	493.31	496.86	0.099280	10.11	10.29	5.66	2.39	491.76
Altdorfbach	479.46	Qm=1m3/s	1.00	487.69	487.99	488.09	488.41	0.189693	2.90	0.34	2.95	2.71	488.01
Altdorfbach	479.46	HQ30=32m3/s	32.00	487.69	488.77	489.64	492.46	0.163119	8.51	3.76	5.07	3.15	488.88
Altdorfbach	479.46	HQ100=57m3/s	57.00	487.69	489.18	490.36	493.92	0.138890	9.64	5.91	5.46	2.96	489.31
Altdorfbach	479.46	HQ300=79m3/s	79.00	487.69	489.50	490.89	494.86	0.126057	10.26	7.70	5.77	2.83	489.64
Altdorfbach	479.46	EHQ=104m3/s	104.00	487.69	489.83	491.49	495.72	0.116030	10.76	9.67	6.10	2.73	489.98
Altdorfbach	479.26	Qm=1m3/s	1.00	487.60	487.89	488.03	488.37	0.149375	3.10	0.32	2.08	2.51	487.90
Altdorfbach	479.26	HQ30=32m3/s	32.00	487.60	488.73	489.60	492.43	0.158956	8.52	3.76	4.97	3.13	488.84
Altdorfbach	479.26	HQ100=57m3/s	57.00	487.60	489.14	490.32	493.89	0.136666	9.66	5.90	5.43	2.96	489.28
Altdorfbach	479.26	HQ300=79m3/s	79.00	487.60	489.46	490.86	494.83	0.124255	10.27	7.70	5.74	2.83	489.61
Altdorfbach	479.26	EHQ=104m3/s	104.00	487.60	489.80	491.46	495.70	0.114611	10.77	9.66	6.07	2.72	489.95
Altdorfbach	465.79	Qm=1m3/s	1.00	485.94	486.18	486.33	486.69	0.132783	3.14	0.32	1.74	2.35	486.19
Altdorfbach	465.79	HQ30=32m3/s	32.00	485.94	487.20	487.96	490.33	0.148631	7.84	4.08	5.85	2.94	487.31
Altdorfbach	465.79	HQ100=57m3/s	57.00	485.94	487.55	488.65	491.99	0.141303	9.34	6.11	5.86	2.92	487.69
Altdorfbach	465.79	HQ300=79m3/s	79.00	485.94	487.84	489.43	493.07	0.133226	10.14	7.79	6.03	2.85	487.99
Altdorfbach	465.79	EHQ=104m3/s	104.00	485.94	488.14	489.91	494.04	0.124563	10.76	9.66	6.21	2.75	488.30
Altdorfbach	453.37	Qm=1m3/s	1.00	484.84	485.14	485.26	485.51	0.092048	2.70	0.37	2.00	2.00	485.15
Altdorfbach	453.37	HQ30=32m3/s	32.00	484.84	485.92	486.63	488.78	0.144799	7.50	4.27	6.31	2.91	486.01
Altdorfbach	453.37	HQ100=57m3/s	57.00	484.84	486.27	487.26	490.16	0.125893	8.73	6.53	6.46	2.77	486.38
Altdorfbach	453.37	HQ300=79m3/s	79.00	484.84	486.52	488.06	491.31	0.125169	9.69	8.15	6.56	2.78	486.65
Altdorfbach	453.37	EHQ=104m3/s	104.00	484.84	486.81	488.30	492.27	0.117909	10.35	10.04	6.68	2.70	486.94
Altdorfbach	453.26	Qm=1m3/s	1.00	484.71	484.95	485.09	485.48	0.182853	3.23	0.31	2.21	2.75	484.97
Altdorfbach	453.26	HQ30=32m3/s	32.00	484.71	485.79	486.50	488.76	0.148442	7.64	4.19	6.30	2.99	485.88
Altdorfbach	453.26	HQ100=57m3/s	57.00	484.71	486.14	487.15	490.13	0.127495	8.85	6.44	6.45	2.83	486.25
Altdorfbach	453.26	HQ300=79m3/s	79.00	484.71	486.39	488.02	491.28	0.125985	9.80	8.06	6.55	2.82	486.52
Altdorfbach	453.26	EHQ=104m3/s	104.00	484.71	486.67	488.27	492.25	0.118402	10.46	9.84	6.67	2.73	486.81
Altdorfbach	448.39	Qm=1m3/s	1.00	484.25	484.74	484.52	484.75	0.001602	0.54	1.84	5.23	0.29	484.45
Altdorfbach	448.39	HQ30=32m3/s	32.00	484.25	485.15	485.87	488.04	0.136169	7.53	4.25	6.24	2.91	485.23
Altdorfbach	448.39	HQ100=57m3/s	57.00	484.25	485.49	486.50	489.51	0.126067	8.88	6.42	6.66	2.89	485.59
Altdorfbach	448.39	HQ300=79m3/s	79.00	484.25	485.72	486.97	490.66	0.126005	9.85	8.02	6.95	2.93	485.85
Altdorfbach	448.39	EHQ=104m3/s	104.00	484.25	485.98	487.75	491.65	0.120622	10.55	9.86	7.26	2.89	486.12
Altdorfbach	432.56	Qm=1m3/s	1.00	483.74	483.85	483.93	484.18	0.201634	2.55	0.39	4.36	2.71	483.86
Altdorfbach	432.56	HQ30=32m3/s	32.00	483.74	484.69	485.22	486.49	0.068270	5.94	5.39	6.30	2.05	484.72
Altdorfbach	432.56	HQ100=57m3/s	57.00	483.74	485.08	486.03	487.73	0.068949	7.21	7.91	6.48	2.08	485.12
Altdorfbach	432.56	HQ300=79m3/s	79.00	483.74	485.35	486.42	488.73	0.074261	8.15	9.70	6.79	2.18	485.41
Altdorfbach	432.56	EHQ=104m3/s	104.00	483.74	485.63	486.75	489.67	0.092229	8.91	11.68	6.61	2.44	485.73
Altdorfbach	432.18	Qm=1m3/s	1.00	482.15	482.33	482.50	483.91	1.048738	5.57	0.18	2.13	6.12	482.38
Altdorfbach	432.18	HQ30=32m3/s	32.00	482.15	483.39	484.19	486.34	0.107232	7.60	4.21	4.58	2.53	483.47
Altdorfbach	432.18	HQ100=57m3/s	57.00	482.15	483.88	484.91	487.59	0.102180	8.53	6.68	5.65	2.50	483.98
Altdorfbach	432.18	HQ300=79m3/s	79.00	482.15	484.20	485.76	488.60	0.098491	9.29	8.50	5.81	2.45	484.31
Altdorfbach	432.18	EHQ=104m3/s	104.00	482.15	484.54	486.14	489.54	0.094590	9.91	10.50	6.01	2.39	484.66
Altdorfbach	416.76	Qm=1m3/s	1.00	481.06	481.20	481.26	481.38	0.103492	1.88	0.53	5.63	1.95	481.21
Altdorfbach	416.76	HQ30=32m3/s	32.00	481.06	481.87	482.57	484.61	0.127497	7.34	4.36	5.92	2.73	481.92
Altdorfbach	416.76	HQ100=57m3/s	57.00	481.06	482.25	483.53	485.98	0.113237	8.56	6.66	6.08	2.61	482.33
Altdorfbach	416.76	HQ300=79m3/s	79.00	481.06	482.54	483.80	486.99	0.107944	9.34	8.46	6.21	2.55	482.63
Altdorfbach	416.76	EHQ=104m3/s	104.00	481.06	482.84	484.06	487.95	0.105515	10.03	10.51	6.19	2.53	482.94
Altdorfbach	416.61	Qm=1m3/s	1.00	479.94	480.20	480.36	481.26	0.710824	4.56	0.22	2.46	4.88	480.26
Altdorfbach	416.61	HQ30=32m3/s	32.00	479.94	481.09	481.89	484.52	0.164546	8.21	3.90	5.55	3.13	481.20
Altdorfbach	416.61	HQ100=57m3/s	57.00	479.94	481.48	482.59	485.90	0.135528	9.31	6.12	5.77	2.88	481.61
Altdorfbach	416.61	HQ300=79m3/s	79.00	479.94	481.78	483.53	486.90	0.124932	10.02	7.88	5.90	2.77	481.92
Altdorfbach	416.61	EHQ=104m3/s	104.00	479.94	482.10	483.81	487.87	0.117374	10.64	9.77	6.04	2.67	482.25
Altdorfbach	413.79	Qm=1m3/s	1.00	479.69	479.96	480.05	480.29	0.138907	2.54	0.39	3.24	2.33	479.97
Altdorfbach	413.79	HQ30=32m3/s	32.00	479.69	480.60	481.38	484.04	0.174474	8.23	3.89	5.97	3.25	480.69
Altdorfbach	413.79	HQ100=57m3/s	57.00	479.69	480.94	482.06	485.48	0.149070	9.44	6.04	6.40	3.10	481.07
Altdorfbach	413.79	HQ300=79m3/s	79.00	479.69	481.20	482.61	486.51	0.138966	10.21	7.74	6.73	3.04	481.34
Altdorfbach	413.79	EHQ=104m3/s	104.00	479.69	481.47	483.03	487.49	0.131382	10.88	9.56	7.06	2.98	481.62
Altdorfbach	413.41	Qm=1m3/s	1.00	479.30	479.39	479.51	480.15	0.594915	3.86	0.26	3.48	4.52	479.40
Altdorfbach	413.41	HQ30=32m3/s	32.00	479.30	480.06	480.90	483.93	0.194670	8.72	3.67	5.63	3.45	480.15
Altdorfbach	413.41	HQ100=57m3/s	57.00	479.30	480.42	481.56	485.38	0.161084	9.87	5.77	6.05	3.23	480.53
Altdorfbach	413.41	HQ300=79m3/s	79.00	479.30	480.69	482.16	486.41	0.148171	10.60	7.45	6.39	3.13	480.82
Altdorfbach	413.41	EHQ=104m3/s	104.00	479.30	480.96	482.64	487.40	0.139040	11.24	9.25	6.73	3.06	481.12

HEC-RAS Plan: Projekt River: Altdorfbach Reach: Altdorfbach (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl	WS Air Entr. (m)
Altdorfbach	405.07	Qm=1m3/s	1.00	478.32	478.54	478.64	478.92	0.189758	2.73	0.37	3.42	2.66	478.56
Altdorfbach	405.07	HQ30=32m3/s	32.00	478.32	479.55	480.42	482.50	0.108700	7.61	4.20	4.02	2.38	479.61
Altdorfbach	405.07	HQ100=57m3/s	57.00	478.32	480.10	481.26	484.02	0.103576	8.77	6.50	4.42	2.31	480.18
Altdorfbach	405.07	HQ300=79m3/s	79.00	478.32	480.49	482.17	485.05	0.103681	9.46	8.35	5.06	2.35	480.59
Altdorfbach	405.07	EHQ=104m3/s	104.00	478.32	480.86	482.51	486.04	0.103877	10.09	10.31	5.69	2.39	480.98
Altdorfbach	402.4	Qm=1m3/s	1.00	477.42	477.67	477.82	478.32	0.239585	3.58	0.28	2.09	3.12	477.70
Altdorfbach	402.4	HQ30=32m3/s	32.00	477.42	478.63	479.47	482.12	0.142881	8.28	3.86	4.96	3.00	478.74
Altdorfbach	402.4	HQ100=57m3/s	57.00	477.42	479.04	480.20	483.64	0.127932	9.51	6.00	5.38	2.87	479.17
Altdorfbach	402.4	HQ300=79m3/s	79.00	477.42	479.35	480.72	484.68	0.120559	10.22	7.73	5.70	2.80	479.50
Altdorfbach	402.4	EHQ=104m3/s	104.00	477.42	479.67	481.67	485.67	0.115147	10.85	9.58	6.01	2.74	479.83
Altdorfbach	389.95	Qm=1m3/s	1.00	477.18	477.65	477.65	477.72	0.023627	1.23	0.81	5.26	1.00	477.65
Altdorfbach	389.95	HQ30=32m3/s	32.00	477.18	478.35	478.98	480.55	0.088769	6.57	4.87	6.18	2.36	478.41
Altdorfbach	389.95	HQ100=57m3/s	57.00	477.18	478.70	479.83	482.01	0.093252	8.06	7.07	6.49	2.47	478.78
Altdorfbach	389.95	HQ300=79m3/s	79.00	477.18	478.96	480.22	483.05	0.096946	8.97	8.81	6.94	2.54	479.06
Altdorfbach	389.95	EHQ=104m3/s	104.00	477.18	479.21	480.62	484.07	0.101006	9.77	10.65	7.54	2.62	479.34
Altdorfbach	389.63	Qm=1m3/s	1.00	476.54	476.67	476.80	477.61	0.940993	4.30	0.23	3.75	5.52	476.70
Altdorfbach	389.63	HQ30=32m3/s	32.00	476.54	477.56	478.33	480.44	0.114474	7.52	4.26	5.09	2.62	477.63
Altdorfbach	389.63	HQ100=57m3/s	57.00	476.54	477.98	479.06	481.91	0.109911	8.79	6.49	5.67	2.62	478.07
Altdorfbach	389.63	HQ300=79m3/s	79.00	476.54	478.28	479.93	482.96	0.108041	9.59	8.24	6.04	2.62	478.39
Altdorfbach	389.63	EHQ=104m3/s	104.00	476.54	478.58	480.28	483.98	0.105712	10.30	10.10	6.30	2.60	478.71
Altdorfbach	372.78	Qm=1m3/s	1.00	475.67	476.19	476.05	476.22	0.004097	0.79	1.27	4.29	0.46	476.00
Altdorfbach	372.78	HQ30=32m3/s	32.00	475.67	477.02	477.58	478.88	0.058956	6.05	5.29	5.02	1.88	477.05
Altdorfbach	372.78	HQ100=57m3/s	57.00	475.67	477.52	478.34	480.20	0.060766	7.25	7.86	5.23	1.89	477.56
Altdorfbach	372.78	HQ300=79m3/s	79.00	475.67	477.91	479.07	481.16	0.062048	7.99	9.89	5.38	1.88	477.94
Altdorfbach	372.78	EHQ=104m3/s	104.00	475.67	478.31	479.20	482.09	0.062595	8.61	12.07	5.55	1.86	478.35
Altdorfbach	369.81	Qm=1m3/s	1.00	475.85	476.17	476.07	476.21	0.004882	0.80	1.25	4.56	0.49	476.17
Altdorfbach	369.81	HQ30=32m3/s	32.00	475.85	477.19	477.60	478.61	0.041384	5.27	6.07	4.92	1.52	477.19
Altdorfbach	369.81	HQ100=57m3/s	57.00	475.85	477.72	478.37	479.89	0.047148	6.52	8.74	5.11	1.59	477.72
Altdorfbach	369.81	HQ300=79m3/s	79.00	475.85	478.13	479.02	480.83	0.050118	7.28	10.85	5.26	1.62	478.13
Altdorfbach	369.81	EHQ=104m3/s	104.00	475.85	478.57	479.03	481.74	0.051399	7.89	13.19	5.42	1.61	478.57
Altdorfbach	368.64	Qm=1m3/s	1.00	475.86	476.11	476.11	476.19	0.022984	1.29	0.78	4.63	1.00	476.11
Altdorfbach	368.64	HQ30=32m3/s	32.00	475.86	477.30	477.61	478.50	0.032325	4.84	6.61	5.10	1.36	477.30
Altdorfbach	368.64	HQ100=57m3/s	57.00	475.86	477.77	478.50	479.79	0.042470	6.30	9.05	5.29	1.54	477.77
Altdorfbach	368.64	HQ300=79m3/s	79.00	475.86	478.11	478.69	480.75	0.058245	7.20	10.97	7.07	1.84	478.14
Altdorfbach	368.64	EHQ=104m3/s	104.00	475.86	478.35	478.90	481.65	0.073077	8.05	12.93	8.87	2.13	478.43
Altdorfbach	368.5	Qm=1m3/s	1.00	475.22	475.41	475.56	476.12	0.311176	3.74	0.27	2.30	3.50	475.43
Altdorfbach	368.5	HQ30=32m3/s	32.00	475.22	476.57	477.14	478.42	0.057350	6.03	5.31	5.07	1.88	476.60
Altdorfbach	368.5	HQ100=57m3/s	57.00	475.22	477.07	477.88	479.72	0.058972	7.22	7.90	5.33	1.89	477.10
Altdorfbach	368.5	HQ300=79m3/s	79.00	475.22	477.44	478.45	480.68	0.060654	7.97	9.91	5.52	1.90	477.48
Altdorfbach	368.5	EHQ=104m3/s	104.00	475.22	477.83	478.79	481.60	0.061177	8.60	12.10	5.72	1.89	477.88
Altdorfbach	362.79	Qm=1m3/s	1.00	474.50	474.77	474.86	475.13	0.114214	2.64	0.38	2.49	2.16	474.78
Altdorfbach	362.79	HQ30=32m3/s	32.00	474.50	475.62	476.29	477.96	0.092404	6.78	4.72	5.37	2.31	475.67
Altdorfbach	362.79	HQ100=57m3/s	57.00	474.50	476.07	477.51	479.26	0.085070	7.91	7.20	5.61	2.23	476.14
Altdorfbach	362.79	HQ300=79m3/s	79.00	474.50	476.41	477.81	480.22	0.083053	8.64	9.14	5.82	2.20	476.48
Altdorfbach	362.79	EHQ=104m3/s	104.00	474.50	476.75	478.01	481.12	0.086599	9.27	11.23	6.91	2.29	476.84
Altdorfbach	361.29	Qm=1m3/s	1.00	473.19	473.39	473.62	474.72	0.482955	5.11	0.20	1.39	4.34	473.43
Altdorfbach	361.29	HQ30=32m3/s	32.00	473.19	474.41	475.20	477.69	0.158795	8.03	3.99	5.49	3.01	474.52
Altdorfbach	361.29	HQ100=57m3/s	57.00	473.19	474.81	475.88	479.01	0.131577	9.08	6.28	5.94	2.82	474.93
Altdorfbach	361.29	HQ300=79m3/s	79.00	473.19	475.11	476.37	479.96	0.121806	9.77	8.09	6.28	2.75	475.24
Altdorfbach	361.29	EHQ=104m3/s	104.00	473.19	475.41	477.38	480.87	0.114085	10.35	10.05	6.62	2.68	475.56
Altdorfbach	355.43	Qm=1m3/s	1.00	472.68	473.17	473.28	473.54	0.070442	2.69	0.37	1.46	1.70	473.17
Altdorfbach	355.43	HQ30=32m3/s	32.00	472.68	474.33	474.99	476.69	0.102206	6.81	4.70	5.81	2.42	474.41
Altdorfbach	355.43	HQ100=57m3/s	57.00	472.68	474.71	475.95	478.12	0.100898	8.18	6.97	6.18	2.46	474.82
Altdorfbach	355.43	HQ300=79m3/s	79.00	472.68	475.00	476.27	479.11	0.099426	8.99	8.79	6.48	2.46	475.12
Altdorfbach	355.43	EHQ=104m3/s	104.00	472.68	475.29	476.56	480.06	0.096951	9.67	10.76	6.77	2.45	475.43
Altdorfbach	354.44	Qm=1m3/s	1.00	472.22	472.55	472.70	473.35	0.466197	3.96	0.25	2.34	3.85	472.60
Altdorfbach	354.44	HQ30=32m3/s	32.00	472.22	473.58	474.35	476.52	0.127020	7.60	4.21	5.21	2.70	473.68
Altdorfbach	354.44	HQ100=57m3/s	57.00	472.22	473.99	475.03	477.95	0.118634	8.82	6.46	5.80	2.67	474.11
Altdorfbach	354.44	HQ300=79m3/s	79.00	472.22	474.29	476.02	478.96	0.112563	9.57	8.25	6.06	2.62	474.42
Altdorfbach	354.44	EHQ=104m3/s	104.00	472.22	474.60	476.36	479.90	0.107258	10.20	10.20	6.33	2.56	474.75
Altdorfbach	343.49	Qm=1m3/s	1.00	471.55	471.87	471.98	472.22	0.089748	2.63	0.38	1.94	1.90	471.88
Altdorfbach	343.49	HQ30=32m3/s	32.00	471.55	472.81	473.53	475.06	0.104705	6.64	4.82	6.61	2.48	472.88
Altdorfbach	343.49	HQ100=57m3/s	57.00	471.55	473.14	474.07	476.47	0.105337	8.08	7.05	6.93	2.56	473.24
Altdorfbach	343.49	HQ300=79m3/s	79.00	471.55	473.39	474.49	477.45	0.113865	8.92	8.85	7.82	2.68	473.52
Altdorfbach	343.49	EHQ=104m3/s	104.00	471.55	473.60	474.74	478.33	0.155778	9.64	10.79	11.25	3.14	473.80
Altdorfbach	342.21	Qm=1m3/s	1.00	470.20	470.34	470.52	471.84	1.009832	5.43	0.18	2.20	5.98	470.38
Altdorfbach	342.21	HQ30=32m3/s	32.00	470.20	471.19	472.04	474.76	0.164976	8.37	3.83	5.47	3.19	471.30
Altdorfbach	342.21	HQ100=57m3/s	57.00	470.20	471.58	472.70	476.19	0.139374	9.51	5.99	5.82	2.99	471.70
Altdorfbach	342.21	HQ300=79m3/s	79.00	470.20	471.87	473.20	477.17	0.128909	10.19	7.75	6.14	2.90	472.01
Altdorfbach	342.21	EHQ=104m3/s	104.00	470.20	472.17	473.97	478.04	0.122045	10.73	9.69	6.73	2.85	472.33
Altdorfbach	335.53	Qm=1m3/s	1.00	470.38	470.60	470.63	470.74	0.036105	1.63	0.61	3.49	1.24	470.60
Altdorfbach	335.53	HQ30=32m3/s	32.00	470.38	471.67	472.32	473.59	0.061945	6.13	5.22	4.69	1.86	471.69
Altdorfbach	335.53	HQ100=57m3/s	57.00	470.38	472.20	473.11	474.95	0.067058	7.35	7.76	5.20	1.92	472.23
Altdorfbach	335.53	HQ300=79m3/s	79.00	470.38	472.52	473.31	475.81	0.108351	8.03	9.84	9.65	2.54	472.65
Altdorfbach	335.53	EHQ=104m3/s	104.00	470.38	472.68	473.49	476.67	0.151881	8.85	11.76	13.70	3.05	472.90
Altdorfbach	335.24	Qm=1m3/s	1.00	469.24	470.02	469.65	470.04	0.001974	0.72	1.39	2.59	0.31	469.45
Altdorfbach	335.24	HQ30=32m3/s	32.00	469.24	470.97	471.73	473.51	0.080830	7.06	4.53	3.97	2.11	471.03
Altdorfbach	335.24	HQ100=57m3/s	57.00	469.24	471.56	472.93	474.87	0.077493	8.06	7.07	4.53	2.06	471.63
Altdorfbach	335.24	HQ300=79m3/s	79.00	469.24	472.03	473.17	475.74	0.072884	8.54	9			

HEC-RAS Plan: Projekt River: Altdorfbach Reach: Altdorfbach (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl	WS Air Entr. (m)
Altdorfbach	335.24	EHQ=104m3/s	104.00	469.24	472.43	473.37	476.61	0.102467	9.06	11.48	8.20	2.45	472.60
Altdorfbach	332.09	Qm=1m3/s	1.00	469.37	469.90	469.90	470.02	0.028332	1.53	0.85	2.80	1.01	469.90
Altdorfbach	332.09	HQ30=32m3/s	32.00	469.37	471.13	471.78	473.10	0.070029	6.22	5.14	4.59	1.88	471.16
Altdorfbach	332.09	HQ100=57m3/s	57.00	469.37	471.61	472.64	474.50	0.078575	7.53	7.57	5.58	2.06	471.67
Altdorfbach	332.09	HQ300=79m3/s	79.00	469.37	471.94	472.89	475.43	0.082867	8.28	9.54	6.45	2.17	472.03
Altdorfbach	332.09	EHQ=104m3/s	104.00	469.37	472.19	473.13	476.22	0.117337	8.90	11.69	10.35	2.67	472.38
Altdorfbach	330.28	Qm=1m3/s	1.00	468.12	468.33	468.57	469.75	0.549086	5.28	0.19	1.39	4.57	468.38
Altdorfbach	330.28	HQ30=32m3/s	32.00	468.12	469.61	470.47	472.81	0.123609	7.94	4.03	4.66	2.72	469.71
Altdorfbach	330.28	HQ100=57m3/s	57.00	468.12	470.05	471.20	474.21	0.114054	9.03	6.31	5.47	2.68	470.18
Altdorfbach	330.28	HQ300=79m3/s	79.00	468.12	470.37	471.66	475.13	0.115162	9.67	8.17	6.40	2.73	470.53
Altdorfbach	330.28	EHQ=104m3/s	104.00	468.12	470.68	472.19	475.90	0.109013	10.12	10.28	7.21	2.71	470.86
Altdorfbach	315.33	Qm=1m3/s	1.00	465.89	466.10	466.24	466.64	0.191595	3.28	0.30	2.00	2.68	466.11
Altdorfbach	315.33	HQ30=32m3/s	32.00	465.89	467.58	468.48	470.81	0.146618	7.97	4.01	3.73	2.45	467.67
Altdorfbach	315.33	HQ100=57m3/s	57.00	465.89	468.06	468.96	471.86	0.181793	8.64	6.59	7.18	2.88	468.23
Altdorfbach	315.33	HQ300=79m3/s	79.00	465.89	468.30	469.34	472.61	0.184774	9.19	8.60	9.06	3.01	468.52
Altdorfbach	315.33	EHQ=104m3/s	104.00	465.89	468.49	469.78	473.47	0.203599	9.89	10.52	11.23	3.26	468.77
Altdorfbach	313.47	Qm=1m3/s	1.00	464.88	465.51	465.27	465.52	0.001383	0.48	2.10	6.28	0.26	465.18
Altdorfbach	313.47	HQ30=32m3/s	32.00	464.88	465.70	466.47	470.28	0.355432	9.48	3.38	7.24	4.43	465.86
Altdorfbach	313.47	HQ100=57m3/s	57.00	464.88	465.98	467.03	471.31	0.261042	10.23	5.57	8.33	3.99	466.15
Altdorfbach	313.47	HQ300=79m3/s	79.00	464.88	466.19	467.49	472.08	0.215441	10.75	7.35	8.67	3.73	466.37
Altdorfbach	313.47	EHQ=104m3/s	104.00	464.88	466.39	467.77	472.95	0.191912	11.34	9.17	9.00	3.59	466.59
Altdorfbach	307.13	Qm=1m3/s	1.00	465.10	465.27	465.30	465.40	0.041717	1.60	0.63	4.31	1.34	465.27
Altdorfbach	307.13	HQ30=32m3/s	32.00	465.10	465.88	466.53	468.57	0.138720	7.27	4.40	7.35	3.00	465.95
Altdorfbach	307.13	HQ100=57m3/s	57.00	465.10	466.19	467.10	469.88	0.121398	8.52	6.89	7.55	2.89	466.28
Altdorfbach	307.13	HQ300=79m3/s	79.00	465.10	466.43	467.58	470.75	0.110217	9.20	8.58	7.72	2.79	466.53
Altdorfbach	307.13	EHQ=104m3/s	104.00	465.10	466.68	468.03	471.65	0.104303	9.87	10.53	7.88	2.73	466.80
Altdorfbach	306.26	Qm=1m3/s	1.00	462.51	462.68	462.87	465.06	2.213412	6.84	0.15	2.15	8.38	462.77
Altdorfbach	306.26	HQ30=32m3/s	32.00	462.51	463.35	464.26	468.19	0.289987	9.75	3.28	5.51	4.03	463.48
Altdorfbach	306.26	HQ100=57m3/s	57.00	462.51	463.71	464.93	469.53	0.213696	10.70	5.33	5.87	3.58	463.86
Altdorfbach	306.26	HQ300=79m3/s	79.00	462.51	463.99	465.42	470.42	0.181732	11.23	7.03	6.14	3.35	464.16
Altdorfbach	306.26	EHQ=104m3/s	104.00	462.51	464.28	465.92	471.33	0.162644	11.77	8.84	6.35	3.18	464.46
Altdorfbach	286.32	Qm=1m3/s	1.00	460.51	461.14	461.19	461.33	0.083111	1.93	0.52	3.62	1.63	461.14
Altdorfbach	286.32	HQ30=32m3/s	32.00	460.51	462.09	462.80	464.53	0.102805	6.91	4.63	4.67	2.22	462.15
Altdorfbach	286.32	HQ100=57m3/s	57.00	460.51	462.55	463.64	466.10	0.105555	8.35	6.83	4.89	2.25	462.64
Altdorfbach	286.32	HQ300=79m3/s	79.00	460.51	462.92	464.21	467.16	0.103678	9.12	8.66	5.06	2.23	463.02
Altdorfbach	286.32	EHQ=104m3/s	104.00	460.51	463.30	465.37	468.19	0.103468	9.79	10.62	5.43	2.24	463.41
Altdorfbach	280.31	Qm=1m3/s	1.00	460.35	460.72	460.78	460.92	0.055437	2.02	0.50	2.67	1.49	460.72
Altdorfbach	280.31	HQ30=32m3/s	32.00	460.35	461.61	462.26	463.90	0.091788	6.70	4.77	5.31	2.26	461.66
Altdorfbach	280.31	HQ100=57m3/s	57.00	460.35	462.01	463.01	465.46	0.097405	8.23	6.93	5.39	2.32	462.09
Altdorfbach	280.31	HQ300=79m3/s	79.00	460.35	462.34	463.57	466.55	0.097700	9.09	8.69	5.45	2.30	462.43
Altdorfbach	280.31	EHQ=104m3/s	104.00	460.35	462.69	464.71	467.58	0.097084	9.80	10.61	5.57	2.27	462.79
Altdorfbach	275.4	Bridge											
Altdorfbach	275.39	Qm=1m3/s	1.00	459.93	460.20	460.33	460.63	0.123508	2.89	0.35	2.11	2.28	460.21
Altdorfbach	275.39	HQ30=32m3/s	32.00	459.93	461.17	461.80	463.43	0.088189	6.67	4.80	5.60	2.30	461.22
Altdorfbach	275.39	HQ100=57m3/s	57.00	459.93	461.55	462.53	464.96	0.093283	8.19	6.96	5.68	2.36	461.63
Altdorfbach	275.39	HQ300=79m3/s	79.00	459.93	461.86	463.04	466.04	0.093986	9.06	8.72	5.75	2.35	461.95
Altdorfbach	275.39	EHQ=104m3/s	104.00	459.93	462.18	464.35	467.07	0.093579	9.80	10.61	5.82	2.32	462.28
Altdorfbach	258.59	Qm=1m3/s	1.00	458.29	458.56	458.66	458.88	0.101738	2.49	0.40	2.66	2.04	458.57
Altdorfbach	258.59	HQ30=32m3/s	32.00	458.29	459.48	460.14	461.88	0.102827	6.86	4.66	6.26	2.54	459.55
Altdorfbach	258.59	HQ100=57m3/s	57.00	458.29	459.82	460.75	463.28	0.104121	8.22	6.93	6.92	2.62	459.92
Altdorfbach	258.59	HQ300=79m3/s	79.00	458.29	460.06	461.19	464.26	0.105946	9.10	8.69	7.39	2.68	460.19
Altdorfbach	258.59	EHQ=104m3/s	104.00	458.29	460.31	461.63	465.26	0.105793	9.86	10.55	7.76	2.70	460.45
Altdorfbach	257.47	Qm=1m3/s	1.00	456.03	456.12	456.30	458.37	2.536387	6.84	0.15	2.66	8.92	456.18
Altdorfbach	257.47	HQ30=32m3/s	32.00	456.03	457.06	458.05	461.52	0.190318	9.36	3.42	4.20	3.31	457.17
Altdorfbach	257.47	HQ100=57m3/s	57.00	456.03	457.52	458.78	462.92	0.161094	10.30	5.53	5.03	3.13	457.66
Altdorfbach	257.47	HQ300=79m3/s	79.00	456.03	457.83	458.29	463.95	0.150086	10.96	7.21	5.55	3.07	458.00
Altdorfbach	257.47	EHQ=104m3/s	104.00	456.03	458.14	459.80	464.94	0.141899	11.55	9.00	6.01	3.01	458.33
Altdorfbach	243.02	Qm=1m3/s	1.00	452.64	453.41	453.65	454.17	0.220548	3.86	0.26	0.67	1.99	453.43
Altdorfbach	243.02	HQ30=32m3/s	32.00	452.64	454.72	455.44	458.11	0.283123	8.16	3.92	6.98	3.48	454.97
Altdorfbach	243.02	HQ100=57m3/s	57.00	452.64	454.96	455.96	459.97	0.284546	9.91	5.75	7.78	3.68	455.28
Altdorfbach	243.02	HQ300=79m3/s	79.00	452.64	455.15	456.35	461.20	0.272813	10.89	7.25	8.33	3.73	455.50
Altdorfbach	243.02	EHQ=104m3/s	104.00	452.64	455.34	456.73	462.34	0.260199	11.72	8.87	8.90	3.75	455.72
Altdorfbach	228.41	Qm=1m3/s	1.00	451.57	451.88	451.97	452.20	0.150738	2.47	0.40	3.48	2.31	451.90
Altdorfbach	228.41	HQ30=32m3/s	32.00	451.57	452.69	453.44	455.63	0.135488	7.60	4.21	5.95	2.88	452.78
Altdorfbach	228.41	HQ100=57m3/s	57.00	451.57	453.02	454.06	457.13	0.136418	8.98	6.35	6.96	3.00	453.15
Altdorfbach	228.41	HQ300=79m3/s	79.00	451.57	453.24	454.44	458.27	0.139751	9.93	7.95	7.60	3.10	453.40
Altdorfbach	228.41	EHQ=104m3/s	104.00	451.57	453.46	454.80	459.37	0.141229	10.77	9.65	8.18	3.17	453.65
Altdorfbach	226.9	Qm=1m3/s	1.00	450.20	450.40	450.62	451.71	0.519251	5.07	0.20	1.52	4.49	450.44
Altdorfbach	226.9	HQ30=32m3/s	32.00	450.20	451.59	452.53	455.34	0.143288	8.58	3.73	4.07	2.86	451.70
Altdorfbach	226.9	HQ100=57m3/s	57.00	450.20	452.04	453.25	456.85	0.141260	9.72	5.87	5.31	2.95	452.20
Altdorfbach	226.9	HQ300=79m3/s	79.00	450.20	452.33	453.80	457.99	0.141893	10.54	7.49	6.02	3.02	452.52
Altdorfbach	226.9	EHQ=104m3/s	104.00	450.20	452.60	454.18	459.10	0.141319	11.30	9.21	6.61	3.06	452.83
Altdorfbach	213.21	Qm=1m3/s	1.00	448.97	449.14	449.22	449.43	0.104622	2.38	0.42	3.13	2.07	449.14
Altdorfbach	213.21	HQ30=32m3/s	32.00	448.97	450.03	451.01	453.39	0.131086	8.13	3.94	4.77	2.86	450.11
Altdorfbach	213.21	HQ100=57m3/s	57.00	448.97	450.44	451.47	454.98	0.127196	9.45	6.03	5.52	2.88	450.56
Altdorfbach	213.21	HQ300=79m3/s	79.00	448.97	450.73	451.79	456.08	0.125772	10.26	7.70	6.08	2.91	450.87
Altdorfbach	213.21	EHQ=104m3/s	104.00	448.97	450.92	452.14	456.84	0.221628	10.78	9.65	11.76	3.80	451.21

HEC-RAS Plan: Projekt River: Altdorfbach Reach: Altdorfbach (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl	WS Air Entr. (m)
Altdorfbach	190	Qm=1m3/s	1.00	446.43	446.61	446.71	446.97	0.123702	2.83	0.38	2.75	2.26	446.62
Altdorfbach	190	HQ30=32m3/s	32.00	446.43	447.61	448.41	450.53	0.106002	7.57	4.23	4.87	2.59	447.68
Altdorfbach	190	HQ100=57m3/s	57.00	446.43	448.03	449.09	451.93	0.105030	8.75	6.52	5.89	2.66	448.14
Altdorfbach	190	HQ300=79m3/s	79.00	446.43	448.33	449.29	452.85	0.101182	9.41	8.39	6.52	2.65	448.46
Altdorfbach	190	EHQ=104m3/s	104.00	446.43	448.68	449.48	453.33	0.098238	9.55	10.89	8.23	2.65	448.83
Altdorfbach	160	Qm=1m3/s	1.00	443.38	443.54	443.63	443.86	0.113802	2.50	0.40	2.89	2.15	443.54
Altdorfbach	160	HQ30=32m3/s	32.00	443.38	444.56	445.35	447.36	0.102491	7.41	4.32	4.85	2.51	444.63
Altdorfbach	160	HQ100=57m3/s	57.00	443.38	445.00	446.06	448.75	0.101308	8.58	6.64	5.83	2.57	445.10
Altdorfbach	160	HQ300=79m3/s	79.00	443.38	445.30	446.54	449.70	0.099956	9.29	8.50	6.50	2.59	445.42
Altdorfbach	160	EHQ=104m3/s	104.00	443.38	445.62	446.64	450.42	0.093462	9.71	10.71	7.25	2.55	445.75
Altdorfbach	130	Qm=1m3/s	1.00	440.66	440.90	440.99	441.20	0.088992	2.42	0.41	2.62	1.95	440.91
Altdorfbach	130	HQ30=32m3/s	32.00	440.66	442.02	442.78	444.52	0.083007	7.01	4.57	4.71	2.27	442.08
Altdorfbach	130	HQ100=57m3/s	57.00	440.66	442.52	443.75	445.77	0.078747	7.99	7.13	5.64	2.27	442.59
Altdorfbach	130	HQ300=79m3/s	79.00	440.66	442.87	444.14	446.59	0.076079	8.55	9.24	6.34	2.26	442.96
Altdorfbach	130	EHQ=104m3/s	104.00	440.66	443.22	444.48	447.30	0.073869	8.95	11.61	7.33	2.27	443.32
Altdorfbach	117.86	Qm=1m3/s	1.00	439.95	440.13	440.22	440.42	0.117900	2.36	0.42	3.37	2.12	440.14
Altdorfbach	117.86	HQ30=32m3/s	32.00	439.95	441.15	441.83	443.48	0.082823	6.76	4.73	5.19	2.26	441.20
Altdorfbach	117.86	HQ100=57m3/s	57.00	439.95	441.60	442.50	444.76	0.082513	7.88	7.24	6.15	2.32	441.67
Altdorfbach	117.86	HQ300=79m3/s	79.00	439.95	441.92	443.14	445.62	0.078464	8.52	9.27	6.46	2.27	442.00
Altdorfbach	117.86	EHQ=104m3/s	104.00	439.95	442.27	443.92	446.37	0.072838	8.97	11.59	6.80	2.19	442.35
Altdorfbach	107.7	Bridge											
Altdorfbach	107.62	Qm=1m3/s	1.00	439.35	439.48	439.57	439.79	0.112577	2.46	0.41	3.31	2.24	439.49
Altdorfbach	107.62	HQ30=32m3/s	32.00	439.35	440.53	441.18	442.70	0.084115	6.52	4.81	5.23	2.15	440.58
Altdorfbach	107.62	HQ100=57m3/s	57.00	439.35	440.99	441.86	443.95	0.066483	7.62	7.48	6.31	2.24	441.05
Altdorfbach	107.62	HQ300=79m3/s	79.00	439.35	441.29	442.31	444.85	0.065718	8.36	9.45	6.64	2.23	441.37
Altdorfbach	107.62	EHQ=104m3/s	104.00	439.35	441.61	442.88	445.64	0.065855	8.89	11.70	7.41	2.26	441.70
Altdorfbach	100	Qm=1m3/s	1.00	438.91	439.03	439.07	439.15	0.054909	1.52	0.66	6.06	1.47	439.03
Altdorfbach	100	HQ30=32m3/s	32.00	438.91	439.57	440.16	441.98	0.138827	6.87	4.66	8.72	3.00	439.63
Altdorfbach	100	HQ100=57m3/s	57.00	438.91	439.83	440.64	443.20	0.136028	8.14	7.00	9.96	3.10	439.91
Altdorfbach	100	HQ300=79m3/s	79.00	438.91	440.00	440.96	444.10	0.136283	8.97	8.81	10.81	3.17	440.11
Altdorfbach	100	EHQ=104m3/s	104.00	438.91	440.18	441.18	444.88	0.132315	9.60	10.83	11.70	3.19	440.31
Altdorfbach	64.59	Qm=1m3/s	1.00	436.80	436.92	436.95	437.05	0.064314	1.60	0.63	6.03	1.58	436.92
Altdorfbach	64.59	HQ30=32m3/s	32.00	436.80	437.68	438.05	438.86	0.049605	4.81	6.65	9.76	1.86	437.69
Altdorfbach	64.59	HQ100=57m3/s	57.00	436.80	437.96	438.53	439.77	0.056503	5.97	9.54	11.12	2.06	437.99
Altdorfbach	64.59	HQ300=79m3/s	79.00	436.80	438.15	438.86	440.46	0.061038	6.74	11.72	12.05	2.18	438.19
Altdorfbach	64.59	EHQ=104m3/s	104.00	436.80	438.33	439.04	441.14	0.064650	7.43	14.00	12.94	2.28	438.39
Altdorfbach	40	Qm=1m3/s	1.00	435.40	435.52	435.55	435.63	0.051785	1.49	0.67	6.07	1.43	435.52
Altdorfbach	40	HQ30=32m3/s	32.00	435.40	436.24	436.65	437.54	0.057078	5.06	6.33	9.59	1.99	436.26
Altdorfbach	40	HQ100=57m3/s	57.00	435.40	436.55	437.11	438.38	0.057030	6.00	9.51	11.09	2.07	436.58
Altdorfbach	40	HQ300=79m3/s	79.00	435.40	436.76	437.44	438.97	0.057366	6.59	11.98	12.13	2.12	436.80
Altdorfbach	40	EHQ=104m3/s	104.00	435.40	436.96	437.75	439.57	0.058238	7.16	14.53	13.11	2.17	437.02
Altdorfbach	19	Qm=1m3/s	1.00	434.26	434.37	434.41	434.49	0.056697	1.52	0.66	6.14	1.49	434.37
Altdorfbach	19	HQ30=32m3/s	32.00	434.26	435.09	435.48	436.33	0.056737	4.94	6.48	10.20	1.98	435.11
Altdorfbach	19	HQ100=57m3/s	57.00	434.26	435.37	435.93	437.15	0.058415	5.90	9.66	11.84	2.09	435.42
Altdorfbach	19	HQ300=79m3/s	79.00	434.26	435.57	436.22	437.73	0.059370	6.51	12.14	12.98	2.15	435.63
Altdorfbach	19	EHQ=104m3/s	104.00	434.26	435.77	436.22	438.31	0.060329	7.06	14.72	14.07	2.20	435.83
Altdorfbach	4.94	Qm=1m3/s	1.00	433.47	434.45	433.62	434.45	0.000029	0.12	8.12	11.08	0.05	433.58
Altdorfbach	4.94	HQ30=32m3/s	32.00	433.47	434.30	434.69	435.53	0.056071	4.92	6.51	10.22	1.97	434.32
Altdorfbach	4.94	HQ100=57m3/s	57.00	433.47	434.59	435.14	436.33	0.056474	5.83	9.77	11.90	2.05	434.64
Altdorfbach	4.94	HQ300=79m3/s	79.00	433.47	434.80	435.43	436.90	0.057106	6.42	12.31	13.06	2.11	434.85
Altdorfbach	4.94	EHQ=104m3/s	104.00	433.47	434.99	435.43	437.45	0.057600	6.95	14.97	14.17	2.16	435.06
Altdorfbach	0	Qm=1m3/s	1.00	433.20	434.45	433.30	434.45	0.000001	0.03	40.64	40.00	0.01	434.45
Altdorfbach	0	HQ30=32m3/s	32.00	433.20	434.45	433.86	434.48	0.000760	0.85	40.64	40.00	0.26	433.62
Altdorfbach	0	HQ100=57m3/s	57.00	433.20	433.67	434.05	435.79	0.224889	6.66	9.41	40.00	3.62	433.73
Altdorfbach	0	HQ300=79m3/s	79.00	433.20	433.73	434.19	436.34	0.231709	7.50	11.74	40.00	3.77	433.80
Altdorfbach	0	EHQ=104m3/s	104.00	433.20	433.79	434.34	436.88	0.232971	8.24	14.09	40.00	3.87	433.87







Anhang 8

Interventionsplanung Vitznau
Massnahmenblätter

AUFTRAG 12**Vitznauerhof****PHASE: ORANGE**

Phase Rot: keine zusätzlichen Massnahmen



Legende	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>  Aufenthalt in sicherem Gebäudeteil  Objektschutz durch Eigentümer  Objektschutz durch Feuerwehr </div> <div> Überflutungskarte  Wassertiefe über 2.0 m  Wassertiefe bis 2.0 m  Wassertiefe bis 0.5 m </div> </div>
Ziel Intervention	<p>Im gefährdeten Bereich halten sich keine Personen auf. Wasser dringt nicht in Vitznauerhof ein.</p>
Massnahmen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fw nimmt via Einsatzleitung telefonisch mit dem Betreiber Kontakt auf <ul style="list-style-type: none"> • Dieser wird aufgefordert, selbstständig Objektschutz zu installieren. 2. Falls Betreiber nicht erreichbar ist: Fw kontrolliert vor Ort, ob die vorbereiteten Schutzvorrichtungen installiert sind. 3. Falls nicht installiert: Fw unterstützt bei Installation Schutzmassnahmen. <ul style="list-style-type: none"> • Zufahrt Vitznauerhof gegen Altdorfbach mit vorbereiteten Aluminiumelementen schützen. • Kellereingang Vitznauerhof gegen Altdorfbach mit vorbereiteten Aluminiumelementen schützen. 4. Evakuierung der Personen aus Wellnessbereich und Erdgeschoss in den 1. Stock. <p>Einsatzleitung: Kommandoauftrag 03 ORANGE (Info Anwohner)</p>

Datum Erstellung: 15.03.2013
Datum Mutation:

Erstellt durch: Feuerwehr der Seegemeinden / vif, Abt. Naturgefahren / Annen Forst – Oeko-B AG
Auftrag 12 ORANGE

Personalbedarf (Total)

2 AdF

Besondere Verhaltensregeln**Materialbedarf**

Material vor Ort in Garage.

Anweisungen Ende Auftrag

Rückmeldung an Einsatzleitung und Rückzug ins Magazin.



Zufahrt Vitznauerhof mit vorbereiteten Aluminiumelementen schützen.



Kellereingang Vitznauerhof mit vorbereiteten Aluminiumelementen schützen.



Materialdepot in Garage.



Aluminiumelemente für den Hochwasserschutz.







Zu evakuierender Wellnessbereich Vitznauerhof.

Datum Erstellung: 15.03.2013
Datum Mutation:Erstellt durch: Feuerwehr der Seegemeinden / vif, Abt. Naturgefahren / Annen Forst – Oeko-B AG
Auftrag 12 ORANGE

AUFTRAG 13**Rest. Sens****PHASE: ORANGE**

Phase Rot: keine zusätzlichen Massnahmen



Legende	 Evakuierung <div style="float: right;"> Überflutungskarte  Wassertiefe über 2.0 m  Wassertiefe bis 2.0 m  Wassertiefe bis 0.5 m </div>
Ziel Intervention	Im gefährdeten Bereich halten sich keine Personen auf.
Massnahmen	1. Evakuierung Restaurant Sens gemäss Ablaufschema im Dokument „Phasen und Abläufe“. <ul style="list-style-type: none"> Gäste und Betreiber Restaurant Sens werden nach Hause geschickt.

 Datum Erstellung: 15.03.2013
 Datum Mutation:

 Erstellt durch: Feuerwehr der Seegemeinden / vif, Abt. Naturgefahren / Annen Forst – Oeko-B AG
 Auftrag 13 ORANGE

Personalbedarf (Total) 2 AdF	Besondere Verhaltensregeln
Materialbedarf	Anweisungen Ende Auftrag Rückmeldung an Einsatzleitung und Rückzug ins Magazin.
 <p>Restaurant Sens vollständig evakuieren.</p>	

Datum Erstellung: 15.03.2013
Datum Mutation:

Erstellt durch: Feuerwehr der Seegemeinden / vif, Abt. Naturgefahren / Annen Forst – Oeko-B AG
Auftrag 13 ORANGE

Anhang 9

Individuelles Personenrisiko

Anhang 10

ISK Altdorfbach Vitznau
Besprechungsprotokoll vom 26.11.2018

Verkehr und Infrastruktur (vif)

Aktennotiz

Thema
ISK Altdorfbach Vitznau

Ort / Datum / Zeit
Ittigen/ 26.11.2018/ 9.00

Teilnehmende
Mario Kokschi, BAFU
Adrian Schertenleib, BAFU
Serena Liener, vif

Verteiler
alle Teilnehmenden

Nr.	Besprechung, Beschluss	Verantwortlich	Termin
-----	------------------------	----------------	--------

S. Liener stellt die neue Variante Vorprojekt und die durchgeführten Risikoüberlegungen vor. Vom BAFU wurden dazu folgende Anmerkungen und Anregungen gemacht:

- Das vorgesehene Massnahmenkonzept (Kombination aus Rückhalten, Durchleiten und org. Massnahmen) wird vom BAFU unterstützt und kann daher weiter verfolgt werden.
- Der Campingplatz kann entgegen früherer Aussagen bei der Risikobetrachtung mit berücksichtigt werden. Die Werte für die Präsenzwahrscheinlichkeit müssen aber gut begründet werden. Falls der Campingplatz das Hauptrisiko darstellt ist eine Verlegung zu prüfen.
- Das Personenrisiko ist für die Situation nach Massnahmen zu bestimmen. Wird das Schutzziel Personen ($1 \cdot 10^{-5}$) nicht erfüllt sind weitere Massnahmen zu prüfen. Dies können bauliche oder aber auch organisatorische Massnahmen sein. Zusätzliche Massnahmen müssen kostenwirksam sein.
- Organisatorische Massnahmen werden wie folgt berücksichtigt:
 - Intensitätskarte/ Gefahrenkarte: NICHT berücksichtigen
 - Econome: berücksichtigen (insbesondere in Kombination mit Alarmsystem)

Nr.	Besprechung, Beschluss	Verantwortlich	Termin
	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstellung Stauanlagenverordnung prüfen • Durchgängigkeit für Geschiebetransport vorsehen • Ökologie im Bericht thematisieren 		

Kriens, 3. Dezember 2018

Protokollführung

Serena Liener
 Projektleiterin
 Direktwahl +41 41 318 19 73
 serena.liener@lu.ch