



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

BERGBAHNEN ENGSTLIGENALP AG

Gesamterneuerung Kleinwasserkraftwerk

Konzessions- und Bauprojekt

Technischer Bericht mit Beilagen



Ausgearbeitet durch

Mario Conrad, dipl. Bauing. FH
HYDRO-SOLAR Engineering AG Bachmatten 9, 4435 Niederdorf
mario.conrad@hydro-solar.ch / www.hydro-solar.ch



Programm
Kleinwasserkraftwerke
www.kleinwasserkraft.ch

Impressum

Datum: 26.05.2009

Unterstützt vom Bundesamt für Energie

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

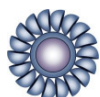
Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch

BFE-Bereichsleiter: bruno.guggisberg@bfe.admin.ch

Projektnummer: 102558

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.



Revisionsvermerk

Datum	Bemerkungen

Antrag um Konzessionserteilung und Baubewilligung

Die Bergbahnen Engstligenalp AG stellt hiermit aufgrund der nachstehenden Erläuterungen, der beigefügten Planunterlagen und Dokumente folgenden Antrag:

Antrag auf Konzessionserneuerung für die Nutzung der Wasserkraft an dem Engstligenbach im Bereich der bestehenden Kraftwerksanlage auf der Engstligenalp in Adelboden. Im Weiteren wird beantragt, dass die Bewilligung für 60 Jahre zu erteilen ist. Mit der Konzessionserteilung sind auch die Baubewilligung sowie die Nebenbewilligungen zu erteilen.

Unterschriften

Adelboden, 26.05.2009

Gesuchsteller: Bergbahnen Engstligenalp AG

Projektverfasser: HYDRO – SOLAR Engineering AG



Zusammenfassung

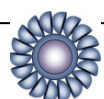
Die dramatischen Hochwasser, die extreme Trockenheit: sie zeigen einmal mehr die Notwendigkeit für einen konsequenten Klimaschutz. Zweifellos besteht eine menschliche Mitverantwortung für den globalen Temperaturanstieg. Es gilt Verantwortung für die Zukunft zu übernehmen und den CO₂-Ausstoss zu reduzieren. Diese Tatsache, und sei der Beitrag noch so klein, ist heute wichtiger Bestandteil der energiepolitischen Zielsetzung von Bund, Kanton und der Bergbahnen Engstligenalp AG. Die Bemühungen um eine bessere Erschliessung einheimischer, erneuerbarer Ressourcen gehören zu den Konstanten der Energiepolitik. Die Verpflichtung der Bergbahnen Engstligenalp AG zur Nachhaltigkeit hilft mit die Klimaschutzziele zu erreichen.

Die gesamterneuerte Kleinwasserkraftanlage (KWKW) nutzt eine Wassermenge von 1.35 m³/s bei einem vorhandenen Gefälle von rund 57 m. Es kann eine maximale Leistung von 570 kW erzeugt und mit einer Jahresproduktion von rund 2'000'000 kWh gerechnet werden. Diese Strommenge entspricht dem Bedarf von rund 500 Haushaltungen. Die Gesamtkosten der neuen Kraftwerksanlage betragen rund 2.5 Mio. Franken. Daraus errechnet sich ein Energiegestehungspreis von 16.3 Rp./kWh.

Das Projekt entspricht dem aktuellen Stand der Gesetzgebung, des Umweltschutzes und der Raumplanung. Die Anlage ist im Sinne der Gesetzgebung standortgebunden. Sie wird in einem bauzonenmässig unerschlossenen Raum realisiert. Das Projekt berücksichtigt alle öffentlichen Interessen in gebührender Masse. Das vorhandene Energiepotential wird unter Berücksichtigung des Umwelt- und Landschaftschutzes genutzt.

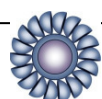
Für die Bergbahnen Engstligenalp AG bestehen mit der Umsetzung des Strom-VG klare und verlässliche gesetzliche Rahmenbedingungen indem eine kostendeckende Vergütung gewährt wird. Das Projekt entspricht marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und hat einen hohen umweltpolitischen und volkswirtschaftlichen Stellenwert.

Die Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) wurde durch Swissgrid bewilligt. Der provisorisch festgelegte Vergütungssatz beträgt 19.5 Rp/kWh.

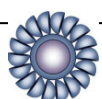


Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
2	Unterlagen.....	11
2.1	Topographische Unterlagen	11
2.2	Hydrologische Unterlagen	11
2.3	Geologisches / Geotechnisches Gutachten.....	11
2.4	Gewässerökologisches Gutachten.	11
2.5	Amtsberichte aus dem Vorprüfungsverfahren	11
2.6	Weitere Unterlagen	11
3	Bestehende Wasserkraftanlage.....	13
3.1	Allgemeines	13
3.2	Wasserfassung / Einlaufbauwerk	13
3.3	Druckleitung	14
3.4	Wasserschloss	15
3.5	Zentralengebäude	15
3.6	Elektromechanische Anlagen	16
4	Hydrologie	17
4.1	Allgemeines	17
4.2	Einzugsgebiet und Abflussmengen	17
4.3	Restwassermengen.....	19
4.3.1	Allgemeines	19
4.3.2	Festlegung der Mindest-Restwassermenge nach Gewässerschutzgesetz	19
4.3.3	Notwendigkeit einer Erhöhung der Restwassermenge	19
4.3.4	Sicherstellung der Restwasserdotierung	21
4.4	Ausbau- und Nutzwassermenge	23
4.5	Hochwassermengen.....	23
5	Geologischer Bericht, Kellerhals + Haefeli AG.....	24
6	Bodenschutzkonzept, GEOTEST AG	26
7	Anliegen der Behörden bezüglich Landschaftsschutzes	27
8	Variantenstudium	28
8.1	Allgemeines	28
8.2	Linienführung der Druckleitung.....	28
8.3	Lage des Zentralenstandortes / Wasserrückgabe	29
8.4	Ausbauwassermenge.....	30
9	Beschrieb Konzessionsprojekt.....	31
9.1	Anlagekonzept	31
9.2	Wasserfassung	31
9.2.1	Stauwehr, Einlaufbauwerk.....	31
9.2.2	Entsander.....	32
9.2.3	Anschluss Druckleitung / Stau- und Regelvolumen	33
9.2.4	Zugang.....	34
9.2.5	Bauausführung.....	34
9.3	Druckleitung	34
9.3.1	Allgemeines	34
9.3.2	Linienführung	34
9.3.3	Technische Daten	36



9.3.4	Bauvorgang.....	36
9.4	Zentrale.....	36
9.4.1	Zentralendisposition	36
9.4.2	Elektromechanische Einrichtung	37
9.4.3	Zufahrten.....	37
9.4.4	Netzanschluss LWA	37
10	Hochwassersicherheit	38
11	Auswirkungen auf die Umweltaspekte	39
11.1	Restwassermengen.....	39
11.2	Grundwasser.....	39
11.3	Geschiebetransport.....	39
11.4	Geschwemmselkonzept	39
11.5	Gewässerökologie / Einleitung ARA Abwasser.....	40
11.6	Natur und Landschaft	40
11.7	Materialbewirtschaftung, Transporte und Deponien	41
11.8	Lärm.....	41
12	Energieproduktion	42
13	Kostenschätzung.....	43
14	Energiegestehungskosten, Wirtschaftlichkeit.....	44
15	Bauprogramm	45
	Hauptdaten der Anlage.....	46



Dokumente zum technischen Bericht

Berichtsbeilagen

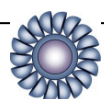
- Beilage 1: Landkarte 1:50'000 der Einzugsgebiets - Fläche
Beilage 2: Abflussdatenblatt der eidg. Hydrometrischen Messstation
Engstligenbach - Engstligenalp von 1950 bis 1965
Beilage 3: Eichkurve $Q_{Dot} = f$ (WSP im OW)
Beilage 4: Hochwassermengen Wasserfassung
Beilage 5: Produktionsberechnung
Beilage 6: Generelles Terminprogramm

Planbeilagen

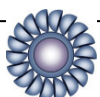
- Nr. 07.148 - 01 Gesamtübersicht, Situationsplan 1:500
Nr. 07.148 - 02 Druckleitung, Längenprofil 1:500
Nr. 07.148 - 03 Stauwehr, Wasserfassung und Entsanderanlage
Übersichtsplan 1:200, Grundriss und Schnitte 1:100
Nr. 07.148 - 04 Zentrale,
Übersichtsplan 1:200, Grundriss und Schnitte 1:100

Anhänge:

- Anhang 1: Erneuerung Kraftwerk Engstligenalp, Gewässerökologisches Gutachten, Büro für Gewässer und Fischereifragen AG (BGF AG), März 2008
Anhang 2: Bericht Nr. 6164, Felssturzgefahr Kraftwerk Engstligenalp, Geologischer Bericht, KELLERHALS+HAEFELI AG, Oktober 2007
Anhang 3: Bericht Nr. 08264.1, Adelboden, Engstligenalp / Gesamterneuerung Kraftwerk Engstligenalp, Bodenschutzkonzept, GEOTEST AG, Februar 2009
Anhang 4: Gutachten der ENHK; Kleinwasserkraftwerk auf der Engstligenalp, Gemeinde Adelboden BE - Voranfrage, 07.01.2009
Anhang 5: Naturschutzinspektorat; Gesamterneuerung Wasserkraftanlage Engstligenalp, Vorprüfung von unterirdischem Projekt, Stellungnahme Naturschutzinspektorat, 24.07.2008



- Anhang 6: Amt für Gemeinden und Raumordnung; Adelboden; Neubau Wasserkraftanlage WKW Engstligenalp, Voranfrage, 25. Juli 2008
- Anhang 7: Fotodokumentation neue Linienführung, Bergbahnen Engstligenalp AG, Juni 2008
- Anhang 8: Dokumentation Einsicht des Engstligenfalls von verschiedenen Punkten im Tal, Bergbahnen Engstligenalp AG, September 2009



1 Einleitung

Die Engstligenalp liegt ca. 5 km südlich von Adelboden. Die Hochebene der Alp liegt auf fast 2000 m. ü.M. und ist kesselförmig von einer Bergkette umrahmt. Das im Einzugsgebiet anfallende Wasser bildet den Engstligenbach, welcher am nördlichen Rand der Hochebene in zwei Stufen über eine 570 m hohe Felswand zu Tale stürzt. Der grösste Teil des Wassers stammt aus dem Strubelgletscher.

Die beiden Engstligenfälle sind als kantonales Naturschutzgebiet (RRB vom 2. Juli 1948), die ganze Hochebene Engstligenalp im Bundesinventar der Landschaften von nationaler Bedeutung ausgeschieden (BLN-Gebiet Nr. 1513 Engstligenfälle mit Engstligenalp).

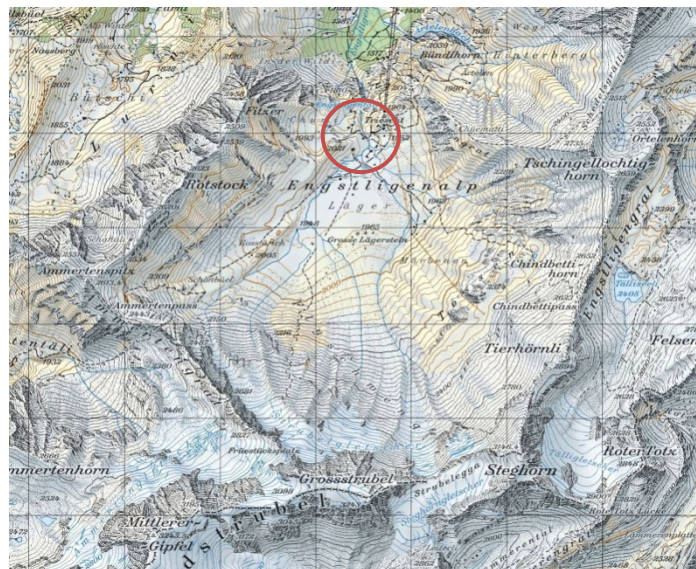
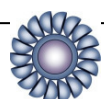


Abbildung 1: Landkartenausschnitt Engstligenalp

Die Bergbahnen Engstligenalp AG betreibt seit 1934 auf der Engstligenalp ein Kleinwasserkraftwerk. Das Kleinwasserkraftwerk befindet sich von der Fassung bis zur Rückgabe des Wassers sowohl im kantonalen Naturschutzgebiet wie auch im BLN-Gebiet. Im Jahre 1962 wurde die Wasserrfassung durch einen kleinen Stausee ergänzt und eine leistungsfähigere Turbine installiert. Die Anlage wird jedoch als reine Durchlaufanlage ohne Stauraumbewirtschaftung betrieben. Der erzeugte Strom diente ursprünglich zum Betrieb der Luftseilbahn. Seit dem Anschluss ans öffentliche Stromnetz im Jahre 1972 wird der Strom direkt dem lokalen Elektrizitätswerk: Licht- und Wasserwerk Adelboden verkauft.

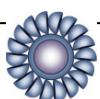


Die baulichen sowie die elektromechanischen Anlageteile sind infolge des hohen Nutzungsalters in einem nicht mehr gebrauchstauglichen Zustand. Insbesondere die Turbine zeigt infolge Abrasion grosse Schäden, sodass jederzeit mit einem Ausfall zu rechnen ist. Reine Instandhaltungsmassnahmen reichen nicht mehr aus um die Anlage sicher zu betreiben. Ebenfalls drängen sich aus Sicht der Hochwassersicherheit der Wehranlage und aus geologischer Sicht Veränderungen an der Kraftwerksanlage auf.

In einem ersten Schritt wurde die HYDRO-SOLAR Engineering AG durch die Bergbahnen Engstligenalp AG beauftragt, eine Machbarkeitsstudie zur Gesamterneuerung der Anlage auszuarbeiten. Gleichzeitig erteilte die Bergbahnen Engstligenalp AG dem Büro für Gewässer- und Fischereifragen AG, Solothurn (BGF AG) den Auftrag ein gewässerökologisches Gutachten und dem Büro Kellerhals + Haefeli AG, Geologen, Bern einen geologischen Bericht bezüglich der Felssturzgefahr im Bereich der Kraftwerksanlage auszuarbeiten.

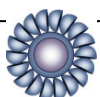
Die Machbarkeitsstudie und die Expertenberichte zeigen auf, dass die Gesamterneuerung des Kleinwasserkraftwerks aus geologischer und landschaftschützerischer Sicht grosse Vorteile mit sich bringt. Der gewässerökologische Bericht der BGF AG zeigt zudem auf, dass unter Berücksichtigung der gesetzlichen Mindestrestwassermenge von 74 l/s und der Beschränkung der täglichen Abflussschwankungen auf ein Verhältnis von maximal 4:1 mit keinen relevanten gewässerökologischen Nachteilen durch die Gesamterneuerung des Kleinwasserkraftwerks zu rechnen ist. Da die Wasserkraftanlage für die Bergbahnen Engstligenalp AG eine wichtige Einnahmequelle darstellt und der Ertrag aus dem Stromverkauf einen erheblichen Beitrag an die Deckung des Gesamtaufwandes leistet, ist die Gesamterneuerung der Anlage auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen zwingend notwendig.

Im Rahmen eines Vorprüfungsverfahrens wurde das Vorprojekt am 09. April 2008 beim Amt für Wasser und Abfall AWA des Kantons Bern eingereicht. Durch das AWA wurden bei der eidgenössischen Natur- und Heimatschutzkommission ENHK und den zuständigen Amtsstellen des Kantons Bern, namentlich dem Amt für Gemeinden und Raumordnung AGR und dem Naturschutzinspektorat NSI, Stellungnahmen eingeholt. Am 30. Juni und am 25. September 2008 fanden Begehungen vor Ort statt. Im Weiteren wurden am 31. März 2009 Vertreter der Pro Natura Oberland, sowie des lokalen Fischereivereins zu einer Informationsveranstaltung „Gesamterneuerung Kleinwasserkraftwerk Engstligenalp“ eingeladen.



Die positiven Rückmeldungen aus dem Vorprüfungsverfahren und den Gesprächen mit den Naturschutzorganisationen veranlasste die Bauherrschaft das Projekt weiter zu verfolgen.

Die HYDRO-SOLAR Engineering AG wurde am 07.01.2009 mit der Ausarbeitung des Konzessions- und Bauprojekt für die Gesamterneuerung des Kleinwasserkraftwerks Engstligenalp an der Engstligen beauftragt.



2 Unterlagen

2.1 Topographische Unterlagen

- Landkarte 1:50'000 (Swiss Map 50)
- Naturschutzkarte des Kantons Bern / Engstligenalp 1:25'000, Amt für Landwirtschaft und Natur
- Digitales Terrainmodell DTM+AV2, Amt für Geoinformation des Kantons Bern

2.2 Hydrologische Unterlagen

- Abflussdaten der eidgenössischen hydrometrischen Messstation Engstligenbach – Engstligenalp von 1950-1965 (LH, 1965)

2.3 Geologisches / Geotechnisches Gutachten

- Bericht Nr. 6164, Felssturzgefahr Kraftwerk Engstligenalp, Geologischer Bericht, KELLERHALS+HAEFELI AG, Oktober 2007
- Bericht Nr. 08264.1, Adelboden, Engstligenalp / Gesamterneuerung Kraftwerk Engstligenalp, Bodenschutzkonzept, GEOTEST AG, Februar 2009

2.4 Gewässerökologisches Gutachten.

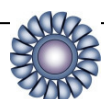
- Erneuerung Kraftwerk Engstligenalp, Gewässerökologisches Gutachten, Büro für Gewässer und Fischereifragen AG (BGF AG), März 2008

2.5 Amtsberichte aus dem Vorprüfungsverfahren

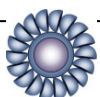
- Gutachten der ENHK; Kleinwasserkraftwerk auf der Engstligenalp, Gemeinde Adelboden BE - Voranfrage, 07.01.2009
- Naturschutzinspektorat; Gesamterneuerung Wasserkraftanlage Engstligenalp, Vorprüfung von unterirdischem Projekt, Stellungnahme Naturschutzinspektorat, 24.07.2008
- Amt für Gemeinden und Raumordnung; Adelboden; Neubau Wasserkraftanlage WKW Engstligenalp, Voranfrage, 25. Juli 2008

2.6 Weitere Unterlagen

- Bergbahnen Engstligenalp AG, Machbarkeitsstudie, Gesamterneuerung WKA, HYDRO-SOLAR Engineering AG, Februar 2008
- Bergbahnen Engstligenalp AG, Vorprüfungsverfahren, Gesamterneuerung WKA, HYDRO-SOLAR Engineering AG, April 2008
- Fotodokumentation neue Linienführung, Bergbahnen Engstligenalp AG, Juni 2008



- Dokumentation Einsicht des Engstligenfalls von verschiedenen Punkten im Tal, Bergbahnen Engstligenalp AG, September 2009
- Produktionsdaten des bestehenden Kleinwasserkraftwerks Engstligenalp 2004 und 2005, LWA Adelboden



3 Bestehende Wasserkraftanlage

3.1 Allgemeines

Die Konzession für das Kraftwerk Engstligenalp wurde 1963 für eine Dauer von 50 Jahren erteilt und läuft somit 2013 aus.

Die bestehende Anlage erzeugt heute, bei einer Bruttofallhöhe von rund 40 m und einer Nutzwassermenge von ca. 175 l/s, eine Nenn-Leistung von 70 kW. Die mittlere Jahresenergieproduktion beträgt ca. 450'000 kWh.

3.2 Wasserfassung / Einlaufbauwerk

Das Wehr aus dem Jahr 1963 liegt ca. 1925 m ü.M. und besteht aus einem quer in den Bach gestellten, massiven Körper aus Stahlbeton. Es ist rund 18 m breit und 2.1 m hoch, mit einer Überfallkante versehen und besitzt einen 0.95 m x 1.02 m grossen Grundablass. Der Einlauf zur Druckleitung befindet sich am linken Ufer und verfügt über einen vorgelagerten Rechen. Anstelle eines Tosbeckens unterhalb des Stauwehres ist das Bachbett mit einbetonierten Steinen ausgekleidet.



Abbildung 2: Bestehende Wehranlage

Der Zustand der Wehranlage und des Einlaufbauwerks kann als knapp gebrauchstauglich beurteilt werden. Speziell wird darauf hingewiesen, dass die Flanken im Falle eines Hochwassers überströmt werden und es luftseitig zu starken Materialausschwemmungen und Rutschungen kommt. Weiter wird bemängelt, dass das Einlaufbauwerk nicht zweckmässig ist. Es fehlt ein Spülauslass um das im Einlaufbauwerk abgelagerte Geschiebmaterial in den Bach zurück zu transportieren. Derzeit muss die Spülung des Einlaufbeckens über die Druckleitung erfolgen! Im Staubereich der Wehranlage bildet sich ein grosser Verlandungskörper, welcher nicht nur den Kraftwerksbetrieb beeinträchtigt, sondern zudem aus Sicht der Anlagensicherheit Risiken mit sich bringt.

3.3 Druckleitung

Die bestehende Druckleitung aus Stahl (BJ 1963) wurde 1995 teilweise durch eine GFK-Leitung erneuert. Insgesamt ist die Druckleitung 234 m lang und weist eine Nennweite von 400 mm auf. Das Landschaftsbild wird erheblich durch die teilweise oberirdisch verlegte Druckleitung beeinträchtigt.



Abbildung 3: Bestehende Druckleitung

3.4 Wasserschloss

Das bestehende Wasserschloss ist als Schachtwasserschloss aus vier Brunnenringen erstellt. Da mit der heutigen Anlage kein Regelbetrieb mehr gefahren wird, ist es nicht mehr betriebsnotwendig.

3.5 Zentralengebäude

Das Zentralengebäude ist eine auffällige Stahlbetonkonstruktion und muss dringend saniert werden. Im heutigen Zustand sind die darin enthaltenen Anlagenteile nicht mehr ausreichend vor Witterungseinflüssen geschützt. Zusätzlich ist der heutige Zentralenstandort von einer absturzgefährdeten Felsnase bedroht. Einzelne Felsstürze können jederzeit zu einer Totalzerstörung des Gebäudes führen. Es besteht im Weiteren auch eine erhebliche Gefährdung des Betriebspersonals.

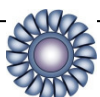


Abbildung 4: Bestehendes Zentralengebäude

3.6 Elektromechanische Anlagen

Die Turbinenachse der Francis-Turbine liegt auf 1884.85 m ü.M. Zur Steuerung der Durchflussmenge ist ein Regulierschieber Ø 200 mm eingebaut. 1991 wurde ein neuer Generator eingebaut.

Die elektromechanischen Anlagen sind aufgrund des hohen Nutzungsalters in einem entsprechend schlechten Zustand. Nach Angaben der Betreiberin wurden die Turbinenschaukeln infolge der grossen Abrasion bereits mehrmals überarbeitet. Der Generator ist noch in einem guten Zustand, muss jedoch behelfsmässig vor Nässe geschützt werden. Die Gesamtanlage hat ihre Lebensdauer erreicht und muss erneuert werden.



4 Hydrologie

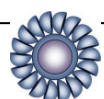
4.1 Allgemeines

Die hydrologischen Grundlagen basieren auf den Messergebnissen der Landeshydrologie zwischen 1950 und 1965 bei der im Jahre 1966 aufgehobenen Messstation Engstligenbach - Engstligenalp (LH, 1965), welche wenig unterhalb der heutigen Wasserrückgabe angeordnet war. Das dazugehörige Datenblatt Engstligenbach - Engstligenalp der Landeshydrologie ist in der Beilage 2 aufgeführt.

Die Abflussveränderung der letzten 40 Jahre wurde mittels Gebietsvergleichen der beiden benachbarten und bis heute dokumentierten Gebiete Simme - Oberried / Lenk (1944 - 2006) und Allenbach - Adelboden (1950 - 2006) eruiert. Es hat sich gezeigt, dass die Messdaten für den Engstligenbach aus dem Jahre 1965 mit guter Näherung und ohne Korrektur auf die heutige Situation übernommen werden können.

4.2 Einzugsgebiet und Abflussmengen

Das Einzugsgebiet des Engstligenbaches umfasst das kesselförmige, von einer Bergkette umrahmte Gebiet um die Hochebene Engstligenalp. Das direkte Einzugsgebiet des Engstligenbaches umfasst bei der Wasserfassung eine Grösse von 14.4 km² und weist bei einer mittleren Höhe von 2300 m ü.M. einen Gletscheranteil von rund 11.0 % auf (Stand 1965, aus Abflussdatenblatt des Engstligenbaches 1950-1965). Gemäss hydrologischem Atlas der Schweiz (LH, 1992) gehört die Engstligen dem b-glazio-nivalen Regimetyp an, d.h. es bestehen ausgeprägte mittlere Abflussspitzen in den Monaten Juni und Juli sowie Minimalabflüsse in den Monaten Dezember bis April. Speziell in den Sommermonaten Juli und August sind die Abflüsse durch Gletscherwasser geprägt, während in den Monaten Mai und Juni die Schneeschmelze die Abflussmenge bestimmt. Wie unter Kapitel 4.1 erwähnt wurde die Abflussdauerkurve des Engstligenbaches anhand der Messergebnissen der Landeshydrologie erstellt. Die Dauerkurve der Abflussmengen ist aus der folgenden Grafik ersichtlich.



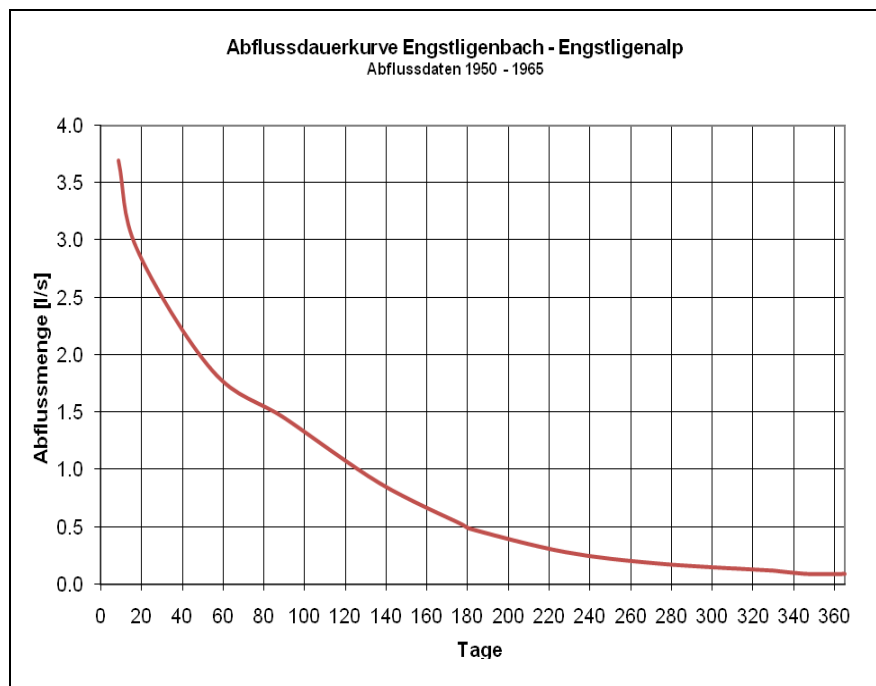


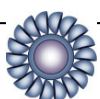
Abbildung 5: Abflussdauerkurve Engstligenbach - Engstligenalp

Die wesentlichen Daten können wie folgt zusammengefasst werden:

- Einzugsgebiet bis Wasserfassung 14.4 km²
- Mittlere Höhe des Einzugsgebietes 2300 m ü.M.
- Vergletscherung ca. 11 %
- Dauerkurve der Abflussmengen

Tage		9	18	55	91	137	182	228	274	329	347
Abfluss	m ³ /s	3.69	2.92	1.86	1.44	0.88	0.48	0.28	0.18	0.12	0.09

- Durchschnittliche Jahresabflussmenge 0.91 m³/s



4.3 Restwassermengen

(Anhang 1; Gewässerökologisches Gutachten, BGF Heinz Marrer AG)

4.3.1 Allgemeines

Im Zusammenhang mit der Ausarbeitung des gewässerökologischen Gutachtens hat das Büro für Gewässer- und Fischereifragen, Heinz Marrer AG (BGF AG) den Fischbestand im Engstligenbach untersucht. Durch den örtlichen Fischereiaufseher Herrn Beat Rieder wurde eine halbquantitative Elektrofischung durchgeführt. Dabei kamen im Oberwasser der Wehranlage, auf einer Bachlänge von 100 m 9 Bachforellen und Bachsaiblinge zwischen 11 und 26 cm Länge zum Fang. Die Restwasserstrecke war fischfrei, obwohl eine Einwanderung grundsätzlich möglich ist.

4.3.2 Festlegung der Mindest-Restwassermenge nach Gewässerschutzgesetz

Für die Bestimmung der minimalen Restwasserabgabe bei der Wasserfassung ist gemäss Gewässerschutzgesetz (GSchG) Art. 31 die Wassermenge Q_{347} des natürlichen Abflusszustandes massgebend. Diese beträgt gemäss Dauerkurve der Abflussmengen 90 l/s. Daraus resultiert gemäss GSchG folgende Mindestrestwassermenge:

- **Q_{RW} Wasserfassung = 74 l/s**

Die derzeitige Restwasserabgabe beträgt lediglich 20 l/s.

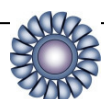
4.3.3 Notwendigkeit einer Erhöhung der Restwassermenge

Im Rahmen der gewässerökologischen Untersuchungen durch die BGF AG wurden die Auswirkungen auf das Restwasserregime dargelegt und bewertet. Für die Bewertung wurden folgende Kriterien herangezogen:

- Ähnlichkeit zum natürlichen Abflussregime;
- Abflussschwankungen innerhalb eines Tages;
- Häufigkeit sohlenbewegender Abflüsse.

Als Schwellenwerte gelten dabei:

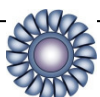
- Für die täglichen Abflussschwankungen ein Verhältnis von maximal 4:1 (Maximal-/Minimalabfluss; ausgenommen sind natürliche Extremereignisse),
- für die Häufigkeit von Sohlenumlagerungen ein Minimalanspruch von 5 Ereignissen je Jahr, wobei ein Grenzabfluss von $0.6 \times Q_1$ natürlich (=2.6 m³/s) angenommen wurde (BAFU, 2007).



Um die oben genannten gewässerökologischen Kriterien zu erfüllen, schlägt die BGF AG für die Wasserfassung des Kraftwerks Engstligenalp eine zuflussabhängige Dotation der Restwasserstrecke wie folgt vor:

$< 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$	→	$0.074 \text{ m}^3/\text{s}$
$> 1.3 - 1.5 \text{ m}^3/\text{s}$	→	$0.15 \text{ m}^3/\text{s}$
$> 1.5 - 1.7 \text{ m}^3/\text{s}$	→	$0.20 \text{ m}^3/\text{s}$
$> 1.7 - 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$	→	$0.30 \text{ m}^3/\text{s}$
$> 2.0 \text{ m}^3/\text{s}$	→	$0.45 \text{ m}^3/\text{s}$

Dies bedeutet, dass bis zu einem mittleren Tageszufluss von ca. $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ keine besonderen Massnahmen zur Erhöhung der Dotierwassermenge von 74 l/s zu ergreifen sind. Bei stärkeren Zuflüssen erhöhen sich die Dotierwassermengen bei der Wasserfassung auf die angegebenen Werte.



4.3.4 Sicherstellung der Restwasserdotierung

Die abgestufte Restwasserdotierung kann durch eine aktive Wasserstandsregelung bei der Wasserfassung sichergestellt werden. Grundüberlegung dabei ist, dass durch unterschiedlich hoch definierte Wasserspiegellagen (Pegel-Sollwerte) die vorgegebene Restwasserdotierung über die vorhandenen Streichwehrkanten erfolgt. Die Turbinensteuerung regelt den Abfluss durch die Maschine, indem der Pegel-Sollwert konstant gehalten wird.

Der Tagesmittelabfluss wird sodann aus den effektiv erfassten Pegel-IST-Werten und dem Durchfluss durch die Turbine ermittelt. Auf Basis dieser 24-Stunden-Datenreihe wird dann der Tagesmittelwert errechnet und den Pegel-Sollwert für den Folgetag bestimmt.

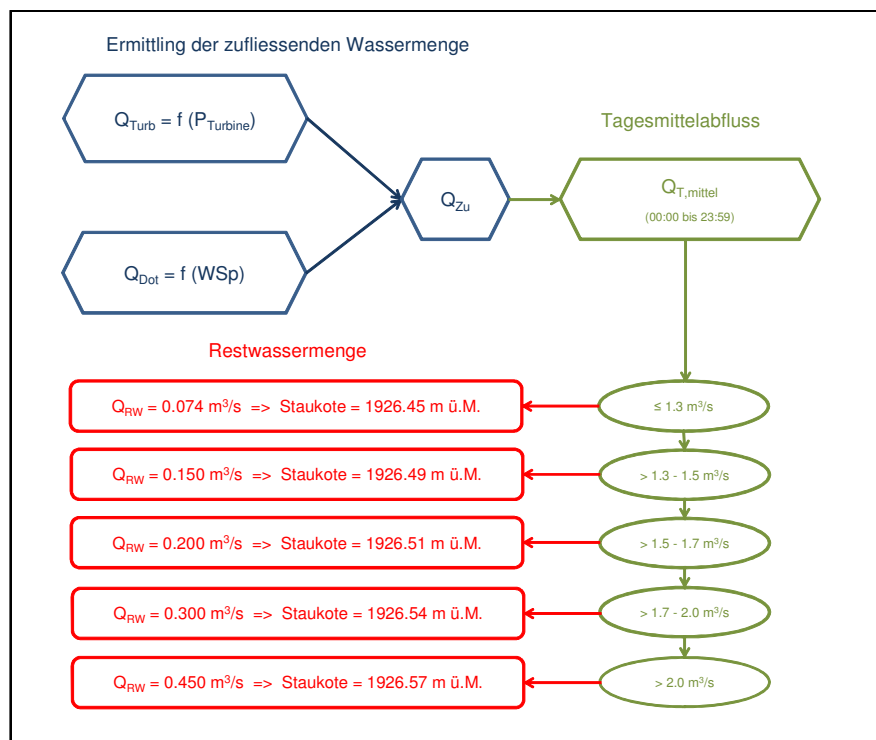
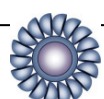


Abbildung 6: Prozess zur Ermittlung der Restwassermenge

Im Detail wird die Zuflussmenge wie folgt ermittelt:

- Messung des Turbinendurchflusses mittels einer Eichkurve A der Funktion $Q_{\text{Turb}} = f(P_{\text{Turb}})$ anhand der Angaben des Turbinenlieferanten.
- Messung der Dotierwassermenge über die festen Überfallkanten mittels einer Eichkurve der Funktion $Q_{\text{Dot}} = f(WSp \text{ im OW})$. Die Eichkurve wird durch konkrete Ab-



flussmessungen in der Engstligen unterhalb der Wehranlage (Salzverdünnungs-
methode) bestimmt. Diese theoretische Eichkurve B ist in Beilage 3 dargestellt.

Als feste Überfallkanten dienen:

Überfall in die Sammelrinne beim Einlaufrechen	1926.37 m ü. M.
Überfall über die Wehranlage	1926.50 m ü. M.
Streichwehr im Entsanderbauwerk	1926.60 m ü. M.

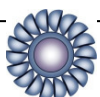
- Die Abflussdaten aus den Eichkurven A und B werden in der Turbinensteuerung fortlaufend erfasst. Am Ende einer 24h-Periode (00:00 bis 23:59 Uhr) werden die Daten ausgewertet und der für die Restwasserabgabe massgebende mittlere Tageszufluss bestimmt.

Es gilt zu beachten, dass Extremereignisse in dieser Berechnung nicht berücksichtigt werden dürfen. Ereignisse welche den Grenzabfluss von $0.6 \times Q_{1\text{natürlich}} (= 2.6 \text{ m}^3/\text{s})$ überschreiten, werden somit mit $2.6 \text{ m}^3/\text{s}$ berücksichtigt.

Auf Basis die erfassten Tagesmittelwertes des Abflusses in der Engstligen wird die notwendige Dotierwassermenge des Folgetages bestimmt und anhand der Eichkurve B der Pegel-Sollwert für die Maschinensteuerung festgelegt.

Die zuflussabhängige Restwasserdotierung erfolgt über unbewegliche, rein physikalische bemessene Bauwerke und ist somit jederzeit sichergestellt.

Die Abgabe der minimalen Dotierwassermenge von 74 l/s ist über die Sammelrinne beim Einlaufrechen bei einem minimalen Betriebsstauziel von 1926.45 m ü.M. sichergestellt.



4.4 Ausbau- und Nutzwassermenge

Die wichtigsten Daten zur Ausbauwassermenge können wie folgt zusammengefasst werden:

Ausbauwassermenge	1.35 m ³ /s, an 98 Tagen
Jährliche Nutzwassermenge	19.2 Mio. m ³
Mittlere Nutzwassermenge	0.61 m ³ /s
Winterhalbjahr	14 %
Sommerhalbjahr	86 %

Die Verarbeitung der anfallenden Wassermenge erfolgt kontinuierlich entsprechend dem natürlichen Wasseranfall des Engstligenbaches bei der Wasserfassung und unter Berücksichtigung der zuflussabhängigen Restwasserdotierung.

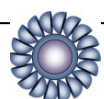
Die zuflussabhängige Restwasserdotierung reduziert die jährliche Nutzwassermenge gegenüber einer konstanten Minimaldotierung von 74 l/s um ca. 1 - 2 %.

4.5 Hochwassermengen

Grundlage zur Bestimmung der Hochwasserabflüsse bei der Wasserfassung am Engstligenbach auf der Engstligenalp bildet das Abflussdatenblatt des Engstligenbaches (1950-1965) sowie die Angaben aus dem hydrologischen Atlas der Schweiz bezüglich den Hochwassermengen für dieses Gebiet. Die Hochwassermengen wurden mittels Gebietsvergleich mit dem anstossenden Nachbargebiet Simme - Oberried / Lenk ermittelt. Zusätzlich wurden die Werte mit den Angaben aus dem hydrologischen Atlas der Schweiz, Kapitel 5.6 verglichen. Die Mittelwerte aus dem Gebietsvergleich und den Angaben aus dem hydrologischen Atlas bilden die Werte für die Auslegung der Wasserfassung auf der Engstligenalp.

	Engstligenbach - Engstligenalp
Einzugsgebiet	14.4 km ²
Mittlere Höhe	2300 m ü.M.
Vergletscherung	11.0 %
HQ-50	15.9 m ³ /s
HQ-100	17.6 m ³ /s

Das Berechnungsblatt der Hochwasserwahrscheinlichkeiten ist in Beilage 4 enthalten. Die Wasserfassung des Kleinwasserkraftwerks Engstligenalp wird auf eine Hochwassermenge von 18.0 m³/s dimensioniert.



5 Geologischer Bericht, Kellerhals + Haefeli AG

(Anhang 2)

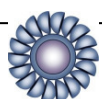
Die Begehung der Firma Kellerhals+Haefeli AG auf der Engstligenalp fand am 17. August 2007 statt und kann wie folgt zusammengefasst werden:

Aus dem ausgearbeiteten geologischen Bericht geht hervor, dass der heutige Zentralenstandort unterhalb einer ca. 20 m hohen Felswand in einem geologisch stark gefährdeten Gebiet liegt. Die Schäden am bestehenden Bauwerk lassen sich u. a. auf regelmässigen Stein- und Blockschlag zurückführen. Weiter wird beschrieben, dass sich oberhalb des Zentralenstandortes eine grosse Felspartie befindet, welche stark absturzgefährdet ist. Das Ausmass der labilen Felspartie wird auf ca. 1000 m³ geschätzt und liegt ca. 20 m über dem Turbinenhaus. Auf dem Dach dieser Felspartie wurden weit offene Klüfte und Trennflächen festgestellt und aufgrund von Vegetationsanzeichen mit z. T. frischen Rissen wird davon ausgegangen, dass die Bewegungen aktiv sind und der Absturz innerhalb weniger Jahre erfolgen wird.

Zusammenfassend geht aus dem geologischen Gutachten hervor, dass aus diesem Gebiet westlich, oberhalb des heutigen Turbinenhauses mit häufigen Ereignissen (hohe Wahrscheinlichkeit) von mittlerer bis grosser Intensität gerechnet werden muss. Der Standort des heutigen Turbinenhauses würde somit in einem Gefahrendiagramm einer roten Gefahrenstufe entsprechen (= erhebliche Gefährdung).

In dem geologischen Bericht der Kellerhals + Haefeli AG wird empfohlen, das neue Turbinenhaus nicht am alten Standort neu zu bauen, sondern an einen geologisch unbedenklichen Standort zu verlegen. Weiter wird empfohlen die Druckleitung westlich der Sturzgefarenggebiete zu führen. Damit kann nicht nur der entsprechenden Gefährdung ausgewichen werden, sondern auch die Leitung vollständig unterirdisch geführt werden. Ebenfalls wird darauf hingewiesen, dass der Arbeitssicherheit grosse Beachtung geschenkt werden muss.

Die nachstehende Grafik zeigt schematisch die geologische Situation im Bereich des Kraftwerks auf der Engstligenalp. Es ist klar ersichtlich, dass die bestehende Druckleitung sowie das bestehende Zentralengebäude im Gebiet mit z.T. starker Gefährdung durch Stein- und Blockschlag liegen.



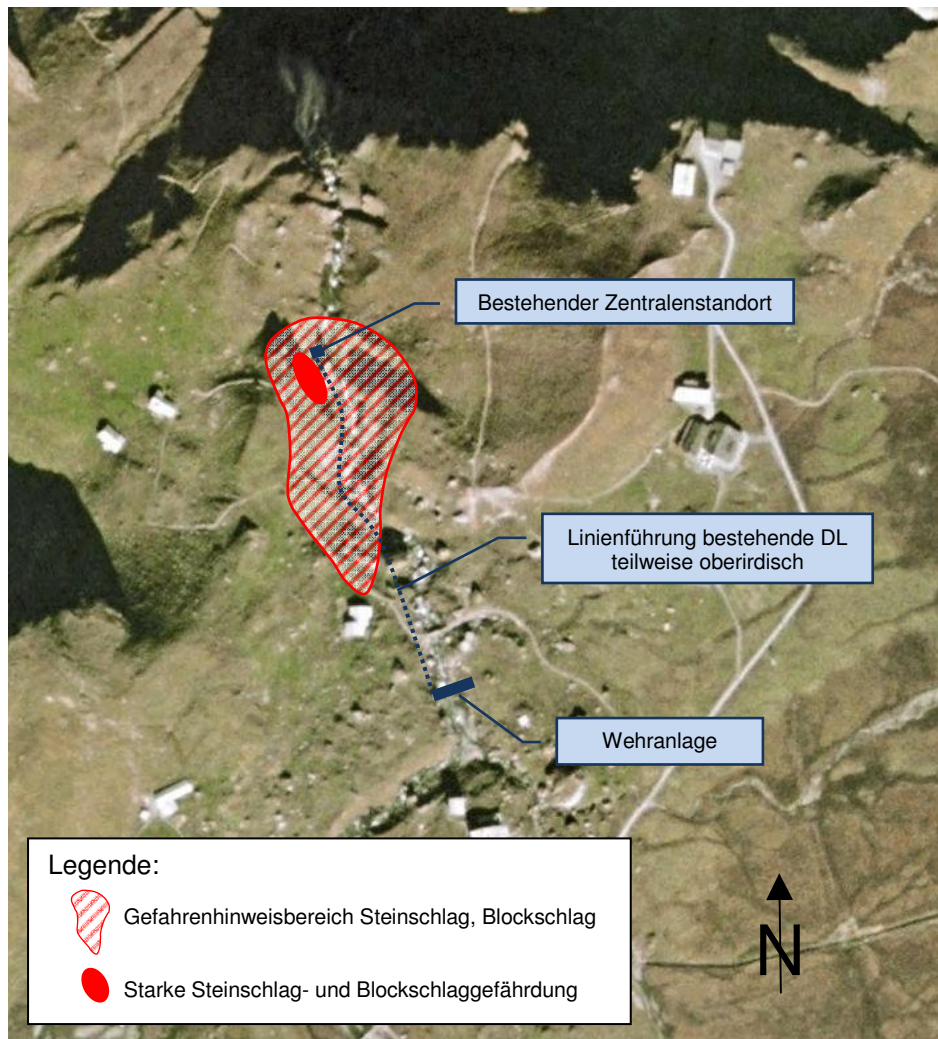


Abbildung 7 : Gefahrensituation im Bereich des bestehenden Kraftwerkstandortes

6 Bodenschutzkonzept, GEOTEST AG

(Anhang 3)

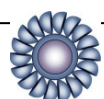
Die Feldarbeiten der GEOTEST AG wurden am 25. Juni 2008 ausgeführt. Im Rahmen der Untersuchungen wurde die gesamte Linienführung begangen und die Bodenoberfläche visuell beurteilt. Im Weiteren wurden drei Bodenprofile bodenkundlich charakterisiert. Im Bericht 08264.1 Adelboden, Engstligenalp Gesamterneuerung Kraftwerk Engstligenalp Bodenschutzkonzept ist der IST-Zustand dokumentiert und die Vorgaben für die Bauausführung formuliert.

Zusammenfassend geht aus dem Bericht hervor, dass die Böden normal wasserdurchlässig sind und keine Grund- oder Staunässe aufweisen. Die Bodenmächtigkeit wurde mit rund 80 cm bestimmt, wobei der Oberboden mit 15 cm, der Unterboden mit 65 cm Stärke angegeben ist. Darunter folgt der C-Boden.

Die Verdichtungsgefährdung ist aufgrund der guten Wasserdurchlässigkeit, des Ton- / Schluffgehaltes und des Steingehaltes der Böden als normal eingestuft worden. Eine hohe Erosionsgefährdung besteht im Bereich der stark geneigten Flächen.

Es wird empfohlen, den Boden beim Abtrag nach Ober-, Unter- und C-Boden zu trennen. Besonders empfohlen wird der Abtrag des Oberbodens als Rasenziegel. Dies ermöglicht bei deren Wiedereinbau einen guten Erosionsschutz und eine verkürzte Folgebewirtschaftung. Im Weiteren wurden Randbedingungen bezüglich Bodennässe, Lagerung des Bodenmaterials, Wiedereinbau des Bodenmaterials, Folgebewirtschaftung und Geräteeinsatz beschrieben, die es bei Arbeitsausführung einzuhalten gilt.

Es wird empfohlen, für Planung, Unternehmenssubmission und Bauausführung der kulturerde-relevanten Arbeiten eine Bodenkundliche Baubegleitung beizuziehen.



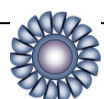
7 Anliegen der Behörden bezüglich Landschaftsschutzes

(Anhänge 4 bis 8)

Im Rahmen eines Vorprüfungsverfahrens wurde das Vorprojekt am 09. April 2008 beim Amt für Wasser und Abfall AWA des Kantons Bern eingereicht. Durch das AWA wurden bei der eidgenössischen Natur- und Heimatschutzkommission ENHK und den zuständigen Amtsstellen des Kantons Bern, namentlich dem Amt für Gemeinden und Raumordnung AGR und dem Naturschutzinspektorat NSI Stellungnahmen eingeholt. Am 30. Juni und am 25. September 2008 fanden Begehungen vor Ort statt. Im Weiteren wurden am 31. März 2009 Vertreter der Pro Natura Oberland, sowie des lokalen Fischereivereins zu einer Informationsveranstaltung „Gesamterneuerung Kleinwasserkraftwerk Engstligenalp“ eingeladen.

Aus den Stellungnahmen und den Gesprächen geht hervor, dass der Schutz der Landschaft auf der Engstligenalp höchste Priorität hat. Die Stellungnahme der ENHK enthält eine Zusammenstellung der Punkte die bei der Projektierung und Bauausführung zwingend einzuhalten sind. Es sind dies:

- Auf eine Erhöhung der Wehranlage ist zu verzichten.
- Der Entsander ist so zu planen, dass er die Dominanz der Anlage nicht erhöht und den Uferbereich der Engstlige nicht tangiert.
- Sämtliche Bauarbeiten sind so auszuführen, dass eine möglichst kleine Fläche tangiert wird und dass eine rasche Wiederansiedlung der standortgemässen Vegetation sichergestellt wird (sorgfältiges Abtragen und Wiedereinsetzen der Grasmatten).
- Die Zentrale ist so zu bauen, dass sie nicht als Bauwerk im Umfeld der Engstligenfälle in Erscheinung tritt. Allenfalls ist eine unterirdische Lösung in Anlehnung an die Skizze nach der Begehung mit dem NSI zu suchen.
- Auf die Zufahrt zur Zentrale ist entweder zu verzichten, oder sie muss zusammen mit dem Eingang zur Zentrale so geplant werden, dass sie nicht als Bauwerk im Umfeld der Engstligenfälle in Erscheinung tritt.
- Die Restwasserregelung ist zu konkretisieren.
- Sämtliche bestehende und nicht mehr verwendete Bauteile sind rückzubauen und fachgerecht zu entsorgen. Die anfallenden Bauabfälle sind abgesehen von den gesäuberten Betonteile, welche vor Ort deponiert werden können, aus dem Gebiet zu entfernen. Das Baugesuch muss detaillierte Angaben zu den geplanten Betondeponien enthalten.



8 Variantenstudium

8.1 Allgemeines

Um die wirtschaftlichste Lösung für die Gesamterneuerung des Kleinwasserkraftwerks Engstligenalp unter Berücksichtigung der hohen Anforderungen des Natur und Landschaftsschutzes, der Gewässerökologie und der geologischen und bodenkundlichen Anforderungen zu finden, wurden folgende Varianten untersucht:

- Linienführung der Druckleitung
- Lage des Zentralenstandortes
- Ausbauwassermenge

Die neue Wasserkraftanlage soll folgenden Anforderungen genügen:

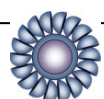
- Vollautomatische Kleinwasserkraftanlage mit wartungsarmem Betrieb
- Sicherstellung der zuflussabhängigen Restwasserdotierung
- Berücksichtigung der geologischen Gefahrensituation
- Berücksichtigung der gewässerökologischen Aspekte; Restwasser, Einleitung ARA
- Keine Erhöhung der Wehranlage
- Sicherstellung der Hochwassersicherheit
- Gute Integration der Bauwerke in die Umgebung, sodass sie eine möglichst kleine Fläche tangieren und dass sie im Umfeld nicht stark in Erscheinung treten
- Rasche Wiederansiedlung der standortgemässen Vegetation (Grasmatten)
- Unterirdische Anordnung der Zentrale
- Rückbau und Entsorgung sämtlicher bestehender und nicht mehr verwendeter Bauteile

8.2 Linienführung der Druckleitung

(Anhang 7)

In einem ersten Schritt wurde untersucht, ob die Druckleitung im Bereich der heute bestehenden Druckleitung zur Zentrale geführt werden kann, oder ob infolge der geologischen Situation eine andere Linienführung notwendig ist. Wie in Kapitel 4 beschrieben, wurde die Felssturzgefahr unmittelbar im Bereich des bestehenden Zentralenstandortes durch das Büro Kellerhals + Haefeli AG, Bern beurteilt.

Aus der Beurteilung geht hervor, dass eine Querung unterhalb der absturzgefährdeten Felspartie nicht zulässig ist. Es wird empfohlen das Gebiet westlich zu umgehen.



In einem zweiten Schritt wurde die Linienführung westlich der instabilen Felspartie optimiert, sodass sie grösstenteils innerhalb der bestehenden Alpwege geführt wird. Damit werden den Anforderungen bezüglich Landschaft- und Naturschutz entsprochen.

8.3 Lage des Zentralenstandortes / Wasserrückgabe

(Anhang 8)

Die Felssturzgefahr am bestehenden Zentralenstandort ist wie bereits in Punkt 7.2 beschrieben zu hoch, als dass ein Bauwerk in diesem Bereich realisiert werden kann. Aus diesem Grund wurden die Verschiebung der Zentrale nach Norden und zugleich die Erhöhung der Fallhöhe angestrebt. Der optimale Zentralenstandort (1) bezüglich der nutzbaren Fallhöhe wurde unmittelbar oberhalb des Engstligenfalles gefunden. Im Vorprüfungsverfahren wurde diese Variante beschrieben. Die Zentrale wurde in die bestehende Felsrippe, mit dem Portal nach Norden ausgerichtet, integriert. Die Zufahrt würde bei dieser Anordnung über die Verlängerung des bestehenden Alpweges erfolgen.

Diese Anordnung der Zentrale wurde im Rahmen der Vorprüfung durch die ENHK negativ beurteilt. Die ENHK verlangt, dass die Zentrale nicht als Bauwerk im Umfeld der Engstligenfälle in Erscheinung tritt. Dies wird erreicht, indem das ganze Gebäude (2) unterirdisch angeordnet und der Zugang nicht einsehbar nach Westen ausgerichtet wird. Bei dieser Lösung bleibt die ganze einsehbare Felspartie (rote Markierung) unverändert. Die Rückgabe des turbinierten Wassers erfolgt am vereinbarten Standort (3), in ein bestehendes Becken des Engstligenbaches oberhalb der Fälle. Dabei werden die Fälle selbst nicht beeinträchtigt.

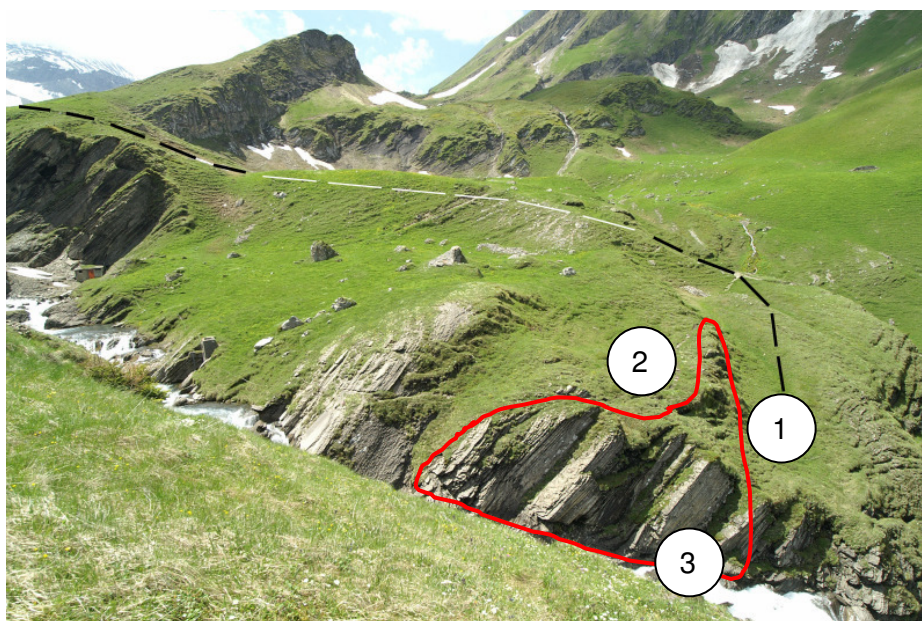
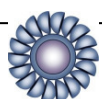


Abbildung 8 : Variantenstudium Zentralenstandort



8.4 Ausbauwassermenge

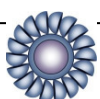
Die optimale Nutzwassermenge der Wasserkraftanlage Engstligenalp wurde bereits im Zuge der Machbarkeitsstudie untersucht. Dabei wurden drei Varianten mit folgenden Ausbauwassermengen einander gegenübergestellt:

- a) 450 l/s (ca. $\frac{1}{2} Q_m$; an 189 Tagen erreicht oder überschritten)
- b) 900 l/s (ca. Q_m ; an 135 Tagen erreicht oder überschritten)
- c) 1350 l/s (ca. $1 \frac{1}{2} Q_m$; an 98 Tagen erreicht oder überschritten)

Der Variantenvergleich zeigte deutlich auf, dass die Variante c) mit einer Ausbauwassermenge von $Q_A = 1350$ l/s wirtschaftlich gesehen die beste Lösung ist.

Die BGF AG untersuchte und beurteilte ebenfalls die unterschiedlichen Ausbauvarianten b) und c) in Abhängigkeit diverser Dotierwasserregelungen. Dabei schnitt die geplante Ausbauvariante mit einer zuflussabhängigen Restwasserdotierung (siehe Kapitel 3.3) am besten aller untersuchten Neubauvarianten ab. Die Gesamtbeurteilung der BGF AG bestätigt, dass aus gewässerökologischer Sicht unter Einhaltung der gesetzlichen Mindestrestwassermenge von 74 l/s und der zuflussabhängigen Dotierwassermenge mit keinen relevanten gewässerökologischen Nachteilen infolge des geplanten Kraftwerkbaus zu rechnen ist.

Die geplante Ausbauwassermenge wird unter diesen Gesichtspunkten auf $Q_A = 1350$ l/s mit einer zuflussabhängigen Restwasserdotierung gemäss BGF AG festgelegt.



9 Beschrieb Konzessionsprojekt

(Plan Nr. 07.148 - 01)

9.1 Anlagekonzept

Das Kleinwasserkraftwerk Engstligenalp nutzt das Gefälle zwischen der bestehenden Wasserfassung auf der Engstligenalp und der vordefinierten Wasserrückgabe oberhalb des Engstligenfalles. Das Anlagekonzept sieht einen vollautomatischen, wartungsarmen Betrieb des Wasserkraftwerks vor. Es wird eine Wassermenge von $1.35 \text{ m}^3/\text{s}$ genutzt und in der Zentrale mittels einer zweizelligen Durchströmturbine verarbeitet.

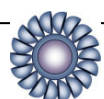
Der Rückbau der bestehenden, sichtbaren Anlageteile, die gute Einbettung des neuen Fassungsbauwerks in die Landschaft sowie die komplett unterirdische Anordnung der neuen Druckleitung und der Zentrale ermöglichen es die Landschaftlichen Aspekte auf der Engstligenalp aufzuwerten.

9.2 Wasserfassung

(Plan Nr. 07.148 - 03)

9.2.1 Stauwehr, Einlaufbauwerk

Der Standort der Wasserfassung, bestehend aus dem Stauwehr und dem Einlaufbauwerk bleibt unverändert. Die bestehende Wehranlage wird dazu weiter genutzt und umgebaut. Das heutige Fassungsbauwerk mit der integrierten Beruhigungskammer und der Rechenanlage wird rückgebaut. An dessen Stelle ist eine neue Wasserfassung geplant. Das Bauwerk ist als Seitenentnahme mit Kragschwelle in einer möglichst strömungsgünstigen, kompakten Form konzipiert. Das Stauziel in der Wasserfassung bleibt unverändert bei 1926.45 m ü.M. Dem Einlauf zur Wasserfassung vorgelagert befindet sich eine um rund 80 cm ab getieft Geschiebespülrinne zum Grundablass hin. Die Grundablassöffnung selbst sowie die ca. 1.0 m breite Tafelschütze bleiben bestehen. Bei Hochwasser kann somit anfallendes Geschiebe durch den Grundablass ins Unterwasser weitergeführt werden. Die auskragende Schwelle bei der Einlauföffnung verhindert den Eintrag von Geschiebe in die Wasserfassung und unterstützt zudem die Spülwirkung durch den Grundablass. Der Einlauf in die Wasserfassung ist strömungsgünstig ausgebildet. Die Fliessgeschwindigkeiten im Fassungsbereich wurden mit rund 0.4 - 0.5 m/s sehr gering gehalten. Diese Massnahme trägt wesentlich zur praktischen Vermeidung einer turbinenbedingten Fischmortalität bei. Die Sogwirkung im Bereich des Rechens ist gering. Die Dauerschwimmleistung der Fische wird nicht überschritten.



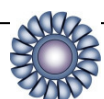
Dem Einlauf in die Entsanderkammer ist ein Feinrechen von 25 mm Rechenstababstand mit Rechenreinigungsanlage (RRA) vorgelagert. Als RRA ist eine einfache, starrachsige Anlage vorgesehen mit welcher das anfallende Treibgut aus dem Wasser in die Spülrinne gehoben werden. Die Spülrinne der RRA ist derart angeordnet, dass sie ständig mit der minimalen Dotierwassermenge von 74 l/s beschickt wird. Diese Anordnung hat zwei Vorteile: Zum Ersten wird die Dotierwasserabgabe über ein ungeregeltes Organ sichergestellt (sichere Funktionstüchtigkeit) zum Zweiten wird die Spülrinne fortlaufend mit Wasser beschickt und somit fortlaufend gereinigt. Um bei einer allfälligen Revision die Anlage trocken zu legen sind im Einlaufbereich der Wasserfassung Aussparungen zum Setzen von Dammbalken vorgesehen.

Sämtliche Anlageteile sind vor Hochwasser geschützt angeordnet. Der Bemessungsabfluss beträgt $18.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Im Falle eines Hochwassers wird die gesamte Wehrsektion überströmt. Um die dabei auftretende rechtsufrige Ufererosion zu unterbinden und die sichere Einbindung der Schwelle sicherzustellen, wird die Böschung mit einer ca. 3 m hohen und 10 m langen Steinkorbmauer gesichert.

9.2.2 Entsander

Direkt im Anschluss an das Einlaufbauwerk ist linksufrig die Entsanderkammer disponiert. Es ist der Bau eines konventionellen Gravitationsentsanders vorgesehen. Die zur Entsandung zur Verfügung stehende Kammer hat eine lichte Breite von 2.30 m und eine lichte Länge von rund 10.0 m. Der Minimale Fliessquerschnitt im Entsander beträgt rund 5.0 m^2 . Die Spülung des Entsanders erfolgt über eine Öffnung am Ende des Bauwerks, direkt in den Engstligenbach. Die Entsanderkammer ist mit demontierbaren Holzbalken abgedeckt. Über die ganze freie Entsanderlänge ist eine Überfallöffnung in Form eines Streichwehres angeordnet. Über diese Öffnung kann sich im Falle eines Hochwassers, das in die Wasserfassung einströmende Wasser entlasten.

Zu Beginn der Entsanderkammer ist eine einfache Einhausung aus Holz zum Schutz der RRA und des Steuerschranks vorgesehen. Damit soll verhindert werden, dass Schneemengen in den Bereich der RRA und der Steuereinheit eingetragen werden können und der Betrieb eingeschränkt wird. Die Wehranlage ist über ein LWL-Kabel mit der Hauptsteuerung in der Zentrale verbunden. Zusätzlich ist eine Videoüberwachung geplant, welche speziell in den Wintermonaten unnötige Kontrollgänge vermeiden soll.



Die gesamte Entsanderanlage wurde so in die Böschung integriert, dass der Uferbereich des Engstligenbaches nicht tangiert wird (Vorgabe ENHK). Von aussen sichtbar bleiben lediglich die Front und die Abdeckung des Entsanders sowie die Schutzbehauung der RRA. Es ist eine einfache Konstruktion in Holzbauweise, analog dem Vorbau der ARA vorgesehen.

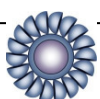


Abbildung 9: Holzvorbau der ARA auf der Engstligenalp

Der Staupegel und damit der Wasserstand im Bereich des Entsanders und der vorgelagerten Wasserfassung werden durch die Turbine geregelt. Entsprechende Niveausonden kontrollieren das Betriebsstauziel und stellen die Wasserentnahme entsprechend dem Wasserdargebot und der erforderlichen Restwasserdotierung sicher.

9.2.3 Anschluss Druckleitung / Stau- und Regelvolumen

Die Druckleitung wird direkt an den Entsander angeschlossen. Wehrstau und Entsandervolumen bilden dabei mit ca. 100 m³ Nutzvolumen eine ausreichende Ausgleichswassermenge um minimale Durchflussschwankungen der Turbine im Regelbetrieb auszugleichen (es erfolgt kein Speicherbetrieb). Der Betrieb der Maschine erfolgt wasserstandsgeregt mit einer ausreichenden Dämpfung. Die je nach mittlerem Tageszufluss erforderlichen Betriebsstauziele (siehe Kapitel 4.3.4) werden der Anlagensteuerung hinterlegt.



9.2.4 Zugang

Der Zugang zur Wasserfassung wird wie bestehend als Fussweg sichergestellt. Die Erstellung erfolgt im Zusammenhang mit dem Bau der Druckleitung.

9.2.5 Bauausführung

Für den Abbruch des heutigen Fassungsbauwerks, sowie für die Erstellung der neuen Wasserfassung wird der Engstligenbach durch die bestehende rechtsufrige Grundablassöffnung umgeleitet. Der linksufrige, durch die Schützentafel bediente, Grundablass wird ebenfalls geöffnet, er sollte jedoch nur im Notfall (Hochwasser) zum Einsatz kommen. Nach Vervollendung der Wasserfassung können die Dammbalken in ihre vorgesehenen Positionen eingesetzt werden. Die Erstellung des Entsanders, der Anschluss der Druckleitung sowie die Spül- und Entlastungsauslässe erfolgen im Schutz der abgeschotteten Wasserfassung.

9.3 Druckleitung

(Plan Nr. 07.148 - 01 / - 02)

9.3.1 Allgemeines

Für den Bereich der geplanten Linienführung der Druckleitung wurde durch die GEOTEST AG ein Bodenschutzkonzept erarbeitet. Das Dossier ist als separate Beilage diesem Bericht angefügt. Die wichtigsten Erkenntnisse sind im Kapitel 6 umschrieben.

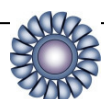
9.3.2 Linienführung

Die Druckleitung kann - analog der Unterteilung im Bodenschutzkonzept der GEOTEST AG - in drei Abschnitte unterteilt werden:

- Abschnitt 1 Wasserfassung bis Beginn Steilhang / Weideland
- Abschnitt 2 Steilhang / Weideland
- Abschnitt 3 Ende Steilhang / Weideland bis Zentrale

Abschnitt 1

Im obersten Abschnitt verläuft die Druckleitung über 40 m parallel zur heutigen Rohrleitung in einer gestreckten Linie zum Alpweg. Anschliessend folgt sie diesem Alpweg über eine Distanz von etwa 160 m bis auf die Höhenkurve 1920.0 m ü.M. Die typische Neigung des Bodens in diesem Abschnitt beträgt rund 30 % quer zur Leitungsachse. Das durchschnittliche Längsgefälle der projektierten Druckleitung im Abschnitt 1 beträgt 2.2 %. Die Verdichtungsgefährdung für diesen Bereich wird im Bodenschutzkonzept als normal, die Erosionsgefähr-



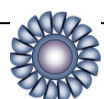
derung als gering beurteilt. Es ist vorgesehen den bestehenden Alpweg nach Vollendung der Bauarbeiten in seiner Form und Lage wieder herzustellen.

Abschnitt 2

Ab der Höhenkurve 1920.0 m ü.M. fällt die Druckleitung bis auf die Höhenlinie 1890.0m ü.M. Dabei quert sie in gestreckter Linienführung, über eine Länge von rund 110 m, das intensiv genutzte Weideland. Das Längsgefälle der Druckleitung folgt der Hangneigung und erreicht im ersten Teil eine Neigung von 45.7 %. Das durchschnittliche Längsgefälle der projektierten Druckleitung im Abschnitt 2 beträgt 28.8 %. Die Verdichtungsgefährdung für diesen Bereich wird im Bodenschutzkonzept als normal, die Erosionsgefährdung als gering bis hoch (Steilhang) beurteilt. Um der hohen Erosionsgefährdung entgegenzutreten und die Folgebewirtschaftung zu verkürzen ist in diesem Abschnitt der Abtrag des Oberbodens als Rasenziegel vorgesehen.

Abschnitt 3

In diesem Abschnitt folgt die Druckleitung dem bestehenden Fussweg über eine Länge von rund 60 m bis zur Bedienebene vor dem Zentralenportal. Im anschliessenden rund 20 m langen Zugangsstollen zur Zentrale wird die Druckleitung unterhalb der Bodenplatte, komplett einbetoniert, bis zur Kavernenzentrale geführt und an die Abschlussorgane der Turbine angeschlossen. Die typische Neigung des Bodens in diesem Abschnitt beträgt rund 35 % quer zur Leitungsachse. Das Durchschnittliche Längsgefälle der projektierten Druckleitung im Abschnitt 3 bis zum Anschluss an Verschlussorgane der Turbine beträgt 17.8 %. Die Verdichtungsgefährdung für diesen Bereich wird im Bodenschutzkonzept als normal, die Erosionsgefährdung als hoch beurteilt. Es ist vorgesehen, der bestehende Fussweg nach Vollendung der Bauarbeiten in einen Alpweg wie er in Abschnitt 1 vorhanden ist auszubauen. Um der hohen Erosionsgefährdung seitlich des Weges entgegenzutreten und die Folgebewirtschaftung zu verkürzen ist analog dem Abschnitt 2 der Abtrag des Oberbodens als Rasenziegel vorgesehen.



9.3.3 Technische Daten

Die Druckleitung weist nachstehende Charakteristiken auf:

- Länge: L = 400 m
- Höhendifferenz: H = 50 m
- Gefälle: siehe Längenprofil Plan Nr. 07.148 - 02
- Querschnitt: Ø = 800 mm / Druckstufe bis 6 bar
- Material: Glasfaser - Kunststoff (GFK)

9.3.4 Bauvorgang

Die gesamte Druckleitung wird als Linienbaustelle ausgeführt. Vorgesehen ist die Bauausführung in Etappen von unten nach oben. Erschlossen wird die Linienbaustelle über die bestehenden Alpwege unter Berücksichtigung der im Bodenschutzkonzept festgehaltenen Randbedingungen.

Die Bauarbeiten finden grösstenteils gleichzeitig mit der Alpbewirtschaftung statt. Einzelne Behinderungen während dem Bau lassen sich nicht vermeiden. Für den Transport des Druckleitungsmaterials sind Helikopter Einsätze vorgesehen.

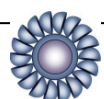
9.4 Zentrale

(Plan Nr. 07.148 - 04)

9.4.1 Zentralendisposition

Die neue Zentrale ist wie in Kapitel 8.3 beschrieben auf einem Plateau unmittelbar oberhalb der Engstligenfälle vorgesehen. Das Gebäude wird als Kavernenzentrale komplett unterirdisch erstellt, wobei grossen Wert darauf gelegt wird, dass die Einsehbare Felspartie nicht beeinträchtigt wird.

Die lichten Abmessungen der Kavernenzentrale betragen 8.90 x 4.20 m respektive im abgetieften Schacht 6.40 x 2.70 m. Erschlossen wird die Kaverne über einen 2.40 m breiten und 2.25 m hohen Schrägschacht mit rund 19.3 % Längsgefälle. Dem Stollenportal vorgelagert befindet sich eine rund 4.0 x 3.0 m grosse Bedienebene über welche grössere Lasten umgeschlagen werden können. Diese Bedienebene befindet sich in einer heute bestehenden natürlichen Geländemulde. Der Ausbruch der Kavernenzentrale erfolgt im Tagebau. Nach Vollendung der Bauarbeiten werden sämtliche Strukturen wieder eingedeckt. Die Rückführung des turbinierten Wassers erfolgt über einen rund 10 m langen, bergmännisch vorgetriebenen Stollen zurück in den Engstligenbach. Der Rückgabepunkt des Wassers wurde so definiert, dass sich das Erscheinungsbild des Wasserfalls nicht verändert.



Aufbau und Abmessungen der Kraftwerkszentrale sind auf das absolut technisch Notwendige beschränkt worden. Sie bietet gerade genügend Platz um die elektromechanische Ausrüstung der Maschinengruppe sowie die Steuerung und Hilfsaggregate der Nebenanlagen aufzunehmen. Es ist vorgesehen die ausgebrochene Felskaverne mit massiven Betonwänden zu verkleiden. Die Bedienung des ab getieften Schachtteils erfolgt über einen an der Decke montierten Hallenkran.

9.4.2 Elektromechanische Einrichtung

In der Zentrale sind im Wesentlichen folgende Ausrüstungen und elektromechanischen Einrichtungen untergebracht:

- horizontalachsige Durchströmturbine, 2 - Zellig komplett mit Absperrorgan, Hydraulikaggregat
- Synchron - Generator 400 Volt
- Moderne Anlagensteuerung mit SPS
- Generatorschaltanlage für Netzparallelbetrieb
- Visualisierung und Fernüberwachung
- Transformator 1000 kVA, 0.9 / 16 kV
- Zu- und Abluftanlage
- Einachsiger Laufkran

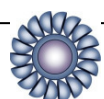
Die Kühlung des Generators und damit der Zentrale erfolgt mit Luft. Die Zuluft in die Zentrale erfolgt über Lüftungsöffnungen aus dem Bereich der Wasserableitung in den Engstligenbach. Die erwärmte Abluft entweicht über die eingesetzten Lüftungsgitter der Portaltüre.

9.4.3 Zufahrten

Die Zufahrt zur Zentrale erfolgt mit speziellen Transportgeräten (Landwirtschaftliche Geräte) über die Alpwege. Schwerere Lasten können nur mittels Helikopter Einsatz zu- und weggeführt werden.

9.4.4 Netzanschluss LWA

Der Netzanschluss erfolgt an das 16 kV - Netz der Licht- und Wasserwerk Adelboden AG. Der geplante Anschlussort ist die bestehende Trafostation auf der Engstligenalp. Ab dieser Trafostation erfolgen zudem die Eigenbedarfsversorgung der Zentrale sowie die Stichversorgung der Wasserfassung. Es ist Vorgesehen das Mittelspannungskabel über weite Teile parallel zur Druckleitung zu führen. Im obersten Teil ist ein rund 220 m langer Kabelgraben zur Trafostation erforderlich.



10 Hochwassersicherheit

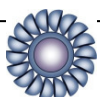
Als Grundlage zur Berechnung der Hochwassersicherheit der Wasserfassung dienen die in Kapitel 4.5 ermittelten Hochwassermengen.

Unter Anwendung der Überfallformel nach Weisbach wurden die für den festen, vollkommenen Wehrüberfall sich einstellenden Wasserspiegel im Oberwasser berechnet. Die für den Abfluss zur Verfügung stehende Wehrbreite beträgt rund 19.4 m. Die Grundablassöffnung sowie die Entlastung aus der Entsanderkammer werden nicht berücksichtigt. Der Überfallbeiwert wurde mit $\mu = 0.60$ angenommen.

Die Berechnungen Haben Folgende Resultate Ergeben:

- HQ₅₀: 15.9 m³/s Wasserspiegellage OW = 1927.34 m ü.M.
- HQ₁₀₀: 17.6 m³/s Wasserspiegellage OW = 1927.37 m ü.M.

Die Wasserfassung des KWKW Engstligenalp wird auf eine Hochwassermenge von 18 m³/s dimensioniert.



11 Auswirkungen auf die Umweltaspekte

Die Erstellung der Kleinwasserkraftanlage bringt Veränderungen mit sich, welche sich direkt oder indirekt auf die Umgebung auswirken. Es wurden ein gewässerökologisches Fachgutachten des Büro für Gewässer- und Fischereifragen, Heinz Marrer AG (BGF AG) (Anhang 1), ein Geologischer Bericht über die Felssturzgefahr des Büro Kellerhalls+Haefeli AG (Anhang 2) sowie ein Bodenschutzkonzept der GEOTEST AG (Anhang 3) erarbeitet. Zudem wurde im Rahmen eines Vorprüfungsverfahrens bei der eidgenössischen Natur- und Heimatschutzkommission ENHK (Anhang 4) und den zuständigen Amtsstellen des Kantons Bern, namentlich dem Naturschutzinspektorat NSI (Anhang 5) und dem Amt für Gemeinden und Raumordnung AGR (Anhang 6), Stellungnahmen eingeholt. Im Weiteren fand unter Einbezug der Naturschutzorganisationen eine Informationsveranstaltung mit anschliessender Diskussionsrunde statt. Dazu wurden Pro Natura Oberland, WWF Bern, der Fischereiverein Adelboden, der Fischereipachtverband sowie der Jagdverein und die Wildhut eingeladen.

Speziell die Aussagen und Erkenntnisse aus diesen Gutachten, Stellungnahmen und Diskussionen sind ins vorliegende Projekt eingeflossen.

11.1 Restwassermengen

Aussagen zur Restwasserdotierung können dem Kapitel 4.3 entnommen werden.

11.2 Grundwasser

(siehe Anhang 3, Bodenschutzkonzept, GEOTEST AG)

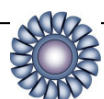
Die Böden sind normal wasserdurchlässig und weisen keine Grund- oder Staunässe auf.

11.3 Geschiebetransport

Es kann davon ausgegangen werden, dass in der Hochebene auf der Engstligenalp anfallendes Geschiebe grösstenteils zurückgehalten wird. Trotzdem ist im Bereich der Wasserfassung mit Geschiebetrieb zu rechnen. Zur Weiterleitung des Geschiebes und zur Stauräumspülung ist der bestehende Grundablass vorgesehen. Die Geschiebweiterleitung erfolgt im bisherigen Rahmen.

11.4 Geschwemmselektkonzept

Im Engstligenbach auf rund 1930 m ü.M. wird der Geschwemmseleintrag in die Wasserfassung infolge der fehlenden Bewaldung sehr gering ausfallen. Das Konzept der Rechenreinigungsanlage mit der permanent beschickten Spülrinne sieht vor, dass an den Rechen ge-



schwemmes Gut dem Gewässer nicht entnommen sondern direkt ins Unterwasser weiter befördert wird.

11.5 Gewässerökologie / Einleitung ARA Abwasser

(siehe Anhang 1, Gewässerökologisches Gutachten BGF AG)

Die Erkenntnisse aus dem gewässerökologischen Gutachten der BGF AG und die geplante Umsetzung der geforderten Bedingungen bezüglich Restwasser sind im Kapitel 4.3 dieses Berichtes ausführlich abgehandelt.

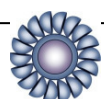
Als weiterer wichtiger Punkt kann durch den Neubau der Anlage das Problem der Abwasser-einleitung der ARA und die damit verbundene hohe Nährstoffkonzentration in der Restwas-serstrecke gelöst werden. Es ist vorgesehen, das gereinigte Abwasser in einer separaten Leitung bis zur Zentrale zu führen und zusammen mit dem turbinierten Wasser dem Vorfluter zu übergeben. Bei dieser Lösung ist in jedem Fall die grösstmögliche Verdünnung sicherge-stellt.

11.6 Natur und Landschaft

Die Eingriffe durch die Gesamterneuerung des KWKW Engstligenalp finden aus Sicht des Natur- und Landschaftschutzes in einem heiklen Gebiet statt. Die beiden Engstlignfälle sind als kantonales Naturschutzgebiet, die ganze Hochebene Engstligenalp im Bundesinventar der Landschaften von nationaler Bedeutung ausgeschieden.

Wie Eingangs erwähnt wurde das Projekt der eidgenössischen Natur- und Heimatschutz-kommission (ENHK), sowie den zuständigen Amtsstellen des Kantons Bern zur Vorprüfung abgegeben. In der Stellungnahme der ENHK wurden die Bedingungen festgehalten unter welchen das Projekt die Zustimmung der eidgenössischen und kantonalen Stellen erhält (siehe Kapitel 7). Die Bedingungen wurden allesamt ins Projekt aufgenommen und umge-setzt.

Auf eine Erhöhung der Wehranlage wird verzichtet. Der im Hochwasserfall ungeschützte Uferbereich wird lokal mit einer Steinkorbmauer gesichert. Das Entsanderbauwerk wird so-weit in die Böschung integriert, dass es die Dominanz der Anlage nicht erhöht und den Ufer-bereich des Engstlignbaches nicht tangiert. Bei der Druckleitung sowie generell bei allen Arbeiten wird darauf geachtet, dass eine möglichst kleine Fläche tangiert wird und dass eine rasche Wiederansiedelung der standortgemässen Vegetation sichergestellt ist. Die Zentrale ist komplett unterirdisch angeordnet, sodass sie nicht als Bauwerk im Umfeld der Engstlign-fälle in Erscheinung tritt. Die Wasserrückgabe erfolgt in ein Becken oberhalb der Engstlign-fälle, das Erscheinungsbild des Wasserfalls wird nicht beeinflusst. Um die bestehende Situa-



tion aufzuwerten, werden sämtlich bestehende und nicht mehr verwendete oberirdische Bauteile der bestehenden Wasserkraftanlage rückgebaut und fachgerecht entsorgt.

11.7 Materialbewirtschaftung, Transporte und Deponien

(siehe Plan Nr. 07.148 - 01 und Bodenschutzkonzept der GEOTEST AG)

Wo immer möglich wird das Aushubmaterial seitlich zwischengelagert. Dabei sind die Bedingungen, betreffend Materialhandling und Geräteeinsatz, wie sie im Bodenschutzkonzept der GEOTEST AG festgeschrieben sind einzuhalten. Das ausgehobene Oberboden und Unterbodenmaterial wird vollumfänglich wiederverwendet. Eine Menge von rund 1'100 m³ Felsausbruch wird überschüssig ausgehoben und der Enddeponie zugeführt. Als Enddeponie ist der Schuttkegel unterhalb der absturzgefährdeten Felspartie vorgesehen. In Absprache mit der ENHK ist geplant, zuerst die gesäuberten Betonteile der Enddeponie zuzuführen und anschliessend mit dem ausgehobenen, überschüssigen Felsausbruch zu überdecken. Im Weiteren wird die Kaschierung der Schutthalde der Natur überlassen. Es ist zu erwarten, dass die Enddeponie infolge stetiger Niederbrüche aus dem Felssturzgebiet zusätzlich überdeckt wird.

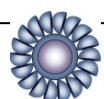
Im Weiteren ist vorgesehen, dass sämtliches Rohrmaterial, die zur Errichtung der Bauwerke benötigten Betonkubaturen sowie sämtliche Teile der EM-Ausrüstung und des Stahlwasserbaus per Helikopter angefliegen werden. Das für die Rohrumhüllung benötigte Bettungsmaterial wird an einem geeigneten Standort auf der Hochebene gewonnen.

Die Hauptmengen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Rückbau best. Betonteile	40	m ³
Rückbau best. Rohrleitung	170	m
Aushubmaterial:	2650	m ³
Hüllmaterial Druckleitung	850	m ³
Zwischenlagerung:	850	m ³
Endlagerung:	1800	m ³
Konstruktionsbeton:	340	m ³
Neue GFK-Rohrleitung:	400	m

11.8 Lärm

Der Umweltbereich „Lärm“ kann im vorliegenden Fall vernachlässigt werden. Die Zentrale wird komplett unterirdisch erstellt. Eine Lärmbelastung der Umwelt tritt nicht auf.



12 Energieproduktion

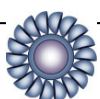
(Beilage 5)

Die Energieproduktion wurde aus der in Abschnitt 4 ermittelten Dauerkurve der Abflussmengen unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen zuflussabhängigen Restwasserdotierung, der Ausbauwassermenge, der effektiven Gefällsverhältnisse, der zu erwartenden hydraulischen Verluste und der massgebenden Turbinen- und Generatorenwirkungsgrade ermittelt. Die Wirkungsgrade der Maschinen wurden aufgrund der Lieferantenangaben eingesetzt. Kalkulatorisch wird von einer für Hochdruckanlagen im Gebirge üblichen Verfügbarkeit von 92 % ausgegangen.

Die Produktionsermittlung sowie die saisonale Aufteilung erfolgt für ein hydrologisches Durchschnittsjahr.

Die Berechnung ergibt unter Berücksichtigung der hydraulischen Verfügbarkeit von 92 % folgende Produktions - Erwartung:

-	Hydrologisch	2.18 GWh
-	Kalkulatorisch	2.00 GWh
-	- Winter	0.30 GWh
-	- Sommer	1.70 GWh



13 Kostenschätzung

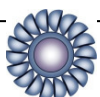
Die vorliegende Kostenschätzung basiert auf Erfahrungswerten ausgeführter und projektierter Anlagen. Für die Hauptkomponenten der Druckleitung und der elektromechanischen Einrichtungen wurden zusätzlich Richtpreisofferten eingeholt.

Die Kostenschätzung umfasst im Baulichen Teil alle notwendigen Baumassnahmen des Kraftwerks. Es wurde ein detaillierter Massenauszug erstellt.

In den Berechnungen der Kosten wurden 10 % Reserven für Diverses und Unvorhergesehenes berücksichtigt. Genauigkeit +/- 10 %.

Die Investitionskosten können wie folgt zusammengefasst werden:

A	Baukosten		
	- Baumeisterarbeiten	Fr.	1'020'000.--
	- Elektromechanische Einrichtungen, Stahlwasserbau	Fr.	880'000.--
B	Allgemeine Kosten, Vorleistungen	Fr.	370'000.--
C	Verschiedenes, Unvorhergesehenes	Fr.	230'000.--
	Total Anlagekosten (exkl. MWST)	Fr.	2'500'000.--



14 Energiegestehungskosten, Wirtschaftlichkeit

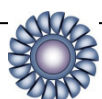
Die mittleren Energiegestehungskosten lassen sich mit der ermittelten Energieproduktion (Kapitel 12) und den in Kapitel 13 aufgeführten Anlagekosten ermitteln. Zusätzlich werden die Betriebskosten berücksichtigt.

Die Berechnung der Energiegestehungskosten lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Konzessionsdauer	60 Jahre	
Annuitätsabschreibungen	Gesamtanlage	25 Jahre
	Kapitalverzinsung	6 %
Nettoinvestition	2.50 Mio.	
Energieproduktion	2.00 GWh (kalkulatorisch)	
Jahreskosten	Abschreibungen, Verzinsung	Fr. 196'000.--
	Betriebsaufwand	Fr. 130'000.--
	Total Jahreskosten	Fr. 326'000.--
Energiegestehungskosten		16.3 Rp./kWh

Per 1.1.2008 ist das Strom-Versorgungs-Gesetz (StromVG) in Kraft getreten. Darin festgehalten ist die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) für Kleinwasserkraftwerke bis 10 MW über einen Zeitraum von 25 Jahren ab Inbetriebsetzung der Anlage. Die Vergütung wurde per 1.1.2009 eingeführt. Im vorliegenden Projekt wurde der provisorische Vergütungssatz mit 19.50 Rp/kWh von der swissgrid festgelegt und im Schreiben vom 28.01.2009 den Bergbahnen Engstligenalp AG bestätigt.

Diese für den Zeitraum von 25 Jahren zugesicherte Vergütung ermöglicht die kostendeckende Realisierung des Projektes mit einer ausreichenden Risikodeckung. Der Fremdmittelbedarf kann über einen Zeithorizont von 25 Jahren rückbezahlt werden. Mit Einführung der KEV ist die Wirtschaftlichkeit des Projektes gegeben.



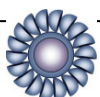
15 Bauprogramm

(Beilage 6)

Infolge der umfangreichen planerischen Vorleistungen (Vorprüfungsverfahren) geht das Bauprogramm von einem reibungslosen Bewilligungsverfahren aus. Der definitive Beschluss der Regierung wird auf Anfang Oktober erwartet.

Ausgehend von einer Lieferfrist für die elektromechanische Ausrüstung von 11 Monaten, sowie der Realisierung der baulichen Anlageteile während den Monaten Juni bis November 2010 geht man von einer Inbetriebsetzung im April 2011 aus. Gerade rechtzeitig zur Schneeschmelze im Frühling kann so mit dem Betrieb der neuen Kraftwerkanlage gerechnet werden.

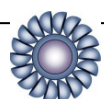
Das detaillierte Terminprogramm kann der Beilage 6 entnommen werden.

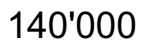


Hauptdaten der Anlage

In der nachfolgenden Zusammenstellung sind die Hauptdaten der Kleinwasserkraftanlage Engstligenalp zusammengefasst:

-	Standortkoordinaten:	Wasserfassung	609'550 / 143'890
		Zentrale	609'460 / 144'210
-	Einzugsgebiet bis Wasserfassung:	14.4	km ²
-	Ausbauwassermenge Q_A :	1350	l/s
-	Betriebsstauziel Wasserfassung:	1926.45	m ü.M.
-	Turbinenaxe:	1869.54	m ü.M.
-	Bruttofallhöhe:	56.91	m
-	Druckleitung:	Länge total	415 m
		Material	Glasfaser-Kunststoff (GFK)
		Durchmesser DN	800 mm
-	Nettofallhöhe bei Q_A :	53.81	m
-	Installierte Leistung:	570	kWe
-	Stromproduktion:	hydrologisch	2.18 GWh/Jahr
		kalkulatorisch	2.00 GWh/Jahr
-	Investitionskosten	2.50	Mio. Fr.
-	Energiegestehungspreis:	ca. 16.3	Rp./kWh
-	Restwasserdotierung:	Q-347	90 l/s
		$Q_{RW,min}$	74 l/s
		Q_{RW}	Zuflussabhängig
-	Turbine:	Typ	Durchström - Turbine
		Anzahl Zellen	2 (1/3, 2/3)
		Nenndrehzahl	500 U./min.
		Ausbauwassermenge	1350 l/s
		Minimale Wassermenge	ca. 80 l/s
		Nennleistung	624 kW
-	Generator:	Typ	synchron mit Getriebe
		Nennleistung	650 kVA
-	Transformator:	Nennleistung	1000 kVA
		Übersetzung	0.4 / 16 kV





605'000

610'000

615'000

Übersichtsplan 1 : 50'000

Abflussdatenblatt der eidg. hydrometrischen Messstation

Engstligenbach - Engstligenalp von 1950 bis 1965

ENGSTLIGENBACH - ENGSTLIGENALP

Abflussmengen/Débits/Portate

Einzugsgebiet/Bassin de réception/Bacino imbrifero

Fläche/Surface/Superficie = 14,4 km²,

Mittlere Höhe/Hauteur moyenne/Altezza media = 2300 m ü.M./m s.m.,

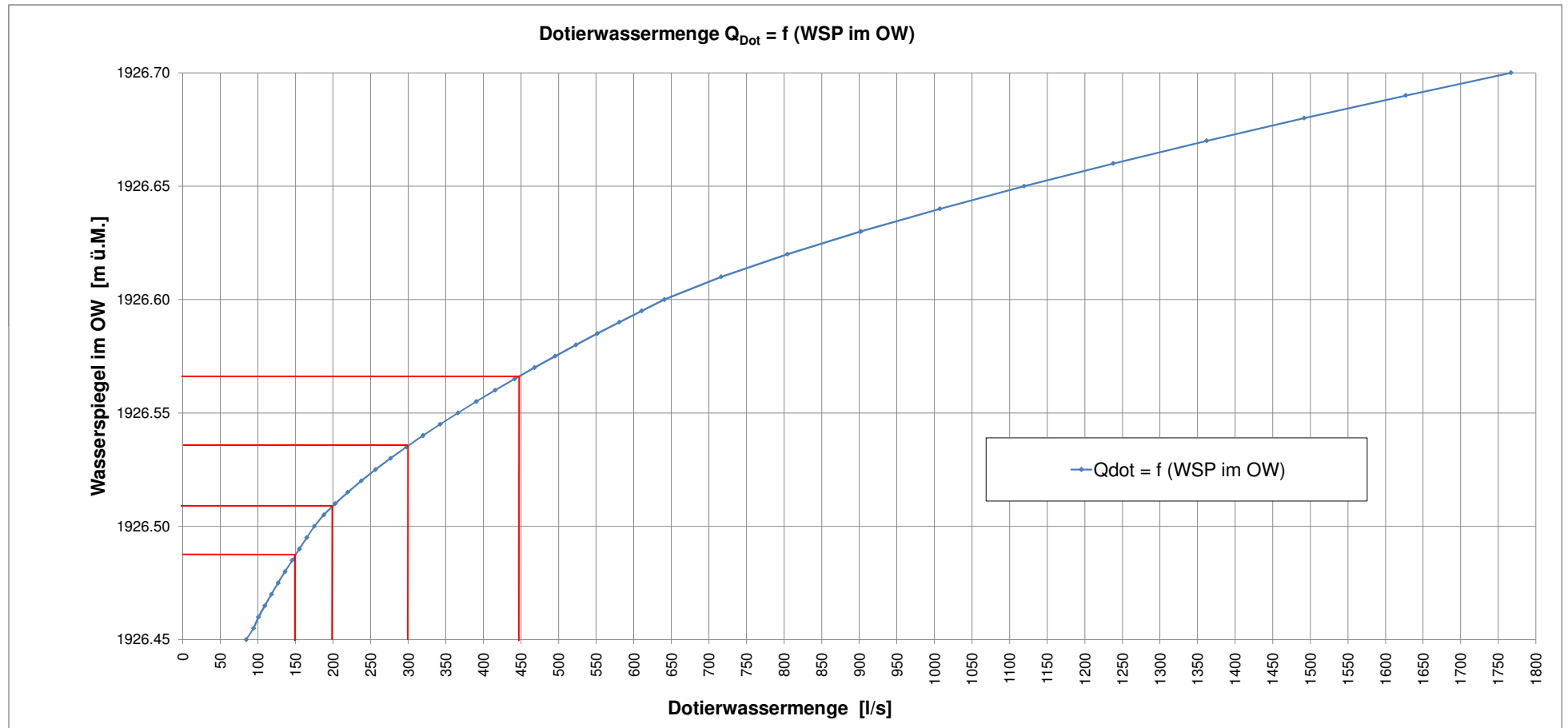
Vergletscherung/Glaciation/Estensione glaciale = 11,0 %

1965	Jan./Janv. Genn.	Febr./Févr. Febbr.	März/Mars Marzo	April/Avril Aprile	Mai/Mai Maggio	Juni/Juin Giugno	Juli/Juillet Luglio	Aug./Août Agosto	Sept./Sept. Sett.	Okt./Oct. Ott.	Nov./Nov. Nov.	Dez./Déc. Dic.
1	.20+	.13+	.09-	.15	.13-	.92	6.01	2.40	1.66	.92+	.36+	.18+
2	.20+	.12	.09-	.16	.13-	.86-	5.30	1.95	2.40+	.86	.36+	.18+
3	.20+	.12	.09-	.18	.15	.92	5.07	2.20	1.86	.83	.34	.18+
4	.19	.11	.09-	.19	.18	1.15	5.78	1.95	1.66	.83	.34	.18+
5	.19	.11	.09-	.20	.20	1.43	4.97	1.91	1.67	.83	.32	.15
6	.19	.11	.09-	.21	.24	1.71	3.13	2.10	1.52	.83	.32	.15
7	.18	.11	.09-	.21	.29	1.76	2.65	2.50	1.52	.83	.32	.15
8	.18	.11	.09-	.23+	.32	1.71	3.94	2.15	1.47	.80	.32	.15
9	.16	.11	.09-	.23+	.37	1.38	2.92	1.91	1.43	.77	.32	.15
10	.16	.11	.09-	.23+	.43	1.11	2.25	1.76	1.86	.77	.30	.13-
Tagesmittel	.16	.10	.09-	.23+	.51	1.28	2.00-	1.61	1.71	.77	.29	.13-
Moyennes mens.	.16	.10	.09-	.23+	.60	1.76	2.15	1.52	1.66	.77	.29	.13-
Medie mensili	.16	.10	.09-	.23+	.77	1.91	2.50	1.87	1.76	.74	.29	.13-
Maximum/Massima	.15	.10	.09-	.21	1.02	2.30	2.97	2.45	1.76	.74	.29	.15
(Spitze, Pointe, Punta)	.15	.10	.10	.20	1.38	2.65	3.61	1.86	1.66	.74	.27	.15
Minimum/Minimo	.15	.10	.10	.20	2.15	3.75	3.89	1.91	1.57	.74	.27	.15
(Tagesmittel, Moyennes journalières, Medie giornaliere)	.15	.10	.10	.19	3.18+	5.30	3.02	1.91	1.57	.71	.29	.15
m ³ /s	.15	.10	.10	.18	3.18+	3.67	2.55	1.76	1.52	.71	.27	.15
	.15	.10	.10	.16	3.13	3.78	2.45	1.66	1.57	.68	.27	.16
	.15	.10	.10	.15	1.86	5.07	2.70	1.66	1.47	.68	.25	.16
21	.14	.10	.10	.14	1.43	6.13	2.65	1.57	1.47	.65	.25	.16
22	.14	.10	.10	.14	1.38	6.78	2.50	2.48	1.38	.65	.25	.16
23	.14	.10	.10	.14	1.38	6.01	2.45	2.76+	1.38	.65	.25	.16
24	.14	.10	.10	.13-	1.57	5.95	3.34	2.50	1.38	.60	.23	.15
25	.13-	.10	.10	.13-	1.66	6.25	6.15+	2.30	1.28	.55	.23	.16
26	.13-	.09-	.10	.13-	1.71	6.84+	5.30	1.95	1.28	.51	.21	.16
27	.13-	.09-	.10	.13-	1.66	6.72	2.97	1.86	1.24	.47	.23	.16
28	.13-	.09-	.10	.13-	1.38	6.25	2.45	1.91	1.19	.43	.21	.16
29	.13-	.12	.13	.13-	1.11	5.42	2.25	1.66	1.11	.41	.20	.16
30	.13-	.13	.13	.13-	1.06	5.54	2.15	1.57	1.02	.37	.18-	.15
31	.13-	.14+			1.06		3.29	1.57		.36-		.15
Monatsmittel	.16	.10-	.10-	.18	1.15	3.54+	3.40	1.97	1.53	.68	.28	.15
Moyennes mens.	.16	.10-	.10-	.18	1.15	3.54+	3.40	1.97	1.53	.68	.28	.15
Medie mensili	11.1	6.94	6.94	12.5	79.9	246	236	137	106	47.2	19.4	10.4
Maximum/Massima	.2	.2	.2	.3	4.3	7.9	8.1 +	5.0	5.7	1.0	.5	2.0
(Spitze, Pointe, Punta)	01.1	1.	31.	11.	17.	27.	25.	13.	2.	1.	29.	17.
Mittlere Jahresabflussmenge / Débit annuel moyen / Portata media annua	1.11 m ³ /s					77.1 l/s km ²						

Periode / Période / Periodo		1950 — 1965											
Monatsmittel Moyennes mens. Medie mensili	m³/s l/s km²	.14 9.72	.11 7.64	.12 8.33	.31 21.5	1.45 101	2.70 188	2.09 145	1.62 113	1.05 72.9	.62 43.1	.37 25.7	.24 16.7
Maximum/Massime (Spitze, Pointe, Punta)	m³/s Dat.	.4 1952	.4 1958	.5 1953	1.9 1958	7.2 1953	7.9 1965	9.8 + 1963	7.8 1955	8.5 1949	6.1 1963	2.9 1963	5.5 1961
Minimum/Minime (Tagesmittel, Moyennes pour Medie giornaliere)	m³/s Dat.	.06 1951	.07 1952,56	.04- 1956	.08 1963	.13 1965	.86 1965	.88 1949	.97 1954,59	.56 1959,62	.29 1959	.18 1965	.13 1949,65
Durchschnittliche Jahresabflussmenge der Débit annuel moyen de / Portata annua media dei		16				Jahre années/anni	.91 m³/s		63.2 l/s km²				
Größte mittlere Jahresabflussmenge Débit annuel moyen le plus grand / Portata annua media la più grande						1.11 m³/s		oder ou ossia	77.1 l/s km²		1965		
Kleinste mittlere Jahresabflussmenge Débit annuel moyen le plus petit / Portata annua media la più piccola						.76 m³/s		52.8 l/s km²		1964			

Dauer der Abflußmengen / Durée des débits / Durata delle portate				in/en/in m³/s						
		Jahr Année Anno	1965	Periode Période Periodo			Jahr Année Anno	1965	Periode Période Periodo	
jährlich vorhanden oder überschritten, annuellement atteints ou dépassés, annualmente raggiunti o sorpassate	während pendant durante	9 18 55	Tagen jours giorni	6.00 5.00 2.23	3.69 2.92 1.86	während pendant durante	182 228 274	Tagen jours giorni	.34 .20 .16	.48 .28 .18
		91 137		1.67 1.00	1.44 .88		329 347		.12 .11	.12 .09

Bergbahnen Engstligenalp AG
Gesamterneuerung Kleinwasserkraftwerk
Eichkurve $Q_{\text{Dot}} = f(\text{WSP im OW})$



Gesamterneuerung Kleinwasserkraftwerk Engstligenalp Hochwassermengen Wasserfassung

Beilage 4

Referenzgebiet:	Simme - Oberried / Lenk	
	Fläche	35.70 km ²
	mittlere Höhe	2370.00 m ü. M.
	Vergletscherung	34.60 %

Abflussdauerkurven:	Referenzgebiet Simme - Oberried / Lenk		Einzugsgebiet KW Engstligenalp	
	Fläche E _R	35.70	Fläche E	14.40
Tage erreicht / überschritten	Q _R [m ³ /s]	q _R [m ³ /s*km ²]	Q [m ³ /s]	q [m ³ /s*km ²]
9	8.28	0.232	3.69	0.256
18	7.20	0.202	2.92	0.203
55	4.93	0.138	1.86	0.129
91	3.29	0.092	1.44	0.100
137	1.75	0.049	0.88	0.061
182	0.89	0.025	0.48	0.033
228	0.51	0.014	0.28	0.019
274	0.32	0.009	0.18	0.013
329	0.20	0.006	0.12	0.008
347	0.16	0.004	0.09	0.006

Bestimmung des Höchsthochwasser HHQ mit empirischen Hochwasserformeln vom Typ $HHQ = C \cdot E^n$

Nach Hofbauer: $EHQ = C \cdot E^{1/2}$

Nach Kürsteiner: $EHQ = C \cdot E^{2/3}$

Bestimmung des Parameters C anhand des Referenzgebietes Simme - Oberried / Lenk

Fläche des Referenzgebietes: 35.70 km²

$EHQ = 1.5 \cdot HQ_{100} = 68.0 \text{ m}^3/\text{s}$

Nach Hofbauer: $C = 11.4$

Nach Kürsteiner: $C = 6.3$

Bestimmung des Höchsthochwassers EHQ des Einzugsgebietes bis Fassung KW Engstligenalp

Beschreibung des Einzugsgebietes: Gebirgsland oberhalb der Waldgrenze
Fläche des Einzugsgebietes: 14.40 km²

Nach Hofbauer: $EHQ = 43.2 \text{ m}^3/\text{s}$

Nach Kürsteiner: $EHQ = 37.1 \text{ m}^3/\text{s}$

Wahl EHQ Engstligen: $EHQ = 43.2 \text{ m}^3/\text{s}$

$HQ_{100} = 28.8 \text{ m}^3/\text{s}$

	Referenzgebiet Simme - Oberried / Lenk		Einzugsgebiet KW Engstligenalp		Vergleichsbetrachtung
	Fläche E _R	35.70	Fläche E	14.40	$q = q_R * (E/E_R)^{n-1}$
	Q _R [m3/s]	q _R [m3/s*km2]	Q [m3/s]	q [m3/s*km2]	n
HQ100	45.00	1.261	28.80	2.000	0.50
EHQ	68.00	1.905	43.20	3.000	0.50

Parameter n aus der Literatur

$$1/2 < n < 2/3$$

Bestimmung der Hochwassermengen:

Referenzgebietbetrachtung

	Referenzgebiet Simme - Oberried / Lenk		Einzugsgebiet KW Engstligenalp		Vergleichsbetrachtung
	Fläche E _R	35.70	Fläche E	14.40	$HQ = HQ_R * (E/E_R)^n$
Jährlichkeit [Jahre]	Abfluss [m3/s]		Abfluss [m3/s]		n
2	15.0		9.5		0.5
5	20.0		12.7		0.5
10	24.0		15.2		0.5
20	28.0		17.8		0.5
50	34.0		21.6		0.5
100	38.0		24.1		0.5
200	44.0		27.9		0.5
EHQ	57.0		36.2		0.5

Auszug aus dem hydrologischen Atlas der CH

Jährlichkeit [Jahre]	Einzugsgebiet KW Engstligenalp Abfluss [m3/s]
50	10.3
100	11.0

Getroffene Wahl KWKW Engstligenalp

Jährlichkeit [Jahre]	Einzugsgebiet KW Engstligenalp Abfluss [m3/s]
50	15.9
100	17.6

Bergbahnen Engstligenalp AG
Gesamterneuerung Kleinwasserkraftwerk
Produktionsberechnung

Tage	DK 1950-1965 m3/s	Pegel OW m ü.M.	Pegel UW m ü.M.	Brutto Fallhöhe m	Q-T,mittel Periode m3/s	Schwankung (gem BGF) m3/s	Tage	Anz. Tage idealisiert	Q-zu idealisiert	Q-Dot m3/s	Q-Nutz Anlage m3/s	Turbine Beaufschl. %	Q-Nutz Mio. m3	Hydr. Verluste m	Netto Fallhöhe m	Wirkungsgr. Anlage %	Leistung kW	Produktion kWh
Qa =											1.35							
9	3.69	1926.45	1869.54	56.91	3.69	2.30	3	3	4.84	0.450	1.35	100%	0.3	3.10	53.81	80%	570	41'048
				56.91			6	3	3.69	0.450	1.35	100%	0.3	3.10	53.81	80%	570	41'048
				56.91			9	3	2.54	0.450	1.35	100%	0.3	3.10	53.81	80%	570	41'048
18	2.92	1926.45	1869.54	56.91	3.31	2.00	12	3	4.31	0.450	1.35	100%	0.3	3.10	53.81	80%	570	41'048
				56.91			15	3	3.31	0.450	1.35	100%	0.3	3.10	53.81	80%	570	41'048
				56.91			18	3	2.31	0.450	1.35	100%	0.3	3.10	53.81	80%	570	41'048
55	1.86	1926.45	1869.54	56.91	2.39	1.30	30	12	3.04	0.450	1.35	100%	1.4	3.10	53.81	80%	570	164'191
				56.91			43	13	2.39	0.450	1.35	100%	1.5	3.10	53.81	80%	570	177'873
				56.91			55	12	1.74	0.450	1.29	96%	1.3	2.85	54.06	80%	547	157'622
91	1.44	1926.45	1869.54	56.91	1.65	0.80	67	12	2.05	0.200	1.35	100%	1.4	3.10	53.81	80%	570	164'191
				56.91			79	12	1.65	0.200	1.35	100%	1.4	3.10	53.81	80%	570	164'191
				56.91			91	12	1.25	0.200	1.05	78%	1.1	1.90	55.01	80%	453	130'552
137	0.88	1926.45	1869.54	56.91	1.16	0.55	106	15	1.44	0.074	1.35	100%	1.7	3.10	53.81	80%	570	205'238
				56.91			122	16	1.16	0.074	1.09	80%	1.5	2.05	54.86	80%	468	179'546
				56.91			137	15	0.89	0.074	0.81	60%	1.1	1.15	55.76	80%	355	127'763
182	0.48	1926.45	1869.54	56.91	0.68		182	45	0.68	0.074	0.61	45%	2.4	0.70	56.21	80%	267	288'715
228	0.28	1926.45	1869.54	56.91	0.38		228	46	0.38	0.074	0.31	23%	1.2	0.20	56.71	80%	136	150'352
274	0.18	1926.45	1869.54	56.91	0.23		274	46	0.23	0.074	0.16	12%	0.6	0.05	56.86	75%	65	72'049
329	0.12	1926.45	1869.54	56.91	0.15		329	55	0.15	0.074	0.08	6%	0.4	0.05	56.86	65%	28	36'373
347	0.09	1926.45	1869.54	56.91	0.11		347	18	0.11	0.074	0.03	2%	0.0	0.05	56.86	0%	0	0
365	0.09	1926.45	1869.54	56.91	0.09		365	18	0.09	0.074	0.02	1%	0.0	0.05	56.86	0%	0	0
Total Tage =								365					Q-Nutz total :	19.2				

Total Prod. hydrologisch	2'182'846
Total Prod. kalkulatorisch	2'008'218

Bergbahnen Engstligenalp AG
Gesamterneuerung Kleinwasserkraftwerk
Generelles Terminprogramm

		Jahr	2009												2010												2011												
		Monat	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
Bezeichnung																																							
Ausarbeiten Konzessionsprojekt																																							
Konzessionsverfahren																																							
Öffentliche Auflage																																							
Regierungsratsbeschluss (RRB)																																							
GO Entscheid für die Planung																																							
Submission EM-Ausrüstung	Ausarbeitung Submissionsunterlagen																																						
	Ausarbeitung der Angebote Lieferanten																																						
GO Entscheid für die Realisierung																																							
Bestellung Turbine / Generator																																							
Fertigung / Lieferung Turbine / Generator																																							
Submission Bau / Stahlwasserbau	Ausarbeitung Submissionsunterlagen																																						
	Ausarbeitung der Angebote Unternehmer																																						
	Auswertung der Angebote / Vergabeantrag																																						
Arbeitsvergabe durch die Bauherrschaft																																							
Ausführungsprojekt Wasserfassung / Druckleitung / Zentrale																																							
Bauausführung Wasserf. / Druckl. / Zentrale / Umgebung																																							
Montage Stahlwasserbau																																							
Montage EM-Ausrüstung																																							
Inbetriebsetzung																																							
Probetrieb																																							
Provisorische Übernahme durch die Bauherrschaft																																							