



# CHALBERHÖNI

## Rapport final

### Auteurs

**Gérald CAVIN, STUCKY SA**

Rue du Lac 33, 1020 Renens VD 1, [gcavin@stucky.ch](mailto:gcavin@stucky.ch), [www.stucky.ch](http://www.stucky.ch)

**Thomas WAGNER, SIGMAPLAN**

Thunstrasse 91, 3006 Bern, [twagner@sigma-plan.ch](mailto:twagner@sigma-plan.ch), [www.sigma-plan.ch](http://www.sigma-plan.ch)



Date: 14.12.2009

**Soutenu par l'Office fédéral de l'énergie OFEN**

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Adresse postale: CH-3003 Berne

Tél. +41 31 322 56 11, fax +41 31 323 25 00

[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

Responsable OFEN: [bruno.guggisberg@bfe.admin.ch](mailto:bruno.guggisberg@bfe.admin.ch)

Numéro de projet: 102047

**Le ou la mandataire de l'étude est seul(e) responsable de son contenu.**



## **Table des matières**

### **Chalberhöni**

- **Résumé**
- **Technischer Bericht**
- **Bericht zur Voruntersuchung mit Pflichtenheft**
- **Plan de situation**
- **Hydrologie du Chalberhöni**





## **Chalberhöni - Résumé**

Le projet de petite centrale hydroélectrique du Chalberhöni est situé dans la vallée du Chalberhöni, entre Saanen et la Gumfluh. Il s'agit d'un projet de centrale 750 kW, dont la production prévue est de 2.5 GWh/an.

Le coût de construction est estimé à 3.5 millions CHF, et les frais d'exploitation à 100'000 CHF/an ; avec un prix RPC de 19.7 le projet est rentable.

La surface du bassin concerné est de 8.8 km<sup>2</sup>. La chute totale est de 260 m, et la centrale est dimensionnée sur la base d'un Q<sub>70</sub> de 0.4 m<sup>3</sup>/s.

Le débit Q<sub>347</sub> est de 70 l/s, ce qui permet d'envisager un débit résiduel de 58 l/s.

La prise d'eau est installée à l'altitude de 1278 m (X = 585381, Y = 146226). Elle est de type coanda, suivie d'un dessableur de 20 m<sup>2</sup>. Une conduite de 2.2 km amène l'eau à la centrale (X = 587220 Y= 147751), située à l'altitude 1018 m à côté de la Sarine où l'eau est restituée.

Une étude environnementale a été effectuée par le bureau SIGMAPLAN en 2009.

L'étude technique et l'étude hydrologique ont été effectuées par STUCKY SA. A la demande du canton de Berne, des mesures ont été effectuées pour la période du 15.04 2007 au 14.04.2009. Les résultats de ces mesures indiquent pour cette période un débit Q<sub>347</sub> de 107 l/s. Ces données seront transmises au canton de Berne qui se chargera d'interpréter ces mesures et de les comparer avec le Q<sub>347</sub> théorique de 70 l/s pour en tirer le débit résiduel à respecter dans le cadre de la demande de concession.

Le matériel électromécanique est constitué d'une turbine Pelton standard dont les caractéristiques précises seront définies lors de l'appel d'offres, de même que le système de contrôle-commande et le matériel annexe (vanne de pied, protections, etc).

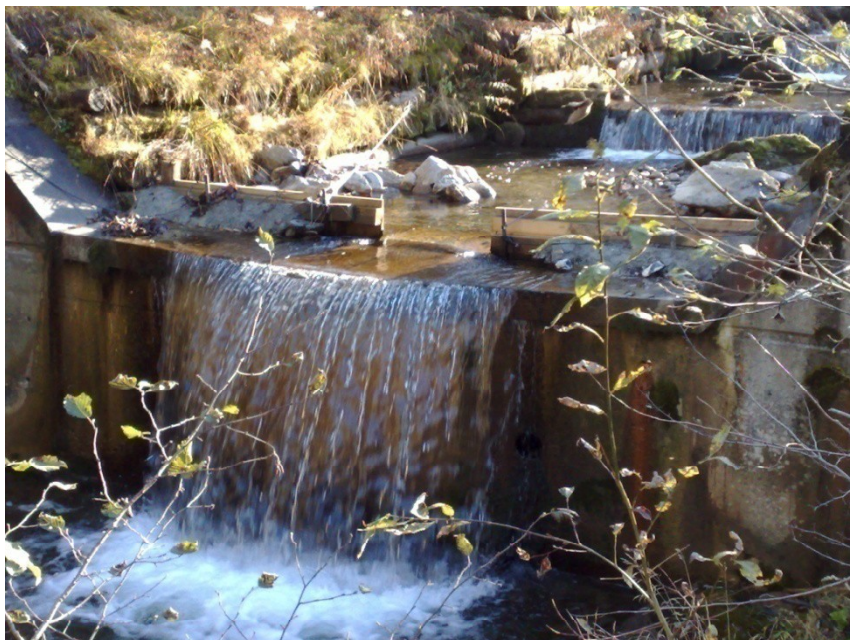
Sur la base des études mentionnées ci-dessus, le dossier de demande de concession sera présenté au canton de Berne en 2010, dès la fin du moratoire. Les conclusions des études techniques et environnementales ont imposé certains changements minimes (forme de la centrale, pente du toit emplacement définitif de la prise d'eau, etc) qui seront intégrées à la demande de permis de construire.



EMERGING POWER DEVELOPERS LTD

## **Kleines Wasserkraftwerk am CHALBERHÖNI (Saanen, BE)**

### **Technischer Bericht**



ADS/CAV/SB / 7449.02/4026

Renens, den 15. Dezember 2009



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Hydrologie</b>	<b>2</b>
2.1	Einzugsgebiet	2
2.2	Abflussdauerlinie	3
2.3	Mindestrestwassermenge	3
<b>3</b>	<b>Eigenschaften der geplanten Anlage</b>	<b>3</b>
3.1	Fallhöhe	3
3.2	Ausbaumenge	4
3.3	Bauwerke	4
3.4	Installierte Leistung, Jahresproduktion	4
3.5	Elektromechanische Ausrüstung	4
3.6	Verbindung zu Netzwerk	5
<b>4</b>	<b>Finanzielle Verhältnisse</b>	<b>5</b>
4.1	Investitionen	5
4.2	Betriebskosten	6
4.3	Kostenpreis einer Kilowattstunde	6
4.4	Rentabilität	6
<b>5</b>	<b>Konzession</b>	<b>6</b>



## 1 Einleitung

Das Wasserkraftwerk liegt auf dem Chalberhönibach, auf Gemeindeboden Saanen. Dieses Projekt plant eine Fallhöhe von 250 Meter zwischen der Stauspiegelhöhe (kote 1275, Einlauf) und dem Niveau 1025 (Kraftwerk). Siehe Abbildung 1.

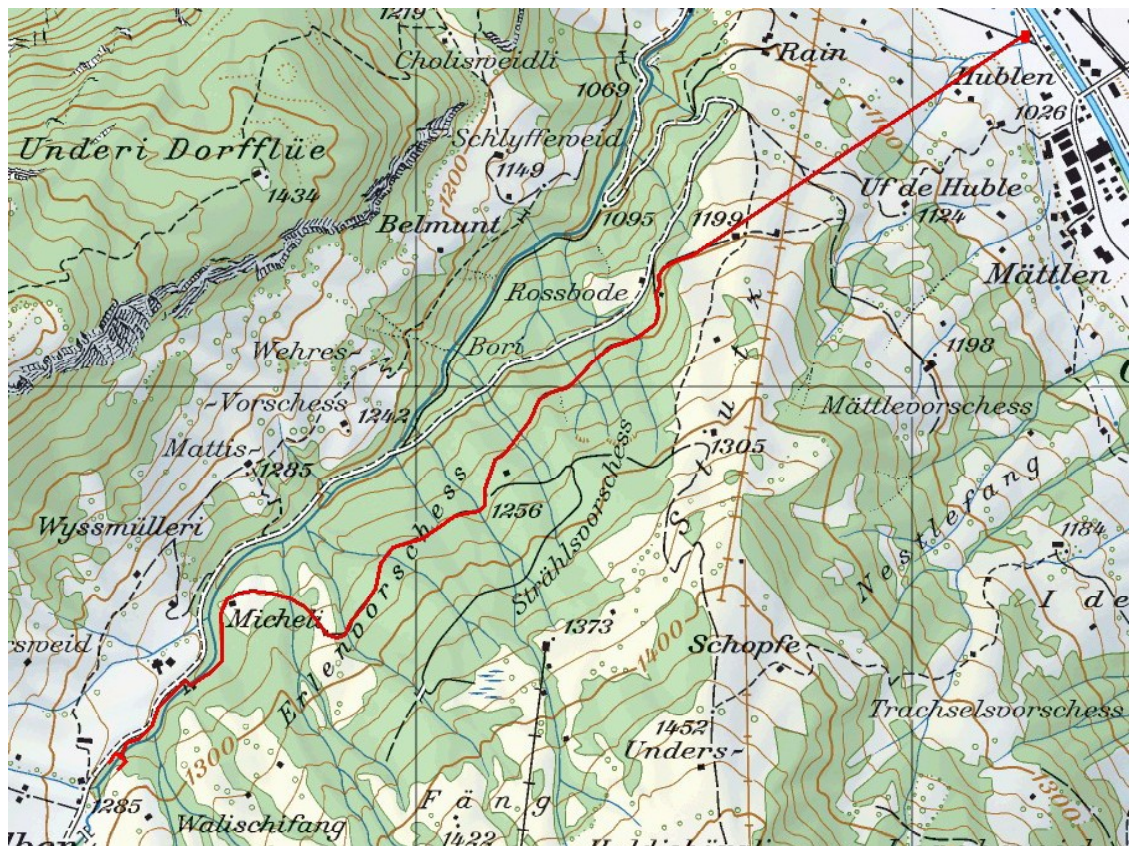


Abbildung 1: Ausbaulage



## 2 Hydrologie

### 2.1 Einzugsgebiet

Die Einzugsgebietsfläche beträgt 8.8 Km<sup>2</sup>.

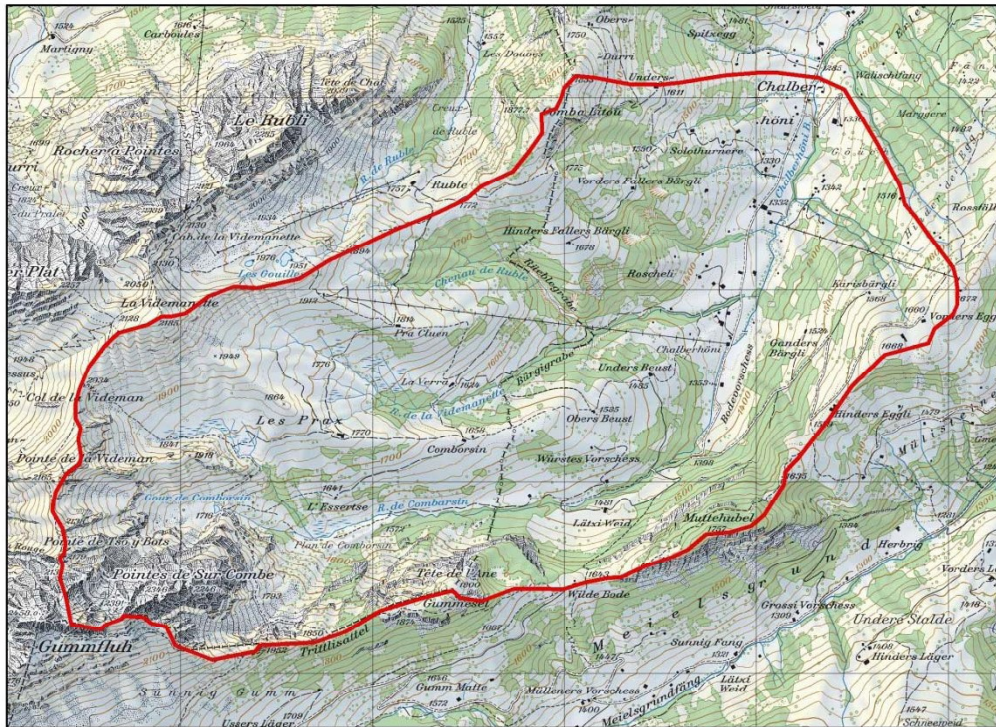


Abbildung 2: Einzugsgebiet



## 2.2 Abflussdauerlinie

Die Berechnung des Oberflächenabflusses gründet auf den, für die gesamte Schweiz von der BAFU<sup>1</sup>. ermittelten, spezifischen Wassermengen. Der mittlere Jahresabfluss beträgt 1195 mm. Die entsprechenden Abflüsse sind in Abbildung 3 wiedergegeben.

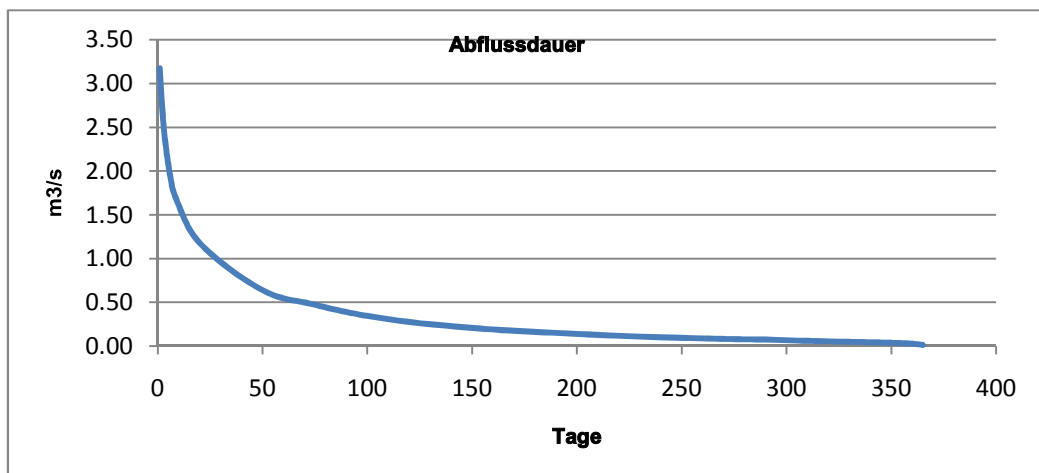


Abbildung 3: Abflussdauerlinie

## 2.3 Mindestrestwassermenge

Die Mindestrestwassermenge wurde laut Artikel 31 des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) berechnet. Die Abflussmenge  $Q_{347}$  wurde auf 70 Liter pro Sekunde geschätzt, was eine Mindestrestwassermenge von 58 Liter pro Sekunde ergibt.

## 3 Eigenschaften der geplanten Anlage

### 3.1 Fallhöhe

Die Betriebshöhe des Wasserspiegels wurde auf 1275 m.ü.M. festgelegt.

Der Unterwasserspiegel wird am Bachufer, auf Kraftwerkebene auf 1025 m.ü.M. festgelegt.

Die Bruttofallhöhe ist also 250 Meter.

<sup>1</sup> "Die mittleren Abflüsse über die ganze Schweiz, ein optimierter Datensatz in 500 x 500 Raster", Martin Pfandler – Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Massimiliano Zappa – Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), Birmensdorf, 2007)



### 3.2 Ausbaumenge

Die ausgewählte Ausbaumenge ist Nahe an  $Q_{70}$ , das heisst  $0.4 \text{ m}^3/\text{Sekunde}$ .

### 3.3 Bauwerke

Eine Wasserfassung (nach Möglichkeit ist das Tiroler Wehr zu vermeiden) auf dem Türbachbach, leitet das zu turbinierende Wasser ab. Er ist mit einem Kiesabscheider ausgerüstet welcher als Kopfbecken dient.

Die Kiesabscheideroberfläche beträgt  $20 \text{ m}^2$ , ist  $10.00 \text{ m}$  lang und  $2.00 \text{ m}$  breit.

Ein ungefähr  $980 \text{ Meter}$  langes Druckrohr wird zwischen Bach und Strasse auf rechter Uferseite gelegt. Der Durchmesser dieses Druckrohrs ist  $500 \text{ mm}$ . Ein Druckrohr aus Stahl oder aus Glasfaser ist vorgesehen welches auf seiner ganzen Länge unterirdisch installiert wird.

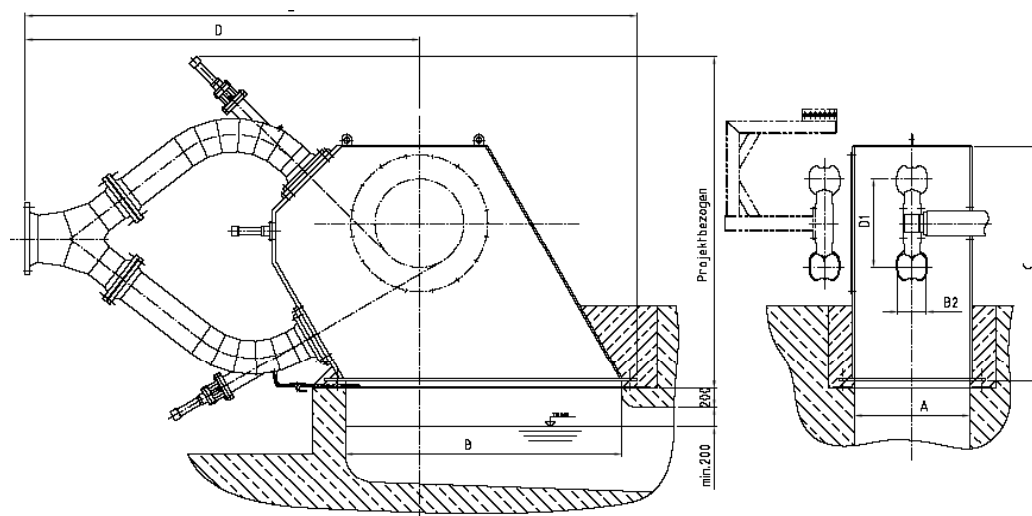
Das Kraftwerk, am rechten Ufer des Türbachbaches stehend liegt auf einer Höhe von  $1025 \text{ Meter}$  über dem Meer.

### 3.4 Installierte Leistung, Jahresproduktion

Die installierte Leistung beträgt ungefähr  $750 \text{ kW}$  und die vorgesehene Produktion  $2.5 \text{ GWh/Jahr}$ .

### 3.5 Elektromechanische Ausrüstung

Wie unten im Bild zu sehen ist, wird die Turbine von Typ Pelton sein:



#### Technische Daten :

Leistung =  $750 \text{ kW}$

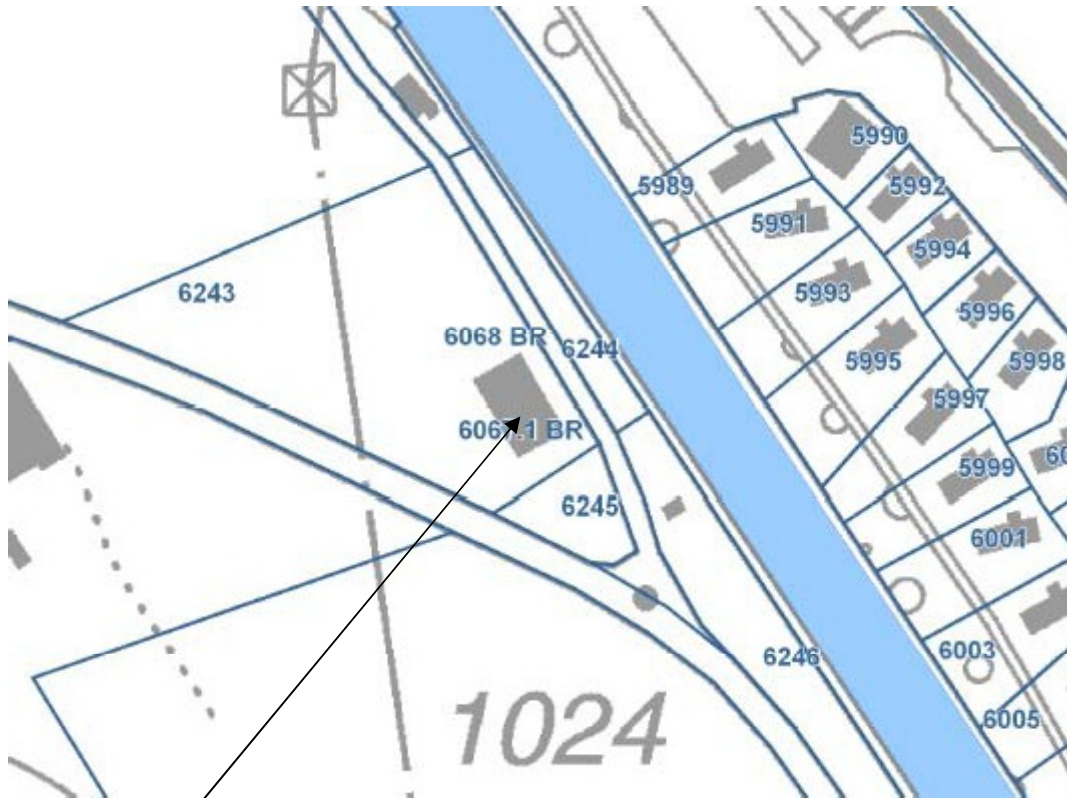
Wasserdruckhöhe =  $250 \text{ m}$

Durchflussmenge =  $0.4 \text{ m}^3/\text{s}$



### 3.6 Verbindung zu Netzwerk

Die Verbindung zum Netzwerk geht durch BKW-Transformatoren, welche derzeit in der Fabrik von Herrn Kunz auf Parzelle 6067,1 Paket installiert sind.



Fabrik von Herrn Kunz und Standplatz der Transformatoren

## 4 Finanzielle Verhältnisse

### 4.1 Investitionen

Die Baukosten werden auf CHF 3'587'000.- geschätzt.

Die Gesamtkosten sind in der untenstehenden Tabelle dargestellt:

Machbarkeit	15'000.-
Entwicklung	90'000.-
Ingenieurleistung	290'000.-
Infrastruktur (Druckleitung und verschiedenes)	2'250'000.-
Infrastruktur (andere)	375'000.-
Elektromechanische Ausrüstung	567'000.-
Total	3'587'000.-



## 4.2 Betriebskosten

Die Jahresbetriebskosten wurden wie folgt berechnet:

Versicherungsprämien	CHF 36'000.-
Ersatzteile	CHF 18'000.-
Bewirtschaftung	CHF 24'000.-
Administrativkosten	CHF 12'000.-
Unvorgesehenes	CHF 9'500.-
<b>Total</b>	<b>CHF 99'500.-</b>

Finanzkosten (Zinssatz 6%)	CHF 196'500.-
Jahreskosten	CHF 296'000.-

## 4.3 Kostenpreis einer Kilowattstunde

Der Kostenpreis einer Kilowattstunde wurde auf 11.9 Rappen festgelegt (1. Jahr).

## 4.4 Rentabilität

Der Energieverkaufspreis wird auf 19.7 Rappen/kWh gesetzt (Stromversorgungsverordnung, StromVV 14 März 2008).

Das Ergebnis der Wirtschaftsanalyse ist in der unten folgenden Tabelle dargestellt.

Investitionen		CHF	3'587'000.-
Jahreseinkommen		CHF	495'000.-
Interner Zinsfluss			17%
Netto Wertschöpfung		CHF	1'346'000.-

## 5 Konzession

Der vom Gesetz festgesetzte Energiepreis ist während den ganzen 25 Jahren gültig. Die Konzession wird für eine Dauer von 80 Jahren beantragt.



### Beilage 1: Vorgesehene Produktion

EINSCHÄTZUNG DER JAHRESPRODUKTION								
auf Basis der Abflussdauerlinie 1								
Pauschaler Druckverlust		94.0001 * Q <sup>2</sup>						
Rohrleitungsdurchmesser		500 mm		Kstrickler	100			
Rohrleitungslänge		2265 m		i	0.0066			
Anlage-Ertrag		0.81						
Oberwasserspiegel		1275 m						
Unterwasserspiegel		1025 m						
<b>Turbinierte Abflussmenge</b>		<b>0.4 m<sup>3</sup>/s</b>						
Rückerstattungsmenge		0.058 m <sup>3</sup> /s						
<b>Ergebene Leistung</b>		<b>747 kW</b>						
Abflussmengen	Tage	Turbinierte Abflussmengen	Anzahl an Tagen	Oberwasserspiegel	Unterwasserspiegel	Druckverlust	Nettofallhöhe	Produktion
m <sup>3</sup> /s		m <sup>3</sup> /s				m	m	GWh
3.18	1	0.40	1	1275.00	1025.00	15.04	234.96	0.018
2.47	3	0.40	2	1275.00	1025.00	15.04	234.96	0.036
1.94	6	0.40	3	1275.00	1025.00	15.04	234.96	0.054
1.67	9	0.40	3	1275.00	1025.00	15.04	234.96	0.054
1.24	18	0.40	9	1275.00	1025.00	15.04	234.96	0.161
0.85	36	0.40	18	1275.00	1025.00	15.04	234.96	0.323
0.58	55	0.40	19	1275.00	1025.00	15.04	234.96	0.341
0.48	73	0.40	18	1275.00	1025.00	15.04	234.96	0.323
0.38	91	0.33	18	1275.00	1025.00	10.01	239.99	0.269
0.29	114	0.24	23	1275.00	1025.00	5.24	244.76	0.253
0.23	137	0.18	23	1275.00	1025.00	2.91	247.09	0.191
0.19	160	0.13	23	1275.00	1025.00	1.65	248.35	0.144
0.16	182	0.10	22	1275.00	1025.00	0.99	249.01	0.107
0.13	205	0.08	23	1275.00	1025.00	0.54	249.46	0.083
0.11	228	0.05	23	1275.00	1025.00	0.26	249.74	0.057
0.09	251	0.04	23	1275.00	1025.00	0.12	249.88	0.039
0.08	274	0.02	23	1275.00	1025.00	0.05	249.95	0.024
0.07	292	0.00	18	1275.00	1025.00	0.00	250.00	0.000
0.06	310	0.00	18	1275.00	1025.00	0.00	250.00	0.000
0.05	329	0.00	19	1275.00	1025.00	0.00	250.00	0.000
0.04	347	0.00	18	1275.00	1025.00	0.00	250.00	0.000
0.03	356	0.00	9	1275.00	1025.00	0.00	250.00	0.000
0.02	362	0.00	6	1275.00	1025.00	0.00	250.00	0.000
0.01	365	0.00	3	1275.00	1025.00	0.00	250.00	0.000
<b>Total</b>			<b>365</b>		<b>Jahresproduktion</b>			<b>2.48</b>



## Beilage 2 : Kostendeckende Einspeisevergütung

Technische Angaben der Anlage			
Fallhöhe	250 m	Abflussmenge	400 l/s
Jahresproduktion			2.50 GWH
Äquivalente Leistung			285 kW

Kostendeckende Einspeisevergütungsberechnung					
Grundvergütung		Druckstufen-Bonus		Wasserbau-Bonus	
285 kW	15.7 Rp/kWh	250 m	1.00 Rp/kWh	285 kW	3 Rp/kWh
0 kW	26.0 Rp/kWh	0 m	4.50 Rp/kWh	0 kW	5.5 Rp/kWh
<b>Vergütung</b>			<b>19.7 Rp/kwh</b>		

Stammdaten	
<b>Leistungsklasse</b>	<b>Grundvergütung (Rp./kWh)</b>
≤10 kW	26
≤50 kW	20
≤300 kW	14.5
≤1 MW	11
≤10 MW	7.5
<b>Fallhöhenklasse (m)</b>	<b>Bonus (Rp./kWh)</b>
≤5	4.5
≤10	2.7
≤20	2
≤50	1.5
>50	1
<b>Leistungsklasse (kW)</b>	<b>Wasserbau-Bonus (Rp./kWh)</b>
≤10	5.5
≤50	4
≤300	3
>300	2.5

Grundvergütung	
P (kW)	Basis (Rp/kWh)
10	26
50	20
300	14.5
1'000	11
10'000	7.5

Druckstufen-Bonus	
H (m)	Bonus (Rp/kWh)
5	4.5
10	2.7
20	2
50	1.5
>50	1

Wasserbau-Bonus	
P (kW)	Bonus (Rp/kWh)
10	5.5
50	4
300	3
>300	2.5

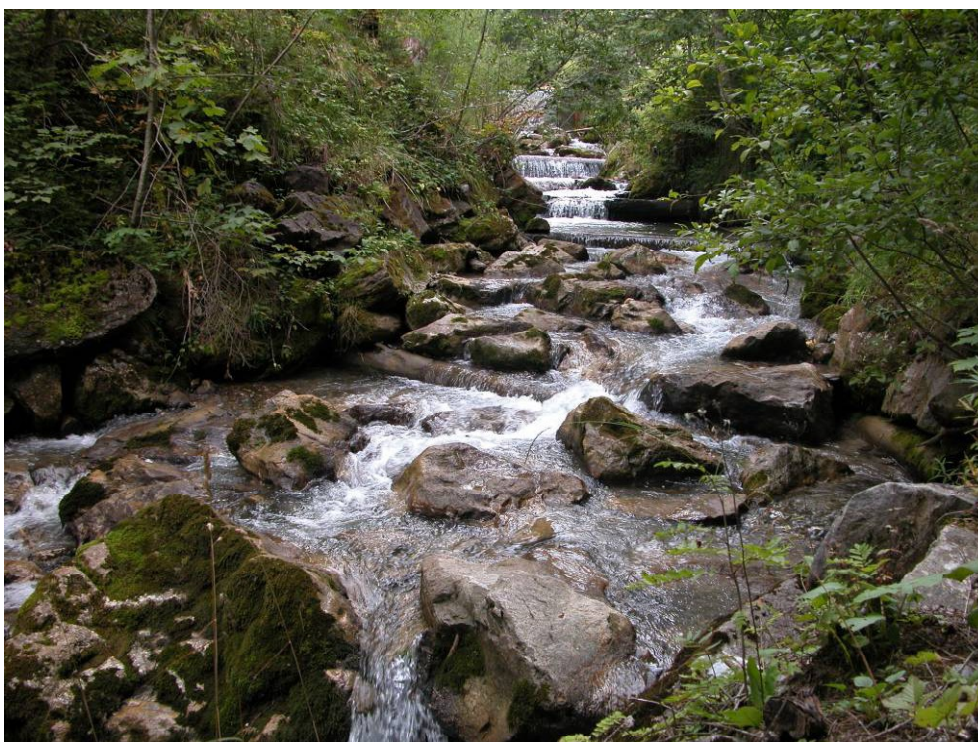


**sol-E**  
**suisse**

Solutions énergétiques durables  
Soluzioni energetiche sostenibili  
Nachhaltige Energielösungen

# Neubau Wasserkraftwerk Chalberhöni, Saanen

Bericht zur Voruntersuchung mit Pflichtenheft



März 2009

## **Impressum**

Auftraggeber: Giordano Favaro, sol-E suisse

Autoren: Thomas Wagner und Milena Dolder, Sigmaplan AG  
Dr. Peter Büsser, Büro für Fischereibiologie

Titelbild: Fassungsstandort am Chalberhönibach

Version	Datum	Autor(en)
1.0	21.10.2008	MD, TW, PB
1.2	13.03.2009	MD

# Bericht zur Voruntersuchung und Pflichtenheft

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Ausgangslage</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Zielsetzung und Vorgehen</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Standort und Umgebung</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Vorhaben</b> .....	<b>2</b>
4.1	Beschreibung des Vorhabens.....	2
4.2	Übereinstimmung mit der Raumplanung .....	3
4.3	Hydrologische Grundlagen .....	4
<b>5</b>	<b>Relevanz der Umweltbereiche (Relevanzmatrix)</b> .....	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Auswirkungen auf die Umwelt</b> .....	<b>5</b>
6.1	Luftreinhaltung und Klimaschutz.....	5
6.2	Lärmschutz und Erschütterungen.....	5
6.3	Oberflächengewässer, Wasser- und Uferlebensraum.....	6
6.4	Grundwasser.....	9
6.5	Abwasser .....	10
6.6	Bodenschutz .....	10
6.7	Altlasten .....	11
6.8	Abfälle .....	11
6.9	Walderhaltung.....	11
6.10	Naturschutz.....	12
6.11	Landschaftsschutz .....	17
6.12	Kulturgüterschutz und Archäologie.....	18
<b>7</b>	<b>Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung</b> .....	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Beurteilung Neubau Kraftwerk Chalberhöni</b> .....	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>Quellen</b> .....	<b>22</b>
	<b>Beilage 1: Beschreibung der bernischen Methode zur Berechnung der fischereilichen Ertragsfähigkeit</b> .....	<b>23</b>
	<b>Beilage 2: Protokollblatt zur Bestimmung des Raumfaktors k2</b> .....	<b>28</b>



## 1 Ausgangslage

Basierend auf einer aktuellen Potentialstudie zur möglichen Nutzung der Wasserkraft im Saanenland und im oberen Simmental hat die sol-E suisse im Juli 2008 entschieden, fünf Standorte am Chalberhönibach, Meielsgrundbach, Turbachbach (zwei Standorte) und am Betelriedbach (Simmental bei Blankenburg) weiterzuverfolgen. Die sol-E suisse hat im August 2008 eine Vereinbarung mit der Firma Stucky SA abgeschlossen, welche seit einiger Zeit ebenfalls Projektideen für Wasserkraftwerke an denselben Gewässern entwickelt hat. Die Firma Stucky ist für die Projektierung zuständig, währenddem die sol-E suisse die Gesamtprojektleitung innehat.

Da alle geplanten Anlagen eine Leistung von weniger als 3 MW aufweisen, müssen im Hinblick für die Konzessionsgesuche Umweltberichte (Restwasserberichte) über die Umweltauswirkungen der Kraftwerke ausgearbeitet werden.

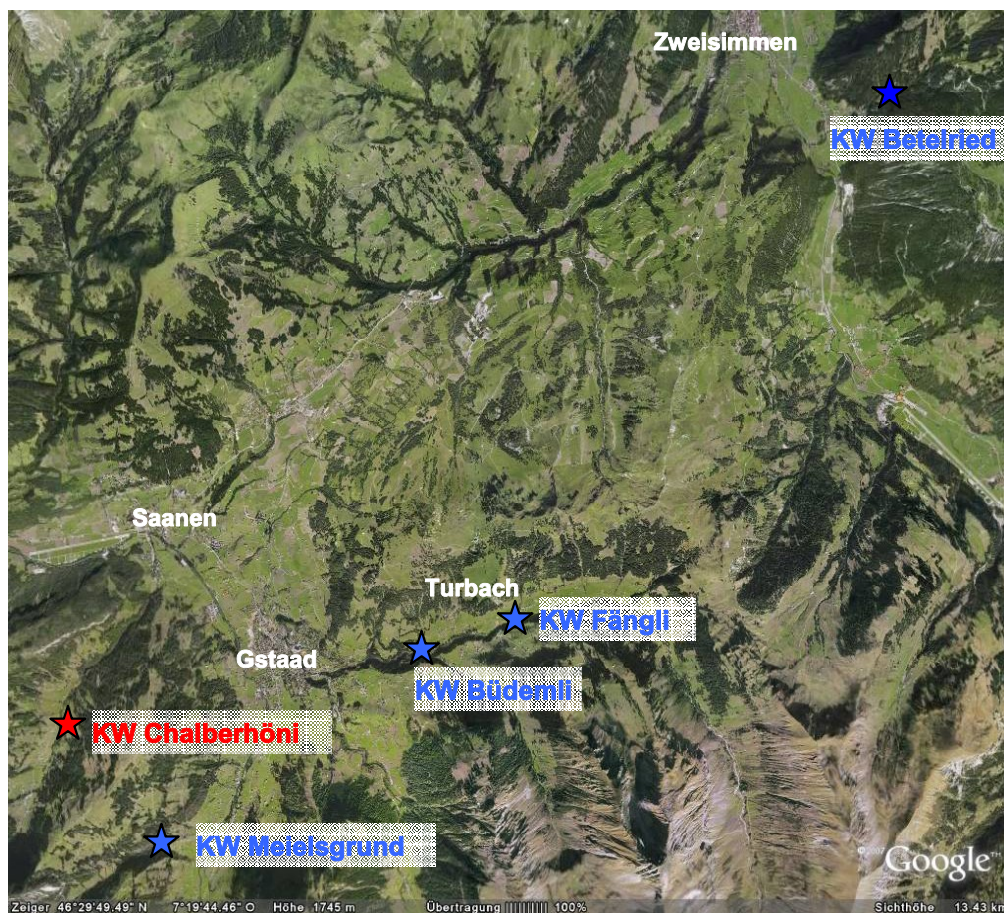


Abb. 1: Übersicht geplante Standorte Wasserkraftwerke im Saanenland und oberen Simmental der sol-E suisse (eingezeichnet sind die ungefähren Fassungsstandorte)

Es ist vorgesehen, im Oktober 2008 zuerst das Wasserwirtschaftsamt WWA und dann die Fachstellen an einer gemeinsamen Begehung über die geplanten Vorhaben im Saanenland zu orientieren. Für diesen Zeitpunkt sollen die Behörden mit den Berichten zur Voruntersuchung sowie mit den technischen Berichten für alle fünf Standorte bedient werden.

## **2 Zielsetzung und Vorgehen**

Obschon für die geplanten Anlagen keine UVP erforderlich ist, wurde gemeinsam mit der sol-E suisse entschieden, analog wie bei einer UVP-pflichtigen Anlage vorerst eine Voruntersuchung durchzuführen. Diese soll auch ein Pflichtenheft für die nachfolgenden Arbeiten im Rahmen der Hauptuntersuchung enthalten.

Die Voruntersuchung bezweckt, die wichtigen Fragen, Rahmenbedingungen und Projektvorgaben mit Blick auf die möglichen Umweltauswirkungen zu ermitteln sowie die nötigen Untersuchungsinhalte für die Hauptuntersuchung zu definieren. Sie soll mit geringem Aufwand garantieren, dass nichts Wichtiges vergessen geht und verhindern, dass Unwesentliches zu sehr in den Vordergrund gerückt wird. Die Beteiligten sollten in der Lage sein, das Projekt und die Umweltauswirkungen grundsätzlich zu beurteilen. Es sind auch die ökologischen Rahmenbedingungen mit Kostenfolgen für das geplante Kraftwerk zuhanden des Auftraggebers zu definieren (z. Bsp. Dotierwasser, Notwendigkeit Bau FAH).

## **3 Standort und Umgebung**

Das Chalberhönital erstreckt sich von Saanen Richtung südwest bis über die waadtländischen Grenze. In der Waadt zwischen Gummfluh und Le Rubli liegt auch das Quellgebiet der später den Chalberhönibach bildenden Bäche. Das Tal ist dünn besiedelt und wird land- und alpwirtschaftlich extensiv genutzt. Im hinteren Teil existieren zwei Sesselbahnen auf den Stand bzw. Richtung Les Gouilles. Beide Talflanken sind taleingangs stark bewaldet, mit vereinzelt landwirtschaftlich genutzten Lichtungen. Charakteristisch für den Nordhang sind die unzähligen in den Chalberhönibach mündenden Bäche mit entsprechend feuchten Zonen.

## **4 Vorhaben**

### **4.1 Beschreibung des Vorhabens**

Das geplante Kraftwerk nutzt den Unterlauf des Chalberhönibachs zwischen Gmürs Weid und Rüebeldorf bei Saanen. Die Einzugsgebietsfläche beträgt bei der Fassung 9.2 km<sup>2</sup>. Der Fassungsstandort mit Wehr und Seitenentnahme liegt bei der bestehenden Betonschwelle (ca. 1280 m ü.M.). Die Druckleitung verläuft im oberen Teil in der Strasse bis zur ersten Brücke, quert diese und führt entlang der neu ausgebauten Forststrasse bis zur Lichtung Micheli. Anschliessend verläuft das Trasse durch ein Waldstück quert einen kleinen Bach und steigt auf der nächsten Lichtung bis zur Forststrasse. Entlang dieser Waldstrasse verläuft die Trasse durch den Erlenvorschess bis zum Rossbode, von wo die Leitung nochmals aufsteigt zum Weidegebiet Stutz. Nun führt die Druckleitung über im Sommer beweidete und im Winter als Skipisten genutzte Wiesen zur Zentrale. Der Zentralenstandort befindet sich unterhalb der Siedlung Rüebeldorf am rechten Bachufer der Saane

(ca. 1024 m ü.M.) neben einem Gewerbehaus (Schreinerei). Mit der Wasserableitung resultiert eine ca. 2900 m lange Restwasserstrecke.



Abb. 2: Fassungsstandort am Chalberhönibach in der bestehenden Schwelle (linkes Bild) und geplante Zentrale neben Gewerbehaus (Schreinerei)

Als Untersuchungsgebiet wurden der engere Projektperimeter zwischen der Fassung und der Wasserrückgabe (Restwasserstrecke) sowie ein Streifen entlang der Druckleitung gewählt. Aufgrund des geplanten Laufkraftbetriebs ohne Speicherung und der geringen Baukubaturen mit vergleichsweise wenig Bauverkehr ist dieser Sachverhalt gerechtfertigt.

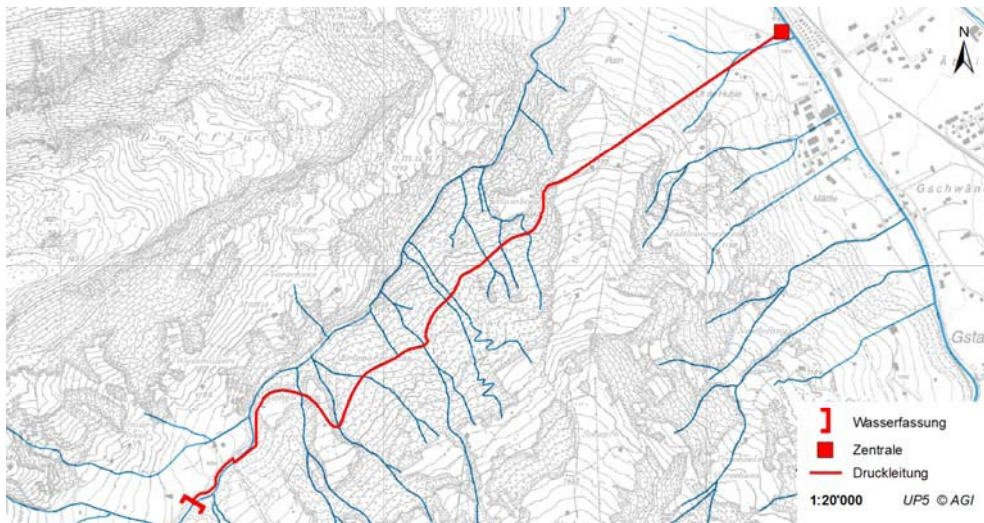


Abb. 3: Anlagenübersicht Kraftwerk Chalberhöni

## 4.2 Übereinstimmung mit der Raumplanung

Der Projektperimeter liegt in der Gemeinde Saane und zu einem grossen Teil ausserhalb der Bauzone. Nach Art 24 RPG wird für das Bauen ausserhalb der Bauzonen eine Ausnahmegewilligung benötigt. Diese kann aufgrund der Standortgebundenheit von Wasserkraftanlagen, sofern keine anderen Schutzinteressen erheblich verletzt werden, erteilt werden. Der untere Teil der Druckleitung verläuft durch Skipistenareale sowie Zonen der öffentlichen Nutzung. In diesen Flächen darf nichts unternommen werden, das den Skibetrieb beeinträchtigen könnte. Die Zentrale liegt innerhalb des Geltungsbereichs des Zonenplans auf Landwirtschaftsfläche.

Dabei gilt es die entsprechenden Lärmschutz- und Gestaltungsvorschriften zu berücksichtigen.

### 4.3 Hydrologische Grundlagen

Im Technischen Bericht von Stucky SA (2006) wurden für die Abschätzung der hydrologischen Kennwerte die Abflussdaten des Allenbachs, Adelboden verwendet und über die Gebietsgrösse des geplanten Kraftwerks hochgerechnet.

Vor zwei Jahren wurde von Stucky eine Abflussstation errichtet, wobei vom WWA Zweifel an der Qualität dieser Wassermessungen geäussert worden sind.

## 5 Relevanz der Umweltbereiche (Relevanzmatrix)

Die folgende Tabelle zeigt die relevanten Umweltauswirkungen des geplanten Kraftwerkvorhabens. Es werden die Umweltbereiche unterschieden, die abschliessend beurteilt werden können und bei welchen noch Abklärungsbedarf besteht. In Zusammenarbeit mit den Fachstellen sind die noch offenen Fragen und der Untersuchungsbedarf zu klären. Beurteilt werden die mit dem Vorhaben verbundenen zusätzlichen Belastungen.

Tab. 1: Relevanzmatrix Umweltauswirkungen Neubau KW Chalberhöni

Projektbelange	Luftreinhaltung	Lärmschutz	Erschütterungen	Oberflächengewässer, Wasser- und Uferlebensraum	Abwasser	Grundwasser	Bodenschutz	Altlasten	Abfälle	Störfallvorsorge	Walderhaltung	Naturschutz	Landschaftsschutz, Ortsbild	Kulturgüter, Archäologie
<b>Ausgangszustand</b>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Bauphase</b>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Betrieb</b>	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

#### Legende

- nicht relevant für das vorliegende Vorhaben
- Relevante Probleme, mit vorhandenen Grundlagen beurteilbar
- Vermutlich relevante Probleme, im Detail noch zu untersuchen während der Hauptuntersuchung HU
- ?? Relevanz vorerst nicht beurteilbar, weitere Abklärungen erforderlich

## 6 Auswirkungen auf die Umwelt

### 6.1 Luftreinhaltung und Klimaschutz

Das Kraftwerkprojekt ist im **Betriebszustand** für die Umweltaspekte Luftreinhaltung und Klimaschutz nicht relevant.

Der Untersuchungsraum liegt in einem lufthygienisch wenig bis mässig belasteten Gebiet. Während der **Bauphase** muss lokal mit höherer Luftbelastung gerechnet werden. Die Baustelle liegt im ländlichen Gebiet und die durch Baumaschinen und Bautransporte verursachten lokalen Luftbelastungen (vor allem motorische Emissionen und Staub) und deren Umweltauswirkungen werden als punktuell **relevant** eingestuft. Die anzuordnenden Massnahmen werden im Rahmen der Hauptuntersuchung gemäss der „Baustellenrichtlinie Luft“ sowie der „Richtlinie zur Luftreinhaltung bei Bautransporten“ bestimmt.

### 6.2 Lärmschutz und Erschütterungen

#### Lärmschutz

Die Umgebung des Chalberhönibaches ist nicht speziell mit Lärm vorbelastet. Etwas Lärm verursacht die Infrastruktur des Skigebietes sowie deren Benutzer. Der Turbinenlärm in der Zentrale kommt in der Betriebsphase als neue Lärmquelle hinzu, wobei hier das Rauschen der Saane eine bereits bestehende Geräuschkulisse bildet. Die Zentrale liegt auf Landwirtschaftsland mit der Lärmempfindlichkeitsstufe III. Das Vorhaben muss die gesetzlichen Anforderungen gemäss Lärmschutzverordnung LSV bei Neuanlagen einhalten. Die neue Zentrale grenzt direkt an ein Gewerbehäus und liegt ca. 70 m vom nächsten Wohnhaus entfernt. Sofern die Zentrale in Bezug auf den Lärmschutz nach dem anerkannten Stand der Technik realisiert wird, (schallgedämmte Fenster und Türen, Anordnung Lüftungsöffnungen gebäudeabseits etc.) ist mit keiner wahrnehmbaren Lärmbelastung aufgrund des Kraftwerksbetriebs zu rechnen.

Während der Bauphase wird an den Baustellen und an den Verkehrswegen am Tag mit zusätzlicher Lärmbelastung, ausgelöst durch Baumaschinen und Transportverkehr, gerechnet. Auswirkungen des Vorhabens müssen daher vor allem entlang der Strasse und in der Umgebung der Baustellen **vorübergehend als relevant** bezeichnet werden. Im Rahmen der Hauptuntersuchung werden gemäss der Baulärmrichtlinie die konkreten Massnahmen zur Eindämmung des Lärms während der Bauphase definiert

#### Erschütterungen

Der Kraftwerksbetrieb verursacht keine wahrnehmbaren Erschütterungen. Während der Bauphase können durch punktuelle Sprengungen bei anstehendem Fels lokale Erschütterungen auftreten. Neben der Zentrale befindet sich eine Schreinerei sowie Maschinene für die Beschneidung der angrenzenden Skigebiete. Das nächste Wohnhaus ist ca. 70 m entfernt. All diese Bauten liegen auf der Schwemmebene der Saane, weshalb in diesem Bereich nicht mit anstehendem Fels zu rechnen ist. Da sich in näherer Umgebung des weiteren Bauperimeters keine Wohnhäuser befinden, ist der Bereich Erschütterungen **nicht relevant**.

## 6.3 Oberflächengewässer, Wasser- und Uferlebensraum

### 6.3.1 Oberflächengewässer

Die Mindestrestwassermenge gemäss Art. 31 Abs. 1 GSchG wurde aufgrund von Schätzverfahren mit Abflussdaten aus benachbarten Einzugsgebieten von der sol-E suisse und von Stucky SA auf 40 l/s bis 58 l/s geschätzt. Die seit zwei Jahren gemessenen Abflüsse am Chalberhönibach können vorerst noch nicht für die hydrologischen Berechnungen verwendet werden.

Unzählige kleine Seitenbäche sowie diffuse Hangwasseraustritte erhöhen die Wasserführung des Chalberhönibachs auf der Restwasserstrecke. Können Gründe betreffend ungenügender Wassertiefe (Fischwanderung), Vorkommen von seltenen Lebensräumen und –gemeinschaften etc. geltend gemacht werden, müssen die Restwassermengen nach Art. 31 Abs. 2 GSchG erhöht werden. Ein Ausnahmetatbestand gemäss Art. 32 GSchG zur Herabsetzung der Mindestrestwassermenge kann beim Chalberhönibach nicht beansprucht werden.

Die Behörden können nach Art. 33 im Rahmen einer Abwägung der Interessen für und gegen die Wasserentnahme die nach Art. 31 und 32 GSchG bestimmten Mindestrestwassermengen weiter erhöhen (jedoch nicht reduzieren!).

### 6.3.2 Gewässerökologie und Fischerei

#### Gewässermorphologie

Die Gerinnemorphologie des ca. 8 m breiten Chalberhönibachs wird im Untersuchungsperimeter durch viele Rundholz- und Blockschwellen geprägt. Diese führen zu einer Abtreppung des Gewässers. Zwischen den Sperren ist die Bachsohle im Längs- und auch im Querprofil oft eingeebnet. Im Steilabschnitt prägen zahlreiche natürliche Abstürze die Gewässersohle. Das Bachbett wirkt oft beengt, die Uferbeschaffenheit ist standortgemäss blockig (Reihen von Blöcken oder Mauern zur Ufersicherung) oder natürlicherweise steinig.



Abb. 4: Abschnitt mit vielen Rundholzschwellen und eingeebnetem Bachbett (linkes Bild) und Teilstück mit Blockschwellen

Die Variabilität der Gewässerbreite und Wassertiefen, der Fliessgeschwindigkeiten und der Strömungsverhältnisse ist über grössere Strecken recht gut. Beim vorge-

sehenen Fassungsstandort einerseits und nach Erreichen des Talgrundes andererseits fliesst der Bach in einem flacheren Bett.

Die Korngrössen der Sohle sind gut sortiert und vielfältig, die Kiesfraktionen sind nicht kolmatiert. Die Variabilität der Gewässerbreite und Wassertiefen, der Fliessgeschwindigkeiten und der Strömungsverhältnisse ist auf den verbauten Strecken mässig, auf der naturnahen Strecke gut.

### **Wasserqualität**

Es sind keine Messungen der chemisch/physikalischen Wasserqualität bekannt. Die Zusammensetzung der vorgefundenen Wasserwirbellosen (siehe unten) lässt auf eine generell gute Wasserqualität und geringe Nährstoffbelastung schliessen; es sind keine belastungsanzeigenden Organismen vorhanden.



Abb. 5: Der Chalberhönibach kurz vor der Mündung in die Saane

### **Wasserwirbellose/Fischnährtiere**

Die vorgefundenen Fischnährtiere setzen sich ausschliesslich aus Insektenlarven zusammen. Die meisten Larven waren zum Untersuchungszeitpunkt (2.9.08) noch klein. Es wurden namentlich Eintags- und Steinfliegenlarven sowie Larven von Köcherfliegen, mit und ohne Köcher, gefunden. Zweiflüglerlarven kamen ebenfalls vor. Die Biomasse dieser Fischnährtiere beträgt 8-10 g/m<sup>2</sup> und bedeutet ein mässiges Futterangebot für Fische. Der Chalberhönibach wird bezüglich des Wirbellosenvorkommens als „armes“ bis „mittleres“ Gewässer eingestuft.

### **Fischfauna und Fischerei**

Der Chalberhönibach ist unbestritten ein Fischgewässer, er wird vom Angelfischerverein Saanenland gepachtet und mit Bachforellen bewirtschaftet. Die Besatz- und Fangstatistiken des Fischereivereins wurden von den Pächtern in Aussicht gestellt, sie werden in der Hauptuntersuchung interpretiert werden. Laut Auskunft des Fischereiaufsehers ist der Chalberhönibach ein ausgezeichnetes Fischgewässer mit der Bachforelle als Hauptfischart. Eine Besonderheit für einen Bergbach bildet der grosse Gropfenbestand des Chalberhönibachs.

Im Fischatlas des Kantons Bern (2000) wird der Bachforellen-Bestand als mittel eingestuft mit einer gesicherten Fortpflanzung. Die Bestandesentwicklung wurde bis 2000 als zunehmend eingeschätzt. Die Fischwanderung von der Saane ins Chalberhönibach ist wegen zahlreichen Verbauungen und natürlichen Steilabschnitten

unterbrochen. Im Winter bei kalten Temperaturen und geringen Abflüssen kann es im nordexponierten Chalberhönibach zu Grundeisbildungen kommen.

Die vorgesehene Restwasserstrecke bildet gesamthaft einen guten Lebensraum für Bachforellen, dies trotz der zahlreichen natürlichen Fischaufstiegshindernisse. Das Angebot an Fischhabitaten ist gut, es sind viele Kolke und unterspülte Steine vorhanden.

### Bonitierung

Mit Bonitierung bezeichnet man die Schätzung der fischereilichen Produktion bzw. des Ertrages. Mit Hilfe einer standardisierten Methode kann der vermutliche Fischbestand eines Gewässers berechnet werden. Dazu müssen verschiedene Parameter erhoben werden, z.B. die fischökologisch bedeutsame Ausbildungen der Gewässermorphologie, das Angebot an Fischnährtieren sowie weitere gewässerspezifische Parameter. Die exakte Erläuterung der Methode ist umfangreich, sie ist auf Beilage 1 ersichtlich.

Die Bonitierung des Istzustandes wurde für die künftige Restwasserstrecke durchgeführt. Die Bewertung des für den Fischbestand gewässermorphologisch besonders relevanten Einzelparameters  $k_2$  (Raumfaktor) ist separat auf Beilage 2 dargestellt.

In der Tabelle 2 ist die eigentliche Bonitierung unter Berücksichtigung der weiteren relevanten Parameter dargestellt. Demnach sollten pro Hektar Wasserfläche rund 31.2 kg Forellen pro Jahr gefangen werden können. Bei einem mittleren Stückgewicht von z.B. 200 g wären dies rund 156 Fische/ha, dies entspricht bei einem Bergbach einer recht guten Produktion.

Tab. 2: Bonitierung der Untersuchungsstrecke (künftige Restwasserstrecke)

Formel:	JHE = $10 \times k_1 \times k_2 \times RQ \times k_3 \times B_{mod}$		
wobei:	$k_1$ = Temperaturfaktor $k_2$ = Raumfaktor RQ = Korrekturfaktor für Abflussverhalten $k_3$ = Fischereibiologische Zonierung $B_{mod}$ = modifizierter Bonitätsfaktor (Mass für Nährtierbestand)		
	<b>Chalberhönibach</b>		
	<b>Restwasserstrecke</b>		Bemerkungen
Bonitierung	Temperaturfaktor $k_1$ :	1	sommerkühles Gewässer
	Raumfaktor $k_2$ :	1.04	siehe Beilage 2
	Fischregion $k_3$ :	1	Forellenregion
	Korrekturfaktor RQ :	1	unbeeinflusster Abfluss
	Bonitätsfaktor $B_{mod}$ :	3	armes bis mittleres Gewässer
	<b>JHE (kg/ha) =</b>	<b>31.2</b>	

Es macht den Anschein, als ob die Hochwasser der letzten Jahre weder den Wasservirbellosen noch den Bachforellen in einem grösseren Masse geschadet hätte. Bei der Begehung wurden recht viele Bachforellen in Kolken gesichtet, im Bachbett sind zudem keine auffälligen Spuren von Hochwasserschäden zu entdecken.

### **Auswirkungen durch das Vorhaben**

Durch die Restwassersituation wird die benetzte Breite und damit die produktive Wasserfläche geschmälert werden. Die Produktionsfähigkeit an sich wird insofern abnehmen, als dass – besonders auf den eingeebneten Gewässerabschnitten – das Angebot an Fischhabitaten infolge geringerer Wassertiefen kleiner wird.

Je nach Fassungstyp wird der Fischbestand mehr oder weniger gefährdet sein. Das vorerst geplante Tirolerwehr kann aufgrund der offensichtlichen Bedeutung des Chalberhöhibach als Fischgewässer nicht toleriert werden. Aus fischökologischer Sicht werden ein Wehr mit Seitenentnahme oder ein Coandarechen empfohlen.

Ausgleichs und Ersatzmassnahmen für diese Punkte sind in der Hauptuntersuchung abzuklären.

Der Bau einer FAH beim Fassungsbauwerk ist wegen vielen unpassierbaren Hindernissen (Sperrungen und natürliche Abstürze) im Unterlauf und teils auch im Mittellauf nicht erforderlich. Eine höhere Dotierung der Restwasserstrecke ist aus fische-reilichen Gründen nicht erforderlich, da auf einer Steilstrecke Kolke und Becken die bevorzugten Fischlebensräume sind, welche auch mit relativ wenig Wasser ständig gefüllt sein werden.

## **6.4 Grundwasser**

Der obere Teil des Projektgebietes liegt im Gewässerschutzbereich B, der untere Bereich bei Rübelsdorf im Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub>. Aufgrund des steilen Wildbachgerinnes ist mit Ausnahme des untersten Abschnitts kein Grundwasserleiter vorhanden. Die geplante Fassung liegt im Randbereich des Grundwasserkörpers der Saanebene. Es handelt sich dabei um ein vermutetes Grundwasservorkommen im Lockergestein von grosser Mächtigkeit. Gemäss der Gewässerschutzkarte des Kantons Bern kommen keine Quellen entlang der geplanten Restwasserstrecke vor, die durch die Wasserentnahme negativ beeinflusst würden. Der Bereich Grundwasser ist im Betriebszustand nicht relevant für das Vorhaben.

Bei einer unsorgfältigen Bauausführung besteht die Gefahr einer Gewässerverschmutzung oder einer Verschmutzung des Erdreichs und eventuell auch des Grundwassers. Die Bauarbeiten erfolgen teils direkt im Gewässerbett, was spezielle Vorsichtsmassnahmen erfordert. Alle technischen Eingriffe in Gewässer sind grundsätzlich bewilligungspflichtig. Die zuständigen Fachstellen werden im Rahmen der Genehmigung Massnahmen formulieren, um die schädlichen Auswirkungen während den Bauarbeiten zu minimieren. Dies betrifft unter anderem die Vermeidung von Gewässertrübungen und -verschmutzungen, den Umgang mit Wasser gefährdenden Stoffen, die Betankung, die Entsorgung von Bauabfällen etc.

Werden die baupolizeilichen Vorschriften und Auflagen zum Gewässerschutz eingehalten, so sind keine nachteiligen Auswirkungen beim Bau zu erwarten.

## 6.5 Abwasser

Der Kraftwerksbetrieb erzeugt keine Abwässer. Die Zentrale wird ferngesteuert und für Kontrollgänge, Wartungsarbeiten und Notfälle von Personal sporadisch aufgesucht. Im Betriebszustand wird das anfallende Abwasser in die Kanalisation eingeleitet entsorgt. Dieser Bereich ist **nicht relevant** für das Vorhaben.

## 6.6 Bodenschutz

### Ausgangszustand

Die ersten 200 m ab der Fassung verläuft die Druckleitung in der Strasse und quert anschliessend auf Höhe der Brücke den Chalberhönibach. Das folgende Teilstück bis zur Lichtung Micheli führt über eine Forststrasse. Die von Wald umgebene Weide Micheli wird landwirtschaftlich genutzt und weist vernässte Zonen auf. Auch für die folgende Lichtung sind feuchte Bodenverhältnisse, hauptsächlich im unteren Bereich, charakteristisch. Diese Weiden werden von Bächen umflossen, welche die höher gelegenen Feuchtgebiete entwässern. Dieser Umstand lässt auf eine ständige Wasserversorgung und entsprechend feuchte Bodenverhältnisse der Hangweiden schliessen. Der folgende Abschnitt des Leitungstrassees verläuft wieder in einer Forststrasse bis zum Waldaustritt bei der Weide Stutz. Von hier führt die Druckleitung bis zur Zentrale ausschliesslich durch Landwirtschaftsland bzw. Skipisten. An diesen Nordhängen finden sich immer wieder kleinflächige, feuchte Bereiche. Die flacheren Landwirtschaftsflächen Richtung Zentralenstandort werden hauptsächlich als Mähwiesen genutzt.



Abb. 6: Für den Druckleitungseinbau vorgesehene Forststrasse (linkes Bild) und Blick vom Zentralenstandort Richtung Skipiste

### Auswirkungen durch das Vorhaben

Ein definitiver Verlust an Bodenfläche erfolgt bei der Fassung sowie beim Zentralenstandort. Der Bau der Zentrale ist auf einer stark genutzten Landwirtschaftsfläche geplant. Die Fassung beansprucht Teile des Uferbereichs beidseitig des Chalberhönibaches.

Die Druckleitung wird auf einer Länge von rund 1000 m in landwirtschaftlich genutzten Boden verlegt. Davon führen 100 m durch extensiv bewirtschaftetes, zum teil stark vernässtes Land. Der Grossteil des Trassees verläuft durch Boden der bereits durch den Bau von Infrastrukturanlagen sowie Pistenkorrekturen anthropogen verändert worden ist. Auch hier finden sich vereinzelte feuchte Zonen. Der

Druckleitungsbau hat eine flächenmässig grosse temporäre Beanspruchung und Beeinträchtigung landwirtschaftlicher Nutzfläche zur Folge.

### **Vorgesehene Massnahmen und Beurteilung**

Das Projekt verursacht eine flächenmässig grosse Beanspruchung landwirtschaftlicher Nutzfläche. Davon betroffen sind auch sensible Bereiche. Der Konflikt mit dem Bodenschutz wird als mittel-hoch eingestuft. Im Rahmen der Hauptuntersuchung ist vor Baubeginn eine detaillierte Bodenuntersuchung durchzuführen. Bei Bedarf ist der Trasseeverlauf zu optimieren.

Mit einer fachgerechten Ausführung (Abtrag, Lagerung und Rekultivierung) kann der Konflikt wesentlich reduziert werden. Der für den Einbau der Druckleitung sowie für Materialzwischenlager und Baupisten beanspruchte Boden wird nach Abschluss der Bauarbeiten wiederhergestellt und kann weiterhin landwirtschaftlich bzw. als Waldareal genutzt werden. Die entsprechenden Massnahmen werden in der Hauptuntersuchung gemäss den Leitfäden „Bodenschutz beim Bauen“ sowie „Wiederherstellung und Ersatz in Natur- und Landschaftsschutz“ definiert.

### **6.7 Altlasten**

Das Vorhaben zeigt bezüglich Altlasten keine Relevanz, da gemäss Kataster der belasteten Standorte des Kantons Bern keine belasteten Standorte im Untersuchungsgebiet befinden. Die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt sind daher in diesem Punkt **nicht relevant**.

### **6.8 Abfälle**

Im Kraftwerksbetrieb fallen im üblichen Rahmen durch Unterhalt, Kontrollen, Revisionen etc. nur geringe Mengen von Abfällen und umweltgefährdenden Stoffen an. Verbrauchsmaterial wie Schmiermittel, Hydrauliköle etc. müssen in der Zentrale gemäss Vorschriften gelagert und die Abfälle fachgerecht entsorgt werden.

Während der Bauphase fallen die üblichen Bauabfälle an, welche gemäss SIA Empfehlung 430 getrennt gesammelt und zur fachgerechten Entsorgung von Bauabfällen bzw. der Wiederverwertung zugeführt werden müssen. Aus diesen Gründen muss dieser Bereich als **relevant** bezeichnet werden.

Die Materialbewirtschaftung (Erdbewegungen, Aushub etc.) wird im Rahmen der Hauptuntersuchung näher betrachtet.

### **6.9 Walderhaltung**

Die Vegetation der Uferböschung zwischen Chalberhönibach und Strasse weist kleinflächige Bestände des Grauerlen-Auenwaldes auf. Diese sind auf der gegenüberliegenden Seite sehr ausgeprägt, entlang der geplanten Druckleitung jedoch nur in Ansätzen erkennbar. Das Wildruhegebiet kann als Tannen-Fichtenwald (Abb. 4 linkes Bild) klassiert werden. Aufgrund der starken Wasserversorgung höher gelegener Feuchtgebiete finden sich auch schöne Bestände des Grauerlen-Auenwaldes

Der Einbau der Druckleitung am Chalberhönibach erfolgt über weite Strecken durch Waldgebiet. Der grösste Teil kann in die bestehenden Forstwege verlegt werden. Abschnittsweise erfolgt der Einbau jedoch ausserhalb dieser Wege. Insgesamt wird dadurch eine Waldfläche von ca. 8900 m<sup>2</sup> temporär beansprucht (Tab. 3). Mit kleinflächigen permanenten Rodungsflächen ist im Bereich der Fassung (evt. Wasserrückgabe) zu rechnen.

Tab. 3: Vorgesehene Rodungsflächen für das geplante KW Chalberhöni

Ort	Rodungsfläche	Bemerkungen
Wasserfassung Chalberhönibach	100 m <sup>2</sup>	Temporäre Beanspruchung der Ufervegetation, kleinflächige permanente Rodungsfläche beim Fassungsbauwerk, Ersatzaufforstung erforderlich
Druckleitung	8800 m <sup>2</sup>	Ausschliesslich temporäre Beanspruchung, evt. Ersatzaufforstungen für Eingriffe in das Landschaftsschutzgebiet erforderlich
Bereich Zentrale (Wasserrückgabe)	20 m <sup>2</sup>	Wahrscheinlich ausschliesslich temporäre Beanspruchung, keine Ersatzaufforstung erforderlich
<b>Total</b>	<b>ca. 8920 m<sup>2</sup></b>	Anhörung durch das BAFU erforderlich

### Vorgesehene Massnahmen und Beurteilung

Für die Rodung von knapp 9000 m<sup>2</sup> Waldareal muss gleichzeitig mit dem Konzessionsgesuch auch ein Rodungsgesuch eingereicht werden. Da die Rodungsfläche mehr als 5000 m<sup>2</sup> betragen wird, geht das Rodungsdossier auch zum Bund (BAFU). Das effektiv benötigte Waldareal ist in der Hauptuntersuchung noch genau zu erfassen. Für die permanente Rodungsfläche muss eine gleichwertige Ersatzaufforstung in der Umgebung realisiert werden. Das effektiv benötigte Waldareal ist in der Hauptuntersuchung noch genau zu erfassen. Die vorübergehend beanspruchten Flächen können nach Bauabschluss vor Ort wieder aufgeforstet bzw. nach Absprache mit der zuständigen Waldabteilung der natürlichen Sukzession überlassen werden. Wo immer möglich wird die neue Druckleitung in die bestehenden Forstwege verlegt.

## 6.10 Naturschutz

### Ausgangszustand

Vom Gewässer abhängige Lebensräume wie Auenwald, Überflutungsflächen, Schotterfluren etc. sind im betrachteten Gewässerabschnitt keine vorhanden. Ebenso fehlen kantonal geschützte Gebiete und Objekte. Der Druckleitungsbau im Wald erfolgt durch ein kommunales Wildruhegebiet (Abb. 7).

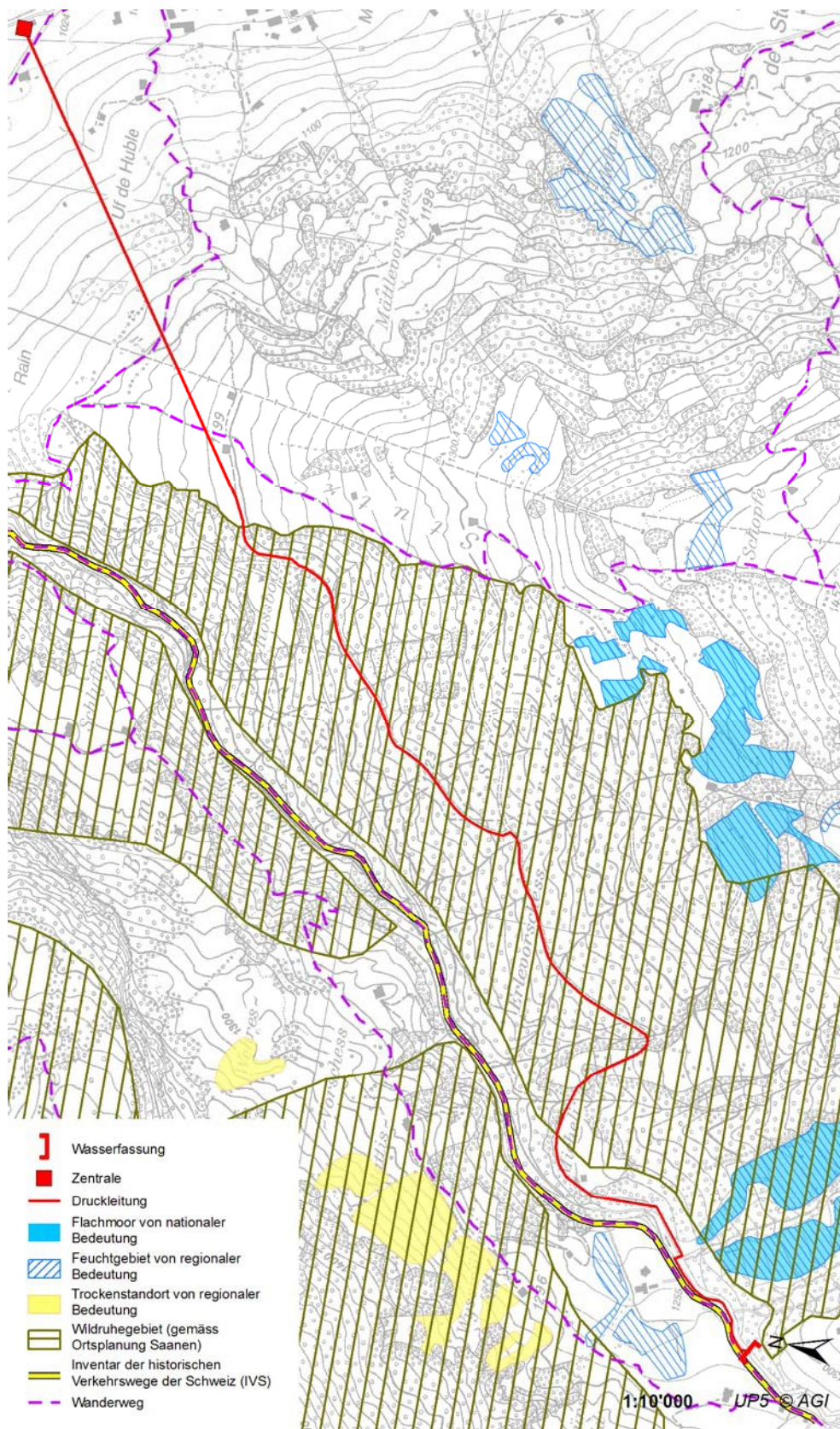


Abb. 7: Schutzgebiete und Inventarobjekte

Die Lebensraumbestimmung im Projektgebiet erfolgte nach der Methode von Delarze (Lebensräume der Schweiz). Die Grenzausscheidung der verschiedenen Lebensräume erfolgte grob und ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 8 und in der folgenden tabellarischen Übersicht dargestellt.

Objekt Nr.:	1, 17, 22
Bezeichnung:	Grauerlen-Auenwald <i>Alnion incanae</i>
Kurzbeschreibung:	Uferbereich und feuchte Hangwälder
Vorkommende Arten:	<i>Alnus incana</i> , <i>Rubus caesius</i>
Bedeutung:	Schützenswerter Lebensraum; wertvoller Lebensraum für seltene mesophile Arten
Objekt Nr.:	2, 8
Bezeichnung:	Kalkarme Schlagflur <i>Epilobion angustifolii</i>
Kurzbeschreibung:	Uferböschung
Vorkommende Arten:	<i>Epilobium angustifolium</i>
Bedeutung:	Keine besondere Bedeutung
Objekt Nr.:	3, 7, 10, 14, 20, 25, 28, 31
Bezeichnung:	Bergfettwiese <i>Polygono-Trisetion</i>
Kurzbeschreibung:	Hangseitige Böschung entlang der Strasse
Vorkommende Arten:	<i>Alchemilla heteropoda</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i> , <i>Briza media</i> , <i>Colchicum autumnale</i> , <i>Euphrasia rostkoviana</i> ssp. <i>montana</i> , <i>Geranium sylvaticum</i>
Bedeutung:	Keine besondere Bedeutung
Objekt Nr.:	4
Bezeichnung:	Spierstaudenflur <i>Filipendulion</i>
Kurzbeschreibung:	Hangseitige Böschung entlang der Strasse
Vorkommende Arten:	<i>Angelica sylvestris</i> , <i>Filipendula ulmaria</i>
Bedeutung:	Schützenswerter Lebensraum; wertvoller Lebensraum für die Fauna
Objekt Nr.:	5, 9
Bezeichnung:	Mosaik aus feuchtem Krautsaum (höherer Lagen) <i>Petasition officinalis</i> und Grauerlen-Auenwald <i>Alnion incanae</i>
Kurzbeschreibung:	Uferbereich zwischen Bach und Strasse
Vorkommende Arten:	<i>Alnus incana</i> , <i>Rubus caesius</i> , <i>Petasites hybridus</i>
Bedeutung:	Lebensraum mit schützenswerten Elementen
Objekt Nr.:	6, 12, 16, 19, 21, 23, 27
Bezeichnung:	Tannen-Fichtenwald <i>Abieti-Piceion</i>
Kurzbeschreibung:	Wald entlang der Druckleitung
Vorkommende Arten:	<i>Abies alba</i> , <i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Lonicera nigra</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Picea abies</i> , <i>Polygonatum verticillatum</i> , <i>Prenanthes purpurea</i> , <i>Sorbus aria</i> , <i>S. aucuparia</i>
Bedeutung:	Keine besondere Bedeutung
Objekt Nr.:	11
Bezeichnung:	Feuchter Krautsaum (höherer Lagen) <i>Petasition officinalis</i>
Kurzbeschreibung:	Uferbereich zwischen Bach und Strasse
Vorkommende Arten:	<i>Petasites hybridus</i>
Bedeutung:	Keine besondere Bedeutung
Objekt Nr.:	13, 15, 18, 24, 29
Bezeichnung:	Sumpfdotterblumenwiese <i>Calthion</i>
Kurzbeschreibung:	Kleinflächig ausgebildet
Vorkommende Arten:	<i>Caltha palustris</i> , <i>Juncus effusus</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>
Bedeutung:	Schützenswerter Lebensraum; reiches Nahrungsangebot für Fauna; potentieller Standort für seltene Pflanzen
Objekt Nr.:	26
Bezeichnung:	Mosaik aus Bergfettwiese <i>Polygono-Trisetion</i> und Sumpfdotterblumenwiese <i>Calthion</i>
Kurzbeschreibung:	Kleinflächiger feuchter Bereich am Hang
Vorkommende Arten:	<i>Anthriscus sylvestris</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Colchicum autumnale</i> , <i>Euphrasia rostkoviana</i> ssp. <i>montana</i> , <i>Filipendula ulmaria</i> , <i>Geranium sylvaticum</i>
Bedeutung:	Schützenswerter Lebensraum; reiches Nahrungsangebot für Fauna

---

Objekt Nr.:	30
Bezeichnung:	Mosaik aus Grauerlen-Auenwald <i>Alnion incanae</i> und Gebüschreicher Vorwaldgesellschaft <i>Sambuco-Salicion</i>
Kurzbeschrieb:	Gebüsch am südexponierten Waldrand
Vorkommende Arten:	<i>Acer pseudoplatanus</i> , <i>Alnus incana</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Salix caprea</i> , <i>Viburnum opulus</i>
Bedeutung:	Lebensraum mit schützenswerten Elementen

---

### **Auswirkungen durch das Vorhaben**

Von der geplanten Fassung bis über die Brücke zur Lichtung Micheli erfolgt der Einbau der Druckleitung ausschliesslich in die bestehende Strasse bzw. Forststrasse. Die an die Strasse angrenzenden schützenswerten Lebensräume werden somit nur geringfügig tangiert. Beim Weidegebiet Micheli finden sich mosaikartige Flächen der Sumpfdotterblumenwiese. Nach der Querung des Baches verläuft die Druckleitung durch eine feuchte Zone aus Grauerlen-Auenwald und Sumpfdotterblumenwiese. Im Wald kann für das Bauvorhaben die bestehende Forststrasse genutzt werden, was die Eingriffe auf die angrenzenden Flächen reduziert. Nach dem Waldaustritt verläuft das Trassee gerade über landwirtschaftliche Nutzfläche bzw. Skipisten zur Zentrale. Hier finden sich kleinflächig schützenswerte Lebensräume.

### **Vorgesehene Massnahmen und Beurteilung**

Durch den Bau der der Druckleitung sind direkt (Baubereich) und indirekt (Zufahrt, temporäre Deponiestellen) Lebensräume betroffen, die gemäss NHV Art. 14 Anhang 1 schützenswert sind. Die Eingriffe können durch eine sorgfältige bauliche Ausführung (womöglich in die bestehende Strasse) minimiert werden. Durch geeignete Massnahmen wie zum Beispiel Abtrag und Zwischenlagerung in Form von Rasenziegeln kann die temporäre Beeinträchtigung der Vegetationsdecke minimiert werden. Durch das Projekt verursachte Schäden, welche vor Ort nicht wiederhergestellt werden können, müssen mit geeigneten Ersatzmassnahmen kompensiert werden. Diese werden im Rahmen der Hauptuntersuchung sowie durch die UBB gemäss dem Leitfaden „Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz“ bestimmt. Der Konflikt mit dem Naturschutz wird als mittel (-hoch) eingeschätzt. Wobei der Konflikt durch eine Optimierung des Trasseeverlaufs im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen und feuchten Lebensräume vermindert werden kann. Massnahmen während der Bauphase im Wildruhegebiet müssen mit dem zuständigen Wildhüter abgesprochen werden. Da der Druckleitungsverlauf im Laufe der Projektierung leicht geändert hat müssen die fehlenden Lebensräume noch in der Hauptuntersuchung kartiert werden. Dies betrifft die Lebensräume Nr. 23, 24, 25.

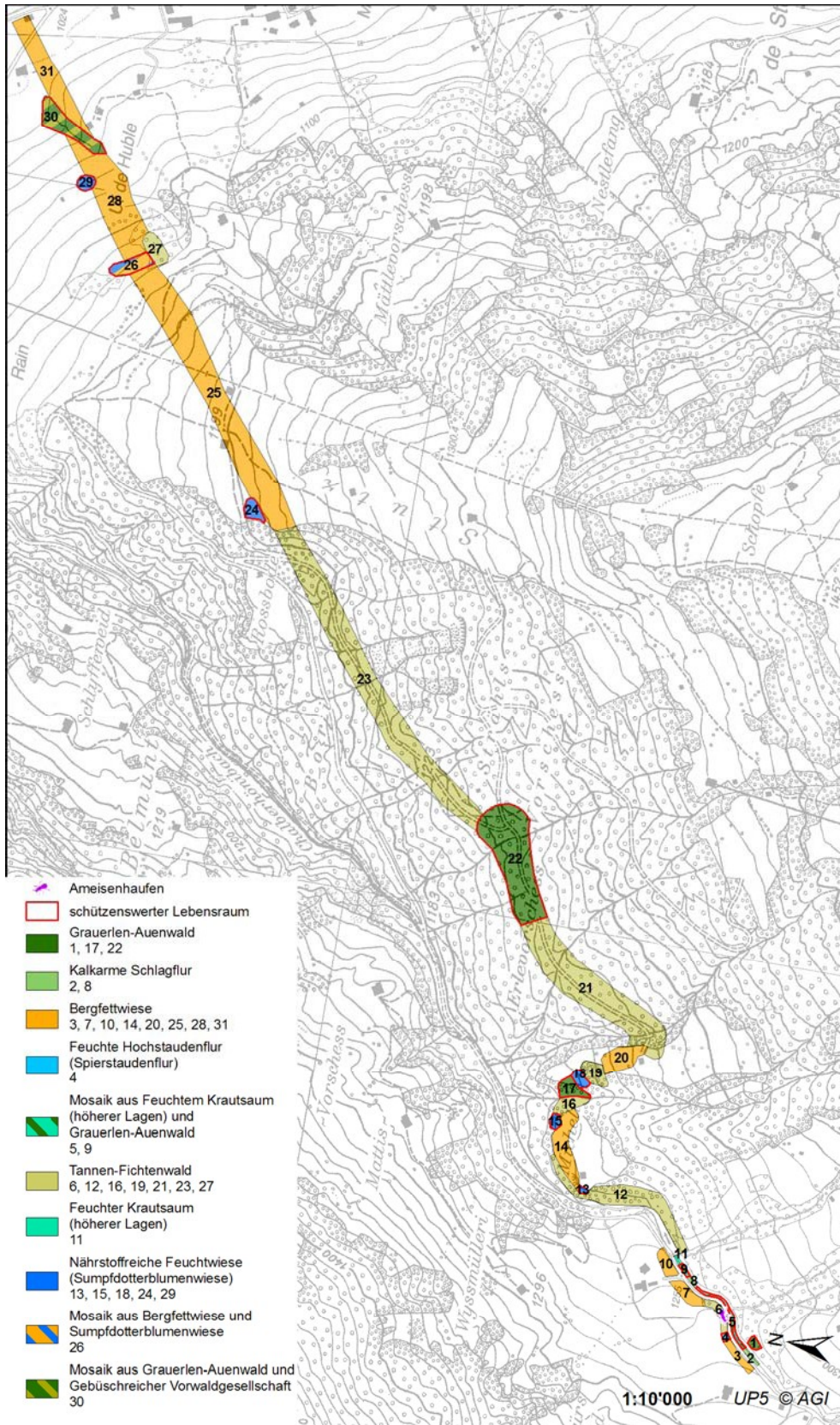


Abb. 8: Lebensräume im Projektperimeter kartiert nach der Methoden von DELARZE

## 6.11 Landschaftsschutz

### Ausgangszustand

Der betrachtete Bachabschnitt liegt vollständig im Wald und ist mit mehreren Sperren und teils auch mit Böschungsverbauungen gesichert. Der Bach fliesst mehrheitlich leicht eingeeengt und ohne grössere seitliche Ausbuchtungen talwärts. Das Erscheinungsbild ist durch das Wassertosen, Gischt und viel Weisswasser geprägt. Beide Talflanken sind als kommunale Wildruhegebiete ausgeschieden, wovon der Bachkorridor ausgeklammert bleibt. Der Bach ist dank dem Uferweg auf ganzer Länge sehr gut einsehbar und somit auch gut erreichbar. Für den Wald auf der gegen Nordwesten ausgerichteten Talflanke sind feuchte Lebensräume charakteristisch. Diese werden aus den zahlreichen kleinen Bächen und Rinnsale, welche die höher gelegenen Feuchtgebiete entwässern, gespiesen. Nicht von ungefähr kommt wohl der Flurnahme Erlevorschess. Die durch den Druckleitungsbau betroffenen Wiesen und Weiden Stutz und Uf de Huble fallen sanft geschwungen Richtung Saane ab. Diese für die Region typische Landschaft, die sich auf der gegenüberliegenden Talseite noch durch eine intakte Kulturlandschaft präsentiert, wird hier durch die bereits bestehende touristische Infrastruktur stark in ihrer landschaftlichen Wirkung geprägt.



Abb. 9: Druckleitungsverlauf durch Wildruhegebiet (linkes Bild) und durch Weiden (Skipisten) mit Blick auf die gegenüberliegende Talseite

### Auswirkungen durch das Vorhaben

Beim Einbau ausserhalb der bestehenden Forststrasse werden landschaftlich schöne Waldabschnitte und naturnahe Feuchtgebiete beeinträchtigt. Diese sind jedoch schlecht erreichbar und einsehbar. Die angrenzenden Flächen werden meist landwirtschaftlich extensiv genutzt. Der unterste Abschnitt des Leitungstrasses verläuft durch Landwirtschaftsgebiet, das stark durch touristische Anlagen geprägt ist. Durch die Wasserentnahme kann die Abflussmenge, Strömungsvielfalt sowie der hohe Anteil an Gischt und Weisswasser des Chalberhönibachs wahrnehmbar verändert werden.

### Vorgesehene Massnahmen und Beurteilung

Die Bedeutung des Bachs für den Tourismus und Naherholung im Sommer wird wegen des durchgehenden Uferweges und der Nähe zum Siedlungsgebiet Saanen als recht hoch eingeschätzt. Die geplante Wasserkraftnutzung wird aus landschaftlicher und touristischer Sicht als kritisch eingestuft. Die Auswirkungen der Wasserentnahme auf die Landschaft sind in der Hauptuntersuchung noch genauer zu untersuchen. Bei den baulichen Eingriffen der Zentrale und dem Fassungsstandort

ist eine optimale landschaftliche Eingliederung in die Umgebung anzustreben. Bei sorgfältiger Bauausführung sind die landschaftlichen Beeinträchtigungen durch den Druckleitungsbau nicht von Bedeutung. Eine detaillierte landschaftliche Beurteilung des Projektgebietes erfolgt in der Hauptuntersuchung unter Anwendung des Leitfadens „Landschaftsästhetik“.

## **6.12 Kulturgüterschutz und Archäologie**

Der Wanderweg zwischen Rübeldorf und Chalberhöni ist gemäss Inventar der historischen Wege der Schweiz IVS ein historischer Weg:

- Historischer Alperschliessungsweg Chalberhöni BE 962 von lokaler Bedeutung mit historischer Bausubstanz.

Die Druckleitung wird vom Fassungsstandort bis zur Brücke (ca. 230 m) in diesen Weg verlegt, wobei aufgrund der nur lokalen Bedeutung und wenig vorhandener historischer Bausubstanz der Konflikt als klein eingeschätzt wird. Allfällige Zerstörungen von beispielsweise Trockenmauern müssten während dem Bau wieder hergestellt werden. Sollte beim Bau der Druckleitung historische Wegsubstanz zum Vorschein kommen, sind in Rücksprache mit der verantwortlichen Fachstelle die erforderlichen Massnahmen zu bestimmen.

Archäologische Fundstellen sind im Projektgebiet keine zu erwarten.

## 7 Pflichtenheft für die Hauptuntersuchung

Die im Rahmen der UV-Hauptuntersuchung auszuführenden Arbeiten richten sich nach dem in der Voruntersuchung VU enthaltenen Pflichtenheft und nach den Stellungnahmen der Fachstellen zum Bericht zur VU. Die folgende Übersicht ist nach Fachbereichen gegliedert und unterscheidet nach der Phase (Ausgangslage, Bauphase und Betrieb), für welche die entsprechenden Abklärungen zu machen sind und gibt den Zeitpunkt für die erforderlichen Felduntersuchungen an.

Untersuchungsprogramm nach Bereich	Ist	Bau	Betrieb	Zeitpunkt	Grundlagen, Bemerkungen
<b>Allgemeines</b>					
Erstellen Pflichtenheft Umweltbaubegleitung UBB		X			
<b>Luftreinhaltung</b>					
Erarbeitung Materialbewirtschaftungskonzept mit Transportrouten, Ausbaugrad, Materialbilanz, Lagerung etc.		X			Projektingenieur
Definition der Massnahmenstufe der Baustelle sowie Erarbeitung Massnahmenkatalog		X			Baurichtlinie Luft u. Bautransporte
<b>Lärmschutz</b>					
Definition der Massnahmenstufe der Baustelle und der Bautransporte sowie Erarbeitung Massnahmenkatalog		X			Baulärmrichtlinie
Nachweis, dass Lärmschutzbestimmungen durch die Zentrale eingehalten werden			X		
<b>Oberflächengewässer, Wasserlebensraum</b>					
Bachcharakteristik: Verlauf, Typologie, Bachdynamik, Erosion, Geschiebehaushalt und Sedimentation	X				
Aufbereitung hydrologische Daten	X				Projektingenieur
Vorschlag angemessene Restwassermengen			X		
Auswertung Fischfang und Besatzstatistiken	X				
Evt. Elektroabfischungen an mehreren Standorten inkl. Referenz, Artenspektrum, Populationsaufbau, etc.	X			Feb/März	Nur in Absprache mit FI
Kartierung Fortpflanzungsstätten Bachforelle und Laichgruben, Beurteilung Naturverlaichung	X			Nov/Dez	
Vorschläge für eine fischökologisch verträgliche Gestaltung der Anlagen (Fassung, Fischpass etc.)			X		
Auswirkungen Wasserkraftwerk und Beurteilung Restwasservorschlag aus fischökologischer Sicht			X		
Formulierung von Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen			X		
Massnahmen zur Vermeidung von Gewässerverschmutzungen während Bauaktivitäten		X			SIA, Merkbl. GSA

Untersuchungsprogramm nach Bereich	Ist	Bau	Betrieb	Zeitpunkt	Grundlagen, Bemerkungen
<b>Bodenschutz</b>					
Bodenkartierung mit Handsondierungen; Bodeneigenschaften, Beurteilung hinsichtlich Bodenverdichtung, Erosion etc., Auswirkungen auf Fruchtbarkeit und Bodenqualität	X			sofort oder April/Mai	FAL-Richtlinie
Evt. Optimierung des Trasseverlaufs		X	X		
Bilanzierung des temporären/definitiven Bodenverlustes		X	X		Projektingenieur
Vorschläge zum Schutz des Bodens während den Bauarbeiten (Massnahmen)		X		Details UBB	BAFU Leitfaden Umwelt Nr. 10
Konzept für Wiederherstellung und Rekultivierung der Baustelle		X		Details UBB	BAFU Leitfaden Umwelt Nr. 11
Aushubmengen, Verwendungszweck inkl Zwischen- und Enddeponien des Bodenmaterials		X		Details UBB	
<b>Abfälle</b>					
Entsorgungskonzept für Baustellenabfälle (Bestandteil Submission)		X			SIA-Empfehlung 430
<b>Walderhaltung</b>					
Bilanzierung der durch das Projekt betroffenen Waldflächen		X	X		Gemeinsam mit Waldabeteilung
Festlegung von Rodungsersatzmassnahmen (ökologischer Ausgleich oder Ersatzaufforstung)			X		Gemeinsam mit Waldabeteilung
Vorbereitung Rodungsdossiers	X				
<b>Naturschutz</b>					
evt. ergänzende Kartierung der Flora: Seltene, gefährdete und geschützte Arten gem. RL sowie Leitarten	X			Mai/Juni	
Zusätzliche Lebensraumkartierung aufgrund Änderung des Trasseverlauf	X			Mai/Juni	DELARZE
Faunistische Abklärungen u. Beurteilung Auswirkungen	X				
Bestimmung der projektbedingten Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen; Bewertung inkl. Machbarkeit!		X	X		BAFU Leitfaden Umwelt Nr. 11
Massnahmen im Wildruhegebiet während der Bauphase bestimmen		X			Gemeinsam mit Wildhüter
<b>Landschaftsschutz und Ortsbild</b>					
Aufzeigen der typischen Eigenschaften der Landschaft und Bewertung im beiteren landschaftlichen Kontext	X		X		Landschaftsästh. BAFU
Landschaftliche Eingliederung Fassung und Zentrale			X		BUWAL-Leitfaden Nr. 9
Bedeutung Restwasserstrecken für Naherholung/Tourismus und Beurteilung Erreichbarkeit und Erholung	X				

## 8 Beurteilung Neubau Kraftwerk Chalberhöni

Die geplante Wasserableitung verursacht **gewässerökologische Auswirkungen** im Chalberhöribach, welche durch angemessene Restwassermengen und eine fischökologisch optimierte Gestaltung der Anlagen (z.Bsp. Bau Coandarechen) gemindert werden können.

Entlang dem Trasseeverlauf wird während der Bauphase über weite Strecken landwirtschaftliche Nutzfläche temporär beansprucht und beeinträchtigt. Darunter befinden sich auch, auf mechanische Belastung, sensibel reagierende **Böden**. Mögliche Auswirkungen sind in der Hauptuntersuchung durch eine detaillierte bodenkundliche Untersuchung festzustellen. Der Verlauf der Druckleitung ist eventuell zu optimieren.

Für die Realisierung wird **Waldfläche** benötigt und es erfolgen temporäre Eingriffe. Entsprechend sind Ersatzaufforstungen bzw. Ersatzmassnahmen nötig, damit eine Rodungsbewilligung erteilt werden kann. Da die Rodungsfläche mehr als 5000 m<sup>2</sup> beträgt, geht das Rodungsdossier auch zum BAFU.

Durch den Bau der Druckleitung und der Wasserfassung sind verschiedene **Lebensräume** betroffen, die gemäss NHV Art. 14 Anhang 1 schützenswert sind und potentiell als Lebensraum von gefährdeten und geschützten Arten gelten (insbesondere Sumpfdotterblumenwiese, Grauerlen-Auenwald). Der Verlauf der Druckleitung ist noch zu optimieren und erfolgt wo immer möglich in bestehenden Wegen.

Das geplante Wasserkraftwerk wird im betroffenen Gebiet den **landschaftsästhetischen** Eigenwert mutmasslich beeinflussen. Diese Auswirkungen sind in der Hauptuntersuchung noch detailliert zu untersuchen. Die Beeinträchtigung durch Bauwerke kann durch eine optimale Eingliederung in die Umgebung sowie eine sorgfältige bauliche Ausführung minimiert werden.

Der **Raumbedarf** gemäss Wasserbaugesetzgebung kann auf kleiner Länge im obersten Bauabschnitt aufgrund der ufernahen Führung der Druckleitung nicht eingehalten werden.

## 9 Quellen

BUWAL (2001): Bodenschutz beim Bauen. Leitfaden Umwelt Nr. 10.

BUWAL (2001): Landschaftsästhetik. Wege für das Planen und Projektieren. Leitfaden Umwelt Nr. 9.

BUWAL (2002): Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz. Leitfaden Umwelt Nr. 11.

Delarze R., Gonseth Y. (2008): Lebensräume der Schweiz. 2. Aufl. der Sachbuchverlag ott, Bern.

Fischereiinspektorat des Kantons Bern (2000): Fische und Krebse des Kantons Bern

Gemeinde Saanen (Stand 1999): Baureglement, Zonenplan und Schutzzonenplan.

Stucky SA (2008): Mini hydro Chalberhöni: Demande préliminaire de concession.

Sigmaplan (2008): Potentialstudie Kleinwasserkraftwerke Kanton Bern: Standorte Berner Oberland.

## Beilage 1: Beschreibung der bernischen Methode zur Berechnung der fischereilichen Ertragsfähigkeit

Auszug aus: Vuille, Th. (1997): Ertragsvermögen der Patentgewässer im Kanton Bern. Veröffentlichung des Fischereiinspektorats des Kantons Bern.

### 3.2.1 Prinzip der modifizierten Bonitieremethode

Die modifizierte Bonitieremethode unterscheidet sich von der klassischen Methode von ROTH formelmässig nur geringfügig, indem für die Beurteilung des Lebensraums ein zusätzlicher Restwasserfaktor RQ eingeführt und der Bonitätsfaktor B modifiziert wurde:

$$\text{JHE} = 10 \times k_1 \times k_2 \times \text{RQ} \times k_3 \times B_{\text{mod}}$$

Daneben wurden bei den Faktoren  $k_1$  -  $k_3$  ebenfalls Anpassungen vorgenommen.

### 3.2.2 Temperaturfaktor $k_1$

Aus den mittleren Monatswassertemperaturen, wurde die Hilfsgrösse  $T_{k_1}$  berechnet.

$$T_{k_1} = T_{\text{min}} \times (T_{\text{max}} - T_{\text{min}})$$

Für die Festlegung des Temperaturfaktors  $k_1$  wurde folgende Umrechnung verwendet:

$T_{k_1} < 25 \rightarrow k_1 = 0,75$  oft Gewässer, die im Winter stellenweise zufrieren und Sommertemperaturen  $< 12^\circ\text{C}$  aufweisen

$T_{k_1} = 25 - 45 \rightarrow k_1 = 1,0$  oft Gewässer mit Minimaltemperaturen von  $2-4^\circ\text{C}$  und Sommertemperaturen  $> 12^\circ\text{C}$

$T_{k_1} = 45 - 70 \rightarrow k_1 = 1,25$  oft Gewässer mit Minimaltemperaturen von  $4-5^\circ\text{C}$  und Sommertemperaturen  $> 16^\circ\text{C}$

$T_{k_1} = 70 - 80 \rightarrow k_1 = 1,50$  oft Gewässer mit Minimaltemperaturen von  $4-5^\circ\text{C}$  und Sommertemperaturen  $> 18^\circ\text{C}$

$T_{k_1} > 80 \rightarrow k_1 = 1,75$  oft Seeausflüsse im Flachland

Anstelle der bisherigen Zuordnung der Werte 1 und 1,5 umfasst  $k_1$  neu den Wertebereich von 0,75 bis 1,75. Die Daten konnten den hydrologischen Jahrbüchern von Bund und Kanton entnommen werden. Wo keine Temperaturmessungen vorlagen, wurden die Werte von benachbarten und möglichst ähnlichen Gewässern verwendet.

### 3.2.3 Raumfaktor $k_2$

Die bis anhin verwendete Umschreibung des Raumfaktors war relativ offen und führte je nach beurteilender Person - wie ein Test zeigte - zu erheblich voneinander abweichenden Ergebnissen. Um den Raumfaktor aufgrund möglichst objektiver Kriterien festlegen zu können, wurde deshalb in Anlehnung an die ökomorphologische Gewässerbewertung nach WERTH (1987) ein standardisiertes Verfahren ent-

wickelt. Bei diesem werden drei verschiedene Merkmalsgruppen des Gewässers beurteilt:

- **Variabilität der morphologischen Parameter Linienführung, Breite, Tiefe, Strömung, Korngrößen:** insbesondere gilt eine hohe Breiten- und Tiefenvariabilität als wichtige Voraussetzung für hohe Artendiversität und hohe Abundanzen der Fischbestände (z.B. PETER 1991).
- **Qualität und Quantität der Unterstände / Struktur der Ufervegetation:** Letztere schafft Unterstände, reduziert durch die Beschattung die Erwärmung und stellt insbesondere eine Quelle für den Eintrag von allochthoner Anflugsahrung dar. Dieser Aspekt wird nur hier bewertet, während der Bonitätsfaktor B die im Gewässer selbst produzierte - autochthone - Fischnahrung quantifiziert (s.u.).
- **Durchgängigkeitsstörungen / Längsvernetzung:** Damit sich eine Fischart in einem Fließgewässer selbst erhalten kann, müssen die z.T. unterschiedlichen Habitatsansprüche sämtlicher Lebensstadien befriedigt werden. Dies ist nur möglich, wenn keine Aufstiegshindernisse die freie Fischwanderung zu Laichplätzen, Winterhabitaten, etc. unterbinden.

Wie bei WERTH wurden alle Parameter mittels einer vierstufigen Skala anhand eines Hinweisblattes bewertet. Der Wert 1 steht hierbei für „sehr gut / natürlich“, der Wert 4 für „sehr schlecht / naturfern“. Mit einer Umrechnungsformel konnte danach aus den gewichteten Unterfaktoren der Raumfaktor  $k_2$  ermittelt werden, dessen Wertebereich theoretisch Werte von -0,1 bis 1,88 umfasst. Allenfalls die Grenzwerte von 0,2 bzw. 1,7 unter-, bzw. überschreitende Werte werden diesen Grenzwerten gleichgesetzt (was bei den Patentgewässern im Kanton jedoch nie der Fall war). Ein Test mit je einer Gruppe von Beurteilern mit und ohne Protokollblatt brachte eine deutliche Reduktion der „Beurteilungsvarianz“ durch das standardisierte Verfahren zutage.

Da eine lückenlose Begehung aller Gewässerabschnitte mit einem zu grossen Aufwand verbunden gewesen wäre, erfolgte stattdessen ca. alle 1,5 km eine Beurteilung einer ca. 400 m langen Strecke. Der Mittelwert aus diesen punktuellen Bewertungen ergab schliesslich den für den ganzen Gewässerabschnitt verwendeten Raumfaktor  $k_2$ .

Die Bewertung der Gewässermorphologie sollte vorzugsweise bei einem sehr niedrigen Wasserstand erfolgen. Wenn dies nicht der Fall ist und/oder das beurteilte Gewässer eine anthropogen stark beeinflusste Hydrologie (Restwasserstrecke, Schwallbetrieb) aufweist, besteht die Gefahr, dass der Raumfaktor zu hoch eingeschätzt wird. In solchen Fällen wird ein zusätzlicher Korrekturfaktor RQ eingeführt:

- RQ = 0,5 → ungenügende Wasserführung während der meisten Zeit des Jahres  
 RQ = 0,8 → ungenügende Wasserführung während der Fortpflanzungszeit  
 RQ = 0,9 → ungenügende Wasserführung während 1-2 Monaten ausserhalb der Fortpflanzungszeit  
 RQ = 1 → Wasserführung durch Nutzungen nicht wesentlich beeinflusst

### 3.2.4 Fischereibiologische Zonierung k3

Der Faktor k3 widerspiegelt die aufgrund von Breite und Gefälle potentiell vorkommende Artenzusammensetzung des Fischbestandes (Huet 1959) gemäss Abb. 3. Den einzelnen Fischregionen wurden im Wesentlichen dieselben Werte wie bisher zugeordnet.

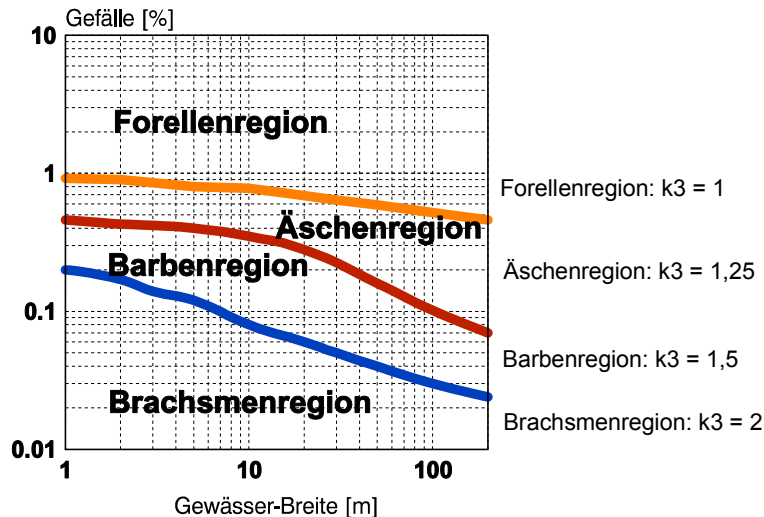


Abb. 3: Empirisch-theoretische Abgrenzung der Fischregionen aufgrund der Gewässerbreite und des Gefälles

### 3.2.5 Bonitätsfaktor $B_{mod}$

#### Erhebungen der Makroinvertebraten

Die Probestellen zur Erhebung der Fischnährtiere wurden im Abstand von ca. 3 - 4 km gewählt, so dass pro Gewässerabschnitt in der Regel 2-4 Probestellen berücksichtigt werden konnten. Gesamthaft wurden Daten von 192 Probestellen ausgewertet. Jede dieser Probestellen wurde mindestens einmal beprobt. Bei den meisten Stellen flossen jedoch Proben aus mehreren Jahreszeiten in die Auswertung ein.

Eine Probe bestand aus 4 - 8 Teilproben zu 0,05 m<sup>2</sup>, welche mittels eines Surber-Samplers (Maschenweite 1 mm) entnommen wurden. In einigen grösseren Fliessgewässern erfolgten die Probenahme mit Tauchern. In zwei Abschnitten der Aare konnte auf vergleichbare Erhebungen im Rahmen von anderen Untersuchungen zurückgegriffen werden (MARRER 1994, AQUARIUS 1992). Die Teilproben wurden möglichst repräsentativ auf die an der Probestelle vorhandenen Strömungsgeschwindigkeiten und Sohlensubstrate verteilt. Die in diesen Mischproben enthaltenen Wirbellosen wurden in Äthanol (70%) konserviert und im Labor unter dem Binokular sortiert und bestimmt, wobei Proben aus verschiedenen Jahreszeiten teilweise zu einer Gesamprobe gepoolt wurden. Die taxonomische Bestimmung erfolgte bis auf die Stufe der Familien, um den biologischen Qualitätsindex IBG („Indice de qualité générale“, nach VERNEAUX ET AL. 1982 und DETHIER 1993) bestimmen zu können. Letzterer fasst anhand des Indikatorwerts der anspruchsvollsten vorhandenen Wirbellosen und der Biodiversität die Wasser- und Lebensraumqualität mit einem summarischen Wert zusammen. Die Biomasse

der Makroinvertebraten wurde als Frischgewicht (ohne Schalen und Köcher) nach dem Abtrocknen auf Fliesspapier auf einer Waage (*Mettler PJ360 Deltarange*) mit einer Genauigkeit von 1 mg bestimmt.

### Von der Nährtierbiomasse zum Faktor B

Für die Zuordnung des Bonitätsfaktors B wurde die leicht modifizierte Umrechnungstabelle von ROTH (1966) verwendet (AQUARIUS 1995):

	Nährtierbestand [g/m <sup>2</sup> ]	Bonitätsfaktor B
„arme Gewässer“	0 - 1,5	0,5
	1,5 - 3	1,0
	3 - 4,5	1,5
	4,5 - 6	2,0
	6 - 8	2,5
	8 - 10	3,0
„mittlere Gewässer“	10 - 15	3,5
	15 - 20	4,0
	20 - 25	4,5
	25 - 30	5,0
	30 - 35	5,5
	35 - 40	6,0
„reiche Gewässer“	40 - 45	6,5
	45 - 50	7,0
	50 - 55	7,5
	55 - 60	8,0
	60 - 65	8,5
	65 - 70	9,0
	70 - 80	9,5
	> 80	10

Tabelle 1: Ermittlung des Bonitätsfaktors B anhand der Biomasse der Makroinvertebraten.

### Korrekturfaktoren für die Berechnung von B<sub>mod</sub>

- Qualität der Wirbellosen als Nährtiere:** Ist der Anteil der als Fischnahrung weniger geeigneten Makroinvertebraten (v.a. Muscheln, Schnecken, Würmer, köchertragende Trichopteren) hoch, so wird der Bonitätsfaktor B um  $\frac{1}{2}$  - 1 Stufe reduziert. Ist umgekehrt der Anteil der Gammariden hoch (> 40%) und B  $\leq$  7, so erfolgt eine Erhöhung um eine Stufe. Die Bachflohkrebse gelten als ausgezeichnete Forellennahrung (z.B. WATERS 1982), sind oft in der Drift anzutreffen und pflanzen sich über das ganze Jahr fort.
- Verfügbarkeit der Nährtiere:** Die Nahrungsaufnahme der Fische erfolgt zum grössten Teil im Sommerhalbjahr. Ist die Sichtbarkeit der Nährtiere durch lang anhaltende, starke Trübungen in dieser Jahreszeit (Gletscherwasser) deutlich beeinträchtigt, wird der Bonitätsfaktor um eine Stufe erniedrigt. Die Biomasse der Makroinvertebraten unterliegt z.T. erheblichen jahreszeitlichen Schwankungen. Gerade in alpinen und voralpinen Gewässern ist nach dem Schlüpfen vieler Insektenlarven im Frühsommer eine deutliche Reduktion der Biomassen im Sommer zu beobachten. Wenn nun in solchen Gewässern der Faktor B aufgrund von Frühlings- und Herbstproben bestimmt wurde und gleichzeitig der Anteil der exogenen Anflugnahrung gering ist (gemessen am Grad der Be-

schattung durch die Ufervegetation), so erfolgt ebenfalls eine Reduktion um eine Stufe.

- **Wasserqualität:** Fische, insbesondere Bachforellen, reagieren sehr empfindlich auf Beeinträchtigungen der Wasserqualität und können aus dem Gewässer verschwinden lange bevor sich bei der Quantität der Nährtierbiomasse Veränderungen zeigen. Dementsprechend wird der Bonitätsfaktor B um 1 - 2 Stufen reduziert, wenn die Wasserqualität als chronisch erheblich belastet beurteilt wird.

**Probenahmefehler:** Hohe Wasserführung, fehlende Strömung, starker Bewuchs mit Wasserpflanzen und ähnliche Faktoren können die Probenahme mit dem Surber-Sampler erschweren, wodurch die Wirbellosenfauna unterschätzt werden kann. Werden solche Fehler vermutet, wird der Bonitätsfaktor um  $\frac{1}{2}$  - 1 Stufe erhöht.

## Beilage 2: Protokollblatt zur Bestimmung des Raumfaktors k2

### Protokollblatt zur Bestimmung des Raumfaktors k2

(Methode FI/Bern)

für die Zeit vom fressfähigen Brütling bis zum Laichgeschäft

Gewässer: Chalberhönibach

Strecke: künftige Restwasserstrecke

Raumfaktor	Bewertung (Zwischenwerte möglich)				Wert
	1	2	3	4	
<b>1. Variabilität</b>	hoch	gut	mässig	wenig	
Breite	[ ]	[ X ]	[ ]	[ ]	2
Tiefe	[ ]	[ X ]	[ ]	[ ]	2
Strömung	[ ]	[ X ]	[ ]	[ ]	2
Korngrössen	[ ]	X	[ ]	[ ]	1.5
Linienführung	natürlich mäandrierend z.T.verzweigt	schlängelnd unregelmässig	pendelnd monoton	begradigt kanalisiert	
	[ ]	[ X ]	[ ]	[ ]	2
				Var (Durchschnitt) =	<b>1.9</b>

### 2. Unterstände und Ufervegetation

a) Unterstände:

- tiefe Stellen, Kolke, Löcher in Prallufem etc.
- Steine, Blöcke, Bäume, Äste im Gerinne
- Wasserpflanzen
- unterspülte Ufer; aufgelöste Uferlinie, Zwischenräume im Blockwurf

viele	einige	einzelne	keine	a=	2
[ ]	[ X ]	[ ]	[ ]		

b) Wirkung der Ufervegetation als Unterstände bei MW und NW durch überhängende Äste, Gras, Durchwurzlung der Ufer etc.

sehr gut	gut	mässig	schlecht	b=	3.5
[ ]	[ ]	[ ]	X [ ]		
				Unt = (3a+b)/4 =	<b>2.38</b>

### 3. Durchgängigkeit für potentiell möglichen Fischbestand

für alle Arten/Altersklassen möglich	für gewisse Arten (z.B. Groppen) beeinträchtigt	für kleine Altersklassen beeinträchtigt	für alle Arten und Altersklassen beeinträchtigt	Hind=	4
[ ]	[ ]	[ ]	[ X ]		

$$k2 = 2.54 - (0.34 * Var) - (0.26 * Unt) - (0.06 * Hind) = \mathbf{1.04}$$

