

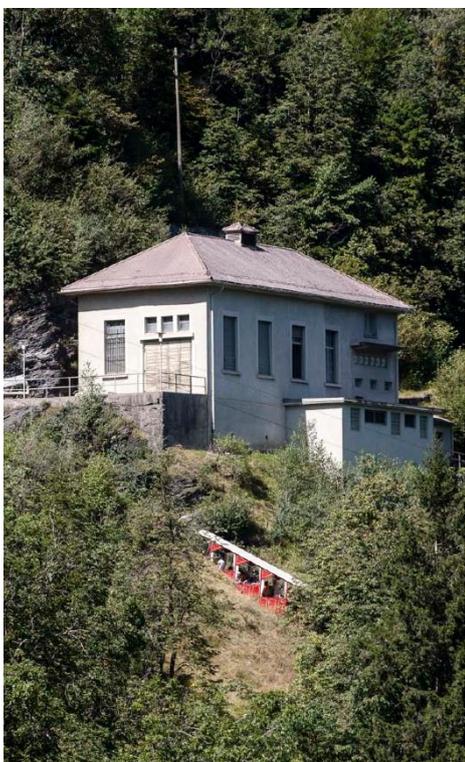
Kanton Bern  
Gemeinde Schattenhalb

Bau- und Konzessionsgesuch

## Kraftwerk Schattenhalb 2

### Umweltbericht

Thun, 10. Augusti 2020



#### Trägerschaft/Auftraggeber

Stiftung Kraft & Wasser, Schattenhalb  
c/o Simon Weiss, Murtenstrasse 41,  
3008 Bern

#### Auftragnehmer

IMPULS AG Wald Landschaft Naturgefahren  
Seestrasse 2, 3600 Thun

#### Projektverfasser/in

Baumgartner J., Greter, R., Karcheter L.,  
Knecht A., Mattli J., Meyer M., Perren B.,  
Reusser N., Rohrer, M., Schweizer S.,  
Strub D., Weiss S., Schweizer S.

#### Auftragsnummer

7-17-003

Umweltbericht\_2021-01-15\_nr.docx

#### Visum

# Inhalt

<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Einleitung, Allgemeines .....</b>	<b>5</b>
1.1 Ausgangslage .....	5
1.2 Verfahren.....	5
<b>2. Projekt, Vorhaben .....</b>	<b>6</b>
2.1 Beschreibung des Vorhabens.....	6
2.2 Standort und Betriebskonzept .....	7
<b>3. Relevanzmatrix .....</b>	<b>9</b>
<b>4. Projektauswirkungen .....</b>	<b>10</b>
4.1 Planungsrechtliche Rahmenbedingungen .....	10
4.2 Naturgefahren .....	10
4.2.1 Ausgangslage .....	11
4.2.2 Projektauswirkungen .....	14
4.3 Oberflächengewässer .....	16
4.3.1 Hydrologie (Wasserführung) .....	16
4.3.2 Hochwasserschutz .....	17
4.3.3 Geschiebehaushalt .....	17
4.3.4 Gewässerraum, Biosphäre .....	18
4.3.5 Wasserlebensraum (Fische).....	19
4.3.6 Gewässerökologie Makrozoobenthos.....	21
4.3.7 Wasserqualität (Gewässerschutz) .....	22
4.3.8 Technische Eingriffe .....	22
4.3.9 Raumbedarf Fließgewässer / geschützter Uferbereich.....	23
4.3.10 Wassernutzung .....	23
4.3.11 GEKOBÉ Revitalisierungsplan .....	23
4.3.12 Ersatzmassnahmen .....	23
4.4 Untergrund, Grundwasserschutz .....	23
4.4.1 Schutzzonen, Schutzbereiche.....	23
4.4.2 Altlasten.....	24
4.4.3 Abfälle .....	24
4.4.4 Materialbewirtschaftung, Deponien.....	24
4.5 Bodenschutz [IMPULS] .....	24
4.5.1 Ausgangslage .....	24
4.5.2 Projektauswirkungen .....	24
4.6 Natur- und Landschaftsschutz .....	25
4.6.1 Ausgangszustand .....	25
4.6.2 Projektauswirkungen .....	32
4.7 Erholung und Tourismus .....	36
4.7.1 Ausgangslage .....	36
4.7.2 Projektauswirkungen .....	37
4.8 Walderhaltung .....	38

4.8.1 Ausgangslage .....	38
4.8.2 Projektauswirkungen .....	40
4.9 Luftreinhaltung und Arbeitsbedingungen (beco) .....	41
4.9.1 Luftreinhaltung / Klimaschutz .....	41
4.9.2 Nichtionisierende Strahlung (NIS) .....	42
4.9.3 Lärmschutz / Erschütterung.....	42
4.9.4 Arbeitssicherheit .....	43
4.10 Restwasserbericht .....	44
4.10.1 Einleitung und Ausgangslage .....	44
4.10.2 Auswirkungen des Schattenhalb 2 .....	44
4.10.3 Betroffene Gewässerabschnitte .....	45
4.10.4 Hydrologische Auswirkungen auf die RW-Strecken 1 und 2 .....	47
4.10.5 Dokumentation der Interessenabwägung nach Art. 33 GSchG .....	52
4.11 Stauanlagen Sicherheit .....	54
4.12 Massnahmen .....	54
<b>5. Schlussfolgerung.....</b>	<b>56</b>
<b>6. Grundlagen .....</b>	<b>57</b>

## Zusammenfassung

Das historische Kraftwerk Schattenhalb 2 (SH2) wurde 2010 im Zuge des Kraftwerkneubaues Schattenhalb 3 stillgelegt und 2016 durch die Stiftung Kraft & Wasser erworben. Der Erhalt des denkmalschutzwürdigen historischen Kraftwerkes ist neben der Stromproduktion ein Hauptprojektanliegen. Das Kraftwerk ist eine der wenigen so vollständig erhaltenen Wasserkraftanlagen aus der Frühzeit der Stromproduktion und soll den Besuchern als lebendiges Denkmal der Industriekultur zugänglich gemacht werden. Damit wird es zu einem wichtigen Bestandteil des Gesamterlebnisses Reichenbachfall. Ohne Veränderung der konzessionierten Mindestrestwasserregelungen der Kraftwerke Schattenhalb 1 und 3 wird durch die Wiederinbetriebnahme des Kraftwerkes SH2 durch die Nutzung des Überfallwassers am Stauwehr Zwirgi von einer Mehrproduktion von 3 bis 4 GWh ausgegangen. Dies nicht nur unter Einhaltung der geltenden Restwasserbestimmungen, sondern darüber hinausgehend unter Wahrung höchster landschaftsästhetischer Ansprüche bezüglich der Erscheinung des Wasserfalls. Der grosse Reichenbachfall wird als wichtiges Landschaftselement eingestuft.

Die Reaktivierung von SH2 führt zu einer geringfügigen, zeitlich relativ eng eingrenzbaeren Beeinträchtigung der Erscheinung des Reichenbachfalls, resp. des Landschaftsbilds im Frühling, einige Tage vor der Eröffnung der Wanderwege und der Standseilbahn. Die Reaktivierung des Kraftwerkes SH2 hat keine Auswirkungen auf die Fischfauna des Reichenbachoberlaufes sowie dem im Unterlauf befindlichen Seeforellenperimeter. Das Kraftwerksprojekt beeinflusst die Überfallsituation ab der bestehenden Wasserfassung Zwirgi bis zur Wasserrückgabe nach der bestehenden Wasserfassung des Kraftwerkes Schattenhalb 1. Dieser Gewässerabschnitt des Reichenbaches ist als "Nichtfischgewässer" ausgewiesen. Auf die Mindestrestwassermenge hat die Reaktivierung des Kraftwerkes Schattenhalb keinen Einfluss.

## 1. Einleitung, Allgemeines

### 1.1 Ausgangslage

Die Stiftung Kraft & Wasser konnte Ende 2016 das Kraftwerk Schattenhalb 2 von der BKW Energie AG übernehmen. Die Stiftung beabsichtigt die Erhaltung der historisch wertvollen Kraftwerksanlage, die von der Denkmalpflege als „schützenswert“ in das Bauinventar der Gemeinde Schattenhalb aufgenommen wurde und auch im schweizerischen Inventar für Kulturgüter von nationaler Bedeutung aufgenommen werden soll.

Das Kraftwerk Schattenhalb 2 soll als Anschauungsobjekt der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Damit wird es zu einem wichtigen Bestandteil des Gesamterlebnisses „Reichenbachfall“. Um dem Besucher die frühe Stromproduktion mit Wasserkraft eindrücklich präsentieren zu können, soll die Betriebsfähigkeit der Kraftwerkstechnik wiederhergestellt werden.

Ein Betrieb der historischen Anlage soll zukünftig bei einem Wasserüberschuss des Kraftwerks Schattenhalb 3 ermöglicht werden. Dies nicht nur unter Einhaltung der geltenden Restwasserbestimmungen sondern darüber hinausgehend unter Wahrung höchster landschaftsästhetischer Ansprüche bezüglich der Erscheinung des Wasserfalls. Mit den Einnahmen aus der Stromproduktion wird eine bedeutende finanzielle Stütze des Gesamtprojekts geschaffen. Der Betrieb der Anlage stellt aber auch *den* wesentlichen Punkt in der Vermittlung an eine breitere Öffentlichkeit dar.

Die bestehende gut in die Landschaft eingefügte Anlage erfordert keine neuen Eingriffe in die Natur und kann im Bereich des Überschusswassers in einer ökologisch unbedenklichen Art betrieben werden. Somit sind weder sichtbare Bauwerke, Erschliessungsstrassen noch Deponien zu erstellen. Konzessionsrechtlich wird die Anlage Schattenhalb 2 eigenständig behandelt, beruht jedoch auf den Rahmenbedingungen der bestehenden Konzessionen und lässt diesen stets Vorrang.

### 1.2 Verfahren

Nach umfangreichen internen Vorprüfungen und Vorprüfungen durch das Amt für Wasser und Abfall (AWA) unter Einbezug der involvierten Fachstellen, konnten kritische Punkte im Projekt eruiert werden. Daraufhin wurden die Bereiche Ökologie, Landschaftsästhetik, Wirtschaftlichkeit, Systemsicherheit der hydraulischen Anlagenteile, das Übergeordnete Betriebs- und Steuerungskonzept, die Vereinbarung über Betrieb und Haftung mit der BKW und die rechtliche Grundlage einer eigenständigen Konzessionierung von Schattenhalb 2 vertieft bearbeitet.

Wie bei Kleinwasserkraftwerken üblich und wie vom AWA in Aussicht gestellt, soll die Konzessionierung einstufig und ohne UVP erfolgen. Das Konzessionsgesuch wird als kombiniertes Gesuch mit dem Baugesuch gestellt.

## 2. Projekt, Vorhaben

### 2.1 Beschreibung des Vorhabens

Von der ursprünglich zweistufigen Anlage der Kraftwerke Schattenhalb 1 und 2 sind heute noch die Stauanlage Zwirgi und die erneuerte untere Stufe Schattenhalb 1 in Betrieb. Mit dem neuen Kraftwerk Schattenhalb 3 wird seit 2010 das Wasser aus der Stauanlage Zwirgi einstufig über eine neue Druckleitung direkt ins Tal verarbeitet. Das Kraftwerk Schattenhalb 2 ist seither ausser Betrieb. Die Anlage Schattenhalb 1 verarbeitet vor allem im Sommerhalbjahr das Dotationswasser des grossen Reichenbachfalls über die Fassung direkt unter dem Fall.

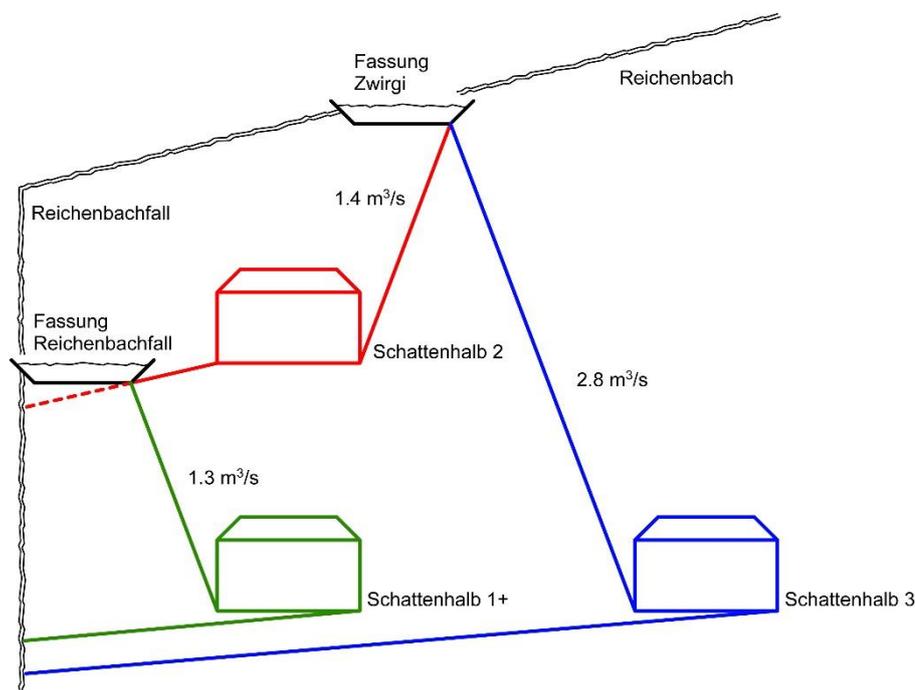


Abbildung 1: Schema der Kraftwerke am Reichenbach

Das Kraftwerk Schattenhalb 2 soll als obere Stufe von Schattenhalb 1 im ursprünglichen Sinn mit direkter Wasserweitergabe wieder in Betrieb genommen werden. Allerdings ist der Betrieb nur noch in Zeiten mit grossem Wasserdargebot möglich, wenn alle Rahmenbedingungen eingehalten werden. Das Wasser aus der Fassung Zwirgi wird die ersten Meter über die Leitung von Schattenhalb 3 geführt und dann in die bestehende Leitung von Schattenhalb 2 abgezweigt.

Tabelle 1: Technische Daten:

<b>Fassung/Stauanlage</b>	
Stauspiegelkote	998 m ü. M.
Fassungsvermögen	13'700 m <sup>3</sup>
Ausbauwassermeng	1.4 m <sup>3</sup> /s
<b>Druckleitung</b>	

Länge	485 m	
Länge im Stollen	180 m	
Länge erdverlegt	305 m	
Bruttofallhöhe	183 m	
Durchmesser	600 mm	
<b>Zentrale</b>		
Kote	815 m ü. M.	
Spiegel UW-Kanal	814 m ü. M.	
Turbine 5, Pelton	1'800 PS	Generator, 3-phasig synchron 1'260 kW
Turbine 6, Pelton	810 PS	Generator, 3-phasig synchron 480 kW
Wasserrückgabe UW-Kanal	15 m	direkt ins Wasserschloss Schattenhalb 1

Die Baulichen Ausprägungen der Anlagen sind bereits vorhanden. Bei der Wasserfassung sind keine Eingriffe (Fischaufstiegshilfe, Fischabstieg, Anpassung Rechen etc.) notwendig. In der Drosselklappenkammer wird eine neue Abzweigung von der Druckleitung Schattenhalb 3 zur bestehenden Druckleitung Schattenhalb 2 erstellt. Die untersten 99 Meter der Druckleitung nach Schattenhalb 2 werden erneuert. Dazu ist eine temporäre Rodung notwendig. Die Arbeiten können ohne Strassenzugang oder Installationsplatz ausgeführt werden. Auch die Arbeiten in der Zentral Schattenhalb 2 können ohne nennenswerte bauliche Eingriffe ausgeführt werden.

## 2.2 Standort und Betriebskonzept

Da es sich um einer Wiederinbetriebnahme einer bestehenden Wasserkraftanlage handelt, sind die Standorte der Anlageteile gegeben und können auch unter heutigen Gesichtspunkten als günstig bezeichnet werden.

Der Betrieb der Kraftwerke Schattenhalb 1 + und 3 ist dem des reaktivierten Kraftwerks Schattenhalb 2 übergeordnet. Durch die direkte Weitergabe des Wassers von der Zentrale Schattenhalb 2 in das Wasserschloss von Schattenhalb 1+ hat der Betrieb von Schattenhalb 2 jedoch keine Auswirkungen auf den Betrieb von Schattenhalb 1+.

Grundsätzlich ist während der Betriebszeiten der Bahn eine Dotation des Reichenbachfalls von 850 l/s in der Konzession von Schattenhalb 3 vorgeschrieben. Um aber das Naturschauspiel des Reichenbachfalls nur noch in einem nicht mehr wahrnehmbaren Bereich einzuschränken, sieht die Stiftung Kraft & Wasser erst ab 2'100 l/s den Produktionsbetrieb *am Tag* vor. Ab 850 l/s Dotation des Falls läuft das Kraftwerk Schattenhalb 2 ohne Last zu Demonstrationszwecken mit max. 90 l/s. *Bei Nacht* werden die Restwassermengen gemäss Konzession Schattenhalb 3 eingehalten, die auf Ihre ökologischen Auswirkungen nachmals geprüft wurden.

Es sind also die drei folgenden Betriebszustände vorgesehen:

### 1. Tagesbetrieb bei möglicher Mindestdotation des Wasserfalls von 2'100 l/s (Beeinträchtigung des Wasserfalls im nicht wahrnehmbaren Bereich)

**2. Tagesbetrieb zu Demonstrationszwecken ohne Last mit ca. 90 l/s ab einer Mindestdotations von 850 l/s des Wasserfalls**

(Beeinträchtigung des Wasserfalls im nicht wahrnehmbaren Bereich)

**3. Nachtbetrieb mit Überschusswasser ausserhalb der Betriebszeiten der Reichenbachfall-Bahn gemäss regulären Restwassermengen**

Damit kann das Kraftwerk Schattenhalb 2 an rund 130 bis 140 Tagen betrieben werden, wovon an ca. 10 Tagen mit Volllast, an ca. 30 Tagen mit Teillast, über 75 Nächte mit Volllast und über 55 Nächte mit Teillast.

### 3. Relevanzmatrix

*Tabelle 2: Relevanzmatrix; Einschätzung der Umweltauswirkungen auf die jeweiligen Umweltbereiche.*

<b>Umweltbereich</b>	<b>Bauphase</b>	<b>Betriebsphase</b>
Naturgefahren	○	○
Oberflächengewässer	○	○
Untergrund, Grundwasserschutz	○	○
Bodenschutz	▼	○
Natur- und Landschaftsschutz	▼	○
Erholung und Tourismus	○	○
Walderhaltung	▼	○
Luftreinhaltung und Arbeitsbedingungen (beco)	▼	○

<b>Legende</b>	
○	keine oder unbedeutende Umweltauswirkungen
▼	mässige Umweltauswirkungen
■	bedeutende Umweltauswirkungen

## 4. Projektauswirkungen

### 4.1 Planungsrechtliche Rahmenbedingungen

Das Vorhaben zur Reaktivierung der historischen Kraftwerksanlage Schattenhalb 2 betrifft folgende planungsrechtliche Festlegungen:

#### Kantonale Planungsinstrumente

- Richtplan Kanton Bern, Richtplan 2030 [6]:  
Hauptziel C: Voraussetzungen für wirtschaftliche Entwicklungen schaffen  
Hauptziel E: Natur und Landschaft schonen und entwickeln  
Massnahme C\_20: Schattenhalb – Grosse Reichenbachfall: Der Grosse Reichenbachfall wird als 'zu schützender Wasserfall' bezeichnet. Gleichzeitig ist die bestehende Gewässerstrecke des Reichenbachs als "bestehende Nutzung" enthalten.

#### Regionale Planungsinstrumente:

- Regionales Gesamtverkehrs- und Siedlungsrichtkonzept 20167 [7]:  
"Schattenhalb, Reichenbachfälle" ist im Massnahmenblatt T-7 "Ausflugstationen und Ausflugsziele" als Ausflugstation T-7-s08 als Festsetzung enthalten. Das Massnahmenblatt enthält keine spezifischen Festlegungen mit Bezug auf die Reaktivierung des historischen Kraftwerks Schattenhalb 2.
- Teilrichtplan Energie Oberland-Ost 2015 (TRPE.00 2015) [8]:  
Das Massnahmenblatt M52 'Realisierung geplante Wasserkraftwerke' legt als behördenverbindliche Massnahme fest: "Durch Erneuerung bestehender Kraftwerke und zusätzlicher Kraftwerksbauten soll eine erhebliche Steigerung der Stromproduktion im Gebiet der RKOÖ erreicht werden".  
Eine Reaktivierung von Schattenhalb 2 entspricht grundsätzlich den Zielsetzungen gemäss M52.
- Regionales Tourismusentwicklungskonzept Oberland-Ost 2014 (RTEK 2014) [9]:  
Die Reichenbachfallbahn ist als touristische Ausflugstation definiert (T-7-s08) mit folgender Zielsetzung: Ausflugsziele und Stationen (Inkl. Zwischenstationen) sollen langfristig gesichert und angemessene Entwicklungsmöglichkeiten erhalten. Diese sollen sich vorwiegend auf die bestehenden Bauten und Anlagen und deren unmittelbare Umgebung beschränken. Die touristische Nutzung wird in Kapitel 4.7 erläutert.
- Landschaftsschon- oder -schutzgebiet (Stand Genehmigung RGSK 2. Generation gemäss Region 1 bis 7) [10]:  
Es ist kein regionales Landschaftsschon- oder -schutzgebiet betroffen.

#### Kommunale Planungsinstrumente:

Das Vorhaben befindet sich ausserhalb der Bauzonen. In der baurechtlichen Grundordnung der Gemeinde Schattenhalb finden sich keine Bestimmungen, welche dem Vorhaben entgegenstehen (E-Mail Monika Kübli, Gemeinde Schattenhalb vom 14.05.2020).

### 4.2 Naturgefahren

In diesem Kapitel werden die Naturgefahrenprozesse Lawine, Sturz und Rutschung dargestellt. Der Prozess Wassergefahren wird in Kapitel 4.3 beschrieben.

Der Perimeter des Kraftwerks Schattenhalb 2 liegt vollständig im Perimeter detaillierte Beurteilung der Naturgefahrenkarte der Gemeinde Schattenhalb aus dem Jahre 2004. Die folgenden Aussagen zu den Naturgefahren basieren auf den Beurteilungen der Naturgefahrenkarte und dem Ereigniskataster des Kantons Bern.

#### **4.2.1 Ausgangslage**

##### **Lawine**

Keine der Anlagen des Projektes ist durch Lawinen oder Gleitschnee gefährdet.

##### **Sturz**

Teile der erd- und stollenverlegten Druckleitung und die Zentrale liegen in einem blauen Gefahrengebiet (SS5). Hier ist mit einer mittleren Wahrscheinlichkeit (Wiederkehrdauer 30 - 100 Jahre) mit Steinschlagereignissen von mittlerer Intensität (30 - 300 kJ) zu rechnen. Von der Zentrale ist die südwestliche Fassade und möglicherweise Teile der südwestlichen Dachhälfte betroffen. Für genauere Angaben welche Teile der Zentrale (insbesondere des Daches) genau betroffen sind, wären Sturzmodellierungen notwendig. Diese würden dann benötigt, falls die vorliegende Beurteilung ergibt, dass genauere Abklärungen oder Schutzmassnahmen notwendig sind.

Ein kurzer Abschnitt der Druckleitung liegt in einem roten Gefahrengebiet (SS8). Hier ist mit einer mittleren Wahrscheinlichkeit (Wiederkehrdauer 30 - 100 Jahre) mit Steinschlagereignissen von starker Intensität (> 300 kJ) zu rechnen. Dieser Abschnitt der Druckleitung verläuft grösstenteils in einem Felsstollen (siehe Kartenausschnitt in Abbildung 3).

Im Bericht zur "Risikobeurteilung der Gefährdung durch erdverlegte Druckleitung" [45] wurde bei der Geländebegehung auch die Gefährdung der Druckleitung bezüglich Naturgefahren beurteilt (Kapitel 4.5). Zusammenfassend kommen die Bearbeitenden zu folgenden Schlüssen:

- Im Bereich unterhalb des unteren Stollens kann ein Bereich ausgemacht werden, wo unterhalb der Felswand eine Gefährdung durch einen Direkttreffer besteht.
- Im unteren Hangbereich des untersten Abschnitts besteht kein Risiko für einen Direkttreffer mehr, da allfällige Sturzblöcke in diesem Bereich nur noch abrollen oder allenfalls geringfügig springen werden.

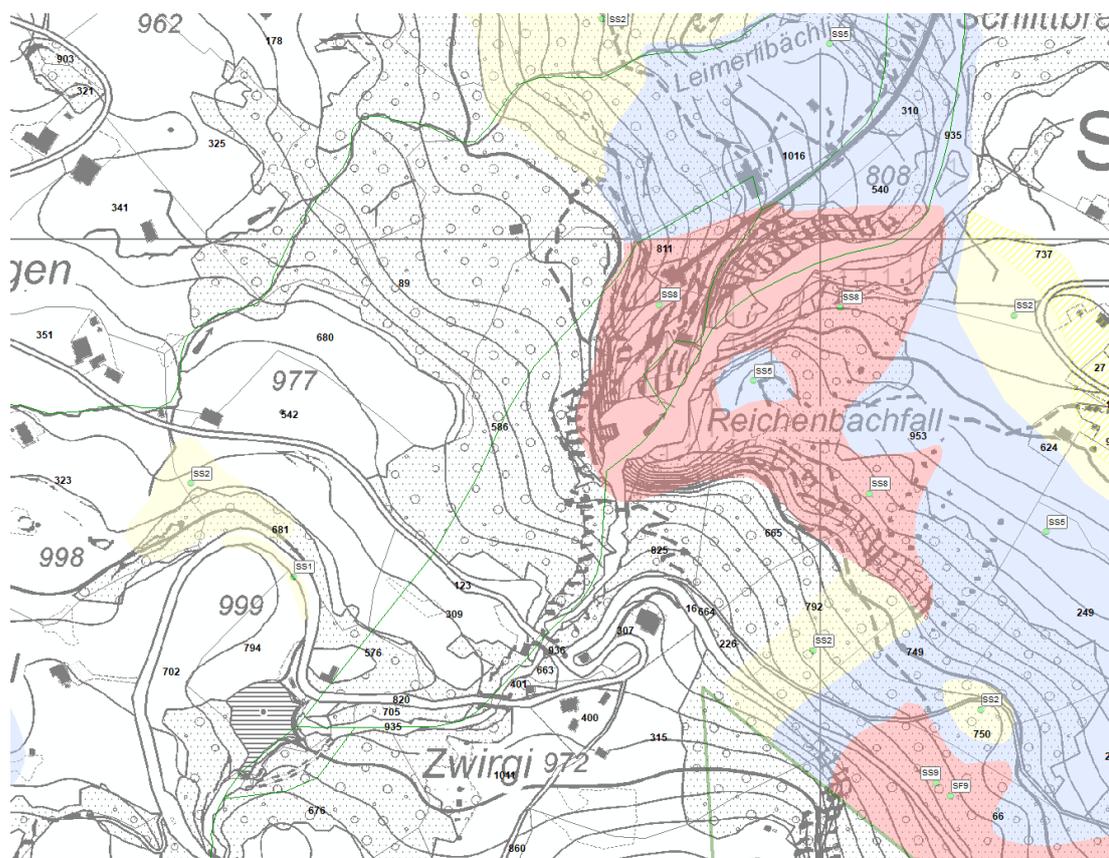


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Naturgefahrenkarte der Gemeinde Schattenthal, Sturzgefahren, Stand Mai 2020.

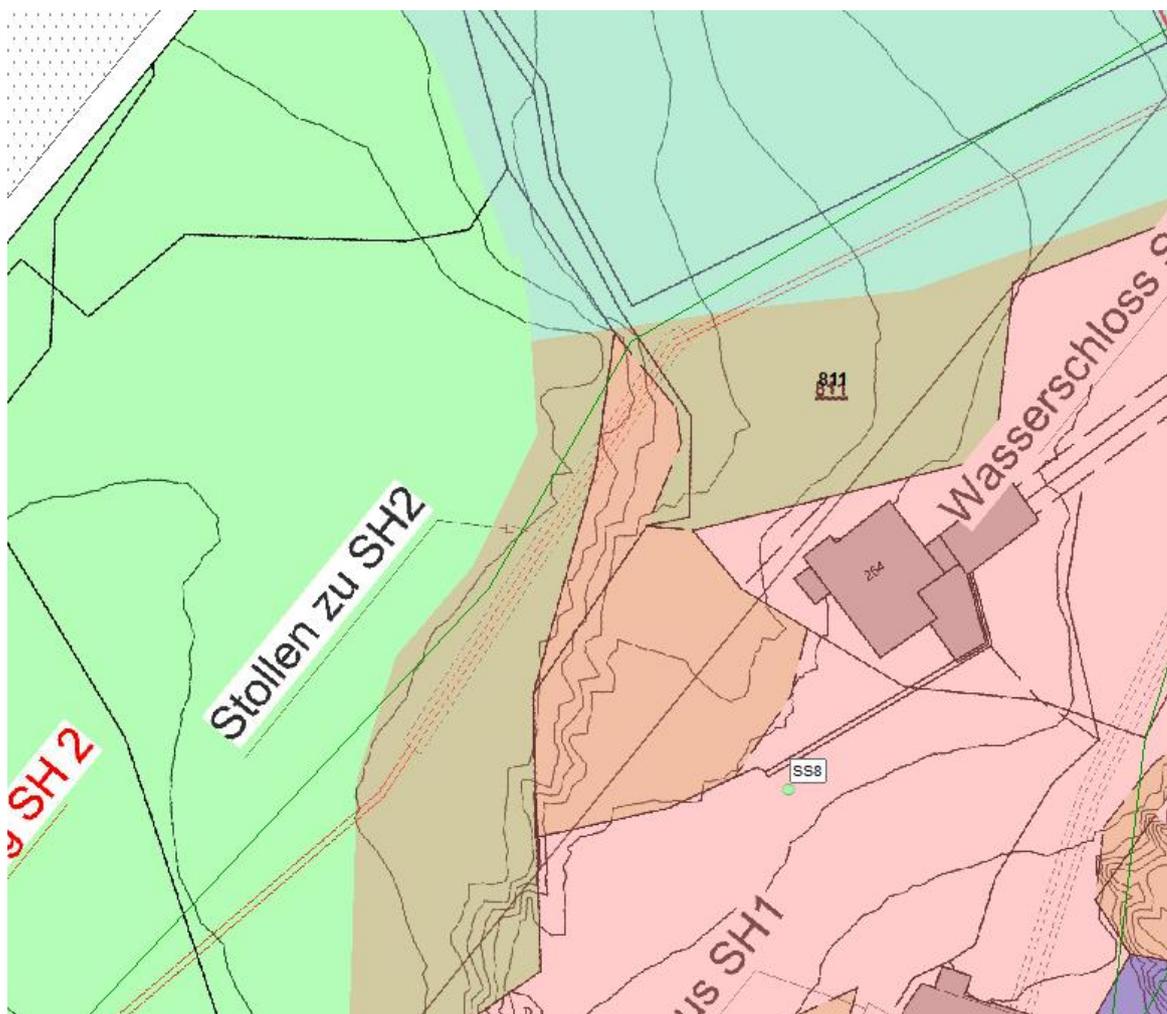


Abbildung 3: Ausschnitt aus der Naturgefahrenkarte Sturzgefahren der Gemeinde Schattenhalb auf der Basis der Gesamtübersicht Projekt vom 23.01.2017.

### Rutschung

Teile des Fassungsbeckens, der erd- und stollenverlegten Druckleitung und die Zentrale sind durch gelbe Gefahrengelände (HM4) betroffen. Hier ist mit einer geringen Wahrscheinlichkeit (Wiederkehrdauer 100 - 300 Jahre) mit Hangmurenereignissen von mittlerer Intensität (< 1 m) zu rechnen.

Im Bericht zur "Risikobeurteilung der Gefährdung durch erdverlegte Druckleitung" [45] wurde bei der Geländebegehung auch die Gefährdung der Druckleitung bezüglich Naturgefahren beurteilt (Kapitel 4.5). Zusammenfassend kommen die Bearbeitenden zu folgenden Schlüssen:

- Im Gelände lassen sich auf der gesamten Länge der Druckleitung keine Hinweise auf Rutschbewegungen feststellen. Zudem ist im Allgemeinen die Lockergesteinsmächtigkeit gering und das Gebiet entlang der Druckleitung ist vollständig bewaldet. Zudem dürfte das Lockergesteinsmaterial grösstenteils aus grobkörnigem Schutt bestehen und es ist auch aufgrund der topografischen Verhältnisse keine potenzielle Gleitfläche vorhanden. Dadurch ist das Auftreten von Hangmuren in einer Grösse, die für die Leitung ein Risiko darstellen könnte, unwahrscheinlich.
- An den bestehenden, trocken gemauerten Stützmauern, welche rund hundertjährig sind,

lassen sich ebenfalls keine Hinweise erkennen, die auf Rutschbewegungen hinweisen würden. Dadurch kann auch eine Beeinträchtigung der Druckleitung durch Rutschbewegungen als sehr unwahrscheinlich beurteilt werden.

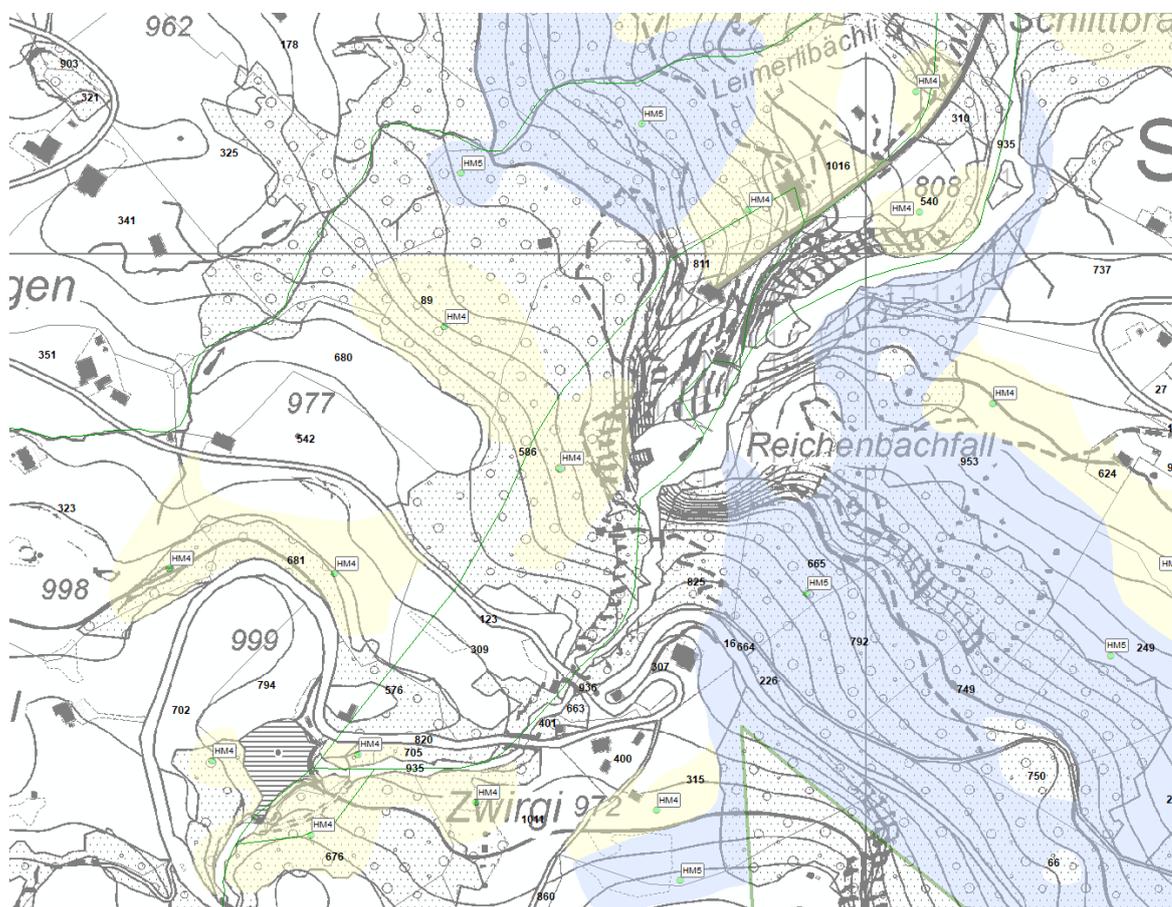


Abbildung 4: Ausschnitt aus der Naturgefahrenkarte der Gemeinde Schattenthal, Rutschgefahren, Stand Mai 2020.

### Einsturz / Absenkung

Keine der Anlagen des Projektes ist durch Einsturz oder Absenkung gefährdet.

### 4.2.2 Projektauswirkungen

Das Projekt sieht die Wiederaufnahme des Betriebes der Druckleitung und der Zentrale vor. An der Druckleitung sind die innere Sanierung und Ertüchtigung und teilweise Ersatz vorgesehen. Die Lage der Leitung wird nicht verändert.

Die Zentrale soll in der ursprünglichen Konzipierung erhalten und nach denkmalpflegerischen Grundsätzen in Stand gesetzt werden. Die Arbeiten umfassen auch die unterirdische Einbindung des Unterwasserkanals in das Wasserschloss von Kraftwerk Schattenthal 2 und den Rückbau der bestehenden Ölheizung mit dem dazugehörigen Tank. Im bestehenden Kommandoraum im Erdgeschoss und im bestehende Traforaum im Untergeschoss werden die elektrischen Ausstattungen erneuert.

Für den Netzanschluss kann die bestehende Freileitung Richtung Zwirgi verwendet werden.

## Lawinen

Fazit: Es bestehen keine Auswirkungen auf das Projekt.

## Sturz

Es erfolgen, im durch Steinschlag gefährdeten Bereich, keine Neubauten, Wiederaufbauten oder Umbauten und auch keine Erweiterungen und Zweckänderungen.

Die Druckleitung und die Zentrale werden technisch erneuert. Eine Erweiterung oder Zweckänderung der technischen Anlagen ist nicht vorgesehen. Die bestehenden Wohnräume des Betriebspersonals im Obergeschoss werden nicht erweitert oder umgenutzt.

Die vorgesehenen Sanierungen an den Anlagen der Druckleitung und der Zentrale sind Investitionen im Sinne der Werterhaltung.

Die Gefährdungssituation bezüglich Steinschlags für die zur Wiederinbetriebnahme vorgesehenen Anlagen ist dieselbe wie vor der Ausserbetriebnahme. Die Personen- und Sachrisiken werden nicht erhöht.

Durch die Wiederaufnahme des Betriebes wird die Gefährdungssituation bezüglich Steinschlags für die Umgebung ebenfalls nicht verändert.

Fazit: Unter den geschilderten Gesichtspunkten sind an der Zentrale keine Schutzmassnahmen gegen Steinschlag zwingend erforderlich.

Im Bericht zur "Risikobeurteilung der Gefährdung durch erdverlegte Druckleitung" [45] wurde bei der Geländebegehung auch die Gefährdung der Druckleitung bezüglich Naturgefahren beurteilt (Kapitel 4.5). Die Bearbeitenden empfehlen für die Druckleitung unmittelbar unterhalb der Felsstufe die folgenden Massnahmen:

- In diesem Bereich ist vorgesehen die bestehende Druckleitung zu ersetzen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Leitung unmittelbar unter dem unteren Stollenportal entsprechend überdeckt wird, um einen Direkttreffer zu vermeiden.

Falls weitere freiwillige Massnahmen ergriffen werden sollen, müssten die Einwirkungen durch Steinschlagberechnungen genauer bestimmt und die Massnahmen dementsprechend bemessen werden (Schutznetz, Verstärkungen).

## Rutschung

Die bestehende, geringe Gefährdung der Anlagen durch Hangmuren hat lediglich geringe Auswirkungen auf das Projektvorhaben.

Fazit: Es sind keine besonderen Massnahmen notwendig.

## Einsturz / Absenkung

Fazit: Es bestehen keine Auswirkungen auf das Projekt.

## Massnahmen (vgl. Kapitel 4.12 )

Nr.	Kapitel	Massnahme
	4.5	Naturgefahren
Na-01		Entsprechende Überdeckung der Druckleitung unmittelbar unter dem unteren Stollenportal, um einen Direkttreffer zu vermeiden.

## 4.3 Oberflächengewässer

### 4.3.1 Hydrologie (Wasserführung)

Das geographische Einzugsgebiet des Reichenbachs bei der Wasserfassung Zwirgi beträgt rund 58 km<sup>2</sup> und entwässert das Gebiet zwischen der Grossen Scheidegg und dem Aaretal bei Meiringen.

Das Einzugsgebiet des Reichenbachs ist zu ca. 15 % vergletschert. Schneeschmelze und Gletscher führen im Sommer zu Abflüssen, die deutlich über dem Jahresmittel liegen, während die Monate Januar und Februar die niedrigsten Abflüsse aufweisen. Die wichtigsten Kenndaten des Einzugsgebietes sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Die EWR Energie AG zeichnete während der Perioden 1950 bis 1958, 1986 bis 1990 und 2003 die Abflüsse des Reichenbachs anhand von Messungen an den beiden Punkten am Unterwasserkanal von Kraftwerk Schattenhalb 1 und am Reichenbach im Talboden bei der Sägerei auf. Diese Werte können auch für die natürlichen Abflüsse bei der Fassung Zwirgi herangezogen werden.

Die aufgezeichneten Tagesmittelwerte und Monatsmittelwerte sind in Abbildung 5 ersichtlich:



Abbildung 5: Jahresganglinie und Monatsmittelwerte, Daten EWR Energie AG, BKW Energie AG.

Aus der genannten Datenbasis wurde auch die Dauer der Abflüsse (erreicht oder überschritten) ermittelt und in der Dauerkurve aufgezeichnet (Tabelle 3 und Abbildung 6):

Tabelle 3: Dauer der Abflüsse, Daten EWR Energie AG, BKW Energie AG.

Tage	1	3	6	9	18	36	55	73	91	114	137	160	
	10.0	8.52	6.90	6.48	5.83	5.24	4.76	4.44	4.07	3.66	3.08	2.39	m <sup>3</sup> /s
Tage	182	205	228	251	274	292	310	329	347	356	362	365	
	1.78	1.38	1.05	0.82	0.65	0.55	0.48	0.43	0.37	0.32	0.25	0.20	m <sup>3</sup> /s

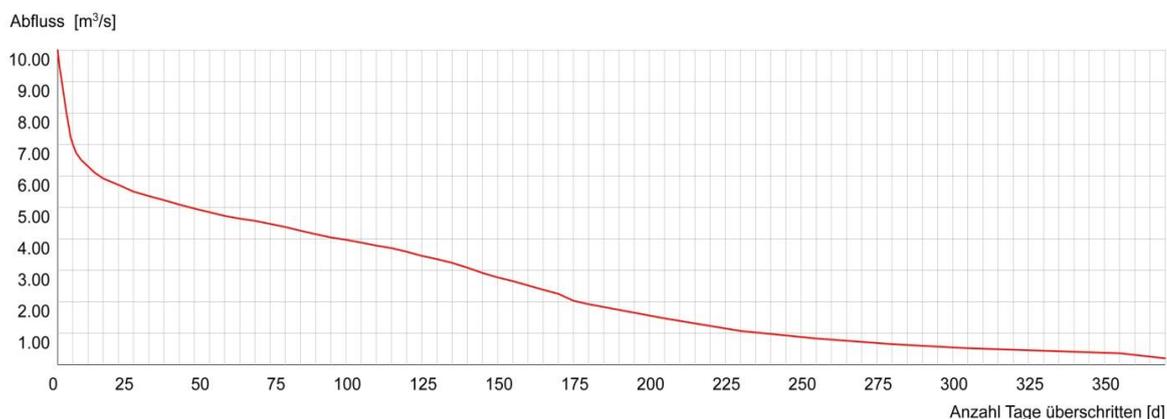


Abbildung 6: Dauerkurve der Abflüsse, Daten EWR Energie AG, BKW Energie AG.

### 4.3.2 Hochwasserschutz

Das bestehende Staubecken Zwirgi ist für ein  $HQ_{100} = 115 \text{ m}^3/\text{s}$  ausgelegt [2].  $HQ_2$  beträgt  $35 \text{ m}^3/\text{s}$ . Durch die Wiederinbetriebnahme des Kraftwerks Schattenhalb 2 sind deshalb keine weiteren Hochwasserschutzmassnahmen notwendig. Ziel des bestehenden Sicherheitskonzepts ist es, dass keine Schäden an Anlagen oder Gefährdungen von Personen entstehen [39]. Extremereignisse können oberhalb des Staubeckens Zwirgi unverbaute Ufer erodieren und instabile, laufend nachrutschende Lockergesteinsmassen aktivieren, welche grosse Mengen Geschiebe in den Rychenbach eintragen. Angaben zum Geschiebetrieb durch das Einlauf Staubecken (Vorstau) und Staubecken Zwirgi befinden sich im Kapitel 4.3.3 Geschiebehaushalt.

Die gegebene Disposition der Kraftwerksanlagen führt zu einer gemeinsamen Nutzung der Wasserfassung Zwirgi zwischen BKW Energie AG und der Stiftung Kraft & Wasser Schattenhalb [2]. Die BKW Energie AG als Eigentümerin der Wasserfassung wird für den Unterhalt, Betrieb und die Stauanlagen Sicherheit verantwortlich sein.

### 4.3.3 Geschiebehaushalt

Der Rychenbach bringt eine geschätzte Geschiebefracht von durchschnittlich  $4000 \text{ m}^3/\text{a}$  zum Staubecken Zwirgi. Diese Fracht kann jährlich stark variieren. Die jährliche Geschiebeentnahme im oberhalb liegenden Geschiebesammler Badmatten liegt bei 700 bis  $1000 \text{ m}^3$  Material. Ebenfalls entnimmt die Schwellenkorporation aus Hochwasserschutzgründen unregelmässig kleinere Mengen Geschiebe im Gschwantenmad. Die Flachestrecke Gschwantenmad ist limitierend für die Geschiebeführung. Allgemein ist der natürliche Geschiebetrieb im Rychenbach bis zum Staubecken Zwirgi weitgehend unbeeinflusst.

Das Staubecken Zwirgi wird am Frühling und nach Hochwasserereignissen ( $> 15 \text{ m}^3/\text{s}$ ) entleert / gespült, dabei werden schätzungsweise zwischen  $1000$  bis  $3000 \text{ m}^3$  Geschiebe weitergegeben. Das Stauvolumen im Vorstau für die Wasserentnahme beträgt lediglich  $200 \text{ m}^3$ , da es räumlich eng begrenzt ist. Dabei werden im Vorstau temporär bis zu  $50 \text{ m}^3$  Geschiebe zurückgehalten, bei Abflüssen zwischen  $5$  bis  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  vorwiegend grobes Kies. Ist die Entlastungsrollschütze geöffnet, wird temporär abgelagertes Kies ab  $8 \text{ m}^3/\text{s}$  weitergegeben. Steine

und Blöcke werden erst bei Hochwasser und vollständig geöffneter Entlastungsschütze abtransportiert. Durch die turbulenten Fließverhältnisse im Staubereich wird kaum Sand abgelagert [39]. Es ist davon auszugehen, dass sich die Weiterleitung des Geschiebes durch die wieder Inbetriebnahme des Schattenhalb 2 nicht verschlechtert.

Die gegebene Disposition der Kraftwerksanlagen führt zu einer gemeinsamen Nutzung der Wasserfassung Zwirgi zwischen BKW Energie AG und der Stiftung Kraft & Wasser Schattenhalb [2]. Die BKW Energie AG als Eigentümerin der Wasserfassung wird für den Unterhalt, Betrieb und die Stauanlagen Sicherheit verantwortlich sein.

#### **4.3.4 Gewässerraum, Biosphäre**

##### **Ausgangslage**

Die Gewässermorphologie, also das äussere Erscheinungsbild, ist ein Sammelbegriff für Faktoren, wie z.B. die Linienführung, die Uferbeschaffenheit, die benetzte Breite und Strukturen der Gewässersohle und deren Relief. Morphologie, Abflussverhältnisse und Gefälle bestimmen direkt die Lebensraumbedingungen von aquatischen Organismen.

Die Wichtigkeit der strukturellen Vielfalt des Lebensraumes bezüglich Wassertiefen, Gewässerbreite, Fließgeschwindigkeiten, Strömungsmuster und -Verteilung für die Artenvielfalt und Bestandesdichte der Fischfauna und des Makrozoobenthos wird in vielen wissenschaftlichen Untersuchungen hervorgehoben.

Das Gewässerbett des Reichenbaches folgt auf den Restwasserstrecken der bestehenden Kraftwerke Schattenhalb 3 und 1 dem natürlichen Weg durch die Reichenbachschlucht. Die Morphologie des Bachbettes erfolgte gemäss der Klassifizierung nach Schälchli (1991) im Rahmen des Umweltverträglichkeitsberichtes der Neukonzessionierung des Kraftwerkes Schattenhalb 3 (Emch + Berger 2004):

Der Typ "Block-Gleitstrecke" dominiert die Restwasserstrecke unterhalb der bestehenden Wasserfassung Zwirgi bis zur Wasserrückgabe des Kraftwerkes Schattenhalb 2. Die Gerinnemorphologie ist durch enge und tiefe Schluchtabschnitte sowie grobblockiges Fels- und Steinschlagmaterial geprägt und kann abschnittsweise als Block-Gleitstrecke (natürliche Blockrampe) mit kantigem Material Felssohlentyp definiert werden. Zwischen den einzelnen Abstürzen, welche Höhen bis 10m und mehr (der grosse Reichenbachfall hat eine Absturzhöhe von über 100 m) besteht die Sohle der Pools und Fließstrecken nahezu ausschliesslich aus grobblockigem Material, das wegen ihrer Form kaum über grössere Strecken transportiert werden kann. In den Zwischenräumen kann sich feineres Material halten, das jedoch kaum Bedeutung auf die Strömungsverhältnisse hat. Die Abflussverhältnisse werden durch die ausgesprochen grossen Blöcke und die hohen Abstürze definiert. Bei extremen Niederwasserverhältnissen (Winter) ist in den Blockgleitstrecken meist nur lokal Wasser zu sehen (Ausnahmen bilden die klar sichtbaren Abstürze). Oft erinnert nur ein Rieseln oder Gurgeln an den vorhandenen Abfluss. Mit zunehmendem Abfluss wird das Wasser auf längeren Abschnitten sichtbar. Dieser Gewässerabschnitt ist aus morphologischer Sicht in einem natürlichen Zustand.

## Projektauswirkungen

Die Reaktivierung des Kraftwerkes Schattenhalb 2 hat keine Auswirkungen auf die Gewässer-morphologie der Restwasserstrecke.

### 4.3.5 Wasserlebensraum (Fische)

#### Ausgangslage

Nach dem Masterplan Fischerei wird der Oberlauf des Reichenbaches als "wichtiges Fischgewässer" deklariert [28] und unterliegt einer fischereilichen Bewirtschaftung und Nutzung. Ab der Wasserfassung Zwirgi bis zum Talboden vom Meiringen wird der Gebirgsbach als "Nicht-fischgewässer" ausgewiesen. Im Talboden von Meiringen ist der Reichenbach potenzielles Laich- und Jungfischhabitat der Seeforelle.

#### *Bachforelle*

Gemäss dem "Fischatlas" des Kantons Bern [29] weist der Reichenbach einen "mittleren" Bestand an Bachforellen auf, eine erfolgreiche Reproduktion ist wahrscheinlich. Neben der einheimischen Bachforelle kommt auch der allochthone Bachsaibling vor. Laut der Fischereistatistik sind die Fangerträge der Angelfischer in den Jahren zwischen 1989 bis 2013 rückläufig [30], diese lassen aber dennoch auf einen stabilen Bachforellenbestand schliessen.

#### *Seeforelle*

In der Schweiz hat sich das Verbreitungsareal der Seeforelle (*Salmo trutta lacustris*) seit 1996 bis 2007 fast um die Hälfte verkleinert, die Seeforelle zählt in der Schweiz als stark gefährdete Art. Gründe hierfür sind die ungenügende Erreichbarkeit der Reproduktionsgebiete durch den Verbau der Fliessgewässer und intensive Nutzung durch Kraftwerke, fehlende Jungfischhabitate und ein gestörter Geschiebehaushalt in den Reproduktionsgewässern. Des Weiteren sind zu geringe Restwassermengen sowie der Schwall- und Sunkbetrieb in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftwerken für den Rückgang der Seeforelle mit verantwortlich [31].

Gemäss dem Artenförderungskonzept des Kantons Bern sind Einzelfunde von Seeforellen im Reichenbachunterlauf nachgewiesen [32]. Der 500 Meter lange Gewässerabschnitt des Reichenbaches war historisches Laich- und Jungfischhabitat der Seeforelle, bis dieser im Zuge der Hasliaare-Korrektur von 1866 bis 1872 im Unterlauf kanalisiert und hart verbaut wurde. Lediglich der Letzte Pool im Talboden, der als Geschiebeentnahmestelle fungierte, wies eine naturnahe Gewässersohle auf [31].

Derzeit wird der Reichenbachunterlauf im Zuge eines Hochwasserschutzprojektes revitalisiert und die Laich- und Jungfischhabitate wiederhergestellt (Abbildung 7).



Abbildung 7: Wiederhergestellter Unterlauf des Reichenbachs (Laich- und Jungfischhabitat).

### Projektauswirkungen

Die Reaktivierung des Kraftwerkes Schattenhalb 2 hat keine Auswirkungen auf die Fischfauna des Reichenbachoberlaufes sowie dem im Unterlauf befindlichen Seeforellenperimeter. Das Kraftwerksprojekt beeinflusst die Überfallsituation ab der bestehenden Wasserfassung Zwirgi bis zur Wasserrückgabe nach der bestehenden Wasserfassung des Kraftwerkes Schattenhalb 1 (respektive die Wasserweitergabe an das Schattenhalb 1). Dieser Gewässerabschnitt des Reichenbaches ist als "Nichtfischgewässer" ausgewiesen. Auf die Mindestrestwassermenge hat die Reaktivierung des Kraftwerkes Schattenhalb keinen Einfluss.

Nach der Strategischen Planung zur Wiederherstellung der Fischwanderung des Kantons Bern sind für die bestehenden Kraftwerksanlagen am Reichenbach keine Sanierungsmassnahmen hinsichtlich Fischauf-, Fischabstieg oder Fischschutz vorgesehen [33].

Gemäss der "Stellungnahme zur Grobanalyse Reaktivierung Schattenhalb 2, Gemeinde Schattenhalb" des Fischereinspektorats vom 18.04.2017, wird darauf hingewiesen: "... sollten aufgrund der erhöhten Entnahmemenge Anpassungen am Fassungsbauwerk Zwirgi notwendig sein, sind die aktuellen Vorgaben bez. Fischschutz zu berücksichtigen". Eine Anpassung des Fassungsbauwerkes zur Erhöhung der Wasserentnahmemenge ist laut des technischen Berichtes nicht geplant [2].

### 4.3.6 Gewässerökologie Makrozoobenthos

#### Ausgangslage

Am 16.04.2020 fand eine Begehung mit Simon Weiss (Auftraggeber), Matthias Meyer (KWO) und Anita Knecht (Mandat IMPULS AG) statt. Bei dieser Gelegenheit wurde im Rychenbach ca. 300 m oberhalb des Staubeckens Zwirgi eine Probenahmestelle definiert und gemäss Methode IBCH Proben von Makrozoobenthos entnommen. Dies als Referenz, um das Potenzial des Rychenbaches bezüglich der Artenzusammensetzung der wirbellosen Wassertiere bei Bedarf eruieren zu können. Aus Zeitgründen wurde die Probe bisher nur grob sortiert nach Steinfliegen- (Plecoptera), Eintagsfliegen- (Ephemeroptera), Köcherfliegenlarven (Trichoptera) und übrigen Taxa. In der Probe sind sehr viele Steinfliegen vorhanden, was für Wildbäche typisch ist. Diese sind sehr empfindlich gegenüber Umweltbelastungen und dienen daher als gute Bioindikatoren zur Bewertung des Gewässerzustandes. Ebenfalls vorhanden sind Lidmückenlarven (Blephariceridae), welche nur in Wildbächen der Alpen und Voralpen vorkommen. Als Habitat benötigen sie Steine, die mit mindestens 1 m/s überströmt werden. Nimmt die Fliessgeschwindigkeit ab, verschwinden sie. Sie sind Zeiger für Wildbäche mit ausreichender Wasserführung und sollten deshalb in Restwasserstrecken auch vorkommen. Die Entwicklungsdauer beim Makrozoobenthos ist sehr unterschiedlich. Bei Steinfliegen beträgt sie beispielsweise zwischen 1-3 Jahren, bei Eintagsfliegen zwischen Wochen und 3 Jahren.

#### Projektauswirkungen

##### *Restwasserstrecke 1* (vgl. Abbildung 14)

Ab dem Staubecken Zwirgi talabwärts beginnt die Restwasserstrecke 1. Diese ist im aktuellen Zustand tagsüber von Mitte Oktober (nachts Anfang Oktober) bis Anfang Mai mit 0 l/s bewilligt (und entsprechend dotiert). Da es auf dieser Strecke keine einmündenden Seitenbäche gibt, liegt die Strecke in dieser Periode trocken (ausser kurzfristig bei Starkniederschlägen) und weist nur Becken mit Stillwasser auf. Dies bedeutet für die Gemeinschaft des Makrozoobenthos, dass die Lebensbedingungen für die Larven auf dieser Strecke während der Trockenlegung bereits im Ausgangszustand nicht ihrem Lebensraum entsprechen. Die plötzlichen und starken Schwankungen Tag/Nacht von Mai bis Ende September entsprechen ebenfalls nicht den natürlichen Bedingungen und führen zu starker Drift der Larven (fliegende Adulttiere legen ihre Eier im Zeitraum der Wasserführung in diesen Gewässerabschnitt, damit sich daraus Larven entwickeln können).

Fazit: Vor diesem Hintergrund spielt die Reduktion der Restwassermenge durch SH2 auf das Makrozoobenthos praktisch keine Rolle, zumal von Mai bis Ende September immer eine Mindestrestwassermenge von 135 l/s gewährleistet ist und für die übrigen Monate auch ohne Reaktivierung von SH2 die Restwasserstrecke trockengelegt ist.

##### *Restwasserstrecke 2* (vgl. Abbildung 14)

Auch in diesem Streckenabschnitt fliesst im aktuellen Zustand von Oktober bis Ende April kein Wasser. Bei der Begehung im April wurde stichprobenweise in den verbleibenden Wasserbecken im Gerinne nach Makrozoobenthos gesucht. Nur unter sehr wenigen Steinen wurden Einzelexemplare von Eintagsfliegen gefunden.

Fazit: Aus Gründen wie bereits bei der Restwasserstrecke 1 erwähnt, ist der Einfluss auf das Makrozoobenthos durch SH2 zu vernachlässigen. Wenn SH2 unter Vollast läuft, ist dieser

Abschnitt nachts im Sommer mit mindestens 150 l/s dotiert, weil von SH2 100 l/s in die Restwasserstrecke abgegeben wird, was grundsätzlich eine Verbesserung gegenüber dem Ist-Zustand mit 50 l/s bedeutet.

#### *Schlussfolgerung*

Der negative Einfluss durch die Trockenlegung der Restwasserstrecken 1 und 2 von Anfang/Mitte Oktober bis Anfang Mai verunmöglicht die natürliche Entwicklung des Makrozoobenthos bereits im Ausgangszustand und gewichtet viel mehr als die Reduktion der Restwassermengen durch SH2. Aus diesem Grund sind die Auswirkungen von SH2 auf die wirbellosten Wassertiere als nicht relevant einzustufen.

### **4.3.7 Wasserqualität (Gewässerschutz)**

#### **Ausgangslage**

Im Rahmen des Umweltverträglichkeitsberichtes der Neukonzessionierung des Kraftwerkes Schattenhalb 3 [3] wurde die Wasserqualität visuell beurteilt und beschrieben:

Das Einzugsgebiet des Reichenbaches oberhalb der Fassung Zwirgi ist nur dünn besiedelt und durch Alp- bzw. Landwirtschaft geprägt. Die Vorbelastung (z.B. durch Abwassereinleitungen) ist entsprechend gering. Am 19. Februar 2002 wurde eine Feldbegehung der Restwasserstrecken durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt wurde bei der oberen Fassung Zwirgi sämtliches Wasser im Reichenbach gefasst (Dotierwasser = 0 Vs, Restwasser im Gerinne ca. 10 -20 Vs). Das stehende Wasser in den Pools war ausgesprochen klar, es konnten keine störenden Gerüche oder Schaumbildung festgestellt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Wasserqualität des Reichenbaches im Ist-Zustand derjenigen eines natürlichen alpinen Fließgewässers entspricht. Die verschiedenen Pools, die sich unter den Abstürzen bilden, sind in den meisten Fällen dauernd beschattet oder nur während kurzer Zeit der Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Eine signifikante Erhöhung der Wassertemperatur im stehenden Wasser der Pools kann daher auch ausgeschlossen werden. Im Speicherbecken Zwirgi werden die Wassertemperaturen regelmässig bestimmt. Die Sommertemperaturen betragen im Durchschnitt 6 - 8 °C.

#### **Projektauswirkungen**

Da die Wiederinbetriebnahme des Kraftwerkes Schattenhalb 2 zu keiner Verringerung der Mindestrestwassermenge in der Restwasserstrecke führt, ist davon auszugehen, dass das Projekt keinen Einfluss auf die Wasserqualität des Reichenbaches hat.

### **4.3.8 Technische Eingriffe**

Alle relevanten Anlagenteile (Wasserfassung, Triebwasserstollen, Kaverne, Rückgabe- und Zugangsstollen) sind bereits vorhanden sind. Die Wiederinbetriebnahme des historischen Kraftwerkes Schattenhalb 2 erfordert jedoch einzelne technische Eingriffe (vgl. [2], Massnahmen 1-6).

#### **4.3.9 Raumbedarf Fliessgewässer / geschützter Uferbereich**

Die Wiederinbetriebnahme des historischen Kraftwerkes Schattenhalb 2 erfordert keine neue Erschliessung hinsichtlich Raumbedarf Fliessgewässer / geschützter Uferbereiche, da alle relevanten Anlagenteile (Wasserfassung, Triebwasserstollen, Kaverne, Rückgabe- und Zugangsstollen) bereits existieren.

#### **4.3.10 Wassernutzung**

Da es sich bei dem Kraftwerksprojekt Schattenhalb 2 um die Wiederinbetriebnahme eines historischen Kraftwerkes handelt und alle Anlagenteile (Wasserfassung, Triebwasserstollen, Kaverne, Rückgabe- und Zugangsstollen) bereits existieren, ist die Standortsgebundenheit vorgegeben.

#### **4.3.11 GEKOBÉ Revitalisierungsplan**

Aus der Vorprüfung der Wassernutzungsstrategie des Geoportals des Kantons Bern geht hervor, dass der Gewässerabschnitt des Reichenbaches, der im Nutzungssperimeter des Kraftwerkes Schattenhalb 2 liegt, grau (bestehende Nutzung) hinterlegt ist (nicht Kategorie grün oder gelb) [34].

#### **4.3.12 Ersatzmassnahmen**

Nach derzeitigem Planungsstand ist davon auszugehen, dass die Wiederinbetriebnahme des Kraftwerkes Schattenhalb 2 keine Auswirkungen zum heutigen Ist-Zustand auf die Fischfauna und das Makrozoobenthos hat.

Das Kraftwerksprojekt beeinflusst die Überfallsituation ab der bestehenden Wasserfassung Zwirgi bis zur Wasserrückgabe nach der bestehenden Wasserfassung des Kraftwerkes Schattenhalb 1 (respektive die Wasserweitergabe an das Schattenhalb 1).

Dieser Gewässerabschnitt des Reichenbaches ist als "Nichtfischgewässer" ausgewiesen. Auf die Mindestrestwassermenge hat die Reaktivierung des Kraftwerkes Schattenhalb keinen Einfluss. Aus diesen Gründen wird auf eine Ersatzmassnahme verzichtet.

### **4.4 Untergrund, Grundwasserschutz**

#### **4.4.1 Schutzzonen, Schutzbereiche**

Gemäss Umweltverträglichkeitsbericht von Emch+Berger liegt Die Restwasserstrecke vollständig im Gewässerschutzbereich Au [3]. Die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes ist nur sehr gering (Register 3, Geologie Hydrogeologie). Der Abfluss auf den Restwasserstrecken wird durch Versickerungen nicht beeinflusst.

Die Gewässerschutzkarte weist 3 Quelfassungen und 2 Grundwasserfassungen im Projektperimeter aus, die in einem Abstand von weniger als 300 m zum Gerinne des Reichenbaches liegen. Die marginalen Versickerungsraten im Bereich des Reichenbaches haben keinen Einfluss auf die Grundwasserneubildung.

#### 4.4.2 Altlasten

Gemäss dem Kataster der belasteten Standorte des Kanton Berns sind im Bereich der bestehenden Kraftwerksanlage Fassung Zwirgi bis zur Wasserrückgabe keine Altlastenstandorte bekannt [34].

#### 4.4.3 Abfälle

Für allfällige Wiederinstandhaltungsarbeiten wird vom Unternehmer für Bauabfälle ein Materialbewirtschaftungskonzept erstellt.

#### 4.4.4 Materialbewirtschaftung, Deponien

Die Wiederinbetriebnahme des historischen Kraftwerkes Schattenhalb 2 erfordert einzelne technische Eingriffe in die Natur (vgl. [2], Massnahmen 1-6). Ein Deponiestandort für Aushub und Ausbruchmaterial wird nicht benötigt, da alle relevanten Anlagenteile (Wasserfassung, Triebwasserstollen, Kaverne, Rückgabe- und Zugangsstollen) bereits vorhanden sind. Die vorgesehenen Flächen für Installations- und Umschlagplätze sind in der Plangrundlage [35] ersichtlich.

### 4.5 Bodenschutz [IMPULS]

#### 4.5.1 Ausgangslage

Ein Teil der bestehenden und für das Projekt genutzten Druckleitung verläuft in Felsstollen (vgl. [35]). Der Rest der Druckleitung ist erdverlegt und verläuft durch eine Wiesenfläche sowie durch bestockte Waldflächen.

Aufgrund der Lage des Projektperimeters ist ein kleinräumiges Mosaik von hauptsächlich flachgründigen bis sehr flachgründigen Gesteinsböden, Humus-Gesteinsböden bis AC-Böden (Rendzina) zu erwarten. Eine Bodenansprache wurde keine vorgenommen.

#### 4.5.2 Projektauswirkungen

Die Wiederinbetriebnahme der Kraftwerksanlage erfordert die Erneuerung der Druckleitung auf dem untersten Abschnitt (Massnahme 6 [2]). Während der Bauphase ist somit mit Erdarbeiten auf dem entsprechenden Druckleitungsabschnitt auf einer Länge von rund 90 m verbunden. Aufgrund der Lage ist für die betroffene Waldfläche eine temporäre Rodung erforderlich (vgl. Kapitel 4.8.2 ). Die Erdarbeiten entlang der Druckleitung werden mit einem Schrittbagger ausgeführt. Dabei wird Ober- und Unterboden sowie Aushub- und Ausbruchmaterial im Sinne der Aushubrichtlinie [36] tangiert. Der Waldboden wird abgetragen und auf der einen Seite für den Wiedereinbau deponiert. Der Grabenaushub wird auf der anderen Seite für den Wiedereinbau deponiert. Sämtliches Aushub- und Ausbruchmaterial wird vor Ort wieder eingebaut, es wird kein Material abgeführt. Nähere Angaben zur Umsetzung der Massnahme finden sich im Technischen Bericht [2].

Bei den vorgesehenen Installationsplätzen handelt es sich um bereits bestehende, gefestigte Flächen (vgl. [35]); es wird kein gewachsener Boden beansprucht. Der Umschlag erfolgt aufgrund der Topografie und des kurzen Leitungsabschnitts per Helikopter. Auch der Schrittbagger wird per Helikopter abgesetzt (vgl. [2] Kapitel 10.1).

Während der Betriebsphase sind keine Beeinträchtigungen für diesen Umweltbereich zu erwarten.

### Massnahmen (vgl. Kapitel 4.12 )

Nr.	Kapitel	Massnahme
	4.5	Bodenschutz
Bo-01		Sämtliche bodenrelevanten Arbeiten dürfen nur bei trockener Witterung und genügend abgetrocknetem Boden durchgeführt werden.
Bo-02		Der Oberboden und der Unterboden werden getrennt abgetragen und zwischengelagert

## 4.6 Natur- und Landschaftsschutz

### 4.6.1 Ausgangszustand

#### Naturschutz, Ufervegetation

Das Vorhaben tangiert das WNI-Objekt 786020 "Reichenbach - Im Wald" (vgl. Kapitel 4.8 ). Weitere Inventare sind nicht betroffen.



Abbildung 8: Gewässerabschnitt des Rychenbachs zwischen der bestehenden Wasserfassung Zwirgi und dem Reichenbachfall (Bild IMPULS AG, 2017).

Der Rychenbach ist auf dem betroffenen Gerinneabschnitt stark durch die

Schluchtmorphologie geprägt. Enge und tiefe Schluchtabschnitte mit ausgewaschenen Pools und hohen Abstürzen (teilweise über 10 m), allen voran der prominente Reichenbachfall, dominieren das Gerinne (s. Kapitel 4.3 ). Entsprechend gestalten sich auch die angrenzenden terrestrischen Lebensräume, welche gemäss Delarze & Gonseth [11] den folgenden Lebensrautypen zugeordnet werden:

- Schattige Kalkfelsflur (überwiegendes Vorkommen; bewachsener Fels)
- Bergahorn Schluchtwald mit randlich teilweise kleinflächigem Übergang in einen Ulmen- oder Eschen Ahornwald (laut NHV [12] ist der Bergahorn-Schluchtwald schützenswert)

Im Rahmen der projektbezogenen Nachhaltigkeitsbeurteilung [2] wurden via Info Species Abfragen zu prioritären / gefährdeten Arten folgender Artengruppen vorgenommen [13]:

- Weichtiere
- Flora
- Moose
- Flechten

Die Datenbankanfrage bei Info Flora gibt keine Hinweise auf Vorkommen gefährdeter Pflanzenarten im Projektperimeter. Um Umfeld, jedoch ausserhalb des Projektperimeters bestehen Nachweise folgender gefährdeter Arten:

- Einblatt (*Malaxis monophyllos* (L.) Sw.)
- Alpen-Mannstreu (*Eryngium alpinum* L.)
- *Chara virgata* Kütz.

Nebst den Gefässpflanzen liegen Nachweise von insgesamt fünf verschiedener Moosarten innerhalb des Perimeters vor, davon sind zwei Arten gefährdet (allerdings handelt es sich dabei um Nachweise aus dem Jahr 1953) [13]:

- Irisches Mörchmoos (*Moerckia hibernica* aggr.)
- Rinniges Riccardimoos (*Riccardia incurvata*)

Gemäss Datenbankabfrage wurden bis 2017 keine Vorkommen von Flechten im Projektperimeter nachgewiesen. Das Reichenbachtal stellt jedoch ein Hotspot an Flechten dar und beherbergt u.a. gefährdete Lungenflechten.

Des Weiteren brachte die Datenbankanfrage noch die Präsenz einer gefährdeten Schnecke (Genabelte Maskenschnecke *Causa holosericea*) oberhalb des Projektperimeters zu Tage.

Weitere Hinweise auf Moose und Weichtiere gibt ein Bericht, welcher im Zusammenhang mit dem Kraftwerkprojekt Schattenhalb 4 erstellt wurde [14]. Der Bericht trägt Erhebungen zweier Fachexperten zu Moosen und Schnecken im Oberlauf des Rychenbach, zwischen Geissshellhubel und Fassung Zwirgi zusammen. Dabei wurden insgesamt 53 verschiedene Moosarten erfasst, wovon drei Arten als gefährdet (Blinds Birnmoos (*Bryum blindii*, VU) und Verona-Birnmoos (*Bryum argenteum* subsp. *veronense*, VU)) und zwei weitere Arten (Erd-Spatenmoos (*Scapania curta*, EN) und das Abnorme Kissenmoos (*Grimmia anomala*, NT)) als potenziell gefährdet gelten (die beiden Letzteren wurden auf Flächen ausserhalb des Gewässerbereichs gefunden). Bei den Schnecken konnten insgesamt 32 Schneckenarten gefunden werden.

Bestätigt wurde dabei die in der Roten Liste aufgeführte Genabelte Maskenschnecke (*Causa holosericea*, VU), welche bereits durch Info Species genannt wurde. Ebenfalls mehrfach gefunden wurde die geschützte Weinbergschnecke (*Helix pomatia*).

### Wild- und Vogelschutz

Grossräumig kommt im Gebiet eine orts- und gebietstypische Wildtier- und Vogelfauna vor (telefonische Auskunft Wildhüter Martin Schürmann vom 04.05.2020).

Gemäss dem Sachplan Biodiversität Kanton Bern führen zwei Wildwechselkorridore (regional WWK72R, national WWK1N) durch den Projektperimeter (Geoportal des Kantons Bern, aufgerufen am 04.05.2020). Das Gebiet ist für die heimische Tierwelt entsprechend von Bedeutung. Der grösste Teil des Reichenbachtals ist als eidgenössisches Jagdbanngebiet Schwarzhorn (Objekt-Nr. 4) ausgeschieden, liegt aber deutlich oberhalb des Projektperimeters.

Innerhalb des Perimeters ist das Vorkommen von Fledermäusen erwähnenswert: Nach Angaben von Peter Zingg befand sich während des Betriebs des Kraftwerks Schattenhalb 2 eine Wochenstube von Kleinen Hufeisennasen im Dachstock des Turbinengebäudes (Telefon Peter Zingg vom 07.11.2017). Die Fledermäuse profitierten von der Abwärme der Generatoren. Nach der Stilllegung des Kraftwerks gaben die Fledermäuse den Standort im Turbinengebäude auf. Dank Bemühungen von Zingg konnte ein alternativer Standort im Gebäude der Bergstation der Reichenbachfallbahn in unmittelbarer Nähe gefunden werden. Damit die Tiere den neuen Ort annahmen, wurde eine zusätzliche Wärmequelle installiert.

Gemäss Zingg ist denkbar, dass bei einer Wiederinbetriebnahme des Kraftwerks Schattenhalb 2 die Wochenstube der Kleinen Hufeisennasen ebenfalls wieder aktiviert wird.

### Landschaftsschutz

Die nachfolgende landschaftliche Bewertung folgte in Anlehnung an den Leitfaden Umwelt Nr. 9 - Landschaftsästhetik - Wege für das Planen und Projektieren [15]. Die Betrachtung fokussiert in erster Linie auf den Gewässerabschnitt des Rychenbachs innerhalb des Projektperimeters (Restwasserstrecke), zieht jedoch den umgebenden Landschaftsraum mit ein.

*Tabelle 4: Landschaftsbewertung des Ausgangszustandes hinsichtlich der Landschaftsästhetik nach [15].*

Aspekt	Merkmal	Bewertung, Bemerkungen
Ästhetischer Eigenwert	Vielfalt / Gestaltungsvielfalt / Strukturvielfalt	Kurzbewertung: <b>hoch</b> .  <b>Vielfalt von Oberflächenform und Relief</b> Der Rychenbach fliesst vom hochgelegenen, alpinen Rosenloui- oder Reichenbachtal in mehreren Stufen zum nördlich angrenzenden Aaretal bei Meiringen. Das Gelände ist zerklüftet, auf dem betroffenen Gewässerabschnitt dominiert der Schlucht- und Felscharakter mit Pools und Abstürzen. Besonders prägend sind die Wasserfälle des Rychenbachs, sieben an der Zahl, wovon der grosse Reichenbachfall der oberste, markanteste - und berühmteste - ist.

---

### **Gewässervielfalt**

Der Weg des Rychenbachs ins Tal ist ausgesprochen vielfältig: Mit Wucht stürzen die Wasser über die Abgründe, bevor sie sich in Kolken wieder sammeln, um erneut über ausgewaschene Felsen ins nächste, brodelnde Becken zu stürmen (Abbildung 9). Langsam und schnell fließende Abschnitte wechseln sich ab. Die Fließgeschwindigkeiten und Abflussmengen variieren nicht nur aufgrund der Topografie, sondern sind auch stark von der Jahreszeit (Schneeschnelze), dem Tagesgang und den Witterungsbedingungen (Tagesniederschläge).

### **Vegetationsvielfalt**

Der Reichenbach wird von einer natürlichen, heimischen Ufervegetation mit angrenzender standortsgemässer Waldgesellschaft gesäumt (vgl. Abbildung 8).

### **Vielfalt der Sinneseindrücke**

Nebst den immer wieder eindrücklichen Einblicken in die Reichenbachschlucht ermöglicht ein Gang dem Wanderweg folgend weitere stimmungsvolle Sinneseindrücke wie etwa das akustisch eindrückliche Tosen des Wasserfalls oder der Geruch der moosbewachsenen Felsen am Gerinne.

### **Nutzungsvielfalt**

Der Rychenbach durchfließt eine traditionelle Kulturlandschaft mit Streusiedlung und kleinräumiger land- und forstwirtschaftlicher Nutzung. Das Wasser des Rychenbachs wird auf dem betroffenen Gewässerabschnitt bereits heute zur Stromerzeugung genutzt.

---

Eigenart / Charakter      Kurzbewertung: **hoch**.

### **Eigenart**

Der grosse Reichenbachfall ist *der* prägende Blickfang weit über den Betrachtungsperimeter hinaus. Das natürliche Schauspiel gehört zur Region und schafft Identität. Das bekannte Naturschauspiel ist für das Haslital von grosser touristischer Bedeutung. Der Reichenbachfall ist mit der Reichenbachbahn erschlossen und ein beliebtes Ausflugsziel.

---

### **Symbolgehalt, Bedeutung**

Der Reichenbachfall hat eine hohe kulturelle Bedeutung. Grosse Berühmtheit erlangte der Reichenbachfall durch Conan Doyles Romanhelden Sherlock Holmes, welcher in der Geschichte "Das letzte Problem" den Reichenbachfall hinunterstürzt. Der Reichenbachfall ist aber auch Gegenstand und Schauplatz von örtlichen Sagen, literarischen Abhandlungen und Filmen.

Auch die Kraftwerksanlage Schattenhalb 2 hat eine historische Bedeutung für die Stromproduktion im Oberhasli. Das 1926 in Betrieb genommene Kraftwerk ergänzte die Anlage Schattenhalb 1 zur Elektrifizierung der Region.

### **Dimension, Proportion, Grösse, Form**

Die grosser Reichenbachfall ist der grösste und in seiner Ausprägung und Dimension eindrücklichste Fall in der Kaskade der Reichenbachfälle. Die Vitalität, Kraft und das Tosen des Falles kommen bei hoher Wasserführung eindrücklich zur Geltung [16].

Die optische und akustische Erscheinung des Reichenbachs ist einerseits durch das stark von Schnee- und Gletscherschmelze beeinflusste Abflussregime geprägt und saisonalen Schwankungen und Wetterereignissen unterworfen. Andererseits unterliegt das System zwischen der Wasserfassung Zwirgi und dem Unterlauf im Talboden der Wasserkraftnutzung der bestehenden Wasserkraftwerke Schattenhalb 1 und 3. Der Reichenbachfall ist somit Teil einer Restwasserstrecke, was besonders während Zeiten eingeschränkter Wassermengen (Herbst - Frühling) dessen natürliche Ausprägung und Charakter beeinträchtigt.

Geschlossenheit /  
räumliche Gliederung

Kurzbewertung: **mittel - hoch.**

### **Raum**

Das Reichenbachtal ist als in sich klar abgrenzbare Landschaftskammer erkennbar. Die Kammerung innerhalb des Projektperimeters ist mit den Schlucht- und Felsformationen der Reichenbachfälle und den angrenzenden standortangepassten

	Nutzungen ebenfalls ausgeprägt.
	<p><b>Strukturen</b></p> <p>Der Rychenbach ist geprägt durch natürliche Strukturen wie Abstürze, Kolke, heterogene Felsformationen, Ufervegetation und angrenzende Waldgesellschaften. Dem Rychenbach eigen sind aber auch anthropogene Strukturen in Form von Infrastrukturen zur Wasserkraftnutzung und -übertragung oder der Reichenbach-Bahn.</p>
Naturnähe / Natürlichkeit / Unberührtheit	<p>Kurzbewertung: <b>mittel - hoch.</b></p> <p><b>Natürlichkeit</b></p> <p>Der Rychenbach und vor allem der Reichenbachfall gelten als Attraktion und Naturschauspiel. In Zeiten mit grossen Abflussmengen ist dies auch uneingeschränkt erlebbar. Seine Natürlichkeit hat der Rychenbach auf seiner untersten Stufe durch die Wasserkraftnutzung jedoch eingebüsst. Zudem ist die Ursprünglichkeit der Landschaft von Erschliessungsanlagen (Bahn und Wanderwege) und Kraftwerksinstallationen (Fassung, Zentrale etc.) beeinflusst.</p> <p><b>Eigenentwicklung</b></p> <p>Besagte Wasserkraftnutzung bestimmen das Abflussregime des Rychenbachs und schränken eine natürliche Eigenentwicklung teilweise ein.</p>
Schutzwürdigkeit	<p>Kurzbewertung: <b>hoch.</b></p> <p>Der Reichenbachfall ist im Massnahmenblatt C_20 des Richtplans des Kantons Bern [6] als schützenswerter Wasserfall enthalten. Auch in die regionale Richtplanung [6] wurde er als 'zu schützender Wasserfall' aufgenommen.</p> <p>Ein regionales oder kommunales Landschaftsschon- oder -schutzgebiet ist nicht betroffen.</p> <p>Die Kraftwerksanlage Schattenhalb 2 ist eine der wenigen noch vollständig im Originalzustand erhaltenen Kraftwerksanlagen aus der Pionierzeit der Berner Wasserkraftnutzung. Sie gilt als historisch wertvolle Industrieanlage.</p>
Einsehbarkeit	<p>Kurzbewertung: <b>hoch.</b></p> <p>Die topografischen Verhältnisse schränken -insbesondere im Schluchtbereich - die Sichtbeziehungen auf den Projektperimeter und damit auf den Rychenbach teilweise ein. Der Grosse Reichenbachfall wird jedoch ab</p>

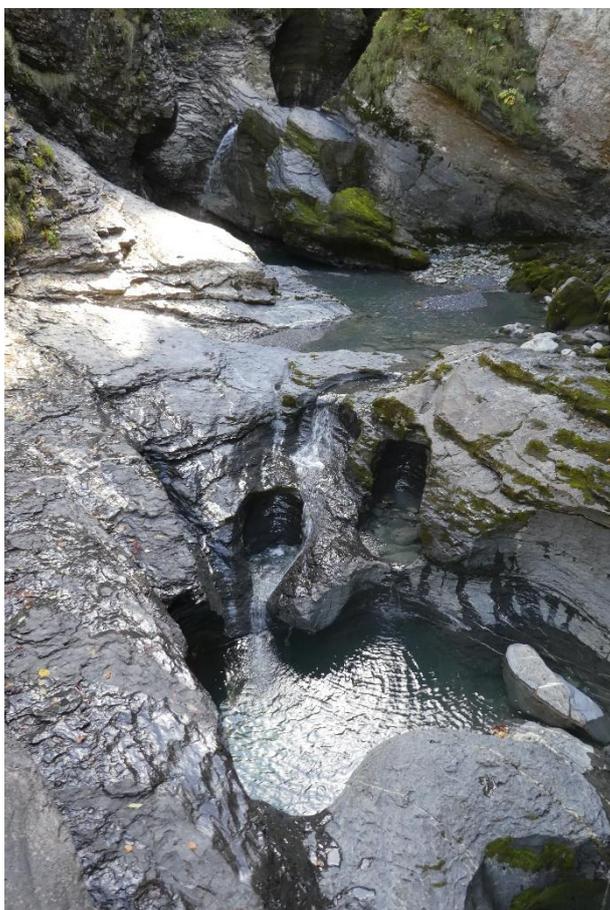
---

einer entsprechenden Abflussmenge prominent wahrgenommen und hat eine grossräumige Ausstrahlung.

Das Zentralengebäude von Schattenhalb 2 ist ebenfalls gut einsehbar und als prägendes bauliches Element am linken Taleingang des Aarebodens sichtbar. Die Druckleitung ist erdverlegt und nicht erkennbar.

---

**Fazit:** Die Landschaftsbildqualität des betroffenen Perimeters (Restwasserstrecke, Druckleitung, Kraftwerk) ist trotz der Beeinträchtigung durch die bereits bestehende Wasserkraftnutzung und Erschliessung als insgesamt hoch einzustufen.



*Abbildung 9: Gewässerabschnitt des Rychenbachs zwischen Zwirgi und Reichenbachfall.*



Abbildung 10: Sherlock Holmes und sein Widersacher Moriarty; Quelle: [18].

### **Inventare, Pärke von nationaler Bedeutung**

Nebst dem Waldnaturschutzinventar (WNI-Objekt 786020 "Reichenbach - Im Wald" (vgl. Kapitel 4.8 ) sind keine weiteren Inventare und auch keine Pärke von nationaler Bedeutung betroffen.

#### **4.6.2 Projektauswirkungen**

Die im Folgenden eingeschätzten Projektauswirkungen beziehen sich einerseits auf die Massnahmen zur Wiederinbetriebnahme (vgl. [2] Massnahmen 1-6) während der Bauphase und stützen sich andererseits auf Abklärungen zu den hydrologischen Auswirkungen, welche bei der Reaktivierung der Anlage Schattenhalb 2 (SH2) und bei einer allfälligen zusätzlichen Erhöhung der konzessionierten Ausbauwassermenge des Kraftwerks Schattenhalb 3 (SH3) zu erwarten sind (Betriebsphase, vgl. Kapitel 4.10.4 ).

Eine Übersicht zu den baulichen Massnahmen zeigt die Grundlage [36], eine Übersicht zur Situation am Reichenbach wie auch zu den betroffenen Gewässerabschnitten liefert das Schema im Kapitel 4.10.3 (Abbildung 14), resp. die Abbildung 16 im Technischen Bericht [2].

#### **Naturschutz, Ufervegetation**

Das im Gebiet ausgeschiedene WNI wird durch das Projekt während der Bauphase tangiert (vgl. Kapitel 4.8.2 ). Weitere Inventare oder Schutzgebiete kommen innerhalb des Projektperimeters keine vor.

Die Projektauswirkungen der aquatischen Arten und Lebensräume werden im Kapitel 4.3 behandelt.

Während der Bauphase erfordert insbesondere die Erneuerung der Druckleitung (Massnahme

2) wahrnehmbare Eingriffe in die Umwelt (vgl. auch Kapitel 4.5.2 und 4.8.2 ). Die Ufervegetation ist von dieser Massnahme nicht betroffen.

Bei den übrigen Massnahmen bleibt der Lebensraum auch während der Ausführung unverändert, einzig die baulichen Aktivitäten (Umschlag, Transporte, etc.) bedeuten teils grossräumige Lärm- und Luftemissionen (z.B. Helikopterflüge).

In der Betriebsphase beschränken sich die Auswirkungen im Zusammenhang mit der Reaktivierung von SH2 auf Veränderungen der Abflussmengen auf den Restwasserstrecken des Rychenbachs gemäss Abbildung 14. Bereits heute treten aufgrund des glazio-nivalen Abflussregimes sowie der konzessionierten Restwasserdotationen starke Schwankungen im Uferbereich auf. Hier beeinflussen Überströmungen bei starker Wasserführung die Ufervegetation mit den in Kapitel 4.6.1 genannten Artengruppen. Bei Niedrigwasser oder gar ausbleibender Wasserführung ist die Abhängigkeit der Ufervegetation und besagter Artengruppen vom Fliessgewässer nur indirekt über das Mikroklima mit der erhöhten Feuchtigkeit gegeben (übers Winterhalbjahr (1.10. bis 30.04.) sind die Restwasserstrecken der Kraftwerke SH1+ und SH 3 mit 0 l/s dotiert).

Mit der zusätzlichen Wassernutzung durch SH 2 kann von einer Verstärkung der Wasserspiegelschwankungen im Uferbereich ausgegangen werden. Direkte ökologische Auswirkungen auf die Biozönose im Uferbereich sind indes nicht zu erwarten. Es sind keine Massnahmen erforderlich.

### **Wild- und Vogelschutz**

Während der Ausführung der baulichen Massnahmen, entstehen für die wildlebenden Tiere und Vögel vorübergehend Störungen durch die Rodungs- und Grabungsarbeiten (Massnahme 4), wie auch durch den Flugbetrieb des Helikoptereinsatzes (Massnahmen 1-6). Zu beachten ist dabei die Ausführung ausserhalb der Brut- und Aufzuchtzeit.

Im Betrieb hat die Wiederinbetriebnahme der Kraftwerkanlage keine Veränderung der aktuellen Situation für die Wildtierfauna zur Folge. Mit der Reaktivierung von SH2 besteht sogar die Chance, dass das Maschinenhaus dank der Abwärme der Generatoren wiederum von kleinen Hufeisennasen als Wochenstube genutzt wird. Zu beachten wäre in diesem Fall, dass der Dachstock mit entsprechenden Vorkehrungen "mardersicher" gemacht werden kann, d.h. dass Mardern oder weiteren möglichen Beutegreifern der Zugang zum Dachstock des Turbinengebäudes verwehrt bleibt (vgl. Kapitel 4.12 ).

### **Landschaftsschutz**

Das Projekt sieht die Wiederaufnahme des Betriebes der Druckleitung und der Zentrale vor. An der Druckleitung sind die innere Sanierung und allenfalls Ertüchtigung vorgesehen. Die Leitung und deren Lage wird nicht verändert.

Die Zentrale soll in der ursprünglichen Konzipierung erhalten und nach denkmalpflegerischen Grundsätzen in Stand gesetzt werden. Die Arbeiten umfassen auch die unterirdische Einbindung des Unterwasserkanals in das Wasserschloss von Kraftwerk Schattenhalb 2 und den

Während der Bauphase werden baulich-technischen Eingriffe an der bestehenden Infrastruktur vorgenommen (vgl. [2] Massnahmen 1-6). Die Umsetzung dieser Massnahmen führt temporär zu wahrnehmbaren Störungen in Form von allgemeinen Lärm- und Luftemissionen. Die Rodungs- und Baggerarbeiten (Massnahme 4) sind auch vom Dorf Meiringen einsehbar und

können zusammen mit den übrigen baulichen Aktivitäten aus Sicht Natur- und Landschaftsschutz als störend empfunden werden.

Für die Betriebsphase gilt folgendes: Die Wiederinbetriebnahme der Kraftwerkanlage Schattenhalb 2 basiert auf bestehender Infrastruktur. Im Vergleich zum Zustand vor der Ausserbetriebnahme, sind keine wahrnehmbaren baulichen Veränderungen zu erwarten. Die bestehenden Elemente Fassung, Druckleitung, Zentrale und Rückgabebauwerk bestehen bereits und bleiben in ihrer Form so erhalten.

Die Qualität des Landschaftsbilds gemäss den in Kapitel 4.6.1 erläuterten Aspekte nach [15] bleibt somit, was bauliche Aspekte anbelangt, grundsätzlich gleich<sup>1</sup>; die Projektauswirkungen bezüglich Landschaftsschutz beschränken sich somit einzig auf die Restwasserstrecke 1, *insbesondere auf die Dimension, Ausprägung und Wirksamkeit des Reichenbachfalls* (optisch und akustisch). Den hier dotierten Restwassermengen kommt deshalb eine grosse Bedeutung zu.

Bezüglich der Wirksamkeit des Reichenbachfalls als Landschaftselement wird im Technischen Bericht unter Verweis auf den UVB des Kraftwerks Schattenhalb 3 [3] folgendes festgehalten:

- Ab einer Abflussmenge von ca. 300 l/s wird das Gewässer als solches wahrgenommen.
- Ab einer Abflussmenge von ca. 550 l/s wird der Wasserfall als solcher wahrgenommen
- Ab einer Abflussmenge von ca. 850 l/s entwickelt sich der tosende Charakter des Wasserfalls
- Ab einer Abflussmenge von ca. 2'100 l/s werden weitere Fließwege aktiviert und der Wasserfall nimmt deutlich an Mächtigkeit zu.

Diese der Konzession von SH3 zu Grunde liegende Beurteilung wird vorliegend nicht in Frage gestellt.

Die Beeinflussung des Abflusses durch die Reaktivierung von SH2 werden im Technischen Bericht ([2] Kapitel 5.4) sowie im Bericht zur Restwassermenge (Kapitel 4.10) dargelegt.

Das Kraftwerk SH2 soll vom sogenannten Überfallwasser des Kraftwerks SH3 profitieren können. Das heisst: sobald die Wassermenge die Mindestrestwassermenge gemäss der Konzession für SH3 übersteigt, kann das Kraftwerk SH2 eine Menge von bis zu 1'400 l/s nutzen. Mit der aktuellen Nutzung von SH 3 (2'800 l/s) treten solche Überfallsituationen regelmässig von Ende April bis Mitte September ein (gemittelt über 5 Jahre). Davor und danach gibt es aufgrund von Niederschlägen und Föhnsituationen einzelne Überschussereignisse (vgl. Kapitel 4.10.4).

Mit der Reaktivierung von SH2 verschieben sich diese Daten auf den 9. Mai, resp. den 27. August. Die Phase einer Restwasserdotierung "am Minimum" (ohne Überfallwasser) wird also im Frühling um 9 Tage und im Herbst um 16 Tage verlängert.

Gemäss Konzession von SH3 gelten tagsüber (während 10 h) folgende Restwassermengen:

- 1.5.-14.5.=135 l/s
- 15.5.-15.10. (entspricht Periode Betrieb Standseilbahn) = 850 l/s
- 16.10.-30.4.=0 l/s

<sup>1</sup> Auf eine tabellarische Zusammenstellung wie im Kapitel 4.6.1 wird deshalb verzichtet.

Die Verlängerung der Phase ohne Überfallwasser ist insbesondere in der Periode vom 1.5.-14.5. relevant, da in dieser Periode die Mindestrestwassermenge auf 135 l/s festgesetzt ist und somit Abflüsse von weniger als 850 l/s wahrscheinlicher werden.

Der frühere Beginn der Phase ohne Überfallwasser im Herbst ist weniger bedeutsam, da ohnehin bis Mitte Oktober eine Restwassermenge von 850 l/s gewährleistet werden muss.

Zusammenfassend gilt folgendes: Während gut einer Woche in der ersten Hälfte Mai wird das Erscheinungsbild des Wasserfalls über das heutige Mass hinaus und wahrnehmbar beeinträchtigt. Während des Rests des Jahres führt SH2 zu keiner zusätzlichen, wesentlichen Beeinträchtigung des Wasserfalls.

Um dem Erscheinungsbild in Dimension und Ausprägung des Grossen Reichenbachfalls zusätzlich Rechnung zu tragen, soll am Tag die Mächtigkeit des Wasserfalls zusätzlich geschont werden, indem die Produktion in der Saison des Bahnbetriebs (Mitte Mai bis Mitte Oktober) erst ab 2'100 l/s auf dem Wasserfall aufgenommen wird, also weit über der minimalen konzessionsbestimmten Überfallwassermenge von SH3 (Abbildung 11).



Abbildung 11: Vergleich der Überfallwassermenge am Grossen Reichenbachfall. Links mit einer Abflussmenge von 850 l/s, rechts mit einer Abflussmenge von 2'100 l/s.

**Fazit:** Die Reaktivierung von SH2 führt zu einer geringfügigen, zeitlich relativ eng eingrenzba- ren Beeinträchtigung des Landschaftsbilds, resp. der Erscheinung des Reichenbachfalls.

**Hinweis:** Zurzeit laufen von Seiten der Konzessionärin des Kraftwerks SH3 Bestrebungen für eine Erhöhung der AWM für SH3 von heute 2'800 l/s auf 3'350 l/s (ohne Anpassungen der Restwassermenge gemäss Konzession für SH3). Mit einer solchen zusätzlichen Erhöhung der AWM von SH3 (3'350 l/s und 1'400 l/s von SH 2) würde eine Überfallsituation gemäss Kapitel

4.10.4 erst ab dem 14. Mai eintreten und bis am 25. August dauern. Die Zeitdauer der Beeinträchtigung im obgenannten Sinn würde also auf rund zwei Wochen (erste Hälfte Mai) erhöht.

### Massnahmen (vgl. Kapitel 4.12 )

Nr.	Kapitel	Massnahme
	4.6	Natur- und Landschaftsschutz
NL-01		Die erforderlichen Eingriffe zur Erneuerung der Druckleitung und die damit verbundenen forstlichen Massnahmen für die temporäre Rodung haben ausserhalb der Brut- und Setzzeit zu erfolgen.
NL-02		Fauna terrestrisch: Zu prüfen ist ein freier Zugang zum Dachstock des Turbinengebäudes für die Fledermäuse, verbunden mit möglichen Vorkehrungen, um den Aufenthaltsort der Fledermäuse vor Beutegreifern zu schützen ("mardersicher").
NL-03		Zur Stärkung des Grosse Reichenbachfalls soll während des Betriebs der Reichenbachfallbahn tagsüber erst ab 2'100 l/s Wasser zur Stromproduktion turbiniert werden.

## 4.7 Erholung und Tourismus

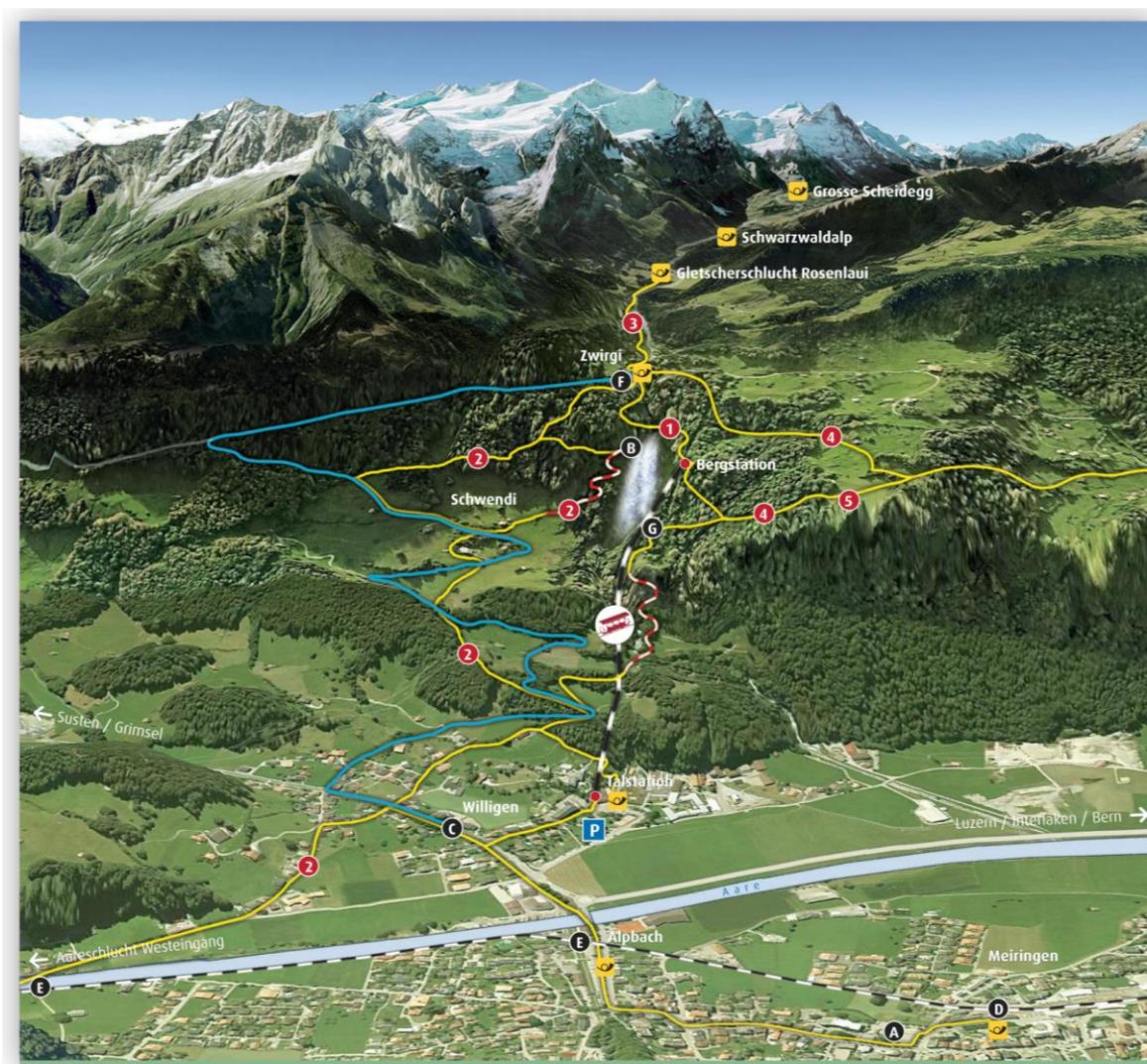
### 4.7.1 Ausgangslage

Das Haslital ist eine beliebte Tourismusdestination und wartet mit zahlreichen Attraktionen und touristischen Angeboten auf [18]. Im Regionalen Tourismuskonzept Oberland-Ost findet sich der Hinweis, dass grundsätzlich die rechte Talseite (mit dem Hasliberg) eher intensiv genutzt werden und die linke Talseite mit dem Reichenbachtal als Erholungsgebiet für sanften Tourismus belassen werden soll [21].

Gut erschlossen und rege besucht ist jedoch der Grosse Reichenbachfall, welcher einfach mit der Reichenbachfall-Bahn, einer Nostalgie-Drahtseilbahn, erreicht wird [19]. Durch den Projektperimeter führen verschiedene Wander- und Velorouten (Abbildung 12 gibt einen Überblick zum Wanderroutenangebot). Auf der Strasse Richtung Grosse Scheidegg führt zudem eine offizielle Velo-Route (Berner Oberland-Route Nr. 61, Etappe 2) und eine Bike-Route (Nr. 1 Alpine Bike, Etappe 11) gemäss Schweiz mobil [20]. Letztere teilt sich die Strecke dem Monster-Trotti-Angebot ab Restaurant Zwirgi (s. Abbildung 12).

Zwischen Zwirgi und der Bergstation der Reichenbachfall-Bahn besteht ein gut begehrter Wanderweg entlang des Rychenbachs mit spektakulären Einblicken in den Grosse Reichenbachfall. Das Turbinengebäude ist am Wanderwegnetz angebunden und bspw. von der Bergstation her erreichbar.

Unter den Erholungsmöglichkeiten und den touristischen Angeboten, stellt der Grosse Reichenbachfall zweifelsohne eine Hauptattraktion dar. Mit der Inbetriebnahme des Kraftwerks Schattenhalb 3 gilt der Gewässerabschnitt mit dem Grosse Reichenbachfall als Restwasserstrecke. Um der Erscheinung und Charakteristik des Wasserfalls Rechnung zu tragen, wurde bei der Restwasserregelung ein erhöhtes Restwasservolumen während der touristisch relevanten Monate vorgesehen [4].



- |  |   |   |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>— Monster Trotti Abfahrt</li> <li>— Wanderweg</li> <li>— Bergwanderweg</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>A Sherlock Holmes Museum</li> <li>B Reichenbachfall (Absturzstelle Sherlock Holmes)</li> <li>C Hotel Tourist Willigen (Abgabe Monster Trotti)</li> <li>D Bahnhof Meiringen</li> <li>E Haltestellen Alpbach und Aareschlucht West</li> <li>F Gasthaus Zwirgi (Panoramaterasse und Monster Trotti)</li> <li>G Historisches Wasserkraftwerk Schattenhalb 2</li> </ul> |  <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Bergstation Reichenbachfall-Bahn-Zwirgi, 0.5 h</li> <li>2 Zwirgi-Schwendi-Willigen-Aareschlucht Westeingang, 1h 30</li> <li>3 Zwirgi-Gletscherschlucht Rosenlauri, 2h</li> <li>4 Panorama Rundweg, 1h</li> <li>5 Aussichtspunkt</li> </ul> |
|--|---|---|

Abbildung 12: Wanderroutennetz im Bereich des Grossen Reichenbachfalls (Quelle: [www.grimseiwelt.ch](http://www.grimseiwelt.ch)).

#### 4.7.2 Projektauswirkungen

Mit der Wiederinbetriebnahme von Schattenhalb 2 soll das historische Kraftwerk der interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Die Reaktivierung zielt auf einen Besuchsbetrieb mit musealem Charakter ab.

Die Reaktivierung der historischen Kraftwerksanlage soll das bestehende touristische Angebot in der Region bereichern und ergänzen. Durch die Reichenbachfall-Bahn ist das Turbinengebäude einfach erreichbar. Für die Erschliessung sind keine baulichen Eingriffe in die Landschaft erforderlich.

Das Konzept der Stiftung Kraft & Wasser sieht für die Wiederinbetriebnahme der Anlage keinen reinen "Schaubetrieb" vor, sondern bezweckt das Erlebnis der historischen Anlage mittels einer zeitweisen Stromproduktion. Damit kommt ein weiteres Kraftwerk am System Rychenbach ans Netz - mit marginalen Auswirkungen auf die Restwasserstrecke und den Grossen Reichenbachfall (vgl. Kapitel 4.3 und 4.6.1 ). Das Zugänglichmachen und Betreiben der Anlage am Ort der bestehenden touristischen Infrastruktur macht das Ausflugsziel Reichenbachfall-Bahn attraktiver und führt zu einer Aufwertung im Bereich Erholung und Tourismus.

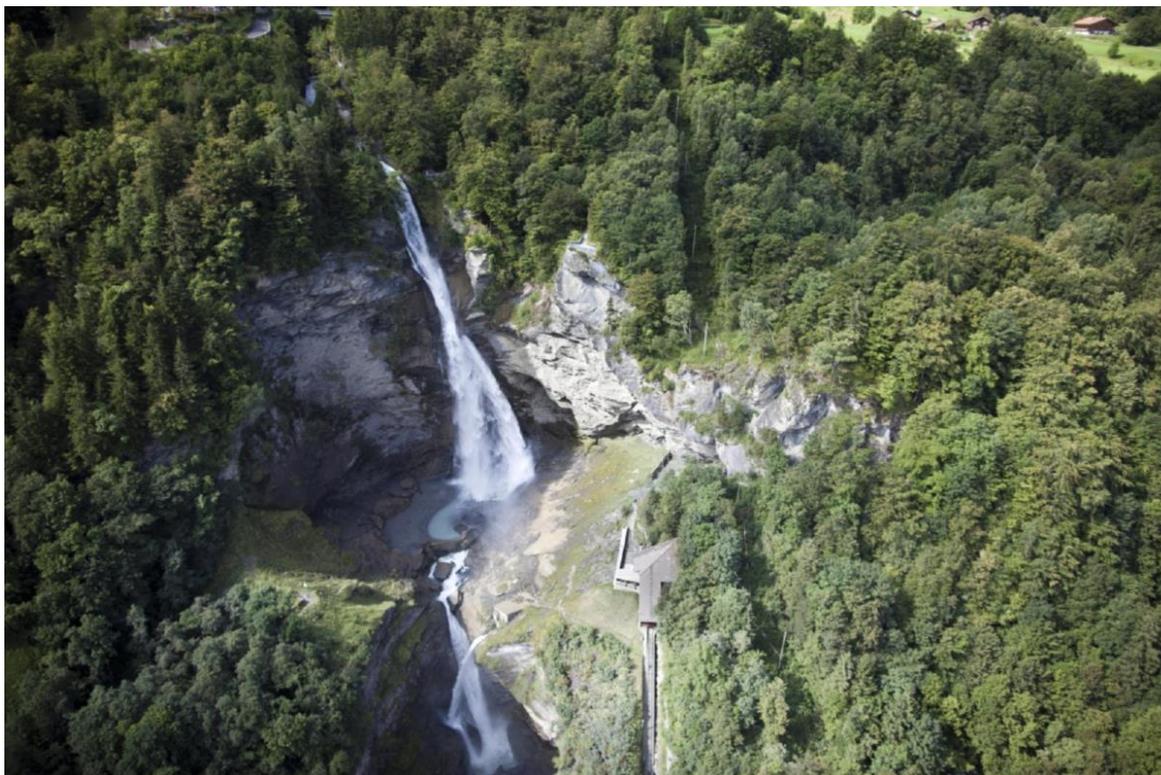
## **4.8 Walderhaltung**

Für die Wiederinbetriebnahme des KW Schattenhalb 2 muss auf einem Teilabschnitt die Druckleitung erneuert werden, wofür ein Rodungsgesuch inkl. Beilagen für die entsprechende temporäre Rodung benötigt wird (das ausgearbeitete Rodungsgesuch ist Bestandteil der Projektgrundlagen). Zur regelmässigen Ausholzung der Druckleitung wird zudem eine Ausnahmegewilligung für eine nachteilige Nutzung - namentlich ein Niederhalteservitut - beim Amt für Wald und Naturgefahren (AWN) beantragt (s. Kapitel 4.8.2). Den Gesuchsgrundlagen ist des Weiteren das Formular 4.2 Bauten nach Waldgesetz beizulegen, da es sich um Bauten in Waldnähe bzw. Bauten im Wald, namentlich nichtforstliche Kleinbauten handelt (Druckleitung).

### **4.8.1 Ausgangslage**

Der vom Projekt betroffene Wald befindet sich mit 830 - 1'000 m ü. M. und einer nordöstlichen Exposition in der untermontanen Höhenstufe. Es stocken dort vorwiegend div. Laubbäume mit einigen Nadelbäumen durchsetzt, welche sich momentan v.a. im Stangenholz und jüngeren Baumholz befinden. Der Wald wird im zu beurteilenden Perimeter durch die Niederhaltung für zwei Stromleitungen etwas fragmentiert (Abbildung 13).

Die Waldfläche kann gemäss Abklärungen mit dem Bereich Waldrecht, Waldabteilung Alpen, aus dem aktuellen Geometerplan übernommen werden [22].



*Abbildung 13: Die Druckleitung verläuft in Teilabschnitten entlang der bestehenden Leitungsschneise; das bestehende Waldbild wird sich durch das Projekt dort kaum verändern (Quelle: K&W 2017).*

### **Waldfunktionen**

Die primäre Waldfunktion der betroffenen Waldfläche ist der Schutz vor Naturgefahren; zum einen ist Gerinneschutzwald (GSW) zum anderen Objektschutzwald Bund gegen Steinschlag und Hangmuren (OSW) ausgeschieden (SHK16 [23]). Die Bedeutung der Schutzfunktion verdeutlicht auch die Naturgefahrenkarte ([23], s. dazu auch Kap. 4.2). Im Schutzwald müssen die Richtlinien der Schutzwaldbewirtschaftung berücksichtigt werden, wobei u.a. Vorgaben zu Flächengrösse und Eingriffsstärke gemacht werden (Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald [NaiS] [24]).

Das vorhandene Waldnaturschutzinventar WNI-Objekt 786020 "Reichenbach - Im Wald" (Jahr 2000) zeigt unter Aufzählung der vorhandenen, z.T. auch seltenen Waldgesellschaften die hohe Bedeutung für die Waldfunktion Naturschutz und Lebensraum auf [25]. Zu grossen Teilen besteht der naturnahe und strukturreiche Wald aus Edellaubmischwäldern, hauptsächlich bestehend aus Berg- und Spitzahorn, Esche, Linde und Ulme neben der Buche. Für weitere Details siehe [25].

Weiter von grösserer Bedeutung ist die Erholungsfunktion des betroffenen Waldes - s. dazu die Ausführungen im Kap. 4.7 .

Die Funktion der Holzproduktion ist zwar grundsätzlich vorhanden, aufgrund der bestehenden Erschliessungssituation und der Bedeutung der anderen Waldfunktionen aber nur von untergeordneter Bedeutung.

#### 4.8.2 Projektauswirkungen

Für die baulichen Massnahmen bzw. die Beanspruchung von Waldboden muss eine Ausnahmebewilligung für eine Rodung gemäss Art. 4ff WaG [26] in Form eines Rodungsgesuchs erstellt werden, welches zusammen mit dem Baugesuch eingereicht wird.

Gemäss Rodungsplan müssen für bauliche Massnahmen an der Druckleitung auf dem Teilabschnitt zwischen Stollenportal (FP4) und der Zentrale (FP5) 720 m<sup>2</sup> Wald temporär gerodet werden [35].

Details zur Erfüllung der Rodungsvoraussetzungen und die effektiven Ausmasse pro Parzelle sind dem Rodungsgesuch inkl. Beilagen () zu entnehmen.

Die Zeit zwischen der Rodung und dem Wiedererlangen der Schutzfunktion des Waldes mit Zustand wie vor Baubeginn, beinhaltet ein gewisses Schutzdefizit gegenüber den Naturgefahrenprozesse, v.a. falls die gesamte Rodungsfläche beansprucht werden sollte (Räumung).

Es wird empfohlen, den Eingriff auf ein Minimum zu reduzieren und so viele Bäume wie möglich stehen zu lassen. Neben der Ausholzung der Druckleitung ( $\pm\triangle$  künftige Niederhaltung mit 3 m Breite) sollte somit möglichst nur punktuell und kleinflächig in den Bestand eingegriffen werden. Ein flächiges Entfernen des Schutzwaldes und allenfalls zusätzliche Eingriffe im Nachbarbestand (allenfalls nötig für Fällschneise, Stabilitätseingriff) könnten zu einer relevanten Änderung bzw. Verschlechterung der Risikosituation bzgl. Naturgefahrenprozesse führen, wogegen ggf. technische Massnahmen ergriffen werden müssten (zur Verminderung negativer Auswirkungen auf das Betriebsgebäude Schattenhalb 2 sowie allenfalls auf die Sicherheit der Reichenbachfall-Bahn).

Auf jeden Fall ist es angezeigt die Massnahmen gemäss NaiS [24] umzusetzen:

Die Gesamtfläche von 720 m<sup>2</sup> bzw. 7.2 a überschreiten die zulässige Lückengrösse nach NaiS (Rutsch) von max. 6 a (Minimalprofil, ohne Verjüngung). Weiter überschreitet die 72 m lange Schneise die geforderte max. zulässige Lückenlänge von 40 m zwischen den Baumstämmen (NaiS/Steinschlag). Gemäss NaiS wird gefordert, dass bei Öffnungen grösser 20 m flächig hohe Stöcke erhalten (1.30 m) und alle 10 m mind. 2 liegende Stämme (Durchmesser  $\geq$  Steindurchmesser) und schräg zur Falllinie eingebracht werden sollen (NaiS/Steinschlag).

Hinweis zur Problematik: hohe Stöcke sind oft nicht möglich, da wegen Bodendepots geräumt; Querbäume (QB) können theoretisch seitlich hineingefällt (oder aber per Helikopter eingebracht?) werden. Da die bestehende BKW-Leitung nicht in den Boden kommt, ist das Einbringen von QB sehr aufwändig.

Die Auswirkungen auf den Wald während der Bauphase bis zum Wiedererlangen des urspr. Zustandes und seiner erbrachten Funktionen sind durch den Eingriff als relevant einzustufen. Durch einen minimierten Eingriff und die Einhaltung der definierten Massnahmen sowie eine allfällige (Neu-)Beurteilung gegen Ende der Bauphase können die Auswirkungen auf ein tolerierbares Mass reduziert werden.

In Bezug auf den Wald ist langfristig weiter eine Nachteilige Nutzung gemäss Art. 16 WaG [26] in Form eines Niederhalteservituts entlang der Druckleitung relevant, s.u. Es ist ein Gesuch für die Ausnahmebewilligung einer Nachteiligen Nutzung (Niederhalt) beim Amt für Wald und Naturgefahren (AWN), Abteilung Alpen, einzureichen (vgl. Kapitel 4.12 Massnahmen).

### Niederhalteservitut Wald:

Die Stiftung Kraft & Wasser, Schattenhalb, beantragt zur Schonung der erdverlegten Druckleitung vor Beeinträchtigungen durch Wurzelwerk ein Niederhalteservitut für den betroffenen Waldstreifen inkl. eines entsprechenden Dienstbarkeitsvertrags mit den jeweiligen Waldeigentümern der betroffenen Waldparzellen.

Dabei sollen in den jeweils seitlich entlang der Rohrachse verlaufenden 1.5 m breiten Waldstreifen alle Gehölze mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von  $\geq 8$  cm entfernt werden. Bei einer Länge von 264 m ergibt sich so eine Fläche von 792 m<sup>2</sup>. Der Kronenschluss der Bäume bleibt trotz dieser Massnahme erhalten. Die Niederhaltungen werden ca. alle drei bis vier Jahre nötig und in Absprache mit dem Revierförster durchgeführt.

Das Niederhalteservitut bedingt die Zustimmung der betroffenen Waldeigentümer, bevor es vom AWN bearbeitet bzw. bewilligt werden kann. Die Zustimmung wird zusammen mit den Einverständniserklärungen zur Rodung eingeholt.

Die Eingriffe zur Niederhaltung sind als minim zu beurteilen und stören den Wald und seine Funktionen in keiner relevanten Weise. Auch bezüglich der Schutzwirkung ist keine relevante Verschlechterung zu erwarten. Die Eingriffe sind vor Ort jeweils bis zum beginnenden Wiedereinwuchs kurzzeitig wahrnehmbar; vom Gegenhang (Hasliberg) aus, aufgrund der minimalen Eingriffsstärke und des zu erwartenden Kronenschlusses benachbarter grösserer Bäume aber kaum ersichtlich und somit auch aus landschaftsästhetischer Sicht nicht von Relevanz. Der Niederhalteperimeter wird in Plangrundlage [35] ausgewiesen.

### Massnahmen (vgl. Kapitel 4.12 )

Nr.	Kapitel	Massnahme
	4.8	Walderhaltung
Wa-01		Die Holzereiarbeiten für Rodung und Niederhaltung sind auf das minimal nötige Mass zu beschränken und in Absprache und unter Beteiligung des lokalen Revierförsters auszuführen (Anzeichnung). Schonung des Restbestandes; es dürfen keine Waldflächen ausserhalb der bezeichneten Rodungsflächen bzw. Niederhalteflächen beansprucht werden. Wo nötig sollen pflegenden Eingriffe die Vitalität und Stabilität des (Nachbar-)Bestandes erhalten und fördern.
Wa-02		Die Wiederaufforstung der temporär gerodeten Flächen ist bis zu deren Abnahme durch den kantonalen Forstdienst sicherzustellen, wobei auch allenfalls nötig werdende Massnahmen zu dessen Unterstützung durchzuführen sind (fachgerechte Ergänzungspflanzungen, Waldpflege).
Wa-03		Ausarbeiten eines Gesuchs für eine nachteilig Nutzung bzw. ein Niederhalteservitut und Einholen der Einverständnisse der betroffenen Waldeigentümer.
Wa-04		Für die Zeit des Defizits der Schutzwaldleistung zwischen Rodung und wiedereingewachsenem Wald müssen angemessene Massnahmen durchgeführt werden (gemäss NaiS, ggf. techn. Massnahmen). Dazu sollte gegen Ende der Bauphase eine (Neu-) Beurteilung der Situation bzgl. Schutzwald/Naturgefahren stattfinden.

## 4.9 Luftreinhaltung und Arbeitsbedingungen (beco)

### 4.9.1 Luftreinhaltung / Klimaschutz

Durch die Wiederinbetriebnahme des Kraftwerks Schattenhalb sind nach dem Technischen Bericht mehrere kleine Eingriffe / Massnahmen zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit notwendig [2]. Während der Bauphase wird lokal und zeitweise mit einer höheren Luftbelastung,

aufgrund der Helikopterflüge, gerechnet. Insgesamt ist mit 165 Helikopterrotationen über 5 Monate der Bauzeit verteilt zu rechnen.

Der Baustellenverkehr im Bereich Meiringen und Zwigi wird über die bestehenden Strassen stattfinden. Es ist mit 100 - 150 Lastwagenfahrten zu rechnen.

Auch die Reichenbachfallbahn wird als Transportmittel eingesetzt.

Gemäss der Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen BauRLL [41] wird das Vorhaben als A-Baustelle bezeichnet. da, das Vorhaben im „ländlichen Gebiet“ liegt, die gesamte Bauzeit mit 5 Monaten <1.5 Jahre dauert und die Art und Grösse unterhalb der definierten Werte liegt. Zur Eindämmung der Luftschadstoffemissionen sind relevanten Massnahmen gemäss der Richtlinie Luftreinhaltung auf Baustellen BauRLL [41] umzusetzen.

Für die Betriebsphase ist der Bereich Luftreinhaltung nicht relevant.

Die Vorschriften zur Luftreinhaltung können mit den vorgesehenen Massnahmen eingehalten werden.

#### **Massnahmen (vgl. Kapitel 4.12 )**

Nr.	Kapitel	Massnahme
	4.9.1	Luftreinhaltung / Klimaschutz
Lu-01		Emissionsarme Arbeitsgeräte sind einzusetzen.
Lu-02		Maschinen und Geräte mit Dieselmotoren mit einer Leistung grösser als 18 kW müssen mit einem Partikelfilter ausgerüstet sein.
Lu-03		Abbau- /Rückbauobjekte sind mit geeigneter Staubbindung (z.B. Wasserbenetzung) zu zerlegen.
Lu-04		Die Staubbindung durch Feuchthalten des Materials ist sicherzustellen.
Lu-05		Helikoptertransporte in Rücksprache mit dem Wildhüter.

#### **4.9.2 Nichtionisierende Strahlung (NIS)**

In der Kraftwerkszentrale befinden sich Quellen nichtionisierender Strahlung in Form der beiden Generatoren (1'600 und 675 kVA) und dessen Ableitung in die Trafostation.

Gemäss der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung gilt für Angestellte der Anlagegrenzwert von 1 µT, wenn diese nicht beim verursachenden Betrieb angestellt sind und wenn sich diese länger als 20h pro Woche im Immissionsbereich aufhalten (betriebsfremdes Personal, z.B. Service-Angestellte). Für Besucher des Museumsbetriebs gilt grundsätzlich der Immissionsgrenzwert von 100 µT im zugänglichen Bereich.

Im Maschinenraum halten sich keine Personen dauerhaft (mehr als 20 h pro Woche) auf. Die Grenzwerte nach der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) können mit den vorgesehenen Massnahmen (vgl. Technischer Bericht [2]) eingehalten werden. Die Grenzwerte sind bei einem vorhandenen Abstand der Emissionsquellen zum nächstgelegenen Nachbargebäude von > 100 m demnach auch auf jeden Fall eingehalten.

#### **4.9.3 Lärmschutz / Erschütterung**

Zur Wiederinbetriebnahme sind mehrere Baueingriffe notwendig. Die Bauarbeiten inkl. lärmintensive Bauarbeiten und Transporte (gemäss Baulärm-Richtlinie, [40] Stand 2011) finden

voraussichtlich über 15 Wochen statt. Für eine schonende Erschliessung der Baustellenstandorte sind Helikoptereinsätze geplant. Insgesamt werden ca. 15 Flugstunden oder 165 Helikopterrotationen über die 5 Monate Bauzeit anfallen. Der Transport vom benötigten Material (Werkzeuge, Beton, Ausrüstung) zur Kraftwerkzentrale findet ab der Installations- und Materialumschlagsfläche in Zwirgi statt. Aufgrund der gestaffelten Arbeiten erfolgen die Flugstunden nach Bedarf und über die gesamte Bauzeit verteilt. Der Abstand der Installationsfläche zu den nächstgelegenen Räumen mit lärmempfindlicher Nutzung im Gebiet Zwirgi liegt über 100 m Fluglinie (rund 130 m zum nahegelegenen Ferienhaus und 180 m zum Gasthof Zwirgi (ES III). Ebenfalls wird die Reichenbachfallbahn als Transportmittel eingesetzt. Baubeginn ist im Oktober, nach dem die Standseilbahn den touristischen Betrieb eingestellt hat [2].

Die Reichenbachfallbahn liegt auf dem Areal der Privatklinik Meiringen (ES II) und ist sehr gut mit der Strasse erschlossen. Der Abstand von der Talstation zu den nächstgelegenen Räumen mit der lärmempfindlichen Nutzung liegt zwischen 15 m und 80 m.

Für die Erneuerung des Anschlusses der Druckleitung ist eine Stollenverbreiterung von 20m<sup>3</sup> Ausbruch notwendig. Der Ausbruch erfolgt bergmännisch und die ausgebrochenen Felsflächen werden mit Spritzbeton gesichert.

Gemäss Baulärm-Richtlinien [40] und Lärmschutzverordnung [42] fallen die Bauarbeiten und die lärmintensiven Bauarbeiten mit den oben beschriebenen Abständen und Dauer in die Massnahmenstufe B. Für die Transporte gilt die Massnahmenstufe A nach Baulärm-Richtlinien.

Im Umkreis von über 100 m, der im Wald liegenden Zentrale Schattenhalb 2, liegen keine bewohnten Gebäude. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass in der Betriebsphase keine störenden Lärmimmissionen von der Turbine auftreten.

Zur Reduktion der Lärmbelastung sind folgende Massnahmen vorgesehen [43]:

#### **Massnahmen (vgl. Kapitel 4.12 )**

4.9.3	Lärmschutz / Erschütterung
Lä-01	Zeitbeschränkung für lärmintensive Bauarbeiten auf 8 Stunden pro Tag (7 bis 12 Uhr und 14 bis 17 Uhr).
Lä-02	Maschinen und Geräte genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem anerkannten Stand der Technik.
Lä-03	Transportfahrzeuge entsprechen der Normalausrüstung.
Lä-04	Arbeiten mit hohen Lärmemission sind gleichzeitig durchzuführen.
Lä-05	Die Transporte (Anzahl Fahrten und Helikopterflüge) sind rationell durchzuführen, damit die Lärmbeeinträchtigung minimiert wird.
Lä-06	Die von der Bautätigkeit (inkl. Helikopterflüge) betroffenen Anlieger sind durch die Bauherrschaft über Ansprechpersonen, Bauzeit sowie zu emissionsintensiven Bauphasen zu informieren.

#### **4.9.4 Arbeitssicherheit**

Gemäss dem technischen Bericht erfolgen sämtliche Unterhaltsarbeiten in der Zentrale mehrheitlich ebenerdig und können unter Berücksichtigung der einschlägigen SUVA-Verordnungen durchgeführt werden [2].

## 4.10 Restwasserbericht

### 4.10.1 Einleitung und Ausgangslage

Gemäss dem "Leitfaden neues Konzessionsgesuch für Kleinwasserkraftwerke (KWKW, ohne UVP, 1-stufig) muss der Restwasserbericht die folgenden Gesetzesvorgaben behandeln:

- Minimale Restwassermenge nach Art. 31 GSchG
  - Herleitung Q347
  - Restwassermenge nach GSchG Art. 31 ff., Interessenabwägung und belastete Abschnitte dokumentieren
  - Ausbauwassermenge, Ev. Vorschlag für saisonal variable Dotierung
- Ausnahmen nach Art. 32 GSchG
  - Bericht mit Begründung für Minderdotierung
- Umweltwissenschaftliche Grundlagen
  - Bericht zu Interessenabwägung Mehrdotierung nach GSchG Art. 33 Abs. 2+3
- Bericht nach Art. 33 Abs. 4 GSchG
- Restwasserdotierung nach Art. 36 GSchG

Da das vorliegende Kraftwerksprojekt Schattenhalb 2 (SH2) keinen neuen Kraftwerksstandort erschliessen soll, sondern nur die Erhöhung der konzessionierten Ausbauwassermenge (AWM) einer bereits bestehenden Restwasserstecke vorsieht muss von dem standardisierten Aufbau des Restwasserberichts abgewichen werden.

Gemäss der Konzession des Kraftwerkes Schattenhalb 3 (Wasserrechts-Nr. 17028) vom 29.03.2006 wurde die nachfolgende Restwasserregelung konzessioniert:

- Die Mindestrestwassermenge gemäss Artikel 31 Absatz 1 GSchG beträgt 230 l/s. Eine
- Erhöhung (Artikel 31 Absatz 2) ist im vorliegenden Fall nicht nötig, weil der Reichenbach unterhalb der Fassung Zwirgi bis zum Talboden als Nichtfischgewässer gilt.
- Die Restwassermenge auf dieser Strecke kann somit tiefer angesetzt werden, muss aber mindestens 35% der Abflussmenge Q347 von 380 l/s, d. h. mindestens 133 l/s betragen (Artikel 32 Buchstabe b GSchG).
- Über eine Schutz- und Nutzungsplanung (SNP), die der Bundesrat am 25. Mai 2005 genehmigt hat, kann die auf die Winterdotation verzichtet werden.
- Nach Artikel 33 GSchG muss die Mindestrestwassermenge zugunsten des Reichenbachfalls von Mitte Mai bis Mitte Oktober auf 850 l/s während zirka 10 Stunden pro Tag (Betriebszeit der historischen Drahtseilbahn) erhöht werden.

In dem nachfolgenden Kapitel werden die Auswirkungen des Betriebs des Kraftwerks Schattenhalb 2 detailliert beschrieben.

### 4.10.2 Auswirkungen des Schattenhalb 2

Das vorliegende Kapitel des Restwasserberichtes soll die Projektauswirkungen veranschaulichen:

- 1) Welche Gewässerabschnitte sind durch eine Reaktivierung der Anlage SH2 und einer allfälligen Erhöhung der konzessionierten Ausbauwassermenge (AWM) des Kraftwerks

Schattenhalb 3 (KW SH3) betroffen und in welchem Mass.

- 2) Welche hydrologischen Auswirkungen gegenüber der IST-Situation haben:
  - a) Die Erhöhung der konzessionierten Ausbauwassermenge von SH3 von 2800 auf 3350 l/s (Variante "IST neu", gemäss Projekt BKW)
  - b) Die Reaktivierung der Anlage SH2 (1400 l/s und 2800 l/s für SH3). Dabei wird am Tag im KW SH2 erst turbinert, wenn der Überfall an der Fassung Zwirgi mehr als 2100 l/s beträgt. (Variante 1, ohne Projekt BKW)
  - c) Eine Reaktivierung der Anlage SH2 (1400 l/s) und eine Erhöhung von SH3 auf 3350 l/s. Dabei wird am Tag im KW SH2 erst turbinert, wenn der Überfall an der Fassung Zwirgi mehr als 2100 l/s beträgt (Variante 2).

Die Variante "IST Neu" ist im Zusammenhang mit der Neukonzessionierung von SH2 wichtig, weil dies im Falle einer Erhöhung der konzessionierten Ausbauwassermenge von SH3 als neue Referenz gesehen werden muss. Die konzessionierte AWM hat rechtlich einen Bereich von +10%, der ausgereizt werden darf. Diesen Bereich macht sich die BKW aktuell zu Nutze und nutzt aktuell häufig rund 3050 l/s (gemäss Aussage BKW) für das SH3.

#### 4.10.3 Betroffene Gewässerabschnitte

In der folgenden Abbildung 14 ist das hydraulische Schema inkl. der betroffenen Restwasserstrecken abgebildet. Dabei sind die AWM sowie die Restwassermenge gemäss Konzession angegeben. Gemäss den Zahlen der BKW werden ab der Fassung Zwirgi in Realität 150 l/s anstatt den 135 l/s dotiert.

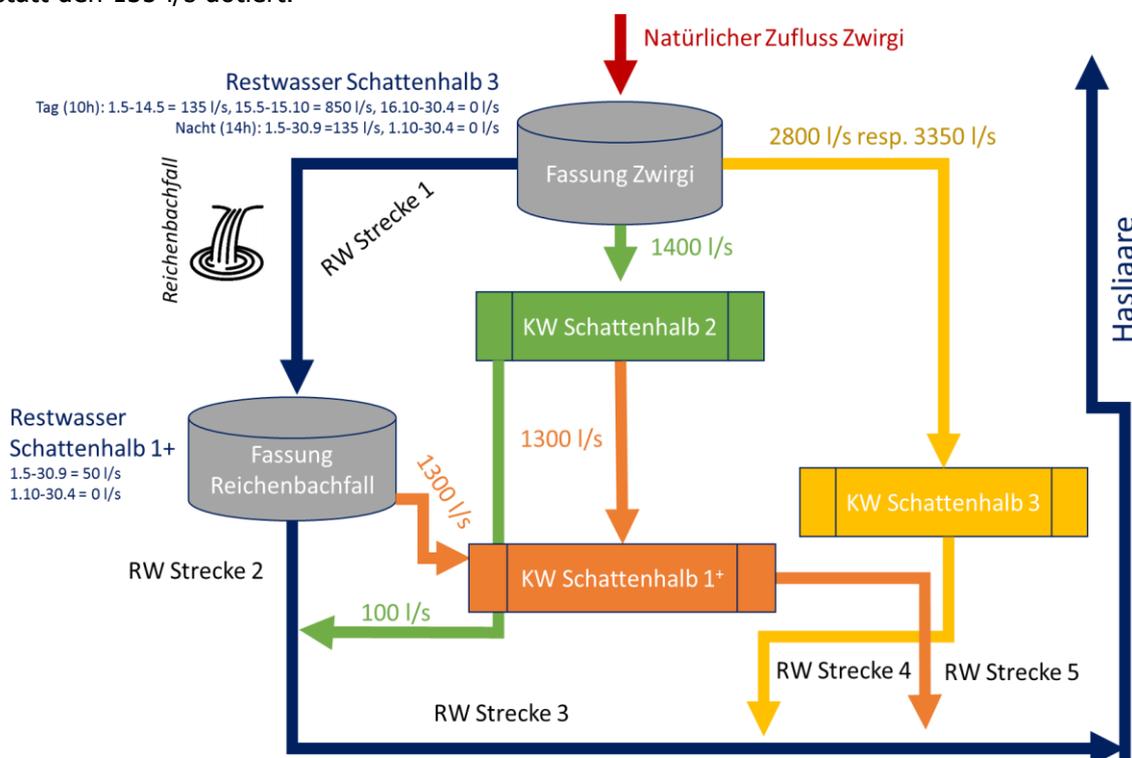


Abbildung 14: Hydraulisches Schema mit Restwasserstrecken (RW-Strecke).

Strecken) in Abhängigkeit der Variante diskutiert. Der Einfluss wird bezüglich dem IST-Zustand (SH2 mit AWM 2800l/s und SH1+ mit AWM 1300 l/s) qualitativ beschrieben.

*Tabelle 5: Beeinflussung der unterschiedlichen Restwasserstrecken in Abhängigkeit der Varianten.*

	<b>Variante "IST Neu"</b>	<b>Variante 1</b>	<b>Variante 2</b>
<b>RW-Strecke 1</b>	Durch die Erhöhung der AWM von SH3 reduzieren sich die Überfallmengen an der Fassung Zwirgi	Durch die Reaktivierung von SH2 reduzieren sich die Überfallmengen an der Fassung Zwirgi	Durch die Erhöhung der AWM von SH3 und der Reaktivierung von SH2 reduzieren sich die Überfallmengen an der Fassung Zwirgi
<b>RW-Strecke 2</b>	Verringerung der Überfallmengen ab einem Zufluss zu Zwirgi von 2800 l/s + 1350 l/s. Davor ist die RW-Menge 50 l/s auch im IST-Zustand	Läuft SH2 unter Volllast sind auf der RW-Strecke 2 rund 100 l/s weniger als auf der Strecke 1 zur Verfügung, jedoch mindestens 150 l/s aus der Nachtdotation (im Sommer)	Läuft SH2 unter Volllast sind auf der RW-Strecke 2 rund 100 l/s weniger als auf der Strecke 1 zur Verfügung, jedoch mindestens 150 l/s aus der Nachtdotation (im Sommer)
<b>RW-Strecke 3</b>	dito. RW-Strecke 2	keine Veränderung zur IST Situation, weil es keine Rolle spielt, ob das Wasser noch durch SH2 turbinert wird bevor es durch SH1 geht.	Verringerung der Überfallmengen ab einem Zufluss zu Zwirgi von 2800 l/s + 1350 l/s. Davor ist die RW-Menge 50 l/s auch im IST-Zustand. SH2 hat jedoch keinen Einfluss auf diese Strecke (vgl. Variante "IST Neu")
<b>RW-Strecke 4</b>	Mehr Wasser gegenüber IST-Zustand, weil weniger Wasser durch SH1 fließt falls es beim Zwirgi zu mehr als 1350 l/s Überfall kommt, gibt es kein Unterschied zur IST Situation mehr	keine Veränderung zur IST Situation, weil es keine Rolle spielt, ob das Wasser noch durch SH2 turbinert wird bevor es durch SH1 geht.	mehr Wasser gegenüber IST-Zustand, weil weniger Wasser durch SH1 fließt falls es beim Zwirgi zu mehr als 1350 l/s Überfall kommt, gibt es kein Unterschied zur IST Situation mehr. SH2 hat jedoch keinen Einfluss auf diese Strecke (vgl. Variante "IST Neu")

<b>RW-Strecke 5</b>	keine Veränderung da gesamtes Wasser wieder im Gerinne ist.	keine Veränderung da gesamtes Wasser wieder im Gerinne ist.	keine Veränderung da gesamtes Wasser wieder im Gerinne ist.
---------------------	---	---	---

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die Reaktivierung von SH2 lediglich die RW-Strecke 1 und 2 betroffen sind (Reduktion der RW-Mengen). Dabei ist der Einfluss auf RW-Strecke 2 eine Reduktion von maximal 100 l/s, während der Abschnitt in dieser Phase jedoch stets mit mindestens mit 150 l/s dotiert wird. Der Einfluss bei Variante 2 auf die RW-Strecke 3 und 4 kommt durch die Erhöhung der Ausbauwassermenge von SH3 zustande. Aus diesem Grund behandelt das Neukonzessionierungsgesuch von SH2 lediglich die RW-Strecke 1 und 2.

#### 4.10.4 Hydrologische Auswirkungen auf die RW-Strecken 1 und 2

Im Folgenden werden die hydrologischen Auswirkungen auf die RW-Strecke 1 und 2 gegenüber dem IST-Zustand respektive dem Zustand "IST-neu" beschrieben. Den Berechnungen liegen die Zuflussmengen zur Fassung Zwirgi für die Jahre 2015 bis und mit 2019 zugrunde. Die Berechnung der Auswirkungen auf die RW-Strecken der unterschiedlichen Varianten erfolgt durch eine historische Simulation. Es wird also berechnet, welche Abflüsse in der RW-Strecke für die Jahre 2015 bis 2019 je Variante gewesen wäre. Aufgrund einer fünfjährigen Messreihe ist diese Betrachtung aus hydrologischer Sicht repräsentativ.

Diese Beschreibung soll die Grundlage der Bewertung der Beeinflussung der Ökologie darstellen. Damit die Auswirkungen gegenüber dem IST-Zustand verstanden werden können, muss in einem ersten Schritt der IST-Zustand beschrieben werden.

Der IST-Zustand kann anhand der Konzession von SH3 abgeleitet werden. Die dabei festgelegten RW-Mengen sind in Abb. 2-1 festgehalten. Grundsätzlich zeigt sich, dass es ab Anfang Mai regelmässig zu Überfallsituationen kommt, da der Zufluss grösser ist als die Summe der Ausbauwassermenge und der vorgeschriebenen Restwasserdotationsmengen, (die Streuung in den fünf Jahren reicht von Mitte April bis Mitte Mai). Davor gibt es aufgrund von Niederschlägen oder Föhnsituationen (Schmelzwasser) vereinzelte Tage mit Überfallsituationen. Somit ist im IST-Zustand die RW-Strecke 1 und 2 bis ca. Anfang Mai trocken (bis auf etwas Wasser aus dem Zwischeneinzugsgebiet). Ab Mai müssen gemäss Konzession 24h pro Tag mindestens 135 l/s dotiert werden. Allerdings werden diese sehr häufig überschritten, weil es bereits ab Mitte April teilweise aufgrund von Regen- oder Schneeschmelzphasen zu Überfallsituationen kommt und ab Mai kommt es regelmässig (bis durchgehend) zu Überfallsituationen (wegen Schneeschmelze). Sobald die Reichenbachfallbahn in Betrieb genommen wird (meistens Mitte Mai) müssen während 10 Stunden am Tag mindestens 850 l/s dotiert werden. Auf den ersten Blick sieht eine Dotierung von 150 l/s in der Nacht und 850 l/s am Tag nach einer Tag/Nacht-Schwall-Sunk Situation aus. Im IST-Zustand zeigt sich allerdings, dass bis Anfang September der Zufluss zur Fassung Zwirgi sowieso so hoch ist, dass es zu verhältnismässig weit grösseren Überfallsituationen kommt. Somit betrifft diese Situation in welcher am Tag 850 l/s und in der Nacht 150 l/s abgegeben wird lediglich die Phase von Anfang September bis Mitte Oktober (Mitte Oktober wird die Bahn in der Regel eingestellt). Die RW-Menge von mindestens 150 l/s

muss bis Ende September gewährleistet werden. Somit fliesst in der RW-Strecke 1 und 2 ab Mitte Oktober bis Anfang Mai bis auf wenige Ausnahmen (im Herbst/Winter kommt es nur aufgrund von seltenen Starkniederschlägen oder extremen Wärmeinbrüchen oder einer Kombination aus beidem) kein Wasser in der RW-Strecke. Die Überfälle im Mai und Juni sind aufgrund der Schneeschmelze am grössten. Dabei kann der mittlere (Monat) Überfallabfluss bis 5 m<sup>3</sup>/s betragen. Die Monatsmittel des Überfalls nehmen bis zum September stetig ab (ab September kein Überfall). Die Monatsmittel bewegen sich dabei zwischen rund 4 m<sup>3</sup>/s (Mai/Juni) bis rund 1.5 m<sup>3</sup>/s (September). Die Abflüsse variieren dabei aufgrund von Niederschlagsereignissen teilweise von Stunde zu Stunde sehr stark. Solche Schwankungen und diese Verteilung des Abflusses (Spitze im Mai/Juni) sind typisch für a-glazio-nivale Einzugsgebiete. Allerdings sind einige hohe und kurzfristige Abflussspitzen auch auf Spülungen des Staubeckens im Zwirgi zurückzuführen. In der Abbildung 15 ist die Ganglinie für den Abfluss in der Restwasserstrecke (blau) sowie durch das KW SH3 (schwarz) für das Jahr 2015 dargestellt. Die Jahre 2016 bis 2019 weisen einen ähnlichen Zufluss auf. In der Abbildung ist zu erkennen, dass in der RW-Strecke bis Mitte April regelmässig kein Abfluss vorhanden ist. Für die Periode von Anfang September bis Mitte Oktober ist zu erkennen, dass am Tag 850 l/s dotiert werden und in der Nacht 150 l/s.

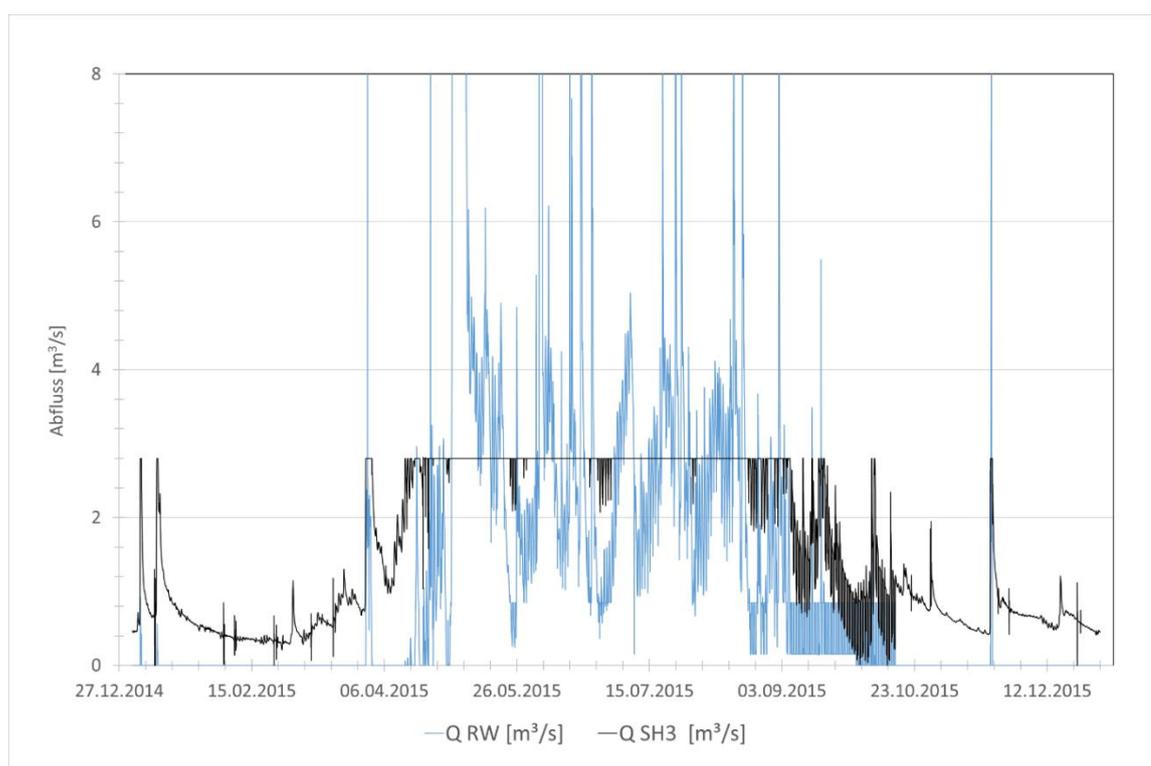


Abbildung 15: Ganglinie der Restwasserstrecke 1 sowie der Durchfluss durch SH3. Die Situation entspricht der IST Situation.

Die Ganglinie für die Variante 1 (SH3 = 2800 l/s und SH2 1400 l/s) für den gleichen Zeitraum ist simuliert in Abbildung 16 dargestellt.

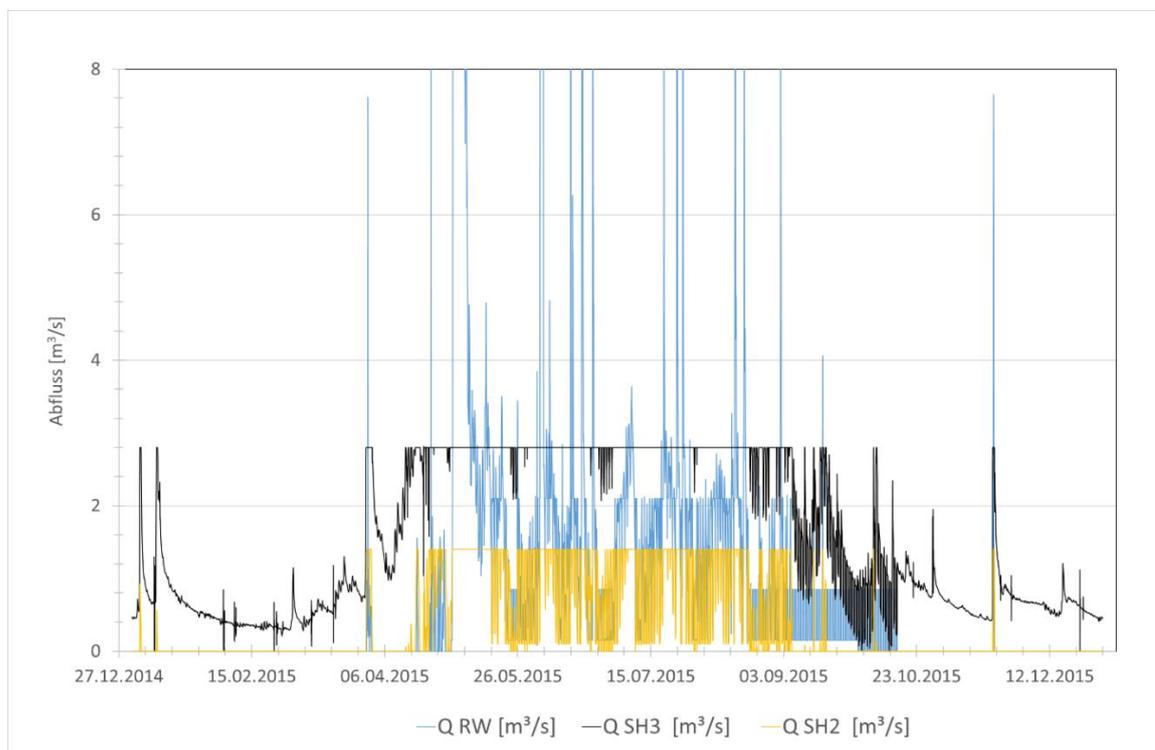


Abbildung 16: Ganglinie der Restwasserstrecke 1 sowie der Durchfluss durch SH3 und SH2. Die Situation entspricht der Situation gemäss Variante 1.

In der Abbildung 16 ist zu erkennen, dass das KW SH2 vorwiegend von Mitte April bis Anfangs September in Betrieb sein könnte. In dieser Phase reduziert sich der Abfluss in der RW-Strecke (blaue Linie) um die Ausbaumwassermenge von 1400 l/s. Allerdings würde während des Tages erst turbinert, falls 2100 l/s in die Restwasserstrecke abgegebene werden kann (vgl. blaue Linie in Abbildung 16).

Die Grafik für die Variante 2 ist in der Abbildung 17 dargestellt. Bei einer Erhöhung der AWM des KW SH3 verändert sich die Ganglinie dahingehend, dass sich die schwarze Line um rund 500 l/s erhöht und die blaue Line sich um diesen Betrag verringert.

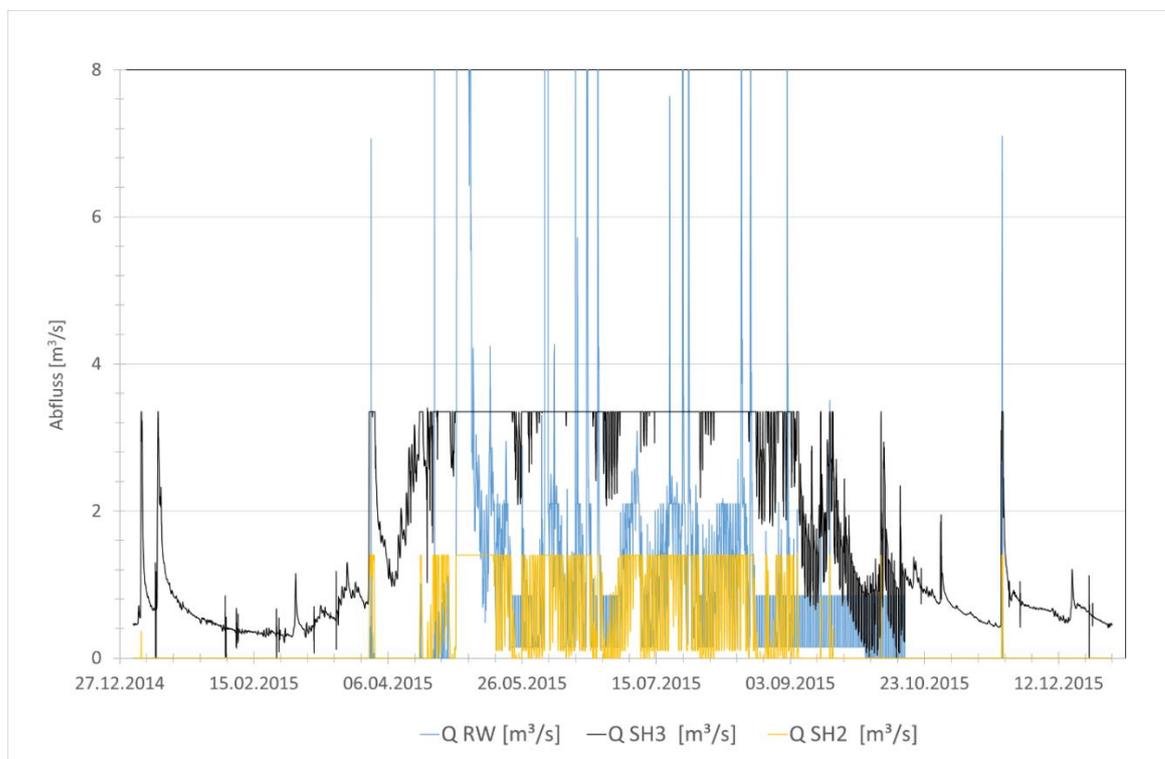


Abbildung 17: Ganglinie der Restwasserstrecke 1 sowie der Durchfluss durch SH3 und SH2. Die Situation entspricht der Situation gemäss Variante 2.

Durch eine Erhöhung der AWM oder durch die Reaktivierung von SH2 verschiebt sich der Zeitpunkt ab welchem im Frühjahr mit Überfallsituationen zu rechnen ist sowie der Zeitpunkt im Herbst an welchem mit keinem Überfall zu rechnen ist. Diese Tage wurden manuell für die simulierten fünf Jahre bestimmt und anschliessend gemittelt. Dabei wurde darauf geachtet, dass der Überfall an mehreren Stunden pro Tag auftritt und die Überfallsituation anhält (Frühling) respektive abbricht (Herbst). Somit werden einzelne Niederschlagsereignisse im Frühjahr oder Herbst aus dieser Betrachtung ausgeschlossen. In Tabelle 6 ist dieser Zeitpunkt im Frühjahr sowie im Herbst für sämtliche Varianten aufgelistet.

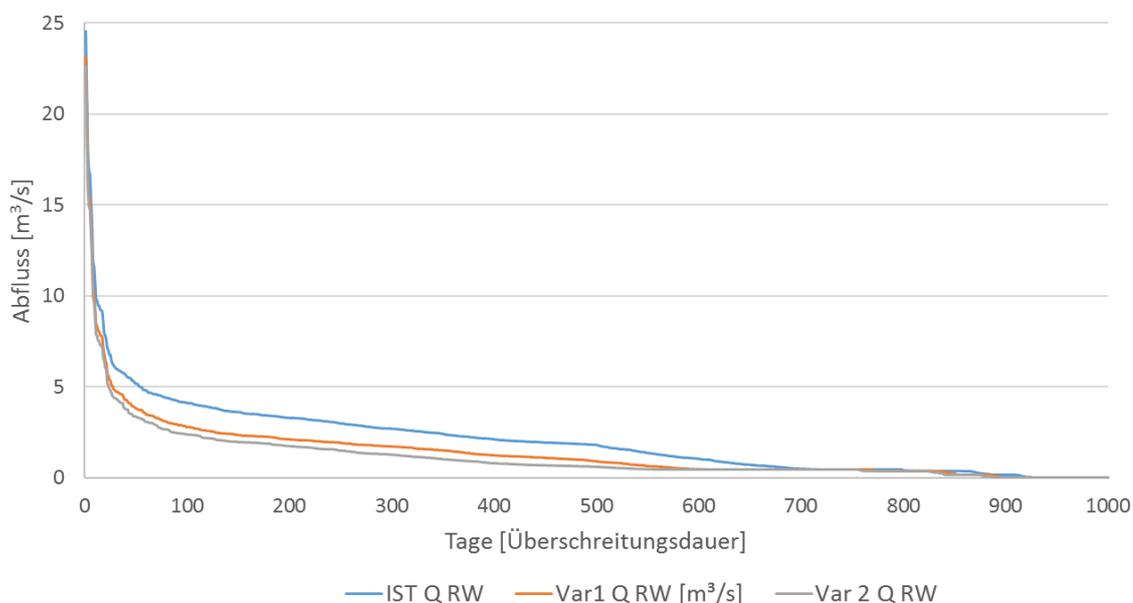
Tabelle 6: Beginn und Ende der Überfallsituation in der Restwasserstrecke in Abhängigkeit der Varianten (jeweils gemittelt über 5 Jahre).

	<b>Kenngrossen</b>	<b>Beginn Überfallsituation</b>	<b>Ende Überfallsituation</b>
<b>IST</b>	SH3 = 2'800 l/s	29. April	12. September
<b>IST neu</b>	SH3 = 3'350 l/s	2. Mai	6. September
<b>Variante 1</b>	SH3 = 2'850 l/s SH2 = 1'400 l/s	9. Mai	27. August
<b>Variante 2</b>	SH3 = 3'350 l/s SH2 = 1'400 l/s	14. Mai	25. August

In der Tabelle 6 ist zu erkennen, dass der Zeitpunkt an welchem es an der Fassung Zwirgi zu Überfällen (kommt RW-Mengen nach Konzession SH3 werden immer gewährleistet) im

Frühjahr um rund 10 ("IST" zu "Variante 1") bis 12 Tage ("IST neu" zu "Variante 2") verschoben wird falls die Variante 2 umgesetzt wird. Im Herbst würde die Überfallsituation rund 16 ("IST" zu "Variante 1") bis 12 Tage ("IST neu" zu "Variante 2") früher abbrechen. Daraus kann geschlossen werden, dass die Verschiebung um Anzahl Tage der Überfallsituation praktisch unabhängig davon ist ob Variante 1 (mit der IST- Situation als Referenz) oder die Variante 2 (mit der IST-neu als Referenz).

In der Abbildung 18 ist die abszissengemittelte Dauerkurve der Abflüsse in der Restwasserstrecke für den IST-Zustand und die Varianten 1 und 2 gezeigt. Die Dauerkurve widerspiegelt die simulierte Situation für die Jahre 2015 bis 2019 (insgesamt 1825 Tage). Ab rund 900 Tage (somit rund Q180) sind die Abflüsse null, da im Winter kein Wasser dotiert wird und es zu keinen Überfallsituationen kommt. Aufgrund der besseren Leserlichkeit wird die x-Achse nur bis 1000 Tage dargestellt.



*Abbildung 18: Abszissengemittelte Dauerkurve der Abflüsse in der Restwasserstrecke für den IST-Zustand und die Varianten 1 und 2. Die Kurve des Zustandes "IST neu" wird aus Gründen Leserlichkeit nicht dargestellt, liegt jedoch um 500 l/s parallel verschoben zur blauen (IST) Linie.*

In der Tabelle 7 sind die Anzahl Stunden im Jahr an welchen ein Abfluss in der Restwasserstrecke erreicht oder überschritten werden, dargestellt. Um der Einfluss einer Variante zu beurteilen muss die Differenz der Anzahl Stunden zu der entsprechenden IST-Situation (Referenz) beurteilen (vgl. beide untersten Spalten).

*Tabelle 7: Anzahl Stunden im Jahr an welchen ein Abfluss in der Restwasserstrecke erreicht oder überschritten wird (gesamtes Jahr 8760 h). Dabei handelt es sich um Mittelwerte der Jahre 2015 – 2019.*

Einheit [Anzahl Stunden pro Jahr]	Kenngrossen	Anzahl Stunden mit Abfluss > 0 l/s	Anzahl Stunden mit Abfluss > 150 l/s	Anzahl Stunden mit Abfluss > 850 l/s	Anzahl Stunden mit Abfluss > 2'150 l/s (Tag)
<b>IST</b>	SH3 = 2'800 l/s	4'102	4'074	3'367	606
<b>IST neu</b>	SH3 = 3'350 l/s	4'033	4'023	3'185	398
<b>Variante 1</b>	SH3 = 2'850 l/s SH2 = 1'400 l/s	3'974	3'967	2'803	568
<b>Variante 2</b>	SH3 = 3'350 l/s SH2 = 1'400 l/s	3'941	3'931	2'452	361
<b>Differenz Var 1 zu IST neu</b>	Vgl. oben	-128	-107	-563	-38*
<b>Differenz Var 2 zu IST neu</b>	Vgl. oben	-92	-92	-733	-37*

\*Differenz aufgrund des Museumsbetriebes von SH 2 von 100 l/s (in diesen Situationen ist der Abfluss Reichenbachfall aber meistens 2'000 l/s).

#### 4.10.5 Dokumentation der Interessenabwägung nach Art. 33 GSchG

Gemäss Art. 33 GSchG muss eine Interessenabwägung zwischen den Anliegen für und gegen eine Wasserentnahme erfolgen.

Die Interessen für eine Wasserentnahme sind namentlich:

a. Öffentliche Interessen

Da es sich beim vorliegenden Projekt um eine Wasserentnahme für die Energieproduktion mit Einspeisung ins öffentliche Netz handelt, besteht ein öffentliches Interesse an der Wasserentnahme.

Neben der Stromproduktion ist hinsichtlich des Denkmalschutzes der Erhalt des historischen Kraftwerkes Schattenhalb 2 ein Hauptprojektanliegen. Das Kraftwerk ist eine der wenigen so vollständig erhaltenen Anlagen aus der Frühzeit der Stromproduktion aus Wasserkraft und soll den Besuchern als lebendiges Denkmal der Industriekultur zugänglich gemacht werden.

#### *Wasserstrategie 2010*

In der Wasserstrategie 2010 ist die massgebliche Fliessgewässerstrecke als bestehende Wassernutzung ausgewiesen. Sie stuft eine Wasserkraftnutzung am vorgesehenen Standort als möglich ein. Der Masterplan Fischerei weist den Reichenbach in diesem Gewässerabschnitt als "Nicht-Fischgewässer" aus. Im Unterlauf erfolgt momentan die Revitalisierung von Seeforellaich- und Jungfischhabitaten im Zuge eines Hochwasserschutzprojektes.

Dieser Gewässerabschnitt im Talboden unterliegt jedoch keiner Beeinträchtigung durch das Projektvorhaben.

b. Wirtschaftliche Interessen des Wasserherkunftsgebietes

Ein Anteil an der Gesamtinvestition von über 2 Mio. CHF kann von regionalen Firmen geleistet werden. Weiter wird ein neues touristisches Angebot geschaffen, das auch bei Schlechtwetter als Alternative willkommen ist.

c. Wirtschaftliche Interessen desjenigen, der Wasser entnehmen will

Ohne Veränderung der konzessionierten Mindestrestwasserregelungen der Kraftwerke Schattenhalb 1 und 3 wird durch die Wiederinbetriebnahme des historischen Kraftwerkes Schattenhalb 2 durch die Nutzung des Überfallwassers am Stauwehr Zwirgi von einer Mehrproduktion von 3 bis 4 GWh ausgegangen.

d. Energiewirtschaftliche Bedeutung

Das Projekt entspricht den energiepolitischen Zielen sowohl des Bundes als auch des Kantons Bern und wird einen Beitrag zur Erreichung der angestrebten Energiewende leisten.

Die Interessen gegen die Wasserentnahme sind namentlich:

a. Die Bedeutung der Gewässer als Landschaftselement

Der Reichenbachfall wird als wichtiges Landschaftselement eingestuft. Die Reaktivierung von SH2 führt zu einer geringfügigen, zeitlich relativ eng eingrenzbaren Beeinträchtigung der Erscheinung des Reichenbachfalls, resp des Landschaftsbilds im Frühling, einige Tage vor der Eröffnung der Wanderwege und der Standseilbahn.

b. Die Bedeutung der Gewässer als Lebensraum für die davon abhängige Tier- und Pflanzenwelt, samt deren Artenreichtum, namentlich auch für die Fischfauna, deren Ertragsreichtum und natürliche Fortpflanzung

Die bereits bestehende Nutzung durch die Kraftwerke Schattenhalb 1 und Schattenhalb 3 sowie deren konzessionierte Restwasserregelung beeinflussen eine mögliche Fliessgewässerflora und Fauna so erheblich, dass die Wiederinbetriebnahme des Schattenhalb 2 keinen Mehreinfluss hat. Ein Fischertrag (Bachforellenbestand) kann in dem Gewässerabschnitt, der durch das Kraftwerksprojekt einer Nutzung unterliegt, nicht geschmälert werden.

c. Die Erhaltung einer Wasserführung, die ausreicht, um die Anforderungen an die Wasserqualität der Gewässer langfristig zu erfüllen

Es gibt keinen Grund zur Annahme, dass die Wasserqualität durch die künftige Mehrnutzung des Überfallwassers ab der Wasserfassung Zwirgi verändert werden könnte.

d. Die Erhaltung eines ausgeglichenen Grundwasserhaushalts, der die künftige Trinkwassergewinnung, die ortsübliche Bodennutzung und eine standortgerechte Vegetation gewährleistet

Es ist nicht davon auszugehen, dass in dem Gewässerabschnitt, der durch das Kraftwerk Schattenhalb 2 einer Mehrnutzung des Überfallwassers unterliegt, Auswirkungen auf die künftige Trinkwassergewinnung, die ortsübliche Bodennutzung und eine standortgerechte Vegetation hat.

e. Die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Bewässerung

Da im Projektperimeter keine Wasserentnahmen zur landwirtschaftlichen Bewässerung sind, liegt keine Beeinträchtigung vor.

#### 4.11 Stauanlagen Sicherheit

Die Stauwand Zwirgi unterliegt der Stauanlagenverordnung und Aufsicht des Bundes bzw. der direkten Aufsicht des Kantons [38]. Beim Bau des Kraftwerks Schattenhalb 3 wurden bei der Stauanlage Zwirgi die belüfteten Grundablassschützen und der Spülschütze erneuert, ebenfalls wurden zwei instabile Felspartien über dem Staubecken entfernt, damit die Anlage der Stauanlagenverordnung entspricht. Die Wiederinbetriebnahme des Kraftwerks Schattenhalb 2 hat keine Auswirkungen auf die Stauanlagen Sicherheit.

Das Einlauf Staubecken (Vorstau) wird nach Hochwasserabflüssen  $>15 \text{ m}^3/\text{s}$  ausser Betrieb genommen oder spätestens bei Abflüssen zwischen  $25 - 30 \text{ m}^3/\text{s}$  und massivem Geschiebetrieb. Dabei werden auch die Entlastungsrollschütze automatisch geöffnet und die Einlaufschütze geschlossen. Bei ca.  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  Abfluss =  $0.5 \text{ m}$  Überfall über Entlastungsrollschütze = Kote Vorstau  $1001.70 \text{ m ü. M.}$

Das Staubecken Zwirgi wird bei Hochwasser  $>25 \text{ m}^3/\text{s}$  gespült und entleert (Information an Fischereinspektorat). Ab ca.  $8 \text{ m}^3/\text{s}$  Abfluss =  $0.8 \text{ m}$  Überfall über Entlastungsrollschütze = Kote Vorstau  $1002.00 \text{ m ü. M.}$  [39].

Die gegebene Disposition der Kraftwerksanlagen führt zu einer gemeinsamen Nutzung der Wasserfassung Zwirgi zwischen BKW Energie AG und der Stiftung Kraft & Wasser Schattenhalb [2]. Die BKW Energie AG als Eigentümerin der Wasserfassung wird für den Unterhalt, Betrieb und die Stauanlagen Sicherheit verantwortlich sein.

#### 4.12 Massnahmen

Die Tabelle 8 gibt einen Überblick zu den projektintegrierten Massnahmen. Es sind nur die Umweltbereiche mit entsprechenden Massnahmen aufgeführt.

*Tabelle 8: Auflistung aller Massnahmen zu den behandelten Umweltbereichen.*

Nr.	Kapitel	Massnahme
	4.5	Naturgefahren
Na-01		Entsprechende Überdeckung der Druckleitung unmittelbar unter dem unteren Stollenportal, um einen Direkttreffer zu vermeiden
	4.5	Bodenschutz
Bo-01		Sämtliche bodenrelevanten Arbeiten dürfen nur bei trockener Witterung und genügend abgetrocknetem Boden durchgeführt werden.
Bo-02		Der Oberboden und der Unterboden werden getrennt abgetragen und zwischengelagert
	4.6	Natur- und Landschaftsschutz
NL-01		Die erforderlichen Eingriffe zur Erneuerung der Druckleitung und die damit verbundenen forstlichen Massnahmen für die temporäre Rodung haben ausserhalb der Brut- und Setzzeit zu erfolgen.
NL-02		Fauna terrestrisch: Zu prüfen ist ein freier Zugang zum Dachstock des Turbinengebäudes für die Fledermäuse, verbunden mit möglichen Vorkehrungen, um den Aufenthaltsort der Fledermäuse vor Beutegreifern zu schützen ("mardersicher").
NL-03		Zur Stärkung des Grossen Reichenbachfalls soll während des Betriebs der Reichenbachfallbahn tagsüber erst ab $2'100 \text{ l/s}$ Wasser zur Stromproduktion turbinieren werden.

Nr.	Kapitel	Massnahme
	4.8	Walderhaltung
Wa-01		Die Holzereiarbeiten für Rodung und Niederhaltung sind auf das minimal nötige Mass zu beschränken und in Absprache und unter Beteiligung des lokalen Revierförstern auszuführen (Anzeichnung). Schonung des Restbestandes; es dürfen keine Waldflächen ausserhalb der bezeichneten Rodungsflächen bzw. Niederhalteflächen beansprucht werden. Wo nötig sollen pflegenden Eingriffe die Vitalität und Stabilität des (Nachbar-)Bestandes erhalten und fördern.
Wa-02		Die Wiederaufforstung der temporär gerodeten Flächen ist bis zu deren Abnahme durch den kantonalen Forstdienst sicherzustellen, wobei auch allenfalls nötig werdende Massnahmen zu dessen Unterstützung durchzuführen sind (fachgerechte Ergänzungspflanzungen, Waldpflege).
Wa-03		Ausarbeiten eines Gesuchs für eine nachteilig Nutzung bzw. ein Niederhalteservitut und Einholen der Einverständnisse der betroffenen Waldeigentümer.
Wa-04		Für die Zeit des Defizits der Schutzwaldleistung zwischen Rodung und wiedereingewachsenem Wald müssen angemessene Massnahmen durchgeführt werden (gemäss NaiS, ggf. techn. Massnahmen). Dazu sollte gegen Ende der Bauphase eine (Neu-) Beurteilung der Situation bzgl. Schutzwald/Naturgefahren stattfinden.
	4.9.1	Luftreinhaltung / Klimaschutz
Lu-01		Emissionsarme Arbeitsgeräte sind einzusetzen.
Lu-02		Maschinen und Geräte mit Dieselmotoren mit einer Leistung grösser als 18 kW müssen mit einem Partikelfilter ausgerüstet sein.
Lu-03		Abbau- /Rückbauobjekte sind mit geeigneter Staubbindung (z.B. Wasserbenetzung) zu zerlegen.
Lu-04		Die Staubbindung durch Feuchthalten des Materials ist sicherzustellen.
Lu-05		Helikoptertransporte in Rücksprache mit dem Wildhüter.
	4.9.3	Lärmschutz / Erschütterung
Lä-01		Zeitbeschränkung für lärmintensive Bauarbeiten auf 8 Stunden pro Tag (7 bis 12 Uhr und 14 bis 17 Uhr).
Lä-02		Maschinen und Geräte genügen einem zulässigen Schalleistungspegel gemäss dem anerkannten Stand der Technik.
Lä-03		Transportfahrzeuge entsprechen der Normalausrüstung.
Lä-04		Arbeiten mit hohen Lärmemission sind gleichzeitig durchzuführen.
Lä-05		Die Transporte (Anzahl Fahrten und Helikopterflüge) sind rationell durchzuführen, damit die Lärmbeeinträchtigung minimiert wird.
Lä-06		Die von der Bautätigkeit (inkl. Helikopterflüge) betroffenen Anlieger sind durch die Bauherrschaft über Ansprechpersonen, Bauzeit sowie zu emissionsintensiven Bauphasen zu informieren.

## 5. Schlussfolgerung

Die Stiftung Kraft & Wasser will das denkmalschutzwürdige historische Kraftwerk Schattenhalb 2 (SH2) wieder in Betrieb nehmen. Ziel der Wiederinbetriebnahme ist es, ohne Veränderung der konzessionierten Mindestrestwasserregelungen der Kraftwerke Schattenhalb 1 und 3 nur durch die Nutzung des Überfallwassers am Stauwehr Zwirgi eine Mehrproduktion von 3 bis 4 GWh zu erreichen. Der Reichenbachfall wird als wichtiges Landschaftselement eingestuft. Die Reaktivierung von SH2 führt zu einer geringfügigen, zeitlich relativ eng eingrenzbaeren Beeinträchtigung der Erscheinung des Reichenbachfalls, resp. des Landschaftsbilds im Frühling, einige Tage vor der Eröffnung der Wanderwege und der Standseilbahn. Die Reaktivierung des Kraftwerkes SH2 hat keine Auswirkungen auf die Fischfauna des Reichenbachoberlaufes sowie dem im Unterlauf befindlichen Seeforellenperimeter. Das Kraftwerksprojekt beeinflusst die Überfallsituation ab der bestehenden Wasserfassung Zwirgi bis zur Wasserrückgabe nach der bestehenden Wasserfassung des Kraftwerkes Schattenhalb 1. Dieser Gewässerabschnitt des Reichenbaches ist als "Nichtfischgewässer" ausgewiesen. Auf die Mindestrestwassermenge hat die Reaktivierung des Kraftwerkes Schattenhalb keinen Einfluss. Neue bauliche Eingriffe sind nicht notwendig. - Insgesamt kann mit geringfügigen und kaum wahrnehmbaren Umweltauswirkungen die Produktion von erneuerbarer Energie und der betriebsfähige Erhalt eines technischen Kulturgutes bewerkstelligt werden.

## 6. Grundlagen

- [1] Leitfaden neues Konzessionsgesuch für Kleinwasserkraftwerke (KWKW, ohne UVP, 1-stufig), Amt für Wasser und Abfall, 2012 (abrufbar unter: [https://www.bve.be.ch/bve/de/index/direktion/organisation/awa/formulare\\_bewilligungen/wasserkraft.html](https://www.bve.be.ch/bve/de/index/direktion/organisation/awa/formulare_bewilligungen/wasserkraft.html))
- [2] Reaktivierung der historischen Anlage Schattenhalb 2, Konzession- und Bauprojekt, Technischer Bericht, Weiss, S., Karcheter, L., Reusser, N., Schweizer, S., Baumgartner, J., Strub, D., im Auftrag der Stiftung Kraft & Wasser, 22.12.2020
- [3] Neukonzessionsbericht Kraftwerk Schattenhalb 3, Umweltverträglichkeitsbericht, Emch+Berger AG, März 2004
- [4] WKW Schattenhalb 3, Umweltverträglichkeitsbericht, UVB 2. Stufe, Baugesuch, Emch+Berger, August 2006
- [5] WKW Schattenhalb 1+, Bericht zur Umwelt, 2. Stufe, Baugesuch, Emch+Berger, Juli 2015
- [6] Richtplan Kanton Bern, Richtplan 2030, Stand: 20. November 2019, Regierungsrat des Kantons Bern, 2019
- [7] Regionales Gesamtverkehrs- und Siedlungsrichtkonzept der 2. Generation, Regionalkonferenz Oberland-Ost, 2017
- [8] Teilrichtplan Energie Oberland-Ost 2015 (TRPE.00 2015), Regionalkonferenz Oberland-Ost, PLANAR AG für Raumentwicklung, Interlaken und Zürich, 2015
- [9] Regionales Tourismusentwicklungskonzept Oberland-Ost 2014 (RTEK 2014), Bericht, IC Infraconsult AG / Regionalkonferenz Oberland-Ost, Interlaken und Bern, 2014
- [10] Regionale Siedlungs- und Landschaftsthemen (Teile der RGSK), Abfrage Geoportal (Aufruf am 25.03.2020)
- [11] Lebensräume der Schweiz, Delarze, Gonseth, Eggenberg & Vust
- [12] Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV, 451.1), 16. Januar 1991 (Stand am 1. Juni 2017)
- [13] Datenbankanfrage InfoSpecies (Vertrag vom 07.11.2017) zu Flora (Info Flora), Weichtiere (CSCF), Mosse (NISM), Flechten (SwissLichens)
- [14] Kraftwerk Schattenhalb 4, Abklärungen Moose und Mollusken, Auswertung und Bemerkungen zu den Spezialkartierungen 2015, Heinz Kaspar, 2015
- [15] Leitfaden Umwelt Nr. 9 - Landschaftsästhetik - Wege für das Planen und Projektieren, BUWAL: 2001
- [16] Einfluss der Wasserführung auf das Erscheinungsbild und die Akustik von Wasserfällen, Geographisches Institut, Liliana Demarchi, 31.10.2012
- [17] Baugesetz (BauG) vom 09.06.1985 (Stand 01.01.2016)
- [18] Webauftritt Tourismusregion Halsital <https://haslital.swiss/de/sommer/>, aufgerufen 08.05.2020
- [19] Webauftritt Grosser Reichenbachfall <https://jungfrauregion.swiss/de/sommer/sehen-und-erleben/ausfluege/ausflugsziele/reichenbachfall/>, aufgerufen 08.05.2020
- [20] <https://www.schweizmobil.ch/de/sommer.html>, aufgerufen am 11.05.2020
- [21] Regionales Tourismusentwicklungskonzept, RTEK Oberland-Ost, Bericht, Regionalkonferenz Oberland-Ost, 2014
- [22] email von Chr. Zumbrunn, Leiterin Waldrecht Waldabteilung Alpen, AWN, vom

11.05.2020

- [23] Geoportal des Kantons Bern, Thematische Auszüge, Mai 2020
- [24] Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald (NaiS), BAFU, 2005
- [25] NSI, 2000: WNI - Waldnaturschutzinventar des Kantons Bern, WNI-Objekte Nr. 78601 - 78624 der Gemischten Gemeinde Schattenhalb, Objektblätter, Naturschutzinspektorat des Kantons Bern
- [26] 921.0 Bundesgesetz über den Wald (WaG) vom 04.10.1991, Stand per 01.01.2017
- [27] AWA, Amt für Wasser und Abfall (2009): Wasserstrategie – Masterplan Fischerei.- Bern: Karte im Auftrag des AWA.
- [28] Kirchhofer, A. & Breitenstein, M. (1999): Verbreitung der Fische und Krebse im Kanton Bern.- Bern: Im Auftrag des Fischereiinspektorats des Kantons Bern.
- [29] Escher, M., Vonlanthen, P. (2016): 25 Jahre Fischfangstatistik im Kanton Bern. - Im Auftrag des Fischereiinspektorats des Kantons Bern.
- [30] Meyer, M. (2010): Möglichkeiten der Habitatoptimierung für die Seeforelle (*Salmo trutta lacustris*) im Einzugsgebiet des Brienzensees (Berner Oberland, Schweiz).- Innertkirchen: Diplomarbeit der Hochschule Ostwestfalen-Lippe.
- [31] FI (Fischereiinspektorat des Kantons Bern) (2008): Artenförderungskonzept: Fische und Krebse des Kantons Bern. – Münsingen: Fischereiinspektorat des Kantons Bern.
- [32] Fischereiinspektorat (FI) und Amt für Wasser und Abfall (AWA) (2014): Strategische Planungen 2011 - 2014 nach GSchG/GSchV - Planung Wiederherstellung Fischwanderung Schlussbericht.
- [33] Geoportal Kanton Bern (2020): Karte der Kataster der belasteten Standorte. Aufgerufen am 15.05.2020 unter <https://www.map.apps.be.ch/pub/synserver>
- [34] Geoportal Kanton Bern (2020): Gewässerkarte der Nutzungskategorien Wasserkraft. Aufgerufen am 15.05.2020 unter <https://www.map.apps.be.ch/pub/synserver>
- [35] Stiftung Kraft & Wasser, Konzessions- und Bauprojekt, Übersicht der Massnahmen, Massstab 1:500, H-S Water Engineering AG, 2020
- [36] Abfall und Altlasten, Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie), BAFU, 1999
- [37] Bundesamt für Energie (2012). Totalrevision Stauanlagenverordnung – Erläuterungen einzelner Bestimmungen der revidierten StAV. Mitteilung BFE und UVEK: 14 S.
- [38] Cupelin, P. (2011): Neues Wasserkraftwerk Schattenhalb 3. Wasser Energie Luft – 103. Jahrgang, 2011, Heft 2: S. 101-103.
- [39] Gehri, M. (2010): Entwurf Spülreglement – EWR Energie AG, WKW Schattenhalb 3, Einlauf Staubecken (Vorstau) und Staubecken Zwirgi. BKW Engineering Kraftwerke.
- [40] BAFU 2006: Baulärm-Richtlinie. Richtlinie über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986. Stand 2011. Umwelt-Vollzug Nr. 0606. Bundesamt für Umwelt, Bern. 23 S.
- [41] BAFU (2016): Luftreinhaltung auf Baustellen. Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von

Baustellen (Baurichtlinie Luft). Ergänzte Ausgabe, Februar 2016; Erstausgabe 2009. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 0901: 32 S.

- [42] Lärmschutzverordnung (LSV). (1986). SR 814.41, (Stand am 1. Februar 2015)
- [43] Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Bern (2017): Information – Durch Bautätigkeiten verursachte Luft- und Lärmbelastungen. Kontaktstelle Immissionsschutz, November 2017.
- [44] Kantonale Arbeitsgruppe Naturgefahren 22. Juni 2016. Arbeitshilfe zu Art. 6 Baugesetz, Bauen in Gefahrengebieten.
- [45] Kellerhals + Haefeli AG 19.11.2019. Reaktivierung Kraftwerk Schattenhalb 2, Risikobeurteilung der Gefährdung durch erdverlegte Druckleitung