



**KISSLING + ZBINDEN AG**  
INGENIEURE PLANER USIC

BERN SPIEZ THUN BIEL

**HOCHWASSERSCHUTZ  
SCHRENZIGRABE  
ADELBODEN**

**SENGGISTRASSE BIS  
ALLEBACH**

**TECHNISCHER BERICHT  
VOM MÄRZ 2017**

SCHWELLENKORPORATION ADELBODEN  
3715 ADELBODEN

**Mitwirkung**

# IMPRESSUM

**Auftraggeber**

Schwellenkorporation Adelboden

**Projekt**

6.224.2 Hochwasserschutz Schrenzigrabe, Adelboden

**Berichtnummer**

6.224.2 - 32.201

**Pfad- und Dateiname**

J:\06 Wasserbau\6.224.2 Schrenzigraben, Adelboden\10  
Berichte\6.224.2\_TB\_Schrenzigraben\_2017.03.28.docx

**Erstelldatum**

28.03.2017

**Fassung vom**

28.03.2017

**Bearbeitung**

Séverine Oettelguer, Lena Bösch, Benno Heussi, Marcel Dähler

**Q-Prüfung**

Datum:	28. März 2017
Unterschrift:	

**Verteiler**

Schwellenkorporation Adelboden  
Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK I



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Anlass und Auftrag</b>	<b>1</b>
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Auftrag	1
1.3	Projektperimeter	1
1.4	Projektorganisation	2
1.5	Partizipation	3
<b>2</b>	<b>Ausgangssituation</b>	<b>5</b>
2.1	Historische Ereignisse	5
2.2	Bestehende und geplante Nutzungen	5
2.3	Einzugsgebiet und Hydrologie	5
2.4	Hydrogeologie	6
2.5	Geologie	7
2.6	Feststofffrachten	7
2.7	Schwemmh Holzfrachten	7
2.8	Kapazitäten und Schwachstellen	8
2.8.1	Brücken und Durchlässe	8
2.8.2	Offene Strecken	13
2.9	Bestehende Gefahrensituation	13
2.10	Gewässerzustand	15
2.11	Raumbedarf Fliessgewässer	16
2.12	Flora und Fauna	17
2.13	Boden	17
<b>3</b>	<b>Projektannahmen</b>	<b>18</b>
3.1	Gewählte Schutzziele	18
3.2	Ökologische Entwicklungsziele	19
3.3	Dimensionierungsgrössen	19
3.4	Freibord	19
<b>4</b>	<b>Schadenpotenzial / Risikoanalyse</b>	<b>21</b>
4.1	Risikoanalyse Adelboden	21
4.2	Schadenpotential / Risiko gem. EconoMe 4.0	21
<b>5</b>	<b>Massnahmenplanung</b>	<b>23</b>



5.1	Variantenstudien und Entscheide	23
5.2	Unterhaltsmassnahmen	24
5.3	Raumplanerische Massnahmen	25
5.3.1	Landerwerb	25
5.4	Bauliche Massnahmen	25
5.4.1	Geschiebesammler	25
5.4.2	Sohlenstabilisierung unterhalb Sammler	26
5.4.3	Gerinne oberhalb Dorfstrasse	27
5.4.4	Gerinneausbau Dorfbereich	28
5.4.5	Steilstrecke nach Risetensträssli	29
5.4.6	Aufwertung und Hochwasserschutz im Bereich Oeystrasse	30
5.4.7	Brücken und Stege	32
5.4.8	Überlastfall	33
5.4.9	Ökologische Ausgleichsmassnahmen / Ersatzmassnahmen	33
5.4.10	Bodenschutzkonzept	34
<b>6</b>	<b>Kostenvoranschlag</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>Bauablauf</b>	<b>36</b>
7.1	Etappierung / Bauteile	36
7.2	Bauprogramm	36
7.3	Baustelleninstallation	36
7.4	Wasserhaltung	36
7.5	Baurisiken / Gefährdungen beim Bau	36
<b>8</b>	<b>Auswirkungen der Massnahmen</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>Verbleibende Gefahren</b>	<b>38</b>
9.1	Verbleibende Gefahren / Überlastfall	38
9.2	Individuelles Todesfallrisiko	39
9.3	Schadenpotenzial und Risiken	39
9.4	Auswirkungen Ausbau Sammler HQ <sub>100</sub> statt HQ <sub>300</sub>	39
<b>10</b>	<b>Nachweis der Kostenwirksamkeit</b>	<b>41</b>
10.1	Nachweis EconoMe 4.0	41
10.2	Kostenwirksamkeit Ausbau HQ <sub>300</sub> statt HQ <sub>100</sub>	41
<b>11</b>	<b>Notfallplanung</b>	<b>43</b>
<b>12</b>	<b>Termine</b>	<b>44</b>
<b>13</b>	<b>Grundlagenverzeichnis</b>	<b>45</b>



<b>14 Anhang</b>	<b>46</b>
14.1 Grundlagen EconoMe 4.0: Personenbelegung	46

Anhang Berichte

**ANHANG 1**      Geologischer Bericht Kellerhals + Häfeli AG

**ANHANG 2**      Hydrogeologischer Bericht Kellerhals + Häfeli AG

# ZUSAMMENFASSUNG

Die bestehende Gefahrenkarte Adelboden zeigt für den Schrenzigrabe eine erhebliche Gefährdung durch murgangartige Ereignisse in Kombination mit Verklauungen durch Schwemmholz auf.

Im Rahmen der Risikoanalyse Adelboden (ARGE Kissling + Zbinden AG / GEOTEST AG, Dezember 2008) wurde im Auftrag der Schwellenkorporation Adelboden und des Tiefbauamts des Kantons Bern OIK I unter anderem das Schadenpotenzial für den Schrenzigrabe mit dem hierfür vom Bund vorgeschriebenen Tool „EconoMe 1.0“ abgeschätzt. Diese Untersuchungen haben gezeigt, dass bei grösseren Ereignissen enorme Sach- und Personenschäden zu erwarten sind (ca. 10.7 Mio. Fr. bei einem 100-jährlichen Ereignis HQ<sub>100</sub>).

Angesichts des grossen Schadenpotenzials im Dorf hat sich die Schwellenkorporation Adelboden entschieden, für den Schrenzigrabe ein Hochwasserschutzprojekt ausarbeiten zu lassen.

Geschiebesammler

Hauptelement des Hochwasserschutzprojekts ist ein Geschiebesammler mit einem Zielvolumen von 1'500 m<sup>3</sup> im Bereich der Senggistrasse auf Kote 1'450 m ü. M. (Bauteil 2).

Weiter sind lokale Massnahmen geplant.

- Bauteil 1: Instandstellung von 2 hinterspülten Holzkasten
- Bauteil 3: Erstellung neuer Holzkastensperren im Bereich der Senggistrasse
- Bauteil 4: Privater Steg mit Sollbruchstelle ausbilden -> Wegspülen bei Hochwasser
- Bauteil 5: Erstellung neuer Holzkastensperren im Bereich oberhalb des Schrenziweges
- Bauteil 6: Neue Ufermauer im Bereich Schrenziweg
- Bauteil 7: Erhöhung / Neubau der bestehenden Ufermauer oberhalb der Dorfstrasse
- Bauteil 8: Durchlass Dorfstrasse mit Staukragen ausbilden
- Bauteil 9: Erhöhung Ufermauer mit Blocksteinen unterhalb Dorfstrasse
- Bauteil 10: Neue Betonmauer bei Keller Haus Nr. 69 auf Parzelle 2609
- Bauteil 11: Ufererhöhung mit Blocksteinen entlang Parzelle 380
- Bauteil 12: Uferschutzdamm entlang Parzelle 3681
- Bauteil 13: Erhöhung Ufermauer oberhalb Gruebiweg
- Bauteil 14: Durchlass Gruebiweg mit Staukragen ausbilden und Brückenplatte gegen Auftrieb sichern
- Bauteil 15: Erhöhung Ufermauer unterhalb Gruebiweg
- Bauteil 16: Neubau Durchlass Risetensträssli mit vorgelagertem Staukragen
- Bauteil 17: Lokale Sohlensicherung bei den Wildbachsperren im Steilhang nach dem Risetensträssli





# 1 ANLASS UND AUFTRAG

## 1.1 Ausgangslage

Gefahrenstufe  
rot und blau

Die bestehende Gefahrenkarte Adelboden zeigt für den Schrenzigrabe eine erhebliche Gefährdung durch murgangartige Ereignisse in Kombination mit Verkläuerungen durch Schwemmholz auf. Insgesamt befinden sich rund 92 Gebäude im potenziellen Gefahrengebiet. 7 Gebäude liegen im roten (Bauverbot), 20 im blauen (Bauen mit Auflagen) und etwa 65 Gebäude im gelben Gefahrengebiet (Hinweisbereich).

Risikoanalyse

Im Rahmen der Risikoanalyse Adelboden (ARGE Kissling + Zbinden AG / GEOTEST AG, Dezember 2008) wurde im Auftrag der Schwellenkorporation Adelboden und des Tiefbauamts des Kantons Bern OIK I unter anderem das Schadenpotenzial für den Schrenzigrabe mit dem hierfür vom Bund vorgeschriebenen Tool „EconoMe 1.0“ abgeschätzt. Diese Untersuchungen haben gezeigt, dass bei grösseren Ereignissen enorme Sach- und Personenschäden zu erwarten sind (ca. 10.7 Mio. Fr. bei einem 100-jährlichen Ereignis HQ<sub>100</sub>).

hohes Schaden-  
potenzial

Angesichts des grossen Schadenpotenzials im Dorf hat sich die Schwellenkorporation Adelboden entschieden, für den Schrenzigrabe ein Hochwasserschutzprojekt ausarbeiten zu lassen.

## 1.2 Auftrag

Bauprojekt bis  
Abschluss

Die Kissling + Zbinden AG wurde durch die Schwellenkorporation Adelboden mit der Projektierung der Hochwasserschutzmassnahmen am Schrenzigrabe beauftragt. Der Auftrag umfasst die Phasen Bauprojekt bis Abschluss (Phasen 31 bis 53 gemäss Honorarordnung SIA 103, 2003).

Verfahren

Das Bauvorhaben wird gem. Art. 21-26 des Wasserbaugesetzes des Kantons Bern über ein Wasserbauplanverfahren abgewickelt.

## 1.3 Projektperimeter

Abschnittslänge  
600 m

Der Projektperimeter umfasst den Schrenzigrabe ab Einmündung in den Allebach bis oberhalb des Dorfs. Die Abschnittslänge beträgt ca. 600 m.

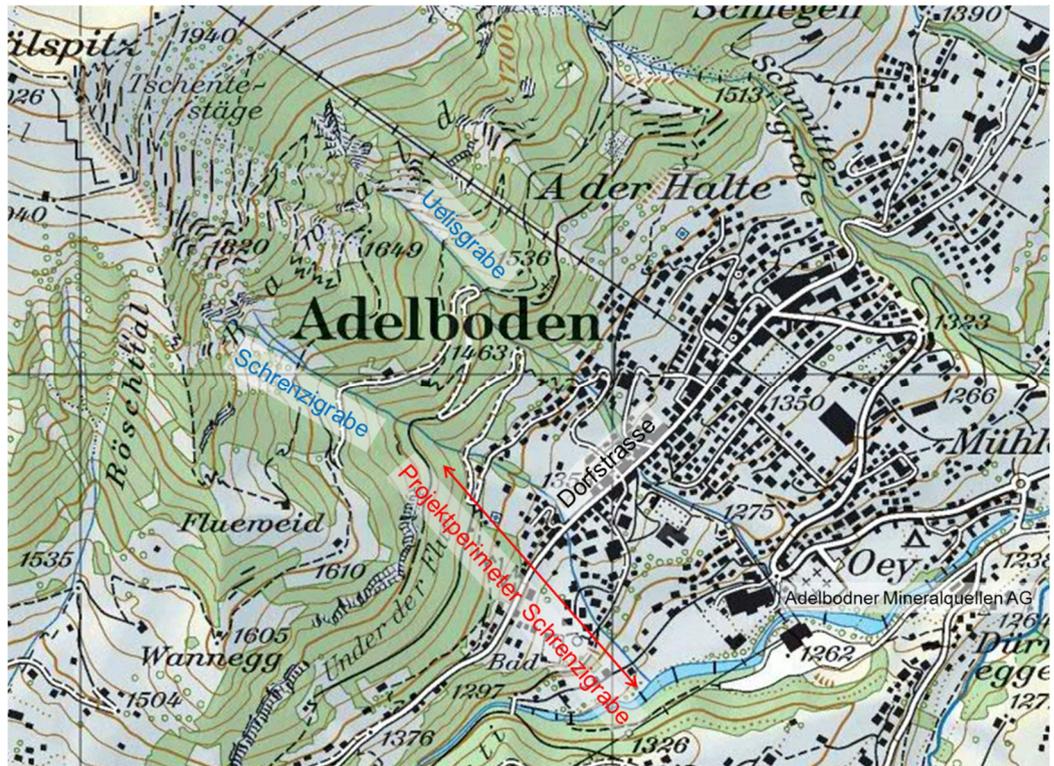


Abb. 1: Projektperimeter Hochwasserschutz Schrenzigrabe  
(Reproduziert mit Bewilligung von Swisstopo (JA100033))

## 1.4 Projektorganisation

### Auftraggeber

- Schwellenkorporation Adelboden  
Präsident: Herr Abraham Pieren  
Engstligenstrasse 12, 3715 Adelboden

### Projektverfasser

- Kissling + Zbinden AG, Ingenieure Planer USIC  
Oberlandstrasse 15, 3700 Spiez

### Baugrunduntersuchung/Geologie

- Kellerhals + Häfeli AG, Geologen  
Kapellenstrasse 22, 3011 Bern

## 1.5 Partizipation

### Akteuranalyse

Am geplanten Hochwasserschutzprojekt für den Schrenzigrabe ist eine Vielzahl von Akteuren beteiligt. Untenstehende Tabelle zeigt, in welcher Projektphase die einzelnen Interessenvertreter in das Projekt eingebunden wurden bzw. werden.

Akteurgruppe	relevant für Projekt			Einbindung über			
	ja	bedingt	nein	Begleitgruppe	direkte Gespräche	Mitwirkung	Vorprüfung
Anwohner	X				X	X	
Betreiber von Kiesentnahmen			X				
Erholungssuchende		X				X	
Fischer		X				X	X
Gewerbe- und Industriebetriebe	X				X	X	
Grundeigentümer	X				X	X	
Kraftwerksbetreiber			X				
Landschafts- und Ortsbildschutz		X				X	X
Landwirte		X			X	X	
Militär			X				
Naturschützer		X				X	X
Öffentlicher Verkehr			X				
Politiker	X					X	
Schiffahrtbetreiber			X				
Tourismusorganisationen, Hoteliers	X				X	X	
Trinkwasser	X				X	X	X
Verkehrsträger	X				X	X	
Wald, Forst	X				X	X	X
Werkleitungseigentümer	X				X	X	

Tab. 2: Akteuranalyse

### direkte Gespräche

Auf die Bildung einer Projekt-Begleitgruppe wurde verzichtet, die Betroffenen werden über direkte Gespräche eingebunden.

Mitwirkung

Die Mitwirkungsveranstaltung findet im Frühjahr 2017 statt.

Sitzungen

Im Zeitraum vom Februar 2015 bis heute fanden im Rahmen der Projektierungsarbeiten zum Wasserbauplan Schrenzigrabe folgende Sitzungen und Besprechungen statt:

- 04.02.2015: *OIK / SK Adelboden*: Startbesprechung (Vorstellung Konzept, Zielsetzungen)
- 13.08.2015: *OIK / SK Adelboden*: Variantenentscheid Geschiebesammler, Freibord KOHS (Massnahmen Unterlauf)
- 22.10.2015: *OIK / SK Adelboden*: Vorstellen Massnahmen
- 29.03.2016: *OIK / SK Adelboden*: Vorstellen überarbeitete Massnahmen und Diskussion
- 24.08.2016: *OIK / SK Adelboden*: Vorstellen Entwurf Bauprojekt Stufe Mitwirkung
- 08.02.2017: SK Adelboden / Adelbodner Mineralquellen: Vorstellen Entwurf Bauprojekt, Besprechung Hydrogeologie / Schutz

## 2 AUSGANGSSITUATION

### 2.1 Historische Ereignisse

(aus Ereignisdokumentation Gemeinde Adelboden)

Ereigniskataster:

02.11.1870: Wasserschaden durch Schrenzigraben

28.07.1970: Überflutung des Dorfs (?) (Quelle: Überflutungskarte)

### 2.2 Bestehende und geplante Nutzungen

bestehende  
Nutzung

Der Schrenzigrabe führt ab Senggistrasse bis zum Risetensträssli mitten durch den Dorfkern von Adelboden.

ZPP a „Gruebi“

Im Zonenplan der Gemeinde Adelboden ist im Bereich des Schrenzigrabe eine Zone mit Planungspflicht (ZPP) ausgeschieden. Die ZPP a soll eine Überbauung im Bereich Gruebi unter optimaler Berücksichtigung des Orts- und Landschaftsbildes ermöglichen. Die Erschliessung erfolgt ab Risetensträssli via Steinmattli (mit Querung des Schrenzigrabe) und/oder direkt ab Dorfstrasse.

ZPP b „Alpen-  
bad“

Nicht direkt am Schrenzigrabe, jedoch in der Gefahrenzone des Schrenzigrabe (gelb), liegt auch die ZPP b „Alpenbad“. Die Zone dient für die Erstellung eines Alpenbades als Kur-, Erholungs- und Erlebnisbad mit Hotel. Die Erschliessung erfolgt über die ausgebaute Zelgstrasse, der Uelisgrabe wird mit einer neu zu erstellenden Brücke überquert. Das Projekt Alpenbad ist mittlerweile definitiv gescheitert, die Zone bleibt aber vorderhand bestehen.

### 2.3 Einzugsgebiet und Hydrologie

Einzugsgebiet  
0.22 km<sup>2</sup>

Die Wassermengen oberhalb des Siedlungsgebiets wurden mit den in der Software HAKESCH implementierten Abschätzverfahren nach *Köllä (1986)* und *Forster (1992)* berechnet und mit den in der Gefahrenkarte verwendeten Werten plausibilisiert. Das Einzugsgebiet des Schrenzigrabe liegt südöstlich des Schwandfeldspitz und umfasst bis zum Siedlungsgebiet eine Fläche von ca. 0.22 km<sup>2</sup>.

zus. Regenab-  
wasser

Im Siedlungsgebiet wird zudem angenommen, dass zusätzliches Regenabwasser von Strassen und Plätzen in den Schrenzigrabe geleitet wird.

Für das Schutzprojekt werden folgenden Wassermengen berücksichtigt:

	$HQ_{30}$ [m <sup>3</sup> /s]	$HQ_{100}$ [m <sup>3</sup> /s]	$HQ_{300}$ [m <sup>3</sup> /s]
oberhalb Senggistrasse, ca. km 0.600	2.3	3.7	5.6
oberhalb Durchlass Dorfstrasse, ca. km 0.350	2.6	4.0	5.9
oberhalb Durchlass Oeystrasse, ca. km 0.050	3.2	4.6	6.5
Gefahrenkarte Adelboden (2004)	3.0	4.0	6.0 (EHQ)

Tab. 3: Zusammenstellung der Spitzenabflüsse im Schrenzigrabe

## 2.4 Hydrogeologie

Der Schrenzigrabe verläuft zwischen Senggistrasse und Risetensträssli grösstenteils im Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub>. Auf einem Abschnitt von ca. 110 m bildet er die Grenze zwischen dem Gewässerschutzbereich B (nordöstlich des Schrenzigrabe) und dem Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub>. Ab Risetensträssli bis in den Allebach bildet der Schrenzigrabe die Grenze zwischen dem Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> und der weiteren Schutzzone S3 (Adelbodner Mineralquellen). Der Standort des geplanten Geschiebesammlers, welcher aus drei verschiedenen Standorten evaluiert wurde (vergl. auch Kap. 5.1), befindet sich am Rande der engeren Schutzzone S2.

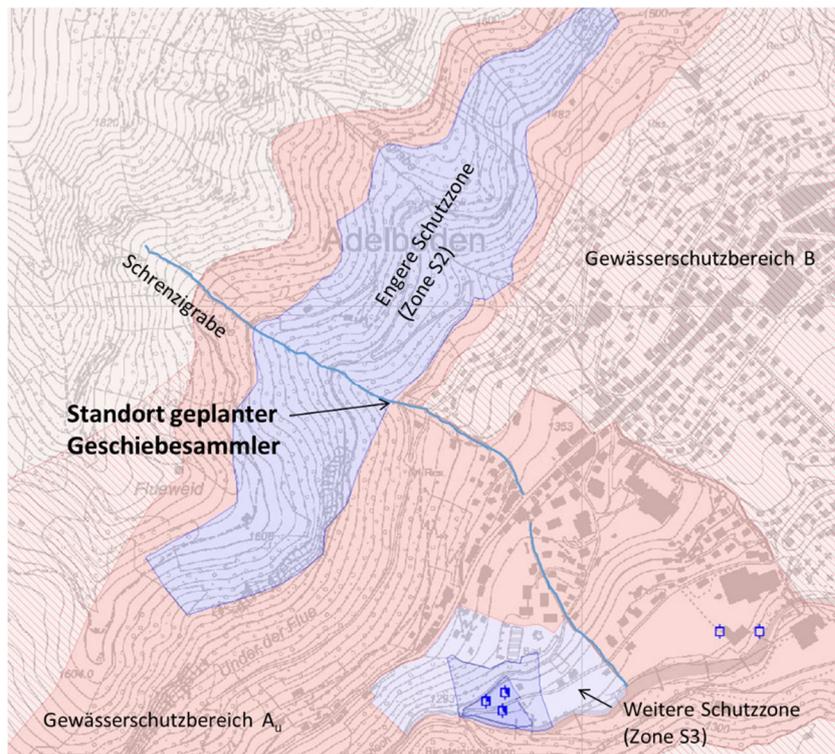


Abb. 2: Ausschnitt aus der Gewässerschutzkarte des Kantons Bern, Stand Juni 2015

Da verschiedene Gewässer- und Grundwasserschutzzonen tangiert werden, erstellte die Kellerhals + Häfeli AG für den Schrenzigrabe ein hydrogeologisches Gutachten (siehe Anhang 2).

#### Baubegleitung

Die Bauarbeiten müssen von einem ausgewiesenen Hydrogeologen begleitet werden. Weiter müssen die allgemeinen Auflagen für Bauvorhaben innerhalb der Gewässerschutzzone S (AWA des Kantons Bern) eingehalten werden.

Für die Bauarbeiten in der Zone S2 wird bei der Eigentümerin der Schutzzone eine schriftliche Stellungnahme mit Einverständniserklärung eingeholt (Stufe Bauprojekt). Zudem wird beim Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) eine Gewässerschutzbewilligung eingeholt.

## 2.5 Geologie

Im Bereich des geplanten Geschiebesammlers und der dazugehörigen Erschliessungsstrasse wurden durch die Kellerhals + Häfeli AG geologische Untersuchungen durchgeführt. Diese wurde in ihrem Bericht vom 8. Juni 2016 dokumentiert (siehe Anhang 1).

## 2.6 Feststofffrachten

Gemäss dem Anhang des Berichtes zur Naturgefahrenkarte Adelboden wird, sofern die Holzsperrn oberhalb der Senggistrasse intakt bleiben, bis zur Dorfstrasse mit einer maximalen Feststofffracht von 500 – 1'000 m<sup>3</sup> gerechnet (Szenario HQ<sub>100</sub>). Bei einem 300-jährlichen Ereignis geht man vom Szenario aus, dass die Holzsperrn versagen. Somit können grössere Geschiebemengen anfallen und es sind Feststofffrachten bis zu 1'500 m<sup>3</sup> möglich.

## 2.7 Schwemmholzfrachten

Zur Bestimmung der effektiven Schwemmholzmenge, also der tatsächlich bei einem bestimmten Ereignis auftretenden Holzmenge, sind empirische Schätzformeln bekannt. Diese beruhen auf der Auswertung von zahlreichen Hochwasserereignissen. Die Schwemmholzmenge in Abhängigkeit von der Einzugsgebietsfläche beträgt im Schrenzigrabe ca. 15 - 20 m<sup>3</sup> (nach Rickenmann, 1997). Die Schwemmholzmenge ist dabei als Volumen des lose angehäuftes Holzes zu verstehen.

## 2.8 Kapazitäten und Schwachstellen

Reinwasser

Sämtliche Durchlässe und Schwachstellen wurden vor Ort aufgenommen und auf Ihre Reinwasser-Abflusskapazität  $Q_w$  überprüft.

massgebende Gefahrenprozesse

Massgebender Gefahrenprozess auf dem Abschnitt oberhalb der Dorfstrasse ist eine Übermürung / Übersarung nach einer Verklausung, begünstigt durch Auflandungen. Unterhalb der Dorfstrasse ist bei den Schwachstellen ein Ausbruch in Folge hydraulischer Überlastung massgebend.

### 2.8.1 Brücken und Durchlässe

Kapazitäten Brücken und Durchlässe

Die folgende Übersichtstabelle zeigt die Kapazitäten (IST-Zustand) der Brücken und Durchlässe ohne Freibord (bordvoll) und unter Berücksichtigung eines Freibords von 1.5 m.

Berechnungsmethode

Für die Berechnung der Abflusskapazität ohne Freibord (bordvoll) wurde ein Wasser-Luft-Gemisch angenommen (Berechnung der Abflusstiefen in Schussrinnen, nach H. Annemüller). Die Berechnung der Abflusskapazität mit Freibord nach KOHS ( $F = 1.50$  m) basiert auf der Normalabflussberechnung. Die Wellenbildung wird hier durch die Geschwindigkeitskomponente im Freibord abgedeckt.

Fast alle Brücken und Durchlässe haben eine Durchflusshöhe, die kleiner ist als das erforderliche Freibord.

Brücke / Durchlass	km	Kapazität	
		bordvoll	F = 1.50 m
obere Brücke Senggistrasse	0.595	> HQ <sub>300</sub>	HQ <sub>100</sub>
Durchlass Senggistrasse	0.549	> HQ <sub>300</sub>	> HQ <sub>300</sub>
Privater Fussgängersteg	0.478	ca. HQ <sub>30</sub>	-- ( $h \leq F$ )
Durchlass Dorfstrasse	0.347	> HQ <sub>300</sub>	-- ( $h \leq F$ )
Private Fussgängerbrücke zu Parz. 380	0.306	> HQ <sub>300</sub>	knapp HQ <sub>100</sub>
Privater Steg	0.300	HQ <sub>100</sub> - HQ <sub>300</sub>	-- ( $h \leq F$ )
Brücke Gruebiweg	0.222	HQ <sub>100</sub> - HQ <sub>300</sub>	-- ( $h \leq F$ )
Brücke Risetensträssli	0.147	> HQ <sub>300</sub>	-- ( $h \leq F$ )
Brücke Oeystrasse	0.051	HQ <sub>100</sub> - HQ <sub>300</sub>	-- ( $h \leq F$ )

Tab. 4: Zusammenstellung der Kapazitäten der Durchlässe (IST-Zustand)

Einlauf

Die gemittelten Höhen der Durchlässe / Brücken sind jeweils beim Einlauf gemessen, da sich dort aufgrund des sehr steilen Sohlengefälles der kleinste Querschnitt ergibt. Die gemessene Breite bezieht sich auf die Sohle.

*obere Brücke Senggistrasse, ca. km 0.595*



Abmessungen	Breite	3.30 m
Durchlass (Einlauf)	Höhe	1.70 m
	Länge	~ 4.00 m

Gefälle Gerinne ca. 34%

Kapazität (bordvoll)	$Q_W \approx 25.0 \text{ m}^3/\text{s}$
-------------------------	-----------------------------------------

Unter Berücksichtigung eines Freibords von 1.50 m (nach KOHS) ist die Kapazität des Durchlasses genügend, um ein  $HQ_{100}$  ableiten zu können.

*Durchlass Senggistrasse, ca. km 0.549*



Abmessungen	Breite	2.30 m
Durchlass * (Einlauf)	Höhe	1.90 m
	Länge	~ 13.00 m

Gefälle Gerinne ca. 34.5%

Kapazität (bordvoll)	$Q_W \approx 25.0 \text{ m}^3/\text{s}$
-------------------------	-----------------------------------------

Unter Berücksichtigung eines Freibords von 1.50 m ist die Kapazität des Durchlasses genügend, um auch ein  $HQ_{300}$  ableiten zu können.

\* *Wellstahldurchlass (Maulprofil), das Profil wurde für die Berechnungen idealisiert (effektive Spannweite ca. 3.55 m, Höhe ca. 2.30 m)*



### Private Fussgängerbrücke, ca. km 0.306



Abmessungen	Breite	1.90 m
Durchlass (Einlauf)	Höhe	1.80 m
	Länge	~ 2.60 m

Gefälle Gerinne ca. 27.5%

Kapazität (bordvoll)	$Q_w \approx 21.0 \text{ m}^3/\text{s}$
-------------------------	-----------------------------------------

Unter Berücksichtigung eines Freibords von 1.50 m ist die Kapazität des Durchlasses knapp genügend, um ein  $HQ_{100}$  ableiten zu können.

### Privater Steg, ca. km 0.300



Abmessungen	Breite	1.30 m
Durchlass (Einlauf)	Höhe	0.75 m
	Länge	~ 1.00 m

Gefälle Gerinne ca. 27.5%

Kapazität (bordvoll)	$Q_w \approx 5.4 \text{ m}^3/\text{s}$
-------------------------	----------------------------------------

Die Kapazität des Durchlasses ist genügend, um ein  $HQ_{100}$  ableiten zu können, jedoch ohne Freibord, da die Durchflusshöhe  $< 1.50 \text{ m}$  ist.

Der Durchlass wurde gemäss Auskunft der Bauverwaltung Adelboden ohne Baubewilligung erstellt.

### Brücke Gruebiweg, ca. km 0.222



Abmessungen      Breite    0.80 m  
Durchlass        Höhe     1.20 m  
(Einlauf)        Länge   ~ 3.00 m

Gefälle Gerinne    ca. 15%

Kapazität             $Q_W \approx 5.4 \text{ m}^3/\text{s}$   
(bordvoll)

Die Kapazität des Durchlasses ist genügend, um ein  $HQ_{100}$  ableiten zu können, jedoch ohne Freibord, da die Durchflusshöhe  $< 1.50 \text{ m}$  ist.

### Brücke Risetensträssli, ca. km 0.147



Abmessungen      Breite \*  1.70 m  
Durchlass        Höhe     1.40 m  
(Einlauf)        Länge   ~ 7.50 m

Gefälle Gerinne    ca. 21%

Kapazität             $Q_W \approx 12.4 \text{ m}^3/\text{s}$   
(bordvoll)

Die Kapazität des Durchlasses ist genügend, um ein  $HQ_{300}$  ableiten zu können, jedoch ohne Freibord, da die Durchflusshöhe  $< 1.50 \text{ m}$  ist.

Der Durchlass befindet sich in einem schadhafte Zustand.

\* *Verengung im Durchlass, Kapazitätsberechnung erfolgte mit einer Breite von 1.40 m (ca. Breite beim Auslauf)*

### Brücke Oeystrasse, ca. km 0.051



Abmessungen  
Durchlass (Einlauf) Breite 1.65 m  
Höhe 0.70 m  
Länge ~ 3.60 m

Gefälle Gerinne ca. 11.5%

Kapazität (bordvoll)  $Q_W \approx 5.6 \text{ m}^3/\text{s}$

Die Kapazität des Durchlasses ist genügend, um ein  $HQ_{100}$  ableiten zu können, jedoch ohne Freibord, da die Durchflusshöhe  $< 1.50 \text{ m}$  ist.

## 2.8.2 Offene Strecken

Kapazitäten  
offene Strecken

Die folgende Übersichtstabelle zeigt die minimalen Kapazitäten (IST-Zustand) der offenen Strecken unter Berücksichtigung eines Freibords von 0.50 m. Für die Berechnung der Abflusskapazität wurde ein Wasser-Luft-Gemisch angenommen (Berechnung der Abflusstiefen in Schussrinnen, nach H. Annemüller).

Kanalstrecke	km	Kapazität
Holzsperrentreppe	0.415 - 0.535	$> HQ_{300}$
oberhalb DL Dorfstrasse	0.347 - 0.415	var.
Fussgängerbrücke bis m 275	0.275 - 0.304	$< HQ_{30}$
m 260 bis DL Gruebiweg	0.223 - 0.260	$< HQ_{30}$
Gruebiweg bis Risetensträssli	0.148 - 0.220	$< HQ_{30}$
oberhalb Brücke Oeystrasse	0.051 - 0.080	-- ( $h \leq F$ )
unterhalb Brücke Oeystrasse	0.015 - 0.047	$< HQ_{30}$

Tab. 5: Zusammenstellung der minimalen Kapazitäten der offenen Strecken (IST-Zustand)

Für die Kapazitätsberechnung wurde die minimale Uferhöhe pro Abschnitt eingesetzt. Die gemessene Breite bezieht sich auf die Sohle.

## 2.9 Bestehende Gefahrensituation

Aufgrund der Steilheit und des im obersten Abschnitt zur Verfügung stehenden Lockermaterials ist beim Schrenzigrabe mit Murgängen zu rechnen, welche bei den Brücken im Dorfbereich zu Verklausungen und Gerinneausbrüchen führen

können. Im Falle einer Verklauung sind insbesondere die an den Bach angrenzenden Gebäude auf dem Abschnitt zwischen der Senggistrasse und dem Risetensträssli durch seltene Übermürungen mittlerer Intensität betroffen.

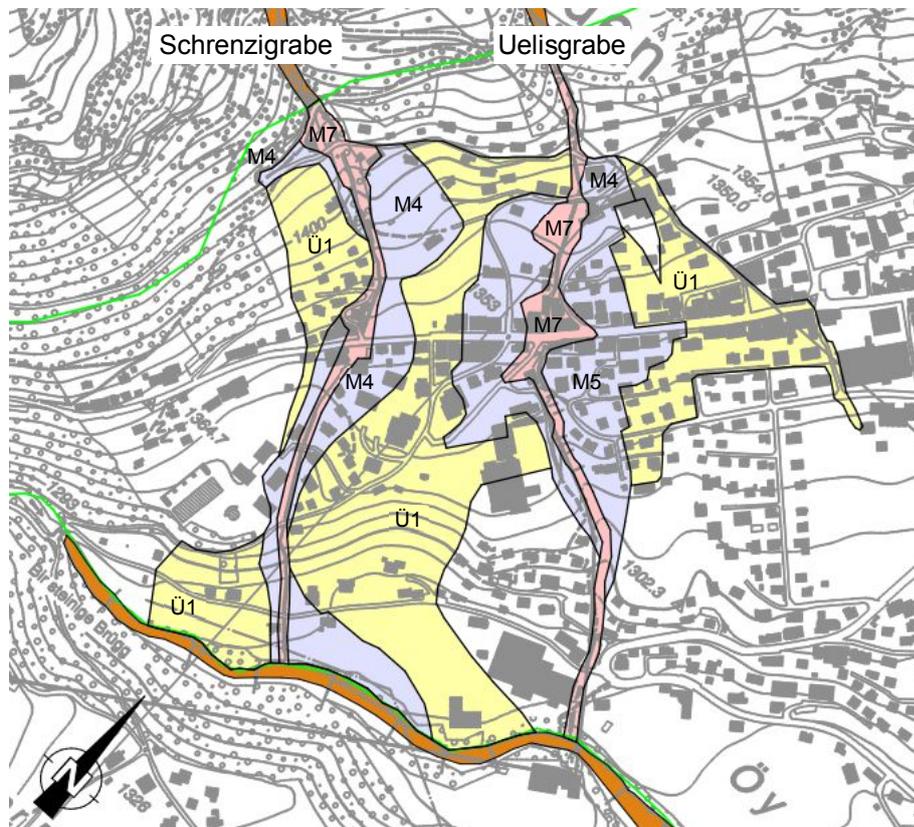


Abb. 3: Ausschnitt best. Gefahrenkarte Adelboden (Wassergefahren) vom April 2004

Der Uelisgraben wurde im Jahre 2013 auf ein 300-jährliches Ereignis ausgebaut. Damit konnte die Gefährdung durch Ereignisse am Uelisgraben auf eine Restgefährdung reduziert werden (Technischer Bericht, Kissling + Zbinden AG, 2012). Basierend auf dem Hochwasserschutzprojekt am Uelisgraben wurden auch die Intensitätskarten für den Schrenzigraben angepasst (siehe Abbildungen unten). Die Intensitätskarten zeigen, dass bei einem 100-jährlichen Ereignis insbesondere im oberen Bereich der Senggistrasse und entlang des Schrenziweges mit Übermürungen von starker Intensität zu rechnen ist. Bei einem 300 jährlichen Ereignis ist im Bereich zwischen der Senggistrasse und der Dorfstrasse mit grossflächigen Übermürungen mittlerer Intensität zu rechnen und die zusätzlichen Überschwemmungen von schwache Intensität reichen teilweise bis zum Uelisgraben.



Abb. 4: IK HQ<sub>30</sub> vor Massnahmen



Abb. 5: IK HQ<sub>100</sub> vor Massnahmen



Abb. 6: IK HQ<sub>300</sub> und EHQ vor Massnahmen

#### Intensität Überflutung (U) und Murgang (M)

- schwache Intensität
- mittlere Intensität
- starke Intensität

## 2.10 Gewässerzustand

Ökomorphologie

Der Zustand eines Fließgewässers kann mit der Karte „Ökomorphologie der Fließgewässer des Kantons Bern“ dargestellt werden.

Holzverbau

Die Karte zeigt für den Schrenzigrabe im obersten Bereich ein natürliches Fließgewässer, welches grösstenteils auf anstehendem Fels fliesst. Als „stark beeinträchtigt“ (gelb) wird die Strecke unterhalb von Kote 1610 bis zur Senggistrasse beschrieben, diese ist mit Holzsperrern verbaut und liegt im bewaldeten Gebiet.

Ab dem Durchlass Dorfstrasse bis zur Einmündung in den Allebach verläuft der Schrenzigrabe grösstenteils in einem künstlichen Betonkanal. Dieser Abschnitt wird als „künstlich / naturfremd“ bezeichnet.

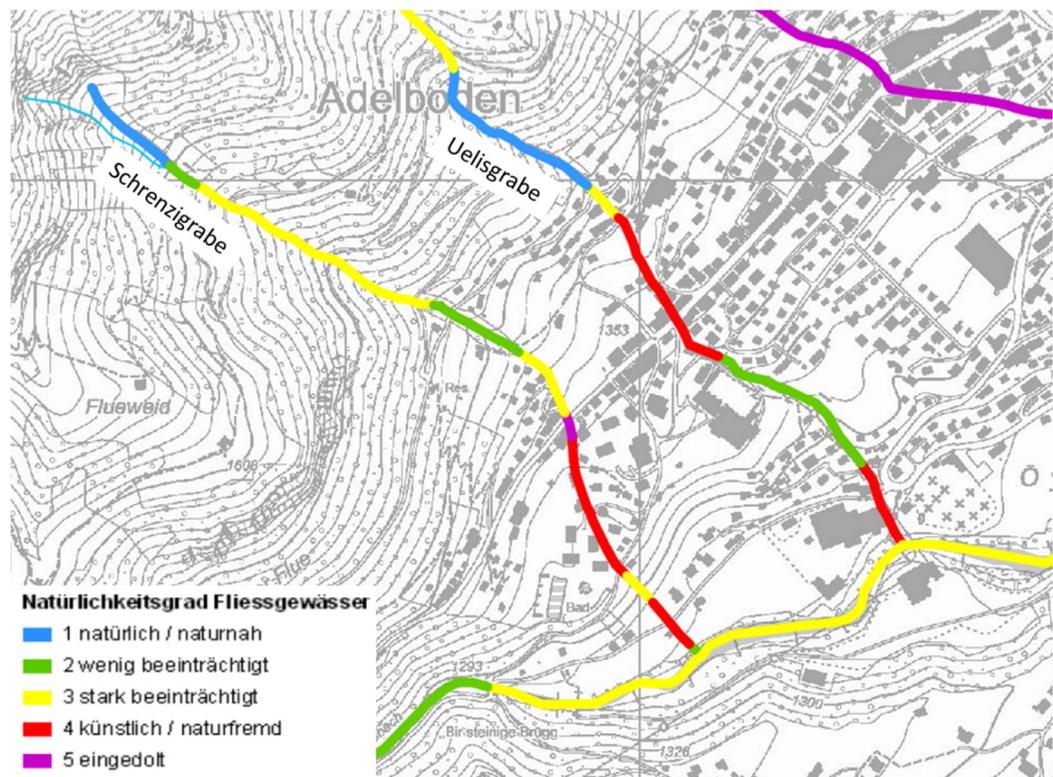


Abb. 7: Ausschnitt aus der Karte „Ökomorphologie der Fliessgewässer des Kantons Bern“, Stand Juni 2015

Die Sohle des Kanals unterhalb der Dorfstrasse bis zum Risetensträssli ist örtlich teilweise leicht beschädigt. Zudem hat es im Gerinne Pflanzeneinwüchse.

## 2.11 Raumbedarf Fliessgewässer

Seit Herbst 2009 ist der Raumbedarf gemäss der revidierten Wasserbaugesetzgebung (gültig seit 01.09.2009) rechtlich gesichert und somit verbindlich (Bauverbot). Der Gewässerraum muss mindestens den Schlüsselkurven entsprechen und ist durch die Gemeinde im Baureglement festgehalten. Im vorliegenden Projekt HWS Schrenzigrabe ist der Raumbedarf rein informativ in den Projektplänen dargestellt.

Gemäss dem Baureglement der Gemeinde Adelboden beträgt der Bauabstand zum Schrenzigrabe im Abschnitt Senggistrasse (projektierter Geschiebesammler) bis zum Risetensträssli (Bereich Baugebiet Dorf) 5.5 m. Im Bereich oberhalb der Senggistrasse sowie unterhalb des Risetensträsslis beträgt der Bauabstand 9.5 m. Zusammen mit einer natürlichen Sohlenbreite von ca. 2 m ergibt sich ein gesamter Gewässerraum von 21 m resp. 13 m im Dorfbereich. Das ist mehr als

gemäss der Schlüsselkurve gefordert ist. Deshalb gilt der von der Gemeinde festgelegte Gewässerraum.

## **2.12 Flora und Fauna**

Im Rahmen des Projektes HWS Uelisgrabe (2013) musste ein ökologisches Gutachten erstellt werden. Dieses wurde von Roland Teuscher (Adelboden) erstellt. Ob dies im Projekt Schrenzigrabe auch notwendig ist, wird zu einem späteren Zeitpunkt abgeklärt.

## **2.13 Boden**

Das Projekt HWS Schrenzigrabe erfordert etliche Bodenbewegungen. Im jetzigen Projektstand wurde noch keine Bodenansprache durchgeführt. Dies wird aber in den nächsten Projektstufen ins Auge gefasst. Zusätzlich wird ziemlich sicher ein Bodenschutzkonzept erarbeitet.

# 3 PROJEKTANNAHMEN

## 3.1 Gewählte Schutzziele

Die Wahl der Schutzziele basiert auf den im Projektperimeter vorkommenden Sachwerten bzw. Objektkategorien und den massgebenden Gefahrenprozessen.

Schutzzielmatrix  
Objektkat. 1

Im Richtplaninformationssystem des Kantons Bern sind entlang des Schrenzigrabens verschiedene Bauzonen ausgewiesen (Misch-, Wohn-, Hotel-, Erhaltungs- und Kernzone) (Geoportal, 2016). Die entlang des Schrenzigrabens vorhandenen «Bauzonen, geschlossene Kleinsiedlungen und ständige bewohnte Einzelbauten» sowie die «Gewerbe- und Industriebauten» gehören zur Objektkategorie 1. Gemäss der Schutzzielmatrix des Kantons Bern sind Objekte der Kategorie 1 bis auf ein 100-jährliches Ereignis zwingend zu schützen, falls bei einem  $HQ_{100}$  mittlere Intensitäten auftreten können. Schutz- und Vorsorgemassnahmen sind bis auf ein 300-jährliches Ereignis zu dimensionieren, falls bei einem solchen starke Intensitäten auftreten können (vgl. Abb. 8).

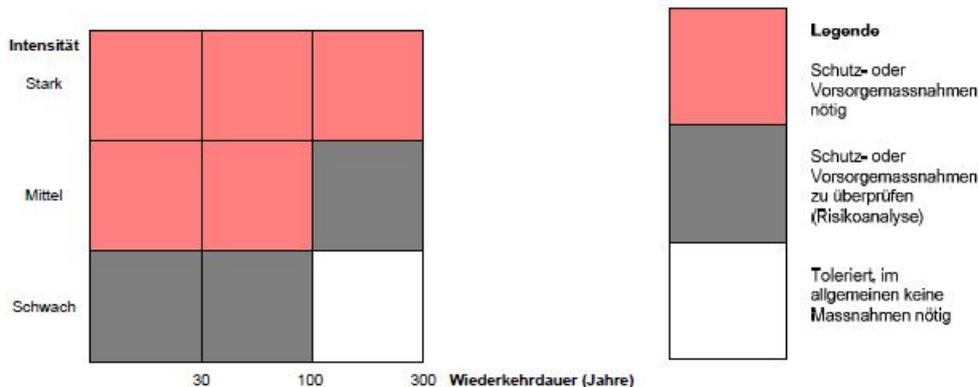


Abb. 8: Schutzzielmatrix für die Objektkategorie 1

$HQ_{300}$  für Murgang

Die Intensitätskarten vor Massnahmen (vgl. Abb. 4 - Abb. 6 in Kapitel 2.9) zeigen, dass bei einem 300-jährlichen Ereignis mit Übermurungen von starken Intensitäten im Bereich der Objektkategorie 1 zu rechnen ist. Aus diesem Grund wird für den Gefahrenprozess «Murgang» ein 300-jährliches Ereignis ( $1500 \text{ m}^3$ ) als Schutzziel festgelegt.

$HQ_{100}$  für dyn. Überschwemmung

Der Gefahrenprozesse «dynamische Überschwemmung» führt bei einem  $HQ_{100}$  sowie auch  $HQ_{300}$  zu einer Betroffenheit von mittlerer Intensität. Folglich wird das Gerinne des Schrenzigrabens auf ein  $HQ_{100}$  (inkl. Freibord) dimensioniert.

## 3.2 Ökologische Entwicklungsziele

Es wird auf *Kapitel 5.4.9, Ökologische Ausgleichsmassnahmen / Ersatzmassnahmen*, verwiesen.

## 3.3 Dimensionierungsgrössen

Bemessungswassermengen

Aufgrund der Schutzziele und der festgelegten Hochwasserabflussmengen werden folgende Bemessungswassermengen definiert:

	$HQ_{100}$ [m <sup>3</sup> /s]
oberhalb Senggistrasse	3.7
Senggistrasse bis Durchlass Dorfstrasse	4.0
Durchlass Dorfstrasse bis Allebach	4.6

Tab. 6: Zusammenstellung der Dimensionierungswassermengen Schrenzigrabe

Bei den Bemessungswassermengen handelt es sich um Reinwasserabflüsse.

Der Geschiebesammler wird auf das Rückhalten eines 300-jährlichen Ereignisses dimensioniert. Dies entspricht einem Volumen von 1'500 m<sup>3</sup>.

## 3.4 Freibord

In einem ersten Schritt wurde das erforderliche Freibord mithilfe der Empfehlung der Kommission Hochwasserschutz KOHS bestimmt. Basierend auf den Resultaten der hydraulischen Berechnungen wurde das Freibord für verschiedene Schlüsselstellen berechnet.

Freibord nach KOHS

Da der Schrenzigrabe auf dem gesamten Abschnitt ein Gefälle zwischen ca. 10% und 35% aufweist und grösstenteils in einem Betonkanal verläuft, sind die Fließgeschwindigkeiten sehr hoch. Dies führt dazu, dass bei eher kleinen Abflusstiefen von ca. 40 - 70 cm das maximale Freibord von 1.50 m angewendet werden müsste, was je nach Situation unverhältnismässig ist.

Die Kantonale Fachgruppe Wasserbau hat die Problematik erkannt und im Dezember 2015 folgende Beschlüsse (Kurzfassung) gefasst:

*„In der Gefahrenbeurteilung ist das Freibord grundsätzlich nach KOHS zu berücksichtigen. Wo das Freibord nach KOHS auf einem Abschnitt oder einer Brücke nicht eingehalten ist (**mögliche** Schwachstelle), ist zu prüfen, ob ein Ausbruch aus dem Gerinne*

*realistisch / anzunehmen ist (bspw. unter Berücksichtigung weiterer Grundlagen und Erkenntnissen). Als **effektive** Schwachstellen sind lediglich jene Objekte resp. Abschnitte in die Szenariendefinition resp. Wirkungsanalyse aufzunehmen, bei denen effektiv mit einem Ausbruch aus dem Gerinne zu rechnen ist. Im Rahmen der Wirkungsanalyse sind plausible und realistische Szenarien zu definieren, welche nicht einfach auf der Summe aller Worst-Case-Annahmen aufbaut. Es ist Aufgabe des Naturgefahrenspezialisten abzuschätzen, welche Auswirkung ein "Unterschreiten" des Freibords hat (Überströmen, Dammbbruchszenario oder nur etwas "Feuchtigkeit" durch Spritzwasser auf der freien Strecke; Verklausungswahrscheinlichkeitsbetrachtungen bei Brücken) und wie dies in die Gefahrenkarte einfließt. Ein marginales Unterschreiten der Freibordhöhe muss nicht in jedem Fall zu Gefahrenflächen ausserhalb des Gerinnes führen. Eine klare Grenze gibt es nicht, vielmehr gibt es einen gewissen Ermessensspielraum der Gefahrenbeurteiler.*

*Die Grundkonzeption des Freibords nach KOHS bedingt eine situationsbezogene Anwendung im Einzelfall.“*

Quelle: E-Mail von R. Kimmerle OIK I, 19.01.2016

Aufgrund der obenstehenden Aussagen wurden die Schwachstellen am Schrenzigrabe überprüft und das Freibord neu definiert.

offene Strecken

Da die Abflusstiefen auf offenen Strecken sehr gering sind, muss auch bei Unterschreitung des Freibords nicht mit einem Ausbruch sondern lediglich mit Spritzwasser gerechnet werden. Die seitliche Begrenzung ist zudem Überströmsicher, da der Schrenzigrabe in einem Betonkanal verläuft.

Für die Berechnung der Abflusstiefe in offenen Strecken wurde nicht eine Normalabflussberechnung durchgeführt, sondern die Abflusstiefe von einem Wasser-Luft-Gemisch bestimmt (nach H. Annemüller, Berechnung von Abflusstiefen in Schussrinnen). Diese Abflusstiefe berücksichtigt die Luftaufnahme und Wellenbildung in Schussrinnen. Das Freibord wurde für die offenen Strecken auf 50 cm festgelegt. Mit diesem Freibord wird die Unschärfe in der Sohlenlage (ist minimal, da Betonsohle und praktisch kein Geschiebe) und der mittlere Fehler der Wasserspiegellage abgedeckt.

Brücken / Durchlässe

Bei Brücken und Durchlässen wird das maximale Freibord nach KOHS von 1.50 m angewendet. Die Abflusstiefe wird mittels Normalabflussberechnung bestimmt.

# 4 SCHADENPOTENZIAL / RISIKOANALYSE

## 4.1 Risikoanalyse Adelboden

Risikoanalyse,  
Dez. 2008

Im Rahmen der Risikoanalyse Adelboden (ARGE Kissling + Zbinden AG / GEOTEST AG, Dezember 2008) wurde im Auftrag der Schwellenkorporation Adelboden und des Tiefbauamts des Kantons Bern OIK I unter anderem das Schadenpotenzial für den Schrenzigrabe mit dem hierfür vom Bund vorgeschriebenen Tool „EconoMe 1.0“ abgeschätzt. Diese Untersuchungen haben gezeigt, dass bei grösseren Ereignissen am Schrenzigraben enorme Sach- und Personenschäden zu erwarten sind (ca. 10.7 Mio. Fr. bei einem 100-jährlichen Ereignis HQ<sub>100</sub>).

## 4.2 Schadenpotential / Risiko gem. EconoMe 4.0

Neben der Risikoanalyse Adelboden, dienen die, gemäss dem Hochwasserschutzprojekt am Uelisgraben überarbeiteten, Intensitätskarten (vgl. Kapitel 2.9) zur Bestimmung des Schadenpotentials. Die massgebenden Gefahrenprozesse am Schrenzigraben sind «Murgang» und «dynamische Überschwemmung».

Grundlagen, An-  
nahmen

Das Schadenpotenzial im Projektperimeter wurde mittels EconoMe 4.0 neu berechnet. Als Basis für die Beschreibung der betroffenen Objekte diente die Risikoanalyse Adelboden, wobei die darin ausgewiesenen Objekte im Feld nochmals neu überprüft wurden (Mai 2016). Anhand der überarbeiteten Intensitätskarten (vgl. Abb. 4 - Abb. 6 in Kapitel 2.9) wurden die betroffenen Objekte je Szenario, Prozess und Intensität identifiziert. Zur Bestimmung des Schadenpotentials wurden grundsätzlich die von EconoMe 4.0 vorgeschlagenen Standardwerte verwendet. Jedoch wurden der Präsenzfaktor und die durchschnittliche Personenbelegung der Objekte gemäss der Risikoanalyse Adelboden angepasst (vgl. Anhang 14.1). Damit wird einerseits dem hohen Anteil an Ferien- und Zweitwohnungen im Projektperimeter und andererseits den Hotels und der grossen Anzahl an Geschäftsräumen im Erdgeschoss von vielen Wohnhäusern Rechnung getragen.

Schadenpoten-  
tial

Insgesamt liegen 135 Objekte im Schadenpotential Perimeter. Lediglich für das Gebäude an der Dorfstrasse 78 sind, gemäss Bauverwaltung der Gemeinde Adelboden, Objektschutzmassnahmen vorhanden. Das Schadenpotential liegt im Projektperimeter bei 6.7 Mio. CHF, davon sind 0.2 Mio. CHF Sachschäden und 6.5 Mio. CHF Personenschäden. Die mittels Standardwerten berechneten Personenschäden liegen bei ca. 3.7 Mio. CHF. Dieser Unterschied wird mit den Hotels im Perimeter und den zahlreichen Geschäftsräumen im Erdgeschoss von

Wohnhäusern, insbesondere entlang der Dorfstrasse, begründet. Für beide Objektkategorien (Gewerberäume und Hotels) wird in EconoMe 4.0 von einer Standardbelegung von 0 Personen ausgegangen. Diese Werte wurden gem. der Risikoanalyse Adelboden angepasst.

#### Risikoanalyse

Das jährliche Murgangrisiko beträgt insgesamt 156'905 CHF/a, wovon 31'954 CHF/a durch Personenrisiken (20%) und 124'951 CHF/a durch Sachrisiken (80%) zustande kommen. Das jährliche Risiko durch dynamische Überschwemmung beträgt 450'929 CHF/a, wovon 12'487 CHF Personenrisiken (2%) sind. Daraus wird ersichtlich, dass die Personenrisiken beim Gefahrenprozess «Murgang» proportional deutlich höher sind. Das durch beide Prozesse (Murgang und dynamische Überschwemmung) verursachte jährliche Gesamtrisiko beträgt 670'835 CHF. Gemäss EconoMe 4.0 bestehen für 4 Objekte durch dynamische Überschwemmung und für 9 Objekte durch Murgang eine starke Personengefährdung ( $> 10^{-5}$ ). Für diese Objekte liegt ein Individualrisiko über dem akzeptierten Grenzwert von maximal einem Hunderttausendstel ( $\leq 10^{-5}$ ) vor.

# 5 MASSNAHMENPLANUNG

## 5.1 Variantenstudien und Entscheide

Schutzkonzepte

Im Rahmen der Risikoanalyse Adelboden wurden in einem ersten Schritt verschiedene Konzeptvarianten für den Hochwasserschutz am Schrenzigrabe ausgearbeitet und miteinander verglichen.

- Variante 1: Geschiebesammler „Oben“
- Variante 2: Geschiebesammler „Mitte“

Bei beiden Varianten sind im Unterlauf Ufererhöhungen und Massnahmen bei den Brücken notwendig.

Standorte GS

In einem weiteren Schritt wurden für die Planung des Geschiebesammlers die im Rahmen der Risikoanalyse Adelboden evaluierten Standorte etwas detaillierter betrachtet und ein zusätzlicher Standort (oberhalb Senggistrasse) untersucht.



Abb. 9: Untersuchte Standorte für den Sammler am Schrenzigrabe (orange: Standorte aus Risikoanalyse; rot: zusätzlicher Standort)

## Begründung

Das Gelände im Bereich des Standorts „Oben“ ist relativ steil und für eine Leerung nur schlecht zugänglich. Eine mögliche Variante wäre über die Parzelle 2971 (Senggistrasse 32), wobei eine Sicherung der Zufahrt mit Kunstbauten (Stützmauer) notwendig ist. Zudem kann das Zielvolumen an diesem Standort weder mit Murgang-Barrieren noch mit einer Betonsperre erreicht werden. Der Standort „Mitte“ ist von der Dorfstrasse her einsehbar und wäre ein zu grosser Eingriff in das Dorfbild gewesen. Bei beiden Varianten müssen die Brücken und der Bachabschnitt oberhalb so ausgelegt werden, dass sämtliches Geschiebe bis zum Sammler abgeleitet werden kann. Dies ist bei der Variante „oberhalb Senggistrasse“ nicht erforderlich, da der Sammler weiter oben zu liegen kommt. Dabei kann das Zielvolumen im natürlichen vorhandenen Geländeeinschnitt abgelagert werden, welches mit einer Sperre am Ende zurückgehalten wird. Nur an diesem Standort kann das Zielvolumen erreicht werden, zudem folgt mit der Unterstrom liegenden Senggistrasse ein Engpass, falls der Geschiebesammler weiter unterhalb realisiert würde, so hätte dies grosse Anpassungen an der Strasse, den Brücken und dem Gerinne zur Folge. Die Standortgebundenheit kann daher für die Variante „oberhalb Senggistrasse“ ausgewiesen werden.

## Variantenentscheid

An der Projektbesprechung vom 13.08.2015 wurde beschlossen, dass die Variante „oberhalb Senggistrasse“ weiterverfolgt wird.

Anstelle eines Ausbaus des Unterlaufs wurde auch die Variante „Objektschutzmassnahmen“ betrachtet. Da aber zu viele Gebäude innerhalb des betroffenen Überflutungsgebietes des Schrenzigrabe liegen, ist dies nicht wirtschaftlich. Zusätzlich hätte dies wenig Einfluss auf die Gefahrenkarte, da Objektschutzmassnahmen in der Gefahrenkarte nicht berücksichtigt werden. Das Gebiet verbleibt in der Gefahrenzone vor Massnahmen, was v.a. auch auf Um- und Neubauprojekte eine Auswirkung hat (Auflagen).

## 5.2 Unterhaltsmassnahmen

Im Rahmen der Ausarbeitung zum Auflageprojekt wird ein Unterhaltskonzept erarbeitet, welches u.a. auch die Kiesrückgabe regelt. Die Kiesrückgabe (Leerung des Sammlers) ist ein zentraler Punkt des Unterhaltes des Schrenzigrabe. Nach grösseren Ereignissen muss der Geschiebesammler geleert werden. Hierfür sollte das Geschiebe dem Allebach bzw. der Engstlige anschliessend zugegeben werden. Nach Beizug der Geschiebestudie des Allebach (2013) würde es Sinn machen, das Geschiebe «i de Stude» (oberhalb der Margelibrücke) der Engstlige zuzugeben. Bereits heute wird dort oft Geschiebe aus der Engstlige entnommen, daher ist auch die Zufahrt mit einem LKW schon gewährleistet.

## 5.3 Raumplanerische Massnahmen

Infolge der sehr starken und dichten Bebauung im Dorfbereich (Abschnitt Senggistrasse bis Risetensträssli) kann im Überlastfall kein grossflächiger und gut funktionierender Überlastkorridor eingerichtet werden. Da der Schrenzigrabe vorwiegend bei Gewitterereignissen aktiv wird, sind infolge der zu geringen Vorwarnzeit auch mobile Massnahmen nicht zu empfehlen. Gemäss Auskunft beim Gemeindeführungsorgan (GFO) ist die Ausarbeitung einer Notfallplanung für die Gemeinde Adelboden ab dem Jahre 2017 vorgesehen.

### 5.3.1 Landerwerb

Das Projekt erfordert an diversen Orten temporäre und definitiver Landbedarf. Es ist kein eigentlicher Landerwerb vorgesehen womit das beanspruchte Land weiterhin im Eigentum des jeweiligen Grundeigentümers liegt. Für dauernd beanspruchte Flächen können Dienstbarkeiten vereinbart werden, welche im Grundbuch eingetragen werden. Betroffene Flächen wären hierfür im Bereich des Geschiebesammlers, den Ufererhöhungen mittels Dammschüttungen und Mauern sowie entlang der Aufwertung im untersten Gerinneabschnitt des Baches auszuscheiden. Für vorübergehend beanspruchte Flächen (während der Bauausführung) können Ertragsausfallentschädigungen ausgerichtet werden.

## 5.4 Bauliche Massnahmen

### 5.4.1 Geschiebesammler

Sammler oberhalb Senggistrasse

Hauptelement des Hochwasserschutzprojekts ist ein Geschiebesammler mit einem Zielvolumen von ca. 1'500 m<sup>3</sup> oberhalb der Senggistrasse auf Kote 1'447.40 m ü. M. Der Geschiebesammler wird in das V-förmige Tal eingepasst.

Kenndaten:

- Betonsperre, Spannweite ca. 43 m (nicht abgewinkelt)
- V<sub>total</sub> ca. 1'500 m<sup>3</sup> (mit 3% Auflandungsgefälle)
- Höhe der Sperre (Überfallsektion): ca. 8.5 m

Das Gelände im Bereich des Sammlers ist relativ steil. Für die Zufahrt ab Senggistrasse ist ein Hanganschnitt notwendig, welcher mit einem Stützbauwerk gesichert werden muss. Die Einfahrt in den Sammler erfolgt durch den Sperrenflügel auf der orografisch linken Bachseite.

Vorteil: notwendiges Rückhaltevolumen kann ohne grössere Abtrage bereitgestellt werden

Nachteile: Sammler liegt teilweise in Grundwasserschutzzone S2, Zufahrt in Sammler aufwändig (Sicherung mit Stützkonstruktion)

Die Abschlussmauer ist mit einer Gegenschwelle über das Tosbecken miteinander verbunden.

Rückwärtig des Geschiebesammlers sind zwei Holzkasten hinterspült. Diese sollten instand gestellt werden.

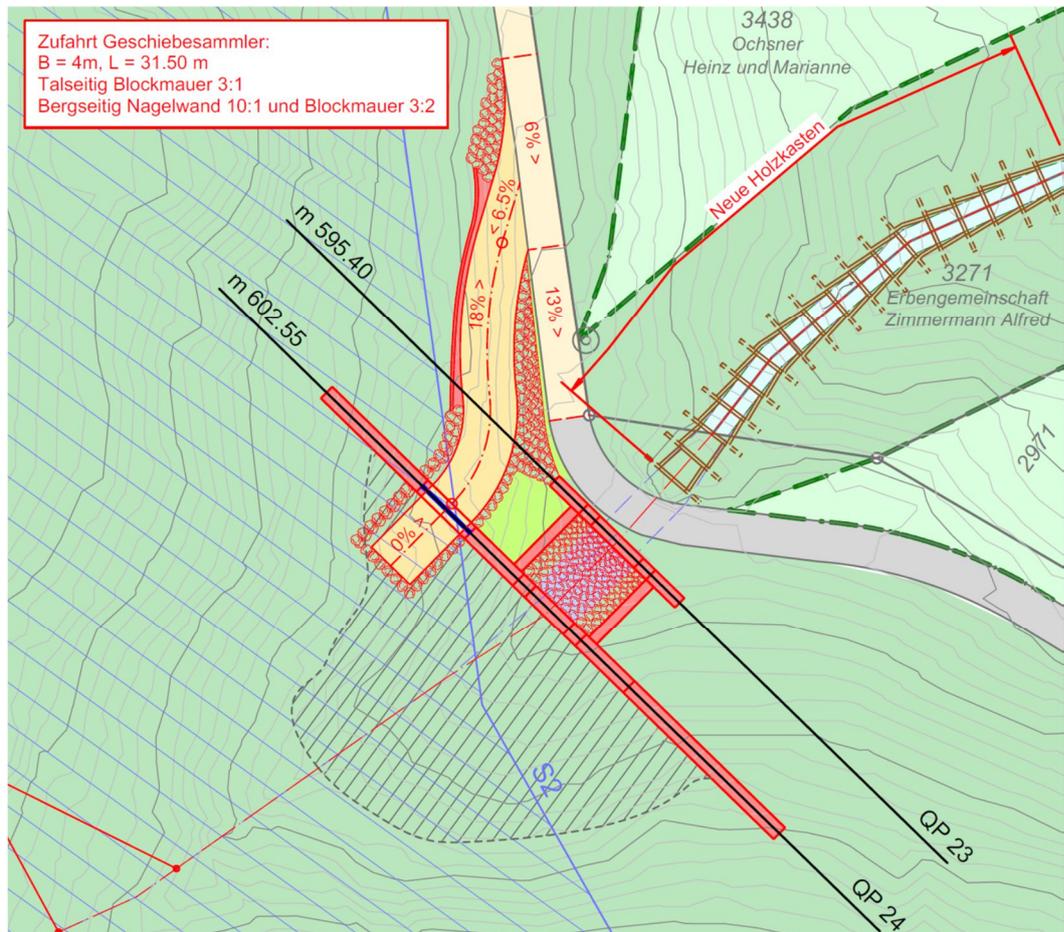


Abbildung 10: Situation projektierter Geschiebesammler mit projektierter Unterhaltszufahrt, Vorseperre und seitlichen Abstützungsmauern

## 5.4.2 Sohlenstabilisierung unterhalb Sammler

Aufgrund des unterbrochenen Geschiebetriebs unterhalb des Sammlers muss das Gerinne an einigen Bachabschnitten zusätzlich stabilisiert und gesichert werden. Bei einer Begehung im Sommer 2016 zeigte sich zudem, dass einige ältere Holzkastensperren hinterspült und teilbeschädigt sind. Diese müssen erneuert werden, durch die somit ohnehin notwendige Sanierung dieser Abschnitte kann



Kurz vor  
Dorfstrasse

Oberhalb des Durchlasses Dorfstrasse bestehen die Ufer des Schrenzigrabens aus vertikalen Betonmauern. Die Mauern sind für das gewählte Schutzziel zu wenig hoch und müssen daher erhöht werden. Da sich diese Konstruktionen mehrheitlich in einem guten Zustand befinden, ist eine Betonmauererhöhung ausführbar. Linksseitig ist auf einem kurzen Abschnitt die Ufermauer komplett neu zu erstellen.

#### **5.4.4 Gerinneausbau Dorfbereich**

Objektschutz

Das Gerinne des Schrenzigrabes wird auf ein 100-jährliches Ereignis ausgelegt. Bei grösseren Ereignissen kann es oberhalb der Dorfstrasse zu Ausuferungen kommen. Das Gebäude der Dorfstrasse 69a kann frontal angeströmt werden. Die berechnete Schutzkote für diesen Fall liegt ca. 0.4 m über dem Niveau der Dorfstrasse. Am Gebäude 69a liegen die Schaufenster über dieser Kote, die Eingangstüre entspricht aber nicht den Anforderungen des Hochwasserschutzes. Daher ist die Eingangstüre mit Objektschutzmassnahmen zu sichern respektive durch eine stärkere dichte Türe zu ersetzen.

Dorfbereich Er-  
höhung Ufer

Nach dem Durchlass Dorfstrasse ist das linke Ufer zu niedrig um ein 100-jährliches Ereignis schadlos abzuführen. Hierfür wird im Bereich des Gebäudes auf der Parzelle Nr. 2802 das Ufer mit einem Blocksatz in Hinterbeton erhöht auf mindestens 1.05 m über der Bachsohle.

Auf der rechten Bachseite bei der Parzelle Nr. 2609 befindet sich kurz vor dem privaten Fussgängersteg ein Kellereingang ins Gebäude. Die Betonbrüstung reicht nur bis +0.4 m über OK Sohle anschliessend ist die Kelleraussenwand aus Holzplatten gebaut, dahinter folgt mit einer Türe ein Nebeneingang ins eigentliche Gebäude. Dies darf nicht akzeptiert werden und daher ist die Betonbrüstung mit entsprechenden Massnahmen um 80 cm aufzustocken. Der Fussgängersteg wurde ohne Baubewilligung erstellt und ist demnach zurück zu bauen.

Im Anschluss ist die Abflusskapazität des Schrenzigrabens bis zur Brücke Gruebiweg auf beiden Uferseiten zu gering. Im ersten Abschnitt bis Ende der Parzelle Nr. 3681 wird auf der linken Uferseite eine Ufererhöhung mit Blocksteinen auf mindestens +1.55 m über OK Sohle empfohlen. Auf der rechten Uferseite wird entlang der Parzelle Nr. 3681 ein Uferschutzdamm mit einer Böschungsneigung von 1:4 modelliert. Um die Schutzkote von +1.55 m über OK Sohle zu erreichen, sind Dammhöhen von 0.40 – 1.05 m erforderlich. Im Anschluss ist der Schrenzigrabe in einer Schalenstrecke hart verbaut. Die Betonufermauern müssen um bis zu max. 1.0 m erhöht werden um die definierte Schutzkote zu erreichen. Auf der Parzelle Nr. 2942 befindet sich ein Treppenzugang zum Gerinne, damit dort im Hochwasserfalle keine Schwachstelle entsteht, soll diese Treppe zubetoniert werden.

Nach dem Durchqueren der Brücke Gruebiweg fliesst der Schrenzigraben weiterhin in einer Schalenstrecke. Bis zur Brücke Risetensträssli müssen die Ufermauern um bis zu 1 m erhöht werden, damit das Schutzziel (+2.05 m über OK

Sohle) eingehalten werden kann. Zwei Treppenzugänge zum Bach werden ebenfalls zubetoniert damit keine Schwachstellen bleiben.

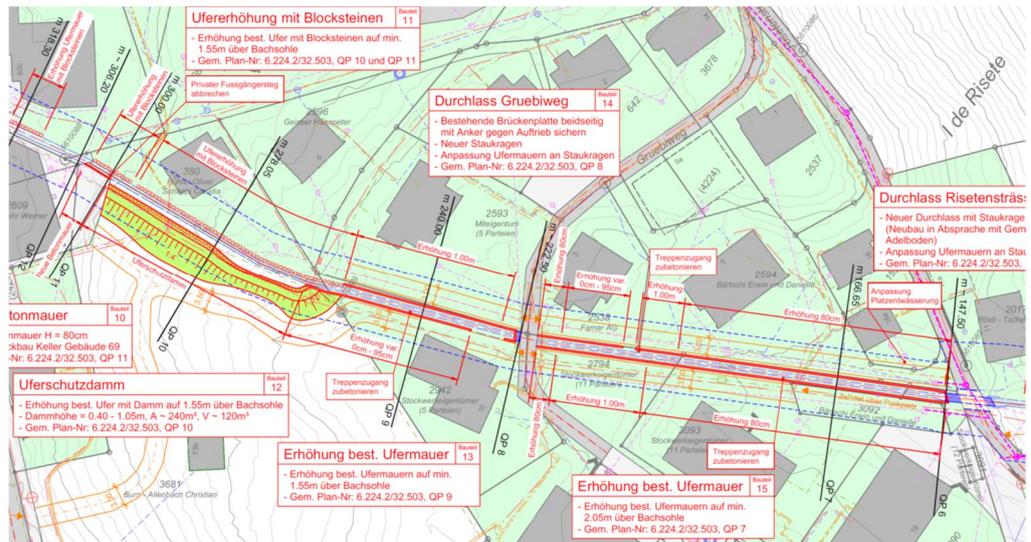


Abbildung 12: Situation Gerinne unterhalb Dorfstrasse bis Risetensträssli mit Mauererhöhungen, Anpassungen Brücken, Dämme

Sicherung Bachsohle

Die gepflasterte Bachsohle im Dorfbereich weist an einigen wenigen Stellen kleinere Schäden auf. Diese sind im Rahmen des Gerinneausbaus auch zu sanieren und instand zu stellen.

### 5.4.5 Steilstrecke nach Risetensträssli

Sicherung Kolkbereiche Sperren

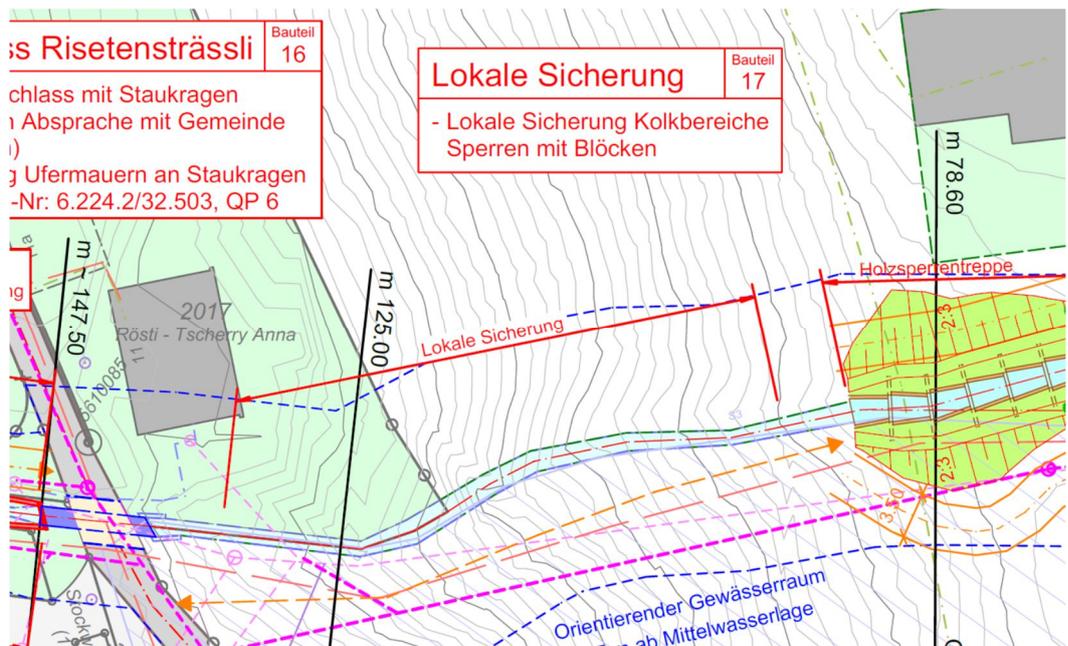


Abbildung 13: Situation Bereich Steilstrecke nach Brücke Risetensträssli, lokale Sohlensicherung in der Steilstrecke

Unterhalb des Risetensträssli befindet sich eine Steilstrecke mit einem Gefälle von 60%. Dieses ist durchsetzt von mehreren Betonsperren zur Sohlen- und Ufersicherung. Die Sperren selber befinden sich in einem guten Zustand. Einzig in den Kolkbereichen Unterstrom der Bauwerke findet man einzelne Erosionsspuren. Durch eine lokale Sicherung der Kolkbereiche können diese Mängel und kleineren Schäden behoben werden und es wird eine stabile Situation geschaffen. Die Steilstrecke liegt in einem Einschnitt, daher ist die Abflusskapazität auch bei seltenen Hochwasserereignissen gegeben.



Abbildung 14: Foto Sperre in der Steilstrecke mit teilweise Erosion Unterstrom der Sperre -> Kolkbereiche sichern

#### **5.4.6 Aufwertung und Hochwasserschutz im Bereich Oeystrasse**

Sohlenabsenkung Bereich Oeystrasse

Nach der Steilstrecke erfolgt nach der untersten Bachsperre ein Gefällsknick. Im folgenden Abschnitt ist die Abflusskapazität viel zu gering und es kommt bereits bei kleineren Ereignissen zu Ausuferungen, welche auch in Richtung der nahestehenden Wohnhäuser fließen können. Die bestehende Brücke Oeystrasse ist auch eine Schwachstelle, zur Vergrößerung der Durchflusskapazität kann die Strasse nicht angehoben werden. Der Querschnitt des Gerinnes wird unter anderem erweitert indem die Sohle abgesenkt wird. Die Bachsohle wird in der Folge um bis zu 1.80 m tiefer gelegt als die bisherige Führung. Dazu wird nach der letzten Betonquersperre ein Abschnitt mit 6 Holzkastensperren erstellt, welche das Gerinne in die tiefere Sohlenlage führen. Damit keine Ausuferungen bis zu einem 100-jährlichen Ereignis erfolgen, werden im Abschnitt mit den Holzkastensperren seitliche Dämme erstellt. Diese können nach Abschluss der Bauarbeiten landwirtschaftlich bewirtschaftet werden. In der Folge liegt das Gerinne genügend tief und wird zusätzlich verbreitert und aufgewertet. Die Sohlenbreite

wird sukzessive von 1 m auf max. 3 m verbreitert. Die Böschungen werden mit Neigungen zwischen 1:2 – 2:3 ausgeführt. Die Sohle und die Böschung werden möglichst naturnah ohne hartem Verbau erstellt. Zwecks Sohlensicherung und zur Aufwertung der Struktur werden einzelne grössere Blocksteine in die Sohle und im Bereich des Böschungsfusses erstellt. Mit einzelnen quer verlegten Blockriegel wird die Sohle, welche eine Längsneigung zwischen 5 – max. 9% aufweist zusätzlich verstärkt. Oberhalb des Wasserspiegels  $HQ_{100}$  wird in den Böschungen eine standortheimische Uferbestockung realisiert. Mit einzelnen Totholzstrukturen wie versetzten Wurzelstöcken wird das Gerinne weiter aufgewertet. Im Einmündungsbereich zum Allebach wird das vorhandene Ufergehölz nach Beendigung der Bauarbeiten wieder angepflanzt. Durch die angepasste Sohlenlage und die Böschungsanpassungen muss der Durchlass Oeystrasse neu erstellt werden.

#### Zusammenfassung Aufwertung und Hochwasserschutz:

##### Oberster Abschnitt:

- Abschnittslänge ca. 20 m
- Holzsperrentreppe
  - 6 Sperren
  - Sperrenabstand 3.00 m
  - Absturzhöhe 1.00 m

##### Neugestaltung Gerinne:

- Abschnittslänge: ca. 70 m
- Sohlengefälle oberhalb Durchlass ca. 9%, unterhalb Durchlass ca. 5%
- Sohlenbreite 1.50 - 3.00 m mit Niederwasserrinne
- Sohlensicherung mit Blockriegel
- Sohlenabsenkung gegenüber heutiger Sohle um max. 1.80 m

##### Neuer Durchlass Oeystrasse:

- lichte Höhe: ca. 2.00 m (WSP. ca. 0.50 m, Freibord = 1.50 m)
- lichte Breite: unten: 2.00 m, oben: 4.00 m

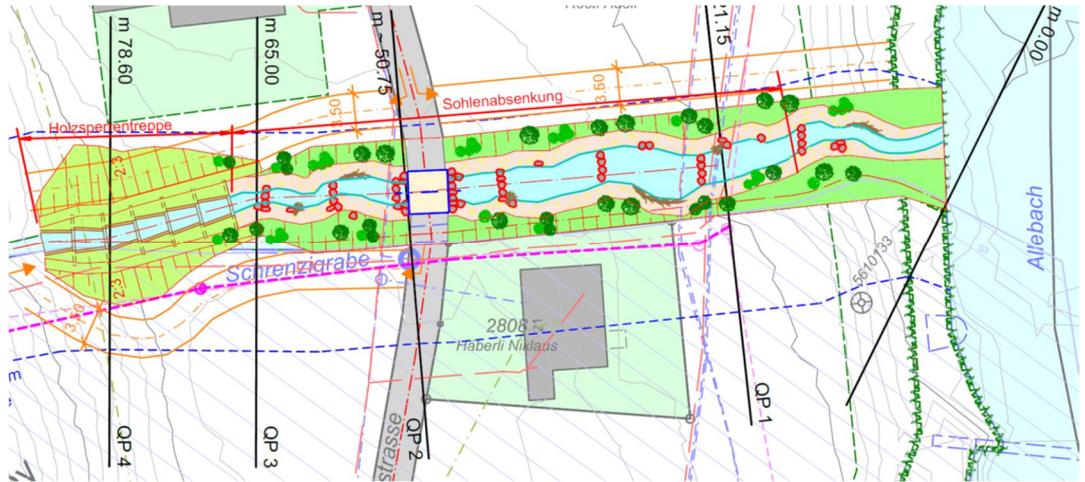


Abbildung 15: Situation aufwertetes Gerinne im Unterlauf des Schrenzigrabens

## 5.4.7 Brücken und Stege

Senggistrasse oben	Bei der oberen Senggistrassenbrücke (km 0.595) sind keine Anpassungen notwendig.
Senggistrasse unten	Bei der unteren Senggistrassenbrücke (km 0.549) sind keine Anpassungen notwendig.
Privater Fuss- gängersteg	Der private Fussgängersteg (km 0.478) für die Querung von der Parzelle Nr. 1925 zur Parzelle Nr. 4295 kann maximal ein 30- jährliches Ereignis ohne Freibord abführen. Um das Schutzziel einzuhalten soll der Steg mit einer Sollbruch- stelle ausgestattet werden, was erlaubt, dass die Konstruktion bei einem grösseren Ereignis weggespült wird. Mit einem Seil wird der Steg dann am Ufer gesichert, damit er weiter unten keine Verkläusung verursacht.
Durchlass Dorfstrasse	Der Durchlass Dorfstrasse (km 0.347) kann ein HQ <sub>100</sub> mit bordvollem Abfluss aufnehmen. Da die lichte Höhe < als 1.5 m ist, was der Freibordhöhe entspricht, wird der Durchlass mit einem vorgelagerten Staukragen ausgestattet. Dieser kann seitlich an den Betonufermauern fixiert werden.
Private Fussgän- gerbrücke	Unterhalb der Dorfstrasse befindet sich eine private Fussgängerbrücke (km 0.306), welche teilweise auch als Parkplatzfläche dient. Die Kapazität reicht knapp aus um ein 100- jährliches Ereignis inklusive Einhalten der Freibordbedingungen abzuführen. Es sind daher keine Anpassungen notwendig.
Privater Steg	Unterhalb der Fussgängerbrücke befindet sich ein privater Steg (km 0.300), welcher zu einem Kellereingang der Liegenschaft auf der Parzelle Nr. 2609 führt. Ein HQ <sub>100</sub> weist einen bordvollen Abfluss auf. Um das Schutzziel inkl. Freibordbedingungen einzuhalten, soll der Steg abgebrochen werden. Gemäss der Bauverwaltung Adelboden wurde der Steg ohne Baubewilligung erstellt und muss daher sowieso entfernt werden.

Brücke Gruebiweg

Bei der Brücke Gruebiweg (km 0.222) beträgt die lichte Durchflusshöhe ebenfalls weniger als 1.5 m (erforderliches Freibord), daher ist auch da ein Staukragen vorzusehen. Dieser kommt vorgelagert Oberstrom der Brücke zu liegen und wird in die Ufererhöhungen seitlich integriert. Damit keine Auftriebsprobleme bei einem Abfluss unter Druck auftreten, ist die Brückenplatte mit Ankern zusätzlich zu sichern.

Brücke Risetensträssli

Die Brücke Risetensträssli (km 0.147) weist einen schadhafte Zustand auf. Der Mörtel zwischen den Natursteinen ist teilweise stark gerissen und ausgewaschen. Die vermörtelten Natursteinwände sind zudem anfällig auf allfällige Sprödbrüche bei einem Versagen der Konstruktion. An der Unterseite der Brückenplatte sind etliche Korrosionsspuren vorhanden und einzelne stillgelegte Werkleitungen ragen in das Brückenprofil. Aus diesen Gründen wird empfohlen die Brücke abzubauen und neu zu erstellen. Dabei muss auch Oberwasserseitig ein kleiner Staukragen vorgesehen werden. Erste Abklärungen mit der Gemeinde Adelboden (Bauverwaltung) für einen Brückenneubau sind positiv ausgefallen. Der Brückenneubau erfolgt in Absprache mit der Gemeinde Adelboden.

Brücke Oeystrasse

Durch die geplante Sohlenabsenkung und Bachaufwertung um die Brücke Oeystrasse muss die Brücke neu erstellt werden. Da die bestehende Konstruktion bei einer visuellen Begutachtung erhebliche Schäden aufwies (grössere Risse in den Wänden und morsche Holzträger), sollte sowieso eine Neuerstellung ins Auge gefasst werden. Da die Sohle um den Brückenbereich ca. 1.5 m abgesenkt wird, beträgt die lichte Höhe neu ca. 2.1 m. Dies reicht aus um ein 100-jährliches Ereignis inkl. Freibordhöhe von 1.5 m abzuführen. Ein Staukragen ist nicht erforderlich. Der Brückenneubau erfolgt in Absprache mit der Gemeinde Adelboden.

#### **5.4.8 Überlastfall**

Zur Thematik Überlastfall wird auf das Kapitel 9.1 „verbleibende Gefahren / Überlastfall verwiesen.

#### **5.4.9 Ökologische Ausgleichsmassnahmen / Ersatzmassnahmen**

Durch den Bau des Geschiebesammlers werden bestehende Wald- und Flusslaufflächen betroffen. Es sind evtl. Ausnahmegewilligungen zur Beseitigung von geschützten Pflanzen sowie Ufervegetation nötig, Naturwerte werden beeinträchtigt.

ökologische Aufwertung

Am bestehenden Gerinne zwischen dem projektierten Geschiebesammler und dem Risetensträssli erfolgen Massnahmen, die ausschliesslich der Hochwassersicherheit dienen und die bestehende Situation kaum verändern. Aus diesem Grund ist in diesem Abschnitt keine wesentliche ökologische Aufwertung möglich.

Im untersten Gewässerabschnitt nach der Steilstrecke unterhalb des Risetensträssli bis zur Einmündung in den Allebach erfolgt eine Aufwertung des Gerinnes. Die Bachsohle wird nach einem kurzen Holzkastensperrenabschnitt verbreitert und tiefer gelegt. Die Ufer werden abgeflacht und auf einen harten Verbau sowie insbesondere auf den Einsatz von Betonmauern wird verzichtet. Stattdessen wird die Sohle mit einzelnen Störsteinen verstärkt und strukturiert. Die Kronenbereiche der Böschungen werden mit standortheimischem Bewuchs versehen. Zwecks Stabilisierung der Sohle infolge des hohen Längsgefälles werden einige Querriegel aus Steinblöcken erstellt. Das neue Bachquerprofil weist eine maximale Breite von 10 m auf (Sohle und Böschungen) und schliesst sich an das bestehende orografisch rechtsliegende Bachufer an. Somit kommt es für die Landwirtschaft nicht zu grossflächigen Landzerschneidungen.

#### Rodungen

Im Bereich des Sammlers und des Holzverbaus im Bereich Senggistrasse müssen Rodungen von 3361 m<sup>2</sup> (328 m<sup>2</sup> definitiv, 3033 m<sup>2</sup> temporär) ausgeführt werden. Für den Bau des Holzverbaus zwischen den beiden Brücken Senggistrasse sind nur temporäre Rodungsarbeiten (Erschliessung Baustelle) erforderlich. Für den Bau des Geschiebesammlers und der kurzen Zufahrtsstrasse sind definitive Rodungen unumgänglich. Diese sollen, wenn möglich in der Nähe an einem anderen Standort mit einer Ersatzaufforstung kompensiert werden. Der Rückhalteraum des Geschiebesammlers kann als temporäre Rodungsfläche ausgeschieden werden, falls die Bewirtschaftung so aussieht, dass nur ca. alle 10 Jahre oder seltener die Bestockung im Ablagerungsraum entfernt werden muss. Der Unterhalt erfordert im Rückhalteraum des Geschiebesammlers voraussichtlich Massnahmen nicht fleissiger als alle 10 Jahre. Daher kann der Bereich als temporäre Rodung ausgeschieden werden. Die Örtlichkeit wurde am 4. Oktober 2016 mit Lars Billo (Waldabteilung Alpen) besichtigt. Im Anschluss zu dieser Begehung erstellte die Waldabteilung Alpen eine Waldausscheidung, auf welche sich dieses Projekt stützt. Zusätzlich wurde als Grundlage die Erkenntnisse aus dem Vortrag «Wissenstransfer Waldrecht für Naturgefahren-Fachleute und Ingenieurbüros» vom 24. Oktober 2016 des Amtes für Wald des Kantons Bern berücksichtigt.

Im Uferbereich des Allebachs bei der Einmündung des Schrenzigrabens ist eine Uferbestockung vorhanden. Nach Beendigung der Bauarbeiten wird die tangierte Uferbestockung wieder an Ort und Stelle im selben Ausmass wie bisher angepflanzt.

Die Rodungen und die notwendigen Ersatzaufforstungen wurden mit den zuständigen Fachorganen vorbesprochen und werden in einem separaten Rodungsverfahren bewilligt.

### **5.4.10 Bodenschutzkonzept**

Das Projekt erfordert diverse Bodenbewegungen. Dazu wird ziemlich sicher zu einem späteren Zeitpunkt ein Bodenschutzkonzept erforderlich sein. Dies wird im Rahmen des Auflageprojektes konkretisiert und angegangen. Unter anderem wäre dann eine Bodenkundliche Baubegleitung vorgesehen.

## 6 KOSTENVORANSCHLAG

2.8 Mio. Die geschätzten Gesamtkosten (Stand Bauprojekt +/- 10%, Preisstand 2017) für die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen am Schrenzigrabe betragen rund 2.8 Mio. Fr. Davon entfallen 1.33 Mio. Fr. auf den Bau des Geschiebesammlers und 1.43 Mio. Fr. auf den Ausbau des Gerinnes.

Kostenträger Die Kosten werden in erster Linie durch die Schwellenkorporation und das Tiefbauamt des Kantons Bern getragen. Als weitere Kostenträger sind denkbar:

- Private
- Gemeinde Adelboden anteilmässig für den Neubau der Brücken Risetensträssli und Oeystrasse
- Werkleitungseigentümer
- Gebäudeversicherung für die geplanten Objektschutzmassnahmen beim Gebäude Dorfstrasse 69a (Müller Haustechnik GmbH)
- Evtl. weitere

# **7 BAUABLAUF**

## **7.1 Etappierung / Bauteile**

Die Etappierung wird zu einem späteren Zeitpunkt ausgearbeitet.

## **7.2 Bauprogramm**

Das Bauprogramm wird zu einem späteren Zeitpunkt ausgearbeitet

## **7.3 Baustelleninstallation**

Die Baustelleninstallation wird zu einem späteren Zeitpunkt definiert.

## **7.4 Wasserhaltung**

Der Schrenzigrabe führt im Normalfall nur sehr wenig Wasser, die Abflussmenge kann jedoch bei einem Ereignis innert kürzester Zeit stark zunehmen.

Die Wasserhaltung wird nach Vorschlag Unternehmer ausgeführt.

## **7.5 Baurisiken / Gefährdungen beim Bau**

Der Wasserspiegel im Schrenzigrabe kann in einem Ereignisfall schnell ansteigen. Betroffen sind v.a. die Arbeiten im Gerinne sowie im Bereich des Geschiebesammlers.

## **8 AUSWIRKUNGEN DER MASSNAHMEN**

Die Auswirkungen der Massnahmen werden zu einem späteren Zeitpunkt beschrieben.

# 9 VERBLEIBENDE GEFAHREN

## 9.1 Verbleibende Gefahren / Überlastfall

Der Ausbau des Sammlers auf ein 300-jährliches Murgangereignis sowie der Ausbau des Gerinnes auf ein 100-jährliches Ereignis reduzieren die Gefahren massgebend. Dank dem Geschiebesammler ist nur noch bei einem Extremereignis mit Übermürungen zu rechnen (Restrisiko). Mit dem Ausbau des Gerinnes ist der gesamte Perimeter bis zu einem 100-jährlichen Ereignis komplett vor Wassergefahren aus dem Schrenzigraben geschützt.

Überlastfall

Die Abflussberechnungen ergaben für ein  $HQ_{300}$  ab der Höhe Schrenziweg einen bordvollen Abflussquerschnitt im Schrenzigraben. Folglich muss bei einem  $HQ_{300}$  ab Höhe Schrenziweg mit Wasseraustritten gerechnet werden. Im Bereich des Gruebiweges erreichen die dynamischen Überschwemmungen sogar mittlere Intensität, da das umliegende Terrain teilweise tiefer als der dimensionierte Schutzdamm liegt und es somit teilweise zu einem Aufstau kommen kann. Zur Bestimmung der Gefährdung durch ein Extremereignis wurde angenommen, dass das anfallende Geschiebe, welches nicht im Sammler zurückgehalten werden kann, im oberen Bereich der Senggistrasse und entlang des Schrenziweges zu Übermürungen führt (ähnlich  $HQ_{100}$  vor Massnahmen). Zusätzlich zu den Übermürungen wurde davon ausgegangen, dass bei einem  $EHQ$  die gleichen Überschwemmungsflächen wie bei einem  $HQ_{300}$  resultieren.

Intensitätskarten nach Massnahmen

Die entsprechend überarbeiteten Intensitätskarten nach Massnahmen sind unten abgebildet. Für ein 30- und ein 100-jährliches Ereignis ist mit keinem Wasser- oder Geschiebeaustritt aus dem Gerinne zu rechnen, weshalb auf die Darstellung der Intensitätskarten für diese Szenarien verzichtet wird.



Abb. 16: IK  $HQ_{300}$  nach Massnahmen



Abb. 17: IK  $EHQ$  nach Massnahmen

## 9.2 Individuelles Todesfallrisiko

Das jährliche individuelle Todesfallrisiko kann bei 12 von 13 Objekten auf den akzeptierten Grenzwert von  $\leq 10^{-5}$  gebracht werden. Das Gebäude an der Dorfstrasse 69a ist bei einem EHQ durch Murgang von starker Intensität betroffen, was zur Überschreitung des akzeptierten Grenzwertes führt. Um dieses Objekt zusätzlich zu schützen, wurden verschiedene Varianten geprüft. Da es sich um ein einzelnes Objekt handelt, für welches das Todesfallrisiko nach Umsetzung des Projektes noch zu hoch ist, werden Objektschutzmassnahmen als zweckmässige Lösung beurteilt. Die Objektschutzmassnahmen werden im Rahmen des vorliegenden Projektes umgesetzt. Da in EconoMe 4.0 nur bestehende Objektschutzmassnahmen angegeben werden können, wurden die Kosten und Auswirkungen der Objektschutzmassnahmen in der Berechnung des Nutzen-Kosten-Faktors sowie im verbleibenden jährlichen Risiko nicht berücksichtigt.

## 9.3 Schadenpotenzial und Risiken

Die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen sind auf ein HQ<sub>100</sub> für den Gefahrenprozess «dynamische Überschwemmung» und auf ein HQ<sub>300</sub> für den Gefahrenprozess «Murgang» dimensioniert. Somit besteht nur noch ein Risiko für seltenere Ereignisse, bei welchem es zu dem im Kapitel 9.1 beschriebenen Überlastfall kommen kann. Das Gesamtrisiko nach Umsetzung der geplanten Massnahmen wurde in EconoMe 4.0 berechnet und beträgt 22'048 CHF/a.

## 9.4 Auswirkungen Ausbau Sammler HQ<sub>100</sub> statt HQ<sub>300</sub>

Bei einem Ausbau des Sammlers auf lediglich ein 100-jährliches Murgangereignis, wäre bereits bei einem HQ<sub>300</sub> mit Übermurungen im Bereich der Senggrasse und des Schrenziweges zu rechnen. Bei einem Extremereignis wird davon ausgegangen, dass sich das zusätzlich anfallende Geschiebe, welches nicht im Sammler zurückgehalten werden kann, entlang des Schrenzigrabens ablagert und somit den Abflussquerschnitt weitgehend verfüllt. Damit resultieren für diesen reduzierten Ausbaugrad des Sammlers die gleichen Übermurungen und Überschwemmungen wie bei einem 100-jährlichen Ereignis vor den Massnahmen.

Die entsprechend überarbeiteten Intensitätskarten nach Massnahmen sind unten abgebildet.



Abb. 18: IK HQ300, Ausbau Sammler 100-j.



Abb. 19: IK EHQ, Ausbau Sammler 100-j.

Als Folgerung kann gesagt werden, dass bei einem Ausbau des Sammlers auf ein 100-jährliches Ereignis im Dorfbereich noch starke Intensitäten auftreten werden. Somit wären die Schutzziele gemäss Kapitel 3.1 nicht eingehalten. Ein höherer Ausbaugrad des Sammlers (HQ<sub>300</sub>) ist notwendig.

# 10 NACHWEIS DER KOSTENWIRKSAMKEIT

## 10.1 Nachweis EconoMe 4.0

Als Basis für die Wirtschaftlichkeitsberechnung dient das Bauprojekt, bei welchem der Sammler auf ein 300-jährliches und das Gerinne auf ein 100-jährliches Ereignis ausgebaut werden. Die massgebenden Gefahrenprozesse am Schrenzigraben sind «Murgang» und «dynamische Überschwemmung».

Jährliche Kosten	Die gesamten Investitionskosten belaufen sich gemäss Kostenvoranschlag (Kapitel 6) auf 2.76 Mio. CHF. Die jährlichen Unterhaltskosten wurde auf 1% (gem. «Richtwerte zur Bestimmung der jährlichen Kosten», EconoMe 3.0) der Gesamtkosten geschätzt. Die Betriebskosten des Sammlers belaufen sich auf ca. 1% der Investitionskosten des Sammlers ( $0.01 \cdot 1'330'000 = 13'300.-$ CHF). Für den Gerinneausbau fallen keine Betriebskosten an. Die Lebensdauer des Gerinneausbaus wurde auf 50 Jahre, die des Sammlers auf 80 Jahre geschätzt. Damit belaufen sich die jährlichen Kosten für die gesamten Massnahmen auf 123'700 CHF.
Risikoreduktion	Vor den Massnahmen beträgt das jährliche Risiko 607'835 CHF/a (602'908 CHF/a mit EconoMe-Standardwerten). Basierend auf den Intensitätskarten nach den Massnahmen (Kapitel 9.1) wurde mittels EconoMe 4.0 das Risiko nach Projektumsetzung für die Szenarien HQ <sub>300</sub> und EHQ bestimmt. Insgesamt beträgt das jährliche Risiko nach den Projektmassnahmen (Gerinneausbau HQ <sub>100</sub> und Geschiebesammlers HQ <sub>300</sub> ) noch 22'048 CHF/a (22'195 CHF/a mit EconoMe-Standardwerten). Das jährliche Risiko wird durch die Projektmassnahmen folglich um 585'786 CHF/a (580'713 mit EconoMe-Standardwerten) reduziert.
Faktor 4.7	Das mit EconoMe 4.0 berechnete Nutzen-Kosten-Verhältnis beträgt <b>4.7</b> (jährliche Risikoreduktion / jährliche Kosten). Das heisst, pro investierter Franken kann das finanzielle Risiko um 4.7 Franken reduziert werden. Mit dem ausgewiesenen Faktor von 4.7 ist das Hochwasserschutzprojekt Schrenzigraben zu einer Subventionierung durch Bund und Kanton berechtigt. Mit den in EconoMe 4.0 vorgeschlagenen Standardwerten beträgt das Nutzen-Kosten-Verhältnis ebenfalls 4.7.

## 10.2 Kostenwirksamkeit Ausbau HQ<sub>300</sub> statt HQ<sub>100</sub>

Mehrkosten	Um den Geschiebesammler auf ein 300- statt ein 100-jährliches Ereignis zu dimensionieren, muss das Volumen im Rückhalteraum von 1000 m <sup>3</sup> auf 1500 m <sup>3</sup> erhöht werden. Es wurde angenommen, dass die Kosten für die Sperre beim
------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ausbau auf ein 100-jährliches Ereignis um einen Drittel reduziert werden können, da auch das erforderliche Rückhaltevolumen ein Drittel kleiner ist. Die restlichen Kosten (Installation, Zufahrt, Planungskosten etc.) müssen für beide Ausbaugrade gleich ausgeführt werden. Ebenso bleiben die Schutzmassnahmen entlang des Schrenzigraben für beide Varianten des Sammlers die gleichen. Damit ergeben sich Mehrkosten für den Ausbau des Sammlers auf ein 300-jährliches Ereignis von ca. 240'000 CHF gegenüber dem Ausbau auf ein 100-jährliches Ereignis. Dabei handelt es sich um maximal anfallende Mehrkosten.

Risikoreduktion

Laut Intensitätskarten nach Massnahmen führen bei einem Ausbau des Sammlers auf ein 100-jährliches Ereignis, bereits 300-jährliche Ereignisse zu Übermürungen von mittlerer und starker Intensität. Bei einem Extremereignis wird, aufgrund der Ablagerungen im Gerinne, der von dynamischen Überschwemmungen betroffene Bereich deutlich grösser, als bei einem auf ein 300-jährliches Ereignis dimensionierten Sammlers. Durch den Ausbau des Sammlers auf ein HQ<sub>300</sub> wird das jährliche Risiko um 585'786 CHF statt nur um 563'260 CHF (HQ<sub>100</sub>) reduziert.

In der untenstehenden Tabelle sind die Resultate aus EconoMe 4.0 zusammengefasst:

	100-jährlich	300-jährlich	Diff. (300j.-100j.)
Investitionskosten Sammler	1'090'000 CHF	1'330'000 CHF	240'000 CHF
Jährliche Kosten Sammler	46'325 CHF	56'525 CHF	<b>10'200CHF</b>
Risikoreduktion / a (Gerinne 100j + Sammler)	563'260 CHF	585'786 CHF	<b>25'526 CHF</b>

Tab. 7: Mehrkosten und Risikoreduktion durch Ausbau des Sammlers auf HQ<sub>300</sub> statt HQ<sub>100</sub>

Kostenwirksamkeit Mehrausbau

Die Kostenwirksamkeit des Mehrausbau berechnet sich wie folgt:  
 $Diff. \text{ jährl. Risikoreduktion } 25'526 \text{ CHF} / Diff. \text{ jährl. Kosten } 10'200 \text{ CHF} = 2.2$   
 Daraus lässt sich schliessen, dass pro Franken der zusätzlich für den Mehrausbau des Sammlers auf ein 300-jährliches Ereignis investiert wird, das finanzielle Risiko um 2.2 Franken reduziert werden kann.

# 11 NOTFALLPLANUNG

Interventions-  
konzept heute

Das bestehende Interventionskonzept für einen Ereignisfall sieht vor, dass die Feuerwehr als erstes tätig wird.

während Bauar-  
beiten

Während der Bauarbeiten müssen alle Beteiligten über eine Telefon- und Adressliste verfügen. Weiter ist für die Arbeiten innerhalb der Schutzzone S2 ein Alarmplan zu erstellen. Schadenfälle bei denen wassergefährdende Flüssigkeiten in ein Gewässer, eine Kanalisation oder ins Erdreich ausgelaufen sind und jegliche Gewässerverschmutzung müssen unverzüglich via Notruf 112 gemeldet werden.

Notfallorganisa-  
tion Abschluss-  
sperre

Der Geschiebesammler mit der Abschlussperre unterliegt nicht der Talsperrenverordnung. Ein entsprechendes Überwachungsreglement und die separate Notfallorganisation für die Sperre sind nicht erforderlich. Die Überfallhöhe beträgt ca. 8.5 m und das Rückhaltevolumen beträgt 1'500 m<sup>3</sup>. Da die Sperre keine Überfallhöhe von > 10 m aufweist und auch ein kleineres Volumen als 50'000 m<sup>3</sup> aufweist sind die Kriterien zur Aufnahme in die Talsperrenverordnung nicht gegeben.

Bei einer Nachfrage bei der Gemeinde Adelboden (Jolanda Lauber, GFO) ist für das Jahr 2017 die Erarbeitung einer Notfallplanung für die Gemeinde im Budget erhalten. Anton Lüthi vom Amt für Militär, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS) bestätigte, dass eine Notfallplanung für 2017 in der Gemeinde Adelboden geplant ist.

# 12 TERMINE

Die detaillierten Termine werden zu einem späteren Zeitpunkt ausgewiesen. Ein Grobterminprogramm ist in der Zusammenfassung vorne in diesem Bericht ersichtlich.

# 13 GRUNDLAGENVERZEICHNIS

## Grundlagen

Für die Projektausarbeitung stehen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Fachordner Wasserbau Kanton Bern, TBA Kanton Bern, aktueller Stand
- Grundlagen Amtliche Vermessung, Häberli + Toneatti AG, Stand März 2016
- Digitales Geländemodell (LIDAR), Amt für Geoinformation Kanton Bern
- Grundlagen Werkleitungen, Werkeigentümer, Stand Juni 2016
- Ergänzende Feldaufnahmen, Kissling + Zbinden AG, Oktober 2009, April / Juni 2015, Juni 2016
- Naturgefahrenkarte Gemeinde Adelboden, IGG Kellerhals + Häfeli AG / GEOTEST AG / Kissling + Zbinden AG, April 2004
- Geschiebebewirtschaftung Allebach, Analyse des Geschiebehaushaltes und Prognose einer zukünftigen Entwicklung, Flussbau AG Juni 2013
- Risikoanalyse Adelboden, ARGE Kissling + Zbinden AG / GEOTEST AG, Dezember 2008
- Zonenplan / Baureglement der Gemeinde Adelboden, Genehmigungs-exemplar vom 14. Januar 2014, Häberli + Toneatti AG
- Kommission Hochwasserschutz KOHS 2013. Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. *Wasser Energie Luft, Heft 1.*

## verwendete Gesetze

Für die Projektausarbeitung wurden folgende Gesetze verwendet:

- Gewässerschutzgesetz (GSchG, 814.20)
- Gewässerschutzverordnung (GSchV, 814.201)
- Gesetz über Gewässerunterhalt und Wasserbau Kt. Bern (Wasserbaugesetz, WBG, 751.11)
- Wasserbauverordnung Kt. Bern (751.111.1)
- Baugesetz Kt. Bern (BauG, 721.0)

# 14 ANHANG

## 14.1 Grundlagen EconoMe 4.0: Personenbelegung

Für die Personenbelegung und Präsenzwahrscheinlichkeit wurden die Werte aus der Risikoanalyse Adelboden (ARGE Kissling + Zbinden AG / GEOTEST AG, Dezember 2008) verwendet. In der untenstehenden Tabelle sind diese neuen «Standardwerte» je Objekt aufgelistet. In Adelboden werden zahlreiche Wohnhäuser unterschiedlich genutzt. Um die effektive Personenbelegung und Präsenzwahrscheinlichkeit zu bestimmen, wurde die Anzahl Gewerberäume, Zweitwohnungen und Ferienwohnungen für jedes Wohnhaus erhoben und die entsprechenden Werte aus der untenstehende Tabelle als gewichteter Mittelwert für die Personenbelegung und Präsenzwahrscheinlichkeit in EconoMe 4.0 unter der Objektkategorie «Mehrfamilienhaus» angegeben.

	Anz. Pers.*	Präsenzw.
Wohnungen	3	0.75
Ferienwohnungen	3	0.40
Zweitwohnungen	3	0.23
Hotels	unterschiedlich	0.42
Restaurants	21	0.31
Tea-Rooms	15	0.20
Bars	50	0.19
Verkaufsl.	5	0.21
Büros/Atelier	3	0.30
Gewerbe	3	0.21
Schulhäuser		0.17
Arzt-Praxen, Coiffeur	5	0.22
Stall	1	0.17

\* sofern keine anderen Angaben in der Risikoanalyse Adelboden

**Schwellenkorporation Adelboden**

**HWS Schrenzigrabe,  
Adelboden**

**Bericht zu den geologischen  
Untersuchungen**

Bern, 8. Juni 2016  
SK/rj 9637

SQS-Zertifikat ISO 9001:2008

Registrierungs-Nr. 15873-02



## INHALTSVERZEICHNIS

	<b>Seite</b>
<b>1. Ausgangslage</b>	<b>1</b>
<b>2. Zielsetzung</b>	<b>1</b>
<b>3. Verwendete Unterlagen</b>	<b>1</b>
<b>4. Ausgeführte Arbeiten</b>	<b>2</b>
<b>5. Allgemeine geologisch-hydrogeologische Situation</b>	<b>2</b>
<b>6. Resultate</b>	<b>2</b>
6.1 Allgemeines	2
6.2 Erläuterungen zum Kartiergebiet	3
6.3 Schichtaufbau	3
6.3.1 <i>Lockergesteine</i>	3
6.3.2 <i>Fels</i>	4
6.4 Verlauf der Felsoberfläche	5
6.5 Bodenkennziffern	5
6.6 Hydrogeologie	6
<b>7. Bautechnische Folgerungen</b>	<b>6</b>
7.1 Foundation	6
7.2 Wasserhaltung	6
7.3 Abbaubarkeit des Felsens	7
<b>8. Gewässerschutz</b>	<b>8</b>
<b>9. Weiteres Vorgehen</b>	<b>8</b>

## **ANHANGVERZEICHNIS**

Anhang 1: Situation 1: 1'000

Anhang 2: Schnitt (schematisch)

### **Präambel:**

Dieses Gutachten wurde im Auftrag der Schwellenkorporation Adelboden zum Zweck des für die Untersuchung des Baugrunds für den Geschiebe- und Schwemmholzurückhalt Schrenzigrabe, in Adelboden erstellt. Die vorgenannten Angaben und Folgerungen beziehen sich somit ausschliesslich auf das vorliegende Projekt. Bedeutende Änderungen des Projekts bedingen eine Neubeurteilung. Wird das Gutachten zudem für andere Zwecke verwendet, wird jede Haftung abgelehnt. Die Haftung wird auch gegenüber anderen Personen als den Auftraggebern vollumfänglich abgelehnt.

Bei den im Bericht gemachten Angaben handelt es sich um eine Interpretation der bis anhin von diesem Grundstück bzw. Standort bekannten Daten und Fakten. Sollten im Laufe der Planung bzw. der Ausführung des Bauvorhabens zusätzliche Informationen gewonnen werden, so müssen die gemachten Modellangaben überprüft und falls notwendig angepasst werden. Aus diesem Grund ist die Begleitung der Projektierungs- und Ausführungsarbeiten durch einen Geologen sehr zu empfehlen.

# **Schwellenkorporation Adelboden – HWS Schrenzigrabe, Adelboden**

## **Bericht zu den geologischen Untersuchungen**

---

### **1. Ausgangslage**

Im Auftrag der Schwellenkorporation Adelboden erarbeitet das Ingenieurbüro Kissling + Zbinden AG ein Hochwasserschutzprojekts im Schrenzigraben in Adelboden (Koord. ca. 2'606'720 / 1'148'852). Dabei ist oberhalb der Senggistrasse der Bau eines Geschiebesammlers mit einem Rückhaltevolumen von 1'000 m<sup>3</sup> vorgesehen. Das Becken des Geschiebesammlers soll mit einer 90 m langen Zufahrtsstrasse von Norden her entlang des Hangs erschlossen werden. Der Standort liegt teilweise in der Schutzzone S2 der Adelbodner Mineralquellen.

Für die Erkundung des Baugrundes hat die Kellerhals + Haefeli AG eine geologischen Feldkartierung (1. Untersuchungsphase) durchgeführt. Im vorliegenden Bericht werden die Resultate zusammengefasst und interpretiert. Die Auftragserteilung erfolgte durch Herrn M. Dähler, Kissling + Zbinden AG per Mail am 2. Mai 2016. Die Untersuchungen wurden gemäss unserer Offerte vom 26. November 2015 ausgeführt.

### **2. Zielsetzung**

Die geologischen Untersuchungen haben zum Ziel:

- Bestimmung der Baugrundkennwerte
- Definition Felsverlauf
- Erarbeiten der geotechnischen Grundlagen und Systemempfehlung für die Foundation der Bauwerke
- Angaben von Böschungswinkeln und der Felsabbaubarkeit im Bereich des Sammlers und der Zufahrtstrasse

### **3. Verwendete Unterlagen**

- [1] Kissling + Zbinden (2016): Offertanfrage für Baugrunduntersuchungen, Schreiben mit Situationsplan vom 19. November 2015
- [2] Kellerhals + Haefeli AG (2004): Gemeinde Adelboden, Naturgefahrenkarte Technischer Bericht Nr. 3982 vom 6. April 2004

#### **4. Ausgeführte Arbeiten**

Folgende Arbeiten wurden ausgeführt:

- Beschaffung und Auswertung vorhandener Unterlagen
- Begehung und geologische Kartierung am 18.05.2016
- Datenauswertung
- Geologisch-geotechnische Berichterstattung

#### **5. Allgemeine geologisch-hydrogeologische Situation**

Gemäss geologischer Karte sind im Bereich des Geschiebesammlers Kalksteine der Wang-Formation (Kreide des Ultrahelvetikums) aufgeschlossen. Im Bereich des Bauprojektes besteht der anstehende Fels aus sandigen bis mikritischen Kalksteinbänken und mergeligen, schiefrigen Zwischenlagen. Aufgrund von Überschiebungen und Verschuppungen liegt eine umgekehrte geologische Abfolge vor. Das heisst, dass über der Wang-Formation die älteren, mikritischen, massigen Quintnerkalke liegen. Die Schichten fallen stellenweise bis 40° in nördliche Richtung ein.

Die Lockergesteine setzen sich aus postglazialen Sedimenten wie Gehängeschutt (Steine und Blöcke, kiesig, sandig, tonig, siltig) und Gehängelehm (Silt, stark tonig, kiesig, sandig) zusammen. An den Böschungen der Rinne ist das Material stellenweise verrutscht (vgl. Anhang 1). Im Bereich des Bauwerks wurden auch in der Bachsohle keine Felsaufschlüsse festgestellt.

Der Standort liegt wie eingangs erwähnt in der Schutzzone S2 der Adelbodner Mineralquellen. Im Bereich des Bauprojektes wurden keine Quellen festgestellt. Hingegen ist bei Rutschungen und stellenweise im Bereich zwischen Fels und Lockergestein mit wenig Stauwasser zu rechnen.

#### **6. Resultate**

##### **6.1 Allgemeines**

Gemäss [2] ist der Bach murgangfähig. Das heisst, dass bei starken Niederschlägen Lockergestein aus den seitlichen Böschungen des Grabens mobilisiert werden kann. Eine Mobilisation ist auch durch Versagen von alten Holzschwellen möglich. Ein Murgangereignis kann sich auch im Falle eines Absturzes eines versackten Niesenflysch-Paketes im oberen Einzugsgebiet ereignen [2]. Ein ungenügender Durchlass (Verklauung) bei der bestehenden Brücke (vgl. Anhang 1) kann je nach Heftigkeit des Ereignisses zu einem Austreten des Bachs mit Geschiebe aus dem Gerinne führen.

## 6.2 Erläuterungen zum Kartiergebiet

Das Gelände ist sehr steil (Hangneigung oft > 100%) und weitgehend mit Nadelholz (meist Rottannen) bewaldet. Die Bodenbedeckung besteht mehrheitlich aus Gräsern und Moosen. Lokal sind geologische Aufschlüsse (Kalkstein) vorhanden. Dies lässt darauf schliessen, dass sich die Felsoberfläche stellenweise nahe an der Oberfläche unter einer teilweise geringmächtigen Lockergesteinsschichten befindet (vgl. Foto 3 und Anhang 1). Die Lockergesteinsschichten enthalten Sturzblöcke (Grösse bis mehrere m<sup>3</sup>).

An den seitlichen Böschungen des Grabens wurden Böschungsrutschungen und Sackungen festgestellt. An diesen Stellen ist meistens ein Laubwald (Esche und Ahorn) bis Mischwald vorhanden, wobei das Unterholz aus deutlich jüngeren Bäumen, aus Sträuchern und aus feuchtigkeitsliebende Pflanzen (Hufblatt, Schachtelhalm, etc.) besteht. An diesen Stellen kann von einer Lockergesteinsbedeckung mit einer Mächtigkeit von mehreren Metern ausgegangen werden. (vgl. Foto 2).



**Foto 1:** Auf der rechten Seite des Fotos: Rutschmasse, Blick Richtung SW, hangaufwärts; (linke Grabenseite)



**Foto 2:** Rutschmasse mit Feuchtigkeitsindikatoren (Pflanzenbewuchs); Blick Richtung NW, hangaufwärts; (rechte Grabenseite)

## 6.3 Schichtaufbau

### 6.3.1 Lockergesteine

Die Schichtmächtigkeiten der Lockergesteine wurden bisher nicht im Detail abgeklärt. Anhand der Feldkartierung kann von folgenden Schichten ausgegangen werden:

#### Bodenschichten

Im Kartiergebiet befinden sich Waldböden. Diese wurden nicht detailliert untersucht. Erfahrungsgemäss besteht der Oberboden aus humosen Deckschichten mit einer organischen Auflage (Tannennadeln und Äste mit Gras- und Moosbedeckung). Der Unterboden besteht aus Sand, kiesig, siltig, tonig, oder aus blockigen Lagen. Die Mächtigkeit des Bodens variiert zwischen ca. 0.1 bis 1.0 m.

### Gehängelehm und Gehängeschutt

Beim Gehängelehm und Gehängeschutt handelt es sich um locker gelagerte Lockergesteine (Silt, tonig, steinig, kiesig, sandig, bis Kies, blockig, steinig, sandig, siltig) die über dem anstehenden Fels liegen. Im Bereich der Rinne ist das Material wegen Vernässungen und der Hangneigung oft verrutscht. Die Schichtmächtigkeit liegt im dm- bis m-Bereich.

Im Bereich des oberen Weges wurde die talseitige Böschung mit verstossenem Material aus Gehängelehm und Gehängeschutt erstellt.

### Bachschutt / Murgang-Ablagerungen

Der Graben ist mit verrutschtem Gehängelehm und Gehängeschutt, Murgang-Ablagerungen und Bachschutt mit einer Schichtmächtigkeit von bis zu mehreren Metern verfüllt. Das tonig-siltige Material kann lokal viele Steine, Blöcke und auch Holzstücke enthalten. Mit zunehmender Nähe zum Bach nimmt der Feinanteil durch die Auswaschung ab, was zu einer Erhöhung der Durchlässigkeit des Lockergesteins führt.

## 6.3.2 Fels



**Foto 3:** Zufahrt von W (unten) zum Schrenzigraben am rechten Bildrand, mit Kalkstein-Aufschluss (Wang-Formation gemäss geolog. Karte), mit Schichtung (rot) und Klüftung (gelb)



**Foto 4:** Wang-Formation (gemäss geolog. Karte) mit Schichtung (rot) und Klüftung (gelb)

Entlang der Strasse südlich des Schrenzigrabens sind stellenweise Kalkschichten aufgeschlossen. Gemäss geologischer Karte werden diese der Wang-Formation (Kreide des Oberhelvetikums) zugeschrieben. Es handelt sich hierbei um graue bis dunkelgraue Kalksteine, die im cm- bis dm-Bereich gebankt sind. Dazwischen befinden sich ca. 5 – 10 cm mächtige Zwischenlagen aus geschiefertem Mergel. Die groben Kalksteinlagen sind feinkristallin und sehr hart, wobei einzelne Lagen Quarzsand enthalten.

Im oberen Teil des untersuchten Gebietes sind vereinzelt die massigen und feinkörnigen Kalke der Quinten-Formation aufgeschlossen.

An Aufschlüssen konnten Einzelmessungen des Schichteinfallens durchgeführt werden. Je nach Standort sind die Sichten horizontal bis subhorizontal gelagert. Die Schichten sind jedoch lokal zerschert und verfaultet (vgl. Foto 3), wobei sie stellenweise mit ca. 5° bis etwa 40° nach NW einfallen. Die Klüftung fällt steil mit 80 bis 90° gegen NE ein. Generell stehen die Schichten günstig zum Hang.

Es muss davon ausgegangen werden, dass die Felsoberfläche verwittert ist. Die Verwitterungstiefe dürfte sich auf wenige Dezimeter beschränken.

#### 6.4 Verlauf der Felsoberfläche

Wie aus der geologischen Kartierung im Anhang 1 ersichtlich ist der Fels ausserhalb des Schrenzigrabens oder an den Grabenrändern teilweise aufgeschlossen. Die Felsoberfläche dürfte hier nur von einer geringmächtigen Lockergesteinsbedeckung überdeckt sein.

Im Graben selbst sind keine Felsaufschlüsse vorhanden. Die genaue Lage der Felsoberfläche ist daher nicht bekannt. Aufgrund der lokalen Verhältnisse kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Felsoberfläche im Bereich des geplanten Bauwerks unter einer mehreren Meter mächtigen Lockergesteinsschicht liegt. An den Rändern des Grabens dürfte die Felsoberfläche entsprechend steil einfallen. Auf dem schematischen Schnitt im Anhang 2 sind mögliche Verläufe der Felsoberfläche eingezeichnet.

#### 6.5 Bodenkennziffern

Aufgrund der Untersuchung und der vorliegenden Dokumentation können folgende geschätzte Erwartungswerte  $X_m$  angegeben werden:

Lockergestein	Raumgewicht $\gamma_m$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Reibungswinkel $\varphi'_m$ [°]	Kohäsion $c'_m$ [kN/m <sup>2</sup> ]	ME-Wert [MN/m <sup>2</sup> ]
Gehängeschutt	21	36	0	≈ 30
Gehängelehm	19	32	0	≈ 15
Bachschutt / Murgangablagerungen	20	34	0	≈ 30

Fels	Raumgewicht $\gamma_m$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Einachsige Zylinderdruckfestigkeit $\sigma_d$ [MPa]	Zugfestigkeit $\sigma_t$ [MPa]	E-Modul [GPa]
Kalk (Wang-, Quinten-Formation)	25	110	7.0	50

## 6.6 Hydrogeologie

Bei der Kartierung wurden keine Quellen festgestellt. Die Rutschgebiete sind hingegen etwas vernässt. Auf der Felsoberfläche muss insbesondere bei stärkeren Niederschlägen mit einer geringen Wasserzirkulation gerechnet werden.

## 7. Bautechnische Folgerungen

### 7.1 Foundation

Wie oben beschrieben ist die Lage der Felsoberfläche im Bereich des geplanten Bauwerks nicht bekannt. Es muss damit gerechnet werden, dass die vorgesehenen Fundationen ins Lockergestein zu liegen kommen und nicht in den Fels eingebunden werden können.

Es ist zu prüfen, ob eine Foundation im Lockergestein möglich ist. Andernfalls müsste das Bauwerk je nach Lage der Felsoberfläche mit Riegeln oder Schächten oder bei einer tieferen Lage mit Pfählen im Fels eingebunden werden. Dazu müsste vorgängig die Lage der Felsoberfläche sondiert werden.

Für die Zufahrt ist ein Einschnitt des steilen Hangs mit einer Böschung von 10:1 (Höhe:Breite) vorgesehen. Entlang der geplanten Linienführung wurden keine Felsaufschlüsse festgestellt. Jedoch kann aufgrund der Steilheit von einer ca. 1 – 2 m mächtigen Lockergesteinsschicht aus Blockschutt über dem Fels ausgegangen werden. Aufgrund der steilen Hangneigung ist eine Sicherung des Anschnitts zwingend. Dazu ist eine Nagelwand aus unserer Sicht am zweckmässigsten. Eine Vernagelung des Felsens dürfte nicht notwendig sein. Die Nagelwand ist auf einer Berme auf der Felsoberfläche abzustellen. Bei Bedarf kann die Nagelwand mit einem Blockwurf verkleidet werden.

### 7.2 Wasserhaltung

Für die Bauarbeiten ist der Schrenzibach im Bereich der geplanten Sperre umzuleiten. Die Wasserzirkulation in den Bachschuttablagerungen dürfte sich dadurch ebenfalls reduzieren. Dies ermöglicht, die Baugrube je nach Aushubtiefe mit freien Böschungen zu erstellen. Im anstehenden Fels ist eine Böschungsneigung von maximal 10:1 (Höhe:Breite) möglich. In den Lockergesteinsablagerungen ist darauf zu achten, dass die Neigung ein Verhältnis von 2:1 (Höhe: Breite) nicht überschreitet.

Starkregen und Gewitter können grosse Abflussmengen bewirken, welche Gesteinschutt, Geschiebe und Holz mit sich führen. Dies muss bei der Dimensionierung der Umleitungsinstallation und während den Bauarbeiten berücksichtigt werden. Ebenso muss während den Bauarbeiten ein Notfallkonzept bei Starkniederschlägen erstellt werden.

Seitlich des Grabens muss höchstens mit wenig Hangwasser gerechnet werden. Somit ist keine spezielle Wasserhaltung notwendig. In der Baugrube anfallendes Berg- und Niederschlagswasser kann gesammelt und mit geeigneten Massnahmen in den Graben abgeführt werden.

Damit verschmutztes Wasser aus der Baugrube nicht ins Gewässer gerät, muss das Wasser über einen Ölabscheider sowie ein mobiles Absetz- und Rückhaltebecken geleitet und je nach Verschmutzung behandelt oder im negativen Fall via die nahe Kanalisation abgeleitet werden.

### 7.3 Abbaubarkeit des Felsens

Die Abbaubarkeit der Gesteine wird hauptsächlich von der Gesteinsfestigkeit und dem Gefüge bestimmt.

#### Kalkstein

Die Kalksteine weisen eine relativ hohe Gesteinsfestigkeit auf, die auch innerhalb des Gefüges gute Festigkeiten besitzen. Der Abbau kann oberflächennah mit dem Abbauschlag erfolgen. Bei grösserer Aushubtiefe im Fels (ab ca. 0.5 m) sind Lockerungssprengungen vorzusehen.

#### Sturzblöcke

Die Sturzblöcke bestehen meistens aus harten mikritischen Kalksteinen (Quintnerkalke). Da die Gefahr einer Mobilisation besteht, müssen die Blöcke im Bereich der Baugrube je nach Lage entfernt oder gesprengt werden.



**Foto 5:** Sturzblöcke im Bereich der geplanten Zufahrt zum Geschiebesammler

## 8. Gewässerschutz

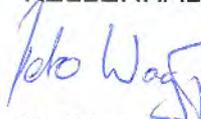
Das Bauprojekt befindet sich in der Schutzzone S2. Es ist davon auszugehen, dass die Bauarbeiten hydrogeologisch begleitet werden müssen. Für die Bauphase muss ein Alarmkonzept für Notfälle erstellt werden.

## 9. Weiteres Vorgehen

Wie mehrfach beschrieben ist die Lage der Felsoberfläche in der unmittelbaren Umgebung des geplanten Bauwerkes nicht bekannt. Wir empfehlen zu prüfen, welche Fundationsmöglichkeiten in Frage kommen. Sollte sich dabei zeigen, dass eine Einbindung im Fels notwendig ist, müsste die Lage der Felsoberfläche mit ergänzenden Untersuchungen sondiert werden. In erster Linie kommt wie in unserer Offerte vorgesehen die Ausführung von Baggerschlitzten in Frage. Da das Projektgebiet vollständig bewaldet ist, müsste das Gebiet zuerst gerodet werden, um einen Zugang für einen Schreitbagger zu schaffen. Sollte die Felsoberfläche damit noch immer nicht sondiert werden können, wäre die Ausführung einer Sondierbohrung im Bereich der Brücke unumgänglich. Dazu müsste die Strasse aber während eines Zeitraumes von 2 – 3 Tagen gesperrt werden.

Während den Aushubarbeiten sollte auf jeden Fall eine Begleitung durch den Geologen vorgesehen werden, um die in diesem Bericht gemachten Angaben und Prognosen zu verifizieren und im Falle unerwarteter Verhältnisse rechtzeitig und angemessen reagieren zu können.

KELLERHALS + HAEFELI AG

  
R. Wagner

  
Dr. J. Wanner

Sachbearbeiter: Simon Kissling, MSc Geologe

Bern, 8. Juni 2016  
SK/rj 9637

**Anhang 1**

**Situation 1: 1'000**

Schwellenkorporation Adelboden

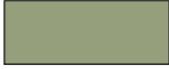
## HWS Schrenzigrabe, Adelboden

Kurzbericht zu den Baugrunduntersuchungen  
(Geologische Feldkartierung, Untersuchungsphase 1)

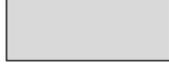
**Situation 1:1'000**

### Legende:

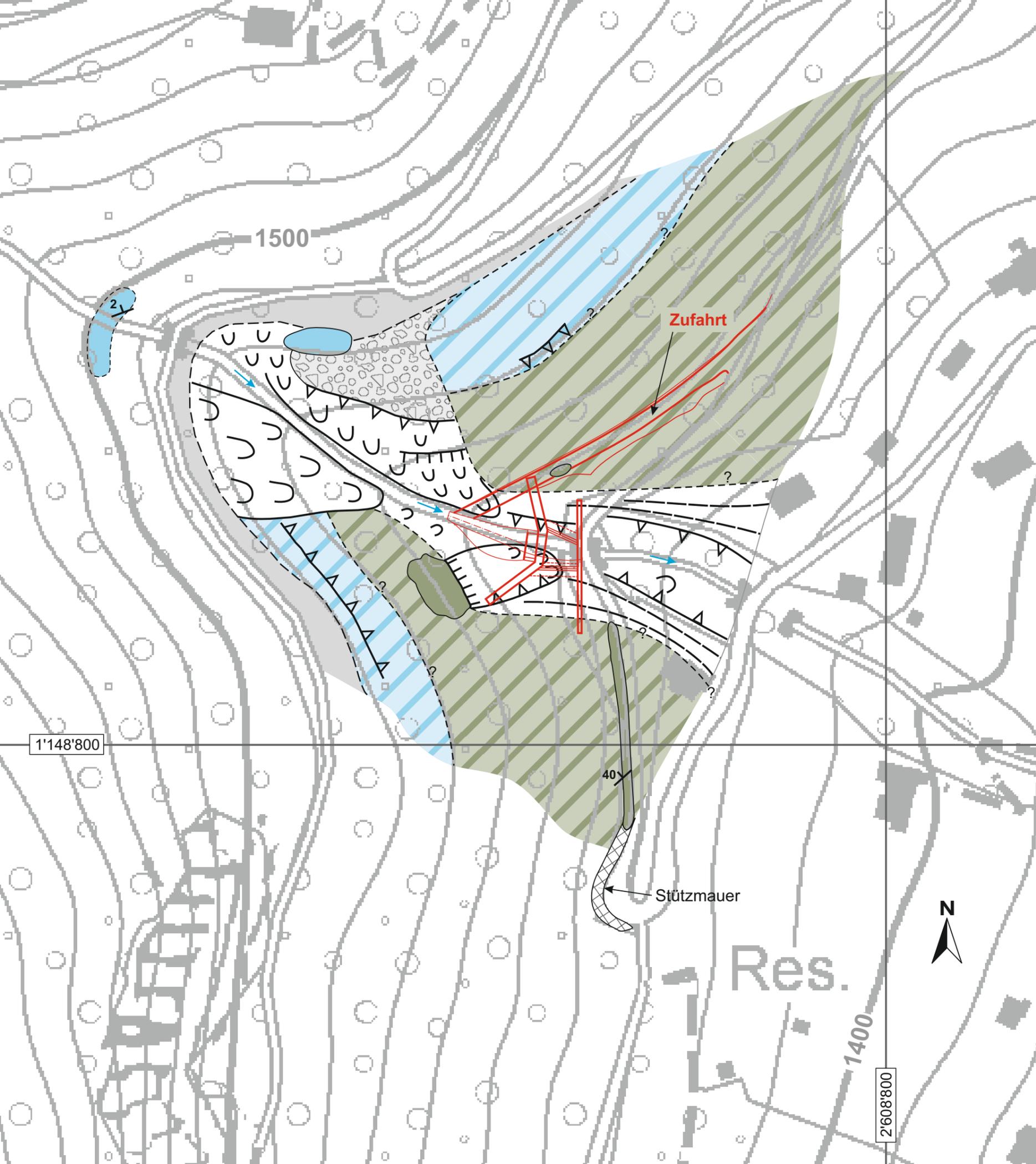
#### Fels:

-  Wang-Formation
-  Quintner-Kalk

#### Lockergestein:

-  Fels unter teilweise geringmächtiger Lockergesteins-Bedeckung Wang-Formation
-  Fels unter teilweise geringmächtiger Lockergesteins-Bedeckung Quintner-Kalk
-  Gehängeschutt, sehr blockig
-  Gehängeschutt und Gehängelehm, verstossen
-  Schuttfächer (Murgangablagerungen und Bachschutt)
-  Gehängelehm und Gehängeschutt (verrutscht)
-  Abrisskante
-  Terrassenkante

-  Geschiebesammler mit Zufahrt



KELLERHALS +HAEFELI AG GEOLOGEN - 3011 BERN	Auftrags-Nr.: 9637	Anhang-Nr.: 1	
	Datum: 23. Mai 2016	Gez.: ad	Kontr.: rw
	Datei: W:\9637 Schrenzigrabe Adelboden\Corel\Situation_1000.cdr		
Format: 21 x 30			

**Anhang 2**

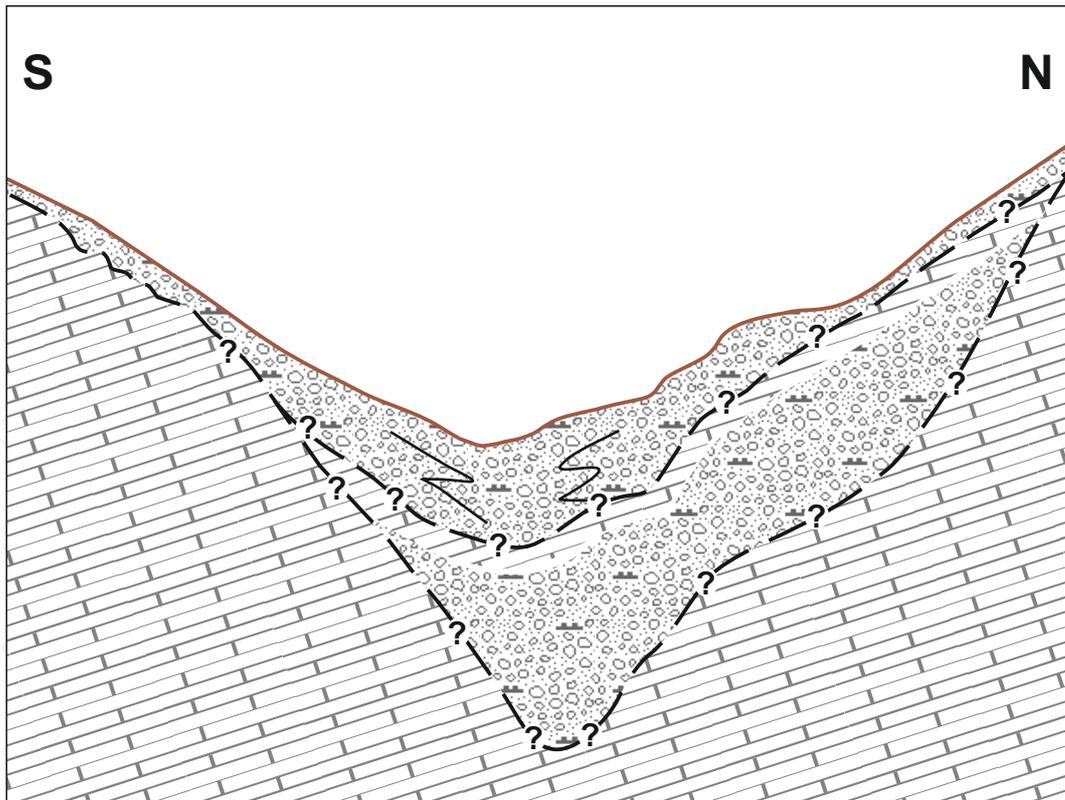
**Schnitt (schematisch)**

Schwellenkorporation Adelboden

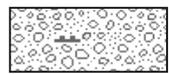
## HWS Schrenzigrabe, Adelboden

Kurzbericht zu den Baugrunduntersuchungen  
(Geologische Feldkartierung, Untersuchungsphase 1)

### Schnitt (schematisch)



Legende:

-  Terrainoberfläche
-  Grenze Fels / Lockergestein (hoch / tief)
-  Lockergestein
-  Fels (Kalkstein)

<b>KELLERHALS +HAEFELI AG</b> GEOLOGEN - 3011 BERN	<b>Auftrags-Nr.:</b> 9637	<b>Anhang-Nr.:</b> 2	
	<b>Datum:</b> 27. Mai 2016	<b>Gez.:</b> ad	<b>Kontr.:</b> rw
	<b>Datei:</b> W:\9637 Schrenzigrabe Adelboden\Corel\Profil2.cdr		<b>Format:</b> 21 x 30

**Schwellenkorporation Adelboden**

Auftrag Nr. 9637

**Hochwasserschutz Schrenzigraben****Hydrogeologische Beurteilung Geschiebesammler**

30.01.2017/WA

**1. Einleitung**

Im Rahmen des Hochwasserschutzes für die Gemeinde Adelboden, hat das Ingenieurbüro Kissling + Zbinden AG ein Projekt für den Schrenzigraben ausgearbeitet. Dieses sieht einen Geschiebesammler oberhalb der Senggistrasse (Koord ca. 2'606'720/1'148'852/1440) mit einem Rückhaltevolumen von ca 1'000 m<sup>3</sup> vor. Dieser geplante Geschiebesammler liegt nun teilweise innerhalb der Engeren Schutzzone (S2) der Quellen der Mineral- und Heilquellen Adelboden AG. Gemäss Anhang 4, Ziffer 222, Abs. 1 der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 besteht in der Grundwasserschutzzone S2 nebst anderem ein generelles Bau- und Grabungsverbot. Ausnahmen können gemäss Wegleitung "Grundwasserschutz" (BUWAL 2004) nur gestattet werden, wenn wichtige Gründe vorliegen und eine Gefährdung der Trinkwassernutzung ausgeschlossen werden kann.

Das Büro Kellerhals + Haefeli AG hat den Baugrund erkundet und einen entsprechenden Bericht erstellt (Bericht Nr. 9637 vom 8. Juni 2016). In diesem Bericht wird auch auf die Schutzonenproblematik hingewiesen. Mit E-Mail vom 16. Januar 2017 hat das AWA (R. Bigler) mitgeteilt, dass der Bereich Grundwasserschutz umfassender dargestellt werden muss. Am 17. Januar 2017 hat Kissling + Zbinden AG der entsprechenden Auftragserweiterung (Erstellung hydrogeologisches Gutachten) zugestimmt.

**2. Schutzzonentechnische Ausgangslage**

Die heute rechtsgültige Schutzzone wurde vom Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern (AWA) am 2. März 2009 genehmigt.

Im Rahmen des Schutzzonenverfahrens für die fraglichen Quellen hat das Verwaltungsgericht des Kantons Bern bei seinem Urteil vom 9. November 2009 zudem folgende Präzisierung festgehalten:

"Es soll ein begründbarer und nachvollziehbarer Sachzwang für die Errichtung oder Beibehaltung der Anlage bestehen, welcher stärker gewichtet wird als die Anliegen des Grundwasserschutzes und der Trinkwasserversorgung.

Das Bundesrecht gewichtet allerdings die Anliegen des Grundwasserschutzes sehr stark. Eigentlich erfüllen die genannten Bedingungen nur unverzichtbare Anlagen oder Teile von Anlagen, welche aufgrund geologischer oder topographischer Standorteigenschaften oder aus Gründen der öffentlichen Sicherheit (beispielsweise standortgebundene Lawinverbauungen) zwingend in der Schutzzone liegen müssen. Wirtschaftliche Gründe oder Nutzniessungsinteressen rechtfertigen Ausnahmen nicht."

Das heisst, dass das generelle Bau- und Grabungsverbot in der Engeren Schutzzone unter gewissen Umständen gelockert werden kann.

### 3. Bestehende Unterlagen

Für die Beurteilung konnte auf folgende wesentliche Unterlagen zurückgegriffen werden:

- [1] BUWAL (2004): Wegleitung Grundwasserschutz
- [2] Kellerhals + Haefeli AG (2008): Adelbodner Mineral- und Heilquellen AG, Schutzzonenausscheidung, Bericht Nr. 5704 vom 22. Februar 2008
- [3] Kellerhals + Haefeli AG (2016): HWS Schrenzigraben, Adelboden Bericht zu den geologischen Untersuchungen, Bericht Nr. 9737 vom 8. Juli 2016
- [4] Kissling + Zbinden AG (2017): Hochwasserschutz Schrenzigraben, Plangrundlagen Stand Januar 2017

### 4. Allgemeine hydrogeologische Situation

Die Quelfassungen der Mineral- und Heilquellen AG befinden sich südwestlich von Adelboden, im Bereich der helvetischen Schuppenzone. Die Gesteine dieser Zone sind altersmässig der Trias und dem Jura (230 – 140 Mio. Jahre) zuzuordnen. Die stratigraphische Abfolge kann wie folgt beschrieben werden (vom Hangenden zum Liegenden):

- Jura, Aalénien:   Rauhwacke, kalkig bis tonig, teilweise mylonitisch
- Trias, Keuper:    Gips, dicht feinkörnig

Das stark mineralisierte Wasser zirkuliert in der ziemlich gut durchlässigen Rauhwacke. Die unterliegende Gipsfolge wirkt als Stauer.

Die Schuppenzone bildet 1'500 – 1'700 m ü. M. die Basis der Niesen-Decke. Im Hangenden dieser Abfolge folgen Flysch-Ablagerungen.

Direkt unter der Basis des Flysches befindet sich eine Triaschicht variabler Mächtigkeit (3 – 60 m). Unter diesen verschuppten Rauhwacken, Dolomit- und Gipslagen folgt ein stark geklüfteter Malmkalk.

Oberhalb des Dorfes Adelboden sind diese Trias- und Malmablagerungen auf einer Höhe von 1'400 – 1'600 m ü. M. anzuschlagen. Sie bilden die Infiltrationszone der Mineralquelle. Das infiltrierte Niederschlagswasser sickert und fliesst durch die triadischen Gesteine zur Quelfassung hin.

Aufgrund dieser Ausgangslage musste diese Infiltrationszone zwingend der Zone S2 zugeschlagen werden.

Aus Sicherheitsgründen und allfälligen Ungenauigkeiten wurde die Engere Schutzzone etwas grösser festgelegt. Insbesondere im Liegenden wurde auch Kreideschichten (Wang-Formationen) in den Schutzzonenbereich miteinbezogen. Damit konnte auch die Schutzzone besser im Gelände festgelegt werden (z.B. entlang Senggistrasse).

## **5. Hydrogeologische Beurteilung Geschiebesammler**

Der Schrenzigraben ist im Gelände meist stark eingeschnitten und stark murgangfähig. Aufgrund der durchgeführten Baugrunduntersuchungen kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Bereich des geplanten Bauwerkes die Felsoberfläche unter einer mehreren Meter mächtigen Lockergesteinsschicht liegt. Eventuell liegen die Fundamente des geplanten Geschiebesammlers vollständig im Lockergestein. Der anstehende Fels im fraglichen Baugebiet gehört vollständig zur Wang-Formation (Kreide) und wird aus sandigen Kalksteinbänken und mergeligen schiefrigen Zwischenlagen aufgebaut. Das heisst, wir befinden uns hier im erweiterten Schutzgebiet, das nicht zur direkten Infiltrationszone gehört.

Die Baupiste führt im überarbeiteten Projekt nicht mehr durch die Schutzzone (entgegen der Situation in unserem Bericht vom 8. Juni 2016).

## **6. Fazit der hydrogeologischen Beurteilung**

Gemäss den vorliegenden Unterlagen ist die Standortgebundenheit gegeben. Das fragile Gebiet liegt im untersten (talseitigen) Teil der Engeren Schutzzone. Das geplante Bauwerk reicht höchstens einige Meter unter die Felsoberfläche, wobei ein Grossteil im Lockergestein fundiert wird. Der Fels ist kompakt und kaum geklüftet. Unter diesen Gegebenheiten kann das vorgesehene Projekt umgesetzt werden. Es sind jedoch nachstehende Gewässerschutzmassnahmen rigoros einzuhalten.

## 7. Gewässerschutzmassnahmen

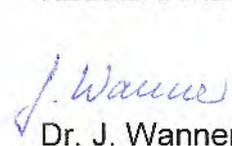
Bei einer Realisierung des Geschiebesammlers sind folgende Gewässerschutzmassnahmen zu berücksichtigen:

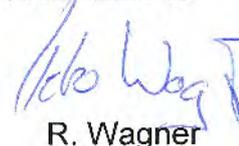
1. Einhalten der "Allgemeinen Auflagen für Bauvorhaben innerhalb Gewässerschutzzone S" (Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern).
2. Installationsplätze müssen mit einem dichten Belag und Randbordüren versehen werden. Das Meteorwasser muss gefasst und kontrolliert abgeleitet werden.
3. Sprengungen sind auf ein Minimum zu beschränken. Dem Fels können Erschütterungen von maximal 30 mm/s zugemutet werden.
4. Es ist ein Alarmplan zu erstellen.
5. Es ist eine Telefon- bzw. Adressliste an alle Beteiligten abzugeben.
6. Sämtliche Baubeteiligte sind vor Beginn der Arbeiten zu instruieren.
7. Die Arbeiten müssen von einem ausgewiesenen Hydrogeologen begleitet werden, Seinen Anweisungen ist Folge zu leisten.

## 8. Schlussfolgerung

Der Geschiebesammler kann am vorgesehenen Standort aus hydrogeologischer Sicht realisiert werden. Zwingende Voraussetzung ist, dass die Gewässerschutzmassnahmen gemäss Kapitel 5 rigoros eingehalten und durch einen Hydrogeologen, der von der Mineral- und Heilquellen AG akzeptiert wird, überwacht werden.

KELLERHALS + HAEFELI AG

  
Dr. J. Wanner

  
R. Wagner

Bern, 30. Januar 2017  
WA/rj 9637

**Präambel:**

Dieses Gutachten wurde im Auftrag der Gemeinde Adelboden zum Zweck der hydrogeologischen Beurteilung des Geschiebesammlers erstellt. Die vorgenannten Angaben und Folgerungen beziehen sich somit ausschliesslich auf das vorliegende Projekt. Bedeutende Änderungen des Projekts bedingen eine Neubeurteilung. Wird das Gutachten zudem für andere Zwecke verwendet, wird jede Haftung abgelehnt. Die Haftung wird auch gegenüber anderen Personen als den Auftraggebern vollumfänglich abgelehnt.

Bei den im Bericht gemachten Angaben handelt es sich um eine Interpretation der bis anhin von diesem Grundstück bzw. Standort bekannten Daten und Fakten. Sollten im Laufe der Planung bzw. der Ausführung des Bauvorhabens zusätzliche Informationen gewonnen werden, so müssen die gemachten Modellangaben überprüft und falls notwendig angepasst werden. Aus diesem Grund ist die Begleitung der Projektierungs- und Ausführungsarbeiten durch einen Geologen sehr zu empfehlen.