

DIANE 10
Klein-Wasserkraftwerke

Pico-Kraftwerke

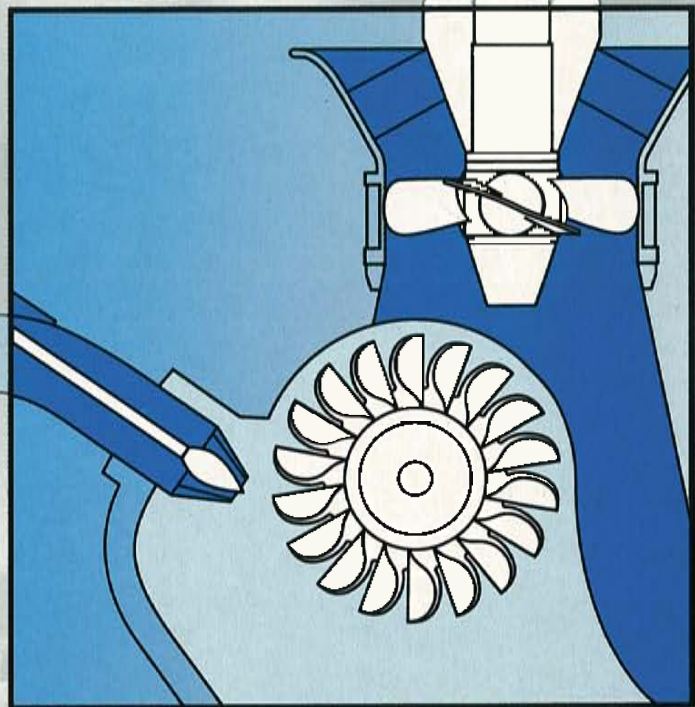
Kleinste Wasserkraftwerke mit Eigenleistung bauen

Pico-centrales

Les toutes petites centrales à installer soi-même

8

Beispiele im Detail
exemples en détail



2000

**Das Aktionsprogramm Energie 2000: Energie-Partnerschaft,
die nachhaltig wirkt. Wir machen mehr - mit aller Energie.**

Pico-Kraftwerke

*Kleinste Wasserkraftwerke
mit Eigenleistung bauen*

Pico-centrales

*Les toutes petites centrales
à installer soi-même*

Autor / Auteur: *Gian-Andri Tannò,
c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG,
8910 Affoltern am Albis*

2. Auflage 1996

Bestellnr. / N° de commande: 805.196 d+f

Information / Informations:

Wer Auskunft über Förderungsmassnahmen von Kleinwasserkraftwerken, Adressen spezialisierter Lieferanten und andere Informationen sucht, wende sich an:

Pour des renseignements ultérieurs, surtout ceux concernant les mesures de promotion de petites centrales hydrauliques et adresses de fournisseurs spécialisés, vous voudrez bien vous adresser à:

**Programm
Kleinwasserkraftwerke
Hanspeter Leutwiler
c/o ITECO, Postfach
8910 Affoltern am Albis
Tel. 01 / 762 18 33 / 18**

**Raymond Chenal
Ingénieur conseil
c/o MHyLab
1354 Montcherand
Tél. 024 / 441 36 54**

oder an die Beratungsstellen INFOENERGIE

ou auprès de INFOENERGIE

Impressum

Herausgeber:	Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern unter Mitarbeit des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Biel und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
Autor:	G. Tannò, c/o ITECO AG, 8910 Affoltern am Albis
Projektleitung:	HP. Leutwiler, Projektleiter DIANE 10 Klein-Wasserkraftwerke
Produzent:	F. Brühlmann, Presse- und PR-Beratung, Zürich
Übersetzung/Traduction:	S. Polana, 5453 Busslingen
Durchsicht des Manuskripts:	J. Krähnbühl, c/o ITECO AG, 8910 Affoltern am Albis
Relecture du manuscrit:	R. Chenal, 1815 Clarens
Buchgestaltung:	M. Läng, W. Fuchs c/o SKAT, St. Gallen
Titelblatt:	F. Hartmann, St. Gallen
Kartenmaterial:	Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie vom 12.9.1994
Copyright:	© Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), 3003 Bern,
Bezugsquellen:	Eidg. Drucksachen und Materialzentrale, 3000 Bern Bestellnr.: 805.196 d+f SKAT, Fachstelle der Schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit für Technologie-Management, Vadianstrasse 42, 9000 St. Gallen

Dank

Zahlreiche Betreiber und Besitzer von Pico-Kraftwerken stellten ihre Anlagen als Dokumentations- oder Demonstrationsobjekte zur Verfügung und lieferten bereitwillig alle gewünschten Informationen. Sie bewiesen damit, wie wichtig für sie das Weitergeben von Erfahrungen unter den Kleinwasserkraftwerkbesitzern ist.

Planer und ausführende Ingenieure von Kleinanlagen, aber auch Leute von der Presse liehen in grosszügiger Weise Fotos und Pläne für die Illustration dieser Broschüre aus.

Sie und weitere Fachleute nahmen sich die Zeit, mit uns über viele Fragen ausführlich zu diskutieren oder einzelne Abschnitte durchzusehen und zu korrigieren.

Nicht zuletzt sei auch die Mitwirkung der Bundesämter für Energiewirtschaft, für Wasserwirtschaft und für Umwelt, Wald und Landschaft sowie der Mitglieder der Begleitgruppe des Projektes „DIANE Kleinwasserkraft“ erwähnt.

Ihnen allen möchten wir für ihre wertvolle Mitarbeit an dieser Stelle ganz herzlich danken.

Remerciements

De nombreux exploitants et propriétaires de petites centrales hydrauliques ont mis à disposition leurs installations comme objets de documentation ou de démonstration et ont fourni avec obligeance toutes les informations désirées; ils ont ainsi prouvé l'importance qu'a pour eux l'échange des expériences entre les propriétaires de telles installations.

Des concepteurs et des ingénieurs constructeurs de petites installations, tout comme le personnel de divers services de presse, ont prêté avec empressement des photos et des plans pour illustrer la présente brochure.

Ces personnes et d'autres spécialistes ont consacré une partie de leur temps à s'entretenir en détail avec nous sur de nombreuses questions spécifiques, ou encore à examiner et corriger certains paragraphes.

Nous remercions également de leur coopération les offices fédéraux de l'énergie, de l'économie des eaux, ainsi que de l'environnement, des forêts et du paysage, de même que les membres du groupe d'accompagnement du projet "DIANE Petites centrales hydrauliques".

Nous tenons à adresser à toutes ces personnes nos sincères remerciements pour leur précieuse collaboration.

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung	1
 Beispiele	 4
Alp Prasüra ob Sta. Maria GR	7
Moulin de Viques JU	17
Strickwarenfabrik in Huttwil BE	25
Voralp Hirzboden bei Adelboden BE	37
Roue à eau, Vers-l'Eglise VD	47
Ancienne scierie, Gorge de Moutier BE	57
Stallneubau bei Zernez GR	67
Weissmühle in Berneck SG	77
77 weitere Demonstrationsanlagen	85
 Wissenswertes über Pico-Kraftwerke	 97
Das Wasser muss für alle reichen - ökologische Aspekte	98
Q ₃₄₇ und Restwasser	102
Gesetze und deren Vollzug	106
Neue Konzessionen	108
Notwendige Bewilligungen	112
Pflichten des Betreibers	114
Versicherungen	116
Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Netzbetrieb	118
Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Inselbetrieb	120
Checkliste für Planung und Bau	122
Vorgehenshilfen	126
Produkte, Qualität und Garantien	128
 Adressen	 134
Literaturhinweise	136

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
Exemples	4
Alp Prasūra ob Santa Maria GR	7
Moulin de Vicques JU	17
Strickwarenfabrik in Huttwil BE	25
Voralp Hirzboden bei Adelboden BE	37
Roue à eau de Vers-l'Eglise VD	47
Ancienne scierie, Gorge de Moutier BE	57
Stallneubau bei Zernez GR	67
Weissmühle in Berneck SG	77
77 centrales de démonstration	85
Ce qu'il faut savoir sur les Pico-centrales	97
L'eau doit suffire pour tous - aspects écologiques	99
Q_{347} et débits résiduels	103
Lois et leur application	107
Nouvelle concession	109
Autorisations nécessaires	113
Obligations de l'exploitant	115
Assurances	117
Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement sur réseau public	119
Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement en îlotage	121
Liste de contrôle pour étude et construction	124
Aide préalable	127
Produits, qualité et garanties	129
Adresses	134
Indications bibliographiques	136

EINLEITUNG INTRODUCTION

Zu dieser Broschüre

Sur cette brochure

Sie wollen Ihr eigenes Kleinst-Wasserkraftwerk bauen oder erneuern? Dann halten Sie das Richtige in der Hand!

Diese Broschüre gibt Ihnen einige nützliche Hinweise, wie Sie auf wirtschaftlich tragbare Weise zu Ihrer eigenen Anlage kommen: möglichst in direkter Zusammenarbeit mit den Lieferanten und nur mit einem Minimum an ingenieurmässiger Unterstützung. Beim Durchlesen erkennen Sie, welche Arbeiten Sie selber in die Hand nehmen und dadurch Kosten einsparen können und bei welchen kritischen Aufgaben Sie unter Umständen spezialisierte Fachleute beiziehen sollten.

Voulez-vous construire ou rénover votre propre petite centrale hydraulique? Vous avez alors ce qu'il vous faut en main!

Cette brochure vous donne quelques indications sur les moyens les plus économiques pour réaliser votre installation: en collaboration directe avec les fournisseurs et avec un soutien minimal de l'homme de métier. En cours de lecture, vous allez découvrir quels travaux vous pouvez exécuter vous-même, et réaliser ainsi des économies, et pour quelles autres tâches vous devez faire appel à des techniciens spécialisés.

Beispiele ausgeführter Pico- Kraftwerke

Exemples de réalisation de Pico- centrales

Unter den acht dokumentierten Pico-Kraftwerken dieser Broschüre werden Sie gewiss eine auf Ihre Verhältnisse zugeschnittene Anlage finden, die bereits realisiert wurde. Auf der Seite 86 zeigt Ihnen eine Übersichtskarte 77 Anlagen, deren Betreiber oder Planer Ihnen für Auskünfte zur Verfügung stehen und Sie nach Vereinbarung gerne zu einer Vorführung empfangen werden.

Bevor Sie eigene Pläne schmieden, sollten Sie unbedingt Kontakt mit den Betreibern von ähnlichen Pico-Anlagen aufnehmen.

Parmi les installations déjà réalisées et documentées dans cette brochure, vous allez sûrement trouver celle qui semble la mieux adaptée à vos moyens.

Une carte synoptique située à la page 86 vous indique 77 autres installations, dont les exploitants ou concepteurs peuvent être à votre disposition pour vous informer, voire, après accord préalable, vous recevoir en vue d'une démonstration sur le site.

Il vous faut absolument prendre contact avec des exploitants de Pico-centrales analogues, avant de commencer une étude approfondie sur la question.

Allgemein Wissenswertes

Informations générales intéressantes

Im zweiten Teil finden Sie Erklärungen, Tips und Übersichten zu einigen ausgewählten Themen im Zusammenhang mit der Planung und dem Bau von Pico-Anlagen: Ökologie, Bewilligungen, Versicherungen und Hinweise zum geschäftlichen Umgang mit Lieferanten, Planern und Betreibern.

La deuxième partie de cette brochure vous fournit nombre d'explications, de conseils et de vues d'ensemble sur les thèmes essentiels relatifs à l'étude et à la construction de Pico-centrales, à savoir: écologie, autorisations, rentabilité, assurances et conseils pour négocier avec des fournisseurs ainsi que pour étudier et construire avec des partenaires.

Sieben Tatsachen über Pico- Kraftwerke

Sept constatations sur les Pico- centrales

- Während 1914 noch fast 7000 Werke unter 300 kW in Betrieb waren, sind es heute noch knapp deren 1000. Die meisten davon wurden aus Rentabilitätsgründen aufgegeben, aber heute liegen sie wieder voll im Trend, denn...
- ...Pico-Kraftwerke weisen eine sehr gute Gesamtumweltbilanz auf: Nur kleine Eingriffe in die Natur, langlebige und unproblematische Materialien, kein Schadstoffausstoss und keine Verschwendung von beschränkten Ressourcen.
- Seit einigen Jahren leisten staatliche Stellen und private Institutionen finanzielle Beiträge an Vorstudien und Ausführungen von Kleinkraftwerk-Projekten.
- Die Vergütung für den ins öffentliche Netz gespiesenen Strom sollte sich gemäss Empfehlung des Bundes nach den Kosten für die Beschaffung gleichwertiger Energie aus neuen inländischen Produktionsanlagen richten, wobei auch hier Hoch- und Niedertarifzeiten beachtet werden müssen. Zur Zeit beträgt die durchschnittliche Mindestvergütung für die Lieferung von Bandenergie 16 Rp./kWh. Diese Regelung soll ins neue Energiegesetz aufgenommen werden, unter Vorbehalt der Zustimmung durch den Ständerat. Zudem wurde im 1997 revidierten Wasserrechtsgesetz der Verzicht auf Wasserzinsabgaben für Wasserkraftwerke bis 1 MW Leistung verankert.
- Alors qu'en 1914 près de 7000 centrales de moins de 300 kW étaient encore en service, il y en a tout juste 1000 à l'heure actuelle. La plupart d'entre elles furent mises hors service pour des raisons de rentabilité insuffisante; mais aujourd'hui elles sont revenues à la mode, car ...
- ...les Pico-centrales montrent un excellent bilan écologique global: faible impact dans la nature, matériaux simples et durables, pas d'émissions nocives et pas de gaspillage des ressources naturelles.
- Depuis quelques années, des organismes publics accordent des subventions pour les avant-projets et les réalisations de projets de petites centrales hydrauliques.
- La rétribution pour le courant électrique injecté dans le réseau public devrait, selon la recommandation de la Confédération, s'aligner sur les coûts d'approvisionnement en énergie équivalente provenant de nouvelles installations de production situées en Suisse, tout en tenant compte également des heures à tarif maximal et minimal. A l'heure actuelle, la rétribution moyenne la plus basse pour la fourniture d'une telle énergie est de 16 cts/kWh. Cette réglementation sera introduite dans la nouvelle loi sur l'énergie, pour autant que celle-ci soit acceptée par les Chambres fédérales. De plus, l'abandon des taxes sur les droits d'eau pour les installations jusqu'à 1 MW de puissance a été introduite dans la loi sur l'utilisation des forces hydrauliques.

- Im Gegensatz zu diesen Fördermassnahmen bedeuten die **Restwasservorschriften** im neuen Gewässerschutzgesetz leider für viele Pico-Kraftwerke den Untergang.
- Mit guter Qualität geplante und erstellte Pico-Kraftwerke überdauern Generationen und können an geeigneten Standorten eine gute langfristige **Kapitalanlage** darstellen.
- Pico-Kraftwerke leisten einen wichtigen Beitrag an die **dezentrale Energieversorgung** und an das Energiebewusstsein der Bevölkerung.
- *Contrairement à ces mesures d'encouragement, les prescriptions sur les débits résiduels prévues par la nouvelle loi fédérale sur la protection des eaux entraîneront malheureusement une disparition prochaine de nombreuses Pico-centrales.*
- *Les Pico-centrales bien étudiées et bien construites durent de nombreuses générations et peuvent, si leur implantation est optimale, constituer un bon placement financier à long terme.*
- *Les Pico-centrales participent à l'approvisionnement décentralisé de l'énergie et à la prise de conscience du problème énergétique.*

Selber bauen oder bauen lassen?

Construire soi-même ou faire construire

Beides ist möglich. Mit Initiative und Geschick kann man einen grossen Teil seiner Anlage selbst bauen. An die Grenzen stösst der Selbstbauer aber meistens dann, wenn es um die elektromechanischen, steuer- und regeltechnischen Einrichtungen geht.

Neben Werken, die im Auftragsverhältnis durch Dritte erstellt wurden, findet man vor allem auf Alpen zahlreiche Wasserkraftwerke, die mit viel Fronarbeit der Alpgenossenschaftsmitglieder und freiwilliger Unterstützung von verschiedenen Seiten zustande kamen.

Das stromproduzierende Wasserrad in Vers-l'Eglise (Seite 47) ist ein Beispiel dafür, wie weit sogar der elektromechanische Teil durch den Bauherrn selbst realisiert werden kann.

Les deux méthodes sont possibles. Avec une certaine dose d'initiative et de doigté, on peut construire soi-même une grande partie de son installation. Mais l'amateur constructeur arrive le plus souvent à la limite de ses possibilités dès qu'il s'attaque aux équipements électromécaniques et à ceux relevant de la technique de commande et de régulation.

En dehors des ouvrages commandés à des entreprises, il y a de nombreuses centrales hydrauliques qui, comme celles équipant des exploitations alpestres, ont été réalisées grâce au travail gratuit des membres de coopératives alpestres et à l'aide de volontaires.

La roue à eau produisant du courant à Vers-l'Eglise (page 47) est un exemple qui montre qu'un propriétaire peut aller loin dans la construction d'une Pico-centrale, même dans celle de son équipement électromécanique.

BEISPIELE

EXEMPLES

Überblick / Vue d'ensemble

Alp Prasüra ob
Santa Maria GR

Seite / page 7



Dank integrierter Energieplanung und konsequenter Anwendung stromsparender Geräte genügen für die Strombereitstellung die geringen Wassermengen aus der Trinkwasserleitung.
Grâce à une étude énergétique intégrée et à l'utilisation systématique d'appareils à consommation électrique modérée, de faibles débits provenant de la canalisation d'eau potable peuvent suffire pour l'approvisionnement en courant électrique

Moulin de Viques
JU

Seite / page 17

Bei der Reaktivierung dieser während fünfzehn Jahren ausser Betrieb stehenden Wasserkraftanlage wurde die alte Francis-turbine durch einen Kaplan-Prototyp ersetzt.

Lors de la réhabilitation de cette petite centrale hydraulique hors service depuis quinze ans, l'ancienne turbine Francis a été remplacée par un prototype Kaplan.

Strickwarenfabrik
in Huttwil BE

Seite / page 25



Eine bemerkenswerte Wasserkraftanlage aus dem Jahre 1914 wurde modernisiert, wobei hohe Ansprüche an die Technik, die Wirtschaftlichkeit und den Bedienungskomfort gestellt wurden.

Une remarquable centrale hydraulique datant de 1914 a été modernisée, posant des exigences élevées en matière de technique, de rentabilité et de confort de manoeuvre.

Voralp Hirzboden
bei Adelboden BE

Seite / page 37

Unter Mithilfe verschiedener Seiten gelang es, mit einer einfachen Turbinenanlage die Arbeits- und Wohnbedingungen auf der Voralp zu verbessern.

Grâce à des aides diverses, une simple turbine a permis d'améliorer les conditions de travail et de logement de cet alpage.

Roue à Eau de
Vers-l'Eglise VD

Seite / page 47



Die Idee, mit einem modernen Wasserrad das Wasser des alten Sägereikanals zu nutzen und in Strom umzuwandeln, stammt vom Besitzer. Er führte das Werk auch gleich selber aus.

Le propriétaire a eu l'idée d'utiliser l'eau du vieux canal de la scierie pour produire du courant électrique à l'aide d'une roue à eau moderne. Il a d'ailleurs construit lui-même cette installation.

Scierie, Gorge de
Moutier BE

Seite / page 57

Bei der Renovation dieser aus dem Anfang dieses Jahrhunderts bestehenden Turbinenanlage wurden die alten Anlageteile beibehalten.

Les éléments constitutifs ont été réutilisés au cours de la réhabilitation de cette centrale à turbine datant du début du siècle.

Stallneubau bei
Zernez GR

Seite / page 67



Ein neuer Stall an einsamer Lage inmitten eines landwirtschaftlich genutzten Gebiets - es liegt auf der Hand, den nahen Bergbach (nicht nur) für die komfortable Stromversorgung zu nutzen.
Une nouvelle étable construite dans une région agricole - quoi de plus naturel que vouloir utiliser (aussi) le torrent tout proche pour réaliser une confortable installation d'alimentation en courant.

Weissmühle in
Berneck SG

Seite / page 77

Durchströmturbinen bewähren sich in den Augen des Betriebsinhabers: Die nacheinander folgend dritte dieser Art treibt anstelle einer Riemenscheibe einen Generator an.

Les turbines à flux traversant semblent convenir aux yeux du propriétaire de l'exploitation: au lieu d'une transmission à courroie, la troisième de ce type entraîne un générateur.

77 Demonstra-
tionsanlagen77 centrales de
démonstration

Seite / page 85



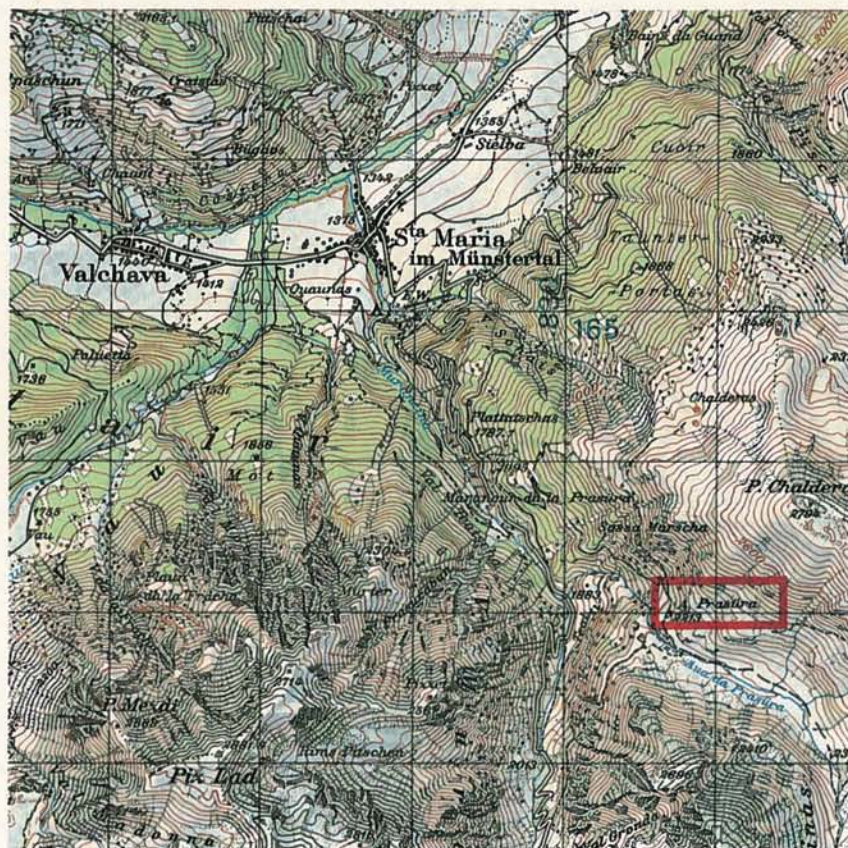
Deren Betreiber, Planer oder Lieferanten stellen sich den Lesern für das Erteilen von Auskünften und für die Vorführung ihrer Pico-Anlagen zur Verfügung.

Les exploitants, concepteurs et fournisseurs sont à disposition des lecteurs pour fournir des renseignements et pour une démonstration de leurs Pico-centrales.

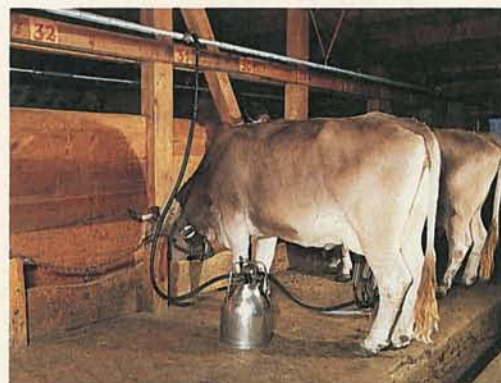
Fallhöhe chute [m]	Wassermenge débit [l/s]	Leistung puissance [kW]	Turbine Turbine Typ / type	Betriebsart type de fonctionnement	Verwendung utilisation	Anteil Eigenleis- tung / Quote-parte d'autonomie
90	1,8	0,8	Pelton 1-düsige <i>Pelton à 1 jet</i>	Insel- betrieb <i>en îlotage</i>	Alpkäserei mit 60 Kühen <i>fromagerie avec 60 vaches</i>	mittel <i>moyenne</i>
3,8	max. 1300	32	Kaplan Schacht- turbine <i>Kaplan à chambre d'eau ouverte</i>	Netzparallel- und Inselbetrieb <i>en îlotage et en parallèle avec le réseau public</i>	Stomabgabe ans Netz <i>injection de courant dans le réseau public</i>	klein <i>petite</i>
5,8	400 bis / à 1200	40	Kaplan Rohr <i>Kaplan tubulaire</i>	Netzparallel- betrieb <i>en parallèle au réseau public</i>	Stomabgabe ans Netz <i>injection de courant dans le réseau public</i>	gross <i>grande</i>
100	4 oder 7 (über Fernsteuerung) 4 ou 7 (par télécommande)	2,5 oder / ou 4	Pelton 1-düsige <i>Pelton à 1 jet</i>	Insel- betrieb <i>en îlotage</i>	3 Melkanlagen und Wohnen <i>3 trayeuses et logement</i>	gross <i>grande</i>
2,8	1000	18	Wasserrad aus Stahl <i>roue à eau en acier</i>	Netzparallel- betrieb <i>en parallèle au réseau public</i>	Stomabgabe ans Netz <i>injection de courant dans le réseau public</i>	sehr gross <i>très grande</i>
4,3	650	20	Francis Schacht (revidiert) <i>Francis à chambre d'eau ouverte (rénovée)</i>	Netzparallel- betrieb <i>en parallèle au réseau public</i>	Stomabgabe ans Netz <i>injection de courant dans le réseau public</i>	mittel <i>moyenne</i>
125	11, 22 oder / ou 32	10, 20 oder / ou 30	Pelton, 2 fixe u. 2 verstell- bare Düsen <i>Pelton, 2 jets fixes et 2 jets variables</i>	Insel- betrieb <i>en îlotage</i>	Grossstall, Bewässerung und Löschwasser <i>grande étable, irrigation et lutte contre incendie</i>	mittel <i>moyenne</i>
12,7	max. 275	13	Durchström- turbine <i>turbine à flux traversant</i>	Netzparallel- betrieb <i>en parallèle au réseau public</i>	Stomabgabe ans Netz <i>injection de courant dans le réseau public</i>	klein <i>petite</i>

Sta. Maria / GR

Alp Prasūra



L'alpage Prasūra



- Inselbetrieb
- Integrierte Energieplanung
- Alp mit 60 Kühen auf 2213 m.ü.M.
- Verarbeitung von 600l Frischmilch täglich
- Einbau in bestehende Trinkwasserleitung
- 1,8 Liter pro Sekunde, 90 m Fallhöhe
- Peltonturbine, 800 Watt
- 24 V-Kleinspannungsanlage mit Batteriespeicher 630 Ah
- Gesamtkosten : Fr. 55'000.- (Erneuerung der Trinkwasserleitung nicht inbegriffen)

- *Fonctionnement en îlotage*
- *Plan d'énergie intégré*
- *Alpage avec 60 vaches à 2213 m.s.m*
- *Traitement quotidien de 600 l de lait frais*
- *Integration dans la conduite d'eau potable existante*
- *1,8 litres par seconde, chute nette de 90 m*
- *Turbine Pelton, 800 Watt*
- *Installation à basse tension de 24 V avec réservoir de batterie de 630 Ah*
- *Coût total : Fr. 55'000.- (hormis le renouvellement de la conduite d'eau potable)*

Die Alpkäserei Prasüra oberhalb der Gemeinde Santa Maria im Münstertal wird seit dem Sommer 1992 nach einem neuartigen Energiekonzept mit Strom versorgt. Dabei ist nicht etwa die Verwendung der 24-Volt-Spannung mit einem Batteriespeicher neu, denn solche Anlagen gibt es schon seit längerer Zeit, sondern vielmehr die konsequente Verwendung energiesparender Geräte, besonders zu erwähnen ist hier die eigens dafür entwickelte Melkmaschine. Damit liess sich der Energiebedarf für die tägliche Gewinnung und Verarbeitung von 600 Liter Frischmilch auf einen Drittel der sonst üblichen Werte reduzieren, und die gesamte Versorgung der Alp kann mittels einer Kleinstturbine von nur 800 Watt Leistung erfolgen! Dabei bedeuten die neue Waschmaschine und Kühltruhe nicht nur einen zusätzlichen Komfort, sondern verbessern auch die Bedingungen für die einwandfreie Herstellung und Lagerung von Käse und Alpenbutter. Die Turbine, welche an die bestehende Wasserleitung angeschlossen ist, ersetzt den Dieselgenerator und beeinträchtigt die Trinkwasserqualität in keiner Weise.

Depuis l'été 1992, la fromagerie alpine „Prasüra“, située au-dessus de la commune de Santa Maria dans la vallée de Mustair, est alimentée en électricité selon une nouvelle conception énergétique. L'innovation de ce projet n'est pas dans l'utilisation d'une tension de 24 volts, car de telles installations existent déjà depuis longtemps, mais bien plus dans l'emploi systématique d'appareils consommant peu d'énergie; il faut en particulier citer la trayeuse développée spécialement pour cette réalisation. Cela a permis de réduire la consommation d'énergie à un tiers de la valeur auparavant nécessaire pour traire et traiter chaque jour 600 litres de lait frais. Une petite turbine d'une puissance de 800 watts seulement suffit à assurer l'ensemble de l'alimentation électrique de l'alpage!

Le congélateur-bahut et la machine à laver nouvellement installés apportent non seulement un supplément de confort, mais encore améliorent les conditions indispensables pour la fabrication et le stockage du fromage et du beurre alpins. Raccordée à la conduite d'eau potable existante, la turbine remplace le groupe diesel-électrogène et n'altère en aucune manière la qualité de l'eau potable.



Rechts über der lawinengesicherten Alphütte der Schacht mit der Wasserturbine

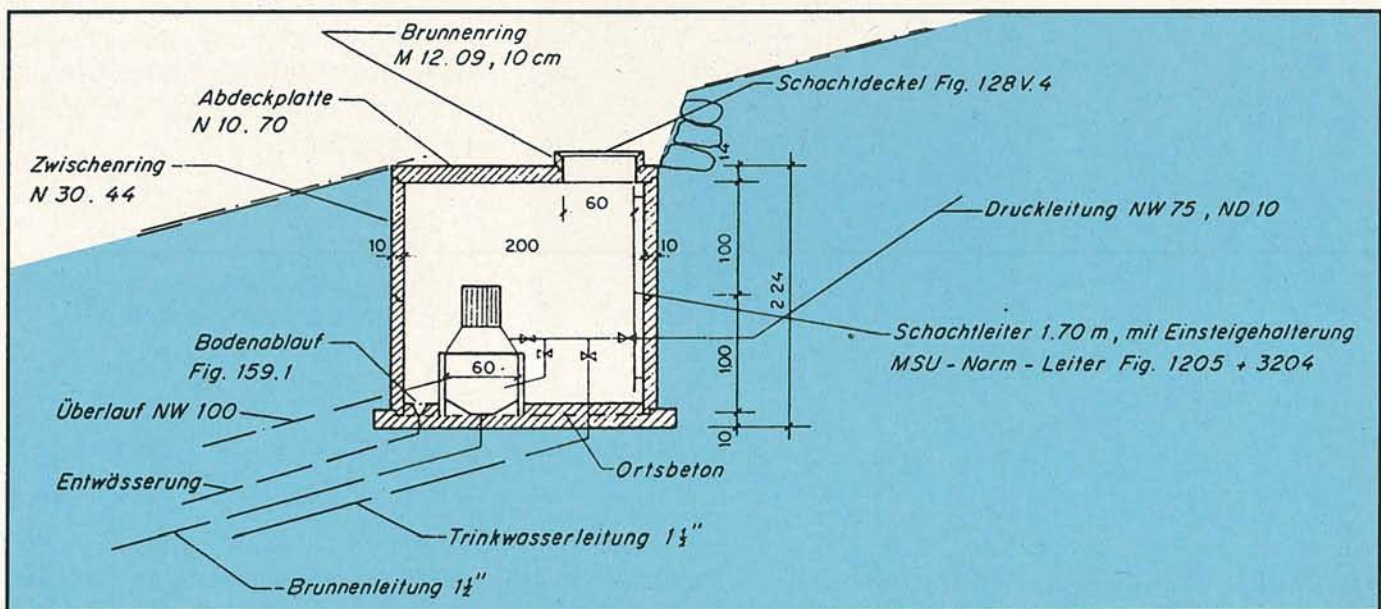
La chambre de la turbine est située à droite, au-dessus de l'alpage protégé des avalanches.

Mit wenig Wasser gibt's auch wenig Strom

Die Wassermessungen der Quellschüttungen erfolgten in der Saison 90 und 91. Während die minimale Wassermenge von 2,2 l/s jeweils im Spätsommer festgestellt wurde, lagen zu Beginn der Alpsaison die gemessenen Abflussmengen bei rund 4 l/s. Glücklicherweise ist der Höhenunterschied zwischen Turbinenstandort und der bestehenden Quelfassung gross genug. Er wurde mit Hilfe eines Taschenhöhenmessers ermittelt und mit dem vorhandenen Karten-

material verglichen.

Um auch im trockensten Jahr ohne Betriebsunterbruch durchzukommen, wurde die Turbine auf nur 1,8 Sekundenlitem ausgelegt. Unter der Annahme eines Gesamtwirkungsgrades von 50% ergibt sich eine Generatorleistung von 800 Watt, was etwa der Leistung eines Mopeds entspricht und für einen Alpbetrieb mit 60 Kühen recht wenig ist.



Plan des Turbinenschachtes

Plan de la chambre de la turbine

Elektromechanische Ausrüstung und 24-Volt-Geräte

Die Beschaffung der Turbinen-Generatortruppe, der Steuerung und der sanitären Bestandteile wie Leitungen und Schieber bot den erfahrenen Projektanten keinerlei Probleme. Weil der als Bandenergie erzeugte Gleichstrom in einer Batterieanlage zwischengespeichert wird, werden die häufig im Einsatz stehenden Alpgeräte (vgl. Tabellen S. 15) ausschliesslich mit der Kleinspannung von 24 Volt betrieben. Dies ist eine Industrie-Standardspannung, und so konnte ein Grossteil der Ausrüstung bei Lieferanten von Solarprodukten sowie von Käsereiausrüstungen bezogen werden. Die Milchpumpe liess sich mit einfachen Massnahmen auf den 24-Volt-Betrieb umrüsten. Die eher selten und nur in den Schwachlast-

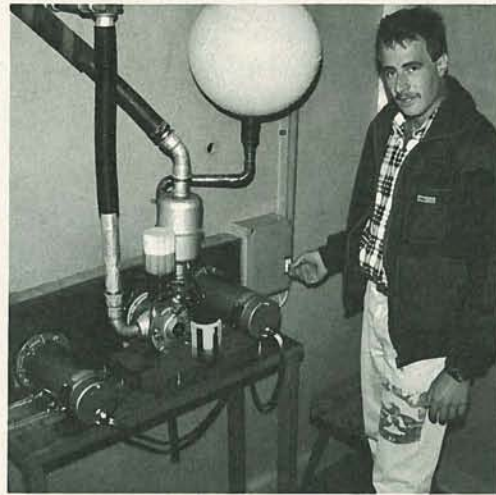
zeiten gebrauchten konventionellen 220 Volt-Geräte, wie z.B. die kleine Waschmaschine oder die Bohrmaschine werden über einen Wechselrichter gespiesen.

Bei 24 Volt können bis zu einer Dauerleistung von 1000 Watt normale Hausinstallationskabel verlegt werden. Darüber müssen dickere Leitungsquerschnitte gewählt werden. (Allgemein gilt: Je kleiner die Spannung, desto grösser der erforderliche Leitungsquerschnitt.)

Um die Anlage für das Alppersonal übersichtlich zu gestalten und die Verkabelung zu vereinfachen, wurden die einzeln gesicherten Verbraucherleitungen sternförmig angelegt.

Revolutionäre Melkmaschine

„Das Revolutionäre ist der geringe Energieverbrauch der Melkmaschine.“ So wird der Davoser Elektrofachmann gelobt, der eine neuartige Druckregelung für die Vakuumpumpe konstruiert hat. Dank der speziellen Steuerung reduziert die Pumpe ihre Lei-



Kernstück der Pilotanlage ist die energiesparende Melkmaschine.

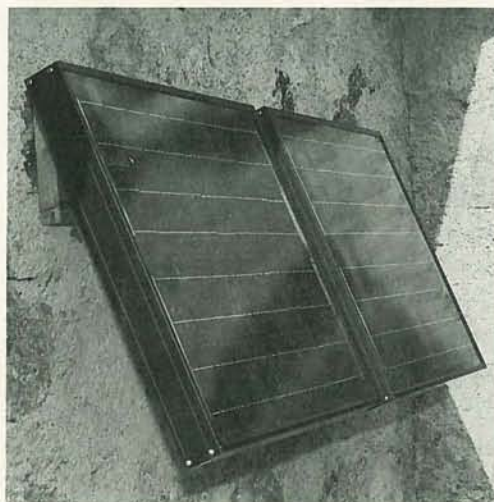
stung, sobald der notwendige Unterdruck erreicht ist, und spart dadurch Energie ein. Herkömmliche Melkmaschinen pumpen ständig weiter und vernichten unnötigerweise viel Energie über ein Ventil. „Die 220-V-Vakuumpumpe dreht auch dann auf vollen Touren, wenn nicht gemolken wird. Der Vakuumüberschuss wird einfach verpufft“, wurde erklärt.

Ganz allgemein weisen Gleichstrommotoren für die auf den Alpen vorkommenden Antriebe günstige Eigenschaften auf, vor allem bezüglich Regulierbarkeit und Überlastbarkeit. Zusätzliche Einsparungen ermöglicht dabei beim 24-Volt-Betrieb der Entfall eines Drehstrom-Wechselrichters

Pièce maitresse de cette installation pilote, la trayeuse est très économe en énergie.

Planung und Formalitäten

Um die Fassung und die Leitung musste man sich nicht mehr kümmern, umso mehr konzentrierte man sich auf das neue Energiekonzept: Auslegung der Turbine, des Batteriespeichers, der Solarzellen und der Regelung. So interessant und herausfor-



Dieser kleine Solargenerator verhindert die Selbstentladung der Batterie im Winter und verlängert so deren Lebensdauer.

dernd sich die technische Seite gestaltete, so unkompliziert und reibungslos verliefen die behördlichen Formalitäten.

Für die Subventionsbehörden und das Einholen der Bewilligungen waren Situationspläne sowie ein technischer Bericht mit detailliertem Kostenvoranschlag zu erstellen. Da es sich um einen Bau ausserhalb der Bauzone handelte, war zudem ein spezielles Baubewilligungsverfahren notwendig, wobei nur der neu zu erstellende Anlagenteil planlich darzustellen war.

Cette petite génératrice solaire évite l'autodécharge de l'accumulateur en hiver et prolonge sa durée de vie.

Betrieb und Unterhalt

Nebst wenigen Massnahmen, die bei der Inbetriebsetzung und der Ausserbetriebnahme zu beachten sind (Aufwand max. 1 Tag), beschränkt sich der Anlageunterhalt auf eine tägliche Kontrolle der Spannungsanzeige und des Anzeigegerätes des Generatorstromes. Diese Kontrolle ermöglicht ein

rasches Erkennen von Störungen. Bei Trinkwasserkraftwerken ist im Gegensatz zu Kraftwerken, die ihr Wasser aus offenen Gewässern beziehen, kein Unterhalt bei der Fassung erforderlich. Auf der Alp Prasüra werden für den Frostschutz ausserhalb der Alpsaison alle Wasserleitungen entleert.

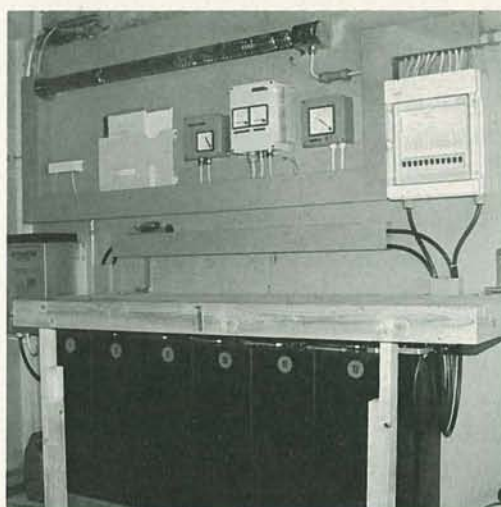
Betriebssicherheit

Die Betriebssicherheit hängt mitunter von der Qualität der eingesetzten Anlageteile ab. Diesem Umstand wurde im vorliegenden Projekt besondere Beachtung geschenkt, da während rund 8 Monaten im Jahr die Anlage nicht kontrolliert wird.

Die richtige Auslegung des Batteriespei-

chers garantiert eine Batterielebensdauer von gut 15 Jahren. Bei Ausfall der Turbine kann der Alpbetrieb zudem bei sparsamem Umgang während 5 Tagen ab Batterie weiter mit Strom versorgt werden. Dies genügt, um Störungen zu beheben. Ein Notstromaggregat ist nicht mehr erforderlich.

Ausserdem wurden alle Leitungen im Alpbäude mit Blitzschutz versehen und gegen Überlast abgesichert.



Bleiakkumulatoren (unten) und Schalttafel mit Sicherungskasten.

Accumulateur au plomb (en bas) et tableau de commande avec boîte de fusibles

Beurteilung

Dank sorgfältiger Planung und guter Qualität der Systeme traten in den ersten beiden Betriebs Sommern nicht einmal «Kinderkrankheiten» auf, was zu einer grossen, erfreulichen Akzeptanz seitens des Alppersonals führte. Der Komfort des neuen Konzeptes entspricht dem eines Netzanschlusses.

Die nach der ersten Alpsaison vorliegenden Ergebnisse bestätigen nicht nur die Richtigkeit der getroffenen Massnahmen, sondern übertreffen diese noch bei weitem. So lag der Energieverbrauch ca. 40% unter den prognostizierten Werten.

Auch nach dem sechsten Alpsommer befand sich die Anlage in einem einwandfreien Zustand, schliesslich wurde sie

durch das Alppersonal auch sehr gut betreut. Die Einwinterung und die Inbetriebsetzung im Frühling wurden jeweils korrekt durchgeführt, so dass sich die Batterien bezüglich Restladestrom und Spannungsgleichheit der einzelnen Zellen praktisch wie neue Batterien präsentierten.

Mit der Nutzung des Trinkwassers zur Stromproduktion wird kein offenes Gewässer beeinflusst und die Qualität des Trinkwassers nicht verändert. Ebenso ist der Eingriff in die Landschaft gleich null. Der Einsatz einer Kleinstturbine ermöglicht zudem den Ersatz des Dieselgenerators und hilft damit die CO₂-Belastung zu reduzieren.

Kosten und Wirtschaftlichkeit

43'000 Franken kostete die gesamte Kleinspannungsanlage einschliesslich Pelton-turbine, Generator, Bleibatterien, elektronischen Regelungen und Planungshonorar. „Bis zur Steckdose gerechnet waren für die Umrüstung bestehender Geräte auf 24 Volt-Betrieb noch zusätzliche Fr. 12'000.- notwendig“, präzisiert der Ersteller. Ein Netzanschluss kommt bereits ab 500m auch in einfachem Gelände teurer zu stehen als die vorgestellte Lösung. Verbrennungs-

motoren dürften in der Anschaffung wohl etwas günstiger sein, bei einer umfassenden Beurteilung gilt es jedoch auch die hohen Brennstoff- und Unterhaltskosten mitzuberücksichtigen.

Da es sich um ein Pilotprojekt handelt, unterstützen diese Anlage nebst dem kantonalen Meliorationsamt das Bundesamt für Energiewirtschaft, die Energiefachstelle des Kantons Graubünden sowie die Schweizer Patenschaft für Berggemeinden.

Zukunfts-perspektiven

Der Ersatz von Verbrennungsmotoren auf Alpbetrieben durch umweltschonende, kostengünstige Energiequellen entspricht einem echten Bedürfnis. Die Tatsache, dass die Projektanten mit ihrem Werk den ersten Rang beim Rennen um den Schweizerischen Energiepreis „Prix eta“ 1993 beleg-

ten, bekräftigt diese Aussage. Die Entwicklung des beschriebenen Versorgungskonzeptes ist noch nicht abgeschlossen. Für den Einsatz im Staffelnbetrieb sind geeignete mobile Kompaktanlagen zu entwickeln, welche rasch an ein Wasserleitungssystem gekoppelt werden können.

Kontaktadressen:

Planer:

Hydro-Solar AG
Markus Hintermann
Burghaldenweg 18
4435 **Niederdorf**
Tel. 061 / 963 00 33
Fax 061 / 963 00 35

Betreiber:

Gemeindeverwaltung
7536 **Sta. Maria**
Tel. 081 / 858 57 22
Fax 081 / 858 71 70

Konzeptstudie

Stromversorgung von Alpen mit Kleinspannungsanlagen - Eine Alternative zur konventionellen Elektrifizierung

Unter diesem Titel ist bei der SAB in Brugg ein Bericht erhältlich, worin die beiden Projektanten ihre gewonnenen Erfahrungen auswerten. Dieser Leit-faden ist unverzichtbar für die Planung ähnlicher Anlagen und dient den Behörden bereits als Grundlage für die Subventionsentscheide. Leider ist diese Studie bisher nur auf deutsch erschienen.

Daten und Kosten

Alp Prasūra

BAULICHER TEIL	Kosten (Fr.)	Hersteller / Lieferant
Turbinenschacht d = 2.0m Ein Durchmesser von 1,5m wäre jedoch genügend	7'600.-	inkl. sanitäre Installation u. Transport Foffa + Conrad SA, Müstair
Druckleitung (Länge 290m, Material MDPE d=63mm, auf Rollen, PN6 200m / PN10 90m)		bestehend (Trinkwasser)
ELEKTROMECHANISCHE AUSRÜSTUNG		
Turbine (Typ Pelton, feste Düse, 800 W, Nettofallhöhe 90m, Nennwassermenge 1,8 l/s = kleiner als die minimal gemessene Wassermenge)	5'000.-	inkl. Generator und Montage DISAG, Sargans
Generator (permanenterregter Synchron-generator mit externem Gleichrichter, 24V Gleichstrom)		Bartoldi AG, Koblenz
Solargenerator MSX 30, 2 Stück	1'200.-	inkl. Montagevorrichtung Muntwyler AG, Zollikofen
Laderegler, Hauptverteiler, Überschusslast	6'000.-	Brückmann Elektronik, Davos
Wechselrichter , (Top Class 1500)	3'200.-	Fliri + Conrad AG, Sta. Maria
Elektriker (Montage und Verdrahtung)	7'500.-	Fliri + Conrad AG, Sta. Maria
Batterieeinheit (Nennkapazität 630 Ah)	8'500.-	Elektrona SA, Boudry
VERSCHIEDENES		
Konzept, Planung, Beratung	4'000.-	Hydro-Solar AG, Niederdorf
Bauleitung		Eigenleistungen
Aushubarbeiten		Eigenleistungen
TOTAL ANLAGEKOSTEN	43'000.-	
FINANZIERUNG/ UNTERSTÜTZUNGSBEITRÄGE		
Energiefachstelle Kt. GR	12'000.-	
Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW)	10'000.-	
Meliorationsamt Kt. GR	9'000.-	
Finanzausgleich Kt. GR	4'000.-	
Schweiz. Patenschaft für Berggemeinden	4'000.-	
Restkosten Gemeinde	4'000.-	
TOTAL FINANZIERUNG	43'000.-	

**Bei Wassermangel:
Sparsamer Energie-
verbrauch und
Energiepufferung
mit Batterie eröffnen
neue Dimensionen !**

***En cas de pénurie
d'eau: la
combinaison d'une
faible
consommation et
d'une bonne
accumulation
d'énergie ouvre de
nouveaux horizons !***

Nur 1,8 Sekundenliter versorgen eine Alp mit 60 Kühen mit Strom? Da staunt selbst der Fachmann!

Bei derart wenig Wasser konnte eine zweckmässige und kostengünstige Lösung erst nach eingehender Analyse gefunden werden: Die maximal mögliche Stromproduktion wurde dem Energiebedarf im Tagesverlauf gegenübergestellt, wobei man diesen mittels energiesparender Geräte und gestaffeltem Betrieb möglichst tief zu halten versuchte (vgl. Diagramm).

Trotzdem übertraf der beim Melkvorgang während ca. 2 Stunden auftretende Leistungsbedarf die Turbinenleistung etwa um das Doppelte. Aus diesem maximalen Defizit ergab sich die notwendige Grösse des Batteriespeichers, und gerade bei diesem liessen sich dank der energetischen Optimierung besonders viel Kosten einsparen.

Mit solchen Sparmassnahmen lassen sich die Anlagekosten in jedem Fall massiv senken, auch wenn genug Wasser vorhanden ist, denn von den teuren Bachwasserfassungen über die Zuleitungssysteme bis hin zur Turbinen-Generator-Gruppe und der Stromverteilung kann alles viel kleiner dimensioniert werden. Hohe Gefällsstufen sind dann ebenfalls weniger erforderlich. Mit einem speziellem Steuersystem (Lastregler) könnte bei geladener Batterie die überschüssige Energie zur Erwärmung des Boilers genutzt werden. Die für die Käseherstellung benötigte Wärmeenergie wird zur Zeit noch vollständig aus der Holzfeuerung gewonnen.

Un débit de 1,8 litres par seconde suffit à alimenter en courant un alpage de 60 vaches ! Même le spécialiste en reste ébahi ! Avec aussi peu d'eau disponible, seule une analyse approfondie pouvait permettre de trouver une solution appropriée et avantagée: la production maximale possible fut comparée aux besoins énergétiques journaliers, en essayant de comprimer ceux-ci au maximum par l'emploi d'appareils consommant peu d'énergie (voir diagramme).

Il fallait toutefois tenir compte du fait que, pendant les 2 heures de l'opération de traite, la puissance consommée correspondait environ au double de celle de la turbine. De ce déficit découlait le choix de la capacité de l'accumulateur. Grâce à l'optimisation énergétique on a pu réaliser ici de très grandes économies.

Avec de telles mesures d'économie, il est toujours possible de réduire fortement les coûts de l'installation (même si le débit est abondant), car on peut dimensionner bien moins largement tous les éléments hydro-électriques, depuis les coûteux captages de ruisseau jusqu'au groupe turboalternateur en passant par la conduite d'alimentation la distribution du courant, et la conduite d'alimentation en eau. Il n'est plus alors nécessaire de disposer d'aussi importantes hauteurs de chute.

Un système de commande spécial (régulateur de charge) donne à l'heure actuelle les moyens d'utiliser l'excédent d'énergie pour alimenter le chauffe-eau, après la charge complète de l'accumulateur. Par contre, l'énergie thermique nécessaire en ce moment à la fabrication du fromage provient entièrement du chauffage au bois.

**HINWEIS
CONSEIL**

Gerät / Einrichtung	Bereinigte Richtwerte Strombedarf
Melkmaschine	2.0 Wh / Liter Milch +60 Wh pro Aggr. Reinig.
Butterfass	5 Wh pro Liter Rahm
Milchpumpe	70-100 Wh pro Betriebs-stunde
Rührwerk	400 Wh pro Käsevorgang 200 Wh pro Betriebsstunde
Zentrifuge	0.5 Wh pro Liter Fettsirte
Waschmasch.	650 Wh (3kg Trommel)
Kühlschrank	200 Wh pro Tag
Gefriertruhe	500 Wh pro Tag

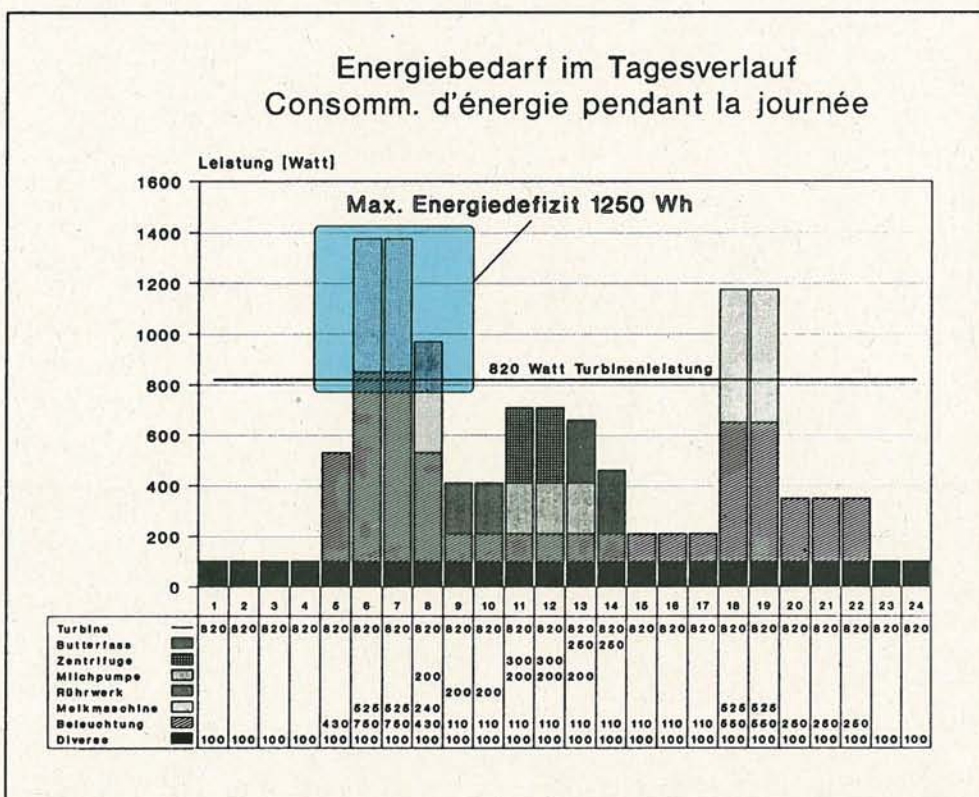
Richtwerte zur Bestimmung des Strombedarfes eines Alpbetriebes gemäss neuester Technologie.

Valeurs approximatives pour la recherche de la consommation d'électricité d'un alpage selon la technologie la plus moderne.

Gerät Einrichtung	Strombedarf pro Tag konventionell [kWh]	Strombedarf pro Tag Alp Prasūra [kWh]
Beleuchtung	6,4	1,80
Melkmaschine	6,0	1,47
Tiefkühler		0,48
Kühlschrank	0,7	0,20
Butterfass	1,4	0,17
Zentrifuge	2,0	0,41
Milchpumpe	0,3	0,14
Waschmasch		0,65
Rührwerk	1,0	0,4
Total	17,8	5,72

Vergleich des Stromverbrauches auf der Alp Prasūra mit dem Stromverbrauch einer konventionellen Anlage bei 600 l Milchleistung pro Tag.

Comparaison de la consommation d'électricité de l'Alpage Prasūra avec celle d'une installation traditionnelle pour la production quotidienne de 600 l de lait.



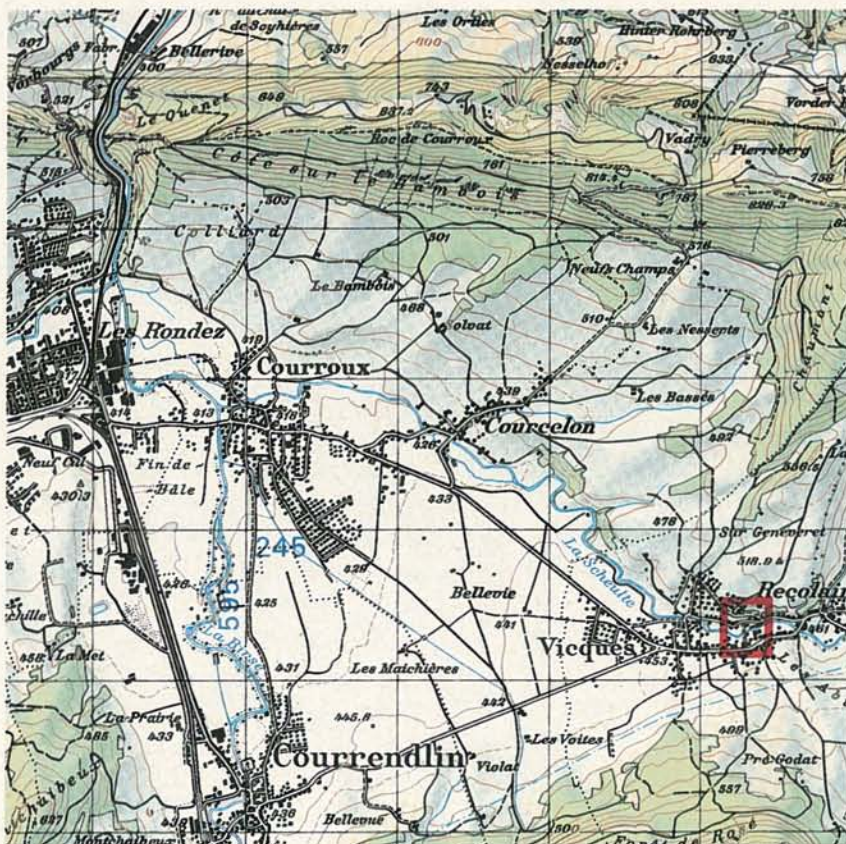
Wichtig bei der Planung war die Aufzeichnung des Stromverbrauches über einen ganzen Tag. Am Morgen zwischen 6 und 9 Uhr reicht die Turbinenleistung für den Betrieb nicht mehr aus, weshalb ein Batteriespeicher notwendig ist.

Il était important pour l'étude du projet de procéder à l'enregistrement de la consommation de courant au cours d'une journée entière. Comme la puissance de la turbine ne suffisait plus pour l'exploitation entre 6 et 9 heures du matin, la nécessité d'avoir recours à un accumulateur d'énergie devenait évidente.

Vicques / JU

Moulin

Mühle



Vue générale avant ...
Ansicht des Kraftwerkes vor..



...et après rénovation
...und nach der Modernisierung

- Petite centrale au fil de l'eau intégrée à un moulin agricole
- Turbine Kaplan à simple réglage avec générateur synchrone
- Chute $H = 3,8$ m
- Débit $Q = 1,3$ m³/s
- Puissance électrique $P_{el} = 32$ kW
- Fonctionnement automatique en îlotage et en parallèle avec régulation de niveau
- Production annuelle moyenne: 200'000 kWh
- Investissements: Fr. 260'000.-
- Subvention: 30 % par l'Administration Fédérale des Blés
- Mise en service: 1986
- Fluss-Kleinkraftwerk in einer Getreidemühle
- Einfach geregelte Kaplanturbine mit Synchrongenerator
- Fallhöhe $H = 3,8$ m
- Wassermenge $Q = 1,3$ m³/s
- Elektr. Leistung $P_{el} = 32$ kW
- Automatischer Insel- und Parallelbetrieb mit Wasserstandsregelung
- Mittlere Jahresproduktion: 200'000 kWh
- Investitionen: Fr. 260'000.-
- Subvention: 30% durch die Eidg. Getreideverwaltung
- Inbetriebnahme: 1986

Le moulin agricole Charmillot S.A. à Vicques, initialement équipé d'une turbine Francis en chambre d'eau ouverte, était hors service depuis quinze ans. En 1986, les ouvrages de génie-civil ont été reconstruits et la turbine Francis a été remplacée par une turbine Kaplan à pales variables et distributeur fixe d'une puissance à l'arbre de 40 kW.

Cette micro-centrale peut fonctionner aussi bien en parallèle qu'en régime isolé et le moulin peut produire de la farine aussi en cas de défaillance du réseau, ce qui lui a permis de bénéficier d'un soutien financier de l'Office Fédéral de l'Agriculture (antérieurement: „Administration Fédérale des Blés“) dans le cadre des mesures d'économie de guerre.

La turbine installée sur ce site est un prototype entièrement développé et fabriqué en Suisse dans le cadre d'une collaboration entre un constructeur renommé, qui a fourni le profil hydraulique, et un petit fabricant qui en a assuré la fabrication et la mise en service.

Die Getreidemühle Charmillot S.A. in Vicques, einst mit einer Francis-Schachtelturbine ausgerüstet, stand während fünfzehn Jahren ausser Betrieb. Im Jahre 1986 wurde der bauliche Teil wieder instandgestellt und die Francis-turbine durch eine 40 kW Kaplan-turbine mit verstellbaren Laufradschaufeln und festem Leitapparat ersetzt.

Diese Kleinstanlage läuft ebensogut im Parallel- wie im Inselbetrieb, und so kann die Mühle auch bei Ausfall der öffentlichen Stromversorgung Mehl produzieren. Dank diesem für die Versorgung unseres Landes in Krisenzeiten wichtigen Beitrag kam sie in den Genuss von Subventionen des Bundesamtes für Landwirtschaft (ehemalige Getreideverwaltung).

Bei der Turbine handelt es sich um einen vollständig in der Schweiz entwickelten und fabrizierten Prototyp und wurde im Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen einem bekannten Konstrukteur, der die hydraulischen Grössen ermittelte, und einem kleinen Hersteller, der die Fabrikation und die Inbetriebsetzung übernahm, realisiert.

Historique

Depuis 1945, le Moulin de Vicques avait utilisé les forces hydrauliques de la Scheulte, affluent de la Birse, avec une installation de 20 kW, dotée d'une turbine Francis en chambre d'eau ouverte. Cet aménagement avait été mis hors service en 1971 et les ouvrages de génie-civil, en particulier le canal, s'étaient considérablement dégradés depuis.

La situation énergétique en général et l'importance locale du moulin de Vicques dans le cadre de l'économie de guerre ont été les raisons qui ont justifié la remise en exploitation de la petite centrale hydraulique.

Un avant-projet basé sur une puissance de 20 kW a été soumis en 1984 à l'Administration Fédérale des Blés en vue d'une demande de subvention. Après analyse détaillée de la courbe des débits classés de la Scheulte, l'ingénieur en charge du projet a fixé définitivement la puissance à 40 kW (arbre turbine) en tenant compte d'une chute disponible de 3,8 mCE et d'un débit maximum de 1,3 m³/s.

Les travaux proprement dits ont débuté en 1985 après renouvellement de la concession et l'obtention d'un subside de 30% de la part de l'Administration Fédérale des Blés. La nouvelle installation a été mise en service en 1986.

Conception de la petite centrale

Ainsi que le montrent les figures 1 et 2, il n'y a pas eu de modifications importantes de l'aspect extérieur des bâtiments: l'ancien canal ainsi que la chambre d'eau ont été reconstruits en conservant approximativement les mêmes dimensions.

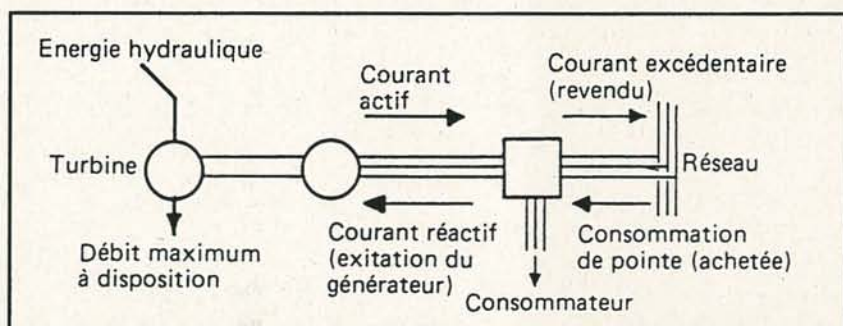
Ces travaux ont été réalisés parallèlement à la rénovation de la maison d'habitation, ce qui a permis d'installer le groupe turbo-générateur dans le sous-sol à l'emplacement de l'ancienne turbine.

La nouvelle turbine est du type Kaplan, machine qui peut absorber un débit d'eau supérieur à celui d'une turbine Francis sous un volume identique. De ce fait, il n'a pas été nécessaire d'augmenter le volume de la chambre d'eau.

Il s'agissait ensuite de trouver une solution technique d'un coût favorable pour permet-

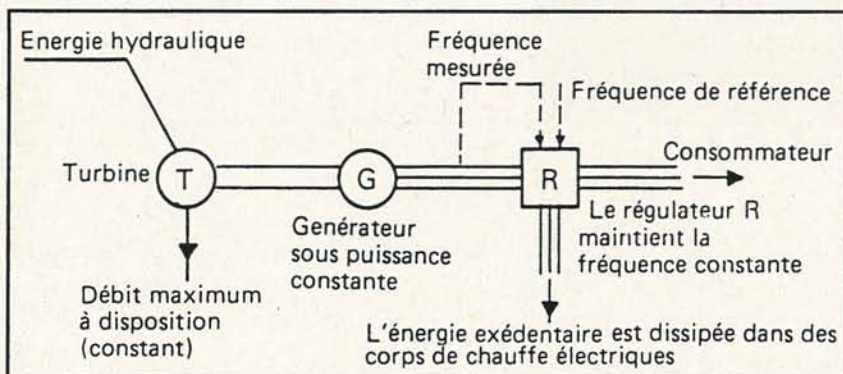
re le fonctionnement en régime isolé et parallèle demandé par l'Administration Fédérale des Blés pour l'octroi du subside: en effet dans le cadre de l'économie de guerre ou de catastrophe, cette administration exige que le moulin soit capable de produire de la farine même en cas de défaillance prolongée du réseau de distribution électrique. Le choix de l'ingénieur s'est porté sur un régulateur entièrement électronique à dissipation d'énergie qui permet une commutation automatique d'un régime à l'autre sans changement de vitesse ou de débit de la turbine.

Les principes du fonctionnement parallèle en îlotage avec dissipation de l'énergie excédentaire sont montrés sur les figures ci-bas.



Fonctionnement en parallèle sur le réseau

Parallelbetrieb am öffentlichen Netz



Fonctionnement en îlotage avec régulation charge-fréquence

Inselbetrieb mit Frequenz/Lastregelung

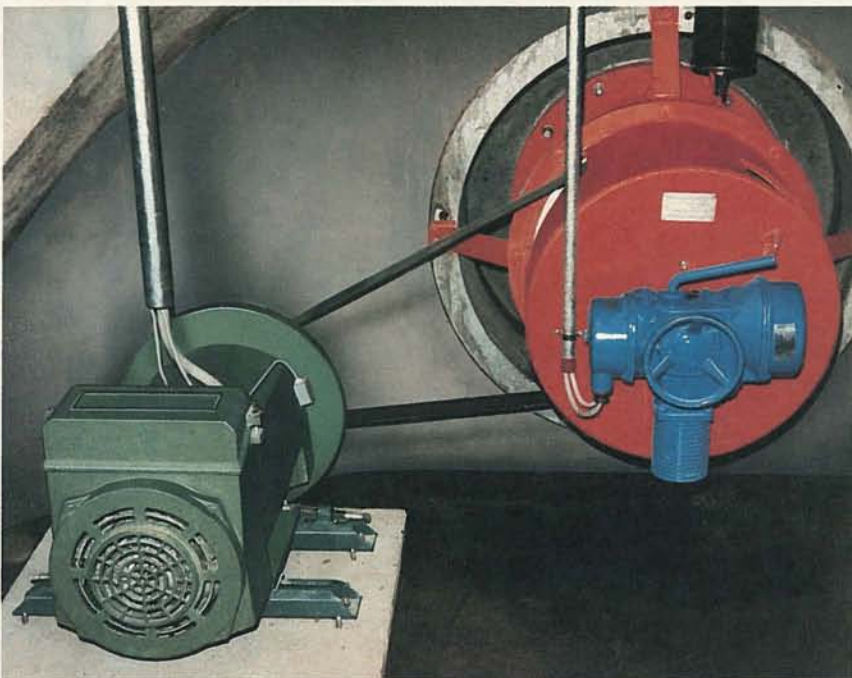
Le propriétaire a également installé un système de gestion électronique qui donne priorité à la consommation du Moulin, puis à la préparation d'eau chaude et au chauffage de l'habitation, ceci afin de minimiser la revente du courant au distributeur local et de réduire la consommation de pointe.

Ce système a été introduit pour utiliser le maximum d'électricité en autoconsommation, les prix de rachat offerts à l'époque par le distributeur local pour le courant excédentaire étant insuffisants pour rentabiliser l'installation.



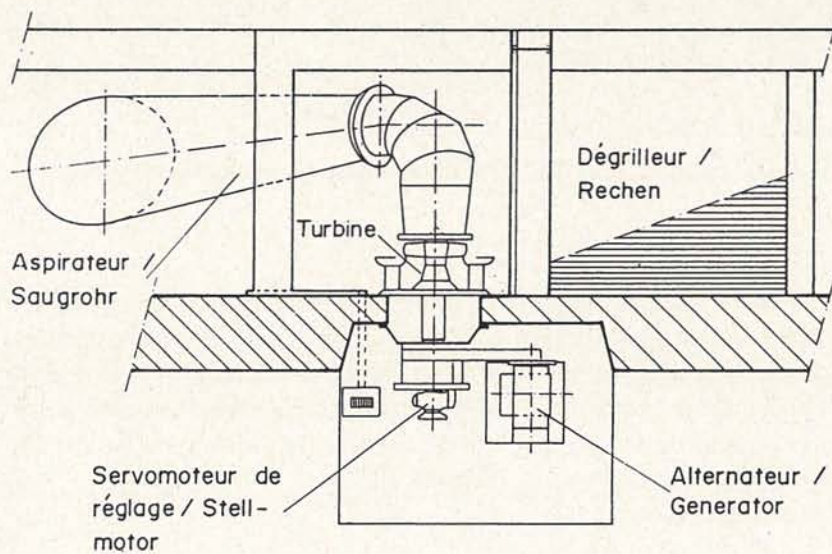
Turbine en montage en atelier

Turbine während Montage in der Werkstatt



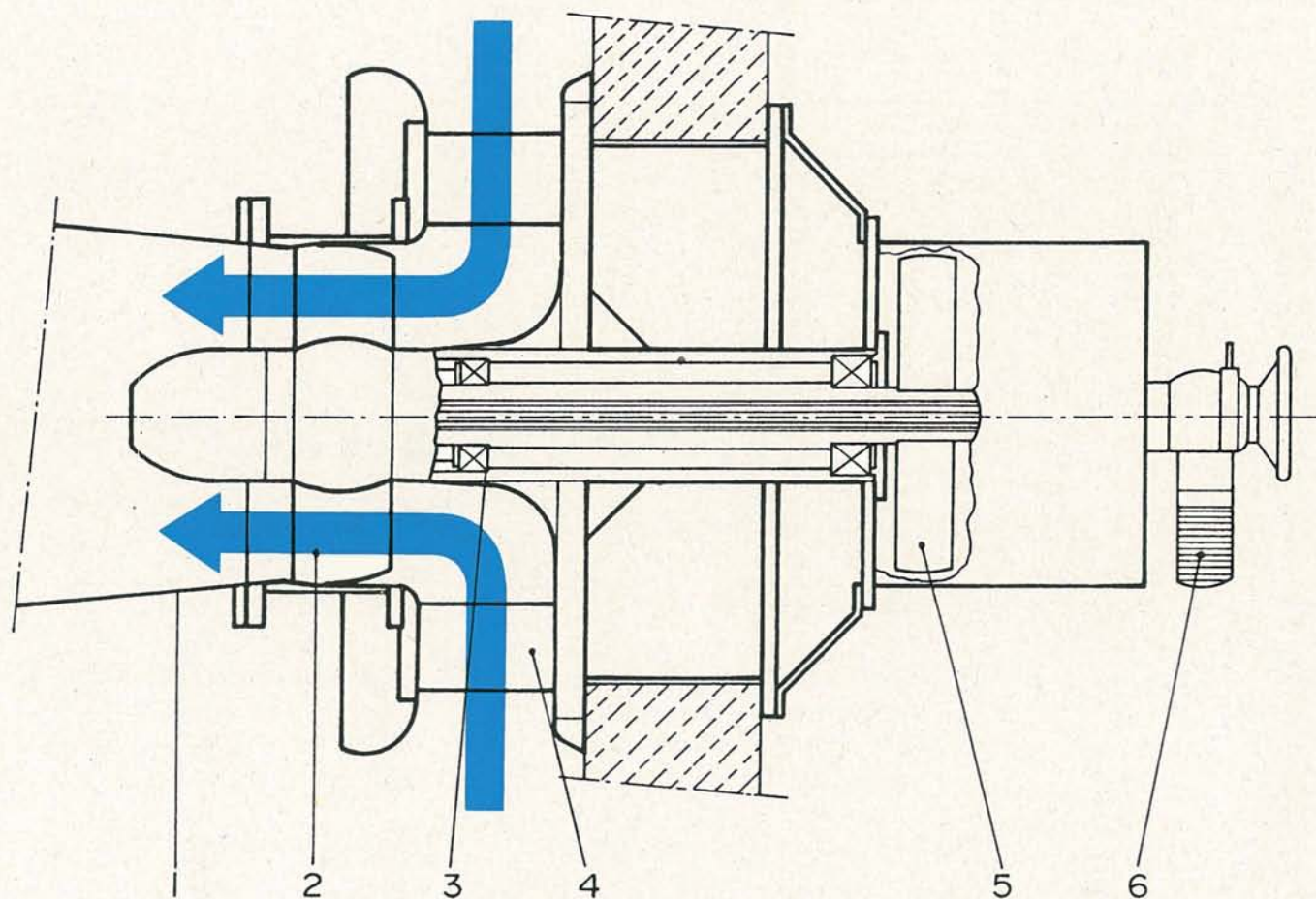
Turbine et générateur en service

Turbine und Generator im Betrieb



Plan de la micro-centrale

Grundriss des Kleinkraftwerkes

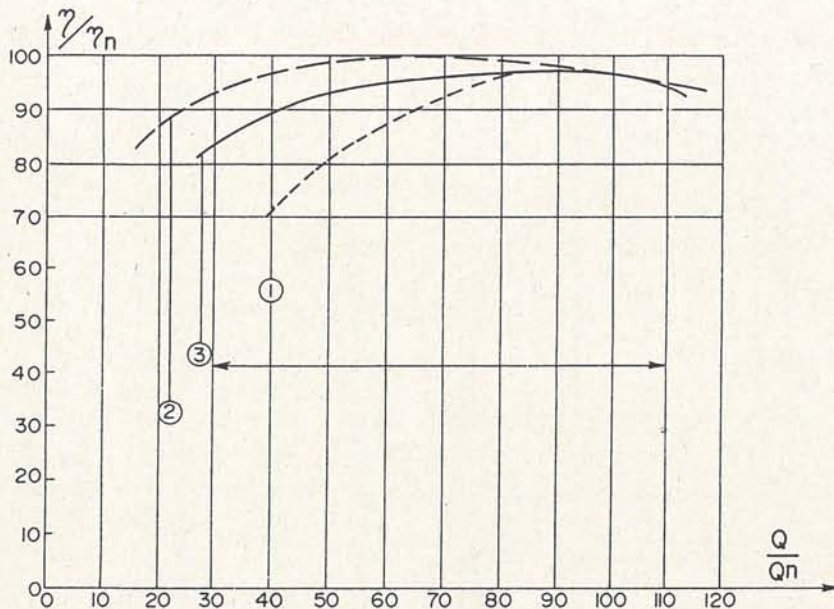


Vue en coupe de la turbine Kaplan à simple réglage

Schnitt durch die einfachgeregelt Kaplan-turbine

1. Aspirateur
2. Roue à aubage réglable en marche
3. Palier dans le bain d'huile
4. Aubage directeur fixe
5. Poulie d'entraînement pour courroie plate
6. Servo-moteur électrique de réglage des pales de la roue

1. Saugrohr
2. Laufrad mit im Betrieb regelbaren Schaufeln
3. Lager im Oelbad
4. Leitapparat mit festen Schaufeln
5. Antriebscheibe für Flachriemen
6. Elektrischer Stellantrieb der Laufradschaufeln



Comparaison des rendements relatifs de différentes turbines

Vergleich des Wirkungsgradverlaufes verschiedener Turbinen

1. Turbine Francis
2. Turbine Kaplan à double réglage (aubage moteur et distributeur).
Le rendement maximum est pris comme référence pour la comparaison.
3. Turbine Kaplan à simple réglage

1. Francisturbine
2. Kaplanturbine mit Doppelregelung (Leit- und Laufschaufel)
Ihr maximaler Wirkungsgrad gilt als Referenz für den Vergleich.
3. Einfach geregelte Kaplanturbine

Coût des travaux et prix de revient du courant produit

Investissements (base prix 1986):

Génie-civil: Fr. 140'000.-
Electro-mécanique: Fr. 120'000.-

Total: Fr. 260'000.-

Prix unitaire (Fr./kW installé): Fr. 8'200.-

Production annuelle (kWh/année): 200'000

Prix de revient du courant: 0,14 Fr./kWh

en tenant compte du subside de 30%: 0,10 Fr./kWh

Problèmes d'exploitation et corrections ultérieures

Les principaux problèmes rencontrés concernent le fonctionnement des installations durant les hautes eaux, le dégrillage et l'évacuation des sédiments transportés par le cours d'eau en crue.

Suite aux expériences faites à la mise en service, les modifications suivantes ont été apportées aux installations du canal:

- motorisation de la vanne de tête avec asservissement de son ouverture au niveau amont pour limiter le débit vers le canal et évacuer débris et sédiments
- motorisation de la vanne devant le dégrilleur pour faciliter une vidange rapide de la chambre de la turbine
- pose d'un dégrilleur à tôle perforée en lieu et place de la grille à nettoyage manuel initialement installée.

L'équipement électro-mécanique n'a pas posé de difficultés majeures.

Des correctifs ont dû être apportés aux machines en vue d'en éliminer les vibrations, le groupe turbo-générateur ayant été installé juste sous un appartement sans isolation phonique particulière.

La turbine a largement atteint la puissance prévue par le constructeur.

Il est bon de relever que si la turbine Kaplan a des performances supérieures à d'autres types de turbines, elle est sensible au colmatage par les feuilles mortes et les herbes qui peuvent passer entre les barres du dégrilleur. Ce dernier doit donc être conçu en conséquence.

Interrogé en 1997 sur le fonctionnement de son installation, le propriétaire s'est déclaré très satisfait. Seul, le colmatage par des feuilles posait encore un problème; il a été résolu, après quelques années de service, par la pose d'un dégrilleur automatique.

Contact:

Propriétaire:
CHARMILLOT S.A.
Moulins
2824 Vicques
032 / 435 65 64

Projet:
Jean-Marc Chapallaz
Ingénieur EPFL
Rue des Jaquettes
1446 Baulmes
024 / 459 24 73

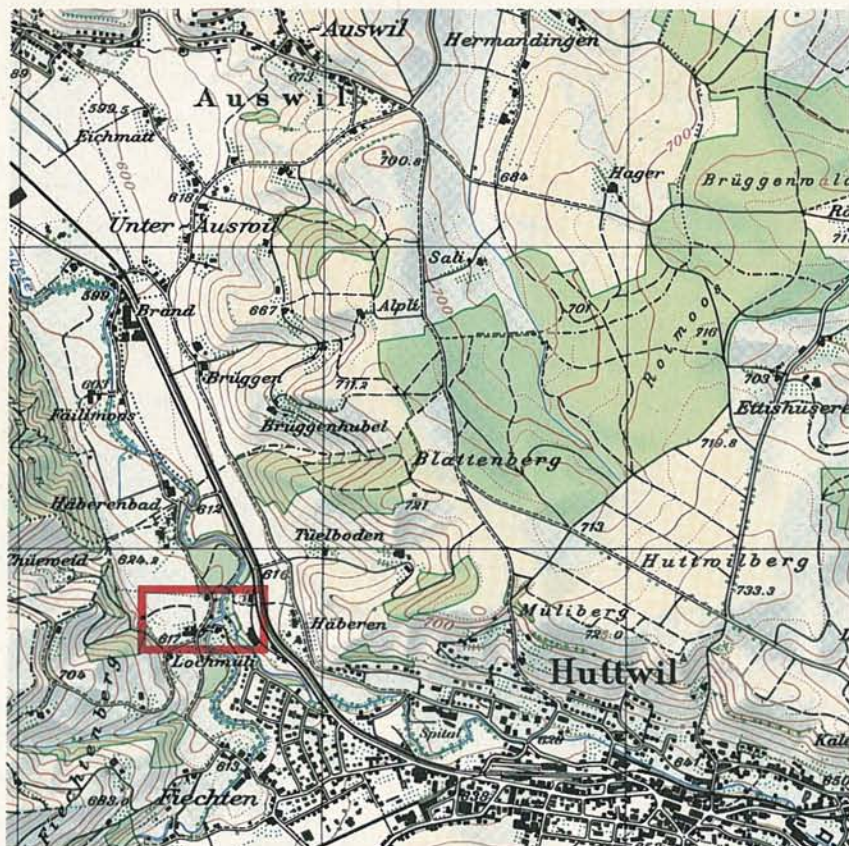
Liste des travaux et des composants de l'installation

Moulin de Vicques

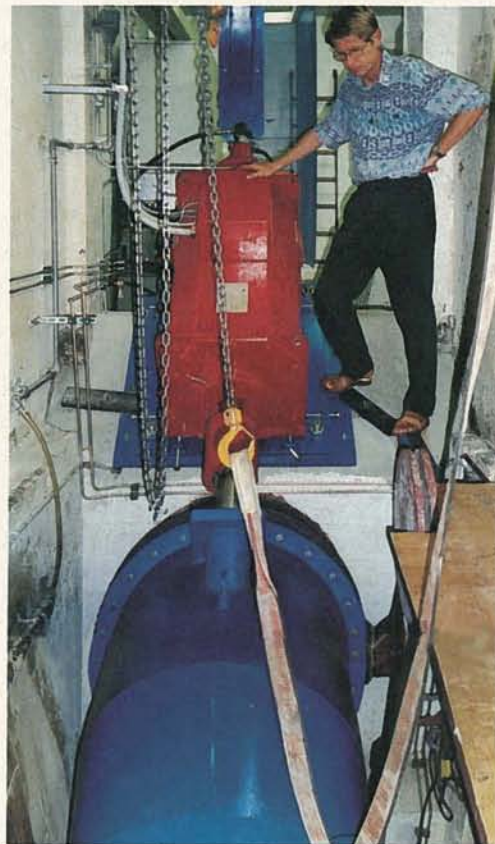
Travaux de génie-civil, vannes et dégrilleur	Frais (1986)	Bureaux d'études et fournisseurs
Refection du barrage de la prise d'eau Reconstruction du canal en béton armé Reconstruction de la chambre d'eau en béton armé Aménagement d'un local technique dans le sous-sol du bâtiment	110'000.- env.	J-P Bourquin, Ing. civil EPFZ/SIA, Broc (FR)
Dégrilleur automatique de type à tôle perforée et à racleurs, s'enclenche automatiquement en fonction de la différence de niveau entre amont et aval (indication du degré de colmatage). Grille grossière à l'entrée du canal, nettoyage manuel	15'000.- env.	W. Hiltbrunner S.A., Viques (JU)
Vanne de décharge à l'amont du dégrilleur. Cette vanne s'ouvre automatiquement en cas de découplage du générateur (défaillance ou panne électro-mécanique) pour éviter un emballement permanent de la turbine. Vanne de tête avec régulation du niveau amont. (Cette vanne s'ouvre automatiquement en cas de hautes eaux pour limiter le débit vers le canal et dériver corps flottants et sédiments vers le lit de la rivière.)	15'000.- env.	D. Buntschu, Bösingen (FR)
Equipement électro-mécanique		
Turbine Type Kaplan à axe horizontal à simple réglage (distributeur fixe et pales de la roue réglables en marche)	90'000.- env.	<u>Construction:</u> J-M Chapallaz, Ing. EPFL/SIA, Ste-Croix (VD) <u>Fabrication:</u> Société Industrielle de la Doux, St-Sulpice (NE)
Génératrice synchrone 40kVA 220/380V Régulateur électronique charge/fréquence Pour maintenir une fréquence fixe, dérive l'énergie excédentaire de la génératrice sur des résistances de dissipation au moyen d'une commande à thyristors. Régulateur de niveau Commande l'ouverture des pales de la turbine pour maintenir un niveau constant dans le canal, ce qui permet à la turbine de produire un maximum d'énergie avec le débit d'eau à disposition. Synchronisation automatique Permet le passage automatique de la turbine d'un régime isolé au fonctionnement en parallèle sur le réseau. Aucune intervention de l'exploitant n'est nécessaire pour cette opération.	30'000.- env.	H. Kobel, Elektroapparatebau, Affoltern i.E. (BE)
Total	260'000.-	
Financement	30% par l'Administration Fédérale des Blés	

Huttwil / BE

Strickwarenfabrik



Usine de tricotage



- Erneuerung einer Anlage von 1914
 - Doppelt regulierte Kaplanturbine, 40kW
 - Niederdruckanlage mit 5,8 m Fallhöhe
 - Autom. Klappwehr mit Fischtreppe
 - Auslegung auf 400 - 1'200 Sekundenliter
 - Netzparallelbetrieb
 - Gesamtkosten : Fr. 600'000.-
- *Rénovation d'une installation de 1914*
 - *Turbine Kaplan à double réglage, 40 kW*
 - *Installation à basse pression avec chute de 5,8 m*
 - *Vanne-clapet automatique avec échelle à poissons*
 - *Conception pour 400 - 1200 litres par seconde*
 - *Fonctionnement en parallèle au réseau public*
 - *Coût total : Fr. 600'000.-*

Die Anlage Lochmühle wurde nach der Jahrhundertwende im Zuge der industriellen Revolution gebaut. Nachdem das Mühlrad ausgedient hatte, galt es, einen jungen Textilbetrieb mit Elektrizität zu versorgen, denn es fehlte damals ein öffentliches Netz. Seit 1914 unverändert in Betrieb, versah diese Anlage während fast 80 Jahren ihren Dienst. Nach rein ökonomischen Gesichtspunkten hätte die Anlage eigentlich bereits in den 60er Jahren stillgelegt werden müssen. Kaufinteressenten gab es keine, und die damals tiefen Energiepreise mit den lächerlichen Rücklieferntarifen gaben der buchhalterischen Betrachtungsweise einer Liquidation der Anlage recht. Doch schon damals gab es kluge und vorausschauende Unternehmer, die auch ökologische und ideelle Werte in ihre Planung einschlossen und dafür sorgten, dass solche Anlagen heute wieder ihren wertvollen Beitrag im Dienste unserer strapazierten Umwelt leisten können.

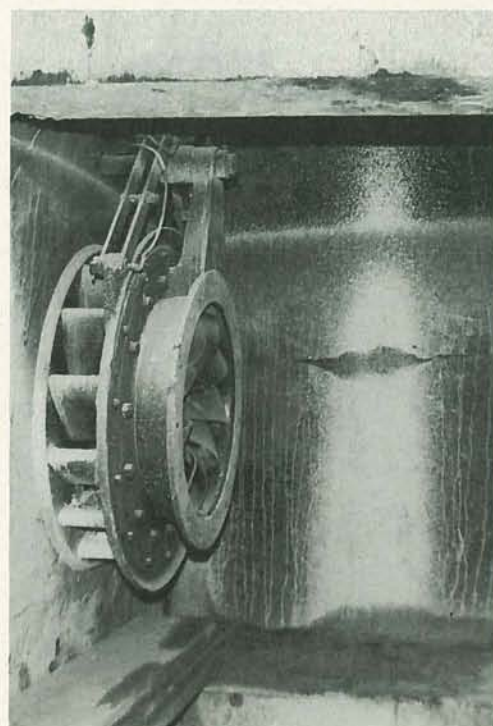
L'installation „Lochmühle“ fut construite au début de ce siècle, au moment de la Révolution industrielle. Après avoir servi comme roue de moulin, celle-ci continua ses services pour alimenter en électricité une nouvelle exploitation textile, car à cette époque-là il n'y avait pas encore de réseau public. Depuis 1914 et durant 80 années, cette installation fonctionna sans changement, bien que dans les années 60 elle aurait dû être mise hors service pour des raisons écologiques.

Comme il n'y avait pas d'acheteurs potentiels et que les prix de l'énergie étaient à l'époque tellement bas, avec des tarifs de reprise du courant ridicules, les considérations comptables étaient favorables à la liquidation de l'installation. Mais en ce temps-là, il y avait déjà des entrepreneurs sensés et prévoyants qui inclurent des valeurs écologiques et idéalisées dans leurs propres études et veillèrent ainsi à ce que de telles installations puissent de nos jours apporter à nouveau une contribution en faveur d'un environnement tellement malmené.

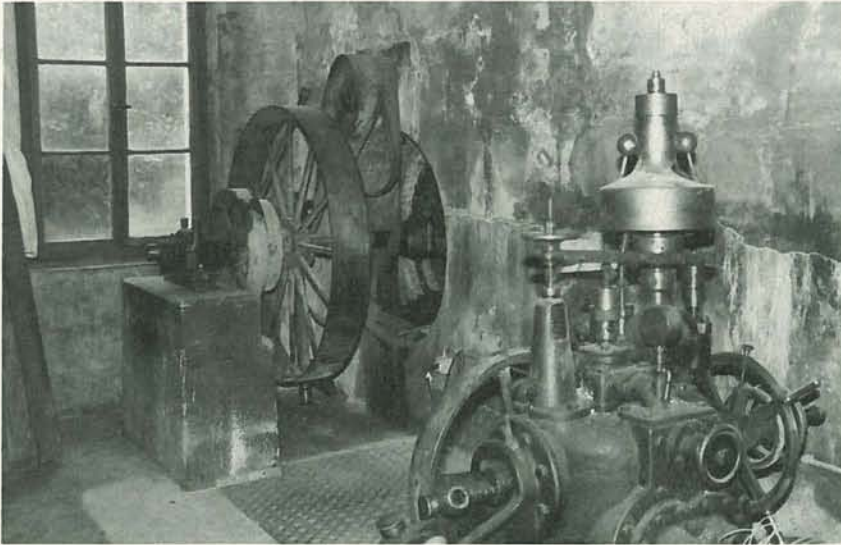
Renovation

Im Jahre '89 wurde die Planung für eine umfassende Renovation aller Anlageteile des Kleinwasserkraftwerkes Lochmühle durch Kurt Loosli, den heutigen Besitzer und Inhaber der Strickwarenfabrik FRILLO, in Auftrag gegeben. Zusammen mit einem beratenden Elektroingenieur wurden die Umbaupläne entwickelt und im Frühjahr '90 konnte nach ca. 6monatiger Bauzeit eine vollständig renovierte Anlage mit neuer Kaplan-Rohrturbine ihren Betrieb aufnehmen. Allerdings wurde diese Turbine wegen technischen Mängeln nach 5 Jahren ersetzt.

Im einst mit Wasser gefüllten Schacht sah man die alte Francis-Schachtturbine (das Saugrohr ist hier bereits demontiert) ...



Dans la chambre anciennement remplie d'eau, on pouvait voir la vieille turbine à chambre ouverte (le tube d'aspiration a déjà été démonté)...



... mit Riemengetriebe und Fliehkraftregler auf der anderen Seite. Vergleichen Sie dazu den Umbau der „Scierie de Moutier“ auf S. 57. Dort wurde die Francisturbine beibehalten und nur der Regler ersetzt.

... avec transmission à courroie et régulateur centrifuge du côté opposé. A ce sujet, comparer avec la transformation „Scierie de Moutier“ à la page 57, pour laquelle la turbine Francis fut conservée mais le régulateur changé.



Trotz zahlreicher Funktionen und Programmiermöglichkeiten sieht heute diese standardmässige Kleinwasserkraftwerksteuerung sehr schlicht aus.

Malgré de nombreuses fonctions et facilités du logiciel, cette commande standardisée pour petites centrales hydrauliques se présente assez simplement.

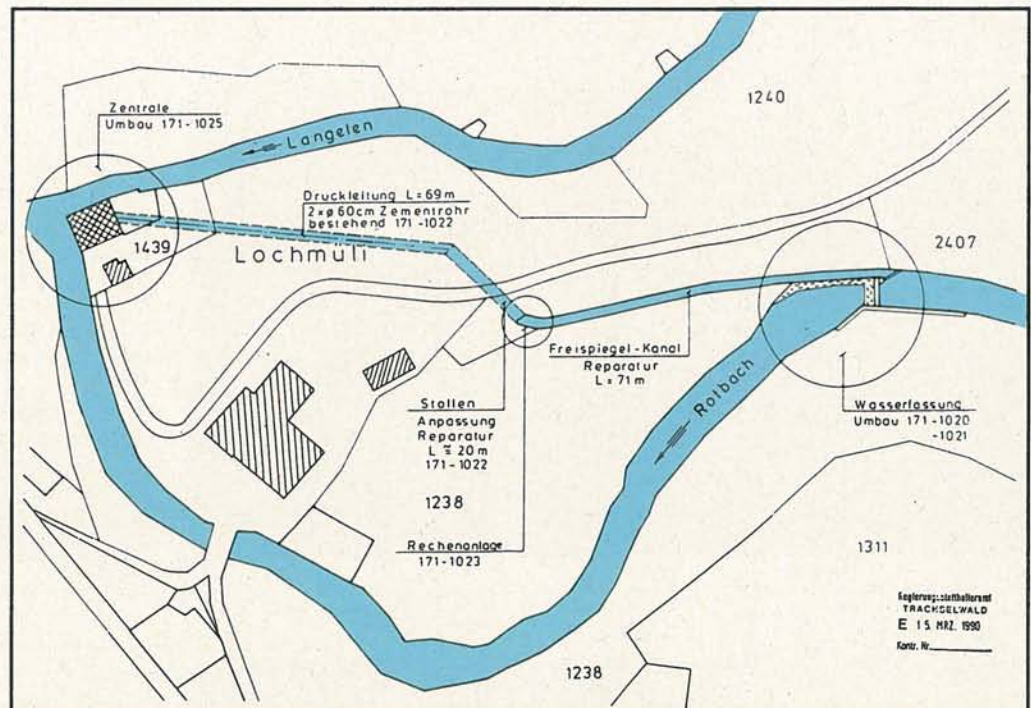
Anlagebeschreibung

Das Wasser des Rotbaches in Huttwil wird bei der Wehranlage mit einem hydraulisch gesteuerten Klappwehr gestaut. Mittels ca. 70 m Freispiegelkanal wird es den zwei Druckleitungen mit je 60 cm Lichtweite zugeführt. Im Kanal sitzt ein einfacher Rechenreiniger, der vor allem im Herbst und bei Gewittern das Turbinenwasser von Laub und Schwemmgut befreit. Die ebenfalls ca. 70m langen Rohre werden in der Zentrale durch ein Hosenrohr gefasst und leiten das Druckwasser einer doppelt geregelten Kaplan-Rohrturbine zu. Diese ist in einem Winkel von ca. 45° geneigt. Ein Synchrongenerator ist direkt mit der Antriebswelle der Turbine gekoppelt und sorgt für bestmögliche Umsetzung der mechanischen Kräfte in Elektrizität.



In diesem Haus am Zusammenfluss der Langeten und des Rotbaches ist die Zentrale untergebracht.

La centrale a été installée dans cette maison, au confluent du „Langeten“ et du „Rotbach“.



Praktisch neu gebaut wurden die Wasserfassung und die Turbinenzentrale. Der Stollen musste leicht saniert werden und der Einlauf wurde mit einem Rechen versehen, der automatisch gereinigt wird. Die Konzessionsurkunde von 1914 musste nur geringfügig abgeändert werden, da die wesentlichen Punkte (Wassermenge, Bruttohöhe, Ausleitstrecke) gleich blieben, was eine Neukonzession unnötig machte.

En principe, la centrale et le captage d'eau furent reconstruits. Il fallut toutefois améliorer la galerie et installer une grille sur l'entrée d'eau, avec nettoyage automatique. L'acte de concession de 1914 a dû être légèrement modifié, puisque les données essentielles avaient été conservées (débit d'eau, hauteur brute, tronçon de dérivation). Une nouvelle demande de concession était donc inutile.

Niederdruckanlagen - hohe Bauinvestitionen

Niederdruckanlagen besitzen die Eigenschaft, dass grosse Wassermengen bei kleinem Gefälle transportiert werden müssen. Das bedingt je nach Anlagesituation breite Zulaufkanäle und -rohre sowie Maschinen mit grossem Schluckvermögen. Bei Niederdruckanlagen bedeutet jeder Zentimeter Höhenunterschied wertvolle Energie. Das Oberwasser muss daher bei solchen Anlagen möglichst hoch gehalten werden, was andererseits zusätzliche Überschwemmungsgefahr bedeutet.

Die Lösung mit dem vorliegenden hydraulischen Klappwehr hat sich während der bisher vierjährigen Betriebsdauer ausgezeichnet bewährt. Nicht nur lässt sich der Oberwasser-Pegelstand zentimetergenau halten, auch bei rascher Veränderung der Zuflussmenge (Gewitter) reagiert dieser Wehrtyp bis zur vollständigen Freigabe des ganzen Bachquerschnittes exakt auf jeden Betriebszustand. Der Hochwasserschutz darf hier als optimal bezeichnet werden.



Das alte Schützenwehr, an dessen Stelle
jetzt das...

*L'ancien barrage à vanne plane qui a été
remplacé...*



...neue Wehr mit der Fischtreppe (links)
steht.

*... par le nouveau barrage avec une échelle
à poissons (à gauche).*



Dieses Hosenrohr führt das Wasser aus
den beiden Druckrohren zur Turbine.

*Ce tuyau-culotte amène l'eau des deux
conduites forcées vers la turbine.*



Mit einem Mobilkran musste die Wehrklappe von einem nahen Strässchen ans richtige Ort gehievt werden.

Il a fallu soulever la vanne-clapet du barrage à l'aide d'une grue mobile stationnée dans une ruelle adjacente, pour la mettre en place à l'endroit voulu.

Kaplanturbinen - die Qualität ist entscheidend.

Die ausgewählte Kaplan turbine, ein kostengünstiger Typ aus Schweden, erfüllte die gestellten Anforderungen nicht. Nachstehend beschreibt Kurt Loosli den Sachverhalt wie folgt:

„Dieses Fabrikat wurde im Planungsjahr '89 unter verschiedenen Anbietern und auf Empfehlung unserer Beratungsfirma ausgewählt, weil hier ein besonders günstiges Kosten-Nutzenverhältnis vorlag und solche Maschinen sowohl in Schweden selbst als auch im weiteren Ausland bereits im Einsatz standen. Leider habe ich es versäumt, diese Empfehlungen kritisch zu hinterfragen und abgesicherte, messbare Anforderungen mit entsprechenden Pönalitäten bei Nichteinhaltung der Werte festzulegen. Ein neutraler Turbinenfachmann hätte beigezogen werden müssen. Dieser hätte meinen damaligen Kaufentscheid mit Sicherheit in eine andere Richtung gelenkt.

Grundsätzlich ist der Einsatz einer Kaplanmaschine mit der damit verbundenen Trockenlegung des Turbinenhauses (vorher Francis-Schacht mit Wasserkammer) richtig. Sowohl bezüglich Energieausbeute wie

Wohnqualität (Feuchtigkeit) des Turbinenhauses haben wir eindeutige Verbesserungen erreicht.

Hingegen haben sich im Verlaufe der Zeit an der Maschine selbst schwerwiegende Mängel bemerkbar gemacht. Infolge Undichtheit bei der Laufradverstellung füllte sich die Laufradbirne mit Wasser, so dass der Verstellmechanismus blockierte. Ferner waren Probleme an der Lagerung der Antriebswelle aufgetreten, deren Abdichtung bis heute noch nicht befriedigend ist.

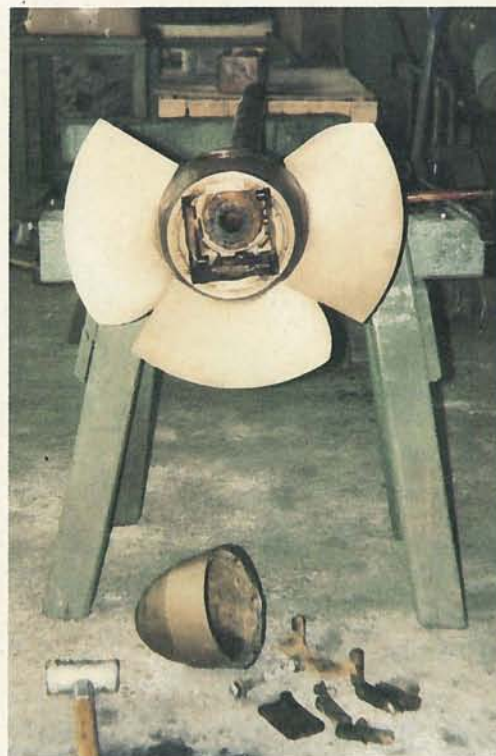
Diese Mängel machten ein mehrmaliges Ausbauen der Maschine mit teuren Reparaturkosten notwendig. Ferner hat sich herausgestellt, dass der lineare und mechanisch fest verbundene Zusammenhang von Laufrad/Leitapparat sowie das Fehlen eines Spülvorgangs an der Maschine zu einem schlechten Jahreswirkungsgrad führen.

Das Pech wollte es zudem, dass der Inhaber der schwedischen Lieferfirma kurz nach Einbau unerwartet verstarb, so dass es durch unregelmäßige Nachfolgerfragen äusserst schwierig wurde, Garantieleistungen zu erhalten.“



Beim 1990 eingebauten Modell waren die Leitschaufeln mit den Laufradschaufeln über ein Gestänge fest gekoppelt, was nicht immer ideal ist.

La turbine de 1990: Les aubes directrices sont rigidement accouplées avec les aubes du rotor via une tringlerie, ce qui n'est pas toujours une solution idéale.



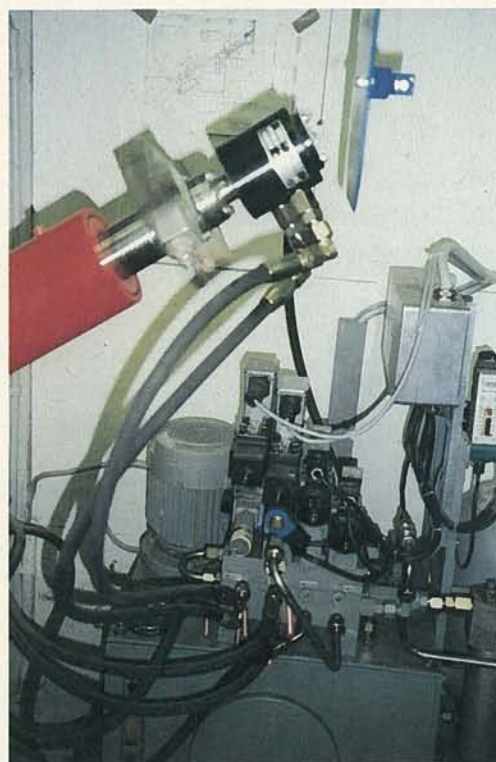
Beschädigter Verstellmechanismus infolge schlechter Abdichtung.

Par suite d'un manque d'étanchéité, le bulbe du rotor s'est rempli d'eau, endommageant et bloquant ainsi le mécanisme de réglage des aubes.



Neue Turbine von 1995:
Vorrichtung für die Verstellung der Leitschaufeln

*La nouvelle turbine de 1995:
Le servo-moteur hydraulique pour la commande des aubes directrices*



Im Vordergrund am Ende der Hohlwelle der Verstellapparat für die Laufradschaufeln, dahinter das Hydraulikaggregat.

Au premier plan le mécanisme de commande des pales de la roue; en arrière la pompe hydraulique.

Gewonnene Erfahrungen

Aus den hier gewonnenen Erfahrungen lassen sich folgende Ratschläge ableiten:

- **Planer:** Die Ausbildung und Erfahrung des projektverantwortlichen Planers müssen dem Bauherrn bekannt sein. Wenn Zweifel an der fachlichen oder erfahrungsmässigen Voraussetzung bestehen, darf sich der Bauherr nicht scheuen, weitere Fachleute beizuziehen.
- **Referenzen** sind über alle Produktehersteller, inklusive Planer einzuholen. Mit einer ausdrücklich verlangten vollständigen Referenzliste über eine längere Zeitperiode lassen sich auch weniger gelungene Objekte erfassen. Die Erfahrungen solcher Anlagen sind die wertvollsten.
- Immer schriftlich festzuhalten sind: Genauer Leistungsumfang, Verantwortlichkeiten, Garantien, messbare Sollwertleistungen, Pönalien bei deren Nichteinhaltung, Regelung bei Kostenüberschreitung etc.
- **Versicherungen:** Die Maschinenbruch- und Betriebsausfallversicherung ist in jedem Fall empfehlenswert, da sonst das Risiko nicht berechenbar ist und schnell in astronomische Höhe steigen kann. Die Angelegenheit ist nie endgültig: Nach längerem störungsfreiem Betrieb kann der Versicherungsnehmer immer noch entscheiden, ob er später das Betriebsrisiko zu Gunsten der Prämienersparnis selbst tragen will.

- **Turbine:** Im Gegensatz zu kleinen Peltonturbinen können doppelt regulierte Kaplanmaschinen nicht billig sein. Für die Ausschreibung (Einholen und Vergleichen der Offerten) des „Herzens der Anlage“ sollten unabhängige Fachleute konsultiert werden. Neben dem Festlegen der Liefer- und Montagebedingungen sind unbedingt Garantien für den Wirkungsgrad und für Schadenfälle erforderlich.

- **Bauliche Veränderungen:** Bei baulichen Anpassungen sind mit Vorteil Pauschalangebote von den ausführenden Firmen einzuholen. Verlassen Sie sich keinesfalls auf Schätzungen sogenannter Allroundplaner. Es könnte sonst böse Überraschungen geben.

Vergessen Sie jedoch ob all den vielen Empfehlungen nicht, dass Sie mit Ihrem Renovationsvorhaben einen wertvollen Beitrag zur dezentralen Energieversorgung leisten.

Obwohl Sie davon ausgehen können, dass Ihnen weder unsere Energiepolitiker noch sonst irgend jemand für Ihr Engagement jemals ein Merci vorbeibringen wird, werden Sie in Ihren Bemühungen nicht nur die Freunde der Kleinwasserkraftwerkler auf Ihrer Seite haben, auch die nachfolgende Generation wird Ihnen ein Kränzli winden, sei Ihr Beitrag auch noch so klein.

Kontaktadressen:

Betreiber:
Kurt Loosli
Strickwarenfabrik FRILLO
4950 Huttwil
Tel. 062 / 962 11 19

Automatische Wehre

Barrages à vannes-clapets automatiques

Aufgabe aller automatischen Wehre ist einerseits den Oberwasserspiegel zwecks optimaler Energieausnutzung möglichst hoch zu halten und andererseits den Bachquerschnitt bei einem Hochwasser freizugeben, damit keine Überschwemmungen entstehen. Da sie rund um die Uhr unabhängig von Bedienungspersonal arbeiten, bieten sie diesbezüglich eine grössere Sicherheit als manuell betätigte Wehre.

Wehre mit Gegengewicht oder Schwimmkörper und gewisse Schlauchwehrtypen funktionieren automatisch und ohne Energiezufuhr. Der oben beschriebene Wehrtyp wird jedoch mittels Wasserspiegelsonde, Elektromotor und Hydraulikzylinder betätigt, ist also auf eine Stromversorgung angewiesen. Seine Vorteile bestehen darin, dass dank moderner Elektronik und freier Wahl des Ortes der Messsonde mehr Steuerungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen (z.B. automatisches Spülen, Berücksichtigung der Wasserspiegellhöhe weit oberhalb oder unterhalb des Wehres) und dass die Steuerung der Wehrklappe mit derjenigen der Turbine verbunden werden kann.

Gerade dies stellt aber hohe Anforderungen an die Regeltechnik, wie das Beispiel von Huttwil deutlich zeigt. Kommt noch dazu, dass den hydraulischen Verhältnissen Rechnung getragen werden muss; denn bedingt durch die Trägheit des weit nach hinten gestauten Wassers reagiert der Oberwasserspiegel sehr langsam auf ein Öffnen oder Schliessen der Turbine:

Le but de tout barrage à vanne-clapet automatique est, d'une part, de maintenir le niveau d'eau amont aussi haut que possible en vue d'un profit énergétique optimal et, d'autre part, de déverser les eaux de crue dans la rivière afin d'éviter une inondation. Etant donné qu'un tel barrage fonctionne sans personnel d'exploitation, il offre une plus grande sécurité qu'une retenue à vanne manuelle.

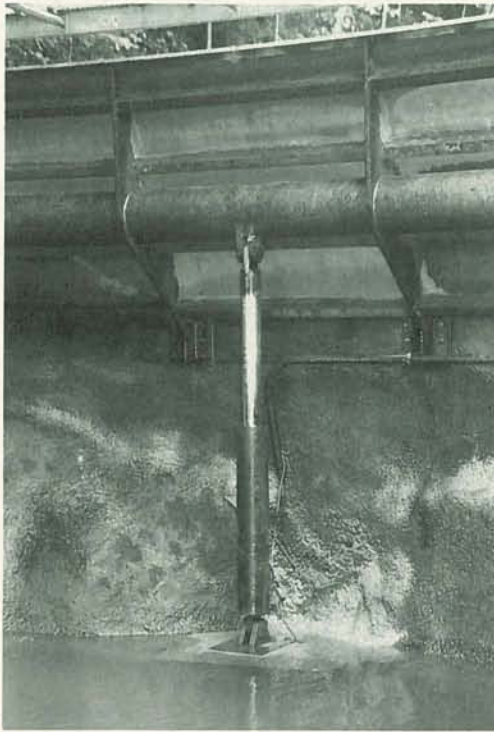
Les vannes à contre-poids ou à flotteur ainsi que certains types tubulaires fonctionnent de manière automatique et sans apport d'énergie. Le type de vanne décrit ci-dessus est actionné par un capteur de niveau d'eau, un moteur électrique et un vérin hydraulique, ce qui implique donc une alimentation électrique. Grâce à son équipement électronique moderne et à un positionnement indifférent du capteur de niveau, ce type de barrage possède de plus larges possibilités de commande (p.ex. purge automatique, prise en compte de la hauteur du niveau bien plus en amont ou en aval du barrage); par ailleurs, la commande de sa vanne peut être coordonnée avec celle de la turbine.

Mais ceci pose de hautes exigences à la technique de régulation, comme le montre nettement l'exemple de Huttwil. Ainsi, il faut tenir compte des conditions hydrauliques existantes; en effet, conditionné par l'inertie de l'eau retenue bien plus en arrière, le niveau d'eau amont réagit très lentement à l'ouverture ou la fermeture de la turbine:

HINWEIS
CONSEIL

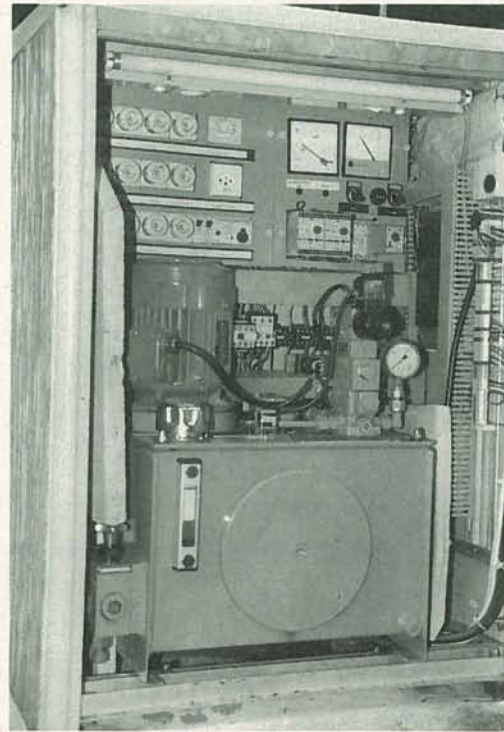
Öffnet sich die Turbine bei steigendem Oberwasserspiegel, so dauert es lange, bis sich dies bei der Sonde bemerkbar macht. Die Hochwasserklappe muss dann mit dem Reagieren etwas zuwarten, denn beim raschen Öffnen würde der Wasserstand zu schnell sinken, was zur Folge hätte, dass Klappe und Turbine sofort wieder schließen würden. Daraus ergäbe sich eine Pendelbewegung, die sich erst nach einiger Zeit auf einen gewissen Punkt einstellen würde. Bis dahin würde viel Wasser und Energie verschwendet werden. Richtige Programmierung und angemessene Verzögerungszeiten beugen solchen Zuständen vor.

Lorsque la turbine s'ouvre à la suite de la montée du niveau amont, le capteur de niveau doit intervenir avec une certaine temporisation sur l'ouverture de la vanne de crue. Sans cela, le niveau baisserait trop vite, entraînant alors la fermeture immédiate de la vanne-clapet et de la turbine. Il s'ensuivrait un mouvement pendulaire qui n'atteindrait son équilibre qu'après certain un laps de temps. Beaucoup d'eau et d'énergie seraient entre-temps perdues, ce que l'on évite par une programmation correcte des temporisations.



Der Hydraulikzylinder der Wehrklappe....

Le vérin hydraulique de la vanne-clapet du barrage...



.... wird über diesen Schaltkasten mit der Ölpumpe gesteuert.

... est piloté par la pompe à huile via cette armoire de commande.

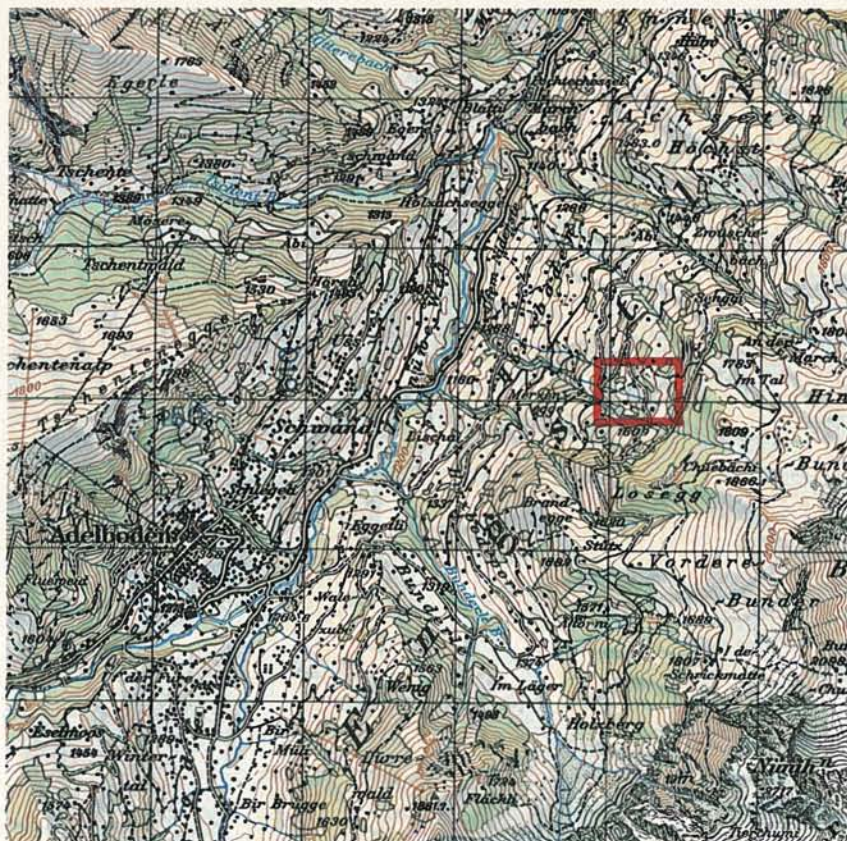
Daten und Kosten**Frilo Huttwil**

Baulicher Teil - Stahlwasserbau	Kosten (Fr.)	Hersteller / Lieferant
Fassung (Bauarbeiten am Wehr und Einlauf)	*)	Lokale Baufirma
Wehrklappe inkl. Hydraulikaggregat u. Steuerung	*)	Wiegert & Bähr
Damm Balken, Schwimmbalken	*)	selbst konstruiert
Bedienungssteg mit Geländer	*)	Lanz AG, Huttwil
Fischtreppe	*)	Lokale Baufirma
Automatische Rechenanlage	*)	Wiegert & Bähr
Reparaturarbeiten am Kanal	*)	Laich, Avegno TI
Anpassung des Stollens	*)	Laich, Avegno TI
Umbau der Zentrale inkl. Fassade, Einbau der Turbine	80'000.-	Lokale Baufirma
Elektromechanische Ausrüstung		
Neue Turbine (Kaplan Rohrturbine, 5,8 m Fallhöhe, max. 1200 l/s, doppelt reguliert) inkl. Saugrohr und Doppelklappe	*)	Gugler, Österreich
Generator	*)	Hitzinger
Schaltschrank mit Turbinenregler und SPS-Steuerung	*)	Firma EKATA, Weier i. E.
Pegelsonde Fassung	*)	
Durchflusswasserstandsregler	*)	
Elektriker (Montage und Verdrahtung)	*)	Lokale Elektrofirma
Netzanschluss, Netzschutz, Zähler	*)	Lokale Elektrofirma
Verschiedenes		
Konzept, Planung, Beratung	*)	-----
Bauleitung	*)	-----
Inbetriebnahme	*)	
Total Anlagekosten	600'000.-	
Finanzierung / Unterstützungsbeiträge		
35% der Zinskosten während 4 Jahren durch den Kanton Bern	300'000.-	
Bankdarlehen KB Bern	*)	

*) Keine Angaben verfügbar

Adelboden / BE

Voralp Hirzboden



Préalpage Hirzboden



- 3 Alpbetriebe mit 30 Kühen
- Inselbetrieb
- Peltonturbine 2,5 oder 4 Kilowatt
- 4 oder 7 l/sec. Betriebswassermenge
- 100 m Fallhöhe
- Fassung eines kleinen Quellbaches
- 380-Volt Drehstrom
- Erstellung im Oktober 1991
- Betrieb der Melkmaschinen, Kühlschrank und Beleuchtung
- Gesamtkosten : Fr. 55'000.-
(Unterstützung durch Lehrlinge einer Elektrofirma)

- 3 alpages avec 30 vaches
- Fonctionnement en îlotage
- Turbine Pelton 2,5 ou 4 kilowatts
- Débit d'eau d'exploitation 4 ou 7 l/seconde
- Hauteur de chute nette de 100 m
- Captage d'un petit ruisseau de source
- Courant triphasé 380 Volt
- Réalisation en octobre 1991
- Alimentation des trayeuses, du réfrigérateur et de l'éclairage
- Coût total : Fr 55'000.-
(Aide apportée par des apprentis d'une entreprise d'électricité)

Dies ist ein Beispiel einer einfach aufgebauten und praktisch ohne Wartung funktionierenden Hochdruckanlage, wie man sie in grosser Anzahl auf Alpbetrieben vorfindet. Das Projekt kam durch einen tatenfreudigen und uneigennützig denkenden Pensionär zustande, der dank seinen technischen Kenntnissen die gesamte Projektleitung übernehmen konnte. Mit dem unkomplizierten und spontanen Einsatz aller beteiligten Personen, (z.B. der Lehrlinge einer grosszügigen Elektrofirma oder der Kantonsbehörde) konnte die Anlage in einer äusserst kurzen Planungs- und Bauzeit und erst noch kostengünstig realisiert werden.

Die kleine Pelton-turbine versorgt drei Heimwesen auf der Voralp Hirzboden mit Strom. Für die Sennen bedeutet dies eine erhebliche Erleichterung, denn sie müssen nicht mehr von Hand melken, und die Wohnräume sind heller und wärmer geworden, was sie zu schätzen wissen, wenn sie jedes Jahr bis Mitte Dezember dort oben hausen - aus dieser Sicht kommt diese Anlage einem „kleinen Wunder“ gleich.

Il s'agit ici de l'exemple d'une installation à haute pression, construite fort simplement et ne demandant presque pas d'entretien, comme on les trouve dans de nombreuses exploitations alpines. Le projet vit le jour grâce à un retraité actif et plein d'idées, qui par ses connaissances techniques prit en charge toute l'étude du projet. La participation spontanée d'un certain nombre de personnes (p.ex. les apprentis d'une entreprise d'électricité ou les fonctionnaires cantonaux) permit de réaliser l'installation non seulement en une courte période d'étude et de construction, mais encore à un prix avantageux.

La petite turbine Pelton alimente ainsi en courant trois dispositifs de l'alpage Hirzboden. Cela permet aux vachers de simplifier grandement leur travail (ne plus traire à la main), de mieux éclairer et chauffer leurs locaux d'habitation; ce qu'ils appréciaient beaucoup lorsqu'ils doivent y séjourner chaque année jusqu'à la mi-décembre. Ainsi on peut dire que cette installation est un vrai „petit miracle“.

Leben ohne Luxus

Wie an manch anderen Orten bleiben auch die Bauern aus dem Engstligental bis in den Winter hinein auf den hochgelegenen Voralpen, bis das dort eingebrachte Heu verfüttert ist. Erst danach ziehen sie mit ihrem Vieh hinunter ins Tal und zurück in die moderne Zivilisation. Auf der Voralp Hirzboden, wo vom Mai bis in den Dezember hinein gewirtschaftet und gewohnt wird, herrschten noch vor drei Jahren teilweise Bedingungen wie im letzten Jahrhundert: Gemolken wurde noch von Hand, Stube und Stall wurden mit Petrollampen beleuchtet.

Fritz Schüpbach, ein ehemaliger Swissair-Techniker, der seit seiner Pensionierung hobbymässig Kleinst-Wasserkraftwerke

plant und baut, wurde auf diese Situation aufmerksam und nahm Kontakt mit den drei betroffenen Bauernfamilien auf. Zuerst wollte er mittels einer Solaranlage Strom und etwas Komfort auf die Voralp bringen. Dann aber entdeckte er den nahegelegenen Quellbach, und bald wurde mit einer Turbine eine, wie er sagt, sieben mal billigere Lösung gefunden. Für ihn war dies nicht sein erstes Stromversorgungsprojekt auf einer Alp, und auch nicht das erste, bei dem er auf die Unterstützung der Zürcher Elektrofirma Hans K. Schibli AG zählen durfte: Diese führte ein Lehrlingslager auf der Voralp durch und stellte so unzählige Arbeitsstunden gratis zur Verfügung.



Die Elektrikerlehrlinge installierten bei allen drei Heimwesen die Sicherungsverteilung mit einer Fernsteuerung für die Reduktion des Betriebswassers.

Les apprentis électriciens installèrent sur les trois dispositifs de l'alpage des disjoncteurs télécommandés afin de réduire le débit d'eau d'exploitation.

Turbine mit Spargang

Weil gegen den Herbst hin die Schüttung des Quellbächleins abnimmt, musste eine wassersparende Lösung gefunden werden. Als erstes wurde mehr Gefälle ausgenützt, indem man den Turbinenstandort etwas tiefer als das unterste Heimwesen legte. Dies verursachte längere Elektrozuleitungen, welche aber über grosse Strecken in den selben Graben wie die Druckleitung gelegt

werden konnten. Zweitens wurde bei der Turbinendüse ein von jedem Heimwesen aus fernbedienbares Stellmötörchen installiert, mit welchem der Wasserstrahl von 7 auf 4 Liter pro Sekunde reduziert werden kann. Die grössere Leistung von gut 4kW bei 7 Sekundenlitern braucht man eigentlich nur, wenn gleichzeitig an allen drei Orten gemolken wird.



Über diesen Hebelmechanismus stösst das ferngesteuerte Elektromotörchen die Düsennadel nach vorn und verringert so den Durchfluss von 7 auf 4 Liter pro Sekunde. Die Leistung sinkt dabei von 4,2 auf 2,8 kW, der manometrische Druck steigt hingegen infolge geringerer Reibungsverluste von 8,5 auf 10 bar.

Ce mécanisme à levier pousse en avant le pointeau de tuyère télécommandé par un petit moteur électrique et, ainsi, réduit le débit de 7 à 4 litres par seconde. Ce faisant, la puissance diminue de 4,2 à 2,8 kW, la pression manométrique croît par contre de 8,5 à 10 bars par suite de plus faibles pertes par frottement.

Das Konzessionsprojekt

Die folgenden Ausschnitte aus dem nur sieben Seiten umfassenden Bewilligungsgesuch beweisen, dass es für die Erlangung der Konzession nicht (immer) eine Doktorarbeit braucht:

Dokumentation

Zwecks Erstellung des Mikrokraftwerkes Hirzboden haben die nachgenannten 3 Bergbauern eine Interessengemeinschaft gebildet.

Hans Fuhrer-Born (Rinderwald) Achseten
Fritz Inniger (Ried) Frutigen
Walter Inniger (Hirzboden) Adelboden

Die drei Alpen sind im Privatbesitz der Obgenannten. Sie befinden sich im Gebiet Hirzboden. Auf Plan Nr. 1 und 2 sehr gut ersichtlich. Ab Adelboden ist das betreffende Gebiet durch eine gut ausgebaute Fahrstrasse erreichbar.

Die drei Hirten sömmeren durchschnittlich 35 Grossvieheinheiten, davon 20 Kühe. Die Alpbeweidungszeiten sind folgendermassen:

Fritz Inniger: 15. Mai - 24. Dezember

Hans Fuhrer und Walter Inniger: 15. 5. - 25. 6./1. 9. - 10. 10.
und 1. 11. - 20. 12.

Es ist eine unbestrittene Tatsache, dass die Bewirtschaftung der Alpen, nebst dem volkswirtschaftlichen Wert, einen enorm grossen Landschaftsschutzwert darstellt. Trotzdem werden bereits viele Alpen aus Rentabilitätsgründen oder infolge Mangels an Fachpersonal nicht mehr bestossen und verganden dadurch. Eine Möglichkeit diesem Trend entgegenzuwirken, ist den Hirten (oder Hirtenfamilien) die Arbeit und den Aufenthalt auf der Alp zu erleichtern. Die obgenannten Alphirten haben sich deshalb entschlossen, die vorhandene Wasserkraft für den Betrieb eines Turbinengenerators zu nutzen.

Mit einer einfachen Wasserfassung wird das benötigte Wasser dem Bach entnommen und mittels einer durchschnittlich 50 cm tief im Boden verlegten Druckleitung zum Turbinenhäuschen (bzw. Turbinenschacht) geleitet. Dort wird das ca. 400 m weiter oben gefasste Wasser dem Bach wieder zugeführt. Sowohl die Wasserfassung als auch der Turbinenschacht werden so erstellt, dass sie sich sehr gut in die Landschaft einfügen. Die Zuleitung des Stromes vom Turbinenschacht zu den drei Alpbetrieben erfolgt mittels in den Boden verlegten Kabelleitungen.

Mit der Errichtung dieser Anlage ist es möglich, den Hirten auf der Alp einen bescheidenen Komfort zu bieten, ihnen die Arbeit zu erleichtern und sie damit der Alpwirtschaft zu erhalten.

Zum Schluss möchte ich noch auf den heutzutage zweifellos sehr wichtigen ökologischen Aspekt hinweisen. Es ist naturgemäss von grossem Vorteil in bezug auf Umweltbelastung, wenn die Melkmaschinen, statt mit Benzinmotoren (Abgas und Lärm), elektrisch angetrieben werden.

In diesem Sinne bitte ich Sie höflich um Erteilung der Konzession.

Geschätzte Erstellungskosten:

Auf beigeheftetem Blatt dargestellt.

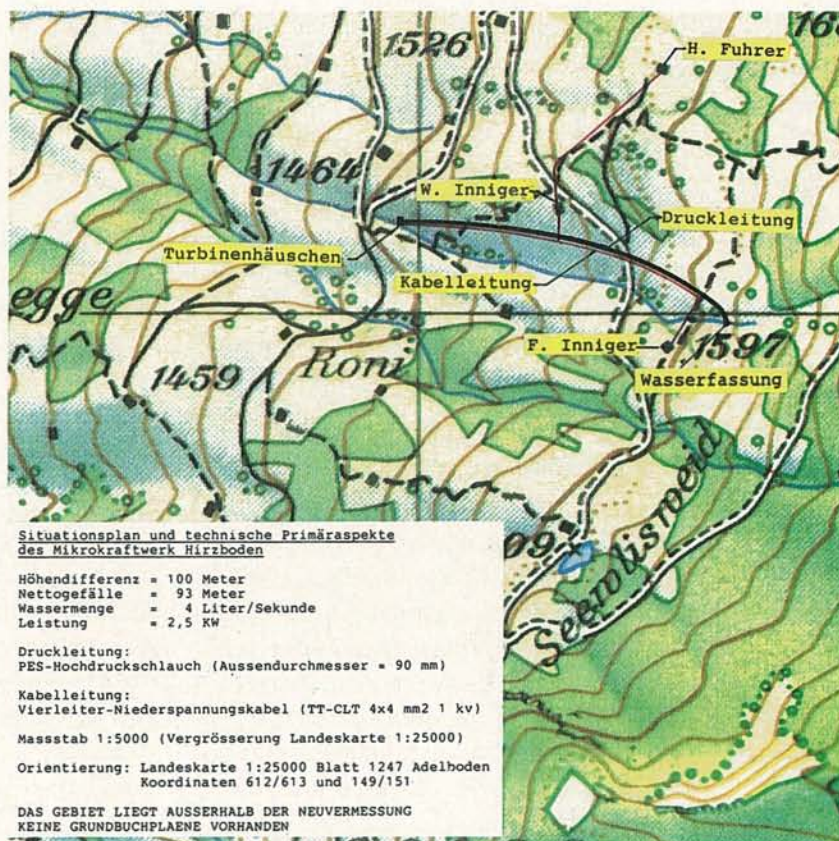
22. Juli 1991

Der Projektverfasser:

Fritz Schüpach
Hagenholzstrasse 28
8302 Kloten

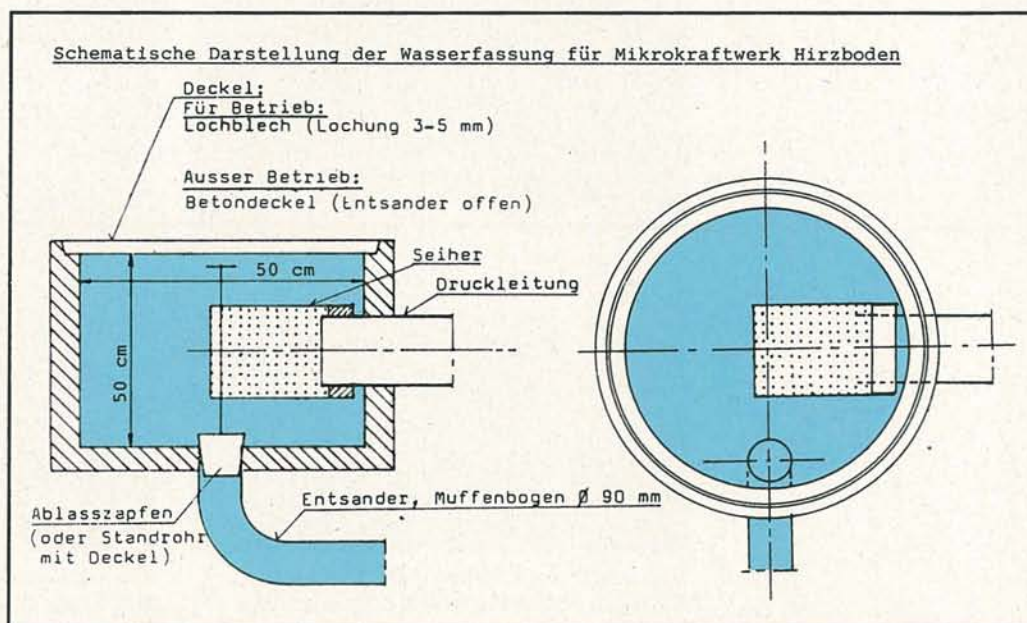
Zusammen mit dem Bewilligungsgesuch wurde diese Dokumentation mit den treffenden Kommentaren eingereicht.

Cette documentation, complétée par des commentaires appropriés, fut expédiée avec la demande d'autorisation.



Planbeilage zum Konzessionsgesuch: Auf einer vergrösserten Landeskarte 1:25'000 wurden die Leitungen, die Fassung und der Turbinenstandort genau eingetragen.

Plan joint à la demande de concession: un agrandissement d'une carte du territoire à 1:25'000 avec le tracé précis des conduites, du captage et de l'emplacement de la turbine.



Dem Gesuch ebenfalls beigelegt wurde ein Plan der Fassung.

Un plan du captage fut également joint à la demande d'autorisation.

Modellfall Kanton Bern: Leitverfahren für Bewilligungen

Nur fünf Monate nach der Einreichung des Gesuchs erfolgte die Erteilung der Wasserrechtskonzession mit allen zusätzlich notwendigen Bewilligungen (Bauten ausserhalb der Bauzone und fischereipolizeiliche Bewilligung).

Das Kantonale Wasser- und Energiewirtschaftsamt (WEA) sorgte nicht nur für die Konzession, sondern bemühte sich auch selber um die beiden zusätzlichen Bewilligungen, indem es das eingereichte Gesuch

mit allen Beilagen an die Raumplanungs- und an die Fischereibehörde weiterleitete. Um die öffentliche Planaufgabe brauchte sich der Bauherr nicht zu kümmern, denn auch diese wurde durch das gleiche kantonale Amt veranlasst. Der Konzessionentscheid wurde sinnvollerweise erst nach Erhalt der beiden erforderlichen Bewilligungen und nach Ablauf der gesetzlichen Einsprachefrist gefällt.

Kurze Bauzeit

Für den Bau von Alpkraftwerken ist eine geeignete Jahreszeit zu wählen, nämlich dann, wenn die Sennen wenig Arbeit haben und der Boden nicht gefroren ist. So wurde noch im selben Herbst die Anlage gebaut und sogleich fertiggestellt. Natürlich half jedermann mit. Das Turbinenhäuschen aus Beton wurde von den Sennen selber gebaut, den Aushub für die Druckleitung besorgte ein Nachbar mit seinem Kleinbagger, die

elektrischen Installationen übernahmen die Lehrlinge der Firma Schibli und das ganze überwachte Fritz Schüpbach, der pensionierte Swissair-Techniker.

Natürlich musste es auch mit den Lieferungen der Turbinen-Generator-Gruppe, der elektrischen Ausrüstung und der Druckleitung rassig gehen. Alles klappte im ersten Anlauf und ohne Verzögerungen!



Das schlicht gebaute Turbinenhäuschen steht gut versteckt neben dem Bächlein.

L'abri de la turbine, construit fort simplement, est bien caché à proximité du ruisseau.



Blick ins Innere des Turbinenhäuschens. Die Frequenz kann zwischen 45 und 55 Hertz gewählt werden. Wegen den Übertragungsverlusten ist die Spannung auf 400 Volt (anstatt 380) eingestellt.

Vue à l'intérieur de l'abri de la turbine. Il est possible de sélectionner la fréquence entre 45 et 55 hertz. La tension du courant a été réglée à 400 volts (au lieu de 380) à cause des pertes de transport.

Einfache und gute Fassung

Kaum zu sehen ist die Wasserfassung. Ein ins Bachbett versenktes Betonrohr mit dem Durchmesser von 50 cm ist durch ein Lochblech, das Steinchen am Eindringen in die Fassung hindert, abgedeckt. Unten im Rohr ist seitlich der direkte Einlauf zum Druckrohr angebracht, der aber zusätzlich noch durch einen Seiher (Sieb) geschützt ist. Dank der Tatsache, dass es sich hierbei nicht etwa um einen stark geschiebeführenden Wildbach handelt, sondern um einen Quellbach, der auch bei Starkregen kaum Geschiebe führt, genügt diese einfache Bauweise mit dem relativ kleinen Absetzvolumen für einen problemlosen Betrieb. Dringen aber trotzdem kleine Steinchen bis in die Druckleitung vor, so macht sich das höchstens durch ein Rasseln im Turbinengehäuse bemerkbar und stört den Betrieb weiter nicht. Allerdings wurde darauf geachtet, dass die Lochung des Lochbleches deutlich kleiner ist als die Düsenöffnung bei der Turbine, damit dort nichts steckenbleibt. Weil im Bereich der Fassung wenig Gefälle vorhanden ist und somit das Lochblech waagrecht liegt, sammelt sich darauf gelegentlich Schmutz an, der aber leicht wieder weggewischt werden kann.



Das überströmte Lochblech der Fassung ist kaum sichtbar. Absichtlich wurde ein rostendes Blech gewählt.

La tôle perforée du captage, immergée dans le courant, est à peine visible. Elle a été choisie exprès en métal pouvant rouiller.

Betrieb und Unterhalt

Neben dem erwähnten Reinigen der Fassung wird diese bei Betriebsstillstand mit einem Schachtdeckel abgedeckt und geschützt. Der Ablasszapfen wird geöffnet und somit fließt allenfalls eindringendes Wasser sofort wieder zurück in den Bach.

Die Druckleitung bleibt somit im Winter leer und ist vor Frostschäden geschützt. Im Alltagsbetrieb während der Alpsaison traten bisher nie Schwierigkeiten auf. Alle Teile sind von guter Qualität und bedürfen praktisch keiner Wartung.

Sicherheit

Die Elektroinstallationen wurden durch die Elektrikerlehrlinge unter Aufsicht des Lehrmeisters ausgeführt, die Turbinen-Generatorgruppe wurde durch die Lieferfirma installiert. Dies bot Gewähr, dass Personen, Gebäude und Maschinen vor Elektrounfällen sicher geschützt sind.

Aus Sicherheitsgründen war die automatische Verwertung der Überschussenergie in einem Boiler leider nicht möglich. Denn ein normales Überdruckventil, das im Fal-

le einer Überhitzung ein Zerbersten des Boilers verhindern würde, genügt nicht, da es verkalken oder aus einem anderen Grund nicht mehr funktionieren könnte. Zwar wurde in dem einen Haus ein 50-Liter-Boiler mit einer Zeituhr installiert, der während den Schwachlastzeiten aufgeheizt wird, aber der grösste Teil der überschüssigen Energie wird nach wie vor im Turbinenabwasser vernichtet.

Kosten

Mit gesamthaft Fr. 55'000.- fielen die Realisierungskosten niedrig aus. Zum einen liegt das am Anlagentyp (Hochdruck) und den günstigen natürlichen Voraussetzungen (Quellbach ohne Geschiebe, einfaches und gut erschlossenes Gelände), zum anderen natürlich an den vielen geschenkten Ar-

beitsstunden des Planers und der Lehrlinge.

Pro installierte Kilowattleistung wurden somit etwa Fr. 13'000.- investiert, was aber nicht viel heissen will, denn bei etwas mehr oder weniger Leistung hätten sich die Gesamtkosten nur geringfügig verändert.

Kontaktadressen:

Projekt:

Fritz Schüpbach

Betreiber:

Hans Fuhrer-Born
Rinderwald
3725 Achseten
Tel. 033 / 673 23 40

Druckleitung: Schlauch anstatt Rohrstücke?

Conduite forcée : des tuyaux flexibles au lieu de tubes rigides ?

Bei der Druckleitung stand der Projektant vor der Wahl: Schlauchrollen oder Rohrstücke? Er entschied sich für die Schlauchrollen, denn diese liessen sich relativ leicht selber verlegen und zusammenfügen. Das asphaltierte Strässchen erleichterte den Transport dieser schweren Rollen.

Schlauchrollen gibt es nur etwa bis zu Nennweiten von 10 cm. Darüber, d.h. ab Wassermengen von 10 bis 15 Sekundenlitern müssen wegen den Reibungsverlusten Rohrstücke mit grösseren Durchmessern aus Kunststoff, Faserzement, Metall oder auch Holz (Dauben) gewählt werden.

Wichtig ist, dass die Druckleitung gut im Boden verankert wird, vor allem bei den Biegungen. Am besten betoniert man sie dort ein, wobei das Rohr an dieser Stelle mit einer Schelle zu versehen ist, damit es nicht durchrutscht (vor allem bei Kunststoffrohren!). Bei grösseren Wassermengen oder Hochdruckanlagen ist zusätzlich eine Eisenarmierung nötig, da in diesen Verankerungspunkten grosse Kräfte in verschiedenen Richtungen auftreten können.

Le concepteur du projet se trouvait devant le choix d'une conduite forcée, étant soit en tuyaux en rouleau, soit en tubes rigides. Il opta pour les tuyaux flexibles, vu la simplicité pour les mettre en place et les raccorder. Le chemin asphalté facilitait le transport de ces rouleaux pesants.

Les tuyaux en rouleau ne sont disponibles que jusqu'à un diamètre de 10 cm; au-dessus d'un débit de 10 à 15 litres par seconde et à cause des pertes par frottement, il faut prévoir des diamètres plus grands et, par conséquent, des tronçons de tubes en plastique rigide, en fibrociment, métal ou même en bois (douve).

Il est important de bien ancrer la conduite forcée dans le sol, surtout aux points de changement de direction, qu'il est préférable d'enrober de béton, en y réalisant des embases pour que la conduite ne puisse pas se déplacer par glissement (surtout pour les tubes en plastique). Dans le cas des débits plus importants ou de haute pression, il faut prévoir ces embases en béton armé, car ces points d'ancrage sont soumis à des forces importantes s'exerçant dans diverses directions.

**HINWEIS
CONSEIL**

Daten und Kosten

Hirzboden

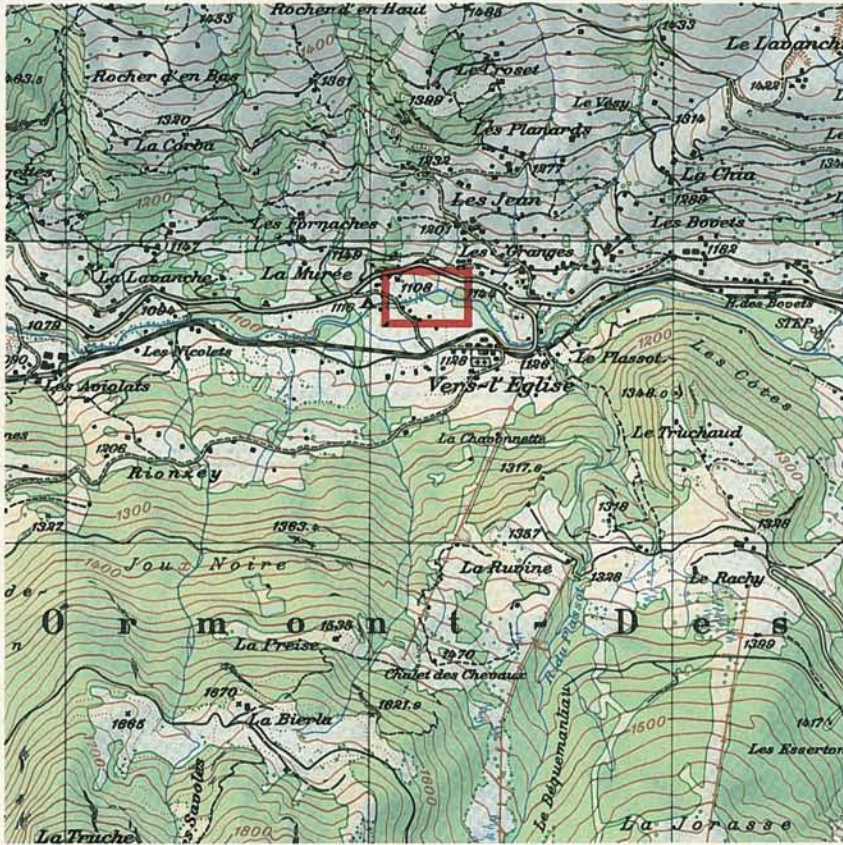
Baulicher Teil	Kosten (Fr.)	Hersteller / Lieferant	
Fassung (Brunnenring Innen-Ø 50cm)	1'000.-		
Turbinenhäusschen (Eigenbau)	3'000.-	Schalmaterial gemietet, Fertigbeton vom Strässchen aus hinaufgepumpt	
Druckleitung			
Aushub 40-60 cm tief	5'000.-	günstig dank Nachbar mit Kleinbagger	
Hochdruckschlauch (PES, Aussen-Ø 90 mm, 400 m, inkl. 3 Verbindungsstücke)	4'600.-	Streng-Plastic AG	
Elektromechanische Ausrüstung			
Turbine (Typ Pelton, 1 Düse, Fallhöhe 100m, Nennwassermenge 4/7 l/s) inkl. Generator 7 kW, 220/380 Volt, bürstenlos Lastregler Heizelemente für Überschusslast Durchflussbegrenzer (Elektromotörchen mit Hebelmechanismus)	20'000.-	Sigrist, Sachseln, Kobel, Affoltern i.E.	
Hauptverteiler, Schaltungen, Sicherungen, 900m Kabelleitungen, drei Fernsteuerungen	11'000.-	Material Einstands-kosten	Fa. Schibli, Zürich
Verschiedenes			
Konzept, Planung, Beratung und Bauleitung	2'000.-	symbolisches Honorar	F. Schüpbach
Elektriker (Techn. Bearbeitung, Planung und Arbeit)	--.-	gratis	Fa. Schibli, Zürich
Verpflegung der Lehrlinge	2'500.-		
Bewilligungs-, Konzessionsgebühren	250.-		
Weiteres	5'650.-		
Gesamtkosten	55'000.-		

Die Kosten für die elektrischen Installationen wären bei Verrechnung der Materialkosten zum Verkaufs- anstatt Einstands-kostenpreis und bei Verrechnung der Stundenlöhne nach Schätzungen der ausführenden Firma von Fr.11'000.- (plus 2'500.- für die Verpflegung) auf etwa Fr. 100'000.- gestiegen.

Vers-l'Eglise / VD

Scierie avec une roue à eau

Sägerei mit Wasserrad



- Essentiellement réalisé par le propriétaire
- Nouvelle roue à eau avec générateur de 28 kVA et courant triphasé 380 Volt
- Ancienne roue à eau pour la scierie
- Fonctionnement en parallèle au réseau public
- Production annuelle 125'000 kWh
- Débit d'eau d'exploitation 1000 l/sec.
- Hauteur de chute de 2,8 m
- Coût total : Fr. 124'000.-

- Vorwiegend im Eigenbau erstellt
- Neues Wasserrad für Generator mit 28 kVA und 380-Volt Drehstrom
- Altes Wasserrad für Sägebetrieb
- Netzparallelbetrieb
- Jahresproduktion 125'000 kWh
- 1000 l/sec. Betriebswassermenge
- 2,8 m Fallhöhe
- Gesamtkosten : Fr. 124'000.-

La scierie de 'Vers-l'Eglise' à entraînement par eau possède une seconde roue à eau depuis l'été 1991. Jean-Philippe Busset injecte 400 kilowatt-heures chaque jour dans le réseau électrique, grâce à sa propre construction métallique moderne.

Au cours de la fête d'inauguration, Monsieur Busset fit une démonstration frappante de la force de l'eau, en déviant le courant d'eau vers l'ancienne roue en bois qui entraîne toujours la vieille scie alternative à cadre. Le premier verre de vin venait à peine d'être vidé que le tronc de sapin enserré était déjà scié en dix planches!

Le fonctionnement normal actuel n'est pas aussi spectaculaire lorsque la nouvelle roue métallique produit du courant via un alternateur asynchrone. A l'exception d'un martellement assourdi, on ne perçoit quasiment rien de la force décuplée par l'eau, prélevée de la 'Grande Eau' et coulant vers la scierie dans le vieux canal en bois. Hélas, la construction élégante de la roue métallique échappe à la vue, du fait de son bardage complet pour la soustraire au risque de gel hivernal.

Seit dem Sommer 1991 besitzt die wassergetriebene Sägerei in Vers-l'Eglise ein zweites Wasserrad. Mit dieser modernen, stählernen Eigenkonstruktion speist Jean-Philippe Busset täglich um die 400 Kilowattstunden ins Netz.

Die Kraft des Wassers demonstrierte Herr Busset sehr anschaulich während der Einweihungsfeier, als er das Wasser zum alten Holzrad weiterleitete, welches noch immer die alte Gattersäge antreibt: Kaum war das erste Weinglas leer, war auch schon der eingespannte Fichtenstamm in zehn Bretter zersägt!

Weniger spektakulär ist der heutige Normalbetrieb, wenn das neue Stahlrad über einen Asynchrongenerator Strom produziert. Ausser einem dumpfen Stampfen und Rauschen nimmt man kaum etwas von der Gewalt des Wassers wahr, welches der Grande Eau entnommen und über den alten Holzkanal dem Sägereibetrieb zufließt. Leider ist das stählerne Rad wegen der Frostgefahr im Winter vollständig verkleidet, so dass die elegante Konstruktion dem Auge verborgen bleibt.

Histoire familiale

Son grand-père utilisait déjà la vieille roue à eau en bois pour exploiter la scierie. Or l'eau refluit vers le torrent, généralement inutilisée, puisque cette roue ne marchait que quelques heures par jour. Cela importunait le jeune Jean-Philippe Busset. Ami Nicollier, un constructeur de minicentrales hydrauliques, demeurant quelques kilomètres en aval, encourageait sans cesse son ami Jean-Philippe à entreprendre enfin quelque chose contre ce „gaspillage d'énergie“. Ainsi les deux camarades décidèrent de se mettre ensemble à l'oeuvre, Monsieur Busset apportant son cerveau, ses mains et son tire-ligne, son ami puisant tuyaux et conseils dans ses vastes ressources expérimentales.



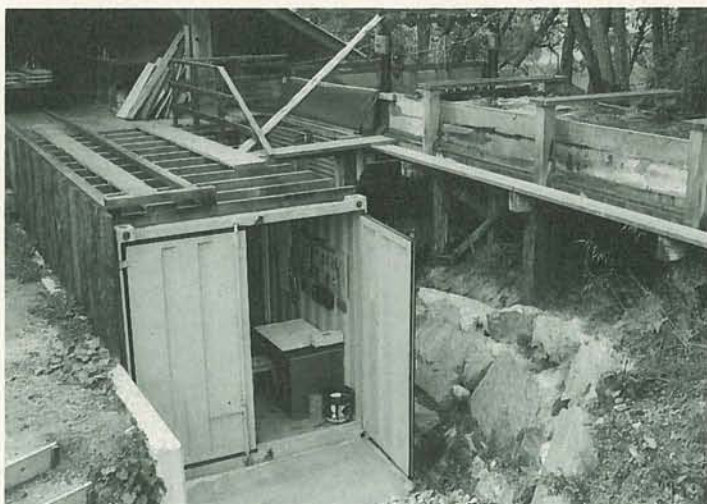
Avec grand intérêt les invités de l'inauguration écoutent les explications du constructeur.

Mit grossem Interesse hören die Gäste an der Einweihungsfeier den Erläuterungen des Erbauers zu.

Conditions favorables pour la construction

Bien des choses existaient déjà: le captage, le dessableur, le canal et le bâtiment avec la vieille roue de moulin. Ainsi la hauteur de chute et le débit d'eau étaient donnés. Il fallait encore trouver une construction adéquate pour la nouvelle roue et le logement des pièces électromécaniques (jeu d'engrenages, générateur et équipements électriques). Monsieur Busset, un dessina-

teur en bâtiment accompli, conçut la roue à eau en acier d'après ses propres idées, en se servant bien entendu de la vieille roue en bois comme modèle. Une entreprise de construction métallique fut chargée de l'exécution et il fallut faire appel à une grue pour soulever la roue de plusieurs tonnes et la placer dans les paliers correspondants.



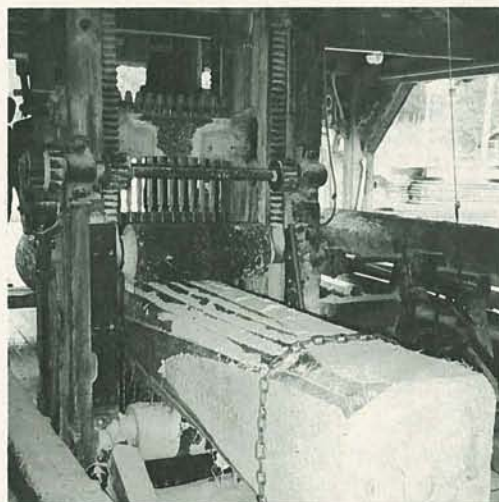
La simplicité caractérise cette installation. La transmission et le générateur sont installés dans le container en bas à gauche. On ne voit malheureusement rien de la roue en acier.

Einfachheit kennzeichnet die Anlage: Vom Stahlrad sieht man leider nichts. Im Container links unten sind das Getriebe und der Generator untergebracht.



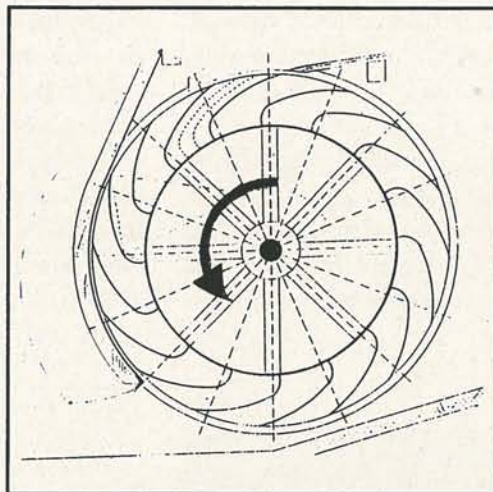
La vieille roue à eau en bois actionne les machines de la scierie....

Das alte Holzrad treibt verschiedene Sägereimaschinen an....



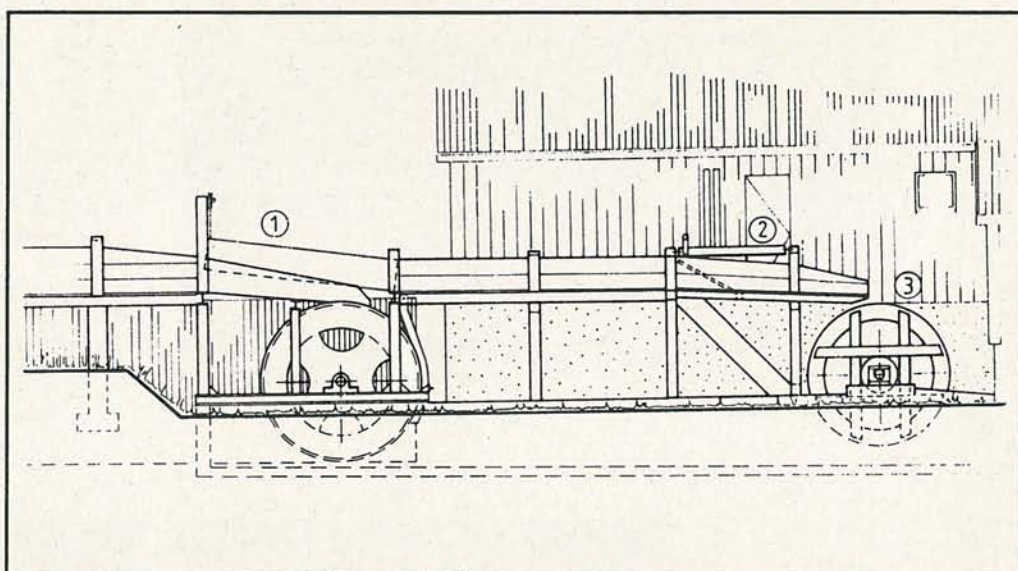
...par exemple une vieille scie à lames multiples.

...beispielsweise eine Gattersäge.



Plan de construction de la nouvelle roue à eau.

Konstruktionsplan des neuen Wasserrades.



L'installation remplit maintenant deux tâches: Avec deux cadres en bois relevables on peut choisir entre trois états de service:

1. Le premier cadre est levé: l'eau tombe sur la roue en acier qui actionne la génératrice.
2. Le premier cadre est en position baissée l'eau coule donc sur le second cadre. Si celui-ci est levé l'eau tombe directement dans le canal de fuite sans être utilisée.
3. Les deux cadres sont baissés. L'eau coule jusqu'à la vieille roue qui entraîne les machines de la scierie.

Grâce à sa construction robuste en bois, le canal de fuite est protégé de dommages causés par la chute d'eau.

Die Anlage kann jetzt auf zwei Arten verwendet werden. Mit zwei aufziehbaren Holzrahmen kann man zwischen drei verschiedenen Betriebszuständen wählen.

1. Ist der erste Holzrahmen oben, schiesst das Wasser auf das stählerne Wasserrad, welches den Generator antreibt.
2. Im abgesenkten Zustand fließt das Wasser weiter zum zweiten Holzrahmen. Ist dieser oben, so fällt das Wasser zwischen den beiden Wasserrädern ungenutzt in den Unterwasserkanal.
3. Um das alte Holzrad, an welches diverse Sägereimaschinen gekoppelt sind, in Rotation zu versetzen, werden beide Holzrahmen gesenkt.

Die stabile Konstruktion der Holzkanäle bietet ausreichend Schutz vor Beschädigung durch die herabstürzenden Wassermassen.

Transmission et multiplication de la vitesse de rotation

Ensuite, Monsieur Busset dut encore trouver la transmission appropriée pour multiplier la vitesse de rotation. Ce faisant, il dut admettre les conditions initiales suivantes: la fréquence de rotation du générateur résulte de la fréquence du réseau électrique public; par ailleurs, il existe une plage optimale de vitesses de rotation de la roue hydraulique en fonction du diamètre de celle-ci et du débit d'eau d'exploitation.

La transmission se compose de deux éléments: un multiplicateur de vitesse planétaire et une transmission à courroie (simple et d'un bon rendement!). Monsieur Busset détermina la vitesse de rotation idéale de la roue à eau en faisant varier le diamètre de la petite poulie de la transmission à courroie. Si la multiplication de la vitesse avait été trop grande ou trop petite, la roue n'aurait pas récupéré de manière optimale l'énergie

hydraulique disponible. A l'extrême, il se pourrait même que le générateur, dont la vitesse de rotation est fixée, puisse entraîner la roue à eau, au lieu de l'être par celle-ci, ce qui conduirait le générateur à prélever du courant sur le réseau, au lieu de lui en fournir.

La roue à eau fournit ainsi au générateur la puissance maximale possible, la vitesse optimale déterminée valant 19,6 t/min.



Au moyen d'une grue on a placé la roue à eau en acier dans les paliers.

Mit einem Kran wurde das stählerne Wasserrad in die Lager gehievt.



Transmission de puissance : A l'arrière plan le multiplicateur planétaire, à gauche la transmission à courroie, au premier plan la génératrice avec le tuyau d'air pour la réfrigération.

Kraftübertragung auf den Generator: Hinten rechts das Planetengetriebe, links das Riemengetriebe, vorne der Generator mit dem Luftrohr für die Kühlung.

Assez d'eau et exploitation ininterrompue

Monsieur Busset déclara au cours de l'inauguration „Déjà deux ans en service et 17'000 heures de marche“. Ce qui équivaut pratiquement à très peu de pannes!

Cela est certainement dû à ses réalisations soignées, comme p.ex. la lubrification des paliers des roues à eau, dispositif qu'il a lui-même mis au point. La simplicité et la robustesse de la technique utilisée favorisent aussi la fiabilité de l'installation. La roue à eau laisse passer le feuillage, les petits rameaux et les matériaux flottants sans occasionner de pannes. La présence

assidue de l'exploitant est un autre avantage non négligeable pour la sécurité d'exploitation.

Une autre raison contribue à garantir une marche permanente de la roue: la „Grande Eau“ est suffisamment alimentée tout au long de l'année par les eaux de fonte des neiges provenant du 'Névé des Diablerets'. Il semble que ce torrent ne posera jamais de problème d'eau résiduelle. La concession existe depuis l'année 1860, un temps suffisamment long donc pour avoir observé le régime du cours d'eau.



Vue de détail: Palier de l'arbre avec mécanisme de graissage, réalisé par le propriétaire lui-même.

*Detailansicht: Selbstgebaute Wellenlager (appui de l'arbre) mit Schmier-
vorrichtung.*

Sécurité pour l'homme et les machines

En cas de panne de courant et pour éviter des accidents, l'armoire de commande déconnecte automatiquement l'installation du réseau.

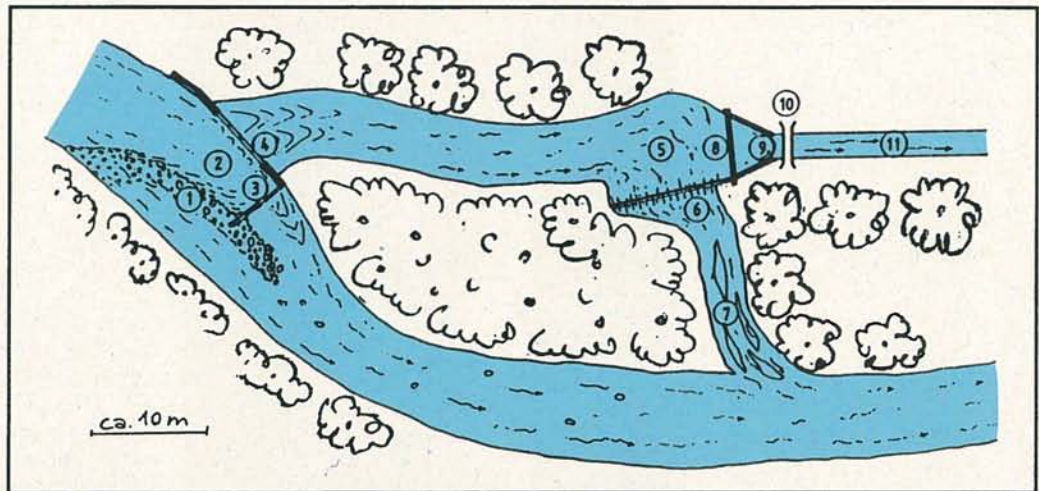
Pour assurer la protection contre la foudre, on a relié la mise à la terre aux fers d'armature du béton, réalisant ainsi une liaison entre le container, le châssis et l'armature du béton.

Bonne intégration dans le paysage

Les éléments constructifs du captage furent limités au minimum, malgré le débit d'eau important. Sur ce point, la nature s'est montrée fort complaisante: Le banc de gravier reposant en diagonale sur le lit du torrent provoque une retenue naturelle de l'eau, ce qui rend superflue la mise en place d'un seuil artificiel formant barrage. La petite digue de retenue disposée latéralement, avec sa vanne de purge, suffit pour dévier assez d'eau dans le canal. Grâce à la

pente relativement élevée de la rivière, aucun reflux et donc risque d'inondation n'est à craindre, ce qui évite des investissements importants pour la protection contre les crues.

Le canal en bois, qui relie le dessableur à la scierie, se marie fort bien avec les bâtiments; quant à la vieille roue en bois, malheureusement peu visible de la route, elle fait penser aux bons vieux temps de grand-mère.



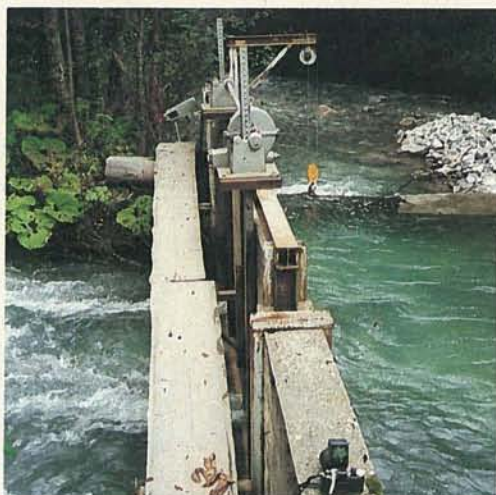
- ① Banc de cailloux
- ② Retenue
- ③ Vanne de purge
- ④ Vanne d'entrée
- ⑤ Dessableur
- ⑥ Seuil de fond
- ⑦ Déversoir
- ⑧ Poutre immergée
- ⑨ Seuil de fond
- ⑩ Petit pont en bois
- ⑪ Canal en bois

- ① Kiesbank
- ② Aufstau
- ③ Spülschütz
- ④ Einlaufschütz
- ⑤ Sandfang
- ⑥ Sohlschwelle
- ⑦ Überlauf
- ⑧ Tauchbalken
- ⑨ Schwelle
- ⑩ Holzbrücke
- ⑪ Holzkanal



Embellissement du paysage: On a réalisé le captage avec une intervention minimale dans le lit du fleuve. Le canal d'amenée façonné naturellement, offre avec le dessableur, sous forme d'étang, un espace vital pour les animaux et les plantes. Au premier plan, la poutre immergée retient les matériaux flottants, l'eau surabondante coule par-dessus le seuil de fond.

Bereicherung der Landschaft: Die Fassung an der Grande Eau wurde mit einem absolut minimalen Eingriff ins Flussbett realisiert. Der anschließende kurze und natürlich gestaltete Kanal und der weitherartige Sandfang erfreuen das Auge und bilden einen Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Der Tauchbalken im Vordergrund hält Schwemmaterial zurück, das überschüssige Wasser fließt links über die Sohlschwelle.



Vue d'aval dans la petite retenue. Les vannes coulissantes peuvent être hissées avec un treuil à câble.

Blick stromabwärts in den kleinen Aufstau. Die Gleitschützen lassen sich über einen Kabelzug heben.

Augmentation du prix de rachat du courant élevé dès octobre 1993!

L'exploitant chiffre l'ensemble des coûts de l'installation à Fr. 124'000.-. Or le canal d'amenée d'eau et le dispositif de captage existaient déjà auparavant et, par ailleurs, Monsieur Busset réalisa lui-même bon nombre de travaux. Ses dons artisanaux, l'excellent équipement de son atelier et de nombreux amis lui furent d'un grand appui. Il ajoute en outre: „Et les innombrables heures de travail qui y furent consacrées sont modestement évaluées“. Dès le 1er octobre 1993 la société d'élec-

tricité locale paiera un tarif de rachat de 16 centimes par kilowatt-heure. (Avant c'était à peine 9 cts.) Ainsi l'installation de Monsieur Busset est devenue parfaitement rentable puisque le prix de revient du kilowatt-heure s'élève à environ 11 centimes.

Ce calcul se base sur une production annuelle de courant de 125'000 kWh (fonctionnement pendant 347 jours par année), en tenant compte de l'entretien, de l'amortissement et d'un certain taux d'intérêt annuel.

Evaluation

Il va de soi qu'il ne s'agit pas là d'une installation ayant été conçue de A à Z d'après les aspects ultramodernes et économiques; bien plus, elle a été développée lentement, au cours des années. Les modestes dépenses d'investissement par kilowatt de puissance installée, chiffrées à Fr. 6'600.-, sont nettement au-dessous de la moyenne. Cela est dû d'une part au travail personnel du propriétaire et, d'autre part, au fait que le barrage de retenue, le captage et le dessableur, habituellement

fort coûteux, existaient déjà et n'exigeaient pas d'être agrandis.

Etant donné que cette installation fonctionne pratiquement sans interruption, on peut aussi lui attribuer la meilleure note au niveau de la fiabilité.

Le rendement énergétique global se situerait à environ 71 %.

En 1997, après 50'000 heures de service, l'installation fonctionnait toujours impeccablement.

Perspectives d'avenir

A la question de savoir s'il avait maintenant l'intention de s'engager dans les affaires de construction de moulins et de petites centrales hydrauliques, Monsieur Busset

répondit que ce travail lui avait donné d'énormes satisfactions. A tel point qu'il serait prêt à construire et électrifier de nombreuses autres roues à eau...

Roues à eau

Wasserräder

Les turbines de l'époque moderne ne sont qu'un perfectionnement des roues à eau. Différents types de roues furent développés depuis l'antiquité: roues mues par le bas, par le milieu et par le haut, roues massives horizontales à axe de rotation vertical, roues pour faible courant d'eau, roues avec canal à forte pente, etc.

De nombreuses roues à eau fonctionnent encore en Suisse, et bon nombre d'entre elles sont avant tout des pièces de musée et servent comme monuments historiques. Quelques-unes actionnent encore des scieries et des moulins, mais très peu entraînent des générateurs. Et pourtant leur électrification serait le plus souvent d'un prix modique, n'impliquant aucune modification importante dans les bâtiments et l'environnement.

Pour cela, il ne faudrait pas toujours faire construire une nouvelle roue, celle existante pouvant encore faire l'affaire, éventuellement avec de minimes transformations.

Selon le type et pour une bonne construction, les roues à eau ont un rendement atteignant 50 à 70%. Cela implique avant tout une conception et une géométrie optimales. Le rendement des roues à eau est plus faible que celui des turbines, mais cela est compensé par le fait que la charge partielle se maintient à un bon niveau; par ailleurs, les roues sont plus robustes et moins sujettes aux pannes durant l'exploitation. Le moulin médian de Schinznach en fournit un bel exemple: un moteur électrique fut incorporé en 1912 en vue de servir d'appoint à la roue à eau existante. A l'heure actuelle, la roue et le moteur „unissent leurs énergies“ pour faire marcher le moulin à blé.

Die heutigen modernen Turbinen sind eigentlich nur Weiterentwicklungen der Wasserräder. Schon seit der Antike wurden verschiedene Typen entwickelt: Unter-, mittel- und oberflächliche, Stockräder mit senkrechter Drehachse, solche für langsam fließendes Wasser, solche mit Schusskännel u.s.w.

In der Schweiz stehen zwar noch zahlreiche Wasserräder in Betrieb. Viele davon dienen der Denkmalpflege und sind in erster Linie Museumsstücke. Mit einigen wenigen werden Sägereien oder Mahlwerke mechanisch betrieben, aber fast nirgends werden damit Generatoren angetrieben. Dabei wäre eine Elektrifizierung in den meisten Fällen billig und ohne wesentlichen Eingriff im Gebäude und in die Umgebung zu haben.

Natürlich muss dazu nicht immer ein neues Rad konstruiert werden. Vielleicht tut's das alte noch oder lässt sich mit geringem Aufwand reparieren.

Der Wirkungsgrad sehr gut konstruierter Wasserräder kann je nach Bauart 50 bis 70% erreichen. Wichtig ist jedoch eine optimale Auslegung und Geometrie. Den gegenüber Turbinen kleineren Wirkungsgrad machen die Wasserräder dadurch wett, dass der Wirkungsgrad im Teillastbereich gut bleibt und dass sie betrieblich robuster und weniger stör anfällig sind.

Ein interessantes Beispiel findet man in der Mittleren Mühle bei Schinznach: 1912 wurde ein Elektromotor eingebaut, der das bestehende Wasserrad unterstützen sollte. Noch heute treiben Wasserrad und Motor mit „vereinten Kräften“ die Walzen der Getreidemühle an.

**HINWEIS
CONSEIL**

Contact:

Propriétaire et projet:

Jean-Philippe Busset
scierie
1864 Vers l'Eglise
tél. 024 / 492 30 51

Données techniques et frais

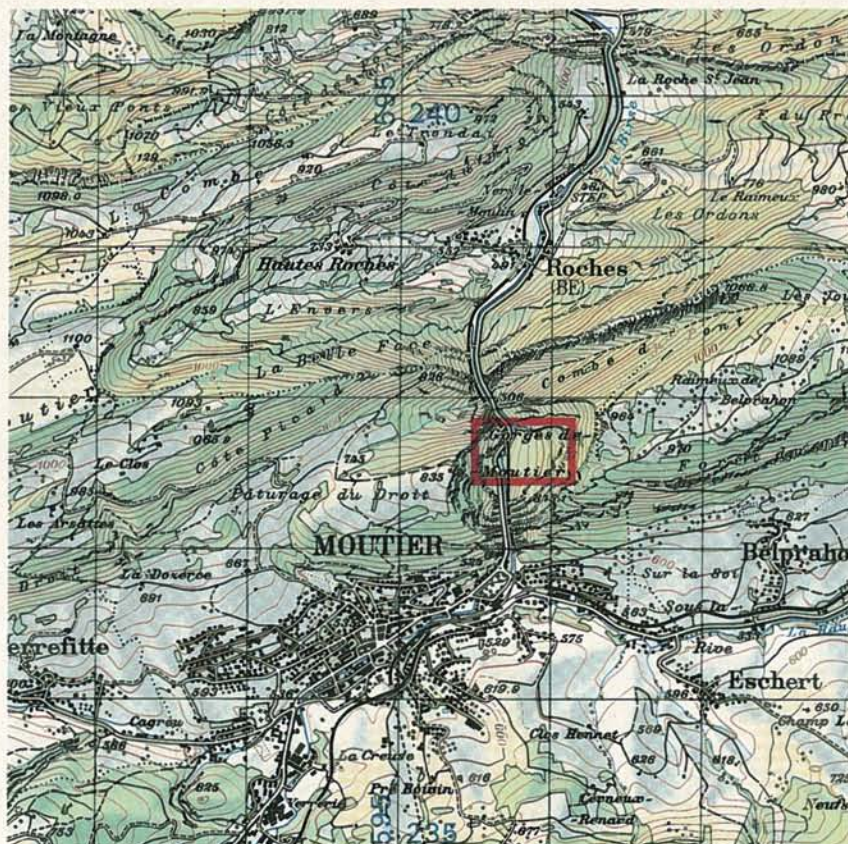
Roue à eau, Vers-l'Eglise

Constructions	Frais (Fr.)	Remarques	Entreprise
Prise d'eau (bassin déversoir), terrassement Murs et fonds (16m ³ de béton à 300.-) Battardeaux, deux pièces à créer Réfection battardeaux existants (vanne de purge et vannes d'entrée) Dessableur Enrochements, main d'oeuvre et béton Canal, 100m, digue élevée avec parois de bois Réfection dans G.E. en nov. '90 Réparation du canal de fuite (en béton)	15'000.-	Réfection	Exécuté par le propriétaire J.P. Busset
Charpente métallique	18'500.-		Giovanola SA, Monthey
Coursier métallique	2'600.-		Giovanola SA, Monthey
Container maritime pour la transmission et la génératrice	7'400.-		Constructil GE
Partie Electromécanique			
Roue à eau d'acier; diamètre 2,4m et 2,4m de large; 1000 litres par seconde	22'500.-		Giovanola SA, Monthey et le propriétaire
Arbre avec deux joints de cardan	2'500.-		Giovanola SA, Monthey
Engrenage planétaire (d'Italie) à 2 trains	7'500.-		Giovanola SA, Monthey
Grande roue à courroie	300.-		démolition
Courroie (3 p.)	900.-		Angst Pfister
Petite roue à courroie	550.-		Angst Pfister
Arbre entre courroie et génératrice avec appui et embrayage magnétique	1'000.-		
Génératrice Kobel B3, 28kVA, 22kW, 400Volt, 0,4 Ampère, 1020 U/min, 50Hz, cos φ 0,84	4'800.-		Kobel, Affoltern i.E.
Armoire de commande	10'600.-		Kobel, Affoltern i.E.
Montage et raccordement génératrice - armoire	2'000.-		
Divers			
Conception, projet, conseils, calculs Direction des travaux	4'450.-		par le propriétaire
Electricien (montage et câblage)	8'000.-		
Béton armé	15'000.-		
Total frais	123'600.-		

Moutier / BE

Scierie „Cerneux Gorgé“

Sägerei „Cerneux Gorgé“



- Aménagement de dérivation
- Renouvellement et électrification en 1993
- Turbine Francis en chambre ouverte avec générateur asynchrone de 30kW
- Courant triphasé 3 x 400 Volt
- Hauteur de chute $H = 4,35$ m
- Débit $Q = 0,65$ m³/s
- Fonctionnement automatique parallèle au réseau publique
- Production annuelle moyenne: 150'000 kWh
- Investissements pour la réfection: Fr. 76'000.-
- Kanalkraftwerk an der Birse
- Renovation und Elektrifizierung 1991 bis 1993
- Francissschachturturbine mit Asynchrongenerator 30 kW
- Drehstrom 3 x 400 Volt
- Fallhöhe $H = 4,35$ m
- Wassermenge $Q = 0,65$ m³/s
- Automatischer Netzparallelbetrieb
- Erwartete Jahresproduktion: 150'000 kWh
- Investitionen für die Instandstellung: Fr. 76'000.-

Divers témoignages prouvent que l'énergie hydraulique de la Birse est exploitée au „Cerneux Gorgé“ depuis bien plus d'un siècle. Une première concession pour l'exploitation d'une puissance de 10 chevaux a été accordée en 1834. Les installations actuelles servaient à faire fonctionner les machines de la scierie et bénéficient d'une concession datée du 12 avril 1926. La scierie a cessé ses activités en 1982. En 1992, le nouveau propriétaire a décidé de remettre l'installation en service, d'installer une génératrice et de livrer l'énergie produite au réseau publique de la commune de Moutier.

En renouvelant l'installation on a gardé les vieux composants de l'usine. Seule la commande a été remplacée selon les prescriptions de sécurité.

Es gibt verschiedene Hinweise auf die Wasserkraftnutzung an der Birse bei „Cerneux Gorgé“ aus früheren Jahrhunderten. Eine Konzession für die Nutzung von 10 Pferdestärken stammt von 1834. Die heute vorhandenen Anlagen gehen auf die Konzession für den Betrieb der Sägerei vom 12. April 1926 zurück. Der Betrieb der mechanisch betriebenen Sägerei wurde 1982 eingestellt. Der neue Eigentümer beschloss 1992 die Anlagen zu reaktivieren, einen Generator einzubauen und die erzeugte Energie an das öffentliche Netz der Gemeinde Moutier abzugeben.

Bei der Renovation wurden die alten Anlageteile beibehalten. Einzig die Steuerung wurde den Sicherheitsvorschriften entsprechend durch eine neue ersetzt.

Installations existantes

A la hauteur du „Cerneux Gorgé“ à 700 m, en aval de Moutier, un mur en pierre légèrement cintré barre le cours de la Birse. Jusqu'à sa crête, le volume de retenue est entièrement comblé par des matériaux charriés. Cette crête a certes été bétonnée en



1926, mais elle a subi d'importants dégâts dus à l'érosion et n'assure plus l'amenée d'eau vers la scierie. A présent, l'eau est captée près de la rive gauche de la rivière et circule dans un canal d'amenée en ciment de 80 cm de diamètre et de 60 m de long avant d'arriver à la turbine Francis à axe horizontal. Elle est ensuite restituée à la rivière par un canal aval de 35 m de long. Le rotor de la turbine est placé à l'extrémité de l'arbre principal; les scies mécaniques étaient entraînées directement par un système de courroies. Les installations n'ayant pas été entretenues, se trouvaient, en 1991, dans un état déplorable, mais étaient néanmoins aptes à fonctionner. Un générateur asynchrone destiné à produire de l'électricité était déjà en place.

Jadis les scies étaient entraînées par un système de courroies.

Die Säge wurde früher von der Turbine direkt über Flachriemen angetrieben.

Première évaluation

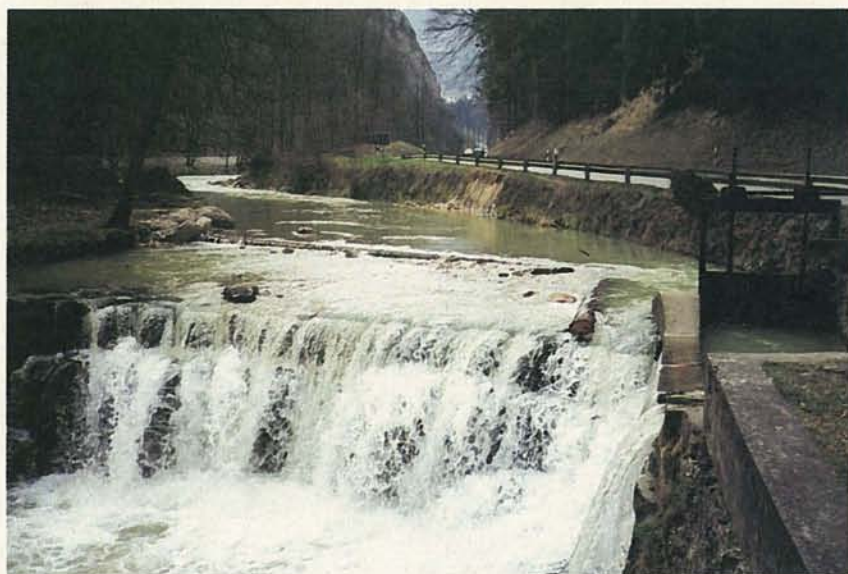
Le débit moyen de la Birse permet d'exploiter tout le potentiel de l'usine électrique; il est en effet possible de prélever $0,65\text{m}^3/\text{s}$ pour la production d'électricité pendant 330 jours par an tout en dotant le tronçon de restitution de $0,4\text{m}^3/\text{s}$. Le débit résiduel remplit les exigences de la nouvelle loi sur la protection des eaux ($Q_{347} = 0,88\text{m}^3/\text{s}$, $Q_r = 0,398\text{m}^3/\text{s}$). La concession étant valable

jusqu'en 2001, aucune démarche ne doit être entreprise dans l'immédiat. Une autorisation de l'Office de l'économie hydraulique et énergétique et de l'Inspection de la pêche du canton de Berne a été requise pour les travaux d'entretien dans la rivière et sur les installations. La publication de la demande d'autorisation dans la Journal Officiel n'a soulevé aucune opposition.

Travaux d'entretien dans la rivière

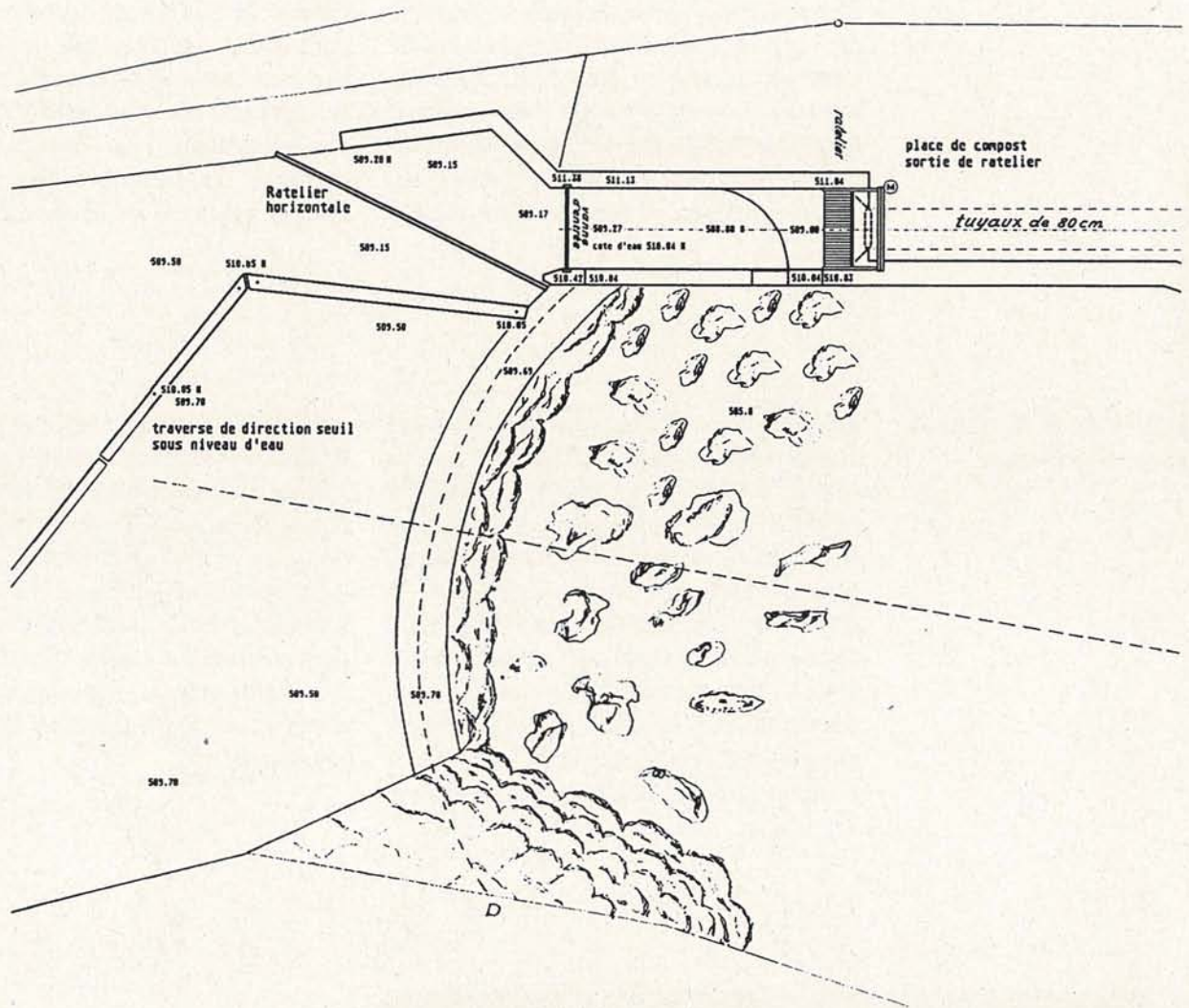
La crête du mur de barrage était tellement érodée que l'eau ne parvenait plus à la scierie. Sa remise en état ne s'imposait toutefois pas, d'autant plus que l'entretien des ouvrages dans les rivières incombe au canton de Berne. Pour remédier à la situation, on a choisi de construire un seuil en bois immergé placé en diagonale dans le lit de la Birse. La surélévation de la retenue de quelque 20 à 40 cm n'influence guère les conditions d'écoulement dans la rivière. A l'origine, rien ne protégeait l'ouvrage de

prise d'eau existant qui était exposé à toute la force du courant. Une grille grossière de rails horizontaux a été construite devant cet ouvrage; elle sert à dévier les objets charriés par la rivière en cas de crue. Le bois des vannes à l'entrée du canal d'amenée et du puits de la turbine, ainsi que les mécanismes commandant ces vannes ont été remplacés. Les dégâts dus au gel sur ouvrage de prise d'eau au sommet du puits de la turbine ont été réparés.



La crête du mur de barrage était tellement érodée que l'eau ne parvenait plus à la scierie. Pour remédier à la situation, on a choisi de construire un seuil en bois immergé placé en diagonale dans le lit de la Birse qui dirige l'eau vers la prise.

Durch die Erosion der Mauerkrone verminderte sich der Zulauf zur Fassung. Deshalb wurde quer über den mit Geschiebe gefüllten Stauraum die gut sichtbare Holzschwelle eingebaut, welche das Wasser zum horizontalen Einlaufrechen hin umlenkt.



Situation: A gauche du barrage se situe le seuil en bois, en haut on voit la prise avec une grille grossière de rails horizontaux, à droite la vanne d'entrée, le petit dessableur avec la vanne de purge.

Situation: Links von der Bogenmauer die Holzschwelle, oben die Fassung mit dem aus horizontalen Eisenbahnschienen konstruierten Einlaufrechen, rechts davon der Einlaufschütz, der kleine Sandfang mit Spülschütz und vor dem Rohreinlauf die vorgesehene automatische Rechenanlage.

Transformation et rénovation des installations électromécaniques

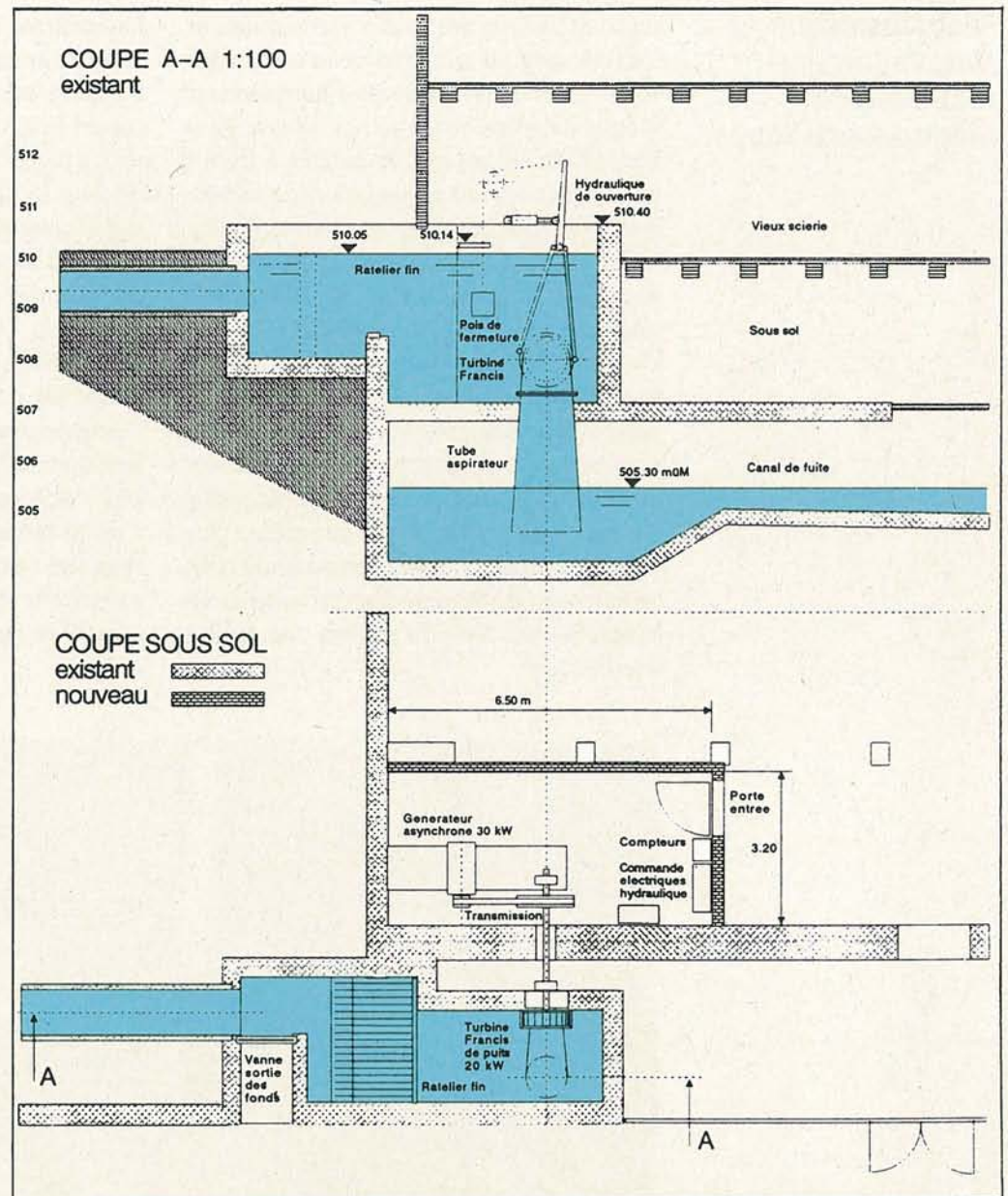
Afin de réduire les pertes de ventilation, l'arbre principal a été réduit au strict minimum. Un nouveau système d'entraînement à courroie plate multiplie la vitesse de la turbine, la faisant passer de 253 à 1520 t/min. En raison du grand effort de tension horizontal des courroies modernes, il a fallu remplacer l'ancien palier à graissage par bague par un palier à roulement. Après 60 ans de bons et loyaux services, l'anneau commandant l'ouverture du distributeur était détérioré au point que les arêtes de sortie des aubes frottaient sur le rotor de la turbine. Un tiers des aubes en fonte a dû être réparé: les arêtes usées ont été refaçonées par recharges à la soudure. Les pièces coulissantes et les guides de l'anneau de commande ont été remplacés. Le rotor et les autres éléments de la turbine ont pu être conservés.

Un tableau de commande électrique est venu s'ajouter au générateur asynchrone de 30 kW. Il sert à faire démarrer automatiquement l'installation après une panne de secteur, à régler la charge en fonction du niveau d'eau et à l'arrêter par mesure de sécurité en cas de panne ou de dérangement. L'ouverture de l'amenée d'eau vers la turbine est commandée par un vérin hydraulique à butée simple. Un contre-poids en assure la fermeture en cas de panne ou de dérangement. Selon les conditions de raccordement de l'entreprise d'électricité, la puissance réactive doit être compensée à $\cos \varphi$ („cosinus phi“) 0,9 ou mieux. Le projet comprend l'installation d'une nouvelle grille et d'un dégrilleur automatique. Celui-ci se mettra en marche lorsque la différence de niveau entre l'amont et l'aval de la grille sera trop grande.



Le nouveau tableau de commande sert à faire démarrer automatiquement l'installation après une panne de secteur, à régler la charge en fonction du niveau d'eau et à l'arrêter par mesure de sécurité en cas de panne ou de dérangement.

Die Aufgabe des neuen Schalt- und Steuerschranks ist es, die Anlage nach Netzausfällen automatisch zu starten, nach dem Wasserniveau zu steuern und bei Störungen sicher abzustellen.



Usine remise en service avec une turbine Francis: La chambre amont est entièrement noyée. L'aspirateur plonge à une profondeur d'environ 1 m sous le niveau aval. Le vérin hydraulique pousse le long levier à droite pour ouvrir le distributeur. En cas de panne de secteur, le contrepoids ferme le distributeur en tirant le levier à gauche.

A Vicques (p. 17) et à Huttwil (p. 25) on a remplacé des machines de même type par des turbines Kaplan en chambre ouverte, respectivement tubulaire.

Wiederinstandgestelltes Werk mit einer Francis-Schachtturbine: Der Turbinenschacht steht vollständig unter Wasser. Das Saugrohr taucht ca. 1 m in das Unterwasser ein, um einen Lufteintritt zu verhindern. Der Hydraulikzylinder stösst den langen Hebel des Verstellringes nach rechts und öffnet so die Leitschaufeln der Turbine. Bei Stromausfall zieht das Schliessgewicht den Hebel nach links zurück. Übrigens wurden Anlagen gleichen Typs in Vicques (S. 17) durch eine Kaplan-Schachtturbine und in Huttwil (S. 25) durch eine Kaplan-Rohrturbine ersetzt.

Prescriptions

L'Inspection fédérale des installations à courant fort (IFICF) devra réceptionner l'usine hydro-électrique. De plus, les Services industriels de Moutier contrôlent les installations et se chargent de relever les

compteurs d'énergie active et réactive. Conformément aux prescriptions de la police du feu, le local abritant le générateur est isolé par des matériaux ignifuges.

Essais de fonctionnement

L'usine a fonctionné entre septembre et novembre 1993. Contrairement aux installations neuves, la mise en service d'anciennes installations peut réserver quelques surprises. Notons aussi qu'il est judicieux de confier les travaux de rénovation à des spécialistes ayant une certaine expérience des anciennes usines hydrauliques. Voici deux exemples qui illustrent les conséquences d'un manque de connaissance en la matière:

- Le serrurier néglige le fait que les aubes doivent pouvoir pivoter sur un tourillon fixe. Lors de la mise en service, quelques tourillons pivotent dans leur trou, ce qui est inadmissible.

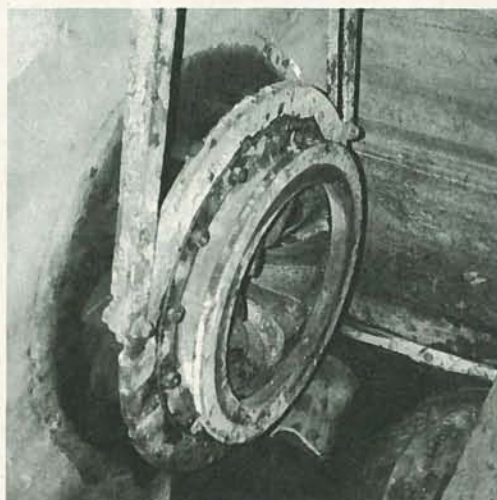
- Sous la pression de l'eau, les mécanismes commandant l'ouverture des vannes n'étaient pas assez puissants par rapport à la force de frottement du bois sur le métal. Une glissière métallique a réduit à un tiers les forces de frottement métal contre métal.

La mise en service d'anciennes installations est plus coûteuse que celle d'installations neuves, car les défauts et les erreurs n'apparaissent qu'au moment du démarrage. Une fois ces problèmes surmontés, on peut escompter un bon fonctionnement et un rendement régulier. Il convient toutefois de surveiller attentivement tous les éléments de l'installation lors de la mise en service.



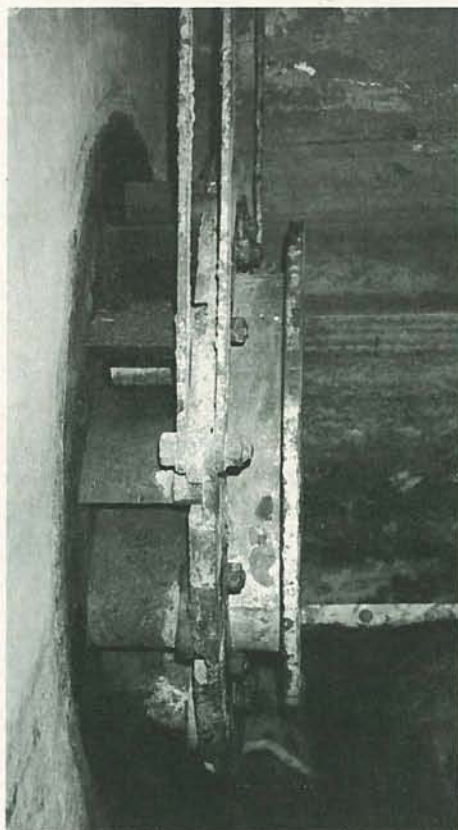
En remettant en service une ancienne installation il faut toujours compter avec des surprises!

Bei der Wiederinstandstellung alter Anlagen ist immer mit Überraschungen zu rechnen.



Pour une rénovation conforme aux règles il faut bien connaître tous les détails de la machine.

Für das fachgerechte Revidieren müssen alle Details der Maschinen bestens bekannt sein.



Le serrurier négligeait d'abord le fait que les tourillons ne doivent pas pivoter dans leur trou.

Zuerst wurden die Zapfen der beweglichen Leitschaufeln irrtümlicherweise drehbar auf das Gehäuse montiert.

Appui technique du projet et conseils en cours de fonctionnement

Confier à un ingénieur professionnel la supervision de la remise en état de cette petite usine hydro-électrique aurait coûté trop cher. C'est pourquoi les maîtres d'ouvrage et l'ingénieur ont convenu que ce dernier fournirait un appui technique au cours des travaux et des conseils pratiques après la mise en service. Le contrat en question comprend les prestations suivantes:

- Evaluer l'état de l'installation pour permettre au mandant de décider de son achat et de prévoir le financement du projet.
- Clarifier la situation juridique (législation sur les eaux, autorisations, etc.)

- Fournir un appui technique lors de l'élaboration du projet
- Collaborer à la remise en service, résoudre divers problèmes
- Assurer un suivi du fonctionnement, contribuer à résoudre d'éventuels problèmes

L'attribution des mandats aux entreprises et le contrôle des travaux sur place ont pu être assurés par les maîtres d'ouvrage eux-mêmes, moyennant la consultation de l'ingénieur.

Liste des travaux et des composants de l'installation

Scierie Cerneux Gorgé

Partie Hydraulique	Frais (1993)	Bureaux d'études et fournisseurs
Seuil immergé	8'000.-	
Grille grossière	4'000.-	
Canal d'amenée en ciment (réfection)	1'500.-	
Vanne d'entrée d'eau et vanne de décharge	4'000.-	D. Buntschu, Bösing (FR)
Grille fine et dégrilleur automatique	10'000.-	D. Buntschu, Bösing (FR)
Puits de la turbine et local du générateur	15'000.-	
Equipement électromécanique		
Réfection de la turbine Type Francis à axe horizontal et Réparation du générateur asynchrone	8'000.-	D. Buntschu, Bösing (FR)
Tableau de commande	9'000.-	H. Kobel, Elektroapparatebau, Affoltern i.E. (BE)
Installation électrique	8'000.-	
Prix d'achat pour l'usine et la concession	58'000.-	
Frais généraux du projet	8'500.-	Hydrelec Ingénieurs, Mandach
Total des frais	134'000.-	
Frais annuels		
Emprunt, amortissement	12'250.-	
Frais de fonctionnement, réparations	10'000.-	
Impôts, assurances	1'000.-	
Total des frais annuels	23'250.-	
Production d'énergie attendue	150'000	kWh/an
Produit de la vente d'énergie	24'000.-	fr./an à 16ct/kWh
Excédent de revenus attendu	750.-	fr./an

Contact:

Projet:

A. Engel
Hydrelec ingénieurs
Alte Villigerstr. 184
5318 Mandach
Tel. 056 / 284 22 66

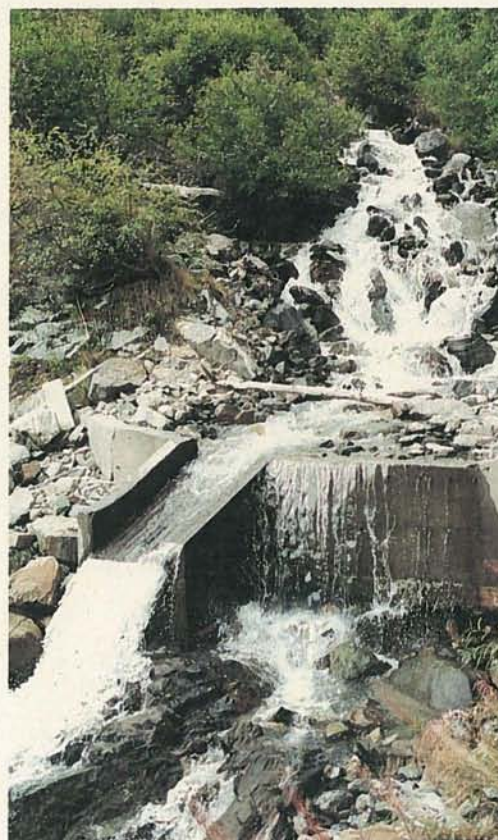
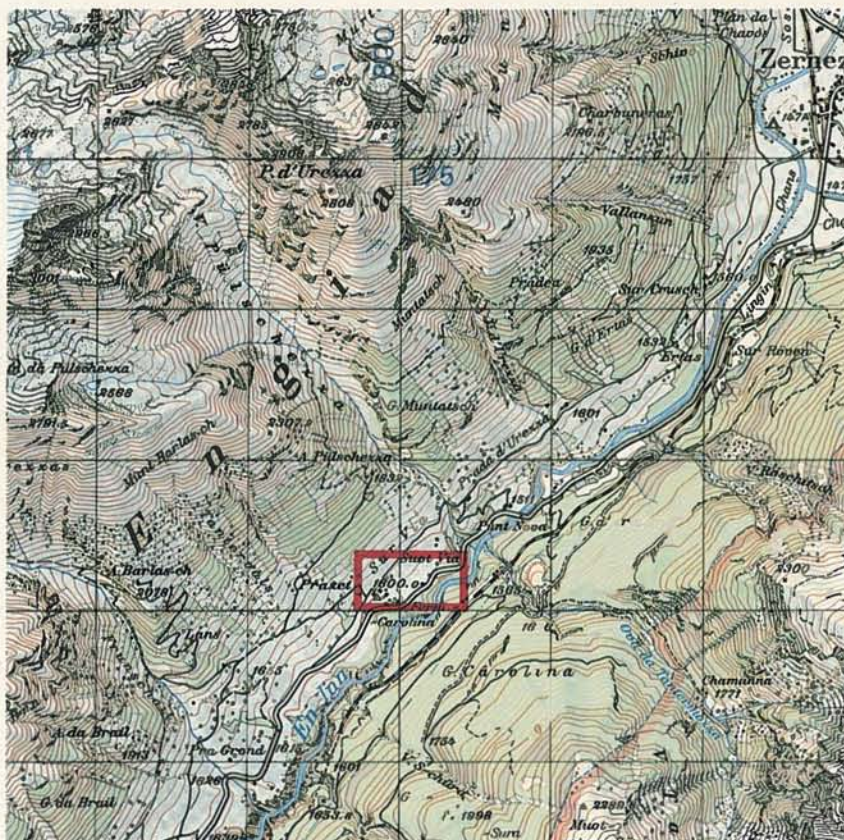
Propriétaire:

Bertrand Zahno
ch. de la Courtine
2740 Moutier
Tel. 032 / 493 17 28

Zernez / GR

Stallneubau

Nouvelle construction d'une étable



- Inselbetrieb
 - Einbau in Bewässerungs- und Löschwasseranlage
 - Pelton turbine 10, 20 oder 30 kW
 - Betriebswassermenge 11, 22 oder 32 l/s
 - 125 m Fallhöhe
 - 220/380-Volt Drehstrom
 - Erstellung Herbst 90/ Frühjahr 91
 - Gesamtkosten : Fr. 245'000.- (inkl. Bewässerungsanlage und zwei Hydranten)
 - davon entfallen auf die Turbinenanlage Fr. 120'000.-
- *Fonctionnement en îlotage*
 - *Intégration dans les aménagements d'irrigation et de lutte contre l'incendie*
 - *Turbine Pelton 10, 20 ou 30 kW*
 - *Débit d'exploitation 11, 22 ou 32 l/s*
 - *Hauteur de chute nette de 125 m*
 - *Courant triphasé 220/380 Volt*
 - *Réalisation en automne 90 et printemps 91*
 - *Coût total pour l'installation de la turbine, le système d'irrigation et les deux bouches d'incendie: Fr. 245'000.-*
 - *dont Fr. 120'000.- pour l'installation de la turbine*

Seit dem Sommer 91 verfügen der neue Stall und zwei weitere Gebäude des Weilers Prazet über eine dezentrale Stromversorgung. Das Kraftwerk ist ein Teil der Bewässerungs- und Löschwasseranlage und kann auf 3 Laststufen betrieben werden. Die Regelung ermöglicht, mit der Überschussenergie ein zukünftiges Gebäude zu heizen, ohne die verfügbare Leistung zu reduzieren.

Dies ist übrigens ein typisches Beispiel einer serienmässig hergestellten Kompaktanlage. Alle elektromechanischen Komponenten, also Turbine, Generator, Regler und Schaltkasten stammen von der gleichen Firma und wurden im Baukastensystem geliefert. Durch speziell geformte Stecker wird das Zusammenschliessen der Elektrokabel vereinfacht, was dem Betreiber ermöglicht, bei Revisionen die Anlage selbst auseinanderzunehmen.

Depuis l'été 91, la nouvelle étable et deux autres bâtiments de l'hameau du „Prazet“ disposent d'une alimentation en courant décentralisée. L'usine électrique fait partie des aménagements d'irrigation et de lutte contre l'incendie. Il est possible d'exploiter l'installation avec 3 niveaux de charge et, grâce à l'énergie excédentaire, la régulation de charge permettra de chauffer un futur bâtiment, sans devoir réduire la puissance disponible.

Cette réalisation est en fait un exemple typique d'une installation compacte fabriquée en série, puisque tous les composants électromécaniques, à savoir la turbine, le générateur, le régulateur et l'armoire de commande, proviennent de la même société et ont été conçus et livrés comme des éléments modulaires démontables. La connexion du câble électrique est facilitée par la présence de fiches de prise embrochables, ce qui permet de démonter soi-même l'installation lors des révisions.

Grosser Stall an einsamer Lage

Der grosse und moderne Stall der Familie Grass steht auf einer Terrasse direkt über der Innschlucht. Ein kleiner Bahnhof und eine Starkstromleitung befinden sich auf der gegenüberliegenden Talseite, und Brail, das nächste Dorf, liegt zirka drei Kilometer talaufwärts. Wegen dieser einsamen Lage wäre ein Anschluss ans öffentliche Strom-

netz mit sehr hohen Kosten verbunden gewesen.

Der Standort für den neuen Stall ist vom Bauherrn deshalb gewählt worden, weil der Boden in seinem Besitz ist und weil die Lage für das Bewirtschaften der Wiesen zentral ist. Im weiteren befinden sich alle von ihm benutzten Weideflächen in der Nähe.



Gesamtansicht

Vue d'ensemble

Mehrfache Nutzung

Da die Infrastruktur (Löschwasser und Elektroanschluss) fehlte, entschloss man sich, die Löschwasseranlage so gross zu dimensionieren, dass sie auch für die Bewässerung mit Drehsprengern und für die

Stromproduktion reicht. Dank einem Rohrdurchmesser von 20 cm können die Bewässerung und die Stromproduktion parallel betrieben werden (vgl. Kasten S. 74).

Wieviel Wasser braucht es...

Das Wasser wollte man dem Bergbach Pülschezza, der ein steiles Tälchen nahe dem Weiler durchfliesst, entnehmen. Die Wassermessungen erfolgten im Jahr 1989. Bei einem Durchlass, der unter dem Feldweg durchführt, wurde mittels Stopp-

uhr und einem 230-Liter-Fass (altes Ölfass) im Januar die minimale Wassermenge von etwa 70 l/s gemessen. Im Sommer wurde eine mittlere Abflussmenge von mehreren hundert Sekundenlitern geschätzt.

...für wieviel Strom?

Vorgesehen waren: Eine Heubelüftung und ein Heugebläse mit Verteiler (je 15 kW), Beleuchtung und Kleingeräte. Weil das Gebläse und Heubelüftung nicht miteinander betrieben werden müssen, genügt

eine maximale Leistung von ca. 20 kW. Bei einer Höhendifferenz von 125 Metern (ca. 12 bar) reicht also eine Wassermenge von 20 Litern pro Sekunde.

Vorbildliche Wasserfassung und Absetzbecken

Bei der Ova da Pülschezza handelt es sich um einen ausgesprochenen Wildbach, somit ist eine sorgfältige Ausführung der Wasserfassung für die Betriebssicherheit der Anlage von grosser Bedeutung.

Als Standort wurde eine enge Stelle zwischen zwei Felswänden gewählt. Dort „verkeilt“ sich die Mauer seitlich, so dass sie weder durch Hochwasser noch Lawinen-niedergänge weggerrissen werden kann. Ebenfalls ausgeschlossen ist eine seitliche Umspülung, welche die Fundamente unterhöhlen würde. Die Fassungsmauern mussten allerdings mit armiertem Beton sehr stabil gebaut werden, damit sie den Lawinenkräften trotzen können.

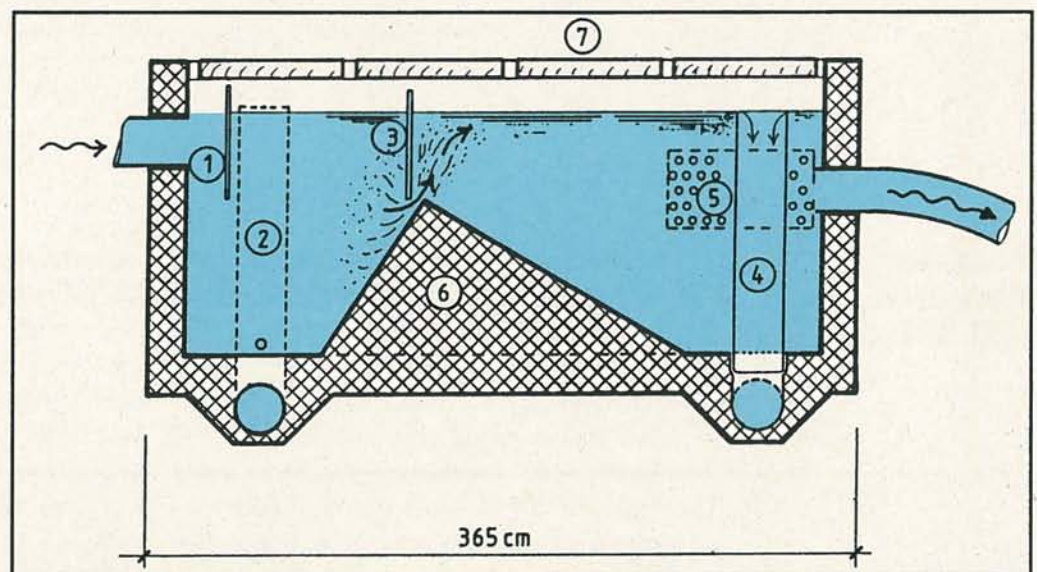
Bei der Wasserfassung befindet sich auch das Absetzbecken mit Überlauf. Die Wasserfassung wurde so konzipiert, dass gröberes Kies nicht eindringt und über den Gitterrost (aus Eisenbahnschienen) weiter-

transportiert wird. Feinpartikel, die sich in der Wasserfassung und im Absetzbecken ansammeln, werden zum grössten Teil laufend von kleinen, aber ständig offenen Ablauföffnungen abgesaugt und gelangen wieder in den Bach (vgl. Skizze auf nächster Seite). Diese Methode ist natürlich nur angebracht, wenn zuviel Wasser vorhanden ist. Die schwimmenden Teile werden im Absetzbecken von der hölzernen Tauchwand aufgehalten und über das Überlaufrohr wieder dem Bach zugeführt. Am Anfang der Druckleitung ist ein Seiher angebracht, der eventuelle Partikel, welche die Düsen der Turbine verstopfen könnten, zurückhält. Trotz der einfachen Konstruktion funktionieren die Fassung und der Absetztank perfekt. Für die Reinigung sind keine Motoren oder andere aufwendigen Einrichtungen notwendig.



Paradebeispiel einer Fallrechenfassung. Das Wasser fällt im abgeschrägten Teil durch einen Grobrechen (aus Eisenbahnschienen) in einen kleinen Schacht, von wo aus ein 250er-PVC-Rohr in den Absetztank führt.

Exemple brillant d'un captage à grille mobile. L'eau tombe au travers d'une grille grossière (faite de rails de chemin de fer) sur la partie inclinée d'un regard et, de là, elle est conduite vers le bassin de décantation via un tube en PVC d'un diamètre de 250 mm.



Schnitt durch den Absetztank :

- ① Einlauf mit Prallwand
- ② Erster Überlauf, gleichzeitig auch Entleerung, mit zwei kleinen Löchern unten, die stetig das Feinmaterial absaugen
- ③ Tauchwand
- ④ Zweiter Überlauf
- ⑤ Seiher
- ⑥ Füllkörper, welcher das Spülen wesentlich erleichtert
- ⑦ Abdeckung (trittfest) aus Holz

Coupe au travers du bassin de décantation

- ① *Entrée de l'eau avec paroi en chicane*
- ② *Premier trop-plein, servant aussi de vidange, avec deux petits trous situés en bas et aspirant en permanence les matériaux fins*
- ③ *Paroi immergée*
- ④ *Deuxième trop-plein*
- ⑤ *Crépine*
- ⑥ *Corps de remplissage facilitant beaucoup la purge*
- ⑦ *Couvercle en bois (praticable)*

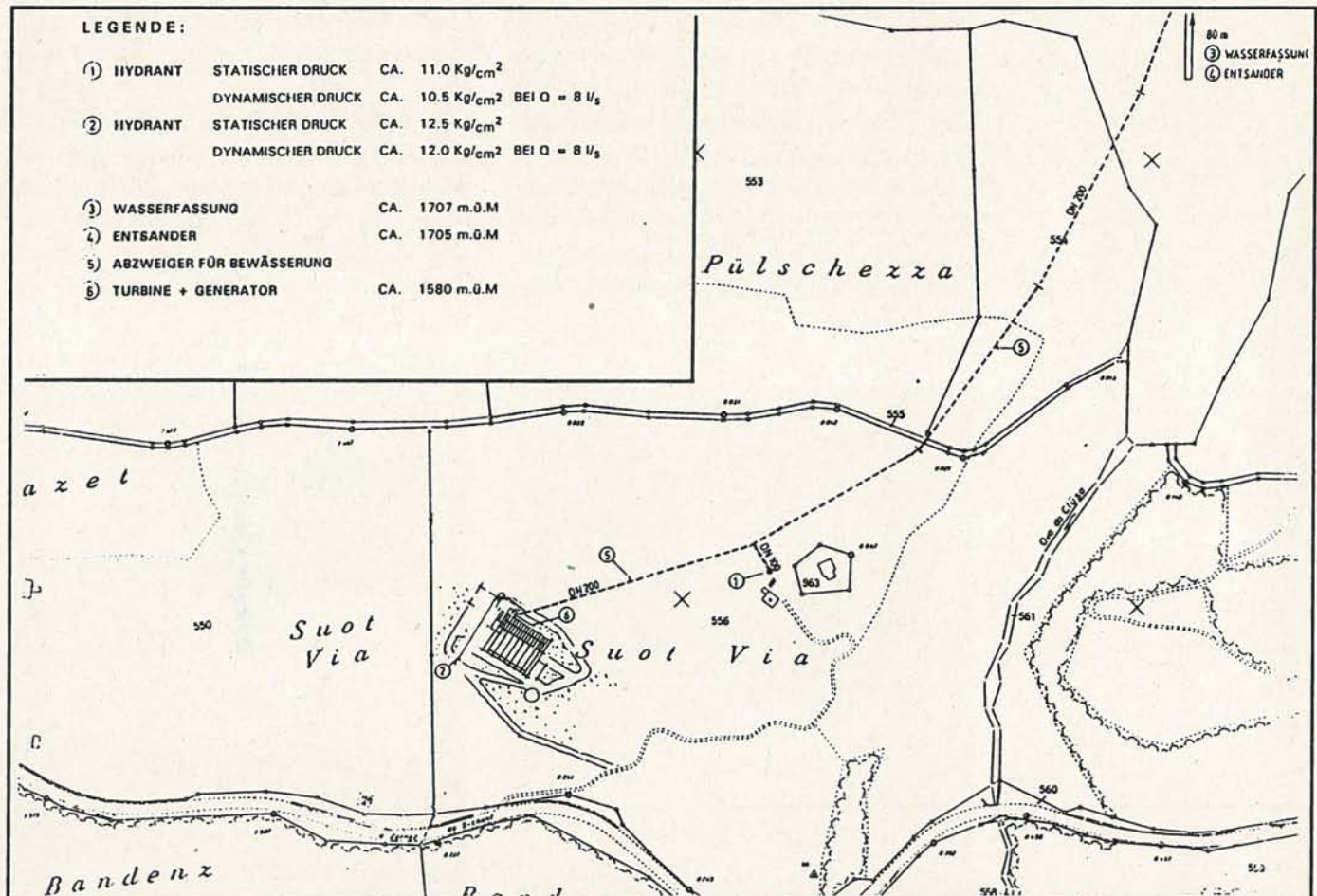
Druckleitung

Die 720 m lange Druckleitung wurde in einer Tiefe von 1,00 bis 1,50 m verlegt. Die Frosttiefe musste nicht eingehalten werden, da das Wasser ständig fließt.

Für die Leitung wurden Stahlrohre mit Steckmuffen gewählt. Dies hatte den Vorteil, dass sie der Bauherr ohne speziellen technischen Vorrichtungen selber verlegen konnte. Bei den verwendeten Steckmuffen

sind Knicke von bis zu 6° möglich, daher sind keine gekrümmten Rohrstücke notwendig, um die Leitung dem Geländeverlauf anzupassen.

In vier Schächten sind Abzweiger mit Abstellschiebern untergebracht. Im weiteren wurden zwei Hydranten für Löschwasser an diese Leitung angeschlossen.

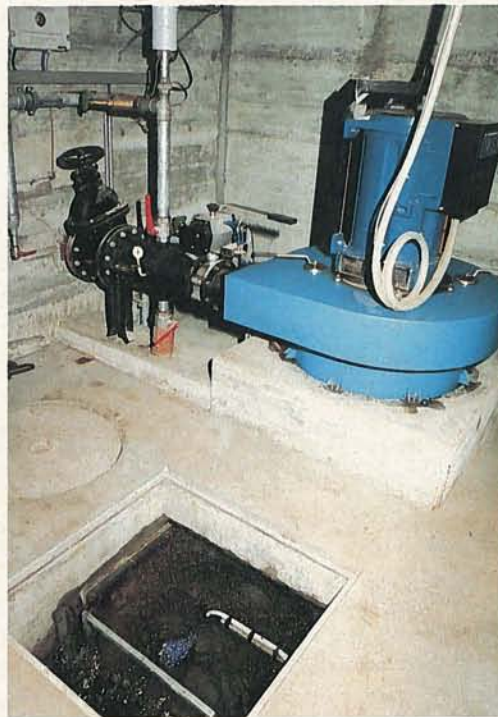


Die Druckleitung ist gestrichelt eingetragen, rechts oben (ausserhalb des Bildrahmens) befindet sich die Fassung, unten verläuft die Kantonsstrasse quer durch.

La conduite forcée est tracée en tirets, le captage est situé en haut à droite (à l'extérieur du cadre de l'illustration), la route cantonale traverse toute la partie inférieure.

Turbine, Generator und Regelung

Die Turbinen-Generatorgruppe steht in einem Nebenraum des neuen Stallgebäudes. Die Anlage wird durch eine elektronische Lastregelung auf Generatorseite geregelt. Lastschwankungen von 0 bis 100% werden innert kürzester Zeit (0,16sec.) ausgeglichen. Damit wird eine Spannungs- und Frequenzgenauigkeit von $\pm 5\%$ aufrechterhalten. Dies reicht für normale elektrische Geräte, wäre jedoch für empfindliche elektronische Geräte (z.B. PC's) zuwenig genau. Die Regelung würde ermöglichen, die gesamte nicht gebrauchte Leistung für Heizungszwecke zu nutzen. Somit könnte ein eventuelles Wohnhaus geheizt werden, ohne die verfügbare Leistung zu reduzieren. Der wichtigste Vorteil der Lastregelung ist, dass die mechanische Konstruktion sehr einfach ist und nur wenige Teile in Bewegung sind. Dadurch ist die Anlage sehr betriebssicher und verlangt praktisch keine Wartung.



Bleibt die Turbine aus irgendeinem Grund stehen, öffnet sich sofort ein Magnetventil und lässt Wasser durch einen By-pass laufen. Somit friert die Leitung nie ein.

Si pour une raison quelconque la turbine s'arrête, une électrovanne s'ouvre immédiatement et laisse passer de l'eau par un tube de dérivation. Ceci empêche la conduite de geler en hiver.

Der Generator ist bürstenlos, und dank dem angewendeten Compound-System können auch Motoren mit relativ grosser Leistung gestartet werden, ohne dass die Spannung zusammenbricht.

Da diese Anlage mehrere Gebäude mit elektrischer Energie versorgt, wurde eine zusätzliche Sicherheitsvorrichtung installiert. Bei nicht korrekten Funktionsverhältnissen wie zu grosser Last, zu wenig Wasser, Überspannung, Unterspannung, zu hoher oder zu tiefer Frequenz oder zu hoher Lagertemperatur stellt ein pneumatisch betriebener Schieber die Anlage automatisch ab.

Eine weitere Möglichkeit, die aber in diesem Fall nicht genutzt wurde, wäre, die Turbinen-Generatorgruppe räumlich getrennt (bis ca 1'000 m ohne Trafostationen) von Tableau und Regelung zu installieren.



Das Instrumententableau mit den drei Reglereinheiten.

Le tableau des instruments avec les trois unités de réglage

Drei Laststufen

Die Turbinenanlage kann auf einer der drei Laststufen betrieben werden. Das ermöglicht, die Anlage in den Wintermonaten auf 10 kW, im Sommer auf 20 kW und bei Bedarf auch auf 30 kW zu betreiben. Mit der Leistungsreduktion wird dem Gewässer

im Winter nicht unnötig viel Wasser entnommen. Die Umstellung von einer Leistungsstufe auf die andere erfolgt von Hand mittels zwei Kugelhahnen bei den Turbinendüsen.

Betriebssicherheit

Die Betriebssicherheit hängt von allen Teilen der Anlage ab, von der Wasserrfassung bis zur Abflussleitung. Dies wurde bei der Projektierung und Ausführung speziell berücksichtigt. Eine gewisse Gewähr für das gute Funktionieren bot die Erfahrung mit Turbinenanlagen gleichen Typs, die bereits mehr als 10 Jahre in Betrieb sind.

Auch daran wurde gedacht: Sollte im Winter aus irgendeinem Grund die Turbine über längere Zeit stillstehen, so darf das Wasser wegen der Gefrierungsgefahr in der Leitung nicht stehenbleiben. Bei Turbinenstillstand öffnet sich automatisch ein Magnetventil, welches für einen konstanten Wasserfluss sorgt.

Keine Störungen und wenig Unterhaltsaufwand

Seit der Inbetriebnahme vor drei Jahren traten keine Störungen auf. Die Unterhaltsarbeiten waren: 3 bis 4 mal jährlich Ausspülen von Fassung und Klärbecken und Reinigen von Einlaufrost und Seihern. In den Wintermonaten war kein Unterhalt nötig. Es bildete sich auch kein Eis, das die gefasste Wassermenge reduziert hätte. Auch nach einem grösseren Lawinenein-

dergang, der Fassung und Absetzbecken zuschüttete, floss das Wasser nach einem kurzen Unterbruch wieder in normaler Menge.

Die guten Erfahrungen der ersten Jahre bestätigten sich auch noch nach dem siebten Betriebsjahr. Die Anlage stand ununterbrochen in Betrieb, und zwar zur vollsten Zufriedenheit des Besitzers.

Bewilligungen

Die Bewilligungsgesuche wurden bei der Gemeindeverwaltung eingereicht. Nach der Zustimmung durch die Baubehörde leitete die Gemeinde die Baueingabe an die kantonalen Ämter weiter (Verfahren für Bauten ausserhalb der Bauzone). Weil das ganze System nicht nur für die

Energieerzeugung, sondern auch für die Brandbekämpfung und landwirtschaftliche Bewässerung verwendet wird, bedarf es keiner Wasserrechtskonzession. Es war nur eine kantonale Bewilligung für Bauten ausserhalb der Bauzone notwendig.

Umweltschutz

Die dezentrale Energieversorgung nutzt eine einheimische erneuerbare Energiequelle und verursacht keine Emissionen. Das genutzte Wasser (nur ein kleiner Teil des vom Bach geführten Wassers) wird nur

auf einer kurzen Strecke dem Bach entzogen. Die Qualität des Wassers wird nicht beeinträchtigt. Von der ganzen Anlage sind nur die Fassung und der kleine Absetztank sichtbar.

Kosten und Finanzierung

Die Kosten für Lösch-, Bewässerungs- und Turbinenanlage betrugen Fr. 245'000.- (inkl. Eigenleistungen des Bauherrn), wobei die Mehrkosten für die Stromversorgung nur Fr. 120'000.- ausmachten. Ein Netzanschluss hätte bei Beteiligung aller Eigentümer im günstigsten Fall Fr. 160'000.- gekostet, damit wäre aber

noch keine einzige Kilowattstunde bezahlt gewesen. Bei der realisierten Anlage betragen die Stromgestehungskosten bei einem Verbrauch von 100'000 kWh/Jahr lediglich ca. 14 Rappen pro kWh. Beiträge wurden von der Feuerpolizei (Gebäudeversicherung) und von einigen privaten Institutionen gewährt.

Wahl des Rohrdurchmessers - eine wichtige Optimierung !

Choix du diamètre de la conduite forcée - une optimisation importante

Der Durchmesser soll gross genug gewählt werden, damit die wertvolle Energie nicht durch Reibungsverluste zerstört wird. Im Fall Prazet wollte man im Sommer parallel zur Turbine auch noch die Bewässerungsanlage laufen lassen. Rechnet man mit einem Verbrauch von 40 Litern pro Sekunde, so erhält man mit einem Rohrdurchmesser von 20 cm und einer Länge von 720 m Druckverluste von gut einem bar (entspricht einem Verlust von 10 m Fallhöhe). Das bedeutet, dass an der Turbine noch immer ein Druck von 11,2 bar vorherrscht. Hätte man ein 30cm-Rohr gewählt, wären zwar die Druckverluste fast auf Null gesunken, was sich aber wegen der viel höheren Leitungskosten niemals gelohnt hätte. Bei einem Durchmesser von 15 cm hingegen, wäre der Druck bei 40 l/s auf etwa 6,5 bar gesunken. Die Turbinenleistung hätte somit stark abgenommen und die Drehsprenger hätten zuwenig weit gespritzt. Man sieht also: Der Druckrohrdurchmesser stellt einen wesentlichen Wirtschaftlichkeitsfaktor einer Kleinstanlage dar und muss deshalb sorgfältig optimiert werden. **Achtung:** Wegen der Gefahr grosser Druckstösse sind bei der Anwendung von Durchflussreglern generell grössere Rohrdurchmesser zu wählen, wenn kurze Schliesszeiten nicht durch andere Massnahmen (grosse Schwungmasse, Kombination mit Lastregler) verhindert werden oder wenn kein Überdruckventil vorhanden ist.

Il faut choisir le diamètre suffisamment grand pour ne pas dissiper inutilement l'énergie précieuse dans des pertes par frottement.

Dans le cas de „Prazet“, on voulait, en été, faire fonctionner l'aménagement d'irrigation en parallèle à la turbine. En considérant un débit d'eau maximum de 40 litres par seconde passant dans un tuyau de 20 cm de diamètre et de 720 m de longueur, on obtient une perte de pression de l'ordre d'un bar (correspondant à une hauteur de chute de 10 m). Malgré cela, la pression restant disponible pour la turbine s'élève encore à 11,2 bars.

Avec un diamètre de 30 cm, on aurait quasiment réduit la perte de pression à zéro mais le coût supplémentaire de la conduite aurait entraîné un investissement non rentable.

Par contre, avec un diamètre de 15 cm, la pression restante aurait été de 6,5 bars seulement. La puissance de la turbine aurait à son tour fortement baissé et les tourniquets d'arrosage auraient pulvérisé l'eau moins loin.

On voit donc qu'il faut optimiser soigneusement le diamètre de la conduite forcée, car il constitue un facteur de rentabilité essentiel pour une petite centrale hydraulique.

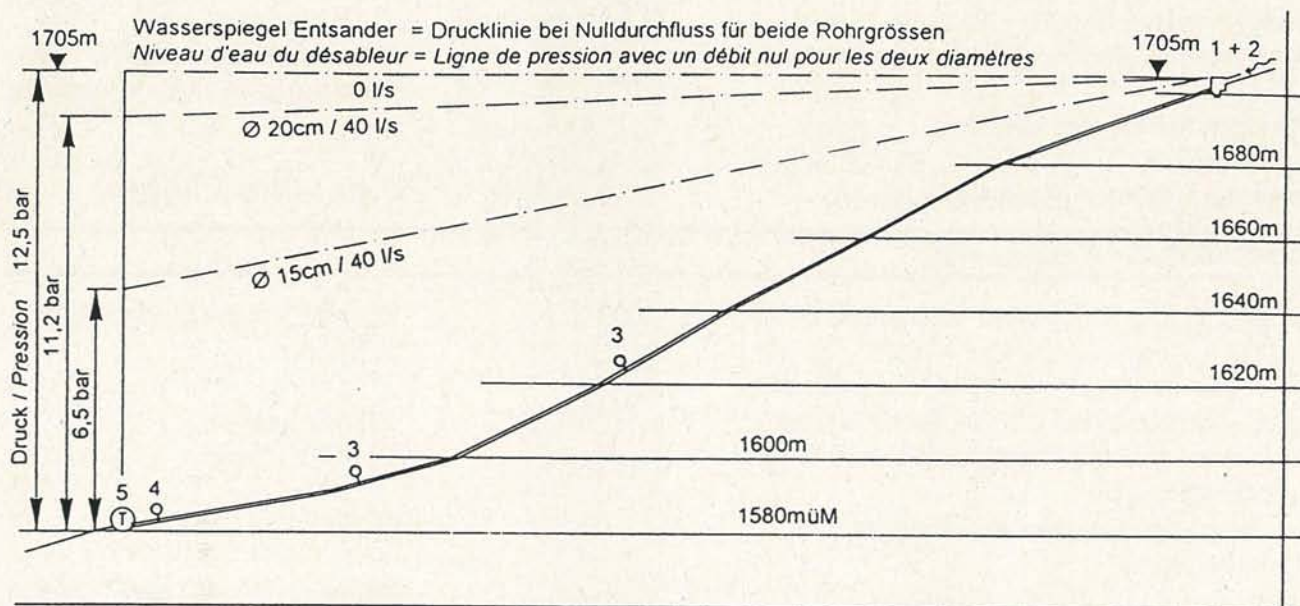
Attention: *Vu le danger très élevé des coups de bélier, il faut choisir des diamètres de conduite plus grands lorsqu'on emploie des régulateurs de débit ou s'il n'existe pas des soupapes de surpression. Cette mesure est d'autant plus nécessaire que les temps de fermeture de la turbine sont courts (limitation de la survitesse du groupe lorsque la masse tournante de celui-ci est réduite).*

Kontakt:**Besichtigungen, Planer:**

Büro d'indschegneria
 Liun Quadri
 7525 S-chanf
 Tel. 081 / 854 12 77

Betreiber:

Gian Duri Grass
 Via Sura
 7530 Zernez
 Tel. 081 / 856 18 15

**Legende**

- 1 Wasserfassung
 - 2 Entsander
 - 3 Anschluss Bewässerung
 - 4 Hydrant
 - 5 Turbine
- — — — — Drucklinie bei verschiedenen Rohrdurchmessern und 40 l/s

Légende

- 1 Prise d'eau
 - 2 Dessableur
 - 3 Raccordement avec le système d'irrigation
 - 4 Bouche d'incendie
 - 5 Turbine
- — — — — Ligne de pression avec diamètres de tuyaux différents et 40 l/s

Faustregeln für Druckverluste

- doppelte Rohrlänge - doppelte Verluste
- doppelte Wassermenge - vierfache Verluste
- halber Rohrdurchmesser - 40 fache Verluste

Règles approximatives valables pour les pertes de charge

- longueur double - pertes doubles
- débit double - quatre fois plus de pertes
- demi-diamètre - quarante fois plus de pertes

HINWEIS
CONSEIL

Daten und Kosten

Stallneubau Zernez

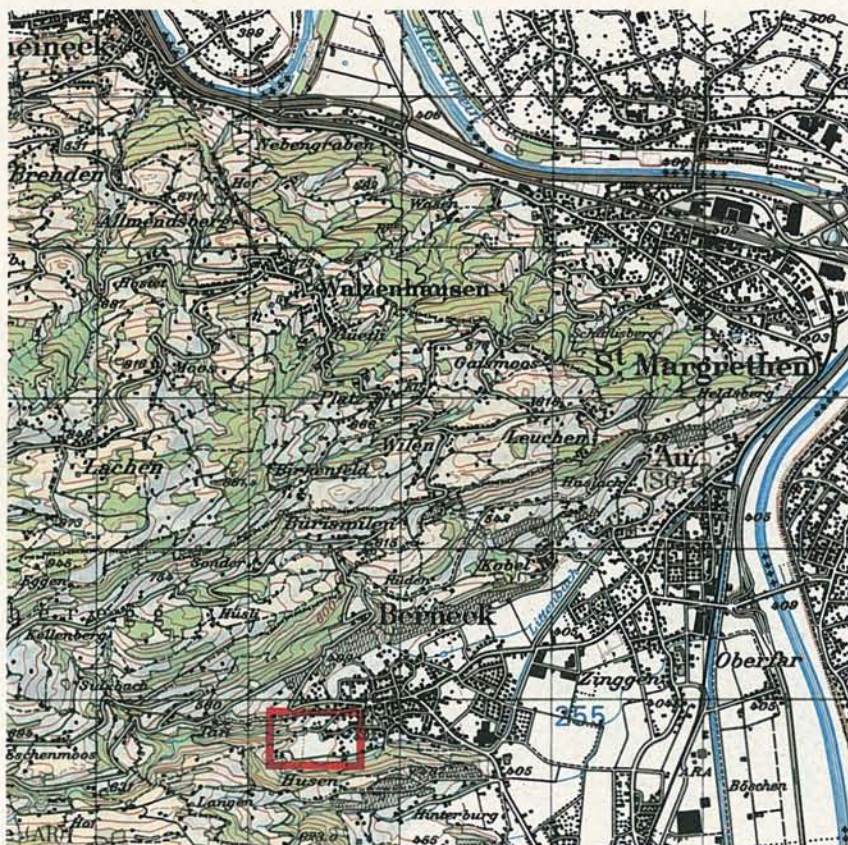
Baulicher Teil	Kosten (Fr.)	Hersteller / Lieferant
Fassung und Absetztank	31'000.- *)	Foffa + Conrad, Bauherr
Turbinenkammer	13'000.- *)	Foffa + Conrad u. Diverse
Druckleitung		
Aushub 1 - 1,5m tief	36'000.- *)	Foffa + Conrad, Bauherr
Rohr (Stahl mit Steckmuffen, Ø 200mm, Länge 720 m)	48'600.- *)	Domus Alpina, Bauherr
Abzweiger mit Absperrschieber (vier Stück, ohne Hydranten)	5'000.-	Bauherr (Montage)
Einrichtungen für Löschwasser inkl. Hydranten	12'000.-	L. Quadri, Pinggera AG, S-chanf Domus Alpina, Foffa + Conrad
Einrichtungen für die Bewässerung	5'050.-	
weitere Armaturen	1'500.-	
Abflussleitung (Grossteil davon für Drainage)	10'000.- *)	Foffa + Conrad, Bauherr
Elektromechanische Ausrüstung		
Turbine (Typ Pelton, 2 fixe und 2 verstellbare Düsen, Fallhöhe 128m, Nennwassermenge 12/22/32 l/s), mit Generator 10 / 20 / 30 kW, 220/380 Volt, bürstenlos	28'000.-	Ecowatt von der Firma IREM L. Quadri
Lastregler + Heizelemente (für die Überschusslast)	16'500.-	IREM / L. Quadri
Sicherheitsvorrichtung mit autom. Schieber (für Funktionsstörungen)	4'100.-	IREM / L. Quadri
Hauptverteiler, Schaltungen, Sicherungen (Instrumententableau)	3'700.-	IREM / L. Quadri
Diverses	600.-	IREM / L. Quadri
Verschiedenes		
Konzept, Planung, Beratung	12'000.-	Liun Quadri
Bauleitung	7'000.-	Liun Quadri
Elektriker (Montage und Verdrahtung)	4'000.-	Roner Zernez
Weitere Eigenleistungen	7'000.- *)	
Gesamtkosten	245'050.-	
Finanzierung / Unterstützungsbeiträge		
Feuerpolizei Kt. Graubünden	33'750.-	
Private Institutionen	75'000.-	
Restkosten Bauherr	136'000.-	
Total Finanzierung	245'050.-	

*) Hier sind die Eigenleistungen des Bauherrn schon enthalten.

Für die Ermittlung der Mehrkosten für die Stromerzeugungsanlage von rund Fr. 120'000.- wurden bei den Einrichtungen, welche auch der Brandbekämpfung und der Bewässerung dienen (Fassung, Druckleitung etc.) jeweils nur ein Drittel der hier aufgeführten Beträge angerechnet.

Berneck / SG

Getreidemühle



Moulin de blé



- Elektrifizierung einer vormals rein mechanischen Anlage
- Netzparallelbetrieb
- Durchströmturbine 19kW
- 50 bis 275 l/s Betriebswassermenge
- 12,75m Fallhöhe
- 380-Volt Drehstrom
- Inbetriebnahme Januar 1994
- Gesamtkosten : Fr. 120'000.-

- *Electrification d'une installation à l'origine purement mécanique*
- *Fonctionnement en parallèle au réseau public*
- *Turbine à flux traversant de 19kW*
- *Débit d'exploitation de 50 à 275 l/s*
- *Hauteur de chute de 12,75m*
- *Courant triphasé de 380 Volt*
- *Mise en service en janvier 1994*
- *Coût total : Fr 120'000.-*

Seit vielen Generationen wird die Weissmühle in Berneck von der Familie Zellweger geführt. Aber auch die Nutzung der Wasserkraft kann hier auf eine lange Tradition zurückblicken, denn soeben wurde die nachfolgend dritte Turbine gleichen Typs in die ehemalige Wasserradkammer eingebaut. Bei dieser Gelegenheit wurde die rein mechanische Kraftübertragung durch einen Generator ersetzt, was neben der Verringerung der Übertragungsverluste den riesigen Vorteil mit sich bringt, dass die Wasserkraft nun während 24 Stunden pro Tag genutzt werden kann und nicht nur während des Mahlbetriebs.

Das ist ein weiteres Beispiel einer lohnenden Investition mit einem positiven (ökologischen) Nebeneffekt, denn das Mühlebächlein liefert nicht nur Energie in Form von Wasser, sondern bereichert gleichzeitig die Wohnqualität des Quartiers. Auch die Frösche und anderes wasserliebendes Kleingetier der Umgebung wissen das bestimmt zu schätzen!

La famille Zellweger exploite depuis de nombreuses générations le moulin à blé à Berneck. Mais l'utilisation de la force hydraulique repose aussi sur une longue tradition, puisqu'il s'agit ici de la troisième turbine du même type qui vient d'être installée dans l'ancienne chambre de la roue à eau. A cette occasion, un générateur a remplacé la vieille transmission de force purement mécanique; cela a d'une part réduit les pertes de transmission, mais par ailleurs fourni l'énorme avantage d'utiliser la puissance hydraulique, non seulement pendant les opérations de mouture mais à présent 24 heures sur 24. Voici donc un nouvel exemple d'investissement rentable du point de vue financier, doublé d'un effet secondaire (écologique), puisque le ruisseau du moulin fournit par son eau non seulement de l'énergie, mais de plus améliore la qualité de vie du quartier. Aussi bien les grenouilles que les autres petits animaux amateurs d'eau vivant dans le voisinage savent apprécier cet état de choses.

Familientradition

Wo sich einst ein Mühlrad drehte, summt jetzt leise eine Durchströmturbine – bereits in der dritten Generation! – und speist zur vollen Zufriedenheit des Besitzers tagein, tagaus bis zu 19 kW Strom ins Netz.

Vor sechzig Jahren legte man vor dem Einbau der ersten Turbine zwei Gefällsstufen des Mühlekanals zu einer einzigen zusammen. Der Oberwasserkanal wurde, um das Niveau zu halten, ein Stück weit höhergelegt, und seither stellt die Vorkammer des Druckrohreinlaufes ein eigenartiges Gebilde von 3 Metern Höhe dar. Die nutzbare Fallhöhe beträgt jetzt gut 12 Meter. Bis 1993 verwendete man die Wasserkraft nur für den mechanischen Antrieb der Müllereimaschinen, nutzte sie also ausserhalb der Arbeitszeiten nicht. Die Kraftübertragung mittels Riemern verursachte überdies grosse Verluste.

Schliesslich übergab der Firmenchef Anfang 1993 einer Kleinwasserkraftwerksfirma den Auftrag, die alte Turbine zu ersetzen und gleichzeitig die Anlage zu elektrifizieren. Die gesamte Verantwortung für die Projektierung, Ausführung, Einhaltung der Termine und Inbetriebnahme lag bei einer einzigen Firma, was dem Besitzer eine zusätzliche Garantie bedeutete und ihm viele Umtriebe ersparte. Nach kurzer Umbauphase ging das Werk im Februar 1994 in Betrieb.

1997, nach vier Betriebsjahren, zeigt sich der Besitzer mit seiner Anlage zufrieden. Zwar hat er manchmal mit Wassermangel oder herangeschwemmten Buchennüssen und Eicheln zu kämpfen, was aber die maschinelle und elektrotechnische Seite betrifft, da gibt es nicht den geringsten Grund zu klagen.

Anlagebeschreibung

Die schlichte Fassung befindet sich über einer Wehrschwelle am Littenbach unmittelbar oberhalb des Dorfes. Im steilen Tobel wird der Kanal durch eine Abdeckung von Laub, Ästen und hinuntergleitender Erde geschützt. Im Dorf fließt er wieder als offenes Bächlein zwischen den Vorgärten der Häuser hindurch und an einem Überlauf vorbei zur erhöht gebauten Vorkammer. Dort kontrolliert eine Messsonde den Wasserspiegel, während der in bestimmten Zeitintervallen gereinigte Feinrechen das Eindringen von gröberen Partikeln ins Druckrohr verhindert. Durch dieses fließt das Wasser über 10 Höhenmeter hinunter zur Turbine, die verbleibenden zweieinhalb Meter werden durch ein Saugrohr genutzt.



Die seitliche Fassung mit den Grobrechen
Le captage latéral avec la grille grossière

Umbau und Elektrifizierung

Da beim Umbau weder Fallhöhe noch Wassermenge verändert wurden, war keine Änderung der bestehenden Konzession notwendig.

Die Platzverhältnisse für den Einbau von Getriebe und Generator waren sehr eng. Damit alles nebeneinander Platz fand, wurde die neue Turbine seitlich versetzt, was wiederum ein neues, auf die spezielle Geometrie zugeschnittenes Druckrohr bedingte.

Turbine, Getriebe und Generator wurden, nachdem man sie präzise aufeinander ausgerichtet und zentriert hatte, in den Betonsockel eingegossen. Nach der 14tägigen Abbindezeit fanden die ersten Probeläufe statt, bei denen die Funktionen überprüft und alle Regler und Steuerungen speziell auf die Charakteristik dieser Anlage abgestimmt wurden.

Neuer Rechen

Weil sich Herr Zellweger einen möglichst wartungsfreien Betrieb wünschte, wurde der alte, manuell gereinigte Rechen umgebaut und mit einer automatischen Reinigungsharke versehen. Wegen des neuen Kettenreinigers mussten die Stäbe verkürzt und weniger steil montiert werden. Die Stababstände sind mit 14 mm etwas kleiner als die Lamellenabstände des Turbinenlaufrades.

Aus einem manuell gereinigten Rechen wurde ein automatischer, intervallgesteuerter Rechen konstruiert.

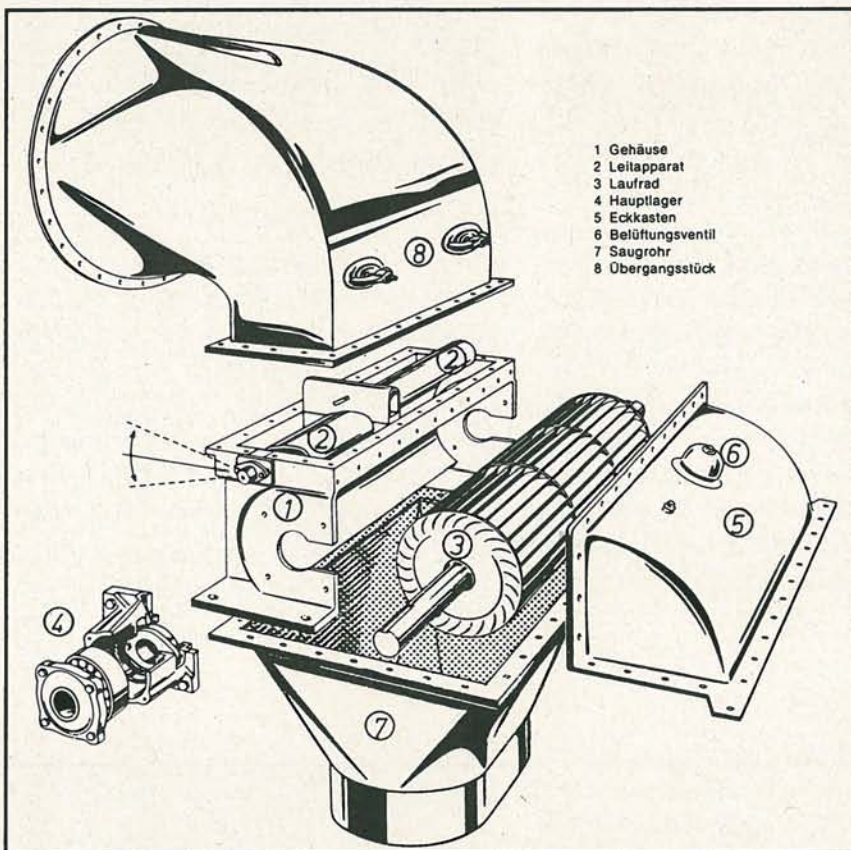
Une grille nettoyée à la main a été transformée en une grille à commande automatique de nettoyage périodique.



Durchströmturbine

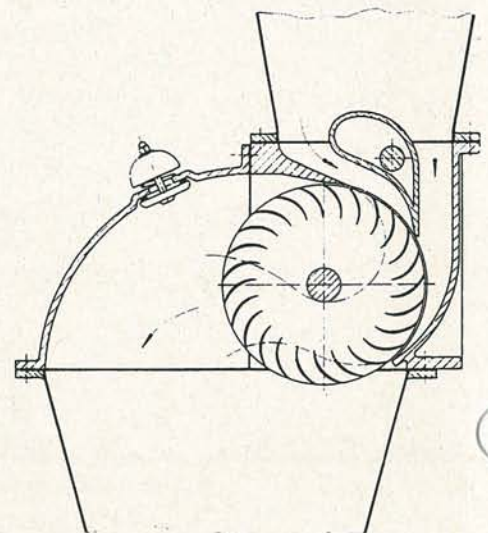
Diese walzenförmige Turbine ist in zwei verschiedenen grosse Kammern aufgeteilt (ein bzw. zwei Drittel der Breite). Je nach verfügbarer Wassermenge werden die kleine, die grosse oder auch beide Kammern gleichzeitig durchströmt. Damit arbeitet die Turbine auch bei sehr kleinen Wassermengen (bis zu 17% der Ausbauwassermenge) mit einem guten Wirkungsgrad.

Der Wasserstrahl trifft auf die aussen angeordneten Lamellen, dringt in die Turbine ein und bringt sie so ins Rotieren. Das austretende Wasser durchstösst nochmals den Lamellenkranz und gibt dabei einen zusätzlichen Impuls ab. Um grössere Druckstösse zu verhindern, besitzen die über Schliessgewichte und Hydraulikkolben betätigten Leitschaufeln lange Schliesszeiten von 30 Sekunden.



Aufbau einer zweizelligen Ossberger-Turbine

Structure d'une turbine Ossberger à deux chambres



Schnitt durch eine Ossberger Durchströmturbine

Coupe en travers d'une turbine à flux traversant Ossberger

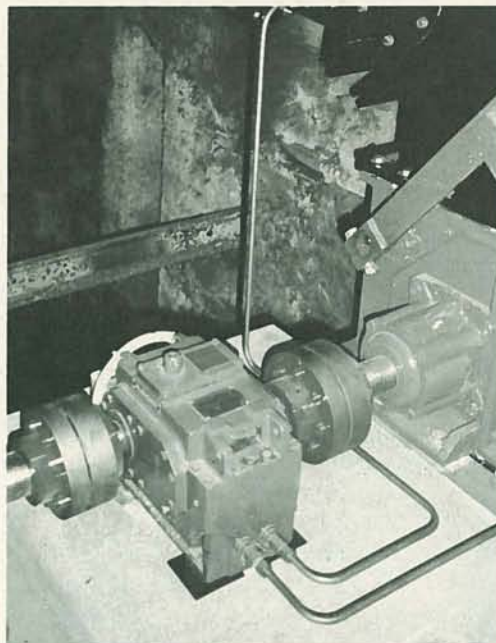
In Berneck sind die Lamellen der einen Kammer gegenüber der anderen etwas versetzt, was die Turbine besonders ruhig laufen lässt und die Lager schont. Die beidseitig vom Turbinengehäuse ge-

trennt angebrachten Pendelrollenlager sind besonders robust und eignen sich wegen des extrem kleinen Verschmutzungsrisikos des turbinierten Wassers durch Schmiermittel auch für Trinkwasserkraftwerke.



Turbine: Das durchsichtige Schläuchlein zeigt den Wasserstand im Saugrohr an.

Turbine: le petit flexible transparent indique le niveau d'eau dans le tube d'aspiration.



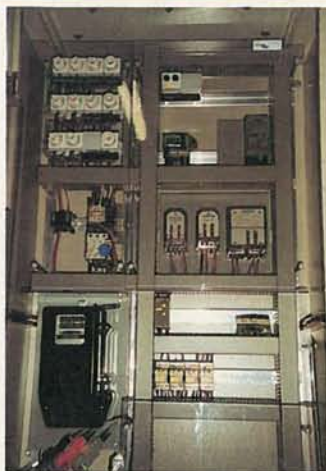
Wassergekühltes Getriebe, links und rechts davon je eine Gummizapfenkupplung zur Schonung der Maschinen. Rechts im Bild ein Pendelrollenlager der Turbine.

Jeu d'engrenages à refroidissement à eau, avec à droite et à gauche un dispositif d'embrayage à pivot en caoutchouc pour ménager les machines.

Kontaktadresse:

Besitzer:
Johann Zellweger
Weissmühle
9442 Berneck
Tel. 071 / 744 13 64

Projekt:
Fritz Egli
EW Sirnach
8370 Sirnach
Tel. 071 / 969 44 88



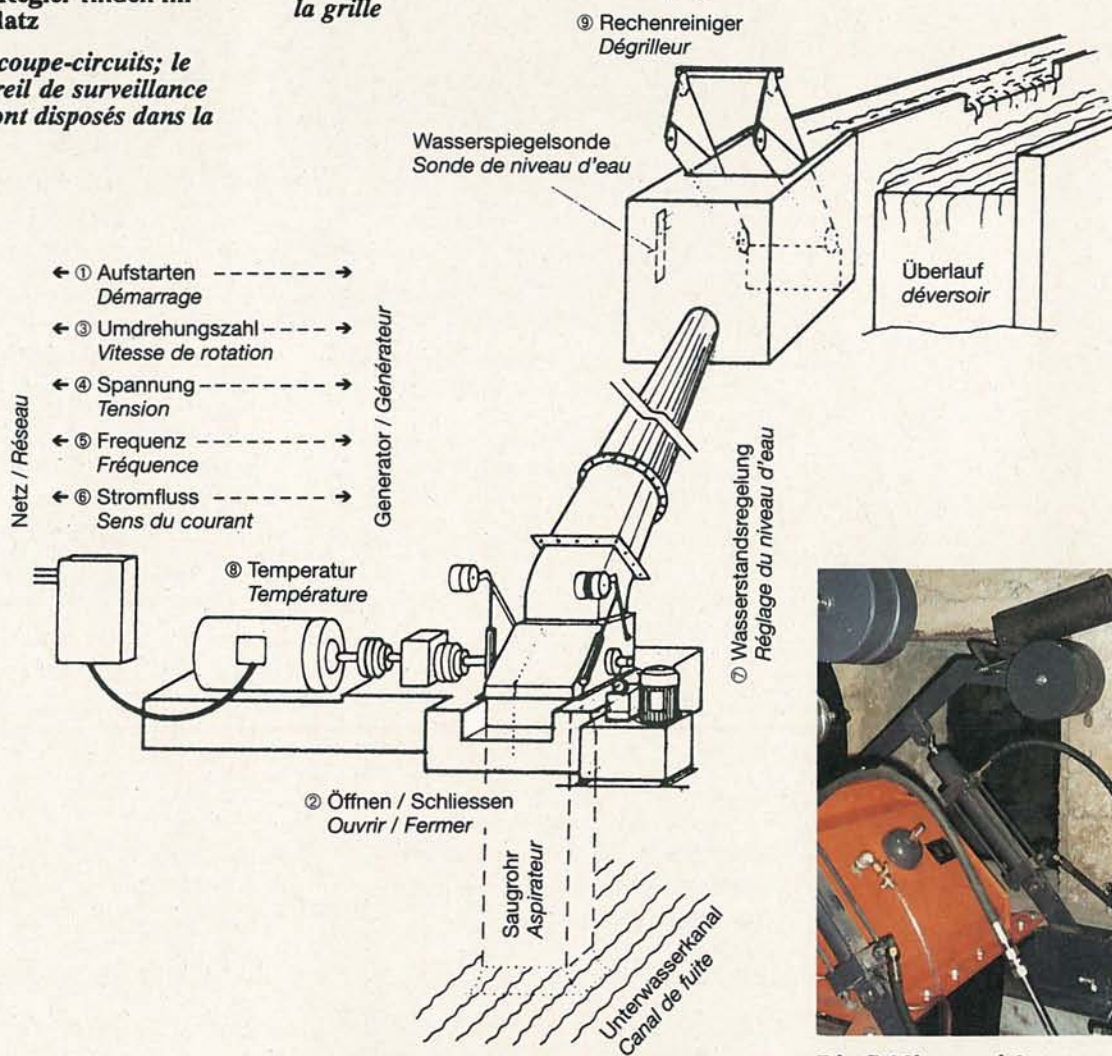
Verteiler mit Sicherungen, Zähler, Überwacher und Regler finden im selben Schrank Platz

Distributeur avec coupe-circuits; le compteur, l'appareil de surveillance et le régulateur sont disposés dans la même armoire



Der Zulaufkanal mit Überlauf, Sicherheitsabschränkung und Vorkammer mit neuer Rechenreinigungsmaschine

Le canal amont avec le déversoir, la barrière de sécurité et la chambre amont avec la nouvelle machine de nettoyage de la grille



Die Schliessgewichte senken sich bei Stromausfall. Normalerweise werden sie mit dem Hydraulikaggregat (links) positioniert.

Les masses de fermeture descendent en cas de panne de réseau. Normalement le groupe hydraulique (à gauche) les positionne.

**HINWEIS
CONSEIL**



Vollautomatischer Netzparallelbetrieb

Fonctionnement entièrement automatique en parallèle au réseau public

Gäbe es nie Störungen - weder netzseitig noch generatorseitig - und würde immer genug Wasser zur Fassung fließen, so käme eine Kleinstanlage im Netzparallelbetrieb ohne jegliche Steuer- oder Regeltechnik aus. Leider ist meistens weder das eine noch das andere der Fall.

Die moderne Elektronik löst alle Überwachungs- und Regelprobleme und befreit somit den Betreiber von ständiger Präsenz. Sie erhöht auch die Sicherheit und die Energieausbeute einer Anlage.

Si d'une part il n'y avait jamais de panne - ni du côté du réseau ni du côté du générateur - et si d'autre part l'eau pouvait couler continuellement dans le captage, une petite centrale hydraulique pourrait fonctionner sans problème en parallèle au réseau, sans avoir recours à la technique de commande ou de régulation. Malheureusement ce n'est le cas ni d'un côté ni de l'autre.

Les dispositifs électroniques modernes solutionnent tous les problèmes de surveillance et de régulation, libérant par le même coup l'exploitant d'une présence assidue sur le site. Ils permettent également d'augmenter la sécurité et le rendement énergétique d'une installation.

① **Aufstarten:** Startet auf, d.h. gibt Signale zum Öffnen der Turbine, wenn Netz unter Spannung und Wasserspiegel in der Vorkammer oben.

Démarrage: démarre, c.à.d. donne le signal d'ouverture de la turbine, lorsque le réseau est sous tension et le niveau d'eau atteint le point haut dans la chambre amont

② **Öffnen und Schliessen der Leitschaufel:** Hydraulikaggregat hebt die Schliessgewichte sehr langsam, um ein Pendeln des Oberwasserspiegels zu verhindern.

Ouverture et fermeture des aubes directrices: le groupe hydraulique soulève très lentement les masses de fermeture, pour éviter une oscillation du niveau d'eau amont

③ **Umdrehungszahl:** Koppelt den Generator ans Netz, wenn er mit 1000 U/min. dreht (50 Hertz Wechselstrom).

Vitesse de rotation: Le générateur est connecté au réseau lorsqu'il tourne à 1000 t/min. (50 hertz en courant alternatif)

④ **Spannung und Frequenz:** Überwacht die Spannung jeder einzelnen Phase generator- und netzseitig sowie die Frequenz des Generators. Koppelt vom Netz ab, sobald ausserhalb des Toleranzbereiches. Turbine schliesst dann.

Tension et fréquence: surveille la tension de chaque phase du côté générateur et du côté réseau ainsi que la fréquence du générateur. Déconnecte du réseau dès que l'on se trouve en dehors de la plage de tolérance. La turbine se ferme alors.

⑥ **Stromfluss:** Überwacht Richtung des Stromes, koppelt ab, wenn Strom vom Netz zum Generator fliesst. Turbine schliesst dann.

Sens du courant continu: surveille le sens du courant, déconnecte dès que le courant circule du réseau vers le générateur. La turbine se ferme alors.

⑦ **Wasserstandsregelung:** Das Hydraulikaggregat öffnet die Turbine, solange Wasserspiegel in der Vorkammer zu hoch, und schliesst sie, sobald Wasserspiegel zu tief.

Réglage du niveau d'eau: le servomoteur hydraulique ouvre la turbine quand le niveau d'eau amont monte, et la ferme quand il descend.

⑧ **Temperaturfühler:** Abschaltung bei zu hoher Temperatur.

Capteur de température: Déconnecte lorsque la température est trop élevée.

⑨ **Intervallgesteuerter Rechenreiniger**

Dégrilleur à commande périodique

Daten und Kosten

Weissmühle Berneck

Baulicher Teil	Kosten (Fr.)	Hersteller / Lieferant
Mauerarbeiten: Ausbesserung der Fassung, des Kanals und der Vorkammer, Anpassung Turbinenkammer, Eingiessen der Turbine	20'000.-	lokale Firma
Stahlwasserbau		
Rechen (Umbau und Einpassung) Rechenreiniger	(s. unten)	Ossberger GmbH & Co.
Druckleitung (neuer unterster Teil zwecks Anpassung, ca. 4 m)	*)	
Saugrohr		
Elektromechanische Ausrüstung und Netzanschluss		
Turbine (Typ Ossberger, zweikammrig, Fallhöhe 12,75m, Nennwassermenge max. 275 l/s) mit Generator 19 kW, 220/380 Volt Getriebe Hydraulikaggregat für Schliessgewichte Regler, Steuerung	85'000.-	inkl. Rechen und Rechenreiniger) Ossberger GmbH & Co. Weissenburg (Bayern) CH-Vertretung: F. Egli, EW Sirmach
Hauptverteiler, Schaltungen, Sicherungen, Netzanschluss	8'000.-	EW Sirmach (SG)
Verschiedenes		
Konzept, Planung, Beratung Bauleitung, Inbetriebnahme	2'500.-	EW Sirmach (SG)
Gebühren ans ESTI (sicherheitstechnische Kontrollen)	1'000.-	Bauherr
Gesamtkosten	120'000.-	

*) Angaben z.Z. nicht verfügbar.

77 Demonstrationsanlagen

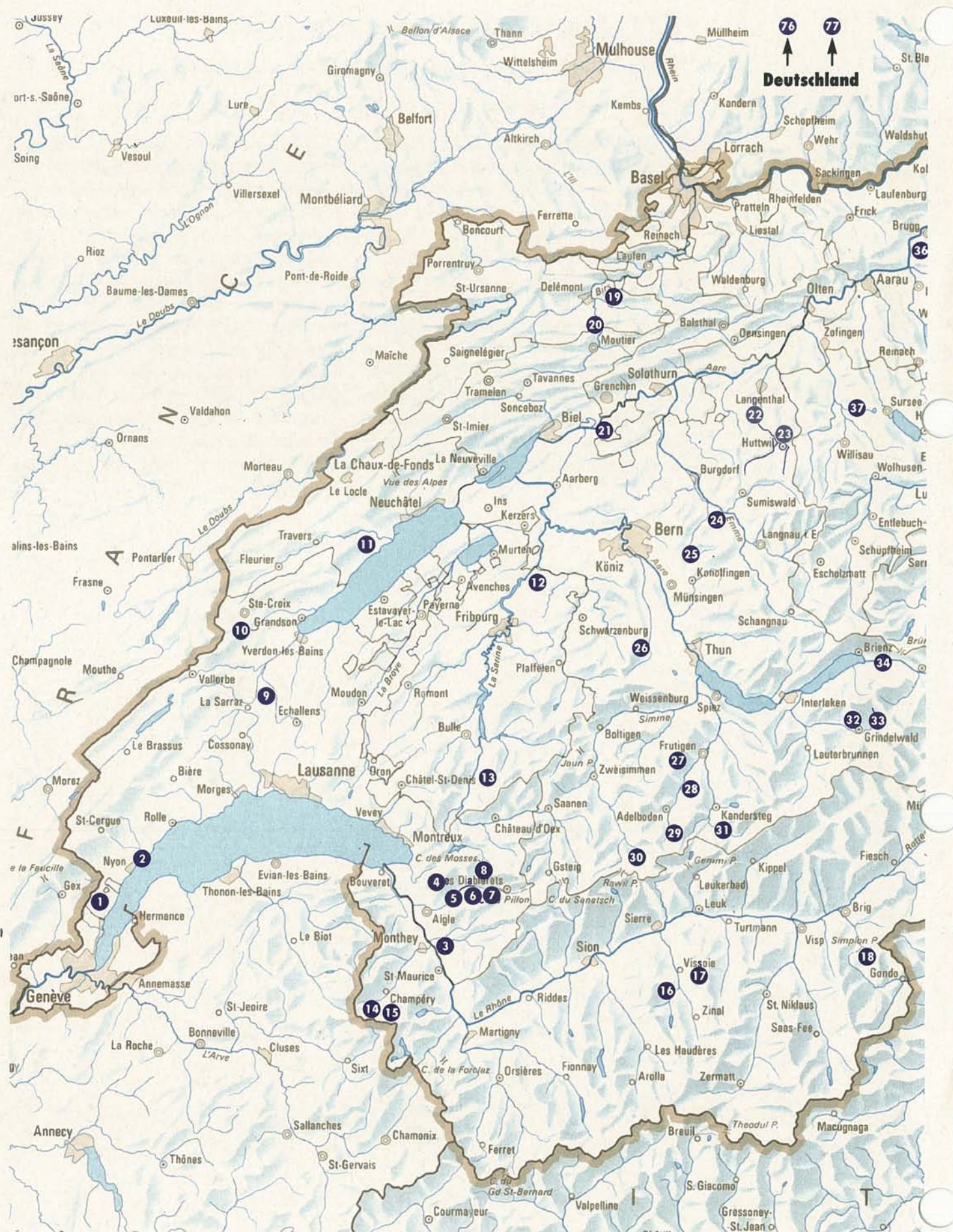
77 Centrales de démonstration

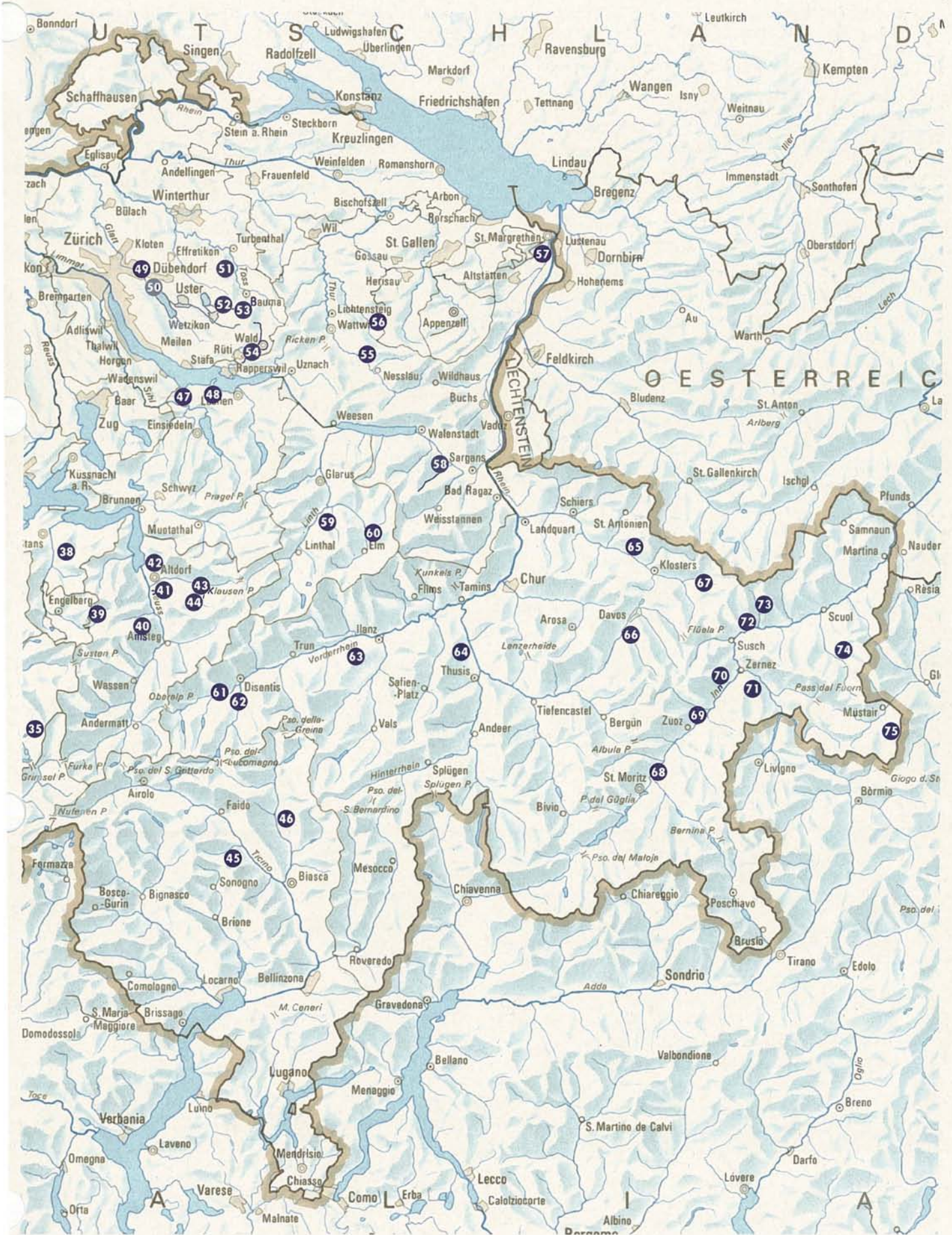
Zu den acht beschriebenen Pico-Kraftwerken werden im folgenden 69 weitere Anlagen aufgeführt, deren Betreiber, Besitzer, Planer oder Hauptlieferanten sich für das Erteilen von Auskünften oder sogar für die Vorführung ihrer Anlagen zur Verfügung stellen. Für ihre Freundlichkeit und Grosszügigkeit sei ihnen an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt.

Die Leser, die vom Angebot einer Vorführung profitieren möchten, bitten wir, vorgängig unbedingt mit einer der aufgeführten Kontaktpersonen telefonisch Verbindung aufzunehmen.

Outre les huit Pico-centrales déjà décrites, 69 autres installations sont encore mentionnées dans ce qui suit; leurs exploitants, propriétaires, concepteurs ou fournisseurs principaux se mettent volontiers à la disposition des intéressés pour les informer, voire les recevoir en vue d'une démonstration sur site. Nous tenons ici à leur renouveler nos remerciements sincères pour l'amabilité et la largeur d'esprit dont ils ont fait et feront encore preuve.

Nous prions instamment les lecteurs désireux de profiter d'une démonstration sur les lieux, de prendre au préalable contact téléphonique avec l'une des personnes énumérées.





Ort und Name der Anlage
Lieu et nom de la micro centrale
Kontaktpersonen
Personne à contacter

 Turbinentyp Leistung Fallhöhe Wassermenge
 Type de Turbine Puissance Chute Débits

 Betreiber / Besitzer Planer / Hauptlieferant
 Usinier / Propriétaire Projecteur / Fournisseur

Canton de Vaud

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|--|
| 1 Bogis-Bossey
Francis 11 kW 2,4 m 600 l/s
modernisation, dégrilleur minuterie | Moulin de l'Oie
parallèle | Aebi Michel
Moulin de l'Oie
1279 Bogis - Bossey
022 / 776 24 61 | JMC - Engineering
J.-M. Chapallaz
1446 Baulmes
024 / 459 24 73
Fax 024 / 459 24 73 |
| 2 Nyon
Kaplan 40 kW 2,8 m 450 l/s | Domaine de Calève
combiné | Glauser Georges A.
Rue Enning 4
1003 Lausanne
021 / 312 38 73 | JMC - Engineering
J.-M. Chapallaz
1446 Baulmes
024 / 459 24 73
Fax 024 / 459 24 73 |
| 3 Bex
Pelton 0,7 kW 90 m 1,5 l/s
installé dans une chambre brise énergie existante en dérivation; alimente un relais T.V. | Joux Ronde aux Plans
îlot | Administration communale
M. Maendly
1880 Bex
024 / 463 02 66 | Bureau Gaberel
av. Gare 10
1880 Bex
024 / 463 36 57 |
| 4 Le Sepey
Pelton 0,8 kW 90 m 1,5 l/s
fonctionne uniquement les week-ends | Le Sepey
îlot | | A. Nicollier-Vogel
Atelier mécanique
1864 Vers l'Eglise VD
024 / 492 31 17 |
| 5 La Forclaz
Pelton 4 kW 76 m 7,2 l/s
Pour l'éclairage, le frigo la machine à traire etc. d'un chalet d'alpage; | La Forclaz
îlot | | A. Nicollier-Vogel
Atelier mécanique
1864 Vers l'Eglise VD
024 / 492 31 17 |
| 6 Vers l'Eglise
Roue à eau 18 kW 3 m 1000 l/s
Roue métallique, prototype.
voir p. 47 | Roue à eau
parallèle | Busset Jean-Philippe
Scierie
1864 Vers-l'Eglise VD
024 / 492 30 51 | Nicollier / Busset |
| 7 Vers-l'Eglise
Pelton 10 kW 80 m 20 l/s
Installation de 1948 | Vers-l'Eglise
îlot | | A. Nicollier-Vogel
Atelier mécanique
1864 Vers l'Eglise VD
024 / 492 31 17 |
| 8 Les Mosses
Pelton 14 kW 60 m 35 l/s
Reglage du niveau sur ouverture de la turbine | Les Mosses
parallèle | | A. Nicollier-Vogel
Atelier mécanique
1864 Vers l'Eglise VD
024 / 492 31 17 |
| 9 Bavois
Flux traversant 28 kW 12,5 m 300 l/s | Moulin de Bavois
parallèle | Delay Dominique
Le Moulin
1372 Bavois
024 / 441 45 90 | JMC - Engineering
J.-M. Chapallaz
1446 Baulmes
024 / 459 24 73
Fax 024 / 459 24 73 |
| 10 Baulmes
Flux traversant 14 kW 9 m 200 l/s
Situé sur un torrent; régime très variable | L. Bardet
parallèle | Bardet L.
Rue des Scies
1446 Baulmes
024 / 459 14 42 | JMC - Engineering
J.-M. Chapallaz
1446 Baulmes
024 / 459 24 73
Fax 024 / 459 24 73 |

Canton de Neuchâtel

- | | | | |
|--|------------------------------|--|--|
| 11 Boudry
Francis 20 kW 3,8 m 850 l/s
Modernisation en 1991; Marche toute l'année; avec passe de poisson | Rossetti
parallèle | Rossetti Albert
7 fbg. Ph.-Suchard
2017 Boudry
032/ 842 10 58 | JMC - Engineering
J.-M. Chapallaz
1446 Baulmes
024 / 459 24 73
Fax 024 / 459 24 73 |
|--|------------------------------|--|--|

Ort und Name der Anlage
Lieu et nom de la micro centrale

Turbinentyp	Leistung	Fallhöhe	Wassermenge
Type de Turbine	Puissance	Chute	Débits

Kontaktpersonen
Personne à contacter

Betreiber / Besitzer	Planer / Hauptlieferant
Usinier / Propriétaire	Projecteur / Fournisseur

Canton de Fribourg

- | | | |
|---|---|--|
| <p>12 Bösingen Riederberg
 Durchström 2 kW 3,3 m 125 l/s
 Eigenbau; Herr Buntschu kann zahlreiche weitere Anlagen verschiedenster Art vorführen</p> | <p>Buntschu Dominik
 Mech. Werkstätte
 3178 Bösingen / FR
 031 / 747 78 41
 Fax 031 / 747 79 41</p> | <p>Buntschu
 Mech. Werkstätte
 3178 Boesingen / FR
 031 / 747 78 41
 Fax 031 / 747 79 41</p> |
| <p>13 Grandvillard Scierie Brocard
 Francis 20 bis 25 kW 11 m ilôt
 Vieille installation avec un bassin d'accumulation qu'on utilisait pour les machines de la scierie. Maintenant génératrice pour la lumière, quelquefois pas assez d'eau.</p> | <p>Brocard Paul
 Scierie
 1666 Grandvillard
 026 / 928 13 72</p> | |

Canton de Valais

- | | | |
|--|---|--|
| <p>14 Champéry Bonaveau
 Pelton 7 kW 142 m 8 l/s ilôt
 Réalisé dans le cadre d'un travail de diplôme. Réglage manuel du débit d'eau. Récupération de l'énergie non utilisé pour chauffer l'eau sanitaire. Accessible à partir du mois de juin</p> | <p>Olivier
 r. de la Fin
 1874 Champéry
 024 / 479 11 60
 077 / 22 02 60 en été</p> | <p>Clément
 M. Olivier
 1874 Champéry
 024 / 479 11 60
 077 / 22 02 60</p> |
| <p>15 Champéry Cabane Antrémaz
 Pelton 5 kW 50 m 12 l/s ilôt
 Captage d'une source; usage comme eau potable; On ne voit ni la captage ni conduite. Accessible à partir du 20 juin. Tel. Cabane: 077 / 22 71 40</p> | <p>Jordan Fernand
 Organism. Champian.
 1871 Choëx
 024 / 471 10 26</p> | <p>ELSA
 Ch. St. Hubert 59
 1950 Sion
 027 / 322 57 21</p> |
| <p>16 Grimentz Alpage Avoin
 Pelton 4 kW 80 m 6 l/s ilôt
 Réfection de la roue de l'injecteur. Modification de l'excitation de l'alternateur.</p> | <p>Administration communale
 3961 Grimentz
 027 / 475 15 83</p> | <p>ELSA
 Ch. St. Hubert 59
 1950 Sion
 027 / 322 57 21</p> |
| <p>17 St Luc Hotel du Weisshorn
 Pelton 32 kW 110 m 36 l/s ilôt
 avec groupe diesel (en cas de siège); l'accès à la captage est plus simple en été</p> | <p>Ammann Urs
 Hôtel du Weisshorn
 3961 St. Luc
 027 / 475 11 06</p> | <p>ELSA
 Ch. St. Hubert 59
 1950 Sion
 027 / 322 57 21</p> |
| <p>18 Simplon-Hospiz Hospice du Simplon
 Pelton 30 kW 28 m 120 l/s parallèle
 remplacement d'un ancien group de 12 kW</p> | <p>Prior
 Hospiz
 3907 Simplon-Hospiz
 027 / 979 13 22</p> | <p>ELSA
 Ch. St. Hubert 59
 1950 Sion
 027 / 322 57 21</p> |

Canton de Jura

- | | | |
|--|--|---|
| <p>19 Vicques Charmillot S.A.
 Kaplan (ch. ouv.) 40 kW 3,8 m 1300 l/s combiné
 voir Après d'être hors service pendant 15 ans la vieille turbine Francis a été
 p. 17 remplacée par un prototype d'une turbine Kaplan à chambre ouverte.</p> | <p>Charmillot S.A.
 moulins
 2824 Vicques
 032 / 435 65 64</p> | <p>JMC - Engineering
 J.-M. Chapallaz
 1450 Ste. Croix
 024 / 454 10 42</p> |
|--|--|---|

Kanton Bern

- | | | |
|--|---|--|
| <p>20 Moutier Scierie Birse
 Francis (ch. ouv.) 25 kW 4 m 650 l/s Parallèle
 voir La vieille Turbine a été renouvelée; Un seuil de fond au-dessus du barrage
 p. 57 endommagé dirige l'eau vers la prise.</p> | <p>Zahno Bertrand
 ch. Fin Lépine 2b
 2740 Moutier
 032 / 493 17 28</p> | <p>Hydrelec Ingenieur
 A. Engel
 5318 Mandach
 056 / 284 22 66</p> |
|--|---|--|

Ort und Name der Anlage Lieu et nom de la micro centrale				Kontaktpersonen Personne à contacter	
Turbinentyp Type de Turbine	Leistung Puissance	Fallhöhe Chute	Wassermenge Débits	Betreiber / Besitzer Usinier / Propriétaire	Planer / Hauptlieferant Projecteur / Fournisseur
21	Oberwil b. Büren Wasserrad 1 bis 4 kW Gleich zwei Wasserräder treiben in Oberwil Generatoren an. Das eine davon kann auf das alte Getriebe umgeschaltet werden, welches die alte Mühleinrichtung antreibt.	5 m	Mühle Netz	Otti - Nussbaum Ulrich Mühle 3298 Oberwil 032 / 351 24 18	Peter Kislig Antiquitäten AG 3298 Oberwil 032 / 351 33 93
22	Leimiswil Francis 35 kW Die Zwilling-Schachtturbine wurde nach alter Vorlage neu aufgebaut, deshalb waren keine baulichen Veränderungen notwendig. Ein Riemen überträgt die Kraft auf den Asynchrongenerator. (Leimiswil liegt zw. Madiswil und Kleindietwil)	5,6 m 1000 l/s	Untere Mühle Netz	Leuenberger Werner Unterlindenholz 4935 Leimiswil 062 / 965 17 87	P. Kast Ingenieurbüro 3052 Zollikofen 031 / 911 11 54
23 siehe S. 25	Huttwil Kaplan 35 kW 1990 Kaplan turbine und automatisches Wehr eingebaut; 1995 Ersatz der Turbine, seither störungsfrei	5 m 1200 l/s	Frilo Strickwarenfabrik Netz	Frilo Strickwarenfabrik Kurt Loosli 4950 Huttwil 062 / 962 11 19	
24	Schwanden i. E. Francis 7,5 kW Die Wasserversorgung pumpt dem Bach leider viel Wasser ab. Die Turbine wurde revidiert. Boiler und Zentralheizung (kombiniert mit Holz) angeschlossen. Alles selber gemacht.	8 m 125 bis 150 l/s	Mosimann Netz	Mosimann Hans Handlung Dorfstr. 3433 Schwanden i.E. 034 / 461 34 39	
25	Enggistein (Worb) Francis 5 kW Erste Turbine bereits im Jahre 1856 in Betrieb; wurde früher zum Mahlen gebraucht, jetzt liefert sie Heizstrom für sechs Wohnungen. Leistungsabgabe über Plus-/Minus-Zähler ins bzw. aus dem BWK-Netz;		Mühle Enggistein	Schmid Kurt Mühle 3077 Enggistein 031 / 839 20 93	Hans Kobel Bühlmatt 3416 Affoltern i.E. 034 / 435 14 13
26	Blumenstein Wasserrad 12 kW Der antike Wert der Mühle blieb erhalten, trotz Generator. Dieser wird über das alte Getriebe, welches Zahnräder mit Holzzähnen besitzt, angetrieben.	5,4 m 280 l/s	Mühle Netz	Zaugg Hans Mühle 3638 Blumenstein 033 / 356 11 25	
27	Frutigen Pelton 6 kW Vor gut zehn Jahren durch die Familie Allenbach erbaut; speist jährlich etwa 30'000 kWh ins Netz	185 m 6 l/s	Ried Insel	Allenbach Samuel Adelbodenstr. 209 3724 Ried b. Frutigen 033 / 671 11 05	
28 siehe S. 37	Adelboden Pelton 2,5 bis 4 kW Liefert den Strom für drei Gebäude auf der Voralp, inkl. Melkmaschinen; Fernsteuerkabel für Umschaltung von 4 auf 7 l/s.	100 m 4 bis 7 l/s	Hirzboden Insel	Fuhrer-Born Hans Rinderwald 3725 Achseten 033 / 673 23 40	
29	Adelboden 2 Pelton 28 kW fast alles selber gemacht; Dieselmotor schaltet bei Senkung der Drehzahl automatisch zu;	240 m 6 bis 22 l/s	Samuel Trachsel Insel	Trachsel Samuel Boden 3715 Adelboden 033 / 673 16 77	
30	Lenk Pelton 9 kW Versorgt drei Alphütten und Bergrestaurant mit Touristenunterkunft; Warmluftofen. Die Überschussenergie wird verheizt.	110 m 9,8 l/s	Alp Raezlisberg Insel	Allemann Hans Burgbühl 3775 Lenk i.S. 033 / 733 12 86	Ecowatt Turbinen Peter Müller 3604 Thun 033 / 336 68 20
31	Kandersteg / Selden Durchström 35 kW Diese Anlage im Gasterntal versorgt das Gasthaus "Steinbock" mit Strom. Die Fassung besteht aus einem Tiroler Wehr und befindet sich unterhalb eines Wasserfalles. Wegen dieser speziellen Lage wurde sie durch eine eindruckliche Holzkonstruktion geschützt.	40 m 50 bis 150 l/s	Leitibach Insel	Künzi Christian Gasthaus Steinbock, Selden 3718 Kandersteg 033 / 675 11 62	Hydrelec Ingenieure A. Engel 5318 Mandach 056 / 284 22 66

Ort und Name der Anlage Lieu et nom de la micro centrale				Kontaktpersonen Personne à contacter	
Turbinentyp Type de Turbine	Leistung Puissance	Fallhöhe Chute	Wassermenge Débits	Betreiber / Besitzer Usinier / Propriétaire	Planer / Hauptlieferant Projecteur / Fournisseur
32 Grindelwald Pelton 8,6 kW	50 m 26 l/s	Alp Bachläger Insel		Bohren Hansotto Bergschaft Scheidegg 3818 Grindelwald 033 / 853 31 33 079 / 434 13 17	
Druckleitung offen durch felsiges Gelände gelegt					
33 Grindelwald Pelton 8 kW	Insel	Scheidegg - Oberläger		Bohren Hansotto Bergschaft Scheidegg 3818 Grindelwald 033 / 853 31 33 079 / 434 13 17	
Schwungrad eingebaut; die Anlage steht nur im Monat August in Betrieb.					
34 Brienzwiler Pelton TW 6,4 kW	266 m 4 l/s	Trigli, Wasserpumpe Netz/mech.		Gemischte Gemeinde El.-versorgung 3856 Brienzwiler 033 / 951 15 10 Herr M. Wenger	JMC - Engineering J.-M. Chapallaz 1446 Baulmes 024 / 459 24 73 Fax 024 / 459 24 73
Eine grössere Pelton turbine speist über einen Asynchrongenerator 136kW ins Netz, während eine zweite Turbine über eine direkt gekoppelte Pumpe jede Sekunde 13 Liter Wasser ins 50 Meter höher gelegene Reservoir fördert (Gesamt-wirkungsgrad ca. 60%). Beide Turbinen werden mit Trinkwasser					
35 Guttannen Pelton 7,5 kW	70 m 33 l/s	Gelmerhütte SAC Insel		Schläppi - Kuster Walter Grimselstrasse 3864 Guttannen P : 033 / 973 11 41 G : 033 / 973 13 33	JB Jost Brugg AG A. Bürgi 5200 Brugg 056 / 441 06 06 Fax 056 / 460 89 90
Leistungsregler mit Transduktor (ältere Technik) und zwei Ausgängen. Mit dem Strom wird gekocht und Warmwasser erzeugt. Tel. Hütte: 033/973 11 80					

Kanton Aargau

36 Schinznach Wasserrad 4 kW	5 m	Mittlere Mühle		Hartmann Adolf Mühlegässli 14 5107 Schinznach Dorf 056 / 443 12 33	
Wasserrad unterstützt den Elektromotor für die Mühle, mit welcher jährlich etwa 20 Tonnen Mehl produziert werden. Zur Zeit wird der Wasserkämel erneuert.					

Kanton Luzern

37 Schötz Durchström 4,5 kW	4,7 m 150 l/s	Glang Netz		Renggli AG Holzbau & Sägerei 6247 Schötz 062 / 756 21 09	
Beratung durch die Energieberatungsstelle der regionalen Elektrizitätsgesellschaft CKW Luzern (Technik, Recht, Wirtschaftlichkeit); Erfolgskontrolle nach 2 Jahren; Informationen bei Herrn Wyss 041 / 249 57 07					

Kanton Nidwalden

38 Wolfenschiessen Pelton 15 kW	110 m 22 l/s	Oelberg Netz		Christen Theo Seeliplatz 8 6386 Wolfenschiessen 041 / 628 11 44	Sigrist AG Brünigstr. 260 6072 Sachseln 041 / 660 14 10
Mit Reservoir, früher wurde Gleichstrom erzeugt, seit ca. 13 Jahren ist die Anlage ans Netz gekoppelt.					

Kanton Uri

39 Surenenpass Pelton 16 kW	220 m 11 l/s	Alp Aebnet Insel		Zurfluh-Arnold Josef Obermatt 6468 Attinghausen Jun-Sep 077 / 43 08 82	
Fassung in steilem Gelände, Solar-Niveauekontrolle. Besichtigung nur während der Alpzeit von Juni bis Sept. möglich; Beschreibung im FAT-Bericht 348. Nachträglich Entsander eingebaut und Schwungrad montiert.					
40 Erstfeld Pelton 18 kW	75 m 50 l/s	Krötenhütte SAC Insel		Wyrsh Markus Bergführer 6472 Erstfeld 041 / 880 01 22 (Hütte) 041 / 880 01 72 (Erstfeld)	Turbal Stockenstr. 27 9249 Algetshausen 071 / 951 66 22
Fr. 3000.- jährl. Einsparungen an Helikopterflüge für Brennholztransporte; Nur im Sommer in Betrieb; Das Turbinenhäuschen ist sehr unauffällig in eine steile Felsstufe gebaut.					

Ort und Name der Anlage Lieu et nom de la micro centrale				Kontaktpersonen Personne à contacter	
Turbinentyp Type de Turbine	Leistung Puissance	Fallhöhe Chute	Wassermenge Débits	Betreiber / Besitzer Usinier / Propriétaire	Planer / Hauptlieferant Projecteur / Fournisseur
41	Bürglen	Mühle Brügg		Burkhalter Ernst Rüttistr. 6 6467 Schattdorf 041 / 870 86 39	
Wasserrad 4 kW	6 m 100 l/s	Netz			
Grösstes Wasserrad im Kanton Uri, Durchmesser 5,5m. Vor kurzem wurde der Schaufelkranz ausgewechselt. Direkt unterhalb der Klausenpassestrasse bei der Seilbahnstation nach Biel und Ruegig.					
42	Altdorf UR	Waldis		Waldis Leo Hellgasse 38 6460 Altdorf 041 / 870 76 18	EW Sirmach Herrn F. Egli 8370 Sirmach 071 / 969 44 80
Durchström 27 kW	4,9 m 800 l/s	Netz			
Ersatz einer Rohrturbine durch Durchström-Turbine ohne bauliche Veränderung (Sonderkonstruktion)					
43	Unterschächen	Bielen-Säge		Stiftung pro Bielen-Säge Utzigmattweg 10 6460 Altdorf	Führungen: Herr J. Herger Utzigmattweg 10 6460 Altdorf 041 / 870 64 60
Wasserrad 1 kW	3 m 65 l/s	mech.			
Die Stiftung "Pro Bielen-Säge" stellte diese aus dem letzten Jahrhundert stammende Anlage am Eingang zum Brunnital wieder instand und bietet nun Führungen an. Künftig soll ein kleiner Generator für die Beleuchtung sorgen.					
44	Unterschächen	Sittlialp		Horat Toni Käserei Sittlialp 6464 Spirigen 041 / 879 17 86 041 / 879 18 05	Energietechnik Paul Furrer 6460 Altdorf 041 / 871 09 09
Pelton 24 kW	149 m 22 l/s	Insel			
Nur von Mitte Juni bis Mitte September in Betrieb; Diese moderne Alpkäserei produziert seit 1984 jährlich 15,5 Tonnen Käse sowie weitere 8 Tonnen Milchprodukte. Am 7. Juni 1991 ging nach dreijähriger Planungs- und Bauzeit die neue Energieversorgungsanlage in Betrieb.					

Cantone Ticino

45	Chironico	Rif. Alpe Sponda SAT		Ferraro Giovanni Franchini 8 6828 Balerna 091 / 683 26 79	Studiozeta Ing. F. Zacché 6702 Claro
Pelton 5 kW	50 m 14 l/s	Insel			
Si trova a quota 1970 m circa di altitudine, funziona ininterrottamente dal mese di maggio a fine ottobre; completamente automatica; un regolatore apre i getti della turbina in caso di una richiesta superiore e viceversa; con bacino di accumulazione; produce corrente a 380 Volt					
46	Acquarossa	Falegnameria		Borgna Romano Comprovasco C.P. 28 6716 Acquarossa 091 / 871 12 55	Studiozeta Ing. F. Zacché 6702 Claro
Pelton 10 kW	102 m 12,5 l/s	ilôt			
1500 giri al minuto					

Kanton Schwyz

47	Wollerau	Untermühle		Kälin Erich Bahnhofstr. 8 8832 Wollerau 01 / 784 10 24	ITECO AG Alte Obfelderstr. 68 8910 Affoltern am Albis 01 / 762 18 18 Fax 01 / 762 18 15
Durchströmturb. 8 kW	6 m 200 l/s	Netz			
Realisiert 1993/1994. Der Bauherr übernahm das meiste selber, und zog das Ingenieurbüro nur für einzelne Fragen bei.					
48	ob Pfäffikon	Ferienhaus			EW Sirmach Herrn F. Egli 8370 Sirmach 071 / 969 44 80
Durchström ?	52 m 25 l/s	Insel			

Kanton Zürich

49	Dübendorf	Mittlere Mühle		Gasser Jürg Birchlenstr. 10 8600 Dübendorf 01 / 820 30 24	
Wasserrad					
Generator wird erst eingebaut; Wehranlage mit Tafelschützen; ehemals mech. Werkstätte bis 1952					
50	Dübendorf	Obere Mühle		Obere Mühle Herr Zobrist 8600 Dübendorf 01 / 820 17 46 (werktags)	Turbal Stockenstr. 27 9249 Algetshausen 071 / 951 66 22
Wasserrad	Netz				
Ein Generator speist Strom ins Netz; leider steht wegen Ansprüchen Dritter nicht genügend Wasser für einen tadellosen Antrieb des Wasserrades zur Verfügung.					

Ort und Name der Anlage Lieu et nom de la micro centrale				Kontaktpersonen Personne à contacter	
Turbinentyp Type de Turbine	Leistung Puissance	Fallhöhe Chute	Wassermenge Débits	Betreiber / Besitzer Usinier / Propriétaire	Planer / Hauptlieferant Projecteur / Fournisseur
51 Wila			Rosenberg	Bachmann Ralph Rosenbergstr. 6 8492 Wila 052 / 385 20 35	Iteco AG Alte Obfelderstr. 68 8910 Affoltern am Albis 01 / 762 18 18 Fax 01 / 762 18 15
Pelton 30 m 15 bis 20 l/s mech. Diese historische Wasserkraftanlage wurde für den mech. Antrieb von alten Spinnereimaschinen restauriert; Herr Bachmann führte die Arbeiten mit Schülern und Lehrlingen durch; technische Teilberatung durch Ingenieurfirma.					
52 Hittnau			Mühle Balchenstal	Bosshardt Werner Mühle Balchenstal 8335 Hittnau 01 / 950 14 71	
Francis 23 kW 15 m Revision der Francis-Turbine; Geno + elektr. Instal. mit speicherprogrammierbarer Steuerung (SPS) erst ab 1994.					
53 Bäretswil			Neuthal, Industrielehrpf.	Arbeitsgruppe Neuthal P. Frommenweiler 8625 Gossau ZH 01 / 935 25 97	H. Weiss Basler & Hofmann 8029 Zürich 01 / 387 11 22
Girard-Turbine 9 kW Historisch interessante Anlage mit Girard-Turbine von 1880; Teil des Industrielehrpfades; Besichtigung gegen Gebühr					
54 Wald			Neutal	EW Wald Herrn Werner Looser 8636 Wald 055 / 246 13 76	
Durchströmturb. 60 kW 28 m 275 l/s Netz Wiederinbetriebnahme 1992; Druckleitung in einem Rutschhang, wird verbessert; Generator direkt an die Turbine gekoppelt					

Kanton St. Gallen

55 Neu-St. Johann			Weberei Meyer-Mayor	Meyer-Mayor AG Buntweberei 9652 Neu St. Johann 071 / 995 60 10	Wiegert & Bähr Im Muhrhag 3 77871 Renchen (0049) 7843 / 9468-0 Fax 7843 / 9468-20
Francis Spiral ? 4,8 m 580 l/s Netz Minderung des teuren Spitzenstroms					
56 St. Peterzell			Schreinerei Bösch	Bösch Jakob Schreinerei - Fensterbau 9127 St. Peterzell 071 / 344 14 06	
Francis Schacht 8 kW 3,5 m 340 l/s Netz Vorwiegend im Eigenbau, Gattersägemotor dient auch als Generator, Holzschnitzelheizung, für Wohnhäuser u. Hotel, Holz Trocknung; wegen Planung einer neuen Anlage momentan stillgelegt.					
57 Berneck			Weissmühle	Zellweger Johann Weissmühle 9442 Berneck 071 / 744 13 64	EW Sirmach Herrn Egli 8370 Sirmach 071 / 969 44 80
Durchström 19 kW 12 m 275 l/s Parallel siehe S. 77 Einbau in vorhandene Druckleitung, mit Rechenreiniger; Wärmepumpe im Auslauf; bis 1993 mech.; dritte Durchströmturbine seit 1930					
58 Mels			vier Alpbetriebe	Ortsgemeinde Herr Hidber 8887 Mels 081 / 723 21 14	Turbal / Disag / Good
Pelton 10 bis 20 kW 345 m Die Alpen Precht, Siez, Kohlschlag Mittelsäss und Vorsäss verfügen über Strom aus Pico-Kraftwerken, welche zum grossen Teil durch die Betreiber selbst gebaut wurden. Besonderheiten: lange Druckleitung, hoher Druck, langes Stromkabel, umgebauter Generator, Reservoir mit 50 Kubikmetern					

Kanton Glarus

59 Leuggelbach			Decoralwerke	Decoralwerke AG Herrn Schindler 8772 Leuggelbach 055 / 644 10 71	
Kaplan 30 kW 4 m 1000 l/s Netz Schnellaufende Escher-Wyss-Turbine mit festen Leitschaufeln von 1944, die täglich gereinigt und geschmiert wird. 2km langer Kanal, in den auch der Dorfbach mündet.					
60 Engi			Brunnengaden	Zweifel Hans EV-Haus Allmeind 8765 Engi 055 / 642 18 22	TBF - Marti AG Ingenieurbüro 8762 Schwanden 055 / 644 35 01
Pelton TW 12 kW 230 m 6,5 l/s Netz Trinkwasserkraftwerk; Ging im Januar 1994 in Betrieb; Anstoss zum Bau dieser Anlage war die Fassung einer höhergelegenen Quelle, welche keine Chlorung mehr erfordert.					

Ort und Name der Anlage
Lieu et nom de la micro centrale

 Turbinentyp Leistung Fallhöhe Wassermenge
 Type de Turbine Puissance Chute Débits

Kontaktpersonen
Personne à contacter

 Betreiber / Besitzer Planer / Hauptlieferant
 Usinier / Propriétaire Projecteur / Fournisseur

Kanton Graubünden

- | | | | |
|---|-----------------------------------|--|--|
| 61 Medel
Pelton 0,8 kW 185 m 0,9 l/s
Ein Demonstrationsobjekt sowohl für seine Architektur als auch für seine Bewirtschaftungsweise. Zu den Besonderheiten gehört die 800-Watt Turbinenanlage, welche nach dem gleichen Konzept gebaut wurde wie die Alp Prasüra (Gesamt-Energiekonzept, Batterieanlage, stromsparende Geräte) | Alp Pazzola
Insel | Alpgenossensch. Pazzola
G. B. Manetsch
7183 Medel
081 / 947 59 33 | Brückmann Elektronik
Schatzalpatr. 14
7270 Davos Platz
081 / 413 33 66
Fax 081 / 413 33 66 |
| 62 Medel
Pelton 0,2 kW 35 m 1,2 l/s
Vergleichbar mit der Alp Pazzola und der Alp Prasüra, jedoch von der Leistung her noch kleiner. Zwischen der Quelle und dem Reservoir wurde eine Turbine installiert, welche die Batterieanlage speist. | Tegia Nova
Insel | Alpgenossensch. Pazzola
G. B. Manetsch
7183 Medel
081 / 947 59 33 | Brückmann Elektronik
Schatzalpatr. 14
7270 Davos Platz
081 / 413 33 66
Fax 081 / 413 33 66 |
| 63 Obersaxen
Pelton TW 19 kW 120 m 20 l/s
Im Trinkwassersystem integriert; 400 Meter zu Fuss, im Winter nur mit Skis erreichbar | Gemeinde Obersaxen
Netz | Sax Konrad
Misanenga
7133 Obersaxen / Affeier
081 / 933 14 33 | Turbal
Stockenstr. 27
9249 Algetshausen
071 / 951 66 22 |
| 64 Tartar
Pelton 27 kW 80 m 40 l/s
Ausscheidung Feststoffe Bachwasser; Keine sichtbaren Bauteile | Kettbach
Parallel | Gemeindeverwaltung
Herrn Patt
7422 Tartar
081 / 651 14 23
081 / 651 43 35 (P) | Marugg + Partner
Ingenieurbüro
7000 Chur
081 / 252 44 79 |
| 65 Saas
Pelton Insel
12-Volt-Anlage für sechs Lampen und Kühlschrank. Herr Weber hütet auf dem Saaserberg von Mai bis in den Dezember hinein Schafe. | Saaserberg | Weber Peter
Rufenstr. 2
7250 Klosters
081 / 422 37 96 | |
| 66 Davos Dorf
Pelton ? 19 m 1 l/s
24 Volt Gleichstrom, Melkmaschine für 15 Kühe
Einbau in TW-Leitung | Alp am Rin
Insel | Fischler Heini
Spinnelenweg 3
7260 Davos Dorf
081 / 416 35 89 | Brückmann Elektronik
Schatzalpatr. 14
7270 Davos Platz
081 / 413 33 66
Fax 081 / 413 33 66 |
| 67 Klosters
Pelton TW 1,1 kW 220 m 0,9 l/s
PE - Druckrohr, 55mm, Melkmaschine 110 Kühe
Einbau in Trinkwasser-Leitung | Alp Spärä
Insel | Gemeinde Klosters-Serneus
Alpach-Chef G. Florin
7249 Serneus
081 / 422 28 32 | Brückmann Elektronik
Schatzalpatr. 14
7270 Davos Platz
081 / 413 33 66
Fax 081 / 413 33 66 |
| 68 Celerina / Schlarigna
Pelton 3,5 kW 85 m 7 l/s
Nur im Sommer in Betrieb. Kondensatoren als Starthilfe für Motoren (Melkmaschine). | Alp Laret
Insel | Bigger Elmar
Falkenhof
7324 Vilters (SG)
081 / 302 26 91 | Büro d'indschegneria
L. Quadri
7525 S-chanf
081 / 854 12 77
Fax 081 / 854 22 91 |
| 69 S-chanf
Pelton ? 160 m 0,45 l/s
24 V mit Wechselrichter 220 V | Acla Laret
Insel | | Büro d'indschegneria
L. Quadri
7525 S-chanf
081 / 854 12 77
Fax 081 / 854 22 91 |
| 70 Zernez
Pelton 10 bis 30 kW 130 m 12 bis 33 l/s
Leistung 3-stufig über Wassermenge mit Schieber bei den Düsen regulierbar. Das Wasser kann auch für die landwirtschaftl. Bewässerung und für die Brandbekämpfung verwendet werden. Fallrechenfassung in Wildbach. | Stallneubau Grass
Insel | Grass Gion Duri
Via Sura 81
7530 Zernez
081 / 856 18 15 | Büro d'indschegneria
L. Quadri
7525 S-chanf
081 / 854 12 77
Fax 081 / 854 22 91 |
| 71 Zernez
Pelton 1 kW 35 m 2 bis 4,7 l/s
24 V, Solarzellen als Batterieentladeschutz. Da sich die Anlage im Nationalpark befindet, kann die Fassung nur in Begleitung eines Parkwächters besichtigt werden. Nur im Sommer zugänglich. | Blockhaus Cluozza
Insel | Schweiz. Nationalpark
Direktion
7530 Zernez
081 / 856 13 78 oder
081 / 856 12 82 | Büro d'indschegneria
L. Quadri
7525 S-chanf
081 / 854 12 77
Fax 081 / 854 22 91 |

Ort und Name der Anlage Lieu et nom de la micro centrale				Kontaktpersonen Personne à contacter	
Turbinentyp Type de Turbine	Leistung Puissance	Fallhöhe Chute	Wassermenge Débits	Betreiber / Besitzer Usinier / Propriétaire	Planer / Hauptlieferant Projecteur / Fournisseur
72 Lavin	Pelton 2 kW	88 m 4,4 l/s	Alp Lavinuoz Insel	Filli Plasch Chasa Fliana 7543 Lavin 081 / 862 26 19	Büro d'indschegneria L. Quadri 7525 S-chanf 081 / 854 12 77 Fax 081 / 854 22 91
73 Guarda	Pelton ?	62 m 0,5 l/s	Tuoi-Hütte SAC Insel	SAC Engiadina Bassa Rico Luppi 7551 Ftan 081 / 864 94 14	Brun René Alternative Technik 7015 Tamins 081 / 641 25 37 Fax 081 / 641 23 74
74 Scuol	Pelton 15 kW	170 m 12,5 l/s	Alp Praditschöl Insel	Filli Christian Trü 423 7550 Scuol 081 / 864 14 76	Büro d'indschegneria L. Quadri 7525 S-chanf 081 / 854 12 77 Fax 081 / 854 22 91
75 Sta. Maria	Pelton 0,8 kW	90 m 1,8 l/s	Alp Prasūra Insel	Gemeindeverwaltung Herr Tschenett 7536 Sta. Maria 081 / 858 57 22 Fax 081 / 858 71 70	Hydrosolar M. Hintermann 4435 Niederdorf 061 / 963 00 33 Fax 061 / 963 00 35
siehe S. 7 Zuerst wurde geprüft, wo Energie gespart werden kann, erst danach wurde de Rest geplant (Integrierte Energie- planung); Solarzellen als Batterieentladeschutz					

Deutschland

76 Breitnau	Durchströmturb. 20 kW	10 m 300 l/s	Sägewerk Kleiser Netz	Kleiser Bernhard Odenbach 14 D - 79874 Breitnau (0049) 7652 / 5062	Wasserkraft Volk WKV Gefäll 45 D - 79263 Simonswald (0049) 7683 / 844 Fax 7683 / 805
Zusätzlich mechan. Antrieb eines Sägegatters über Schaltkupplung und Riementransmission. Breitnau befindet sich in der Nähe von Hinterzarten am Titisee, Schwarzwald.					
77 Nordrach	Durchströmturb. 15 kW	5,8 m 350 l/s	Sägewerk Spitzmüller Netz	Spitzmüller Hubert Im Dorf 63 D - 77787 Nordrach (0049) 7838 / 245	Wasserkraft Volk WKV Gefäll 45 D - 79263 Simonswald (0049) 7683 / 844 Fax 7683 / 805
Asynchroner Netzparallelbetrieb sowie mechanischer Antrieb eines Sägegatters über Schaltkupplung und Riementransmission. Nordrach befindet sich ca. 20km südöstlich von Offenburg					

Wissenswertes über Pico-Kraftwerke

Das Wasser muss für alle reichen - ökologische Aspekte	98
Q_{347} und Restwasser	102
Gesetze und deren Vollzug	106
Neue Konzessionen	108
Notwendige Bewilligungen	112
Pflichten des Betreibers	114
Versicherungen	116
Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Netzbetrieb	118
Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Inselbetrieb	120
Checkliste für Planung und Bau	122
Vorgehenshilfen	126
Produkte, Qualität und Garantien	128
Adressen	134
Literaturhinweise	136

Ce qu'il faut savoir sur les Pico-centrales

<i>L'eau doit suffire pour tous - aspects écologiques</i>	99
<i>Q_{347} et débits résiduels</i>	103
<i>Lois et leur application</i>	107
<i>Nouvelle concession</i>	109
<i>Autorisations nécessaires</i>	113
<i>Obligations de l'exploitant</i>	115
<i>Assurances</i>	117
<i>Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement sur réseau public</i>	119
<i>Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement en îlotage</i>	121
<i>Liste de contrôle pour étude et construction</i>	124
<i>Aide préalable</i>	127
<i>Produits, qualité et garanties</i>	129
<i>Adresses</i>	134
<i>Indications bibliographiques</i>	136

Das Wasser muss für alle reichen - Ökologische Aspekte

Richtigerweise werden heute bei allen Projekten - ob gross oder klein - Fragen nach den Auswirkungen auf unsere Umwelt gestellt. Das dabei betrachtete Spektrum ist gross: von der Erhaltung einer speziellen Amphibienart über den Landschaftsschutz bis hin zur globalen CO₂-Belastung der Atmosphäre.

Wie steht es nun mit der Umweltverträglichkeit der Pico-Kraftwerke? Auch wenn sie eine umweltfreundliche Energie produzieren, kann bei der Sanierung und beim Neubau von Wasserkraftwerken das Ökosystem der Fliessgewässer gestört und das Landschaftsbild verändert werden. Die folgenden Überlegungen sollten deshalb schon bei der Planung in ein Projekt einfließen.

Viele Gründe sprechen für die Umweltverträglichkeit der Pico-Kraftwerke:

- Naturnah angelegte Kanäle und Weiher von Pico-Kraftwerken können die Landschaft bereichern und Lebensräume für Fische, Amphibien und Wasservögel bieten. Naturnahe Bauweisen sind häufig sogar kostengünstiger als die konventionellen „Hartbauweisen“.
- Um die Eingriffe in die Landschaft klein zu halten, können Bauwerke in die Umgebung eingepasst werden, Leitungen können vollständig vergraben, Maschinenhäuser ebenerdig und kleinere Fassungen fast unsichtbar gebaut werden.
- Heutzutage sind auf dem Markt langlebige und unproblematische Materialien sowie weitgehend biologisch abbaubare Schmierstoffe erhältlich.
- Dadurch, dass schon beim Bauen und später im Betrieb Gesetze eingehalten werden müssen, werden auch die Interessen der Fischerei, des Gewässer- und des Umweltschutzes respektiert (vgl. S. 112).
- Pico-Kraftwerke können sogar in Ökologieprojekte einbezogen werden, beispielsweise zwecks künstlicher Überflutung von Auenwäldern oder zur Erhaltung von Feuchtbiotopen.
- Pico-Kraftwerksbetreiber dürfen das am Rechen angeschwemmte Material nicht wieder ins Gewässer zurückgeben. Bei Gewässern, die viel Zivilisationsabfälle mitführen, tragen sie somit auf eigene Kosten zur Verminderung der Schmutzbelastung bei.
- Pico-Kraftwerke fördern dank ihrem engen Bezug zur Nachbarschaft das Energiebewusstsein in der Bevölkerung.
- Wenig „graue Energie“: Gemessen an der über die lange Lebensdauer eines Pico-Kraftwerkes erzeugten Strommenge muss für dessen Bau relativ wenig Energie aufgewendet werden.
- Pico-Kraftwerke stossen keine Schadstoffe aus und verbrauchen keine beschränkten Ressourcen.

Trotzdem können sich Pico-Kraftwerke auch negativ auf Natur und Landschaft auswirken:

- Bauwerke und Veränderungen der Umgebung können als störend empfunden werden.
- Ein Wasserkraftwerk stellt häufig eine Barriere für die freie Fischwanderung dar. Die Kraftwerke waren neben der Gewässerverschmutzung auch ein Grund, warum sieben der acht heimischen Wanderfischarten ausgestorben sind. Mit Fischaufstiegen kann die Fischgängigkeit nur dann verbessert werden, wenn speziell an die Eigenheiten des Gewässers und der Fische angepasste Lösungen gefunden werden. Es gibt schon zuviele Fischtreppe, die nicht funktionieren, eine fachkundige Beratung ist deshalb unverzichtbar.

L'eau doit suffire pour tous - aspects écologiques

Tout projet actuel, quelle que soit son ampleur, comporte à juste raison un certain nombre d'interrogations sur les effets secondaires qu'il entraîne pour notre environnement. Et le rayon envisagé par de telles questions est de taille, puisqu'il peut aller de la survie d'une espèce spéciale d'amphibiens jusqu'à la teneur globale en CO₂ de l'atmosphère, en passant par la protection des paysages.

Qu'en est-il de la compatibilité environnementale des petites centrales hydrauliques? Même si elles produisent une énergie propre, la rénovation ou la nouvelle construction de telles installations peut perturber l'écosystème des cours d'eau et modifier la configuration des paysages. C'est pourquoi il faut tenir compte des réflexions suivantes au début de l'étude d'un projet.

De nombreuses raisons sont favorables à la compatibilité environnementale des Pico-centrales:

- L'aménagement naturel de canaux et d'étangs à proximité de Pico-centrales peut enrichir le paysage et offrir de nouveaux espaces vitaux pour les poissons, les amphibiens et les oiseaux aquatiques. Un mode de construction très proche de la nature peut être souvent moins onéreux qu'une construction "en dur".
- Pour réduire dans une large mesure l'impact sur le paysage, on peut harmoniser les ouvrages au milieu environnant, enterrer entièrement les conduites, réaliser les locaux de machines au niveau du sol, rendre les captages quasiment invisibles.
- Le marché offre actuellement des matériaux d'utilisation facile et de longue durée de vie, ainsi que des lubrifiants en grande partie biodégradables.

- Le fait de devoir respecter les lois pendant la construction et l'exploitation des installations est également favorable aux intérêts de la pêche, de la protection des eaux et de l'environnement (voir p. 113).
- Il est même possible d'intégrer les Pico-centrales dans les grands projets écologiques, p.ex. pour inonder les forêts de feuillus dans les prairies ou pour conserver les biotopes humides.
- Les exploitants de petites centrales ne doivent pas rejeter dans les eaux de surface les matières retenues par les grilles. Ils participent ainsi à leurs propres frais à la réduction de la pollution produite par les déchets de notre civilisation.
- De par leur proximité aux habitants avoisinants, les Pico-centrales encouragent la prise de conscience de la population en matière d'énergie.
- Peu "d'énergie perdue": comparée à l'énergie électrique produite au cours de la longue durée de vie d'une petite centrale, l'énergie dissipée pour la construction d'un tel ouvrage est relativement faible.
- Les Pico-centrales ne provoquent ni des émissions de substances nocives, ni un gaspillage des ressources naturelles.

Les petites centrales hydrauliques peuvent toutefois avoir un impact négatif sur la nature et le paysage:

- Les constructions et les modifications du site peuvent être une atteinte à l'environnement.

- Durch die Verringerung der Abflussmengen in der Ausleitungsstrecke kann sich dort der Verschmutzungsgrad erhöhen (wenn dort beispielsweise Abwasser eingeleitet wird) oder die Temperatur gegenüber dem ursprünglichen Zustand verändern.
- Mit der Veränderung der Strömungsverhältnisse ändern sich auch die Lebensbedingungen für Kleinlebewesen: Wirbellose, die mit Hilfe der Strömung wandern, können in Staustrecken bei ihrer Ausbreitung behindert werden.
- Verschlammung der Flussole in den Staubereichen schränkt einerseits die dortigen Lebensbedingungen für Kleinlebewesen ein und kann andererseits das Durchsickern (Infiltration) von Wasser in den Untergrund erheblich vermindern (Kolmatierung). Dies kann sich negativ auf den Grundwasserhaushalt auswirken.
- Auch ohne Kolmatierung kann der Kraftwerksbetrieb ein Anheben und Absenken des Grundwasserspiegels bewirken, dies vor allem bei Ausleitungsanlagen.
- Unsorgfältige Spülung von Stauräumen - v.a. infolge falsch gewähltem Zeitpunkt - kann Laichplätze und Kleinlebewesen vernichten.

Nun liegt es am Planer, Bauherrn und Betreiber, seine Anlage ökologisch zu gestalten und zu betreiben. Sorgfältige Planung und rücksichtsvoller Betrieb können die Gesamtumweltbilanz wesentlich verbessern. Mit dem Kopieren von Standardlösungen ist es meist nicht getan, denn dafür ist die Natur zu komplex.

Ökologie und Wirtschaftlichkeit müssen sich gegenseitig nicht ausschliessen. Dies beweist ein kleines Prunkstück hoch oben im Erstfeldertal: In der Kröntenhütte des Schweizerischen Alpenclubs werden die vorzüglichen Mahlzeiten und das knusprige Brot schon seit langem mit dem reichlich vorhandenen Strom, der aus einem kaum wahrnehmbaren Pico-Kraftwerk stammt, gekocht resp. gebacken. Dies erspart jährlich 3000 Franken Kosten für lärmige Brennholztransporte per Helikopter, und es steigt weder Rauch noch Russ aus dem Kamin



Fischtreppe in Huttwil BE. Während sich in diesem Falle ein Beckenpass aus Beton eignete, ...

Echelle à poissons à Huttwil BE. Alors que dans ce cas un bassin en béton convient fort bien comme passe ...

Obligations de l'exploitant

Que sa petite centrale soit ou non en service, le propriétaire d'un droit d'utilisation de l'eau (concessionnaire) peut ou est dans l'obligation de satisfaire aux conditions suivantes (voir art. 48 LFH):

- Versement de taxes et redevances sur le droit de l'eau
- Fourniture d'eau (eau résiduelle) ou d'énergie (courant électrique)
- Construction et maintien en service d'une passe à poissons
- Elimination correcte des détritiques flottants retenus par la grille
- Mesures de protection contre les crues du cours d'eau
- Entretien du cours d'eau et des aménagements hydrauliques
- Entretien des chemins et passerelles y compris les mesures de sécurité
- Rétablissement de l'ancien état ou maintien de l'état actuel des lieux après échéance de la concession ou extinction du droit d'utilisation de l'eau
- Autres charges spécifiques comme celles d'éviter l'emploi de lubrifiants bien déterminés, de faire inonder périodiquement les biotopes humides etc.

L'exploitant d'une installation fonctionnant en parallèle au réseau peut avoir les obligations suivantes envers l'entreprise de distribution électrique:

- Entretien de l'installation
- Droits de distribution
- Quote-part des coûts de connexion
- Respect des conditions de connexion et d'exploitation
- Mesures pour éviter des actions dangereuses et perturbantes dans le réseau
- Contrôles périodiques

Les droits et les devoirs entre l'exploitant et l'entreprise de distribution électrique sont fixés par contrat. Sur demande, l'OFEN (Office fédéral de l'énergie) est en mesure de fournir un contrat-type correspondant.

Versicherungen

Die folgende Tabelle vermittelt einen Überblick über Versicherungsmöglichkeiten während und nach dem Bau.

Während dem Bauen	Bauherr	Projektverantwortlicher	Unternehmer, Lieferant	Wesentlicher Versicherungsumfang:
Bauwesenversicherung *)	•	•	•	Schäden am Bau, die durch unvorhersehbare Bauunfälle, Naturereignisse und durch mutwillige Beschädigungen entstehen
Bauherrenhaftpflichtversicherung *)	•			Haftpflicht für Personenschäden und Schäden an benachbarten Gebäuden und Grundstücken
Berufshaftpflichtversicherung		•		Haftpflicht des Planers für Personenschäden und Schäden, die durch fehlerhafte Planung und Bauleitung am Bauwerk oder an benachbarten Grundstücken entstehen.
Betriebshaftpflichtversicherung			•	Haftpflicht des Bauunternehmers oder Bauhandwerkers für Personenschäden und für Schäden am entstehenden Bauwerk (ausgenommen eigene Arbeiten und Lieferungen)
Montageversicherung *)	•	•	•	Wie Bauwesenversicherung, jedoch auf Geräte und Einrichtungen bezogen
Baugarantieversicherung			•	Ersetzt dem Bauunternehmer und Bauhandwerker die Barkaution, die dem Bauherrn während der Dauer der Werkgarantie zu leisten ist

*) Diese Versicherungen werden oft vom Projektverantwortlichen (Ingenieur, Planer oder Generalunternehmer) im Namen des Bauherrn abgeschlossen.

Nach dem Bauen				
Betriebsausfallversicherung	•			Deckt die durch einem Betriebsausfall verursachten Ertragseinbussen und Mehrkosten für Ersatzenergie
Maschinenbruchversicherung	•			Deckt in einem Schadenfall die Reparaturkosten
Zusatzversicherung für Geräte und Materialien	(•)			Für Pico-Kraftwerke unwesentlich. Deckt Schäden und Verluste an der Fahrhabe, d.h. nicht fest mit dem Bauwerk verbundene Geräte.
Betriebshaftpflichtversicherung	•			Wie eine Gebäudehaftpflicht, enthält aber auch das Anlagerisiko (z.B. Stromunfälle) und die Werkeigentümerhaftpflicht (z.B. durch schadhafte Wehr verursachte Hochwasserschäden)
Personal-Unfallversicherung	•			Nur notwendig, wenn für den Betrieb des Kraftwerkes Personal angestellt wird.
Wasserschadenversicherung	•			Schäden im oder am Gebäude durch eindringendes Wasser, defekte Wasserleitungen etc.
Feuer- und Elementarschadenversicherung	•			Gleich wie bei Hochbauten

Assurances

Le tableau ci-dessous donne une vue d'ensemble sur les possibilités d'assurance à disposition pendant et après la construction.

	Propriétaire	Responsable du projet	Entreprise, fournisseur	Etendue de l'assurance (points essentiels)
Pendant la construction				
Assurance tous risques chantier *)	•	•	•	Dommmages des ouvrages résultant d'accidents de chantier imprévisibles, de phénomènes naturels et de dégradations délibérées
Assurance responsabilité civile du maître d'ouvrage *)	•			Responsabilité civile pour les dommages corporels et dommages subis par les bâtiments et terrains avoisinants
Assurance responsabilité civile professionnelle		•		Responsabilité civile du concepteur pour les dommages corporels et dommages subis par l'ouvrage lui-même ou les terrains avoisinants, par suite d'une étude et d'une direction des travaux imparfaites
Assurance responsabilité civile du chef d'entreprise			•	Responsabilité civile du chef d'entreprise ou de l'artisan pour les dommages corporels et dommages subis par l'ouvrage lui-même (excepté les travaux et fournitures propres)
Assurance montage *)	•	•	•	Comme l'assurance tous risques chantier, mais se rapportant aux machines et aux équipements
Assurance crédit sur construction			•	Elle remplace le cautionnement en espèces que le chef d'entreprise ou de l'artisan doit verser au propriétaire pendant la durée de la garantie de l'ouvrage
*) Le responsable du projet (ingénieur, concepteur ou entreprise générale) souscrit souvent ces garanties pour le compte du propriétaire.				
Après la construction				
Arrêt d'exploitation	•			Assurance couvrant les pertes de revenu dues à une diminution de l'injection de courant dans le réseau par suite d'un arrêt d'exploitation
Rupture de machines	•			Assurance couvrant les coûts de réparation dus à un fait dommageable
Assurance complémentaire sur les appareils et les matériaux	(•)			Assurance peu significative pour les petites centrales hydrauliques; elle couvre les dommages et pertes subis par le "mobiliier", c.à.d. les appareils non fixés à l'ouvrage
Responsabilité civile du chef d'entreprise	•			Responsabilité civile analogue à celle d'un bâtiment, mais comporte aussi les risques de l'installation (p.ex. accidents dus au courant électrique) et la responsabilité civile envers les propriétaires de biens (p.ex. dommages provoqués par des inondations dues à un barrage défectueux)
Assurance accidents du personnel	•			Assurance seulement valable si la petite centrale emploie du personnel
Dégâts des eaux	•			Assurance couvrant les dommages extérieurs et intérieurs au bâtiment par suite d'entrée d'eau, de canalisations d'eau défectueuses etc.
Dommmages dus aux incendies et aux forces de la nature	•			Assurance identique à celle des bâtiments

Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Netzbetrieb

In der PACER-Broschüre „Kleinstwasserkraftwerke“ werden, unterteilt nach Anlagentyp und Komponenten, grobe Richtgrößen für die Investitionen angegeben. Allgemein schwierig abzuschätzen sind die Tiefbaukosten in Gewässern oder bei einem Umbau. Eine Kostenschätzung aufgrund von Richtwerten pro Kilowatt installierter Leistung ist bei Pico-Anlagen wenig aussagefähig. Grundsätzlich gilt, dass Hochdruckanlagen in der Regel günstiger sind als Niederdruckanlagen, was durch die viel kleineren Wassermengen und damit auch kleineren Anlagekomponenten begründet ist.

Jahresertrag für Netzeinspeisung

Die Einnahmen betragen bei einem Rückliefertarif von 16 Rappen pro Kilowattstunde und einer jährlichen Stromproduktion von 120'000 kWh ohne Berücksichtigung der Unterschiede zwischen Sommer und Winter:

$120'000 \times \text{Fr. } 0,16 / \text{kWh} = 19'200.-$
Für den Eigenkonsum ist der normale Bezugstarif einzusetzen, welcher meist über den 16 Rappen pro Kilowattstunde liegt. Damit erhöht sich auch der Ertrag.

Bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind verschiedene Grundannahmen und Genauigkeitsgrade möglich. Überslagsmässig kann man mit einem Zins von 5%, einer mittleren Abschreibedauer für die baulichen Anlageteile von 50 Jahren und für die elektromechanischen Teile von 25 Jahren rechnen. Diese Amortisationszeiten gelten nur für qualitativ hochstehende Ausführungen.

Mit dieser Überslagsrechnung liegt die Anlage knapp über der Rentabilitätsschwelle. Pro installiertes Kilowatt Leistung wurden Fr. 9250.- investiert, die Jahreskosten betragen ca. 10% der Investitionen von gesamthaft Fr. 185'000.-.

Nun wird aber diese Wirtschaftlichkeit bei Pico-Kraftwerken selten erreicht, weshalb man oft auf Beiträge von öffentlichen oder privaten Institutionen angewiesen sein wird.

Jahreskosten

Baulichen Anlageteile (Kosten Fr. 85'000.-)
Amortisation in 50 Jahren, Zins 5% (ergibt Annuitätsfaktor 0,0548)

$0,0548 \times 85'000.- = 4685.-$

Elektromechanische Teile (Kosten Fr. 100'000.-)

Amortisation in 25 Jahren,
Zins 5% (ergibt Annuitätsfaktor 0,071)

$0,071 \times 100'000.- = 7100.-$

Betrieb und Unterhalt
(3% der Anlagekosten)

$0,03 \times 185'000.- = 5550.-$

Wasserzins, Gebühren,
Versicherung
(1% der Anlagekosten)

$0,01 \times 185'000.- = 1850.-$

Jährliche Betriebskosten **19'185.-**

**Beispiel:
Renovation einer
Anlage mit 20kW**

Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement sur réseau public

La brochure PACER „Petites centrales hydrauliques" donne des valeurs approximatives des investissements à prévoir, subdivisées en types d'installation et composants.

Il est en général difficile d'évaluer le coût des travaux de génie civil exécutés dans des cours d'eau ou celui d'une transformation. Une appréciation du coût de Pico-centrales, à partir de prix-pilotes par kilowatt-heure de puissance installée, est peu significative. Par contre, on peut affirmer que les installations à haute pression sont généralement moins onéreuses que celles à basse

pression, ce qui est justifié par les débits bien plus faibles et le nombre inférieur de composants.

Diverses hypothèses de base et degrés de précision sont admissibles dans le calcul de rentabilité d'une installation. On peut ainsi compter sur un intérêt de 5% avec une durée d'amortissement de 50 années pour les ouvrages de génie civil et de 25 années pour les composants électromécaniques; ces durées d'amortissements impliquent toutefois une exécution de haute qualité.

Exemple: Réhabilitation d'une installation de 20 kW

Revenu annuel pour l'injection de courant dans le réseau.

A partir d'un tarif de reprise de 16 centimes par kilowatt-heure du courant électrique injecté dans le réseau et une production annuelle d'énergie de 120'000 kWh, le revenu, sans égard pour la différence entre l'été et l'hiver, s'élève à:

$$120'000 \times 0,16 \text{ Fr/kWh} = 19'200.-$$

(Pour la consommation propre, il faut compter le tarif normal du courant perçu par l'usager, qui est le plus souvent supérieur à 16 c/kWh. En conséquence le revenu augmente aussi.)

Ce calcul approximatif montre que l'installation se trouve à peine au-dessus du seuil de rentabilité. Les investissements effectués s'élèvent à 9250.- Fr. par kilowatt de puissance installée, le coût annuel se mont à env. 10% des investissements totaux chiffrés à 185'000.- Fr.

Mais les Pico-centrales atteignent rarement une telle rentabilité, raison pour laquelle les propriétaires doivent souvent avoir recours aux subventions d'institutions publiques ou privées.

L'outil annuel

Ouvrages de génie civil (coût 85'000.- Fr.)

Amortissement sur 50 ans, intérêt 5%
(facteur d'annuité de 0,0548)

$$0,0548 \times 85'000.- = 4685.-$$

Composants électromécaniques
(coût 100'000.- Fr.)

Amortissement sur 25 ans,
intérêt 5% (facteur d'annuité
de 0,071)

$$0,071 \times 100'000.- = 7100.-$$

Exploitation et entretien
(3% de coût de l'installation)

$$0,03 \times 185'000.- = 5550.-$$

Taxes, redevances sur le droit
de l'eau, assurances

(1% du coût de l'installation)

$$0,01 \times 185'000.- = 1850.-$$

Coût d'exploitation annuel 19'185.-

Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Inselbetrieb

Die Kosten lassen sich gleich berechnen wie bei den Anlagen im Netzbetrieb.

Auf der Ertragsseite sind aber andere Massstäbe anzusetzen. Man kann

- die Anlagekosten mit den Kosten vergleichen, die sich für einen Netzan-schluss ergeben hätten, wobei auch die Kosten für den Strombezug zu berücksichtigen sind.
- die Anlagekosten mit den Kosten für die Stromerzeugung mit Diesel-, Wind- oder Solaranlagen ähnlicher Grösse vergleichen (vgl. untenstehende Tabelle)
- aus der Rationalisierung, welche dank der Stromversorgung ermöglicht wurde, die Einsparungen berechnen (beispielsweise auf einem Alpbetrieb)
- die dank der Stromversorgung gesteigerte Lebensqualität in Geldwert ausdrücken

	Kleinstwasser- kraftwerk (Druckleitung 400m)	Solarzellen, inkl. Batterien und Wechselrichter (Zellenfläche 66m ²)	Windrad, inkl. Batterien und Wechselrichter (Propellerdurch- messer 10m)	Verbrennungs- motor (Diesel)	Anschluss an das öffentliche Elektrizitätsnetz (500m erdverlegt)
Erstellungs- kosten	44'500.-	218'270.-	138'400.-	6'000.-	78'150.-
Jahreskosten	4'480.-	31'565.-	22'095.-	3'125.-	5'950.-
– Verzinsung und Amortisation	3'145.-	30'365.-	19'250.-	545.-	5'300.-
– Unterhalt	1'335.-	1'200.-	2'845.-	180.-	
– Verbrauch				2400.-	650.-

Kostenvergleich verschiedener Energieerzeugungssysteme anhand eines Berechnungsbeispiels für die Versorgung der Alp „Les Alouettes“ mit einem maximalen Leistungsbedarf von 4,4kW und einem Tagesenergiebedarf von 27,5kWh. (aus: „Wegleitung für den Entwurf eines Energieversorgungsprojektes von Alpwirtschaftsbetrieben“, AVES, April 1992)

Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement en îlotage

Le coût se calcule de façon analogue aux installations avec fonctionnement sur réseau public.

Du côté des revenus il faut toutefois entrer d'autres valeurs de référence. Il est possible

- de comparer le coût de l'installation avec celui qui aurait résulté d'une connexion au réseau, auquel cas il faudrait également prendre en compte les revenus de la rente du courant;
- de comparer le coût de l'installation avec celui qui aurait résulté de la production de courant avec des installations d'égale importance et fonctionnant avec moteurs Diesel, éoliennes ou cellules solaires (voir tableau ci bas);
- de calculer les économies réalisées par la rationalisation due à l'alimentation en courant électrique (p.ex. pour l'exploitation d'un alpage);
- d'exprimer en valeur équivalente en argent l'accroissement de la qualité de vie résultant de l'alimentation en courant électrique.

	Petite centrale hydraulique (conduite forcée 400 m)	Cellules solaires, y compris accumulateurs et onduleur (surface des cellules 66 m ²)	Roue éolienne, y compris accumulateurs et onduleur (diamètre d'hélice 10 m)	Moteur à combustion (Diesel)	Connexion au réseau public (500 m sous terre)
Coûts de construction	44'500.-	218'270.-	138'400.-	6'000.-	78'150.-
Coûts annuels	4'480.-	31'565.-	22'095.-	3'125.-	5'950.-
• intérêts et amortissement	3'145.-	30'365.-	19'250.-	545.-	5'300.-
• entretien	1'335.-	1'200.-	2'845.-	180.-	
• consommation				2400.-	650.-

Comparaison du coût de divers systèmes de production d'énergie à partir d'un exemple de calcul pour l'alimentation de l'alpage „Les alouettes“, avec une puissance maximale nécessaire de 4,4 kW et une consommation journalière d'énergie de 27,5 kWh (tiré de: „Wegleitung für einen Entwurf eines Energieversorgungsprojektes von Alpwirtschaftsbetrieben“, AVES, avril 1992)

Checkliste für Planung und Bau

Diese Liste ist sehr umfassend, aber in der Praxis hat sich gezeigt, dass meist nicht all die aufgeführten Schritte notwendig sind.

Gewisse Etappen können auf eine einfache, informelle Art erledigt werden.

Phasen und Ziele	Dauer	Arbeiten	Informationen
PROJEKTIDEE GROBBEURTEILUNG <u>Ziel:</u> Es wird abgeklärt, ob das Vorhaben sinnvoll ist. Bei bestehenden, stillgelegten Anlagen hilft die Broschüre "Nutzen statt Aufgeben" weiter.	ca. 1 Monat	☐ Abschätzung des Bruttogefälles H und der minimalen und mittleren verfügbaren Wassermenge Q Leistung $P [kW] = H [m] \times Q [l/s] \times 6 / 1000$ ☐ Bei Inselbetrieben: Stromverbrauch unter Berücksichtigung möglicher Sparmassnahmen ermitteln ☐ Recht: Abklären, ob grundsätzliche Hindernisse für ein Wassernutzungsrecht bestehen ☐ Restwasser: Fischgewässer? Ausleitungsstrecke über 1700m? ☐ Ausschau nach Möglichkeiten einer finanziellen Unterstützung halten, sofern notwendig Ähnliche Anlagen sind zu suchen und zu besichtigen!	Beratung DIANE AG Elektroplaner Kantonsbehörden Kantonsbehörden div. Institutionen
Entscheid : Eintreten auf die Projektidee? Lösung mit anderer Energie?			
WEITERE VORABKLÄRUNGEN <u>Ziel:</u> Alle Grundlagedaten für die Vorstudie, Kostenschätzung und Bewilligungsgesuche stehen bereit	2 Monate bis 1 Jahr	<u>Technik:</u> ☐ Messungen und/oder Sammeln von Daten über Abflussmengen ☐ Planunterlagen und Höhenangaben sammeln ☐ Genaues Ermitteln des Gefälles, typische Querprofile ☐ Grob abklären: Baugrund? Rutschhänge? Fels? ☐ Zugänglichkeit für LKW und Baumaschinen ☐ Recht: Rechte und Interessen von Drittpersonen und Interessengruppen vorbeugend abklären und ev. bereinigen ☐ Finanzielles: Gesuch beim Bund um Förderbeiträge an die Vorstudie (falls von einem Planer durchgeführt) ☐ Erfragen des Rückliefertarifes beim lokalen EW	Landeshydrologie Geometer Tiefbaufachmann Anlieger, Naturschützer, Behörden, Fischer BEW Elektrizitätswerk
VORSTUDIE <u>Ziel:</u> Die Bestvariante ist festgelegt	ca. 3 Monate	<u>Technik:</u> ☐ Bei Inselbetrieben mit knappem Wasserdargebot: Erstellen eines Gesamt-Energiekonzeptes ☐ Skizzieren, Prüfung und Vergleich verschiedener Varianten <u>Finanzielles / Wirtschaftlichkeit:</u> ☐ Einholen von Richtofferten, Gespräch mit Lieferanten ☐ Ausscheiden möglicher Eigenleistungen ☐ Ermittlung der Investitionskosten sowie der jährlichen Aufwendungen und Erträge (inkl. Eigenverbrauch) ☐ Wahl der Bestvariante	Energieplaner Beispiel Alp Prasūra Ingenieur (Teilberatung) Lieferanten
Entscheid aufgrund technischer und finanzieller Realisierbarkeit:			
Weiterfahren mit dem Projekt ?			

PROJEKT <i>Ziel: Die Unterlagen sind soweit aufgearbeitet, dass sie mit den Bewilligungs- und Subventionsgesuchen eingereicht werden können</i>	ca. 3 Mo- nate	☐ <u>Gesuchsformulare</u> für die Bewilligungen anfordern: "Welche Informationen werden von den Behörden verlangt?" ☐ Installations- und Netzanschlussvorschriften abklären ☐ <u>Technische Beschreibung</u> (Funktionsprinzip, Techn. Daten, ökologische Aspekte) ☐ <u>Pläne</u> : Darstellung des Projektes in übersichtlichen Situationsplänen, Abmessungen der Bauwerke in Grundriss und Schnitten (gemäss den Anforderungen der Behörden) ☐ Überprüfung bzw. Korrektur der Kostenschätzung und Wirtschaftlichkeitsrechnung ☐ <u>Finanzierungsplan</u> ☐ Förderbeitragsgesuche für die Ausführung an den Bund und Kanton falls Wasserrecht oder Konzession schon vorhanden	Behörden ESTI, lokales Elektrizitätswerk ev. Banken BEW, Kanton
BEWILLIGUNGEN <i>Ziel: Dem Projekt steht rechtlich nichts mehr im Wege</i>	4 Mo- nate bis 2 Jahre	☐ Eingabe des Gesuches mit den Projektunterlagen ☐ Konzessionsverhandlungen ☐ Bereinigung von Einsprachen ☐ Verhandlungen mit Drittpersonen und Interessengruppen ☐ Analyse der Auflagen mit Kostenfolge	Behörden
Sind die Auflagen seitens der Behörden tragbar? Entscheid, ob Weiterführung sinnvoll oder nicht.			
DETAILPLANUNG UND AUSFÜHRUNG	2 Mo- nate bis 1 Jahr	☐ Erstellen der Detailpläne (wo nötig) ☐ Definitive Kosten-/Wirtschaftlichkeitsberechnung ☐ evtl. Förderbeitragsgesuche an Bund und Kanton ☐ Zeit- und Organisationsplan festlegen ☐ Ev. Einholen fehlender Bewilligungen ☐ Ausschreibungen (Lieferumfang, Qualität und Garantien) ☐ Vergleich der eingegangenen Offerten ☐ Abklärung von Detailfragen mit Lieferanten ☐ Auftragserteilungen ☐ Kontrolle der Kosten und des Bauablaufs ☐ Qualitätskontrolle, ev. Mängel beheben ☐ Abnahme und Schlussabrechnung des baulichen Teils	Ingenieur / Baufachmann Ingenieur Lieferanten
INBETRIEBNAHME	einige Tage	☐ Probetrieb, prov. Betriebsbewilligungen ☐ Abnahme des elektromech. Teils (mit Protokoll) ☐ Instruktion von Unterhalts- und Kontrollarbeiten ☐ Abnahme der Anlage durch die Behörden, ESTI und EW	Lieferanten Behörden, ESTI, EW

ESTI = Eidg. Starkstrominspektorat

BEW = Bundesamt für Energiewirtschaft

Liste de contrôle pour l'étude et la construction

Ce tableau est une énumération exhaustive, mais la pratique montre que l'application de toutes ces mesures n'est pas nécessaire. Certaines étapes peuvent être réglées d'une façon informelle.

Phases et objectifs	Durée	Travaux	Informations
CONCEPT DU PROJET EVALUATION GROSSIERE <i>Objectif: investigation initiale pour savoir si le projet est judicieux</i> La brochure "Exploiter au lieu d'abandonner" peut fournir des idées pour les installations existantes.	env. 1 mois	☐ Estimation de la hauteur de chute minimale H et du débit d'eau minimal/moyen disponible Q $P [kW] = H [m] \times Q [l/s] \times 6/1000$ ☐ Pour fonctionnement en îlotage, déterminer la consommation de courant compte tenu des mesures d'économie possibles ☐ <u>Droit</u> : rechercher s'il existe des obstacles fondamentaux pour un droit d'utilisation de l'eau ☐ <u>Débit résiduel</u> : eaux potables? Tronçon de dérivation inférieur à 1700 m? ☐ Si nécessaire, rechercher les possibilités d'une <u>aide financière</u> Visiter des installations analogues!	Consultation DIANE 10 Concepteur électricien Autorités cantonales Autorités cantonales div. institutions
Décision: faut-il concrétiser l'idée du projet? Y a-t-il une solution avec une autre source d'énergie?			
AUTRES INVESTIGATIONS PRELIMINAIRES <i>Objectif: les données de base nécessaires à l'avant-projet, l'estimation des coûts et les demandes d'autorisation sont déjà prêtes</i>	de 2 mois à 1 an	<u>Technique</u> ☐ Procéder à des mesures et/ou recueillir des données sur les débits ☐ Recueillir les documents et les indications planimétriques et altimétriques ☐ Déterminer avec précision la pente et les profils transversaux typiques ☐ Investigation grossière sur la nature du terrain de construction: Pentes de glissement? Zones rocheuses? ☐ Accessibilité aux camions et machines de chantier ☐ <u>Droit</u> : rechercher à titre préventif s'il existe des droits et des servitudes envers des tierces personnes ou des groupes d'intérêts et, si nécessaire, trouver un accord ☐ <u>Problème financier</u> : demander les subventions promotionnelles fédérales pour un avant-projet (si établi par un concepteur) ☐ Se renseigner sur le tarif de reprise du courant auprès de l'usine électrique	Service hydrologique national Géomètre Spécialiste des travaux souterrains Riverains, protection de la nature, pêcheurs, autorités OFEN Usine électrique locale
AVANT-ETUDE <i>Objectif: la meilleure variante est définie</i>	env. 3 mois	<u>Technique</u> ☐ Pour fonctionnement en îlotage avec débit d'apport total limité: établir un concept d'énergie global ☐ Schémas, vérifications et comparaison de diverses variantes <u>Problème financier/Rentabilité</u> ☐ Réunir des offres indicatives, entretien avec les fournisseurs ☐ Dégager les propres prestations éventuelles ☐ Déterminer les coûts des investissements, ainsi que des dépenses et revenus annuels (y compris consommation propre) ☐ Choisir la meilleure variante	Concepteur en énergie, voir 'Alp Präsura' Ingénieur (consultation partielle) Fournisseurs
Décision basée sur la faisabilité technique et financière: Faut-il poursuivre le projet?			

PROJET <i>Objectif: les documents ont été mis à jour et sont prêts à être expédiés avec les demandes d'autorisation et de subvention</i>	env. 3 mois	☐ <u>Formulaires de demandes</u> d'autorisation: "quelles informations faut-il fournir aux autorités?" ☐ Rechercher les prescriptions de connexion de l'installation et au réseau public ☐ <u>Description technique</u> (principe de fonctionnement, données techniques, aspects écologiques) ☐ <u>Plans</u> : établir le projet avec les détails de situation, les dessins cotés en plan et en coupes des divers ouvrages (selon les exigences des autorités locales) ☐ Vérifier et corriger l'estimation des coûts, faire le calcul de rentabilité ☐ <u>Plan de financement</u> ☐ Demander les subventions promotionnelles fédérales et cantonales pour la si le droit de l'eau ou la concession existe déjà	Autorités IFICF, Usine Electrique Banques évent. OFEN, Autorités cantonales
AUTORISATIONS <i>Objectif: plus rien ne s'oppose légalement au projet</i>	de 4 mois à 2 ans	☐ Envoyer la demande avec les documents du projet ☐ Négocier la concession ☐ Trouver un accord sur les oppositions ☐ Négocier avec les tierces personnes et les groupes d'intérêts ☐ Analyser les contraintes imposées et l'incidence sur les coûts	Autorités
Les contraintes imposées par les autorités locales sont-elles supportables? Décision de poursuivre ou non le projet			
ETUDE DETAILLEE ET EXECUTION	de 2 mois à 1 an	☐ Etablir les dessins de détails (où c'est nécessaire) ☐ Faire le calcul définitif des coûts/de rentabilité ☐ Demander évent. les subventions promotionnelles fédérales et cantonales ☐ Fixer le planning des travaux et d'organisation ☐ Demander évent. les autorisations manquantes ☐ Appel d'offre (volume des livraisons, qualité, garanties) ☐ Comparer les offres reçues ☐ Rechercher une solution aux détails en suspens avec les fournisseurs ☐ Attribuer les ordres ☐ Contrôler les coûts et le déroulement des travaux ☐ Procéder au contrôle de qualité, évent. à la correction des défauts	Ingénieur/spécialiste de construction OFEN, Autorités Ingénieur Fournisseurs
MISE EN SERVICE	quelques jours	☐ Mise en marche d'essai, autorisations provisoires d'exploitation ☐ Réception de la partie électromécanique (évent. avec procès-verbal) ☐ Instructions sur les travaux d'entretien et de contrôle ☐ Réception de l'installation par les autorités locales, l'ISR et l'usine électrique locale	Fournisseurs Autorités, IFICF, U.E.

IFICF = Inspection fédérale des installations à courant fort.

OFEN = Office fédéral de l'énergie

Vorgehenshilfen

Für Pico-Projekte wurden von Lieferfirmen diverse Fragebogen erstellt, welche sich je nachdem auf die Turbinen-Generator-Gruppe, den Stahlwasserbau oder andere Anlagekomponenten beziehen. Sie dienen den Lieferanten als Informationsgrundlage, erleichtern die Kommunikation mit dem Bauherrn und tragen dazu bei, Missverständnisse zu beseitigen.

Als Checkliste für das gesamte Projekt können die Lieferantenfragebogen jedoch nicht verwendet werden, da sie sich zu stark nach den Produkten des Lieferanten orientieren, nur ausgewählte Aspekte berücksichtigen und daher unvollständig sind.

Um dem Anspruch nach einer vollständigen Gesamt-Checkliste gerecht zu werden, ist im Rahmen des DIANE-Beratungsprojektes für Kleinwasserkraftwerke ein speziell auf Pico-Projekte abgestimmter, umfangreicher Fragebogen erarbeitet worden. Dieser Fragebogen verfolgt gleichzeitig mehrere Ziele:

- Er erleichtert dem Bauherrn den Einstieg ins Projekt.
- Der Bauherr kann alle mit dem Projekt zusammenhängenden wichtigen Punkte der Reihe nach durchgehen. Dies erleichtert ihm den Überblick und verhindert, dass wichtige Fragen vergessen werden.
- Er dient nicht nur den einzelnen Lieferanten, sondern auch beratenden Ingenieuren als wichtige Informationsgrundlage.

Erhältlich ist dieser Fragebogen bei den Beratungsstellen INFOENERGIE. Hier können auch

- Planer- und Lieferantenlisten, sowie Unterlagen über die
- Technik
- Ermittlung der Wassermenge und Fallhöhe

im Zusammenhang mit dem Bau von Pico-Kraftwerken bezogen werden.

InfoChil.doc, 1.7.94, G.T., Fragebogen für KWK-Bauherren in der Schweiz, deutsche Version

Fragebogen für Kleinstwasserkraftwerk-Projekte

Dieser Fragebogen dient dem Bauherrn als Checkliste. Er kann aber auch für Berater, Planer oder Lieferanten als Informationsgrundlage verwendet werden. Je nachdem ob es sich um eine grobe Beurteilung, eine Vorstudie, um ein Konzessions- oder um ein Bauprojekt handelt, müssen nicht alle Fragen beantwortet werden.

1. Allgemeine Angaben

Name Fax

Adresse

Telefon wenn am besten erreichbar? (evtl. mehrere ankreuzen)

Es handelt sich um ☐ einen Neubau
☐ einen Umbau oder Modernisierung
☐ eine Reaktivierung

2. Verwendungszweck und erforderliche Gesamtleistung

2.1 Verwendung der Anlage für
☐ reine Stromerzeugung
☐ mit mechanischen Antrieb

Angaben der mechanisch angetriebenen Maschinen (Drehmoment, Drehfrequenz, erforderliche Frequenzgenauigkeit, Dreh-sinn etc.) auf separatem Blatt

Aide préalable

Divers fournisseurs ont établi des questionnaires prévus pour les projets de Pico-centrales soit en se rapportant au groupe turboalternateur, aux constructions hydrauliques en acier ou à d'autres composants d'installation. Ces formulaires servent de base d'information, facilitent la communication avec les propriétaires et contribuent à lever les malentendus.

Il ne faut toutefois pas utiliser ces questionnaires comme liste de contrôle pour l'ensemble du projet, car ils sont essentiellement orientés sur les produits des fournisseurs concernés et, par ailleurs, incomplets du fait qu'ils ne prennent en compte que certains aspects du problème. En vue de pouvoir disposer d'un questionnaire qui soit complet et applicable à l'ensemble des projets de Pico-centrales, un formulaire exhaustif a été élaboré dans le cadre du projet d'assistance DIANE sur les petites centrales hydrauliques; il répond simultanément à plusieurs objectifs:

- il facilite l'accès au projet pour le propriétaire;
- le propriétaire peut examiner progressivement tous les points essentiels liés au projet, sans risquer d'oublier d'importants problèmes;
- il sert non seulement de source d'information à tous les fournisseurs, mais également aux ingénieurs-conseils concernés par le projet.

Les Services de consultation INFOENERGIE fournissent ce questionnaire à tous les intéressés sur demande. Par ces bureaux on peut aussi obtenir

- listes des concepteurs et fournisseurs, ainsi que des dossiers concernant
- la technique
- vérification du débit d'eau et de la hauteur de chute

Produkte, Qualität und Garantien

Qualitätsprodukte zahlen sich aus

Nach Tausenden von Betriebsstunden, welche für andere Geräte schon das Ende der Lebensdauer bedeuten, wird Ihre Turbine erst eingefahren sein. Ihre Turbine sollte mindestens 25 Jahre problemlos laufen und kann auch Generationen überleben - sachgemässe Wartung vorausgesetzt. Billigprodukte weisen oft nicht nur eine kürzere Lebensdauer auf, über die Betriebsjahre schlagen die Verluste aus Minderproduktion und Mehraufwand sehr zu Buche. Nur zu oft müssen Pico-Kraftwerke

nachgebessert, nachgerüstet oder vorzeitig umgebaut werden, weil bei der Wahl der Geräte nur der Preis ausschlaggebend war. Ein Turbinenkauf wird deshalb zur Vertrauenssache. Verlangen Sie Referenzangaben, holen Sie persönliche Referenzen ein und besuchen Sie Referenzobjekte. Es gibt viele Hersteller, welche preisgünstige Produkte guter Qualität anbieten. Nutzen Sie die Vorteile der freien Konkurrenz mit einer Ausschreibung.

Ausschreibung

Holen Sie mehrere Offerten ein und definieren Sie anhand eines Pflichtenheftes die Anforderungen an die betreffenden Anlagenteile so präzise wie möglich. Lassen Sie aber dem Unternehmer oder Lieferanten die Möglichkeit offen, eine eigene Variante zu präsentieren.

Der Beizug eines unabhängigen, spezialisierten und erfahrenen Ingenieurs bei der Erstellung der Pflichtenhefte kann empfohlen werden.

Offertvergleich

Vergleichen Sie die eingegangenen Offerten mit dem Anforderungskatalog oder Pflichtenheft Ihrer Ausschreibung. Ziehen Sie einen Vergleich zwischen den Offerten, wobei zuerst unabhängig vom Preis entschieden werden sollte. So wird ein nach Leistung und Preis unabhängiger Vergleich möglich.

Erwarten Sie aber nicht von allen Lieferanten ausführliche Offerten. Viele Hersteller neigen aus Rationalisierungsgründen zu standardisierten Kurzzofferten, auch wenn die Qualität des Produktes deshalb nicht schlechter sein muss. Dies hat bei kleineren Auftragssummen sicher seine Berechtigung, ein umfassender Vergleich der Angebote wird dadurch jedoch erschwert.

Beurteilungskriterien für Elektromechanik:

- Leistungsdaten, Wirkungsgrade (auch bei Teillast)
- Korrosionsschutz, korrosionsfreies Material
- Dichtungen (Material, Konzept, Lebensdauer)
- Verschleisssteile (Lebensdauer)
- Lager (Material, Konzept, Lebensdauer)
- Wartungsfreundlichkeit
- Lärmemission
- Sicherheit, Maschinenschutz (Überhitzung, Durchdrehen)
- Service nach dem Verkauf
- Referenzobjekte mit ähnlichen Betriebsdaten und Konstruktionsweise

- Une centrale hydroélectrique représente le plus souvent une barrière à la migration des poissons. Les centrales sont, avec la pollution des cours d'eau, également à l'origine de la disparition de sept des huit espèces de poissons migrateurs de nos contrées. Les passes à poissons ne remplissent correctement leur rôle que si les solutions envisagées sont spécialement adaptées aux particularités des eaux et des poissons eux-mêmes. Il existe tellement d'échelles à poissons ne fonctionnant pas, qu'il est indispensable d'avoir recours à une assistance spécialisée à ce sujet.
- Le degré de pollution peut s'élever dans le tronçon de dérivation, par suite de la réduction des masses d'eau qui s'y écoulent (p.ex. si on y déverse des eaux usées) ou la température peut y subir une modification par rapport à l'état initial.
- Les modes de vie des micro-organismes peuvent aussi subir des transformations par suite du changement des conditions d'écoulement de l'eau; en effet, les invertébrés auxquels le courant d'eau permet de migrer naturellement ne peuvent plus se proliférer dans les tronçons de retenue d'eau.
- L'envasement du lit des cours d'eau dans les zones de retenue limite d'une part les modes de vie des micro-organismes et, d'autre part, peut freiner fortement l'infiltration de l'eau dans le sous-sol (par colmatage); cela peut agir de façon négative sur les réserves des eaux souterraines.
- L'exploitation d'une centrale peut, même sans colmatage du lit de la rivière, relever ou abaisser le niveau de l'eau souterraine, surtout dans les installations de dérivation.
- Une purge des bassins de retenue d'eau négligemment faite, surtout à un moment mal choisi, peut anéantir des frayères et des multitudes de micro-organismes.



... kann sich in einem anderen Fall ein naturnah angelegtes Umgebungsbachlein als Lösung anbieten.

... un ruisseau de dérivation aménagé de manière naturelle offre une solution équivalente dans un autre cas.

Il revient donc au concepteur, au propriétaire et à l'exploitant de concevoir et de faire fonctionner l'installation d'une manière écologique. Une étude soignée et une exploitation consciencieuse peuvent améliorer considérablement le bilan écologique global. Toutefois, vu la complexité de la nature, copier des solutions standard ne mène le plus souvent pas à un bon résultat.

Il va de soi qu'écologie et rentabilité ne doivent pas s'exclure mutuellement. En voici une preuve magnifique sur les hauteurs de la 'Erstfeldertal': il y a longtemps déjà que, dans le refuge 'Krönten' du club alpin suisse, on cuisine les excellents repas et cuit le pain croustillant avec le courant électrique produit sur place par une Pico-centrale à peine visible dans le paysage. Cela permet d'économiser chaque année 3000 francs équivalant au coût du bois à brûler, sans devoir recourir au transport bruyant par hélicoptère et sans émission de fumée et de suie par la cheminée.

Q_{347} und Restwasser

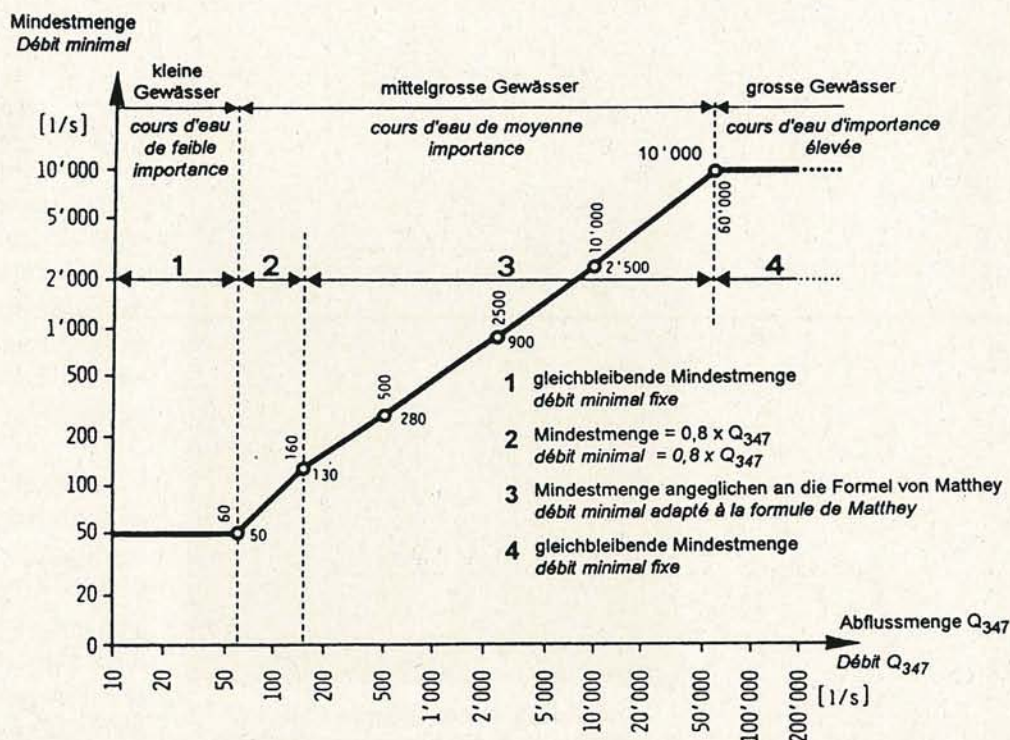
Gerade für Pico-Kraftwerke, die ja ohnehin mit wenig Wasser auskommen müssen, ist die Restwasserfrage mehr noch als bei den Grossanlagen von überlebenswichtiger Bedeutung: Bei kleinen Gewässern machen die Mindestrestwassermengen einen überproportional grossen Teil, wenn nicht gar die Gesamtheit des Abflusses Q_{347} aus.

Mit Q_{347} bezeichnet man diejenige Abflussmenge eines Fliessgewässers, welche während durchschnittlich 347 Tagen pro Jahr erreicht oder überschritten wird. Während den übrigen 18 Tagen liegt die Abflussmenge unter diesem Wert. Q_{347} wird üblicherweise aus den gemittelten Abflussdaten über 10 Jahre bestimmt.

Ausgehend vom Q_{347} wird im Gewässerschutzgesetz (GSchG) Art.31 die Mindestrestwassermenge eines Ausleitungskraftwerkes festgelegt (vgl. unten), wobei verschiedene Faktoren und Interessen wie Wasserqualität, Grundwasserspeisung und Fauna mitberücksichtigt werden.

Man beachte, dass **Fliessgewässer ohne ständige Wasserführung** von Art. 31 ausgenommen sind. Bei Nicht-Fliessgewässern und bei Anlagen, deren Ausleitstrecke über 1700 m.ü.M. liegt, können Ausnahmen gewährt werden. Die Artikel 32 und 33 regeln die Grundsätze, wann die Mindestrestwassermenge durch die kantonale Behörde tiefer angesetzt bzw. erhöht werden kann.

Mindestmenge nach GSchG Art. 31 (Logarithmische Darstellung)
Débit minimale selon LEaux Art. 31 (Graphique logarithmique)



Die Werte für die Mindestrestwassermengen stellen gewissermassen das Existenzminimum für die wichtigsten vom Gewässer abhängigen Lebensgemeinschaften dar.

Les valeurs des débits résiduels minimaux représentent dans une certaine mesure le minimum vital pour les biocénoses dont la vie dépend des eaux.

Q_{347} et débits résiduels

La question du débit résiduel (dit encore débit de restitution) a une importance encore plus vitale pour les Pico-centrales, qui turbinent de faibles quantités d'eau, que pour les grandes installations: dans le cas des petits cours d'eau, le débit résiduel minimal représente une quote-part démesurément grande, sinon la totalité du débit d'écoulement Q_{347} .

On désigne par Q_{347} le débit qu'un cours d'eau doit atteindre ou dépasser en moyenne 347 jours par an, alors qu'il peut être inférieur à cette valeur durant les 18 autres jours. En principe, ce débit Q_{347} est déterminé à partir des données de débit dont la valeur moyenne est calculée sur une période de 10 années.

Partant de Q_{347} l'art. 31 de la Loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux) fixe le débit résiduel minimal d'une centrale établie sur un canal de dérivation (voir illust. à gauche), tout en tenant compte pour cela de différents intérêts et facteurs comme la qualité de l'eau, l'alimentation des eaux souterraines et la faune.

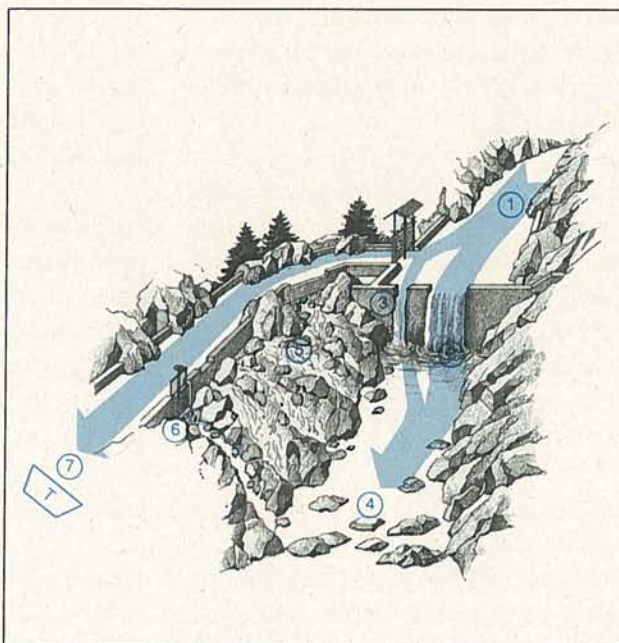
Il faut remarquer que l'art. 31 concerne uniquement les cours d'eau à régime permanent. Des exceptions peuvent être accordées pour des eaux non-piscicoles et des installations avec tronçon de dérivation situé à une altitude supérieure à 1700 m. Les art. 32 et 33 règlent les modalités sur lesquelles s'appuient les autorités cantonales pour diminuer ou augmenter le débit résiduel minimal des eaux.

Les prescriptions sur le débit résiduel ne concernent pas les installations au fil de l'eau, c.à.d. celles qui se trouvent directement dans un cours d'eau ou à proximité et qui, ainsi, ne nécessitent pas une dérivation. Il en va de même pour les installations comportant un tronçon de dérivation très court, pour autant que l'eau restituée mouille le pied du barrage.

Le chapitre suivant précise les règles particulières qui pourront éventuellement exiger une adaptation des débits résiduels à la nouvelle LEaux pour les installations existantes, soit à propos d'une transformation, d'une remise en état, d'un renouvellement de concession, soit à propos de l'assainissement exigé légalement.

Durchlaufanlagen, d.h. Anlagen, die unmittelbar im oder neben dem Gewässer stehen und deshalb keine Ausleitung benötigen, sind von den Restwasservorschriften nicht betroffen. Dasselbe gilt für Ausleitungsanlagen mit einer sehr kurzen Ausleitungsstrecke, wenn das zurückgegebene Wasser den Wehrfuss benetzt.

Ob und wie die Restwassermengen bei bestehenden Anlagen dem neuen GSchG angepasst werden müssen, sei es wegen eines Umbaus, einer Instandstellung, einer Konzessionserneuerung oder infolge der gesetzlich geforderten Sanierung, richtet sich nach bestimmten Regeln, die im nächsten Kapitel erläutert werden.



- 1) Wasserdargebot
- 2) Überschusswasser
- 3) Dotierwasser
- 4) Restwasser
- 5) Leckwasser
- 6) Spülwasser
- 7) Zufluss zur Turbine

- 1) Débit d'apport total
- 2) Débit excédentaire
- 3) Débit de dotation
- 4) Débit résiduel
- 5) Débit de pertes et fuites
- 6) Débit de purge
- 7) Débit de turbinage

Die Restwassermenge ergibt sich aus der Summe der Dotier-, Überschuss-, Spül- und Leckwassermenge sowie der Menge, welche über die Fischtreppe abfließt. Das Dotierwasser kann vollständig über einen Fischaufstieg geleitet werden, welcher ohne weiteres 20 bis 50 l/s benötigen kann. Mit der Fischereibehörde ist die für den Fischaufstieg notwendige Wassermenge festzulegen.

(aus "Kleinstwasserkraftwerke" des Bundes-Impulsprogrammes "PACER" BFK)

Le débit résiduel résulte de la somme des débits d'eau de dotation, excédentaire, de purge, de pertes et fuites, ainsi que du débit qui s'écoule à travers l'échelle à poissons. L'eau de dotation peut être entièrement canalisée à travers la passe à poissons, qui peut avoir facilement besoin de 20 à 50 l/s. Il faut fixer le débit indispensable à cet effet avec les autorités responsables de la pêche.

Définition des débits d'eau résiduels et de dotation (tirée de „Petites centrales hydrauliques“, programme fédéral d'action „PACER“)

Gesetze und deren Vollzug

Für die Nutzung der Wasserkraft sind die folgenden eidgenössischen Gesetze von Bedeutung:

GSchG	Gewässerschutzgesetz vom 24. Jan. 1991 (SR 814.20)
WRG	Wasserrechtsgesetz vom 22. Dez. 1916 (SR 721.80)
	Fischereigesetz vom 21. Juni 1991 (SR 923.0)
	Wasserbaugesetz vom 21. Juni 1991 (SR 721.100)
WaG	Waldgesetz vom 4. Oktober 1991 (SR 921.0)
USG	Umweltschutzgesetz vom 7. Okt. 1983 (SR 814.01)
RPG	Raumplanungsgesetz vom 22. Juni 1979 (SR 700)
NHG	Natur- und Heimatschutzgesetz vom 1. Juli 1966 (SR 451)
EIG	Elektrizitätsgesetz vom 24. Juni 1902 (SR 734.0)
EnG	Energiegesetz (in parlamentarischer Beratung, Sept. 97)

Dazu kommen wichtige eidg. Verordnungen und Beschlüsse:

AGSchV	Allgemeine Gewässerschutzverordnung vom 19. Juni 1972 (SR 814.201)
ENB	Energienutzungsbeschluss vom 14. Dez. 1990 (SR 730.0)
ENV	Energienutzungsverordnung vom 22. Jan. 1992 (SR 703.01)
VPS	Verordnung über das Plan-genehmigungsverfahren für Starkstromanlagen vom 26. Juni 1991 (SR 734.25)
VBGF	Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei (SR 923.01)

Die kantonale oder kommunale Gesetzgebung - vor allem Baugesetze und Bauverordnungen - spielen ebenfalls eine grosse Rolle, da sie die Bundeserlasse oft präzisieren und ergänzen.

Die Bundesgesetze können bei der EDMZ (Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3003 Bern) unter Angabe der Schweizerischen Rechtsnummer (SR) bezogen werden.

Grundsätzlich gelten sowohl für bestehende wie auch für projektierte Anlagen die gleichen gesetzlichen Bestimmungen. Unterschiede gibt es aber beim Vollzug dieser Bestimmungen:

Im Falle einer ...

... werden die obgenannten Gesetze durchgesetzt ...

geplanten Anlage
(neue Konzession)



- im Zuge des Konzessionsverfahrens

bestehenden Anlage (best.
Konzession oder Wasserrecht)



- bei Anordnung der Sanierungspflicht (Art 80 ff. GSchG)
- bei Instandstellung (Art 8 Fischereigesetz)
- aufgrund von Art 10 Fischereigesetz (Massnahmen, sofern wirtschaftlich tragbar)
- bei Konzessionsänderung
- bei Konzessionserneuerung
- aufgrund besonderer kantonalen Gesetze

Les lois et leur application

Les lois fédérales ci-après ont un sens significatif pour l'utilisation des forces hydrauliques:

- LEaux** Loi fédérale sur la protection des eaux du 24 janvier 1991 (SR 814.20)
- LFH** Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques du 22 déc. 1916 (SR 721.80)
Loi fédérale sur la pêche du 21 juin 1991 (SR 923.0)
Loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eaux du 21 Juni 1991 (SR 721.100)
- LFo** Loi fédérale sur les forêts du 4 oct. 1991 (SR 921.0)
- LPE** Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 oct. 1983 (SR 814.01)
- LAT** Loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 22 juin 1979 (SR 700)
- LPN** Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage du 1 juillet 1966 (SR 451)
- LIE** Loi sur les installations électriques du 24. Juni 1902 (SR 734.0)
- Loi sur l'énergie (débatte aux chambres fédérales, sept. 97)

Viennent s'y ajouter des arrêtés et ordonnances de grande importance:

- OGPEP** Ordonnance générale sur la protection des eaux du 19 juin 1972 (SR 814.201)
- AE** Arrêté sur l'énergie du 14 déc. 1990 (SR 730.0)
- OEn** Ordonnance sur l'énergie du 22 janvier 1992 (SR 730.01)
- OPIC** Ordonnance sur les projets du 26 juin 1991 (SR 734.25)
- OFLP** Ordonnance relative à la loi fédérale sur la pêche du 24 nov. 1993 (SR 923.01)

La législation cantonale ou communale - surtout les lois et les ordonnances sur la construction - joue également un rôle primordial, étant donné qu'elle précise et complète souvent les actes législatifs fédéraux. Il est possible de demander les lois fédérales à l'Office central fédéral des imprimés et du matériel, 3003 Berne, en indiquant le numéro de l'acte législatif fédéral correspondant (RS).

Les mêmes dispositions légales sont en principe applicables aussi bien aux installations existantes qu'à celles encore à l'état de projet. Des différences apparaissent toutefois à l'application de ces lois:

Dans le cas d'une...

... les lois ci-dessus citées sont mises à exécution...

installation projetée
(nouvelle concession)



- au cours d'une procédure d'octroi de concession

installation existante
(concession ou droit d'utilisation de l'eau existant déjà)



- à l'injonction de l'obligation d'assainissement (art. 80 ss LEaux)
- à la remise en état (art. 8 Loi sur la pêche)
- à partir de l'art. 10 Loi sur la pêche (mesures, si elles sont supportables du point de vue économique)
- à la modification de la concession
- au renouvellement de la concession
- à partir de lois cantonales particulières

Neue Konzession

Nutzt ein Privater öffentliche Gewässer, so muss er gemäss Wasserrechtsgesetz (WRG) über ein Wassernutzungsrecht verfügen. Sofern nicht bereits ein bezüglich Wassermenge und Fallhöhe genügendes, altrechtliches (ehehaftes) Wassernutzungsrecht besteht, ist bei der verleihungsberechtigten

Instanz eine Konzession zu beantragen. Dies gilt auch bei beabsichtigter Änderung einer bestehenden Nutzung.

Das Verleihungsrecht liegt grundsätzlich beim Kanton. Dieser kann es aber auf die Bezirke, Gemeinden oder andere Gemeinwesen übertragen.

Kanton	Verfügungsberechtigte
GL	Uferanstösser
GR	Gemeinden
SZ	Bezirke
UR	Korporationen, ausser für die Reuss und für andere grössere Gewässer
VS	Gemeinden, ausser für die Rhone
in allen anderen Kantonen	die kantonalen Behörden selbst

Verfügungshoheit über die Gewässer
(zuständig für die Verleihung der Wasserrechte und Konzessionen)

Vorgehen:

1. Fordern Sie bei der zuständigen Stelle Ihres Kantons (s. Adressteil) das **Informationsblatt von PACER** an. Dieses gibt Ihnen Auskunft über das Bewilligungsverfahren in Ihrem Kanton. Die kantonalen Wasserrechtsbehörden erteilen gerne weitere Auskünfte.
2. Klären Sie **so früh wie möglich mit der Konzessionsbehörde** ab, welche Bewilligungen Sie benötigen, welche Amtsstellen dafür zuständig sind und welche Auflagen und Vorschriften Sie einhalten müssen.
3. **Je früher Sie Ihr Projekt den Anliegern, den Umweltschutz- und Fischereivertretern vorstellen, und je mehr Sie versuchen, allseits akzeptierbare Lösungen zu finden, desto besser schützen Sie sich vor unerwarteten Einsparungen.**

Sinnvollerweise sind Bestrebungen im Gange, die Konzessionsverfahren für Kleinwasserkraftwerke gegenüber den grossen Anlagen zu vereinfachen.

Nouvelle concession

Si une personne privée veut utiliser des eaux publiques, elle doit, selon la loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques (LFH), disposer d'un droit d'utilisation de l'eau. Pour autant qu'il n'existe pas de droit ancien, satisfaisant à la hauteur de chute et au débit requis, une demande de concession

à l'autorité compétente est obligatoire.

Les concessions des droits d'eau sont principalement accordées par les cantons. Ceux-ci peuvent toutefois déléguer cette compétence aux districts, aux communes ou à d'autres instances.

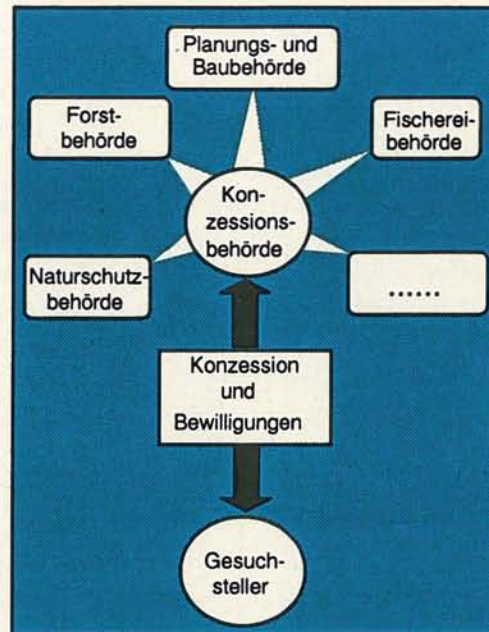
Canton	Autorisés à disposer
GL	riverains
GR	communes
SZ	districts
UR	corporations, excepté pour la Reuss et d'autres cours d'eau relativement grands
VS	communes, excepté pour le Rhône
dans tous les autres cantons	les autorités cantonales elles-mêmes

*Souveraineté en matière de décision sur les eaux
(compétence pour octroyer les droits de l'eau et les concessions)*

Mode opératoire:

- 1. Demandez la fiche d'information de PACER au service compétent de votre canton (voir adresses en annexe). Elle vous fournit les renseignements concernant la procédure d'obtention de l'autorisation pour votre canton. Les autorités cantonales compétentes pour le droit de l'eau vous fournissent également d'autres informations.*
- 2. Renseignez-vous aussi vite que possible auprès du service d'octroi des concessions, pour savoir quelles autorisations vous sont nécessaires, quelles services administratifs sont compétents en la matière et quelles obligations et prescriptions vous devez respecter.*
- 3. Vous serez d'autant mieux à l'abri d'oppositions inattendues que vous pourrez au plus vite présenter votre projet aux représentants des riverains, de la protection de l'environnement et du service de la pêche, et que vous tenterez de trouver des solutions acceptables par tous.*

Des pourparlers sont heureusement en cours pour simplifier la procédure d'octroi de concession pour les petites centrales hydrauliques par rapport aux grandes installations.

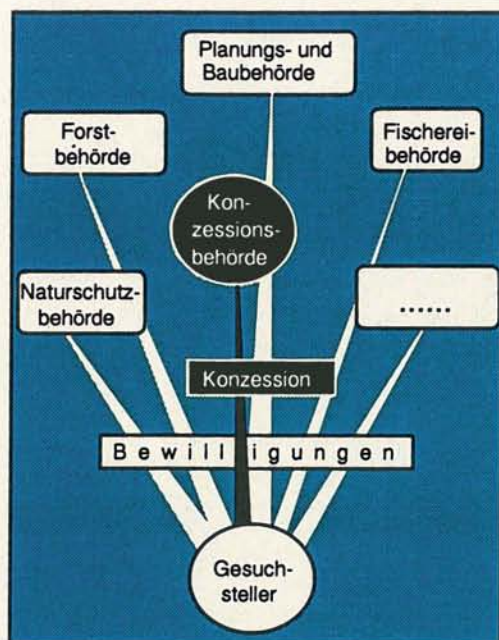


Leitverfahren (im Kanton Bern schon angewandt): Alle behördlichen Bewilligungen laufen über die Konzessionsbehörde, d.h. über eine einzige Kantons-, Bezirks- oder Gemeindeamtsstelle.

Procédure d'acheminement direct (déjà appliquée dans le canton de Berne): toutes les autorisations administratives passent par le service d'octroi des concessions, à savoir par un seul service administratif du canton, du district ou de la commune.

Es lohnt sich abzuklären, ob anstatt einer Konzession nur Bewilligungen oder Genehmigungen notwendig sind, wenn

- bei Umbauten und Sanierungen die in der Konzessionsurkunde festgehaltenen Maximalwerte betreffend Bruttofallhöhe und konzedierte Wassermengen nicht geändert werden
- es sich um ein privates Gewässer oder um ein öffentliches Gewässer auf privatem Grund handelt
- das Kraftwerk nicht über das ganze Jahr in Betrieb steht
- die Energieerzeugung gegenüber einer anderen Nutzung z.B. für Trinkwasser, landwirtschaftliche Bewässerung oder Brandbekämpfung (Löschwasser) sekundären Charakter besitzt.



Getrennte Verfahren: In anderen Kantonen hingegen muss sich der Gesuchsteller zum Teil direkt an die einzelnen Behörden wenden.

Procédures isolées: dans d'autres cantons par contre, le requérant doit en partie s'adresser lui-même à chacune des autorités administratives

Il est bon de se renseigner pour savoir si, au lieu d'une concession, il suffit de ne demander que des autorisations ou des approbations. C'est le cas lorsque:

- il s'agit de transformation et d'assainissement, les valeurs maximales fixées dans le document de concession pour la hauteur de chute brute et les débits d'eau ne sont pas modifiées;
- il s'agit d'un cours d'eau privé ou d'un cours d'eau public traversant un terrain privé;
- la petite centrale ne fonctionne pas durant toute l'année;
- la production de courant électrique a un caractère secondaire par rapport à une autre utilisation, p.ex. pour l'eau potable, l'irrigation de terres agricoles ou la lutte contre l'incendie (eau d'extinction).

Notwendige Bewilligungen

Ob für die Erlangung der maximal auf 80 Jahre befristeten Konzession die Einhaltung aller relevanten Gesetze als Bedingung gestellt wird, hängt vom jeweiligen Kanton ab. Wenn dies zutrifft, bedeutet dies, dass vor dem Konzessionsentscheid aufgrund der Projektunterlagen (techn. Beschreibung

und Pläne) gewisse Bewilligungen durch die zuständigen Behörden erteilt werden müssen.

Es kann hier nur ein grober und unvollständiger Überblick über die im „schweizerischen Normalfall“ häufig notwendigen Bewilligungen gegeben werden:

Notwendig für	Bewilligung	betrifft vor allem	Grundlagen
die Erlangung der Konzession nach WRG	Bewilligung nach Gewässerschutzgesetz (GSchG)	• Restwasservorschriften für Gewässer mit ständiger Wasserführung • Konzept für Spülen und Entleeren von Stauräumen • Entsorgung des Schwemmgutes • naturnahe bauliche Gestaltung	Art. 29 ff. GSchG Art. 40 Art. 41, 79 Art. 37
	Fischereirechtliche Bewilligung nach Fischereigesetz	• Jeden Eingriff in ein Gewässer, insbesondere auch Spülvorgänge oder kurzfristige Absenkungen • Erhaltung von Lebensräumen • Freie Fischwanderung • Ausnahmen bei Nichtfischgewässern	Art. 8 Fischereigesetz Art. 8 ff. Art. 9
	Bauen ausserhalb der Bauzone	• Bauten und Terrainverschiebungen ausserhalb der Bauzone	RPG
den Baubeginn	Baubewilligung	• Bauten, Zufahrten	kant. und kommunale Baugesetze
	Ausnahmebewilligung nach Natur- und Heimatschutzgesetz	• Veränderungen in empfindlichen Zonen • Rodung von Ufervegetation	NHG
	Rodungsbewilligung	• dauernde oder vorübergehende Beanspruchung von Waldboden	Art. 21 u. 22 WaG
	Plangenehmigung durch das ESTI (vorlagepflichtig)	• Sicherheitstechn. Plankontrolle für Anlagen über 10 kVA dreiphasig oder 3 x 3 kVA einphasig ¹⁾	EIG, VPS Mitteilungen des ESTI
die Inbetriebsetzung	Erbringung des Sicherheitsnachweises (Kontrollpflicht)	Sicherheitstechnische Kontrolle • bei Netzparallelbetr.: durch EW • bei Inselbetrieben: durch Betriebsinhaber	EIG, VPS Mitteilungen des ESTI
	Anschluss- (Installations-) und Betriebsbewilligung	Diese müssen für Anlagen im Netzparallelbetrieb durch die lokale Elektrizitätsgesellschaft erteilt werden	Werkvorschr. der El.'ges., (Mustervertrag BEW ²⁾)

¹⁾ Ein Merkblatt über die Sicherheitstechn. Vorschriften (Vorlage- und Kontrollpflicht) ist beim ESTI erhältlich.

²⁾ BEW = Bundesamt für Energiewirtschaft

Weitere Bewilligungen, wie sie für beliebige Bauwerke notwendig sind (beispielsweise feuerpolizeiliche Bewilligungen), werden hier nicht aufgeführt.

Im Kanton Bern kann zum Schutz des Bauherrn eine Projektierungsbewilligung schon vor dem Projektierungsbeginn eingeholt werden.

Autorisations nécessaires

L'obtention d'une concession pour la durée maximale de 80 années peut, selon le canton concerné, impliquer la condition de respecter toutes les lois importantes. Si tel est le cas, les autorités compétentes doivent accorder, avant la concession, certaines autorisations sur la base des documents du

projet définitif (description technique et plans).

Le tableau synoptique ci-après ne donne qu'une idée approximative et incomplète des autorisations le plus souvent exigées dans le „cas normal suisse“:

Nécessaire pour ...	Autorisation	concerne surtout	Bases
..l'obtention de la concession selon LHF	Autorisation selon la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux)	• Prescriptions des débits résiduels pour les cours d'eau à débit permanent • concept de purge et de vidange des bassins de retenue • Elimination des déchets flottants • Aménagements respectant la nature	Art. 29 ss LEaux Art. 40 Art. 41, 79 Art. 37
	Autorisation du droit de pêche selon la Loi sur la pêche	• Chaque intervention sur un cours d'eau, surtout opérations de purge ou abaissements à court terme • Conservation de biotopes • Liberté de migration des poissons • Exceptions pour les eaux non poissonneuses	Art. 8 Loi sur la pêche Art 8 ss Art. 9
	Construction hors de la zone à bâtir	• Bâtiments et déplacements de terrains hors de la zone à bâtir	LAT
..le début de la construction	Permis de construire	• Bâtiments, accès	Législation cant. et comm. sur la construction
	Autorisation spéciale selon la loi sur la protection de la nature et du paysage	• Transformations de zones sensibles • Déboisement des rives	LNP Art. 21 et 22
	Autorisation de défrichement	• Usage permanent ou provisoire du sol forestier	LFO art. 4 ss
..la mise en service	Approbation des plans par l'IFICF (présentation obligat.)	• Contrôle technique de sécurité des plans pour les installations de plus de 10 kVA triphasé ou 3x3 kVA monophasé ¹⁾	LIE, OPIC, publications de l'IFICF
	Apport de la preuve de sécurité (contrôle obligatoire)	Contrôle technique de sécurité • en fonctionnement en parallèle au réseau: par l'usine électrique • en fonctionnement en îlotage: par le propriétaire de l'exploitation	LIE, OPIC, publications de l'IFICF
	Autorisation de raccordement, (d'installation) et d'exploitation	La société d'électricité locale doit attribuer les autorisations pour les installations en fonctionnement en parallèle au réseau	Règlements de la soc. d'électricité, (contrat-type de l'OFEN ²⁾)

¹⁾ IFICF = Inspection fédérale des installations à courant fort. Les publications relatives aux règles de sécurité technique (obligation de présenter un projet et contrôle) sont à disposition à l'IFICF (Publications STI 219.1081, 229.087 et 232.1289)

²⁾ OFEN = Office fédéral de l'énergie

Les autres autorisations indispensables pour les ouvrages courants (par exemple celles de la police du feu) ne figurent pas dans ce tableau.

Le canton de Berne peut fournir une autorisation d'étude avant le début du projet pour la protection du propriétaire.

Pflichten des Betreibers

Vom Besitzer des Wassernutzungsrechtes (Konzessionär) muss oder kann, unabhängig davon ob die Wasserkraftanlage in Betrieb ist oder nicht, die Erfüllung folgender Pflichten verlangt werden (vgl. Art. 48 WRG):

- Entrichtung von Gebühren und Wasserzinsen
- Abgabe von Wasser (Restwasser) oder Kraft (Strom)
- Erstellung und Betrieb eines Fischaufstieges
- Korrekte Entsorgung des Rechengutes
- Massnahmen für den Hochwasserschutz
- Unterhalt des Gewässers und der wasserbaulichen Anlagen
- Unterhalt von Wegen und Stegen inkl. Sicherheitsmassnahmen
- Wiederherstellung des ursprünglichen oder Erhaltung des aktuellen Zustandes nach Ablauf der Konzession oder Erlöschen des Wassernutzungsrechtes
- Weitere spezifische Auflagen wie etwa Vermeidung von bestimmten Schmiermitteln, periodische Überflutung von Feuchtbiotopen, etc.

Die Pflichten des Betreibers einer Netzparallelanlage gegenüber dem Versorgungsunternehmen können umfassen:

- Durchleitungsrechte
- Baukostenbeitrag für den Anschluss
- Erfüllung der Anschluss- und Betriebsbedingungen
- Vermeidung von störenden und gefährlichen Wirkungen im Netz
- periodische Kontrollen

Rechte und Pflichten zwischen Betreiber und Versorgungsunternehmen werden vertraglich festgelegt. Dazu ist beim BEW ein Mustervertrag erhältlich.



Für Arbeiten im Flussbett bedarf es einer fischereipolizeilichen Bewilligung.

Une autorisation de la police de la pêche est nécessaire pour exécuter des travaux dans le lit d'une rivière.

Obligations de l'exploitant

Que sa petite centrale soit ou non en service, le propriétaire d'un droit d'utilisation de l'eau (concessionnaire) peut ou est dans l'obligation de satisfaire aux conditions suivantes (voir art. 48 LFH):

- Versement de taxes et redevances sur le droit de l'eau
- Fourniture d'eau (eau résiduelle) ou d'énergie (courant électrique)
- Construction et maintien en service d'une passe à poissons
- Elimination correcte des détritiques flottants retenus par la grille
- Mesures de protection contre les crues du cours d'eau
- Entretien du cours d'eau et des aménagements hydrauliques
- Entretien des chemins et passerelles y compris les mesures de sécurité
- Rétablissement de l'ancien état ou maintien de l'état actuel des lieux après échéance de la concession ou extinction du droit d'utilisation de l'eau
- Autres charges spécifiques comme celles d'éviter l'emploi de lubrifiants bien déterminés, de faire inonder périodiquement les biotopes humides etc.

L'exploitant d'une installation fonctionnant en parallèle au réseau peut avoir les obligations suivantes envers l'entreprise de distribution électrique:

- Entretien de l'installation
- Droits de distribution
- Quote-part des coûts de connexion
- Respect des conditions de connexion et d'exploitation
- Mesures pour éviter des actions dangereuses et perturbantes dans le réseau
- Contrôles périodiques

Les droits et les devoirs entre l'exploitant et l'entreprise de distribution électrique sont fixés par contrat. Sur demande, l'OFEN (Office fédéral de l'énergie) est en mesure de fournir un contrat-type correspondant.

Versicherungen

Die folgende Tabelle vermittelt einen Überblick über Versicherungsmöglichkeiten während und nach dem Bau.

Während dem Bauen	Bauherr	Projektverantwortlicher	Unternehmer, Lieferant	Wesentlicher Versicherungsumfang:
Bauwesenversicherung *)	•	•	•	Schäden am Bau, die durch unvorhersehbare Bauunfälle, Naturereignisse und durch mutwillige Beschädigungen entstehen
Bauherrenhaftpflichtversicherung *)	•			Haftpflicht für Personenschäden und Schäden an benachbarten Gebäuden und Grundstücken
Berufshaftpflichtversicherung		•		Haftpflicht des Planers für Personenschäden und Schäden, die durch fehlerhafte Planung und Bauleitung am Bauwerk oder an benachbarten Grundstücken entstehen.
Betriebshaftpflichtversicherung			•	Haftpflicht des Bauunternehmers oder Bauhandwerkers für Personenschäden und für Schäden am entstehenden Bauwerk (ausgenommen eigene Arbeiten und Lieferungen)
Montageversicherung *)	•	•	•	Wie Bauwesenversicherung, jedoch auf Geräte und Einrichtungen bezogen
Baugarantieversicherung			•	Ersetzt dem Bauunternehmer und Bauhandwerker die Barkaution, die dem Bauherrn während der Dauer der Werkgarantie zu leisten ist

*) Diese Versicherungen werden oft vom Projektverantwortlichen (Ingenieur, Planer oder Generalunternehmer) im Namen des Bauherrn abgeschlossen.

Nach dem Bauen				
Betriebsausfallversicherung	•			Deckt die durch einem Betriebsausfall verursachten Ertragsseinbussen und Mehrkosten für Ersatzenergie
Maschinenbruchversicherung	•			Deckt in einem Schadenfall die Reparaturkosten
Zusatzversicherung für Geräte und Materialien	(•)			Für Pico-Kraftwerke unwesentlich. Deckt Schäden und Verluste an der Fahrhabe, d.h. nicht fest mit dem Bauwerk verbundene Geräte.
Betriebshaftpflichtversicherung	•			Wie eine Gebäudehaftpflicht, enthält aber auch das Anlagerisiko (z.B. Stromunfälle) und die Werkeigentümerhaftpflicht (z.B. durch schadhafte Wehr verursachte Hochwasserschäden)
Personal-Unfallversicherung	•			Nur notwendig, wenn für den Betrieb des Kraftwerkes Personal angestellt wird.
Wasserschadenversicherung	•			Schäden im oder am Gebäude durch eindringendes Wasser, defekte Wasserleitungen etc.
Feuer- und Elementarschadenversicherung	•			Gleich wie bei Hochbauten

Assurances

Le tableau suivant donne une vue d'ensemble sur les possibilités d'assurances à disposition pendant et après la construction.

	Propriétaire	Responsable du projet	Entreprise, fournisseur	Etendue de l'assurance (points essentiels)
Pendant la construction				
Assurance tous risques chantier *)	•	•	•	Dommmages des ouvrages résultant d'accidents de chantier imprévisibles, de phénomènes naturels et de dégradations délibérées
Assurance responsabilité civile du maître d'ouvrage *)	•			Responsabilité civile pour les dommages corporels et dommages subis par les bâtiments et terrains avoisinants
Assurance responsabilité civile professionnelle		•		Responsabilité civile du concepteur pour les dommages corporels et dommages subis par l'ouvrage lui-même ou les terrains avoisinants, par suite d'une étude et d'une direction des travaux imparfaites
Assurance responsabilité civile du chef d'entreprise			•	Responsabilité civile du chef d'entreprise ou de l'artisan pour les dommages corporels et dommages subis par l'ouvrage lui-même (excepté les travaux et fournitures propres)
Assurance montage *)	•	•	•	Comme l'assurance tous risques chantier, mais se rapportant aux machines et aux équipements
Assurance crédit sur construction			•	Elle remplace le cautionnement en espèces que le chef d'entreprise ou de l'artisan doit verser au propriétaire pendant la durée de la garantie de l'ouvrage
*) Le responsable du projet (ingénieur, concepteur ou entreprise générale) souscrit souvent ces garanties pour le compte du propriétaire.				
Après la construction				
Arrêt d'exploitation	•			Assurance couvrant les pertes de revenu dues à une diminution de l'injection de courant dans le réseau par suite d'un arrêt d'exploitation
Rupture de machines	•			Assurance couvrant les coûts de réparation dus à un fait dommageable
Assurance complémentaire sur les appareils et les matériaux	(•)			Assurance peu significative pour les petites centrales hydrauliques; elle couvre les dommages et pertes subis par le "mobilier", c.à.d. les appareils non fixés à l'ouvrage
Responsabilité civile du chef d'entreprise	•			Responsabilité civile analogue à celle d'un bâtiment, mais comporte aussi les risques de l'installation (p.ex. accidents dus au courant électrique) et la responsabilité civile envers les propriétaires de biens (p.ex. dommages provoqués par des inondations dues à un barrage défectueux)
Assurance accidents du personnel	•			Assurance seulement valable si la petite centrale emploie du personnel
Dégâts des eaux	•			Assurance couvrant les dommages extérieurs et intérieurs au bâtiment par suite d'entrée d'eau, de canalisations d'eau défectueuses etc.
Dommages dus aux incendies et aux forces de la nature	•			Assurance identique à celle des bâtiments

Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Netzbetrieb

In der PACER-Broschüre „Kleinstwasserkraftwerke“ werden, unterteilt nach Anlagentyp und Komponenten, grobe Richtgrößen für die Investitionen angegeben. Allgemein schwierig abzuschätzen sind die Tiefbaukosten in Gewässern oder bei einem Umbau. Eine Kostenschätzung aufgrund von Richtwerten pro Kilowatt installierter Leistung ist bei Pico-Anlagen wenig aussagefähig. Grundsätzlich gilt, dass Hochdruckanlagen in der Regel günstiger sind als Niederdruckanlagen, was durch die viel kleineren Wassermengen und damit auch kleineren Anlagekomponenten begründet ist.

Jahresertrag für Netzeinspeisung

Die Einnahmen betragen bei einem Rückliefertarif von 16 Rappen pro Kilowattstunde und einer jährlichen Stromproduktion von 120'000 kWh ohne Berücksichtigung der Unterschiede zwischen Sommer und Winter:

$120'000 \times \text{Fr. } 0,16 / \text{kWh} = 19'200.-$
Für den Eigenkonsum ist der normale Bezugstarif einzusetzen, welcher meist über den 16 Rappen pro Kilowattstunde liegt. Damit erhöht sich auch der Ertrag.

Bei der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind verschiedene Grundannahmen und Genauigkeitsgrade möglich. Überslagsmässig kann man mit einem Zins von 5%, einer mittleren Abschreibedauer für die baulichen Anlagenteile von 50 Jahren und für die elektromechanischen Teile von 25 Jahren rechnen. Diese Amortisationszeiten gelten nur für qualitativ hochstehende Ausführungen.

Mit dieser Überslagsrechnung liegt die Anlage knapp über der Rentabilitätsschwelle. Pro installiertes Kilowatt Leistung wurden Fr. 9250.- investiert, die Jahreskosten betragen ca. 10% der Investitionen von gesamthaft Fr. 185'000.-.

Nun wird aber diese Wirtschaftlichkeit bei Pico-Kraftwerken selten erreicht, weshalb man oft auf Beiträge von öffentlichen oder privaten Institutionen angewiesen sein wird.

Jahreskosten

Baulichen Anlageteile (Kosten Fr. 85'000.-)
Amortisation in 50 Jahren, Zins 5% (ergibt Annuitätsfaktor 0,0548)

$0,0548 \times 85'000.- = 4685.-$

Elektromechanische Teile (Kosten Fr. 100'000.-)

Amortisation in 25 Jahren,
Zins 5% (ergibt Annuitätsfaktor 0,071)

$0,071 \times 100'000.- = 7100.-$

Betrieb und Unterhalt
(3% der Anlagekosten)

$0,03 \times 185'000.- = 5550.-$

Wasserzins, Gebühren,
Versicherung
(1% der Anlagekosten)

$0,01 \times 185'000.- = 1850.-$

Jährliche Betriebskosten **19'185.-**

**Beispiel:
Renovation einer
Anlage mit 20kW**

Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement sur réseau public

La brochure PACER „Petites centrales hydrauliques“ donne des valeurs approximatives des investissements à prévoir, subdivisées en types d'installation et composants.

Il est en général difficile d'évaluer le coût des travaux de génie civil exécutés dans des cours d'eau ou celui d'une transformation. Une appréciation du coût de Pico-centrales, à partir de prix-pilotes par kilowatt-heure de puissance installée, est peu significative. Par contre, on peut affirmer que les installations à haute pression sont généralement moins onéreuses que celles à basse

pression, ce qui est justifié par les débits bien plus faibles et le nombre inférieur de composants.

Diverses hypothèses de base et degrés de précision sont admissibles dans le calcul de rentabilité d'une installation. On peut ainsi compter sur un intérêt de 5% avec une durée d'amortissement de 50 années pour les ouvrages de génie civil et de 25 années pour les composants électromécaniques; ces durées d'amortissements impliquent toutefois une exécution de haute qualité.

Exemple: Réhabilitation d'une installation de 20 kW

Revenu annuel pour l'injection de courant dans le réseau.

A partir d'un tarif de reprise de 16 centimes par kilowattheure du courant électrique injecté dans le réseau et une production annuelle d'énergie de 120'000 kWh, le revenu, sans égard pour la différence entre l'été et l'hiver, s'élève à:

$$120'000 \times 0,16 \text{ Fr/kWh} = 19'200.-$$

(Pour la consommation propre, il faut compter le tarif normal du courant perçu par l'usager, qui est le plus souvent supérieur à 16 c/kWh. En conséquence le revenu augmente aussi.)

Ce calcul approximatif montre que l'installation se trouve à peine au-dessus du seuil de rentabilité. Les investissements effectués s'élèvent à 9250.- Fr. par kilowatt de puissance installée, le coût annuel se mont à env. 10% des investissements totaux chiffrés à 185'000.- Fr.

Mais les Pico-centrales atteignent rarement une telle rentabilité, raison pour laquelle les propriétaires doivent souvent avoir recours aux subventions d'institutions publiques ou privées.

Coût annuel

Ouvrages de génie civil (coût 85'000.- Fr.)

Amortissement sur 50 ans, intérêt 5%
(facteur d'annuité de 0,0548)

$$0,0548 \times 85'000.- = 4685.-$$

Composants électromécaniques
(coût 100'000.- Fr.)

Amortissement sur 25 ans,
intérêt 5% (facteur d'annuité
de 0,071)

$$0,071 \times 100'000.- = 7100.-$$

Exploitation et entretien
(3% de coût de l'installation)

$$0,03 \times 185'000.- = 5550.-$$

Taxes, redevances sur le droit
de l'eau, assurances

(1% du coût de l'installation)

$$0,01 \times 185'000.- = 1850.-$$

Coût d'exploitation annuel **19'185.-**

Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Inselbetrieb

Die **Kosten** lassen sich gleich berechnen wie bei den Anlagen im Netzbetrieb.

Auf der **Ertragsseite** sind aber andere Massstäbe anzusetzen. Man kann

- die Anlagekosten mit den Kosten vergleichen, die sich für einen Netzanschluss ergeben hätten, wobei auch die Kosten für den Strombezug zu berücksichtigen sind.
- die Anlagekosten mit den Kosten für die Stromerzeugung mit Diesel-, Wind- oder Solaranlagen ähnlicher Grösse vergleichen (vgl. untenstehende Tabelle)
- aus der Rationalisierung, welche dank der Stromversorgung ermöglicht wurde, die Einsparungen berechnen (beispielsweise auf einem Alpbetrieb)
- die dank der Stromversorgung gesteigerte Lebensqualität in Geldwert ausdrücken

	Kleinstwasserkraftwerk (Druckleitung 400m)	Solarzellen, inkl. Batterien und Wechselrichter (Zellenfläche 66m ²)	Windrad, inkl. Batterien und Wechselrichter (Propellerdurchmesser 10m)	Verbrennungsmotor (Diesel)	Anschluss an das öffentliche Elektrizitätsnetz (500m erdverlegt)
Erstellungskosten	44'500.-	218'270.-	138'400.-	6'000.-	78'150.-
Jahreskosten	4'480.-	31'565.-	22'095.-	3'125.-	5'950.-
– Verzinsung und Amortisation	3'145.-	30'365.-	19'250.-	545.-	5'300.-
– Unterhalt	1'335.-	1'200.-	2'845.-	180.-	
– Verbrauch				2400.-	650.-

Kostenvergleich verschiedener Energieerzeugungssysteme anhand eines Berechnungsbeispiels für die Versorgung der Alp „Les Alouettes“ mit einem maximalen Leistungsbedarf von 4,4kW und einem Tagesenergiebedarf von 27,5kWh. (aus: „Wegleitung für den Entwurf eines Energieversorgungsprojektes von Alpwirtschaftsbetrieben“, AVES, April 1992)

Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement en îlotage

Le coût se calcule de façon analogue aux installations avec fonctionnement sur réseau public.

Du côté des revenus il faut toutefois entrer d'autres valeurs de référence. Il est possible

- de comparer le coût de l'installation avec celui qui aurait résulté d'une connexion au réseau, auquel cas il faudrait également prendre en compte les revenus de la rente du courant;
- de comparer le coût de l'installation avec celui qui aurait résulté de la production de courant avec des installations d'égale importance et fonctionnant avec moteurs Diesel, éoliennes ou cellules solaires (voir tableau ci bas);
- de calculer les économies réalisées par la rationalisation due à l'alimentation en courant électrique (p.ex. pour l'exploitation d'un alpage);
- d'exprimer en valeur équivalente en argent l'accroissement de la qualité de vie résultant de l'alimentation en courant électrique.

	Petite centrale hydraulique (conduite forcée 400 m)	Cellules solaires, y compris accumulateurs et onduleur (surface des cellules 66 m ²)	Roue éolienne, y compris accumulateurs et onduleur (diamètre d'hélice 10 m)	Moteur à combustion (Diesel)	Connexion au réseau public (500 m sous terre)
Coûts de construction	44'500.-	218'270.-	138'400.-	6'000.-	78'150.-
Coûts annuels	4'480.-	31'565.-	22'095.-	3'125.-	5'950.-
• intérêts et amortissement	3'145.-	30'365.-	19'250.-	545.-	5'300.-
• entretien	1'335.-	1'200.-	2'845.-	180.-	
• consommation				2400.-	650.-

Comparaison du coût de divers systèmes de production d'énergie à partir d'un exemple de calcul pour l'alimentation de l'alpage „Les alouettes“, avec une puissance maximale nécessaire de 4,4 kW et une consommation journalière d'énergie de 27,5 kWh (tiré de: „Wegleitung für einen Entwurf eines Energieversorgungsprojektes von Alpwirtschaftsbetrieben“, AVES, avril 1992)

Checkliste für Planung und Bau

Diese Liste ist sehr umfassend, aber in der Praxis hat sich gezeigt, dass meist nicht all die aufgeführten Schritte notwendig sind.

Gewisse Etappen können auf eine einfache, informelle Art erledigt werden.

Phasen und Ziele	Dauer	Arbeiten	Informationen
PROJEKTIDEE GROBBEURTEILUNG <i>Ziel: Es wird abgeklärt, ob das Vorhaben sinnvoll ist.</i> Bei bestehenden, stillgelegten Anlagen hilft die Broschüre "Nutzen statt Aufgeben" weiter.	ca. 1 Monat	☐ Abschätzung des Bruttogefälles H und der minimalen und mittleren verfügbaren Wassermenge Q. $\text{Leistung } P [\text{kW}] = H [\text{m}] \times Q [\text{l/s}] \times 6 / 1000$ ☐ <u>Bei Inselbetrieben:</u> Stromverbrauch unter Berücksichtigung möglicher Sparmassnahmen ermitteln ☐ <u>Recht:</u> Abklären, ob grundsätzliche Hindernisse für ein Wassernutzungsrecht bestehen ☐ <u>Restwasser:</u> Fischgewässer? Ausleitungsstrecke über 1700m? ☐ Ausschau nach Möglichkeiten einer <u>finanziellen Unterstützung</u> halten, sofern notwendig <i>Ähnliche Anlagen sind zu suchen und zu besichtigen!</i>	Beratung DIANE 10 Elektroplaner Kantonsbehörden Kantonsbehörden div. Institutionen
Entscheid : Eintreten auf die Projektidee? Lösung mit anderer Energie?			
WEITERE VORABKLÄRUNGEN <i>Ziel: Alle Grundlagedaten für die Vorstudie, Kostenschätzung und Bewilligungsgesuche stehen bereit</i>	2 Monate bis 1 Jahr	<u>Technik:</u> ☐ Messungen und/oder Sammeln von Daten über Abflussmengen ☐ Planunterlagen und Höhenangaben sammeln ☐ Genaues Ermitteln des Gefälles, typische Querprofile ☐ Grob abklären: Baugrund? Rutschhänge? Fels? ☐ Zugänglichkeit für LKW und Baumaschinen ☐ <u>Recht:</u> Rechte und Interessen von Drittpersonen und Interessengruppen vorbeugend abklären und ev. bereinigen ☐ <u>Finanzielles:</u> Gesuch beim Bund um Förderbeiträge an die Vorstudie (falls von einem Planer durchgeführt) ☐ Erfragen des Rückliefertarifes beim lokalen EW	Landeshydrologie Geometer Tiefbaufachmann Anlieger, Naturschützer, Behörden, Fischer BEW Elektrizitätswerk
VORSTUDIE <i>Ziel: Die Bestvariante ist festgelegt</i>	ca. 3 Monate	<u>Technik:</u> ☐ Bei Inselbetrieben mit knappem Wasserdargebot: Erstellen eines Gesamt-Energiekonzeptes ☐ Skizzieren, Prüfung und Vergleich verschiedener Varianten <u>Finanzielles / Wirtschaftlichkeit:</u> ☐ Einholen von Richtofferten, Gespräch mit Lieferanten ☐ Ausscheiden möglicher Eigenleistungen ☐ Ermittlung der Investitionskosten sowie der jährlichen Aufwendungen und Erträge (inkl. Eigenverbrauch) ☐ Wahl der Bestvariante	Energieplaner Beispiel Alp Prasūra Ingenieur (Teilberatung) Lieferanten
Entscheid aufgrund technischer und finanzieller Realisierbarkeit:			
Weiterfahren mit dem Projekt ?			

PROJEKT <i>Ziel: Die Unterlagen sind soweit aufgearbeitet, dass sie mit den Bewilligungs- und Subventionsgesuchen eingereicht werden können</i>	ca. 3 Mo- nate	☐ <u>Gesuchsformulare</u> für die Bewilligungen anfordern: "Welche Informationen werden von den Behörden verlangt?" ☐ Installations- und Netzanschlussvorschriften abklären ☐ <u>Technische Beschreibung</u> (Funktionsprinzip, Techn. Daten, ökologische Aspekte) ☐ <u>Pläne</u> : Darstellung des Projektes in übersichtlichen Situationsplänen, Abmessungen der Bauwerke in Grundriss und Schnitten (gemäss den Anforderungen der Behörden) ☐ Überprüfung bzw. Korrektur der Kostenschätzung und Wirtschaftlichkeitsrechnung ☐ <u>Finanzierungsplan</u> ☐ Förderbeitragsgesuche für die Ausführung an den Bund und Kanton falls Wasserrecht oder Konzession schon vorhanden	Behörden ESTI, lokales Elektrizitätswerk ev. Banken BEW, Kanton
BEWILLIGUNGEN <i>Ziel: Dem Projekt steht rechtlich nichts mehr im Wege</i>	4 Mo- nate bis 2 Jahre	☐ Eingabe des Gesuches mit den Projektunterlagen ☐ Konzessionsverhandlungen ☐ Bereinigung von Einsprachen ☐ Verhandlungen mit Drittpersonen und Interessengruppen ☐ Analyse der Auflagen mit Kostenfolge	Behörden
Sind die Auflagen seitens der Behörden tragbar? Entscheid, ob Weiterführung sinnvoll oder nicht.			
DETAILPLANUNG UND AUSFÜHRUNG	2 Mo- nate bis 1 Jahr	☐ Erstellen der Detailpläne (wo nötig) ☐ Definitive Kosten-/Wirtschaftlichkeitsberechnung ☐ evtl. Förderbeitragsgesuche an Bund und Kanton ☐ Zeit- und Organisationsplan festlegen ☐ Ev. Einholen fehlender Bewilligungen ☐ Ausschreibungen (Lieferumfang, Qualität und Garantien) ☐ Vergleich der eingegangenen Offerten ☐ Abklärung von Detailfragen mit Lieferanten ☐ Auftragserteilungen ☐ Kontrolle der Kosten und des Bauablaufs ☐ Qualitätskontrolle, ev. Mängel beheben ☐ Abnahme und Schlussabrechnung des baulichen Teils	Ingenieur / Baufachmann Ingenieur Lieferanten
INBETRIEBNAHME	einige Tage	☐ Probetrieb, prov. Betriebsbewilligungen ☐ Abnahme des elektromech. Teils (mit Protokoll) ☐ Instruktion von Unterhalts- und Kontrollarbeiten ☐ Abnahme der Anlage durch die Behörden, ESTI und EW	Lieferanten Behörden, ESTI, EW

ESTI = Eidg. Starkstrominspektorat

BEW = Bundesamt für Energiewirtschaft

Liste de contrôle pour l'étude et la construction

Ce tableau est une énumération exhaustive, mais la pratique montre que l'application de toutes ces mesures n'est pas nécessaire. Certaines étapes peuvent être réglées d'une façon informelle.

Phases et objectifs	Durée	Travaux	Informations
CONCEPT DU PROJET EVALUATION GROSSIERE <i>Objectif: Investigation initiale pour savoir si le projet est judicieux</i> La brochure "Exploiter au lieu d'abandonner" peut fournir des idées pour les installations existantes.	env. 1 mois	☐ Estimation de la hauteur de chute minimale H et du débit d'eau minimal/moyen disponible Q. $P [kW] = H [m] \times Q [l/s] \times 6/1000$ ☐ <u>Pour fonctionnement en flotage</u> : déterminer la consommation de courant compte tenu des mesures d'économie possibles ☐ <u>Droit</u> : rechercher s'il existe des obstacles fondamentaux pour un droit d'utilisation de l'eau ☐ <u>Débit résiduel</u> : eaux poissonneuses? Tronçon de dérivation inférieur à 1700 m? ☐ Si nécessaire, rechercher les possibilités d'une <u>aide financière</u> <i>Visiter des installations analogues!</i>	Consultation DIANE 10 Concepteur électricien Autorités cantonales Autorités cantonales div. Institutions
Décision: faut-il concrétiser l'idée du projet? Y a-t-il une solution avec une autre source d'énergie?			
AUTRES INVESTIGATIONS PRELIMINAIRES <i>Objectif: les données de base nécessaires à l'avant-projet, l'estimation des coûts et les demandes d'autorisation sont déjà prêtes</i>	de 2 mois à 1 an	<u>Technique</u> ☐ Procéder à des mesures et/ou recueillir des données sur les débits ☐ Recueillir les documents et les indications planimétriques et altimétriques ☐ Déterminer avec précision la pente et les profils transversaux typiques ☐ Investigation grossière sur la nature du terrain de construction: Pentes de glissement? Zones rocheuses? ☐ Accessibilité aux camions et machines de chantier ☐ <u>Droit</u> : rechercher à titre préventif s'il existe des droits et des servitudes envers des tierces personnes ou des groupes d'intérêts et, si nécessaire, trouver un accord ☐ <u>Problème financier</u> : demander les subventions promotionnelles fédérales pour un avant-projet (si établi par un concepteur) ☐ Se renseigner sur le tarif de reprise du courant auprès de l'usine électrique	Service hydrologique national Géomètre Spécialiste des travaux souterrains Riverains, protection de la nature, pêcheurs, autorités OFEN Usine électrique locale
AVANT-ETUDE <i>Objectif: la meilleure variante est définie</i>	env. 3 mois	<u>Technique</u> ☐ Pour fonctionnement en flotage avec débit d'apport total limité: établir un concept d'énergie global ☐ Schémas, vérifications et comparaison de diverses variantes <u>Problème financier/Rentabilité</u> ☐ Réunir des offres indicatives, entretien avec les fournisseurs ☐ Dégager les propres prestations éventuelles ☐ Déterminer les coûts des investissements, ainsi que des dépenses et revenus annuels (y compris consommation propre) ☐ Choisir la meilleure variante	Concepteur en énergie, voir 'Alp Präsura' Ingénieur (consultation partielle) Fournisseurs
Décision basée sur la faisabilité technique et financière: Faut-il poursuivre le projet?			

PROJET <i>Objectif: les documents ont été mis à jour et sont prêts à être expédiés avec les demandes d'autorisation et de subvention</i>	env. 3 mois	☐ <u>Formulaires de demandes d'autorisation</u> : "quelles informations faut-il fournir aux autorités?" ☐ Rechercher les prescriptions de connexion de l'installation et au réseau public ☐ <u>Description technique</u> (principe de fonctionnement, données techniques, aspects écologiques) ☐ <u>Plans</u> : établir le projet avec les détails de situation, les dessins cotés en plan et en coupes des divers ouvrages (selon les exigences des autorités locales) ☐ Vérifier et corriger l'estimation des coûts, faire le calcul de rentabilité ☐ <u>Plan de financement</u> ☐ Demander les subventions promotionnelles fédérales et cantonales pour la si le droit de l'eau ou la concession existe déjà	Autorités IFICF, Usine Electrique Banques évent. OFEN, Autorités cantonales
AUTORISATIONS <i>Objectif: plus rien ne s'oppose légalement au projet</i>	de 4 mois à 2 ans	☐ Envoyer la demande avec les documents du projet ☐ Négocier la concession ☐ Trouver un accord sur les oppositions ☐ Négocier avec les tierces personnes et les groupes d'intérêts ☐ Analyser les contraintes imposées et l'incidence sur les coûts	Autorités
Les contraintes imposées par les autorités locales sont-elles supportables? Décision de poursuivre ou non le projet			
ETUDE DETAILLEE ET EXECUTION	de 2 mois à 1 an	☐ Etablir les dessins de détails (où c'est nécessaire) ☐ Faire le calcul définitif des coûts/de rentabilité ☐ Demander évent. les subventions promotionnelles fédérales et cantonales ☐ Fixer le planning des travaux et d'organisation ☐ Demander évent. les autorisations manquantes ☐ Appel d'offre (volume des livraisons, qualité, garanties) ☐ Comparer les offres reçues ☐ Rechercher une solution aux détails en suspens avec les fournisseurs ☐ Attribuer les ordres ☐ Contrôler les coûts et le déroulement des travaux ☐ Procéder au contrôle de qualité, évent. à la correction des défauts	Ingénieur/spécialiste de construction OFEN, Autorités Ingénieur Fournisseurs
MISE EN SERVICE	quelques jours	☐ Mise en marche d'essai, autorisations provisoires d'exploitation ☐ Réception de la partie électromécanique (évent. avec procès-verbal) ☐ Instructions sur les travaux d'entretien et de contrôle ☐ Réception de l'installation par les autorités locales, l'ISR et l'usine électrique locale	Fournisseurs Autorités, IFICF, U.E.

IFICF = Inspection fédérale des installations à courant fort.

OFEN = Office fédéral de l'énergie

Vorgehenshilfen

Für Pico-Projekte wurden von Lieferfirmen diverse Fragebogen erstellt, welche sich je nachdem auf die Turbinen-Generator-Gruppe, den Stahlwasserbau oder andere Anlagekomponenten beziehen. Sie dienen den Lieferanten als Informationsgrundlage, erleichtern die Kommunikation mit dem Bauherrn und tragen dazu bei, Missverständnisse zu beseitigen.

Als Checkliste für das gesamte Projekt können die Lieferantenfragebogen jedoch nicht verwendet werden, da sie sich zu stark nach den Produkten des Lieferanten orientieren, nur ausgewählte Aspekte berücksichtigen und daher unvollständig sind.

Um dem Anspruch nach einer vollständigen Gesamt-Checkliste gerecht zu werden, ist im Rahmen des DIANE-Beratungsprojektes für Kleinwasserkraftwerke ein speziell auf Pico-Projekte abgestimmter, umfangreicher Fragebogen erarbeitet worden. Dieser Fragebogen verfolgt gleichzeitig mehrere Ziele:

- Er erleichtert dem Bauherrn den Einstieg ins Projekt.
- Der Bauherr kann alle mit dem Projekt zusammenhängenden wichtigen Punkte der Reihe nach durchgehen. Dies erleichtert ihm den Überblick und verhindert, dass wichtige Fragen vergessen werden.
- Er dient nicht nur den einzelnen Lieferanten, sondern auch beratenden Ingenieuren als wichtige Informationsgrundlage.

Erhältlich ist dieser Fragebogen bei den Beratungsstellen INFOENERGIE. Hier können auch

- Planer- und Lieferantenlisten, sowie Unterlagen über die
- Technik
- Ermittlung der Wassermenge und Fallhöhe

im Zusammenhang mit dem Bau von Pico-Kraftwerken bezogen werden.

\infochil.doc, 1.7.94, OT, Fragebogen für KWK-Bauherren in der Schweiz, deutsche Version

Fragebogen für Kleinstwasserkraftwerk-Projekte

Dieser Fragebogen dient dem Bauherrn als Checkliste. Er kann aber auch für Berater, Planer oder Lieferanten als Informationsgrundlage verwendet werden. Je nachdem ob es sich um eine grobe Beurteilung, eine Vorstudie, um ein Konzessions- oder um ein Bauprojekt handelt, müssen nicht alle Fragen beantwortet werden.

1. Allgemeine Angaben

Name.....

Adresse..... Fax.....

Telefon.....

wann am besten erreichbar?..... (evtl. mehrere ankreuzen)

Es handelt sich um ☐ einen Neubau
☐ einen Umbau oder Modernisierung
☐ eine Reaktivierung

2. Verwendungszweck und erforderliche Gesamtleistung

2.1 Verwendung der Anlage für
☐ reine Stromerzeugung
☐ und mechanischen Antrieb

Angaben der mechanisch angetriebenen Maschinen (Drehmoment, Drehfrequenz, erforderliche Frequenzgenauigkeit, Dreh-sinn etc.) auf separatem Blatt

Aide préalable

Divers fournisseurs ont établi des questionnaires prévus pour les projets de Pico-centrales soit en se rapportant au groupe turboalternateur, aux constructions hydrauliques en acier ou à d'autres composants d'installation. Ces formulaires servent de base d'information, facilitent la communication avec les propriétaires et contribuent à lever les malentendus.

Il ne faut toutefois pas utiliser ces questionnaires comme liste de contrôle pour l'ensemble du projet, car ils sont essentiellement orientés sur les produits des fournisseurs concernés et, par ailleurs, incomplets du fait qu'ils ne prennent en compte que certains aspects du problème. En vue de pouvoir disposer d'un questionnaire qui soit complet et applicable à l'ensemble des projets de Pico-centrales, un formulaire exhaustif a été élaboré dans le cadre du projet d'assistance DIANE sur les petites centrales hydrauliques; il répond simultanément à plusieurs objectifs:

- il facilite l'accès au projet pour le propriétaire;
- le propriétaire peut examiner progressivement tous les points essentiels liés au projet, sans risquer d'oublier d'importants problèmes;
- il sert non seulement de source d'information à tous les fournisseurs, mais également aux ingénieurs-conseils concernés par le projet.

Les Services de consultation INFOENERGIE fournissent ce questionnaire à tous les intéressés sur demande. Par ces bureaux on peut aussi obtenir

- listes des concepteurs et fournisseurs, ainsi que des dossiers concernant
- la technique
- vérification du débit d'eau et de la hauteur de chute

Produkte, Qualität und Garantien

Qualitätsprodukte zahlen sich aus

Nach Tausenden von Betriebsstunden, welche für andere Geräte schon das Ende der Lebensdauer bedeuten, wird Ihre Turbine erst eingefahren sein. Ihre Turbine sollte mindestens 25 Jahre problemlos laufen und kann auch Generationen überleben - sachgemäße Wartung vorausgesetzt.

Billigprodukte weisen oft nicht nur eine kürzere Lebensdauer auf, über die Betriebsjahre schlagen die Verluste aus Minderproduktion und Mehraufwand sehr zu Buche. Nur zu oft müssen Pico-Kraftwerke

nachgebessert, nachgerüstet oder vorzeitig umgebaut werden, weil bei der Wahl der Geräte nur der Preis ausschlaggebend war. Ein Turbinenkauf wird deshalb zur Vertrauenssache. Verlangen Sie Referenzangaben, holen Sie persönliche Referenzen ein und besuchen Sie Referenzobjekte. Es gibt viele Hersteller, welche preisgünstige Produkte guter Qualität anbieten. Nutzen Sie die Vorteile der freien Konkurrenz mit einer Ausschreibung.

Ausschreibung

Holen Sie mehrere Offerten ein und definieren Sie anhand eines Pflichtenheftes die Anforderungen an die betreffenden Anlagenteile so präzise wie möglich. Lassen Sie aber dem Unternehmer oder Lieferanten die Möglichkeit offen, eine eigene Variante zu präsentieren.

Der Beizug eines unabhängigen, spezialisierten und erfahrenen Ingenieurs bei der Erstellung der Pflichtenhefte kann empfohlen werden.

Offertvergleich

Vergleichen Sie die eingegangenen Offerten mit dem Anforderungskatalog oder Pflichtenheft Ihrer Ausschreibung. Ziehen Sie einen Vergleich zwischen den Offerten, wobei zuerst unabhängig vom Preis entschieden werden sollte. So wird ein nach Leistung und Preis unabhängiger Vergleich möglich.

Erwarten Sie aber nicht von allen Lieferanten ausführliche Offerten. Viele Hersteller neigen aus Rationalisierungsgründen zu standardisierten Kurzzofferten, auch wenn die Qualität des Produktes deshalb nicht schlechter sein muss. Dies hat bei kleineren Auftragssummen sicher seine Berechtigung, ein umfassender Vergleich der Angebote wird dadurch jedoch erschwert.

Beurteilungskriterien für Elektromechanik:

- Leistungsdaten, Wirkungsgrade (auch bei Teillast)
- Korrosionsschutz, korrosionsfreies Material
- Dichtungen (Material, Konzept, Lebensdauer)
- Verschleissteile (Lebensdauer)
- Lager (Material, Konzept, Lebensdauer)
- Wartungsfreundlichkeit
- Lärmemission
- Sicherheit, Maschinenschutz (Überhitzung, Durchdrehen)
- Service nach dem Verkauf
- Referenzobjekte mit ähnlichen Betriebsdaten und Konstruktionsweise

Produits, qualité et garanties

Les produits de qualité sont payants

Après un fonctionnement d'un millier d'heures, une turbine bien choisie est tout juste rodée, alors qu'après une telle durée bon nombre d'appareils atteignent le seuil de mise hors service. Une turbine de qualité doit pouvoir durer sans problème au moins 25 ans, voire des générations, avec, cela va de soi, un entretien approprié.

Les machines bon marchés n'ont pas seulement une durée de vie écourtée, mais elles présentent, au cours des années d'exploitation, d'importantes pertes de production et causent, de surcroît, des dépenses excessives. Lorsque le prix d'achat est le seul critère de sélection des appareils à utiliser

dans les petites centrales hydrauliques, bien souvent ces installations doivent subir des remises en état, des rééquipements ou des transformations prématurées.

L'achat d'une turbine est une question de confiance. Avant toute décision, il faut donc demander des références d'ordre général et particulier, et aller visiter des objets correspondant à ces références. Bon nombre de fabricants offrent des machines de qualité à des prix avantageux. Raison suffisante pour profiter de la libre concurrence en lançant un appel d'offre.

Appel d'offres

Il est bon de demander plusieurs offres, après avoir défini aussi précisément que possible les exigences envers les composants de l'installation au moyen d'un cahier des charges. Mais il est également recommandé de donner à l'entreprise ou au fournisseur

la possibilité de proposer des solutions différentes de la solution envisagée.

Pour cela, il est conseillé d'avoir recours à un ingénieur indépendant, spécialisé et expérimenté en la matière pour préparer ledit cahier des charges.

Comparaison des offres

Comparez alors les offres reçues avec le catalogue des exigences ou le cahier des charges de l'appel d'offres. L'étude comparative suivie d'un premier choix doit se faire sans tenir compte du prix, ce qui permet d'opérer une comparaison indépendamment du rendement et du prix. Il faut cependant s'attendre à recevoir des offres succinctes standardisées, car de nombreux fabricants tendent à rationaliser leur travail, ce qui à priori n'équivaut pas toujours à une qualité de second ordre. Cette façon de faire est fort bien justifiée pour des commandes de faible montant, mais cela complique une comparaison exhaustive.

Critères d'évaluation pour la partie électromécanique:

- Données de performances, rendement (même en charge partielle)
- Protection anticorrosive, matériaux résistants à la corrosion
- Joints d'étanchéité (matériau, conception, longévité)
- Pièces d'usure (longévité)
- Paliers (matériau, conception, longévité)
- Facilité d'entretien
- Emission de bruits
- Sécurité, protection des machines (échauffement, vitesse d'emballement)
- Service après-vente
- Objets servant de référence et présentant des données d'exploitation et des types de construction analogues

Pauschalvertrag und Kostendach

Mit diesen beiden Instrumenten wird verhindert, dass die Projektierungs- und Baukosten unkontrolliert in die Höhe wachsen. Pauschalverträge können für **Unternehmerarbeiten** abgeschlossen werden, wobei es im Interesse des Bauherrn liegt, dass sich der Unternehmer an ein präzise formuliertes Pflichtenheft halten muss. Dies setzt eine gründliche Planung seitens des Bauherrn bzw. des projektverantwortlichen Ingenieurs voraus.

Mit dem **Ingenieur** kann in Zusammenhang mit dem Projektierungs- und Projektierungsvertrag ein Kostendach vereinbart werden. Auch hier stellt ein detailliertes Pflichtenheft eine Notwendigkeit dar. Sowohl für Unternehmer- wie auch für Projektierungsarbeiten können sich während der Bauphase **zusätzliche Leistungen** aufdrängen, denn vor allem bei Tiefbau- und Renovationsarbeiten ist man vor Überraschungen nicht geschützt. Diese zusätzlichen Leistungen müssen neu vertraglich vereinbart werden.

Garantien, Nachweise und Pönalien

Für Komponenten von Pico-Kraftwerken ist das Einholen mindestens folgender **Garantien** zu empfehlen:

Produktmängel

Eine Turbinen-Generator-Gruppe soll bei Dauerbetrieb und fachgerechter Wartung eine Lebensdauer von mindestens 25 Jahren erreichen, für die elektronische Ausrüstung rechnet man mit 15 bis 20 Jahren, für den Stahlwasserbau mit 40 Jahren. Dies zeigt, dass eine mehrjährige Produktgarantie wichtig ist.

Durchgangsdrehzahl, Standfestigkeit

Entsprechend dem Turbinentyp und der Anlagencharakteristik muss die Turbinen-Generator-Gruppe jeden möglichen Fall eines Durchdrehens schadenlos überstehen. Die Verantwortung für die Kontrolle der Überdrehzahl, z.B. mittels Schnellschluss, liegt beim Lieferanten.

Stabiler Betrieb

Unabhängig vom Turbinentyp und vom hydraulischen System muss eine stabile und gleichmässige Stromversorgung gewährleistet sein. Spannungs- und Frequenzschwankungen dürfen die im Vertrag erwähnten Toleranzen nicht überschreiten.

Leistung

Die Maximalleistung der Gruppe muss garantiert werden.

Wirkungsgrad

Der Wirkungsgradverlauf der Turbinen-Generator-Gruppe muss über den gesamten benötigten Lastbereich angegeben sein. Dem Vertrag müssen Messprotokolle von Laborversuchen mit einer gleichen oder geometrisch ähnlichen Turbine und Generator beigelegt sein.

Korrosionsschutz

Wenn möglich sollen für die Düse, Düsen-nadel, Leitapparat, Laufrad und andere mechanische Elemente der Turbine rost-freies Material verwendet werden. Die anderen wasserberührenden Teile müssen mit einem robusten und dauerhaften Rostschutz versehen werden.

Lärm

Bei Arbeitsplätzen und Wohnungen im selben Gebäude: maximale Lärmentwicklung und Vibration.

Kavitation

Absolute Kavitationsfreiheit (Lochfrass wegen lokalem Unterdruck) für die Turbine.

Die in der IEC-Norm 609 genannten Kavitationstoleranzen sind für grössere Turbinen sinnvoll, denn hier kann sich der Aufwand für gelegentliches Aufschweissen kavittierter Stellen lohnen, wenn dafür andere wirtschaftliche Vorteile erzielt werden (z.B. Verzicht auf das Tieferlegen der Turbine). Bei Kleinstanlagen stehen aber die Reparaturkosten meist in keinem Verhältnis zu eventuellen Einsparungen durch die Wahl einer billigen Turbine oder durch kostengünstigere, aber nicht optimale bauliche Anordnung.

Contrat à prix global et limite des coûts

Ces deux outils permettent d'empêcher que les coûts d'étude et de construction ne grimpent démesurément.

Certains travaux d'entreprise peuvent bien se prêter à des offres globales, dans la mesure où les entrepreneurs concernés se tiennent rigoureusement à un cahier des charges formulé avec précision. Cela implique au préalable une étude sérieuse de la part du propriétaire ou de l'ingénieur-conseil impliqué dans le projet.

Il est possible de convenir d'une limite des coûts avec les ingénieurs en la spécifiant

dans le contrat du projet et dans celui de la direction des travaux. Un cahier des charges détaillé s'avère ici aussi indispensable.

Que ce soit pour les travaux d'entreprise ou pour l'étude du projet, il n'est pas exclu devoir de faire à l'occasion face à des prestations supplémentaires pendant la phase de construction; en effet, nul n'est à l'abri d'imprévus et de surprises désagréables, surtout dans les travaux d'infrastructure et de réhabilitation d'ouvrages. Il est donc préférable de régler sans tarder et par contrat ces nouvelles prestations.

Garanties, vérifications et sanctions

En ce qui concerne les composants de Pico-centrales, il est recommandé de demander au moins les **garanties** suivantes:

Produits défectueux

Compter une durée de vie d'au moins de 25 ans pour un groupe turbo-alternateur en fonctionnement continu et avec entretien approprié, de 15 à 20 ans pour les équipements électroniques et de 40 ans pour les constructions hydrauliques en acier. Une garantie de longue durée sur les machines et composants est de ce fait très importante.

Vitesse d'emballement

Conformément au type de turbine et aux caractéristiques de l'installation, le groupe turbo-alternateur doit supporter tout cas possible de vitesse d'emballement. C'est au fournisseur de prendre la responsabilité du contrôle de la vitesse d'emballement (arrêt rapide).

Stabilité de la charge

Quel que soit le type de turbine, et pour autant que le système hydraulique soit stable (adduction et restitution), la puissance du groupe turbo-alternateur doit rester stable à toutes les charges prescrites dans le contrat.

Puissance

La puissance maximale de la turbine doit être garantie.

Rendements

Le rendement global attendu du groupe hydroélectrique sera indiqué dans tout le domaine de fonctionnement requis. Des

protocoles de mesures des rendements de la turbine et du générateur, obtenus en laboratoire sur des machines identiques ou géométriquement semblables, seront joints au contrat.

Protection anticorrosive

Les tuyères, pointeaux, distributeurs, rotors et autres pièces mécaniques usinées de la turbine doivent, si possible, être fabriqués en matériaux inoxydables. Les autres éléments métalliques en contact avec l'eau seront protégés de la rouille par un traitement de surface résistant et durable.

Niveau sonore

Si des places de travail et des logements sont prévus dans le même bâtiment, obtenir la garantie d'une limitation du niveau sonore et des vibrations à des valeurs tolérables.

Cavitation

La turbine doit offrir une sécurité anticavitation absolue (risque d'érosion par suite de dépression localisée).

Les tolérances de cavitation données par la norme 609 de la Commission internationale électrotechnique sont parfaitement justifiées pour les grandes turbines, car le coût d'une éventuelle réparation par soudage d'éléments endommagés par cavitation peut être compensé par d'autres avantages à caractère économique (p.ex. réduction de la cote d'enfoncement de la turbine). Par contre pour les petites centrales hydrauliques, le coût d'une réparation est bien souvent supérieur à une éventuelle économie due au choix d'une turbine à bas prix ou à une disposition constructive moins chère mais non optimale.

Nachweis der Garantien

Die besten Garantien nützen wenig, wenn sie nicht kontrolliert werden und bei Nichterfüllung keine Konsequenzen haben. Zudem muss festgelegt werden, wie im Zweifelsfalle die Garantiebedingungen nachgewiesen werden können und auf wessen Kosten.

Heikel dabei ist der **Nachweis des Wirkungsgrades** einer Turbine, da sich die Bestimmung der effektiv turbinieren Wassermenge meist schwierig und aufwendig gestaltet und für Pico-Kraftwerke unverhältnismässig teuer ist. (Die Kosten für eine solche Messung können in der Grössenordnung des Turbinenpreises liegen!) Keine Schwierigkeiten hingegen bieten präzi-

se Messungen der elektrischen Leistung und der Nettofallhöhe. Deshalb ist es einfach, die bei voller Turbinenöffnung und den gegebenen hydraulischen Bedingungen garantierte Leistung der Turbinen-Generator-Gruppe zu überprüfen.

Die **Kavitationsfreiheit** kann aus vorgängig an gleichen Turbinen durchgeführten Labormessungen verifiziert werden. Kavitationsschäden an der gelieferten Turbine selbst, welche vor Ablauf der Garantiefrist festgestellt werden, ziehen in der Regel eine Rückweisung der Turbine nach sich.

Pönalien

Im Kaufvertrag sollen die Pönalien für den Lieferant bei Nichterfüllen der Garantiebedingungen festgelegt werden.

Verwendung von Occasion-Ausrüstung

Der Einbau von gebrauchten Anlagekomponenten hat im Pico-Kraftwerkbereich seine Tradition - und seine Tücken. Für Gebrauchturbinen und -generatoren besteht ein echter kleiner Markt, aber auch Rechenanlagen, Abschlussorgane, Rohre und kleine Schaltschränke können unter Umständen gefunden werden. Damit ein solcher Handel nicht zum Fiasko wird, sind jedoch fachmännische Kenntnisse und, insbesondere bei einer Generalrevision, das Einholen von Garantien für die Funktionstüchtigkeit notwendig.

Eine Turbine kann an eine andere Fallhöhe angepasst werden. Dabei verändert sich jedoch der Wasserstrom mit der Quadratwurzel der Fallhöhe, und die Drehzahl sollte zwecks Erhaltung der Wirkungsgrade im gleichen Verhältnis angepasst werden. Bei Erhöhung des Gefälles muss jedoch überprüft werden, ob die Turbine den erhöhten Belastungen stand hält. Die Kosten für Aus-

bau und Revision dürfen nicht unterschätzt werden. Wegen der Energieausbeute sollte nicht zu sehr von den als optimal bestimmten Daten für die gesuchte Turbine abgewichen werden. Auch alte Turbinen können, wenn sie von einem renommierten Hersteller stammen, recht gute Wirkungsgrade erbringen. Von Vorteil ist, wenn die Maschine noch in Betrieb besichtigt werden kann (ein seltener Fall), auf jeden Fall soll sie in demontiertem Zustand beurteilt werden.

Beim Kostenvergleich mit einer neuen Ausrüstung sind unterschiedliche Energieproduktion, Unterhaltskosten, Lebensdauer und Garantien zu berücksichtigen.

Anzeigen für Occasionsangebote findet man in den Verbandszeitschriften des ISKB/ADUR, des ÖVFK, des BDWK und im „bulletin mensuel d'annonces“ des EAF.

Vérification des garanties

Les meilleures garanties ne servent à rien s'il n'est pas possible d'en faire la preuve et d'appliquer des sanctions en cas de non-respect. Il faut pour cela définir comment pouvoir vérifier les conditions de garantie en cas de doute et à qui en incombent les frais.

Le contrôle du rendement d'un groupe turbo-alternateur est une opération délicate et coûteuse, essentiellement en raison de la difficulté de mesurer le débit turbiné avec précision. (Le coût de cette mesure peut être de l'ordre de grandeur du coût de la turbine même!) Il est, par contre, relativement aisé

de mesurer la puissance électrique et la chute nette avec une précision suffisante. On peut donc assez facilement vérifier la puissance garantie, à pleine ouverture de la turbine, obtenue dans les conditions hydrauliques effectives.

L'absence de cavitation peut se vérifier par analogie avec des essais antérieurs effectués en laboratoire sur une turbine semblable. Un dégât de cavitation serait constaté à l'issue de la période de garantie, et devrait en général toujours conduire à un refus de la turbine.

Sanctions

Il faut fixer dans le contrat de vente les pénalités à appliquer au fournisseur en cas de non-respect des garanties et des délais de livraison.

Utilisation d'équipements d'occasion

Le montage de composants de seconde main dans le domaine des Pico-centrales a son côté traditionnel, mais aussi son revers de médaille. Le marché des turbines et des générateurs d'occasion est vraiment limité. Dans certaines conditions il offre des grilles de prises d'eau, des organes de fermeture, des tuyaux et des armoires de commande. Afin qu'une telle acquisition commerciale ne tourne pas à la catastrophe, il faut disposer de bonnes connaissances techniques et savoir surtout exiger des garanties de fonctionnement associées à une révision générale.

Il est possible d'adapter une turbine à une hauteur de chute différente; mais le débit d'eau varie proportionnellement à la racine carrée de la dénivelée et, afin de conserver le même rendement, il faut adapter aussi la vitesse de rotation dans le même rapport. En augmentant la hauteur de chute, il est nécessaire de vérifier si la turbine peut

résister à des charges plus fortes. Par ailleurs, il ne faut pas sous-estimer les coûts de démontage et de révision. Les vieilles turbines peuvent fournir un excellent rendement si elles proviennent d'un fabricant de renom et si on ne s'éloigne pas trop des données définies comme optimales pour la turbine cherchée. Il est particulièrement avantageux d'observer la machine encore en service (cas plutôt rare); il faut de toute façon pouvoir l'apprécier à l'état démonté. La comparaison du coût avec celui d'un équipement neuf implique de tenir compte des différences relatives à la production d'énergie, aux dépenses d'entretien, à la durée de vie et aux garanties.

Les offres d'occasion paraissent dans les périodiques techniques publiés par les associations telles que ISKB/ADUR, ÖVFK, BDWK et dans le „bulletin mensuel d'annonces“ de EAF.

Adressen

Adresses

Organisationen

Organisations

ISKB / ADUR
Interessenverband Schweizer
Kleinkraftwerkbesitzer

Geschäftsleitung ISKB
H.P. Leutwiler
Postfach, 8910 Affoltern a/A.
01 / 762 18 70 Fax 01 / 762 18 15

Vertritt die Interessen der Kleinkraftwerk-
besitzer

ISKB / ADUR
Association des Usiniers Romands

Secrétariat ADUR
R. Chenal, Ing. conseil
Chemin de Crépon
1815 Clarens
Tél et Fax 021 / 964 42 21

Représentation des intérêts des
propriétaires de petites centrales
hydrauliques

BDW
Bundesverband Deutscher
Wasserkraftwerke e.V.

Theresienstr. 29/11
D-80000 München
(0049) 89 28 66 26 0 Fax 66 26 66

ÖVFK
Österreichischer Verein zur
Förderung von Kleinkraftwerken

Museumstr. 5
A-1070 Wien
(0043) 1 / 93 75 11-23

E.A.F.
Electricité Autonome Française

9 Boulevard Lannes
F- 75116 Paris
(0033) 1 45 04 08 21 Fax 45 04 51 99

A.P.P.E.I.
Associazione Produttori Energia
Idroelettrica

Via S. Quintino 28
I-10121 Torino
(0038) 11 56 25 522 Fax 56 28 612

Informationen

Informations

Programm
Kleinwasserkraftwerke

c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG
Postfach, 8910 Affoltern am Albis
01 / 762 18 33 - 18 Fax 762 18 15

ab 1998: Koordiniert alle Fördermassnahmen
des BEW, insbesondere auch für Beiträge an
Projekte. Internet-Präsenz geplant.

Programme petites centrales
hydrauliques Suisse Romande

R. Chenal, Ing. conseil
c/o MHyLab, 1354 Montcherand
024 / 441 36 54

Coordination du programme
PCH pour la Romandie

ESTI
Eidg. Starkstrominspektorat

Luppenstr. 1, 3220 Fehraltorf
01 / 956 12 12 Fax 956 12 22

ISR
Inspectorat fédéral des installations à
courant fort Suisse Romande

che. de Mornex 3, 1003 Lausanne
à l'att. M. Michaud
021 / 312 66 96 Fax 021 / 320 00 96

Infoenergie Nordostschweiz

c/o Nova Energie GmbH
Rüedimoosstrasse 4
8356 Tänikon
052 / 368 34 85 Fax 052 / 368 34 89

Infoenergie Nordwestschweiz

c/o Nova Energie GmbH
Schachenallee 29, 5000 Aarau
062 / 834 03 03 Fax 062 / 834 03 23

Infoenergia Ticino

Centrale di consulenza
sezione protezione aria e acqua
091 / 804 37 55 / 53 Fax 091 / 804 37 36

SAB
Schweiz. Arbeitsgemeinschaft für die
Berggebiete

Laurstr. 10
5200 Brugg
056 / 442 30 12 Fax 056 / 441 36 42

Information, Vermittlung, Unterstützung
Information, médiations, aide

SVGW
Schweiz. Verband des Gas- und
Abwasserfaches

Postfach 658, 8027 Zürich
01 / 288 33 33

Zuständig für hygienische und technische
Belange bei Trinkwasseranlagen
Compétent pour toutes questions de la
hygiène et de la technique concernant les
installations d'eau potable

Kleinturbinenlabors und Lehrkraftwerke *Laboratoires micro-turbines et centrales d'enseignement*

Lehr- und Demonstrationskraftwerk
Churwalden

Dr. A. Brüesch
Aegertaweg, 7075 Churwalden
081 / 382 16 56 Fax 081 / 382 10 80

Demonstrationsanlage

Laboratoire de Minihydraulique de
Montcherand (MHyLab)

1354 Montcherand
Tél et Fax 024 / 441 36 54

Development et essais de petites
turbines

Unterstützung und Finanzierung *Assistance et Financements*

Kant. landwirtschaftliche
Betriebsberatungen

Vermittlung für Finanzierungsfragen, bei
landwirtschaftlichen Projekten; Gutachten
für Unterstützung

Vulgarisations agricoles cantonales

*Médiations dans les problèmes de
financement des projets agricoles; avis
d'expertise en matière d'assistance*

BEW
(Bundesamt für Energiewirtschaft)
Sektion Energietechnik

3003 Bern
031 / 322 56 11 Fax 031 / 323 25 00
<http://www.admin.ch/bew>

Förderbeiträge an Vorstudie von
Kleinwasserkraftwerkprojekten

OFEN
(Office fédéral d'énergie)
Section Technique énergétique

3003 Bern
031 / 322 56 11 Fax 031 / 323 25 00
<http://www.admin.ch/bew>

Subventions promotionnelles pour
avantprojets de petites
centrales hydrauliques

Bundesamt für Landwirtschaft
Abteilung Pflanzenbau
(ehemals «Getreideverwaltung»)

Mattenhof 5
3005 Bern
031 / 322 21 11

Subventionen und zinslose Darlehen an
Stromversorgung von Müllereibetrieben

Office fédéral de l'agriculture
Division de la production végétale
(jadis «Adm. fédérale des blés»)

Mattenhof 5
3005 Bern
031 / 322 21 11

Subventions et prêts sans intérêts pour
l'alimentation des minoteries en courant
électrique

ADEV Schweiz
Arbeitsgemeinschaft Dezentrale
Energieversorgung

Postfach 550
4410 Liestal
061 / 921 94 50

Beteiligungen, Finanzierung
Participation, financement

Energie plus!

Postfach
3550 Langnau i. E.
034 / 402 62 36

Beteiligungen, Finanzierung
Participation, financement

Appenzellische Vereinigung zur
Förderung umweltfreundlicher Energien

H. Walser AG
9100 Herisau
071 / 351 11 21

Beteiligungen, Finanzierung
Participation, financement

Schweizer Berghilfe

Baldernstr. 14, 8134 Adliswil
01 / 710 88 33 Fax 01 / 710 80 84

Finanzierung, Darlehen, Koordination mit
anderen Hilfsorganisationen
*Financement, prêts, coordination avec
d'autres organismes d'assistance*

Alternative Bank

Leberngasse 17, 4600 Olten
062 / 212 00 85

Zinsgünstige Darlehen für umwelt-
freundliche Investitionen
*Prêts à intérêts avantageux pour inve-
stissements en faveur de l'environnement*

BCL
Freie Gemeinschaftsbank

Oberer Zielweg 60, 4143 Dornach
061 / 701 58 00

Zinsgünstige Darlehen für umwelt-
freundliche Investitionen
*Prêts à intérêts avantageux pour inve-
stissements en faveur de l'environnement*

Zahlreiche weitere Adressen sind im «Handbuch 1997 Kleinwasserkraftwerke», zu finden.
Bezug bei EDMZ, 3003 Bern, Bestellnr. 805.633 d, Preis Fr. 4.50

Plusieur d'autres adresses se trouvent dans le «Manuel 1997 Petites Centrales hydrauliques».
En vente chez OCFIM, 3003 Berne, numéro de commande 805.633 f, prix frs. 4.50

LITERATURHINWEISE INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

Periodika und Fachartikel *Périodiques et articles spécialisés*

- | | | | |
|---|---------------------------------|---|---|
| d | Das Kleinkraftwerk | ISKB / ADUR
Adressen s. oben | Verbandsorgan des ISKB / ADUR
Berichte, Inserate, Occasionsmarkt |
| f | <i>La petite centrale</i> | ISKB / ADUR
adresses voir au dessus | Organe de l'association ISKB / ADUR;
rapports, annonces, marché des occasions |
| d | Das Wassertriebwerk | Verlag Moritz Schäfer
Postfach 2254
D - 32712 Detmold
(0049) 5231 / 24637 | Verbandsorgan des Bundesverbandes
Deutscher Wasserkraftwerke (BDW)
und der Arbeitsgemeinschaften
Wasserkraftwerke der Länder |
| d | ÖVFK-Mitteilungen | ÖVFK
Museumstr. 5, A - 1070 Wien
(0043) 222 / 937511 - 23 | Verbandsorgan des Österreichischen
Vereins zur Förderung von Kleinkraft-
werken |
| f | Bulletin mensuel d'annonces EAF | Fédération Autonome Française
9, boulevard Lannes
F - 75116 Paris
(0033) 45 / 04 08 21 | Organe de l'association EAF; rapports,
annonces, marché des occasions |
| | Umwelt-Information | Vereinigung für Gewässerschutz und
Luftthygiene (VGL)
Schaffhauserstr. 125, 8057 Zürich | Neues Gewässerschutzgesetz
Wasser als Lebensraum
Vernünftiger Hochwasserschutz (2/93) |

Bücher und Broschüren *Livres et brochures*

- | | | | |
|---|--|--|---|
| d | Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz,
Teil 3, (1987) | BWW (Bundesamt für Wasserwirtschaft) | Entwicklung der Kleinwasserkraft in der
Schweiz, Politik, Recht und Statistiken |
| | <i>Petits aménagements hydro-électriques
en Suisse, 3^{ième} partie (1987)</i> | OFEE (Office fédéral d'économie des eaux) | <i>Développement de la petite force hy-
draulique en Suisse; politique, lois et
statistiques</i> |
| d | Wasserkraftanlagen
Klein- und Kleinstkraftwerke
(1991) | expert-Verlag, Ehningen bei Böblingen (D)
Sándor O. Pálffy und 7 Mitautoren
ISBN 3-8169-0651-6 | Alle wichtigen technischen und finan-
ziellen Aspekte der Kleinwasserkraft
werden in diesem Buch detailliert er-
läutert. Zahlreiche Skizzen und Bilder
erleichtern das Verständnis für die
Technik. |
| d | Wasserkraft nutzen
(2. Auflage 1991) | Rotarius Verlag, Heuberg 2,
D-35091 Cölbe,
Tel. 0049 - 6421 / 84656
ISBN 3-921933-07-2 | Ratgeber für Technik und Praxis so-
wohl für Pico-Kraftwerke als auch für
grössere Anlagen; |
| d | Stromversorgung von Alpen mit
Kleinspannungsanlagen
(Konzeptstudie, 1992) | SAB-Verlag, Laurstr. 10
5200 Brugg
056 / 442 30 12 | Unentbehrlich für die Planung von
Stromversorgungen von Alpen; Auf-
zeichnung neuer Möglichkeiten dank
Stromsparkonzept, vgl. Alp Prasūra |

- | | | | |
|---|---|--|--|
| d | Wegleitung für den Entwurf eines Energieversorgungsprojektes von Alpwirtschaftsbetrieben (1992) | AVES (Aktion für vernünftige Energiepolitik Schweiz), Postfach 306, 8034 Zürich
ISBN 2-940037-01-9 | Hier wird auch mit Solar-, Windenergie, Dieselgenerator und Netzanschluss verglichen. |
| f | <i>Guide pratique pour la conception de projets d'approvisionnement en énergie des alpages</i> (1992) | APPER (Action pour une politique énergétique réaliste), 1837 Château-d'Oex
ISBN 2-940037-00-0 | <i>Ici, on fait aussi la comparaison avec les énergies solaire et éolienne, le groupe diesel-électrogène et la connexion au réseau</i> |
| d | Energieversorgung von Alpbetrieben mit Kleinstwasserkraftwerken | Bericht 348 der FAT (Forschungsanstalt Tänikon), | Einige allgemeine Tips, ergänzt mit sechs knapp beschriebenen Beispielen; gute Ideen für den Selbstbauer |
| d | Wassermühlen - 35'000 Kleinkraftwerke zum Wohnen und Arbeiten (3.Auflage 1992) | Verlag C.F. Müller, Karlsruhe | Romantik und Nutzen dieser naturangepassten, sanften Energietechnik: Geschichte, Technik und Betrieb, wirtschaftliche Aspekte, zahlreiche Fotos und Skizzen |
| d | Leitfaden für den Bau von Kleinwasserkraftwerken (2. Auflage 1994) | Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg e.V.
Verlag: Franckh-Kosmos, Stuttgart
ISBN 3-440-6487-5 | Ist zwar für grössere Anlagen gedacht, gibt aber auch dem Selbstbauer von Pico-Kraftwerken wertvolle Gedankenanstösse, vorallem in Zusammenhang mit Garantien, Lieferungen und Abnahmen (Übersetzung der IEC-Normen) |
| d | Bau von Wasserkraftanlagen | Verlag C.F. Müller, Karlsruhe (1986)
Autor: Felix von König
ISBN 3-7880-7249-0 | Praxisbezogene Planungsgrundlagen für die Errichtung von Wasserkraftanlagen aller Grössenordnungen |
| d | Leitfaden für den Bau von Fischwegen (1994) | WEA (Wasser- und Energiewirtschaftsamt Kt. BE), Reiterstr. 11, 3011 Bern | Sehr praktische und wichtige Hinweise für die Planung von Fischautstiegen |
| d | Fischaufstiegsanlagen (1996) | DVWK, Merkblätter 232/1996
Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, D-53123 Bonn
ISBN 3-89554-027-7 | Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle; Die momentan wohl vollständige und ausführlichste Präsentation von Fischaufstiegshilfen im deutschen Sprachraum. |
| f | <i>Les Passes à poissons</i> (1993) | HYDRO M
6, rue Clémence Isaure
F - 31000 Toulouse | <i>Etude détaillée et exhaustive sur les passes à poissons, plutôt pour grandes installations</i> |
| f | <i>Passes à poissons</i> (1994) | de la collection "mise au point", par le Conseil Supérieur de la Pêche (Paris), en collaboration avec INP ENSEIHT, CEMA-GREF et EDF;
Auteurs: M. Larinier, J.P. Porcher, F. Travade et C. Gosset
ISBN: 2-11-088083-X, Prix: FF 550 | <i>Plus de dix années de recherche théorique et appliquée, une expérience française exercée sur plusieurs centaines d'ouvrages donnent la base pour ce livre assez détaillé.</i> |
| e | Micro Hydro Design Manual (1993) | Intermediate Technology Publications (London) by Adam Harvey, 374 pages
ISBN 1-85339-103-4 | A guide to small-scale water power schemes, a lot of practical hints, very useful for projects in developing countries |
| e | SKAT Schriftenreihe | SKAT
Vadianstr. 42, 9000 St. Gallen
071 / 228 54 54 Fax 071 / 228 54 55 | Several manuals about technical aspects in the field of micro hydro power in developing countries |

Publikationen des Impulsprogrammes PACER (zu beziehen bei der EDMZ, 3003 Bern, Preise inkl. MWSt.)**Publications du programme d'action PACER** (en vente chez OCFIM, 3003 Berne; prix TVA compris)

d	Kleinstwasserkraftwerke (1993)	Bestellnummer 724.244 d, Fr. 25.- Faltblatt (gratis): 724.245 d	Einführung in die Materie der Kleinstwasserkraftwerke bis 300kW; mit praktischen Tips und zahlreichen Skizzen; auch für den Bau von Trinkwasser- und Abwasserkraftwerken
f	<i>Petite centrale hydraulique</i> (1992)	N° de commande: 724.244 f, Fr. 25.- Dépliant (gratuit): 724.245 f	<i>Introduction dans le domaine des petites centrales hydrauliques jusqu'à 300 kW; conseils pratiques et nombreux schémas; convient également pour la construction de centrales hydrauliques en eau potable et des eaux usées</i>
d	Informationsblätter der Kantone	Bestellnr.: 724.244.x d	Wichtige Adressen für KWK-Projekte und Informationen über das Bewilligungsverfahren in jedem Kanton.
f	<i>Fiches d'information des cantons</i>	N° ce com.: 724.244.x f	<i>Adresses importantes pour les projets de petites centrales hydrauliques et informations sur les procédures d'autorisation relatives à chaque canton.</i>
d	Wasserturbinen	Bestellnr.: 724.247.1 d	Charakteristiken der verschiedenen Turbinentypen, Wahl der geeigneten Turbine, Tips für Offertanfragen
f	<i>Turbines hydrauliques</i>	N° ce com.: 724.247.1 f	<i>Caractéristique des différents types de turbines, choix de la propre turbine, conseils pour l'appel des offres</i>
d	Generatoren und elektrische Informationen	Bestellnr.: 724.247.2 d	Grundlagen der Elektrotechnik, Synchron- und Asynchrongeneratoren, Insel- und Verbundbetrieb, Schutz und Überwachung, Pflichtenheft,
f	<i>Générateurs et installations électriques</i>	N° ce com.: 724.247.2 f	<i>Principes fondamentaux de l'électricité, générateurs synchrones et asynchrones, interconnexion au réseau et fonctionnement isolé, protection et sécurité, cahier des charges</i>
d	Turbinenregelung und Schutzmassnahmen	Bestellnr.: 724.247.3 d	Technik, optimaler Betrieb, Sicherheit für Mensch und Maschine
f	<i>Régulation et sécurité d'exploitation</i>	N° ce com.: 724.247.3 f	<i>Technique, fonctionnement optimale, sécurité pour l'homme et la machine</i>
d	Wahl, Dimensionierung und Abnahme einer Kleinturbine	Bestellnr.: 724.247.4 d	Die theoretischen Ausführungen werden anhand eines Beispiels aus der Praxis erläutert.
f	<i>Le choix, le dimensionnement et les essais de réception d'une miniturbine</i>	N° ce com.: 724.247.4 f	<i>Ces considérations théoriques sont illustrées par l'exemple pratique.</i>

DIANE Schriftenreihe (zu beziehen bei der EDMZ, 3003 Bern, Preise inkl. MWSt., exkl. Versandkosten)

Série de publications DIANE (en vente chez OCFIM, 3003 Berne; prix TVA compris, port et emballage non compris)

d	Handbuch 1997, Kleinwasserkraftwerke	Bestellnr.: 805.633 d, Fr. 4.50	Das Nachschlagewerk für den Praktiker mit vielen Tips, Definitionen, Fachwörtern, statistischen Zahlen sowie Adressen
f	<i>Manuel 1997, Petites centrales hydrauliques</i>	N° ce com.: 805.633 f, Fr. 4.50	<i>L'ouvrage de référence pour les praticiens. Il contient des conseils, des définitions, des termes techniques, des statistiques et des adresses</i>
d	Nutzen statt Aufgeben	Bestellnr.: 805.173d, Fr. 17.35	Methode zum Beurteilen der Reaktivierungs- und Erneuerungswürdigkeit stillgelegter oder veralteter Anlagen
f	<i>Rénover au lieu d'abandonner</i>	N° ce com.: 805.173f, Fr. 17.35	<i>Méthode d'appréciation de l'aptitude à la réactivation et à la rénovation d'installations mises hors service ou démodées</i>
d+f	Trinkwasserkraftwerke <i>Documentation Centrales en eau potable</i>	Bestellnr.: 805.632 df, Fr. 19.80	Pendant zu der vorliegenden Dokumentation: 8 Beispiele im Detail <i>Contrepartie de la documentation précédente: 8 exemples en détail</i>
d+f	Fische und Kleinwasserkraftwerke <i>Poissons et petites centrales hydrauliques</i>	Bestellnr.: 805.635 df, Fr. 25.20	Technische, finanzielle und biologische Aspekte von Fischaufstiegshilfen anhand von Beispielen illustriert <i>Aspects techniques, financiers et biologiques des passes à poissons illustrés par des exemples réalisées</i>
d	Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie	Bestellnr.: 805.631 d, Fr. 10.90	Eine Zusammenfassung aller Aspekte der Gewässerökologie im Zusammenhang mit kleinen Wasserkraftwerken
f	<i>Petites centrales et écologie des eaux</i>	N° ce com.: 805.631 f, Fr. 10.90	<i>Un résumé de tous les aspects de l'écologie avec des petites centrales hydrauliques.</i>
d	Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke	Bestellnr.: 805.634 d, Fr. 9.50	Ökonomische und ökologische Aspekte
f	<i>Aperçu général sur les petites centrales hydrauliques</i>	N° ce com.: 805.634 f, Fr. 9.50	<i>Aspects économiques et écologiques</i>
d	Geschwemmsel bei Kleinwasserkraftwerken	Bestellnr.: 805.636 d, ca. Fr. 15.- (ab Herbst 1997 erhältlich)	Optimierung der Wasserfassung und wasserbauliche Massnahmen zur Verminderung des Schwemmguteintrages

