



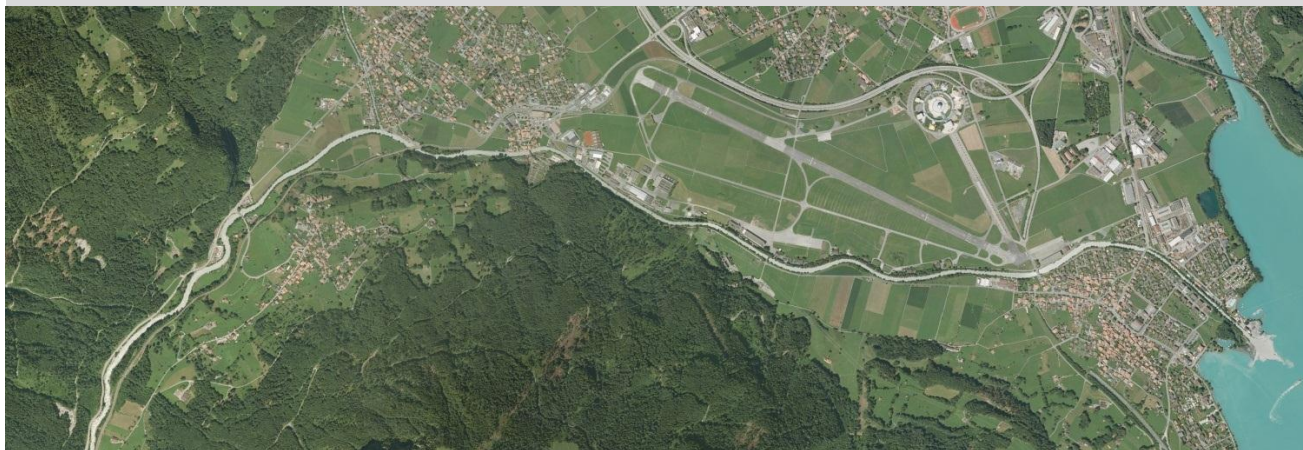
Orientierende Unterlage zum Wasserbauplan
Beilage 3.2

Gewässer	Saxetbach	Gewässer-Nr.	1810
Gemeinde	Wilderswil	Projekt-Nr.	1104
Erfüllungspflichtiger	Schwellenkorporation Bödeli Süd		
Projekt vom	1. Oktober 2011		
Revidiert	21. 12. 2012		

Unterlage

Technischer Bericht

Hochwasserschutz Saxetbach Wilderswil



Projektverfasser



Herzog Ingenieure AG

Wasserbau Tiefbau Grundbau

Dorfstrasse 10
3073 Gümligen

Tel. 0848 415 000
Fax. 031 960 43 31

buero@herzog-ingenieure.ch
www.herzog-ingenieure.ch

Hochwasserschutz Saxetbach Wilderswil

Technischer Bericht

Auftraggeber

Schwellenkorporation Bödeli Süd

Ausführung

2008-2011

Verfasser

Herzog Ingenieure AG, Dorfstrasse 10, 3073 Gümligen

Tel. 0848 415 000, buero@herzog-ingenieure.ch

Gestalterische Beratung

Moeri & Partner AG, Mühlenplatz 3, Postfach 64, 3000 Bern 13

Tel. 031 320 30 40, info@moeripartner.ch

Datum des Berichtes

21. Dezember 2012

Dateiname

b-1104-2A-TB_Wasserbauplan_Genehmigung_bh230113.docx



INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	6
2. ANLASS UND AUFTRAG	7
2.1. Gefahrenkarte und Schutzdefizit	7
2.2. Inhalt des vorliegenden Dossiers und Planverfahren	7
2.3. Perimeter	8
2.4. Ziele	8
2.5. Projektorganisation	9
2.6. Planverfahren und Abgrenzung der Plandossiers	9
2.7. Kostenträger und Finanzierung	10
2.8. Dringlichkeit	10
3. SITUATION	12
3.1. Nutzungen	12
3.2. Einzugsgebiet	13
3.3. Geologie	14
3.4. Ereigniskataster [2], [14]	16
3.5. Hydrologie [2]	17
3.6. Hydraulik und Gerinnekapazität	18
3.7. Geschiebehaushalt	19
3.8. Schwemmholz	22
3.9. Baugeschichte und bestehende Schutzbauten	23
3.10. Aktuelle Gefährdung [1]	25
4. MASSNAHMEN	27
4.1. Geprüfte Varianten	27
4.2. Unterhalt	31
4.3. Bauliche Massnahmen	31
4.4. Raumplanerische Massnahmen	34
5. UMWELT	36
5.1. Inventar der natürlichen Lebensräume	36
5.2. Gewässerökologie	36
5.3. Raumbedarf	37
5.4. Fischfauna und fischereiliche Nutzung	38
5.5. Vegetation und Wald	40
5.6. Boden	42
5.7. Grundwasser und Schutzzonen	43
5.8. Altlasten	45
5.9. Landschaft und Ortsbild	46



5.10.	Fuss- und Wanderwege	49
5.11.	Ökologische Bilanz / Ersatz und Ausgleich	50
6.	BAUAUSFÜHRUNG	53
6.1.	Baugrund	53
6.2.	Bauablauf und Installationen	55
6.3.	Materialbilanz	57
6.4.	Materialbewirtschaftungskonzept	58
6.5.	Qualität	58
7.	KOSTEN	59
7.1.	Grundlagen	59
7.2.	Kostenvoranschlag	59
7.3.	Wirtschaftlichkeit	60
8.	AUSWIRKUNGEN	67
8.1.	Landerwerb	67
8.2.	Rodungen	68
8.3.	Anlagen Dritter	69
8.4.	Gefahrenkarte	70
8.5.	Stauanlagenverordnung StaV	74
8.6.	Überlastfall und Notfallplanung	74
9.	ANHANG A: LEBENSRAUMKARTIERUNG, LEBENSRAUMGESTALTUNG NACH MASSNAHMEN UND ÖKOLOGISCHE BILANZ	77



GRUNDLAGEN

- [1] Integrale Naturgefahrenkarte Bödeli, IG Büro für Ingenieurgeologie AG, Herzog Ingenieure AG, Beffa + Tognacca, 2007
- [2] Geschiebepotential und Ereignisszenarien Saxetbach, Büro tur gmbh, 2008
- [3] Tachymetrisch aufgenommenes DTM im Bereich Geschiebesammler und Dämme 2008 / 2010 / 2011, eigene Aufnahmen
- [4] Werkleitungen
 - Wasser Gemeindebetriebe Wilderswil / Ing. Wyss und Früh Stand 10 / 2010
 - IBI Stand 10 / 2010
 - Abwasser Gemeindebetriebe Wilderswil / Ing. Mätzener+Wyss Stand 10 / 2010
 - Elektro Gemeindebetriebe Wilderswil / Ing. Mätzener+Wyss Stand 10 / 2010
 - IBI Stand 10 / 2010
 - BKW Stand 10 / 2010
 - Telekommunikation Swisscom – online Stand 10 / 2010
 - TV Kabelfernsehen Bödeli AG Stand 10 / 2010
 - Fernwärme AVARI Stand 10 / 2010
- [5] Grundbuchplan (AV Daten), Wyss und Früh AG, Unterseen
 - Sammler Stand 10 / 2008
 - Mülibruggli – Lutschine Stand 05 / 2009
- [6] DTM AV, Amt für Geoinformation Kt. Bern
- [7] Naturschutzkarte des Kantons Bern, Zeitstand: September 2010; Internet: Geoportal des Kantons Bern
- [8] Vorprojekt Hochwasserschutz Saxetbach Wilderswil, Herzog Ingenieure AG, präsentiert am 27. Mai 2010, nicht veröffentlicht
- [9] Bezzola G.R.: Flussbau, Script ETH 2006
- [10] Zonenplan der Gemeinde Wilderswil vom 8. Juli 2009
- [11] Beschluss des bernischen Regierungsrates über die Risikostrategie bei Naturgefahren, RRB vom 24. August 2005
- [12] 'Schwemmholz, Probleme und Lösungsansätze', VAW Mitteilung Nr. 188, 2006
- [13] Fachordner Wasserbau, Tiefbauamt des Kantons Bern, Januar 2010
- [14] Dossier 'Der Saxetbach', Ueli Bettschen, Matten
- [15] HADES, Hydrologischer Atlas der Schweiz, Stand 2011
- [16] Baugrunduntersuchungen Mülibruggli bis Lutschine und Chammri, Büro für Ingenieurgeologie, Gümligen, Juli 2011, Bericht Nr. 11044.1



1. ZUSAMMENFASSUNG

Gefahrenkarte und Geschiebestudie

Die Gefahrenkarte des Bödels von 2007 [1] zeigt, dass der aktuelle Schutzgrad entlang des Saxetbaches knapp bei einem HQ_{30} liegt. Die Gefahrenkarte weist rote und blaue Bereiche mitten in der Siedlung aus, welche v.a. aus Auflandungen und Brückenverklausungen herrühren. Die Notwendigkeit von Schutzmassnahmen ist nach der Risikostrategie des Kantons Bern [11] klar gegeben. Auch das monetäre Sachrisiko ist hoch.

Aus diesem Anlass wurde von der Schwellenkorporation Bödeli Süd als Wasserbaupflichtiger eine detaillierte Geschiebeerhebung in Auftrag gegeben [2], welche das enorme Geschiebepotential des Saxetbaches bestätigt und den verschiedenen Prozessen und Gerinneabschnitten detailliert zuordnet. Anschliessend wurden im Rahmen eines Vorprojektes Variantenstudien durchgeführt und bewertet.

Gewähltes Schutzkonzept

Die ausgearbeitete Konzeptvariante sieht unter anderem vor, das Rückhaltevolumen im Geschiebesammler im 'Chammri' zu vergrössern. Dazu muss die Kantonsstrasse Wilderswil – Saxeten auf einem kurzen Abschnitt verlegt werden. Der linke Damm zwischen Mülibruggli und Lüttschine wird im Projekt erhöht und der Durchfluss unter der unteren Kantonsstrassenbrücke verbessert. Mit einer durchgehenden Uferdifferenz wird der Überlastfall gelenkt. Zusätzliche Massnahmen im Überlastgebiet verringern mögliche Schäden.

Strassenpläne und Wasserbauplan

Das Hochwasserschutzprojekt Saxetbach Wilderswil ist in drei verschiedenen Dossiers dargelegt, da es mittels unterschiedlicher Planverfahren genehmigt werden muss. Die wasserbaulichen Massnahmen sind im vorliegenden Wasserbauplan ersichtlich, die Massnahmen an den Kantonsstrassen und –brücken in zwei Strassenplänen. Die drei Plandossiers gehören sachlich zusammen und die Verfahren werden parallel durchgeführt.

Alle Umweltbelange und die ökologische Bilanzierung sind über das Gesamtprojekt im vorliegenden Wasserbauplan behandelt.

Abgleich mit Hochwasserschutz Lüttschine und Umfahrungsstrasse Wilderswil

Eine besondere Herausforderung bildete die Abstimmung der Massnahmen mit den Bauvorhaben an der Lüttschine Wilderswil und die geplante Umfahrung Wilderswil im Bereich 'Grenchen'. Diese wurde durch mehrere Koordinationssitzungen sowie die gegenseitige Protokollzustellung sichergestellt. Die Auswirkungen der Projekte aufeinander wurden auch im hydraulischen Modell untersucht.

Zukünftiger Zustand

Der Entwurf der Gefahrenkarte nach Umsetzung der geplanten Massnahmen zeigt eine erhebliche Verringerung des Schadenrisikos, weil nur noch das HQ_{300} massgebend ist. Mehrere Gebäude auf dem rechten Kegelteil werden blau anstatt rot eingestuft und der linke Kegelteil weist nur noch gelbe Flächen auf.

Kosten

Die Kosten für die Wasserbaumassnahmen belaufen sich auf Fr. 4.9 Mio. inkl. Risiken und MwSt. Dazu kommen Fr. 1.36 Mio. für den Strassenbau, welche in den Strassenplänen ausgewiesen sind. Die Gesamtkosten betragen damit nach dem heutigen Stand Fr. 6.25 Mio. Davon muss die Schwellenkorporation Fr. 5.4 Mio. brutto tragen, die übrigen übernimmt der Kanton (Mehrwert Strasse, Brücken). Nach Subventionen betragen die Restkosten für die Schwellenkorporation je nach (noch festzulegendem) Subventionssatz zwischen Fr. 1.1 und 2.2 Mio.

2. ANLASS UND AUFTRAG

2.1. Gefahrenkarte und Schutzdefizit

Im Jahr 2007 liessen die fünf Bodeligemeinden gemeinsam eine integrale Naturgefahrenkarte ausarbeiten. Die Beurteilung für den Saxetbach zeigte, dass grosse Flächen der Gemeinde der gelben und blauen, sowie einige bewohnte Gebäude auch der roten Gefahrenstufe zugeteilt werden mussten. Letzteres betrifft v.a. bachnahe Häuser auf dem unteren Kegel. Die roten Gefahrenbereiche ergeben sich aus starken Intensitäten in allen Jährlichkeitsklassen.

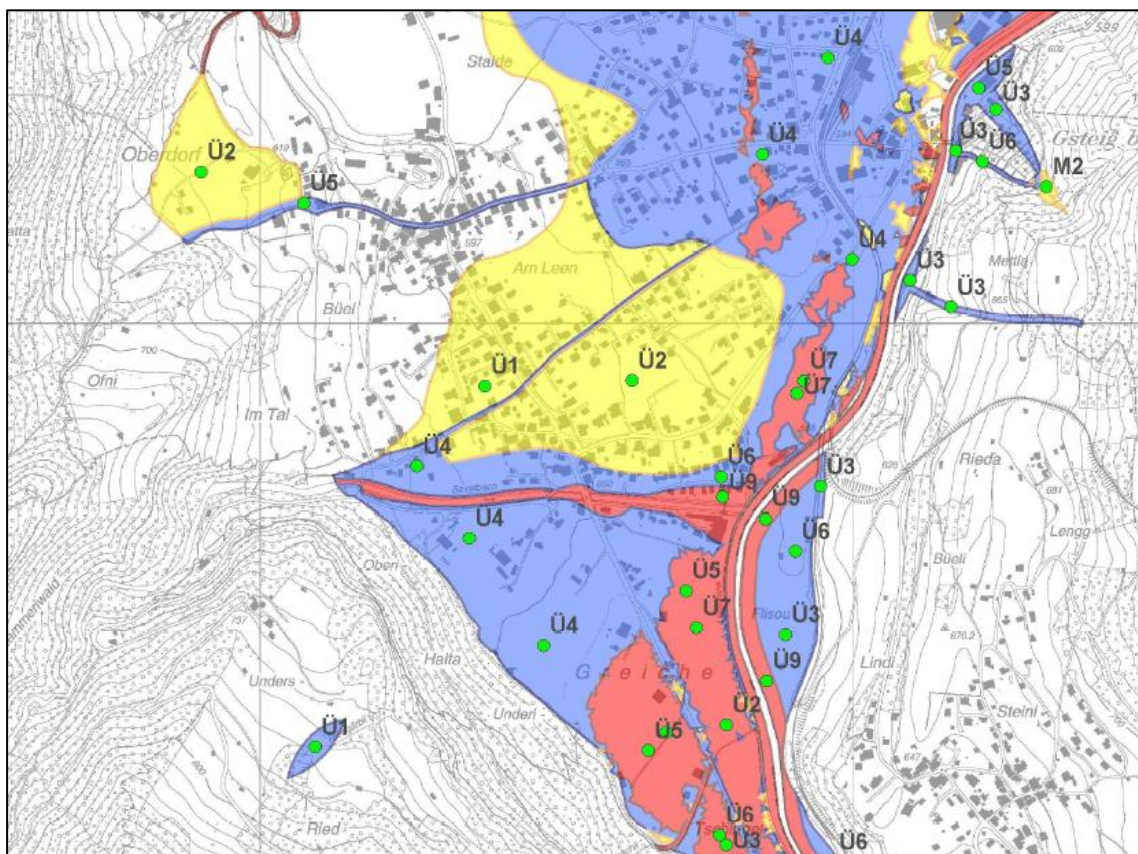


Abb. 1: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Bodeli, Prozess Wasser, Stand 2007

Die Schwellenkorporation hat aufgrund der damit bekannten Schutzdefizite die Ausarbeitung eines Hochwasserschutzprojektes in Auftrag gegeben. Zunächst wurden im Rahmen eines Vorprojektes verschiedene Lösungsvarianten erarbeitet. Alle untersuchten Massnahmen sind im vorliegenden Dossier dokumentiert. Die Schwellenkorporation und die beteiligten Fachbehörden haben die Varianten beurteilt und das nachstehend dokumentierte Gesamtkonzept ausgewählt.

2.2. Inhalt des vorliegenden Dossiers und Planverfahren

Das vorliegende Dossier umfasst den Bau der Hochwasserschutzmassnahmen im Bereich Saxetbach. Die wasserbaulichen Massnahmen werden in einem Wasserbauplanverfahren gemäss Art. 21 ff des kantonalen Wasserbaugesetzes aufgelegt und genehmigt.

Die Verlegung der Saxetenstrasse, welche sich aus der geplanten Sammlervergrösserung ergibt, sowie weitere Massnahmen an den Brücken und Strassen werden in separatem Planverfahren, dem Strassenplanverfahren gemäss dem kantonalen Strassenbaugesetz, genehmigt.



Die Trennlinie zwischen den beiden Plandossiers im Bereich Geschiebesammler wurde am sammlerseitigen Bankettrand festgelegt. Der Inhalt des jeweils angrenzenden Planes ist in violetter Farbe dargestellt. Ebenso an dieser Linie getrennt wurden die Rodungsunterlagen, die Landerwerbspläne und der Kostenvoranschlag.

2.3. Perimeter

Der Hochwasserschutzperimeter umfasst das ganze Einzugs- und potentielle Überschwemmungsgebiet des Saxetbaches (Gemeinden Wilderswil und Saxeten).

Der Bauperimeter umfasst eine grosse Fläche im Bereich Chammri, sowie die Bachufer und die Brückenbereiche auf dem Kegel. Alle Massnahmen sind im Übersichtsplan Beilage Nr. 3.1.2 zusammengefasst.

2.4. Ziele

2.4.1. Schutzziele

Angemessener Schutzgrad gemäss RRB von 2005

Gemäss RRB Nr. 2632 vom 10. August 2005 (Strategie Naturgefahren für den Kanton Bern) werden starke Überschwemmungsintensitäten innerhalb von Siedlungen nicht toleriert. Die übrigen Schutzziele (v.a. Sachschäden) sind projektspezifisch festzulegen. Die Schutzzielmatrix gibt einen Anhaltspunkt, welcher Schutzgrad in Abhängigkeit von Intensitäten und Jährlichkeiten angemessen ist. Auch mittlere Intensitäten sind nur in sehr seltenen Ereignissen akzeptiert. Der Wasserbaupflichtige am Saxetbach muss daher zwingend handeln.

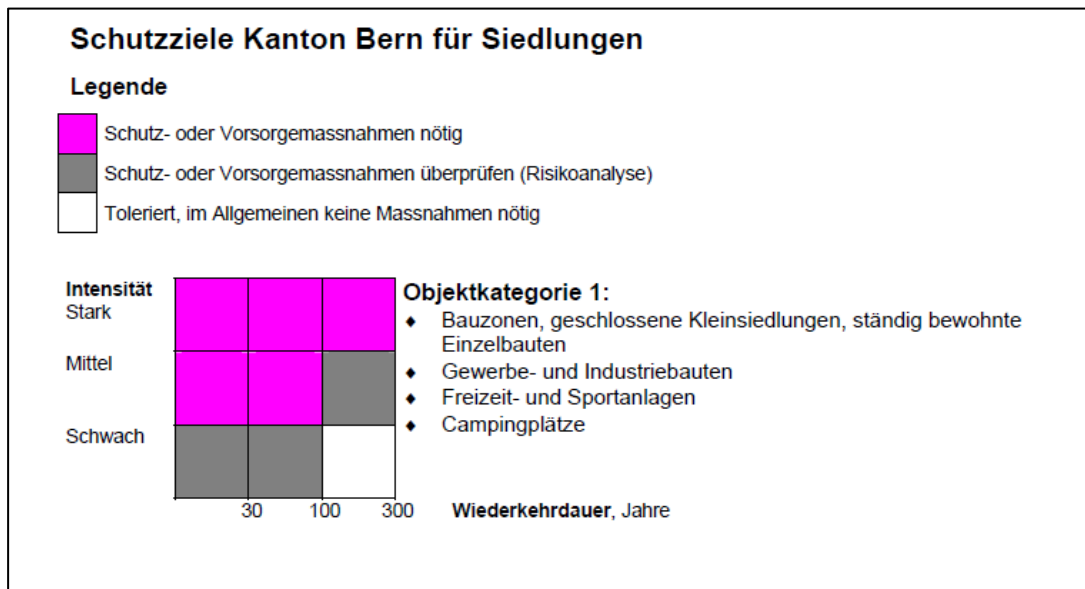


Abb. 2: Auszug aus der Strategie Naturgefahren gemäss RRB vom 10. August 2005

Im Ereignisfall sollen keine Todesfälle eintreten. Die rote Gefahrenstufe ist im Siedlungsbereich zu eliminieren, resp. auf den unmittelbaren Gerinnebereich zu beschränken. Die Notfallplanung ist dem Projekt anzupassen.

Gemäss der Gefahrenkarte [1] ist im Dorf Wilderswil mit mittleren und starken Intensitäten zu rechnen. Grosse Teile des Dorfes sind bereits bei einem HQ_{30} betroffen.

Das Schutzziel für Wilderswil wird im heutigen Zustand nicht erreicht.



In Abhängigkeit der unterschiedlichen Nutzungen und Verletzlichkeiten wurden folgende Projektziele für den Hochwasserschutz festgelegt:

- Minimierung der roten Flächen
- Verringerung des Schadenpotentials
- Klare Lenkung des Überlastfalles

2.4.2. Ökonomische Ziele

Es wird ein gutes Kosten-/Nutzenverhältnis angestrebt. Die Jahreskosten der Investition müssen kleiner als die jährliche Risikoreduktion sein. Dies wird mit der Methode 'EconoMe' (BAFU 2008) überprüft.

2.4.3. Raumplanerische Ziele

Es ist aus Sicht der Gemeinde für ihre weitere Entwicklung wünschenswert, dass das Dorf Wilderswil mehrheitlich in die weisse oder gelbe Gefahrenstufe eingeteilt werden kann.

Die Lenkung des Überlastfalles muss eindeutig sein, damit die Prioritäten für die Siedlungsentwicklung entsprechend gesetzt und die Notfallplanung erarbeitet werden können.

2.5. Projektorganisation

Erfüllungspflichtiger und damit Bauherrschaft ist die Schwellenkorporation Bödeli Süd. Folgende Fachstellen und Unternehmungen waren an der Planung beteiligt:

Tab. 1 Akteure

Bauherrschaft	Schwellenkorporation Bödeli Süd
Wasserbau / Strassenbau	Oberingenieurkreis I Strasseninspektorat Oberland Ost
Fachbehörde Bund	Bundesamt für Umwelt, Sektion Wasserrisiken
Wald	Waldabteilung 1
Naturschutz	Abteilung Naturförderung
Fischerei	Kantonales Fischereiinspektorat
Bauingenieure	Herzog Ingenieure AG
Geologie	Büro für Ingenieurgeologie AG

2.6. Planverfahren und Abgrenzung der Plandossiers

Verfahren

Für die Genehmigung der wasserbaulichen Massnahmen wurde das Wasserbauplanverfahren gewählt. Die Strassenverlegung und die übrigen Massnahmen am Strassennetz oder den kantonseigenen Brücken müssen im Strassenplanverfahren genehmigt werden. Die in den jeweils anderen Plandossiers enthaltenen Massnahmen werden in den Plänen im Hintergrund ebenfalls dargestellt, damit jederzeit ersichtlich ist, dass diese sachlich zusammengehören.

Mitwirkung und Vorprüfung wurden gemeinsam über alle Massnahmen, resp. parallel durchgeführt. Die Planaufgabe fand gleichzeitig statt.



Die Plandossiers wurden wie folgt aufgeteilt:

Wasserbauplan

'Hochwasserschutz Saxetbach Wilderswil'

- Vergrösserung des Geschiebesammlers im Chammri
- Ufererhöhung links Mülibruggli bis Lutschine und Anpassungen im Nahbereich des Gerinnes

Strassenplan Strassenzug Nr. 1123 Wilderswil-Saxeten

'Verlegung Saxetenstrasse und HWS-Massnahme Saxetbach'

- Verlegung der Strasse im Chammri
- Verbesserung Fuss- und Wanderweg (IVS-Weg)
- Massnahmen an der Saxetbachbrücke

Strassenplan Strassenzug Nr. 221 Interlaken-Grindelwald

'Hochwasserschutzmassnahmen im Bereich Saxetbachbrücke Wilderswil'

- Bauliche Optimierungsmassnahmen an der Druckbrücke selbst

Abgrenzungen der Rodungen und des Landerwerbs

Da es sich um zwei verschiedene Bewilligungsverfahren mit unterschiedlichen Bewilligungsinstanzen (Wasserbauplan -> TBA / kantonaler Strassenplan -> BVE) handelt, muss auch der Landerwerb anteilmässig in allen Projekten genehmigt werden. Dasselbe gilt für die Rodungen.

Für die Abgrenzung der Rodungs- und Landerwerbsflächen im Bereich 'Chammri' wurde eine geometrische Linie gewählt, namentlich der sammlerseitige Bankettrand der neuen Strasse. Alle Flächen wurden gemäss dieser Linie getrennt. Auch die nötigen Ersatzaufforstungen sind in beiden Plandossiers separat ausgewiesen.

2.7. Kostenträger und Finanzierung

Verursacher der Massnahmen ist der Wasserbau. Dieser muss daher auch für die Kosten der Strassenverlegung aufkommen. Der Kanton als Werkeigentümer kommt nur für den erzeugten Mehrwert des neu erstellten Strassenabschnittes auf. Um die Realisierungsphase zu optimieren übernimmt die Schwellenkorporation Bödeli Süd als Wasserbaupflichtiger die Federführung für die Strassenverlegung und finanziert den Kantonsanteil vor. Die Details werden in einer bilateralen Vereinbarung geregelt.

Die Anpassungen an den Brücken erfolgen später unter Federführung des OIK I. Da sie einen Werkmangel beheben (das Werk entspricht den Anforderungen des Hochwasserschutzes nicht), werden die Kosten vom OIK I getragen. Die Schwellenkorporation hat die Planungsarbeiten teilweise vorfinanziert und wird diese nach erfolgter Genehmigung beim Werkeigentümer geltend machen. Auch diese Regelungen sind Bestandteil einer separaten Vereinbarung.

Im Kostenvoranschlag jedes Dossiers sind nur die darin zu bewilligenden Massnahmen enthalten.

2.8. Dringlichkeit

In der blauen Gefahrenstufe darf nur mit Auflagen gebaut werden. Dies stellt grundsätzlich keine übermässige Einschränkung dar. In der roten Gefahrenstufe dürfen keine Neubauten errichtet werden



und Umbauten sind beschränkt auf solche, die das Risiko (z.B. die Anzahl möglicher Bewohner) nicht vergrössern.

In der blauen Gefahrenstufe sind Personen ausserhalb von Gebäuden gefährdet. In der roten Gefahrenstufe herrscht für Personen auch innerhalb von Gebäuden Lebensgefahr.

Das Schadenpotential im Überschwemmungsgebiet des Saxetbaches ist gemessen an der Grösse des Baches ausserordentlich hoch. Dies hat mehrere Gründe: die potenzielle Überflutungsfläche ist sehr gross, mehrere Wohngebäude werden von starken Intensitäten betroffen (hohes Personenrisiko) und die Ereignisse können im heutigen Zustand häufig, d.h. bereits bei einem 30-jährlichen Hochwasser auftreten. Der jährliche Schadenerwartungswert beträgt gemäss EconoMe knapp Fr. 2.0 Mio. Dies rechtfertigt nach den Massstäben von Kanton und Bund eine Investition in Schutzmassnahmen von über Fr. 20 Mio.

Die Dringlichkeit des Projektes wird von der Schwellenkorporation, der Gemeinde und den Fachbehörden daher als eher hoch eingestuft. Die Umsetzung der Massnahmen ist innerhalb der nächsten 1-3 Jahre vorgesehen. Anschliessend an die Umsetzung kann die Gefahrenkarte angepasst werden.

3. SITUATION

3.1. Nutzungen

Das Dorf Wilderswil stellt eine geschlossene Siedlung im ländlichen Bereich dar. Es liegt im Zentrum der Jungfrau-Region und ist Ausgangspunkt für viele Ausflüge. Auch die 'Schynige Platte' ist mit der Bahn vom Bahnhof Wilderswil aus erschlossen. Ein wesentlicher Teil des Einkommens der Gemeinde stammt direkt oder indirekt aus dem Tourismus. Einige kleinere Hotels, Gasthöfe und Ferienwohnungen sowie ein Campingplatz bieten den Feriengästen Platz zum Übernachten. Die Verkehrserschliessung ist mit der Kantonsstrasse, einem Nationalstrassenanschluss (A8) und der Bahnlinie der BOB sehr gut gewährleistet.

Die Kantonsstrasse über den Saxetbach Richtung 'Greiche' oder 'Grenchen' ist eine wichtige Verkehrsverbindung, welche die beiden Lütchinentäler (Lauterbrunnen, Grindelwald) erschliesst.

Ausser dem touristischen Aspekt bietet Wilderswil beliebte Wohnmöglichkeiten für Einheimische, welche im Raum Interlaken/Unterseen oder auch weiter Richtung Thun erwerbstätig sind.

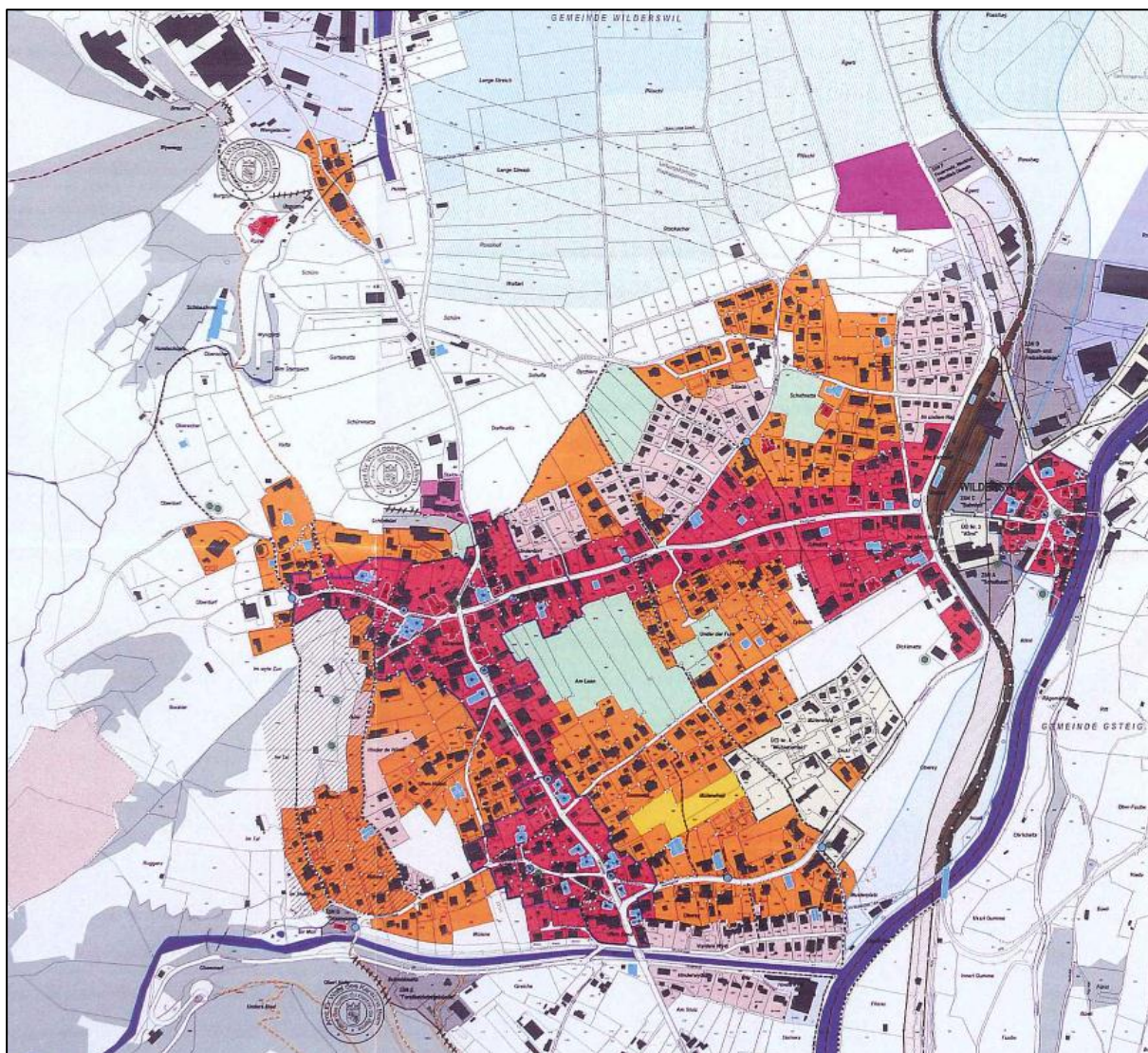


Abb. 3: Gültiger Zonenplan der Gemeinde Wilderswil, genehmigt am 8. Juli 2009

**Tab. 2 Legende Zonenplan**

rot	Kernzone
rosa, orange, rosa	Wohnen/Gewerbe
violett	Arbeitszone
grün	Grünzone
weiss	Landwirtschaftszone
gelb	Campingzone
grau	Zone für öffentliche Nutzungen ZöN

Der Zonenplan zeigt, dass das Baugebiet mehrheitlich auf der linken Seite des Saxetbaches angeordnet ist. Rechts des Baches im Gebiet 'Greiche' liegen nur die Gebäude im 'Hinterwydi' direkt am Bach in der Bauzone. Es handelt sich um mehrere Wohngebäude und einen Holzbaubetrieb. Zuoberst am Kegel befindet sich eine Zone für öffentliche Nutzung, welche den Spielplatz auf dem Land der Burgergemeinde und den Forstwerkhof beherbergt.

Das übrige Gebiet ist Landwirtschaftszone mit Einzelgebäuden, Wohn- und Ökonomiegebäude der Landwirtschaft sowie auch reinen Wohnnutzungen entlang der Kantonsstrasse. Ebenfalls rechts des Baches befindet sich ein Sägereibetrieb in der Landwirtschaftszone.

Das grösste Schadenpotenzial (Sach- und Personenrisiko) liegt damit auf der linken Bachseite konzentriert.

Unmittelbar neben der Kantonsstrassenbrücke befindet sich links das Restaurant/Hotel Heimat, das ehemalige Hotel Viktoria rechts der Brücke wird heute anderweitig genutzt.

3.2. Einzugsgebiet

Das Saxettal liegt in einem länglichen, nach Nordosten ausgerichteten Talkessel und entwässert ein Einzugsgebiet von 23.2 km². Insgesamt besitzt der Saxetbach 55 benannte, kleinere und grössere Zuflüsse. Ein grosser Teil des Einzugsgebietes ist bewaldet.

Zuoberst im Einzugsgebiet liegen steile felsige Runsen des Schwalmerengrates. Der höchste Punkt des Einzugsgebietes liegt auf 2725 m ü.M. Oberhalb des Dorfes Saxeten vereinigen sich zwei Zuflüsse zum Saxetbach. Saxeten befindet sich in einem kleinen Hochtal. Hier weist der Bach nur ein kleines Sohlengefälle von rund 4 % auf.

Unterhalb des Dorfes Saxeten beginnt die steile Schluchtstrecke. Diese ist durchgehend bewaldet und abschnittsweise nur schlecht oder gar nicht zugänglich. Der Bach hat hier ein Gefälle von rund 20 % und verläuft stellenweise auch auf Fels.

Im Bereich des Geschiebesammlers Chammri öffnet sich die Schlucht ein wenig und das Gefälle nimmt ab. Bach und Kantonsstrasse verlaufen ab hier parallel. Ab dem Mülibrüggli auf ca. 620 m ü.M. läuft der Bach auf einem ausgeprägten Schwemmkegel, welcher auch die Lütschine zeitweise wohl immer wieder an die rechte Talseite zwang. Das Kegelgefälle beträgt im oberen Teil 7.5 %. Bis zur Einmündung in die Lütschine nimmt das Gefälle stark ab und liegt nur noch bei 3 %. Im Talboden von Wilderswil vereinigt sich der Saxetbach mit der Lütschine.

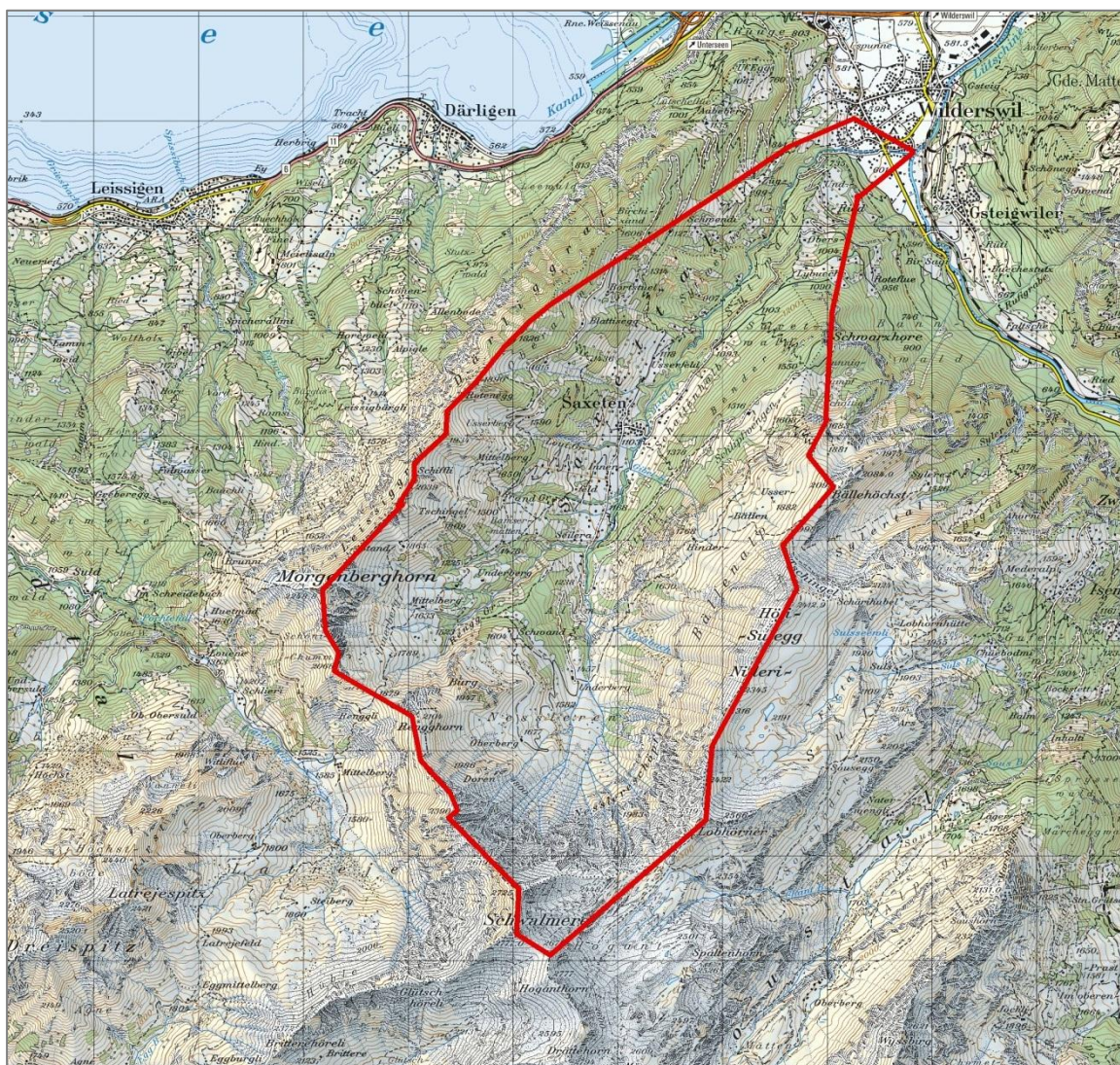


Abb. 4: Einzugsgebiet des Saxetbaches (Swiss Map)

3.3. Geologie

3.3.1. Geomorphologie

Der Saxetbach ist eine Südwest – Nordost verlaufende Talung, welche den Därliigrat von der Sulegg trennt. Der Bach verläuft zwischen Saxeten und Wilderswil zu einem grossen Teil in einer tiefen Schlucht, welche sich am Kontakt zwischen weichen und harten Gesteinsschichten der Wildhorndecke eingeschnitten hat. Während auf der rechten Talseite harte und der Erosion widerstandsfähige Malmkalke (Jura) dominieren, sind auf der linken Talseite v.a. Valanginienmergel anzutreffen.

Der rechtsufrige Malmkalk besteht hier aus hellgrauen, massigen Kalken, welche lokal versackt sind. Die Valanginienmergel, teilweise an beiden Ufern, grösstenteils aber linksufrig aufgeschlossen, tauchen etwas steiler als hangparallel zum Saxetbach nach Südosten ab. Sie bestehen aus meist dünnbankigen, oft verfalteten Mergel- und Kalklagen. Wo sich der Bachlauf zu einer Schlucht verengt, ist der Saxetbach bis zu 50 m tief eingeschnitten. Dort sind Valanginienmergel wie Malmkalke hart ausgebildet und die senkrechten Anschnitte sind standfest. Die anstehenden Gesteine sind oft durch Gehängeschutt, Moränenmaterial, Staudeltsedimenten und Murgangablagerungen bedeckt. Die zahlreichen Böschungen, aus denen Lockergesteinsmaterial in den Bach rutschen kann, bestehen aus den Lockergesteinen, welche den Fels bedecken, also aus Gehängeschutt, Moränenmaterial,



Staudeltasedimenten, ehemaligen Bachablagerungen, Murgangablagerungen, Hangmurenschuttkegeln. Zahlreiche erosionsanfällige Böschungen liegen an den Stirnseiten von flach- bis tiefgründigen Rutschungen.

Grosse, aber relativ flache Rutschkörper bewegen sich besonders linksufrig aus der Seite 'Sytiweidleni' mit mittleren Geschwindigkeiten zum Saxetbach. Rechtsufrig sind zwar eher kleinere Rutschkörper und Sackungen anzutreffen, jedoch in sehr steilem Gelände. Durch die Steilheit neigen die Lockergesteinsmassen zur Bildung von Spontanrutschungen und Murgängen. In den vegetationslosen Erosionsflächen der Staudeltaschotter haben sich V – förmige Runsen gebildet. Die Staudeltaschotter sind, solange trocken, standfest und verlieren erst bei Starkniederschlägen ihre Kohäsion und können grosse Mengen Lockergestein mobilisieren. Das Bachbett des Saxetbaches wird durch grossblockigen Schotter und zahlreiche Residualblöcke gesäumt.

3.3.2. Aktive Rutschgebiete

Die Gefahrenhinweiskarte (GHK) verzeichnet im rechtsufrigen Hang Sytiwald versackte Gebiete, welche bis auf eine Meereshöhe von 1230 m ü.M. reichen. Der Fels mag zwar teilweise tiefgründig versackt sein, für den Lockergesteinseintrag als Spontanrutschung / Hangmure oder Murgang sind aber meist geringmächtige Lockergesteinsbedeckungen von Bedeutung. Sie können aufgrund ihrer Steilheit relativ schnell ausgelöst werden und mobilisieren bedeutende Geschiebemengen. So wurde in den 90er Jahren bei einem Ereignis mehrere tausend Kubikmeter Material durch eine Spontanrutschung in den Saxetbach verfrachtet.

Orographisch links sind die tiefgründigeren Rutschgebiete zu finden. Sie reichen von knapp unter dem Därliggrat auf 1500 m ü.M. bis zum Saxetbach hinunter. Es sind die Gebiete Ablitzi, Heulegi bis hin zu Schwendi betroffen. Die Rutschgebiete sind hier flacher ausgebildet als auf der rechten Talseite. Die Rutschungen wurden schwergewichtig in ihrem Stirnbereich kartiert. Es sind nur wenige Rutschungen vorhanden, deren Fuss direkt vom Saxetbach erodiert wird. Viele Rutschungen liegen auf dem bis einige Meter über den Saxetbach reichenden Fels und werden bei Hochwasser kaum tangiert. Deren Aktivität und Geschiebeeintrag wird demnach nicht direkt durch Hochwasser im Saxetbach beeinflusst.

Der Geschiebeeintrag von Seitenhängen und Runsen unterliegt vor allem Spontanrutschungen (z.B. Sytiwald), allgemeiner Erosion vegetationsloser Gebiete (Erosionsflächen der Staudeltaschotter), Hangmurenergebnissen und Murgängen.

Im Unwetter von 1987 wurden in Wilderswil gemäss Ereigniskataster über 50'000 m³ Geschiebe abgelagert. Aufgrund der Feldaufnahmen und der SEDEX-Analyse kann gefolgert werden, dass der Geschiebeeintrag durch Rutschungen in den Saxetbach hoch ist, die Zahl von 50'000 m³ aber vermutlich auf Basis der lose transportierten Kubaturen tendenziell überschätzt wurde.

Die vegetationslosen Erosionsflächen mit den Deltastauschottern weisen Flächen von 4.3 ha und 1.1 ha auf. Das Material ist kaum verfestigt und aufgrund der Beschaffenheit und der Morphologie sehr leicht mobilisierbar. Es wird angenommen, dass der Geschiebeeintrag direkt mit der Niederschlagsmenge zusammenhängt.

Beim Eintrag von Geschiebe aus den Seitenhängen besteht nicht zwangsläufig ein direkter Zusammenhang zur Abflussmenge im Gerinne. Das mobilisierbare Lockergesteinsmaterial hängt unter anderem von folgenden Faktoren zum Zeitpunkt des Unwetters ab:

- Zur Verfügung stehende Lockergesteinsbedeckung (bei limitiertem Material)
- Aktueller Zustand einer Rutschung (zum Abgleiten bereites Material oder substabiler Zustand)
- Zustand der Gerinneverbauungen und deren Lebensdauer.
- Niederschlagsmenge (Rutschungsaktivierung)



3.4. Ereigniskataster [2], [14]

Der Ereigniskataster am Saxetbach ist umfangreich und reicht weit zurück. Die Beschreibungen belegen drei mögliche Auslöseszenarien für Schadensereignisse:

- Gewitter
- mehrtägiger Niederschlag
- Tauwetter, Schneeschmelze oder nasse Perioden lösen Rutschungen aus

Nachstehend sind die dokumentierten Überschwemmungen des Saxetbaches zusammen gestellt.

Tab. 3 Ereignisse und Schutzmassnahmen [14]

Jahr	Beschrieb
16. Jahrhundert	Viele Überschwemmungen durch rücksichtsloses Abholzen der Wälder.
12. August 1821	Ausbruch des Saxetbaches gegen das Grenchenfeld
9. August 1831	Überschwemmung von Wilderswil bis nach Matten und Interlaken durch Ausbruch der Lütschine kurz nach Einmündung des Saxetbaches. Die Folge war eine 1 Meter starke Übersarung.
18. November 1885	Austritt des Saxetbaches beim rechten Ufer mit erheblichen Schäden. Korrektur des Saxetbaches wurde geplant.
27. Juli 1916	Hochgewitter mit Hagelschlag. Anschoppungen bei der Einmündung drängten den Saxetbach nach rechts ab. Das Ufer wurde stark beschädigt. Auch unterhalb der Mühlebrücke trat der Saxetbach über die Ufer und beschädigte an vielen Stellen die Uferschutzbauten. Ergänzungs- und Wiederherstellungsarbeiten für den Hochwasserschutz in Wilderswil und Sicherungsbauten von der Geissbrunnen-Messbrunnstube bis Renggraben.
24. Juni 1930	Starkes Gewitter bewirkte ausserordentlich grosse Geschiebezufuhr und Überschwemmungen. Erhöhung und Erstellung von Uferschwellen am Saxetbach mit Einbezug der Vereinigten Lütschinen und Verbauung des Saxetbaches in der Gemeinde Saxeten.
9. Juli 1931	Starkes Gewitter mit erheblichen Schäden an bestehenden Verbauungen bis zur Einmündung in die Vereinigten Lütschinen. Die Uferschutzbauten der Licht- und Wasserwerke Interlaken litten stark und mussten Instand gesetzt werden. Ufersicherung im „Syti“.
1. Mai 1952	Grosser Rutsch, der den Saxetbach blockierte und im Bachbett verschiedene Verwüstungen verursachte.
16. August 1981	Hochwasser am Saxetbach. Eingeklemmter Baumstamm unter der Brücke der Staatsstrasse, wodurch weiteres Geschiebe aufstaute. Gefahr der Übersarung. Mit Hilfe eines Pneu-Baggers konnte die Gefahr behoben werden.
3. Juli 1987	Gewitter von noch nie gesehener Stärke mit anschliessendem Hagelschlag. Gewaltige Murganglawine aus Kies und Schlamm, durchsetzt mit grossen Steinblöcken, ausgerissenen Bäumen und Stöcken. Zerstörung von drei Brücken. Austritt des Baches rechts- und linksufrig. Grosse Überschwemmungen und Übersarungen des ganzen Gebietes rund um den Saxetbach. Instandstellung der beschädigten und Sicherung der gefährdeten Gerinneabschnitte, partielle Erhöhung der Ufermauern und Erstellung des Geschiebesammlers im Chammri mit einer mächtigen Abschlussperre.



21./22. Dezember 1991	Schon die Woche davor gab es starke Schnee- und Regenfälle begleitet von stürmischen Winden. Am 21. Dezember ging der Schnee in einen intensiven Dauerregen über. Es entstanden sehr grosse Schäden im Gebiet Syti. Nassschneerutsche auf der ganzen westlichen Talseite und Nassschneerutsche, die viele steile Uferhänge zum Abgleiten brachten. Das mitgebrachte Holz verstopfte den Saxetbach.
11. Juli 1995	Sehr starkes und heftiges Gewitter mit anschliessenden Regenschauern. Der Wasserspiegel des Saxetbaches stieg kurzzeitig um 1 m an. Viel Geschiebe und Holz verursachten Schäden an den Blockrampen. Neubau der Brücke bei der Kantonsstrasse und Aufweitung und Erhöhung des Gerinnes im Unterlauf des Saxetbaches.
Januar / März 1999	Anhaltende Niederschläge in Form von Schnee und Regen. Die gefallene Schneemenge betrug gesamthaft ca. 147 cm. Diese Zeitspanne ging als 'Lawinenwinter' in die Geschichte ein.
27. Juli 1999	Heftiges Gewitter. Erneut Schäden am Wegübergang (Furt) der Bergschaft, am Blocksatz der Wasserfassungen (IBI) am linken Ufer sowie an denjenigen am rechten Ufer. Canyoning Drama mit 19 Toten durch Murgang.
30./31. August 2002	Zwei starke Gewitter mit anschliessenden Regenschauern.
23./24. Juni 2005	Durch zwei starke Gewitter entstanden von der Nessleren / Underberg bis zur Einmündung in die Vereinigten Lüttschinen Schäden an Verbauungswerken, Infrastrukturanlagen und Verbindungswegen.

Die Ereignisgeschichte belegt eindrücklich, dass die grössten Schäden in der Regel ursächlich auf starken Geschiebetrieb zurück zu führen sind. Dieser kann sowohl bei Gewitterereignissen als auch bei langandauernden Niederschlägen auftreten. Je nach Lage der Gewitterzelle weist das Geschiebe unterschiedliche Petrographien und Kornverteilungen auf.

Folgende weitere Ereignis-Charakteristika lassen sich aus dem Kataster ableiten:

- ⇒ Der Abfluss wird oft als schwallartig mit einem hohen Feststoffanteil beschrieben.
- ⇒ Es sind jedoch keine Murgänge nachgewiesen.
- ⇒ Die im Gerinne vorhandenen Grobblöcke werden – auch bei kleineren Ereignissen – transportiert.
- ⇒ Es kam immer wieder zu lokalen Rutschabgängen. Es sind jedoch keine grösseren Rutschereignisse nachgewiesen. Aufgrund der meist detaillierten Angaben zu den Ereignissen kann davon ausgegangen werden, dass eine entsprechende Dokumentation erfolgt wäre, wenn z.B. aus dem Anriss 'Syti' eine grössere Rutschung abgegangen wäre.

3.5. Hydrologie [2]

Die Abflussberechnungen wurden mithilfe der von BWG, GIUB und WSL erarbeiteten Softwarepakete HQx_meso_CH und HAKESCH durchgeführt (BWG, 2003). Diese Methodik berücksichtigt mehrere Verfahren zur Abschätzung des Spitzenabflusses. Zu verlässlichen Resultaten kommt man durch den Vergleich von verschiedenen Methoden mit dem Wissen um ihre Tendenz zu Über- bzw. Unterschätzung der Abflussspitze. Ergänzend zu Abflussberechnungen sind deshalb immer Sensitivitätsanalysen mit verschiedenen Parameterkombinationen, der Vergleich der Berechnungen verschiedener Einzugsgebiete sowie insbesondere die Plausibilisierung aufgrund von Beobachtungen, Messwerten oder Erfahrungen aus anderen Gebieten notwendig.

Die massgebenden Niederschlagswerte für das Einzugsgebiet des Saxetbaches wurden dem hydrologischen Atlas entnommen [15] und betragen wie folgt:



Niederschlagsdauer, Wiederkehrperiode			
1 Stunde, 2.33-jährlich	1 Stunde, 100-jährlich	24 Stunden, 2.33-jährlich	24 Stunden, 100-jährlich
22 mm	63 mm	59 mm	130 mm

Abb. 5: Niederschlagsintensitäten [15]

Im Saxetbach wurden die massgebenden Spitzenabflüsse für das HQ₃₀ und HQ₁₀₀ v.a. gestützt auf die Methodik Koella festgelegt. Für das HQ₃₀₀ wurden die Werte nach Müller und Kürsteiner als obere Grenze verwendet.

Gemäss diesen Ansätzen muss bei Hochwasser mit folgenden Spitzenabflüssen gerechnet werden:

Tab. 4 Spitzenabflüsse Saxetbach

HQ ₃₀	40 m ³ /s
HQ ₁₀₀	55 m ³ /s
HQ ₃₀₀	70 m ³ /s
EHQ	ca. 85 m ³ /s

Zur Bestimmung der Ganglinien können mündliche Mitteilungen lokaler Beobachter sowie Erfahrungswerte heran gezogen werden. Für die Frachtberechnungen wurden die Ganglinien auf Basis der Niederschlagsvolumen abgeschätzt, wobei die Dauer für Gewitter auf 6 h, für Langzeitereignisse auf 24 h angesetzt wurde.

Das Projekt 1987 ging von einem Spitzenabfluss von 120 m³/s und einem Volumen von 50 m³/s für den Geschiebeanteil aus (Total HQ = 170 m³/s). Gemäss dem damals üblichen Vorgehen wurde der Spitzenabfluss für Hochwasser meist nach Kürsteiner oder Müller (HQ_{max}) gerechnet. Dem zugrunde lagen wesentlich höhere Annahmen über die Fliessgeschwindigkeiten als heute üblich sind (oft 8-10 m/s!). Der effektive Abfluss wurde also weit überschätzt. Oft resultieren daraus ähnliche Bemessungsquerschnitte wie nach den heutigen Verfahren (geringere Spitzenabflüsse, dafür auch kleinere Fliessgeschwindigkeiten).

3.6. Hydraulik und Gerinnekapazität

Gerinnegeometrie

Das Gerinne des Saxetbaches auf dem Kegel besteht aus einem Trapezprofil mit ca. 1:1 steilen Böschungen aus einem glatten Blocksatz. Es weist eine Sohlenbreite von rund 8 m auf. In der Sohle hat es mehrere Schwellen aus Holz und Beton, die nur flach fundiert sind. Die Uferhöhe misst ca. 3 bis 4 m ab der Sohle und nimmt gegen den Unterlauf des Baches ab.

Unterhalb des Geschiebesammlers, beim Mülibruggli, beträgt das Gefälle 7.5 %. Bei der Brücke Saxetenstrasse/Kantonsstrasse hat der Bach nur noch ein Gefälle von ca. 4.5 % und unterhalb der Kantonsstrasse nimmt es noch weiter ab bis auf 3 % bei der Einmündung in die Lütshine.

Die Rauigkeit der Böschungen und der Sohle kann auf einen mittleren Stricklerwert von 25-30 m^{1/3}/s geschätzt werden.

Abflusskapazität

Die Abflusskapazität für Reinwasser wurde für den Kanal mittels der Teilflächenmethode mit dem gemäss der Rauigkeit reduzierten Gefälle $J' = f(d_{90})$ nach Jäggi wie folgt berechnet:



Abschnitt	Gefälle	Breite	Höhe	Seitl. Anzug	Q (EL)	Q (Wsp. + 1m)
1	7.6	8	4	1:1	100	> 100
2	6.7	8	4	1:1	100	> 100
3	5.5	8	4	1:1	100	> 100
4	4.8	8	4	1:1	100	> 100
5	4.2	8	3	1:1	85	85
6	3.25	8	3	1:1	85	85
7	2.9	8	3	1:1	85	85

Abb. 6: Kapazität des bestehenden Gerinnes für Reinwasser. Q (EL) bedeutet die Abflusskapazität mit Energielinie auf Höhe des Ufers, Q (WSP + 1m) die Abflusskapazität mit einem Freibord von 1 m.

Der Saxetbach vermag also zwischen Mülibruggli und Lütshine rund 80 bis 100 m³/s Reinwasser abführen. Solange der Abflussquerschnitt frei von Holz und Geschiebeablagerungen bleibt, gibt es keine Kapazitätsprobleme.

3.7. Geschiebehaushalt

Geschiebepotential

Die Geschiebefrachten wurden mit der Methode SEDEX, unterstützt durch ein geologisches Gutachten über die Rutschungen im Bereich des Baches, bestimmt. Es wurden verschiedene Szenarien untersucht (Gewitter, Dauerniederschlag, Eintrag von Rutschungen). Die Untersuchung ist in einem separaten Bericht dokumentiert [2]. Nachfolgend werden nur die wichtigsten Resultate zusammengefasst.

Ob Saxeten lässt sich der Feststoffhaushalt wie folgt charakterisieren: Unterhalb der obersten felsigen Bereiche liegt der 'Nesslerer Kessel'. Dieser ist geprägt von zahlreichen Murgangrunsen, in welchen es zu beträchtlicher Erosion kommen kann. Solche Murschübe werden jedoch in den unterhalb liegenden Abschnitten gestoppt oder stark abgebremst. Dabei sind der flachere Abschnitt ob dem Felsabsturz bei 'Stalden', der Felsabsturz selbst sowie die anschliessende Umlagerungsstrecke von Bedeutung.

Zwischen dem Felsabsturz und der Säge ob Saxeten münden mehrere murfähige Seitengerinne – darunter der Rengg-Graben – in den Saxetbach. Im Hauptbach selbst dominieren aber mehr oder weniger ausgeprägte Umlagerungsstrecken. Jene mit dem geringsten Gefälle und einer Verbreiterung (Abschnitt direkt ob Mühle Saxeten) bestimmt über die Geschiebefracht, welche in die unterliegenden Abschnitte transportiert wird.

Das Geschiebe, welches den Kegel erreicht, stammt je etwa zu einem Drittel aus der Sohle des Baches, Nachböschungsvorgängen und aus Rutschungen. Aus diesen Rutschungen wird laufend Material in den Bach geliefert (auch in Zwischenphasen ohne Hochwasser), welches dann bei einem Hochwasser abtransportiert wird. Dazu kommen Rutschvorgänge während der Hochwasserereignisse, v.a. bei langandauernden Niederschlägen.

Der Verlagerungsprozess ist geprägt von schwallartigen murgangartigen Schüben, welche einerseits durch Verengungen in der Schlucht (Durchbrechen) entstehen, andererseits können sich Hangmuren im Hauptgerinne fortsetzen. Ausgeprägte grosse Murgänge erreichen den Kegel aber nicht.

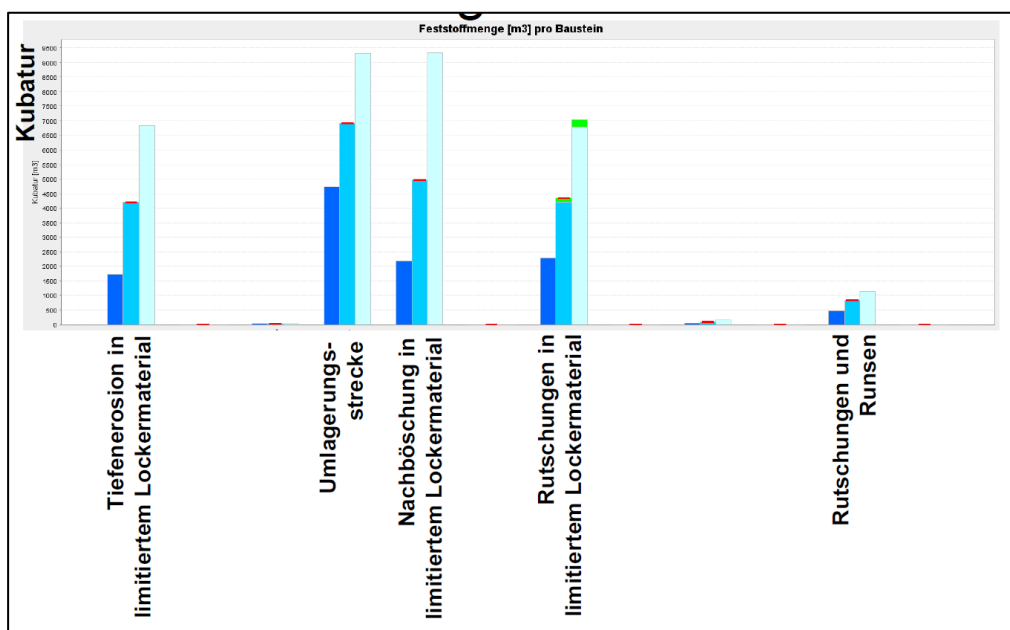


Abb. 7: Herkunft des Geschiebes für HQ₃₀/HQ₁₀₀/HQ₃₀₀. 1. Säule Tiefenerosion / 5. Säule Nachböschungsvorgänge/7. Säule Rutschungen gemäss [2]

Dies bedeutet, dass der Geschiebeeintrag auch mit einer Sperrenverbauung nicht gestoppt werden kann. Es muss immer mit Geschiebe aus den Rutschungen und Böschungen gerechnet werden.

Der grösste Anteil der Geschiebelieferung verteilt sich ziemlich gleichmässig auf die ganze Länge des Hauptgerinnes auf seiner steilen Strecke zwischen ca. Kote 950 m ü.M. und dem Chammri. Nur wenig Geschiebe stammt von weiter oben, da es über die Flachstrecke bei Saxeten nicht transportiert werden kann.



Abb. 8: Der Saxetbach mobilisiert grosse Geschiebemengen bei Hochwasser



Für grosse Hochwasserereignisse wurden die Frachten am Kegelhals wie folgt bestimmt:

Tab. 5 Geschiebefrachten gemäss SEDEX nach Jährlichkeit

Szenario	G ₃₀	G ₁₀₀	G ₃₀₀
Gewitter	10'000 m ³	22'000 m ³	37'000 m ³
Dauerregen	15'000 m ³	30'000 m ³	45'000 m ³

Transportkapazität des Baches

Im oberen Bereich des Kegels können rechnerisch mehrere m³/s Geschiebe durchtransportiert werden, im Bereich der Brücken noch ca. 1 bis 1.5 m³/s und zuunterst nur noch weniger als 0.5 m³/s. Das heisst, nur ein kleiner Teil des Geschiebes, welches in den Unterlauf gelangt, kann bis in die Lutschine abtransportiert werden, da das Gefälle des Baches sehr stark abnimmt. Dies führt zu den immer wieder beobachteten Verfüllungen des Kanals zwischen Kantonsstrasse und Lutschine (welche deswegen auch ohne Rückstau auftreten).

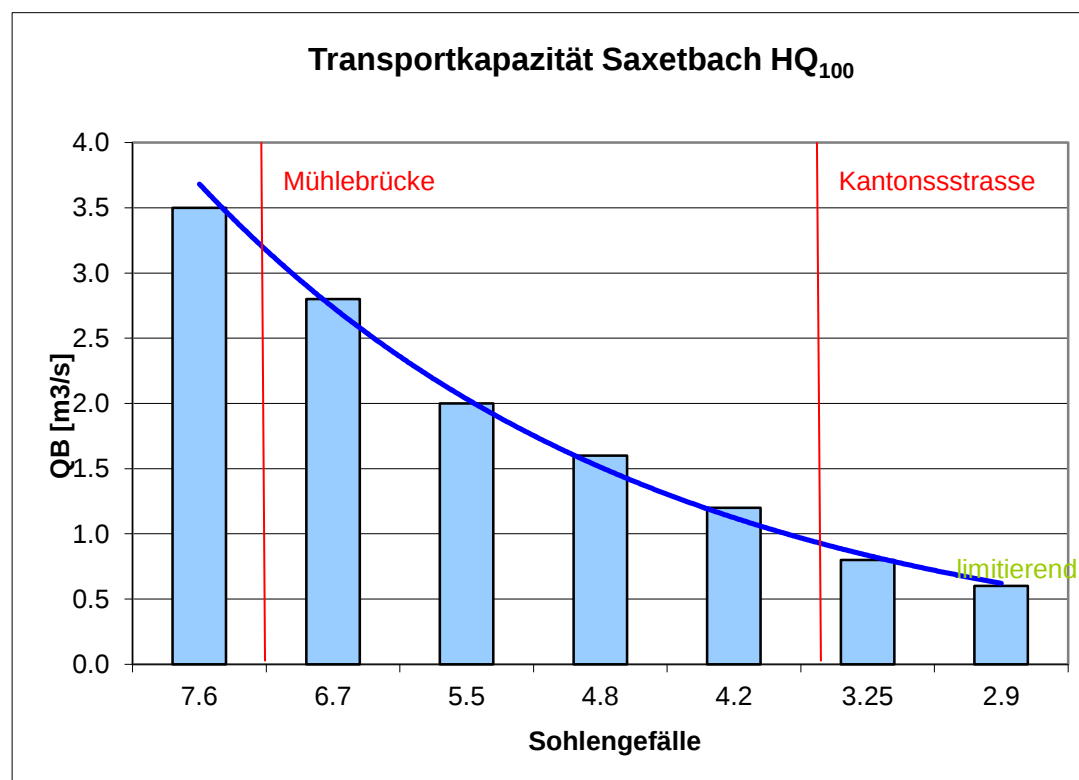


Abb. 9: Abnehmende Transportkapazität auf dem Kegel bei einem Abfluss von 55 m³/s

Während einem Ereignis können je nach Dauer der Ganglinie also nur wenige 1'000 m³ in die Lutschine (und von dieser weiter) transportiert werden. Die übrige Fracht landet im Kanal auf. Dieser Prozess ist im Ereigniskataster mehrfach belegt.



Abb. 10: Auflandungen im Kanal beim Ereignis im Juli 1987

3.8. Schwemmholz

Unterhalb von Saxeten ist die ganze Gerinnelänge bewaldet. Es handelt sich um steile Gerinneneinhänge mit den erwähnten zahlreichen Rutschungen darin. Bei Hochwasser können aus solchen Rutschungen Pakete mit Bäumen ins Gerinne gelangen, ebenso aber auch durch Böschungsrutsche nach Sohlenerosion. Auch sind in den Gerinneneinhängen felsige Partien mit potenziellem Fallholz vorhanden.

Der Gerinnebereich ist schlecht zugänglich, kaum erschlossen und kann aus praktischen und wirtschaftlichen Gründen nie vollständig frei von Fallholz gehalten werden. Das Holz wird im Unterhalt regelmässig zerkleinert und auch ausgeflogen. Zurzeit ist der Zustand diesbezüglich vergleichsweise gut.

Szenarien (qualitativ)

- kleine Ereignisse (HQ_{30}): einzelne Stämme durch lokale Erosion, Nachböschungsvorgänge
- grosse Ereignisse (HQ_{100}/HQ_{300}): grosse Holzmengen durch Erosion, zahlreiche Rutschungen

Da im Siedlungsbereich drei Brücken über den Bach führen, ist die Gefährdung durch Holz als gross zu betrachten. Beim Ereignis von 1987 führte ein einziger Stamm an der Kantonsstrassenbrücke zu einer sofortigen Totalverklauung und einem schlagartigen Verfüllen des gesamten Kanals.

Im bestehenden Geschiebesammler wird Holz zurückgehalten, solange der Sammler nicht voll ist. Dazu wurde vor 2 Jahren ein Rechen vor die Sammleröffnung montiert.

Im Überlastfall kann Holz aus dem Sammler ausgetragen, resp. hindurch geschwemmt werden. Wegen der Brücken auf dem Kegel ist die absolute Schwemmholzmenge nicht entscheidend für die Gefährdung. Bereits einzelne Stämme oder Wurzelstöcke können zusammen mit dem Geschiebe zu Vollverklauungen führen.

3.9. Baugeschichte und bestehende Schutzbauten

Die Verbaugungsgeschichte des Saxetbaches reicht bis ins 19. Jahrhundert zurück. Einige Angaben finden sich in Tab. 3, diese sind dem Dossier 'Der Saxetbach' [14] entnommen.



Abb. 11: Ausschnitt aus der Dufourkarte um 1850

Die älteste verfügbare Karte ist die Dufourkarte. Die Gewässer und Strassenzüge verlaufen darauf bereits etwa gleich wie heute. Die Besiedlung zu dieser Zeit war aber noch dünn und in Bachnähe hatte es erst wenige Gebäude.

Die für den heutigen Zustand wesentlichen Verbauungen wurden 1987 erstellt. Sie sind in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Oberlauf

Der Bach im Oberlauf ist praktisch unverbaut. Wenige Uferverbauungen beschränken sich in der Wirkung auf den lokalen Böschungsschutz. Sie werden hier nicht weiter behandelt.

Geschiebesammler

Der bestehende Geschiebesammler im Chammri wurde im Rahmen des Projektes 1987 nach dem Hochwasserereignis desselben Jahres gebaut. Das Rückhaltevolumen des Sammlers beträgt ca. 14'000 m³. Der Sammler verfügt über kein Einlaufbauwerk, die Sohle hat die natürliche Bachneigung. Die Form im Grundriss ist länglich und leicht gebogen.

Das Abschlussbauwerk wird durch eine massive Bogensperre aus Stahlbeton von rund 6.5 m Höhe gebildet. Sie verfügt über 2 Öffnungen.

Vor die untere Öffnung wurde nachträglich ein Stahlrechen für einen verbesserten Holzurückhalt montiert.

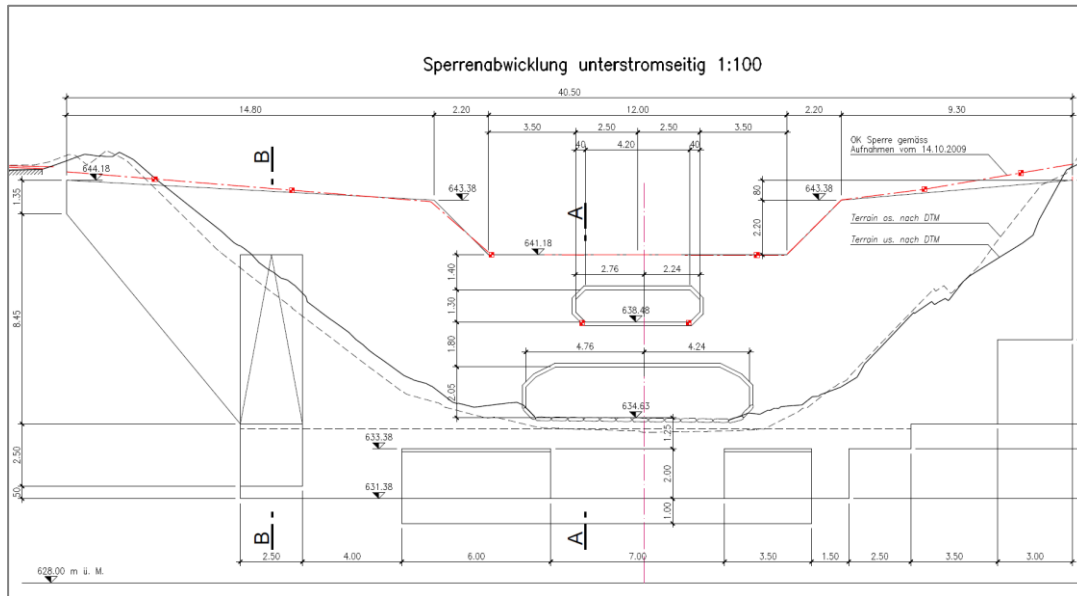


Abb. 12: Sperre im Chamri, Abwicklung unterstromseitig

Kanal Mülibruggli bis Lütschine

Das Bachbett des Saxetbaches ist stark verbaut. Im Rahmen des Projektes 1987 wurden die Böschungen durchgehend mit einem Blocksatz versehen. Der Saxetbach weist ein einfaches Trapezprofil mit einer Sohlenbreite von ca. 8 m auf. In der Sohle befinden sich sohlenbündige bis niedrige Schwellen, teilweise aus Holz, teilweise aus Beton. Diese sind nur untief fundiert und können als eine Art 'Traversen' bezeichnet werden. Das Gefälle beträgt zuoberst am Kegel 7.5 %, bei der Einmündung in die Lütschine noch ca. 3 %.



Abb. 13: Der Kanal des Saxetbaches unterstrom der Kantonsstrasse, Blick in Fließrichtung



Der Bach verläuft auf dem höchsten Punkt des Kegels. Bis zur Kantonsstrassenbrücke liegen die Ufer auf Höhe des Umlandes. Ab hier ist links ein Damm mit einer Höhe von ca. 2 m vorhanden. Dahinter liegen die heute am meisten gefährdeten Wohngebäude. Am rechten Ufer ist nur zuunterst kurz vor der Lüttschine ein Damm vorhanden.

Die Verbauungen sind in einem guten Zustand.

3.10. Aktuelle Gefährdung [1]

Die aktuell gültige Gefahrenkarte stammt aus dem Jahr 2007. Die wichtigsten Gefährdungsszenarien sind Geschiebeauflandungen und Brückenverklausungen mit Holz und Geschiebe. Der bestehende Geschiebesammler im Chammri hält zwar auch Holz zurück, genügt aber nicht für die anfallenden Geschiebefrachten. Bei grösseren Hochwasserereignissen werden Geschiebe und Schwemmholz in den Unterlauf eingetragen. Dies führt zu Auflandungen im Kanal und möglichen Verklausungen an den Brücken. Die Frachten sind ausreichend, den Kanal auf dem ganzen Kegel vollständig zu verfüllen.

Von Auflandungen ist rechnerisch in erster Linie der Bereich ab Saxetenstrassenbrücke bis zur Lüttschine gefährdet. Es muss mit starken Ausuferungen von Wasser und Geschiebe auf beide Seiten gerechnet werden. Diese finden über eine gewisse Länge verteilt statt. Am meisten davon gefährdet sind die Häuser hinter dem linken Damm, kurz vor der Lüttschinentmündung. Diese liegen wesentlich tiefer als der Damm und können bei solchen Überschwemmungsszenarien mehrere Meter eingeschottet werden, da sich das Geschiebe zwischen Damm und Häusern rasch ablagert. Ebenfalls stark gefährdet ist der unterste Bereich auf der rechten Bachseite. Auch dieser liegt tiefer als der Damm und kann eingeschottet werden. Hier unten kann sich auch ein Rückstau durch die Lüttschine einstellen.

Auflandungen und Bachausbrüche können aber generell auf der ganzen Strecke zwischen Mülibruggli und Lüttschine auftreten. Solche Ereignisse sind im Ereigniskataster bereits beschrieben worden.

Bei einem Teilausbruch des Baches bei der Brücke Saxetenstrasse ist primär die linke Bachseite betroffen, da die Brücke stark nach links abfällt. Da der Brückenquerschnitt recht gross ist, ist erst bei sehr grossen Ereignissen mit einer Vollverklausung zu rechnen. Die meisten Geschiebeablagerungen ergeben sich im Bereich Parkplatz Hotel Heimat. Anschliessend verteilen sich Wasser und Geschiebe stark und fliessen Richtung Dorf.

Bei einer Verklausung der sehr knappen Kantonsstrassenbrücke bricht der Abfluss v.a. nach rechts aus, da die linke Ufermauer etwas höher ist. Hier kann ein grosser Teil des Abflusses mit Geschiebe punktuell ausbrechen. Die Parzelle des Hotels Viktoria direkt neben dem Brückenkopf ist auf der Bachseite stark gefährdet. Der Fliessweg führt ab der Ausbruchsstelle direkt auf das Ökonomiegebäude am unteren Strassenrand zu, sowie entlang des Dammweges und ein Teil auf der Kantonsstrasse vom Bach weg. Im unmittelbaren Bereich nach dem Ausbruch sind sehr hohe Intensitäten zu erwarten. Je weiter weg von der Ausbruchsstelle, desto mehr verteilen sich Wasser und Geschiebe und die Intensitäten nehmen ab.

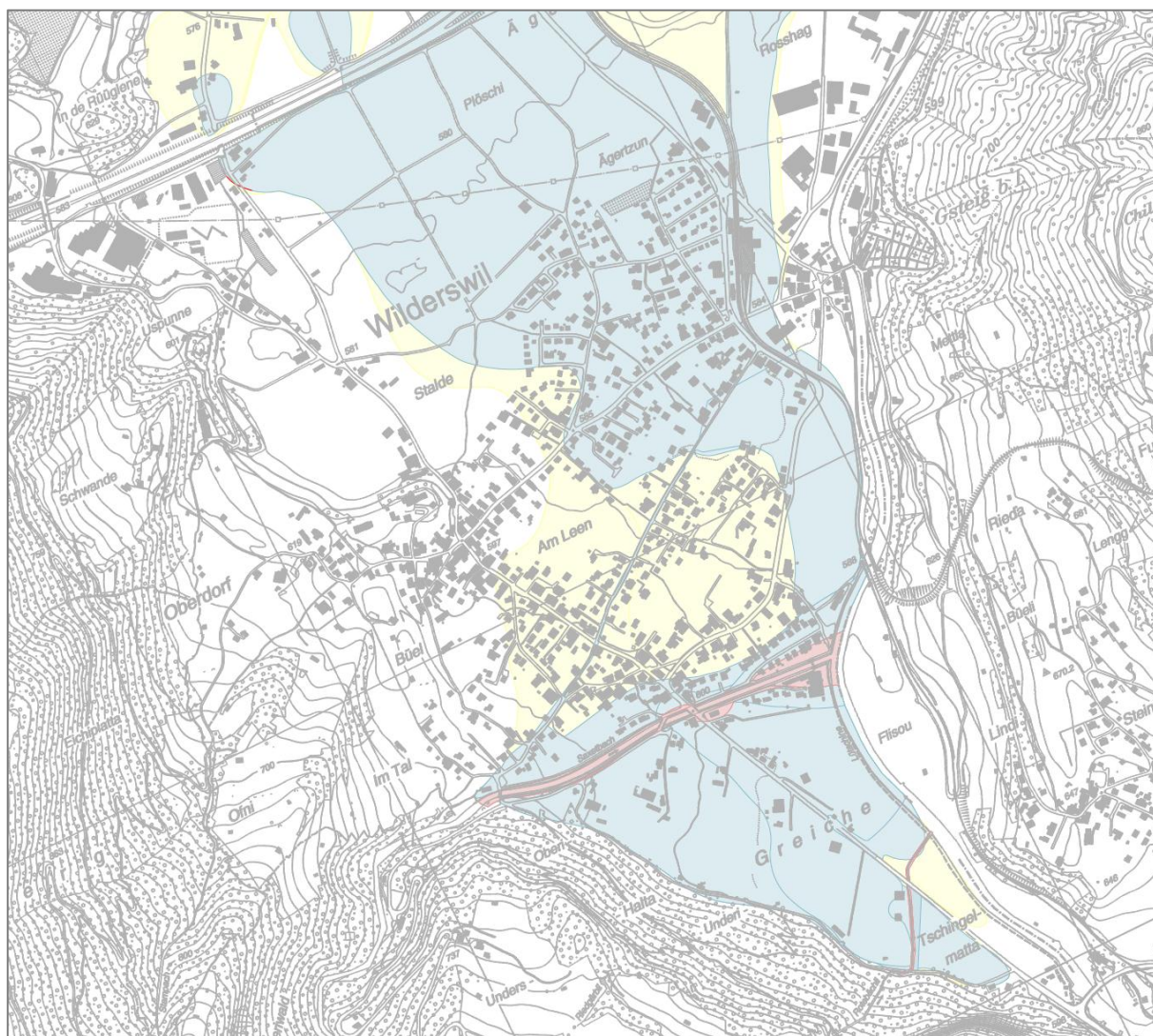


Abb. 14: Ausschnitt aus der Gefahrenkarte Bödeli, Saxetbach, Stand 2007



4. MASSNAHMEN

4.1. Geprüfte Varianten

Es wurden im Rahmen des Vorprojektes grundsätzliche und grossräumige Überlegungen zum langfristigen Hochwasserschutz am Saxetbach gemacht. Verschiedene Varianten wurden geprüft und wieder verworfen oder weiterentwickelt. Nachfolgend sind alle geprüften Massnahmen kurz beschrieben.

4.1.1. Vollverbau des Baches im Oberlauf

Die Geschiebelieferung verteilt sich, wie weiter oben beschrieben, auf die ganze Länge des Hauptgerinnes auf der steilen Strecke zwischen ca. Kote 950 m ü.M. und dem Chammri. Um hier eine Tiefenerosion zu verhindern, müsste der ganze Bachabschnitt vollverbaut werden. Die gesamte zu verbauende Länge beträgt ca. 2.5 km. Die Strecken sind schlecht zugänglich, es werden umfangreiche Erschliessungsstrassen nötig. Um die Geschiebelieferung aus Sohle und den Bachböschungen zu verhindern, müsste der Bach vollständig mit grossen Sperren verbaut werden. Die Kosten eines Vollverbaus wurden abgeschätzt. Es sind rund 30-50 Sperren zu erstellen. Dazu kommen rund 3'000 Lfm Erschliessungsstrasse für den Bau und auch den späteren Unterhalt der Werke. Die Erschliessungen führen durch bekannte Rutschgebiete. Ihre Erstellung und auch späterer Unterhalt dürfte sehr kostenintensiv sein.

Für den Verbau des Oberlaufes wie oben beschrieben wurde eine Kostenschätzung erstellt. Diese führt auf einen Gesamtbetrag von Fr. 16-18 Mio.

Auch durch einen solch massiven Sperrenverbau würde aber der Geschiebetrieb nicht unterbunden werden können, da viel Material aus den rutschenden Seitenhängen in den Bach gelangt, ohne dass der Bach direkt beteiligt ist. Ein weiterer Nachteil ist, dass mit solchen Sperrentreppen 'Hypothesen' für spätere Generationen geschaffen werden (Unterhalt, kaum möglicher Ersatz bei Erreichen der Lebensdauer). Aus diesen Gründen, sowie wegen dem schlechten Kosten-/Nutzenverhältnis und grosser Unterhaltskosten wurde diese Variante verworfen.

4.1.2. Zweiter Sammler im Syticher

Diese Variante sah vor, das Rückhaltevolumen ebenfalls zu vergrössern, mit einem 2. Sammlerbecken, oberhalb des bestehenden. Dieser zweite Sammler war bereits im Projekt 1987 vorgesehen, wurde aber nicht realisiert. Eine erneute Überprüfung des Standortes ergab, dass die Erschliessung im orographisch rechten Ufer vom Reservoir her sehr aufwändig sein würde und das realisierbare Sammlervolumen gemessen am Aufwand eher gering wäre, da der Graben dort schmal eingeschnitten ist.

Wegen einem schlechten Kosten-/Nutzenverhältnis wurde diese Variante verworfen.

4.1.3. Ausbau des Baches auf dem Kegel

Es wurde überprüft, ob der Bach mit einem grösseren Profil in der Lage wäre, Wasser und Geschiebe schadlos abzuführen. Eine Verbreiterung kann das Geschiebetransportvermögen nur wenig vergrössern (siehe unten). Für Wasser ist genügend Kapazität da. Eine Verbreiterung würde auch die Erschliessungen der zahlreichen Wohngebäude unterhalb der Kantonsstrasse fast verunmöglichen und neue Brücken erfordern.

Im nachfolgenden Diagramm ist die Abhängigkeit des Transportvermögens von der Breite für die Geometrie und Abflussverhältnisse des Saxetbaches dargestellt.

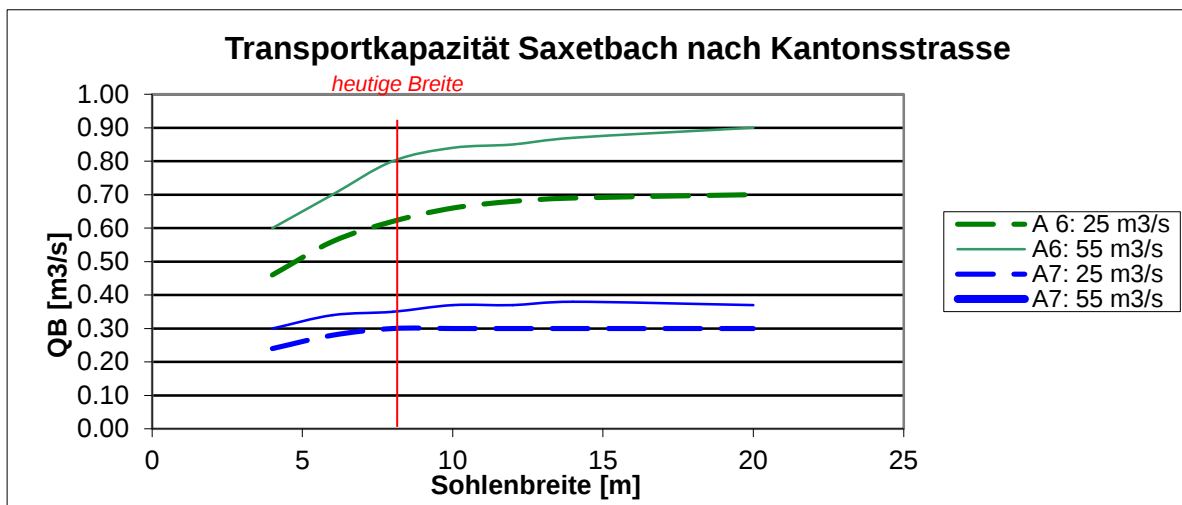


Abb. 15: Geschiebetransportvermögen in m³/s in Abhängigkeit von verschiedenen Breiten, Abschnitte A6 und A7 (zwischen Kantonsstrasse und Lutschine)

Es zeigt sich, dass die aktuelle Breite des Kanals für grosse Hochwasserabflüsse (ausgezogene Linien) gut, für kleinere (gestrichelte Linien) praktisch optimal ist. Eine Verbreiterung würde nur wenig mehr Transportkapazität bringen, durch eine Verschmälerung würde sie abnehmen.

Eine wesentliche Erhöhung der Ufer kommt aus folgenden Gründen nicht in Frage:

- Die Brücken können nicht erhöht werden (Strassenhöhen)
- Eine Ufererhöhung nur unterhalb der Kantonsstrasse bringt wenig, der Bach kann dort mehrere tausend m³ Geschiebe auflanden. Soviel kann der Damm nicht erhöht werden.

Der Kanal wird daher im Projekt belassen wie er ist. Der Bereich unter der Kantonsstrasse (Abschnitte A6 und A7) ist limitierend für den Geschiebetransport. Daraus folgt, dass praktisch alles Geschiebe zurück behalten werden muss, wenn die Gebäude am Bach und das Dorf wirkungsvoll geschützt werden sollen.

4.1.4. Ersatz und Ausbau der Brücken

Mülibruggli

Das Mülibruggli ist eine gedeckte Holzbrücke, welche dem Fussgänger- und Veloverkehr dient. Das Gerinne ist an dieser Stelle noch etwas breiter als weiter unten und mit 7.5 % Gefälle v.a. wesentlich steiler. Die lichte Höhe der Brücke beträgt etwas über 3 m. Die Verklausungswahrscheinlichkeit beträgt rechnerisch wenige Prozent für Stammholz und null für Wurzelstöcke [12]. Nur bei sehr grossen Ereignissen ist hier mit Problemen zu rechnen. Dies schlägt sich in der Gefahrenkarte mit Ausbruchsszenarien bei sehr seltenen Ereignissen (HQ₃₀₀) nieder.



Abb. 16: Mülibruggli

Brücke Saxetenstrasse

Die Saxetenstrasse führt über eine schlanke Betonbrücke schräg über den Saxetbach. Die lichte Höhe beträgt knapp 3.5 m. Das Verklausungsrisiko ist sehr klein. Rechnerisch beträgt es 5 % für Stammholz und 0 % für Wurzelstöcke. Wenn aber die Sohle auflandet, nimmt das Verklausungsrisiko stark zu. Wenn Wasser an der Brücke ansteht, so läuft es über die stark nach links geneigte Platte an das hier deutlich tiefere linke Ufer und über die Strasse Richtung Dorf.



Abb. 17: Brücke Saxetenstrasse



Kantonsstrasse

Die Kantonsstrassenbrücke wurde 1996 neu gebaut. Dabei wurde der Querschnitt soweit möglich vergrössert und zusätzlich die oberstromseitige Bordüre mit 1.40 m Höhe als 'Staukragen' ausgebildet. Die linke und rechte Ufermauer wurde auf diese Höhe ausgelegt, wobei die rechte Berandung ca. 35 cm tiefer liegt und mit Holzdambalken verschlossen ist, welche entfernt werden könnten.

Die lichte Höhe der Brücke beträgt nur 2.5 m. Das Verklausungsrisiko an der Brücke beträgt rechnerisch rund 40 %. Sobald Auflandungen eintreten, nimmt das Verklausungsrisiko drastisch zu.

Die Höhe der Brückenplatte ist durch die Strassennivelette gegeben und könnte auch bei einem Neubau nicht erheblich vergrössert werden. Ein Ersatz der Brücke macht daher keinen Sinn. Eine Sohlenabsenkung, um die lichte Höhe zu vergrössern, ist nicht möglich, da die Höhe von der Lütschine her gegeben ist. Würde man die Sohle bei der Kantonsstrasse absenken, so wäre das Gefälle bis in die Lütschine noch geringer und die Geschiebetransportkapazität würde weiter verringert.

Die einzige Möglichkeit, das Verklausungsrisiko zu vermindern, besteht darin, die 'Verschalung' (Staukragen) hydraulisch besser auszubilden, d.h. auszurunden, so dass möglichst kein Holz hängen bleiben kann.



Abb. 18: Brücke Kantonsstrasse

Überlastmassnahmen Grenchen

Die Lenkung des Überlastfalles erfolgt durch eine Uferdifferenz. Für die Begrenzung des Gesamtschadens wurden im Bereich 'Grenchen' etliche Massnahmenvarianten geprüft. Da diese v.a. die Kantonsstrasse betreffen, sind sie im technischen Bericht des Plandossiers 'Strassenplan, Kantonsstrasse Nr. 221' beschrieben.

Gewählt wurde schliesslich eine Schüttung im Landwirtschaftsland, kombiniert mit einem mobilen Dambalkenverschluss über die Strasse. Diese Massnahme ist im Auflagedossier noch enthalten und dort auch auf den Plänen ersichtlich, wurde aber im Rahmen der Einspracheverhandlungen gestrichen.



4.2. Unterhalt

Der Unterhalt am Saxetbach umfasst folgende Massnahmen:

1. Forstliche Massnahmen und Fallholzbewirtschaftung im Einzugsgebiet (vgl. Kap. 3.8)
2. Beobachten und Räumen des Geschiebesammlers und des Kanals von Ablagerungen (häufig im Mündungsbereich)
3. Ordentlicher Bauwerksunterhalt (Sperre, Böschungsverbau, Sohlschwellen, Bestockung)

Der Unterhalt ist durch die Wasserbaupflicht der Schwellenkorporation sicher gestellt. Sehr wichtig sind die forstlichen Massnahmen wegen der grossen Bedeutung des Schwemmholzes. Mit vermehrten Unterhaltsmassnahmen alleine kann aber die Hochwassersicherheit nicht erreicht werden. Es sind bauliche Massnahmen nötig.

4.3. Bauliche Massnahmen

4.3.1. Vergrösserung des bestehenden Sammlers 'Chammri'

Volumen

Zur Bestimmung des notwendigen Sammlervolumens wurden die erhobenen Geschiebefrachten denjenigen gegenübergestellt, welche mit der zugehörigen Ganglinie bis in die Lütschine transportiert werden können (vgl. Kap. 3.7).

Geschiebefrachten

Szenario	$G_{30} [m^3]$	$G_{100} [m^3]$	$G_{300} [m^3]$
Gewitter	10'000	22'000	37'000
Dauerregen	15'000	30'000	45'000

Transportierte Fracht im Kanal bis Lütschine

Szenario	$G_{30} [m^3]$	$G_{100} [m^3]$	$G_{300} [m^3]$
Gewitter	1'500	1'200	4'000
Dauerregen	4'500	5'000	6'000

Notwendiger Rückhalt

Szenario	$G_{30} [m^3]$	$G_{100} [m^3]$	$G_{300} [m^3]$
Gewitter	8'500	20'500	33'000
Dauerregen	10'500	25'000	39'000

Der bestehende Sammler kann auf zwei Arten vergrössert werden: durch eine Erhöhung der Sperre und eine Verbreiterung. Beide Möglichkeiten wurden für verschiedene Auflandungsgefälle untersucht.

Durch die Verlegung der parallel verlaufenden Strasse kann der Sammler auf fast das Doppelte verbreitert werden. Mit dieser Massnahme wird ausserdem die Form des Sammlers im Grundriss wesentlich günstiger.

Die bestehende Sperre soll um 1.0 m erhöht werden. Eine grössere Erhöhung bringt zwar sehr viel Mehrvolumen, ist aber nicht möglich, wenn das Freibord zwischen Strasse und möglicher Auflandungslinie genügend gross sein soll. Im Rahmen des Konzeptes wurde von den Wasserbauverantwortlichen festgelegt, dass das Freibord nicht kleiner sein sollte als bestehend. Das Freibord bei der Sperre beträgt heute 4.3 m, beim Strassenmeistermagazin (unter Annahme eines Verlandungsgefälles von 7 %) 3.6 m. Die künftige Höhe des Freibords wurde auf 4 m festgelegt. Das



Freibord wurde so konstruiert, dass der Auflandungskörper in der Bachaxe auf die Böschung projiziert wurde (die Axe und die Böschung sind mit verschiedenen Radien gebogen!).

Die realisierbaren Rückhaltevolumina und auch das verbleibende Freibord wurden mit verschiedenen Auflandungsgefällen untersucht. Rechnerisch können Auflandungsgefälle von 6 bis 7 Prozent hergeleitet werden. Das natürliche Kegelgefälle beträgt am Kegelhals 7.5 %.

Das projektierte Rückhaltevolumen wurde mit einem mittleren Auflandungsgefälle von 6 % bestimmt und beträgt 28'000 m³. Zusätzlich wurden folgende Zustände untersucht:

- ⇒ Szenarien Gefahrenkarte 'nach Massnahmen': reduziertes Auflandungsgefälle 5 %, das Rückhaltevolumen beträgt dann nur 24'000 m³
- ⇒ Gefährdung der Strasse und Freibord: erhöhtes Auflandungsgefälle 7 %

Aus topographischen Gründen kann im Chammri ein Rückhaltevolumen von maximal ca. 28'000 m³ realisiert werden. Damit kann ein HQ₁₀₀, resp. eine Geschiebefracht G₁₀₀, abgedeckt werden. Die Frachten im EHQ/HQ₃₀₀ sind derart hoch, dass eine Auslegung des Rückhaltes auf diese Mengen nicht möglich ist. Dies bedeutet, dass bei grösseren Frachten Auflandungen im Bachlauf nicht verhindert werden können.

Gerinneverbau

Die Böschungen des Sammlers werden mit einer stabilen Neigung von 2:3 angeordnet und im unteren Böschungsbereich mit Blocksteinen gegen Erosion verbaut. Am linken Ufer steht teilweise Fels an, welcher so belassen wird. Die Sohlenlage der sehr grobblockigen natürlichen Bachsohle mit grossen Step-Pool-Sequenzen wird belassen wie sie ist. Dadurch ist auch kein Absturzbauwerk im Einlaufbereich nötig, da kein Höhenunterschied besteht.

Die Lage des Felshorizontes ist teilweise draussen sichtbar. Der Fels tritt v.a. auf der linken Bachseite zutage. Weiter oberstrom des Sammlers verläuft der Bach beidseitig auf Fels. Aus diesem Grund wird von Sohleneinbauten (Sperrern) oberhalb des Sammlers im Raum Syticher abgesehen. Auf Höhe der Strassenkurve beim Reservoir ist aufgrund der bestehenden Grundlagen (vgl. Baugrundbeschriftung im Kapitel 6.1) die Lage des Felshorizontes am rechten Ufer nur sehr ungenau bekannt. Im Projekt ist daher vorgesehen, hier eine sohlenbündige Sperre zum Schutz der Böschungen und Stabilisierung des Einlaufbereiches zu bauen, falls beim Aushub der Fels hier nicht zutage tritt. Je nach Felshorizont ist ein Sperrenbauwerk dem Felsverlauf anzupassen. Das Gerinne oberstrom des Sammlers bis zur nächsten markanten Bachkurve verläuft im Fels. Die rechte Böschung besteht ebenfalls meist aus Fels, örtlich aus Lockergestein. Um die genannte Böschung, auf der weiter oben die Saxetenstrasse verläuft, besser zu schützen, soll das Gerinne hier im Felsbett etwas eingetieft und gerichtet werden.

Mit diesen Massnahmen wird eine Forderung der Gemeinde Wilderswil aus dem Mitwirkungsverfahren erfüllt.

Abschluss Sperre

Die bestehende Abschluss Sperre wurde 1989 gebaut. Es handelt sich um eine Bogensperre aus Stahlbeton. Die Sperre ist auf Kronenhöhe 1.8 m breit und ab Bachsohle 6.5 m hoch. Da die Sperre erhöht wird, handelt es sich um eine Nutzungsänderung. Die entsprechende Prüfstatik ist in einem separaten Bericht dargelegt.

Die Sperre untersteht wegen dem Kriterium der 'besonderen Gefahr' der Stauanlagenverordnung. Entsprechende weitere Angaben sind unter Kap. 8.5 zu finden.

4.3.2. Ufererhöhung links vom Mülibruggli bis zur Lutschine

Um den Überlastfall zu lenken, ist auf dem Kegel generell eine Uferdifferenz vorgesehen. Wasseraustritte sollen primär die rechte Kegel Seite betreffen. Der wesentliche Vorteil einer solchen Überlastlenkung ist, dass die Intervention erleichtert wird, da die Prozesse und Fliesswege bekannt sind.



Dazu wird das linke Ufer durchgehend auf mindestens die Höhe des rechten Ufers plus 0.5 m erhöht. Auf einem kurzen Abschnitt im Bereich Schmidmatta kann das rechte Ufer entsprechend tiefer gesetzt werden. Eine Uferdifferenz von 0.5 m ist bei stark geschiebeführenden Abflüssen im Steilbereich sicher eher an der unteren Grenze. Sie ergibt sich jedoch u.a. aus praktischen Gründen in der Umsetzung. Eine noch grössere Erhöhung des linken Ufers würde im Bereich der Brücke der Saxetenstrasse zu unverhältnismässigen Eingriffen führen. Eine Absenkung des rechten Ufers ist wegen der Strassennivelette nicht möglich.

Unmittelbar bei der Saxetbachbrücke ist eine Erhöhung auf dieses Niveau nicht vernünftig möglich. Da das Wasser bei Auflandungen und/oder Teilverklausungen hier über die Brückenplatte abläuft, wird das Ufer hier auf 0.8 m ab OK Bordüre erhöht. Damit kann die Überschwemmungsgefahr mindestens vermindert werden. An die Ufermauer schliesst dann ein mobiler Dammbalkenverschluss an. Das Brückengeländer wird so ausgestaltet, dass es abgelegt werden kann (siehe Strassenplan, Strasse Nr. 1123).

Die Ufererhöhung erfolgt grösstenteils durch eine Dammschüttung, dort wo dafür zu wenig Platz vorhanden ist, mit Mauern und Blocksteinreihen. Die Mauerfundationen wurden gemäss den Baugrunduntersuchungen (vgl. Kap. 6.1) dimensioniert. Die Böschungswinkel der vorgesehenen Schüttungen und der Tragfähigkeitsnachweis wurden dem Bericht des Geologen [16] entnommen. Der massgebende Lastfall tritt ein, wenn der Saxetbach auflandet und der Wasserspiegel über das Niveau des rechten Ufers hinaus ansteigt sowie auf der Luftseite (links, gartenseitig) ebenfalls mit nassen Untergrund gerechnet werden muss. Um alle geotechnischen Nachweise für diesen Fall erbringen zu können, muss der luftseitige Mauerrand minimal 1.50 m von der luftseitigen OK Böschung entfernt sein. Ausserdem ist das Streifenfundament so tief einzubinden, dass der luftseitige Erddruck aktiviert werden kann, um den Gleitnachweis erbringen zu können.

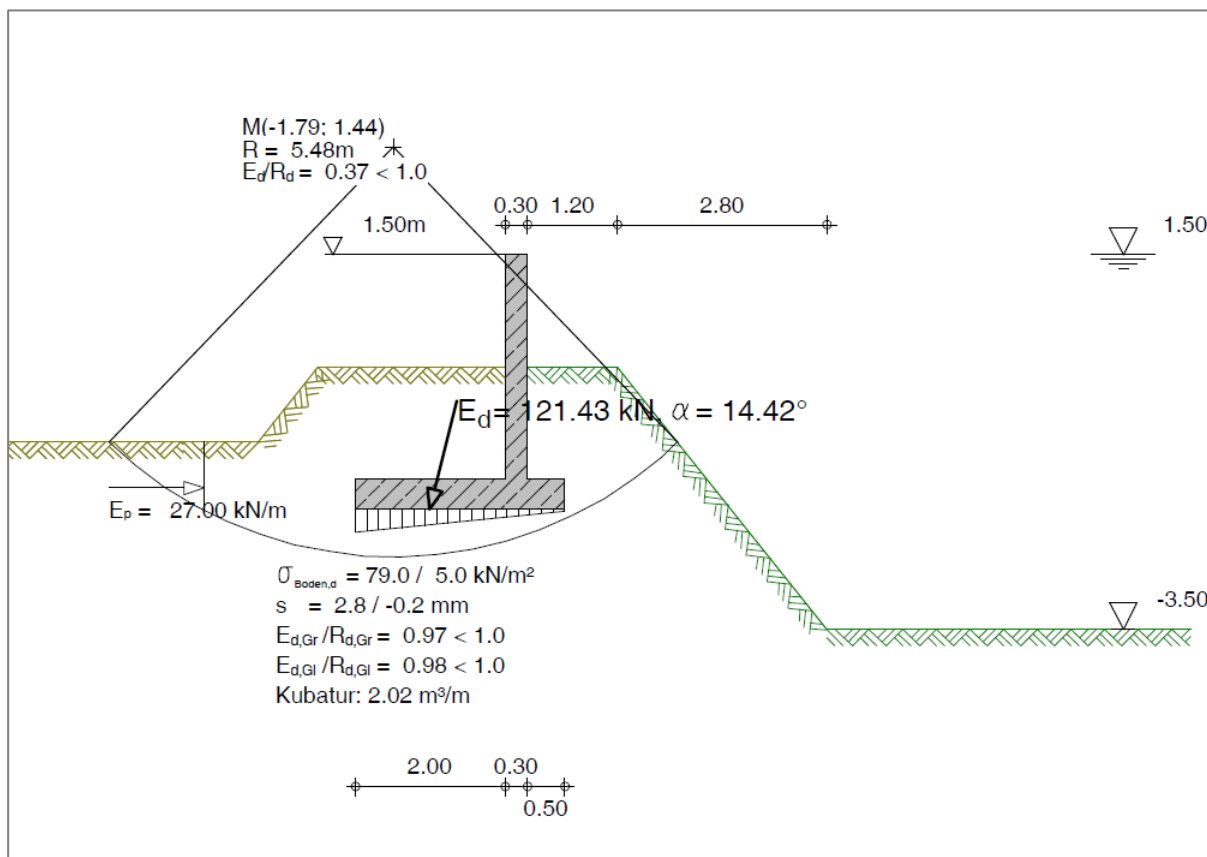


Abb. 19: Abmessungen und Abstände Ufermauer Höhe Parz. 1402, Schnitt talwärts



4.3.3. Brücken

Brücke Saxetenstrasse, Strassenzug 1123

Das grösste Risiko ist die Verlegung des Brückenquerschnittes an der Kantonsstrassenbrücke und der Brücke Saxetenstrasse durch hängenbleibendes Holz. Stellt sich ein Stamm oder Wurzelstock quer, so ist in kürzester Zeit mit der Anschoppung von weiterem Holz und Geschiebe zu rechnen.

Bei der Brücke der Saxetenstrasse ist dieses Risiko geringer. Die Brücke ist aber stark nach links geneigt. Es muss sichergestellt werden, dass bei einer Auflandung das Wasser nicht nach links ins Dorf läuft. Dazu wurde ein Variantenstudium durchgeführt. Gewählt wurde schliesslich eine mobile Dammbalkensperre am linken Brückenkopf sowie eine Untersichtverschalung und ein ablegbares Gelände. Diese Massnahmen, sowie die Variantenuntersuchung sind im Strassenplan für die Saxetenstrasse Nr. 1123 enthalten.

Brücke Kantonsstrasse nach Grindelwald, Strassenzug 221

Diese Kantonsstrassenbrücke verfügt bereits über einen Staukragen, die Form soll aber hydraulisch noch günstiger ausgebildet werden (Rundung), so dass möglichst kein Holz hängen bleiben kann. Versuche der VAW haben gezeigt, dass das Schwemmholzverhalten durch günstig angeordnete Verschalungen verbessert werden kann. Trotz aller Verbesserungen wird diese Brücke immer eine gewisse Schwachstelle bilden, sobald mit Geschiebe oder Schwemmholz gerechnet werden muss. Umso wichtiger ist ein genügender Geschiebe- und Holzurückhalt weiter oben. Auch sollte die Notfallplanung der Wehrdienste eine Intervention an dieser Brücke mit schwerem Gerät vorsehen.

Diese Massnahme ist im Strassenplan für die Strasse Nr. 221 enthalten.

4.3.4. Überlastmassnahmen

Durch die Uferdifferenz links/rechts wird der Bach künftig im Überlastfall auf die rechte Kegelseite gelenkt. Dies ist bei Ereignissen grösser HQ₁₀₀ der Fall. Im Überflutungsgebiet waren im Dossier der Planaufgabe zusätzliche Massnahmen vorgesehen, um den Gesamtschaden auf dem rechten Kegelteil im Ereignisfall zu minimieren. Auf diese Massnahmen wurde bauseits im Rahmen der Einspracheverhandlungen verzichtet. Namentlich wurde die vorgesehene Flachsüttung und der mobile Dammbalkenverschluss über die Kantonsstrasse Nr. 221 (nach Grindelwald) gestrichen. Das Projektziel (Schutzziele, Risikoreduktion, Wirtschaftlichkeit) wird auch ohne diese Massnahmen erreicht und die Opposition bei den betroffenen Grundeigentümern war gross.

Im Projekt verbleibt nur die Schutzmauer im Brückenbereich der Kantonsstrasse Nr. 221, welche im Überlastfall die unterstromseitigen brückennahen Bereiche besser schützen soll. Die Ausführung bleibt gemäss den ausstehenden Verhandlungsergebnissen noch vorbehalten.

4.4. Raumplanerische Massnahmen

Gewässerraum

Der Gewässerraum ist im Kanton Bern seit dem 1.9.2009 gesetzlich geregelt (kantonale Baugesetzgebung) und muss nicht mehr im Wasserbauplanverfahren planrechtlich gesichert werden. Mit der neuen Gewässerschutzverordnung (in Vernehmlassung) wird er auch über Bundesrecht gesichert sein. Die Umsetzung in der Ortsplanung obliegt der Gemeinde.

In den Plänen ist der 'Raumbedarf Fliessgewässer' gemäss den geltenden Empfehlungen orientierend dargestellt (vgl. Kap. 5.3). Rechtlich binden hingegen ist das Baugesetz des Kantons Bern.

Ortsplanung

Die aktuelle Gefahrenkarte wurde in der Ortsplanung bereits umgesetzt. Die Ortsplanung erhält aufgrund der verbesserten Gefahrensituation künftig wieder mehr Spielraum.



Im Entwurf der Gefahrenkarte wird praktisch der ganze rechte Kegelteil in die blaue Gefahrenstufe eingeteilt (Überlastlenkung ab HQ_{300}). Damit sind Bauten unter Einhaltung von Objektschutzauflagen jederzeit möglich, hingegen keine Einzonungen mehr. Es wird empfohlen den Überlastkorridor in die nächste Ortsplanung aufzunehmen.

5. UMWELT

5.1. Inventar der natürlichen Lebensräume

In der untenstehenden Abbildung sind die nationalen und regionalen Inventare im Bereich Wilderswil dargestellt. Innerhalb des Bauperimeters sind keine geschützten Standorte vorhanden. Hingegen ist der betroffene Wald im Chammri im Waldnaturschutzinventar WNI enthalten.

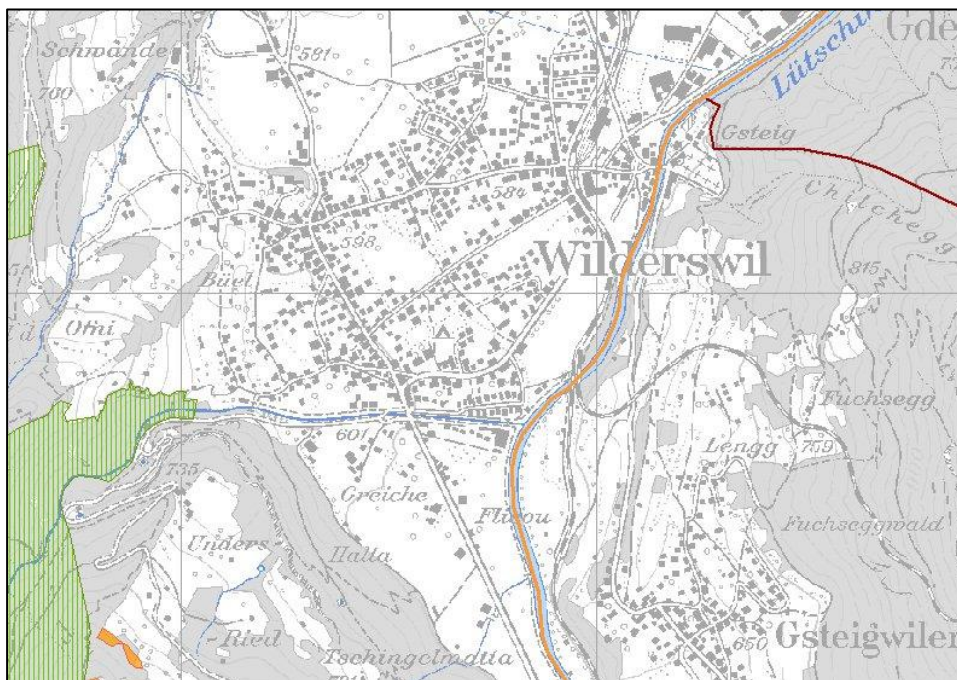


Abb. 20: Ausschnitt Naturschutzkarte Kanton Bern (Quelle: Geoportal Kt. BE). Grün = WNI-Inventar, orange = Trockenstandorte

5.2. Gewässerökologie

5.2.1. Morphologie

Der Saxetbach verläuft zwischen Saxeten und Wilderswil zu einem grossen Teil in einer bis zu 50 m tiefen Schlucht. Das Gerinne weist mehrheitlich ein einfaches Trapezprofil auf. Das Bachbett des Saxetbaches wird durch grossblockigen Schotter und Residualblöcke gesäumt, welche zahlreiche Step-Pool-Sequenzen bilden. Der Bach ist hier praktisch unverbaut.

Auf dem Kegel ist der Bach stark verbaut. In der Sohle befinden sich Traversen, die Böschungen sind steil und mit einem eher glatten Blocksatz ausgebildet. Die Strömungsvielfalt und Strukturierung ist gering. Der Saxetbach ist gemäss Ökomorphologie Stufe F als 'stark beeinträchtigt' (gelb) eingestuft.

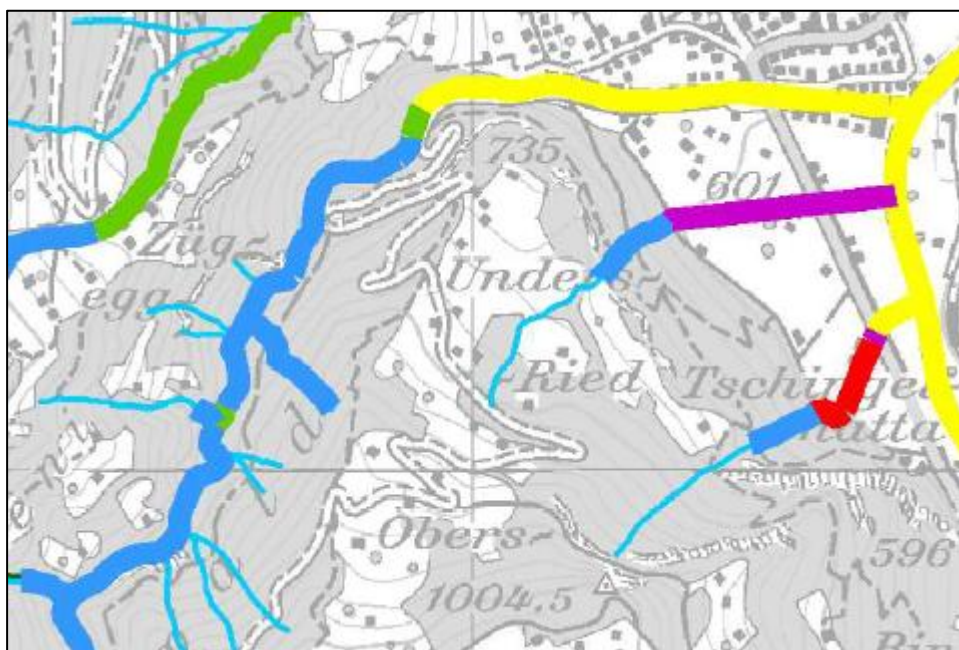
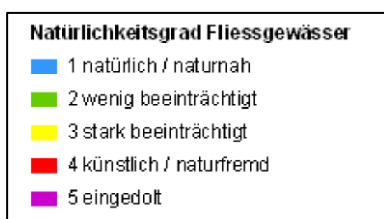


Abb. 21: Ökomorphologie Stufe F



5.2.2. Wasserqualität

Gemäss Auskunft der Gemeinde Saxeten wird das Abwasser von Saxeten im Trennsystem in die ARA Interlaken abgeleitet. Alle ständig bewohnten Liegenschaften sind ans Abwassersystem angeschlossen.

Im Saxetbach gibt es keine Einleitungen von geklärtem Wasser oder Kühlwasser, wodurch die Wasserqualität als nicht beeinträchtigt bezeichnet werden kann. Im Einzugsgebiet des Bachoberlaufes hat es bestossene Alpgebiete, wodurch das Bachwasser im Sommerhalbjahr leicht belastet sein dürfte.

5.3. Raumbedarf

Der Raumbedarf berechnet sich gemäss der bernischen Empfehlung des Amtes für Gemeinden und Raumordnung vom Januar 2004 wie folgt:

Beidseitige Uferbereichsbreite in m ab Mittelwasserspiegel in Funktion der Sohlenbreite gem. Abb. 21:

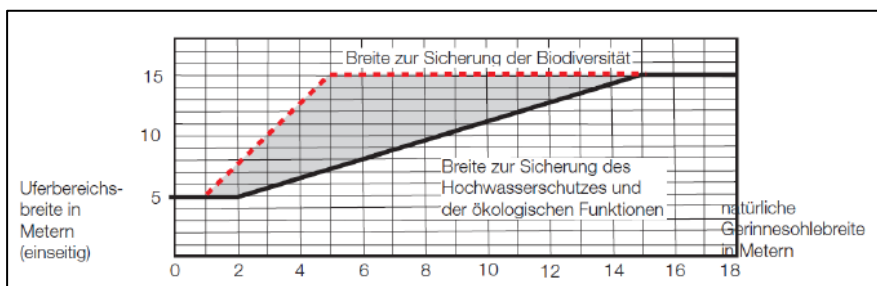


Abb. 22: Schlüsselkurve zur Ermittlung des Raumbedarfes von Fließgewässern



Tab. 6 Faktoren zur Bestimmung der natürlichen Sohlenbreite

Beurteilungsklasse Ökomorphologie		Faktoren
Klasse 1:	natürlich/naturnah: unverbautes Gewässer mit Wechsel der Bachbreite	x 1
Klasse 2:	wenig beeinträchtigt: teilweise begradigtes Ufer mit nur kleinen Ausbuchtungen, punktuell verbaut, schmaler Streifen mit Ufervegetation	x 1.5
Klasse 3 und 4:	stark beeinträchtigt, naturfremd, künstlich: begradigtes bis vollständig verbautes Bachbett	x 2

Die Gerinnebreite des Kegels des Saxetbaches beträgt 8 m. Der Kanal ist in die Klasse 3 (ökomorphologisch stark beeinträchtigt) eingestuft. Der resultierende Faktor 2 führt zu einer theoretischen natürlichen Sohlenbreite von 16 m. Daraus ergibt sich eine erforderliche Uferbereichsbreite von beidseitig je 15 m ab Mittelwasserlinie.

Der Raumbedarf ist in den Plänen orientierend dargestellt.

5.4. Fischfauna und fischereiliche Nutzung

Morphologie

Das Gefälle bei der Einmündung in die Lutschine beträgt ca. 3 % und steigt bis zum Kegelhals auf rund 7.5 %. Der Kanal ist stark verbaut, einerseits durch Blocksatz in den Böschungen, andererseits mit Sohlswellen. Die vorhandenen Abstürze sind aber klein, so dass die Längsvernetzung gewährleistet ist. Da nur wenig Kolke und Unterstände bestehen, bietet der Bach auf diesem Abschnitt nur wenig gute Lebensräume für Fische. Auch die Beschattung ist nicht optimal. Geeignete Laichstrecken fehlen fast vollkommen, einerseits wegen fehlendem Strömungsschutz, andererseits ist das Sohlensubstrat zwischen den Schwellen eher grob. Trotzdem wird auch im Kanal eine Naturverlaichung beobachtet.



Abb. 23: Bachgerinne auf dem Kegel



Im Bereich oberhalb des Geschiebesammlers und im Oberlauf ist der Bach unverbaut und weist durch viele Blöcke und natürliche Ufer eine gute, wenn auch eher grobblockige Struktur auf.

Vorkommende Arten

Der Saxetbach ist ein Pachtgewässer. Gemäss den Fangstatistiken kommen im Saxetbach hauptsächlich Bachforellen vor. Diese werden auch regelmässig eingesetzt. Vereinzelt sind auch noch Gropen anzutreffen und im Herbst können die Seeforellen vom Brienersee via Lütchine her einsteigen. Im Oberlauf hat es nur noch Bachforellen. Diese kommen auch noch oberhalb von Saxeten vor.

Tab. 7 Fischarten Saxetbach

Deutscher Name	Lateinischer Name	Vorkommen
Bachforelle	Salmo trutta fario	häufig
Seeforelle	Salmo trutta lacustris	vereinzelt
Regenbogenforelle	Onchorhynchus mykiss	vereinzelt
Groppe	Cottus gobio	vereinzelt

Die Bedeutung des Saxetbaches als Fischgewässer ist nur abschnittsweise – und nur im Oberlauf – mittel bis hoch. Auf dem Bachkegel sind die Lebensbedingungen nicht optimal.

Massnahmen im Projekt

Die Lebensbedingungen für die Fischfauna sollen im Projekt soweit möglich verbessert werden. Die Steilheit des Baches und der definierte Kanal geben dazu nur wenig Spielraum. Gemäss den Experten des Fischereiinspektorates ist v.a. die Schaffung vermehrter geschützter Standorte wichtig, da solche bisher nur bei den Sperren bestehen. Eine künstliche Anreicherung des Sohlsubstrates wurde wieder verworfen, da dieses laufend ausgespült wird und bei der Lütchinenmündung wieder gebaggert werden müsste. Die Längsvernetzung wird als genügend betrachtet.

Es sind daher zwei Massnahmen vorgesehen:

- ⇒ Einbau von wenigen zusätzlichen Steinkränzen in der Sohle unter dem Aspekt der Kolkbildung. Wo möglich Ersatz der Holzschwellen mit Steinkränzen, damit sich eine Niederwasserrinne ausbilden kann.
- ⇒ Örtliche Schaffung von seitlichen Unterständen in den Ufermauern mittels Aushub des untersten Blocksteines und Einbringen von Steinplatten.

Die Massnahmen können unabhängig von den übrigen Losen ausgeführt werden, da im Gerinne sonst keine Eingriffe vorgesehen sind. Im Kostenvoranschlag wurde ein pauschaler Betrag für diese Massnahmen reserviert.



5.5. Vegetation und Wald

Bestand

Im Frühling 2010 wurde eine Waldfeststellung durch die Waldabteilung 1 durchgeführt. Der Bauperimeter im Bereich 'Chammri' liegt fast vollständig im Wald. Dieser ist ausserdem als Waldnaturschutzinventar WNI inventarisiert. Weiter handelt es sich bei der Bestockung des rechten Bachufers unmittelbar unterhalb des Mülibrugglis um Wald (abzusenkende Flächen).

Die Lebensräume nach Delarze im Bau- und Waldrodungsperimeter wurden im Frühjahr 2010 erhoben. Die Lebensraumkartierung ist im Anhang dieses Berichts zu finden. Zusätzlich wurde eine Charakterartenliste im Perimeter des Sammlers und der Strassenverlegung erstellt. Der ganze Perimeter des HWS-Projekts wurde ausserdem auf geschützte Arten gemäss NHG untersucht.

Tab. 8 Vorkommende Charakterarten im Perimeter des Sammlers / Strassenverlegung

Lateinischer Name	Deutscher Name
asplenium trichomanes	Streifenfarn
betula pubescens	Moorbirke
buddleja sp.	Sommerflieder
cardamine pratensis	Wiesenschaumkraut
carex alba	Weisse Segge
cornus sanguinea	Hartriegel
corylus avellana	Hasel
crataegus sp.	Weissdorn
dryopteris filix-mas	Wurmfarne
equisetum arvensis	Acker-Schachtelhalm
fagus sylvatica	Rotbuche
fragaria vesca	Walderdbeere
fraxinus excelsior	Esche
galium odoratum	Waldmeister
geranium robertianum	Storchenschnabel
hepatica nobilis	Leberblümchen
lamium galeobdolon	Taubnessel
lonicera nigra	Schwarze Heckenkirsche
mercurialis perennis	Wald-Bingelkraut
oxalis acetosella	Sauerklee
paris quadrifolia	Einbeere
phyllitis scolopendrium	Hirschzungenfarn
picea abies	Fichte (Rottanne)
populus tremula	Espe



ranunculus repens	Kriechender Hahnenfuss
salix sp.	Weide
tilia platyphyllos	Sommerlinde
ulmus glabra	Bergulme
urtica dioica	Grosse Brennnessel
vaccinium myrtillus	Heidelbeere
viburnum lantana	Schneeball
viola reichenbachiana	Waldveilchen

Die Vegetation ist an den Standort grundsätzlich gut angepasst und durchmischt. Im Bereich des heutigen Sammlers ist eine relativ artenreiche Ufervegetation vorhanden, welche als wertvoll bezeichnet werden kann. Entlang der heutigen Strasse im Bereich des Sammlers ist an den Böschungen eine (mesophile bis frische) Ausbildung eines Krautsaums vorhanden (die Strassenböschungen werden regelmässig geschnitten).

Unterhalb Mülibruggli fehlen jedoch im Bereich der Ufervegetation oft die wichtigen Zwischenelemente wie Krautsaum oder Gebüschmantel, hier sind oft einzelne Gebüsche vorhanden, um die herum sofort eine niedrige, recht nährstoffreiche und eher artenarme krautige Vegetation anschliesst (Fettwiese mit teilweisem Anflug von Krautstadium). Die Gebüsche sind meist in regelmässigen Abständen angeordnet. Anschliessend an die Ufervegetation folgt hier intensiv bewirtschaftete Fettwiesen und –weiden.

Problematisch ist höchstens das Vorkommen des Sommerflieder (Neophyt), welcher unter anderem im Bereich des heutigen Sammlers (hauptsächlich linke Bachseite) auftritt.

Es sind im Perimeter keine gesetzlich geschützten Arten vorhanden. Hingegen ist die Ufervegetation von Gewässern durch das NHG grundsätzlich vor Eingriffen geschützt. Für die temporäre Entfernung im Rahmen der Bauarbeiten ist eine Ausnahmegewilligung nötig.

Aufhebung des Fussweges am linken Bachufer

Der heute bestehende Fussweg am linken Bachufer zwischen Mülibruggli und der Brücke Saxetenstrasse wird aufgehoben. Der Weg wird heute für die Naherholung intensiv genutzt (Spaziergänger, Hunde, Wanderer). Der Fussweg ist kein öffentlicher Weg. Durch die Aufhebung des Weges wird das Bachufer ökologisch aufgewertet. Einerseits durch die dadurch mögliche durchgehende Bestockung, andererseits durch die entfallenden Störungen durch Menschen und Hunde. Dies wird sich v.a. auf Vögel und Kleintiere positiv auswirken, welche hier künftig ungestörte Nist- und Futterplätze finden werden. Die Aufwertung dieses Lebensraumes direkt am Gewässer ist Teil der ökologischen Ersatzpflicht (vgl. ökologische Bilanz).

Bestockungen und Aufforstungen

Die neuen Sammlerböschungen werden in ihrem oberen Drittel wieder aufgeforstet. Dieser Böschungsteil gilt auch wieder als Wald. Tiefer als diese Linie macht eine Aufforstung wenig Sinn, da bei Auflandungen und Räumungseingriffen der Bestand jedes Mal beschädigt würde. Dieser Teil wird einwachsen oder kann auch bestockt werden, liegt neu aber nicht mehr im Waldareal. Geeignet für die Bestockung der Sammlerböschungen sind standortgerechte Stauden und Sträucher, nicht aber Hochstämme.

Ebenso wird der linke Damm des Saxetbaches zwischen Mülibruggli und Saxetenstrassenbrücke neu bestockt. Dieser Teil ist weder heute noch künftig Wald. Es werden standortgerechte Sträucher



gemäss Pflanzliste des ANF eingesetzt. Da der Abschnitt künftig vor Störungen weitgehend geschützt ist (Aufhebung des Fussweges) und so als Nist- und Lebensraum für Vögel sehr attraktiv werden könnte, sollen hierzu geeignete Beeren- und stachlige Sträucher berücksichtigt werden.

Die wiederaufzuforstenden Flächen im Chammri, welche nicht in steilen Böschungen liegen, werden in Absprache mit dem Forstdienst aufgeforstet. Dabei dürfen im 5 m Bereich zur Strasse keine Hochstämme eingesetzt werden.

Bei den Ersatzaufforstungsflächen ausserhalb des Bauperimeters handelt es sich um Einwuchsflächen (vgl. auch Kap.8.2). Es wird nicht aktiv aufgeforstet.

5.6. Boden

Für den Strassenbau und die Wasserbauten müssen mehrere Flächen temporär abhumusiert werden, z.B. im Bereich der temporären Rodungen, wie auch für die Geländeanpassungen beim Mülibruggli und die linksseitige Dammerhöhung. Es handelt sich nur bei sehr kleinen Flächen um Landwirtschaftsland.

5.6.1. Bestand

Die im Projekt betroffenen Böden befinden sich zum grössten Teil auf dem Schwemmkegel des Saxetbachs. Im Bereich des Sammlers und der Strassenverlegung besteht der Untergrund hauptsächlich aus Block- und Gehängeschutt. Das Ausgangsgestein besteht dabei aus Kalken und Mergel (Malmkalk / Valanginienmergel). Dementsprechend kann im Bereich der Strassenverlegung von jungen, flachgründigen Böden mit einem hohen Matrixanteil ausgegangen werden (Rendzinen und Pararendzinen, an noch jüngeren Standorten teilweise sogar Lockersyroseme). Auf dem Schuttkegel des Saxetbachs sind dementsprechend auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen Braun- und Parabraunerden, meist mittelgründig, vorhanden. Die Erfahrung aus Erdarbeiten an ähnlichen Standorten zeigt, dass die Mächtigkeit der A- und B- Horizonte an solchen Standorten häufig unterschätzt wird.

5.6.2. Verwendung des Bodens und Schutzmassnahmen

Generell sind im Rahmen der Submission die einschlägigen Gesetze und Fachgrundlagen (USG, VBBO, etc.) zu erwähnen und die entsprechenden Vorschriften zum Bodenschutz in den Vorbedingungen zu definieren (NPK Kap. 102).

Sowohl für den Waldboden als auch für den landwirtschaftlich genutzten Boden sind die üblichen Schutzmassnahmen in der Submission zu beschreiben. Die wichtigsten Massnahmen sind:

- Kulturerdearbeiten nur bei geeigneten Witterungsbedingungen (Bodenfeuchte)
- Geeigneter Geräteeinsatz (Raupenbagger mit Beschränkung von Flächenpressung und Gesamtgewicht, Humuslöffel)
- Möglichst kurze Transportdistanzen
- Fachgerechtes Anlegen und Unterhalt der Humusdepots, Depots begrünen und nicht befahren
- Beschränkungen in der Folgebewirtschaftung (z.B. Beweidung) festlegen und entschädigen

In den Landwirtschaftsflächen ist die abhumusierende Fläche leicht grösser, als die, welche wieder anhumusiert wird. Da sich erfahrungsgemäss bei Humusarbeiten ein gewisser Massenverlust nicht vermeiden lässt, dürfte der theoretische kleine Humusüberschuss von rund 100 m³ Kulturerde in der Praxis gar nicht anfallen, resp. wird auf die vorhandenen Flächen verteilt. Beim Waldboden entsteht wegen der grossen definitiv zu rodenden Fläche ein Humusüberschuss, für den zusammen mit dem Forstdienst eine geeignete Wiederverwendung gesucht werden soll (ca. 400 m³).

Wichtig ist, dass im Bereich der tiefgründigen Böden der A- und B- Boden separat und vollständig abgetragen wird.



5.6.3. Humusarbeiten

Chammri

Der Waldboden im Chammri wird einschichtig abhumusiert. Die Erfahrung zeigt, dass ein zweischichtiges Arbeiten in diesem Waldtyp in der Praxis nicht funktioniert. Gemäss den Abschätzungen können ca. 600 m³ Humus gewonnen werden (sehr geringmächtige Überdeckung).

Nachdem die Bäume gefällt und die Strauchschicht entfernt worden ist, werden die verbleibenden Wurzelstöcke auf Platz gefräst (Stockfräse) und zusammen mit dem Humus aufgeladen und auf die Humusdepots verbracht. Dadurch kann die organische Substanz für das Wieder-Anhumusieren gesichert werden.

Der Humus wird mit geeigneten Geräten aufgeladen und auf die Humusdepots gebracht. Diese liegen im unmittelbaren Baustellenperimeter. Die Depothöhe darf 2 m nicht überschreiten und die Depots müssen angesät werden. Sie dürfen zur Bewirtschaftung nicht befahren werden.

Schmidmatta

Das Gelände auf der Parzelle Nr. 1985 beim Mülibruggli wird abgesenkt. Dazu ist eine Rodung und Humusarbeiten notwendig. Die Rodung ist definitiv. Der Boden aus dem heute bewaldeten Teil der Fläche kann also vor Ort nicht wieder verwendet werden. Da die bestehenden Fichten aber in der Wiese stehen und Waldboden nur aus der Böschung zu erwarten ist, handelt es sich um äusserst geringe Mengen. Falls der Humus nicht in der verbleibenden Dammböschung eingebracht werden kann, wird er im Bereich 'Chammri' verwendet.

Damm linkes Bachufer

Zwischen Projekt m 25 und m 110 liegt die vorgesehene Dammerhöhung teilweise im Landwirtschaftsland. Bei der landwirtschaftlichen Nutzung handelt es sich um Fettwiesen.

Die Kulturerde wird hier zweischichtig abgetragen. Da die Baustellenerschliessung längs hinter dem Damm vorgesehen ist, können auch die Humusdepots direkt längs entlang der Baupiste (landwirtschaftsseitig) angelegt werden, ohne dass der Humus auf ein Zwischentransportgerät geladen werden muss. Dies ermöglicht die grösstmögliche Schonung des Bodens. Die Bauzeit beträgt hier nur wenige Wochen, so dass sich eine Begrünung der Depots je nach Saison erübrigt. Nach dem Anhumusieren von A- und B-Boden werden die Flächen gefräst, geeggt, die Steine heraus gelesen und die Flächen mit geeigneter Saatmischung wieder angesät (Empfehlung gemäss Hondrich, z.B. SM Montagna). Je nach Entwicklung sind Nachsaaten oder weitere Nachbehandlungen nötig. In jedem Fall sollten die Flächen in den ersten Folgejahren nicht als Herbstweide genutzt werden. Dies muss bei der Berechnung der Ertragsausfallentschädigung berücksichtigt werden (inkl. Abzäunen).

Dort wo beim Bau der Mauer und der Widerlager im Bereich Brücke Saxetenstrasse kleine Flächen abhumusiert werden müssen (Baugrubenaushub) wird analog vorgegangen. Da es sich meist um Dammböschungen und Bankette handelt, sind die Kulturerdearbeiten hier erheblich weniger empfindlich als im Landwirtschaftsland.

5.7. Grundwasser und Schutzzonen

Der Bereich des Talbodens von Wilderswil liegt im Grundwasserschutzbereich A_u. Gemäss der Übersichtskarte Grundwasservorkommen des Kantons Bern, ist der Talboden in Wilderswil mehrheitlich für die Nutzung für Brauchwassergewinnung, als auch partiell für Trinkwasserzwecke geeignet, resp. teilweise geeignet.

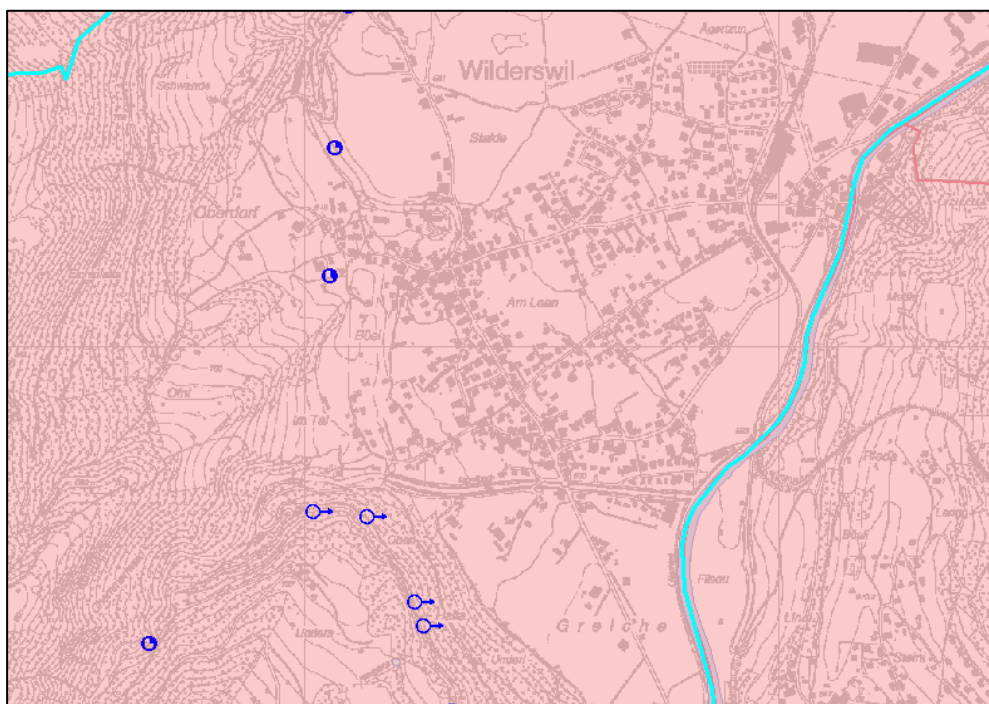


Abb. 24: Ausschnitt der Gewässerschutzkarte des Kantons Bern (Quelle: Geoportal Kt. BE)

	Quelle gefasst, Sickerleitungsfassung < 40m
	Quelle ungefasst
	Gewässerschutzbereich Au

Im Projektperimeter sind keine Schutzzonen vorhanden.

In der Nähe des Saxetbaches befindet sich eine gefasste Quelle und zwei ungefasste Quellen. Diese sind aber weit vom Bauperimeter entfernt und werden von den Baumassnahmen nicht tangiert.

Mehrere Wasserleitungen, die das Wasser vom Reservoir im Chammri ins Tal leiten, müssen beim Bau auf kurzen Strecken verlegt werden (siehe Strassenplandossier). Dies hat auf die Wasserqualität keinen Einfluss.



5.8. Altlasten

Im Projektperimeter ist gemäss dem kantonalen Kataster ein belasteter Standort vorhanden. Dieser befindet sich bei der Einmündung des Saxetbaches in die Lutschine. Gemäss Informationen der Gemeinde Saxeten handelt es sich um eine ehemalige Deponie von Siedlungsabfällen.

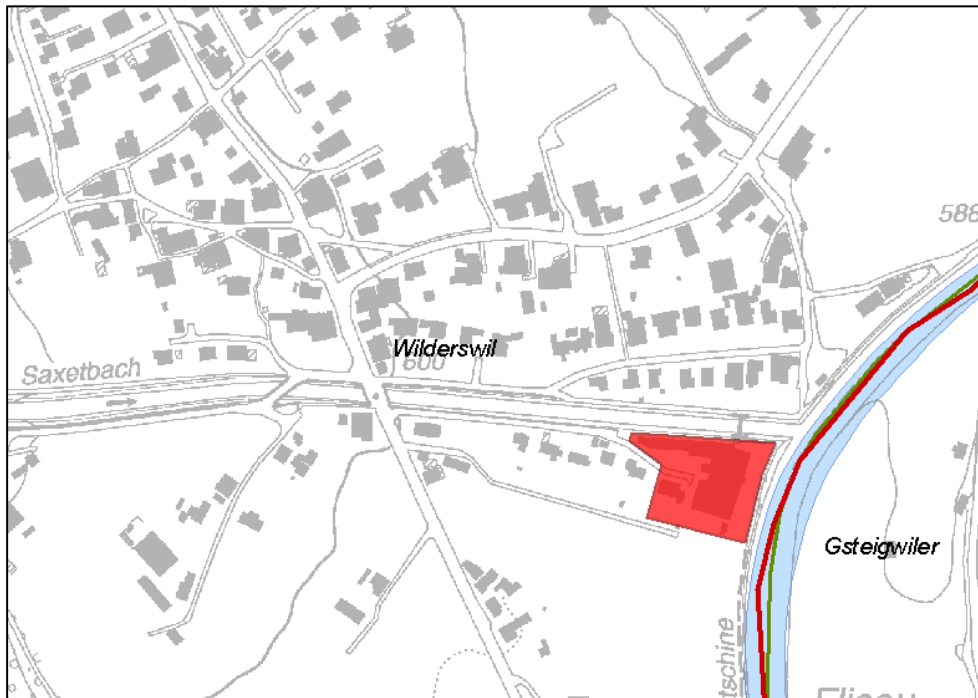


Abb. 25: Ausschnitt Altlastenkataster des Kantons Bern (Quelle Geoportal Kt. BE)



Der Standort ist überbaut und beherbergt einen Holzbaubetrieb. Der verzeichnete belastete Standort wird durch die baulichen Massnahmen des Projektes nicht tangiert.



5.9. Landschaft und Ortsbild

ISOS Inventar

Wilderswil ist als 'verstädtertes Dorf' im Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz enthalten.

Das Projektgebiet liegt grösstenteils im Wald, ausserhalb der Siedlung. Die Massnahmen auf dem Bachkegel – namentlich die Ufererhöhungen und Überlastmassnahmen - liegen randlich der Siedlung und das eigentliche Dorf wird nicht tangiert. Die verschiedenen Bauobjekte werden nachfolgend einzeln beschrieben und beurteilt. Die Anordnung und Materialisierung der sichtbaren Massnahmen auf dem Kegel wurde mithilfe der mitarbeitenden Landschaftsarchitekten Möri & Partner AG erarbeitet.

Vergrösserung Geschiebesammler

Die Vergrösserung des Geschiebesammlers beinhaltet eine Erhöhung der bestehenden Sperre um 1 m sowie eine Aufweitung des Gerinnes. Die Sperrenerhöhung ist verglichen mit der bestehenden Sperrenkubatur marginal. Die Sperre ist nur schlecht einsehbar von der Strasse und überhaupt nicht vom Dorf oder Gegenhang. Auch vom Wanderweg aus ist sie nicht einsehbar. Wir beurteilen die Erhöhung als unwesentlich.

Die Verbreiterung des Sammlers vergrössert die Gewässerfläche deutlich. Die Böschungen werden bis zur Rodungslinie wieder bestockt. Durch die Aufweitung wird das Gewässer von der Strasse her besser einsehbar (Blick bis zur Gewässersohle). Da die gesamte Sammlerfläche bis auf randlichen Blockverbau vom natürlichen Gewässer belegt wird, beurteilen wir die Veränderung als positiv.

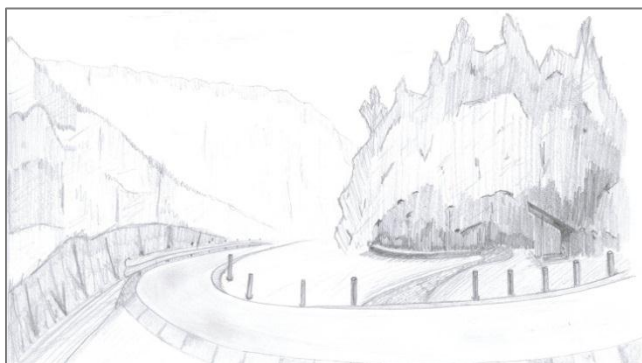
Verlegung Saxetenstrasse

Die Strassenverlegung um ca. 5 bis 10 m bergwärts dürfte gewisse Auswirkungen auf die Wahrnehmung des Raumes haben. Wie bisher windet sich die Strasse in engen Kurven von Saxeten her abwärts, fast durchgehend im Wald. Neu wird sich nach dem Passieren des Wasserreservoirs der Blick gegen links (Aufweitung Geschiebesammler) mehr öffnen als heute. Der gesamte Raum (Strasse, Memorialplatz) dürfte dadurch deutlich heller und offener wirken als heute.

Der neue Zustand ist untenstehend in Bleistift skizziert.



Abb. 26: Blick vom Reservoir, Bestand



dito, Projekt

Die Anlagen des Memorials bleiben am selben Ort bestehen (im Bild z.B. erkennbar der 'Bumerang').

Ufererhöhung links

Die Ufererhöhung auf dem Kegel beträgt zwischen 20 cm und 1.5 m. Sie ist von den Wohngebäuden, den Fusswegen und Strassen gut sichtbar. Wo immer möglich wird die Erhöhung mit Schüttungen

gemacht, welche durchgehend mit Gehölzen bestockt (ökologisch wertvolle, einheimische und standortgerechte Arten). Zwischen Mülibruggli und der Brücke Saxetenstrasse wird die Erhöhung zu einer ökologischen und landschaftlichen Aufwertung führen. Es wird ein gewässergerechter Pflanzensaum geschaffen, welcher die Lage des Gewässers in der Landschaft deutlich markiert. Je nach Situation bereichern Hochstammbäume die Bepflanzung und bilden punktuell räumliche Akzente.

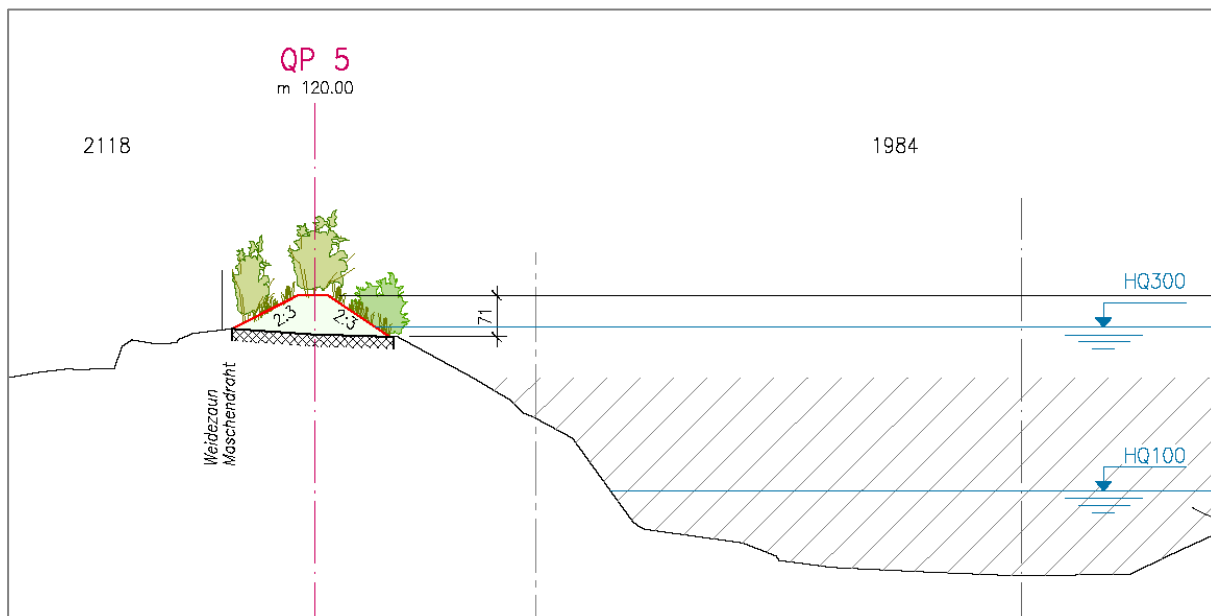


Abb. 27: Neuer Gehölzsaum entlang des Gewässers zwischen den oberen beiden Brücken

Oberhalb des Mülibrugglis wird eine Mauer auf das bestehende Ufer aufgesetzt. Dies befindet sich direkt neben dem Museum. Die Betonmauern werden mit Natursteinmauerwerk nach dem Vorbild der bestehenden Mauer verkleidet. Sie verlieren dadurch das Erscheinungsbild einer rein technisch bedingten Schutzmauer. Die Mauern begrenzen und erzeugen eine gute Raumwirkung des Museums-Vorplatzes, bleiben aber ihrer Schutzfunktion voll gerecht.



Abb. 28: Perspektive Museums-Vorplatz (Möri & Partner AG)



Am unteren Ende gegen die Brücke hin geht der Damm aus Platzgründen in eine Mauer über. Die bachzugewandte Seite der Mauer ist vom Gegenufer einsehbar. Die Ausführung erfolgt in Sichtbeton und die Mauer wird bachseitig mit einheimischen, standortgerechten Gehölzen grosszügig vorgepflanzt. Die gartenseitige Ausgestaltung ist Sache der Grundeigentümer.

Bordüre Brücke Kantonsstrasse

Die Oberstromseite der Kantonsstrasse besteht aus einer massiven Stahlbetonbrüstung. Die vorgesehene Verschalung wird ebenfalls aus Beton ausgeführt und hydraulisch möglichst ideal ausgerundet. Sie wird konstruktiv von der Brücke getrennt, visuell wird sie durch schmale Fugen von der bestehenden Brücke abgegrenzt.

Der Staukragen verschwindet hinter den seitlichen Flügelmauern und wird dadurch kaum wahrgenommen. Das lückenlose Anschliessen der Flügelmauern an die Brückenbordüre wirkt als selbstverständliche und vertrauenswürdige Hochwasserschutzmassnahme und verhindert das Begehen des Zwischenraumes. Staukragen und Flügelmauern werden in Sichtbeton wie die Brücke und die bestehenden Mauern ausgeführt.

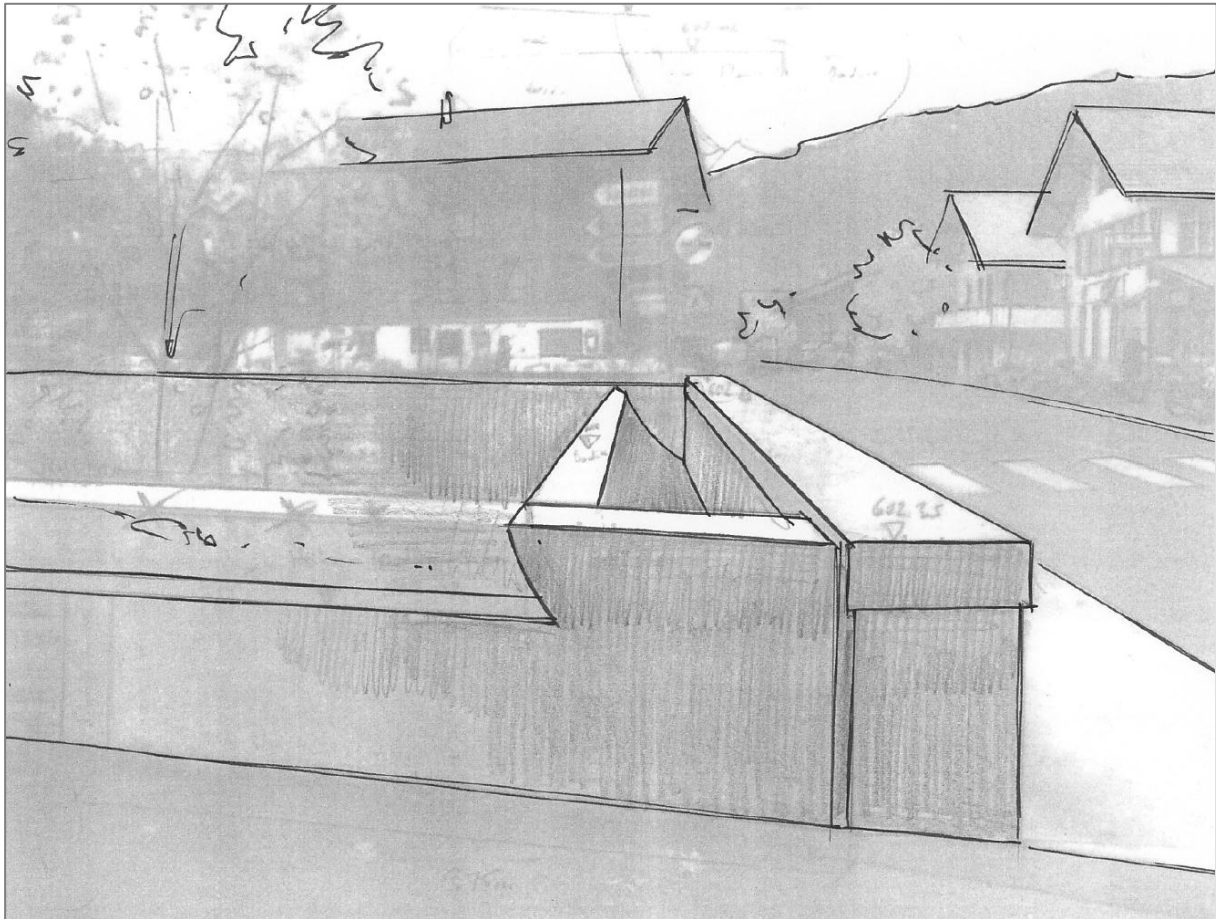


Abb. 29: Perspektive Staukragen an der Brückenbordüre (Möri & Partner AG)

Überlastmassnahmen

Die mobilen Sperren sind im Normalzustand nicht sichtbar (versenkte Schächte).

Die Mauer bei Parzelle Nr. 1502 ist ab Terrain ca. 1.0 m hoch und 10 m lang. Sie liegt zwischen Strasse und Privatgrundstück und markiert damit eine natürliche Abgrenzung. In unmittelbarer Nähe liegt die Kantonsstrassenbrücke mit etwa gleich hohen Betonbordüren. Auf der anderen Strassenseite



ist die Terrasse des ehemaligen Hotels Viktoria ebenfalls auf eine Mauer aufgesetzt, dabei handelt es sich wie bei der Brücke um eine Sichtbetonmauer. Das neue Mauerbild muss in diese Umgebung eingepasst werden.

Die Mauer soll geradlinig, parallel zu den beiden Strassen, ohne Knicke mit einer sauberen Abrundung in Sichtbeton ausgeführt werden. Sie wirkt gemeinsam mit der Brücke als 'adressbildendes' Element und Bauwerk für die Einfahrt in Wilderswil.

Um die nötigen Sichtweiten für die Einfahrt in die Kantonsstrasse sicher zu stellen, muss die Mauer leicht vom bestehenden Trottoir zurück versetzt werden. Die parzellenseitige Gestaltung der Mauer ist Sache des Grundeigentümers.



Abb. 30: Betonbordüren Kantonsstrasse (mit Kordon) und Standort der neuen Schutzmauer



Mauer Terrasse Viktoria (rechts) und Standort Schutzmauer leicht zurückversetzt vom Trottoir

5.10. Fuss- und Wanderwege

Untenstehend ist der Ausschnitt aus dem kantonalen Richtplan Wanderwege ersichtlich. Im Projekt werden diese Wege nicht verändert. Der Fussweg am rechten Bachufer ist ein Wanderweg. Weiter oben ist der Weg im IVS-Inventar enthalten.

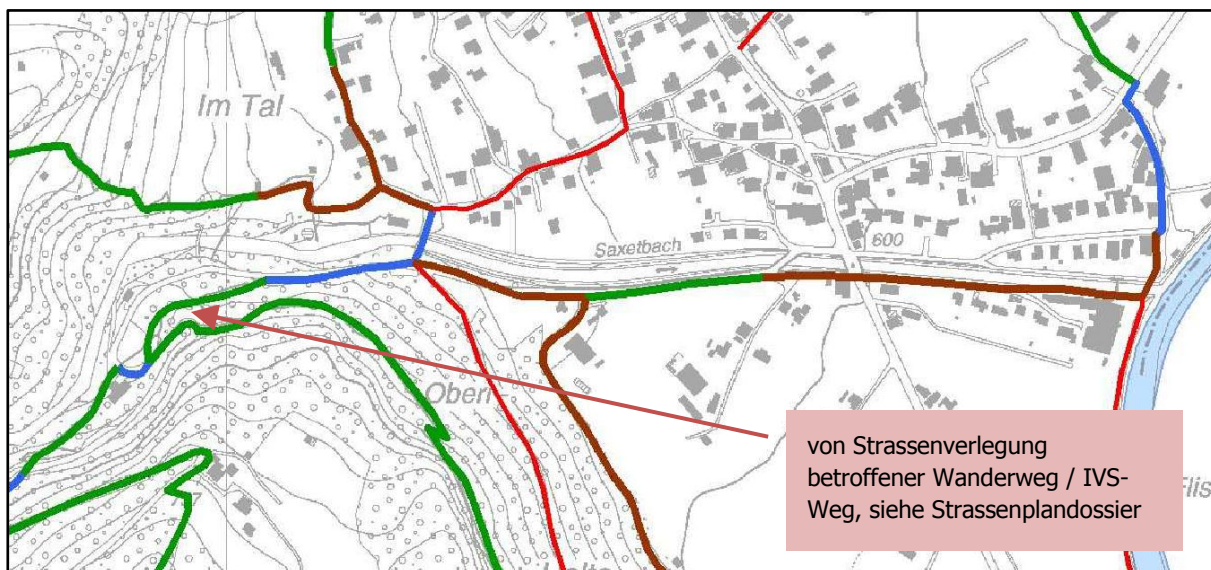


Abb. 31: Richtplan Wanderwege (Geoportal Kt. BE)

Klassierung Wanderwege (Richtplan)	
—	Teilstrecken 1.-3. Klass Strassen
—	Teilstrecken 4. Klass Wege
—	Teilstrecken 5.-6. Klass Wege
- -	Teilstrecken in LK 25 nicht enthalten
+	Zu prüfende Netzerweiterungen
—	Markierte Wanderrouten ohne Klassierung
- -	Teilstrecken markierte Wanderrouten in LK 25 nicht enthalten
Wanderwegnetz (Inventarplan)	
—	Wanderweg
—	Bergwanderweg

Der bestehende Fussweg links des Saxetbaches wird durch die Massnahmen (Dammerhöhung) faktisch aufgehoben. Es handelt sich nicht um einen öffentlichen Weg. Der Weg führt über private Grundstücke ohne eingetragene Wegrechte.

Um diese Aufhebung zu kompensieren, ist es vorgesehen, den Wanderweg am rechten Bachufer ab der Höhe der oberen Brücke bis zum Mülibruggli gestalterisch aufzuwerten und zu verbreitern. Weiter oben zwischen Mülibruggli und dem Beginn des neuen Strassenstückes (siehe Strassenplandossier) verläuft der Weg heute auf der Kantonsstrasse. Die Wegführung ist hier kaum erkennbar und die Sicherheit unbefriedigend. Der OIK I hat deswegen nach Auswertung der Mitwirkung entschieden, dieses Wegstück auf Projektkosten zu verbessern. Dazu wird das bachseitige Bankett verbreitert und eingekiest. Diese Massnahme ist im Strassenplan zur Saxetenstrasse enthalten.

5.11. Ökologische Bilanz / Ersatz und Ausgleich

5.11.1. Ersatz nach NHG / NHV / NSG

Gewässer und ihre Uferbereiche sind gemäss Art. 18 Abs. 1bis des Natur- und Heimatschutzgesetzes (NHG) besonders zu schützen und die Ufervegetation (Schilf- und Binsenbestände, Auenvegetationen sowie andere natürliche Pflanzengesellschaften im Uferbereich) ist gemäss Art. 21 NHG geschützt.



Artikel 20 Naturschutzgesetz Kt. Bern ordnet Uferbereiche und Bäche den schutzwürdigen Lebensräumen (Biotopen) zu.

Gemäss Art. 18ff NHG ist dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten durch die Erhaltung genügend grosser Lebensräume (Biotope) und durch andere geeignete Massnahmen entgegenzuwirken. 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.

5.11.2. Ökologischer Ausgleich

Der ökologische Ausgleich ist klar vom Ersatz nach NHG zu trennen. Er bezeichnet in der Regel Massnahmen in intensiv genutzten Räumen inner- und ausserhalb von Siedlungen (Art. 18b Abs. 2 NHG), für die unabhängig von einem konkreten technischen Eingriff eine allgemeine Pflicht besteht.

Das kantonale Wasserbaugesetz hält als Planungs- und Handlungsgrundsatz unter anderem fest, dass ein Gewässer in natürlichem Zustand erhalten bleibt oder naturnah gestaltet, bzw. in einen naturnahen Zustand zurückversetzt wird (Art. 15 WBG). Beeinträchtigte Gewässer und Gewässerabschnitte sind in der Regel im Zusammenhang mit bautechnischen Erneuerungsarbeiten zu sanieren (Art. 8 WBG).

5.11.3. Methodik und Vorgehen

Im vorliegenden Projekt besteht sowohl die Pflicht für Ersatz gemäss NHG als auch die Pflicht für ökologischen Ausgleich. Es ist häufig kaum möglich, eine konkrete Massnahme eindeutig dem Ersatz oder dem Ausgleich zuzuordnen. Während für die Bemessung der Ersatzpflicht verschiedene Methoden (meist Punktesysteme) existieren, gibt es noch keine etablierte Methode, um die Erfüllung des ökologischen Ausgleichs zu prüfen. Wir haben deshalb für das vorliegende Projekt folgendes Vorgehen gewählt: Es wurde für den Zustand vor und nach Massnahmen das ökologische Potenzial erhoben. Dies geschah durch Anwendung des (modifizierten) Bewertungsschlüssels des Kantons Graubünden. Dabei erhält jeder Lebensraum je nach ökologischem Wert eine Punktezah pro Quadratmeter. Multipliziert mit der Fläche kann so für jeden vorhandenen Lebensraumtyp eine Punktezah ausgewiesen werden, welche miteinander addiert die Gesamtpunktezah (=ökologischer Wert) vor und nach Massnahmen ausweisen. Entspricht die Gesamtpunktezah vor Massnahmen derjenigen nach Massnahmen, so ist der ökologische Ersatz gewährleistet. Um jedoch auch den ökologischen Ausgleich zu gewährleisten, muss der ökologische Wert nach Massnahmen höher sein als vor Massnahmen (dies trifft jedenfalls auf stark verbaute Bachläufe mit hohem theoretischem Aufwertungspotenzial zu, wie es der Saxetbach im betroffenen Abschnitt ist). Im vorliegenden Projekt gehen wir davon aus, dass eine Erhöhung der Gesamtpunktezah nach Massnahmen um 10% im Vergleich zu derjenigen vor Massnahmen einen nennenswerten ökologischen Ausgleich darstellt.

In der Bilanzierung wurde für jede Teilfläche des Projekts ermittelt, welchen ökologischen Wert sie vor und nach Massnahmen besitzt. Wird beispielsweise eine ehemals versiegelte Fläche von 100 m² neu in eine Fettwiese übergeführt, so besitzt diese vor Massnahmen einen Wert von 0 Punkten (0 Punkte/m² x 100 m²) und nach Massnahmen einen Wert von 300 Punkten (Fettwiese 3 Punkte/m²). Die für die verschiedenen Lebensräume vergebenen Punktezahlen sind in der Bewertungstabelle im Anhang ersichtlich.



5.11.4. Resultat und Erfüllung der Ersatz- und Ausgleichspflicht

Innerhalb des Projekts herrscht nach Massnahmen ein ökologisches Defizit. Dieses resultiert hauptsächlich aus dem Eingriff in das Waldnaturschutzinventar. Um dieses Defizit auszugleichen, resp. die geforderte Erhöhung des ökologischen Werts um 10% zu erreichen, wird ein Teil des Ersatzes in Form einer Revitalisierung an der Lütschine geleistet. Die notwendige Fläche ist in der Bewertungstabelle im Anhang ausgewiesen.

Die Sammlerfläche wird bis zur Auflandungslinie wieder aufgeforstet (siehe Rodungsplan). Der restliche Teil der Böschung wird nicht aktiv aufgeforstet, es kann jedoch sehr wohl eine Ufervegetation aufkommen. Die plane Sammlerfläche wird als nicht bewachsen angenommen und nicht weiter bewertet, da von regelmässigem Unterhalt ausgegangen werden muss. Es wird sich jedoch auch hier auf einigen Flächen eine Pionierv egetation einstellen (nicht bestockt).

An den Böschungen des neuen Strassenverlaufs wird sich wieder eine Krautsaumgesellschaft einstellen. Die genauen Standorte der Ersatzaufforstungen können dem Rodungsplan entnommen werden.

Durch die Aufhebung des Fusswegs links des Saxetbachs kann dort eine Verbreiterung der bestehenden Ufervegetation erreicht werden.

Die Lage und Ausgestaltung der Projektflächen (Projektzustand) sind im Anhang dieses Berichts aufgezeigt.



6. BAUAUSFÜHRUNG

6.1. Baugrund

Im Bereich des Sammlers wie auch entlang des Uferdammes im Dorf wurden im Mai 2011 geotechnische Untersuchungen durchgeführt [16]. Damit konnten für alle Bauwerke die massgebenden Baugrundkennwerte bestimmt und der beim Aushub zu erwartende Felsanteil abgeschätzt werden.

Dammerhöhung linkes Bachufer

Im bestehenden Damm wurden Rammsondierungen durchgeführt. Dabei wurden sehr unterschiedlich harte Schichten festgestellt. Die für Mauerfundationen geeigneten festeren Schichten C und D (siehe Tabelle 9) liegen örtlich rund 1 m unter der Dammoberfläche. Auf dieser Basis wurden die Mauern im Bereich QP 11 bis 13 dimensioniert.

Tab. 9 Dammaufbau und Baugrundkennwerte [16]

Schicht	Mächtigkeit	Beschreibung Lockergestein*	USCS	Lagerung / Konsistenz	Interpretation	Baugrundwerte			
	[m]						Einheit	X _m	X _k
A	0.1 – 0.5	Sand, siltig, kiesig, organische Beimengungen, Wurzelreste	SM*	sehr locker bis locker	Kulturerde	γ	kN / m ³	20.7	21
						φ'	°	33	32
						c'	kN / m ²	22	5
						ME	N /mm ²	< 30	6
B	0.2 – 1.5	Sand, kiesig mit vereinzelt Steinen	SP*	locker	Schüttung feinkörnig / Schwemmsande	γ	kN / m ³	19.5	20
						φ'	°	36	32
						c'	kN / m ²	0	0
						ME	N /mm ²	15 - 30	15
C	0.2 – > 3.0	Kies, sandig mit Steinen und Blöcken	GW*	mitteldicht bis dicht	Schüttung grobkörnig und Koffierung (Gehweg)	γ	kN / m ³	21	21
						φ'	°	40	35
						c'	kN / m ²	0	0
						ME	N /mm ²	30 - 120	30
D	0.4 – 4.0	Blöcke, Steine, Matrix aus sauberem bis schwach siltigem Kies mit Sand	Matrix: GP-GM*	dicht	Schüttung blockig / Flussschotter	γ	kN / m ³	23	23
						φ'	°	38	35
						c'	kN / m ²	0	0
						ME	N /mm ²	60 - 120	60

* abgeschätzte Beschreibung/Klassifikation (auf Grund Rammsondierungen; ohne Materialaufschlüsse und Laborversuche)

X_m = geschätzter Erfahrungswert (Mittelwert, basierend auf SN 670 010b), X_k = charakteristischer, vorsichtiger Wert (für Bemessung), γ = Raumgewicht, φ' = Reibungswinkel, c' = Kohäsion, ME = Zusammendrückungsmodul

Chammri

Der Abschnitt im Chammri wird im Südosten durch steile Felswände des Malmkalkes begrenzt. Dieser wird am Wandfuss gegen Nordwesten hin durch Mergelschiefer des Valangien abgelöst, auf denen der Saxetbach zum Teil fliesst. Darüber liegt eine bis 110 Meter mächtige Lockergesteinsbedeckung aus Bachschutt und Sturzmaterial, welches z.T. sehr grobblockig ist.



Aus den Malmkalken können wiederverwendbare Blöcke gewonnen werden, während die Mergelschiefer dafür nicht geeignet sind. Letztere sind nicht frostbeständig, aber trotzdem hart genug, dass sie gesprengt werden müssen; nur die oberflächlichen verwitterten Zonen sind ripperbar. Insgesamt muss mit rund 1/3 Felsanteil im Gesamtaushub gerechnet werden. Das gesprengte Material ist nur geeignet für eher anspruchslose Schüttungen, wie z.B. die Flachsüttungen im Überlastkorridor. Für die Dammerhöhung am Bach entlang muss Material der Schichten C und D verwendet werden oder Kiessand geliefert werden.

Tab. 10 Baugrundkennwerte Bereich Chammri [16]

Material- typ	Mächt- keit	Feldbeschreibung (ohne Sondierungen)	USCS	Lagerung / Konsistenz	Interpretation	Baugrundwerte			
	[m]						Einheit	X _m	X _k
A	0.1 – 0.6	Sand, siltig, kiesig, or- ganische Beimengun- gen, Wurzelreste	SM*	sehr locker bis locker	Kulturerde / Bo- den (Chammeribode)	γ	kN / m ³	20.7	21
						φ'	°	33	32
						c'	kN / m ²	22	5
						ME	N /mm ²	< 30	6
C	0.2 – 4	Kies, sandig	GW*	mitteldicht bis dicht	Bachschotter (Kiesbank)	γ	kN / m ³	21	21
						φ'	°	40	35
						c'	kN / m ²	0	0
						ME	N /mm ²	30 - 120	30
D	0.5 - ca. 10	Blöcke, Steine, Matrix aus sauberem bis schwach siltigem Kies mit Sand	Matrix: GP-GM*	dicht	Blockschutt, Schüttungen grob	γ	kN / m ³	23	23
						φ'	°	38	35
						c'	kN / m ²	0	0
						ME	N /mm ²	60 - 120	60
E	> 2	Grossblöcke Malmkalke (Jura), Kieselkalke und Kalke (Kreide)	-		Fels	γ	kN / m ³	25	25
						q _u	N /mm ²	140 - 270	140
F	0.1 – 1	Mergelschiefer verwit- tert**	CL-ML**	hart	Verwitterungszo- ne des Felsen	γ	kN / m ³	22	22
						φ'	°	32	28
						c'	kN / m ²	1 - 2	1
						ME	N /mm ²	15 - 30	20
G		Mergelschiefer	-		Fels	q _u	N /mm ²	< 5	1
						γ	kN / m ³	25	25
						q _u	N /mm ²	8 - 25	8
* abgeschätzte Klassifikation (auf Grund Feldbeschreibung, ohne Sondierungen und ohne Laborversuche)									
** Klassifikation verwitterter Fels als „Lockergestein“									
X _m = geschätzter Erfahrungswert (Mittelwert, basierend auf SN 670 010b), X _k = charakteristischer, vorsichtiger Wert (für Bemessung), γ = Raumgewicht, φ' = Reibungswinkel, c' = Kohäsion, ME = Zusammendrückungsmodul, q _u = Druckfestigkeit [5]									

Durch Expansionssprengen oder konventionelles Sprengen können aus den grossen Bergsturzböcken im Gerinnebereich geeignete Blocksteine für den Verbau aufbereitet werden.



6.2. Bauablauf und Installationen

Baulose und Etappierung

Für die Genehmigung und Ausführung des Projektvorhabens sind zurzeit folgende Ecktermine vorgesehen:

Öffentliche Planauflage:	Januar 2012
Genehmigung:	März 2013
Beginn Rodungen und Voraushub Sammler:	Oktober 2013
Baubeginn Strassenverlegung im Chammri:	März 2014
Bauende Los 1 und 2:	März 2015 (Ausnahme Deckbelag)

Für den Kostenvoranschlag und die Baustellenplanung wurde das Bauvorhaben in vier Lose aufgeteilt:

Tab. 11 Baulose

Los Nr. 1	Strassenverlegung und Vergrößerung Geschiebesammler
Los Nr. 2	Ufererhöhung links
Los Nr. 3	Überlastmassnahmen
Los Nr. 4	Brücken

Folgende Randbedingungen waren für die Etappierungsplanung zu berücksichtigen:

- Die Strassenverlegung muss vorgängig der Sammlervergrößerung ausgeführt werden.
- Rodungen sind zwischen Mitte März und Ende Juni i.d.R. verboten (Brut- und Legezeiten).
- Die Sammlervergrößerung beinhaltet auch die Eingriffe im Gewässer und ist daher unter anderem abhängig von den Fischschonzeiten (Oktober bis März). Während dieser Zeit ist entweder eine fixe Wasserhaltung einzurichten, welche es erlaubt, vollständig im Trockenen zu arbeiten oder es dürfen keine Arbeiten im Gerinne ausgeführt werden.
- Da wegen der tiefen Wasserstände und des erheblich geringeren Hochwasserrisikos das Los 1 im Winter ausgeführt werden sollte, wird vorgeschlagen, im September die Wasserhaltung im bestehenden Bach so einzurichten, dass anschliessend über den Winter die Sperrenerhöhung (Gerüste!) und der Hauptaushub gemacht werden kann. Vorgängig ist die Strasse zu verlegen, was bedeutet, dass im Sommer mit dem Bau begonnen werden muss. Die nötigen Rodungsarbeiten lassen einen frühesten Baubeginn Ende Juni zu.
- Ab April können dann die Fertigstellungsarbeiten am Gerinne und der Böschungsverbau gemacht werden.
- Frühestens im Sommer nach der Strassenverlegung sollte der Deckbelag eingebracht werden.
- Für die Massnahmen auf dem Kegel ist die Etappierung weitgehend frei. Sinnvoll ist eine Ausführung der Dammerhöhungen (Baulos 2) parallel zum Sammleraushub, damit das Material ohne Zwischendepots direkt auf die Einbaustelle geführt werden kann. Dies wurde im Kostenvoranschlag auch so kalkuliert.

Die Lose Nr. 3 und 4 können unabhängig von den übrigen Abläufen realisiert werden. Der Realisierungszeitpunkt der Massnahmen an den Brücken richtet sich nach den Vorgaben und der Budgetplanung des OIK I.



Aus diesen Randbedingungen ergibt sich die Etappierung wie folgt:

Bauprogramm und Etappierung											
	2013				2014				2015		
	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	
Genehmigung											
Subventionsgesuche											
Los 1											
AVOR											
Rodungsarbeiten											
Voraushub Sammler											
Strassenverlegung											DB
WH einrichten							bis 30. 09.				
Sperrenerhöhung											
Hauptaushub Sammler											
Böschungsverbau											
Los 2											
Dammschüttung oben											
Mauerbau QP 11-13											
Dammschüttung unten											
Los 3											
Überlastmassnahmen											
Los 4											
Brücken									Nach Vorgabe und Budget OIK I		

Abb. 32: Baulose und Bauprogramm, Stand Dezember 2012

Installations- und Umschlagflächen

Aus der Materialbilanz über alle Bauwerke ergibt sich ein Bedarf an Umschlagfläche für Zwischendepots von ca. 1'000 m².

Ein Installations- und Umschlagplatz wird am rechten Bachufer in der Schmidmatta angeordnet, da dieser Bereich ohnehin gerodet und abhumusiert wird (die Fläche wird im Projekt abgesenkt). Damit kann ohne Mehraufwand eine Umschlagfläche von rund 650 m² gewonnen werden. Der Humus wird randlich der Fläche zwischendeponiert. Der projektierte Abtrag der Fläche erfolgt dann ganz zum Schluss der Arbeiten und geht auf Deponie.

Eine weitere Umschlagfläche kann direkt gegenüber auf dem flachen Teil der Weide (Schmidmatta, Land der Burgergemeinde) angeordnet werden. Eine BKW-Hochspannungsleitung überspannt die Fläche. Die üblichen SUVA-Vorschriften für Arbeiten im Leitungsbereich sind zu beachten.

Im Bereich der Schüttungen sind durchgehend randlich Pisten sowie Platz für Humusdepots ausgeschieden worden. Diese sind in den Landerwerbsplänen als temporärer Landerwerb gesichert.

Anlagen des Memorials

Die Gedenktafel des Memorials der Stiftung 'Healing Hearts Foundation' soll während der ganzen Bauzeit zugänglich bleiben. Dazu ist ein Fussweg offen zu halten und die Gedenktafel entsprechend abzuschirmen. Auch wird eine Bautafel mit Erklärung des Vorhabens erstellt.

Die übrigen Anlagen des Memorials (Brunnen, Bumerang, etc.) werden während der Bauphase demontiert oder mit den nötigen Schutz versehen.



6.3. Materialbilanz

nota: untenstehend ist die gesamte Materialbilanz für alle Massnahmen dargelegt, also auch derjenigen Massnahmen, welche im Strassenplanverfahren genehmigt werden.

Aushubmaterial

Im Geschiebesammler werden rund 23'000 m³ (lose) ausgehoben. Davon können 2'500 m³ ohne Zwischendepot direkt als Schüttmaterial für die Ufererhöhungen und Dammschüttungen verwendet werden. Weiter wird mit einem gewissen wiederverwendbaren Blockanteil im Aushub gerechnet.

Etwa 500 m³ des Materials werden auf Zwischendepots transportiert und ebenfalls für Schüttungs- und Hinterfüllungsarbeiten verwendet. Der Überschuss geht auf Deponie.

Tab. 12 Mengen Aushub- und Schüttmaterial (gerundet)

Art	Abtrag	Auftrag
Aushub Sammler	23'000 m ³	
Abtrag Strassenbau	3'000 m ³	
Abtrag Bachbett (Fels)	3'000 m ³	
Baugrubenaushub	1'000 m ³	
Schüttungen und Hinterfüllungen		3'000 m ³
Rückgewinnung Blocksteine		3'000 m ³
Materialüberschuss auf Deponie	24'000 m³	

Holz und Stauden, Wurzelstöcke

Für den Bau sind mehrere 1'000 m² Waldrodung erforderlich. Das vorhandene Stammholz gehört dem Grundeigentümer und wird minimal aufgerüstet und bis zur nächsten Strasse transportiert.

Sträucher, Astmaterial und Wurzelstöcke aus der Rodung müssen grösstenteils abgeführt werden, da sie im Gerinnebereich nicht eingesetzt werden können. Geeignete Stauden können ausgegraben, seitlich gelagert und in den zu bestockenden Flächen wieder eingesetzt werden. Die Menge an abzuführendem organischem Material beträgt ca. 600 m³ (lose).

Humus

Sowohl im Wald wie auch in den Landwirtschaftsflächen ist die abzuhumusierende Fläche leicht grösser, als die, welche wieder anhumusiert wird. Da sich erfahrungsgemäss bei Humusarbeiten ein gewisser Massenverlust nicht vermeiden lässt, dürfte der theoretische geringe Humusüberschuss in der Praxis gar nicht anfallen, resp. wird auf die vorhandenen Flächen verteilt.

Tab. 13 Mengen Humus (gerundet)

Art	Menge (lose)
Abtrag	1'000 m ³
Auftrag	600 m ³
Überschuss	400 m ³



6.4. Materialbewirtschaftungskonzept

Das Materialbewirtschaftungskonzept (separater Bericht, Beilage dieses Dossiers) für Bau und Betrieb des Sammlers wurde der Regionalkonferenz Oberland Ost im Juli 2011 zur Prüfung eingereicht. Gemäss Stellungnahme vom 20. September 2011 wird der Sammler in den Richtplan ADT aufgenommen. Die Anträge der Regionalkonferenz wurden ins MBK aufgenommen.

Das Materialbewirtschaftungskonzept umfasst die gesamte Materialbilanz für alle Massnahmen, also auch derjenigen Massnahmen, welche im Strassenplanverfahren genehmigt werden.

6.5. Qualität

Um eine gute Bauqualität zu erreichen, soll vor Baubeginn ein Kontrollplan erstellt werden. Mindestens folgende Parameter sollten definiert und mit Prüfungen überwacht werden:

Tab. 14 Tab. 13: Raster Kontrollplan Ausführung

Bereich	Prüfparameter
Humusarbeiten	Physikalischer Bodenschutz, Festlegen der Bodenparameter vor Ausführung
Erdarbeiten	Materialqualität (Kornverteilung, Feinanteile, Sauberkeit) Baugrund Wassergehalt beim Einbau ME-Werte und Proctordichte Setzungen Geeignete Entwässerungen von nässenden Bereichen, Ableitung von Oberflächenwasser
Blockverbauungen	Qualität der Blocksteine (Druckfestigkeit, Frostbeständigkeit, Form) Blockgewichte Anordnung und Einbau Foundationstiefen
Betonbau	Betonprüfungen: - Kontrolle des Einbaus durch Bauleitung - Visuelle Beurteilung des ausgeschalteten Betons - Druckfestigkeit, Frostbeständigkeit an Würfeln und Kernbohrungen
Hochwasserrisiko	Alarmkonzept und Pikettdienst während der Baustelle



7. KOSTEN

7.1. Grundlagen

Der Kostenvoranschlag basiert auf einem detaillierten Vorausmass. Im Projektperimeter besteht grösstenteils ein photogrammetrisches Geländemodell, welches im Rahmen der Projektierung örtlich mit terrestrischen Aufnahmen ergänzt wurde, so dass die Massen genügend genau ermittelt werden konnten.

Unsicherheiten bestehen hingegen in Bezug auf die Annahmen bzgl. des Felsanteiles im Aushub, sowie die Wiederverwendbarkeit des Materials. Ebenso sind die definitiven Verstärkungsmassnahmen an der Sammlersperre noch unbekannt. Für den KV wurden vier wasserseitige Flügel und eine Bodenplatte gemäss Plan Nr. 814 angenommen. Diese Annahme dürfte einige Reserven enthalten.

Die Preisbasis ist 2011. Für die Teuerung bis zur Ausführung wurde in der Position 'Risiken' eine Teuerungsreserve von 2 % p.A. für die Baukosten, sowie 1 % für die Planerkosten ausgewiesen. Die Erhöhung der Teuerungsreserve gegenüber dem Stand Vorprüfung ergibt sich aus der massiven Steigerung der Geldmenge im Sommer / Herbst 2011 durch die Schweizerische Nationalbank.

Die Einheitspreise wurden aus aktuellen Offerten anderer Projekte im Berner Oberland übernommen. Namentlich aus Submissionen in Innertkirchen und Gsteig.

Die Baunebenkosten wurden aufgrund der Erfahrungen aus anderen Projekten, der zu erwerbenden Landfläche und der LHO 103 berechnet.

Die Herleitung und Begründung der Reserven findet sich im Kostenvoranschlag beschrieben.

7.2. Kostenvoranschlag

Der detaillierte Kostenvoranschlag ist in Beilage Nr. 3.4 dieses Dossiers ersichtlich. Er führt zusammengefasst auf folgendes Ergebnis:

Tab. 15 Übersicht Kosten Wasserbauplan

Position	Kostenvoranschlag
Baunebenkosten	Fr. 742'000.-
Landerwerb, Inkonvenienzen, Geometer	Fr. 174'000.-
Baukosten Los 1: Geschiebesammler	Fr. 2'700'000.-
Baukosten Los 2: Ufererhöhung, Dammschüttung	Fr. 460'000.-
Baukosten Los 3: Überlastmassnahmen	Fr. 95'000.-
Risiken	Fr. 346'487.-
Total exkl. MwSt.	Fr. 4'517'487.-
Mehrwertsteuer 8 % und Rundung	Fr. 382'513.-
Total Erstellungskosten	Fr. 4'900'000.-



7.3. Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit des Hochwasserschutzprojektes Saxetbach Wilderswil wurde mit dem Programm EconoMe 2 des BAFU bestimmt. Dieses Programm wird vom BAFU zur Verfügung gestellt, um zu überprüfen, ob Projekte im Naturgefahrenbereich wirtschaftlich sind.

Um die Wirtschaftlichkeit eines Projektes zu bestimmen wird der Nutzen des Projektes mit den anfallenden Kosten verglichen. Als 'Nutzen' wird der verhinderte jährliche Schaden betrachtet. Der verhinderte Schaden wird den jährlichen Kosten, welche den jährlichen Amortisationskosten der Investition entsprechen, gegenüber gestellt.

Für die Bestimmung der Schadensreduktion wurden für den Zustand 'vor Massnahmen' die Intensitätskarten aus der GK Bördeli [1] herangezogen, für den Zustand 'nach Massnahmen' der Entwurf gemäss Kapitel 8.4.

7.3.1. Kosten des Projektes

In jedem der drei Plandossiers sind nur die Kosten für die jeweilig darin enthaltenen Massnahmen ausgewiesen. Für den Nachweis der Wirtschaftlichkeit sind die Gesamtkosten – unabhängig von der Trägerschaft - massgebend.

Diese berechnen sich wie folgt:

Tab. 16 Gesamtkosten Hochwasserschutz

Position	Kostenvoranschlag
Massnahmen Wasserbauplan	Fr. 4'900'000.-
Massnahmen Saxetenstrasse Nr. 1123	Fr. 1'360'000.-
Massnahmen Hauptstrasse Grindelwald Nr. 221	Fr. 165'000.-
./. Mehrwert neue Saxetenstrasse	- Fr. 687'000.-
./. Anteil Werke	- Fr. 45'000.-
Gesamtkosten HWS Saxetbach Wilderswil	Fr. 5'693'000.-

Mit den getroffenen Annahmen zu Lebensdauer und Unterhaltskosten ergeben die geplanten Massnahmen jährliche Kosten von rund Fr. 185'000.- Gemäss EconoMe wird die Lebensdauer der Hochwasserschutzmassnahmen zu 80 Jahren angesetzt. Voraussetzung, um diese Lebensdauer zu erreichen, ist ein regelmässiger Unterhalt. Für die jährlichen Unterhaltskosten wird mit ca. 1 % der Investitionskosten gerechnet.

7.3.2. Nutzen des Projektes

Um den Nutzen des Hochwasserschutzprojektes zu ermitteln, wird die aktuelle Situation mit einer zukünftigen Situation, nach der Realisierung des Projektes, verglichen. Dazu wird der jährliche Schadenerwartungswert vor und nach Massnahmen bestimmt. Dieser ergibt sich aus den auftretenden Intensitäten in verschiedenen Jährlichkeitsklassen und den aktuellen Nutzungen, resp. deren Empfindlichkeit.

Vor Massnahmen

Aktuell ist Wilderswil bereits bei einem 30-jährlichen Hochwasserereignis von Überschwemmungen betroffen. Gebäude nahe des Saxetbaches unterhalb der Kantonsstrasse sind gemäss Intensitätskarte (siehe Abbildung nebenan) mittel oder sogar stark von einem solchen Ereignis betroffen. Die Fläche, welche schwach von einem solchen Ereignis betroffen ist, erstreckt sich entlang der Bahnlinie bis zur Autobahn A8.

In den hier dargestellten Bildern ist nur der Dorfteil enthalten.

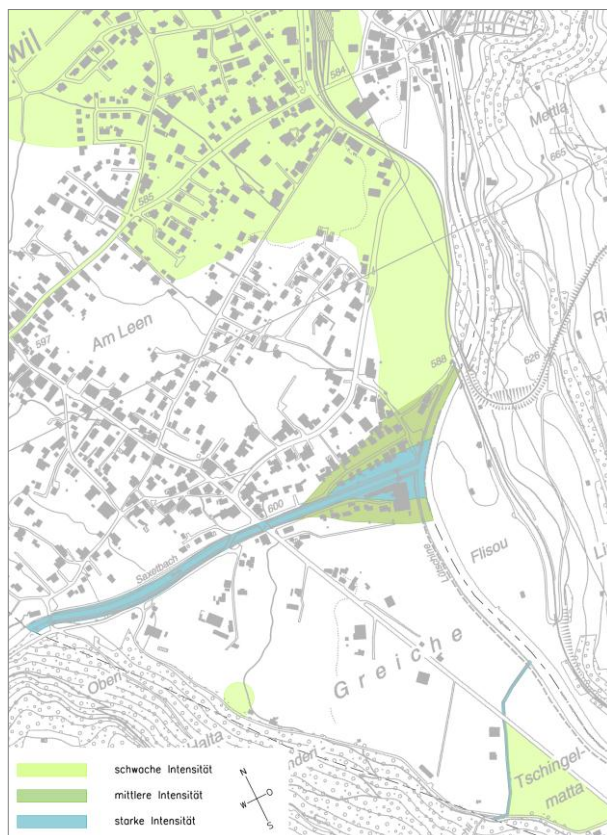


Abb. 33: Ausschnitt aus IK HQ₃₀ VM

Bei einem HQ₁₀₀ verschärft sich die Situation. Der Saxetbach bricht bereits oberhalb der Kantonsstrassen-Brücke aus dem Gerinne aus. Die Flächen, welche potenziell mit mittlerer oder starker Intensität betroffen sind, werden markant grösser. Ebenfalls vergrössert sich die Fläche, welche als schwach betroffen eingeschätzt wird.



Abb. 34: Ausschnitt aus IK HQ₁₀₀ VM



Noch verheerender wirkt sich ein 300-jährliches Hochwasserereignis aus. Dies kann von der Ausdehnung her mit dem Ereignis von 1987 verglichen werden.

In der nebenstehenden Abbildung ist ersichtlich, dass ein sehr grosser Teil der Bauzone von Wilderswil, einschliesslich der Kernzone und fast alle Strassenverbindungen, von einem solchen Ereignis betroffen sind. Diese Überschwemmung breitet sich bis zur A8 aus (nicht abgebildet). Rechts des Saxetbaches ist die Intensität sogar fast überall mittel oder stark.

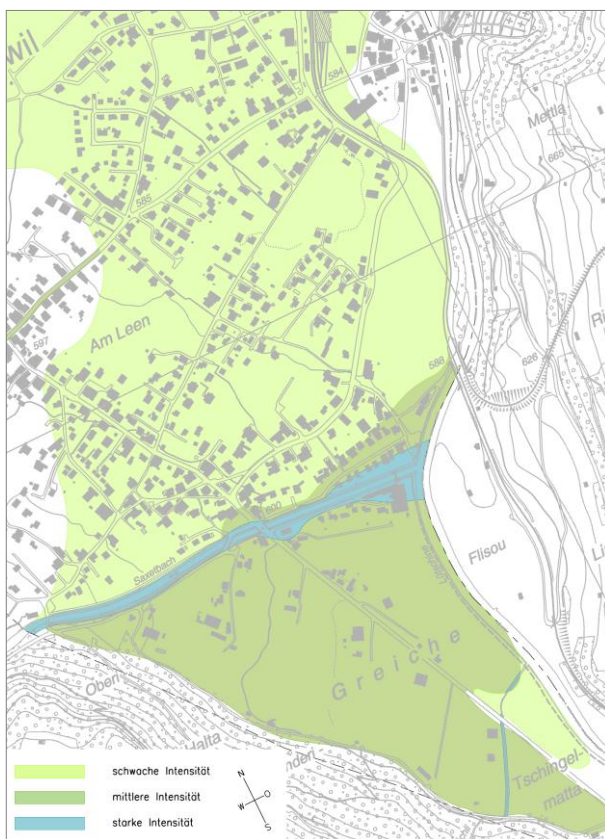


Abb. 35: Ausschnitt aus IK HQ₃₀₀ VM,

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Schadensrisiko in der Gemeinde Wilderswil hoch ist. Es ist in häufigen Abständen mit grossen Schäden zu rechnen.

Ein ausführlicher Beschrieb zur aktuellen Gefährdung ist in Kap. 3.10 dieses Berichtes zu finden.



Nach Massnahmen

Sind die projektierten Hochwasserschutzmassnahmen einmal umgesetzt, so ist die Gemeinde Wilderswil deutlich weniger stark von Hochwasserereignissen betroffen. Bei einem HQ₃₀ und HQ₁₀₀ ist mit keinerlei Schäden zu rechnen. Erst bei einem 300-jährlichen Ereignis ist damit zu rechnen, dass der Saxetbach ausufert. Hauptsächlich betroffen ist die rechte Seite. Der linke Kegelteil wird nur betroffen, wenn die Überlastmassnahmen versagen (Intervention, offene Dammbalkensperren).

Die entsprechenden Herleitungen und Szenarien finden sich in Kap. 8.4 dieses Berichtes.

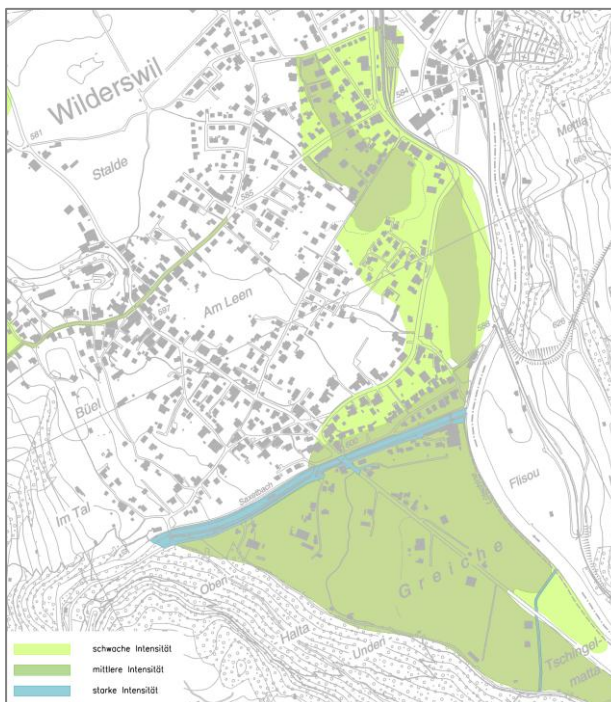


Abb. 36: Ausschnitt aus IK HQ₃₀₀ NM

Es kann festgehalten werden, dass die vorgesehenen Massnahmen eine markante Verbesserung der Situation versprechen. Positiv wirken sich die Massnahmen vor allem auf die Häufigkeit der möglichen Schäden aus; es ist erst ab einem HQ₃₀₀ mit Schäden zu rechnen.

7.3.3. Schadenpotenzial

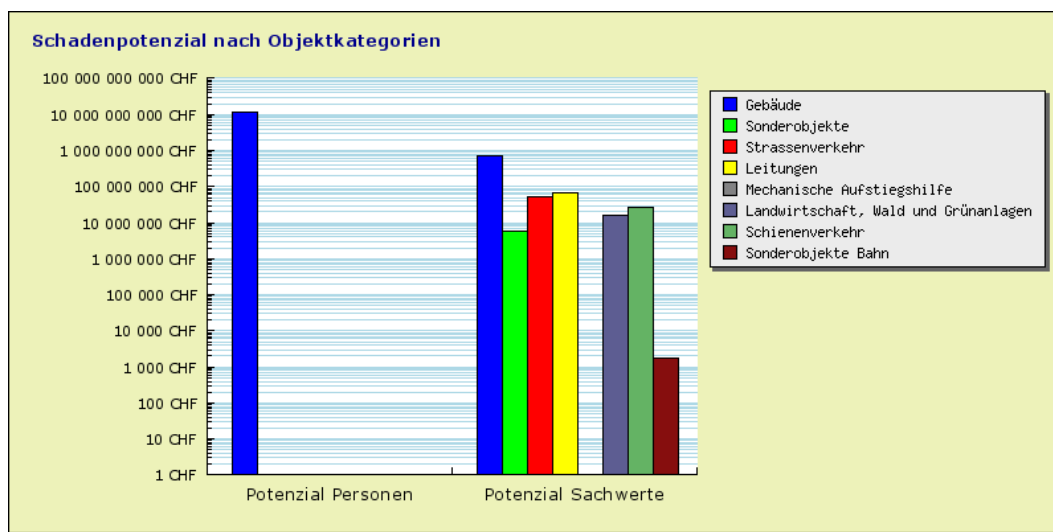


Abb. 37: Schadenpotenzial Wilderswil nach Objektkategorien



Als 'Schadenpotenzial' versteht man den absolut möglichen Schaden im untersuchten Perimeter. Das Schadenpotenzial wird nach Objektkategorien, welche durch die Feldbegehung bestimmt worden sind, unterteilt. Eine weitere Unterteilung erfolgt, um den Unterschied zwischen Sach- und Personenschäden zu gewährleisten.

In untenstehender Tabelle ist erkennbar, dass potenziell etwa 2'385 Personen von einem Hochwasserereignis des Saxetbaches betroffen sein können. In derselben Tabelle ist das Schadenpotenzial, unterteilt in Personen- resp. Sachschaden, dargestellt.

Tab. 17 Schadenpotenzial unterteilt in Personen- und Sachschaden

Betroffene Personen	[Anz.]	2'386
Schadenpotential Personen	[CHF]	11'928'000'000
Schadenpotential Sachwert	[CHF]	913'922'706
Schadenpotential total	[CHF]	12'841'922'706

7.3.4. Schadenausmass

Das 'Schadenausmass' entspricht dem berechneten Wert des potenziellen Schadens in einem bestimmten Szenario. Im Fall vom Saxetbach sind die Szenarien Hochwasserereignisse mit Jährlichkeiten von 30, 100 und 300 Jahren. Das Schadenausmass wird jeweils für jedes Szenario vor und nach Massnahmen analysiert und ist in den folgenden zwei Abbildungen dargestellt. In beiden Abbildungen ist deutlich zu sehen, dass bei allen drei untersuchten Jährlichkeiten eine Reduktion des Schadenausmasses zu rechnen ist. Bei einem HQ₃₀ und HQ₁₀₀ nach Massnahmen sind sogar gar keine Schäden mehr zu erwarten, bei einem HQ₃₀₀ deutlich weniger.

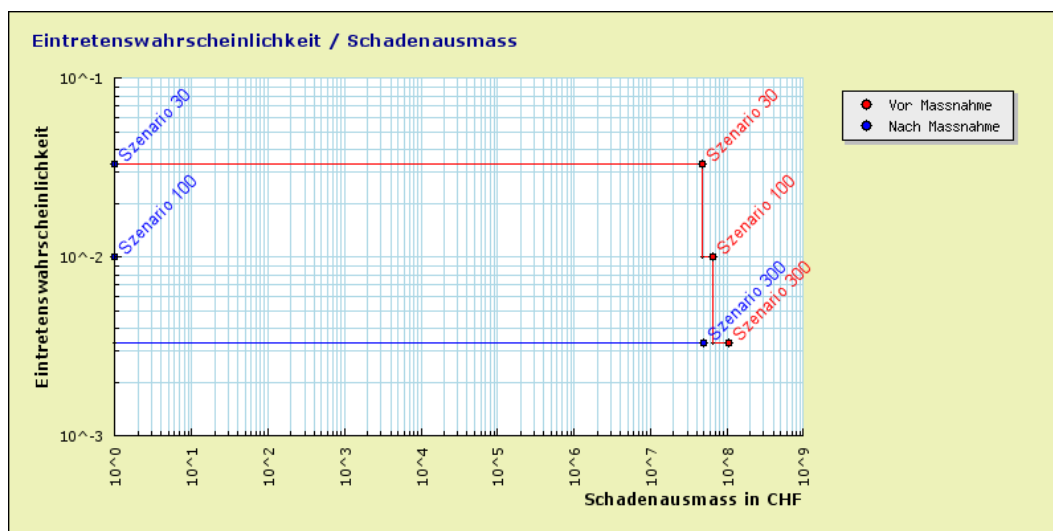


Abb. 38: Schadenausmass in Funktion der Eintretenswahrscheinlichkeit

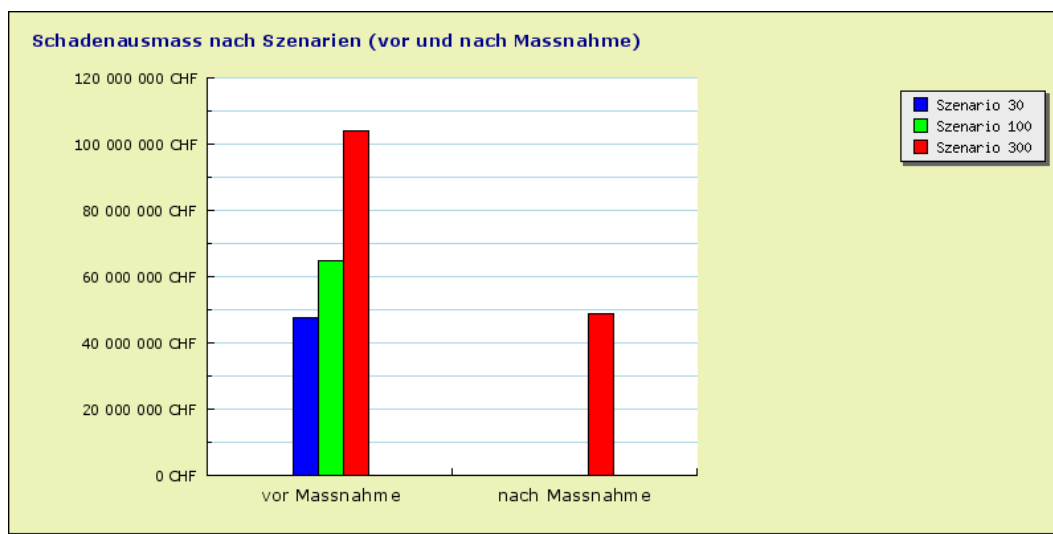


Abb. 39: Schadenausmass nach Szenarien vor / nach Massnahme

7.3.5. Wirkung der Massnahmen

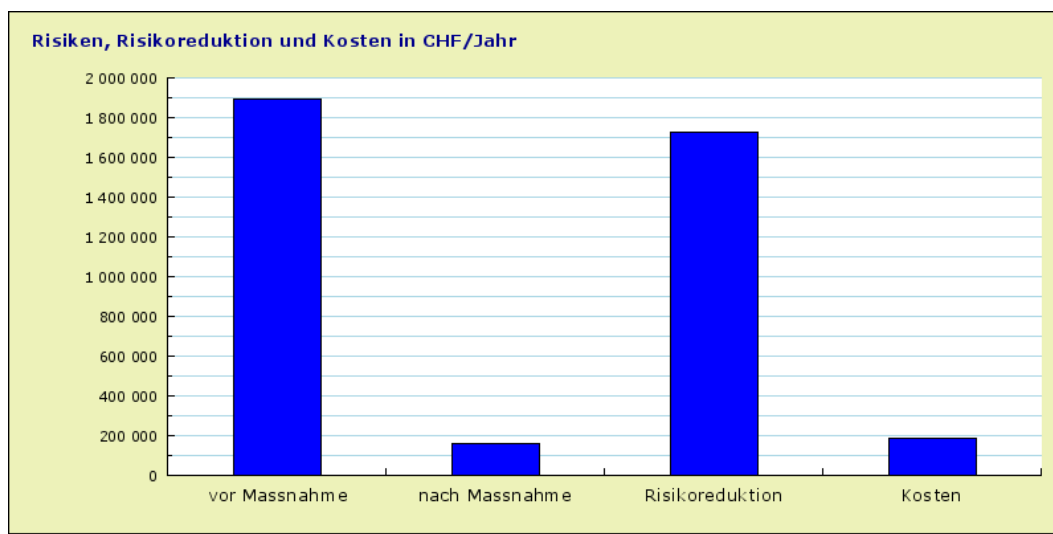
Die Wirkung der geplanten Massnahmen wird durch den Vergleich des Schadenrisikos vor, respektive nach Massnahmen untersucht. Es wird das jährliche Schadenrisiko in Franken pro Jahr (Fr./a) beziffert. Die untenstehende Tabelle fasst den Nutzen der Massnahmen für jedes Szenario zusammen. Diese entspricht der Risikoreduktion.

Tab. 18 Schadenausmass nach Szenarien

Schadenpotential / Jahr [CHF/a]	HQ 30	HQ 100	HQ 300	Gesamt
Vor Massnahme	1'110'268	432'894	346'923	1'890'085
Nach Massnahme	0	0	162'624	162'624
Risikoreduktion (Nutzen)	1'110'268	432'894	184'299	1'727'461

Die Gesamtrisikoreduktion ist nochmals in untenstehender Abbildung dargestellt. Der jährliche Schadenerwartungswert beläuft sich im Ist-Zustand auf gut 1'890'000.- Fr./a. Nach Ausführung der Massnahmen belaufen sich diese Kosten noch auf ca. 162'500.- Fr./a. Damit beträgt die jährliche Risikoreduktion etwa 1'727'500.- Fr./a ausgehen.

Die jährlichen Kosten für die geplanten Massnahmen (Amortisation der Investition) bewegen sich in der Grössenordnung von 185'000.- Fr./a.

**Abb. 40: Risiken, Risikoreduktion und Kosten**

Mit den oben genannten Zahlen lässt sich der Nutzen- / Kosten-Faktor berechnen. Dieser entspricht dem Verhältnis der Risikoreduktion und Massnahmenkosten. Der Faktor beläuft sich für das Projekt 'Hochwasserschutz Saxetbach' auf 9.3.

Tab. 19 Ergebnisübersicht

		Jährliche Kosten
Gesamtrisiko	[CHF/a]	1'890'085
Massnahmen	[CHF/a]	185'250
Risikoreduktion	[CHF/a]	1'727'461
Nutzen / Kosten-Faktor	[-]	9.3

7.3.6. Wirtschaftlichkeit des Hochwasserschutzprojektes

Jedes Projekt, das einen Nutzen- / Kosten-Faktor aufweist, der grösser als 1.0 ist, gilt als wirtschaftlich. Der oben ausgewiesene Wert für den Nutzen- / Kosten-Faktor von 9.3 liegt aussergewöhnlich hoch. Darin zeigt sich ebenfalls die Dringlichkeit des Projektes.



8. AUSWIRKUNGEN

8.1. Landerwerb

Es liegt im Interesse der Schwellenkorporation, dass sie den von Gewässerverbauungen beanspruchten Grund und Boden erwirbt. Damit ist die Zugänglichkeit auch ohne Dringlichkeit jederzeit gesichert, ohne dass fremdes Land betreten werden muss. Dies vereinfacht auch den Unterhalt. Der definitive Erwerb ist seitens der Schwellenkorporation erwünscht, für die Ausführung aber nicht zwingend.

Geschiebesammler

Bisher befinden sich das Gewässer einschliesslich der Bachsohle, die Zufahrt und die Abschlussperre des Geschiebesammlers im Privateigentum der Anstösser. Damit bei den künftigen Ausbaggerungsarbeiten des vollen Geschiebesammlers keine Privatgrundstücke mehr befahren werden müssen, soll die Grundfläche bis an die maximale Auflandungslinie von ca. 7 % ab der erhöhten Abschlussperre erworben werden. Vier Grundstücke im Privateigentum und eine Parzelle der Burgergemeinde sind davon betroffen.

Weiter ist für die Bauausführung auf mehreren Parzellen eine temporäre Landbeanspruchung nicht vermeidbar.

Nachfolgend sind die definitiv und temporär beanspruchten Flächen ersichtlich.

Tab. 20 Landerwerbsflächen Geschiebesammler

Parzelle Nr.	Grundeigentümer	Landbedarf definitiv	Landbedarf temporär
55	Kanton Bern TBA OKI I	1'069 m ²	- m ²
100.01	Burgergemeinde Wilderswil	588 m ²	180 m ²
159	Erbengemeinschaft Häsler Paul	749 m ²	330 m ²
222	Amacher Stefan	958 m ²	30 m ²
548	Amacher-Oesch Adolf	673 m ²	190 m ²
1011	Häberli Barbara	762 m ²	211 m ²
255	Hirschi-Gempeler Fritz	- m ²	960 m ²
1124	Zurbuchen Heinrich	- m ²	1'470 m ²
1959	Burgergemeinde Wilderswil	2'692 m ²	1'498 m ²
Total		7'491 m²	4'869 m²

Uferdamm Kanal

Der linke Damm soll erworben werden, damit die Uferbestockung als ökologische Ausgleichsfläche grosszügig gestaltet werden kann und auch jederzeit freier Zugang für den Unterhalt besteht. Die vorgeschlagene Landerwerbsgrenze liegt am luftseitigen Böschungsfuss des neuen Dammes.

Bachkegel

Auf dem Kegel und im Bereich der Brücken sind ausser den Flächen für die Bauwerke selbst, mehrere temporäre Flächen für Installationen und den nötigen Arbeitsraum vorgesehen. Es handelt sich nur um temporäre Beanspruchungen.

8.2. Rodungen

Für die Vergrößerung des Geschiebesammlers im Chammri muss Wald temporär und definitiv gerodet werden. Ausserdem ist eine definitive Rodung in der Schmidmatta nötig, da dort im Überlastfall Wasser ungehindert austreten können soll, um den Bach bei einem Grossereignis zu entlasten. Einige Hochstämme sind dabei auf dem Grundstück durchaus weiterhin geduldet, die Fläche soll jedoch von Stauden und geschlossenem Wald freigehalten werden.

Von den definitiv zu rodenden Flächen können nur 190 m² im Bauperimeter wieder ersetzt werden. Um den vollen Ersatz leisten zu können, sind daher auch Aufforstungen ausserhalb des Bauperimeters nötig. Die notwendigen Flächen für die Ersatzaufforstung wurden gemeinsam mit dem Forstdienst frühzeitig gesucht. Es standen verschiedene Flächen zur Verfügung. Gewählt wurden schliesslich Einwuchsflächen im Gebiet 'Farnera', nahe des Bauperimeters, aber auf ca. 1'300 m ü.M. gelegen. Für die abweichende Höhenlage wurde bei der Bestimmung der nötigen Fläche ein Zuschlag von 20 % gemacht. Exakte Lage und das detaillierte Flächenverzeichnis sind in den Rodungsunterlagen (Beilage Nr. 3.5) ersichtlich. Die gewählten Flächen liegen auf den Parzellen Nr. 1367 und 475. Die einwachsende Waldfläche wird damit von unten nach oben dem Waldareal zugeschlagen.

Direkt angrenzend werden für den notwendigen Ersatz im Strassenplanverfahren auf den Parzellen Nr. 475 und 1940 weitere 1'250 m² zu Waldareal erklärt.

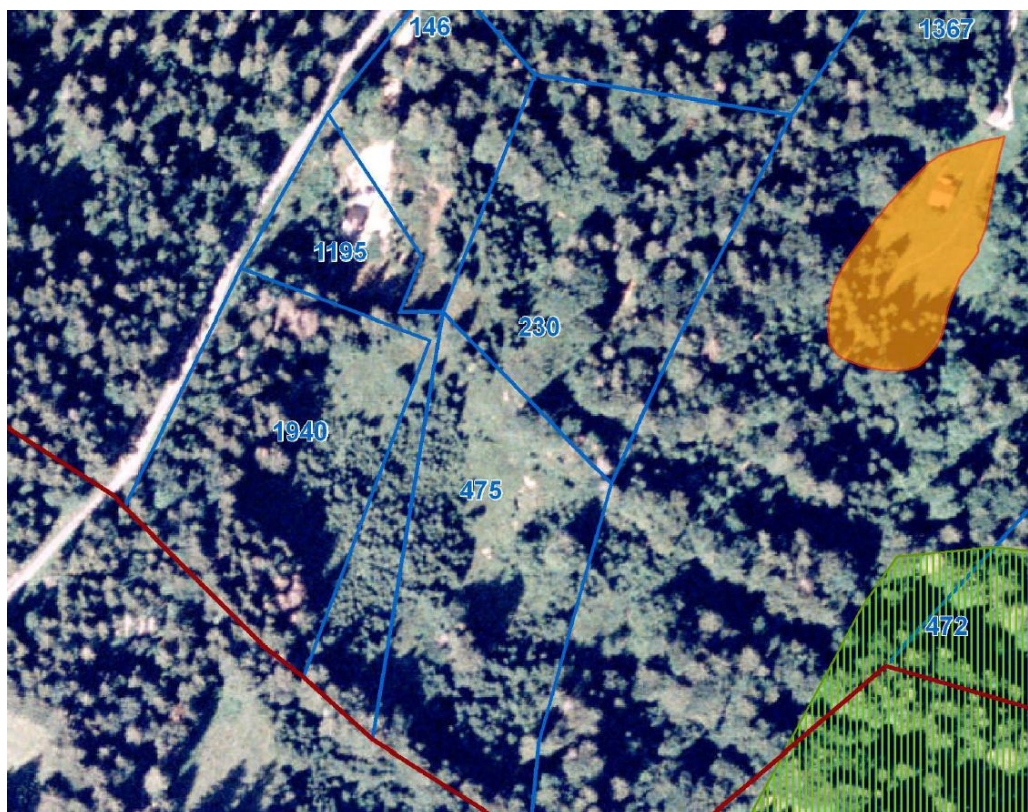


Abb. 41: Ehemals landwirtschaftlich genutzte Einwuchsflächen, Parz. Nr. 1367 und 475 (Geoportal), orange: Trockenstandort, grün: WNI

Bei den übrigen Rodungen handelt es sich um temporäre Rodungen mit Ersatz an Ort und Stelle.



8.3. Anlagen Dritter

8.3.1. Kantonsstrassen

Die Massnahmen, welche die Kantonsstrassen betreffen, werden in den jeweiligen Plandossiers mitsamt ihrer Auswirkungen beschrieben.

Für die Schutzmauer auf Parzelle Nr. 1502 an der Grenchenstrasse kann der Sichtweitennachweis mit 70 m erbracht werden. Die Mauer wurde entsprechend von der Parzellengrenze leicht zurück versetzt.

8.3.2. Fusswege

Der Fussweg auf der linken Dammseite zwischen Mülibrüggli und der Brücke Saxetenstrasse wird durch die Dammerhöhung faktisch aufgehoben. Es handelt sich nicht um einen öffentlichen Weg.

Der Weg führt über sechs Privatgrundstücke (Nr. 2118, 1643, 1511, 1805, 1406 und 2018), ohne dass Wegrechte eingetragen sind. Der übrige Teil des Weges liegt auf der Parzelle Nr. 1984 der Schwellenkorporation.

Der beliebte Fussweg wird durch eine Aufwertung des Wanderweges / IVS-Weges am rechten Bachufer kompensiert (vgl. Kap. 5.10).

8.3.3. Werkleitungen

Es sind mehrere Werkleitungen vom Bau der Hochwasserschutzmassnahmen betroffen. Die Werkleitungen wurden im Herbst 2010 aktuell erfasst und sind in den Plänen vollumfänglich dargestellt. Wo eine Leitungsverlegung nötig ist, ist diese projektiert, im KV berücksichtigt und die betroffenen Werke sind über die bevorstehenden Massnahmen orientiert. Die neuen Leitungsführungen wurden im Einvernehmen festgelegt.

Elektroleitungen IBI und BKW

Im Los 1 (Vergrösserung Sammler Chammri) wird beim rechtsufrigen Aushub ein Elektro-Steuerkabel der IBI freigelegt, welches auf 105 m Länge neu verlegt werden muss.

Unter der Kantonsstrasse und im Bauverbotsstreifen von beidseitig je 5 m sind Werkleitungen Dritter geduldet, aber eher nicht erwünscht. Für das neue Elektrokabeltrasse wird trotzdem das Bankett vorgeschlagen. Dies aus folgenden Gründen:

- Eine neue Linienführung bergseitig der Strasse würde dazu führen, dass mehrere Wasserleitungen gekreuzt werden müssten, die an Ort verbleiben.
- Das BWK-Kabel hat nur eine Kabelreserve von 2 m. Es kann daher die Strasse nicht am gleichen Ort wie die neuen Wasserleitungen kreuzen. Aus Qualitätsgründen sollte eine Spleissung vermieden werden. Mit der Abnahme des Kabels bereits oben beim Reservoir und der Führung im Strassenbankett ist dies möglich.
- Die Kabel sind so für die Werkeigentümer am einfachsten zugänglich.
- Das gewählte Trasse hat den Vorteil, dass die Elektrokabel beim Baubeginn (d.h. vor den Abbrucharbeiten und Erdverschiebungen) direkt ins neue Trasse umgelegt werden können und dann nicht mehr im Weg sind. Damit können Unterbrüche und Provisorien vermieden werden. Auch aus Sicherheitsgründen ist dieses Vorgehen wünschbar.

Ein Leitungstrasse unter dem Bankett bedingt, dass die Leitung und auch die Pfosten der Leitschranken genau abgesteckt werden, da die Pfosten gerammt werden. Ausserdem ist eine kantonale Gebühr fällig.

Auf Wunsch der IBI wird im neuen Trasse zusätzlich ein Leerrohr eingelegt.

Die im Bereich der neuen Strasse verlaufende BKW-Leitung (Versorgung Saxeten) wird gemäss Wunsch der BKW ebenfalls in dieses Trasse eingelegt.



Wasserleitungen

Die Anpassungen der im Bereich Memorial hervortretenden Wasserleitungen sind im Strassenplan enthalten und auch dort beschrieben.

Für den Bau der Schutzmauer auf Parzelle 1502 (Ecke Grenchenstrasse / Hinderwydi) müssen ein Hydrant und ein Kandelaber entfernt und anschliessend an neuer Stelle wieder errichtet werden. Ausserdem werden dort durch die Aushubarbeiten je ein Kabelblock der Swisscom und des Kabelfernsehens freigelegt. Sie müssen geschützt und allenfalls in ihrer Lage angepasst werden. Die Leitungen befinden sich grösstenteils ausserhalb des 10 m-Bereiches.

Entwässerungsleitungen

Vom Abtrag am rechten Ufer auf Parzelle Nr. 1985 ist eine Entwässerungsleitung betroffen, welche das Grundstück quert (Drainagen Landwirtschaft und Strassenentwässerung). Sie muss bei Baubeginn sondiert und ggf. etwas tiefer gelegt werden. Ebenfalls gesichert und angepasst werden muss die Überlaufleitung des Brunnens beim Mülibrüggli wegen der Mauerfundation / Dammbalkenfundation.

Mit dem vorgesehenen Damm im Bereich 'Am Stutz' (Los 3) wird die bestehende Kanalisationsleitung Richtung Lüttschinendamm auf einer Länge von 18 m überschüttet. Es handelt sich um ein PVC Rohr $\varnothing$ 250 mm. Die Leitung muss sondiert und bei ungenügender Überdeckung gesichert werden.

Im Rahmen der Ausführungsplanung sollte der GEP-Ingenieur der Gemeinde beigezogen werden, um die Leitungsanpassungen, resp. deren Schutz abzustimmen und evtl. werkseits vorgesehene Arbeiten koordinieren zu können.

Kostenträger

Die durch das Projekt bedingten Anpassungen der Werkleitungen sind mehrheitlich durch den Werkeigentümer zu tragen (Lage im Gewässerraum). Im Kostenvoranschlag sind diese Kosten berücksichtigt, aber als 'Kosten Dritter' geführt.

Dort wo die Leitungen nicht im Gewässerraum liegen, gilt der Wasserbau, resp. Strassenbau als Verursacher und muss die Kosten tragen.

8.4. Gefahrenkarte

Annahmen

Das Projekt wirkt sich v.a. auf den Geschiebehaushalt und die Überlastlenkung aus. Nachstehend ist dargelegt, wie sich die Frachten und möglichen Auflandungen sowie das Verkläusungsrisiko durch die Massnahmen verändert.

Für die Dimensionierung des Geschieberückhaltes wurde ein mittleres Auflandungsgefälle von 6 % angenommen. Dies führt auf ein Volumen von 28'000 m³. Für die Sicherstellung des Freibordes wurde ein erhöhtes Auflandungsgefälle von 7 % herangezogen. Für die Szenarienbildung zur Bestimmung der Gefährdung nach Massnahmen (Geschiebebilanz, siehe unten) wurde hingegen ein reduziertes Auflandungsgefälle von nur 5 % angesetzt. Damit würde sich das künftige Rückhaltevolumen des Sammlers auf 24'400 m³ verringern.



Tab. 21 Geschiebebilanz

Jährlichkeit	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀
Frachten			
Gewitter	10'000 m ³	22'000 m ³	37'000 m ³
Dauerregen	15'000 m ³	30'000 m ³	45'000 m ³
Rückhalt			
Geschiebesammler Chammri	- 24'400 m ³	- 24'400 m ³	- 24'400 m ³
Weitertransport bis Lütschine			
Gewitter	- 1'500 m ³	- 1'500 m ³	- 4'000 m ³
Dauerregen	- 4'500 m ³	- 5'400 m ³	- 6'000 m ³
Ablagerungen im Kanal			
Gewitter	0	0	9'000 m ³
Dauerregen	0	200 m ³	15'000 m ³

Bei einem seltenen Hochwasserereignis HQ₃₀₀ muss gemäss dieser Bilanz nach wie vor mit starken Auflandungen im Kanal und den entsprechenden Übersarungen des Kegels rechts gerechnet werden. Unter Annahme eines Querschnittes von ca. 25 m² können die Auflandungen bis weit oberhalb der Brücke Saxetenstrasse reichen.

Durch den Rückhalt von Holz und Geschiebe verändern sich auch die Verklauungs-wahrscheinlichkeiten an den Brücken. Für den Zustand nach Massnahmen wurden folgende Annahmen getroffen:

Tab. 22 Brückenverklauungen nach Massnahmen

Brücke	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀
Mülibruggli	-	-	Teilverkl. 25 %
Saxetenstrasse	-	-	Teilverkl. 25 %
Kantonsstrasse	-	Teilverkl. 25 %	Teilverkl. 50 %

Mit einer Teilverklauung von 25 % beträgt das Durchflussprofil bei der Kantonsstrasse nur noch 19.6 m² anstatt 26.3 m². Mit einer Fliessgeschwindigkeit von etwas mehr als 3 m/s ist der Querschnitt dann aber immer noch genügend gross und es tritt kein Wasser aus.



Verbleibende Gefährdungsszenarien

Gemäss dieser Analyse verbleiben folgende potenzielle Gefährdungsszenarien nach Massnahmen:

1. Auflandungen im Kanal bei HQ_{300} , totale Menge 9'000 bis 15'000 m^3 , Auflandungsstrecke primär Mündung bis Brücke Saxetenstrasse, aber auch weiter oben sind im bei ungünstigen Prozessabläufen Auflandungen möglich. Austritt des gesamten Abflusses, verteilt, primäre Ausbruchsrichtung rechts (Uferdifferenz)
2. Teilverklausung Mülibruggli, Beschädigung der Brücke, primäre Ausbruchsrichtung rechts
3. Teilverklausung Brücke Saxetenstrasse, primäre Ausbruchsrichtung links, falls der Dammbalkenverschluss offen ist (Brückengefälle), sonst rechts
4. Teilverklausung Kantonsstrassenbrücke, primäre Ausbruchsrichtung rechts (Uferdifferenz)

Alle diese Szenarien treten erst auf, wenn der Geschiebesammler überlastet ist und Geschiebe und Holz über die Sperre ausgetragen werden. Dies bedeutet, dass erst gegen Ende eines Ereignisses, im absteigenden Ast der Ganglinie die Überlast auftritt. Noch länger dauert es, bis die ersten Ausuferungen im Szenario 1 auftreten, da dazu zuerst der Kanal auflanden muss. Der Abfluss wird also einerseits bis zu diesem Zeitpunkt nicht mehr gross sein, andererseits nicht mehr lange dauern. Die für die Ausbruchsmengen gewählten Abflüsse in der untenstehenden Tabelle liegen daher mehrheitlich deutlich unter den Spitzenabflüssen.

Wenn Verklausungen zusammen mit starken Auflandungen auftreten, können auch Vollverklausungen entstehen. Die Wasseraustrittsmenge entspricht dann dem Szenario 1, wobei der Austritt örtlich konzentriert erfolgt.

Tab. 23 Szenarien und Wasseraustritte für GK nach Massnahmen (angegeben ist die Austrittsmenge links/rechts in m^3/s)

Szenario	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	Restrisiko / EHQ
Auflandungen*, Überlast Kapazität	-	-	-	5/20 verteilt
Teilverklausung Mülibruggli	-	-	-	5/10 örtlich
Teilverklausung Saxetenstrasse	-	-	5/5 örtlich (Dammbalken offen/geschlossen)	25/10 örtlich (Dammbalken offen/geschlossen)
(Teil-) Verklausung Kantonsstrasse	-	-	5/15 örtlich	10/30 örtlich

)* mit oder ohne Verklausungen der Brücken

Entwurf künftige Gefahrenkarte

Für den Entwurf der Gefahrenkarte wurde davon ausgegangen, dass das Gerinne selbst bei einem Hochwasserereignis die Tragsicherheit nicht verliert. Der Kanal wurde 1987 stark verbaut. Es wird von einem ordentlichen Zustand des Bauwerkes ausgegangen. Damit dürfte der Kanal den Belastungen bei Hochwasser Stand halten. Örtliche Schäden an Gerinne und Böschungen sind immer möglich.

Nach Ausführung der Massnahmen ist damit beim HQ_{30} und beim HQ_{100} nicht mehr mit Überschwemmungen zu rechnen. Damit wird also auch für das Gebiet 'Greiche' die Situation gegenüber heute (Überflutung ab HQ_{30}) deutlich verbessert. Beim HQ_{300} wird v.a. die rechte Kegelhälfte betroffen, die linke nur noch bei sehr ungünstigen Prozessabläufen und wenn die Dammbalken nicht gesetzt sind.

Alle Intensitätskarten vor und nach Massnahmen sind im Kapitel 7.3 ersichtlich.

Des Weiteren liegt z.B. oberhalb des Museums das Ufer deutlich tiefer als das rechte Ufer. Bei sehr ungünstigen Prozessabläufen bei der Abschlussperre oder wenn sich Probleme beim Mülibruggli einstellen (Stammholz) kann dort oben auch links etwas Wasser austreten. Auch die auf 0.5 m

beschränkte Uferdifferenz vom Mülibrüggli an wird das linke Ufer im Extremfall nicht gänzlich trocken halten können. Die Überlastlenkung ist trotzdem eindeutig nach rechts ausgerichtet. Auf dem linken Kegelteil verbleiben daher ausser den Bereichen geringer Gefährdung auch ein Restrisiko. Dieses wird als gelb-weiss schraffierte Fläche ausgewiesen. Die Abgrenzung der gelben Fläche ist stark vom austretenden Volumen abhängig. Das totale Volumen, welches im HQ₃₀₀ bei der oberen Brücke nach links austreten kann, beträgt rund 100'000 m³. Unter Annahme einer verbleibenden Überflutungstiefe von 0.2 m im Talboden beträgt damit die maximal bestrichene Fläche ca. 0.5 km².

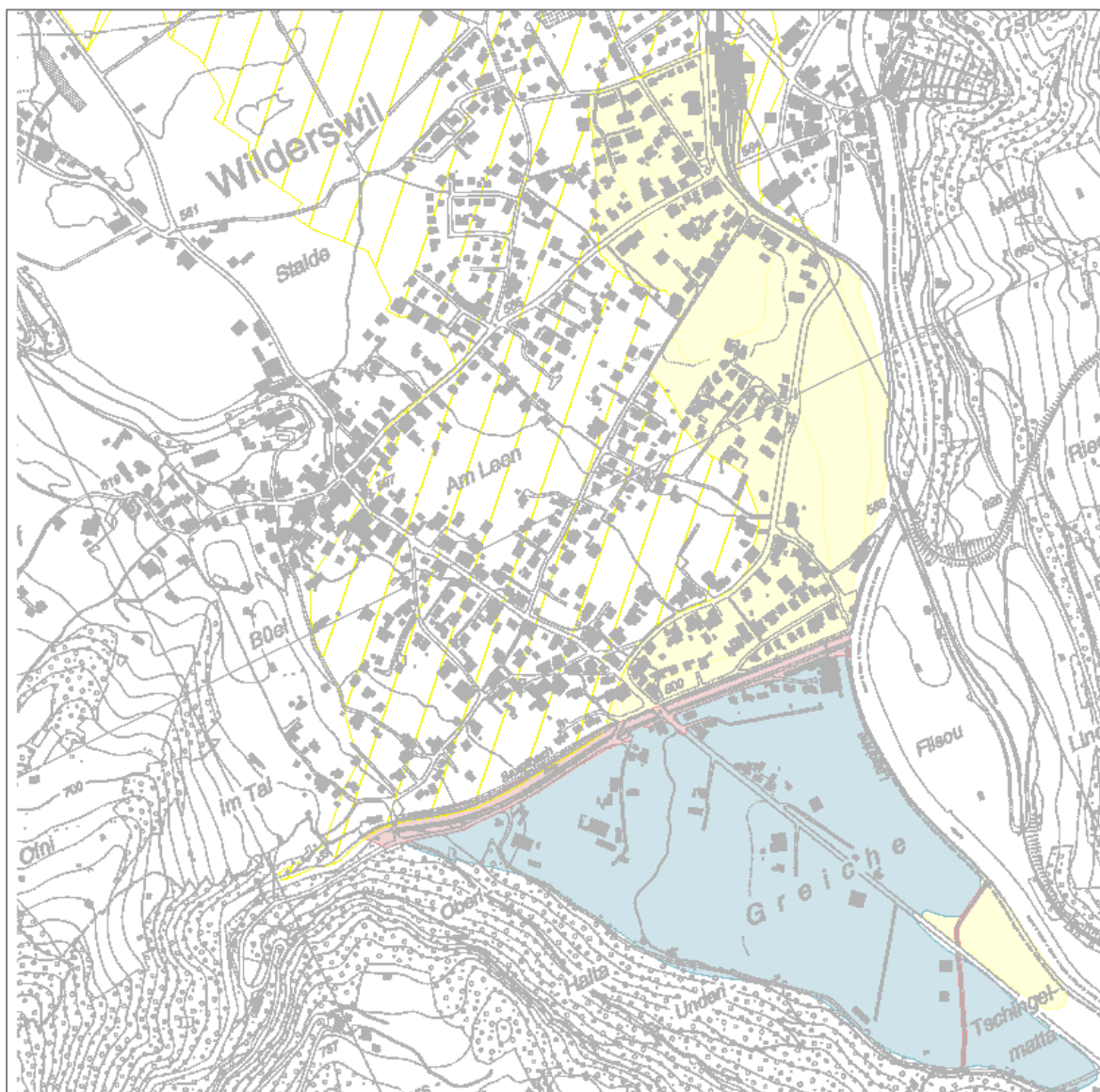


Abb. 42: Entwurf GK nach Massnahmen

Dieser Entwurf stützt sich auf die aktuell geltenden Regeln und Kenntnisse. Je nach der Entwicklung des Einzugsgebietes (Aktivierung von Rutschungen, Klimawandel) oder der Methoden kann eine Beurteilung später anders ausfallen.

Die Umsetzung der geplanten Hochwasserschutzmassnahmen hat einen grossen Einfluss auf die Gefahrenkarte. Die Gefährdung wird stark reduziert. Die Gefahrenkarte kann nach Ausführung des Gesamtkonzeptes revidiert werden. Während im blauen Gefahrengebiet weiterhin ein Objektschutzgebot besteht, ist das gelbe Gebiet ein reiner Hinweis, ohne raumplanerische Konsequenzen.



8.5. Stauanlagenverordnung StaV

Gemäss Fachbericht des AWA zum Vorprüfungsossier wird der Geschiebesammler der Stauanlagenverordnung StaV vom 7. Dezember 1998 unterstellt. Demgemäss sind dem Amt bis zur Genehmigung folgende Dokumente vorzulegen:

- Prüfstatik
- Überwachungsreglement
- Angaben zur Notfallorganisation

Die verlangten Nachweise und Dokumente sind in einem separaten Bericht dargelegt, der nicht Bestandteil dieses Dossiers ist. Sie werden dem AWA vor der Genehmigung im März 2013 eingereicht. Darin findet sich auch der Beschrieb und die Begründungen zu den vorgesehenen Verstärkungen an der Sperre gemäss Plan Nr. 814.

8.6. Überlastfall und Notfallplanung

8.6.1. Prozesse und Überlastmassnahmen

Nach Realisierung des Gesamtkonzeptes ist die Lenkung des Überlastfalles künftig bekannt.

Gemäss den verbleibenden Szenarien (vgl. Kap. 8.4) treten Ausbrüche künftig primär ab Höhe Brücke Saxetenstrasse auf. Zwischen Kantonsstrasse und Lutschine ist die Ausbruchsgefährdung durch die Auflandungstendenzen am grössten. Der Bach tritt hier aber nicht punktuell aus, sondern über eine längere Strecke. Die Gebäude an der Hinderwydistrasse können gegen diese Einwirkungen nicht geschützt werden, da sie alle von der Bachseite her erschlossen sind.

Bei einem Ausbruch bei der Kantonsstrasse oder bei der Saxetenstrasse (Brücken) tritt der Abfluss konzentriert aus und es kommt örtlich zu starken Intensitäten. Das Wasser verteilt sich dann aber rasch in die Breite. Wie in Kap. 8.4 beschrieben sind im Extremereignis auch Auflandungen und Austritte weiter oben und in geringem Masse nach links möglich.

Um den Gesamtschaden im Ereignisfall zu minimieren, waren zunächst zusätzliche Massnahmen im Gebiet Grenchen geplant (Flachschüttung, Dammbalken). Wie weiter oben beschrieben wurde auf diese zusätzlichen Massnahmen aufgrund der massiven Opposition der betroffenen Grundeigentümer verzichtet. Das Projektziel wird dennoch vollumfänglich erreicht. Im Projekt verbleibt nur die Schutzmauer im Brückenbereich randlich der Parzelle Nr. 1502. Ob diese realisiert wird, ist gemäss dem aktuellen Stand der Einspracheverhandlungen noch offen.

Die Überlastmassnahmen an den Brücken (Verschalungen) sowie an der Saxetenstrasse (Dammbalkenverschluss) verbleiben im Projekt wie vorgesehen. Mit dem Dammbalkenverschluss wird verhindert, dass Wasser über die Brücke auf den linken Kegelteil fliesst.

Tab. 24 Überlastmassnahmen

Ort	Massnahme
Brücke Saxetenstrasse	Verschaltung oberstromseitig Mobile Sperre quer zur Brücke
Brücke Kantonsstrasse	Verbesserung Verschaltung
Parzelle Nr. 1502	Schutzmauer bergseitig

Diese Massnahmen müssen später ins Notfallkonzept 'nach Massnahmen' der Gemeinde aufgenommen werden.



Wechselwirkungen mit dem HWS-Projekt Lüttschine

Zurzeit laufen ebenfalls Projektierungsarbeiten an der Lüttschine. Das Projekt sieht unter anderem vor, den linken Damm der Lüttschine im Gebiet 'Greiche' anzuheben. Es wurde daher untersucht, wie sich dies auf den Überlastfall des Saxetbaches auswirken würde.

Mit oder ohne Überlastmassnahmen stellt sich im Talboden ein 'See' ein, welcher über den tiefsten Punkt beim Holzbaubetrieb Balmer kurz vor der Saxetbachmündung in die Lüttschine überläuft. Dieser Punkt ist massgebend für die sich einstellende Kote des Sees.

Nachstehend ist die Seebildung mit und ohne Dammerhöhung Lüttschine aus der 2D-Modellierung dargestellt.



Abb. 43: Wechselwirkung mit HWS-Projekt Lüttschine

Es ist ersichtlich, dass von der Dammerhöhung ein Gebäude schlechter gestellt wird. Es handelt sich um einen Stall. Die beiden kleineren Wohngebäude direkt talseitig der Kantonsstrasse erleiden keinen erheblichen Nachteil.

Die sich einstellenden Wasserspiegelkoten betragen wie folgt:

Bestand	592.64 m ü.M.
Mit Dammerhöhung	593.26 m ü.M. (+0.6 m)

Die Werte beziehen sich auf den uns vorliegenden Planstand im Januar 2011.

8.6.2. Notfallplanung

Die Notfallplanung ist Sache der Gemeinde. Die Umsetzung wird durch die Wehrdienste wahrgenommen. Der Saxetbach war Teil des kantonalen Pilotprojektes 'Notfallplanung' des kantonalen Amtes für Bevölkerungsschutz. Damit besteht eine aktuelle Notfallplanung (Stand November 2012).

Nach Genehmigung des Projektes müssen die Auswirkungen der Massnahmen mit den Wehrdiensten zusammen besprochen werden. Alarm- und Interventionspläne sind der neuen Situation anzupassen.

Die eindeutige Situation in Bezug auf den Überlastfall durch die vorgesehenen Uferdifferenzen ist ein grosser Gewinn in Bezug auf die Notfallplanung. Wesentlich ist v.a. das Vorhalten von schweren Baggern bei den Brücken. Aber auch das Einlagern und Einsetzen der Dammbalkensysteme muss geregelt und geübt werden.



Die Sperre des Geschiebesammlers ist gemäss Stauanlagenverordnung in die Notfallplanung einzubeziehen. Konkret müssen die Wehrdienste wissen, welche Gebiete bei einem Sperrenversagen besonders gefährdet sein könnten. Die entsprechenden Dokumente werden vom Projektverfasser an das AWA geliefert.



9. ANHANG A: LEBENSRAUMKARTIERUNG, LEBENSRAUMGESTALTUNG NACH MASSNAHMEN UND ÖKOLOGISCHE BILANZ
