

KANTON



GEMEINDE

NIDWALDEN


ENNETBÜRGEN

Wasserbauprojekt integraler Hochwasserschutz Gemeinde Ennetbürgen

Konzept

Technischer Bericht

Bauherrin:		
Gemeinde Ennetbürgen Friedenstrasse 6 6373 Ennetbürgen		

Projektbearbeitung:	
Bauingenieur:	
 <p>6052 Hergiswil Fon 041 632 66 22 6375 Beckenried Fax 041 632 66 29 6048 Horw info@schubiger-nw.ch www.schubiger-nw.ch</p>	

	Datum:	erst.	Gepr.
	21.04.2022	lb	sc
a	14.12.2023	lb	sc
b	17.04.2026	lb	sc
c			
d			

Format:	A4
Dok. Nr.:	1809-TBb

Inhaltsverzeichnis

1	Auftrag	7
1.1	Zusammenhang des Auftrages	7
1.2	Ziele des Auftrages	7
2	Projektorganisation	7
3	Grundlagen	8
3.1	Projektierungsgrundlagen	8
3.1.1	<i>Gesetzliche Rahmenbedingungen</i>	8
3.1.2	<i>Richtlinien und Wegleitungen</i>	8
3.1.3	<i>Verwendete Unterlagen</i>	8
3.1.4	<i>Vermessung / Geländemodelle</i>	8
3.2	Konzeptionelle Grundlagen: Gewässerraum / Abflussweg	9
4	Ausgangslage	10
4.1	Projektperimeter	10
4.2	Historische Ereignisse	10
4.3	Bestehende oder geplante Nutzung	10
4.4	Charakteristiken des Einzugsgebietes	10
4.4.1	<i>Topographische Lage und Charakteristiken des Einzugsgebietes</i>	10
4.4.2	<i>Landschaftsgeschichte und -typ</i>	10
4.5	Hydrologische Verhältnisse	11
4.5.1	<i>Hydrologische Szenarien</i>	11
4.5.2	<i>Bitzibach / Bitzi Ost / Grosser Friedhöfler, Friedhöflerhöhle</i>	11
4.5.3	<i>Hegglibach</i>	12
4.5.4	<i>Einfluss der künstlichen Überleitungen</i>	12
4.5.5	<i>Hochwasserspitzen</i>	12
4.5.6	<i>Abflussmengen Hochwasserschutzprojekt</i>	15
4.5.7	<i>Abflussmengen Hangbäche / Abflusswege</i>	16
4.5.8	<i>Abflussmengen Talbäche</i>	17
4.5.9	<i>Hochwasserkoten Vierwaldstättersee</i>	18
4.5.10	<i>Hochwasserkoten Scheidgraben bei Einmündung Rotigraben</i>	18
4.5.11	<i>Grundwasser</i>	19
4.5.12	<i>Hydrogeologie</i>	19
4.6	Bestehende Gerinnekapazität	20
4.7	Gewässerzustand (Ökomorphologie Stufe F)	20
4.8	Geologische Verhältnisse	21
4.8.1	<i>Geologie</i>	21
4.8.2	<i>Geschiebehaushalt</i>	21
4.8.3	<i>Schwemmholz</i>	23
4.9	Mögliche Gefahrenarten	23
4.10	Beurteilung der bestehenden Schutzbauten	23
4.11	Analyse der Schwachstellen im Gewässer	23
4.12	Bestehende Gefahrensituation	23
4.12.1	<i>Prozess Wildbäche (inkl. Oberflächenabfluss)</i>	23
4.12.2	<i>Prozess Rutschung (inkl. Hangmuren)</i>	24
4.12.3	<i>Prozess Sturz (Stein- und Blockschlag, Felssturz)</i>	25
4.12.4	<i>Prozess See</i>	25

4.12.5	Prozess Engelberger Aa	26
4.13	Altlasten.....	26
5	Projektannahmen.....	27
5.1	Gewählte Schutzziele	27
5.1.1	Talbäche.....	27
5.1.2	Hangbäche / Abflusswege.....	27
5.2	Schutzdefizite	28
5.2.1	Schutzdefizite Wildbäche	28
5.2.2	Schutzdefizite See.....	28
5.2.3	Schutzdefizite Rutschungen und Hangmuren.....	28
5.2.4	Schutzdefizite Steinschlag und Blocksturz.....	28
5.3	Massnahmenziele	28
5.4	Festgelegte Dimensionierungsgrössen	29
5.4.1	Dimensionierungskonzept.....	29
5.4.2	Grundsätze der Dimensionierung.....	29
5.4.3	Freibord	30
5.4.4	Eindolung von Gewässer	30
5.4.5	Deckenhöhe der Betondurchlässe	30
5.5	Situationsanalyse Ökologie Talbäche	31
5.5.1	Ist-Zustand Talbäche.....	31
5.5.2	Ist Zustand Hangbäche / Abflusswege.....	36
5.5.3	Naturzustand / Referenzsystem Talbäche	37
5.5.4	Defizitanalyse (Vergleich Ist- und Referenzzustand)	38
5.6	Zieldefinition Ökologie.....	39
5.6.1	Talbäche.....	39
5.6.2	Entwicklungsziele Hangbäche / Abflusswege	40
6	Schadenpotential / Risiko.....	41
7	Massnahmenplanung.....	42
7.1	Projektperimeter	42
7.2	Variantenstudium und Entscheide Talbäche	42
7.2.1	Teilvarianten Talbäche	42
7.2.2	Variantenstudie Ableitungssystem Vorderboden und Dorfbach	45
7.2.3	Bestvariante Talbäche.....	46
7.3	Variantenstudium und Entscheide am Hang (Hangbäche / Abflusswege)	47
7.3.1	Bürgenstockstrasse.....	47
7.3.2	Einleitung Überlast Bürgenstockstrasse in den See	47
7.3.3	Strasse Hopperli / Blattengstellen	48
7.4	Unterhaltsmassnahmen	48
7.5	Raumplanerische Massnahmen.....	49
7.6	Ökologische Massnahmen.....	49
7.6.1	Talbäche.....	49
7.6.2	Hangbäche / Abflusswege.....	50
7.7	Bauliche Massnahmen Talbäche	50
7.7.1	Beschreibung der Massnahmen Allgemein.....	50
7.7.2	Beschreibung der Massnahmen Dorfbach.....	52
7.7.3	Beschreibung der Massnahmen Bitzikanal	57
7.7.4	Beschreibung der Massnahmen Rotigraben (m 1'562.0 bis m 1'345).....	60

7.8	Bauliche Massnahmen am Hang (Hangbäche / Abflusswege)	61
7.8.1	<i>Dimensionierungsgrundlagen Objektschutzgutachten am Hang</i>	61
7.8.2	<i>Hangbäche</i>	62
7.8.3	<i>Abflusswege</i>	62
7.8.4	<i>Zuleitung in Hangbach / Abflussweg</i>	62
7.8.5	<i>Weg und Strassenquerungen bei den Hangbächen und Abflusswegen</i>	63
7.8.6	<i>Geschieberückhalt</i>	67
7.8.7	<i>Bürgenstockstrasse (ausserhalb Siedlungsgebiet)</i>	67
7.8.8	<i>Bürgenstockstrasse innerhalb Siedlungsgebiet</i>	68
7.8.9	<i>Hofurlistrasse</i>	69
7.9	Installationsplatz und Baustellenerschliessung	69
7.10	Bauablauf/Etappierung	69
7.10.1	<i>Talbäche</i>	69
7.10.2	<i>Hangbereich</i>	70
7.11	Materialbewirtschaftungskonzept und Materialbilanz	70
7.12	Interessensabwägung.....	70
7.13	Monitoring (inkl. Neophytencontrolling)	71
8	Auswirkungen der Massnahmen	72
8.1	Siedlung und Nutzflächen	72
8.2	Natur und Landschaft.....	73
8.3	Gewässerökologie und Fischerei	74
8.4	Grundwasser	74
8.5	Landwirtschaft.....	74
8.6	Wald	75
9	Kosten und Wirtschaftlichkeit.....	76
9.1	Grundlagen.....	76
9.2	Kostenvoranschlag	76
9.3	Kostenbeteiligungen	76
9.3.1	<i>Mehrleistungen Hochwasserschutzprojekt</i>	77
9.3.2	<i>Kostenbeteiligungen Revitalisierungsprojekt Rotigraben</i>	77
9.4	Nachweis der Kostenwirksamkeit.....	78
9.4.1	<i>Kostenwirksamkeit</i>	78
9.4.2	<i>Gesamtbetrachtung</i>	78
9.5	Kostenetappierung.....	79
10	Verbleibende Gefahren und Risiken.....	80
10.1	Verbleibende Gefahren und Risiken	80
10.2	Überlastszenarien.....	80
11	Umsetzungen der verbleibenden Gefahren in die Richt- & Nutzungsplanung	81
11.1	Richtplan.....	81
11.2	Nutzungsplanung.....	81
12	Notfallplanung	82
13	Weitere Planungsphasen / Terminplanung.....	83
14	Schlussbemerkung	84
15	Anhang.....	85

Zusammenfassung

Das Unwetter vom August 2005 verursachte in der Gemeinde Ennetbürgen grosse Schäden und war der Auslöser für die durchgeführte Gefahrenbeurteilung im Jahre 2006. Für die Beseitigung der Schutzdefizite im Siedlungsraum wurde 2011 eine Vorstudie mit konzeptionellen und raumplanerischen Massnahmen erstellt.

Basierend auf den topographischen, hydrologischen, hydrogeologischen, geologischen und ökologischen Gegebenheiten wurden im vorliegenden Projekt die Massnahmen der Talbäche auf Stufe Vorprojekt ausgearbeitet.

Die Massnahmen am Hang, entlang der Abflusswege resp. Hangbäche, sind grundsätzlich im Rahmen von Objektschutzmassnahmen zu erstellen und sind durch die Grundeigentümer zu tragen. Somit erfolgen die Massnahmen konzeptionell, da sich die Massnahmen in neue Überbauungen oder Umbauten integrieren müssen und sich demnach nicht genau definieren lassen. Die Massnahmen ausserhalb des Siedlungsgebietes oder im Strassen- und Wegbereich sind durch das Hochwasserschutzprojekt zu tragen.

Das vorliegende Projekt stellt das Resultat von mehreren Konzept- und Variantenstudien für den Hochwasserschutz von Ennetbürgen dar und sieht folgende Massnahmen vor:

- In der Talebene sieht das Vorprojekt vor, die ungenügende Abflusskapazität der Talbäche Dorfbach, Bitzikanal und Rotigraben durch Ausdolungen und Vergrösserung der Querschnitte zu beseitigen. Zudem werden die Bäche ökologisch aufgewertet.
- Im Hangbereich wird weiterhin mit privaten Objektschutzmassnahmen gearbeitet. Es wurden aber zu den bestehenden Hangbächen zusätzliche Abflusswege parzellenscharf ausgeschieden, damit ein zusammenhängendes Ableitungskonzept entsteht. Für die Abflusswege und Hangbäche wurden folgende Massnahmen definiert:
 - Kalibrierungsbauwerke oberhalb der Bürgenstockstrasse, ausserhalb des Siedlungsgebietes und Ableitung der Überlast und Hangwasser in den See.
 - Massnahmenvorschläge für Weg und Strassenquerungen im Siedlungsgebiet von Ennetbürgen.
 - Geschieberückhalte vor den Einmündungen in die Talbäche.

Die Gesamtkosten des Hochwasserschutzprojekts Ennetbürgen betragen rund SFr. 30 Mio. (inkl. Honorare, Unvorhergesehenes und MwSt.). Aufwendungen für den Objektschutz sind in den Kosten nicht berücksichtigt, da diese durch die Grundeigentümer zu tragen sind. Die Finanzierung wird von Bund und Kanton unterstützt.

Die Realisierung der Massnahmen soll grundsätzlich von unten nach oben (gegen die Fliessrichtung) erfolgen, um eine Mehrgefährdung auf Nachbargrundstücke zu vermeiden. Im Rahmen des Vorprojektes wird folgende Etappierung der Massnahmen vorgeschlagen, wobei die Ausführung schlussendlich abhängig von der Entwicklung von Ennetbürgen (politischer Fahrplan) oder von anderen Bautätigkeiten im Projektperimeter ist (Nutzen von Synergien). Einzelne Massnahmen / Abschnitte können somit vorgezogen werden. Die einzelnen Umsetzungszeitpunkte können erst mit der weiteren Planung definiert werden (tdb = to be defined).

Priorität	Abschnitt	Mögl. Zeitraum
1	Offenlegung und Ausbau Dorfbach Kirchplatz bis See (inkl. Schlüsselbucht)	tdb
2	Ausbau Dorfbach Am Bach bis Kirchplatz	bis 2030
3	Ausbau Dorfbach Bodenhostatt bis Am Bach	tdb
4	Offenlegung und Ausbau Bitzikanal Bürgenstockstrasse bis See (exkl. Schlüsselbucht)	tdb
5	Ausbau Dorfbach resp. Langacherbach, inkl. Entlastungskanal Riedmatt in Scheidgraben (Abschnitt Stanserstrasse-Scheidgraben)	tdb
6.1	Rotigraben Stanserstrasse bis Scheidgraben	tdb
6.2	Ausbau Rotigraben bis Stanserstrasse	tdb
7	Massnahmen Bürgenstockstrasse, inkl. Ausbilden der Gerinne bis zum Siedlungsrand und Einleitung Überlast in See	tdb
8.1	Realisierung der Weg- und Strassenquerungen „von unten nach oben“ resp. in Abhängigkeit der Bautätigkeit der oben und untenliegenden Abschnitte	laufend
8.2	Bau der Geschieberückhalte vor Einmündung in die Talbäche (evtl. zeitgleich mit dem Ausbau der Talbäche)	laufend

Verzeichnis Anhang und Pläne und Beilagen

Anhang	Bezeichnung	Massstab
Anhang 1	Vergleich Hydrologie	A3
Anhang 2	Hydraulische Berechnungen / Dimensionierung	
2.1	Staukurven Berechnung Dorfbach	A4
2.2	Staukurven Berechnung Bitzikanal	A4
2.3	Staukurven Berechnung Rotigraben	A4
Anhang 3	Variantenstudium	
3.1	Variantenschemas 0, 1a, 1b und 2 für Durchlässe Vorerboden (Bitzikanal) und Dorfbach	A4
3.2	Variante Einleitung Überlast Bürgenstockstrasse in den See	A4
Anhang 4	Gegliederte Kostenschätzung	A4
Anhang 5	Kosten-Nutzen Analyse	A4

Plan-Nr.	Bezeichnung	Massstab
1809-01b	Gewässerraum und Abflusswege	1:2'000
1809-11b	Situation Dorfbach und Bitzikanal	1:1'000
1809-12b	Querprofile Dorfbach	1:100
1809-13b	Querprofile Bitzikanal	1:100
180914b	Längenprofil Dorfbach	1:2'000/50
1809-15b	Längenprofil Bitzikanal	1:2'000/50
1809-21b	Situation Rotigraben	1:1'000
1809-22b	Querprofile Rotigraben	1:100
1809-23b	Längenprofil Rotigraben	1:2000/50
1809-31b	Normalprofile	1:50
1809-41b	Massnahmen am Hang	1:2'000
1809-42b	Schema Offenlegung Hangbäche, Abflusswege	1:50

1 Auftrag

1.1 Zusammenhang des Auftrages

Für den Hochwasserschutz Ennetbürgen wurde ein Vorprojekt resp. Konzept durch die Fa. Kissling + Zbinden AG (2015) ausgearbeitet [7]. In der Zwischenzeit wurde 2018 einerseits die Hydrologie durch die Scherrer Hydrologie AG neu beurteilt. Zum anderen liegen neue Grundvoraussetzungen vor, die in das Projekt einzuarbeiten sind.

Mit dem Gemeinderatsbeschluss vom 10. Mai 2022 (GRB Nr. 181) wurde das Projekt zur kantonalen Vernehmlassung eingereicht. Die Resultate der kantonalen Vernehmlassung vom 19.01.2023 wurden in die vorliegende Version des integralen Hochwasserschutzprojekts eingearbeitet.

1.2 Ziele des Auftrages

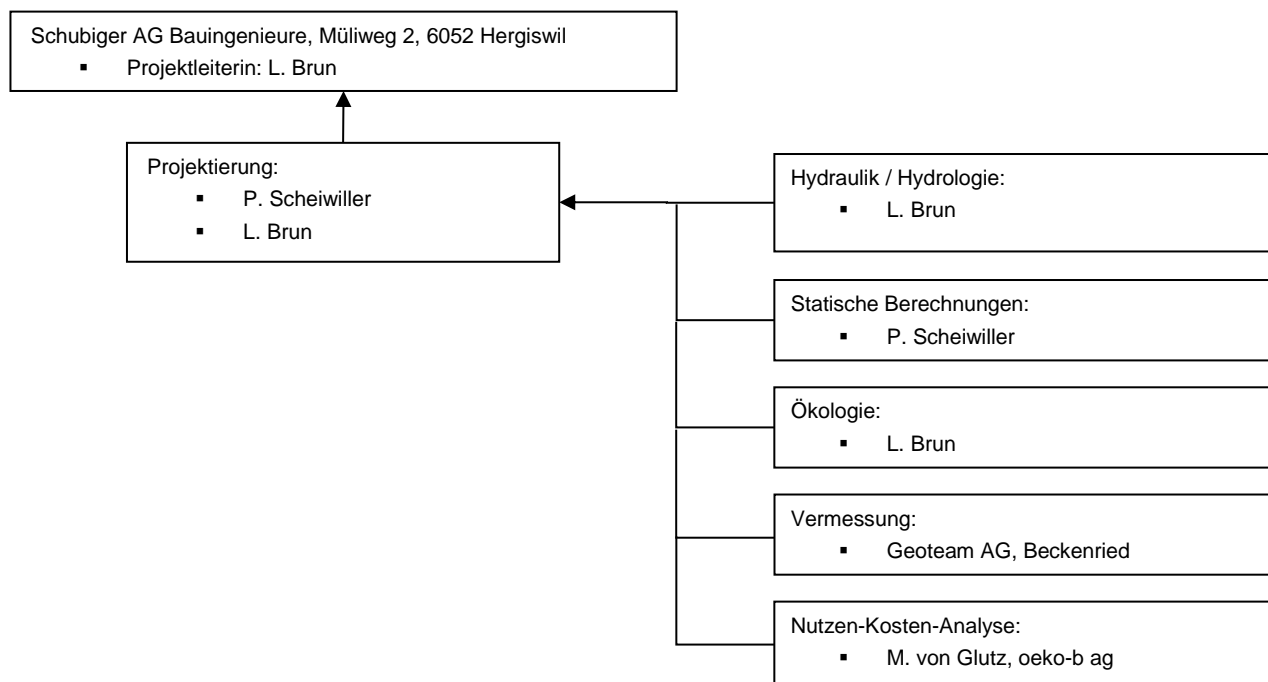
Das Bauamt Ennetbürgen beauftragte die Schubiger AG Bauingenieure, das bestehende Vorprojekt Hochwasserschutz Ennetbürgen zu überarbeiten und zu ergänzen. Wo keine Änderungen bezüglich dem Vorprojekt 2015 auftreten, wird der Bericht des Vorprojekts Kissling + Zbinden AG (2015) ganz übernommen und darauf hingewiesen.

2 Projektorganisation

Organisation der Bauherrschaft

Bauherr: Gemeinde Ennetbürgen
Bauamt
Friedenstrasse 6
6373 Ennetbürgen
Vertreten durch: Andreas Kälin, Thomas Kempf

Projektbearbeitung



Projektbegleitung Kanton

Amt für Wald und Naturgefahren, vertreten durch Markus Klauser

Amt für Umwelt, vertreten durch Eva Schager

3 Grundlagen

3.1 Projektierungsgrundlagen

3.1.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

- Eidgenössische und kantonale Gesetze

3.1.2 Richtlinien und Wegleitungen

- Kommunale Richtpläne, Zonenpläne, Bau- und Zonenreglemente, Grundbuchplan, Strassen, Nachbarparzellen.
- Normen und Richtlinien des SIA (insbesondere: SIA 260, 261, 261/1, 262, 262/1, 267, 267/1), der VSS, des VSA, der SUVA etc. sind einzuhalten

3.1.3 Verwendete Unterlagen

- [1] Gefahrenbeurteilung Gemeinde Ennetbürgen, Revision 2021, oeko-b ag (01.11.2021).
- [2] Konzept Nasmannsbach, Schubiger AG 2021
- [3] Die Abschätzung weiterer HQ_x an neuen Bemessungspunkten der Ennetbürger Bäche, Scherrer AG (2019)
- [4] Überprüfung der Hochwasserabflüsse in Ennetbürgen, Historische Erkundung und Einordnung der Hochwasser, Scherrer AG (2018).
- [5] Hochwasserschutzprojekt Ennetbürgen, Projektstudie Abflusswege Hofurli Ost, Mitte und West, Centraplan (2018)
- [6] AGRA, Vorderbodenbach Variante 1 und 2, Centraplan (2016)
- [7] Vorprojekt Hochwasserschutz Ennetbürgen, Kissling + Zbinden AG, A. Kälin AG, oeko-b ag, (17.09.2015)
- [8] Gefahren - und Risikobeurteilung Gemeinde Ennetbürgen, Teil Wasser, Niederer + Pozzi Umwelt AG, oeko-b ag und Schubiger AG Bauingenieure (2006)
- [9] Gestaltungs- und Unterhaltskonzept Dorfbach im Zusammenhang mit dem Projekt Öffnung Dorfbach im Gebiet Öltrotte, Bolz Umwelt GmbH (2009)
- [10] Hochwasserkoten Vierwaldstättersee, Fachkommission Naturgefahren Kanton Nidwalden (2010)
- [11] GEP Ennetbürgen, Kost + Partner (2005)
- [12] Div. Digitale Daten (GIS Daten AG, AV-Daten, Zonenplan, Leitungskataster, etc.)
- [13] BAFU Oberflächenabflusskarte
- [14] Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020-2024, BAFU (2018)

3.1.4 Vermessung / Geländemodelle

Für die Massnahmenplanung wurden grundsätzlich die Terrainhöhen vom Vorprojekt Kissling + Zbinden 2015 [7] übernommen. Zusätzlich wurden für die Talbäche ergänzende Aufnahmen, vorallem im Bereich der Strassen, gemacht (Geoteam, 2019), da hier die Höhen massgebend für die Machbarkeit der Umsetzung der Massnahmen sind. Für die Massnahmenplanung beim Schürbach wurden Terrainaufnahmen gemacht (Geoteam 2018). Es liegen auch Terrainaufnahmen der Bürgenstrockstrasse vor.

3.2 Konzeptionelle Grundlagen: Gewässerraum / Abflussweg

Die Nomenklatur des vorliegenden Berichts orientiert sich an den Begrifflichkeiten folgender Gesetzgebungen:

- Gesetz über die Raumplanung und das öffentliche Baurecht des Kanton Nidwaldens (Planungs- und Baugesetz, PBG) und dessen Verordnung (Planungs- und Bauverordnung, PBV)
- Bundesgesetzes über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) und dessen Verordnung (Gewässerschutzverordnung, GSchV)

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wichtigsten Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit dem vorliegenden Bericht.

Tabelle 1: Nomenklatur Fachbegriffe

Begriff:	Gesetz / Verordnung:
Gewässerraumzone / Gewässerraum	PBG Art. 48, Art. 69 GSchG Art. 36a
Abflusswegzone / Abflussweg	PBG Art. 48, Art. 69b/c
Gewässerraumabstand	PBG Art. 121-122
Gewässerabstand	PBG Art. 122a

Der vorliegende Bericht unterscheidet zwischen Bächen am Hang (Hangbäche) und im Tal (Talbäche). Bäche sind im Sinne des Gesetzes Fließgewässer. Dabei spielt es keine Rolle, ob ein Bach permanent oder nur temporär nach Niederschlägen Wasser führend ist. Im Grundsatz sind für oberirdische Gewässer überlagernd entsprechende Schutzzonen (Gewässerraumzonen) in der Nutzungsplanung auszuscheiden. Sofern ein Gewässer als «kleines» Gewässer eingeordnet wird (z.B. gewisse Bäche, die nur geringe Wassermengen führen; evtl. nur temporär nach Niederschlägen), kann auf die Ausscheidung einer Gewässerraumzone verzichtet und anstelle dessen eine Abflusswegzone überlagernd ausgeschieden werden. Obschon sich die gesetzlichen Bestimmungen zur physischen Gestaltung [im Gelände] von Gewässerräumen und Abflusswegen unterscheiden, so gelten auch für «kleine» Gewässer nach wie vor die Bestimmungen nach GSchG Art. 37 - 38, wonach diese u.a. im Grundsatz nicht überdeckt oder eingedolt werden dürfen.

In Ennetbürgen sind lediglich einige Hangbäche als kleine Gewässer eingeordnet, bei denen anstelle einer Gewässerraumzone eine Abflusswegzone überlagernd ausgeschieden wurde. Am Hang existieren somit Gewässerraumzonen und Abflusswegzonen. Bei den Abflusswegzonen werden deshalb zwei Typen unterschieden: jene mit einem kleinen, zugrundeliegenden Gewässer und solche ohne, die rein der Sicherung des Raums für den Hochwasserschutz dienen (reiner Oberflächenabfluss in Ereignisfällen). Unabhängig davon, ob ein Hangbach als kleines Gewässer eingestuft ist oder nicht, so sind, gemäss aktuell gültiger Nutzungsplanung, sämtliche Bachabschnitte oberhalb des Siedlungsgebiets stets mit einer Abflusswegzone überlagert. Die Unterscheidung zwischen «kleinen» Gewässern und «normalen» Gewässern findet demnach nur im Siedlungsgebiet Anwendung.

Der Begriff Abflussweg bezeichnet vorliegend in erster Linie die physische Manifestation der Abflusswegzone im Gelände. Analoges gilt für den Gewässerraum und die Gewässerraumzone. Im vorliegenden Bericht wird der Begriff «Abflussweg» jedoch vor allem im Zusammenhang mit «reinen» Abflusswegzonen verwendet, denen **kein** kleines Gewässer zugrunde liegt. Am Hang wird deshalb zwischen «Hangbächen» und «Abflusswegen» (im Sinne von «reinen» Abflusswegen) unterschieden. Die Verwendung dieser Nomenklatur ist nicht vollständig korrekt, bietet sich aus praktischen Gründen jedoch an. Sobald im Bericht jedoch von der physischen Gestaltung der Abflusswege gesprochen wird, sind damit implizit sämtliche Abflusswege gemeint; also auch jene, denen ein kleines Gewässer zugrunde liegt.

Im Rahmen der Teilrevision der Nutzungsplanung 2019 wurden die Gewässerräume und Abflusswege für die Gemeinde Ennetbürgen ausgeschieden und sind grundeigentümergebunden.

Diejenigen Bäche, die im Sinne eines kleinen Gewässers anstelle mit einer Gewässerraumzone mit einer Abflusswegzone überlagert wurden, sind aus der Tabelle 2 sowie der Abbildung 4 zu entnehmen.

4 Ausgangslage

4.1 Projektperimeter

Der Projektperimeter umfasst das Gemeindegebiet von Ennetbürgen im Siedlungsbereich sowie das Landwirtschaftsland zwischen der Siedlung und der Bürgenstockstrasse.



Abbildung 1: Projektperimeter Hochwasserschutz Ennetbürgen (GIS Daten AG, Oktober 2019).

4.2 Historische Ereignisse

Eine umfassende Zusammenstellung der historischen Ereignisse kann aus dem Bericht Scherrer [4] entnommen werden.

4.3 Bestehende oder geplante Nutzung

Der Projektperimeter erstreckt sich über die Dorfzone, Wohnzonen, Gewerbezone, Industriezone, Landwirtschaftszonen, Wald etc.

4.4 Charakteristiken des Einzugsgebietes

4.4.1 *Topographische Lage und Charakteristiken des Einzugsgebietes*

Das Einzugsgebiet der Gemeinde Ennetbürgen erstreckt sich über den Südhang des Bürgenberges. Südlich angrenzend erstreckt sich die Talebene, welche gegen den Vierwaldstättersee geneigt ist. Der Dorfkern von Ennetbürgen liegt am Hangfuss des Bürgenberges und in der Ebene der Ennetbürger Allmend. Der Hang und die Talebene sind grossflächig besiedelt.

4.4.2 *Landschaftsgeschichte und -typ*

Der Vierwaldstättersee und seine Umgebung wurden durch die Urläufe von Reuss, Engelberger Aa und Sarner Aa sowie nachfolgend durch die verschiedenen eiszeitlichen Gletschervorstösse und -rückzüge gebildet. Während den verschiedenen Eiszeiten, sowie nach der letzten Eiszeit vor ca. 16'000 - 15'000 Jahren, war der Bürgenstock eine Insel. Die nacheiszeitlichen Schotterablagerungen führten zur heutigen Situation (nach B. Keller in «Vierwaldstättersee, Lebensraum für Pflanzen, Tiere und Menschen», P. Stadelmann, Hrsg., 2007).

Die Entwicklung der Fliessgewässer in der ehemaligen Schwemmebene der Engelberger Aa sowie die Entwicklung des Seeufers lassen sich augenfällig anhand eines Vergleichs der Landeskarten aufzeigen (Abbildung 2).

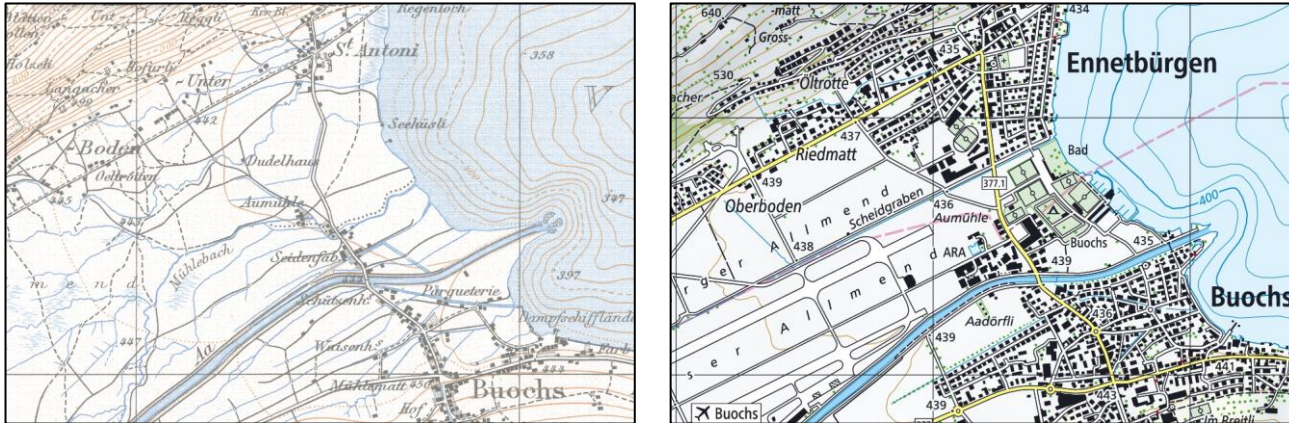


Abbildung 2: Vergleich Erstausgabe Landeskarte mit aktueller Landeskarte (map.geo.admin.ch, August 2019).

4.5 Hydrologische Verhältnisse

4.5.1 Hydrologische Szenarien

Zusammen mit der Überarbeitung des Hochwasserschutzprojekts wurden durch die Scherrer Hydrologie AG 2018 / 2019 die Abflusswerte aus der Gefahrenkarte 2006 plausibilisiert. Dabei wurde die Hochwassergeschichte am Hang des Bürgenbergs anhand des kantonalen Ereigniskatasters sowie die Niederschlagsdaten von naheliegenden Regenmessstationen zusammengetragen. Das Wissen der Gemeinde Ennetbürgen wurde genutzt und es wurden diverse Gewährpersonen befragt. Aus all diesen Daten wurde der Hofurli West mit den meisten historischen Informationen als Referenzabflussmenge definiert und in einer Synthese eingeordnet. Es wurden die verschiedenen Jährlichkeiten festgelegt und auf die anderen Bäche und Abflusswege übertragen ([3] und [4]). Die hergeleiteten HQ_x liegen meist tiefer als diejenigen der Gefahrenkarte 2006.

4.5.2 Bitzibach / Bitzi Ost / Grosser Friedhöfler, Friedhöflerhöhle

Die topographischen Einzugsgebiete der Karstgewässer Bitzibach und Grosser Friedhöfler sowie des Abflusswegs Bitzi Ost sind nicht bekannt. Im Rahmen der Überarbeitung der Gefahrenkarte 2021 wurden Abgrenzungen der Einzugsgebiete vorgenommen.

Die Bäche treten am Rande oder im Siedlungsgebiet an die Oberfläche. Neben dem unterirdischen Zufluss entsteht aber beim Grossen Friedhöfler und beim Bitzi Ost auch ein oberflächlicher Abfluss, wobei der unterirdische Abfluss dominiert. Eine Regionalisierung vom Hofurli West auf diese beiden Gewässer ergibt verständlicherweise keine sinnvollen HQ_x [4]. Der Bitzibach wurde in der Hydrologie Scherrer (2018) nicht beurteilt.

Bitzibach:

Für den Bitzibach liegen keine Abflussmengen vor.

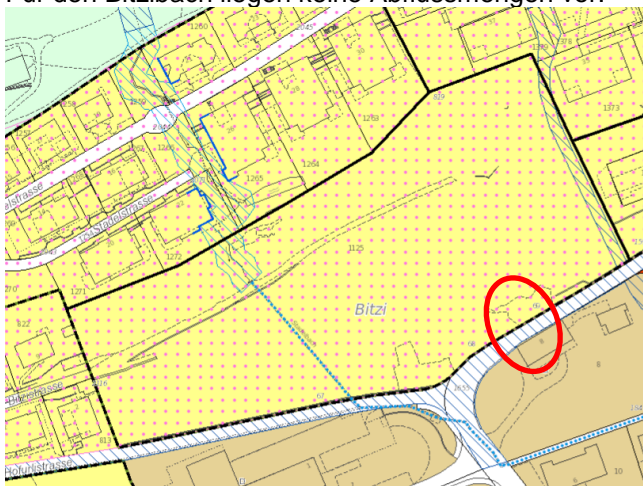
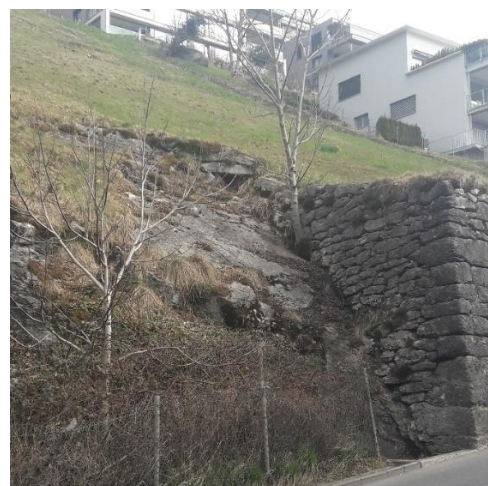


Abbildung 3: Standort Bitzibach



Bitzi Ost: Hier konnte nur das Hochwasser vom 27.9.2016 rekonstruiert werden (Abflussspitze: 0.1 - 0.35 m³/s). Eine Zuordnung der Wiederkehrperiode konnte nicht gemacht werden, da kaum Beobachtungen möglich waren. Aufgrund der Faktenlage konnten mit der Überarbeitung der Hydrologie kaum zusätzliche Erkenntnisse über diesen Abflussweg gewonnen werden und es wurde im Grundsatz an den grosszügigen Abflüssen der Gefahrenkarte 2006 (HQ₃₀: 0.76 m³/s; HQ₁₀₀: 1.25 m³/s; HQ₃₀₀: 1.97 m³/s; EHQ: 3.24 m³/s) festgehalten [4].

Grosser Friedhöfler: Über den Grossen Friedhöfler ist mehr bekannt, da die Höhle zum Teil begehbar ist und schon genauer untersucht wurde. Im begehbaren Höhlenabschnitt liegen zwei Siphons, die bei Hochwasser gefüllt werden. Diese werden dann nach dem Prinzip des Saughebers wieder teilweise entleert. Dieser Prozess kann sich einige Male wiederholen (intermittierende Quelle). Oberhalb der Panoramastrasse gibt es einen Zugang zur Quelle. Von dort fliesst das Wasser in einem gemauerten Schacht bis zum Austritt oberhalb der Bürgenstockstrasse und von dort fast ausschliesslich offen bis in den See. Neben dem Wasser aus der Friedhöflerhöhle wird an verschiedenen Stellen Meteorwasser in den Grossen Friedhöfler geleitet [4].

Die Kapazitäten dieser Leitungen sind zum Teil sehr gross. Wie stark diese Kapazitäten beim Hochwasser 2005 ausgeschöpft wurden, ist unklar. Zudem wurde nach dem Hochwasserereignis von 2005 die Situation des Grossen Friedhöflers vor dem See stark verändert [4].

Es konnten mehrere Hochwasser abgeschätzt werden. Kurz vor der Mündung in den See, wo sich Höhlenwasser und Meteorwasser vereinen, konnten nur die Abflussspitzen der kleineren Hochwasser 2008 (0.5 - 1.0 m³/s) und 2013 (20.5 - 1.0 m³/s), sowie die vom etwas grösseren Hochwasser 2013 (2.5 - 3.5 m³/s) abgeschätzt werden. Nach Aussage eines Anwohners ist das Hochwasserereignis von 2005 das grösste Ereignis der letzten 50 Jahre. Die Grösse dieses Hochwassers lässt sich aber nur grob abschätzen: 3.5 - 4.5 m³/s. Die Festlegung der Hochwasserabflüsse der definierten Jährlichkeiten sind aufgrund der örtlichen Situation und des besonderen Entleerungseffekts noch schwieriger einzuschätzen als die der Hangbäche (Grobanschätzung: HQ₃₀: 2.5 - 3.5 m³/s; HQ₅₀ - HQ₁₀₀: 3.5 - 4.5 m³/s). Ob die Ausflüsse aus der Höhle hydraulisch überhaupt noch zunehmen können, ist ungewiss [4].

4.5.3 Hegglibach

Das Einzugsgebiet des Hegglibachs wurde im Rahmen der Überarbeitung der Hydrologie nicht definiert [4]. Oberhalb des Siedlungsgebietes ist anhand der Topografie kein Hinweis auf einen Bach ersichtlich. Erst im Siedlungsgebiet tritt der Hegglibach an die Oberfläche. Im Sinne einer konservativen Annahme werden deshalb die Abflussmengen vom Resteinzugsgebiet 1 auch auf den Hegglibach übertragen, obschon besagte Abflussmengen aufgrund der geografischen Ausdehnung des Resteinzugsgebietes 1 hauptsächlich über die Bürgenstockstrasse abgeleitet werden dürften und so auch in der späteren Berechnung - in doppelter Weise - berücksichtigt werden (vgl. [4] sowie nachfolgend Kap. 4.5.6).

4.5.4 Einfluss der künstlichen Überleitungen

Es existieren künstliche ober- und unterirdische Überleitungen von einem Einzugsgebiet ins andere. Diese erfolgen via Meteorleitungen und via Strassen mit Dachgefälle oder mit Quergefälle zum Berghang hin. Den grössten Einfluss hat die Bürgenstockstrasse mit drei relevanten Teilstücken: unteres Teilstück vom Hangfuss bis zur Spitzkehre Buochli, mittleres Teilstück bis zur Spitzkehre Hinterbiel sowie oberes Teilstück bis zur Spitzkehre Mattgrat.

Das Hochwasser 2005 hatte diese signifikante Leitwirkung der Bürgenstockstrasse gezeigt. Das Wasser wurde nicht über die Schulter entwässert und wurde bis ca. Niederstein über die Strasse abgeleitet.

4.5.5 Hochwasserspitzen

Im Rahmen der Gefahrenbeurteilung 2006 wurden die Bachläufe am Hang definiert und deren massgebenden Hochwasserabflüsse detailliert untersucht.

2018 wurde die Hydrologie durch die Scherrer AG überprüft und plausibilisiert. Ergänzend wurden weitere Bemessungspunkte, welche sich vor allem im Siedlungsgebiet befinden, definiert, damit die Massnahmen dimensioniert werden können [4]. Diese Flächen innerhalb des Siedlungsgebietes liegen den GEP-Flächen zu Grunde. Abbildung 4 gibt einen Überblick über die massgebenden Bemessungspunkte.

In Tabelle 2 sind die massgebenden Bemessungspunkte (BP) aus der Scherrer Hydrologie ([3] und [4]), konsolidiert und aktualisiert auf die aktuell geltende Bach- und Abflusswegnamensgebung, zusammengestellt.

Tabelle 2: Abflussmengen.

BP	Bachname / Abflusswegname (Afw)	Alte Namensgebung (inkl. alte BP-Nr.) gem. Scherrer 2018/2019	Einzugs- gebiet [km ²]	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]	EHQ [m ³ /s]	Bemerkung
1	Langacher West (Afw)	Langacher-West (16)	0.136	0.48	0.64	0.88	1.45	
2	Hofurli West (Afw)	Hofurli-West (1)	0.067	0.30	0.40	0.55	0.9	
3	Hofurli Ost (Afw)	Hofurli-Mitte (2)	0.128	0.46	0.62	0.85	1.39	«alter» Hofurli-Ost entfiel; daher alter Hofurli-Mitte jetzt neuer Hofurli Ost.
4	Hegglibach (Afw*)	Hegglibach (-)	0.129	0.47	0.62	0.86		Konservative Annahme: Zufluss oberhalb der Bürgenstockstrasse (Rest EZG1), gem. Scherrer AG, Anhang 4.2
5	Nasmannsbach (Afw*)	Nasmannsbach (3)	0.174	0.57	0.76	1.04	1.71	
6	Stadelbach	Stadelbach-Ost (4)	0.309	0.84	1.11	1.53	2.51	
7	Bitzi Ost (Oberflächen- wasserzufluss oberhalb bzw. ausserhalb Afw)		0.043	0.22	0.30	0.41		Zufluss oberhalb der Bürgenstockstrasse, gem. Scherrer AG, Anhang 4.2
7'	Bitzi Ost (Afw)	Bitzibach (-)		0.76	1.25	1.97	3.24	Werte gem. Gefahrenkarte 2006; (zusätzl. Karstwasser obere Halten)
8	Kleiner Friedhöfler	Kleiner Friedhöflerbach- Ost (6)	0.298	0.81	1.09	1.49	2.44	
9	Grosser Friedhöfler 1	Gross Friedhöfler (-)	0.101	0.39	0.53	0.72		Zufluss oberhalb der Bürgenstockstrasse, gem. Scherrer AG, Anhang 4.2
10	Grosser Friedhöfler 2 (Höhle; Karstquelle)	Gross Friedhöfler (27)		2.5-3.5	3.5-4.5			Bei der Karstquelle ist die Einschätzung schwierig. Ob die Abflüsse hydraulisch überhaupt noch zunehmen können, ist ungewiss.
11	Schür West (Afw)	Schürbach-West (8)	0.085	0.35	0.47	0.64	1.05	
12	Schürbach 1	Schürbach-Ost (9)	0.165	0.55	0.73	1.01	1.65	
13	Schürbach 2 (See)	Schürbach-Ost (28)	0.179	0.58	0.77	1.06	1.59	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
14	Weingärtlibach	Weingärtlibach (10)	0.308	0.83	1.11	1.53	2.50	
15	Ruobacherbach (Afw*)	Lussmanibach (11)	0.071	0.31	0.42	0.57	0.94	
16	Blattibach (Afw*)	Buochlibach (12)	0.097	0.38	0.51	0.70	1.15	
17	Dorfbach 1 (Hirsacher)	Dorfbach 1 (22)	0.537	1.21	1.61	2.22	3.33	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
18	Dorfbach 2 (Am Bach)	Dorfbach 2 (23)	0.653	1.48	2.23	3.41	5.12	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
19	Dorfbach 3 (See)	Dorfbach 3 (24)	0.709	1.57	2.35	3.61	5.42	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
20	Bitzikanal 1 (Bitzi)	Vorderbodenbach 1 (25)	1.025	2.01	3.01	4.62	7.00	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
21	Bitzikanal 2 (See)	Vorderbodenbach 2 (26)	1.081	2.08	3.12	4.79	7.19	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
22	Rotigraben 1	Rotigraben 1 (20)	1.053	2.04	3.07	4.70	7.05	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
23	Rotigraben 2	Rotigraben 2 (21)	1.461	2.55	3.82	5.86	8.79	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
24	Scheidgraben	Scheidgraben (15)	3.030	4.15	6.23	9.55	14.11	

Afw*: Bach im Sinne eines kleinen Gewässers mit überlagerter Abflusswegzone (innerhalb Siedlungsgebiet; gem. Ausführungen Kap. 3.2)

Bei den ergänzenden Bemessungspunkten fehlen in der Scherrer Hydrologie von 2019 die Angaben zu den Extremereignissen. Deshalb wurde das EHQ mit 1.5 x HQ₃₀₀ angenommen.

Zudem wurde für die Bäche Langacherbach und Bitzibach (Karstgewässer östlicher Bereich der Parz. 1125; vgl. 4.5.2) sowie den Abflussweg Langacher Ost keine Abflussmengen abgeschätzt.

Aus der Scherrer Hydrologie von 2018 ist nicht klar ableitbar, ob sich die Bemessungspunkte am Hang für den Nasmannsbach (5), Stadelbach (6) und den Oberflächenwasseranteil Bitzi Ost (7) auf den Siedlungsrand (vgl. [4], Karte S. 4, ehem. BP 3-5) oder die Bürgenstockstrasse beziehen (vgl. [4], Anhang 4.2). Je nach Betrachtungspunkt müssten strenggenommen und gegebenenfalls die Oberflächenwasseranteile der Landabschnitte, die sich zwischen der Bürgenstockstrasse und dem Siedlungsgebiet befinden, bei den zu den Bemessungspunkten ausgewiesenen HQ_x mitein- oder abgezogen werden. Eine nachträgliche Analyse für den Nasmannsbach hat jedoch ergeben, dass die Oberflächenwassermengen aus den Gebieten zwischen Bürgenstockstrasse und Siedlungsgebiet, im Verhältnis zu den oberhalb der Bürgenstockstrasse anfallenden Wassermengen, vernachlässigbar klein sind und in der Ungenauigkeit des Berechnungsmodells verschwinden [2]. Im vorliegenden Konzept wird deshalb angenommen, dass sich die gemäss der Scherrer Hydrologie von 2018 ausgewiesenen Wassermengen auf die Bürgenstockstrasse beziehen (vgl. auch nachfolgend 4.5.6).

4.5.6 Abflussmengen Hochwasserschutzprojekt

Das überarbeitete Konzept (Abbildung 5) sieht vor (vgl. auch 7.3.1), dass auch die Bürgenstockstrasse als Abflussweg berücksichtigt wird, da diese Strasse eine signifikante Leitwirkung hat. Folglich werden die Bäche Nasmannsbach, Stadelbach und Kleiner Friedhöfler bis zu einem HQ_{100} durchgeleitet. Die Gerinne der Bäche bzw. Abflusswege am Hang werden deshalb so ausgebaut, dass ein 100-jährliches Ereignis durch die Siedlung geleitet werden kann. Die Bäche Grosser Friedhöfler 1 und der Abflussweg Schür West werden komplett über die Bürgenstockstrasse abgeleitet. Dasselbe gilt für die Resteinzugsgebiete zwischen den definierten Abflusswegen sowie den oberhalb der Bürgenstockstrasse anfallenden Oberflächenwasseranteil des Abflusswegs Bitzi Ost (BP 7). Beim Grossen Friedhöfler ist zu berücksichtigen, dass dessen Karstquelle unterhalb der Bürgenstockstrasse im Siedlungsgebiet entspringt und deshalb entsprechend den geschätzten Wassermengen zu dimensionieren ist.

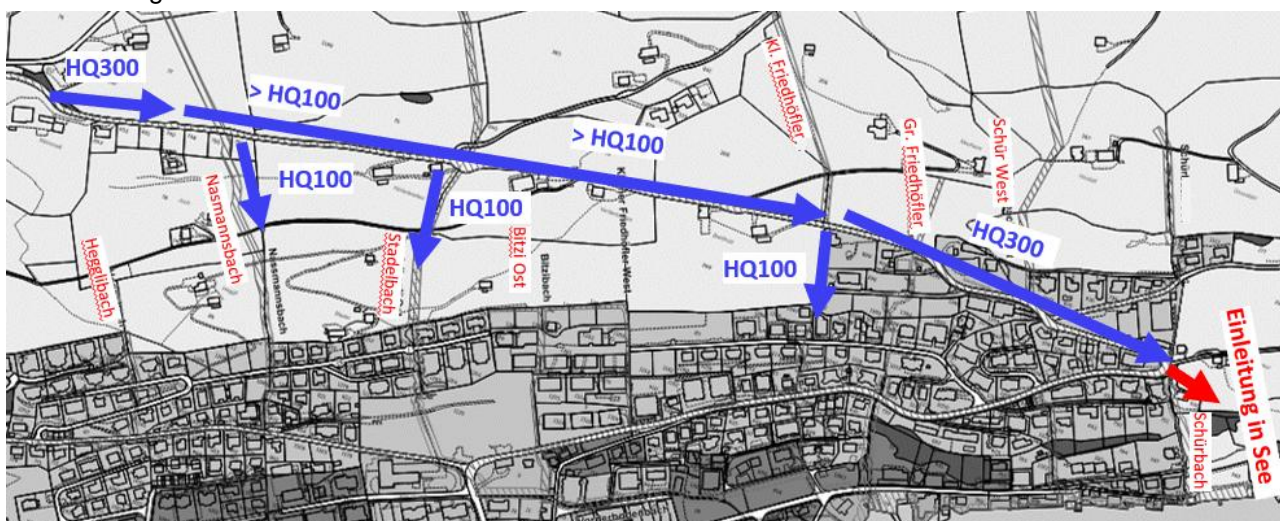


Abbildung 5: Übersicht Konzept Bürgenstockstrasse.

Die resultierenden Hochwasserspitzen wurden im Rahmen der Überarbeitung Hydrologie [3] und [4] im vorhergehenden Kapitel 4.5.5 bereits berücksichtigt.



Abbildung 6: Übersicht über die Abflussmengen bei einem 300-jährlichen Ereignis.

In Abbildung 6 sind die Mengen für das HQ₃₀₀ ersichtlich. Somit resultiert eine Abflussmenge der Überlast Bürgenstockstrasse von rund 6.6 m³/s. Zusammen mit dem Abfluss aus dem oberen Teil des Schürbachs (Schürbach 1) gibt dies eine Gesamtabflussmenge von 7.6 m³/s, die in den See geleitet werden muss. Beim Dorfbach ist die Entlastung Hirsacher berücksichtigt.

Beim Bitzikanal wurden die Werte bei einem vollständigen HQ₃₀₀ belassen, obwohl hier durch die Kalibrierungsbauwerke bei der Bürgenstockstrasse nur das HQ₁₀₀ durchgeleitet wird. Dies aufgrund von den grossen Unsicherheiten von Karst- und Meteorwasser. Zudem kann in Bezug auf die Kalibrierungsbauwerke erst von der jeweiligen Wassermenge eines HQ₁₀₀ ausgegangen werden, wenn diese vollzählig erstellt wurden. Dies ist davon abhängig, wann effektiv was gebaut wird (insb. Bauen „von unten nach oben“; vgl. Zusammenfassung). Somit soll im Rahmen des Bauprojekts jeweils überprüft werden, ob die Wassermenge für die Überlast reduziert und somit das Bauwerk redimensioniert werden kann.

4.5.7 Abflussmengen Hangbäche / Abflusswege

Für die Hangbäche / Abflusswege gelten folgende Abflussmengen:

Tabelle 3: Massgebenden Abflussmengen Hangbäche / Abflusswege.

BP	Bachname / Abflusswegname (Afw)	Einzugsgebiet [km ²]	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]	EHQ [m ³ /s]	Bemerkung
1	Langacher West (Afw)	0.136	0.48	0.64	0.88	1.45	
2	Hofurli West (Afw)	0.067	0.30	0.40	0.55	0.9	
3	Hofurli Ost (Afw)	0.128	0.46	0.62	0.85	1.39	«alter» Hofurli-Ost entfiel; daher alter Hofurli-Mitte jetzt neuer Hofurli Ost.
4	Hegglibach (Afw*)	0.129	0.47	0.62	0.86		Zufluss oberhalb des Bürgenstockstrasse (Rest EZG1), gem. [4], Anhang 4.2
5	Nasmansbach (Afw*)	0.174	0.57	0.76	1.04	1.71	
6	Stadelbach	0.309	0.84	1.11	1.53	2.51	
7	Bitzi Ost (Oberflächenwasserzufluss oberhalb bzw. ausserhalb Afw)	0.043	0.22	0.30	0.41		Zufluss oberhalb der Bürgenstockstrasse, gem. Scherrer AG, Anhang 4.2
7'	Bitzi Ost (Afw)		0.76	1.25	1.97	3.24	Werte gem. Gefahrenkarte 2006 (zusätzl. Karstwasser obere Halten)
8	Kleiner Friedhöfler	0.298	0.81	1.09	1.49	2.44	

9	Grosser Friedhöfler 1	0.101	0.39	0.53	0.72		Zufluss oberhalb der Bürgenstockstrasse, gem. [4], Anhang 4.2
10	Grosser Friedhöfler 2 (Höhle; Karstquelle)		2.5-3.5	3.5-4.5			Bei der Karstquelle ist die Einschätzung schwierig. Ob die Abflüsse hydraulisch überhaupt noch zunehmen können, ist ungewiss.
11	Schür West (Afw)	0.085	0.35	0.47	0.64	1.05	
12	Schürbach 1	0.165	0.55	0.73	1.01	1.65	
13	Schürbach 2 (See)	0.179	0.58	0.77	1.06	1.59	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
14	Weingärtlibach	0.308	0.83	1.11	1.53	2.50	
15	Ruobacherbach (Afw*)	0.071	0.31	0.42	0.57	0.94	
16	Blattibach (Afw*)	0.097	0.38	0.51	0.70	1.15	

Afw*: Bach im Sinne eines kleinen Gewässers mit überlagerter Abflusswegzone (innerhalb Siedlungsgebiet; gem. Ausführungen Kap. 3.2)

4.5.8 Abflussmengen Talbäche

Abflussmengen Dorfbach

Es ist vorgesehen, dass ab der Überbauung Riedmatt der Dorfbach über einen Regenwasserkanal bzw. Leitung in den Scheidgraben entlastet werden soll (GEP-Massnahme 6). Die Kapazität dieser Entlastung beträgt gemäss Vorprojekt Riedmatt - Scheidgraben 1.0 m³/s [11]. Das Überlaufbauwerk, der Regenwasserkanal und die Leitung (DN 900 mm resp. DN 800) wurden im Rahmen der Überbauung Riedmatt bereits bis zur Stanserstrasse realisiert. Die bestehende Regenwasserleitung entlang der Stanserstrasse weist einen Durchmesser von 250 mm resp. 450 mm auf. Ab der Vereinigung mit der Entlastung Hirsacher weist die Leitung einen Durchmesser von 900 mm auf. Im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts soll der Regenwasserkanal nun bis in den Scheidgraben durch die GW-Schutzzone verlängert werden. Aufgrund der reduzierten Abflussmengen im Dorfbach sind die notwendigen Durchmesser im Rahmen des GEP zu prüfen.

Für den Fall, dass die bauliche Realisierung der Entlastung Riedmatt zu einem späteren Zeitpunkt als der Ausbau des Dorfbaches erfolgt, wird die besagte Entlastung im Sinne einer konservativen Auslegung bei den Abflussmengen im Dorfbach nicht berücksichtigt.

Die bestehende Entlastung beim Hirsacher in den Scheidgraben weist gemäss GEP Ennetbürgen eine Kapazität von 1.0 m³/s auf und wird künftig weiterbetrieben. Diese Entlastung wird bei der Hydrologie Dorfbach entsprechend berücksichtigt.

Der Dorfbach muss die Abflüsse vom Langacherbach und Hofurlibach abführen können. Der Hegglibach und der Nasmannsbach werden über die Hofurlistrasse in den Bitzikanal abgeleitet.

Die massgebenden Bemessungspunkte im Siedlungsgebiet sind BP 17, BP 18 und BP 19. Gemäss Hydrologie Scherrer [3] und [4] wurde die Entlastung Hirsacher nicht berücksichtigt. Unter Berücksichtigung der Entlastung Hirsacher können die Abflusswerte reduziert werden (Tabelle 4).

Tabelle 4: Massgebende Abflussmengen Dorfbach ([3] und [4]).

BP	Bachname	Einzugs- gebiet [km ²]	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]	EHQ [m ³ /s]	Bemerkung
17	Dorfbach 1 (Hirsacher)	0.537	1.21	1.61	2.22	3.33	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
	Dorfbach 1, nach Entlastung Hirsacher		0.6	0.8	1.2	2.3	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
18	Dorfbach 2 (Am Bach)	0.653	1.48	2.23	3.41	5.12	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
	Dorfbach 2 (Am Bach), mit Entlastung Hirsacher		0.9	1.4	2.4	3.6	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
19	Dorfbach 3 (See)	0.709	1.57	2.35	3.61	5.42	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
	Dorfbach 3 (See), mit Entlastung Hirsacher		1.0	1.6	2.6	3.9	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀

Abflussmengen Bitzikanal:

Die massgebenden Einzugsgebiete für den Bitzikanal sind der Hegglibach, Nasmannsbach, Stadelbach, Bitzibach resp. Bitzi Ost und der Kleine Friedhöfler (Abbildung 4). Die massgebenden Bemessungspunkte im Siedlungsgebiet sind BP 20 und BP 21. Der Zufluss durch den Grossen Friedhöfler 2 (Höhle; Karstquelle) wird entsprechend berücksichtigt.

Tabelle 5: Massgebende Abflussmengen Bitzikanal ([3] und [4]).

BP	Bachname	Einzugs- gebiet [km ²]	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]	EHQ [m ³ /s]	Bemerkung
20	Bitzikanal 1 (Bitzi)	1.025	2.01	3.01	4.62	7.00	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
8	Kleiner Friedhöfler	0.298	0.81	1.09	1.49	2.44	
	Bitzikanal, inkl. Kl. Friedhöfler		2.9	4.2	6.1	9.5	
10	Grosser Friedhöfler 2 (Höhle; Karstquelle)		2.5-3.5	3.5-4.5			Bei der Karstquelle ist die Einschätzung schwierig. Ob die Abflüsse hydraulisch überhaupt noch zunehmen können, ist ungewiss.
21	Bitzikanal 2 (See)	1.081	2.08	3.12	4.79	7.19	EHQ: 1.5 x HQ ₃₀₀
	Bitzikanal 2 (See), inkl. Gr. Friedhöfler 2 (Höhle; Karstquelle)		5.4-6.4	7.7-8.7	9.6-10.6	13-14	

Abflussmengen Rotigraben:

Neben den Abflüssen aus dem Rotigraben ist auch der Abfluss aus dem Langacher West abzuleiten. Die massgebenden Bemessungspunkte im Siedlungsgebiet sind BP 22 und BP 23 (Abbildung 4).

Tabelle 6: Massgebende Abflussmengen Rotigraben.

BP	Bachname / Abflusswegname (Afw)	Einzugs- gebiet [km ²]	HQ ₃₀ [m ³ /s]	HQ ₁₀₀ [m ³ /s]	HQ ₃₀₀ [m ³ /s]	EHQ [m ³ /s]	Bemerkung
1	Langacher West (Afw)	0.136	0.48	0.64	0.88	1.45	
22	Rotigraben 1	1.053	2.04	3.07	4.70	7.05	EHQ = 1.5 x HQ ₃₀₀
23	Rotigraben 2	1.461	2.55	3.82	5.86	8.79	EHQ = 1.5 x HQ ₃₀₀
24	Scheidgraben	3.030	4.15	6.23	9.55	14.11	

4.5.9 Hochwasserkoten Vierwaldstättersee

Die Hochwasserkoten für den Vierwaldstättersee sind in Tabelle 7 ersichtlich. Für das vorliegende Hochwasserschutzprojekt sind die Koten *nach Reusswehrausbau (ohne Wellenschlag)* massgebend, da in den Kanälen kaum Wellenschlag vorhanden sein wird. Im Mündungsbereich See ist ein minimaler Wellenschlag zu berücksichtigen. Signifikante Wellenhöhen können aus dem Wellenatlas (www.swisslakes.net) beigezogen werden.

Tabelle 7: Hochwasserkote Vierwaldstättersee (Tiefbauamt Nidwalden, Stans 20.03.2012).

	HW ₃₀	HW ₁₀₀	HW ₃₀₀	EHW
Koten gemäss Frequenzanalyse 1999 (Daten 1867-1999)	434.82	435.03	435.21	435.41
Koten Objektschutz NW bisher (ohne Wellenschlag)	434.85	435.05	435.25	435.50
Koten inkl. Wellenschlag (mit minimalem Wellenschlag)	435.10	435.30	435.55	435.80
Koten gemäss Frequenzanalyse 2008 ohne Reusswehrausbau (Daten 1874-2007)	434.84	435.09	435.32	435.55
Koten gemäss Frequenzanalyse 2008 mit Reusswehrausbau (Daten 1874-2007)	434.57	434.77	434.95	435.14
Koten nach Reusswehrausbau (ohne Wellenschlag)	434.60	434.80	435.00	435.25
Koten Objektschutz NW nach Reusswehrausbau (mit minimalem Wellenschlag)	434.85	435.05	435.25	435.50

4.5.10 Hochwasserkoten Scheidgraben bei Einmündung Rotigraben

„Die massgebenden Hochwasserkoten des Scheidgraben bei der Einmündung Rotigraben wurden im Rahmen des Bauprojekts Ausbau Scheidgraben von 1996 nicht definiert. Im Rahmen der Erarbeitung des Vorprojekts wurde deshalb beschlossen, folgende Hochwasserkoten bei der Einmündung des Rotigrabens in den Scheidgraben zu verwenden (Terrainhöhe 438.86 m ü. M.) [7].“

Tabelle 8: Koten Einmündung Rotigraben in Scheidgraben (Tiefbauamt Nidwalden, Stans 20.03.2012).

	HW ₃₀	HW ₁₀₀	HW ₃₀₀	EHW
Koten Einmündung Rotigraben in Scheidgraben	438.46	438.66	438.86	439.06

4.5.11 Grundwasser

„Der Untergrund des Talbodens zwischen dem Bürgenberg und dem Buochserhorn wurde anschliessend an die letzte Eiszeit durch die ursprüngliche Engelberger Aa allmählich aufgefüllt. Entsprechend wechseln die Schichtung und die Durchlässigkeit des Untergrunds gebietsweise stark. Neben Schotterlinsen und -rinnen der Engelberger Aa sind Flachwasserablagerungen und Verlandungsböden sowie kiesige und sandige Delta-Ablagerungen anzutreffen. Im Dorfbereich Ennetbürgen sind zwei Grundwasserstockwerke vorhanden. Während das obere Stockwerk einen freien Wasserspiegel führt ist das untere Stockwerk gespannt. Die beiden Stockwerke werden durch feinkörnige Flachwasserablagerungen voneinander getrennt. Aufgrund der Ergiebigkeit und der Qualität wird für Wärmepumpen sowie für das Pumpwassertrinkwerk Riedmatt der Gemeinde das untere Grundwasserstockwerk verwendet.

Gemäss Grundwassermodell des Kantons Nidwalden beträgt der mittlere Flurabstand des oberen Grundwasserspiegels 1 bis 2 m, im Gebiet Rotigraben / Herdern etwa 1 m. Die Stauschicht des unteren, gespannten Grundwasserstockwerks liegt einige Meter tiefer. Der mittlere Druckspiegel des unteren Stockwerks liegt im Gebiet Kirche auf 435 m ü M. und im Gebiet Riedmatt auf 437 m ü M. Der Druckspiegel bezeichnet die Höhe, bis zu der das Wasser aufsteigen würde, wenn er nicht vom Grundwasserstauer überdeckt wäre.

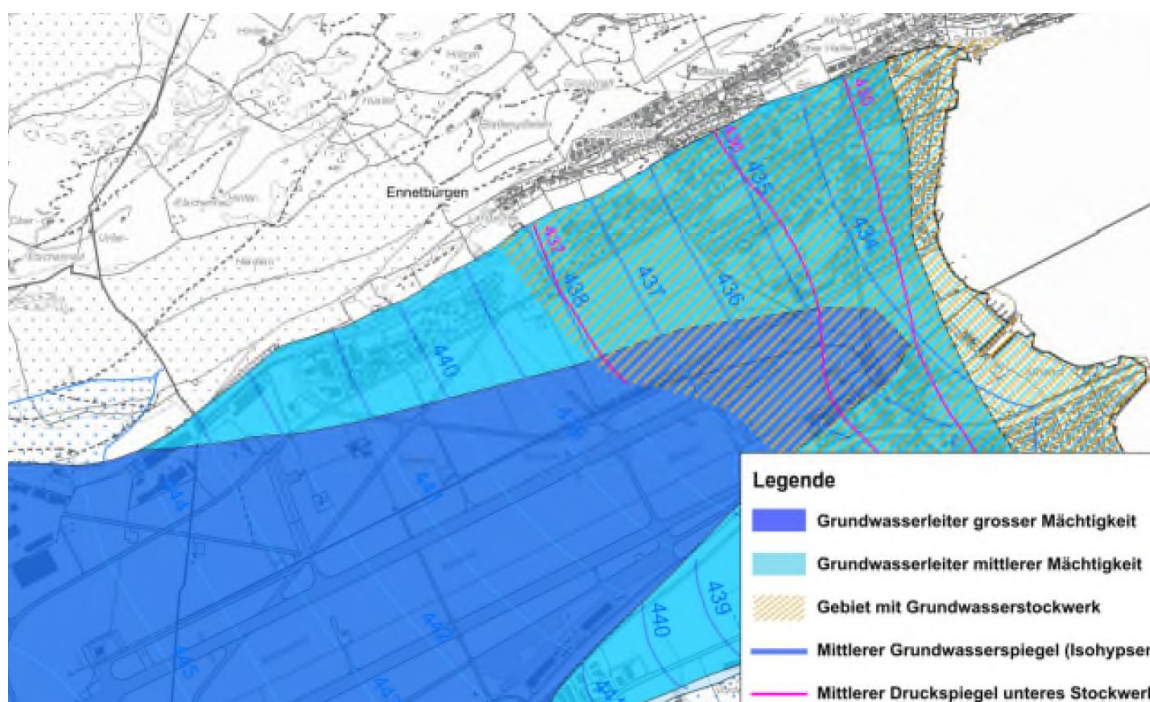


Abbildung 7: Grundwasserkarte (GIS-Daten AG und AfU, Kanton Nidwalden).

Die Gewässersohle der offenen Abschnitte des Dorfbaches und des Bitzikanals liegen im Bereich vom mittleren Grundwasserspiegel. Die Gewässersohle des Rotigrabens liegt deutlich unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels des Modells.

- Es kann davon ausgegangen werden, dass die Bäche hydraulisch an den Grundwasserleiter angebunden sind. Je nach Abflusspegel und Grundwasserstand finden In- oder Exfiltrationen statt.
- Um die offenen Gewässer kann von lokalen Senken im Grundwasserspiegel ausgegangen werden.
- Die Grundwasserspiegel des Modells sind mit Ungenauigkeiten behaftet. In weiteren Planungsphasen sind die Grundwasserverhältnisse an kritischen Stellen zu untersuchen [6].“

4.5.12 Hydrogeologie

„Die Geologie des Untergrundes beeinflusst die Hydrologie der Ennetbürger Bäche in starker Weise. Einerseits führt die Versickerung durch die durchlässigen Gesteinsschichten zu einer Verringerung der Abflussreaktion auf Starkniederschläge. Andererseits können die unterirdischen Karstsysteme zu starken Quellaufstössen führen, welche vor allem während Langzeitereignissen einen grossen Beitrag zum Hochwasserabfluss beisteuern können.

Die Karstquellen werden durch schichtparallel abfliessendes Wasser gespeisen, welches am Bürgenberg durch Klüfte einsickert. Gemäss dem Schichtaufbau kann auch am Nordhang des Bürgenstocks ausserhalb

des topografischen Einzugsgebietes einsickerndes Wasser entlang der Schichtung nach Ennetbürgen abfließen.

Die Karstsysteme entwässern bei normalen hydrologischen Verhältnissen unterirdisch direkt in das Grundwasser der Ennetbürger Talebene. Während der Schneeschmelze oder während lang andauernder Niederschläge steigen die Wasserführung und der Wasserstand im Karstsystem an, was zu einer Aktivierung der Überlaufquellen am Hangfuss führt. Mit zunehmender Karstwasserführung werden auch weiter obenliegende Karstquellen aktiv.

Der unterirdische Abfluss durch das Karstsystem erfolgt gegenüber dem Oberflächenabfluss zeitlich verzögert [6].“

4.6 Bestehende Gerinnekapazität

Die bestehenden Gerinnekapazitäten wurden hydraulisch nicht nachgerechnet. Die Gerinnekapazitäten sind aus den Faktenblätter der Gefahrenkarte 2021 (Schlüsselstellen) zu entnehmen [1].

4.7 Gewässerzustand (Ökomorphologie Stufe F)

Die Ökomorphologie wurde im Jahr 2012 erhoben und ist beim Kanton Nidwalden aufgeschaltet (GIS Daten AG).

Die drei Talbäche weisen grosse ökomorphologische Beeinträchtigungen auf. Vor allem im Siedlungsbereich sind die Bäche eingedolt oder hart verbaut. Einzig bei den in den letzten Jahren revitalisieren Abschnitte bei der Oeltrotte (Länge ca. 85 m), der Riedmatt (Länge ca. 167 m) sowie der unterste Abschnitt des Rotigrabens (Länge ca. 95 m) wird die Ökomorphologie als wenig beeinträchtigt eingestuft.

Die drei Talbäche wurden in die fünf ökomorphologischen Zustandsklassen unterteilt (Tabelle 9).

Tabelle 9: Längen der ökomorphologischen Zustandsklassen (Stufe F) der Talbäche.

Abschnitte	Bezeichnung	Abschnittslänge		
		Dorfbach	Bitzikanal	Rotigraben
	Wenig beeinträchtigt	-	-	-
	Wenig beeinträchtigt	125 m	-	95 m
	Stark beeinträchtigt	50 m	-	-
	Künstlich / naturfremd	290 m	30 m	275 m
	eingedolt	605 m	390 m	1020 m

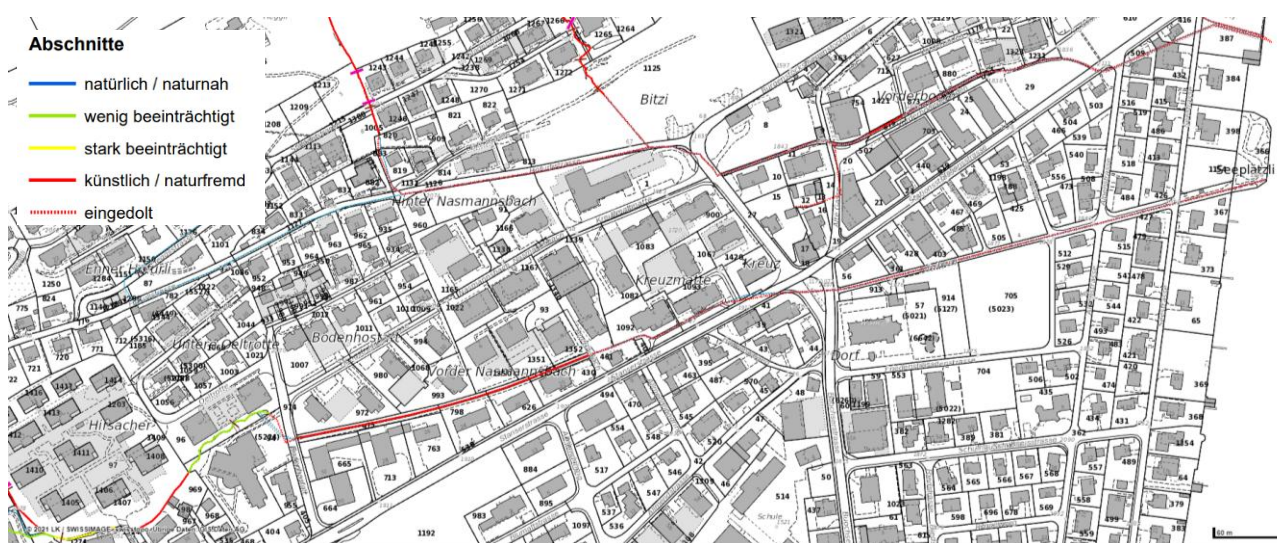


Abbildung 8: Ökomorphologie des Bitzikanals (oben) und der unteren Abschnitte des Dorfbachs (unten) (Auszug GIS-Daten AG, Januar 2022).

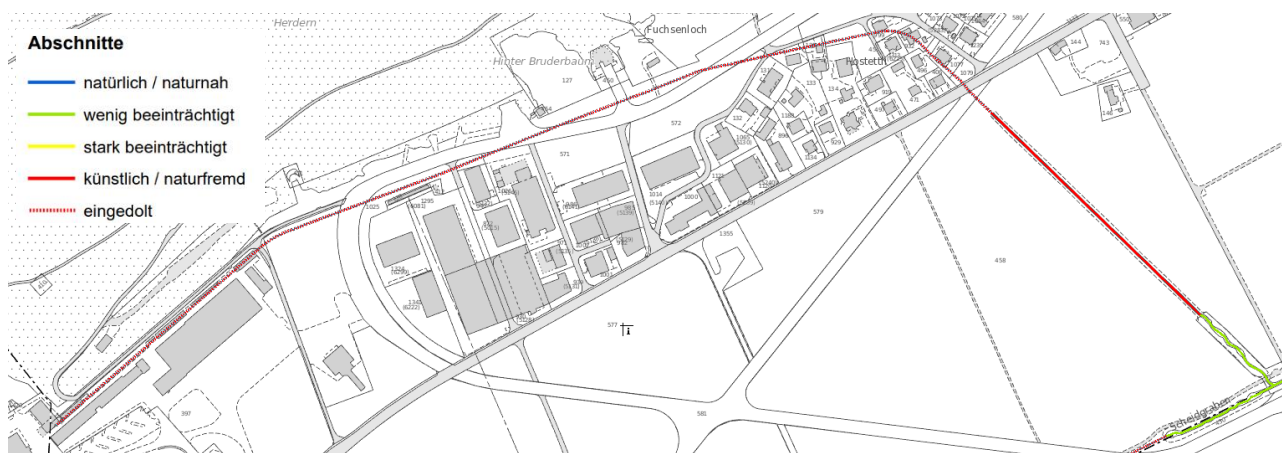


Abbildung 9: Ökomorphologie des Rotigrabens (Auszug GIS-Daten AG, Januar 2022).

Auch die Hangbäche sind stark beeinträchtigt. Hier sind die Bäche zu einem grossen Teil eingedolt oder sind durch natürliche und künstliche Abstürze beeinträchtigt.

4.8 Geologische Verhältnisse

4.8.1 Geologie

„Die Geologie des Bürgenstocks ist dank der Kartierungen von A. Buxtorf relativ gut bekannt. Unter der sehr dünnen Humus- und Lockergesteinsauflage folgen die hangparallelen Schichten der Drusbergdecke. Die je bis 80 m mächtigen Schichten der Seewer-, Schratzen- und Nummulitenkalke sind verkarstet und weisen Höhlen und unterirdische Drainagesysteme auf, welche die Karstquellen am Ennetbürger Hangfuss speisen.

Aufgrund der Durchlässigkeit der verkarsteten, oberflächennahen Gesteinsschichten ist die Versickerung in den Einzugsgebieten hoch. Entsprechend konnten sich nicht viele oberflächliche Bachläufe ausbilden. Die damit verbundene verminderte Erosionstätigkeit dürfte der Hauptgrund sein, weshalb sich am Ennetbürger Berghang keine ausgeprägten topografischen Einzugsgebiete bilden konnten.

Die Ebene der Ennetbürger Allmend ist mit mächtigen Lockergesteinsablagerungen gefüllt.

Nach dem Eisrückzug wurde das tief ausgeräumte Tal zwischen Buochs und Stansstad mit Schwemmsedimenten der Engelberger Aa, Delta- und Flussschottern, Sanden, Silten, Tümpelablagerungen und Seesedimenten aufgefüllt [6].“

4.8.2 Geschiebehaushalt

„Die Geschiebeeinträge wurden im Rahmen der Gefahrenbeurteilung Überflutungsprozess 2006 für die Hangbäche (GWR exkl. Abflusswege im Hang) abgeschätzt:

Die wenigen offenen Bachgerinne laufen mehrheitlich auf festem Fels oder auf Steinplatten ab. Die Geschiebepotentiale sind sehr klein.

Das entlang der Fliesswege anstehende Feststoffmaterial besteht vor allem aus Humus und feinkörnigerem Boden. Es wird durch Gerinnebildung (Aufreissen der Grasnarbe) und durch Verschwemmung von flachgründigen Hangmuren mobilisiert und fliesst als Wasser-Schlamm-Gemisch ab.

Die mobilisierten Feststoffe lagern sich vor allem auf den Strassen und hinter den Gebäuden am Hang sowie vor allem am Hangfuss (Gefällsknick) ab.

Die Abschätzung des Geschiebepotentials bei den geplanten Zuleitungen oberhalb des Siedlungsgebiets ist äusserst schwierig. Es gibt keine methodischen Vorgaben oder Berechnungsmodelle für solche Fälle. In den Hängen oberhalb des Siedlungsgebietes befinden sich keine Bäche. Es kann hier nur zum Abfluss von Oberflächenwasser kommen (nur Abflusswege). In der Regel führt der Oberflächenabfluss zu keiner Geschiebemobilisierung. Unter ungünstigen Umständen mit gebündelter Kanalisierung (z.B. Rutschung auf Bürgenstockstrasse leitet konzentriert das Strassenwasser in den unterliegenden Hang) oder bei Wasseraustritten aus dem Fels kann es zu Erosion in der Lockergesteinsbedeckung oder zu Rutschungen kommen. Dadurch kann Geschiebe mobilisiert werden, welches in die obersten Bereiche der Hangbäche und Abflusswege geschwemmt werden kann. Dieses Geschiebe soll gemäss Projektvorgaben dort zurückgehalten werden.

Für die Geschiebeabschätzung dienten die Auswirkungen bei den bisher grössten bekannten Ereignissen (2005 und 1934). Es handelte sich dabei um sehr grosse, seltene Ereignisse (ca. 100-jährlich oder seltener).

2005 wurde genauer dokumentiert (Ereigniskataster des Kantons Nidwalden):

- 18 Rutschungen im Perimeter, praktisch alle oberhalb der Korridore Langacher West bis Stadelbach.
- 27 weitere im Gebiet Buochli und 3 westlich Langacher West.
- 4 der 18 Rutschungen im Gebiet oberhalb des Perimeters mit Geschiebe bis in den Bereich der Abflusskorridore.
- Total bewegte Kubatur ca. 10'000 m³, im Perimeter ca. 2'000 m³, davon bis ins Siedlungsgebiet im zu schützenden Perimeter ca. 50 m³.
- Die Ablagerungen erfolgten in der Regel in den Flächen unmittelbar unterhalb der Rutsch-Ausbruchgebiete, sehr wenig Material wurde weiter hangabwärts geschwemmt. Einige Steine rollten bis an den Hangfuss.

1934 (Angaben Fürio, Denkwürdige Tage in Nidwalden, Chronik des 20. Jahrhunderts 1896 bis 1996):

- Total bewegte Kubatur am Bürgenberg ca. 30'000 m³ (Fürio), im Perimeter geschätzte 20'000 m³.
- Grösste Rutschungen im Bereich Holzen, Blattengstellen, Riedmatt (oberhalb Korridore Langacher Ost, Hofurli).
- Geschätzte Ablagerungen im Siedlungsgebiet im Perimeter 1'000 - 5'000 m³, davon das meiste im Gebiet Langacher Ost bis Hofurli.
- Ausbruch eines sehr grossen Blockes (ca. 10 m³), welcher in grossen bis 50 m langen Sprüngen (gemäss Fürio) bis an den Hangfuss sprang und weit in die Ebene bei Riedmatt ausrollte [6].“

Folgerungen

„Die Erstellung eines Geschieberückhaltes für ein Ereignis wie 1934 ist kaum oberhalb jedes Hangbaches und Abflussweges möglich. 1934 wären für Langacher Ost und Hofurli ein Geschieberückhalt von je 500 bis 1'500 m³ notwendig gewesen. Vermutlich ist 1934 ein Teil des mobilisierbaren Materials ausgeräumt worden, so dass sich ein solches Ereignis in nächster Zeit überhaupt nicht wiederholen kann.

Ereignisse wie 2005 können dagegen mit vernünftigen Aufwand geschiebemässig bewältigt werden. Auch Ereignisse wie 1934 können weitgehend aufgehalten werden (Vorbehalt siehe oben) [6].“

Die Geschiebesammler sind so weit unten im Hang wie möglich zu erstellen, da die Geschiebefracht bei den beobachteten Ereignissen sich auch am Hang abgelagerte und damit hangabwärts abnahm.

Das Rutschmaterial wird in die Hangbäche und Abflusswege geleitet und bleibt danach hauptsächlich bei der ersten Strassenquerung liegen. Der restliche Teil wird durch die Wassermassen grösstenteils in Suspension bis ins Tal getragen [6].

Als Dimensionierungsvolumina der Geschiebesammler aufgrund der oben erläuterten Annahmen wurden folgende Grössen bestimmt:

Tabelle 10: Geschieberückhalt oberhalb Siedlungsgebiet (Abschätzung basierend auf Ereignis 2005: Total ca. 40 m³) [6].

Hangbach / Abflussweg	Hangbach / Abflussweg [alte Bezeichnung]	Rückhaltekapazität [m ³]	Bemerkung
Langacher West (Afw)	Langacher West	-	Geschiebe kann seitlich am Siedlungsgebiet vorbeigeleitet werden
Langacher Ost (Afw)	Langacher Ost	10	2 Strassen unterhalb Sammler könnten im Überlastfall auch Geschiebe aufnehmen
Hofurli West (Afw)	Hofurli West	10	Überlastfall auf Schlegelmattli-/ Hofurlistrasse möglich
Hofurli Ost (Afw)	Hofurli Mitte	5	Überlastfall auf Parkplatzzufahrt Terrassenhäuser Schlegelmattli möglich
Hegglibach (Afw*)	Hegglibach	5	Überlast auf Hegglistrasse möglich
Nasmannsbach (Afw*)	Nasmannsbach	5	Überlast auf Stadelstrasse möglich
Stadelbach	Stadelbach Ost	5	Überlast auf Stadelstrasse möglich
Total Bereich West		40	

Afw*: Bach im Sinne eines kleinen Gewässers mit überlagerter Abflusswegzone (innerhalb Siedlungsgebiet; gem. Ausführungen Kap. 3.2)

Tabelle 11: Geschieberückhalt oberhalb Siedlungsgebiet (Abschätzung basierend auf Ereignis 2005: Total ca. 21 m³) [6].

Hangbach / Abflussweg	Hangbach / Abflussweg [alte Bezeichnung]	Rückhaltekapazität [m ³]	Bemerkung
Bitzi Ost (Afw)	Bitzibach	3	Überlastkorridor in geplanter Verbauung integrieren
Kleiner Friedhöfler	Kleiner Friedhöfler Ost	3	Überlast auf Panoramastrasse möglich
Grosser Friedhöfler	Grosser Friedhöfler	5	Überlastkorridor in geplanter Verbauung integrieren
Schür West (Afw)	Schürbach West	5	Überlast auf Kirschetmatte / Bürgenstockstrasse möglich
Schürbach	Schürbach Ost	5	Überlast auf Kirschetmatte / Kropfgasse möglich oder in Wiese unterhalb
Total Bereich Ost		21	

4.8.3 Schwemmholz

Das Einzugsgebiet des Rotigrabens besteht hauptsächlich aus Waldflächen, welche ein grosses Potential für Schwemmholz und Geschwemmsel aufweisen.

Im Einzugsgebiet des Dorfbachs und Bitzikanals sind nur sehr kleine Waldflächen vorhanden. Das Potential für Schwemmholz und Geschwemmsel ist somit klein und es wird mit geringen Schwemmholzabmessungen gerechnet.

4.9 Mögliche Gefahrenarten

Es ist mit folgenden Gefahrenarten zu rechnen:

- Überschwemmung
- Oberflächenabfluss
- Ufererosion
- Übermuring, Murgang
- Sturz
- Rutschungen
- Seehochwasser

Das Seehochwasser wird nicht direkt in diesem Hochwasserschutzprojekt betrachtet. Es spielt aber eine Rolle, weil ein Hochwasser der Talbäche auf ein Seehochwasser treffen kann. Ein Hochwasser in den Talbächen ist mit einem Seewasserspiegel der nächsttieferen Jährlichkeitsklasse (z.B. Seewasserspiegel HW₃₀ für ein HQ₁₀₀) zu kombinieren. Diese Szenarien werden in der Dimensionierung vom Dorfbach und Bitzikanal berücksichtigt.

4.10 Beurteilung der bestehenden Schutzbauten

Es wurde im Rahmen des vorliegenden Projekts keine detaillierte Beurteilung der bestehenden Schutzbauten durchgeführt.

4.11 Analyse der Schwachstellen im Gewässer

Die Analyse der Schwachstellen beruht auf der überarbeiteten Gefahrenkarte 2021. Die Schlüsselstellen wurden definiert und entsprechend beurteilt [1].

4.12 Bestehende Gefahrensituation

Die Gefahrenkarte Ennetbürgen wurde 2021 überarbeitet und liegt nun vor. Detaillierte Angaben zu den einzelnen Prozessen und Bächen sind aus dem Gefahrenkartendossier zu entnehmen [1].

4.12.1 Prozess Wildbäche (inkl. Oberflächenabfluss)

Bereits ab einem häufigen Ereignis HQ₃₀ strömt das anfallende, oberflächliche Hangwasser unkontrolliert in den Siedlungsbereich vor. Dies führt zu Überflutungen schwacher Intensität der Überbauungen, sowohl am Hang als auch in der Ebene. Bei einem 100-jährlichen Ereignis werden vorwiegend schwache Intensitäten erwartet. Bei einem HQ₃₀₀ werden bei einzelnen Abflusswegen und Hangbächen mittlere Intensitäten erwartet. Die daraus resultierende Gefahrenkarte zeigt schwache bis mittlere Gefährdungen im Siedlungsgebiet (Abbildung 10).

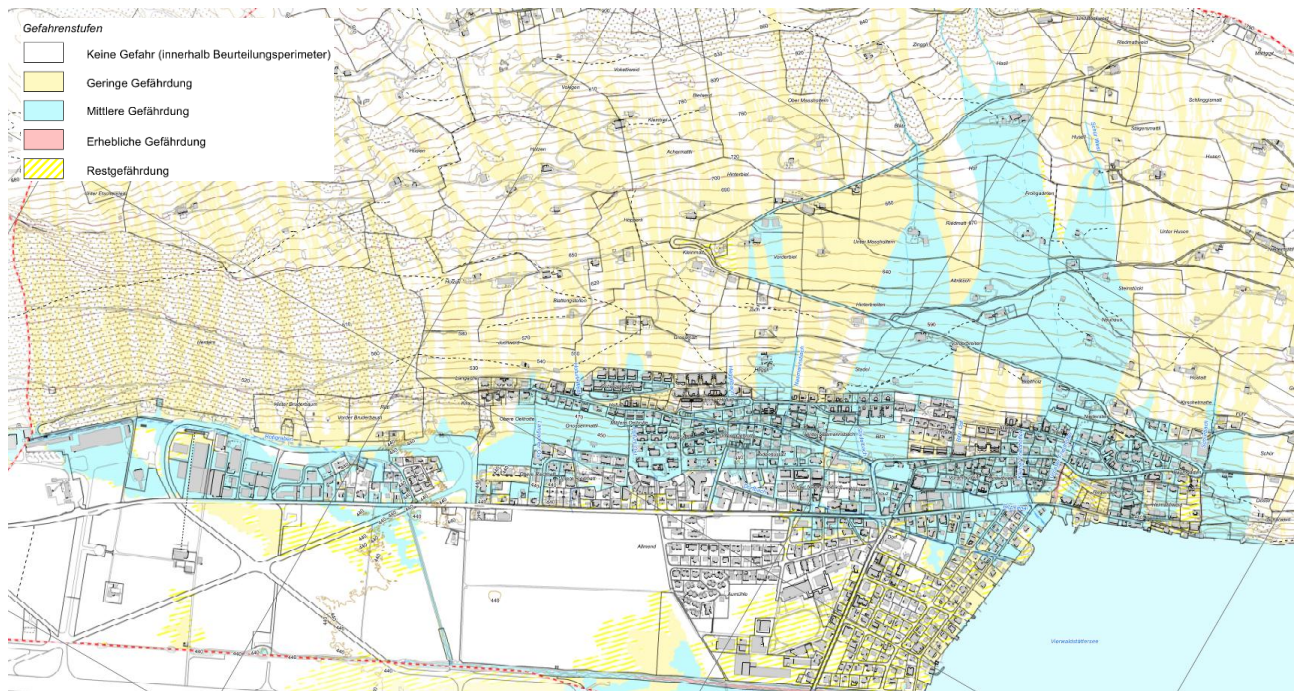


Abbildung 10: Auszug Gefahrenkarte Ennetbürgen, Prozess Wildbäche [1].

4.12.2 Prozess Rutschung (inkl. Hangmuren)

„Die Rutschgefahren resultieren praktisch ausschliesslich aus spontanen Rutschungen, Hangmuren und auch aus Erosionsprozessen durch Oberflächenwasser. Die mobilisierbare Schicht aus Lockergesteinen bis auf die Felsen ist geringmächtig. Die Flächen für sehr seltene Ereignisse wurden grossräumig ausgeschieden. Es kann bei der wenig ausgeprägten Morphologie des Bürgenberghanges nicht gesagt werden, wo genau die Prozesse stattfinden. Bei Grossereignissen werden daher nie alle ausgeschiedenen Prozessflächen vollständig abrutschen, sondern nur Teilflächen davon. Als Gefahrengebiete ausgeschieden wurden aber sämtliche Flächen mit Rutschpotential. Die wichtigsten Gebiete mit Gefährdung durch Rutschprozesse im Projektperimeter sind nachfolgend aufgelistet:

- Herderenwald: Spontane Rutschungen mit starker bis mittlerer Intensität bis an den Hangfuss analog Ereignis August 2005
- Ober Halten und Grossmatt: spontane Rutschungen mit schwachen Intensitäten.
- Übrige Gebiete Bürgenberg oberhalb Dorf: Hangmuren und Erosion schwacher bis mittlerer Intensität. Vor allem durch die Erosionsprozesse durch Oberflächenwasser können grössere Mengen Geschiebe bis in das besiedelte Gebiet verfrachtet werden [7].“

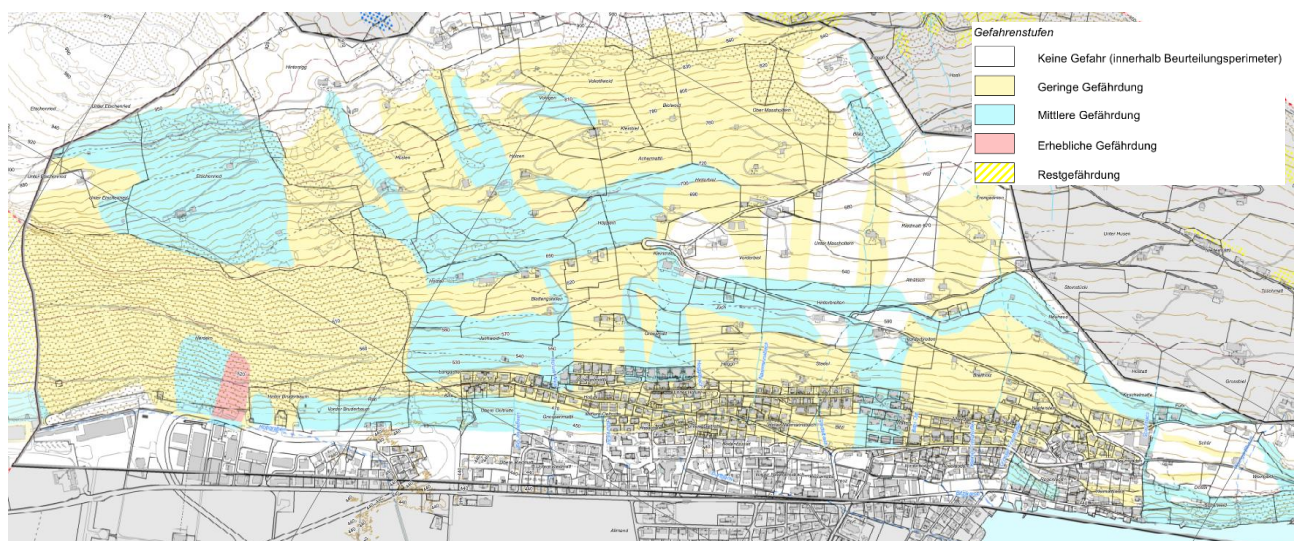


Abbildung 11: Auszug Gefahrenkarte Ennetbürgen, Prozess spontane Rutschung [1].

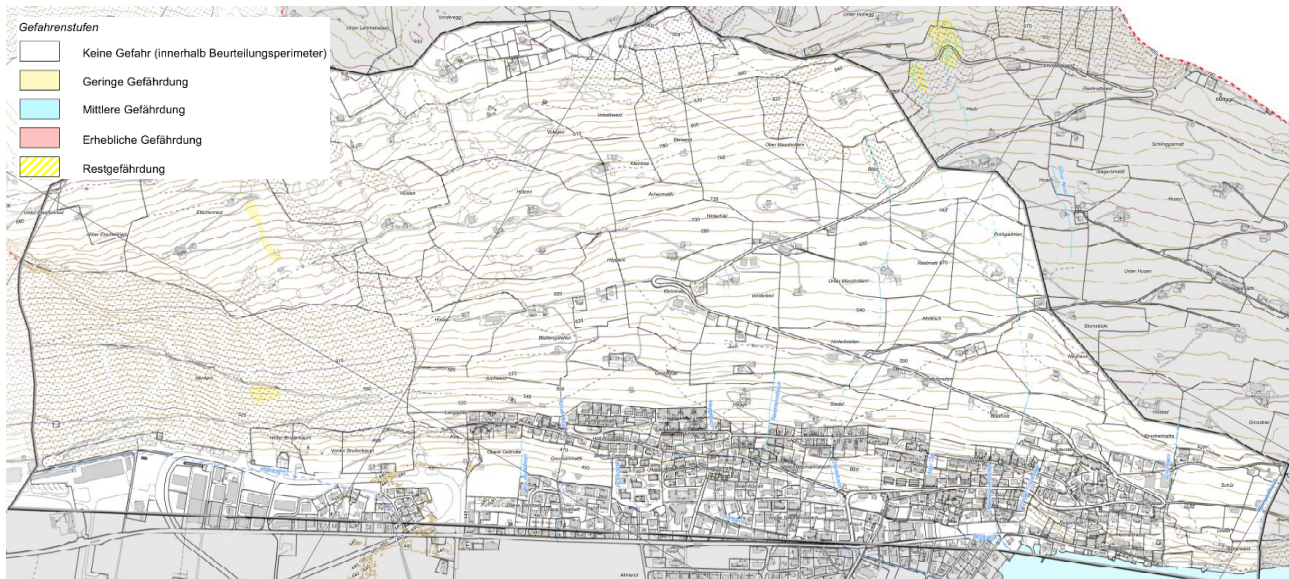


Abbildung 12: Auszug Gefahrenkarte Ennetbürgen, Prozess permanente Rutschung [1].

4.12.3 Prozess Sturz (Stein- und Blockschlag, Felssturz)

„Die wichtigsten Gebiete mit Gefährdung durch Sturzprozesse im Projektperimeter sind nachfolgend aufgelistet:

- Herderenwald: Prozesse bis starke Intensität sind bis an den Hangfuss des Bürgenberges möglich.
- Holzen, Blattengstellen, Langacher: Steinschlag mit schwacher bis mittlerer Intensität ist aus dem Grashang mit vereinzelt Felsplatten, aus Hangschutt und alten Steinmauern möglich (auch ausgelöst durch Hangmuren oder weidende Tiere).
- Bitzi, Stationsstrasse: Steinschlag mit meist schwacher, teilweise mittlerer Intensität aus bewachsenen Böschungen mit vereinzelt Felsaufschlüssen möglich.
- Fur: Steinschlag rollend und leicht springend mit mittlerer Intensität aus lokalem Felsband bis auf die Strasse und darüber hinaus möglich (Ereignis 2003) [7].“

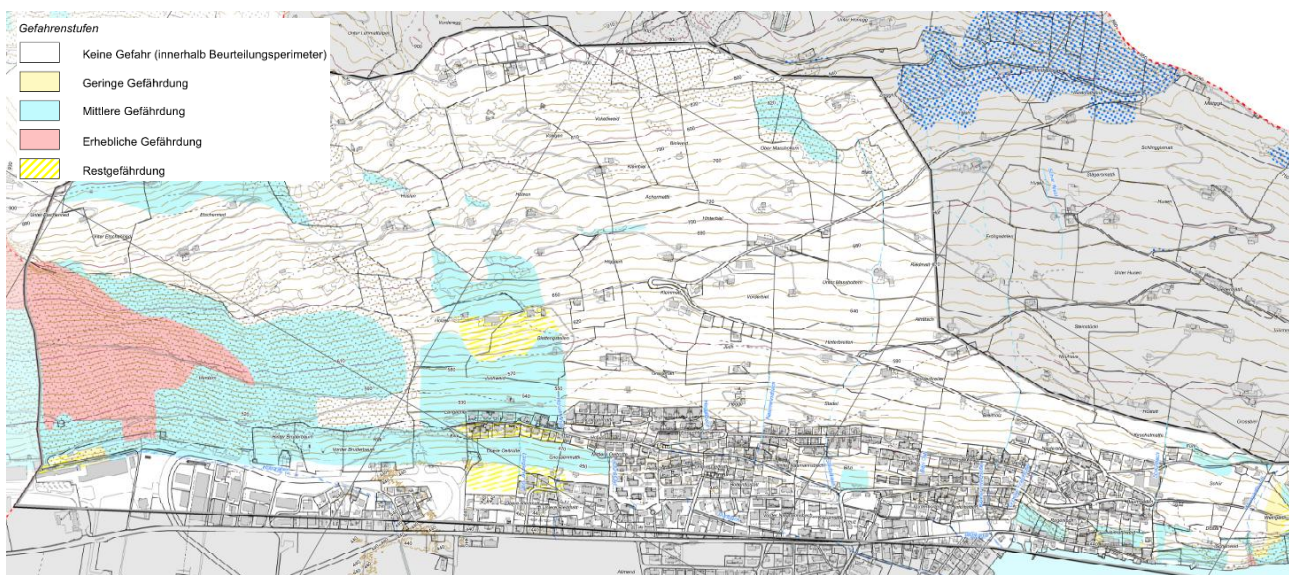


Abbildung 13: Auszug Gefahrenkarte Ennetbürgen, Prozess Sturz [1].

4.12.4 Prozess See

Die Gefährdung durch den See ist für die Massnahmenplanung von untergeordneter Bedeutung. Es wird mehrheitlich eine Restgefährdung erwartet. Sehr lokal werden schwache und mittlere Gefährdungen erwartet. Ein Rückstau des Sees in die Bäche ist beim Prozess Wildbach berücksichtigt.

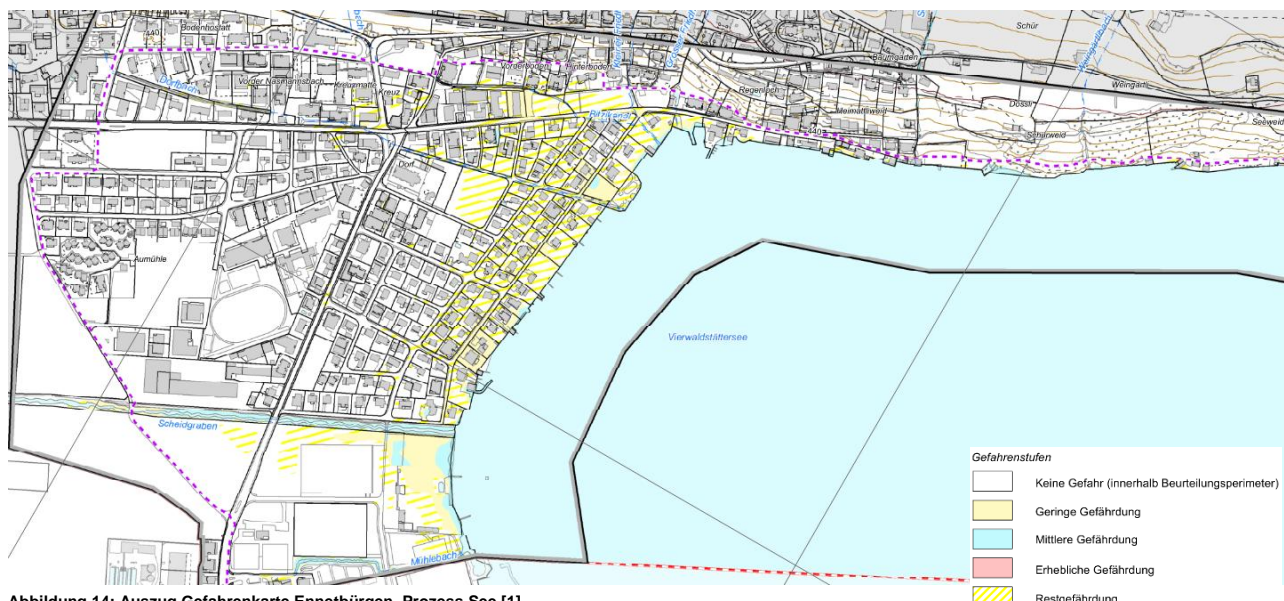


Abbildung 14: Auszug Gefahrenkarte Ennetbürgen, Prozess See [1].

4.12.5 Prozess Engelberger Aa

Die Gefährdung durch die Engelberger Aa ist für die Massnahmenplanung in Ennetbürgen von untergeordneter Bedeutung. Es wird mehrheitlich eine Restgefährdung im Siedlungsgebiet erwartet.

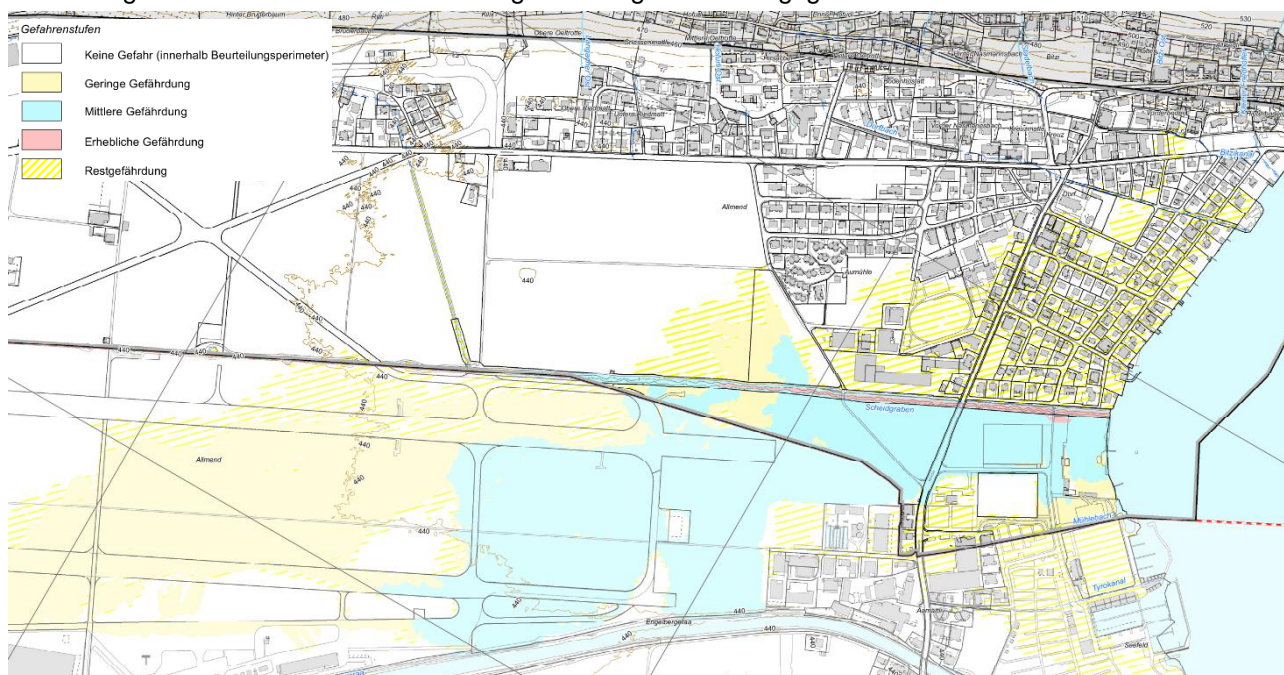


Abbildung 15: Auszug Gefahrenkarte Ennetbürgen, Prozess Engelberger Aa [1].

4.13 Altlasten

Gemäss Kataster belasteter Standorte (GIS Daten AG) gibt es im Projektperimeter vom Bitzikanal einen belasteten Betriebsstandort (Eb B031). Es ist sicherzustellen, dass keine negativen Einflüsse auf das Gewässer entstehen. Ebenso dürfen keine negativen Einwirkungen auf den Bitzikanal durch die Tanksäulen im Bereich Industrie / Volg entstehen.

Im Bereich vom Rotigraben befinden sich zwei Altlastenstandorte. Der Rotigraben führt unter dem Kugelfang der Schiessanlage Herdern vorbei. Bei einer Offenlegung des Rotigrabens ist der Sanierungsbedarf dieser Anlage zu prüfen. Der eingedolte Bachlauf tangiert auch die Deponie Herden.

Die Auswirkungen und Massnahmen bezüglich Altlasten sind im UVB (bei einem Projekt von mehr als 10 Mio. Fr.) resp. einem Umweltbericht (bei einem Projekt von weniger als 10 Mio. Fr.) zu prüfen.

5 Projektannahmen

5.1 Gewählte Schutzziele

Die Schutzziele wurden in Anlehnung an die Vorgaben des Bundes festgelegt. Die Schutzziele beschreiben den Grad des angestrebten Schutzes für das Schadenpotenzial (Objektkategorien). Die seltenen oder mit schwächerer Intensität einwirkenden Naturereignisse werden je nach Objektkategorie akzeptiert.

5.1.1 Talbäche

Gemäss Schutzzielkarte sollen geschlossene Siedlungen bis zum HQ₁₀₀ einen vollständigen Schutz erhalten, das heisst, es sind keine Intensitäten zugelassen. Bei einem Hochwasser > HQ₁₀₀ sind maximal schwache und bei einem EHQ maximal mittlere Intensitäten akzeptiert.

Für das Landwirtschaftsgebiet (intensiv bewirtschaftet, Fruchtfolgeflächen, etc.) sind schwache Intensitäten bis zu einem 30-jährlichen Ereignis zugelassen. Bei einem 100-jährlichen Ereignis sind mittlere Intensitäten zugelassen. Bei Ereignissen grösser als 100-jährlich sind starke Intensitäten toleriert.

Tabelle 12: Schutzzielkarte Ennetbürgen.

Objektkategorien				Wiederkehrperiode Gefahrenprozesse				
	Einzelobjekte / Gebäude	Infrastrukturanlagen	Naturwerte	0 J.	30 J.	100 J.	300 J.	E HQ
A	keine	Wanderwege von kantonaler Bedeutung, Flurwege und Waldstrassen, Leitungen von lokaler Bedeutung	Weiden, Wald mit Schutzfunktion (Waldbau B + C)	3	3	3	3	
B	Unbewohnte Gebäude (Remisen, Weidescheunen u. ä.)	Verkehrswege und Leitungen von kommunaler Bedeutung	Intensiv bewirtschaftetes Landwirtschaftsland, Fruchtfolgeflächen	1	2	3	3	
C	Zeitweise oder dauernd bewohnte Einzelgebäude und Ställe, Zone für Sport und Freizeit, Ferienhäuser	Verkehrswege, Seilbahnen und Hautleitungen von kantonaler Bedeutung	keine	0	1	2	3	
D	Geschlossene Siedlung, Gewerbe und Industrie, Bauzonen, Zone für öffentliche Zwecke	Hauptsammelleitungen der Kanalisation	keine	0	0	1	2	
E	Sonder Risiken bezüglich besonderer Schadenanfälligkeit oder Sekundärschäden: -RUAG - Sonder Risiken gem. STöV (RUAG) - 4 Tankstellen: Volg, Hübscher, AGRA, Näpfli (ehem. Zimmermann).	Sonder Risiken bezüglich besonderer Schadenanfälligkeit oder Sekundärschäden: - PW Riedmatt - Reservoir Niederstein - Feuerwehrlokal	keine	0	0	0	1	

LEGENDE:

- vollständiger Hochwasserschutz erforderlich
- begrenzter Hochwasserschutz erforderlich
- kein Hochwasserschutz erforderlich

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

Zudem gilt als Schutzziel für das individuelle Risiko (Wahrscheinlichkeit für eine Einzelperson an einer Gefahrenstelle getötet zu werden) ein Grenzwert von 10^{-5} / Jahr. Liegt der Wert unter diesem Grenzwert, liegt kein Schutzdefizit vor.

5.1.2 Hangbäche / Abflusswege

Auch am Hang soll die geschlossene Siedlung grundsätzlich bis zum HQ₁₀₀ einen vollständigen Schutz erhalten, das heisst, es sind keine Intensitäten bis zu einem 100-jährlichen Ereignis zugelassen.

Werden die Hangbäche und Abflusswege im Rahmen von Objektschutzmassnahmen ausgebaut, ist der Schutz bis zu einem 300-jährlichen Ereignis zu gewährleisten.

Sind die Kalibrierungsbauwerke bei der Bürgenstockstrasse bereits umgesetzt und wird bei den Bächen Nasmannsbach, Stadelbach und Kleiner Friedhöfler nur noch ein HQ₁₀₀ durchgeleitet, können die Wassermengen für die Überlast resp. HQ₃₀₀ allenfalls etwas reduziert werden.

5.2 Schutzdefizite

Die Schutzdefizite werden aus der Gefahrenbeurteilung und den festgelegten Schutzziele hergeleitet. Ein Schutzdefizit liegt vor, wenn die Gefährdung bezüglich Intensität oder Häufigkeit über dem tolerierbaren Grenzwert der Schutzzielmatrix liegt.

5.2.1 Schutzdefizite Wildbäche

Bei 30- und 100-jährlichen Hochwasserereignissen werden im Siedlungsgebiet (Objektkategorie D) ausgedehnte und grossflächige Überschwemmungsgebiete mit schwachen Intensitäten erwartet. Das Siedlungsgebiet weist somit ein Schutzdefizit auf.

Bei der RUAG (Objektkategorie E) wird bei einem 300-jährlichen Ereignis mittlere Intensität erwartet. Das Schutzziel ist nicht eingehalten.

5.2.2 Schutzdefizite See

Einzelne Liegenschaften direkt am Seeufer weisen ein Schutzdefizit auf.

5.2.3 Schutzdefizite Rutschungen und Hangmuren

Aufgrund der schwachen Gefährdungen bis zu einem 100-jährlichen Ereignis existieren im gesamten Siedlungsbereich mit Hanglage am Bürgenberg (Objektkategorie D) Schutzdefizite.

5.2.4 Schutzdefizite Steinschlag und Blocksturz

In den Gebieten Herderenwald, Holzen, Blattengstellen, Langacher, Bitzi, Stationsstrasse und Fur (Objektkategorie D) sind bis zu einem 100-jährlichen Ereignis schwache bis mittlere Intensitäten zu erwarten. Es liegt somit ein Schutzdefizit für die betroffenen Gebiete vor.

5.3 Massnahmenziele

Folgende Ziele werden mit dem Wasserbauprojekt angestrebt:

Hochwasserschutzziele

- Die bestehende Gefährdung wird im Siedlungsgebiet auf das Schutzziel HQ₁₀₀ dimensioniert.

Ziele Ökologie

- Vgl. Kapitel 5.6

Ziele Erholungskonzept und Besucherlenkung / Sozio-Ökonomische Ziel

- Berücksichtigung Massnahmen für die Erholung und Freizeit.
- Schaffen von Zugangsmöglichkeiten zum Gewässer durch Ausbildung von möglichst flachen Uferböschungen und Übergangsbereichen zum Wasser in den verschiedenen Abschnitten.
- Öffentlicher Gehweg / Wanderweg: gemäss dem Leitbild der Gemeinde Ennetbürgen ist ein zusammenhängendes Fuss- und Wanderwegnetz zu erstellen, insbesondere eine Fusswegverbindung entlang des Dorfbaches. Soweit möglich sind Wege ausserhalb des Gewässerraums zu führen. Unbefestigte Fusswege im Gewässerraum anzulegen sind nur ausnahmsweise möglich, wenn diese standortgebunden sind, im öffentlichen Interesse liegen und die Abflusskapazität nicht beeinträchtigen
- Anlegen von Sitzelementen entlang des Gewässers für den Aufenthalt am Gewässer.
- Geringe Beanspruchung der Nutzflächen

5.4 Festgelegte Dimensionierungsgrößen

5.4.1 Dimensionierungskonzept

Eine optimale Sicherheit wird gewährleistet durch:

- Prävention (Raumplanung, aktive Massnahmen, Objektschutz).
- Intervention (Frühwarnung, Notfallplanung).
- Wiederherstellung (Wiederaufbau, Leistungen von Versicherern, Hilfsfonds, etc.).

Mit einer Kombination von passiven und aktiven Massnahmen werden die aus dem Gefahrenraum bekannten Risiken mit verhältnismässigen Mitteln auf ein tolerierbares Mass vermindert. Die Massnahmen sind aufeinander abgestimmt.

Übergeordnet wird mit raumplanerischen Massnahmen und mit der Notfallplanung passiv und aktiv gegen Naturrisiken vorgekehrt:

- Passive Massnahmen (die menschliche Nutzung der Gefahr anpassen):
 - Raumplanung → wird übergeordnet gelöst.
 - Frühwarndienste (Überwachung) und Notfallplanung → wird übergeordnet gelöst.
 - Objektschutz → Auflage für die Baubewilligung Ennetbürgen.
- Aktive Massnahmen (die Gefahr der menschlichen Nutzung anpassen):
 - Gewässerunterhalt → nach Realisierung des Hochwasserschutzprojekts,
 - Unterhalt von Brücken / Durchlässen → Eigentümer.
 - Technische Massnahmen → Ausbau / Aufwertung

5.4.2 Grundsätze der Dimensionierung

- Vorhandene landschaftliche und technische Voraussetzungen werden im Schutzkonzept berücksichtigt.
- Die Kapazität des Gerinnes wird, wo notwendig, durch den Ausbau gegenüber dem alten Gerinne erhöht.
- Die bestehende Geländetopografie wird für die Anordnung der Überlastkorridore ausgenutzt bzw. einbezogen.
- Die Rahmenbedingungen (Raumbedarf) sind mit dem Gewässerraum gegeben.
- Dimensionierung des Gerinnes:
 - Der Ausbau der Gewässer im Siedlungsgebiet erfolgt auf das Schutzziel HQ₁₀₀. Keine Schäden im geschlossenen Siedlungsbereich bei Ereignissen mit einer Wiederkehrperiode bis zum 100-jährlichen Ereignis.
 - Freibord: Berücksichtigung Freibord (vgl. Kapitel 5.4.3). Im Ausnahmefall können diese Freiborde bei Durchlässen und Brücken reduziert werden. Die Energielinien bei einem HQ₁₀₀ müssen aber zwingend unterhalb der Brückenunterkanten und unterhalb des Scheitels von Durchlässen liegen.
 - Sofern möglich sollen die Gerinne von Talbächen bei HQ₃₀₀ maximal bordvoll sein (Berücksichtigung Wasserspiegel).
 - Bei den Hangbächen und Abflusswegen innerhalb des Siedlungsgebietes erfolgt der Ausbau auf das Schutzziel HQ₁₀₀. Die Überlast ist aufgrund der sehr engen Platzverhältnisse jedoch innerhalb des Gewässerraums / Abflusswegs sicherzustellen.
 - Der Ausbau der Gewässer im Landwirtschaftsgebiet auf das Schutzziel HQ₃₀, schwache Intensitäten bis zu einem 30-jährlichen Ereignis sind zugelassen.
 - Wo kein Ausbau des Gerinnes möglich ist, ist Retentionsvolumen zu schaffen.
- Aufgrund der Gefahrenkarte ist ein Geschiebetrieb für die Massnahmendimensionierung von untergeordneter Bedeutung. Aufgrund der zum Teil stark bestockten Böschungen wird Schwemmholz mit geringen Abmessungen (Geäst) und Wurzelstöcken berücksichtigt. Grössere Abmessungen von Holz werden in der Dimensionierung nicht berücksichtigt.
- Dimensionierung der Bauwerke bis zu einem HQ₃₀₀. Versagensmechanismus; Verhinderung eines vollständigen Kollapses mittels Ausweisung der Robustheit.

5.4.3 Freibord

Das Freibord bezeichnet den senkrechten Abstand zwischen dem Wasserspiegel einer bestimmten Abflussmenge und der Oberkante eines Ufers, eines Dammes oder der Unterkante einer Brücke / Durchlass. Folgende Prozesse werden dabei im Freibord berücksichtigt:

- Schwemmholz
- variable Sohlenlage
- Kurvenüberhöhung
- instationäre Abflüsse
- Wellenbildung

An der Projektsitzung vom 10.04.2012 wurden folgende Freiborde für die Gerinnedimensionierung bei HQ₁₀₀ bestimmt:

Talbäche

- Dorfbach, Bitzikanal: 40 cm
- Rotigraben 60 cm infolge grösstenteils bewaldeten Einzugsgebiets

Auf der nächsten Projektstufe sind die Freiborde objektspezifisch zu überprüfen und verifizieren.

Hangbäche und Abflusswege

Der Ausbau der Hangbäche und Abflusswege erfolgt grundsätzlich im Rahmen von geplanten Überbauungen. Die Grundeigentümer sind verpflichtet, im Rahmen der Gestaltungsplanung die Abflusswege und Hangbäche auszubauen, um dem Objektschutz Rechnung zu tragen. Aufgrund dessen werden diese Abflusswege und Hangbäche auf ein HQ₃₀₀ ausgebaut.

Bei der Dimensionierung des oberflächlichen Abflussweges und der Hangbäche sind folgende Freiborde bei einem HQ₃₀₀ zu berücksichtigen:

- bei parallelem Abfluss: 0.3 m
- bei frontalem Aufprall: Geschwindigkeitshöhe (Aufspritzen) + 0.3 m Reserve für Ablagerungen

Werden Abflusswege und Hangbäche nicht im Zuge des Objektschutzes, sondern im Zuge eines Wasserbauprojekts ausgebaut, sind sie auf ein HQ₁₀₀ auszubauen.

5.4.4 Eindolung von Gewässer

Angesichts der mit Eindolungen verbundenen Folgen für den Wasserhaushalt, die Wassertiere sowie den Natur- und Landschaftsschutz und der Tatsache, dass nur in wenigen Fällen eine zwingende Notwendigkeit zur Eindolung bestehe, sind neue Eindolungen und auch der Ersatz bestehender Eindolungen nur in Ausnahmefällen gerechtfertigt. Solche Ausnahmen müssen beispielsweise für bestehende, dichte Überbauungen mit prekären Platzverhältnissen gemacht werden. Bei Neuüberbauungen hingegen sollten die offenen Gewässer in die Planung mit einbezogen werden. Der Begriff der Überdeckung ist dabei umfassend zu verstehen; er beinhaltet sowohl die längsseitige Überdeckung durch Plätze, ganze Strassenläufe, Gebäude etc., wie auch nur die kurze Überdeckung mit Brücken. Eindolungen sind in Röhren verlegte Fliessgewässer. Die obigen Sachverhalte werden in den gesetzlichen Grundlagen Art. 4 WBG und Art. 38 GSchG geregelt.

Die Kapazitätsengpässe der eingedolten Bäche sind auf diversen Abschnitten gegeben (s. Kapitel 4.6) und benötigen eine Kapazitätserhöhung. Die Platzverhältnisse sind sehr eng und Zufahrten zu Liegenschaften sind zu gewährleisten.

Wenn die Behörden Ausnahmen bewilligen "kann", hat sie in ihrem Entscheid eine umfassende Interessenabwägung vorzunehmen. Eine Ausnahmegewilligung kann nur erteilt werden, wenn sich im Rahmen einer umfassenden Interessenabwägung die für eine offene Wasserführung sprechenden Gründe als weniger gewichtig erweisen als die Gründe für eine Eindolung.

5.4.5 Deckenhöhe der Betondurchlässe

Für die Bestimmung der maximalen Strassenanhebungen über den Betondurchlässen wurde davon ausgegangen, dass die Deckenhöhe der Durchlässe total 0.4 m resp. 0.45m beträgt (0.4 m Beton, wenn auf Belag verzichtet und die Betondecke als Fahrbahn genutzt wird resp. 0.3 m Beton und 0.15 m Belag).

5.5 Situationsanalyse Ökologie Talbäche

5.5.1 Ist-Zustand Talbäche

Ökologischer Zustand des Dorfbachs



Langacherbach, Abschnitt Riedmatt [6].

Das Gewässer fließt in einem 0.5 m breiten Blocksatz-Kanal ohne Wassertiefenvariabilität und ohne Uferbereiche. Das einzig ökologisch wertvolle ist die grösstenteils steinige / kiesige Bachsohle.

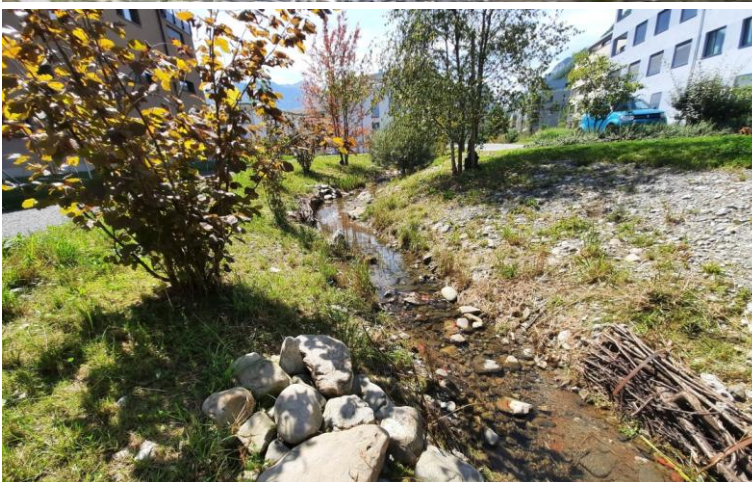
Der ökomorphologische Zustand ist naturfremd (Klasse IV).



Langacherbach, Abschnitt neue Überbauung Riedmatt [6].

Die ökologischen Defizite sind die schmalen Uferbereiche bzw. die gewässerfremde Nutzung (Weg rechts, intensive Wiese links). Der Abschnitt liegt jedoch oft trocken.

Der Abschnitt ist wenig beeinträchtigt (Klasse II).



Dorfbach, Abschnitt Hirsacher.

Der Abschnitt wurde auf einer Länge von 180 m renaturiert.

Variable Gestaltung mit Niederwasser-rinne, Abflachung der Böschungen.

Der ökomorphologische Zustand ist natürlich (Klasse I).

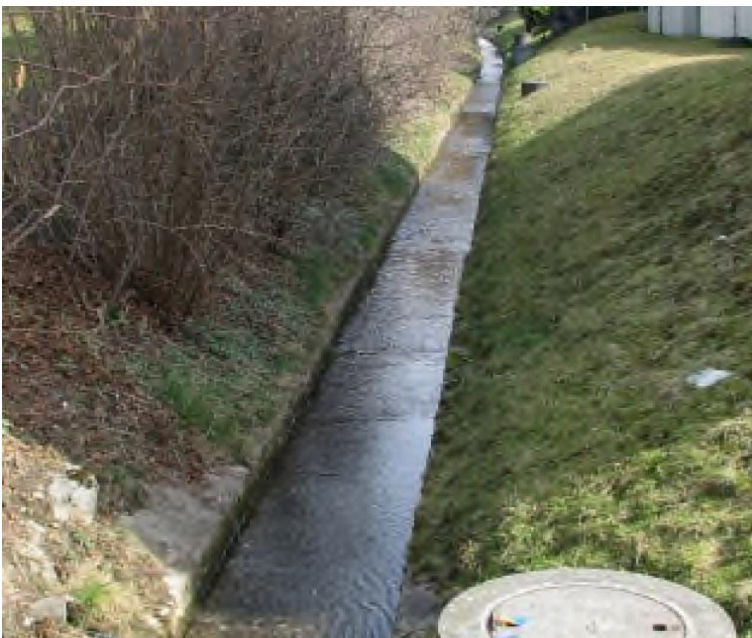


Dorfbach, Abschnitt bei der Oeltrotte [6].

Der Abschnitt wurde auf einer Länge von 85 m renaturiert.

Morphologische Beeinträchtigungen sind die Lenkung der Niederwasserrinne mit einer ingenieurbioologischen Massnahme sowie die geringe Uferbereichsbreite gegenüber dem Gebäude.

Der ökomorphologische Zustand ist wenig beeinträchtigt (Klasse II).



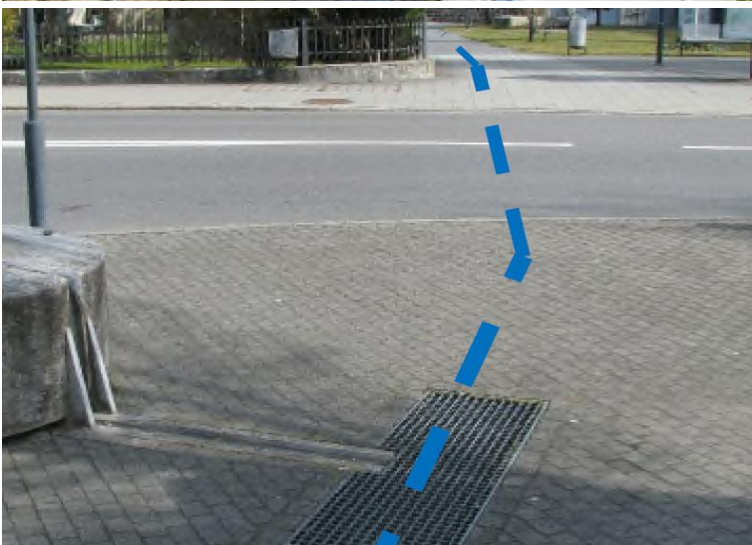
Dorfbach, Abschnitt Am Bach bis Bodenhostatt [6].

Im 230 m langen Abschnitt verläuft der Dorfbach in einem Trapez-Kanal mit künstlich verbauter Sohle und Böschungsfuss.

Die Böschungen sind weitgehend gewässerfremd.

Er ist ständig wasserführend, weist aber ein sehr geringes Gefälle auf.

Der ökomorphologische Zustand ist naturfremd (Klasse IV).



Dorfbach vom Dorfplatz bis zum See [6].

Der Dorfbach verläuft auf den untersten 540 m in einer Eindolung unter dem Dorfplatz, Kieswegen, Quartierstrassen und Grünsteifen durch. Er mündet mit einem Rechteckprofil beim Seepfätzli in den Vierwaldstättersee. Ein einziger Lichtschacht befindet sich beim Dorfplatz.

Aquatische Lebensräume: Aufgrund der langen Eindolung im Mündungsbereich ist der Dorfbach ökologisch stark beeinträchtigt und die Vernetzung mit dem Vierwaldstättersee ist kaum gegeben. Die schlechte Ökomorphologie in den offenen Bereichen hat eine monotone Habitatstruktur zur Folge.

Wasserpflanzen: Das Vorkommen von Wasserpflanzen wurde im Rahmen der ökomorphologischen Aufnahmen grob kartiert (Kanton NW, 2012). Es wurde ein geringes bis mässiges Algen- und Makrophytenvorkommen festgestellt.

Wasserwirbellose: Die wirbellosen Kleintiere (Makrozoobenthos) wurden 2009 grob erfasst [9]. Nur in einem Bereich vom Hirsacher wurden Wasserwirbellose in grösserer Zahl und Dichte festgestellt. Im übrigen Dorfbach wurden lediglich einzelne anspruchslose Arten oder gar keine Wirbellosen gefunden.

Fische: Gemäss Bolz (2009) wurden im ständig wasserführenden Abschnitt oberhalb der Eindolung keine Fische gefunden. In der Eindolung bis auf die Höhe der Kirche wurden Forellen gesichtet.

Wasserqualität: Die Wasserqualität am Dorfbach wird als mässig belastet bis belastet eingestuft [9]; Methode „Äusserer Aspekt“, Algenvorkommen, Zusammensetzung Makrozoobenthos).

Ufervegetation: Der Uferbewuchs ist mit Ausnahme des revitalisierten Abschnittes bei der Oeltrotte gewässerfremd.

Anlagen und Nutzung (Restriktionen):

Tabelle 13: Anlagen und Nutzung (Restriktionen) Dorfbach

Abschnitt	Nutzung / Anlagen	Restriktion / Bemerkung
Riedmatt	Wohnzone, Landwirtschaftszone, Fussweg	Bestehende Fusswegverbindung muss aufrechterhalten bleiben
Hirsacher	Wohnzone, Strassenquerung, Fussweg	Fusswegverbindung zwischen Oeltrotte und Hirsacher muss gewährleistet werden; Zufahrt zum Hirsacher muss aufrechterhalten bleiben
Bodenhostatt	Strassenquerung, Parkplätze für Altersheim	Bestehende Zufahrt / Parkplätze müssen erhalten bleiben
Am Bach bis Bodenhostatt	Wohnzone, Fussweg	Bestehender Fussweg muss aufrechterhalten bleiben
Am Bach	Strassenquerungen	Zufahrt Am Bach muss aufrechterhalten bleiben
Dorfplatz / Stanserstrasse	Dorfzone, Strassenquerungen (Kanton- und Gemeindestasse), Werkleitungen; Vorplätze	Kantonsstrasse / Gemeindestrasse / Parkplätze müssen aufrechterhalten bleiben (enge Platzverhältnisse)
Friedhof / Kirche / Kirchplatz	Dorfzone / Zone für öffentliche Zwecke, Werkleitungen, Kirchweg als Zufahrt Kirche / Friedhof; Unterhalt	Prekäre Platzverhältnisse, Kirchweg muss als Zufahrt aufrechterhalten bleiben
Kirchweg Seestrasse bis Feldstrasse	Wohnzone beidseitig, Kirchweg als Zufahrt für die Liegenschaften, Werkleitungen	Prekäre Platzverhältnisse, Kirchweg muss als Zufahrt aufrechterhalten bleiben
Seeplätzli	Zone für öffentliche Zwecke	Trafostation muss erhalten bleiben

Ökologischer Zustand des Bitzikanals



Bitzikanal [6].

Der Bitzikanal ist grösstenteils eingedolt. Einzig auf Parzelle 711 zwischen Volg und AGRA ist ein offener Abschnitt von 27 m Länge vorhanden. Hier fliesst der Bach in einem Betonkanal mit befestigter Sohle.

Die Ökomorphologie ist entsprechend naturfremd (Klasse IV).

Aquatische Lebensräume: Im offenen Abschnitt ist die Habitatstruktur sehr monoton / verbaut (Kanal).

Wasserpflanzen: Im offenen Abschnitt wurde ein mässig bis starkes Algenvorkommen und ein geringes Makrophytenvorkommen festgestellt (Ökomorphologische Aufnahmen Kanton NW 2012).

Wasserwirbellose: Es liegen keine Angaben zu den Wasserwirbellosen vor.

Fische: Im offenen Abschnitt wurden Fische festgestellt (Beobachtung L. Spalinger 13.5.2014)

Wasserqualität: Es liegen keine Angaben zur Wasserqualität vor.

Ufervegetation: Der kanalisierte Bach verfügt über keine Ufervegetation.

Anlage und Nutzungen (Restriktionen)

Tabelle 14: Restriktionen Bitzikanal

Abschnitt	Nutzung / Anlagen	Restriktion / Bemerkung
Bürgenstockstrasse	Gemeindestrasse; Werkleitungen	Verbindung / Strasse muss aufrechterhalten bleiben
Vorderboden	Dorfzone, Werkverkehr und Zufahrt zu Liegenschaften, Parklätze	Zufahrten müssen aufrechterhalten bleiben.
Vorderboden bis Sonnhaldenstrasse	Gemeindestrasse links, unüberbaute Wohnzone rechts	Gewässerraum wurde bereits mit 6 m festgelegt.
Sonnhaldenstrasse	Gemeindestrasse; Werkleitungen	Verbindung / Strasse muss aufrechterhalten bleiben
Stationsstrasse	Gemeindestrasse, Werkleitungen	Verbindung / Strasse muss aufrechterhalten bleiben

Ökologischer Zustand des Rotigrabens



Rotigraben [6].

Der Rotigraben ist grösstenteils eingedolt. Nach Querung der Kantonsstrasse fliesst er in einem trapezförmigen, 275 m langen Graben. Defizite: Die Böschungsfüsse bestehen mehrheitlich aus dichtem Blocksatz. Die Bachsohle ist stellenweise undurchlässig verbaut. Dem Gerinne fehlt es an Tiefen- und Breitenvariabilität und an einer gewässergerechten Bestockung. *Der ökomorphologische Zustand ist naturfremd (Klasse IV).*



Aquatische Lebensräume: Der revitalisierte unterste Abschnitt verfügt über vielfältige Strukturen im und am Wasser. Bachaufwärts herrscht im kanalisiertem Gerinne eine monotone Habitatstruktur vor. Der eingedolte Abschnitt bietet keinen Lebensraum.

Wasserpflanzen: Es wurde ein mässiges Algen- und Makrophytenvorkommen festgestellt (Ökomorphologische Aufnahmen Kanton NW, 2012).

Wasserwirbellose: Es liegen keine Angaben zu den Wasserwirbellosen vor. Im angrenzenden Scheidgraben wurden zwischen 2001 und 2009 maximal 27 Arten gefunden (DÜFUR AquaPlus, 2012).

Fische: Im Rotigraben kommen Bachforellen und Hechte vor (Rau, 2010). Im Scheidgraben ist das Vorkommen von weiteren Arten wie z. B. die Groppe, Trüsche oder Bachneunauge bekannt. Auch die Seeforelle gehört zum potenziellen Artenspektrum des Rotigrabens.

Wasserqualität: Es liegen keine Angaben zur Wasserqualität vor.

Ufervegetation: Der Uferbewuchs ist mit Ausnahme der revitalisierten Strecke gewässerfremd.

Anlage und Nutzungen (Restriktionen):

Abschnitt	Nutzung / Anlagen	Restriktion / Bemerkung
NAPAG bis Herdern	Wald linksseitig, Rollfeld rechtsseitig	Rollfeld und Zugänge müssen aufrechterhalten bleiben
Herdern bis Stanserstrasse	Rollfeld links, Wohnzone rechts;	Rollfeld und Zugänge müssen aufrechterhalten bleiben
Stanserstrasse	Kantonsstrasse	Verbindung muss aufrecht erhalten bleiben

Beim Rotigraben ist ein Kapazitätsdefizit vorhanden. Eine dichte Überbauung mit prekären Platzverhältnissen kann im heutigen Zustand nicht festgestellt werden. Der Bach soll um die Siedlung verlegt und wo sinnvoll möglich offengelegt werden (öffentliches Interesse).

Mit der Stellungnahme vom 13. Februar 2026 informiert die armasuisse über die folgende, neue Ausgangslage: Aufgrund der geopolitischen Lage, des aktuellen sowie des heute bekannten, zukünftigen Nutzerbedarfs seitens der Armee hat sich die Ausgangslage für die zukünftige Nutzung der Objekte an diesem Standort komplett verändert. Die heute genutzten Objekte sollen ab 2031 weiterhin in Betrieb bleiben und militärisch langfristig genutzt werden. Dazu wird das Nutzungskonzept (NUK) bis im Frühling 2027 erarbeitet, um die zukünftigen Nutzungen, sowie die baulichen und die betrieblichen Anforderungen verbindlich festzulegen. Erst mit dem Vorliegen dieses Nutzungskonzeptes können die Linienführung des Rotgrabens definiert sowie die entsprechenden Massnahmen für den Hochwasserschutz und die Revitalisierung geplant werden, was auch die Möglichkeiten zur Offenlegung oder erneuten Eindolung beinhaltet.

5.5.2 Ist Zustand Hangbäche / Abflusswege

Die Abflusswege und Hangbäche wurden noch nicht im Detail betrachtet. Die Hangbäche sind aber weitgehend eingeschränkt, eingedolt oder kanalisiert und es sind diverse Abstürze vorhanden. Sie sind häufig trocken und springen nur bei Niederschlagsereignissen an. Ein Beispiel dafür ist der Langacherbach. Dieses Bild kann grundsätzlich auf die Verhältnisse der weiteren Hangbäche und Abflusswege übertragen werden.



Langacherbach [6].

Der Langacherbach verläuft in einem 0.5 m breiten Blocksatzkanal mit teilweise vermörtelten Steinen. Er fällt zeitweise trocken. Dem Gerinne fehlen gewässergerechte Uferbereiche.

Der ökomorphologische Zustand ist naturfremd (Klasse IV).



Nasmannsbach

Der Nasmannsbach verläuft in einem schmalen Gerinne (Breite ca. 50 cm), teilweise im Fels. Oberhalb und unterhalb der Stadelstrasse ist er offen geführt, auf den letzten rund 45 m ist er eingedolt. Die Eindolung (Rohr) mündet in die Meteorleitung (Bachleitung) in der Hofurlistrasse. Der Nasmannsbach fällt oft trocken.

Der ökomorphologische Zustand ist naturfremd (Klasse IV).

5.5.3 Naturzustand / Referenzsystem Talbäche

Einen guten Hinweis zum Naturzustand gibt die Siegfriedkarte (vgl. Abbildung 16)



Abbildung 16: Erstaussgabe Siegfriedkarte Ennetbürgen, überlagert über das Luftbild (Auszug map.geo.admin.ch, März 2021)

Talbäche

Der Talboden wurde ursprünglich mit mehreren Gerinnen entwässert, welche in den Vierwaldstättersee münden. Sie weisen nicht mehr ihren ursprünglichen Verlauf auf und wurden im Rahmen der Siedlungsentwicklung umgelegt, begradigt oder eingedolt.

Aufgrund der Siedlungsstrukturen und der Restriktionen ist ein Naturzustand für die Gewässer nicht mehr möglich. Deshalb soll mit dem vorliegenden Projekt ein Referenzzustand angestrebt werden, der möglichst naturnah ist und bereits bei der Oeltrotte, beim Hirsacher oder beim Rotigraben umgesetzt wurde.

Hangbäche / Abflusswege

Am Hang sind nur die Gerinne Langacherbach, Nasmannsbach, Stadelbach und Kleiner und Grosser Friedhöfler im Siedlungsgebiet erkennbar.

Aufgrund der Siedlungsstruktur, der Restriktionen und des steilen Geländes ist ein Naturzustand für Hangbäche nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt möglich.

Referenztyp

Grundsätzlich unterschieden sich diese beiden Referenztypen nicht gross voneinander. Beim Wiesenbach innerhalb der Siedlung ist aufgrund des Platzmangels ein stark variables Gerinne schwieriger umzusetzen. Dasselbe gilt auch für unterspülte Ufer und eine dichtere Bestockung bis zur Sohle, welche aufgrund der engen Platzverhältnisse im Siedlungsgebiet schwieriger umzusetzen sind.

Referenztyp Wiesenbach in der Siedlung

Bsp. Oeltrotte [6]



- flache und steile Uferböschungen in Anlehnung an Prall- und Gleithang eines Mäanders
- Gewässersohle siltig bis kiesig
- Niederwasserrinne geschwungen, U- bis V-förmig in Kies eingebettet
- grosse Breiten- und Tiefenvariabilität
- kiesige Uferböschungen
- 25-30 % Bestockung

Referenztyp Wiesenbach in der Landwirtschaft

Bsp. Rotigraben, Einmündung in den Scheidgraben [6]



- flache und steile Uferböschungen in Anlehnung an Prall- und Gleithang eines Mäanders
- Gewässersohle siltig bis kiesig
- Niederwasserrinne geschwungen, U- bis V-förmig in Kies eingebettet
- grosse Breiten- und Tiefenvariabilität
- kiesige Uferböschungen, stellenweise unterspülte Ufer
- 50-80 % Bestockung lokal bestockter Böschungsfuss, Weiden bis an Wasserlinie, über Gewässersohle hängend, überhängende Vegetation

5.5.4 Defizitanalyse (Vergleich Ist- und Referenzzustand)

Die Defizite betreffend Ökologie können aus der Ökomorphologie und dem Ist-Zustand abgeleitet werden, vgl. Kapitel 4.7 und 5.5:

Dorfbach

- Eingedoltes Gewässer auf längeren Abschnitten
- Wo das Gerinne offen verläuft, sind die Ufer verbaut
- Monotone Gerinnestruktur; fehlende Breiten- und Tiefenvariabilität (Ausnahmen Oeltrotte)
- Fehlendes Niederwassergerinne
- Fehlende terrestrische und aquatische Vernetzung; fehlende Flachufer
- Unzureichende oder gewässerfremde Bepflanzung

Bitzikanal

- Eingedoltes Gewässer auf beinahe der gesamten Länge
- Wo das Gerinne offen verläuft, sind die Ufer verbaut; Kanal
- Monotone Gerinnestruktur; fehlende Breiten- und Tiefenvariabilität
- Fehlendes Niederwassergerinne
- Fehlende terrestrische und aquatische Vernetzung; fehlende Flachufer
- Unzureichende oder gewässerfremde Bepflanzung

Rotigraben

- Eingedoltes Gewässer auf beinahe der gesamten Länge
- Monotone Gerinnestruktur; fehlende Breiten- und Tiefenvariabilität
- Fehlendes Niederwassergerinne
- Fehlende terrestrische und aquatische Vernetzung; fehlende Flachufer
- Unzureichende oder gewässerfremde Bepflanzung

Hangbäche / Abflusswege

- Eingedolte Gewässer auf beinahe der gesamten Länge
- Wo das Gerinne offen verläuft, sind die Ufer verbaut; Kanal; Fels
- Monotone Gerinnestruktur; fehlende Breiten- und Tiefenvariabilität
- Fehlendes Niederwassergerinne
- Fehlende terrestrische und aquatische Vernetzung
- Unzureichende oder gewässerfremde Bepflanzung

5.6 Zieldefinition Ökologie

5.6.1 Talbäche

Aufgrund der ökologischen Defizite besteht im Projektperimeter Handlungsbedarf. Durch eine Abflachung der Ufer und eine entsprechende Gestaltung des Gerinnes sowie des Gewässerraumes sollen neue Lebensräume geschaffen, die Vernetzung verbessert und das Landschaftsbild aufgewertet werden. Der Gewässerraum wird im Rahmen der Teilrevision der Zonenplanung raumplanerisch ausgeschieden und kann entsprechend gestaltet werden. Die Ausgestaltung des Baches soll den Anforderungen an den Hochwasserschutz genügen. Folgende Ziele werden mit dem Projekt angestrebt:

Gewässerraum

- Der Gewässerraum wird ausgeschieden und in der Nutzungsplanung umgesetzt (erfolgte bereits im Rahmen der Teilrevision Nutzungsplanung)

Diese Ziele gelten für alle Bäche. Aufgrund der Restriktionen bzw. Nutzung und Anlagen, welche weiterhin gewährleistet werden müssen, sind diese Ziele aber sehr gut bis weniger gut umzusetzen. Besonders der Bitzikanal kann aufgrund der Siedlungsstruktur nur eingeschränkt offengelegt werden und auch der vorgegebene Gewässerraum ist mit 6 m sehr gering, weshalb eine Breiten- und Tiefenvariabilität beschränkt möglich ist. Dasselbe gilt für den Dorfbach im Bereich der Kantonsstrasse und vom Kirchweg, wo er nicht komplett ausgedolt werden kann. Somit sind für die Talbäche folgende weitere Ziele erforderlich:

- keine vollständig dunklen Abschnitte (Lichtschächte)
- Durchlässe / Eindolungen als Betonkanal oder Wellstahldurchlass mit Kiesohle und Bermen für die Vernetzung

Lebensraum / Ökologie

- Verbessern der ökomorphologischen Situation durch Aufwertungsmassnahmen
- Schaffen von mehr Breiten- und Tiefenvariabilität in der Sohle; Anlegen eines Niederwassergerinnes mit natürlicher Sohle
- Verbessern der aquatischen und der terrestrischen Längsvernetzung; Fischgängigkeit gewährleisten
- Fördern der Biodiversität
- Schaffen eines möglichst naturnahen, mit ingenieurb biologischen Massnahmen gesicherten Gerinnes und strukturreicher Sohlengestaltung mit Totholzelementen, soweit es die Gefällsverhältnisse zulassen
- Schaffen eines raumwirksamen, gut durchgrüntes Elementes im Siedlungsgebiet von Ennetbürgen
- Gründung eines Hochstaudensaumes am Übergang Wasser-Land; Anlegen einer artenreichen Wiese an der Uferböschung; Ansaaten
- Naturnahe, standortheimische Bepflanzung der Böschungen, strauchreich und mit Einzelbäumen; Ausreichende Beschattung des Gewässers
- Naturnahe Mündung in den See; Ausbilden von Flachufer
- Gewährleisten einer den Lebensräumen und Zielarten gerechten Pflege der Vegetationselemente (Pflegeplan)

5.6.2 Entwicklungsziele Hangbäche / Abflusswege

Für die Hangbäche gelten grundsätzlich die gleichen Ziele wie bei den Talbächen, sind aber aufgrund der steilen Hanglagen schwieriger umzusetzen. Zudem führen diese Bäche in der Regel kaum Wasser. Im Bereich der Strassen (Bsp. Hofurlistrasse) kann der Bach nicht offengelegt werden und die Ableitung erfolgt in Rohren.

Folgende Ziele sind umzusetzen:

- Offenlegung des Gerinnes, wo es die Platz- und Gefällsverhältnisse zulassen; Vergrösserung der Abflusskapazität
- Naturnahe, standortheimische Bepflanzung der Böschungen, strauchreich und mit Einzelbäumen; Förderung eines wichtigen Grünzugs im Siedlungsgebiet; fördern der Biodiversität innerhalb der Siedlung

6 Schadenpotential / Risiko

Die Risikoanalyse gibt Antwort auf die Frage: Was kann passieren, bzw. welches Risiko wird akzeptiert? In einem abgegrenzten Gebiet wird das Risiko als Funktion der Wahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses und der möglichen Schadenfolge überprüft. Das Risiko ist das Mass für die Grösse einer Gefährdung. Die Risikoanalyse dient zur Festlegung des Handlungsbedarfs und zur Planung der Massnahmen zur Risikominderung.

Risiken infolge von Naturgefahren werden oft in Form jährlicher Schadenerwartungswerte mit der Einheit Anzahl Todesopfer pro Jahr bzw. Franken pro Jahr definiert.

Das Risiko wird als individuelles und als kollektives Risiko charakterisiert:

- Individuelles Risiko: Wahrscheinlichkeit für eine Einzelperson an einer Gefahrenstelle getötet zu werden. Das maximal tolerierbare, individuelle Risiko (Todesfallrisiko) liegt bei Hochwasser unter dem Grenzwert von 10^{-5} / Jahr.
- Kollektives Risiko: Das kollektive Risiko gibt den Erwartungswert der Gesamtheit aller Schäden (Schäden an Personen und Sachwerten) einer Bezugseinheit wieder.

Die Risikobetrachtung wurde durch die oeko-b ag (2022/2026) durchgeführt (Anhang 5). Für die Herleitung des Schadenpotentials wurden die Basisdaten verwendet, welche im Rahmen der Erstellung von Risikoübersichten im Kanton Nidwalden im Frühjahr 2020 verfeinert wurden.

Das Risiko wurde für drei verschiedene Prozessquellen betrachtet. Die Betrachtung wurde in Massnahmen für die Talbäche Dorfbach/Bitzikanal und die Massnahmen am Hang aufgeteilt. Der Rotigraben wurde separat betrachtet, da es sich hier im Falle einer Offenlegung im Wesentlichen um ein Revitalisierungsprojekt handelt.

Vor Umsetzung der Massnahmen beträgt somit das Risiko:

- Dorfbach / Bitzikanal: 465'597 CHF/a.
- Rotigraben: 430'680 CHF/a.
- Hangbäche / Abflusswege. 1'777'195 CHF/a.

Das individuelle Risiko vor Massnahmen lag bei allen Objekten im tolerierten Bereich von kleiner 10^{-5} .

7 Massnahmenplanung

7.1 Projektperimeter

Der Projektperimeter wird in zwei Gebiete eingeteilt. Das eine Gebiet erstreckt sich über die Talebene bzw. die Talbäche, das andere über das Gebiet am Hang. Zum Hang gehören die Hangbäche und Abflusswege sowie die Massnahmen zwischen dem Hangfuss und der Bürgenstockstrasse im Landwirtschaftsgebiet.

Im Siedlungsbereich geht die Umsetzung der Massnahmen entlang der Abflusswege und Gewässerräume grundsätzlich zu Lasten der Grundeigentümer. Das heisst, dass diese Massnahmen im Rahmen von Objektschutzmassnahmen umzusetzen sind.

Für Massnahmen im Bereich der Strassen (Strassenquerungen) sowie solche ausserhalb des Siedlungsgebietes sind die Aufwendungen für die Umsetzung durch die Gemeinde, bzw. durch das Hochwasserschutzkonzept zu tragen.

7.2 Variantenstudium und Entscheide Talbäche

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden durch die Fa. Kissling + Zbinden (2015) verschiedene Varianten untersucht [6]. Diese sind in den nachfolgenden Kapiteln erläutert. Auf allfällige Änderungen zum vorliegenden Konzept wird zwecks Nachvollziehbarkeit in eckigen Klammern [] hingewiesen (beispielsweise neue Namensgebungen, heute nichtexistierende Abflusswege, etc.).

7.2.1 Teilvarianten Talbäche

Für die Talbäche wurden folgende Varianten untersucht:

- Retention Langacher [Langacherbach]
- Abflussmengen Dorfbach / Rotigraben mit / ohne Langacher [Langacherbach]
- Absenkung Sohle Dorfbach und Vorderboden [neu Bitzikanal]
- Linienführung Rotigraben mit / ohne Sleeping-Base
- Linienführung durch / ausserhalb Siedlung Oberboden / Rotigraben

Variante Retention Langacher

„Diese Variante sieht vor, den Langacher [Langacherbach] auf der Landwirtschaftsparzelle zwischen Riedmatt und Rollfeld im Hochwasserfall durch einen Damm zurückzuhalten und vor dem Eintritt in den Dorfbach zu drosseln. Aus den folgenden Gründen wurde diese Variante verworfen:

- Der Einfluss dieser Retention ist wegen den relativ geringen Abflussmengen zuoberst beim [Einlauf in den] Dorfbach sehr beschränkt.
- Eine Einleitung des Langacher in den Rotigraben führt in dessen ausgebautem Gerinne im Hochwasserfall nur zu minimalen Wasserspiegelzunahmen [6].“

Varianten Abflussmengen Dorfbach / Rotigraben mit / ohne Langacher

„Der Hangbach Langacher Ost [Langacherbach; im alten Konzept existierte die Aufteilung in Abflussweg oberhalb Hofurlistrasse (heutiger Langacher Ost) und Langacherbach (Bereich unterhalb Hofurlistrasse) noch nicht] mündet im heutigen Zustand in den Dorfbach. Für den Abflussweg Langacher West war zu Beginn des Vorprojekts das gleiche vorgesehen (*Abbildung 15*). Hydraulikberechnungen für die Talbäche haben jedoch gezeigt,

- dass mit den Abflussmengen Langacher West und Ost die Schutzziele im Vorderboden [neu Bitzikanal] und im unteren Teil des Dorfbachs aufgrund des geringen Gefälles und des Seerückstaus trotz massiven Gerinneausbauten nicht erreicht werden können und
- dass eine Einleitung der totalen Hochwassermengen Langacher West und Ost in den Rotigraben bezüglich Hydraulik einen geringen Einfluss hat, resp. die Kapazität eines ausgebauten Rotigrabens gegeben wäre (*Anhang 2: Staukurvenberechnung Rotigraben*).

Es wurde deshalb entschieden, den Langacher Ost [Langacherbach] und West in den Rotigraben umzuleiten. Da für den Langacher Ost im aktuellen Zonenplan ein Gewässerraum ausgeschieden ist, wurde die Umleitung in einer früheren Version als Gewässerraum und nicht als Abflussweg vorgesehen [6].“

Der heute deutlich geringer angenommene Abfluss aus dem Langacherbach in den Dorfbach (vgl. [3] und [4]) führt aber dazu, dass der Langacherbach – entgegen der Schlussfolgerung von Kissling + Zbinden (2015) –

nicht in den Rotigraben umgeleitet werden soll. Eine Entlastung des Dorfbachs durch die Umleitung des Langacherbachs wäre nicht wesentlich.

Variante Absenkung Sohle Dorfbach und Vorderboden

„Die Hydraulikberechnungen des Dorfbachs und Vorderboden [neu Bitzikanal] zeigten schnell auf, dass die Abflusskapazitäten im Vorderboden und im unteren Teil des Dorfbachs (ab Bodenhostatt) infolge des geringen Sohlengefälles und des Seerückstaus gemäss Hochwasserszenarien ungenügend sind. Eine Absenkung der Bachsohlen wurde deshalb geprüft.

Vorderboden: Die Absenkung hat zur Folge, dass die bestehende Schmutzwasserleitung NW 300 mm in der Seestrasse bis zum bestehenden Pumpwerk rechtsufrig des Dorfbachs auf einer Länge von ca. 150 m tiefer gelegt oder das Schmutzwasser via neuem Pumpwerk unter dem Vorderboden durchgepumpt werden muss.

Dorfbach: In der Feld-, Alpen- und Seestrasse quert jeweils eine Schmutzwasserleitung den Dorfbach. Eine Teilabsenkung des neuen Gerinnes wäre ohne Eingriffe in die Höhenlage der Schmutzwasserleitungen möglich.

Aufgrund der geringen Wirkung, der hohen Kosten (tiefes Gerinne, Verlegung Schmutzwasserleitung resp. Bau eines Pumpwerks) und des erhöhten Ablagerungsrisikos in den neuen Bachgerinnen wurde im definitiven Vorprojekt auf eine Sohlenabsenkung im Dorfbach und Vorderboden verzichtet (*Protokoll 29.08.2012*) [6].“

Varianten Linienführung Rotigraben mit / ohne Sleeping Base

Bis noch vor wenigen Jahren wurde anhand des Sachplans Militär davon ausgegangen, dass der Standort in Ennetbürgen bis 2030 komplett aufgegeben wird und dass es auch keine SleepingBase mehr geben soll. Aus diesem Grund wurden zwei Linienführungen diskutiert (*Abbildung 17*):

- der Rotigraben wird am Hangfuss nördlich parallel entlang des Rollfelds dargestellt (Szenario ohne Sleeping-Base)
- der Rotigraben verläuft 6 m südlich parallel entlang dem Rollfeld (Szenario mit Sleeping-Base)

An der Projektsitzung der Gemeinde vom 24. Januar 2014 wurde aufgrund der damals aktuellsten Informationen betreffend Weiterführung Flugplatz entschieden, die Variante ohne Sleeping-Base weiterzuverfolgen und im definitiven Vorprojekt darzustellen [6].

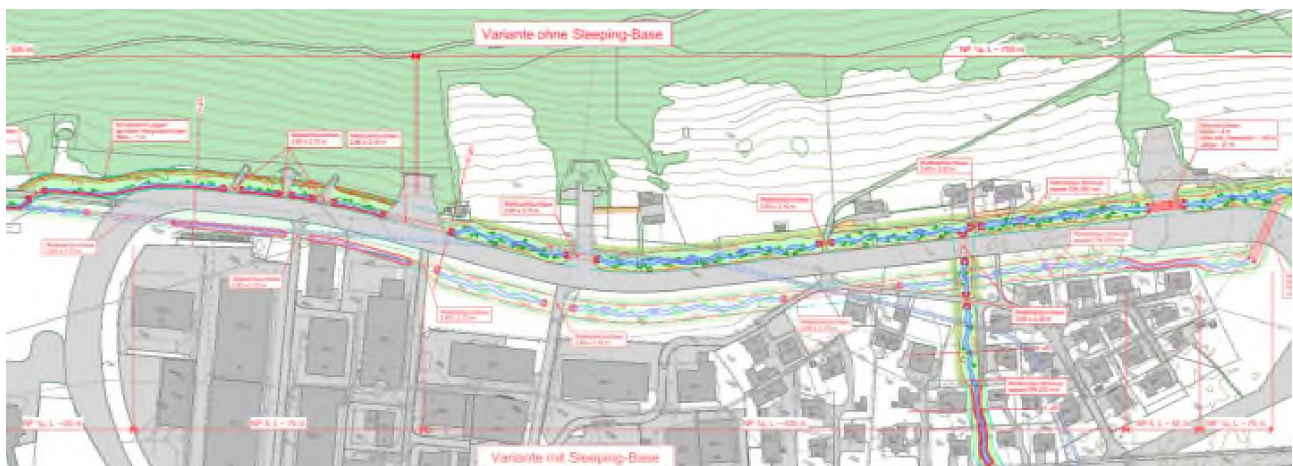


Abbildung 17: Plananschnitt Situation Rotigraben (Gemeindegrenze - Stanserstrasse), 3.12.2012 [6].“

Mit der Stellungnahme vom 13. Februar 2026 informiert die armasuisse über die folgende, neue Ausgangslage: Aufgrund der sich seither veränderten geopolitischen Lage, des aktuellen sowie des heute bekannten, zukünftigen Nutzerbedarfs seitens der Armee hat sich die Ausgangslage für die zukünftige Nutzung der Objekte an diesem Standort komplett verändert. Die heute genutzten Objekte sollen ab 2031 weiterhin in Betrieb bleiben und militärisch langfristig genutzt werden. Dazu wird das Nutzungskonzept (NUK) bis im Frühling 2027 erarbeitet, um die zukünftigen Nutzungen, sowie die baulichen und die betrieblichen Anforderungen verbindlich festzulegen. Erst mit dem Vorliegen dieses Nutzungskonzeptes können die Linienführung des Rotigrabens innerhalb des in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgezeigten Planungsperrimeters definiert sowie die entsprechenden Massnahmen für den Hochwasserschutz und die Revitalisierung geplant werden.

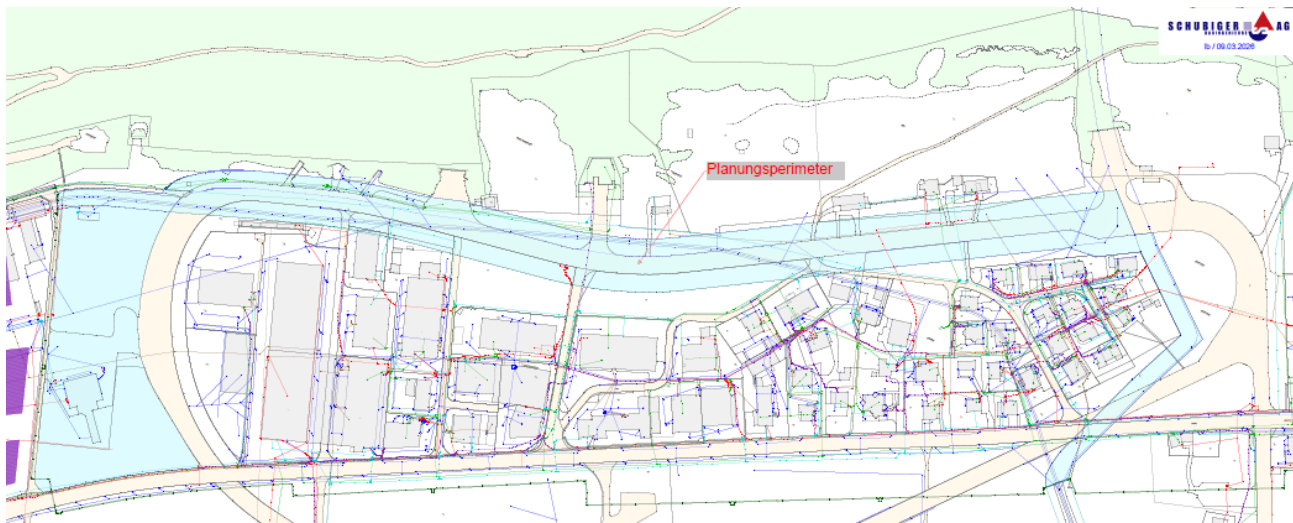


Abbildung 18: Planungsperimeter Rotigraben.“

Varianten Linienführung Rotigraben durch / ausserhalb Siedlung Oberboden / Rotigraben

„Auf Begehren einer Erbgemeinschaft mit betroffenen Parzellen wurde zur bestehenden Linienführung durch die Siedlung Oberboden / Rotigraben (Abbildung 18) Anfangs 2014 eine Linienführung des Rotigraben um die Siedlung im Uhrzeigersinn herum geprüft.“

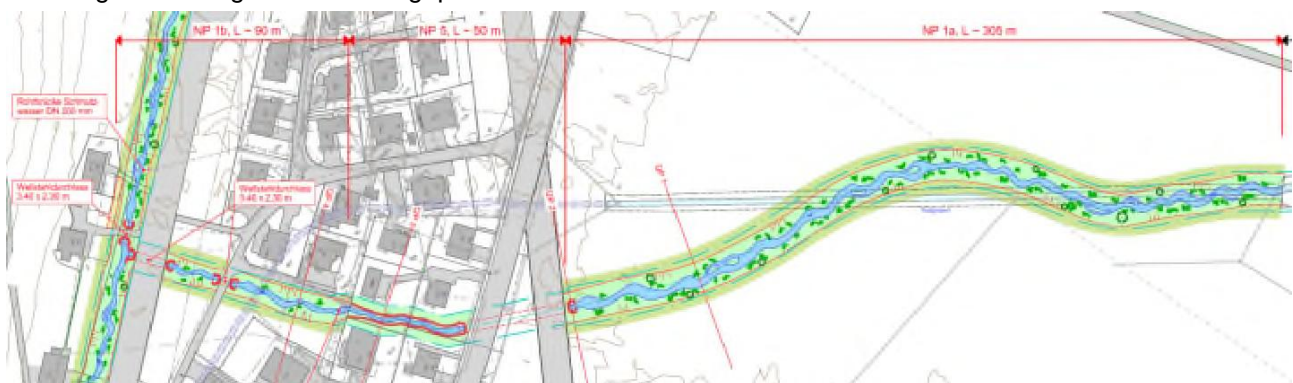


Abbildung 19: Planausschnitt Situation Rotigraben (Stanserstrasse – Einmündung Scheidgraben), 11.04.2014 [6].“

Die Variante Rotigraben ausserhalb Siedlungsgebiet ist aus hydraulischer Sicht grundsätzlich machbar. Folgende Punkte sind gegenüber der ersten Variante zu beachten:

- Die Linienführung des Rotigrabens verlängert sich um ca. 150 m, dafür wird der Abflussweg Langacher [West] um ca. 120 m kürzer.
- Die bestehende Bachleitung muss im Bereich des Siedlungsgebietes aufrechterhalten werden, da sehr viele Regenwasserleitungen in diese Bachleitung eingeleitet werden.
- Das Gefälle des Rotigrabens im untersten Abschnitt (Mündung Scheidgraben bis zur Einleitung des Langacher) ist mit 0.4 ‰ sehr klein. Es kann allenfalls zu Auflandungen kommen.
- Im Bereich der querenden Schmutzwasserleitungen müssen die Ufer erhöht werden, damit das Wasser bei einem Zuschlagen der Rohrbrücke kontrolliert abgeleitet und unterhalb der Rohrbrücke zurück ins Gerinne geleitet werden kann. Für den Unterhalt im Bereich der unteren Rohrbrücke (Entfernen von Geschwemmsel, etc.) ist eine Zufahrt notwendig.
- Oberhalb der Querung der Schmutzwasserleitungen ist je ein Holzrückhalt vorzusehen.

Der Gemeinderat hat im Frühling 2014 beschlossen, die Linienführung ausserhalb des Siedlungsgebietes weiter zu verfolgen [6].“

7.2.2 Variantenstudie Ableitungssystem Vorderboden und Dorfbach

„Aufgrund des Seerückstaus gemäss Hochwasserszenarien (*Kapitel 5.6*) kann die Hochwassersicherheit (Einhaltung Schutzziele) des Vorderbodens [neu Bitzikanal] und unteren Teil des Dorfbachs beim Unterqueren von Strassen nur durch Strassenanhebungen gewährleistet werden. Im Bereich Volg-AGRA des Vorderbodens ist eine Anhebung der Strassennivelette jedoch nicht zulässig, da das Manövrieren mit Pneustaplern aufgrund der Strassengefälle verunmöglicht würde (Nullvariante). Für eine Reduktion der Strassenanhebungen wurde entschieden, das Freibord für die Durchlässe Vorderboden und Dorfbach (Stanser-, Alpen- und Seestrasse) auf die Geschwindigkeitshöhe zu reduzieren, so dass zumindest die Energielinien eines 100-jährlichen Hochwassers für die Durchlasshöhen berücksichtigt werden.

Verschiedene Varianten, um die Strassenanhebungen im Abschnitt Volg-AGRA zu reduzieren, wurden geprüft [6]:

0. Nullvariante
1. Entlastung Vorderboden in Dorfbach
2. Überlastkorridor Volg-AGRA für Vorderboden“

0. Nullvariante

„Diese Variante ist die Ausgangsvariante für die Varianten 1 und 2:

- Gewässerraum, Abflussmengen, Hochwasserszenarien gemäss *Kapitel 5* (Ausnahme: Gewässerraumbreite Vorderboden ab Ende AGRA bis Stationsstrasse entlang Parzellen Nr. 29, 610, 1323: 11 m)
- Normalprofile Dorfbach und Vorderboden wie in der definitiven Vorprojektvariante (Plan 1809-31) ausser beim Abschnitt Vorderboden Volg-AGRA gemäss Abbildung 20.

Bei dieser Variante müssten die Strassen über den Durchlässen Volg und AGRA um 45 cm resp. 55 cm angehoben werden. Alle notwendigen Strassenanhebungen über den Durchlässen Vorderboden und Dorfbach sind im Anhang 3.1 Variante 0 ersichtlich [6].“

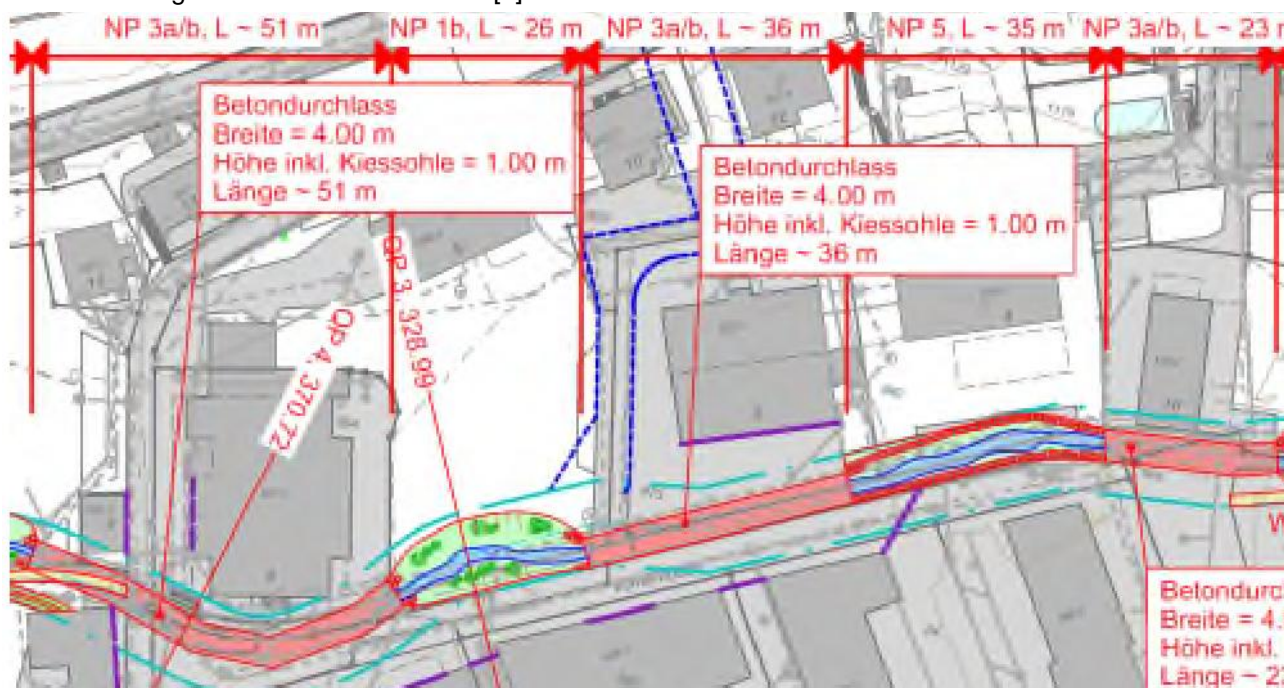


Abbildung 20: Plananschnitt Situation Vorderboden und Dorfbach (Abschnitt Oeltrotte – Seemündung), 11.04.2014 [6].“

1. Entlastung Vorderboden in Dorfbach

„Eine Teilentlastung von 3 m³/s des Vorderbodens [Bitzikanal] via Bürgenstockstrasse in den Dorfbach wurde untersucht. Eine Gegenüberstellung der Hochwasserpegel P₁₀₀ im Vorderboden (Einmündung Stadel- und Bitzibach: 435.15 m ü. M.) und im Dorfbach (Dorfplatz: 435.00 m ü. M.) verdeutlicht, dass eine Entlastungsleitung vom Vorderboden in den Dorfbach aufgrund des kleinen hydraulischen Potentials nur sehr beschränkt funktioniert, mit grossen Kosten von ca. 0.5 Mio. CHF verbunden ist und ein Überlastkorridor Volg-AGRA trotzdem benötigt wird, um Strassenanhebungen von 15 bis 25 cm über den Durchlässen zu vermeiden.

Eine fiktive, komplette Entlastung des Vorderbodens via Bürgenstockstrasse in den Dorfbach in Form eines Überlastkorridors wurde ebenfalls untersucht. Aufgrund des Seerückstaus müssten imaginäre Strassenanhebungen von 10 bis 20 cm über den Durchlässen Volg-AGRA vorgesehen werden.

Folgende Punkte sprechen gegen eine Entlastung in den Dorfbach:

- Die Kapazität des Dorfbachs ist bereits ausgereizt.
- Eine Entlastung in den Dorfbach hat evtl. auch einen Einfluss auf die Verkehrsführung der Kantonsstrasse.
- Mit einer ‚Umleitung‘ nimmt man eine Verlagerung der Hochwassergefährdung in Kauf.
- Mit zwei unabhängigen Gerinnen (Dorfbach und Vorderboden) erreicht man eine grössere Systemsicherheit.

Eine Entlastung in den Dorfbach dient deshalb nicht als Lösung.

Alle notwendigen Strassenanhebungen über den Durchlässen Vorderboden und Dorfbach der zwei hier beschriebenen Varianten sind im *Anhang 3 Variante 1a und 1b* ersichtlich [6].“

2. Überlastkorridor Volg-AGRA für Vorderboden

„Da eine Entlastungsleitung und andere untersuchte Varianten (*Kapitel 6.1.1*) aufgrund des Seerückstaus immer noch zu nicht tolerierbaren Strassenanhebungen über den Durchlässen Volg-AGRA des Vorderbodens [Bitzikanals] führen, drängt sich zwingend ein Überlastkorridor Volg-AGRA auf, welcher im Hochwasserereignis mit Objektschutzmassnahmen ausgebildet wird. Bei dieser Variante ergäben sich keine Strassenanhebungen über den Durchlässen Volg und AGRA. Alle notwendigen Strassenanhebungen über den Durchlässen Vorderboden und Dorfbach dieser Variante sind im Anhang 3 Variante 2 ersichtlich.

Die Objektschutzmassnahmen können generell mit mobilen oder festen Elementen erfolgen, wobei letztere aus Sicherheitsgründen vorzuziehen sind:

- feste Elemente (z.B. mit Bodenwellen, selbstschliessenden Toren und Klappschotten). Im Abschnitt zwischen Volg und AGRA ist das nicht ganz einfach. Es müssen verschiedene Randbedingungen berücksichtigt werden, z.B. hohe Anforderungen bzgl. Bodenebenheit (Staplerfahren). Bislang war der Standort AGRA bei Hochwasserereignissen auch ein wichtiger Ausgangspunkt für Einsätze mit Baumaschinen.
- mobile Elemente: Da die Reaktionszeit bei einem Bachhochwasser lediglich 1-2 h (Sommergewitter) beträgt, muss ein entsprechendes Alarmdispositiv erarbeitet werden. Sogar die Kombination eines Normalpegelstandes des Sees von 433.58 m ü. M. mit einem 100-jährlicher Abfluss im Vorderboden führt dazu, dass die Objektschutzmassnahmen beim Abschnitt Volg-AGRA installiert werden müssen, um eine Überflutung des angrenzenden Terrains zu verhindern [6].“

7.2.3 Bestvariante Talbäche

Die Bestvariante der Talbäche beinhaltet somit folgende Punkte und ist in den Massnahmenplänen 1809-11 und -21 abgebildet:

Dorfbach:

- Ausbau Gerinne und ökologische Aufwertung zwischen der Riedmatt und Am Bach
- Strassenanpassung / Anhebung der Strasse (Kuppe)
- Kapazitätsvergrösserung Durchlasse zwischen Am Bach bis Einmündung Stationsstrasse mit kurzen Abschnitten, die offengelegt werden
- Offenlegung Abschnitt Mündung in den See, Flachufer
- Strassenanpassung / Anhebung

Bitzikanal:

- Offenlegung im Bereich Bürgenstockstrasse bis zum Volg
- Umlegung und Offenlegung ab AGRA bis zur Stationsstrasse mit einzelnen Eindolungen (Strassenquerungen)
- Offenlegung Abschnitt Mündung in den See, Flachufer
- Strassenanpassung / Anhebung der Strasse (Kuppe)
- Kurz- bis mittelfristig: Überlastkorridor bei Volg-AGRA mit mobilen und festen Objektschutzmassnahmen und mit entsprechendem Alarmdispositiv
- Langfristig: Raumplanerische Massnahmen/Vorschriften (Sicherstellung Gewässerraum durch Umzug AGRA)

- Da kurz- bis mittelfristig im Bereich Volg-AGRA auch mit einem Bachausbau ein Überlastkorridor ausgeschieden werden muss, kann auf den kostenintensiven Ausbau in diesem Abschnitt aus Hochwassersicherheitsgründen verzichtet werden.

Rotigraben:

- Ökologische Aufwertung Rotigraben ab der Stanserstrasse bis zum bereits renaturierten Abschnitt
- Die Bestvariante für den Abschnitt zwischen dem Gestaltungsplangebiet Nidwalden Airpark und der Stanserstrasse kann erst definiert werden, wenn das Nutzungskonzept der armasuisse vorliegt.

7.3 Variantenstudium und Entscheide am Hang (Hangbäche / Abflusswege)

7.3.1 Bürgenstockstrasse

Ein zentraler und wichtiger Bestandteil des Hochwasserschutzprojekts ist die Bürgenstockstrasse. Das überarbeitete Konzept sieht vor, dass auch die Bürgenstockstrasse als Abflussweg berücksichtigt werden soll (Abbildung 6).

Es wurde geprüft, bis zu welcher Jährlichkeit das Wasser bei der Bürgenstockstrasse durch das Siedlungsgebiet durchgeleitet bzw. bis zu welcher Jährlichkeit das Wasser über die Bürgenstockstrasse und somit um das Siedlungsgebiet herumgeführt werden soll.

Folglich wurde entschieden, dass die Bäche Nasmannsbach, Stadelbach und Kleiner Friedhöfler bis zu einem HQ₁₀₀ durchgeleitet werden. Fällt bei diesen Bächen mehr Wasser an, wird die Überlast über die Meteor- / Bachleitung der Bürgenstockstrasse in Richtung Buochlikurve geleitet. Der Abflussweg Schür West wird komplett über die Bürgenstockstrasse abgeleitet. Beim Grossen Friedhöfler ist zu berücksichtigen, dass dessen Karstquelle unterhalb der Bürgenstockstrasse im Siedlungsgebiet entspringt und das Gerinne somit bis zur Mündung in den See ausgebaut werden muss. Somit wird auch das Einzugsgebiet des Grossen Friedhöflers oberhalb der Bürgenstockstrasse (Grosser Friedhöfler 1) für den Abfluss über die Bürgenstockstrasse berücksichtigt. Dasselbe gilt für den oberhalb der Bürgenstockstrasse anfallenden Oberflächenwasseranteil des Abflusswegs Bitzi Ost (BP 7) und die Resteinzugsgebiete zwischen den definierten Abflusswegen (gem. Anhang 4.2, [4]), bei denen auch das Einzugsgebiet des Hegglibachs (Rest-EZG 1) dazugehört.

7.3.2 Einleitung Überlast Bürgenstockstrasse in den See

Für die Einleitung der Überlast Bürgenstockstrasse in den See wurden verschiedene Varianten / Linienführungen geprüft (vgl. Anhang 3.2). Dabei wurden die Varianten nach den folgenden Kriterien beurteilt:

- Gewässerraum
- Hochwasserschutz
- Mehrgefährdung
- Ökologie / Vernetzung
- Nutzflächen
- Dienstbarkeiten / beanspruchte Flächen
- Kosten

Aus **wasserbaulicher Sicht** wird empfohlen, dass Variante 3, die Einleitung der Überlast von der Bürgenstockstrasse in den Weingärtlibach, weiterverfolgt wird (vgl. Anhang 3.2).

Bei dieser Variante bleibt der Schürbach und somit auch der Gewässerraum Schürbach bestehen. Die Vernetzung Land-See beim Schürbach bleibt unverändert. Zwischen der Bürgenstockstrasse und dem Weingärtlibach soll zusätzlich ein Abflussweg für die Rohrleitung festgelegt werden, wobei mehrere Parzellen betroffen sind. Zudem sind Landwirtschaft, Wald und ein Rebberg betroffen. Im Rahmen der weiteren Planung kann die Linienführung noch optimiert werden.

Aufgrund der 5-6mal grösseren Wassermenge im Weingärtlibach ist das Gerinne auszubauen bzw. instand zu stellen. Eine Mehrgefährdung wird hier nicht erwartet; die nächste Liegenschaft liegt rund 80 m östlich vom Weingärtlibach. Wie stark die Erosion ist, ist durch einen Geologen zu beurteilen. Brücken und Wanderweg / Fussweg könnten im Ereignisfall beschädigt werden. Es ist zu prüfen, ob die bestehende Brücke beim Wanderweg neu gebaut werden muss. Dies ist einerseits abhängig von der Einleithöhe in den Bach und andererseits, ob akzeptiert wird, dass die Brücke im Ereignisfall beschädigt werden darf.

Zur Vernichtung der Energie sind Energievernichter notwendig. Es herrschen dadurch bessere hydraulische Bedingungen als bei einer direkten Leitung in den See.

Diese Variante ist mit relativ hohen Kosten verbunden. Jedoch wird mit dieser Umleitung die «Mehrgefährdung» weiter um die Siedlung herumgeleitet und bei einem Versagen des Bauwerkes ist die Siedlung nicht betroffen.

Zudem fallen mit dieser Variante die Eingriffe in die Natur - vergleichsweise mit den anderen drei aufgezeigten Varianten - geringer aus. Denn mit dem Ausbau einer Abflussmulde entlang vom Siedlungsgebiet (Variante 1 oder 2) müsste zur Energievernichtung ein kaskadenförmiger Ausbau mit relativ hohen Abstürzen realisiert werden. Zudem befände sich die Abflussmulde in unmittelbarer Nähe zu den Liegenschaften auf der Parzelle Nr. 360, was eine Mehrgefährdung nicht vollständig auszuschliessen vermag.

Aus **ökonomischer Sicht** wird empfohlen, dass Variante 2 weiterverfolgt wird. Bei dieser Variante bleibt der Schürbach und somit auch der Gewässerraum Schürbach bestehen. Die Vernetzung Land-See beim Schürbach bleibt unverändert. Ein Abflussweg ab der Bürgenstockstrasse bis in den See wird festgelegt, wobei mehrere Parzellen betroffen sind. Zudem sind Landwirtschaft, Wald und Garten betroffen, wobei im Rahmen der weiteren Planung die Linienführung optimiert werden kann.

Das Gerinne wird offen mit einer Abtreppe geführt, damit die Energie vernichtet werden kann. Zudem sind Energievernichtungsbauwerke zu erstellen. Der Ausbau erfolgt in den Felsen hinein. Die Hang- und Felsstabilität ist im Rahmen der weiteren Planung durch einen Geologen zu prüfen. Ab dem Hangfuss wird das Wasser eingedolt in den See geführt.

Diese Variante ist deutlich günstiger als die Einleitung in den Weingärtlibach. Die Mulde erfolgt aber näher im Siedlungsgebiet und eine Mehrgefährdung kann nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Die Eingriffe in die Natur fallen etwas grösser aus, denn mit dem Ausbau einer Abflussmulde müsste zur Energievernichtung ein kaskadenförmiger Ausbau mit relativ hohen Abstürzen realisiert werden.

7.3.3 **Strasse Höpperli / Blattengstellen**

Es wurde geprüft, ob allenfalls die Strasse Höpperli / Blattengstellen (ab Spitzkehre Bürgenstockstrasse-Hinterbiel), analog der Bürgenstockstrasse, auch als Abflussweg genutzt werden kann, um ein Teil des anfallenden Hangwassers in Richtung Langacher Ost oder West abzuleiten. Dadurch könnte das darunterliegende Siedlungsgebiet entlastet werden. Damit das Wasser über diese Strasse umgeleitet werden kann, muss die Strasse eine signifikante Leitwirkung in Richtung Langacher Ost / West haben. Die Strasse weist aber kein kontinuierliches Gefälle bergab in Richtung Langacher auf und steigt abschnittsweise wieder an. Zudem erfolgt die Strassenentwässerung über die Schulter. Damit diese Strasse eine signifikante Leitwirkung hätte, müsste man das Entwässerungskonzept sowie das Gefälle der Strasse ändern (Neubau Strasse). Somit ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis nicht gegeben. Deshalb wurde diese Variante nicht mehr weiterverfolgt.

7.4 **Unterhaltmassnahmen**

Unter sachgerechtem Gewässerunterhalt und Gewässerpflege werden der Erhalt der Abflusskapazität und damit die Wirksamkeit der baulichen Schutzmassnahmen verstanden. Der sachgerechte Unterhalt ist eine Daueraufgabe und hat einen hohen Stellenwert. In der Gemeinde Ennetbürgen müssen die Gewässer durch den Bachverantwortlichen periodisch mittels Kontrollgänge begutachtet werden. Dabei sollen die Schadstellen an den Bauwerken protokolliert und ausgewertet werden.

Die periodische Überprüfung der Tauglichkeit der getroffenen Massnahmen dient dazu, mögliche Schwachstellen rechtzeitig zu erkennen.

Das naturnah gestaltete Gerinne bedarf einer spezifischen Pflege des Gewässerraums, wenn die Projektziele auch langfristig gewährleistet werden sollen. So sind die mit einer extensiven Wiese bewachsenen Böschungsabschnitte zu mähen, ebenso der Hochstaudensaum am Übergangsbereich Wasser - Land im Rotationsprinzip. Das Ufergehölz ist periodisch auszulichten. Einzelbäume sind zu belassen.

Für das Unterhaltskonzept sind folgen Grundlagen einzubeziehen:

- Gestaltungs- und Unterhaltskonzept Dorfbach [9]
- Uferpflege an Fliessgewässern - Merkblatt 1 - 3, Kanton Nidwalden

Uferpflege: In den neu geschaffenen geöffneten Bachabschnitten ist eine Vegetation erwünscht. Der Zeitpunkt sowie das Vorgehen für die Pflege der Ufervegetation werden festgehalten. Die Unterhaltsarbeiten werden nach den folgenden Grundsätzen durchgeführt: so wenig Unterhaltsarbeiten als möglich; am richtigen Ort; zum richtigen Zeitpunkt; schonend (z.B. Verzicht auf Motorsensen und Saugmäher zur Schonung der Kleintiere); gestaffelt (z.B. 1/3 stehen lassen).

Büsche und Bäume, welche das Durchflussprofil zu stark einengen oder die Uferstabilität gefährden, sind zu entfernen.

Neophytenmanagement: Die konsequent zu entfernenden Neophyten sowie die Art der Bekämpfung werden definiert.

Gerinne: Auf Eingriffe in die Sohle ist soweit als möglich zu verzichten.

Feststoffmanagement: Das Feststoffmanagement richtet sich nach dem Grundsatz, dass Totholz und Geschiebe dem Gewässer gehören und nach Möglichkeit dort belassen werden soll. Nur wo ein ausgewiesenes Gefahrenpotential besteht, wird eingegriffen. Im Management wird folgendes definiert: Zeitpunkt, Ort, Art und Häufigkeit der Entnahme.

Bauwerke: Schäden an Bauwerken sind zu beheben. Zudem müssen die Brücken und Durchlässe freigehalten werden. Auflandungen und Geschwemmsel sind zu entfernen. Die Zufahrtswege sind instand zu halten.

Zuständigkeit: Die Gemeinde Ennetbürgen ist für den Unterhalt der Gewässer und die Neophytenkontrolle verantwortlich. Wird die Uferpflege stellenweise an Grundeigentümer oder landw. Bewirtschafter delegiert, sind die Zuständigkeiten und Auflagen im Unterhalts- und Pflegeplan klar festzuhalten.

Kontrolle: Das Unterhaltskonzept muss regeln, wie der Unterhalt und die sachgerechte Pflege der terrestrischen Flora kontrolliert werden. Das Bestockungsziel (Ufergehölze) entlang der Gewässer soll im Abstand von 5 Jahren systematisch überprüft werden. Inspektionen, Unterhalts- und Pflegearbeiten erfolgen über die öffentlichen Strassen, Wege und Bewirtschaftungszufahrten.

7.5 Raumplanerische Massnahmen

Baulinie / Gewässerraum / Abflusswege

Die Umsetzung der Gewässerräume und Abflusswege erfolgte im Rahmen der Teilrevision Nutzungsplanung.

Gefahrenkarte

Im Rahmen der Überarbeitung der Gefahrenkarte für Ennetbürgen ist die neue Hydrologie ([3] und [4]) zu berücksichtigen.

Berücksichtigung in den Baubewilligungen

Die Schaffung geeigneter raumplanerischer Massnahmen sowie ihre Umsetzung in den Baubewilligungsverfahren sind Aufgaben der Gemeinden. In den Gebieten mit verbleibendem Restrisiko soll auf eine weitere Überbauung und Nutzungsintensivierung, wenn möglich, verzichtet werden. Beim Ausbau von bestehenden Gebäuden sollen geeignete Objektschutzmassnahmen getroffen werden.

7.6 Ökologische Massnahmen

7.6.1 Talbäche

Die verschiedenen Normalprofile sind in der Planbeilage 1809-31 ersichtlich. Aufgrund von geringen Sohlengefällen und den relativ moderaten Dimensionierungswassermengen der projektierten Talbäche müssen die Böschungen und die Sohlen grundsätzlich nicht durch Blöcke oder Holzverbauungen verstärkt werden. Eine Ausnahme bildet der Bitzikanal, da im Siedlungsbereich die Böschungen aufgrund des schmalen Gewässerraums 2:3 oder steiler erfolgen und ein Blocksatz unumgänglich ist.

Die Gewässersohle wird aus rundem Kies 0/64 mm gebildet. Zudem kann die Bachsohle mit Fluss / Bachschotter 0/150 mm für eine variable Sohlenstruktur ergänzt werden.

Um die Fischgängigkeit zu erreichen, wird ein Niederwassergerinne ausgebildet. Die Niederwasserrinne wird leicht geschwungen. Die Lenkung der Niederwasserrinne erfolgt durch den Einbau von Totholz (verankerte Wurzelstöcke, kleine Stämme), Bühnen und Faschinen. Diese Strukturelemente dienen gleichzeitig als Fischunterstände. Bei den Betondurchlässen (NP4/5) werden zur Sicherung der Kiessohle Querriegel mit alternierenden Lücken für die Niederwasserrinne eingebaut. Für die Vernetzung in den Betonkanälen wird eine Berme eingebaut.

Die Böschungen sind aus Kies mit Unterboden (Rohboden) vermischt. Im Gewässerraum erfolgt kein Auftrag von Oberboden. Die Böschungen werden mit Ruderalfluren und Hochstaudenflora angesät.

Die Uferböschungen werden mit standorttypischen, einheimischen Pflanzen bepflanzt. Die Bestockungsdichte beträgt im Siedlungsbereich 25 % bis 30 %, ausserhalb von Siedlungen bis zu 80 %. Weiden und Gebüsche werden vor allem an nordexponierten Ufern zur Beschattung der Wasseroberfläche gepflanzt sowie an steilen Pralluferböschungen. Südexponierte Flachufer, wie sie an Kurveninnenseiten vorkommen, sollen weniger bestockt werden. Für die Artenvielfalt sind auch unbestockte Hochstaudenfluren und extensive Böschungswiesen erwünscht. Deshalb soll die Bestockung gruppenweise stattfinden, um auch anderen Vegetationen den Vorrang geben zu können. Im Landwirtschaftsgebiet wird bei der Bepflanzung auf eine gute Artenzusammensetzung geachtet, damit die Ufergehölze die Vorgaben der Qualitätsstufe II der Verordnung über die Direktzahlung in der Landwirtschaft (DZV) erfüllen.

Für das Landschaftsbild ist bei der Bachgestaltung darauf zu achten, dass die neuen Gewässer nicht kanalartig erscheinen. Die Uferböschungen sollen nicht als ebene Flächen ausgebildet werden, sondern in leicht geschwungener Form mit pendelnder Niederwasserrinne. Die Oberkanten der Uferböschungen bilden nicht gerade, sondern geschwungene Linien.

Die Normalprofile (Plan 1809-31) werden analog den Referenztypen zwischen Wiesenbach in der Siedlung und Wiesenbach in der Landwirtschaft unterschieden (Kapitel 5.5.3, Plan 1809-31).

Lässt sich eine Beeinträchtigung schutzwürdiger Lebensräume durch technische Eingriffe unter Abwägung aller Interessen nicht vermeiden, so hat der Verursacher für besondere Massnahmen zu deren bestmöglichem Schutz, für Wiederherstellung oder ansonsten für angemessenen Ersatz zu sorgen (Art. 18 NHG).

Der ökologische Ausgleich bezweckt insbesondere, isolierte Biotope miteinander zu verbinden; nötigenfalls auch durch die Neuschaffung von Biotopen, die Artenvielfalt zu fördern, eine möglichst naturnahe und schonende Bodennutzung zu erreichen, Natur in den Siedlungsraum einzubinden und das Landschaftsbild zu beleben.

Im Landwirtschaftsgebiet sollen die im Rahmen des Hochwasserschutzprojektes neu entstehenden Uferflächen so gestaltet werden, dass sie als Ausgleichsflächen für den ökologischen Leistungsnachweis (ÖLN) gemäss Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (DZV) angerechnet werden können.

7.6.2 Hangbäche / Abflusswege

Grundsätzlich gelten auch für die Hangbäche dieselben Anforderungen an die Gestaltung und Bepflanzung wie bei den Talbächen (7.6.1). Aufgrund der steilen Hanglage und dem Gerinneverlauf im Fels sind die Massnahmen aber nur beschränkt möglich. Besonders die Variabilität und die Erstellung eines Niederwassergerinnes sind nur eingeschränkt möglich.

7.7 Bauliche Massnahmen Talbäche

7.7.1 Beschreibung der Massnahmen Allgemein

Abdichtungsmassnahmen

Der mittlere Grundwasserspiegel (*Kapitel 5.3.8*) liegt in einigen Gerinneabschnitten über der Bachsohle (Pläne 1809-12/-13/-14/-15/-22/-23) und das Wasser kann in den Bach infiltrieren.

Auf eine komplette Abdichtung des Gerinnes mit Ton-Lehm oder Bentonitmatten soll verzichtet werden. Der Einbau der Abdichtungsmassnahmen soll allenfalls im Bereich des Niederwassergerinnes erfolgen, damit das Bachwasser nicht in das Grundwasser exfiltriert. Im Rahmen des Bauprojekts bzw. Ausführungsprojekt ist zu prüfen, ob eine Abdichtung im entsprechenden Abschnitt notwendig ist.

Fusswege

Gemäss Leitbild der Gemeinde Ennetbürgen und Leitbild des HWS-Projektes sowie der Entwicklungsziele soll ein zusammenhängendes Fuss- und Wanderwegnetz entwickelt werden. Dies betrifft insbesondere eine Fusswegverbindung entlang vom Dorfbach und Bitzikanal. Werden die Rollfelder entlang des Rotigrabens zukünftig aufgehoben, soll im nächsten Projektierungsschritt auch ein Fussweg entlang des Rotigraben in Betracht gezogen werden (inkl. Anbindung an den Scheidgraben). Fusswege sind grundsätzlich ausserhalb des Gewässerraums zu führen. Aufgrund der zum Teil engen Platzverhältnisse können sie aber ausnahmsweise im Gewässerraum liegen, sofern der Hochwasserschutz und die ökologischen Anforderungen gewährleistet werden können. Zudem muss die Standortgebundenheit und das öffentliche Interesse gewährleistet sein.

Tabelle 15: Fusswegverbindungen entlang der Talbäche.

Bach	Abschnitt	m	Gestaltung, Lage	Bemerkung
Dorfbach	Hirsacher	Ca. m1025 bis m880	1.5m, Kiesweg innerhalb Gewässerraum	Erfolgt im Zusammenhang mit dem Wasserbauprojekt Hirsacher. Dadurch entsteht eine durchgängige Verbindung zwischen Riedmatt und Bodenhostatt.
	Bodenhostatt bis Am Bach	Ca. m800 bis m650	Trampelpfad Kiesweg innerhalb Gewässerraum	Verbindung zum bestehenden Weg. Der Weg ist aufgrund der engen Platzverhältnisse nur innerhalb des Gewässerraums möglich. Ein Trampelpfad soll ausreichen, da für Kinderwagen etc. eine alternative Verbindung über eine Quartierstrasse mit Trottoir besteht. Alternativ soll geprüft werden, ob auch ein Fussweg innerhalb des Gewässerraums möglich ist, Breite 1.5 m.
	Bodenhostatt bis Am Bach	Ca. m650 bis m550	2.5m, Kiesweg innerhalb Gewässerraum	Beibehaltung des bestehenden Weges. Dieser ist aufgrund der engen Platzverhältnisse nur innerhalb des Gewässerraums möglich. Der Weg ist für den Gewässerunterhalt notwendig. Es ist zu prüfen, ob dieser Weg auch auf 1.5 m reduziert werden kann.
	Dorfplatz bis Seeplätzli	Ca. m350 bis See	bestehend	Erfolgt über den bestehenden Kirchweg. Im Bereich des Kirchplatzes ist der Kirchweg auf 3.0 m zu reduzieren.
Bitzikanal	Bürgenstockstrasse bis Volg	Ca. m475 bis m400	1.5, Kiesweg innerhalb Gewässerraum	Beibehaltung der bestehenden Fusswegverbindung. Der Fussweg ist innerhalb des 11.0 m breiten Gewässerraums zu führen.
	AGRA bis Sonnhaldenstrasse	Ca. m4250 bis m200	1.5, Kiesweg ausserhalb Gewässerraum	Neue Verbindung zwischen AGRA und Sonnhaldenstrasse. Der Fussweg ist ausserhalb des Gewässerraums zu führen, da der Gewässerraum 6.0 m beträgt. Eine Brücke ist über den Bitzikanal zu erstellen.

Durchlässe

Durchlässe können einerseits als Wellstahldurchlässe oder als rechteckiger Betondurchlass erstellt werden (Plan 1809-31 NP4/5). Betondurchlässe haben den Vorteil, dass eine grössere Abflusskapazität gewährleistet werden kann. Zudem benötigen die Betondurchlässe keine Überdeckung und können direkt befahren werden. Bei Wellstahlrohren muss der Durchlass mindestens 60 cm überdeckt werden.

Bei den Betondurchlässen sind ca. alle 20 m Lichtschächte einzubauen, damit dunkle Abschnitte vermieden werden.

Folgende Elemente sind in Betracht zu ziehen:

- Gitterroste werden überhöht eingebaut. Dadurch wird ein Eintrag von Strassenabwasser in den Bach vermieden. Bei Anlässen sind die Gitterroste abzudecken, um den Eintrag von Abfällen zu vermeiden. Abdeckung mit Glas. Diese können befahren oder auch als Sitzgelegenheiten genutzt werden.



Abbildung 21: Beispiel eines Lichtschachtes über einer Eindolung, Leewasser in Brunnen SZ (Foto: W. Dönni [6]).

Zur Sicherstellung der terrestrischen Längsvernetzung wird in den Durchlässen ein Bankett aus Beton eingebaut. Um ein Ausschwemmen der Kiessohle zu verhindern, werden alternierende Betonquerriegel in die Durchlässe eingebaut. Um Setzungen im Strassenbereich zu verhindern, sind Schlepplatten vorzusehen.

7.7.2 Beschreibung der Massnahmen Dorfbach

Der Dorfbach wird auf seiner gesamten Länge auf ein 100-jährliches Hochwassers ausgebaut und ökologisch aufgewertet. In Fliessrichtung sind die folgenden Massnahmen vorgesehen:

Zufluss Langacherbach

Das ursprüngliche Projekt sah vor, den Langacherbach in den Rotigraben umzulegen. Aufgrund der geringeren Abflusswerte soll der Langacherbach aber weiterhin über den Dorfbach abfliessen. Das Überlastbauwerk Riedmatt wird weiterhin berücksichtigt.



Abbildung 22: Langacherbach (Blick gegen Fliessrichtung [6]).

„Eine bereits bestehende Drainage des Feldes zwischen Riedmatt und dem Rollfeld des Flugplatzes kann gewährleistet werden, dass der oberste Teil des Dorfbachs bei Trockenwetter nicht austrocknet. Es ist zu erwähnen, dass der grössere Teil des Trockenwetterabflusses im obersten Teil des Dorfbachs aus der Feld-Drainage gespiesen wird [6]“.

Abschnitt Langacherbach bis Zusammenschluss mit Hofurlibach (Start Dorfbach)

Dieser Gerinneabschnitt wird gemäss NP 2 ausgebaut und ökologisch aufgewertet.



Abbildung 23: Links: Abschnitt Langacherbach entlang Riedmatt in Gegenfliessrichtung; Rechts: Bereits bestehender Teil des Regenwasserkanals Riedmatt vom Dorfbach in den Scheidgraben (Blick Richtung Scheidgraben) [6].

Das Entlastungsbauwerk Riedmatt im Dorfbach wurde mit einer Kapazität von 1.0 m³/s teilweise bereits realisiert. Der anschliessende Regenwasserkanal soll noch bis in den Scheidgraben verlängert werden (*Kapitel 5.5.1*).

Im Zusammenhang mit der Überbauung Riedmatt wurde der nördlich verlaufende Bachabschnitt bereits umgelegt, ausgebaut und ökologisch aufgewertet.



Abbildung 24: Abschnitt Langacherbach entlang Riedmatt in Gegenflussrichtung

Abschnitt Hofurlibach - Hirsacher - Oeltrotte

Im Rahmen der Überbauung Hirsacher wurden dieser Abschnitt im Winter, Frühling 2022 ausgebaut und ökologisch aufgewertet.

Die bestehende Entlastung Hirsacher in den Scheidgraben hat gemäss GEP Ennetbürgen eine Kapazität von 1.0 m³/s und wird künftig weiterbetrieben.

Abschnitt Oeltrotte

Durch die Überbauung Oeltrotte wurde dieser Bachabschnitt bereits ausgebaut und ökologisch aufgewertet. Es sind deshalb keine weiteren Massnahmen geplant.

Abschnitt Oeltrotte - Bodenhostatt (Altersheim)

Der Durchlass konnte bereits realisiert werden. Der Durchlass erfolgt als Wellstahldurchlass mit einer natürlichen Gerinnesohle (b = 2.29 m, h = 1.73 m, inkl. Kiessohle).

Abschnitt Bodenhostatt - Am Bach

Dieser Gerinneabschnitt ist kanalartig geführt und wird ausgebaut sowie ökologisch aufgewertet. Die Gerinnesohle wird auf 2.5 m verbreitert. Entlang der Niederwasserrinne ist ein Trampelpfad für die Verbindung Bodenhostatt - Am Bach geplant. In der nächsten Projektierungsstufe ist abzuklären, ob anstelle des Trampelpfads auch ein unbefestigter Fussweg realisiert werden soll.



Abbildung 25: Bestehender Dorfbach mit Blick in Fliessrichtung von Strasse Bodenhostatt.

In diesem Abschnitt wird das bestehende, offene Gerinne ausgebaut und ökologisch aufgewertet. Die Gerinnesohle wird auf 2.5 m verbreitert und ein Niederwassergerinne ausgebildet. Der Unterhaltungsweg wird künftig auf 2.5 m Breite reduziert und 30 cm tiefer angelegt, um bei sehr seltenen Hochwassern als zusätzlicher Abflusskorridor zu dienen.

In der nächsten Projektierungsphase ist zu prüfen, ob der bachaufwärts in eine Sackgasse führende Unterhaltungsweg evtl. sogar auf einen Trampelpfad zurückgebaut werden kann, bzw. ob auch eine Breite des Unterhaltungsweges von 1.5 m in Betracht zu ziehen ist. Zudem ist zu prüfen, ob der Zaun der Neuüberbauung Am Bach in die Böschung verlegt werden kann, um den Abflussquerschnitt des Dorfbachs zusätzlich zu vergrössern. Die rechtsufrigen Baulinien von einzelnen Mehrfamilienhäusern sind zu beachten.



Abbildung 26: Bestehender Dorfbach mit Blick gegen Fliessrichtung von Strasse Am Bach [6].

Abschnitt Am Bach - Kirchplatz

Ab der Strasse Am Bach ist der Dorfbach bis zum Vierwaldstättersee im heutigen Zustand komplett eingedolt und besteht aus einem ungenügend grossen Betonkanal (NW 1.25/2.75 x 1.2 m).

Um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten, soll ein rechteckiger Betondurchlass NP 4/5 (Breite: 3.0 m, Höhe von 1.3 m bzw. lichte Höhe von 1.0 m) ab der Strasse Am Bach bis zum Kirchplatz erstellt werden. Der Betonkanal unterquert die Stanserstrasse, diverse Vorplätze und Parkplätze. Zudem muss das Einlaufbauwerk so ausgebildet werden, dass die «Einleitbedingungen» optimiert werden können, bzw. damit die Energiehöhe abgedeckt werden kann. Die Abflusskapazität und die ökologischen Verhältnisse können somit verbessert werden, wobei hier der Seerückstau massgebend für die Abflusskapazität ist.

Um die Dimensionierungswassermenge auch während einem 30-jährlichen Pegelhochstand beim Vierwaldstättersee sicher abzuleiten, müssen die Stanserstrasse und die Vorplätze über dem neuen Durchlass um ca. 15 cm angehoben werden. Die im Plan eingezeichnete betroffene Fläche berücksichtigt die Ausrundungsradien für Kuppen und Wannen gemäss Richtwerten der Schweizerischen Norm bei 50 km/h. Im Rahmen der *Gestaltung Dorfplatz* sind die Ausrundungsradien allenfalls hinsichtlich einer möglichen 30 km/h-Zone zu überprüfen.

Dieser eingedolte Abschnitt ist mit rund 200 m sehr lang, weshalb Lichtöffnungen vorgesehen werden müssen. Aufgrund dessen, dass das Strassenabwasser nicht direkt in den Bach gelangen darf, sind diese Lichtschächte überhöht einzubauen. Anstelle eines Gitterrostes können bei den Grünflächen die Lichtschächte auch als Sitzbänke verwendet werden.

Die Anordnung der Lichtschächte soll im Rahmen der *Gestaltung Dorfplatz* optimal auf die anderen Nutzungsbedürfnisse (Verkehr, Parkfelder, Bushaltestelle, Schneeräumung, Dorfanlässe etc.) angepasst werden.



Abbildung 27: Links: Der neue Durchlass verläuft je hälftig unter dem Trottoir und Parkplatz (Blick in Fließrichtung von Bank nach [altem] Hotel Kreuz); Rechts: Der neue Durchlass quert zwischen Bank, [altem] Hotel Kreuz und Post die Stanserstrasse, führt unter Parkplätzen, Trottoir, Busspur, Bushaltestelle und wiederum Stanserstrasse zum Kirchplatz (Blick gegen Fließrichtung von Bushaltestelle Post nach Bank) ([6]).

Abschnitt Kirchplatz

Im Bereich des Kirchplatzes kann der Bach offengelegt und natürlich gestaltet werden. Die Gerinnesohle wird auf 3.0 m ausgebaut (gem. NP 2). Der Unterhaltsweg (Kirchweg) wird künftig auf eine Breite von 3.0 m reduziert.



Abbildung 28: Kirchplatz mit Bushaltestelle und Post im Hintergrund (Blick gegen Fließrichtung von Kirchplatz nach Post) [6] und Kirchplatz in Fließrichtung.

Abschnitt Kirchplatz - Seestrasse

Die eingedolte Leitung (NW 900 mm) kann aufgrund der prekären Platzverhältnisse nicht komplett ausgedolt werden. Zudem muss der Kirchweg weiterhin als Zufahrt gewährleistet werden können. Es wird ein Betonkanal mit natürlicher Sohle erstellt (Breite: 3.0 m, lichte Höhe 1.0 m, gemäss NP5).



Abbildung 29: Links: Kirchweg mit Friedhof

Um die Dimensionierungswassermenge auch während einem 30-jährlichen Seestands beim Vierwaldstättersee sicher abzuleiten, muss der Kirchweg bis etwa zum Tulpenweg, über dem neuen Durchlass, um ca. 10 cm angehoben werden. Im Bereich der Seestrasse ist die Strasse um ca. 20 cm anzuheben. Die im Plan eingezeichnete betroffene Fläche berücksichtigt die Ausrundungsradien für Kuppen und Wannen gemäss Minimalwerten unter Einhaltung Sichtweite und Komfortkriterium bei 30 km/h.

Nur bei der bisher unbebauten Parzelle 705 östlich angrenzend an den Friedhof ist genügend Platz vorhanden, um den Bach auf die «grüne Wiese» zu verlegen. Der Dorfbach wird auf rund 65 m offengelegt und natürlich gestaltet. Die Gerinnesohle wird auf 3.0 m ausgebaut (gem. NP2).



Abbildung 30: Kirchweg ab Feldstrasse in Richtung Seestrasse (In Fliessrichtung).

Abschnitt Seestrasse - Seemündung

Auf dem letzten Abschnitt bis zum See wird die eingedolte Bachleitung NW 900 mm komplett ausgedolt und ökologisch aufgewertet. Das Bachgerinne wird gemäss NP 1/2 ausgebildet. Die horizontale Linienführung wurde so gewählt, dass die Seemündung beidseitig nutzbar wird und das Toilettenhäuschen nicht verschoben werden muss. Dieser Abschnitt und insbesondere die Seemündung mit dem angrenzenden Spielplatz soll im Rahmen der weiteren Planung weiter optimiert werden.

Das Seeuferkonzept 2001 sieht in diesem Abschnitt eine naturnahe Gestaltung mit dem Ziel Erholung vor. Eine detaillierte Beschreibung der Massnahmen ist im Konzept nicht vorhanden. Es werden folgende Aspekte für die Offenlegung im Seebereich in Betracht gezogen:

- Neugestaltung des Seeufers auf einer Länge von rund 40 m (Uferlinie), Mündungsbereich Dorfbach
- Ausbildung eines Flachufers auf einer Länge von rund 40 m mit seitlicher Bestockung
- Rückbau der Uferverbauung auf einer Länge von rund 40 m
- Initialpflanzung von Schilf, Seebinsen und Strauch-Gruppen
- Einbau von spezifischen Unterständen und weiteren Strukturen
- Ersatz der bestehenden Ruhebänke

Zurzeit wird für die Gemeinde Ennetbürgen ein Freiraumkonzept erarbeitet. Dieses Konzept sieht auch beim Seeplätzli, resp. Mündungsbereich vom Dorfbach vor, entsprechende Gestaltungsmassnahmen umzusetzen. Entsprechend sind die wasserbaulichen Massnahmen mit dem Freiraumkonzept abzugleichen und zu koordinieren.



Abbildung 31: Links: Kirchweg ab Seestrasse Richtung See (Blick in Fliessrichtung); Rechts: Kirchweg ab Seemündung Richtung Seestrasse (Blick gegen Fliessrichtung) [6].

7.7.3 Beschreibung der Massnahmen Bitzikanal

Der Bitzikanal ist im heutigen Zustand auf seiner ganzen Länge von der Bürgenstockstrasse bis zur Seemündung fast ausschliesslich eingedolt (Betonkanal, im Bereich zwischen der Bürgenstockstrasse bis zur AGRA: Breite: 1.8 m / Höhe: 1.2 m; ab der Stationsstrasse Breite: 1.3 m / Höhe: 0.9 m). Nur im Bereich der Parzelle Nr. 1421 ist er offen geführt. Der von der Kreuzmatte kommende, komplett eingedolte Hangkanal (Betondurchlass, 1.2 m breit und 0.8 m hoch) verläuft ab der Bürgenstockstrasse bis zur AGRA direkt hangseitig angrenzend zum Bitzikanal.

Entlang der Sonnhaldenstrasse 1 sind beide Kanäle mit Betonplatten zugedeckt. Langfristig ist der Hangkanal ab der Bürgenstockstrasse an den Bitzikanal anzuschliessen. Der Bitzikanal ist sodann auf seiner ganzen Länge ab der Bürgenstockstrasse offenzulegen und auf ein 100-jährliches Hochwasser auszubauen und ökologisch aufzuwerten. Der bestehende Betondurchlass des Bitzikanals bleibt ab dem Areal AGRA bis zum See zukünftig trotzdem bestehen und dient dann ausschliesslich als Meteorwasserleitung für die bereits im heutigen Zustand angeschlossenen, angrenzenden Liegenschaften.

Kurz- bis mittelfristig bleiben die bestehenden Kanäle Bitzikanal und Hangkanal zwischen Volg und AGRA bestehen, jedoch ohne Ausbau und ohne eine ökologische Aufwertung, auch wenn beide eine ungenügende Abflusskapazität und ein ökologisches Defizit aufweisen (*Kapitel 6.1.2 und 6.1.3*).

In Fliessrichtung sind die folgenden Massnahmen kurz- bis mittelfristig vorgesehen:

Abschnitt Bürgenstockstrasse - Volg (m 475 bis m 423)

Dieser Abschnitt wird gemäss NP2/3 offengelegt und ökologisch aufgewertet. Der Gewässerraum beträgt 11 m. Um die südlich liegenden Liegenschaften vor Hochwasser zu schützen, wird auf der rechten Bachseite ein Schutzdamm erstellt. Auf dem Schutzdamm führt ein neuer Fussweg mit einer Breite von 1.5 m. Die Hangbäche Hegglibach, Nasmannsbach, Stadelbach, wie auch der Bitzibach sowie die Karstwasserableitung Obere Halten (Abflussweg Bitzi Ost) münden im Bereich der Bürgenstockstrasse in diesen Abschnitt.



Abbildung 32: Links: Garten auf Parzelle Nr. 8, Fussweg und Parkplatz über den bestehenden Betondurchlässen (Blick in Fliessrichtung von Bürgenstockstrasse zum Volg); Rechts: Garten auf Parzellen Nr. 8, 10, 11 und Fussweg über den bestehenden Betondurchlässen (Blick gegen Fliessrichtung vom Volg zur Bürgenstockstrasse) [6].

Abschnitt Volg - AGRA (m 423 bis m 244)

In diesem Abschnitt zwischen Volg und AGRA kann der Bitzikanal kurz- bis mittelfristig nicht ausgebaut und ökologisch aufgewertet werden und die beiden parallel verlaufenden Kanäle bleiben bestehen. Das Defizit des Bitzikanals bezüglich Abflusskapazität resp. Ökologie kann erst langfristig im Rahmen einer Neugestaltung dieses Gebietes beseitigt werden (*Kapitel 0 und 7.2.3*).

Im Bereich Volg bis zur Scheune AGRA kann ein 100-jährliches Ereignis grundsätzlich abgedeckt werden. Das heisst, die Abflusshöhe und Energielinie liegen unterhalb der Unterkante der Betondecke, das erforderliche Freibord kann aber nicht eingehalten werden. Somit kann eine Überflutung der Alten Gasse und der Strasse Vorderboden nicht ausgeschlossen werden. Wird zusätzlich zum Bitzikanal auch der kleine Friedhöfler berücksichtigt, kommt es zu einem grösseren Rückstau und die Abflusshöhe sowie die Energielinie des 100-jährlichen Ereignisses liegen oberhalb der Unterkante der Betondecke, aber unterhalb des Terrains. Es resultiert ein Abfluss unter Druck.

Die angrenzenden Gebäude sind deshalb mit mobilen oder falls möglich mit festen Objektschutzmassnahmen zu schützen, um so einen Überlastkorridor bis in das bachabwärtsliegende neue, offene Gerinne des Bitzikanals im Bereich der Parzellen Nr. 29 und 610 zu gewährleisten. Strassenanhebungen im Areal AGRA sind aufgrund deren Staplermanöver zu vermeiden. Dies soll aber mit einer Umnutzung des Areals wegfallen und neue Gestaltungsmöglichkeiten sind möglich.

Da die Reaktionszeit für das Montieren des mobilen Objektschutzes nur sehr kurz ist (ca. 1.5 h bei einem Sommergewitter), muss ein entsprechendes Alarmdispositiv erarbeitet werden [6].“



Abbildung 33: Links: Alte Gasse vor Volg (Blick gegen Fließrichtung von AGRA zum Volg); Rechts: Strasse Vorderboden mit Volg links und AGRA rechts. Offener, eingezäunter Bitzikanal im Hintergrund (Blick in Fließrichtung von Volg zur Sonnhaldenstrasse) [6].



Abbildung 34: Links: Offener, eingezäunter Bitzikanal mit Strasse Vorderboden und AGRA; Rechts: Strasse Vorderboden mit eingedolten Kanälen, Tankstelle AGRA links, Scheune, Gebäude AGRA rechts (Blick in Fließrichtung von AGRA nach Sonnhaldenstrasse) [6].

Im Rahmen von zukünftigen Bautätigkeiten ist dieser Abschnitt neu zu beurteilen. Die Anforderungen an den Hochwasserschutz, den Gewässerraum und die Ökologie sind einzuhalten und umzusetzen.

Abschnitt AGRA - Seemündung

Ab der Scheune AGRA bis zur Seemündung wird der Bach an die Sonnhaldenstrasse verlegt, komplett ausgedolt und ökologisch aufgewertet. Aufgrund der engen Platzverhältnisse müssen die Böschungen mit einem Blocksatz gesichert werden. Ein 1.5 m breiter Fussweg verbindet die Vorderboden- mit der Sonnhaldenstrasse.

Für die Querung der Sonnhaldenstrasse und der Stationsstrasse wird ein Betonkanal, inkl. natürlicher Sohle gem. NP 4/5 (Breite: 3.5 m, lichte Höhe von 1.55 m), eingebaut.

Die Gestaltung der Öffnung ist in der nächsten Projektierungsphase mit dem Grundeigentümer festzulegen. Um die Dimensionierungswassermenge auch während einem 30-jährlichen Pegelhochstand beim Vierwaldstättersee sicher abzuleiten, muss die Sonnhaldenstrasse über dem neuen Durchlass (Einfahrt Sonnhaldenstrasse) um ca. 10 cm und die Stationsstrasse über dem neuen Durchlass (nahe Schlüsselbucht) um max. ca. 5 cm angehoben werden. Die im Plan eingezeichnete betroffene Fläche berücksichtigt die Ausrundungsradien für Kuppen und Wannen für die Stationsstrasse gemäss Richtwerten der Schweizerischen Norm bei 50 km/h, resp. für die Sonnhaldenstrasse gemäss Minimalwerten unter Einhaltung Sichtweite und Komfortkriterium bei 30 km/h.

Die Freiborde bei den neuen Durchlässen von rund 40 cm können eingehalten werden. Werden zusätzlich die Wassermengen vom Kleinen Friedhöfler berücksichtigt (Gleichzeitigkeit des Ereignisses), werden die Freiborde nicht mehr eingehalten, aber die Abflusshöhe, sowie die Energiehöhe können abgedeckt werden (vgl. Anhang 2.2).



Abbildung 35: Links: Bestehender Hangkanal und bestehender Bitzikanal, welcher mit Betonplatten zugedeckt ist (Blick in Fliessrichtung von Scheune AGRA nach Sonnhaldenstrasse); Rechts: Stationsstrasse mit AGRA im Hintergrund. Einmündung Sonnhaldenstrasse rechts (Blick gegen Fliessrichtung von Verzweigung Stations-, See- und Sonnhaldenstrasse nach AGRA) [6].



Abbildung 36: Mündungsbereich Bitzikanal / Grosser Friedhöfler.

Der Durchlass Grosser Friedhöfler, welcher unterhalb der Stationsstrasse in den Bitzikanal mündet, sollte knapp ausreichen, um ein 100-jährliches Ereignis abzuleiten (ca. 3.6 bis 4.0 m³/s). Bei einem gleichzeitigen Seespiegel von HW₃₀ reicht die Abflusskapazität nicht mehr aus.

Im Rahmen des Bauprojekts sind die Höhen und Abmessungen des Durchlasses zu prüfen.

Zwischen der Stationsstrasse und dem See wird der Bach komplett ausgedolt und ökologisch aufgewertet. Das Bachgerinne wird gemäss NP 1/2 ausgebildet. Die horizontale Linienführung wurde so gewählt, dass die Seemündung beidseitig nutzbar wird.

Das Seeuferkonzept 2001 sieht in diesem Abschnitt eine naturnahe Gestaltung mit dem Ziel Erholung vor. Eine detaillierte Beschreibung der Massnahmen ist im Konzept nicht vorhanden. Deshalb werden folgende Aspekte für die Offenlegung im Mündungsbereich in Betracht gezogen:

- Neugestaltung des Seeufers auf einer Länge von rund 12 m (Uferlinie), Mündungsbereich Vorderboden / Gr. Friedhöfler
- Ausbildung eines Flachufers auf einer Länge von rund 12 m mit seitlicher Bestockung
- Rückbau der Uferverbauung auf einer Länge von rund 12 m
- Initialpflanzung von Schilf, Seebinsen und Strauch-Gruppen
- Einbau von spezifischen Unterständen und weiteren Strukturen
- Ersatz der bestehenden Ruhebänke

Zurzeit wird für die Gemeinde Ennetbürgen das *Freiraumkonzept* erarbeitet. Dieses Konzept sieht auch bei der Schlüsselbucht resp. bei der geplanten Mündung des Bitzkanals / Grosser Friedhöfler vor, entsprechende Gestaltungsmassnahmen umzusetzen. Entsprechend sind die wasserbaulichen Massnahmen mit dem Freiraumkonzept abzugleichen und zu koordinieren.

7.7.4 Beschreibung der Massnahmen Rotigraben (m 1'562.0 bis m 1'345)

Der Rotigraben ist von der Gemeindegrenze Stans beim Gebiet Nidwalden Airpark bis nach der Stanserstrasse eingedolt und besteht aus einem Betonrohr NW 800 mm, bzw. NW 1000 mm für die untersten 84 m. Unterhalb der Stanserstrasse bis zur Mündung in den Scheidgraben wird der Rotigraben zuerst für 276 m in einem kanalartigen Trapezgerinne und danach rund 94 m in einem bereits renaturierten Gerinne geführt.

In Fließrichtung sind die folgenden Massnahmen vorgesehen:

Abschnitt Gemeindegrenze Stans - Nidwalden Airpark (m 1'562.0 bis m 1'345)

Der oberste Teil des Rotigrabens wird im Rahmen des Drittprojekts *Gestaltungsplan Nidwalden Airpark (NAPAG)* ausgedolt, ausgebaut und ökologisch aufgewertet (Abbildung 37).

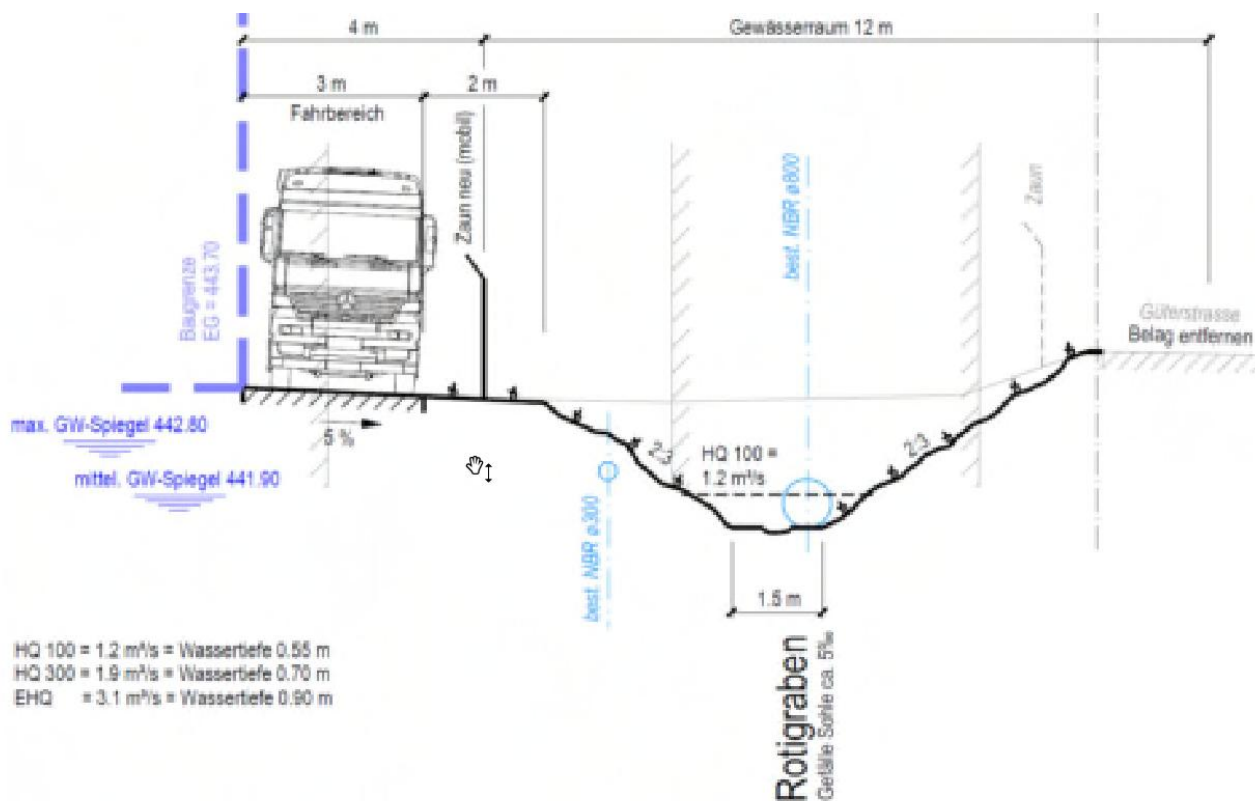


Abbildung 37: Normalprofil Ost, Gestaltungsplan NAPAG, 12.11.2013 [6].

Abschnitt Nidwalden Airpark - Stanserstrasse

Die Massnahmen zwischen dem Gestaltungsplangebiet Nidwalden Airpark und der Stanserstrasse können erst aufgezeigt werden, wenn das neue Nutzungskonzept der armasuisse vorliegt und die Linienführung des Rotigrabens definiert werden kann. Ein entsprechender Planungsperimeter wurde festgelegt (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Grundsätzlich muss das Wasser am Hangfuss gefasst und geordnet abgeleitet werden können, damit der Hochwasserschutz gewährleistet werden kann; entweder über einen offenen Bachlauf oder eine neue, kapazitätstechnisch erweiterte Eindolung mit Einlaufbauwerken.

Die bestehende Eindolung unterhalb der Siedlung wird auch zukünftig aufrechterhalten und dient weiterhin als Meteorleitung bzw. der Siedlungsentwässerung.

Bei der weiterführenden Planung ist insbesondere auch die Schnittstelle zum Abflussweg Langacher West zu berücksichtigen, dessen Wasser resp. Geschiebe heute am Hangfuss unkontrolliert ausströmt. Das Wasser des besagten Abflusswegs soll dereinst ebenfalls kontrolliert in den Scheidgraben geleitet werden.

Abschnitt Stanserstrasse - Einmündung Scheidgraben (m 456 bis m 94)

Der Gewässerraum in diesem Abschnitt beträgt 16 m, was eine grosszügige Gestaltung und eine stark geschwungene Linienführung des Gerinnes zulassen. Das bestehende, kanalartige Gerinne wird gemäss NP 1 ausgebaut und ökologisch aufgewertet. Die restlichen 94 m bis zum Scheidgraben wurden bereits renaturiert und es sind keine weiteren Massnahmen geplant.



Abbildung 38: Links: Linienführung in grossem Bogen auf offenem Feld unterhalb Stanserstrasse (Blick gegen Fliessrichtung nach Norden); Rechts: Bereits renaturierter Abschnitt vor Einmündung in Scheidgraben (Blick in Fliessrichtung nach Süden) [6].

7.8 Bauliche Massnahmen am Hang (Hangbäche / Abflusswege)

Die Massnahmen am Hang entlang der Abflusswege resp. Hangbäche sind grundsätzlich im Rahmen von Objektschutzmassnahmen zu erstellen und durch die Grundeigentümer zu tragen. Somit erfolgen die nachfolgenden Massnahmen konzeptionell, da sie sich in neue Überbauungen oder Umbauten integrieren müssen und sich demnach im heutigen Projektstand nicht genau definieren lassen. Die Massnahmen ausserhalb des Siedlungsgebietes oder im Strassen- und Wegbereich sind durch das Hochwasserschutzprojekt zu tragen.

Sind einzelne Baugesuche (Objektschutzgutachten) am Laufen, sind die oben- und untenliegenden Abschnitte zu berücksichtigen, damit das Konzept über den gesamten Hangbach resp. Abflussweg betrachtet werden kann. Die Massnahmen sind aufeinander abzustimmen und Schnittstellen sicherzustellen.

7.8.1 Dimensionierungsgrundlagen Objektschutzgutachten am Hang

Die Gebäude am Hang werden wie bisher durch Objektschutzmassnahmen vor Wasser und Hangmuren / spontanen Rutschungen geschützt.

Schutzziele:

- Vollständiger Schutz bis 300-jährliches Ereignis
- Keine erhöhte Gefährdung der Nachbargrundstücke
- Keine Umweltgefährdung

Die oberste Gebäudereihe des Siedlungsgebiets ist den Gefahren am meisten exponiert. Der Schutz der obersten Gebäudereihe soll deshalb durch ein Ablenksystem oberhalb der obersten Gebäudereihe garantiert werden, welches zum Beispiel bei der Überbauung Stadelstrasse 1, 3, 5 geplant ist. Das anfallende Material der Hangmuren wird zurückgehalten und das Wasser in den Nasmannsbach geleitet.

Die Dimensionierung der Massnahmen erfolgt gemäss SIA 261/1 und ist objektspezifisch zu berechnen.

Totale Einwirkungen

Die totalen Einwirkungen auf freistehende Bauten am Hang ergeben sich aus dem Maximum der Einwirkungen des Hochwassers und der Hangmuren / spontanen Rutschungen. Die Einwirkungen müssen objektspezifisch in einem Objektschutzgutachten definiert werden.

Es liegen diverse Gutachten vor, welche die notwendigen Objektschutzmassnahmen aufzeigen (nicht abschliessend):

- Schlegelmattli
- Panoramastrasse
- Niederstein
- Obere Halten
- Stadelstrasse 1,3, 5
- Stadelstrasse 6
- Bürgenstockstrasse 15

7.8.2 Hangbäche

Die Planung der Hangbäche beschränkte sich auf konzeptionelle Überlegungen, welche bei Neu- und Umbauten grundsätzlich auch über die Grundeigentümer zu tragen sind (Objektschutz). Die Hangbäche verlaufen im steilen Gelände, die Platzverhältnisse sind eng und der Ausbau ist teilweise im Felsbereich. Wo die Hangbäche eingedolt sind, sind diese offenzulegen, sofern es die Platzverhältnisse und allfällige Bauten, Zufahrten, Infrastrukturanlagen, etc. zulassen.

Aufgrund der steilen Topographie erfolgt der Ausbau kaskadenartig in den Felsen (vgl. Plan 1809-42). Im Bereich des Felsens können die Böschungen steiler als 2:3 ausgebildet werden. Wo kein Fels vorhanden ist, erfolgen die Böschungen auf mindestens 2:3. Es sind Vertiefungen in die Gerinnesohle zu erstellen (Kolkbecken), damit im Hochwasserfall die Energie vernichtet werden kann. Dazwischen variiert die Abstufung mit kleineren und grösseren Abstürzen.

7.8.3 Abflusswege

Die Planung der baulichen Gestaltung der Abflusswege beschränkt sich auf konzeptionelle Überlegungen, welche bei Neu- und Umbauten grundsätzlich über die Grundeigentümer zu tragen sind (Objektschutz). Überlagert der Abflussweg ein kleines Gewässer (vgl. Kapitel 0), erfolgt der Ausbau analog eines Hangbaches. Im Abflussweg dürfen grundsätzlich keine Bauten und Anlagen errichtet werden. Ausnahmen bilden Bauten und Anlagen, die durch eine Baulinie gesichert sind. Anlagen, welche den Abfluss nicht verhindern oder massgebend negativ beeinflussen, respektive den Abfluss konzentriert im Abflussweg weiterleiten, sind zulässig. Die notwendige Abflusskapazität letzterer muss für Baubewilligungen in einem Objektschutznachweis erwiesen sein.

Es sind keine Abflusshemmnisse, insbesondere Hochbauten, Terrainerhöhungen und Materiallager im Abflussweg gestattet. Sämtliche Terrain- und Nutzungsveränderungen im Abflussweg sind bewilligungspflichtig.

Das Errichten von neuen Zäunen, welche den Abfluss im Abflussweg beeinträchtigen, ist nicht zulässig. Der Abflussweg ist möglichst erosionssicher und rau für die Energievernichtung auszugestalten. Quer zum Abflussweg dürfen keine dichten Bepflanzungen realisiert werden. Dauerparkplätze im Abflussweg sind nicht gestattet.

Die Liegenschaftseigentümer sowie die Werkleitungs- und Anlagenbesitzer sind zum dauernden Erhalt der Hochwasserschutzmassnahmen verpflichtet. Die Gemeinde überwacht die Einhaltung der Massnahmen in Bezug auf Bautätigkeit und Nutzung. Sie legt die erforderlichen Notfallplanungen fest und koordiniert diese.

Die Querung des Abflussweges mit Werkleitungen ist zu vermeiden. Der Neubau wie auch die Änderungen bestehender Werkleitungen in der Sondernutzungszone sind bewilligungspflichtig. Bei Neubauten und Anpassungen der Werkleitungen ist der Nachweis zu erbringen, so dass eine unerwünschte Ableitung des Wassers aus dem Abflussweg ausgeschlossen ist.

Im Bereich von Gemeindestrassen und -wegen soll die Gemeinde die Weiterführung des Abflussweges durch bauliche Massnahmen (Durchlass, Rinne mit Gitterrost, Strassenanpassung, etc.) gewährleisten (Kapitel 7.8.5).

7.8.4 Zuleitung in Hangbach / Abflussweg

Oberhalb des Siedlungsgebiets ist eine gezielte Einleitung des Hangwassers in die Hangbäche und Abflusswege ohne direkte Objektschutzmassnahmen bei geplanten Überbauungen kaum umsetzbar. Das Hangwasser wird im Rahmen von Objektschutzmassnahmen «durchgeleitet», fliesst dann schlussendlich über die Strassen ab und so weiter in die Talbäche.

Die Zuleitung in die Hangbäche / Abflusswege ist somit objektspezifisch und abhängig von der geplanten Überbauung. Diese Massnahmen sind durch die Grundeigentümer zu tragen. Das heisst, der Schutz der Gebäude gegen Hangwasser und Hangmuren / spontane Rutschungen erfolgt wie bisher durch

Objektschutzmassnahmen. Das anfallende Wasser ist entsprechend in den angrenzenden Hangbach / Abflussweg zu leiten (vgl. z.B. Objektschutzmassnahmen Überbauung Stadelstrasse 1,3,5, Obere Halten, etc.).

7.8.5 Weg und Strassenquerungen bei den Hangbächen und Abflusswegen

Die Durchlässe bei den Strassen und Wegen können nicht über den Objektschutz realisiert werden und sind über das Hochwasserschutzprojekt zu planen und umzusetzen.

Die Dimensionierung der Querungen erfolgt grundsätzlich auf ein HQ₁₀₀, wobei das sichere Ableiten der Überlast über den Gewässerraum / Abflussweg sicherzustellen ist (Kapitel 5.1.2). Somit wird die Durchleitung, wo baulich nicht anders möglich, auf ein 300-jährliches Ereignis ausgebaut, damit auch die Überlast geordnet in den nachfolgenden Bachlauf geführt werden kann.

Da Wegquerungen abhängig von oben- oder untenliegenden Bautätigkeiten sind, werden nachfolgend bauliche Massnahmen aufgezeigt, wie Querungen ausgeführt werden könnten. Folgende Möglichkeiten sind je nach Querung denkbar:

- Durchlass / Leitung
- Furt / Strassenanpassung
- Rinne mit Gitterrost
- Einlaufschacht / Fassung

Durchlass / Leitung



Abbildung 39: Einlaufbauwerk, Tirolerfassung und Rohrleitung [6].

Bei dieser Massnahme wird das anfallende Wasser oberhalb der Strasse durch einen Einlaufschacht / Einlaufbauwerk (Abbildung 39) gefasst und via Durchlass / Leitung unter der Strasse durchgeführt. Da bei den Bächen davon auszugehen ist, dass sie ober- und unterhalb des Durchlasses offengelegt werden, ist diese Variante aus wasserbautechnischer Sicht gegenüber den anderen vorzuziehen, obschon mit ihr höhere Kosten verbunden sind.

Furt / Strassenanpassung

Furten werden bei flachen Strassen durch zwei vertikale Versätze (Mulde / Kuppen) vor und nach dem Querungsbereich oder durch eine lokale Strassenabsenkung (Mulde) im Querungsbereich realisiert. Bei leicht ansteigenden Strassen können Furten durch einen vertikalen Versatz unterhalb der Querung vorgesehen werden. Allenfalls ist eine Anpassung des Strassenquergefälles notwendig. Die Furten (Mulden) werden infolge der kleinen Fliessgeschwindigkeiten und der besseren Befahrbarkeit ohne Freibord ausgelegt. Furten sollten eher bei weniger stark frequentierten Strassen und ausserhalb des Siedlungsgebietes in Betracht gezogen werden.



Abbildung 40: Furt, vertikaler Versatz [6].

Rinne mit Gitterrost

„Eine befahrbare Rinne mit Gitterrost ist meist 30 cm breit, so dass das anschwemmende Wasser in die Rinne fließt und nicht über den Gitterrost hinweg. Um die Abflusskapazität in der Rinne zu gewährleisten, nimmt die Rinnentiefe in Fließrichtung zu. Wasser-, Elektro-, Telekom- und Kabelkommunikationsleitungen müssen, falls vorhanden, evtl. tiefer unter die Rinne verlegt werden. Hochliegende Schmutzwasserleitungen und evtl. Regenwasserleitungen können ohne Umlegung die Rinne queren.“

Die Dimensionierung der Rinnenbreite erfolgte mittels Strassenbreite und -gefälle sowie den Abflussmengen (Annahme: Gitterrost mit grösstmöglicher befahrbarer Vergitterung). In der nächsten Projektierungsphase müssen die Strassengefälle im Gelände für die Detailhydraulik verifiziert werden [6].“

„Zwei Arten von Rinnen mit Gitterrost sind möglich:

- Hat eine zu querende Strasse kein bzw. nur ein geringes Quergefälle Richtung Berg, quert die Rinne die Strasse auf ihrer ganzen Breite. Diese Rinnenart ist nur bei flachen Strassen oder bei kleinen Strassengefällen vorgesehen, so dass sehr breite Rinnen vermieden werden können, um ein Überfließen der Rinne zu verhindern. Meist ist die Rinne bergabwärts, die Strasse querend, vorgesehen. So kann das Risiko eines „Überfließens“ der Rinne im Überlastfall verringert werden und gleichzeitig die Abflusskapazität in der Rinne erhöht werden.
- Bei Strassen mit signifikantem Quergefälle Richtung Berg verläuft die Rinne parallel entlang der Strasse bergseitig und hat die Funktion eines grösseren Einlaufschachts. Die Rinnenlänge entspricht meistens der Breite des Gewässerraums resp. des Abflusswegs. Am Ende der Rinne führt eine Leitung die gefassten Wassermassen in die unter der Strasse verlaufende Leitung des Baches bzw. Abflusswegs [Bach- oder Meteorleitung].

Die Rinnen mit Gitterrost müssen für die Verkehrsteilnehmer gut signalisiert werden (Rutschgefahr insbesondere in Strassenkurven für Fussgänger, Velo- und Motorradfahrer). In der nächsten Projektierungsphase soll eine verkehrssicherheitstechnische Beurteilung der Rinnen mit Gitterrost durchgeführt werden [6].“

Einlaufschacht / Fassung

Statt mit einer Rinne kann der Einlauf in die Meteorleitung auch über einen Einlaufschacht / Fassung am Strassenrand, analog Projektstudie „Abflusswege Hofurli Ost, Mitte und West“, erfolgen [5].

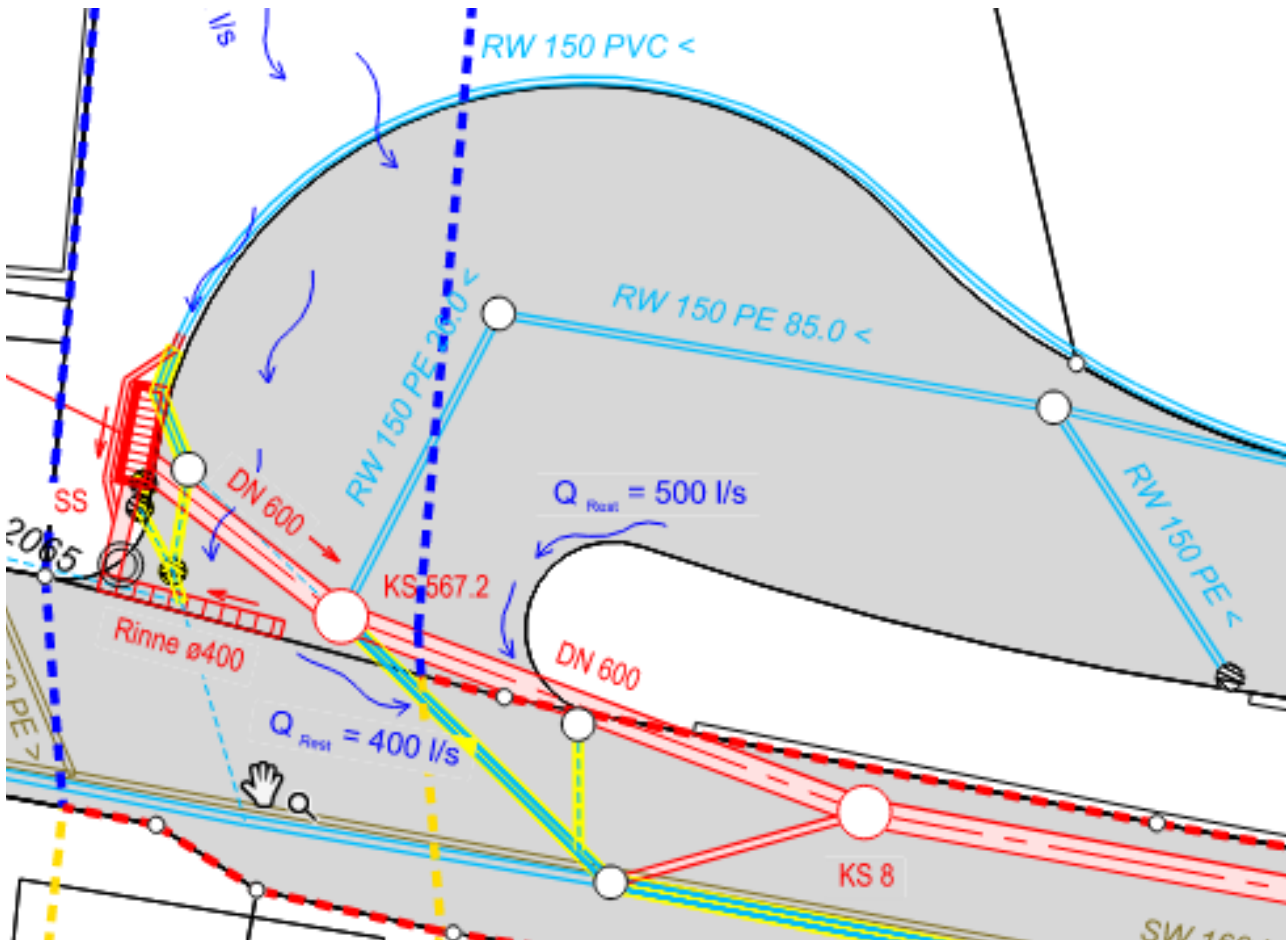


Abbildung 41: Projektstudie Einlaufschacht [5].

Zusammenstellung Weg- und Strassenquerungen

Es werden pro Durchlass die Massnahmen vorgeschlagen, welche bei den Hangbächen und Abflusswegen in Betracht gezogen werden können (Tabelle 16). Der Standort der jeweiligen Strassen- und Wegquerungen sind aus dem Plan 1809-41 zu entnehmen.

Aufgrund von unterschiedlichen Bautätigkeiten ist es aber schwierig genau aufzuzeigen, wie welche Querung realisiert werden soll. Wird im Rahmen von Bautätigkeiten ober- und unterhalb der Strasse das Gerinne offengelegt, sind vor allem Durchlässe in Betracht zu ziehen, damit das Wasser gefasst und geordnet durchgeleitet werden kann.

Auf Rinnen oder Furten ist im Siedlungsgebiet eher zu verzichten, da schon bei kleineren Abflussmengen das Wasser über die Strasse fliesst und die Befahrbarkeit der Strasse einschränken würde.

Statt einer kompletten Dimensionierung auf das HQ₁₀₀ (resp. HQ₃₀₀) für den Rohrdurchlass sind deshalb bei bestehenden, zu klein dimensionierten Durchlässen eine Kombination von Durchlass und Furt zu prüfen. Insbesondere auch im Hinblick, dass auf diese Weise keine Werkleitungen verlegt oder angepasst werden müssen. Rinnen wirken sich eher negativ für den Fahrkomfort aus und weisen eine Rutschgefahr, insbesondere in Strassenkurven, für Fussgänger, Velo- und Motorradfahrer auf.

Die baulichen Kosten für die einzelnen Querungen wurden grob ermittelt (+/- 20%). Allfällige Werkleitungsumlegungen sind in den ermittelten Kosten nicht berücksichtigt und müssen bei der weiteren Planung zusätzlich berücksichtigt werden.

Tabelle 16: Weg- und Strassenquerungen am Hang.

Hangbach / Abflussweg	Strasse / Weg	Nr.	Dimensionierungshochwasser [m3/s] (inkl. Überlast)	Best. Leitung gem. Werkleitungskataster DN [mm]	Massnahmen	Baukosten [Fr.]	Erforderliche Weiterbearbeitung auf Stufe Vorprojekt
Langacher West	Rollfeld	A1	0.88	K.A.	Furt / Abflussmulde, Belagsarbeiten, Einmündung in Rotigraben	140'000.-	Terrinaufnahmen, Prüfen Abfluss in Mulde
Langacher Ost	Hofurlistrasse	B1	0.50	100/150/200	Furt / Abflussmulde, Belagsarbeiten	20'000.-	Terrinaufnahmen, Prüfen Abfluss in Mulde
Hofurli West	Hofurlistrasse	C1	0.55	-	Fassungsbauwerk, Rohrleitung bis Zusammenschluss Hofurli Ost, Belagsarbeiten (gem. Vorstudie Centraplan 2018)	205'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungserhebung
Hofurli Ost		D1	0.85	-	Fassungsbauwerk, Rohrleitung bis Hofurlibach, Schachtbauwerk (gem. Vorstudie Centraplan 2018)	150'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungserhebung
Hegglibach	Hofurlistrasse	E1	0.86	-	Einleitung in Hofurlistrasse; Fassungsbauwerk, Rohrleitung	35'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
	Hegglistrasse	E2	0.86	-	Einlaufbauwerk, Rohrleitung; sofern Bach oberhalb und unterhalb offengelegt wird	35'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
	Hegglistrasse	E3	0.86	-	Einlaufbauwerk, Rohrleitung; sofern Bach oberhalb und unterhalb offengelegt wird	35'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
Nasmannsbach	Hofurlistrasse	F1	1.04	200	Rohrleitung DN600, Anschluss an die bestehende Rohrleitung in der Hofurlistrasse, Querung von Werkleitungen	90'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
	Wanderweg	F2	1.16	200	Brücke	20'000.-	Terrinaufnahmen
	Stadelstrasse	F3	1.16	k.A.	Einlaufbauwerk, Rohrdurchlass DN600, Querung von Werkleitungen	20'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
Stadelbach	Hofurlistrasse	G1	1.53	400	Einlaufbauwerk, Rohrleitung DN600, Anschluss an den bestehenden Bitzikanal, Belagsarbeiten	185'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
	Stadelstrasse	G2	1.53	k.A.	Keine Massnahmen	0.--	Gem. Gutachten Geotest AG vom 24.11.2008 bereits ausgeführt (Kissling + Zbinden, 2015)
Bitzi Ost	Bürgenstockstrasse				Keine Massnahmen	0.-	bereits ausgeführt
Kleiner Friedhöfler	Sonnhaldenstrasse unten	I1	1.49	450	Abflussmulde im Überlastfall, sofern Bach oberhalb und Unterhalb offengelegt wird, best. Rohr (DN450) wird beibehalten	15'000.-	Terrinaufnahmen, Prüfen Abfluss in Mulde
	Sonnhaldenstrasse oben	I2	1.49	500	Einlaufbauwerk, Ausbau best. Rohrleitung auf DN700, sofern Bach oberhalb und unterhalb offengelegt wird; Kombi Durchlass/Furt ist zu prüfen.	35'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
	Bürgenstockstrasse	I3	1.49	350	Einlaufbauwerk, Ausbau best. Rohrleitung auf DN700, sofern Bach oberhalb und unterhalb offengelegt wird	40'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
	Panoramastrasse	I4	1.49	300	Einlaufbauwerk, Ausbau best. Rohrleitung auf DN700, sofern Bach oberhalb und unterhalb offengelegt wird	30'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
Grosser Friedhöfler	Stationsstrasse	J1	3.5-4.5		Keine Massnahmen vorgesehen, die Abflusskapazität sollte knapp ausreichen.	0.-	Terrinaufnahmen, Prüfen der Abflusskapazität vom best. Kanal
	Bürgenstockstrasse Siedlung	J2	3.5-4.5	1200	Keine Massnahmen; Abflusskapazität ausreichend	0.--	Prüfen Werkleitungen
	Panoramastrasse	J3	3.5-4.5	600	Keine Massnahmen vorgesehen, die Abflusskapazität sollte knapp ausreichen.	0.-	Terrinaufnahmen, Prüfen der Abflusskapazität vom best. Kanal
Schür West	Bürgenstockstrasse	K1	0.64	300	Einlaufschacht, Rohrleitung in Meteorleitung	15'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
	Kirschetmatte	K2	0.64	300	Furt, Strassenanpassung	5'000.-	Terrinaufnahmen, Prüfen Abfluss in Mulde
Schürbach	Stationsstrasse	L1	1.06	700	Rinne entlang Mauer, Leitung in den See.	35'000.-	Aufgrund dem Gebäude direkt auf der Bachleitung, ist ein Ausbau der Bachleitung nicht möglich
	Wanderweg	L2	1.06	k. A	Gewährleistung Abflusskapazität best. Durchlass, allenfalls rechtseitige Erhöhung (Stufe), damit die Überlast nicht auf die Strasse fliessen kann	5'000.-	Terrinaufnahmen, Prüfen Abflusskapazität
	Buochlistrasse	L3	1.06	k. A	Brücke, sofern Bach oberhalb und unterhalb offengelegt wird	30'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
	Kirschetmatte	L4	1.06	k. A	Einlaufschacht, Durchlass, sofern Bach oberhalb und unterhalb offengelegt wird	40'000.-	Terrinaufnahmen; Prüfen Werkleitungen
Total						1'185'000.-	

7.8.6 Geschieberückhalt

Um das Geschiebe im Ereignisfall zurückhalten zu können, sind auf verschiedenen «Stufen» Geschiebesammler zu erstellen. Bei den Kalibrierungsbauwerken oberhalb der Bürgenstockstrasse, oberhalb des Siedlungsgebietes und beim Hangfuss (Gefällsknick) bzw. Einmündung in die Talbäche. Die Geschiebesammler sind symbolisch im Übersichtsplan und den Situationsplänen dargestellt (1809-41). Die Standorte der Geschiebesammler müssen in der weiteren Planungsphase geprüft werden, da diese in die Umgebungsgestaltung von Neu- und Umbauten integriert werden müssen. Zudem muss der Unterhalt der Geschiebesammler gewährleistet werden, damit diese nach einem Ereignis geleert werden können.

Oberhalb Siedlungsgebiet

Die Rückhaltmenge für das Geschiebe bei der Zuleitung in die Hangbäche / Abflusswege wurde abgeschätzt (vgl. Kapitel 4.8.2); die Rückhaltevolumen sind entsprechend zu dimensionieren (Tabelle 10 und Tabelle 11). Im Rahmen der Objektschutzmassnahmen, z.B. Stadelstrasse 1, 3, 5 wird das Geschiebe hinter der geplanten Häuserzeile zurückgehalten und gelangt nicht in den Nasmannsbach. Bei den Bächen Nasmannsbach, Stadelbach und Kleiner Friedhöfler soll durch die Kalibrierungsbauwerke bereits oberhalb der Bürgenstockstrasse Geschiebe zurückgehalten werden, was beim Ausbau im Siedlungsgebiet entsprechend berücksichtigt werden kann. Das Gerinne wird zwischen Kalibrierungsbauwerk und Siedlungsgebiet erosionssicher ausgebaut, wodurch weniger Material anfällt.

Somit ist das notwendige Rückhaltevolumen abhängig vom Bauablauf und der Etappierung. Deshalb sind die Rückhaltekapazitäten im Rahmen des Bauprojekts aufgrund der aktuellen Situation zu prüfen, zu plausibilisieren und allenfalls anzupassen.

Geschieberückhalt vor Einmündung in Talbäche

Um die Abflusskapazität der Talbäche durch Auflandungen nicht einzuschränken, sind sicherheitshalber Geschieberückhalte vor der Einmündung der Hangbäche und Abflusswege in die Talbäche am Hangfuss, wo sich tendenziell die Feststoffe ablagern, vorgesehen. Hangbäche und Abflusswege, die direkt in den See münden, benötigen keinen Geschieberückhalt.

Die Abschätzung des Geschiebepotentials infolge von Erosionen bei Hangbächen und Abflusswegen ist stark abhängig von deren Ausgestaltung. Durch die aktuellen Neuüberbauungen (Hirsacher, Hofurlistrasse 28, Stadelstrasse 15/17, 1/3/5 und 6, Bitzi, Ober Halten, Niederstein, Abendweg 1) werden laufend Hangbäche und Abflusswege erosionssicherer ausgestaltet und somit die Geschiebepotentiale reduziert. Die notwendige Rückhaltekapazität ändert sich dadurch laufend.

Für die Geschiebesammler vor den Einmündungen in die Talbäche wurde von je 5 m³ als Richtgrösse ausgegangen. Im Rahmen des Bauprojekts soll eine Überprüfung des Geschiebepotentials bei den Hangbächen und Abflusswegen aufgrund der aktuellen Situation durchgeführt werden.

7.8.7 Bürgenstockstrasse (ausserhalb Siedlungsgebiet)

Ein zentrales und wichtiges Element des Hochwasserschutzprojekts ist die Bürgenstockstrasse. Das überarbeitete Konzept sieht vor, dass auch die Bürgenstockstrasse als Abflussweg berücksichtigt wird (Abbildung 6). Folglich werden die Bäche Nasmannsbach, Stadelbach und Kleiner Friedhöfler bis zu einem HQ₁₀₀ durchgeleitet. Die Hangbäche werden so ausgebaut, dass ein 100-jährliches Ereignis unter Berücksichtigung der Überlast innerhalb des Gewässerraums / Abflussweges durch die Siedlung geleitet werden kann.

Somit sind beim Nasmannsbach, Stadelbach und Kleinen Friedhöfler oberhalb der Bürgenstockstrasse Einlaufbauwerke zu erstellen, damit das Wasser gefasst und bis zu einem HQ₁₀₀ durchgeleitet werden kann (Kalibrierung). Ist die Abflussmenge der Bäche grösser als ein 100-jährliches Ereignis, wird die Überlast auf die Bürgenstockstrasse geleitet. Zudem fliesst das Hangwasser zwischen den Bächen (Resteinzugsgebiet) auf die Strasse und ist entsprechend in den Abflussmengen zu berücksichtigen.

Zwischen der Spitzkehre Hinterbiel und dem Juch reicht die Kapazität der bestehenden Leitung (DN350 mm - DN400 mm) nicht komplett aus, um das Wasser über die Leitung abzuführen. Über das Strassengefälle wird aber das Wasser bergseitig geführt und ab dem Juch, sobald es die Kapazität der Leitung zulässt, in die Meteorwasserleitung eingeleitet. Ab Juch bis zum Kleinen Friedhöfler reicht die Meteorleitung (DN450 mm bis DN700 mm) hingegen aus, um die anfallenden Wassermengen aufzunehmen. Zwischen dem Kleinen und dem Grossen Friedhöfler reicht die Kapazität knapp nicht aus, jedoch ist auch hier das Strassengefälle gegen den Berg und das Wasser fliesst in die Meteorleitung, sobald es die Kapazität wieder zulässt. Aktuell wird beim Niederstein diese Meteorleitung in den Grossen Friedhöfler geleitet.

Aufgrund der grösseren Abflussmenge in der Meteorleitung und des potenziell beschränkt erhöhbaren Fassungsvermögens des Grossen Friedhöflers sieht das Konzept entgegen der heutigen Situation vor, dass

die Überlast der Hangbäche und das Hangwasser aus den Resteinzugsgebieten (zwischen den Abflusswegen, inkl. Oberflächenwasseranteil nördlich der Bürgenstockstrasse des Bitzi Ost (BP 7)) zukünftig nicht mehr in den Grossen Friedhöfler geleitet wird. Dazu wird ab dem Grossen Friedhöfler bis zur Buochlikurve, ab der Kropfgasse fehlt eine Meteorleitung in der Strasse, eine grössere resp. eine neue Meteorleitung (DN800 mm bis Niederstein und DN900 mm bis zur Buochlikurve) in die Bürgenstockstrasse verlegt und die bestehende, von oben kommende Meteorleitung an diese angeschlossen. Ab der Buochlikurve wird das Wasser aus der neuen Meteorleitung, gemeinsam mit dem Wasser des oberen Teils des Schürbachs (Schürbach 1), in den See geleitet (vgl. Kap. 7.3.2). Die Kapazitätserweiterung von DN200 mm resp. DN300 mm im Bereich Niederstein resp. Neubau auf DN800 mm resp. DN900 mm erfolgt, um zusätzlich zu vorherig genannten Überlastmengen auch die Abflussmengen aus dem Einzugsgebiet des Grossen Friedhöflers oberhalb der Bürgenstockstrasse (Grosser Friedhöfler 1) und dem Abflussweg Schür West komplett aufzunehmen.

Da das heute bestehende Gerinne des Schürbachs lediglich eine Abflussmenge von rund $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ zu fassen vermag, ist bei den in Kap. 7.3.2 vorgestellten Varianten 2, 3 und 4 beim Einlauf in den unteren Teil des Schürbachs bei der Buochlikurve ein Kalibrierungsbauwerk vorzusehen, das die in den unteren Teil des Schürbachs einströmende Wassermenge auf $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ limitiert. Sämtliche Überlast wird gemeinsam mit dem Wasser aus der Meteorleitung über die östlich des Schürbachs (Schürbach 2) zu realisierende Leitung / den zu realisierenden Abflussweg in den See geleitet. Da bei Variante 1 der Schürbach ausgebaut wird, entfällt dort der Bedarf für genanntes Kalibrierungsbauwerk.

Zwischen Kleiner Friedhöfler und Grosser Friedhöfler wird der Schutz von untenliegenden Liegenschaften vor Hangwasser und Hangmuren / spontane Rutschungen durch die Bürgenstockstrasse gewährleistet. Eine neue talseitig der Bürgenstockstrasse verlaufende Mauer komplettiert diesen Schutz. Die Hangmuren werden von der Strasse und der Abschlussmauer gehalten und lagern sich auf der Strasse ab. Problematisch ist hier, dass die Erdmassen abfliessendes Strassenwasser stauen und es zu einem Überströmen über die Abschlussmauer mit nachfolgender Erosion im unterliegenden Hang kommt. Daher muss die randseitige Abschlussmauer mit mindestens 40 cm Höhe erstellt werden.

Dimensionierungsvorgaben Mauer [6]

- Erddruck bis OK Mauer (Dichte = 1.8 t/m^3) und Wasserdruck bis OK Mauer (Dichte = 1 t/m^3)
 - Anpralldruck: vernachlässigbar
- Mauerhöhe und Resthöhe für Wasser: 0.4 m

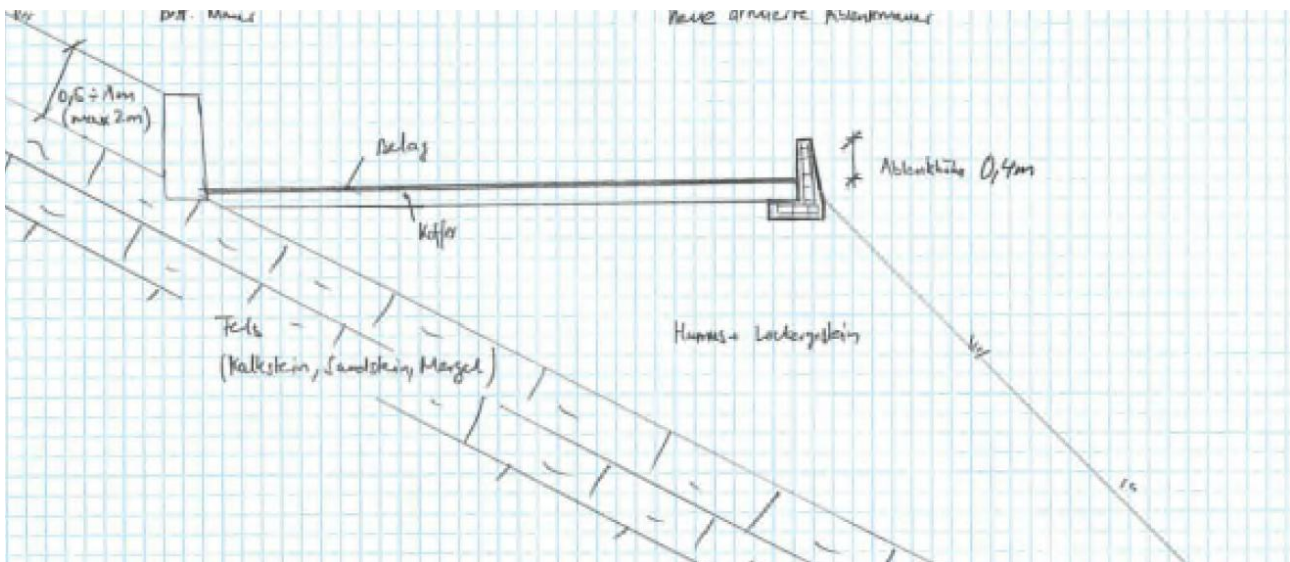


Abbildung 42: Variante Bürgenstockstrasse [6].

7.8.8 Bürgenstockstrasse innerhalb Siedlungsgebiet

Die Bürgenstockstrasse innerhalb des Siedlungsgebietes ist auch als Abflussweg definiert.

Für die Gewährleistung des Objektschutzes sind die Liegenschaften entlang vom Abflussweg zu schützen. Das heisst, die Schutzzielhöhen von min. 25 cm (Mauer, Kuppe, etc.) ab Strassenhöhe sind einzuhalten.

7.8.9 Hofurlistrasse

Die Hofurlistrasse ist auch als Abflussweg definiert. Der Hegglibach, Nasmannsbach und der Stadelbach werden bereits in der heutigen Situation in die bestehende Meteorleitung (DN600 mm) der Hofurlistrasse eingeleitet, welche in den Bitzikanal einmündet. Somit ist diese Leitung eine Bachleitung und keine reine Meteorleitung. Die Abflusswege Hofurli Ost und -West werden künftig über den Hofurlibach in den Dorfbach eingeleitet [5].

Die Leitung in der Hofurlistrasse ist auch eine Regenwasserleitung und muss ihre Funktion auch im GEP wahrnehmen können. Die Kapazität der bestehenden Leitung (Q_{\max} ca. 1.0-1.9 m³/s zwischen Einmündung Hegglibach und Einmündung Nasmannsbach resp. 2.0 m³/s zwischen Einmündung Nasmannsbach bis Einmündung Stadelbach) reicht bis zur Einmündung des Stadelbachs aus, um den Hegglibach und den Nasmannsbach abzuleiten. Die Überlast kann über die Strasse abgeführt werden und das Wasser fliesst in die Meteorleitung, sobald es die Kapazität der Leitung zulässt.

Ab der Einleitung des Stadelbachs in die Meteorleitung muss die Kapazität der Leitung ausgebaut werden. Bei der Annahme eines Leitungsfalles von rund 9 % ergibt sich ein Leitungsdurchmesser von DN700 mm. Die Überlast erfolgt über die Strasse. Damit auch die Überlast abgeleitet und in den Bitzikanal eingeleitet werden kann, ist ein DN800 einzubauen.

Damit im Überlastfall der Leitung das Wasser über die Hofurlistrasse abfliessen kann, sind die angrenzenden Liegenschaften im Rahmen des Objektschutzes zu schützen. Das heisst, die Schutzzielhöhe von min. 25 cm ab Strassenhöhe ist einzuhalten. Dadurch wird das Wasser über die Strasse geführt und in den Bitzikanal eingeleitet. Damit das Wasser eingeleitet werden kann und keine Einlaufbauwerke notwendig sind, ist der Bitzikanal offen zu führen. Zudem sind Anpassungen der Strassenhöhe (Mulde) notwendig.

Im Knotenbereich Hofurlistrasse, Bürgenstockstrasse und Kreuzmatte sind Regenklärbecken und weitere Spezialbauwerke vorhanden. Das Konzept (die Strassenanpassung und der notwendige Leitungsquerschnitt für die Einleitung in den Bitzikanal) ist im Rahmen der weiteren Projektstufe detaillierter zu betrachten.

Alternativ zur oben genannten Kapazitätserweiterung auf DN700 mm resp. DN800 mm (Überlast) ab Einmündung Stadelbach kann das bestehende System (DN600 mm) belassen werden. In diesem Fall ist eine separate Leitung für den Stadelbach in Betracht zu ziehen, die ebenfalls in den Bitzikanal einmündet.

7.9 Installationsplatz und Baustellenerschliessung

Der Zugang für die Baustellenerschliessung erfolgt grundsätzlich über die bestehenden Verkehrswege. Mögliche Installations- und Zwischendeponieplätze sowie die Baustellenerschliessung sind auf den Situationsplänen 1809-11 / -21 ersichtlich.

Entlang der projektierten Bachgerinne im Landwirtschaftsgebiet sind Baupisten mit einer Breite von rund 5 m vorgesehen. Auf einigen Abschnitten ohne Strassen, Wege und Baupisten muss stirnseitig gearbeitet werden.

7.10 Bauablauf/Etappierung

Nachfolgend ist die Etappierung der Realisierung der Massnahmen erläutert. In Abbildung 43 ist die Etappierung im Zusammenhang mit den Kosten auch bildlich dargestellt.

7.10.1 Talbäche

Der Ausbau der Talbäche Dorfbach, Bitzikanal und Rotigraben erfolgt grundsätzlich von unten nach oben und kann unabhängig voneinander realisiert werden. Zusätzlich können die Bäche in verschiedene Etappen unterteilt werden, falls dies von der Gemeinde erwünscht wird. So können einzelne Abschnitte mit angrenzenden Bautätigkeiten koordiniert werden. Die gesetzten Schutzziele werden jedoch erst nach Fertigstellung der drei Talbäche erreicht.

Folgende Etappierung wird vorgeschlagen:

- Ausbau und Offenlegung Dorfbach. Der Ausbau des Kanals im Bereich vom Dorfplatz erfolgt im Rahmen der Umgestaltung des Dorfplatzes.
- Ausbau und Offenlegung Bitzikanal. Der Ausbau im Abschnitt der AGRA ist in Zusammenhang mit der Arealüberbauung umzusetzen.
- Ausbau Rotigraben (Die genaue Linienführung im Gebiet Oberdorf/Herdern muss noch festgelegt werden).

7.10.2 Hangbereich

Die Umsetzung derjenigen Massnahmen am Hang, die durch die Gemeinde getätigt werden, beschränken sich grundsätzlich auf die Realisierung von:

- Geschieberückhalte im Bereich der Hangbäche / Abflusswege oberhalb des Siedlungsgebiets und vor der Einmündung in die Talbäche
- Ausbau der Hangbäche / Abflusswege beim Queren von Strassen und Wege
- Bau der Kalibrierungsbauwerke bei der Bürgenstockstrasse
- Massnahmen für die Überlast Bürgenstockstrasse.

Die Realisierung erfolgt auch hier von unten nach oben, um eine Mehrgefährdung auf Nachbargrundstücken weitmöglichst zu vermeiden. Die grundsätzliche Etappierung ergibt sich folglich zu:

- Bau der Geschieberückhalte vor Einmündung in die Talbäche (evtl. zeitgleich mit dem Ausbau der Talbäche)
- Realisierung der Querungen „von unten nach oben“
- Geschieberückhalte oberhalb des Siedlungsgebiets
- Massnahmen Bürgenstockstrasse (ausgenommen Kalibrierungsbauwerke) und Massnahmen für die Überlast (Schürbach oder Weingärtlibach - vgl. Kap. 7.3.2)
- Kalibrierungsbauwerke an der Bürgenstockstrasse

Ein wesentlicher Teil für die Umsetzung der Massnahmen am Hang erfolgt durch Objektschutzmassnahmen, welche grundsätzlich durch die Grundeigentümer zu tragen sind. Aufgrund von unterschiedlichen Interessen und Bebauungsbedarf von Privaten ist es am Hang schwierig, die Massnahmen strikt von unten nach oben zu realisieren. Eine Mehrgefährdung der untenliegenden Grundstücke kann damit nicht in jedem Fall ausgeschlossen werden. Im Rahmen von Objektschutzgutachten ist diese Mehrgefährdung aufzuzeigen und zu beurteilen, ob diese toleriert werden kann. Ist sie nicht tolerierbar, sind im Rahmen der Bauvorhaben temporäre Bauwerke zu erstellen, die eine Mehrgefährdung unterliegender Grundstücke beseitigen. Sind einzelne Bauvorhaben bekannt, ist abzuklären, ob einzelne anderweitige Massnahmen am gleichen Bach / Abflussweg auf anderen, allenfalls angrenzenden Parzellen, zusätzlich und zeitgleich umgesetzt werden können. In diesem Fall ist zu prüfen, ob die Umsetzung mit den privaten Bautätigkeiten koordiniert werden kann.

Vor der Realisierung einzelner Weg- und Strassenquerungsbauwerke ist eine Gesamtbetrachtung über das gesamte Gerinne zu empfehlen, damit die baulichen Ausführungen gegenseitig abgestimmt und allfällige Synergien genutzt werden können. Sollte sich durch ein Projekt über mehrere Parzellen abzeichnen, dass der Ausbau im öffentlichen Interesse liegt und sich für die Gemeinde in Bezug auf die gesamthafte Koordination ein vernünftiges und tragbares Kosten-Nutzen-Verhältnis ergibt, kann dafür ein Wasserbauprojekt ausgearbeitet werden und somit von der Wasserbaupflicht einzelner Privater abgesehen werden. Die Wasserbaupflicht wird hierbei durch die Gemeinde übernommen.

7.11 Materialbewirtschaftungskonzept und Materialbilanz

Erfolgt im Rahmen des Bauprojekts.

7.12 Interessensabwägung

Durch das vorliegende Hochwasserschutzprojekt Ennetbürgen sind viele Akteure direkt oder indirekt betroffen. Deshalb wurde eine Akteuranalyse durchgeführt (Tabelle 17). Alle aufgeführten Gruppen wurden oder werden im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung durch die Bauherrschaft oder durch die Projektgruppe orientiert und soweit erforderlich und gewünscht in das Projekt miteinbezogen. Mit der Weiterbearbeitung des Projekts können weitere Akteure in Betracht gezogen werden.

Tabelle 17: Akteuranalyse

Akteure	Betroffen			Einbindung über		
	Ja	nein	bedingt	Direkte Gespräche	Infoveranstaltungen	Vernehmlassung
Amt für Gefahrenmanagement (AGM)	x			x		x
Amt für Justiz (Jagd und Fischerei)			x			x
Amt für Landwirtschaft			x			x
Amt für Mobilität (Kantonsstrasse)	x			x		x
Amt für Raumentwicklung			x			x
Amt für Umwelt (AFU) (Boden, Grundwasser; Entwässerung, etc.)	x			x		x
Amt für Wald und Energie			x			x
Anwohner			x		x	
Arma Suisse	x			x		x
Erholungssuchende			x		x	
Fachstelle Natur- und Landschaftsschutz			x			x
Genossenkorporation Ennetbürgen	x			x		
Gewerbe, Industriebetriebe (AGRA, Volg, Kantonalbank, etc.)	x			x		
Grundeigentümer	x			x		x
Landwirte / Pächter	x			x		x
Öffentlicher Verkehr (Postauto)			x	x		
Politische Parteien			x			x
Schiffahrtsbetreiber		x				
Tourismusorganisation, Hotellerie	x				x	
Umweltverbände / NGO's (nicht Regierungsorganisationen)	x				x	x
Verein Wanderwege			x			x
Werkleitungseigentümer / Trinkwasserversorgung	x			x		x

7.13 Monitoring (inkl. Neophytencontrolling)

Mit der Wirkungskontrolle wird untersucht, ob die umgesetzten Massnahmen die gewünschte Wirkung zeigen, d.h., ob die definierten Ziele und die geplanten Verbesserungen erreicht werden konnten.

Durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU) wurden zu diesem Thema im Juni 2020 neue Grundlagen in Form einer Praxisdokumentation publiziert (Wirkungskontrolle Revitalisierung, BAFU 2020). Der Kanton bestimmt, welche Projekte der anstehenden Programmvereinbarung in die Wirkungskontrolle einbezogen werden sollen. Der Kanton wählt dafür diejenigen Indikator-Sets aus, die sich am besten eignen. Je nach Grösse des Projekts stehen unterschiedliche Indikator-Sets zur Auswahl.

Im Rahmen der weiteren Projektplanung werden die entsprechende Indikatoren-Sets definiert.

8 Auswirkungen der Massnahmen

8.1 Siedlung und Nutzflächen

Zur Beurteilung der beanspruchten Nutzflächen wurde die bestehende Bodenbedeckung der amtlichen Vermessung verwendet und nach den verschiedenen Kategorien aufgeteilt (

Tabelle 18). Zudem wurde die Nutzung nach Bauabschluss zusammengestellt (Tabelle 19). Für den Rotigraben können hinsichtlich der künftigen Nutzung derzeit noch keine Aussagen gemacht werden. Grund dafür ist die noch offene Linienführung im Bereich Oberboden/Herden. Das ausgewiesene Total bezieht sich daher ausschliesslich auf die beiden Gewässer Dorfbach und Bitzikanal.

Im Rahmen des Hochwasserschutzprojekts vergrössert sich die Gewässeroberfläche gegenüber dem heutigen Zustand um rund den Faktor 3. Die gewässergerechten Uferböschungen – welche mehrheitlich innerhalb des Hochwasserabflussprofils liegen – nehmen sogar um den Faktor 9 zu. Im Siedlungsgebiet werden hauptsächlich Strassenflächen sowie Grünflächen beansprucht. Ausserhalb des Siedlungsgebiets betrifft der Flächenbedarf vorwiegend landwirtschaftlich genutztes Land.

Tabelle 18: bestehende Nutzungen im Bauperimeter des Hochwasserschutzprojektes.

Nutzung	bestehende Nutzung im Bauperimeter ^{*1} [Fläche in m ²]			
	Dorfbach	Bitzikanal	Rotigraben	Total ^{*2}
Gebäude	3	-	k.A.	3
Gebäudeerschliessung	1'298	20	k.A.	1'318
Strassen	2'019	383	k.A.	2'402
Trottoir	439	49	k.A.	488
Parkplatz	395	-	k.A.	395
Rollfeld Flugplatz	-	-	k.A.	-
Übrige befestigte Flächen	7	207	k.A.	214
Wege	-	178	k.A.	178
Friedhof	-	-	k.A.	-
Gartenanlagen	2'150	790	k.A.	2'940
Sportanlage / Freizeitanlage	843	188	k.A.	1'031
Landwirtschaft (Wiese, Weiden)	4'985	782	k.A.	5'767
Wald	-	-	k.A.	-
Uferböschungen	952	-	k.A.	952
Gewässer	622	61	k.A.	683
Total	13'713	2'658	k.A.	16'371

^{*1} Bauperimeter: ohne die während dem Bau vorübergehend beanspruchten Flächen wie Installationsplätze und Baupisten.

^{*2} Dorfbach und Bitzikanal, ohne Rotigraben.

Tabelle 19: zukünftige Nutzung im Bauperimeter Hochwasserschutzprojektes.

Nutzung	zukünftige Nutzung im Bauperimeter ^{*1} [Fläche in m ²]			
	Dorfbach	Bitzikanal	Rotigraben	Total ^{*2}
Gebäude	-	-	k.A.	-
Strassen und Rollfeld Flugplatz	2'176	375	k.A.	2'551
Wege	1'167	188	k.A.	1'355
Durchlässe, Brücken und Passerellen	1'522	133	k.A.	1'655
Uferböschungen (Gehölzflächen, ruderal und extensive Nutzung)	6'841	1'608	k.A.	8'449
Sonstige Grünflächen (Gartenanlagen, Böschungen, etc.)	266	74	k.A.	340
Gewässer	1'741	280	k.A.	2'021
Schutzdämme	-	-	k.A.	-
Total	13'713	2'658	k.A.	34'781

^{*1} Bauperimeter: ohne die während dem Bau vorübergehend beanspruchten Flächen wie Installationsplätze und Baupisten.

^{*2} Dorfbach und Bitzikanal, ohne Rotigraben.

In der Flächenbilanz sind die Gebäude des Betriebsareals NAPAG nicht enthalten. Auch dort fallen Gebäudeteile in den Bauperimeter des Hochwasserschutzprojektes. Es existiert aber schon ein Gestaltungsplan mit neuen Betriebsgebäuden ausserhalb des Gewässerraums.

Die Fusswegverbindungen bleiben erhalten und werden ausgebaut resp. auf einen Fussweg rückgebaut. Künftig wird es entlang des Dorfbachs eine durchgehende Fusswegverbindung vom Seeplätzli bis zum Rollfeld Herdern geben. Der Abschnitt südlich der Bodenhostatt wird nur als Trampelpfad ausgebildet. Für Kinderwagen und Velos gibt es eine bestehende Verbindung via parallellaufender Quartierstrassen (Kreuzmatte - Nasmannsbach - Hangstrasse). Für die Bevölkerung ermöglichen die flacheren Uferböschungen einen besseren Zugang zum Wasser.

8.2 Natur und Landschaft

Die geplanten Massnahmen sind ein grosser Gewinn für Natur und Landschaft, auch wenn es nicht überall möglich ist, einen naturnahen Zustand der Gewässer zu erreichen. Besonders im Siedlungsbereich können raumwirksame, gut durchgrünte Elemente geschaffen werden. Die seltenen, naturnahen Flächen im Siedlungsgebiet und im intensiv genutzten Landwirtschaftsgebiet werden um ein Vielfaches vergrössert. Es werden Lebensräume für Fauna und Flora geschaffen.

Der ökomorphologische Zustand der Talbäche verbessert sich beträchtlich. Bei den Hangbächen und Abflusswegen ist eine Verbesserung der Ökomorphologie aufgrund der steilen Hanglage und den Eindolungen entlang der Strasse nur bedingt möglich.

Beim Dorfbaches können rund 180 m offengelegt und ökologisch aufgewertet werden. Weitere 350 m werden rein ökologisch aufgewertet. Die restlichen rund 430 m bleiben eingedolt, wobei die Sohle natürlich ausgebildet wird und seitliche Bermen eingebaut werden. Zudem werden bei langen Abschnitte Lichtschächte erstellt.

Beim Bitzikanal können rund 285 m offengelegt und ökologisch aufgewertet werden, wobei nur auf den letzten 25 m natürliche Böschungen ausgebildet werden können. Bei rund 260 m müssen die Böschungen mit Blocksätzen verbaut werden. Rund 157 m werden vorerst nicht offengelegt und ökologisch ausgebaut. Dieser Schritt erfolgt erst in Zusammenhang mit einer neuen Überbauung im heutigen AGRA Areal / Vorderboden. Rund 30 m bleiben eingedolt, wobei die Sohle natürlich ausgebildet wird und seitliche Bermen eingebaut werden.

Beim Rotigraben kann im Gebiet Oberboden/Herdern noch nicht gesagt werden, wie viel der Länge eingedolt bleibt und wo offengelegt werden kann. Zwischen der Stanserstrasse und dem Scheidgraben kann der Rotigraben auf einer Länge von rund 270 m ökologisch aufgewertet werden.

Tabelle 20: Ausnutzung und Gestaltung des Gewässerraums mit HWS-Projekt.

Abschnitt	Länge	Ausgeschiedener Gewässerraum inkl. proj. Gewässerraum	Proj. Bachgerinne und Uferböschungen (gewässergerecht)	projektierte Durchlässe (Fläche)	projektierte Durchlässe (Länge)	weitere gewässerfremde Objekte (*1) im Gewässerraum
	[m]	[m2]	[m2]	[m2]	[m]	[m2]
Dorfbach <i>Einmündung See bis und mit in der Talebene liegenden Abschnitts Langacherbach</i>	1'074 (*2)	12'942	8'022	1420 (*2.1)	389 (*2.1)	4'785
Bitzikanal <i>Einmündung See bis Bürgenstockstrasse</i>	310 (*3)	2'552	1'861	102	30 (*3)	589
Rotigraben <i>Gemeindegrenze Stans bis zum renaturierten Abschnitt Rotigraben</i>	1'503 (*4)	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

*1) Strassen, Gebäude, Dämme mit Blocksatz, bestehende Durchlässe, private Gartenanlagen mit gewässerfremder Vegetation/Nutzung, neue Fusswege, Fussgängerbrücken und Landwirtschaftliche Flächen

*2) ohne die bereits renaturierten Abschnitte Oeltrotte (91 m) und (Riedmatt 129 m)

*2.1) bei den Durchlässen wird kein Gewässerraum ausgeschieden. Es gilt ein Gewässerabstand von 7 m ab Aussenkante Durchlass (beidseitig)

*3) exklusiv der Abschnitte ohne Massnahmen zwischen Volg und AGRA (165 m)

*4) ohne den bereits renaturierten Abschnitt (94 m). Annahmen Länge, wenn der Bach um das Siedlungsgebiet herumgeführt werden kann (vgl. Variante Kapitel 7.2.1, Bestvariante 2014).

Durch die ökologische Aufwertung der Talbäche verbessert sich die aquatische und terrestrische Vernetzung innerhalb des Siedlungsgebiets von Ennetbürgen. Die Talbäche vernetzen die Seeufer mit den hinter der Siedlung angrenzenden Wiesen, Feldgehölzen und Wäldern. Kann der Rotigraben künftig auf einer wesentlichen Länge offengelegt werden, kommt diesem eine wichtige Vernetzungsfunktion zwischen dem renaturierten Scheidgraben und dem Wald am Bürgenberg zu. Bleibt der Bach weiterhin eingedolt, ist diese Vernetzung weiterhin unterbunden.

Die ausgedolten und gestalteten Gewässer ermöglichen eine Wanderung entlang der Ufer für Tiere wie Kleinsäuger, Reptilien oder Amphibien. Zur Gewährleistung der terrestrischen Längsvernetzung bei den neuen Eindolungen und unter Brücken werden für Kleinsäuger und Reptilien Bermen erstellt.

8.3 Gewässerökologie und Fischerei

Mit der Realisierung des Hochwasserschutzprojekts Ennetbürgen werden die Bachläufe wo immer möglich ausgedolt und aufgewertet. Wo keine Offenlegung möglich ist, werden Durchlässe erstellt, welche eine natürliche Sohle mit Niederwassergerinne ermöglichen und somit eine Vernetzung gefördert wird. Auch die Lichtschächte fördern die Wandermöglichkeit der Fische.

Heute ist die Wasserqualität des Dorfbachs mässig belastet bis belastet (vereinfachte Untersuchung aus [9]). Durch eine naturnahe Niederwasserrinne, nährstoffarme Böschungen und schattenbildende Gehölze wird die Wasserqualität positiv beeinflusst, auch wenn die Belastung nicht komplett beseitigt werden kann.

Damit die Gewässer durch die Sonneneinstrahlung nicht zu stark erhitzen, sind sie ausreichend zu beschatten. Durch die Beschattung kann auch übermässiges Wasserpflanzenwachstum im Gerinne eingedämmt werden.

8.4 Grundwasser

Veränderungen am Gerinne, insbesondere Ausdolungen und die Entfernung von Sohlen- und Uferverbauungen können den Austausch von Grund- und Oberflächenwasser beeinflussen. Es ist je nach Grundwasserstand sowohl eine erhöhte Infiltration als auch eine erhöhte Exfiltration von Grundwasser möglich. Zur Beurteilung der Auswirkungen des Projektes auf das Grundwasser können zurzeit nur das Grundwassermodell des Kanton Nidwaldens sowie Erkenntnisse aus einzelnen Baugrunduntersuchungen beigezogen werden.

In Abschnitten, wo die neue Bachsohle unter dem mittleren Grundwasserspiegel zu liegen kommt, ist im Rahmen des Bauprojekts zu prüfen, ob allenfalls Abdichtungsmassnahmen notwendig sind, um ein lokales Absenken des Grundwasserspiegels zu verhindern ist. Im Rahmen einer hydrogeologischen Untersuchung müssen für das Bauprojekt die kritischen Stellen abgeklärt werden. Es sind qualitative Abschätzungen notwendig.

Der Abschnitt Rotigraben zwischen Kantonsstrasse und Scheidgraben befindet sich im Grundwasserschutzareal "Ennetbürger Allmend". Das Areal ist provisorisch ausgeschieden. Auf Parzelle Nr. 555 zwischen der Flugfeld Strasse, Riedmatt Strasse und der Kantonsstrasse befindet sich das Trinkwasserpumpwerk Riedmatt, wo die Grundwasserschutzzonen S1, S2 und S3 definitiv ausgeschieden sind. Diese Grundwasserschutzzonen S1, S2 und S3 werden vom Projekt nicht tangiert. Die Ausdolungen und Renaturierungen des Rotigrabens nördlich der Kantonsstrasse liegen aber im Zuströmbereich des Trinkwasserpumpwerkes Riedmatt.

8.5 Landwirtschaft

Im ausgeschiedenen Gewässerraum dürfen keine Dünger ausgebracht und die Wiesen höchstens extensiv genutzt werden.

Die abschnittsweise Verbreiterung und Ausdolung der Talbäche bedingt eine Extensivierung von etwa 180 Aren Landwirtschaftsland, vor allem im Gebiet Rotigraben.

Während der Bauphase wird zusätzliches Landwirtschaftsland für Baupisten, Installationsplätze und Bodendepots beansprucht.

Tabelle 21: Landwirtschaft im Bauperimeter des Hochwasserschutzprojektes.

Bach	vom Hochwasserschutzprojekt betroffenes, landwirtschaftlich genutztes Land (intensiv und extensiv) [m2]	neue Gewässersohle [m2]	projektierte Uferböschungen (Ruderalflächen, Gehölze und extensive Nutzung) [m2]
Dorfbach	4'985	1'741	6'841
Bitzikanal	782	280	1'608
Rotigraben	12'269	2'243	12'191
Total	18'036	4'264	20'640

8.6 Wald

Würde der Rotigraben entlang vom heutigen Rollweg offengelegt und der Schutzdamm erstellt werden, müsste eine Waldfläche von ca. 1'375 m² temporär gerodet werden. Diese temporäre Rodung würde von der örtlichen Waldgesellschaft entsprechend wieder bestockt (Wiederaufforstung). Abgesehen von genannter temporärer Rodung hat das Hochwasserschutzkonzept sonst keinen Einfluss auf die Waldflächen. Für das Projekt müssen einige Hecken, Ufer- und Feldgehölze gerodet werden. Nach den Bauarbeiten werden die Böschungen mit standorttypischen, einheimischen Pflanzen wieder bestockt. Somit können diese Rodungen vor Ort kompensiert werden.

Für die betroffenen Waldflächen muss ein Rodungsgesuch gestellt werden.

9 Kosten und Wirtschaftlichkeit

9.1 Grundlagen

Die ermittelten Kosten basieren auf den Erfahrungswerten ähnlicher Bauten. Die Preisbasis ist Mai 2021, die Kostengenauigkeit beträgt $\pm 25\%$.

In der Kostenschätzung berücksichtigt sind die Baustelleneinrichtung (7 %), Regie- und Kleinarbeiten (5 %), Planung Vorstudie bis Inbetriebnahme (15 %), Hydrogeologische Gutachten und Baubegleitung (Überwachung Grundwasserspiegel), gewässerökologische, umwelt- und bodenkundliche Baubegleitung, UVB / Umweltberichte der Teilprojekte, Erfolgskontrolle Talbäche (Erhebung vor Baubeginn und bis 10 Jahre nach Bauabschluss) und Unvorhergesehenes (10 %).

Landerwerb (Landerwerb von Gewässerraum nicht vorgesehen), Entschädigungen, Versicherungen, Entsorgung belasteter Aushub aus Altlasten, Sanierung Schiessanlage sind in den Kosten nicht berücksichtigt. Bei den Entsorgungskosten der Strassenbeläge wurde davon ausgegangen, dass diese nicht PAK-haltig sind.

9.2 Kostenvoranschlag

Folgend ist die Kostenschätzung für die vorgeschlagenen Massnahmen für das Hochwasserschutzkonzept Ennetbürgen dargestellt. Die detaillierteren Zusammenstellungen sind im Anhang 4 ersichtlich.

Tabelle 22: Kostenschätzung, +/- 25 %.

Massnahmen	Kosten [SFr.]
Bitzikanal	1.9 Mio.
Dorfbach	10.5 Mio.
Rotigraben	10.1 Mio.
Bürgenstockstrasse / Überlast in den See	4.9 Mio.
Bürgenstockstrasse und Weg- und Strassenquerungen innerhalb Siedlungsgebiet	2.4 Mio.
Gesamtkosten (inkl. MwSt.)	30 Mio.

Die Kosten für den Rotigraben sind schwierig abzuschätzen, da das Nutzungskonzept der armasuisse im Gebiet Oberboden/Herdern (Abschnitt Nidwalden Airpark bis Stanserstrasse) noch nicht vorliegt und die Massnahmen noch nicht definiert werden konnten. Für die Kostenschätzung dieses Abschnitts wurde daher von einem Anteil von 50 % Offenlegung und 50 % Eindolung ausgegangen.

Unter dem Objekt *Bürgenstockstrasse* sind grundsätzlich die Massnahmen berücksichtigt, welche ausserhalb des Siedlungsgebietes zu realisieren sind (Fassung- / Kalibrierungsbauwerke Bürgenstockstrasse, ergänzende Meteorleitung bis Schürbach, Einleitung Überlast in den See, Ausbau Gerinne / Abflussmulden zwischen Bürgenstockstrasse und Siedlungsgebiet, Geschiebesammler am Siedlungsrand).

Innerhalb des Siedlungsgebietes erfolgt die Umsetzung der Massnahmen in erster Linie über den Objektschutz, die durch die Grundeigentümer zu tragen sind. Deshalb sind diese Massnahmen in der Kostenschätzung nicht berücksichtigt. Sinngemäss sind davon auch jene Kosten betroffen, die durch allfällige Übernahme der Wasserbaupflicht durch die Gemeinde bei der koordinierten Gesamtrealisierung eines Wasserbauprojekts anfallen (vgl. Kapitel 7.10.2). Diese Projektkosten sind spätestens im Rahmen der entsprechenden Wirtschaftlichkeitsberechnung und unabhängig der Kostenfolge für Private oder die Gemeinde in der Planung zu berücksichtigen. Dennoch sind Massnahmen bei den Abflusswegen notwendig, welche nicht über den Objektschutz erfolgen können und über das Projekt zu finanzieren sind. Dazu gehören die Weg- und Strassenquerungen und die Massnahmen an der Hofurlistrasse sowie an der Bürgenstockstrasse innerhalb des Siedlungsgebietes.

9.3 Kostenbeteiligungen

Das Hochwasserschutzprojekt Ennetbürgen wird vom Kanton und Bund subventioniert. Die Grundsubvention durch den Bund und den Kanton bei Einhaltung der Vorgaben beträgt 60 % an die beitragsberechtigten Kosten.

Der Rotigraben weist ein hohes Potential für eine Revitalisierung aus. Durch eine Ausdolung und die Revitalisierungsmassnahmen kann der Rotigraben als Revitalisierungsprojekt laufen und somit sind grössere

Beiträge durch den Bund und den Kanton von rund 80 % zu erwarten. Muss der Rotigraben im Gebiet Oberboden/Herden eingedolt bleiben, kann nur der Abschnitt zwischen der Stanserstrasse und dem Scheidgraben als Revitalisierungsprojekt berücksichtigt werden.

Bei den Weg- und Strassenquerungen wird davon ausgegangen, dass diese zu 100 % durch die Gemeinde zu finanzieren sind.

Ob das Projekt als Einzelprojekt oder als Grundangebot abgewickelt wird, wird durch das Amt für Wald und Naturgefahren beim BAFU noch geklärt.

9.3.1 Mehrleistungen Hochwasserschutzprojekt

Die Programmvereinbarung des Bundes (2020-2024) sieht vor, dass zusätzliche Abgeltungen geleistet werden können. Dabei handelt es sich um das Integrale Risikomanagement, die technischen Aspekte sowie die partizipative Planung. Werden alle diese Kriterien erfüllt, können zusätzliche 10 % beim Bund beantragt werden.

Integrales Risikomanagement

Kriterien zu den planerischen Massnahmen	ja	nein	In Planung
Ereigniskataster ist nachgeführt.	x		
Die Gefahrenkarten bzw. Risikoanalysen aller relevanten Prozesse sind erstellt.			x
Die Revision der Nutzungsplanung mit Berücksichtigung der Gefahrenkarten ist umgesetzt (bei Verkehrsträgern nicht relevant!).			x
Kriterien zu den organisatorischen Massnahmen	ja	nein	In Planung
Für die relevanten Prozesse besteht eine Interventionsplanung.			x
Die Umsetzung der Interventionsplanung ist geregelt.		x	
Es besteht ein Schutzbautenmanagement.			x

Die Revision der Gefahrenkarte ist erfolgt und liegt dem vorliegenden Projekt zu Grunde.

Für die Bäche liegt keine Notfallplanung vor. Diese wird zurzeit jedoch erarbeitet.

Der Schutzbautenkataster für die Gemeinde Ennetbürgen liegt vor.

Technische Aspekte

Kriterien zu den planerischen Massnahmen	ja	nein	In Planung
Die Auswirkungen eines Überlastfalls sind analysiert, der Umgang mit dem Überlastfall ist optimiert, die Massnahmen sind im Projekt dargestellt.			x

Im Rahmen der Ausarbeitung des Bauprojekts werden die Auswirkungen des Überlastfalls und die entsprechenden Massnahmen aufgezeigt.

Partizipation

Kriterien zu den planerischen Massnahmen	ja	nein	In Planung
Eine Akteuranalyse und eine Analyse der vertretenen Interessen und der massgebenden öffentlichen Werte zu Beginn des Projekts ist erfolgt.	x		
Die Bevölkerung wurde vor dem Auflageverfahren umfassend über die Defizite des IST-Zustandes sowie die Ziele und Massnahmen des Projekts informiert.			x
Die Ziele wurden unter Einbezug der Akteure definiert.			x
Massnahmenvarianten und Handlungsspielräume wurden mit Akteuren diskutiert, die stark betroffen sind und grosses Einflusspotenzial aufweisen.			x

Eine Akteuranalyse wurde erstellt (vgl. 7.12). In der weiteren Planung werden die Betroffenen über direkte Gespräche oder Infoveranstaltungen in die Planung miteinbezogen. Die Ziele werden berücksichtigt und Massnahmenvarianten mit ihnen diskutiert.

9.3.2 Kostenbeteiligungen Revitalisierungsprojekt Rotigraben

Die Subventionierung des Wasserbauprojekts Rotigraben kann aufgrund der aktuellen Situation noch nicht definitiv beantwortet werden, je nachdem, ob der Bach eingedolt bleibt oder offengelegt werden kann. Bei einer eingedolten Variante fallen die Kantons- und Bundesbeiträge geringer aus und die Kosten sind zu einem wesentlichen Teil durch die Gemeinde zu finanzieren. Bei einer Revitalisierung können Beträge von Kanton und Bund bis zu 80 % beantragt werden.

9.4 Nachweis der Kostenwirksamkeit

Der Nachweis der Kostenwirksamkeit wurde durch die oeko-b ag (2022/2026) durchgeführt (Anhang 5).

In der bestehenden Planung sind keine abschliessenden Detailpläne vorhanden (Stufe Konzept / Vorprojekt). Es konnten daher keine effektiven Intensitätskarten nach Massnahmen abgeleitet werden. Aufgrund der aufgezeigten Massnahmen kann jedoch angenommen werden, dass bei den Talbächen für das häufige (HQ₃₀) und das mittlere Ereignis (HQ₁₀₀) eine vollständige Schutzwirkung erzielt werden kann. Bei seltenen Ereignissen (HQ₃₀₀) ist nach Massnahmen mit einem Schadensausmass im Bereich eines häufigen Ereignisses (HQ₃₀) vor Massnahmen zu rechnen.

Bei den Massnahmen am Hang erfolgt eine vollständige Schutzwirkung aufgrund des sicheren Ableitens der Überlast im Gewässerraum / Abflussweg grundsätzlich auch beim seltenen Ereignis (HQ₃₀₀).

Auf ein Extremereignis (EHQ) haben die geplanten Massnahmen keinen Einfluss.

9.4.1 Kostenwirksamkeit

Dorfbach / Bitzikanal

Zu den Investitionskosten für die Massnahmen von rund CHF Mio. 12.4 kommen jährliche Unterhalts- und Betriebskosten von rund je CHF 124'000.- hinzu. Bei einem Zinssatz von 2 % und einer Lebensdauer der geplanten Massnahmen von 80 Jahren ergeben sich durch die Schutzmassnahmen jährliche Kosten von CHF 525'512.-. Diesen Kosten steht eine jährliche Risikoverminderung von CHF 400'807.- gegenüber, woraus sich für den Zustand nach Realisierung der Massnahmen ein **Nutzen-Kosten-Verhältnis von 0.8** ergibt. Die Kostenwirksamkeit von 1 ist knapp nicht erreicht.

Rotigraben

Zu den Investitionskosten für die Massnahmen von rund CHF Mio. 10.1 kommen jährliche Unterhalts- und Betriebskosten von rund je CHF 101'000.- hinzu. Bei einem Zinssatz von 2 % und einer Lebensdauer der geplanten Massnahmen von 80 Jahren ergeben sich durch die Schutzmassnahmen jährliche Kosten von CHF 429'250.-. Diesen Kosten steht eine jährliche Risikoverminderung von CHF 380'227.- gegenüber, woraus sich für den Zustand nach Realisierung der Massnahmen ein **Nutzen-Kosten-Verhältnis von 0.9** ergibt. Die Kostenwirksamkeit von 1 ist knapp nicht erreicht.

Beim Rotigraben sind in der Kostenschätzung viele Kunstbauten berücksichtigt, da die Massnahmen bislang noch nicht konkret definiert werden konnten. Sollte der Bach über seine gesamte Länge offengelegt werden können und wären lediglich einzelne Kunstbauten bei den Zufahrten erforderlich, könnte sich das Kosten-Nutzen-Verhältnis auf rund 1,3 erhöhen. Die Massnahmen somit kostenwirksam.

Massnahmen am Hang

Zu den Investitionskosten für die Massnahmen von rund CHF Mio. 7.3 kommen jährliche Unterhalts- und Betriebskosten von rund je CHF 73'120.- hinzu. Bei einem Zinssatz von 2 % und einer Lebensdauer der geplanten Massnahmen von 80 Jahren ergeben sich durch die Schutzmassnahmen jährliche Kosten von CHF 310'760.-. Diesen Kosten steht eine jährliche Risikoverminderung von CHF 1'663'396.- gegenüber, woraus sich für den Zustand nach Realisierung der Massnahmen ein **Nutzen-Kosten-Verhältnis von 5.4** ergibt. Die Massnahmen können also als kostenwirksam beschrieben werden.

9.4.2 Gesamtbetrachtung

Grundsätzlich ist die Kostenwirksamkeit auch über das gesamte Gemeindegebiet zu betrachten, da die Schutzfunktion nur als Gesamtsystem optimal funktioniert. Insbesondere die Massnahmen am Hang haben ein hohes Nutzen-Kosten-Verhältnis und bewirken eine gute Schutzwirkung. Zudem sind die jährlichen Unterhalts- und Betriebskosten mit 2 % als eher etwas konservativ betrachtet.

Unter Annahme allgemein geringerer Unterhalts- und Betriebskosten, z.B. 1 %, wird auch das Nutzen-Kosten-Verhältnis besser, womit auch für die Talbäche Dorfbach, Bitzikanal und Rotigraben einen Wert von 1 erzielt werden kann.

Zudem wurde beim Rotigraben für die Kostenschätzung ein wesentlicher Anteil als eingedolt angenommen. Bei einer Offenlegung könnten die Investitionskosten reduziert werden, wodurch sich die Massnahmen als kostenwirksam erweisen würden.

Des Weiteren lassen sich in der weiteren, detaillierteren Planung die Kosten genauer ermitteln und können allenfalls noch optimiert werden. Zudem können Bachabschnitte wie die Mündungsbereiche in den See (Schlüsselbucht und Seeplätzli) allenfalls als Revitalisierungsobjekte abgekoppelt und separat betrachtet werden (höherer, maximaler Subventionssatz).

Zusammenfassend können die Massnahmen über das gesamte Projekt also als kostenwirksam beschrieben werden.

9.5 Kostenetappierung

Eine mögliche Kostenetappierung ist in Abbildung 43 ersichtlich.

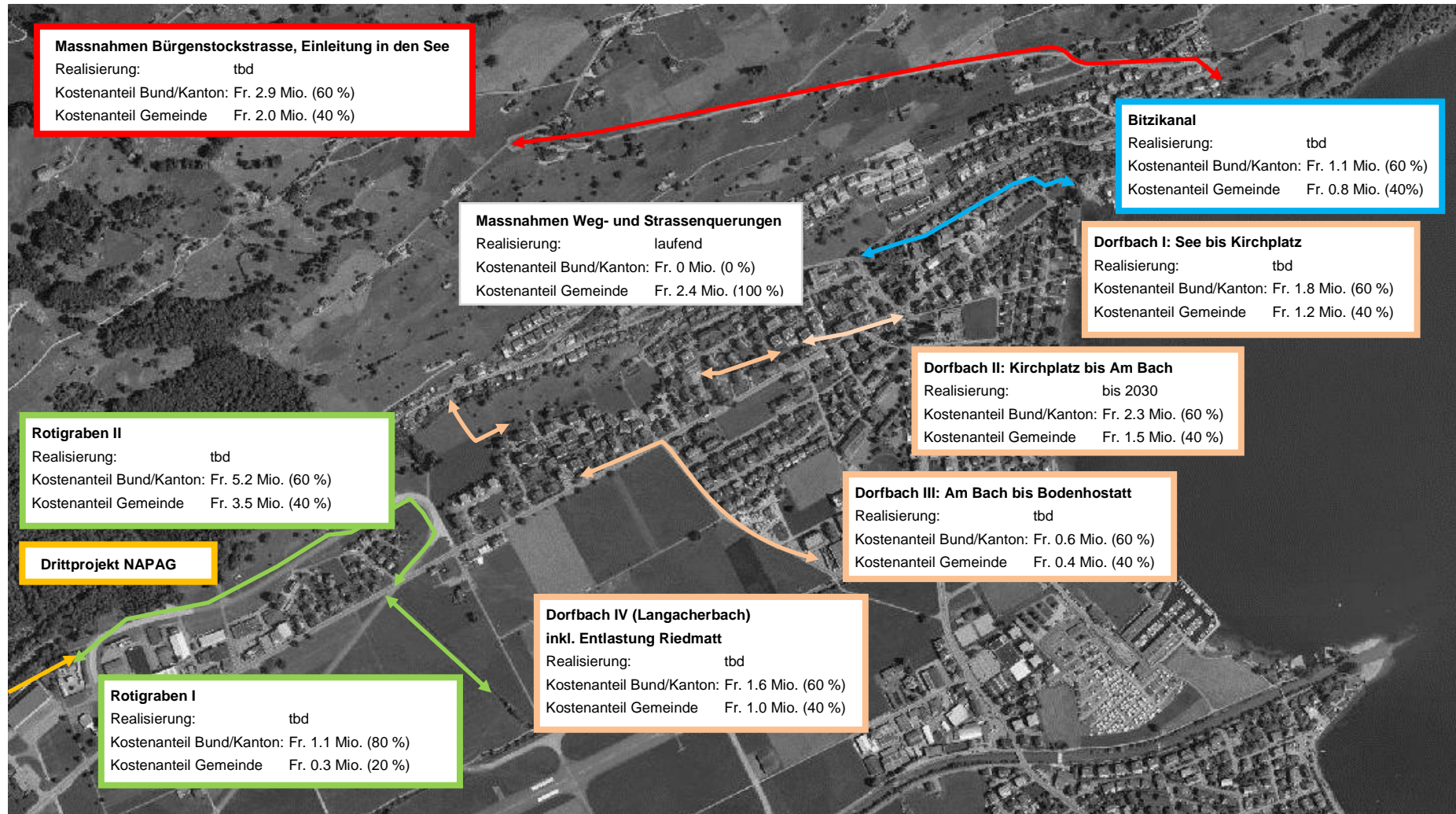


Abbildung 43: Kostenetappierung.

10 Verbleibende Gefahren und Risiken

10.1 Verbleibende Gefahren und Risiken

Mit den vorliegenden Hochwasserschutzmassnahmen «Talbüche» wird die vorhandene Gefährdung für das Siedlungsgebiet Ennetbürgen vom Dorfbach, Bitzikanal und Rotigraben reduziert und bis zu den Schutzzielen behoben. Grundsätzlich kann von folgenden Ansätzen ausgegangen werden:

Talbüche

- Keine Intensitäten bis zu einem HQ_{100} nach Massnahmen
- Intensitäten HQ_{300} nach Massnahmen = Intensitäten HQ_{30} vor Massnahmen
- Intensitäten EHQ nach Massnahmen = Intensitäten EHQ vor Massnahmen

Hangbereich

- Keine Intensitäten ausserhalb vom Gewässerraum / Abflussweg bis zu einem HQ_{300} nach Massnahmen (vgl. Kap. 9.4)
- Intensitäten EHQ nach Massnahmen = Intensitäten EHQ vor Massnahmen

10.2 Überlastszenarien

Hochwasserschutzmassnahmen können aus finanziellen, aber auch aus ökologischen Gründen nicht auf die grösstmöglichen Gefährdungen ausgelegt werden. Der Hochwasserschutz der Talbüche in Ennetbürgen wird auf ein Unwetterereignis ausgelegt, welches statistisch gesehen alle 100 Jahre vorkommt (100-jährliches Ereignis). Eine Restgefährdung besteht somit grundsätzlich bei Ereignissen, welche dieses Dimensionierungsereignis übertreffen.

Im Überlastfall ($> HQ_{100}$) können die ausgebauten Talbüche an einzelnen Stellen über die Ufer treten und es kann zu grossflächigen Überflutungen kommen. Diese Gefährdung wird durch Objektschutzmassnahmen (Schutzmauern, Kuppen, Sandsäcke, Tore, Bretter, Dammbalken, Schläuche, etc.) eliminiert. Durch die erhöhte Abflusskapazität der Talbüche fallen die Überflutungen im Überlastfall kleiner aus als ohne Ausbau.

Bei den ausgebauten Hangbüchen und Abflusswegen erfolgt der Ausbau auch auf ein 100-jährliches Ereignis, jedoch ist aufgrund der steilen Verhältnisse und engen Platzverhältnisse die Überlast über das Gerinne (Gewässerraum / Abflussweg) abzuleiten. Bei Ereignissen $> HQ_{300}$ tritt das Wasser aus dem Gerinne und die angrenzenden Liegenschaften werden überflutet. Die Ausdehnungen der Überflutungen fallen durch den Ausbau grundsätzlich geringer aus.

11 Umsetzungen der verbleibenden Gefahren in die Richt- & Nutzungsplanung

11.1 Richtplan

Nach Umsetzung der Massnahmen sind sie in einer Gefahrenkartenrevision zu berücksichtigen.

11.2 Nutzungsplanung

Mit der Zonenplanrevision wurden die Gewässerräume und Abflussweg bereits festgelegt. Die Gewässerräume und Abflusswege sind grundeigentümergebunden.

12 Notfallplanung

Die Notfallplanung der Gemeinde Ennetbürgen für den Seehochstand (2011) liegt vor. Für die Bäche wird zurzeit eine Notfallplanung erarbeitet.

13 Weitere Planungsphasen / Terminplanung

Folgend sind die nächsten Arbeitsschritte aufgeführt.

Arbeitsschritt	2026				2027			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Information an Bevölkerung								
Öffentliche Mitwirkung April bis Ende Juni 2026								
Allfällige individuelle Mitwirkungsgespräche								
Bereinigung der Projektunterlagen und Prüfung durch kant. Fachstellen								
Genehmigung durch Gemeinderat								
Genehmigung durch zuständige Direktion								

Anschliessend werden die Bauprojekte als Teilprojekte ausgearbeitet und realisiert. Eine Ausarbeitung zu einem einzelnen, gesamthaften Bauprojekt ist nicht sinnvoll, da je nach Abschnitt unterschiedliche Akteure betroffen sind und es je nach Abschnitt zu grösseren Verzögerungen kommen kann. Es können sich im Laufe der Zeit auch Rahmenbedingungen ändern, welche bei kleineren Projektperimetern einfacher zu bereinigen sind.

Ebenso können weitere Bautätigkeiten, z.B. die Umgestaltung des Dorfplatzes, einen Abschnitt vom Bachprojekt (Teilprojekt) auslösen, womit ein Abschnitt vorgezogen wird. Dadurch können die Bauabsichten koordiniert und Synergien genutzt werden. Mit einzelnen Bauprojekten ist man somit näher am Umsetzungszeitpunkt, weniger Akteure sind betroffen und ein Bauprojekt ist einfacher zur Bewilligung auszuarbeiten.

14 Schlussbemerkung

Mit den vorgeschlagenen, baulichen Massnahmen werden die Ziele (Hochwasserschutz, Ökologie) für die Gemeinde Ennetbürgen erreicht. Die Beurteilung des Ausbaues stellt auf die heutigen Verhältnisse ab. Sollten sich im Projektperimeter Veränderungen ergeben (Raumplanung, Natur, etc.), so ist das Projekt zu überarbeiten und allenfalls anzupassen.

Wir danken der Bauherrschaft sowie allen Beteiligten für die sehr angenehme Zusammenarbeit während der Erarbeitung des vorliegenden Projekts.

Hergiswil, im April 2026

SCHUBIGER AG BAUINGENIEURE

Peter Scheiwiller

Luzia Brun

15 Anhang

Anhang 1: Vergleich Hydrologie

Anhang 2: Hydraulische Berechnungen / Dimensionierungen

- Staukurven-Berechnung Dorfbach
- Staukurven-Berechnung Bitzikanal
- Staukurven-Berechnung Rotigraben

Anhang 3: Variantenstudium

- Variantenschemas 0, 1a, 1b und 2 für Durchlässe Bitzikanal und Dorfbach
- Variante Einleitung Überlast Bürgenstockstrasse in den See

Anhang 4: Kostenschätzung

Anhang 5: Risikoanalyse

- Risikoanalyse Bitzikanal Dorfbach
- Risikoanalyse Rotigraben
- Risikoanalyse Hangbereich

(nur digital)