



VORPROJEKT TRINKWASSER-KRAFTWERK SATZ, SÖRENBERG

PROGRAMM KLEINWASSERKRAFTWERKE

Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

Hans Ruff

Peter Widmer

RuffEngineering

Schweighofstrasse 91

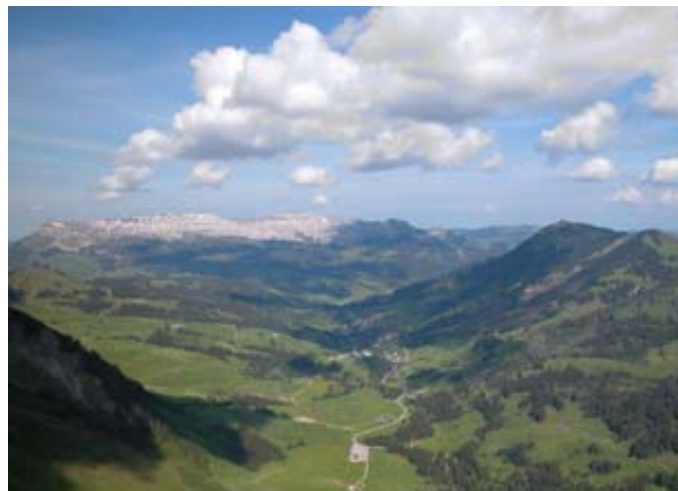
8045 Zürich

info@ruffengineering.ch

www.ruffengineering.ch

Torsten Schubert, Praktikant CKW, Luzern

Peter Wobmann, Kost+Partner AG



Impressum

Datum: 20. März 2007

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: 101853

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



Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1. Aktuelle Lage.....	5
2. Grundlagen.....	6
2.1 Technische Grundlagen.....	6
2.1.1 Topographische Grundlagen	6
2.1.2 Hydrologische Grundlagen	6
2.2 Gesetzliche Grundlagen	6
3. Variantenstudien / -Vergleich.....	6
3.1 Vorgehen.....	6
3.2 Variantenvergleich Standorte neues Trinkwasserkraftwerk	7
3.2.1 Lauelistrasse	7
3.2.2 Laeli	7
3.3.3 Dorf.....	7
3.3 Wasserfassung.....	7
3.4 Wasserführung Fassung bis Maschinenhaus	7
3.5 Maschinenhaus	7
3.6 Elektromechanische Ausrüstung	8
3.6.1 Peltonturbine	8
3.6.2 Gegendruck-Peltonturbine	8
3.6.3 Steuerung	8
3.7 Bestvariante.....	9
4. Auslegung	9
4.1 Nach aktuellen, besonderen Rahmenbedingungen	9
4.2 Nach erwartbaren, besonderen Rahmenbedingungen.....	10
5. Projektbeschreibung	11
5.1 Fassung.....	11
5.2 Druckleitung von Fassung bis Maschinenhaus.....	11
5.2.1 Druckleitung "Lauelistrasse", neu	11
5.2.2 Druckleitung "Zentrale Lauelistrasse - Reservoir Dorf", neu (Rückförderleitung)	11
5.2.3 Druckleitung "Laeli", neu.....	11
5.2.4 Druckleitung "Zentrale Laeli - Reservoir Dorf", bestehend	12
5.3 Maschinenhaus	12
5.4 Elektromechanische Ausrüstung	12
5.4.1 Peltonturbine	12
5.4.2 Rückförderpumpen	13
5.4.3 Gegendruck-Peltonturbine	13
5.4.4 Generator	13
5.5 Netzeinspeisung	14



5.5	Optimierungspotential	14
6.	Gesamtkosten	14
6.1	Berechnungen	14
6.2	Sparpotential	15
7.	Energieproduktion / Wirtschaftlichkeit	15
7.1	Produktion	15
7.1.1	Pelton turbine und Rückförderpumpen, Standort Lauelistrasse	15
7.1.2	Pelton turbine und Rückförderpumpen, Standort Laeli	15
7.1.3	Gegendruck-Pelton turbine, Standort Lauelistrasse	15
7.1.4	Gegendruck-Pelton turbine, Standort Laeli	15
7.2	Ertrag	15
7.2.1	Ertrag mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Lauelistrasse	16
7.2.2	Ertrag mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Laeli	16
7.2.3	Ertrag mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Lauelistrasse	16
7.2.4	Ertrag mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Laeli	16
7.3	Jahres- und Gestehungskosten	16
7.3.1	Energiegestehungskosten mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Lauelistrasse	16
7.3.2	Energiegestehungskosten mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Laeli ...	16
7.3.3	Mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Lauelistrasse oder Laeli	17
7.4	Sensitivität	17
8.	Umwelt- und Sozialaspekte	17
8.1	Restwasser, Fischweg, Lebewesen	17
8.2	Landschaft	18
8.3	Emissionen, CO2 Einsparung	18
8.4	Gesamtumweltbilanz	18
8.5	Sozialaspekte	18
9.	Folgerungen und Empfehlungen	18
9.1	Allgemeine Beurteilung des Projektes	18
9.2	Weiters Vorgehen	19
	Anhang	19



Zusammenfassung

Mit der Ausarbeitung einer Grobanalyse in Zusammenarbeit mit dem Energieforum der UNESCO Biosphäre Entlebuch und auf Initiative der Wasserversorgungsgenossenschaft Sörenberg konnte weiteres Potential von Trinkwasser für die Energieerzeugung identifiziert werden. Die Wasserversorgungs-Genossenschaft zieht in Betracht, dieses Potential in einem neuen TWKW „Satz“ zu nutzen.

Mit einem Beitrag an die Vorprojektkosten des Bundesamtes für Energie (im speziellen das Programm Kleinwasserkraftwerke) und einem grossen Anteil Eigenleistung der Wasserversorgungsgenossenschaft Sörenberg und der RuffEngineering wurde diese Vorprojekt verfasst.

Das Projekt umfasst im Wesentlichen den Bau einer neuen Wasserfassung, einer neuen Druckleitung und einem Maschinenhaus. Das Projekt kann sowohl landschaftlich als auch gewässerökologisch, topographisch und geologisch als günstig bezeichnet werden.

Der vorgesehene Standort des Maschinenhauses liegt unterhalb des Reservoirs „Dorf“ der Trinkwasserversorgung, was zur Folge hat, dass das turbinierete Wasser nicht frei dem Reservoir Dorf zufließt. Für die Rückförderung boten sich zwei Möglichkeiten an: Rückförderpumpen oder Gegendruck-Pelton turbine.

Für die Bestimmung der notwendig zurückzufördernde, turbinierete Wassermenge, wurde ein Reservoirbewirtschaftungsmodell erarbeitet. Auf Grund der Jahresabflusskurve, der notwendigen Rückführmenge, dem Wasserverbrauch und dem Speicherhalten des Reservoirs konnte die Energiebilanz für die beiden Systeme „Pelton turbine und Rückförderpumpen“ oder „Gegendruck-Pelton turbine“ erstellt werden.

Auf Grund dieser Energiebilanz ergibt sich eine Lösung mit Pelton turbine und Rückförderpumpen mit Zwischenspeicher im Maschinenhaus.

Die Produktion von ca. 251'531 kWh/a resp. 245'838 kWh/a (Standort Laueli, Pelton turbine und Rückförderpumpe resp. Gegendruck-Pelton turbine), bei einer installierten Leistung der Turbine von 87.9 kW resp. 97.3 kW, entspricht dem Jahresverbrauch von rund 74 resp. 72 Haushaltungen. Bezugsbasis¹

Die Energiegestehungskosten liegen zwischen 10 Rp/kWh und 20 Rp/kWh je nach der Höhe der Eigenfinanzierung (nicht verzinste Eigenkapital). Zudem hängt die Wirtschaftlichkeit von den noch unbekanntem Einspeisebedingungen ab. (siehe Beilage 10 und 11)

1. Aktuelle Lage

Das Energieforums der UNESCO Biosphäre Entlebuch (www.biosphaere.ch) hat sich hohe Energieziele für das Biosphärenreservat gesetzt. Neben der Steigerung der Energieeffizienz und einer CO₂ neutralen Heizenergiebilanz sollen 20 % des Stromverbrauches im Reservat durch einheimische, erneuerbare Stromproduktion abgedeckt werden. Davon sollen 15 % der Energie durch Wasserkraftanlagen abgedeckt werden.

Als Vorleistung wurde eine umfassende Grobanalyse erstellt. Es zeigte sich, dass es sich hierbei um ein attraktives Potential handelt. Dank des Beitrags des Programms Kleinwasserkraft des BFE konnte eine Vorstudie zur Nutzung dieses Potentials ausgearbeitet werden. Ziele des Vorprojektes sind die Konkretisierung des Projektes und eine wirtschaftliche / technische Überprüfung. Erste Grundlagen sind erhoben worden, Auslegungsarbeiten erfolgt.

Innerhalb des Vorprojektes wurden mögliche Standorte für Maschinenhaus und Fassung sowie mögliche Streckenführungen der Druckleitung evaluiert. Ebenfalls wurden Gefälle und nutzbare Wassermengen der einzelnen Standorte ermittelt, die nun Teil der Optimierung sind. Hauptanliegen der Planung war eine optimale Integration der Anlage in das natürliche Umfeld.

Im Jahr 2006 wurde die RuffEngineering und die Kost&Partner Ingenieurunternehmung AG beigezogen um die technische und wirtschaftliche Machbarkeit der Nutzung des hydraulischen

—

¹ Bezugsbasis Modellhaushalt Stadt Zürich: 4 Zimmerwohnung in Mehrfamilienhaus, 2 Erwachsenen, 2 Kinder, Kochen und Waschen / Trocknen elektrisch, Warmwasser und Heizung über Öl- oder Gasheizung



Potentials der Quellen der Wasserversorgungsgenossenschaft Sörenberg zu ermitteln. Die Ergebnisse der durchgeführten Studie liegen im folgenden Bericht vor.

2. Grundlagen

2.1 TECHNISCHE GRUNDLAGEN

2.1.1 Topographische Grundlagen

- Situation 1:5000, Plan Nr. 18458-03, Datum 31.1.07, Kost & Partner AG,
- Situation 1:5000, Plan Nr. 18458-01, Datum 31.1.07, Kost & Partner AG

2.1.2 Hydrologische Grundlagen

- Quellschüttungen der einzelnen Quellen, einzelne Monatswerten während der Jahre 1998 bis 2003, Messungen durchgeführt von Kost & Partner
- Berechnung der Monatsmittelwerte, Jahresabflusskurven
- Reservoir-Bewirtschaftungsmodell, Modell A und Modell B

2.2 GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Als wesentliche gesetzliche Grundlagen für dieses Vorprojekt gelten das Wasserrechtsgesetz (WRG), das Energiegesetz (EnG) und weitere Umweltschutzgesetze. Diese Gesetze sind schon länger in Kraft und reflektieren das Verhältnis zwischen Nutzen und Schützen in der Meinung von Öffentlichkeit und Politik, wobei damit gerechnet werden kann, dass die Förderung der erneuerbaren und einheimischen Ressourcen zunimmt (Klimaproblem).

Aktuell sind derzeit:

- Verbesserung der Vergütungen für Wasserkraftwerke (kostendeckende Einspeisevergütung)², (siehe 4.1 Nach Aktuellen, besonderen Rahmenbedingungen)
- Richtlinien und Leitsätzen des Schweizerischen Vereins des Gas- und Wasserfaches (SVGW)
- kantonale Lebensmittelkontrolle

3. Variantenstudien / -Vergleich

3.1 VORGEHEN

Angesichts der verschiedenen Möglichkeiten für die Auslegung eines neuen Trinkwasserkraftwerkes wurden mehrer Standorte in Betracht gezogen und begangen und für das Vorprojekt folgendes Vorgehen festgelegt:

- Ergänzung und/oder Beschaffung der Grundlagen betreffend Hydrologie, Topologie, Geologie
- Bestimmung der Ausbauwassermenge (siehe Kapitel 5.)
- Identifizierung und Gegenüberstellung der wichtigsten Alternativen für die verschiedenen Standorte und Bauteile:
 - Wasserfassung
 - Druckleitung
 - Standort Maschinenhaus und Rückgabe des Wassers ins Reservoir
- Ausscheidung der Varianten (qualitativ oder quantitativ)
- Grobe Berechnungen und Vordimensionierungen für den Variantenentscheid
- Evaluation weiterer technischer, betrieblicher wie ökonomische Alternativen
- Variantenwahl und Ermittlung der Kosten mit 20% Zielgenauigkeit
- Bestimmung der elektromechanischen Ausrüstung und Steuerung
- Definitive Auslegung der Anlage als ganzes mit Berücksichtigung der Effizienz und Sicherheit

Hydraulik schemata des TWKW siehe Beilagen 1a bis 1d

—

² Auf solche Änderungen werden in diesem Bericht nicht näher eingegangen – sonst würde voraussichtlich die Ertragssituation wesentlich verbessert



3.2 VARIANTENVERGLEICH STANDORTE NEUES TRINKWASSERKRAFTWERK

3.2.1 Lauelistrasse

Der Standort für das Maschinenhaus ist gut erschlossen, liegt aber unmittelbar in einem Wohngebiet auf ca. 1170 m.ü.M, unterhalb des Reservoirs Dorf.

3.2.2 Laeli

Der Standort für das Maschinenhaus liegt auf 1200 m.ü.M und ist nur durch eine Naturstrasse (Zufahrt zu einem Bauernhof) zugänglich, was im Winter erschwert ist, liegt aber ausserhalb der Wohnzone. Im Gebiet des Maschinenhauses wird wegen Bergsturzgefahr in nächster Zeit ein Schutzwall errichtet, sodass eine Koordination zwischen diesen beiden Bauprojekte notwendig ist. Mit dem Bau des Schutzwalls wird ev. die Zufahrt zum geplanten Maschinenhaus wintertauglich ausgebaut.

3.2.3 Dorf

Der Standort für das Maschinenhaus liegt auf 1240 m.ü.M resp 1226 m.ü.M je nach der vorgesehenen Turbinenart. Aus bautechnischen Gründen wird es kaum möglich sein, dass Maschinenhaus auf das bestehende Reservoir aufzusetzen. Zudem ist ein Maschinenhaus am Standort „Dorf“ auf Grund der Auflagen des Natur- und Landschaftsschutzes kaum realisierbar. Aus diesen Gründen wurde diese Variante nicht weiter verfolgt.

3.3 Wasserfassung

Auf Grund der Grobanalyse (siehe Zwischenbericht vom 24.11.06, RuffEngineering) wurde vorgesehen, die Quellwasser der Quelle „Satz“ zu fassen.

Für die neue Fassung ist unterhalb der Brunnstube 27 eine einfache Brunnstube mit einem Durchmesser von 2.4 m vorgesehen. Die Brunnstube beinhaltet rund 3.3 m³ und ist in ein Trockenteil und einem Wasserbecken eingeteilt.

Die Stromversorgung für die Niveausonde der Wasserstandmessung ist ab dem neuen Turbinehaus vorgesehen.

3.4 WASSERFÜHRUNG FASSUNG BIS MASCHINENHAUS

Die Linieführung erfolgt in gleicher Weise wie die bestehende Leitung. Als Bauweise wird eine erdverlegte Leitung unter Verwendung von verschiedenen Materialien vorgeschlagen.

Bis zu einem Druck von 16 bar kann PE MRS 100, S-5, verwendet werden. Für grössere Druckhöhen muss eine Gussleitung verwendet werden.

Bei Grabenbau ist es empfehlenswert die PE- und Gussleitungen mit einer guten, sauberen Rohbettung zu versehen. Die Lebensdauer wird dadurch wesentlich erhöht.

An Stelle einer Rohrbettung mit Betonkies besteht heute die Möglichkeit, ein PE-Rohr mit einer zusätzlichen Schutzschicht zu verwenden (z.B. „Gerofit“ der Fa. HakaGerodur).

3.5 MASCHINENHAUS

Nach Festlegung der Druckleitungsführung wurden für den Standort des Maschinenhauses folgende möglichen Standorte evaluiert:

- Standort Lauelistrasse
- Standort Laeli
- Standort Reservoir „Dorf“

Die Standorte wurden so gewählt, dass sowohl die Zufahrtswege als auch das Maschinenhaus bezüglich Zugänglichkeit möglichst gut in die Landschaft eingepasst werden können.

Der Standort Laeli liegt auf einer Wiese, neben einem kleinen Tobel und unterhalb dem geplanten Schutzwall auf 1200 m.ü.M.

Der Standort Reservoir Dorf ist auf dem bestehenden Reservoir ohne Zufahrtweg auf 1226.14 m.ü.M.

Alle Standorte liegen unterhalb des Reservoirs „Dorf“, in das das turbinierte Wasser zurückgeführt werden muss.

Auswertung der Standortanalyse ist in den Beilagen 2a und 2b ersichtlich.



Situation 1:5000, Plan Nr. 18458-03, siehe Beilage 3a

Situation 1:5000, Plan Nr. 18458-01, siehe Beilage 3b

3.6 ELEKTROMECHANISCHE AUSRÜSTUNG

3.6.1 Peltonturbine

Ein Nutzgefälle von ca. 280 bis 300 m bei einer Wassermenge von 20 bis 30 l/s liegt im Bereich für den Einsatz einer Peltonturbine.

Die Peltonturbine bringt grosse Vorteile wegen Ihrer Fähigkeit der sehr schnellen Lastverminderung ohne Druckstoss (Strahlablenker) und Ihrer leichten Wartbarkeit.

Zu beachten ist, dass das turbinierete Wasser am Austritt der Peltonturbine in einem Zwischenbecken (Entgasungsbecken) aufgefangen werden muss, um mit Pumpen in das Reservoir „Dorf“ zurück zu fördern.

Turbinenmarkt:

Die Turbinenpreise sind recht volatil und im hohem Masse vom Lieferanten und dessen Marktstellung und Qualitätsniveau abhängig. Die Preise können sich bei der definitiven Ausschreibung und Auftragvergabe beim selben Lieferanten noch +10 / - 20% verändern. (in der Folge der Förderung von erneuerbaren Energien und daraus resultierende grosse Nachfrage nach Wasserturbinen und den Marktpreisen von Stahl).

3.6.2 Gegendruck-Peltonturbine

Ein Nutzgefälle von ca. 245 bis 310 m bei einer Wassermenge von 20 bis 30 l/s liegt im Bereich für den Einsatz einer Gegendruck-Peltonturbine, der erforderliche Gegendruck mit 65 m (Lauelistrasse) liegt im oberen Einsatzbereich.

Vorteil der Gegendruck-Peltonturbine ist der, dass das zurück zu fördernde Wasser nicht zwischengespeichert (kein Zwischenbecken resp. Entgasungsbecken) werden muss. Rückförderpumpen entfallen.

Turbinenmarkt:

Der Einsatz der Gegendruck-Peltonturbine im vorgesehen Leistungsbereich ist noch nicht weit verbreitet und die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen. Die Entwicklung der Gegendruck-Peltonturbine zur Förderung dieser Technologie wurde vom Kompetenznetzwerk Wasser im Berggebiet der „Swiss Mountain Water Award 2005“ verliehen.

Im Juni 2007 sind vom bis heute einzigen Hersteller der Gegendruck-Peltonturbine Versuche vorgesehen. (mechanische Versuche, Wirkungsgrad-Messungen, etc.)

In diesem Vorprojekt wird mit den bis dahin bekannten, allgemeinen, nicht verifizierten Parametern der Gegendruckturbine gerechnet.

Technische Gegenüberstellung und Bewertung der bewährten Peltonturbine mit Gegendruck-Peltonturbine sind in diesem Vorprojekt nicht durchgeführt worden, da keine Unterlagen zur technischen Ausführung der Gegendruck-Peltonturbine erhältlich sind. (ev. erhältlich nach den Versuchen im Juni 07)

3.6.3 Steuerung

Die Steuerung ermöglicht einen vollautomatischen, wasserstandsgeregelten Betrieb. Bei Netzunterbrüchen oder anderen Störungen schaltet die Anlage automatisch ab und erzeugt ein Alarmsignal, welches weitergeleitet werden kann. Steht das Netz unter Spannung und sind die übrigen Betriebsbedingungen erfüllt, so startet die Anlage automatisch. Die Steuerung erfolgt an der Schalttafel-Front mit den angebrachten Steuerschaltern. Die erforderlichen Schutzeinrichtungen und automatisch angesteuerten (speicherprogrammierbare Steuerung – SPS) Leistungsschalter sind in den Schaltschränken integriert.

Die Anlage soll in das geplante Leitsystem integriert werden. Insbesondere ist das Kraftwerk ein Teil der Reservoir-Bewirtschaftung, da nicht zu jeder Zeit alles turbinierete Wasser in das Reservoir „Dorf“ zurück gefördert werden muss.

In groben Zügen ist die Integration der Turbinen-Anlage in die Reservoir – Bewirtschaftung -



Automatik (RBA) berücksichtigt. Auf der Basis von groben Durchschnittswerten des Wasserverbrauchs, der Wasserproduktion (Rückführung des turbinierter Wassers zum Reservoir), der durchschnittlichen Wasserzuführung aus den übrigen Quellen, dem Grundwasserpumpwerk und dem Quellwasserwerk „Emmensprung“ wurde die Energiebilanz erstellt und die Wirtschaftlichkeit gerechnet.

Es wird empfohlen, die Energiebilanzen sowie die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerkes mit den im geplanten Leitsystem aufgezeichneten Zu- und Abflusswerte zu überarbeiten.

3.7 BESTVARIANTE

Als Ergebnis der Variantenstudie sind alle Standorte, Trassen und allgemeine Charakteristiken der baulichen und elektromechanischen Komponenten des Trinkwasserkraftwerks festgelegt worden:

- Wasserfassung Brunnstube mit einem Durchmesser von 2.4 m, mit einem Trockenteil und einem Wasserbecken.
- Druckleitung PE-Rohr MRS 100, S-5 und Leitung aus duktilem Guss
- Maschinenhaus Standort Lauelistrasse (1170 m.ü.M) oder Laeli (1200 m.ü.M)
- EM-Ausrüstung Peltonturbine und Rückförderpumpen, Gegendruck-Peltonturbine, vollautomatischen, wasserstandsgeregelten Betrieb

Auf Grund der Analysen ergibt sich folgende Bestvariante:

- Wasserfassung Brunnstube mit einem Durchmesser von 2.4 m, mit einem Trockenteil und einem Wasserbecken.
- Druckleitung PE-Rohr MRS 100, S-5 und Leitung aus duktilem Guss
- Maschinenhaus Standort Laeli (1200 m.ü.M)
- EM-Ausrüstung Peltonturbine und Rückförderpumpen, vollautomatischen, wasserstandsgeregelten Betrieb

Die Energieproduktion der Variante Peltonturbine und Rückförderpumpen ist gegenüber der Produktion mit Gegendruckturbine grösser, da mit den Pumpen bedarfsgerechter Wasser in das Reservoir zurück gefördert werden kann. Bei der Gegendruckturbine sind Teilfördermengen bei gegebener konstanter Förderhöhe nicht möglich.

4. Auslegung

4.1 NACH AKTUELLEN, BESONDEREN RAHMENBEDINGUNGEN

Die folgenden, aktuellen, besonderen Rahmenbedingungen sind:

- Das **turbinierter** Wasser muss mit genügender Menge für eine optimale Bewirtschaftung des Reservoir „Dorf“ resp. der Wasserversorgung dem Reservoir resp. der Wasserversorgung zugeführt werden.
 - Die identifizierten Standort „Lauelistrasse“ und „Laeli“ liegen unterhalb dem Reservoir „Dorf“.
 - Reservoir „Dorf“ = 1226.14 m.ü.M
 - Standort Lauelistrasse = ca. 1170 m.ü.M
 - Standort Laeli = ca. 1200 m.ü.M)
- sodass das **turbinierter Wasser nicht im freien Lauf** in Reservoir „Dorf“ zurückgeführt werden kann.
- In der Wirtschaftlichkeitsrechnung (Energiebilanz) ist die aufzubringende elektr. Energie für die Rückförderung des turbinierter Wassers zu berücksichtigen.

Energierückspeisung in das Netz = Produzierte Energie - Energie für Wasserrückförderung

Für die Bestimmung der Energiebilanz sind zwei Grundmodelle der Reservoir-Bewirtschaftung ausgearbeitet worden.

Beilage 4 Beschreibung des Reservoirbewirtschaftungsmodells

Beilage 5 Graphische Darstellungen aus der Reservoirbewirtschaftung (6 Blätter)



- Aktualisierung der Reservoirbewirtschaftung (Modell A und Modell B) zur Ermittlung der Energiebilanz und der daraus folgenden Wirtschaftlichkeit bei der Ausarbeitung des Bau-Projektes

Die politischen Zeichen mehren sich, dass mit dem kommenden Stromversorgungsgesetz die Vergütung der Energien, produziert in Anlagen basierend auf erneuerbaren Energien (erneuerbare Energien = Wasserkraft, Sonnenenergie, Geothermie, Umgebungswärme, Windenergie und Biomasse) neu geregelt werden (kostendeckende Einspeisevergütung).

Zitat aus der UREK-S, Stand Herbstsession 2006:

Die Vergütung richtet sich nach den im Erstellungsjahr geltenden Gestehungskosten von Referenzanlagen, die der jeweils effizientesten Technologie entsprechen. Die langfristige Wirtschaftlichkeit der Technologie ist Voraussetzung. Die Vergütung darf das Dreifache des Marktpreises nicht übersteigen. Der Bundesrat regelt die Einzelheiten, insbesondere die:

- Gestehungskosten je Erzeugungstechnologie, Kategorie und Leistungsklasse;
- jährliche Absenkung der Vergütung;
- Dauer der kostendeckenden Vergütung unter Berücksichtigung der Amortisation;
- periodischen Zubaumengen für die Photovoltaik, indem der Kostenentwicklung Rechnung getragen wird;
- Definition des in der Vergütung enthaltenen ökologischen Mehrwerts und die Anforderungen an dessen Handelbarkeit.

5. Projektbeschreibung

5.1 FASSUNG

Für die Fassung ist ein neues Absetzbecken unterhalb der Brunnstube 27 vorgesehen. Das Becken ist als einfache Brunnstube mit einem Durchmesser von 2.40 m mit einem Trockenteil und einem Wasserbecken mit rund 3.5 m³ Inhalt ausgebildet. (siehe Beilage 7)

Die Stromversorgung (über das Signal 4 -20 mA) für die Niveau-Sonde ist ab dem neuen Turbinen-Haus vorgesehen.

5.2 DRUCKLEITUNG VON FASSUNG BIS MASCHINENHAUS

Für die Rohrleitungen werden verschiedene Rohrmaterialien vorgeschlagen. Bis zum einem Druck von 16 bar kann PE MRS 100, S-5, verwendet werden. Für grössere Druckhöhen muss eine Gussleitung vorgesehen werden.

- Dimensionierungswassermenge 20 l/s
- Bauart, Länge, Betriebsdruck der Leitungsabschnitte:

5.2.1 Druckleitung "Lauelistrasse", neu

beginnend beim Sammelschacht	Material	Durchm. Aussen DE (mm)	Durchmesser Innen DI (mm)	Nenndruck ND (bar)	Länge (m)
Teilstück 1	PE	180	158	10	240
Teilstück 2	PE	180	147	16	130
Teilstück 3	Guss	155	150	40	490

5.2.2 Druckleitung "Zentrale Lauelistrasse - Reservoir Dorf", neu (Rückförderleitung)

Material	Durchm. Aussen DE (mm)	Durchmesser Innen DI (mm)	Nenndruck ND (bar)	Länge (m)
PE	125	110	10	270

5.2.3 Druckleitung "Lauei", neu

beginnend beim Sammelschacht	Material	Durchm. Aussen DE (mm)	Durchmesser Innen DI (mm)	Nenndruck ND (bar)	Länge (m)
Teilstück 1	PE	180	158	10	240
Teilstück 2	PE	180	147	16	130
Teilstück 3	Guss	155	150	40	320



5.2.4 Druckleitung "Zentrale Laeli - Reservoir Dorf", bestehend

Material	Durchm. Aussen DE (mm)	Durchmesser Innen DI (mm)	Nenndruck ND (bar)	Länge (m)
PE	125	110	10	340

Die Druckleitung wird mit einer minimalen Überdeckung von ca. 1 m unter der Bodenoberfläche verlegt, was einen genügenden Schutz gegen die Frostausrückung darstellt und die landwirtschaftliche Nutzung des Bodens oberhalb nicht einschränkt.

Beim Grabenbau ist empfehlenswert, die PE- und Gussleitungen mit gutem, sauberem Rohrbettung zu versehen. Die Lebensdauer wird dadurch wesentlich erhöht.

An Stelle einer Rohrleitung mit Betonkies besteht heute die Möglichkeit ein PE-Rohr mit einer zusätzlichen Schutzschicht zu verwenden.

Längsprofile siehe Beilagen 8a und 8b

5.3 MASCHINENHAUS

Maschinenhaus siehe Beilagen 9a und 9b

Der Standort wurde so gewählt, dass sowohl die Zufahrtswege als auch das Maschinenhaus möglichst gut in die Landschaft eingepasst werden können.

Das Maschinenhaus ist zweistöckig angeordnet. Der Zugang zum Turbinenhaus mit der Turbine (und Pumpen), den notwendigen Armaturen / Rohrleitungsinstallationen sowie den Elektroschränken ist ebenerdig vorgesehen. Über eine Bodenöffnung gelangt man ins Untergeschoss des Gebäudes. In diesem Raum sind das Entgasungsbecken sowie Speicherraum für die Rückförderpumpen mit rund 8 m³ Nutzvolumen vorgesehen.

5.4 ELEKTROMECHANISCHE AUSRÜSTUNG

Grundsätzlich sind im Vorprojekt zwei mögliche Systeme zu Energieerzeugung untersucht worden:

- Pelton turbine und zwei Rückförderpumpen für die Rückförderung des turbinierten Wassers ins Reservoir „Dorf“
- Gegendruck-Pelton turbine

5.4.1 Pelton turbine

- Typ Pelton, horizontalachsig, 1-düsig
- Sicherheitseinrichtung Strahlablenker, automatischer Bypass

Standort Laelistrasse:

- Ausbauwassermenge 25 l/s (diese Ausbauwassermenge führt zu einer max. hydraulischen Bruttoleistung von ca. 97 kW)
- H brutto ca. 310 m
- H netto bei Ausbauwassermenge ca. 295.14 m
- Turbinen-Leistung (netto) ca. 72.4 kW
- Drehzahl 1500 U/min
- η_{Turbine} bei Q_{max} 86.2 %

Standort Laeli:

- Ausbauwassermenge 25 l/s (diese Ausbauwassermenge führt zu einer max. hydraulischen Bruttoleistung von ca. 87.9 kW)
- H Brutto ca. 280 m
- H netto bei Ausbauwassermenge ca. 268.49 m
- Turbinen-Leistung (netto) ca. 65.85 kW
- Drehzahl 1500 U/min
- η_{Turbine} bei Q_{max} 86.2 %



5.4.2 Rückförderpumpen

- Typ Horizontale Normpumpe nach DIN 733
- Antrieb el. Motor, drehzahl geregelt

Standort Lauelistrasse:

- Förderstrom min. 5.6 l/s, max. 10 l/s
- Förderhöhe min. 61 m, max. 65 m
- Wirkungsgrad min 50 %, norm. 57 %
- Leistungsbedarf min. 6.7 kW, norm. 11.2 kW
- Motorenleistung 15 kW

Standort Laeli:

- Förderstrom min. 5.6 l/s, max. 10 l/s
- Förderhöhe min. 31 m, max. 35 m
- Wirkungsgrad min 60 %, norm. 70 %
- Leistungsbedarf min. 2.8 kW, norm. 4.9 kW
- Motorenleistung 5.6 kW

5.4.3 Gegendruck-Pelton turbine

- Typ Gegendruck-Pelton, vertikalachsig, 1-düsiger
- Sicherheitseinrichtung Strahlableiter, automatischer Bypass

Standort Lauelistrasse:

- Ausbauwassermenge 25 l/s (diese Ausbauwassermenge führt zu einer max. hydraulischen Bruttoleistung von ca. 77 kW)
- H brutto ca. 310 m
- H netto bei Ausbauwassermenge ca. 295.14 m
- Gegendruck ca. 65 m
- Turbinen-Leistung (netto) ca. 72.38 kW

Standort Laeli:

- Ausbauwassermenge 25 l/s (diese Ausbauwassermenge führt zu einer max. hydraulischen Bruttoleistung von 60 kW)
- H Brutto ca. 280 m
- H netto bei Ausbauwassermenge ca. 268.49 m
- Gegendruck ca. 35 m
- Turbinen-Leistung (netto) ca. 65.85 kW
- Drehzahl 1500 U/min
- η_{Turbine} bei Q_{max} 81.7 %

Vom Hersteller der Gegendruck-Pelton turbine sind auf dem Prüfstand Juni 2007 Versuche / Messungen einer Turbine vorgesehen, um die Funktionalität sowie Wirkungsgrad zu verifizieren. In dem Vorprojekt sind die theoretischen Werte der Gegendruck-Pelton turbine zu Grunde gelegt.

5.4.4 Generator

- Typ Asynchron-Generator
- Kraftübertragung Direkt gekoppelt
- Nennleistung (in Kombination mit Pelton turbine) ca. 75 kW (Laueistrasse)
- Nennleistung (in Kombination mit Pelton turbine) ca. 70 kW (Laeli)
- Nennleistung (in Kombination mit Gegendruck-Pelton turbine) ca. 75 kW (Laueistrasse)
- Nennleistung (in Kombination mit Gegendruck-Pelton turbine) ca. 70 kW (Laeli)
- Spannung 3 x 420 V
- Frequenz 50 Hz
- Durchgangsdrehzahl 2930 U/min
- Betrieb nur Netzparallel



Wie im Kapitel 3.6.2 erwähnt, wird empfohlen, sich nicht bereits in der gegenwärtigen Phase und mit dem Informationsstand bezüglich der Gegendruck-Pelton-turbine, festzulegen, sondern diesen Entscheid offen zu lassen, so dass bei vorliegenden Daten der Gegendruck-Pelton-turbine eine Optimierung noch möglich ist.

5.5 NETZEINSPEISUNG

Im Verlaufe des Bauprojektes ist der nächstgelegene Einspeisepunkt zu klären.

Es wird angenommen, dass die Lieferung des Stroms an die CKW erfolgt mit einer Leistungsmessung am HAK (Haus-Abschluss-Kasten)

5.5 OPTIMIERUNGSPOTENTIAL

Die durchgeführte Grobdimensionierung und Bestimmung der verschiedenen Bauwerke basieren auf den vorhandenen technischen Grundlagen und wurden gezielt auf die gegenwärtige Phase des Projektes abgestimmt. Es ist dennoch anzumerken, dass eine Optimierung möglich ist, welche in der Bauprojekt- oder Ausschreibungsphase erfolgen soll.

Ohne eine abschliessende Liste zu formulieren, sind einige Punkte mit Optimierungspotential hervorzuheben:

- EM Ausrüstung: Die elektromechanische Ausrüstung (Pelton- / Francisturbinen) wie auch die dazugehörige Steuerung und Regelung der Anlage ist weiter zu optimieren.
- Einspeisung: Die Einspeisung in das Netz der CKW ist zu überprüfen.
- Ausbauwassermenge: Die ins Reservoir „Dorf“ zurück zu fördernde Wassermenge ist auf Grund von Langzeitmessungen im Modell „Reservoirbewirtschaftung“ zu optimieren. Das Resultat hat direkte Auswirkung auf die Grösse der Rückförderpumpen und derer Energieverbrauch, d.h. auf die in das CKW-Netz zurücklieferbare Energie
- Rückspeisevergütung Mit dem neuen Energiegesetz wird die Rückspeiservergütung „kostendeckend“ geregelt werden. Basis für die Festlegung der Vergütung für eine KWh aus einem Kleinwasserkraftwerk ist die Leistung sowie die Fallhöhe, basierend auf Modellkraftwerken. Nach heutigen Erkenntnissen könnte die Vergütung für das vorliegende Projekt bei mind. ca. 19 Rp./KWh liegen.

6. Gesamtkosten

Gesamtkosten (Wirtschaftlichkeitsrechnung) siehe Beilagen 10a bis 10d

6.1 BERECHNUNGEN

Baukosten

Die Kosten der Bauteile wurden mit Hilfe von Vorausmassen und Elementkostenansätzen geschätzt. Die Elementkosten basieren auf Erfahrungswerten der Kost & Partner AG aus vergleichbaren Kraftwerks-Projekten.

Wenn nötig, wurden mittels Lieferantenanfragen Kosten für Armaturen, Rohrleitungen (im Kraftwerks-Haus) und weiteren Materialien nach den gegenwärtigen Marktpreisen bestimmt.

EM Ausrüstung / Armaturen

Diese Kosten wurden bei Maschinenlieferanten und -Herstellern ermittelt und deren Richtangebote analysiert.

Weitere Kosten

Kosten für Honorare und weitere Studien wurden nach SIA Normen berechnet.

Im Falle der Aufwendungen für Gebühren, Baugesuche, Bauzinsen usw. wurde eine pauschale Summe abgeschätzt.

Investitionskosten

Die Gesamtinvestitionskosten erreichen

ca. 730'800 CHF



für die Variante Lauelistrasse mit Peltonturbine und Rückförderpumpen

Die Gesamtinvestitionskosten erreichen
für die Variante Lauelistrasse mit Gegendruck-Peltonturbine ca. 729'620 CHF

Die Gesamtinvestitionskosten erreichen
für die Variante Laueli mit Peltonturbine und Rückförderpumpen ca. 656'200 CHF

Die Gesamtinvestitionskosten erreichen
für die Variante Laueli mit Gegendruck-Peltonturbine ca. 659'200 CHF

Allgemeine Bemerkungen

Die Kosten können in dieser Projektphase und dem Detaillierungsgrad der Ausarbeitung nur mit einer Genauigkeit von +/- 20 % für die baulichen Anlageteile und +/- 10 % für die elektromechanischen Anlageteile angegeben werden.

6.2 SPARPOTENTIAL

Das Vorprojekt wurde in einem mehrstufigen Verfahren ausgearbeitet und laufend nach Sparpotential optimiert. Weitergehende, zukünftige Sparpotentiale sind somit nicht mehr vorhanden.

7. Energieproduktion / Wirtschaftlichkeit

7.1 PRODUKTION

7.1.1 Peltonturbine und Rückförderpumpen, Standort Lauelistrasse

Die berechnete Energiejahresproduktion erreicht
bei einer Ausbauwassermenge von 25 l/s ca. 284'388 kWh/a brutto bei der Ausführung
und einem Leistungsverbrauch ca. 11'014 kWh/a der Rückförder-
pumpen

Netto-Energieproduktion ca. 273'374 kWh/a

7.1.2 Peltonturbine und Rückförderpumpen, Standort Laueli

Die berechnete Energiejahresproduktion erreicht
bei einer Ausbauwassermenge von 25 l/s ca. 257'686 kWh/a brutto bei der Ausführung
und einem Leistungsverbrauch ca. 6'155 kWh/a der Rückförder-
pumpen

Netto-Energieproduktion ca. 251'531 kWh/a

7.1.3 Gegendruck-Peltonturbine, Standort Lauelistrasse

Die berechnete Energiejahresproduktion erreicht
bei einer Ausbauwassermenge von 25 l/s ca. 271'619 kWh/a bei der Ausführung
mit Gegendruck-
Peltonturbine

Netto-Energieproduktion ca. 271'619 kWh/a

7.1.4 Gegendruck-Peltonturbine, Standort Laueli

Die berechnete Energiejahresproduktion erreicht
bei einer Ausbauwassermenge von 25 l/s ca. 245'838 kWh/a bei der Ausführung
mit Gegendruck-
Peltonturbine

Netto-Energieproduktion ca. 245'838 kWh/a

Der Winteranteil an der Stromproduktion beträgt 36.49 % und der Sommeranteil 63.51 %.

In der Berechnung der Energiejahresproduktion sind sämtliche Charakteristiken der EM Ausrüstung berücksichtigt worden.

7.2 ERTRAG

Die gegenwärtigen Rücklieferarife der CKW für Energie aus erneuerbarer Produktion für Nieder-



spannung (bis 1 MW mittlere hydraulische Bruttoleistung) sind die folgenden:

Winter:	21.5 Rp./kWh (HT)	resp.	11.5 Rp. /kWh (NT)
Sommer:	15.0 Rp./kWh (HT)	resp.	7.5 Rp./kWh (NT)

Die für den Jahresertrag eingesetzten Tarife entsprechen den Rücklieferarifen gemäss gesetzlichem Vergütungsansatz nach Art. 7 Abs. 3 EnG:

- 15 Rp.-/kWh für Bandstromlieferung (= Bandstrom-Äquivalent) und für diese Anlage wurde ein Jahresertrag aus den Stromverkäufen errechnet.

7.2.1 Ertrag mit Peltonturbine und Rückförderpumpe, Standort Laelistrasse

- Jahresertrag (netto) aus den Stromverkäufen von ca. 41'000 CHF

7.2.2 Ertrag mit Peltonturbine und Rückförderpumpe, Standort Laeli

- Jahresertrag (netto) aus den Stromverkäufen von ca. 37'730 CHF

7.2.3 Ertrag mit Gegendruck-Peltonturbine, Standort Laelistrasse

- Jahresertrag (netto) aus den Stromverkäufen von ca. 40'743 CHF

7.2.4 Ertrag mit Gegendruck-Peltonturbine, Standort Laeli

- Jahresertrag (netto) aus den Stromverkäufen von ca. 36'876 CHF

7.3 JAHRES- UND GESTEHUNGSKOSTEN

Bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen wurde von einem kalkulatorischen Zins von 5 % (Verzinsung Fremdkapital 5 %, Verzinsung Eigenkapital 5 %, Verhältnis 1:1) und von einer Amortisationsdauer von:

- 30 Jahren für die Turbine und Generator
- 50 Jahre für die baulichen Anlageteile und Stahlarmaturen
- 25 Jahre für die elektrischen Einrichtungen
- 15 Jahre für die Kapitalkosten der Projektierung und Bauleitung
- 15 Jahre für die Kapitalkosten der Mehrwertsteuer

ausgegangen.

Die Betriebs- und Unterhaltskosten wurden auf

- 2 % der Kosten für elektromechanische Komponenten
- 1 % der Kosten für bauliche Anlageteile
- 0.8 % der Kosten für Versicherung / Administration der KW-Betreibers

geschätzt.

Im Mittel kann mit einem Rücklieferarif von 15 Rp./kWh⁵ für den produzierten Strom gerechnet werden.

7.3.1 Energiegestehungskosten mit Peltonturbine und Rückförderpumpe, Standort Laelistrasse

Bei Energiegestehungskosten 20 Rp./kWh kann das unter den oben dargelegten Rahmenbedingungen eingesetzte Kapital mit 4 % verzinst und ein jährlicher negativer Gewinn von rund 13'278 CHF/a erwirtschaftet werden.

7.3.2 Energiegestehungskosten mit Peltonturbine und Rückförderpumpe, Standort Laeli

Bei Energiegestehungskosten 20 Rp./kWh kann das unter den oben dargelegten Rahmenbedingungen eingesetzte Kapital mit 4 % verzinst und ein jährlicher negativer Gewinn von rund 11'641 CHF/a erwirtschaftet werden.

—

⁵ 15 Rp.-/kWh für Bandstromlieferung (= Bandstrom-Äquivalent)



7.3.3 Mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Lauelistrasse oder Laeli

Bei Energiegestehungskosten 20 Rp./kWh kann das unter den oben dargelegten Rahmenbedingungen eingesetzte Kapital mit 4 % verzinst und ein jährlicher negativer Gewinn von rund 14'042 CHF/a resp. 13'931 CHF/a erwirtschaftet werden.

Wichtigste wirtschaftliche Kennzahlen (Gemäss Annahmen Kapitel 8)

Jährliche Energieproduktion:

• mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Lauelistrasse	273'374	kWh/a
• mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Lauelistrasse	271'619	kWh/a
• mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Laeli	251'531	kWh/a
• mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Laeli	245'838	kWh/a

Voraussichtliche Energientstehungskosten:

• mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Lauelistrasse	20 Rp./kWh
• mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Lauelistrasse	20 Rp./kWh
• mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Laeli	20 Rp./kWh
• mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Laeli	20 Rp./kWh

Voraussichtlicher Verlust:

• mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Lauelistrasse	13'278	CHF/a
• mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Lauelistrasse	14'042	CHF/a
• mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Laeli	11'641	CHF/a
• mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Laeli	13'391	CHF/a

Internen Zinssatz⁶:

• mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Lauelistrasse	2.30	%
• mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Lauelistrasse	2.21	%
• mit Pelton turbine und Rückförderpumpe, Standort Laeli	2.55	%
• mit Gegendruck-Pelton turbine, Standort Laeli	2.17	%

7.4 SENSITIVITÄT

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit basiert sowohl auf allgemein anerkannten Parametern als auch auf Erfahrungswerten der RuffEngineering.

Da diese Kennwerte für dieses Projekt variieren können⁷, ist es angezeigt, die Sensitivität der Wirtschaftlichkeit des Projektes zu überprüfen.

In der Folge wurden die wichtigsten Parameter des Projektes verändert und deren Auswirkungen auf die Stromgestehungskosten überprüft. Die Zusammenstellung dieser Kennzahlen befindet sich in Beilage 11 (Projektsensitivität)

8. Umwelt- und Sozialaspekte

8.1 RESTWASSER, FISCHWEG, LEBEWESEN

Für ein Trinkwasserkraftwerk sind Restwasser, Fischweg und Lebewesen nicht relevant.

—

⁶ Gibt den internen Zinsfuß einer Investition ohne Finanzierungskosten oder Reinvestitionsgewinne zurück.

⁷ Im speziellen gilt dies für Wasserkraftanlagen, welche eine ausgesprochen lange Amortisationszeit haben.



8.2 LANDSCHAFT

Durch die erdverlegte Bauweise der Druckleitung bleibt der Hauptteil der Anlage unsichtbar.

Einzig die Teile der Fassung und der Zentrale sind sichtbar. Dies können aber mit einer umsichtigen Planung so in die Landschaft integriert werden, dass diese nicht störend auffallen.

8.3 EMISSIONEN, CO₂ EINSPARUNG

Bezüglich des Lärms gibt es ausser in der Bauphase keine nennenswerten Auswirkungen auf die Anwohner und Umwelt. Das Maschinenhaus befindet sich an einem Standort, der für den Schallpegel der Turbinen völlig unempfindlich ist. Ebenfalls können zusätzliche Massnahmen getroffen werden, welche solche Lärmemissionen begrenzen. Die weiteren Anlagenteile verursachen keinen nennenswerten Lärm oder Emissionen anderer Art.

Im Gegenteil trägt das Projekt einen Teil an die Verminderung des CO₂-Ausstosses bei. Wenn man davon ausgeht, dass andernorts im westeuropäischen Elektrizitätsnetz ein thermisches Kraftwerk seine Produktion um die entsprechende Energiemenge reduziert, kommt die Jahresproduktion von etwa 250'000 kWh (CO₂-Minderung in kg/kWh(el) = ca. 0.9) einer Reduktion von rund 225 Tonnen CO₂ gleich. (Gutachten CO₂-Einsparung durch erneuerbare Energien, Fraunhofer Institut)

8.4 GESAMTUMWELTBILANZ

Durch das TWKW Satz kann das brachliegende Potential zur Gewinnung von erneuerbarer Energie optimal genutzt werden.

Im Vergleich mit anderen Energieproduktionsmöglichkeiten weisen Trinkwasserkraftanlagen ausgezeichnete Energie- und Lebenszyklusbilanzen auf.

Alle anerkannten Berechnungsmethoden für Gesamtumweltbilanzen kommen bei dieser Anlagenkategorie auf ausgezeichnete Werte – auch wegen der extrem langen technischen Lebensdauer und der guten Wiederverwendbarkeit der eingesetzten Materialien.

8.5 SOZIALASPEKTE

Das Energieforums der UNESCO Biosphäre Entlebuch⁸ hat sich hohe Energieziele für das Biosphärenreservat gesetzt. Neben der Steigerung der Energieeffizienz und einer CO₂ neutralen Heizenergiebilanz sollen 20 % des Stromverbrauches im Reservat durch einheimische, erneuerbare Stromproduktion abgedeckt werden. Davon sollen 15 % der Energie durch Wasserkraftanlagen abgedeckt werden.

Dieses Kleinwasserkraftwerk kann einen entscheidenden Beitrag zur Erreichung dieses Zieles leisten und durch die Wertschöpfung der Anlage⁹ können zusätzlich weitere Projekte in der Region gefördert werden.

Durch den Bau des Kraftwerkes kann zusätzliche Wertschöpfung in der Region erzielt werden.

9. Folgerungen und Empfehlungen

9.1 ALLGEMEINE BEURTEILUNG DES PROJEKTES

Das Projekt TWKW Satz gehört ökologisch und wirtschaftlich zu den vorteilhaftesten Möglichkeiten in der Schweiz, heute noch zusätzliche Wasserkraftpotentiale zu nutzen. Das TWKW Satz ergänzt sich hervorragend mit den Zielen der UNESCO-Biosphäre Entlebuch und bringt zusätzliche Wertschöpfung in die Region.

—

⁸ Die UNESCO Biosphäre Entlebuch fördert die nachhaltige Entwicklung in der Region Entlebuch. Hauptziel des Energieforums ist es, das Biosphärenreservat in eine Modellregion nachhaltiger Energienutzung im Sinne der 2'000 W – Gesellschaft zu entwickeln und durch diese Modellfunktion überdurchschnittliche Wertschöpfung zu erzielen. Weitere Informationen, Leitbild, Leitsätze und Ziele der UNESCO Biosphäre Entlebuch und dessen Energieforums können auf Ihrer Website: www.biosphaere.ch eingesehen werden.

⁹ Siehe auch Kapitel 8 Energieproduktion / Wirtschaftlichkeit



9.2 WEITERS VORGEHEN

Das vorliegende Vorprojekt gilt als Basis für eine Grundsatzentscheidung über die Ausarbeitung eines Bauprojektes. Um das Projekt zu verfeinern und um weitere Planungen nach den Regeln der Kunst durchzuführen, sind weitere Grundlagen für das Projekt zu erarbeiten:

- Aktualisierung der Reservoirbewirtschaftung mit den Leitsystem aufgezeichneten Zu- und Abflusswerte
- Ermittlung der Energiebilanz auf Grund der Werte aus der Reservoirbewirtschaftung für die Systeme „Peltonturbine und Rückförderpumpen und Gegendruck-Peltonturbine
- Techn. Gegenüberstellung und Bewertung der System Peltonturbine und Rückförderpumpe und Gegendruck-Peltonturbine.
- Nochmalige wirtschaftliche Überprüfung des Projektes.
- Integration des TWKW in die geplanten Schutzmassnahmen wie Schutzwall
- Weitere Geländeaufnahmen im Feld
- Vorabklärungen zu Durchleit- und Baurechten Gespräche mit Grundbesitzern, Anwohnern, Behörden und Interessierten zur Klärung von Randbedingungen
- Gespräche mit der CKW bezüglich Einspeiseleitung, Anschlussbedingungen und Stromabnahmevertrag

Zudem muss je nach Ausgang der Gespräche mit Grundbesitzern, Anwohnern und Verbänden das Projekt weiter angepasst werden.

Nach Grundsatzentscheid, das Projekt weiter zu verfolgen, kann mit der Ausarbeitung von Bauprojekt, Ausschreibung und Ausführungsprojekt begonnen werden.

Anhang

Beilage 1a - 1d	Hydraulikschema TWKW
Beilage 2a, 2b	Varianten_Standorte Rev 220107
Beilage 3a	Situation 1:5000, Plan Nr. 18458-03
Beilage 3b	Situation 1:5000, Plan Nr. 18458-01
Beilage 4	Modell Reservoirbewirtschaftung
Beilage 5	Graphische Darstellungen aus der Reservoirbewirtschaftung
Beilage 6a	Monatl Quellschüttung_Mittlisgfähl
Beilage 6b	Monatl Quellschüttung_Alpweid
Beilage 6c	Monatl Quellschüttung_Ghürschwald
Beilage 6d	Monatl Quellschüttung_Satz
Beilage 6e	Jahresabflusskurve_alle Quellen
Beilage 6f	Jahresabflusskurve_Satz
Beilage 6g	Wasserverbrauch Rev 010207
Beilage 7	Brunnstube
Beilage 8a, 8b	Längsprofil
Beilage 9a, 9b	Maschinenhaus
Beilage 10a – 10d	Gesamtkosten (Wirtschaftlichkeitsrechnung)
Beilage 11	Projektsensitivität

