

Reaktivierung der historischen Wasserkraftanlage Schattenhalb II

Konzessions - und Bauprojekt

Technischer Bericht



Auftraggeber:

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



Projektverfasser:

HYDRO-SOLAR Water Engineering AG
Bachmatten 9, CH-4435 Niederdorf



Grimsel Hydro, Kraftwerke Oberhasli AG
Grimselstrasse 19, CH-3862 Innertkirchen



IMPULS AG, Wald Landschaft Naturgefahren
Seestrasse 2, 3600 Thun



12.08.2020/Rev. 22.12.2020

Revisionsvermerk:

Datum	Bemerkungen
22.12.2020	Ergänzungen gem. Vorprüfung AWA vom 03.11.2020

Impressum

Auftraggeber: Stiftung Kraft & Wasser, Schattenhalb
c/o Simon Weiss,
Murtenstrasse 41,
CH-3008 Bern

Autoren: Simon Weiss, K&W, Tel.: 079 785 35 20
Leif Karcheter, HSWEAG, Tel.: 061 963 00 33
Niklaus Reusser, Impuls AG (NHB)
Steffen Schweizer, Grimsel Hydro (NHB)
Jan Baumgartner, Grimsel Hydro (NHB)
Dominik Strub, SPR Anwälte Notar

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen und Dokumente.....	6
2	Ausgangslage.....	8
3	Projektziele.....	10
3.1	Mehrfachnutzen.....	10
3.2	Energiepolitik, Wassernutzungsstrategie.....	10
3.3	Nachhaltigkeit.....	11
3.3.1	Nachhaltigkeitsbeurteilung gemäss Instrument der AUE.....	11
3.3.2	Allgemeine Nachhaltigkeitsbetrachtungen.....	11
3.4	Finanzierbarkeit.....	11
3.4.1	Investition.....	12
3.4.2	Betrieb.....	12
4	Rechtliche Grundlagen.....	13
4.1	Nutzung der Fassung Zwirgi in zwei Konzessionen.....	13
4.2	Schutz- und Nutzungsplanung des Kraftwerks Schattenhalb 3.....	14
4.3	Konzessionsrechtlicher Weiterbestand vorhandener Anlageteile.....	15
4.4	Konzessionsrechtlicher Weiterbetrieb bestehender Anlageteile.....	15
4.5	Grundstücke und Dienstbarkeiten.....	16
4.6	Vereinbarung über Betrieb und Haftung mit der BKW Energie AG.....	17
4.7	Ausnahmegesuche.....	17
5	Hydrologie und Geologie.....	19
5.1	Nutzungspotential.....	19
5.2	Hydrologische Rahmenbedingungen.....	19
5.3	Jahresganglinie und Abflussdauerkurven.....	19
5.4	Restwasserregelung.....	21
5.4.1	Exkurs: Sicherstellung der visuellen und akustischen Erscheinung des Reichenbachfalls.....	23
5.5	Ausbauwassermenge und Betriebskonzept.....	28
5.6	Hochwasser.....	32
5.7	Geologie und Baugrund.....	32
6	Projektbeschreibung.....	33
6.1	Bestehende Anlagen und Anlagenkonzept.....	34
6.2	Massnahmen zur Wiederinbetriebnahme.....	35
6.2.1	Anpassung Überleitung (Massnahme 1).....	36
6.2.2	Erneuerung Anschluss Druckleitung (Massnahme 2).....	38
6.2.3	Abdichtung Leitungsstollen zwischen FP 3 und FP 4 (Massnahme 3).....	39
6.2.4	Ersatz Druckleitung zwischen FP 4 und FP 5 (Massnahme 4).....	40

6.2.5	Erneuerung Anschluss UW-Kanal SH2 an Wasserschloss SH1+ (Massnahme 5) ..	42
6.2.6	Instandstellung Zentrale, EM-Ausrüstung und Netzanschluss (Massnahme 6)	42
6.3	Installierte Leistung und Produktionserwartung	46
6.4	Museumsbetrieb.....	46
6.5	Zusammenfassung Eckdaten	48
7	Projektauswirkungen auf die Umwelt	49
7.1	Umweltauswirkungen Bau	49
7.1.1	Asbest und weitere Schadstoffe.....	49
7.2	Umweltauswirkungen Betrieb	49
7.2.1	Niederhalteservitut Wald.....	49
7.2.2	Verkehr.....	50
7.2.3	Lärm	50
7.2.4	Nichtionisierende Strahlung (NISV).....	50
7.2.5	Starkstromverordnung	51
7.3	Arbeitssicherheit und Unfallverhütung	51
7.4	Ersatzmassnahmen.....	52
8	Wirtschaftlichkeit.....	53
8.1	Kostenschätzung.....	53
8.2	Finanzierung	53
8.2.1	Förderbeiträge	53
8.2.2	Gesamtfinanzierung.....	54
8.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	55
9	Wasserbau und Gewässerunterhalt.....	57
10	Realisierung.....	58
10.1	Erschliessungskonzept, Installationsplätze und Materialumschlag	58
10.2	Bauprogramm	59
10.3	Machbarkeit.....	60

Zusammenfassung

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.

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 in einem ersten Schritt wiederhergestellt werden. Die museale Erschliessung für Besucher erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

Der 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 (ca. 3 GWh/a) 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.

Durch die vorangegangenen Abklärungen (Vorstudie 2017, Projektvorstellung am 8. März 2018) konnte mit dem Amt für Wasser und Abfall (AWA) sowie weiteren involvierten Fachstellen und den Betreibern der Kraftwerke Schattenhalb 1 und 3 (der BKW Energie AG) der Abklärungsbedarf und Vorgaben für das Bau- und Konzessionsprojekt definiert werden. Die Beschlüsse aus dem Protokoll zur Projektvorstellung vom 8. März wurden beherzigt und umgesetzt. So kann mit der überarbeiteten Nachhaltigkeitsbeurteilung der geforderte Gesamtwert von ≥ 1.6 nachweislich erreicht werden (Anhang H).

Die verlangten Vereinbarungen mit der BKW wurden erarbeitet und kann eingesehen werden (Anhang L).

Eine Überprüfung der Systemsicherheit der hydraulischen Anlageteile wurde durchgeführt und ist der Berichtsbeilage B zu entnehmen. Mit dieser Studie wurde zudem der Handlungsbedarf an der bestehenden Druckleitung eruiert und ein Konzept für ein übergeordnetes Betriebs- und Steuerungskonzept erarbeitet.

Sämtliche umweltrelevanten Themen sind in einem separaten Umweltbericht zusammengestellt und der Berichtsbeilage A zu entnehmen. Daraus wird unter anderem

ersichtlich, dass die Reaktivierung von SH2 nur zu einer geringfügigen Beeinträchtigung des Erscheinungsbilds des Reichenbachfalls führt. Ferner hat die Reaktivierung keine Auswirkungen auf die Fischfauna des Reichenbachoberlaufes sowie dem im Unterlauf befindlichen Seeforellenperimeter.

Das grosse öffentliche Interesse am technikgeschichtlichen Denkmal ermöglicht zudem die Verteilung der Investition auf verschiedene privat und öffentliche Interessenten, während der Betrieb und Unterhalt des Museumskraftwerks langfristig durch die laufenden Einnahmen gedeckt werden kann.

1 Grundlagen und Dokumente

Anhänge zum Technischen Bericht:

- Anhang A: Nutzungskategorien Wasserkraft
- Anhang B: Naturschutzkarte
- Anhang C: Grundwasserkarte
- Anhang D: Gewässerschutzkarte
- Anhang E: Ökomorphologie der Fliessgewässer
- Anhang F: Kataster der belasteten Standorte
- Anhang G: Naturgefahrenkarte
- Anhang H: Nachhaltigkeitsbeurteilung (NHB)
- Anhang I: Bewilligtes Anschlussgesuch EEA vom 11.10.2016
- Anhang J: Berechnung für die NISV-Beurteilung
- Anhang K: Nachweis öffentliches Interesse des Kantons Bern
- Anhang L: Vereinbarung über Betrieb und Haftung

Planbeilagen:

- Plan Nr. 16.255 – 01A Massnahmenübersicht 1:500
- Plan Nr. 16.255 – 03A; Grundriss und Schnitte Zentrale 1:100
- Plan Absichtserklärung Durchleitungsrecht und Niederhaltungsservitut Parzelle 586
- Plan Absichtserklärung Durchleitungsrecht und Niederhaltungsservitut Parzelle 811

Berichtsbeilagen:

- [A] Umweltbericht; Bau- und Konzessionsgesuch Kraftwerk Schattenhalb 2; IMPULS AG Wald Landschaft Naturgefahren; Seestrasse 2, 3600 Thun vom 10.08.2020
- [B] Beurteilung Systemsicherheit der hydraulischen Anlageteile, Übergeordnetes Betriebs- und Steuerungskonzept, Technischer Bericht; BKW Energie AG Engineering 29.01.2020
- [C] Risikobeurteilung der Gefährdung durch erdverlegte Druckleitung; Reaktivierung Kraftwerk Schattenhalb 2; Kellerhals & Haefeli AG Kapellenstrasse 22, 3011 Bern; 11.12.2019

Grundlagen, die dem Bericht nicht beiliegen und verwendete Literatur:

- [1] BKW 2005: Verbesserung Sicherheit Druckleitung, Sicherheitsexpertise zu Händen EWR
- [2] HADES, Hydrologischer Atlas der Schweiz
- [3] Gewässerinformationssystem der Schweiz Onlineportal (GEWISS)
- [4] Handbuch Kleinwasserkraftwerke, Ausgabe Dez. 2012, Bundesamt für Umwelt und Energie
- [5] Beurteilungsinstrument: Beurteilung von Projekten für Kleinwasserkraftwerke (<10MW) aus Sicht der Nachhaltigen Entwicklung, AUE, April 2011
- [6] BKW 2011: Konzessionsgesuch Technischer Bericht KW Schattenhalb 1+
- [7] BKW 2006: Baugesuch Technischer Bericht WKW Schattenhalb 3
- [8] Einfluss der Wasserführung auf das Erscheinungsbild und die Akustik von Wasserfällen, Masterarbeit Liliana Demarchi, ETHZ 2012
- [9] Emch+Berger: Neukonzessionsbericht Kraftwerk Schattenhalb 3, Umweltverträglichkeitsbericht, März 2004
- [10] Emch+Berger: WKW Schattenhalb 3, Umweltverträglichkeitsbericht, UVB 2. Stufe, Baugesuch, August 2006
- [11] Anleitung und Formulare für die Datenerhebung im Feld, AUE, 2011 (PDF)
- [12] Begehung mit Simon Weiss am 10.10.2017
- [13] Datenbankanfrage InfoSpecies (Vertrag vom 07.11.2017) zu Flora (Info Flora), Weichtiere (CSCF), Mosse (NISM), Flechten (SwissLichens)
- [14] Instrument zur Nachhaltigkeitsbeurteilung von Projekten, AUE, 2011 (Excel)
- [15] Lebensräume der Schweiz, Delarze, Gonseth, Eggenberg & Vust
- [16] Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV, 451.1), 16. Januar 1991 (Stand am 1. Juni 2017)
- [17] Telefon mit Peter Zingg, 07.11.2017

Liste nicht abschliessend

2 Ausgangslage

Bei den Kraftwerken am Reichenbachfall handelt es sich um eine ursprünglich zweistufige Hochdruckanlage, welche anfangs des vergangenen Jahrhunderts auf Initiative lokaler Investoren erbaut wurde. Das Wasserkraftwerk Schattenhalb 1 hat seine Fassung unterhalb des oberen Reichenbachfalls, die Zentrale befindet sich im Talboden. Das Werk Schattenhalb 2 nahm 1926 seinen Betrieb auf und bezieht das Wasser aus dem Stauweiher Zwirgi oberhalb des grossen Reichenbachfalls.

Im Jahr 2010 nahm die EWR Energie AG (mittlerweile in die BKW Energie AG vollständig integriert) das Kraftwerk Schattenhalb 3 in Betrieb. Mit Inbetriebnahme des neuen Werkes wurde die Anlage Schattenhalb 2 stillgelegt. Das Kraftwerk Schattenhalb 1 konnte aufgrund der grosszügigen Restwasserregelung für den Reichenbachfall erhalten bleiben und wurde 2015/16 durch die neukonzessionierte Anlage Schattenhalb 1+ ersetzt.

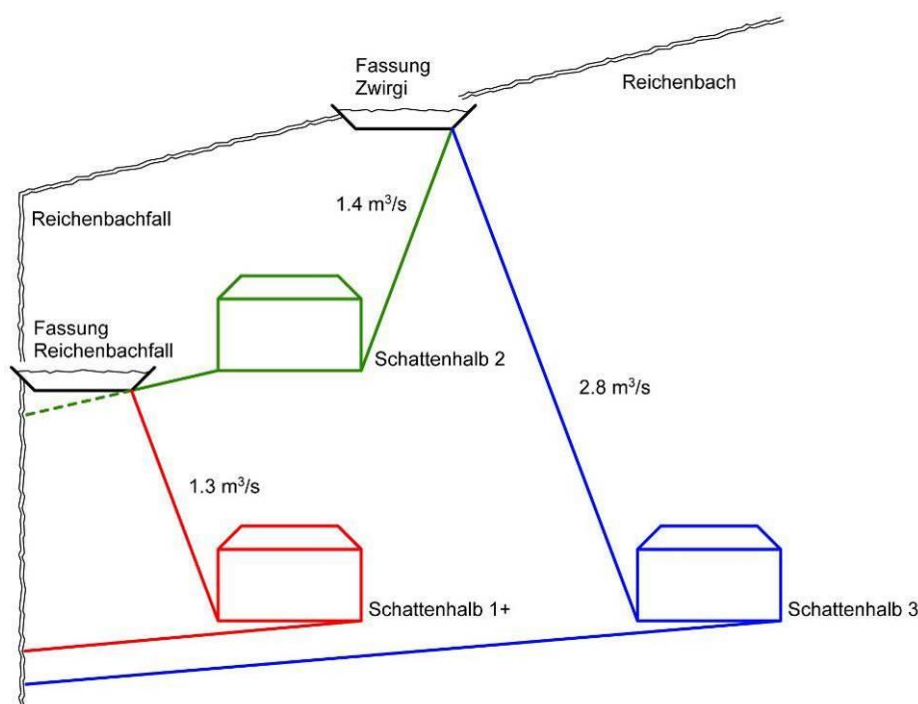


Abbildung 1: Anlageschema Kraftwerke Schattenhalb

Die Stiftung Kraft & Wasser hat im Dezember 2016 das Kraftwerk Schattenhalb 2 von der BKW Energie AG übernommen. Die Stiftung beabsichtigt die Erhaltung der historisch wertvollen Kraftwerksanlage, die von der Denkmalpflege als „schützenswert“ in das Bauinventar der Gemeinde Schattenhalb aufgenommen wird. Das Ensemble aus zwei eindüsigen Peltonmaschinen 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 soll an abflussstarken Tagen mit dem Überschusswasser der Wasserfassung Zwirgi erfolgen.

Das in den letzten Jahren nochmals neu bewertete Potential des Überschusswassers hat auch die BKW Energie AG dazu bewogen, für das Kraftwerk Schattenhalb 3 eine Erhöhung der Ausbauwassermenge unter Weiterverwendung aller bestehenden Anlageteile anzustreben. Damit könnte die BKW Energie AG eine Mehrproduktion von über 2 GWh/a erzielen, während für das Kraftwerk Schattenhalb 2 eine eingeschränkte Produktion etwas über 3 GWh/a resultiert. Somit kann gesamthaft von einer Mehrproduktion von über 5 GWh/a mit beiden bestehenden Anlagen und ohne nennenswerte Um- oder Ausbauten ausgegangen werden, welcher energiepolitisch eine gewisse Bedeutung zugeschrieben werden muss. Aus diesem Grund bezieht die Stiftung Kraft & Wasser die geplante Leistungserhöhung von Kraftwerk Schattenhalb 3 an den relevanten Stellen in die Planung der Reaktivierung von Kraftwerk Schattenhalb 2 mit ein.

Nach umfangreichen internen Vorprüfungen und solchen 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 Anlageteile, das übergeordnete Betriebs- und Steuerungskonzept, die Vereinbarung über Betrieb und Haftung mit der BKW sowie die rechtliche Grundlage einer eigenständigen Konzessionierung von Schattenhalb 2 vertieft bearbeitet. Die offenen Fragestellungen aus der Besprechung mit dem AWA vom 8. März 2018 wurden geklärt und mit speziellem Verweise an den entsprechenden Stellen des Berichts eingefügt.

Am 29. Juli 2019 fand ein von den Grossräten Luc Mentha und Andreas Michel initiiertes Gespräch mit dem Vorsteher der Bau- und Verkehrsdirektion, Regierungsrat Christoph Neuhaus, dem Amtsleiter des AWA, Dr. Jacques Ganguin, und Fachbereichsleiter Wasserkraft Christian Meier statt. Dabei wurde die öffentliche Bedeutung des Projekts manifestiert und die Rahmenbedingungen des Konzessionierungsverfahrens präzisiert.

Das Konzessionsgesuch wird in einem kombinierten Verfahren als Konzessions- und Baugesuch beantragt.

3 Projektziele

3.1 Mehrfachnutzen

Mit der Reaktivierung der historischen Kraftwerksanlage Schattenhalb 2 realisieren sich zwei Nutzungen, die sich gegenseitig befruchten. So verstärkt der Betrieb der beiden Maschinen- gruppen die Aussagekraft der Nutzung als öffentlich zugängliches Anschauungsobjekt, als Museum. Die angestammte Nutzung zur Stromproduktion wiederum wird durch personelle und infrastrukturelle Leistungen, die für den Museumsbetrieb aufgebaut werden, vereinfacht und begünstigt.

Hauptbestandteile des Museums werden die technische Ausstattung des Kraftwerks, die Maschinistenwohnung sowie einige aussagekräftige historische Objekte der Wasserkraftnutzung sein. Selbstverständlich werden die heute üblichen Sicherheitsvorkehrungen gegenüber dem Besucher getroffen.

Auf die erweiterte Nutzung als öffentliches Museum wird im Kapitel 6.4 näher eingegangen.

3.2 Energiepolitik, Wassernutzungsstrategie

Die Annahme der Energiestrategie 2050 durch das Stimmvolk bekräftigt die Zielsetzungen zum Ausbau der einheimischen erneuerbaren Energie. Konkret ist bei der Energie aus Wasserkraft die durchschnittliche inländische Produktion im Jahr 2035 von mindestens 37'400 GWh anzustreben.

Auf kantonaler Ebene wird die Wasserstrategie 2010 durch das Massnahmenprogramm 2017-2022 nicht verändert. Hauptziele sind die Förderung der Wasserkraftnutzung an geeigneten Gewässerabschnitten und eine Mehrproduktion von 300 GWh pro Jahr bis 2035.

Die Nachhaltigkeit der neuen, ausgebauten und erneuerten Wasserkraftanlagen wird dabei besonders beachtet. Dazu hat das Amt für Umweltkoordination und Energie des Kantons Bern ein besonderes Beurteilungsinstrument für Kleinwasserkraftwerke mit Leistungen unter 10 MW entwickelt.

Das Kraftwerk Schattenhalb 2 liegt am bereits genutzten unteren Gewässerabschnitt des Reichenbachs und ermöglicht eine weitere Optimierung des hohen bestehenden Potentials. Trotz der parallelen Nutzung des Wassers durch zwei Anlagen, wird die in der Wassernutzungsstrategie festgelegte Untergrenze der Leistung von 300 Kilowatt im Kraftwerk Schattenhalb 2 immer noch überschritten. Eine Stromproduktion von ca. 3.0 GWh jährlich ist auf Basis der von 2015 bis 2019 am Staubecken Zwirgi gemessenen Abflusswerte realistisch. Dabei wurde eine allfällige Erhöhung der Ausbauwassermenge der Anlage SH 3 bereits berücksichtigt.

3.3 Nachhaltigkeit

3.3.1 Nachhaltigkeitsbeurteilung gemäss Instrument der AUE

Unabhängig von der oben erwähnten Mehrfachnutzung ergibt die Stromproduktion für sich betrachtet gute Werte bei der Nachhaltigkeitsbeurteilung (NHB) durch das Instrument der AUE (Amt für Umweltkoordination und Energie des Kantons Bern). Dies sogar unter der Berücksichtigung, dass verschiedene Bewertungen (G 5.1 und G 5.2) auf Vorgabe des AWA tiefer angesetzt wurden, als sich dies aus der Wegleitung des Instruments ergeben würde. Die detaillierten Angaben zur Nachhaltigkeitsbeurteilung sind dem Anhang H zu entnehmen.

3.3.2 Allgemeine Nachhaltigkeitsbetrachtungen

Aus dem Betriebskonzept, das ausschliesslich von einem Betrieb mit Überschusswasser ausserhalb der Betriebszeiten der Bahn ausgeht, resultieren sowohl aus ökologischer Sicht wie auch aus landschaftsästhetischer Sicht kaum wahrnehmbare Eingriffe in die Umwelt. Das topografisch prominent platzierte Zentralengebäude ist als Landmarke allgemein anerkannt und steht unter Denkmalschutz. Die erdverlegte und im Felsstollen verlaufende Druckleitung fügt sich praktisch unsichtbar in die Umgebung ein.

Auch bei einer späteren Ausserbetriebnahme des Kraftwerks Schattenhalb 2 wären keine nennenswerten Rückbau-, Wiederinstandsetzungs- oder Renaturierungsarbeiten notwendig – der heutige Zustand wäre praktisch ohne Kostenfolge wiederherzustellen.

Im Weiteren stellt die Erhaltung und öffentliche Präsentation des technischen Zeugnisses aus der Geschichte der Elektrizitätsproduktion einen nicht zu unterschätzenden gesellschaftlichen Wert mit überregionaler Ausstrahlung dar.

Auf die wirtschaftliche Nachhaltigkeit wird im folgenden Kapitel eingegangen.

3.4 Finanzierbarkeit

Die Ausführungen in diesem Abschnitt beziehen sich im Besonderen auf folgende Fragestellung aus der Sitzung vom 8. März 2018 mit den AWA:

Die Gesuchstellerin hat zur Festlegung der "Wirtschaftlichkeit der Stromproduktion" dem AWA die Aufnahme in das neue Einspeisevergütungssystem oder die Integration in die KEV von Schattenhalb 1 verbindlich mitzuteilen. Falls eine Aufnahme nicht möglich ist, ist auf zu zeigen, mit welchen finanziellen Mitteln ein defizitärer Betrieb gedeckt werden soll und welchen öffentlichen Interessen des Kantons die Anlage auch langfristig (Bahn) dient.

Der Nachweis des öffentlichen Interessens ist im Anhang K dokumentiert.

3.4.1 Investition

Als hochwertige technikgeschichtliche Anlage findet das Kraftwerk Schattenhalb 2 private und institutionelle Geldgeber, die sich emotional oder aufgrund ihrer Zweckbestimmungen mit dem Objekt identifizieren können. So wird sich auch die kantonale Denkmalpflege mit einem namhaften Beitrag beteiligen.

Mit der neuen Energiegesetzgebung kann zudem für das Kraftwerk Schattenhalb 2 als Erneuerung einer bestehenden Anlage beim BFE ein Investitionsbeitrag beantragt werden. Der Antrag ist erst zu stellen, wenn eine rechtskräftige Baubewilligung vorliegt. Die Förderwürdigkeit wurde bereits geprüft und ist gegeben.

Aus diesen beiden Anteilen soll der Hauptteil an die Finanzierung geleistet werden, sodass ein allfälliger Finanzierungsanteil, der Kapitalkosten verursacht, klein bleibt. Konkretere Angaben sind in Kapitel 8 ersichtlich.

3.4.2 Betrieb

Mit der neuen Energiegesetzgebung ist für die Reaktivierung des Kraftwerks Schattenhalb 2 nicht mit einer kostendeckenden Einspeisevergütung (EVS) zu rechnen, da diese nur noch wenigen Anlagen vorbehalten bleiben.

Die Gestehungskosten sind im Vergleich auch mit neuerlich realisierten Kleinkraftwerken vergleichsweise gering. Dies vor allem auch darum, weil die Kapitalkosten aus obengenanntem Finanzierungsmodell tief gehalten werden können bzw. weil die Hauptsubstanz der Anlagen bereits besteht. Aufgrund der *Abnahmegarantie* und der *angemessenen Vergütung* durch den Netzbetreiber gemäss Art. 15 des neuen Energiegesetzes schliessen wir auf eine leicht höhere Rückvergütung als nach altem Recht. Mit zusätzlichen Einnahmen über die Herkunftsnachweise oder über Zertifikate kann nur in einem geringen Ausmass gerechnet werden.

Unter defensiver Berücksichtigung dieser Aspekte ergibt die Ertragsprognose gemäss Kapitel 8 immer noch eine genügende Deckung der Betriebskosten. Da die Stiftung Kraft & Wasser nicht gewinnorientiert ist, kann so ein nachhaltiger Betrieb gewährleistet werden.

4 Rechtliche Grundlagen

4.1 Nutzung der Fassung Zwirgi in zwei Konzessionen

(Beitrag Dominik Strub, Wasserrechtsspezialist, K&W Schattenhalb)

Die gegebene Disposition der Kraftwerksanlagen führt zu einer gemeinsamen Nutzung der Wasserfassung ‚Zwirgi‘ zwischen der BKW Energie AG und der Stiftung Kraft & Wasser. Gemäss einer vorbereiteten Vereinbarung entschädigt die Stiftung Kraft & Wasser der BKW Energie AG als Eigentümerin der Wasserfassung den Unterhalt und Betrieb nach dem Anteil der jeweiligen Jahresproduktion der Werke Schattenhalb 3 und Schattenhalb 2.

Die BKW Energie AG und die Stiftung Kraft & Wasser gehen grundsätzlich davon aus, dass die Kraftwerke Schattenhalb 1+, Schattenhalb 3 und später auch Schattenhalb 2 unter jeweils eigener Wasserkraftkonzession betrieben werden. Dem Grundsatz gemäss Wasserrechtsgesetz, dass jeweils bestehende Konzessionen nicht berührt werden, wird dabei Folge geleistet:

WRG Art. 45⁵⁸ - III. Verhältnis zu Dritten 1. - Im Allgemeinen:

‚Durch die Konzession werden die Privatrechte Dritter und die früheren Konzessionen nicht berührt.‘

Konzessionsrechtlich ist es nicht ausgeschlossen, dass sich die Anlageteile oder Restwasserstrecken überlagern oder Betriebsregime sich gegenseitig beeinflussen. Die gewählte Regelung bezüglich der gemeinsamen Wasserfassung der Kraftwerke Schattenhalb 3 und Schattenhalb 2 orientiert sich daher ebenfalls am Wasserrechtsgesetz gemäss folgender Artikel:

WRG Art. 32 B. - Verhältnis der Nutzungsberechtigten untereinander

I. Gegenseitige Rücksichtnahme

a. Im Allgemeinen:

‚Die Nutzungsberechtigten haben Anspruch darauf, dass bei der Regelung des Wasserstandes und Wasserabflusses sowie bei der Ausübung der Nutzungsrechte auf alle Beteiligten nach Möglichkeit Rücksicht genommen wird.‘

b. Beitragspflicht:

‚Ziehen Wasserwerkbesitzer aus Vorrichtungen, die andere auf eignen Kosten bereits

errichtet haben, bleibend erheblichen Nutzen, so können sie von diesen zu periodischen oder einmaligen Beiträgen an die Kosten des Baues und Unterhaltes verhalten werden, soweit sie von deren Nutzen wirklich Gebrauch machen und der Kostenbeitrag den Nutzen nicht übersteigt.'

Eine vergleichbare wasserrechtliche Situation ist beispielsweise bei Stausee Zmutt bei Zermatt anzutreffen, wo Nutzungsrechte der Grande Dixence S.A. und Elektrizitätswerk Zermatt AG bestehen.

4.2 Schutz- und Nutzungsplanung des Kraftwerks Schattenhalb 3

Für die Wasserkraftkonzession des Kraftwerks Schattenhalb 3 wurde der Verzicht auf die Winterdotation angestrebt, was eine Abweichung von der Mindestrestwassermenge nach Gewässerschutzgesetz (GSchG Art. 31) darstellte. Über eine am 25. Mai 2005 vom Bundesrat genehmigte Schutz- und Nutzungsplanung (GSchG Art. 32) konnte diese Mehrnutzung dank ökologischen Ausgleichsmassnahmen realisiert werden.

Damit stellt sich die Frage, ob überhaupt eine zusätzliche Nutzung der bereits mit einer Schutz- und Nutzungsplanung belegten Restwasserstrecke in Aussicht gestellt werden kann. - Das Gewässerschutzgesetz schliesst eine zusätzliche Nutzung nicht aus. In diesem Falle muss erörtert werden, ob der ausgleichende Charakter der Schutz- und Nutzungsplanung angetastet wird:

- Schutzmassnahmen:
 1. *Balmglunte: Wiederherstellung eines Weihers*
 2. *Falcherebach: Revitalisierung auf einer Teilstrecke*
- Die ökologisch aufgewerteten Gebiete werden von der zu reaktivierenden Kraftwerksanlage Schattenhalb 2 nicht beeinträchtigt.
- Mehrnutzen:

Die rechnerische Mindestrestwassermenge von 133 l/s nach Gewässerschutzgesetz muss vom 1. Oktober bis 30. April nicht eingehalten werden. Es ist in dieser Zeit keine Dotation erforderlich.
- In den Monaten Oktober bis April werden kaum je natürliche Abflussmengen von 2.50 m³ erreicht. Der Volllastbetrieb von Kraftwerk Schattenhalb 3 mit der

Ausbauwassermenge von 2.80 m³ wird dabei praktisch nie erreicht. Somit wird das Kraftwerk Schattenhalb 2 in dieser Zeit ausser Betrieb stehen und hat keinen Einfluss auf die Phase der Mehrnutzung des Reichenbachs.

Der Betrieb ist also ohne Beeinträchtigung der bestehenden Schutz- und Nutzungsplanung möglich und löst dadurch auch keine eigene Schutz- und Nutzungsplanung aus, indem der Betrieb mit Überschusswasser nie die Mindestrestwassermengen nach Gewässerschutzgesetz auch nur annähert.

4.3 Konzessionsrechtlicher Weiterbestand vorhandener Anlageteile

Die Stiftung Kraft & Wasser wurde vom AWA Bern aufgefordert, eine „juristische Begründung“ dafür zu liefern, weshalb Anlageteile einen Bestandesschutz beanspruchen könnten. Dies unter Hinweis, dass die Anlageteile (insbesondere Turbine, Generator, etc.) aus Wasserkraftsicht momentan nicht mehr als bestehend zu beurteilen seien. Das AWA verweist hierbei auf Bst. D Ziff. 3.5 des Gesamtbauentscheids Schattenhalb 3. Der entsprechende Entscheid sieht vor, was folgt:

3.5 Umnutzung Kraftwerk Schattenhalb 2:

Ausser dem Zentralengebäude und der Druckleitung sind alle sichtbaren Bauteile der WKW Schattenhalb 2 schonend zu entfernen und zurückzubauen und anschliessend landschaftsverträglich zu gestalten.

Tatsache ist, dass die erwähnten Anlageteile nie entfernt und zurückgebaut wurden und die gesamte Anlage bis heute besteht. Mit öffentlich-rechtlichem Unterschutzstellungsvertrag vom 23. Februar 2017 wurde das gesamte „Kraftwerk Schattenhalb 2 von 1926, Schattenhalb Grundstücknummer 811 (heute: Gbbl.-Nr. 1016), Leimerli 255, 3860 Schattenhalb“ „Gebäude in seiner Gesamtheit inklusive der Turbinenanlage und kompletten Ausstattung“ unter Denkmalschutz gestellt. Die Unterschutzstellung ist im Grundbuch Schattenhalb Gbbl.-Nr. 1016 angemerkt. Es handelt sich beim Kraftwerk Schattenhalb 2 um ein schützenswertes Baudenkmal im Sinne von Artikel 10a Abs. 1 und 2 des bernischen Baugesetzes (BauG, BSG 721.0).

4.4 Konzessionsrechtlicher Weiterbetrieb bestehender Anlageteile

Weder die Wasserrechtgesetzgebung des Bundes noch das Wassernutzungsgesetz des Kantons Bern knüpfen an eine Konzessionserteilung die Neuerstellung der technischen Installationen. Auch wären verschiedenste Regelungen beim Heimfall sinnlos, wenn

Wasserkraftanlagen bei einer Neukonzessionierung vollständig neu gebaut werden müssen. Massgeblich für die Wiederinbetriebnahme bestehender Anlageteile ist daher die Arbeitssicherheit (und in Bezug auf den Museumsbetrieb die Personensicherheit im Allgemeinen).

Nach der Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) müssen Arbeitsmittel (Maschinen, Anlagen, Apparate und Werkzeuge, die mittel- und unmittelbar für die Arbeit benutzt werden) nach Art 24³, die vor dem 31. Dezember 1996 erstmals eingesetzt worden sind, die Anforderungen der Artikel 25-32 und den Artikel 34² erfüllen. Die aktuellen Erlasse für das Inverkehrbringen von Maschinen müssen jedoch nicht erfüllt werden. Zur Erfüllung der Anforderungen nach Artikel 25-32 und den Artikel 34² siehe auch Kapitel 7.3 Arbeitssicherheit und Unfallverhütung.

Des Weiteren sind die Vorgaben der Strahlenschutzverordnung (StSV) bzw. der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) und der Starkstromverordnung einzuhalten. Siehe dazu die Kapitel 7.2.4 (NISV), 7.2.5 (StV) und 7.3 (SUVA, EKAS, BFU).

4.5 Grundstücke und Dienstbarkeiten

Zentrale:

Gemäss Urschrift Nr. 9386 „Parzellierung und Kaufvertrag mit Dienstbarkeitserrichtung“ vom 16. Dezember 2016 hat die Stiftung Kraft & Wasser die Kraftwerkszentrale Schattenhalb 2 mit zugehörigem Grund und Boden (neue Parzelle 1016) von der BKW Energie AG erworben.

Druckleitung:

Die Druckleitung, teilweise im Felsstollen, teilweise erdverlegt, wird der Stiftung Kraft & Wasser von der BKW Energie AG optional abgetreten gemäss weiteren Vertragsbestimmungen der genannten Urschrift. Die Option soll bei abgeschlossenem Konzessionsierungsverfahren von Schattenhalb 2 eingelöst werden.

Durchleitungsrechte:

Die erdverlegten Bereiche der Druckleitung führen über die Parzellen 586 (Alfred Winterberger, Steinsägestrasse 11, 3860 Meiringen) und 811 (BKW Energie AG, Viktoriaplatz 2, 3013 Bern). Die beiden Durchleitungsrechte als Dienstbarkeit zugunsten der Stiftung Kraft & Wasser werden mit Erhalt einer rechtsgültigen Bewilligung notariell beglaubigt. Eine entsprechende Absichtserklärung ist der Planbeilage zu entnehmen.

Niederhalteservitut Wald:

Die Stiftung Kraft & Wasser beantragt zur Schonung der Druckleitung ein Niederhalteservitut für den Wald (siehe auch Kapitel 7.2.1.). 1.50 Meter links und rechts der Rohrachse sollen Gehölze mit einem Brusthöhendurchmesser von 8 cm entfernt werden. Die Geschlossenheit der Baumkronen bleibt trotz dieser Massnahme erhalten. Die Ausholungen werden alle drei Jahre in Absprache mit dem Förster durch die Stiftung Kraft & Wasser durchgeführt. Eine Niederhaltung stellt eine nachteilige Nutzung gemäss Art. 16 WaG dar. Der Niederhalteperimeter wird im Plan 16.255-01A „Massnahmenübersicht“ ausgewiesen, ein Dienstbarkeitsvertrag mit den beiden Grundeigentümern der Parzellen 586 (Alfred Winterberger, Steinsägestrasse 11, 3860 Meiringen) und 811 (BKW Energie AG, Viktoriaplatz 2, 3013 Bern) mit Erhalt einer rechtsgültigen Bewilligung notariell beglaubigt. Eine entsprechende Absichtserklärung ist der Planbeilage zu entnehmen.

4.6 Vereinbarung über Betrieb und Haftung mit der BKW Energie AG

Aufgrund der physischen und betrieblichen Verknüpfung der Kraftwerksanlagen Schattenhalb 1, 2 und 3 hat die Stiftung Kraft & Wasser mit der BKW Energie AG eine Vereinbarung über Betrieb und Haftung entworfen. Damit wird die Basis gelegt für eine zukünftige geordnete Zusammenarbeit mit der BKW.

Die Vereinbarung entspricht auch der Forderung aus der Sitzung vom 8. März 2018 mit dem AWA:

- *Vereinbarung zwischen der BKW und der Gesuchstellerin bezüglich Betrieb und Haftung. In diesem Zusammenhang sind insbesondere Abhängigkeiten / Schnittstellen / Verantwortlichkeiten zu klären.*
- *Die Gesuchstellerin soll gemeinsam mit der BKW einen Vorschlag erarbeiten, wie sichergestellt werden kann, dass der vom Kanton Bern für die Anlage Schattenhalb 3 beanspruchte Wasserzins in jetziger Höhe weiterhin gewährleistet werden kann (evtl. Messvorrichtungen sowie Art und Umfang der Messung)*

Die Vereinbarung mit der BKW Energie AG im Originalwortlaut ist in Anhang L angefügt.

4.7 Ausnahmegesuche

Folgende Ausnahmegesuche werden für die Wiederinbetriebnahme des Kraftwerks beantragt und entsprechend begründet:

- Ausnahmegesuch für Bauen ausserhalb der Bauzonen Art. 24 RPG:
Für die Wiederinbetriebnahme des Kraftwerks Schattenhalb 2 ist die bestehende Anlagendisposition durch die geografische Lage am zu nutzenden Gewässer zweckbestimmend. Damit erachten wir die notwendigen Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten für die Wiederinbetriebnahme als standortgebunden. (vergl. Ausnahmegesuch für Bauen ausserhalb der Bauzonen)
- Ausnahmegesuch für Rodung nach Art. 5 WaG:
Eine Rodung für den Leitungsersatz ist unumgänglich weil aufgrund der bestehenden Anlagen (bergseitige Wasserfassung und talseitiges Kraftwerk Schattenhalb 2) der Leitungsverlauf ortsgebunden ist. (vergl. separates Rodungsgesuch)
- Ausnahmegesuch für Unterschreiten des Waldabstandes nach Art. 25-27 KWaG
Da es sich um eine erdverlegte Druckleitung handelt, für deren Wiederinbetriebnahme bzw. Instandstellung "nur" temporäre Rodungen nötig sind (komplette Wiederaufforstung), entstehen neben der Niederhaltung entlang der erdverlegten Druckleitung keine langfristigen Nachteile durch das Projekt (vergl. Formular 4.2 Bauten nach Waldgesetz (KWaG))
- Ausnahmegesuch für nichtforstliche Kleinbaute nach Art. 14 WaV und Art. 35 KWaG
Da es sich um eine erdverlegte Druckleitung handelt (nichtforstliche Kleinbaute), für deren Wiederinbetriebnahme bzw. Instandstellung "nur" temporäre Rodungen nötig sind (komplette Wiederaufforstung), entstehen neben der Niederhaltung entlang der erdverlegten Druckleitung keine langfristigen Nachteile durch das Projekt (vergl. Formular 4.2 Bauten nach Waldgesetz (KWaG))
- Gesuch für Wasserbaupolizeibewilligung nach Art. 48 WBG
Für die baulichen Anpassungen des Vorstau-Überleitbauwerks zwischen dem Fliessgewässer und dem Staubecken muss gem. Rücksprache mit dem AWA ein Gesuch für eine Wasserbaupolizeibewilligung nach Art. 48 WBG beantragt werden. Mit dem beigelegten Schreiben soll dieser Forderung nachgekommen werden (vergl. Gesuch um Wasserbaupolizeibewilligung nach Art. 48 WBG.)
- Gesuch für fischereirechtliche Bewilligung nach Art. 8 bis 10 BGF
Gemäss der Rückmeldung vom AWA zu den Gesuchsunterlagen des Wasserkraftwerks Schattenhalb 2 vom 03.11.2020 muss für die bauliche Anpassung des Vorstau-Überleitbauwerks zwischen dem Fliessgewässer und dem Staubecken noch ein Gesuch für die fischereirechtliche Bewilligung nach Art. 8 bis 10 BGF beantragt werden. Mit dem beigelegten Schreiben soll dieser Forderung nachgekommen werden (vergl. Gesuch um fischereirechtliche Bewilligung nach Art. 8 bis 10 BGF).

Die entsprechenden Dokumente sind Bestandteil des Gesuchdossiers und unter der Rubrik Gesuchsformulare zu finden. Das Ausnahmegesuch für Rodung nach Art. 5 WaG ist Bestandteil des Rodungsgesuchs und dementsprechend im Rodungsdossier zu finden.

5 Hydrologie und Geologie

5.1 Nutzungspotential

Der Reichenbach zeigt in seiner Abflusscharakteristik gegenüber dem Jahresdurchschnitt stark erhöhte Abflussmengen, die zeitlich begrenzt über mehrere Wochen, oder an Einzeltagen auftreten. Bei der Dimensionierung der Anlagen des Kraftwerks Schattenhalb 3 lag das Augenmerk vor allem auf einer wirtschaftlichen Gesamtjahresauslastung der Produktionsanlage, daher wurde die Ausbauwassermenge nicht auf die erwähnten Tage von erhöhtem Abfluss ausgelegt. Dieser Umstand führt dazu, dass im Sommerhalbjahr das Überschusswasser weit über die geforderte Dotation des Wasserfalls hinausgeht und in die Restwassertrecke von Kraftwerk Schattenhalb 3 abgegeben wird.

Aus diesem Sachverhalt lässt sich das Nutzungspotential der Wasserkraftanlage Schattenhalb 2 ableiten, welche sich aus dem Zulauf der Wasserfassung Zwirgi abzüglich der Nutzwassermenge für die Anlage Schattenhalb 3 und der vorgeschriebenen Restwasserabgaben für den Reichenbachfall ergibt.

Da das turbinierte Wasser an Kraftwerk Schattenhalb 1+ weitergegeben werden kann, hat der Betrieb von Kraftwerk Schattenhalb 1+ keinen einschränkenden Einfluss auf das Nutzungspotential von Kraftwerk Schattenhalb 2. Die Fallhöhe ist durch die vorhandenen Anlagenkomponenten (Druckleitung und Zentralenstandort) gegeben.

5.2 Hydrologische Rahmenbedingungen

Das Einzugsgebiet des Reichenbachs bei der Fassung Zwirgi auf 998 m ü. M. umfasst praktisch das gesamte Reichenbachtal mit einer Fläche von 51 km² [3]. Das südliche Gebiet reicht bis zum Wetterhorn und Rosenhorn und ist teilweise vergletschert (ca. 15%).

Schnee- und Gletscherschmelze führen im Sommerhalbjahr zur Hauptwasserfracht, wobei Abflusswerte von 10 m³/s erreicht werden können.

5.3 Jahresganglinie und Abflussdauerkurven

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 2 ersichtlich.

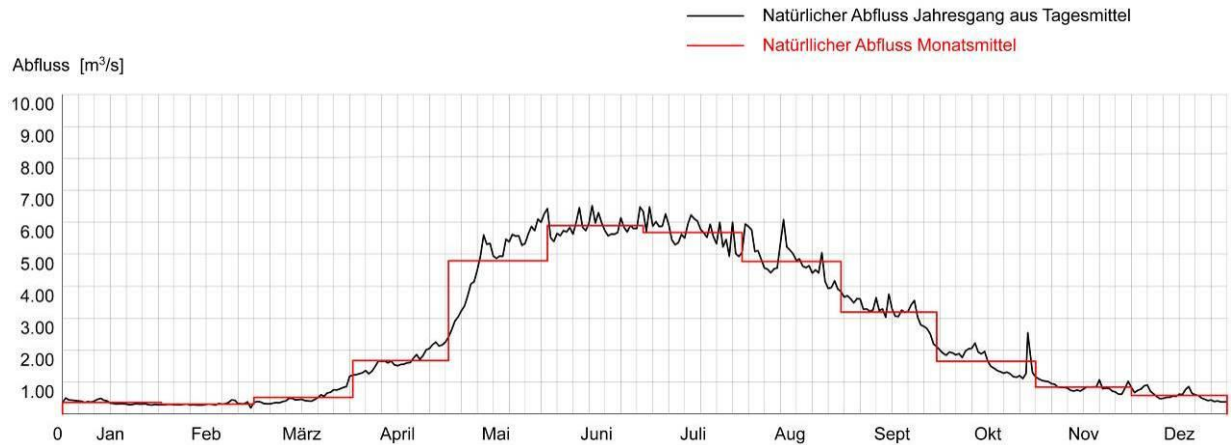


Abbildung 2: Jahresganglinie und Monatsmittelwerte, Daten EWR Energie AG, BKW Energie AG

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

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	m³/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	m³/s

Tabelle 1: Dauer der Abflüsse, Daten EWR Energie AG, BKW Energie AG

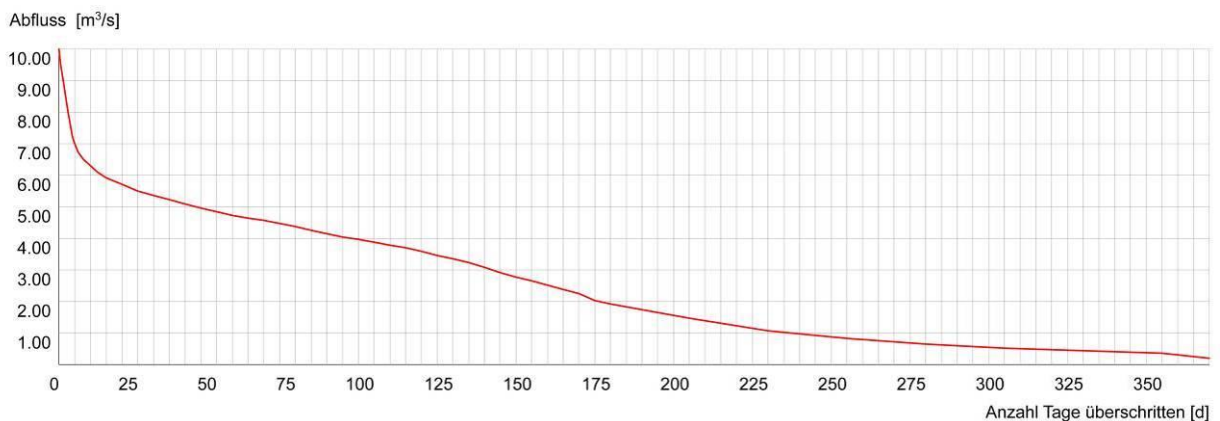


Abbildung 3 Dauerkurve der Abflüsse, Daten EWR Energie AG, BKW Energie AG

Eine spätere Auswertung der Abflüsse für die Jahre 2015 bis und mit 2019 durch die BKW zeigt eine leichte Zunahme vor allem in den Sommermonaten. Als eher vorsichtige

Berechnungsgrundlage finden die obengenannten Daten also weiterhin Verwendung in diesem Bericht.

5.4 Restwasserregelung

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass für den betrachteten –und bereits energetisch genutzten– Gewässerabschnitt mit der Konzessionserteilung für die Anlage Schattenhalb 3, eine verbindliche Restwasserregelung besteht. Die wesentlichen Punkte werden im nachstehenden Auszug aus dem Wasserkraftrecht Nr. 17028 (Regierungs-ratsbeschluss vom 25. Januar 2006, Wasserkraftkonzession Kraftwerk Schattenhalb 3) zusammengefasst.

Art. 13. Restwasserregelung:

Die Restwassermengen sind gestützt auf Artikel 31-33 GSchG festzulegen. 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).

Unterhalb der Wasserfassung Zwirgi liegt der Reichenbachfall, eine touristische Attraktion, für den die Restwasserdotierung entsprechend zu ergänzen ist. Diese besondere Regelung ist in Art.13.3 der Konzessionsurkunde festgehalten:

Art. 13.3 Nach Artikel 33 GSchG ist die Mindestrestwassermenge in dem Ausmass zu erhöhen, als es sich aufgrund einer Abwägung der bestehenden Interessen für und gegen die vorgesehene Wasserentnahme ergibt. Es ist dazu ein Bericht notwendig, der mindestens die Gesamtheit aller in Art. 33 Absätze 2 und 3 aufgeführten Punkte enthält. Diese Informationen sind im UVB enthalten. Insbesondere ist der Bedeutung des Reichenbachfalls als Landschaftselement (Artikel 33 Absatz 3 Buchstabe a GSchG) Rechnung zu tragen. Es wird deshalb eine Restwassermenge zugunsten des Reichenbachfalls von Mitte Mai bis Mitte Oktober von 600 l/s während zirka 10 Stunden pro Tag (Betriebszeit der historischen Drahtseilbahn) vorgeschlagen. Demgegenüber verlangt die KUS eine Erhöhung der Restwassermenge in der gleichen Periode von 600 l/s auf 850 l/s. Auch das BUWAL unterstützt den Antrag der KUS, die Restwassermenge im Sommer von 600 l/s auf 850 l/s zu erhöhen.

Die für das Kraftwerk Schattenhalb 3 und schliesslich auch für das Kraftwerk Schattenhalb 2 verbindliche Restwasserregelung kann somit wie folgt zusammengefasst werden.

1. Vom 1. Mai bis 30. September hat die Dotation aus dem Stauweiher Zwirgi mindestens 135 l/s zu betragen. Vom 1. Oktober bis 30. April ist keine Dotation erforderlich.
2. Während der Betriebszeit der Drahtseilbahn im Sommer (Mitte Mai – Mitte Oktober) muss der Reichenbachfall tagsüber während mindestens 10 Stunden mit 850 l/s dotiert werden.

Über eine Schutz- und Nutzungsplanung (SNP), die der Bundesrat am 25. Mai 2005 genehmigt hat, kann dementsprechend auf die Winterdotation verzichtet werden. Als kompensatorische Massnahmen war ein Naturweiher, die „Balmglunte“, anzulegen und der Falcherebach zu revitalisieren. Die Dotation im Sommerhalbjahr ausserhalb der Betriebszeiten der Bahn entspricht der Restwassermenge nach Gewässerschutzgesetz (GSchG). Die Dotation des Wasserfalls während der Betriebszeiten der Bahn leitet sich aus landschaftsästhetischen Überlegungen ab, die im nachfolgenden Abschnitt genauer erläutert werden (Kapitel 5.4.1). In Abbildung 4 sind die beiden Betriebszustände des Kraftwerks Schattenhalb 3 dargestellt. Durch die angestrebte Wiederinbetriebnahme der historischen Anlage Schattenhalb 2 werden die damals definierten Mindestdotationen nicht geschmälert, wohl aber die Überschusswassermengen, welche zukünftig über das Kraftwerk Schattenhalb 2 verarbeitet werden können. Weiterführende Erläuterungen über die Auswirkungen werden im Kapitel *Restwasserbericht* des Umweltberichts [A] abgehandelt.

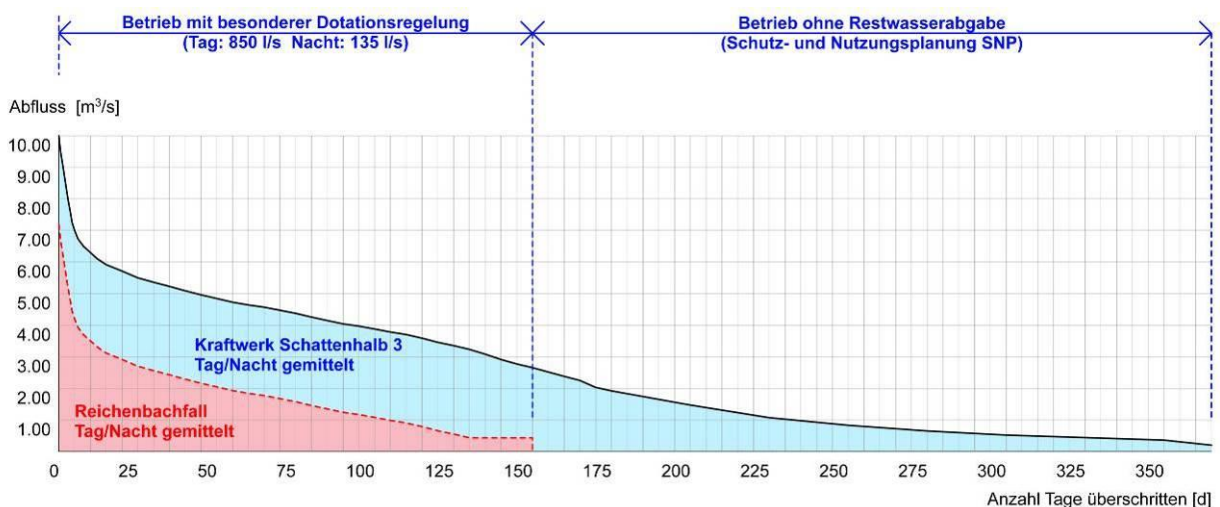


Abbildung 4: Dauerkurven der Wassernutzung durch Kraftwerk Schattenhalb 3

5.4.1 Exkurs: Sicherstellung der visuellen und akustischen Erscheinung des Reichenbachfalls

Für die oben erwähnte Dotationsregelung des Wasserfalls wurden im Vorfeld Untersuchungen vorgenommen, die aufzeigen, bei welcher Wassermenge der Fall optisch und akustisch eine im landschaftsästhetischen Sinn genügende Erscheinung erreicht.

Für den **Umweltverträglichkeitsbericht vom März 2004 von Emch+Berger** [9] zeigen die Untersuchungen zusammengefasst folgende Ergebnisse:

1. Abfluss ca. 300 l/s, 22. Februar 2002 (Abbildung 5): *Der zusammenhängende Charakter sowie der Fliesscharakter werden zwar wahrgenommen. Der Absturz erfolgt jedoch nur in vereinzelt „Fäden“ und wird nicht als eigentlicher Wasserfall wahrgenommen*



Abbildung 5: Abfluss Reichenbachfall ca. 300 l/s, 22. Februar 2002

2. Abfluss ca. 550 l/s, 27. Februar 2002 (Abbildung 6): *Beim unteren Überfall bildet sich eine zusammenhängende Wasserwand. Der Wasserfall wird als solcher wahrgenommen. Das Spritzwasser, das sich beim Auftreffen auf die ruhende Wasseroberfläche beim Pool entwickelt, lässt auf eine entsprechende akustische Kulisse schließen.*



Abbildung 6: Abfluss Reichenbachfall ca. 550 l/s, 27. Februar 2002

3. Abfluss ca. 850 l/s, 14. März 2002 (Abbildung 7): *Der Gesamteindruck ist vergleichbar mit der Abflussmenge 550 l/s. Die ersichtlich grössere Dynamik sowie das deutlich sichtbare Sprühwasser lassen auf signifikante Geräuschkulisse schliessen.*



Abbildung 7: Abfluss Reichenbachfall ca. 850 l/s, 14. März 2002

4. Abfluss ca. 2'100 l/s (Abbildung 9): *Im oberen Drittel zeigt sich kein Unterschied zum Abfluss von 850 l/s. Die abstürzenden Wassermassen führen zu einer deutlich breiteren Wasserwand. Zusätzliche Fließwege werden aktiviert.*



Abbildung 8: Abfluss Reichenbachfall ca. 2'100 l/s, 26. April 2002

5. Abfluss Reichenbachfall ca. 3'200 l/s (Abbildung 9): *Der visuelle Eindruck ist grundsätzlich vergleichbar mit demjenigen einer Abflussmenge von 2'100 l/s. Der zweite Überfall tritt deutlicher zu Tage.*



Abbildung 9: Abfluss Reichenbachfall ca. 3'200 l/s, 2. September 2002

Schlussfolgerungen:

- *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.*

Die Empfehlung des Umweltverträglichkeitsberichts zu einer Minimaldotierung des Wasserfalls mit 600 l/s wurde dann auf Antrag der damaligen KUS und auf Unterstützung des BUWAL für die Konzessionserteilung von Kraftwerk Schattenhalb 3 auf 850 l/s erhöht.

Rund zehn Jahre später wurde die Thematik allgemein und im speziellen auch für den Reichenbach zum zweiten Mal untersucht:

Unter dem Titel „**Einfluss der Wasserführung auf das Erscheinungsbild und die Akustik von Wasserfällen**“ wendet Liliana Demarchi 2012 in ihrer Masterarbeit an der ETHZ strenge wissenschaftliche Methoden zur Untersuchung mehrerer Wasserfälle in der Schweiz an [8]. Auch in dieser Studie erweist sich die Wassermenge von 850 l/s als ausreichende Dotierung für eine eindruckliche optische und akustische Erscheinung des Wasserfalls.

Die Stiftung Kraft & Wasser hat für die Vorprüfung der Reaktivierung von Kraftwerk Schattenhalb 2 ein Betriebskonzept eingereicht, das sich auf die oben hergeleitete Dotationsregel von 850 l/s abstützt. Daraufhin hat die OLK (Kommission für die Pflege der Orts- und Landschaftsbilder) in ihrem Fachbericht vom 7. Juni 2017 Bedenken geäußert, dass das Erscheinungsbild des Reichenbachfalls beeinträchtigt wird. Um diesen Bedenken entgegen zu kommen hat nun die Stiftung Kraft & Wasser das Betriebskonzept dahingehend überarbeitet, dass weit über den 850 l/s liegende Wassermengen dem Wasserfall erhalten bleiben und sich die Nutzung im kaum wahrnehmbaren Bereich bewegt.

5.5 Ausbauwassermenge und Betriebskonzept

Nachfolgend sind die Ausbauwassermengen der drei Kraftwerke am Reichenbach aufgelistet:

- KW Schattenhalb 3: 2.80 m³/s resp. 3.35 m³/s mit Konzessionserweiterung (Priorität 1)
- KW Schattenhalb 2: 1.40 m³/s (Priorität 3)
- KW Schattenhalb 1+: 1.30 m³/s (Priorität 2)

Die konzedierte Ausbauwassermenge von Schattenhalb 3 beträgt derzeit 2.8 m³/s. Die Betreiberin ist bestrebt, die Ausbauwassermenge zeitnah auf 3.35 m³/s zu erhöhen. Dieses Szenario stützt sich auf die Variante 2 im Umweltbericht [A].

Die Ausbauwassermenge des Kraftwerks Schattenhalb 2 ist durch die vorhandenen Maschinengruppen gegeben bei maximal 1.40 m³/s. Die Ausbauwassermenge von Schattenhalb 1+ ist auf 1.3 m³/s limitiert.

Der Betrieb der Kraftwerke Schattenhalb 1 + und 3 ist der zu reaktivierenden Anlage 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 keine Auswirkungen auf den Betrieb von Schattenhalb 1+. Das bei Volllast überschüssige Wasser aus Schattenhalb 2 (max. $\approx 0.1 \text{ m}^3/\text{s}$) wird über die Entlastungsfenster im Zulaufstollen zum Wasserschloss zurück in den Reichenbach entlastet.

Grundsätzlich wäre ab einer landschaftsästhetisch begründeten Dotation des Reichenbachfalls von 850 l/s ein Betrieb des Kraftwerks Schattenhalb 2 möglich. Unter Einhaltung aller in der Konzession des Kraftwerks Schattenhalb 3 enthaltenen Regelungen könnten auf Basis der aktuellen Abflussmessungen (2015 bis 2019) etwa 9.7 bis 11.4 Mio. m^3 Überschusswasser der energetischen Nutzung im Kraftwerk Schattenhalb 2 zugeführt werden. Um das Naturschauspiel des Reichenbachfalls im nichtwahrnehmbaren Bereich einzuschränken, sieht das Betriebskonzept der Stiftung Kraft & Wasser vor, dass auch weit grössere – die 850 l/s Dotation übersteigende Wassermengen – an den Wasserfall abgegeben werden. Diesbezüglich ist folgendes Vorgehen vorgesehen:

1. In Anlehnung an die Restwasserregelung KW Schattenhalb 3, soll von Mitte Mai bis Mitte Oktober, aber *ausserhalb der Betriebszeiten der Bahn* (nachts), das Überschusswasser in Schattenhalb 2 genutzt werden (Abbildung 10 & Abbildung 11)

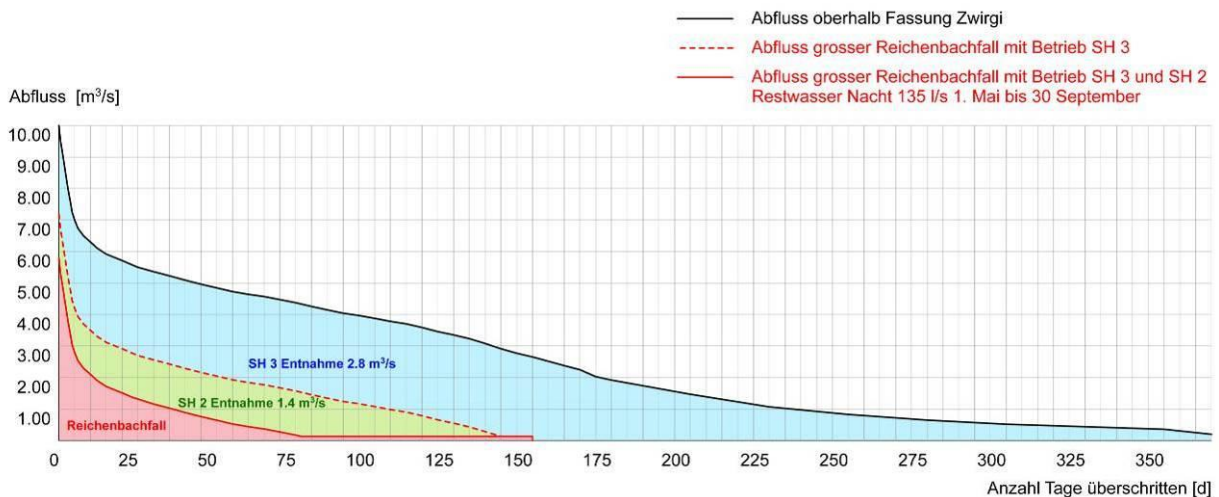


Abbildung 10: Dauerkurven Abflussverhältnisse bei Nacht

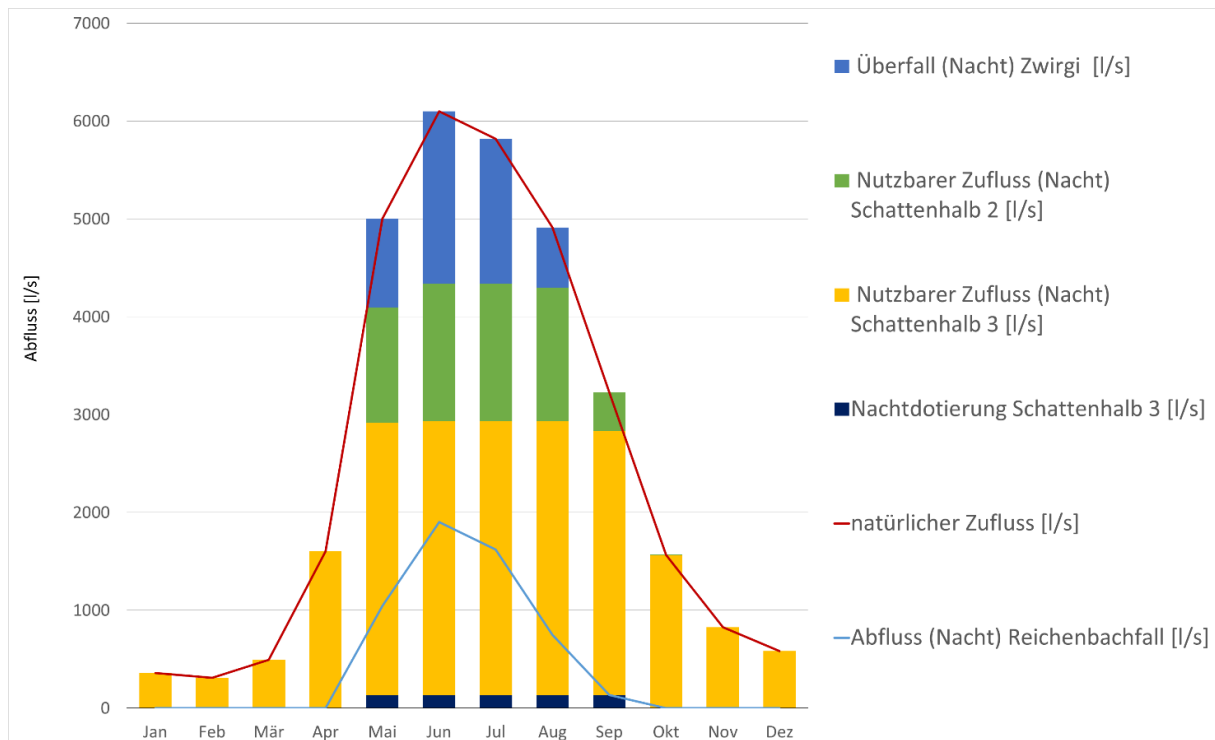


Abbildung 11: Monatsmittelwerte bei Nacht

2. Während des Bahnbetriebs ist zu Demonstrationszwecken der Betrieb einer oder beider Maschinengruppen ohne Last vorgesehen. Dazu wird eine zur Überwindung des Losbrechmoments der grösseren Maschinengruppe kurzzeitig eine Wassermenge von ca. 134 l/s benötigt. Beide Maschinen zusammen beanspruchen für den konstanten Leerlaufbetrieb ca. 89 l/s. Der Demonstrationsbetrieb erfolgt nur ab der Dotation des Wasserfalls mit 850 l/s (Abbildung 12 & Abbildung 13). Der Demonstrationsbetrieb erfolgt nur unter Einhaltung der Restwasservorgaben und gleichzeitiger 100%-Auslastung von SH3. Dadurch wird der Wasserzinsenertrag von SH 3 zu keinem Zeitpunkt geschmälert

3. Erfahrung und die Studie von 2002/03 (UVB Neukonzessionierung Kraftwerk Schattenhalb 3, März 2004) zeigen, dass sich ab der Wassermenge von 2'100 l/s der visuelle Eindruck des Falls kaum mehr ändert. Da an 5 bis 10 Tagen das Überschusswasser und damit die Wasserführung 3'500 l/s übersteigen, ist mit dem neuen Betriebskonzept an diesen Tagen ein *ganztägiger Produktionsbetrieb* mit 1'400 l/s vorgesehen, da bei diesen grossen Wassermengen keine optische oder akustische Beeinträchtigung auszumachen ist (Abbildung 12 & Abbildung 13).

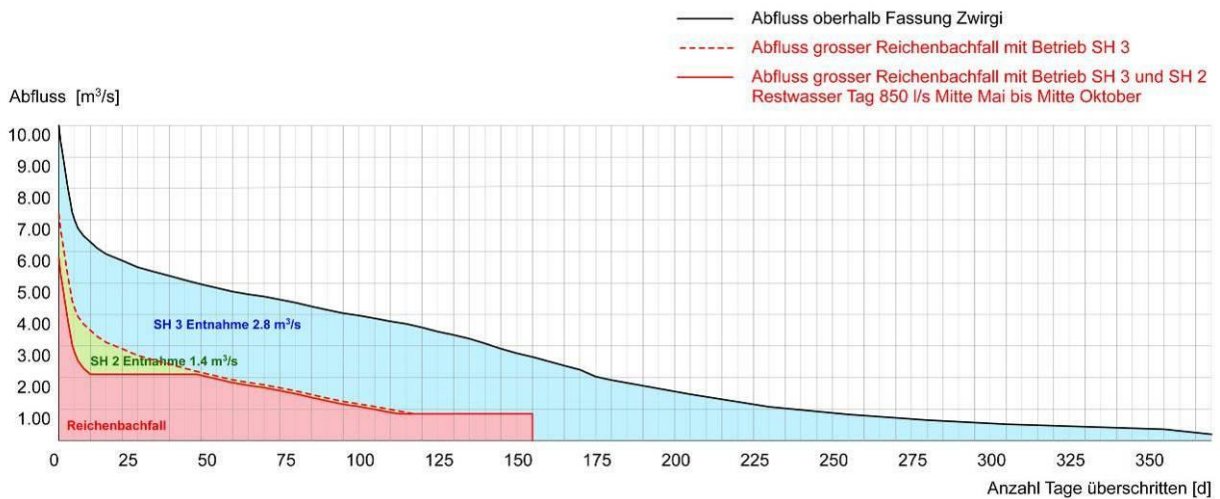


Abbildung 12: Dauerkurven Abflussverhältnisse bei Tag

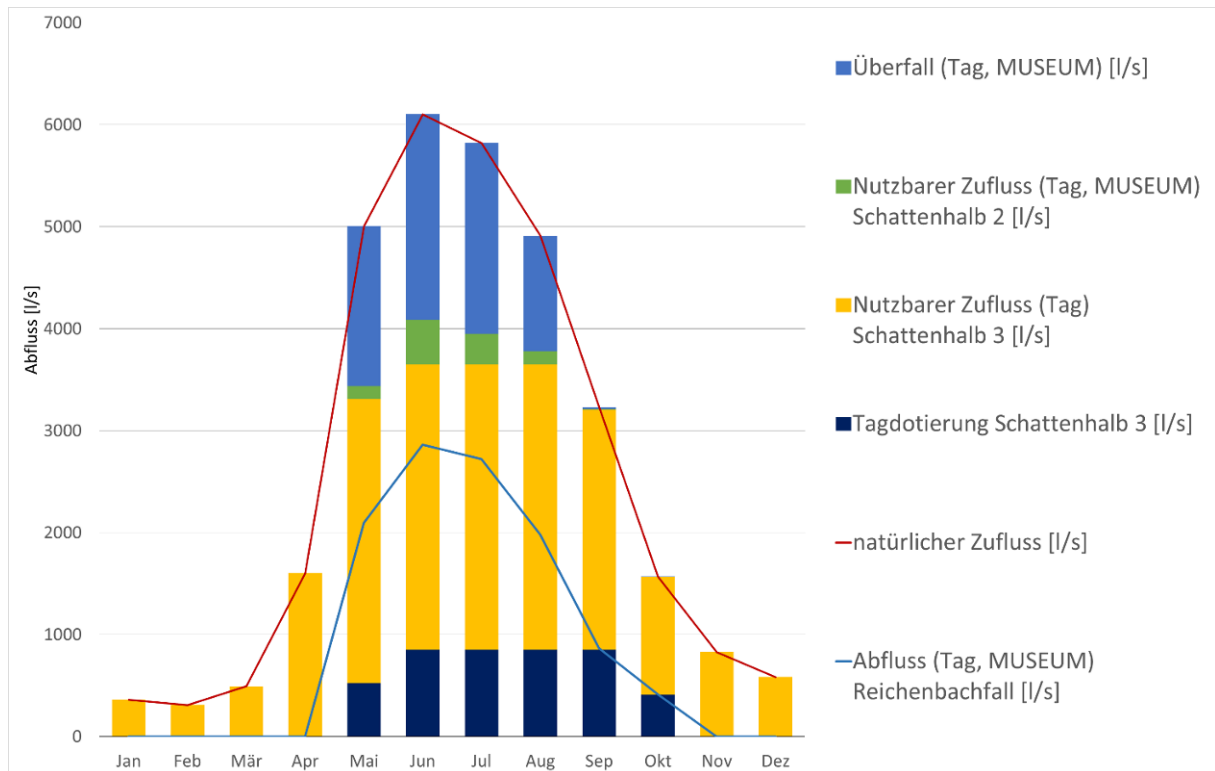


Abbildung 13: Monatsmittelwerte bei Tag

Es sind also die drei folgenden Betriebszustände vorgesehen:

1. **Nachtbetrieb mit Überschusswasser ausserhalb der Betriebszeiten der Reichenbachfall-Bahn** (Restwassermenge gemäss Konzession SH 3)
2. **Betrieb zu Demonstrationszwecken ohne Last mit ca. 90 l/s** (Restwassermenge gemäss Konzession SH 3)
3. **Ganztagsbetrieb bei möglicher Mindestdotierung des Wasserfalls von 2'100 l/s** (Beeinträchtigung des Wasserfalls im nicht wahrnehmbaren Bereich)

So können gesamthaft rund 9'000'000 m³ Wasser pro Jahr und unter Berücksichtigung von Variante 2 (Konzessionserweiterung SH3 auf 3.35 m³/s) verarbeitet werden, wobei der dynamische Abfluss des Reichenbachs stets erhalten bleibt.

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.

5.6 Hochwasser

Im Überwachungsreglement des Staubeckens Zwirgi ist für das hundertjährige Hochwasser $HQ_{100} = 115 \text{ m}^3/\text{s}$ festgelegt. HQ_2 beträgt rund $35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Durch die Mitbenutzung des Zwirgi-Weiher, der bereits für den Hochwasserfall ausgelegt ist, sind für die Wiederinbetriebnahme von Kraftwerk Schattenhalb 2 keine weiteren Hochwasserschutz-Massnahmen mehr notwendig.

5.7 Geologie und Baugrund

Alle Anlagenteile sind bestehend oder werden am bestehenden Standort ersetzt oder ergänzt. Aus der vorangegangenen jahrzehntelangen Nutzung sind keine Schäden bekannt, die auf einen instabilen Baugrund hindeuten. Auch ist die Geologie aus Studien für die Kraftwerke Schattenhalb 1+ und Schattenhalb 3 ausreichend bekannt, daher werden keine zusätzlichen Untersuchungen vorgenommen.

6 Projektbeschreibung

Die Abbildung 14 zeigt die Anordnung der drei Kraftwerksanlagen am Reichenbach. Bei der rot abgebildeten Anlage handelt es sich um das historische Kraftwerk Schattenhalb 2, welche im Rahmen des vorliegenden Projekts wieder in Betrieb genommen werden soll.

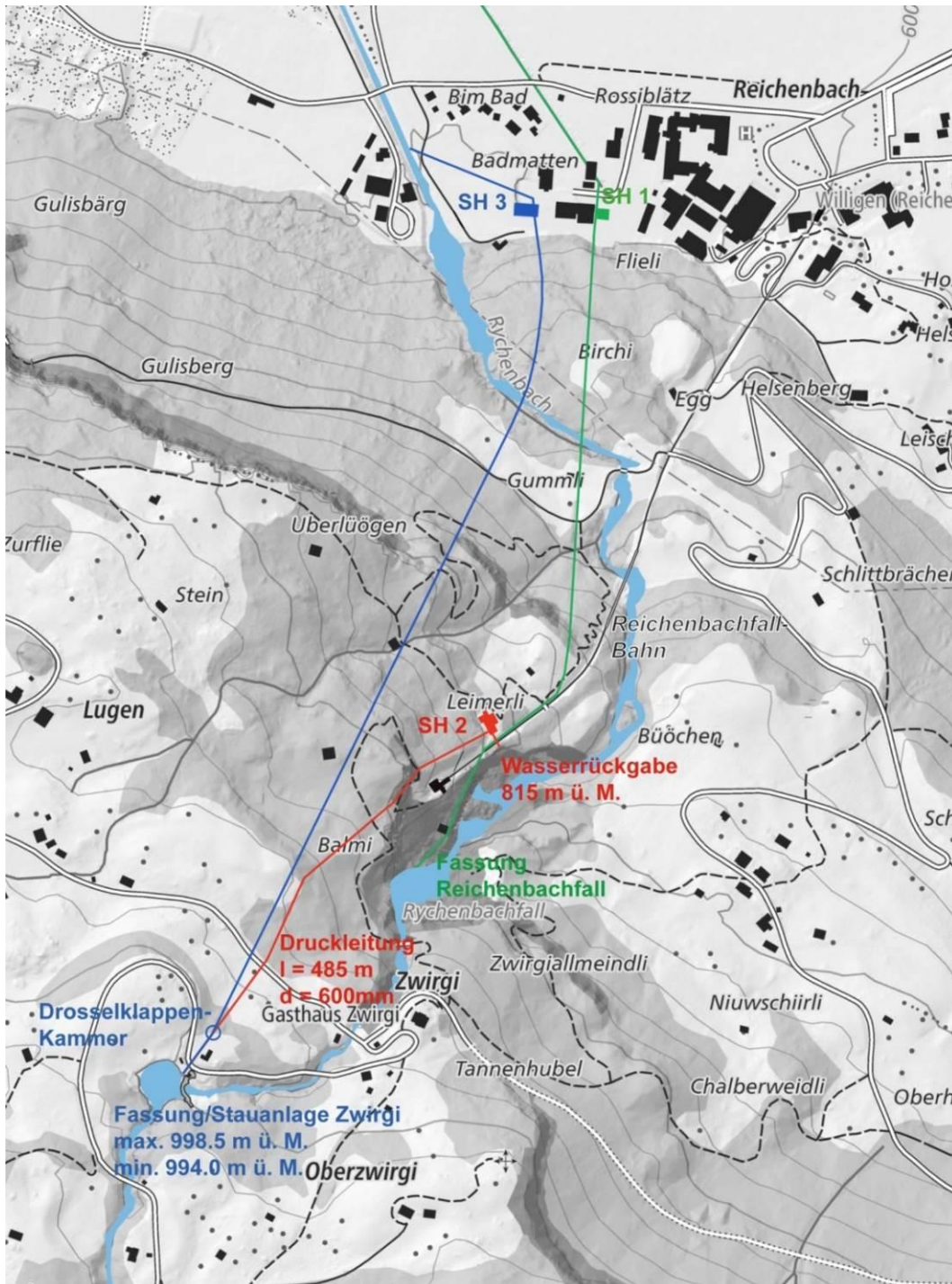


Abbildung 14: Situation Kraftwerke am Reichenbach

6.1 Bestehende Anlagen und Anlagenkonzept

Das Kraftwerk Schattenhalb 2 wurde 1926 von den Elektrowerken Reichenbach, Frey & Cie, gebaut und als Laufkraftwerk mit Tagesspeicher konzipiert. Es handelt sich dabei um eine Hochdruckanlage mit einer nutzbaren Fallhöhe von rund 180m, in welcher das Wasser des Reichenbachs, über zwei Peltonmaschinengruppen verarbeitet wurde. Das Wasser wird oberhalb der Reichenbachfälle (Zwirgi), über einen Vorstau ausgeleitet und in einem Stauweiher gefasst. Vorstau, Wasserefassung und Stauweiher werden heute vollumfänglich durch das 2010 in Betrieb genommene Kraftwerk Schattenhalb 3 genutzt. Die maximale Stauspiegelkote liegt bei 998.50, die minimale Staukote bei 994.10 m ü.M. Das Fassungsvermögen des Sees beträgt etwa 13'700 m³ wovon etwa 50% als Speicher bewirtschaftet werden könnte. Der Stauweiher liegt direkt an der Strasse zur *Grossen Scheidegg* und wird zusammen mit dem Kraftwerk Schattenhalb 3 von der BKW Energie AG betrieben und unterhalten.



Abbildung 15: links = Stauweiher Zwirgi, rechts = Druckleitung im Stollen

Ursprünglich wurde das Wasser über eine rund 500 m lange Druckleitung der Kraftwerkzentrale zugeführt. Mit dem Neubau Schattenhalb 3 wurde die Leitung lokal unterbrochen. Die Druckleitung besteht aus Graugussrohren [B] von 5 Meter Länge mit einem Nenndurchmesser von 600 mm und wurde abschnittsweise im Felsstollen respektive erdverlegt eingebaut. Zwischen den Muffen ist jedes Rohr auf 2 schalenförmigen Sockeln gelagert. Bei den Muffen selbst sind die schalenförmigen Sockel so an die Muffen herangeführt, dass auch Längskräfte aufgenommen und in den Untergrund abgeleitet werden können. An den Richtungsänderungen (Fixpunkt) ist die Druckleitung einbetoniert und ebenfalls statisch mit dem Untergrund verbunden.



Abbildung 16: links = Südostfassade des Zentralgebäudes, rechts = Maschinensaal mit den beiden Maschinengruppen

Die Zentrale befindet sich in exponierter Hanglage nordwestlich der Reichenbachfallbahn auf rund 817 m ü.M. Die Anlage ist nur zu Fuss, respektive über die Schrägseilbahn erschlossen. Das Gebäude beherbergt die beiden Maschinengruppen bestehend aus:

	Q_A [l/s]	$P_{Turb.}$ [kW]	$P_{Gen.}$ [kVA]	U [kV]	Baujahr
Maschinengruppe 5	896	1'350	1'600	1.1	1926
Maschinengruppe 6	364	608	675	0.4	1940

Tabelle 2: Maschinengruppen KW Schattenhalb 2

Bei beiden Turbinen handelt es sich um eindüsige Peltonmaschinen mit horizontaler Achsenlage. Die 3-phasigen Synchrongeneratoren sind direkt gekoppelt, verfügen allerdings über unterschiedliche Ausgangsspannungen. Neben dem Maschinensaal befindet sich auf gleichem Niveau die Räumlichkeiten für die Schaltanlage, Werkstatt und Lager. Im Obergeschoss befinden sich die ehemaligen Wohnräume des Betriebspersonals. Im Untergeschoss wurde nachträglich eine Transformatorenstation angebaut. Das turbinierete Wasser wurde im Unterwasserkanal unter den Turbinen aufgefangen und dem Wasserschloss des Kraftwerks Schattenhalb 1 zugeführt oder über einen Bypass in den Reichenbach zurückgegeben. Der Unterwasserkanal wurde mit der Erneuerung des Kraftwerks Schattenhalb 1+ unterbrochen.

6.2 Massnahmen zur Wiederinbetriebnahme

Die Kraftwerksanlage soll nach einer Instandsetzung und diversen Anpassungen in der ursprünglichen Konzeption, aber mit geringerer Produktion, wieder in Betrieb genommen

werden. Zum jetzigen Zeitpunkt sind keine geologischen, technischen oder betrieblichen Probleme der alten Anlage bekannt, die eine Wiederinbetriebnahme grundsätzlich in Frage stellen. Wohl aber sind verschiedene Anpassungen nötig, um die Anlage auf den aktuellen Stand der Technik zu bringen, damit der Anspruch an einen sicheren und vollautomatischen Betrieb erbracht werden kann.

6.2.1 Anpassung Überleitung (Massnahme 1)

Die Triebwassermenge von maximal 1.4 m³/s für das wieder in Betrieb zunehmende Kraftwerk Schattenhalb 2 soll, wie ursprünglich, aus dem Stauweiher Zwirgi entnommen werden. Dementsprechend muss aus dem Reichenbach die erweiterte Wassermenge in den Stauweiher übergeleitet werden. Für den geplanten Parallelbetrieb von SH3 + SH2 wird von einer maximalen Entnahmemenge von 4.7 m³/s ausgegangen. Dies entspricht dem Entnahmeszenario 3 gemäss [B].



Abbildung 17: Vorstau (links) und Überleitung in Stauweiher Zwirgi (rechts)

Rein rechnerisch reicht die Kapazität des vorhandenen Überleitschütz mit den erforderlichen Reserven derzeit nicht ganz aus, um die erforderliche Überleitmengen zuverlässig und mit ausreichender Reserve in das Staubecken Zwirgi zu leiten. Falls die erforderliche Überleitmenge mit betrieblichen Optimierungen nicht erreicht werden kann, ist die Öffnung baulich entsprechend zu vergrössern, das heisst zu verbreitern und das Schütz anzupassen oder zu ersetzen. Die Bewilligungen (Wasserbaupolizei, Fischerei) für diesen Eingriff werden im Rahmen des Konzessionsgesuchs bereits pro forma eingeholt.

Da an der Wasserentnahme (Einlauf in die Druckleitung) selbst keine Anpassungen gemacht werden, sind dort – gemäss Rücksprache mit dem Fischereiinspektorat – auch keine Auflagen bezüglich des Fischschutzes zu erwarten.

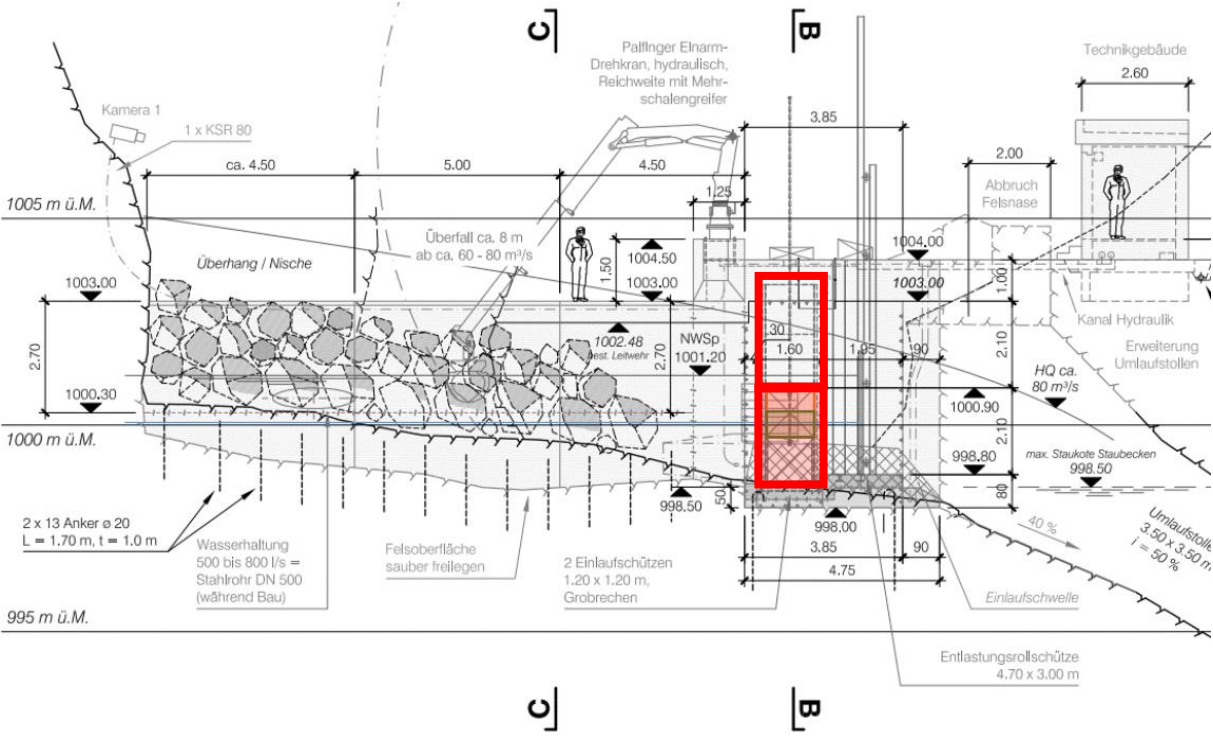


Abbildung 18: Längsschnitt Überleitung Rychenbach (Einlauf Staubecken Zwirgi)

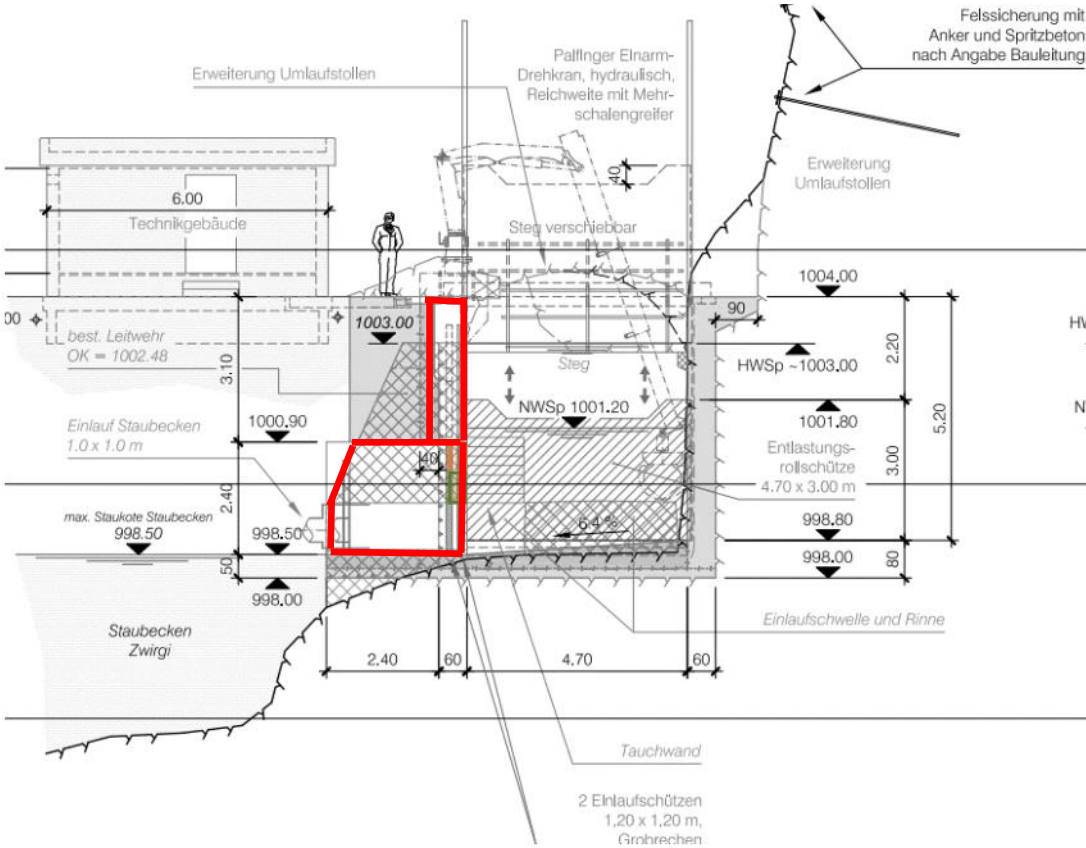


Abbildung 19: Querschnitt Überleitung Rychenbach (Einlauf Staubecken Zwirgi)

Materialumschlag und Installationsplätze:

Der Zugang zur Baustelle erfolgt über den Fussweg von der Scheideggstrasse via Staumauer Zwirgi. Sofern auf Betonarbeiten verzichtet werden kann, sind keine Helikoptereinsätze für diese Massnahmen notwendig. Andernfalls sind diese auf etwa 5 bis 10 begrenzt.

6.2.2 Erneuerung Anschluss Druckleitung (Massnahme 2)

Aus dem Staubecken wird das Betriebswasser mit einer Druckleitung DN 1'000 der Kraftwerkszentrale SH3 zugeführt. Der Einlauf in die Druckleitung befindet sich rund 6m unterhalb des minimalen Wasserspiegels von 994.10 m ü.M. Sie ist gemäss Überschlagsberechnung auch für ein Entnahmeszenario von 4.7 m³/s genügend hoch eingestaut [B]. Am Einlaufbauwerk und der Rechenanlage sind keine weiteren Massnahmen für den geplanten Parallelbetrieb vorgesehen.



Abbildung 20: Verteilrohr im Kraftwerk Gsteig (2014)

Das Triebwasser für das Kraftwerk SH2 wird nach etwa 23m aus der Druckleitung von SH3 abgezweigt. Das dazu notwendige Verteilrohr ist als strömungsgünstige Stahlkonstruktion in Segmentbauweise ausgebildet. Der weiterführende Strang zu SH 3 erfolgt im Durchmesser DN 1'000, der abzweigende Strang zur Anlage SH2 erfolgt im Durchmesser DN 600. Zwischen Verteilrohr und der weiterführenden Druckleitung SH2 wird eine Drosselklappe mit Staudruckpendel geschaltet, welche grössere Schäden entlang des Druckleitungstrassees infolge eines Rohrbruchs verhindern soll. Es ist vorgesehen, dass die ursprünglich eingebaute

Drosselklappe inklusive Durchflussmessung, nach einer Revision, wieder zum Einsatz kommen kann.



Abbildung 21: links = bestehender Leitungsanschluss DL SH 2, rechts = DL SH 3 in Richtung Fixpunkt 3

Um den neuen Leitungsanschluss unterbringen zu können, ist eine lokale Verbreiterung im bestehenden Stollen notwendig. Der Ausbruch erfolgt bergmännisch auf einer Länge von rund 13m und einer Höhe von etwa 2m (ca. 20 m³). Die neu ausgebrochenen Felsflächen werden mit bewährtem Spritzbeton gegen Ausbrüche gesichert.

Die Baustellenlogistik erfolgt über das Windenhaus zum Schrägstollen SH3 und dessen Vorplatz an der Strasse (Zwirgi). Die zu installierenden Bauteile sind so zu dimensionieren, dass sie durch die Montageluke des Windenhauses eingebracht werden können. Der Umschlagplatz ist über die Scheideggstrasse erschlossen (vergl. auch Kapitel 6.2.610.1.). Für die Massnahme 2 sind keine Helikoptertransporte erforderlich.

6.2.3 Abdichtung Leitungsstollen zwischen FP 3 und FP 4 (Massnahme 3)

In der Beurteilung der Systemsicherheit der hydraulischen Anlageteile [B], sowie in der Risikobeurteilung der Gefährdung durch erdverlegte Druckleitungen [C] wird darauf

hingewiesen, dass bei einem Leitungsbruch im unteren Stollen (oberhalb FP4), ein Ausströmen des Wassers verhindert werden soll. Diesbezüglich ist eine kraftschlüssige Abdichtung des unteren Stollenportals mit einer massiven Betonvormauerung von etwa 2 m Stärke vorgesehen. Durch diese Massnahme soll austretendes Wasser bei einer Havarie der Leitung dahingehend zurückgehalten werden, damit keine Passanten auf dem Wanderweg zu Schaden kommen. Neben dem Stollenportal ist auf halber Länge ein Fenster in der Stollenwand ebenfalls druckdicht zu verschliessen.

Aufgrund der schlechten Zugänglichkeit sind das Schalungsmaterial und der Beton per Helikopter zum Einsatzort zu bringen. Die Erschliessung in den Stollen erfolgt über die druckdichte Zugangsöffnung des unteren Stollenportals.

Die Anzahl der Helikopterrotationen darf mit ca. 15 (2 - 4 m³ à 2'500 kg/m³ à 750 kg/ Rotation + Installationsmaterial) angenommen werden.

6.2.4 Ersatz Druckleitung zwischen FP 4 und FP 5 (Massnahme 4)

Gemäss den Empfehlungen aus [B], ist aus Sicherheitsüberlegungen der untere Abschnitt der Druckleitung durch eine neue, duktile und längskraftschlüssige Gussleitung zu ersetzen. Dabei handelt es sich um einen Leitungsabschnitt von etwa 73 m im Grund, respektive knapp 90 m in der Schräge. Die neue Leitung wird unterhalb des Fixpunkts 4 an die bestehende Leitung mit einem Klemmring längskraftschlüssig verbunden. Der Anschlussbereich wird anschliessend mit einem Betonkörper an den bestehenden Fixpunkt 4 angeschlossen. Anschliessend wird die neue Leitung von oben nach unten im bestehenden Leitungstrasse durch die vorhandenen Rohre ersetzt.

Für den Leitungersatz müssen rund 720 m² Wald temporär gerodet werden (vergl. Rodungsgesuch). Um die Schutzfunktion des Waldes bis zum Wiederlangen des ursprünglichen Zustandes zu überbrücken, sind in Anlehnung an die NaiS hohe Stöcke nach Möglichkeit zu erhalten (1.3m) und alle 10 m mit mindestens 2 liegenden Stämme zu versehen, welche idealerweise mit 70° schräg zur Falllinie angeordnet werden. (vergl. Umweltbericht Kapitel 4.8.2).

Zur Erhaltung der Hangstabilität wird nur das Minimum an Bäumen entnommen.

Der Aushub erfolgt mittels Schreitbagger, welcher den Ober-/Unterboden, getrennt vom übrigen Grabenaushub, seitlich des Leitungstrassees auf punktuellen Bodendepots für den Wiedereinbau ablagert.

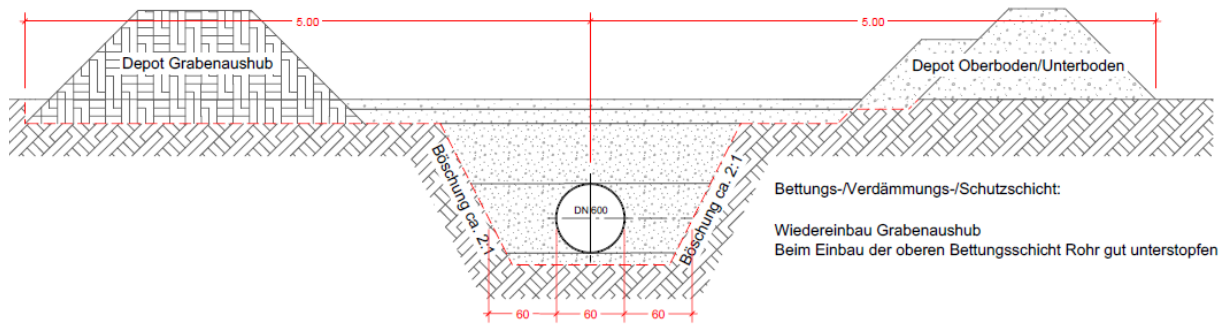


Abbildung 22: Normalprofil für Leitungersatz zwischen FP4 und FP5

Aufgrund der schwierigen Zugänglichkeit ist die Baustellenlogistik vollumfänglich über die Luft per Helikopter zu erbringen. Da es sich aber lediglich um einen Leitungersatz handelt, muss mit Ausnahme der Leitungen weder Material zu, oder abgeführt werden. Das Aushubvolumen ist durch den bestehenden Graben gegeben. Felsausbruch kann dementsprechend praktisch ausgeschlossen werden.

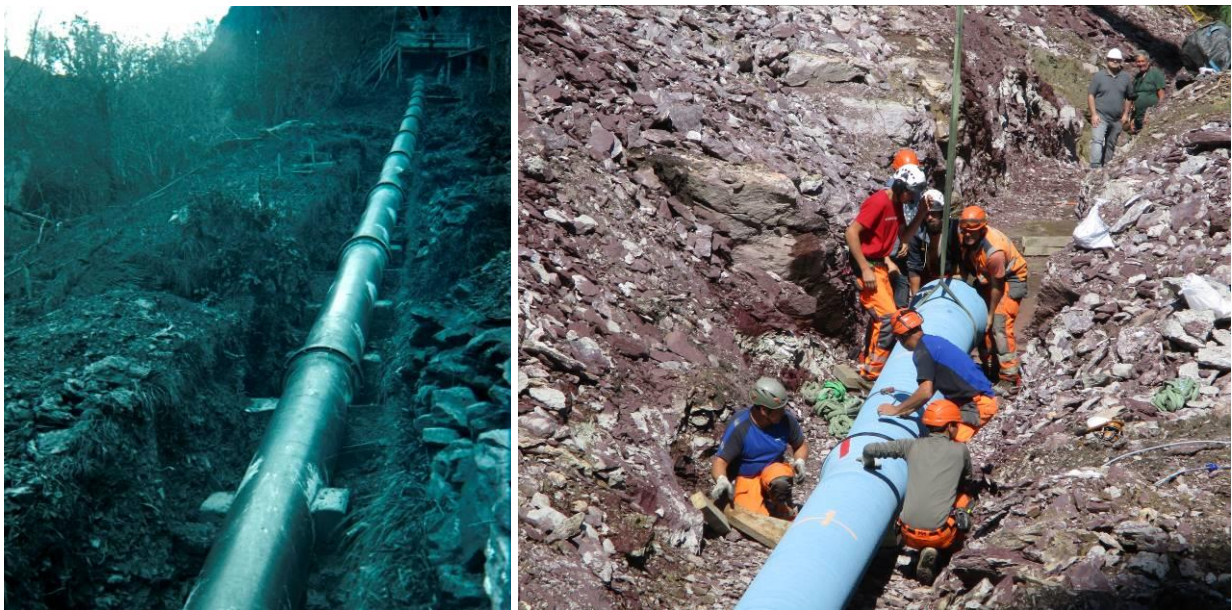


Abbildung 23: Links Archivfoto vom Bau der DL zwischen FP4-und FP5 in den 1920ern. Rechts: Druckleitungsmontage mit Helikopter (KW Röllbach 2019)

Materialumschlag und Installationsplätze:

Die Anzahl der Rotationen kann zum jetzigen Zeitpunkt mit ca. 50 angenommen werden (Annahme: Rohrlänge 5 m + Beton + Installationsmaterial) zuzüglich allfällige Rotationen für das Ausfliegen der gerodeten Baumstämme.

Der Umschlag erfolgt über den Installations- und Umschlagsplatz BKW am Windenhaus Zwirgi oder alternativ über einen Platz nach der Brücke Falcherenstrasse/Scheideggstrasse. Beide

Standorte befinden sich in unmittelbare Nähe (ca. 400 m) zur Baustelle und sind per Lastwagen hinsichtlich des Weitertransports erreichbar.

6.2.5 Erneuerung Anschluss UW-Kanal SH2 an Wasserschloss SH1+ (Massnahme 5)

Der Unterwasserkanal wurde im Rahmen der Erneuerung des Kraftwerks Schattenhalb 1+ unterbrochen und muss für die Wiederinbetriebnahme erneut durchgängig gemacht werden. Diesbezüglich wird eine Öffnung – in Anlehnung an die ursprüngliche Stollengeometrie – an das Wasserschloss angebracht, durch die das turbinierete Wasser der Gefällstufe Schattenhalb 1+ zur Verfügung gestellt wird.

Die vorhandenen Stollenfenster des Freispiegelkanals zwischen Fassung beim Fallbecken und dem Wasserschloss gewährleisten eine Entlastung bei laufendem Betrieb von SH2 und einem Notschluss von SH1+.

Um den Unterwasserkanal bei laufendem Betrieb von SH1+ entleeren zu können, ist eine Abschottung mittels Dammbalken im Wasserschloss vorgesehen. Die Entleerung erfolgt über einen Schacht ausserhalb des Wasserschlosses.

Der Unterwasserkanal ist über eine Revisionsöffnung im Vorplatz der Zentrale erschlossen.

Materialumschlag und Installationsplätze:

Der Umschlag erfolgt über den Vorplatz der Zentrale (Abbildung 16), von dem aus das anfallende Abbruchmaterial abgeführt und zu verarbeitendes Material zugeführt wird.

Sämtliche Transportflüge werden vorzugsweise über den Umschlagplatz Zwirgi abgewickelt.

Abschätzung Helikopterrotationen:

- Installationsmaterial, Werkzeug: 10
- Materialumschlag: 40

Mannschaftstransporte und kleiner Materialtransporte erfolgen über die Reichenbachfallbahn.

6.2.6 Instandstellung Zentrale, EM-Ausrüstung und Netzanschluss (Massnahme 6)

Ziel ist es, die historische Kraftwerkszentrale und ihre Ausrüstung in der ursprünglichen Konzipierung zu erhalten und dahingehend instand zu setzen, dass zukünftig ein weitestgehend automatischer und wartungsarmer Betrieb möglich ist. Dies umfasst eine Vielzahl von Einzelmassnahmen, die wie folgt aufgeführt werden können:

- Sanierung Gebäude mit Maschinistenwohnung
- Generalüberholung der beiden Maschinengruppen bestehend aus Turbinen, Generatoren und Hydraulikreglern, sowie die anschliessenden Leitungen und Absperrorgane

- Ersatz Leitsystem inklusive Netzparallelschaltanlage, Leistungs- und Signalverkabelung für die Maschinengruppen 5 und 6 inklusive Schnittstellen zu BKW
- Ersatz Transformatoren für beide Maschinengruppen inkl. Zähler und Mittelspannungsschaltanlage für Anschluss an die bestehende 12 respektive 16 kV-Leitung der BKW

Sanierung Gebäude mit Maschinistenwohnung

Das Gebäude inklusive der Maschinistenwohnung wird nach denkmalpflegerischen Grundsätzen sanft saniert. Gewisse Elemente sowie die Farbgebung werden nach den Befunden aus der Bauzeit rückgeführt.

Eine Wiederinbetriebnahme der sanitären Anlagen ist im Moment nicht vorgesehen, da die Wohnung in einem ersten Schritt als sozialgeschichtliches Anschauungsobjekt dient.

Frischwasser und Abwasser:

Gemäss den zweistufigen Nutzungskonzept als Museum (vergl. Kapitel 6.4) benötigt die Zentrale keinen Frischwasseranschluss und keinen ARA-Anschluss. Die Nutzung des WC's in der Bergstation der Reichenbachfall-Bahn kann innerhalb Gehdistanz angeboten werden. Schwitzwasser verbleibt auf dem Gehäuse des wasserführenden Bauteils oder tropft auf den Boden und verdunstet. Ölrückstände die in Berührung mit dem Schwitzwasser gelangen, werden gelegentlich mit einem Lappen aufgenommen und fachgerecht entsorgt.

Die Anlage wird mit Trockenlöschmittel (Pulver, Schaum oder Co2) ausgerüstet. Es fällt somit kein zu entsorgendes Löschwasser im Brandfall an.

Brandschutz

Der Brandschutz wird nach Vorabklärung mit der GVB vom 23.11.2020 mit folgenden Massnahmen gewährleistet:

- Der Wohnbereich und die technischen Räume werden in zwei Brandabschnitte unterteilt. (vergl. Fluchtwegplan)
- Die Wohnung wird nur von Gruppen unter 10 Personen genutzt.
- Die Schlafräume werden mit Rauchwarnmeldern ausgestattet.
- Die Türe aus dem Maschinenraum zum Vorplatz öffnet als Fluchttüre gegen aussen und weist eine Durchgangsbreite von 90 cm auf.
- Die Türe vom Kommandoraum zum Maschinenraum öffnet als Fluchttüre gegen aussen und weist eine Durchgangsbreite von 90 cm auf.
- Maschinenraum und Kommandoraum werden mit Rauchwarnmeldern ausgestattet.

- Mit der Feuerwehr wird vor Inbetriebnahme ein Interventionskonzept erstellt.

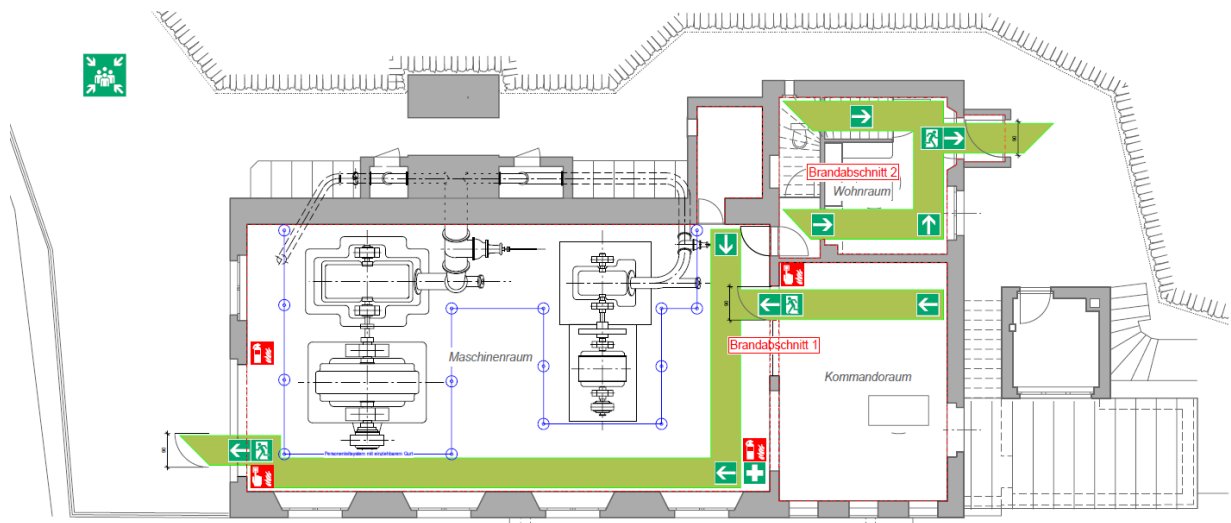


Abbildung 24: Fluchtwegplan, Brandabschnitte (Entwurf)

Generalüberholung Maschinengruppen

Für die Wiederinbetriebnahme der beiden historischen Maschinengruppen aus dem Jahr 1926 und 1940 ist eine Totalrevision vorgesehen. Diesbezüglich werden sämtliche Anlagenteile (Turbinen, Regelorgane, Generatoren usw.) weitestgehend demontiert und für den Transport verpackt und ausgeflogen. Nach vollzogener Werksrevision werden die Bauteile am Ursprungsort wieder montiert und in Betrieb genommen.

Ersatz Leitsystem

Das historische Steuertableau in der Maschinenhalle (Erdgeschoss) wird in seiner Substanz und für Anschauungszwecke restauriert. Im Kommandoraum (Erdgeschoss) wird eine vollständig neue Steuerung für den vollautomatischen und netzparallelen Betrieb mit Fernsteuerung, Langzeitspeicher und Alarmierungssystem installiert. SH2 verfügt bereits jetzt über eine physische Signalverbindung zum Staubecken Zwirgi, womit in Zukunft die Kommunikation zur Anlage SH3 sichergestellt werden kann. Zur Anlage SH1 wird neuen Verbindung erstellt werden, was aufgrund der Nähe zur Steuereinheit in der Drosselklappenkammer beim Wasserschloss kein Problem darstellen wird. Das Leitsystem wird in sämtlichen sicherheitsrelevanten Steuerparametern mit dem Leitsystem SH3 und SH1+ der BKW verknüpft (vergl. Anhang B). Für die Integration in die bestehenden Anlagen sind Anpassungen von Soft- und Hardware vorgesehen. Dadurch wird eine Intervention durch die BKW möglich. Ein Zugriff vom Leitsystem SH2 auf die Anlagen SH1+ und SH3 ist nicht vorgesehen.

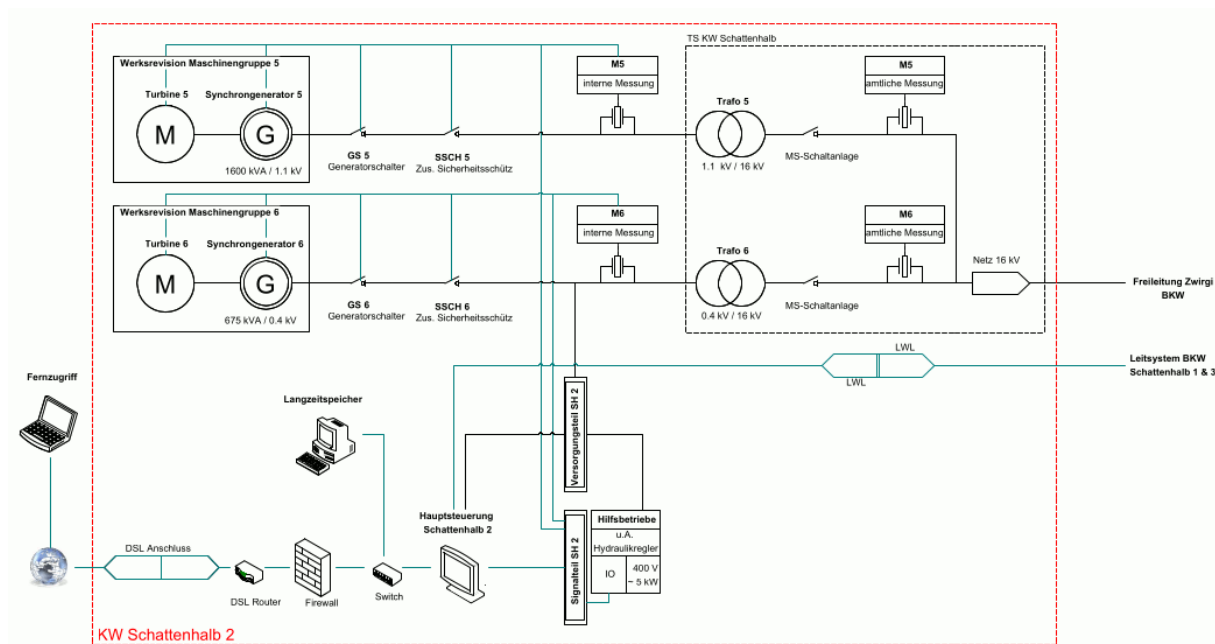


Abbildung 25: Einpolisches Schaltbild Kraftwerk Schattenhalb 2 nach wieder Inbetriebnahme (Vorabzug)

Das Plangenehmigungsverfahren durch das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI) erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung und dem Vorliegen einer rechtskräftigen Konzession und Baubewilligung (vergl. Kapitel 7.2.5).

Erneuerung Netzanschluss

Die Einspeisung des produzierten Stroms erfolgt über das 12- respektive 16KV-Netz der BKW mit der bestehende Freileitung Richtung Zwirgi. Diesbezüglich werden zwei neue, von 12 kV auf 16 kV umschaltbare Netztransformatoren (1'600 kVA und 800 kVA) im ursprünglichen Traforaum im Untergeschoss installiert. Ebenso ist die Mittelspannungsschaltanlage zu ersetzen. Diese soll ebenfalls im Traforaum im Untergeschoss installiert werden.

Ein bewilligtes Anschlussgesuch liegt vor (Anhang I). Ein Inselbetrieb ist nicht vorgesehen. Eine allfällige Erdverlegung der bestehenden BKW-Freileitung wird sich nicht negativ auf die Installationen auswirken.

Materialumschlag und Installationsplätze:

Der Umschlag erfolgt über den Vorplatz der Zentrale analog zur Massnahme 5, von dem die Anlagenteile per Helikopter ins Tal oder zum Umschlagsplatz Zwirgi geflogen werden.

Abschätzung Helikopterrotationen:

- Sanierung Gebäude mit Maschinenwohnung: 10
- Revision Maschinengruppen: 30

- Netzanschluss und Transformatoren: 10

Mannschaftstransporte und kleinere Materialtransporte erfolgen über die Reichenbachfallbahn.

6.3 Installierte Leistung und Produktionserwartung

Die installierte Leistung ergibt sich aus der Fallhöhe und der Ausbauwassermenge unter Berücksichtigung der hydraulischen und mechanischen Verluste. Die zusammengenommene nutzbare Leistung der beiden Maschinengruppen beträgt gemäss den vorhandenen Dokumenten und Angaben etwa 1'600 kW. Sie kann mit den topografischen und hydraulischen Gegebenheiten plausibel nachvollzogen werden. Ferner lässt sich aus den früheren Betriebsaufzeichnungen eine durchschnittliche Energieausbeute von etwa 0.35 kWh/m³ ableiten.

Für die Produktionsanalyse stehen Abflussdaten in Form von Stundenmittelwerten aus den vergangenen fünf Jahren (2015 – 2019) zur Verfügung. Diese Werte konnten aus folgenden Überwachungsparametern der Anlage Schattenhalb 3 generiert werden:

1. Messwert Restwasser unterhalb Staumauer Zwirgi
2. Durchfluss Maschine anhand der gemessenen Maschinenleistung (+/- 1%)
3. Messwerte Staukote Staubecken Zwirgi Differenzvolumina/Zeit
4. Q-Zufluss gerechnet über Messwert Pegel Vorstau (Zwirgi) + (Überfall + Unterströmen Rolltafelschütze Umleitstelle) + Einlaufschütze Staubecken Zwirgi

Die daraus abgeleiteten stundenscharfen Abflussganglinien für den Abfluss des Reichenbachs am Gebietsauslass Zwirgi, wurden von der BKW Energie AG zur Verfügung gestellt.

Unter Abzug der definierten Rest- und Nutzwassermengen bleiben für die Produktion im Kraftwerk SH2 eine mittlere jährliche Überschusswasserfracht von 11.2 Mio. m³ (Szenario 1) respektive 9.4 Mio. m³ (Szenario 2). Daraus lässt sich, unter Berücksichtigung des oben aufgeführten Energiegleichwerts, einer angenommenen technischen Verfügbarkeit und Berücksichtigung von allfälligen Unschärfen von 90 %, eine Jahresproduktion von ca. 3.5 GWh (Szenario 1) respektive 3.0 GWh (Szenario 2) berechnen.

6.4 Museumsbetrieb

Im Rahmen der Neukonzessionierung soll auch der Museumsbetrieb in Form einer Nutzungserweiterung im Baubewilligungsverfahren mit einbezogen werden.

Die erweiterte Nutzung als öffentliches Museum hat gemäss Rücksprache mit dem Regierungsstatthalteramt Interlaken-Oberhasli am 12.11.2020 keine gesuchsrelevanten Anpassungen zur Folge. Bereits 2018 wurde ein öffentlicher Fussweg zwischen der Kraftwerkszentrale und der Bergstation der Standseilbahn bewilligt und zwischenzeitlich realisiert.

Auf eine rollstuhlgängige Erschliessung wird verzichtet, da auch die Standseilbahn diesem Anspruch nicht nachkommt.

Die Stiftung Kraft & Wasser sieht den Betrieb des Museums in zwei Ausbausritten vor:

1. Nach der Wiederinbetriebnahme des Kraftwerks, wird die ursprüngliche Ausstattung des Kraftwerks und die dazugehörige Maschinistenwohnung an einzelnen, publizierten Besuchstagen zu besichtigen sein, wie es von „Tagen der offenen Tür“ anderer technischer Anlagen bekannt ist. Der Zugangsweg zur Zentrale kann individuell begangen werden. Bei der Zentrale werden die Besucher, von einem mit den Sicherheitsvorkehrungen vertrauten Führer, in Empfang genommen und in Gruppen durch den Maschinensaal geführt. Mobile Abschränkungen halten die Besucher in geforderter Distanz zu allfälligen Gefahrenquellen. Die Sicherheitsvorkehrungen werden unter Einbezug der SUVA und der BFU durchgeführt (vergl. Kapitel 7.3 Arbeitssicherheit und Unfallverhütung). Die Anforderungen der NISV und des ESTI werden auch im Hinblick auf den Publikumsverkehr eingehalten (vergl. dazu Kapitel 7.2.4 und 7.2.5). Im Hinblick auf den Brandschutz erfordert der Museumsbetrieb keine Massnahmen die über die in Kapitel 6.2.6 hinausgehen. Das WC der Bergstation befindet sich in Gehdistanz zum Kraftwerk und kann durch die Besucher mitgenutzt werden.
2. Je nach Zuspruch der Öffentlichkeit wird das Museum in einer späteren Phase mit zusätzlichen Ausstellungsobjekten und -themen ergänzt, die Öffnungszeiten werden entsprechend der Besucherresonanz angepasst.

6.5 Zusammenfassung Eckdaten

Kote Stauziel	998.50 m ü. M.
Kote Turbinendüse	817.00 m ü. M.
Bruttofallhöhe	ca. 180.0 m
Ausbauwassermenge Q_A	1.4 m ³ /s
Nutzwasserfracht pro Jahr	9 Mio m ³
Betriebstage/Ausbautage	130 / 10
Projektierte mittlere mechanische Bruttoleistung	514 kW
Länge Druckleitung DN 600	486 m
Installierte Leistung	1'600 kW
Produktionserwartung	~3 GWh

Tabelle 2: Übersicht Technische Daten

7 Projektauswirkungen auf die Umwelt

Die umweltrelevanten Themen sind im separaten Umweltbericht [A] abgehandelt. Nachstehend finden sich lediglich einige Schwerpunkte oder Auszüge.

7.1 Umweltauswirkungen Bau

Da die Hauptbestandteile der Kraftwerksanlage Schattenhalb 2 bereits bestehen, beschränken sich die Arbeiten auf Ersatz und Sanierung bestehender Anlageteile. Die Erneuerung des untersten Abschnitts der Druckleitung erfordert eine temporäre Rodung und Grabarbeiten. Die Arbeiten im steilen Gelände und der Verzicht auf Baupisten erfordern Helikopterflüge von ca. 15 Stunden während der rund fünfmonatigen Bauzeit.

7.1.1 Asbest und weitere Schadstoffe

Ein Untersuchungsbericht vom 25. April 2014 der Gartenmann Engineering AG liegt vor. Alle asbesthaltigen Teile mit erhöhtem Nutzungsrisiko ausser eines Abdichtungsringes beim Öltank sind bereits entfernt. Der Öltank wird unter Einhaltung entsprechender Sicherheitsmassnahmen abgebrochen und sachgemäss entsorgt.

Bei allen weiteren asbesthaltigen Bauteilen besteht keine Gefährdung bei der Nutzung. Ein Bearbeitungsrisiko besteht bei den zu ersetzenden Vinyl-Bodenbelägen in der Maschinistenwohnung. Hier erfolgt der Rückbau unter den im Bericht aufgezeigten Sicherheitsmassnahmen.

Weitere Schadstoffe sind in den Anstrichen der Maschinen enthalten (Schwermetalle), die jedoch kein Nutzungsrisiko darstellen. Aus denkmalpflegerische Gründen, werden die Anstriche nur ausgebessert aber nicht erneuert.

7.2 Umweltauswirkungen Betrieb

7.2.1 Niederhalteservitut Wald

Eine Niederhaltung stellt eine nachteilige Nutzung gemäss Art. 16 WaG dar. Zur Schonung der erdverlegten Druckleitung vor Wurzelwerk sollen Gehölze mit einem Brusthöhendurchmesser (BHD) von $\geq 8\text{cm}$ periodisch auf einer Breite von 3m (je 1.50m links und rechts der Leitungssachse) entfernt werden. Die Ausholungen werden alle drei bis vier Jahre in Absprache mit dem Förster durchgeführt. Die Geschlossenheit der Baumkronen kann durch diese Massnahme erhalten bleiben. Das Servitut betrifft einen Leitungsabschnitt von 264m (nur ausserhalb der Stollen) was etwa einer Fläche von 792 m^2 entspricht.

Die Stiftung Kraft & Wasser beantragt daher zulasten der Grundeigentümer ein Niederhalteservitut. Die Einverständniserklärungen der betroffenen Grundstückeigenümer sind den Planbeilagen zu entnehmen.

7.2.2 Verkehr

Nebst der Erschliessung über Fusswege genügt für den ordentlichen Unterhalt die Erschliessung mit der Standseilbahn im Regelverkehr. Für den ausserordentlichen Unterhalt kann die Standseilbahn mittels eines Vorstellwagens grössere Objekte transportieren, wozu allerdings Sonderfahrten angeordnet werden müssen.

Nebst einem verbesserten Fussgängerzugang von der Bergstation zur Kraftwerkszentrale sind keine weiteren Erschliessungsmassnahmen notwendig.

7.2.3 Lärm

Die Zentrale Schattenhalb 2 liegt abgeschieden im Wald. Im Umkreis von über 100 Meter liegen keine bewohnten Gebäude, daher ist auch nicht von Störungen durch Lärmemissionen auszugehen.

7.2.4 Nichtionisierende Strahlung (NISV)

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.

Gemäss der durchgeführten Modellrechnung (Anhang J) wird der Anlagegrenzwert (AGW, 1 μT) im Generatorraum und im Transformatorraum überschritten. Dies gilt auch für einen kleinen Teil des Kommandoraums. Durch die Betriebsführung wird mit einem Logbuch sichergestellt, dass betriebsfremde Arbeitskräfte – für die der AGW von 1 μT gilt – nicht über längere Zeit (>20h pro Woche) in diesen Bereichen bei laufender Produktion arbeiten werden. Der Immissionsgrenzwert (IGW, 100 μT) wird gemäss der Modellrechnung nur in unmittelbarer Nähe der Emissionsquelle überschritten. Diese Bereiche befinden sich Sicherheitsgründen ohnehin im abgeschrankten Bereich von mindestens 1m zur Emissionsquelle (vergl. Kapitel 7.3). Der Traforaum ist nicht Bestandteil des begehbaren Teils des Museums, weshalb dort keine speziellen Massnahmen erforderlich sind.

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

7.2.5 Starkstromverordnung

In Rücksprache mit dem ESTI erfolgt die Eingabe des Plangenehmigungsgesuchs erst bei Vorliegen der Konzession. Die notwendige Konformitätserklärung für die Wiederinbetriebnahme der historischen Generatoren kann die Stiftung Kraft & Wasser respektive die für die Revision zuständige Firma selbst erstellen. Laut ESTI sind gemäss Starkstromverordnung vor allem dem Überstromschutz und der Erdung Beachtung zu schenken, was aber nicht direkt die Generatoren als solche betrifft, sondern die nachgelagerte neu zu erstellenden Steuerungs- und Schaltelemente betrifft. Weiter verweist das ESTI bezüglich mechanischer Teile generell auf die Vorgaben der SUVA (vergl. Kapitel 7.3).

7.3 Arbeitssicherheit und Unfallverhütung

Sämtliche Unterhaltsarbeiten in der Zentrale erfolgen mehrheitlich ebenerdig und können unter Berücksichtigung der einschlägigen SUVA-Verordnungen durchgeführt werden. Die Anlage verfügt durch die grossen Fensterfronten über genügend Licht, damit man sich auch bei einem Stromausfall zurechtzufinden kann. Der Maschinensaal verfügt über einen direkten Fluchtweg ins Freie.

Mit dem neu zu installierenden Leitsystem werden Rauch- und Brandmelder an den neuralgischen Stellen installiert. Die Anlage wird mit einer Kamera überwacht.

Für Vorkehrungen und Einrichtungen in Zusammenhang mit dem Museumsbetrieb werden zu einem späteren Zeitpunkt die notwendigen Gesuche eingereicht.

Nach der Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) müssen Arbeitsmittel (Maschinen, Anlagen, Apparate und Werkzeuge, die mittel- und unmittelbar für die Arbeit benutzt werden) nach Art 243, die vor dem 31. Dezember 1996 erstmals eingesetzt worden sind, die Anforderungen der Artikel 25-32 und den Artikel 342 erfüllen. – Diese Anforderungen sind auch mit den alten Maschinen erfüllt. Einzig Schutzeinrichtungen und Schutzmassnahmen gemäss Art. 28 werden den Schutz vor bewegten Teilen erhöhen. Dazu sind organisatorische Massnahmen im Betrieb oder additive Massnahmen an den Maschinen

möglich, die nach erster Einschätzung von geringem Umfang bleiben. Da die denkmalgeschützte Substanz nicht prinzipiell verändert werden soll, können die Massnahmen gemäss BFU (Beratungsstelle für Unfallverhütung) im Nachgang zum Konzession- und Baugesuchs festgelegt werden.

Für die Sicherheit der Besucher sind die folgenden zwei Punkte massgebend:

1. Der Maschinenraum darf nur unter Aufsicht ausgebildeter Führer besichtigt werden, und
2. Abschränkungen (Personenleitsystem mit einziehbarem Gurt) halten die Besucher auf sicherer Distanz zu den Gefahrenquellen.

Auch hier werden die detaillierten Massnahmen unter Einbezug der BFU vor der Inbetriebnahme als Museum definiert.

7.4 Ersatzmassnahmen

Wie aus dem Umweltbericht [A] zu entnehmen ist, sind die Auswirkungen der Wiederinbetriebnahme des Kraftwerks Schattenhalb 2 geringfügig, weshalb auf Ersatzmassnahmen verzichtet wird.

8 Wirtschaftlichkeit

8.1 Kostenschätzung

Um den Betrieb der Anlage zukünftig gewährleisten zu können, sind zum aktuellen Planungsstand Kosten in Höhe von ca. CHF 2.4 Mio. zu erwarten. Die geschätzten Kosten basieren auf Erfahrungswerten von kürzlich ausgeführten bzw. projektierten Anlagen. Die Preisbasis ist das Jahr 2020.

Pos. NPK	Beschrieb	Betrag CHF
100	Vorbereitung, Spezialtiefbau, Instandsetzung, Umgebung	232'500.00
200	Tiefbau- und Untertagbauarbeiten	76'500.00
300	Rohbauarbeiten	83'000.00
400	Werkleitungsbau, Sanitär-, Heizungs- und Lüftungsanlagen	154'000.00
500	Elektro- und Kommunikation	In. Pos. 700
600	Ausbauarbeiten Diverse Bauhandwerker: Schlosser, Schreiner, Maler usw.	118'000.00
700	Einrichtungs-, Ausrüstungs- und Ausstattungsarbeiten Stahlwasserbau, EM-Ausrüstung, Steuerung und Netzanschluss	1'160'000.00
800	Übrige Aufwendungen Baunebenkosten, Planung und Reserven (10% auf Pos. 100-700)	406'000.00
	Total exkl. MWST	2'230'000.00
	Total inkl. MWST	2'400'000.00

Tabelle 3: Kostenschätzung Reaktivierung KW Schattenhalb 2

Die Kostenschätzung beinhaltet alle notwendigen Bauarbeiten, Sanierungsarbeiten an der Druckleitung sowie die elektromechanischen Revisionen bzw. Neuinstallationen. Bei den Kosten für Planung und Projektierung sind die bereits getätigten Vorleistungen nicht mehr aufgeführt. Die Reserve für unvorhergesehene Leistungen ist mit 10 % der Baukosten berücksichtigt. Die Genauigkeit der Kostenschätzung (Gesamtbetrag) darf einem Bauprojekt entsprechend mit $\pm 10\%$ angenommen werden.

8.2 Finanzierung

8.2.1 Förderbeiträge

Einspeisevergütungssystem

Gemäss Verfügung der Pronovo vom 12. April 2018 kann das Kraftwerk Schattenhalb 2 nicht in das neue Einspeisevergütungssystem aufgenommen, da das hydraulische Potential nicht erstmalig genutzt wird und da das Investitionsvolumen auch nicht den Umfang einer

Neuanlage erreicht. Gemäss aktueller Auskunft der Pronovo ist auch die Erweiterung der KEV von Kraftwerk Schattenhalb 1 oder 3 auf Schattenhalb 2 kaum möglich, da sie nicht bei der gleichen Eigentümerschaft liegen bzw. nicht vom gleichen Betreiber betrieben werden.

Investitionsbeiträge

Gemäss Abklärungen mit Etienne Gattiker vom Energiebüro wird die Reaktivierung des Kraftwerks Schattenhalb 2 mit einem Investitionsbeitrag von 40% der Investitionskosten unterstützt. Die Vorabklärung wurde mit dem offiziellen Berechnungstool der NAM-Inflex vorgenommen. Der Antrag auf den Investitionsbeitrag kann aber erst bei Vorliegen einer Konzession (und Baubewilligung) an das Bundesamt für Energie (BFE) gestellt werden.

Weitere Beiträge

Als Schutzobjekt hoher technikgeschichtlicher Bedeutung wird das Kraftwerk Schattenhalb bei einer Sanierung und Reaktivierung von der Kantonale Denkmalpflege unterstützt (Brief der Kantonalen Denkmalpflege vom 15.11.2018, Anhang K). Nach der Präzisierung der Sanierungsmassnahmen mit der Denkmalpflege und entsprechender Gesuchseingabe wurde schliesslich mit dem Regierungsratsbeschluss vom 186/2020 vom 16. Februar 2020 ein Beitrag aus dem Lotteriefonds von 296'000.- gesprochen.

Im Weiteren wurde für die Beschaffung der finanziellen Mittel Pascal Troller beauftragt. Aufgrund seinen Aktivitäten und seinem Netzwerk konnten bis anhin bereits mehrere, in renommierten Fachkreisen landesweit anerkannte Projekte im Bereich der industriellen Kulturgüter realisiert werden (www.pascaltroller.ch).

8.2.2 Gesamtfinanzierung

Die Stiftung als Trägerschaft geht davon aus, dass der Vorsteuerabzug nicht – oder im besten Fall nur zu einem kleinen Anteil - geltend gemacht werden kann. Aus diesem Grund ist die Finanzierung eines Investitionsvolumens inklusive der jeweiligen Mehrwertsteuern sicherzustellen.

Das einzusetzende Fremdkapital kann aufgrund der Ergebnisse der Vorabklärung reduziert werden, was auch eine Reduktion der von Amortisations- und Zinslasten zur Folge hat.

Folgende Zusammenstellung leitet den Bedarf an Fremdkapital her:

Position	[CHF]
Gesamtinvestition	2'400'000
Investitionsbeitrag BFE, gerundet (40 % der Investition)	- 950'000
Eigenleistung Stiftung an Planung und Ausführung	- 200'000
Einlage /Beteiligung Betreibergesellschaft (Gründung nach erteilter Konzession)	- 150'000
Weitere Beiträge / Beteiligung Stiftungen, Private, öffentliche Institutionen à fond perdu	-750'000
Fremdkapital	350'000

Tabelle 4: Ermittlung Fremdkapitalbedarf

8.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Die Betrachtungen erfolgen in einer Tragbarkeitsrechnung über die Kosten und Erträge über eine Jahresperiode.

Die Positionen 1 *Betrieb und Unterhalt* und 2 *Verwaltung, Versicherung und Steuern* leiten sich aus dem Instrument der AUE ‚Beurteilung von Projekten für Kleinkraftwerke aus Sicht der Nachhaltigen Entwicklung‘ ab. Der Faktor von 0.0175 der Investitionskosten für die Betriebs- und Unterhaltskosten wurde verdoppelt aufgrund der historischen Anlage. Mit Position 3 wird eine Rückstellung für periodisch wiederkehrende Ersatzinvestitionen eingebaut.

Ersatzinvestitionen sind im Fall der historischen Anlage Schattenhalb 2 vor allem umfassende Revisionen.

Da mit einem tiefen Anteil an Fremdkapital gerechnet werden kann, fallen auch die Zinsbelastungen entsprechend tief aus, gemäss Position 4. Eingesetzt wurde hier ein realisierbarer Zins gemäss Offertanfrage.

Position 6 quantifiziert die Synergiemöglichkeiten aus dem Betrieb des Museums, der in jedem Fall Betrieb und Unterhalt des Gebäudes und der Zugangswege beinhaltet.

Beim Ertrag aus dem Stromverkauf werden zwei Szenarien betrachtet. Eines basiert auf den Rücklieferatarifen im BKW-Netz (Basis 2019) zuzüglich einer Mehrwertvergütung, dem heute bestätigten Zusatzertrag von 1.00 Rp/kWh beim Label ‚naturemade star‘, und eines basiert auf dem reinen Rücklieferatarif.

Tragbarkeitsrechnung:

1: Betrieb und Unterhalt 3.5% (Faktor 2 wegen historischer Anlage)	[CHF]	84'000.00
2: Verwaltung, Versicherung, Steuern, Abgaben 0.8%	[CHF]	19'200.00
3: Amortisation auf 12.5 Jahre (im Sinn einer Rückstellung)	[CHF]	28'000.00
4: Verzinsung (170'000 variabel, 2.5%; 180'000 fest, 1.80 %)	[CHF]	7'490.00
5: Jahreskosten total	[CHF]	138'690.00
6: Synergie Gebäude, Erschliessung und Überwachung durch Stiftung	[CHF]	- 12'000.00
7: Jahreskosten mit Synergien Museumsbetrieb total	[CHF]	126'690.00
8: Mittlere Jahresproduktion	[GWh]	3.00
8: Rückliefervergütung BKW, exkl. MwSt. (Basis 2019)	[CHF/kWh]	0.05
10: Herkunftsnachweise oder Zertifizierungen: naturemade star	[CHF/kWh]	.01
11: Ertrag 1 Stromverkauf/Jahr	[CHF]	180'000.00
12: Mittlere Jahresproduktion	[GWh]	3.00
13: Rückliefervergütung BKW, exkl. MwSt. (Basis 2019)	[CHF/kWh]	0.05
14: Herkunftsnachweise oder Zertifizierungen	[CHF/kWh]	0
15: Ertrag 2 Stromverkauf/Jahr	[CHF]	150'000.00
16: Gestehungskosten bei 5	[Rp./kWh]	4.62
16: Gestehungskosten bei 7	[Rp./kWh]	4.22

Tabelle 5: Jahreskosten, Ertragsszenarien, Gestehungskosten

Damit zeigt sich, dass das Kraftwerk Schattenhalb 2 auch in einem schwierigen Umfeld am Elektrizitätsmarkt bestehen kann. Dies einerseits dank einer günstigen Finanzierungsstruktur und dank den Synergiemöglichkeiten aus dem Museumsbetrieb.

Natürlich werden Partner gesucht, die bessere Erlöse aus dem Stromverkauf ermöglichen, damit den musealen Zielen und der Öffentlichkeitsarbeit mehr Spielraum gegeben werden kann.

9 Wasserbau und Gewässerunterhalt

Die Restwasserstrecke von Kraftwerk Schattenhalb 2 entspricht einer Teilstrecke der Restwasserstrecke von Kraftwerk Schattenhalb 3. Für das Kraftwerk Schattenhalb 3 sind Wasserbau und Gewässerunterhalt bereits in der Konzession vom 29. März 2006 geregelt. Im Bereich der gemeinsamen Restwasserstrecke besteht für die BKW von der Stauwurzel (Einlauf Umleitstollen Zwirgi) bis 100 m nach dem Stauweiher Zwirgi eine Wasserbau- und Gewässerunterhaltungspflicht.

Die Wiederinbetriebnahme von Kraftwerk Schattenhalb 2 – wie schon aus den ökologischen Betrachtungen hergeleitet werden kann – auch auf den Wasserbau und Gewässerunterhalt keine nachteilige Auswirkungen. Im Bereich der Zuständigkeit der BKW um die Stauanlage Zwirgi ist somit kein Mehraufwand für Wasserbau und Gewässerunterhalt auszumachen. Allgemein wird die Mitbenutzung der Stauanlage Zwirgi in der Vereinbarung über Betrieb und Haftung mit der BKW Energie AG geregelt (Anhang L).

10 Realisierung

10.1 Erschliessungskonzept, Installationsplätze und Materialumschlag

Da es sich um mehrere –und verhältnismässig kleine– Eingriffe handelt, ist eine weitestgehend schonende Erschliessung der Baustellenstandorte durch Helikoptereinsätze geplant. Der Standort Zwirgi, beim Windenhaus SH3 der BKW (ca. 200 m²), ist bis auf weiteres als Umschlagplatz für sämtliche Helikoptertransporte angedacht. Er ist über die Scheideggstrasse mit Innertkirchen und Meiringen erschlossen und bietet zudem genügend Raum als Installationsfläche für die Massnahmen 1 und 2.



Abbildung 26: Installations- und Umschlagplätze, Zwirgi (links) Zentrale SH2 (rechts)

Der Vorplatz bei der Zentrale SH2 (ca. 60 m²) ist als Installations- und Umschlagplatz für die Massnahmen 5 und 6 vorgesehen. Die Transportflüge erfolgen von dort zum Umschlagplatz Zwirgi, von wo sie mittels Lastwagen angeliefert respektive abtransportiert werden.

Zum jetzigen Zeitpunkt muss mit etwa 165 Helikopterrotation gerechnet werden. Bei einer mittleren Rotationsdauer von angenommen 5 Minuten ist von 14 - 15 Flugstunden (inkl. Transferflüge zum Heliport) zu rechnen. Aufgrund der gestaffelten Arbeiten erfolgen die Flugeinsätze nach Bedarf und über die gesamte Bauzeit verteilt.

Zum und ab dem Umschlagplatz Zwirgi erfolgen die Transporte über Last- und Lieferfahrzeuge. Auf die gesamte Bauzeit verteilt darf diesbezüglich mit einem baubedingten Verkehrsaufkommen (Hin- und Rückfahrt) von etwa 100 - 150 Lastfahrzeugen ausgegangen werden.

Als weiteres Transportmittel soll die Reichenfallbahn so weit wie möglich eingesetzt werden. Sie soll vor allem für den Personentransport und zur Bewegung kleiner Lasten für die Massnahmen 3 bis 6 genutzt werden.

Massnahme	Erschliessung	Heli- Rotationen	Materialumschlag ca.
1 Anpassung Ausleitung	Via Fussweg über Staumauer/Heli ab Zwirgi	10	Installationsmaterial, Werkzeug, Einbauteile Beton: Kleinmengen
2 Anschluss Druckleitung	Scheideggstrasse	0	Installationsmaterial, Werkzeug, Einbauteile Ausbruch Fels 20 m ³ Beton: 10 m ³ Stahl: 3 to
3 Abdichtung Stollen	Reichenbachfallbahn, Fussweg/ Heli ab Zwirgi	15	Installationsmaterial, Werkzeug, Einbauteile Beton: 4 m ³
4 Ersatz Druckleitung	Reichenbachfallbahn, Fussweg/ Heli ab Zwirgi	50	Installationsmaterial, Werkzeug, Einbauteile Abbruch DL: 100m Einbau DL: 100m Aushub/Verfüllung ± 0 m ³ Beton: Kleinmengen
5 Anschluss UW-Kanal	Reichenbachfallbahn, Fussweg/ Heli ab Zwirgi	50	Installationsmaterial, Werkzeug, Einbauteile Ausbruch Fels 10 m ³ Abbruch Beton 5 m ³ Beton: 15 m ³
6 Instandstellung Zentrale, EM-Ausrüstung	Reichenbachfallbahn, Fussweg/ Heli ab Zwirgi	40	Installationsmaterial, Werkzeug, Einbauteile Stückgut: Turbinen, Generatoren, Trafo, MS-Schalter, Steuerschränke, Kabel usw.

Tabelle 6: Zusammenstellung Materialumschlag

10.2 Bauprogramm

Gesamthaft wird für die Umsetzung aller Massnahmen von rund 20 Wochen oder 5 Monaten ausgegangen. 15 Wochen entfallen auf die Ausführung von Bau- und Montagearbeiten, die letzten 4 Wochen sind für die Inbetriebnahme vorgesehen. Im Verlauf der Bauarbeiten muss der Betrieb der Anlagen Schattenhalb 1 und Schattenhalb 3 für einige Tage unterbrochen werden. Baubeginn erfolgt im Oktober nach dem die Standseilbahn den touristischen Betrieb eingestellt hat.

	Woche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Massnahme 1																					
Installation																					
Montagearbeiten																					
Massnahme 2																					
Installation																					
Felsausbruch und Sicherungsmassnahmen																					
Montage Verteilrohr und Ergänzung DL																					
Druckproben und IBN																					
Massnahme 3																					
Installation und Vorbereitungsarbeiten																					
Betonarbeiten und Montage Einbauteile																					
Massnahme 4																					
Installation																					
Rodungsarbeiten																					
Leitungsgraben ausheben und Demontage																					
Leitungsmontage und Grabenverfüllung																					
Umgebungsarbeiten und Bestockung																					
Massnahme 5																					
Installation																					
Abbruch und Aushub																					
Betonarbeiten																					
Montage Einbauteile																					
Abschluss und Rückbau Installationen																					
Massnahme 6																					
Demontage EM-Ausrüstung																					
Aufarbeitung EM-Ausrüstung																					
Montage EM-Ausrüstung																					
Verkabelung																					
Inbetriebnahme																					

Abbildung 27: Bauprogramm

10.3 Machbarkeit

Zum jetzigen Zeitpunkt kann zur vorgesehenen Reaktivierung des Kraftwerks Schattenhalb 2 folgendes festgehalten werden:

- Die technische Machbarkeit einer Wiederinbetriebnahme der historischen Kraftwerkanlage wurde bereits vor der Übernahme durch spezialisierte Unternehmungen positiv beurteilt
- Die Voranfrage beim AWA von 2016 wurde positiv beantwortet, die landschaftsästhetische Thematik wurde bereits geprüft
- Die Vorprüfung beim AWA von 2017 wurde negativ beantwortet, Vorbehalte in konzessionsrechtlichen Fragen, zur Nachhaltigkeitsbeurteilung und zur

Wirtschaftlichkeit wurden geäußert. Die landschaftsästhetische Frage bez. Dotierung des Wasserfalls wurde durch die OLK wieder aufgeworfen

Aus der Überarbeitung vom März 2018 resultieren folgende Punkte:

- Mit einem neuen Betriebskonzept kann die ästhetische relevante Dotierung des Wasserfalls erhalten werden
- Unter Einbezug der Umweltfachleute kann die ökologische Nachhaltigkeit nachgewiesen werden; die Umweltauswirkungen erweisen sich als äusserst gering.
- Unter Einbezug eines Konzessionsrechts-Spezialisten kann die Konzessionierungsfähigkeit des Projekts aufgezeigt werden. Bestehende Nutzungsrechte müssen nicht angetastet werden
- Die Gestehungskosten sind vergleichsweise tief, sodass mit einem Investitionsbeitrag des BFE und den Vergütungskonditionen des Netzbetreibers nach der neuen Gesetzgebung ein kostendeckender Betrieb erwartet werden kann.
Im Weiteren ermöglichen Synergieeffekte zwischen Museumsbetrieb und Kraftwerksbetrieb einen grösseren finanziellen Spielraum.

Das Planerteam, 12.08.20/rev.22.12.2020