

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

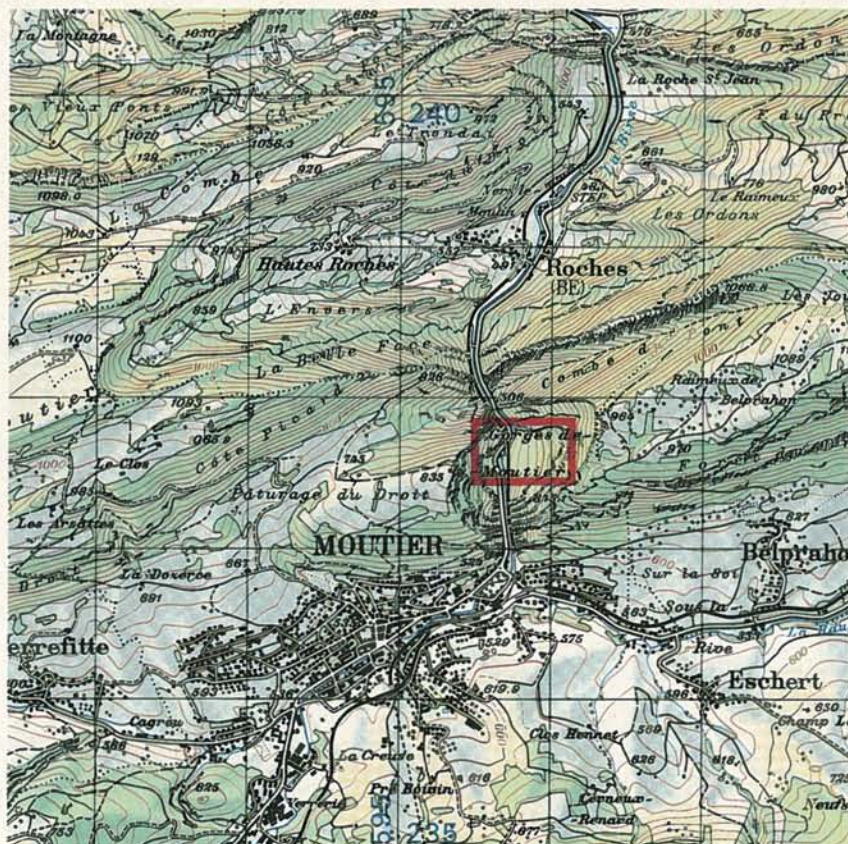
Roue à eau, Vers-l'Eglise

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
- Francissschachtarturbine mit Asynchronengenerator 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

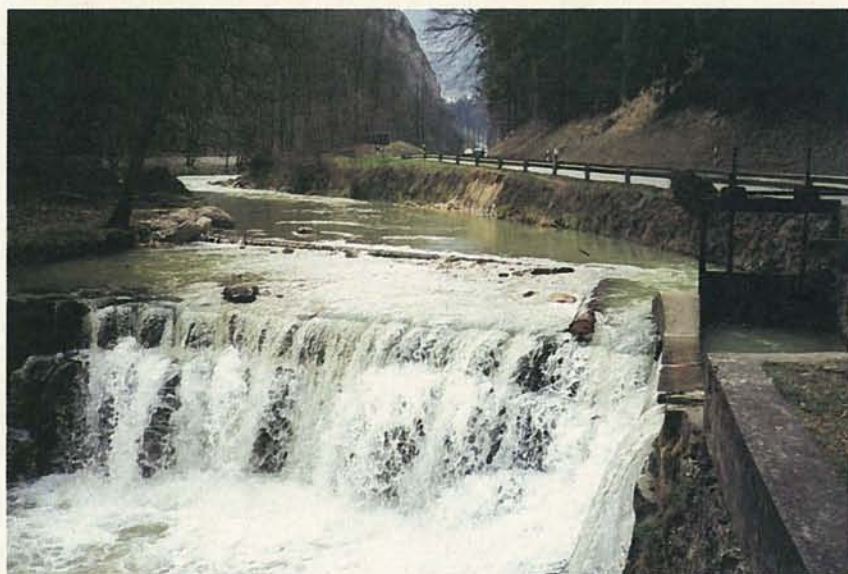
Le débit moyen de la Birse permet d'exploiter tout le potentiel de l'usine électrique; il est en effet possible de prélever $0,65\text{m}^3/\text{s}$ pour la production d'électricité pendant 330 jours par an tout en dotant le tronçon de restitution de $0,4\text{m}^3/\text{s}$. Le débit résiduel remplit 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

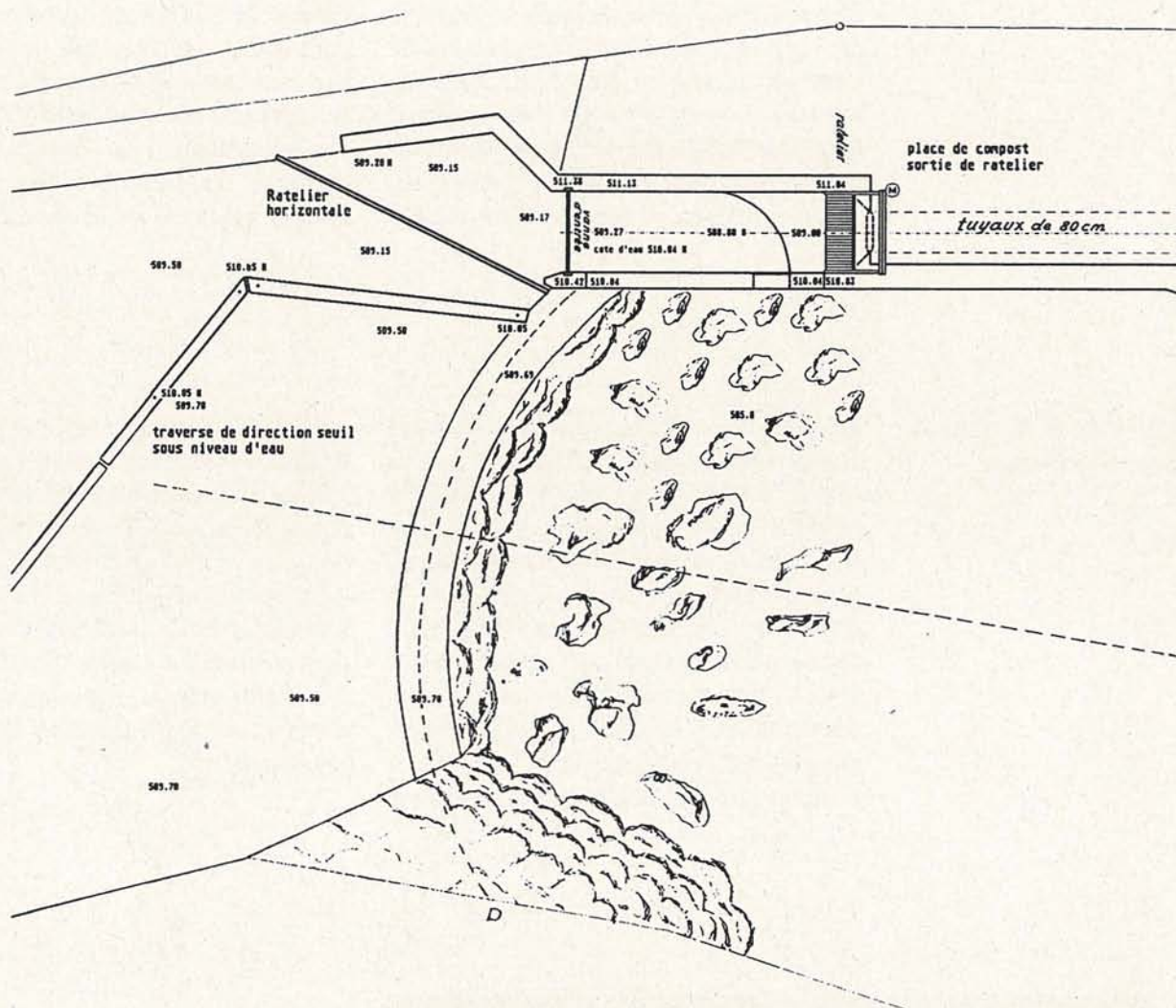
La crête du mur de barrage était tellement érodée que l'eau ne parvenait plus à la scierie. Sa remise en état ne s'imposait toutefois pas, d'autant plus que l'entretien des ouvrages dans les rivières incombe au canton de Berne. Pour remédier à la situation, on a choisi de construire un seuil en bois 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

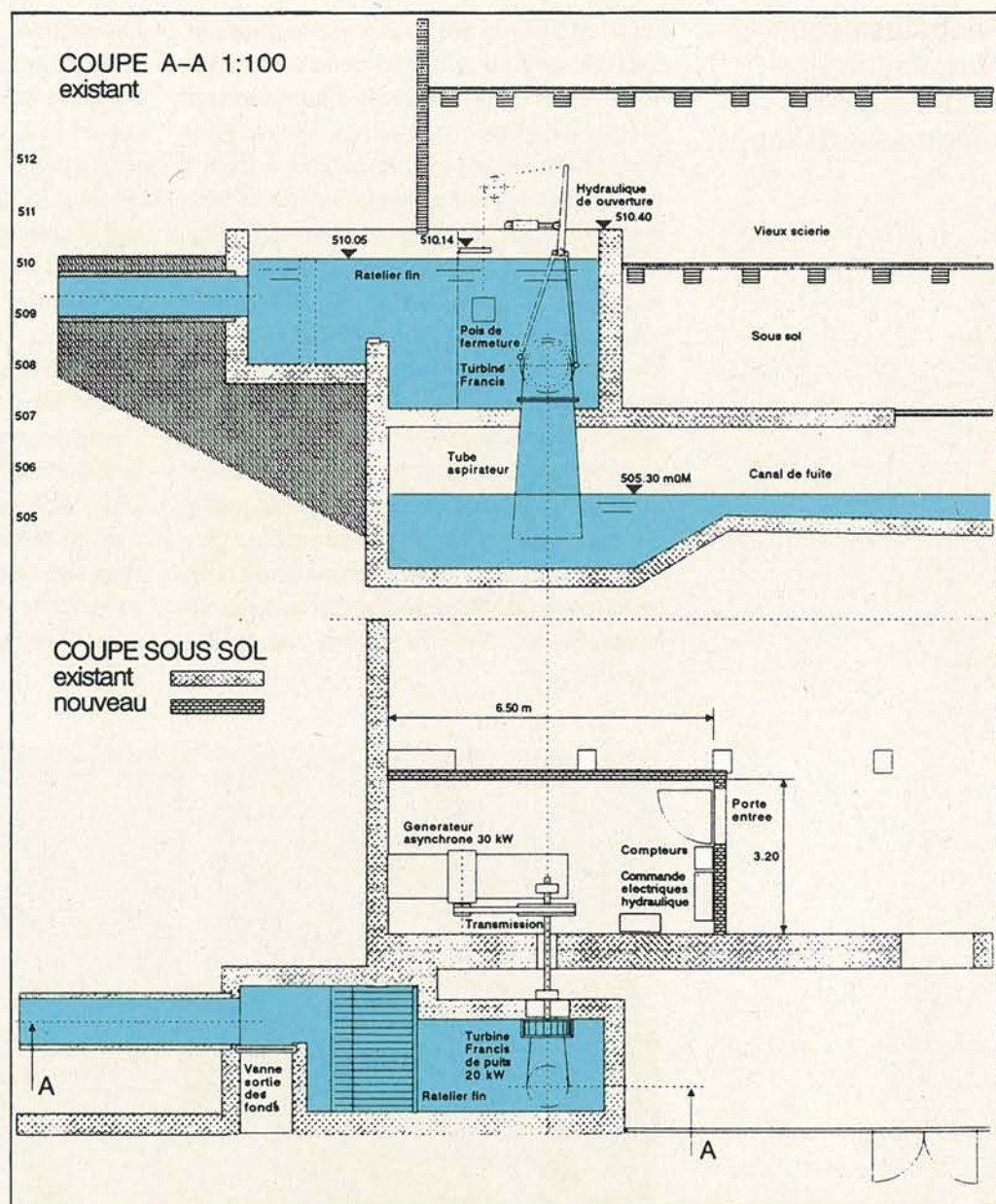
Afin de réduire les pertes de ventilation, l'arbre principal a été réduit au strict minimum. Un nouveau système d'entraînement à courroie plate multiplie la vitesse de la turbine, la faisant passer de 253 à 1520 t/min. En raison du grand effort de tension horizontal des courroies modernes, il a fallu 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.

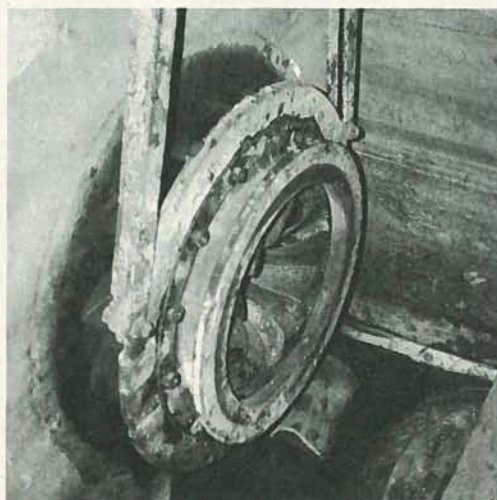
- Sous la pression de l'eau, les mécanismes commandant l'ouverture des vannes n'étaient pas assez puissants par rapport à la force de frottement du bois sur le métal. Une glissière métallique a réduit à un tiers les forces de frottement métal contre métal.

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.



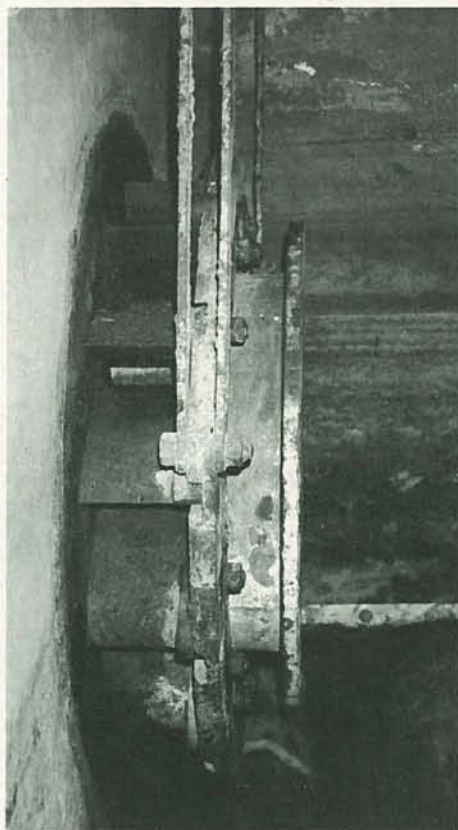
En remettant en service une ancienne installation il faut toujours compter avec des surprises!

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

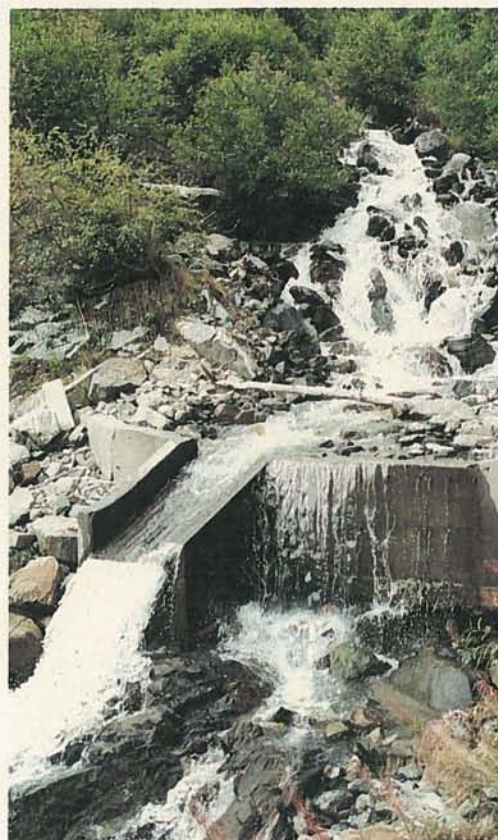
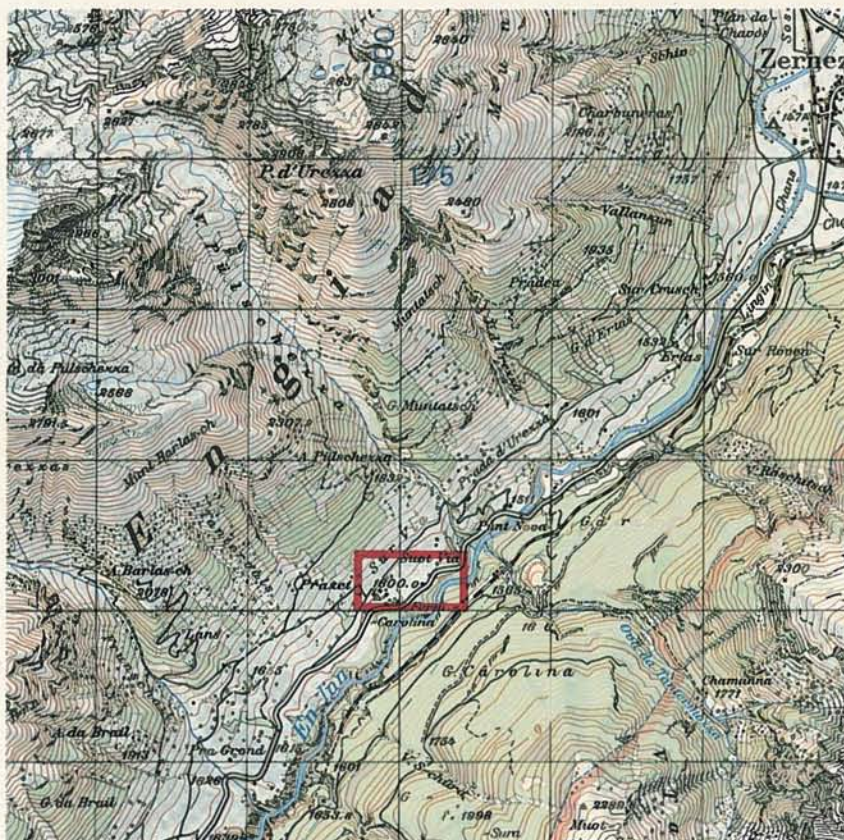
Propriétaire:

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.

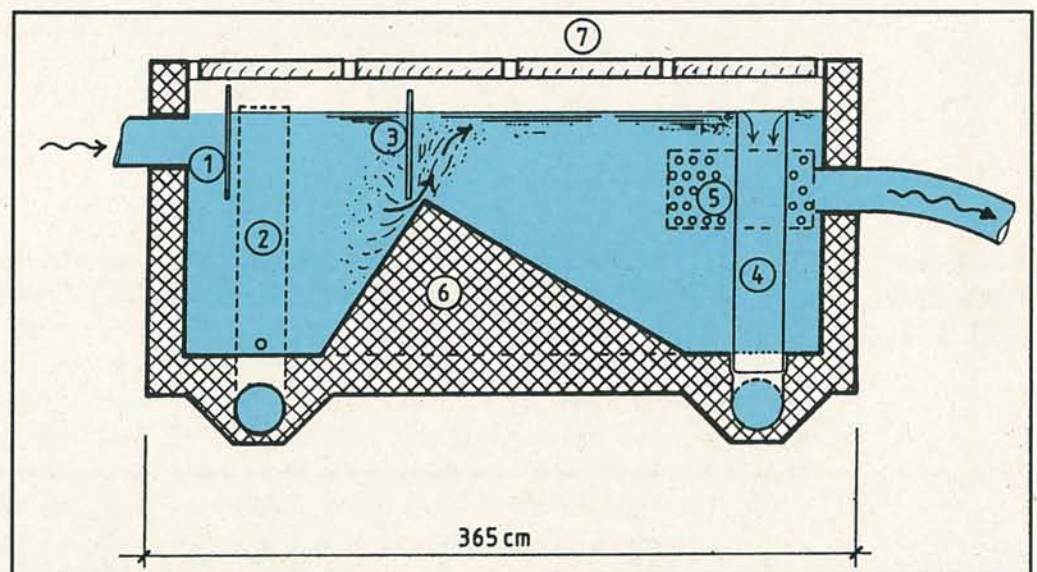
Bei der Wasserfassung befindet sich auch das Absetzbecken mit Überlauf. Die Wasserfassung wurde so konzipiert, dass gröberes Kies nicht eindringt und über den Gitterrost (aus Eisenbahnschienen) weiter-

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)*

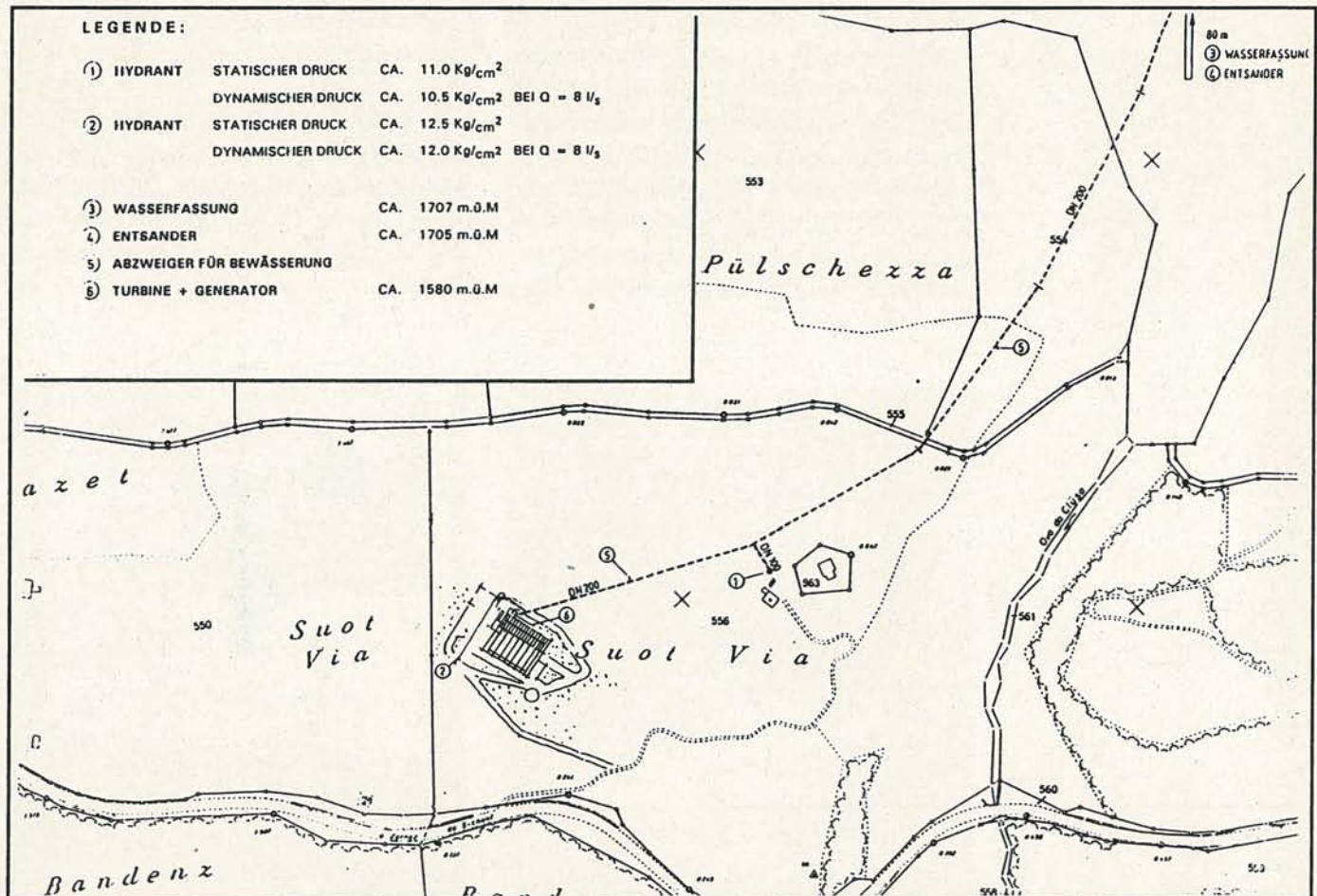
Druckleitung

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.

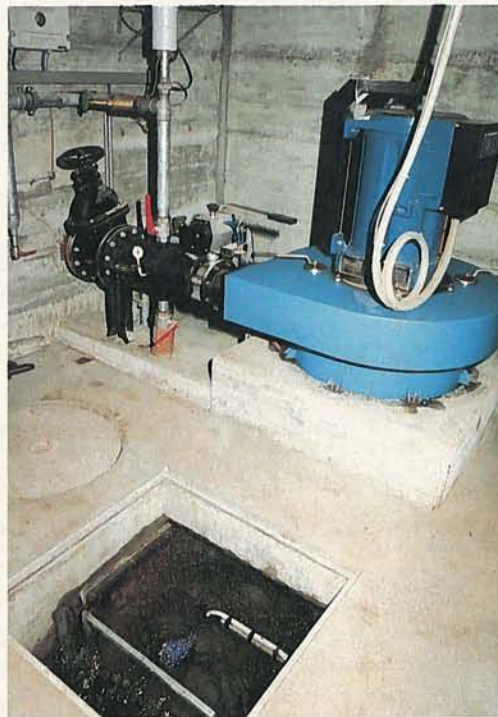


Die Druckleitung ist gestrichelt eingetragen, rechts oben (ausserhalb des Bildrahmens) befindet sich die Fassung, unten verläuft die Kantonsstrasse quer durch.

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 Bauherren), 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.

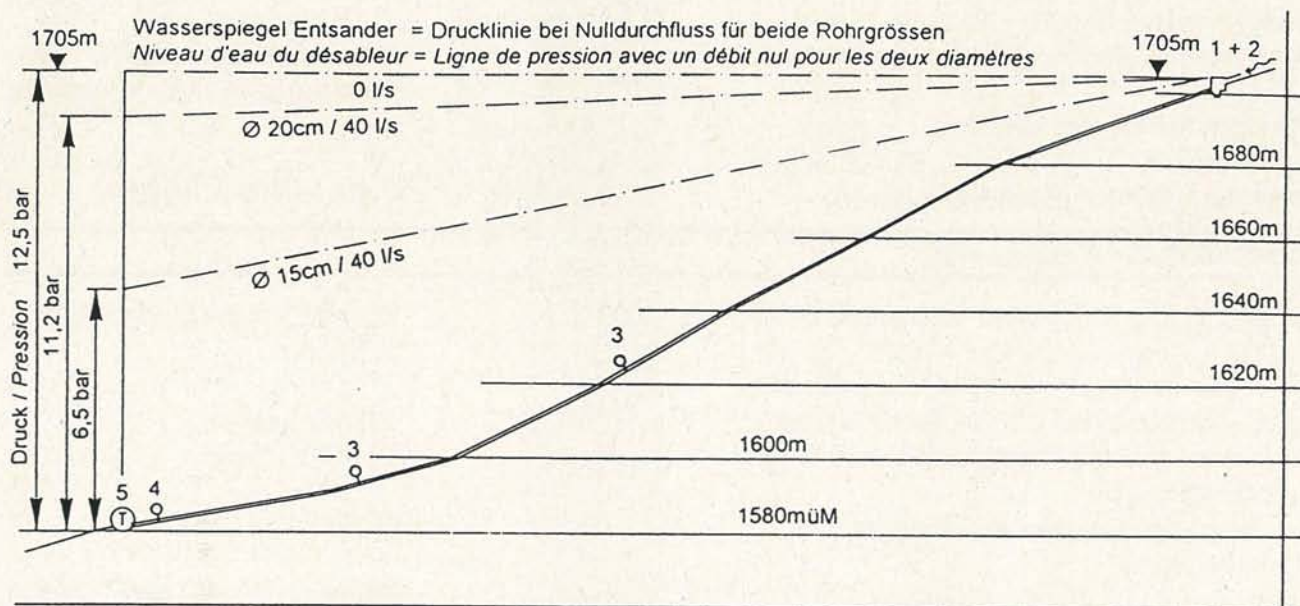
Attention: *Vu le danger très élevé des coups de bélier, il faut choisir des diamètres de conduite plus grands lorsqu'on emploie des régulateurs de débit ou s'il n'existe pas des soupapes de surpression. Cette mesure est d'autant plus nécessaire que les temps de fermeture de la turbine sont courts (limitation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

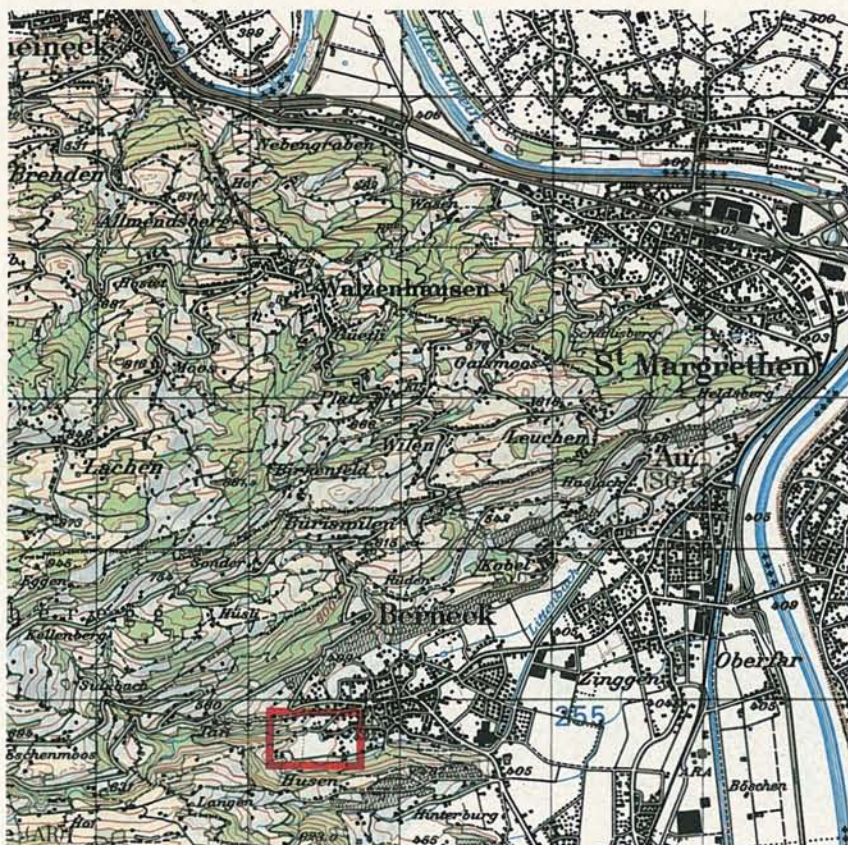
Baulicher Teil	Kosten (Fr.)	Hersteller / Lieferant
Fassung und Absetztank	31'000.- *)	Foffa + Conrad, Bauherr
Turbinenkammer	13'000.- *)	Foffa + Conrad u. Diverse
Druckleitung		
Aushub 1 - 1,5m tief	36'000.- *)	Foffa + Conrad, Bauherr
Rohr (Stahl mit Steckmuffen, Ø 200mm, Länge 720 m)	48'600.- *)	Domus 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.

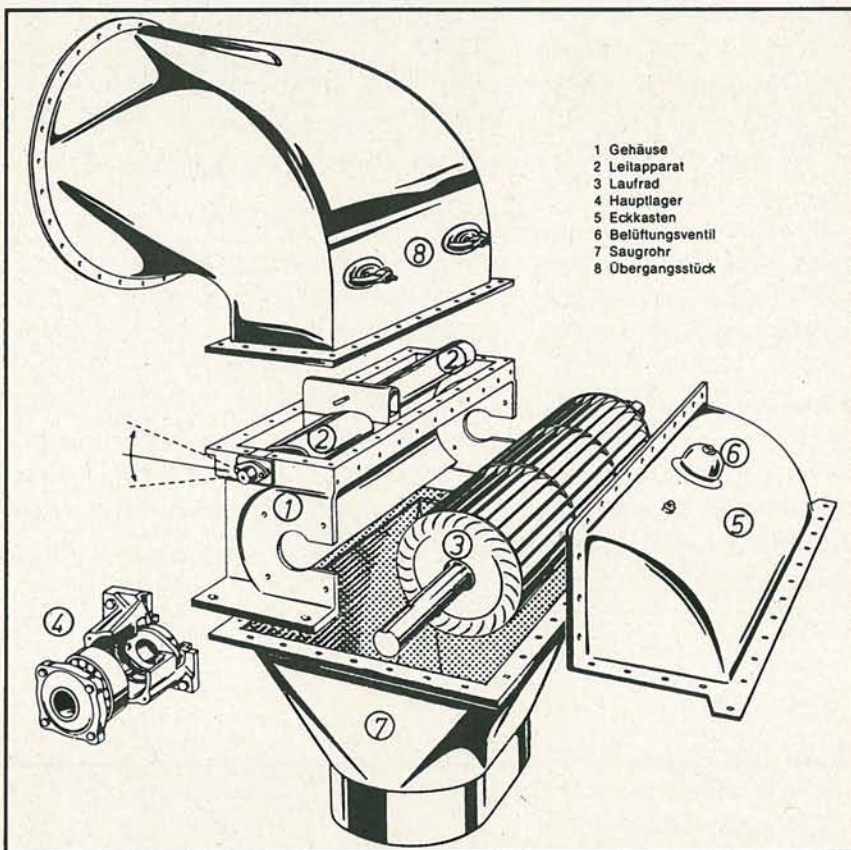
Une grille nettoyée à la main a été transformée en une grille à commande automatique de nettoyage périodique.



Durchströmturbine

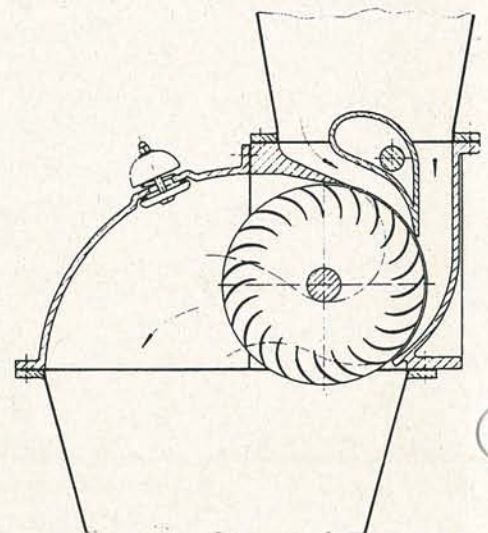
Diese walzenförmige Turbine ist in zwei verschiedenen grosse Kammern aufgeteilt (ein bzw. zwei Drittel der Breite). Je nach verfügbarer Wassermenge werden die kleine, die grosse oder auch beide Kammern gleichzeitig durchströmt. Damit arbeitet die Turbine auch bei sehr kleinen Wassermengen (bis zu 17%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

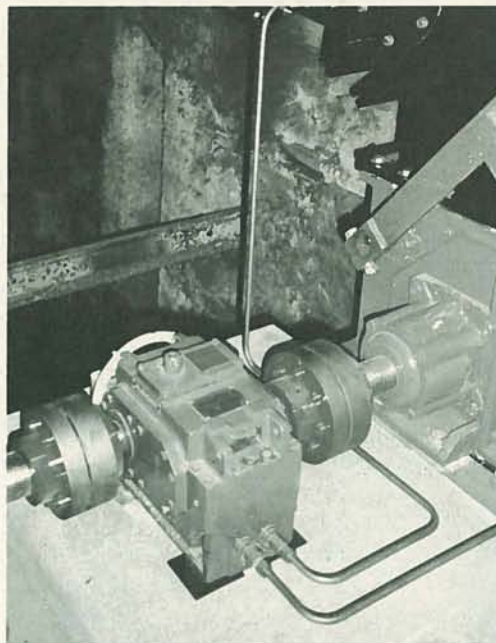
In Berneck sind die Lamellen der einen Kammer gegenüber der anderen etwas versetzt, was die Turbine besonders ruhig laufen lässt und die Lager schont. Die beidseitig vom Turbinengehäuse ge-

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.



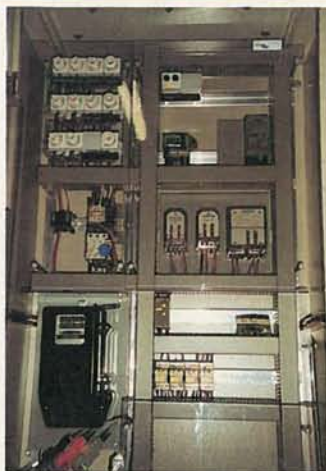
Wassergekühltes Getriebe, links und rechts davon je eine Gummizapfenkupplung zur Schonung der Maschinen. Rechts im Bild ein Pendelrollenlager der Turbine.

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



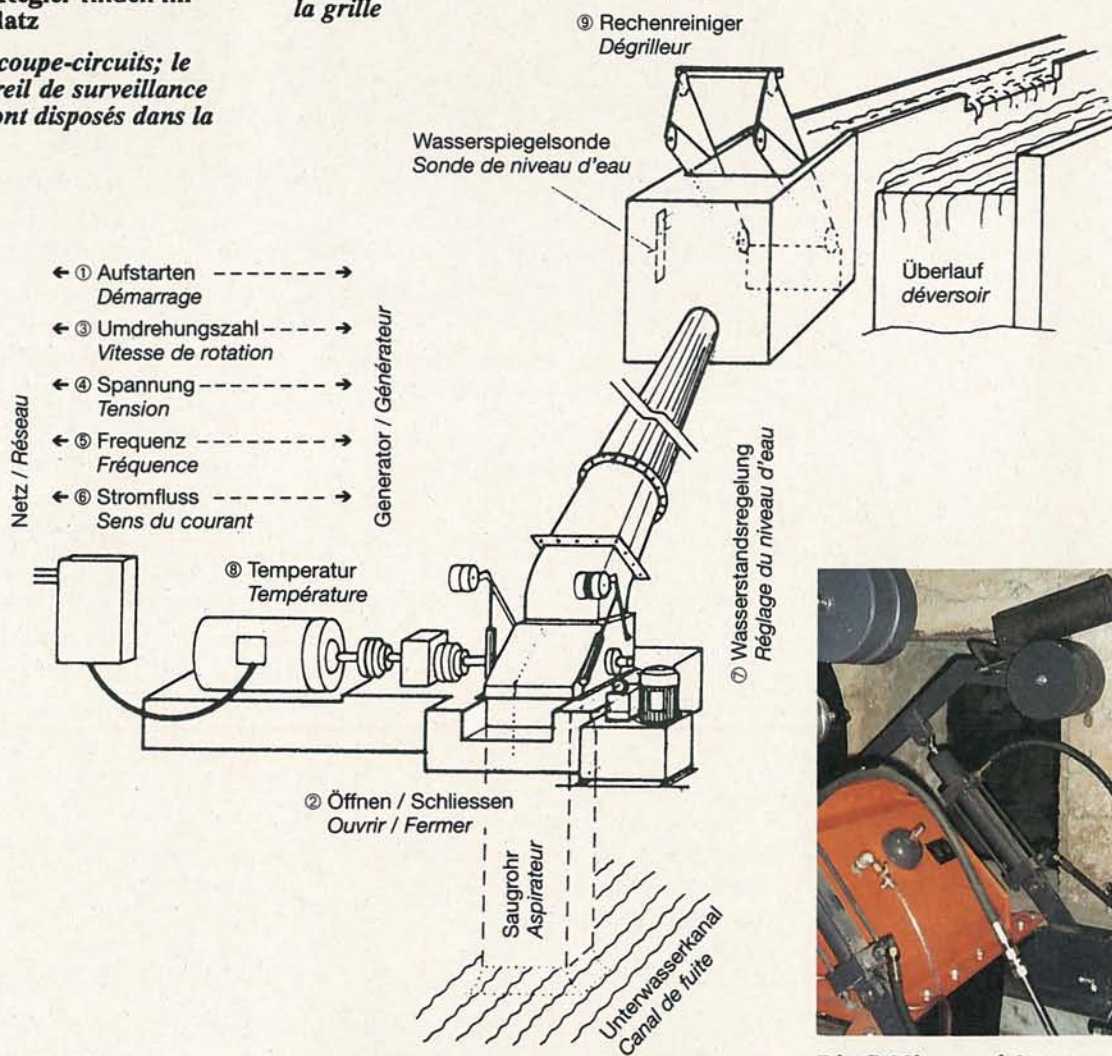
Verteiler mit Sicherungen, Zähler, Überwacher und Regler finden im selben Schrank Platz

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

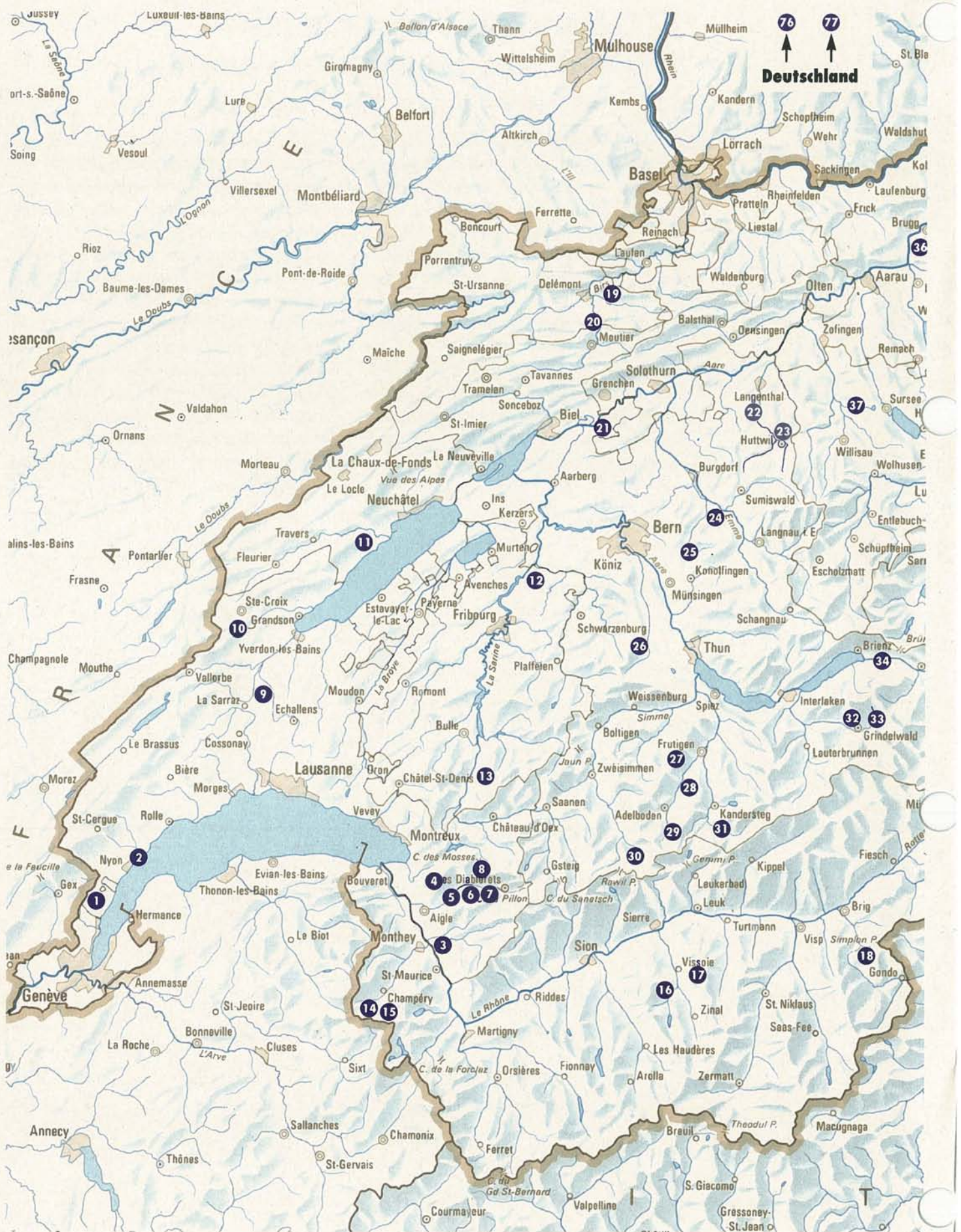
77 Centrales de démonstration

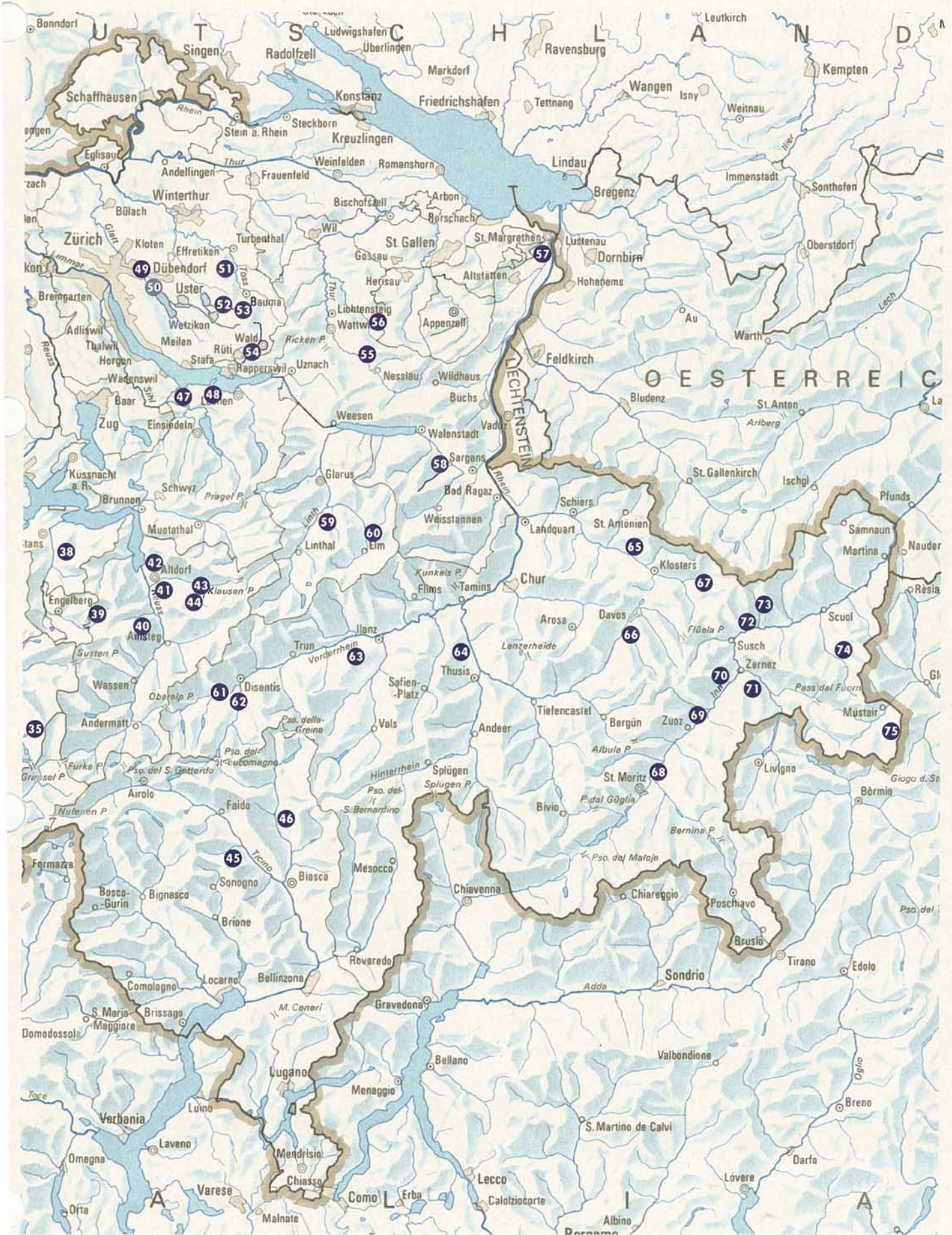
Zu den acht beschriebenen Pico-Kraftwerken werden im folgenden 69 weitere Anlagen aufgeführt, deren Betreiber, Besitzer, Planer oder Hauptlieferanten sich für das Erteilen von Auskünften oder sogar für die Vorführung ihrer Anlagen zur Verfügung stellen. Für ihre Freundlichkeit und Grosszügigkeit sei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

 Turbinentyp Leistung Fallhöhe Wassermenge
 Type de Turbine Puissance Chute Débits

Kontaktpersonen
Personne à contacter

 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 Avoïn
 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 Hôtel 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 Zwillings-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 Raelisberg 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
Rufenastr. 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 Prasüra 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 Wehre 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. Überschlagsmässig 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 Überschlagsrechnung 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**