

Trinkwasserkraftwerke

Technische Anlagendokumentation

Petites centrales hydrauliques sur l'eau potable

Documentation technique

Trinkwasserkraftwerke

Technische Anlagendokumentation

Petites centrales hydrauliques sur l'eau potable

Documentation technique

Autor / Auteur:

*Arbeitsgemeinschaft Trinkwasserkraftwerke
Peter K. Burger / Rittmeyer AG
Feldstrasse 41, 6060 Sarnen*

1997/Bestellnummer EDMZ: 805.762.d f

Projektleitung DIANE Projekt Klein-Wasserkraftwerke:

Hanspeter Leutwiler
c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG
Postfach
8910 Affoltern am Albis
Tel.: 01 762 18 18

Impressum

- Herausgeber: Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern
unter Mitarbeit des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Biel und des
Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
- Autoren: Arbeitsgemeinschaft Trinkwasserkraftwerke
Feldstrasse 41, 6060 Sarnen
Peter K. Burger, Heinz Gross
Marin Andermatt, Andi Scherrer
- Projektleitung: HP. Leutwiler, Projektleiter DIANE Klein-Wasserkraftwerke
- Produzent: F. Brühlmann, Presse- und PR-Beratung, Zürich
- Übersetzungen: Jean Paul Defilippi, Zug
- Durchsicht des M. Neuhaus, c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG
8910 Affoltern am Albis
- Manuskripts: R. Chenal, Ingénieur Conseil, 1815 Clarens
- Titelblatt: F. Hartmann, St. Gallen
- Kartenmaterial: Reproduziert mit der Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie
vom 4.10.1996
- Copyright: © Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), 3003 Bern
- Bezugsquellen: Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern
Bestellnr.: 805.762.d f
- SKAT, Fachstelle der Schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit für
Technologie-Management, Vadianstrasse 42, 9000 St. Gallen

Information und Beratung

Informationen über Fördermassnahmen des Bundes, das DIANE Projekt Klein-Wasserkraftwerke und weitere Belange der Kleinwasserkraftwerke erteilen die Beratungsstellen von INFOENERGIE oder die Projektleitung DIANE Klein-Wasserkraftwerke:

INFOENERGIE Nordostschweiz
c/o Nova Energie GmbH, FAT, 8356 Tänikon
Tel. 052/368 34 85 Fax 052/368 34 89

03 24

INFOENERGIA Ticino, Centrale consulenza
sezione protezione aria e acqua, 6500 Bellinzona
Tel. 091/804 37 55/53 Fax 091/804 37 36

INFOENERGIE Mittelland
c/o Nova Energie GmbH,
Schachenallee 29, 5000 Aarau
Tel. 062/834 03 03 Fax 052/834

Raymond Chenal
Fondation MHyLab, 1354 Montcherand
Tel. et Fax 024/441 36 54

INHALTSVERZEICHNIS

TABLE DES MATIERES

Vorwort/Préambule

Einleitung/Introduction 1

Anlagedokumentationen/Exemples d'installations 5

Bern / BE 6

Blumenstein / BE 14

Elm / GL 28

Küssnacht / SZ 36

Lenzerheide / GR 44

Sarnen / OW 54

Sonzier / VD 62

Val Champagna / GR 68

Weitere Anlagen in der Schweiz
Autres installations en Suisse 76

Technischer Teil/Partie technique 88

Definitionen/*Définitions* 89

Stellenwert der Trinkwasserkraftwerke in der Schweiz/
Classification des centrale hydrauliques sur eau potable en Suisse 90

Wasserkraft iſm Trinkwassernetz

Force hydraulique dans le réseau d'eau potable 91

Ein Wort zu Prioritäten/ *Un mot sur les priorités* 92

Trinkwasserkraftwerke und Umwelt/
Centrales sur l'eau potable et environnement 92

Wirtschaftlichkeit/ *Rentabilité* 94

Anlageunterhalt/ *Entretien de l'installation* 96

Adressen/*Adresses* 98

Publikationen DIANE Klein-Wasserkraftwerke 105
Publications DIANE Petites centrales hydrauliques

Vorwort

Préambule

Das Aktionsprogramm Energie 2000 will den Energieverbrauch und den CO₂-Ausstoss stabilisieren und den Anteil erneuerbarer Energien erhöhen. Es setzt auf gemeinsames, marktorientiertes Handeln von Staat, Wirtschaft und Privaten. Energie 2000 ist Wegbereiter für freiwillige und innovative Lösungen, welche betriebswirtschaftlich interessant, volkswirtschaftlich sinnvoll und ökologisch vorbildlich sind.

Ziel des DIANE Projektes Klein-Wasserkraftwerke ist die Erhöhung der Energieproduktion aus Kleinwasserkraftwerken. Unter der breiten Palette von Massnahmen nimmt die Förderung der Trinkwasserkraftwerke Vorrangstellung ein, weil diese Anwendung ein beachtliches Potential birgt, eine rekordverdächtige Gesamtweltbilanz bringt und eine sehr gute Akzeptanz findet.

Energie aus Trinkwasserleitungen zu nutzen, ist keine neue Idee, trieben vor Jahrhundertfrist viele nützliche Geräte und Maschinen an. Der Schritt, einen Dynamo anzuhängen und diesen mit einer schnellaufenden Turbine wirksamer anzutreiben, war naheliegend und brachte manchen Dörfern das erste elektrische Licht. Innovativ ist heute, dass die Idee der Trinkwasser-Turbinierung neu belebt und zum Bahnbrecher einer neuen Nutzungsstrategie wird, systematisch alle hydraulischen Energiepotentiale in Leitungen auf ihre Nutzbarkeit zu untersuchen.

Le programme Energie 2000 vise à stabiliser la consommation d'énergie et les rejets de CO₂, tout en accroissant l'apport des énergies renouvelables. Il table sur une action conjointe, de type économique, de la collectivité publique, du secteur privé et des particuliers. Il ouvre la voie à des solutions innovatives, adoptées sans contrainte parce qu'elles sont reconnues intéressantes, tant à l'exploitation que dans une optique macro-économique ou écologique.

De son côté, le projet DIANE Petites centrales hydrauliques a pour objectif d'accroître la production due à de telles installations. En tête des mesures prises figure la promotion des centrales à eau potable: elles renferment un potentiel non négligeable, leur bilan écologique est excellent et elles ne suscitent guère d'opposition.

L'idée de tirer parti de l'énergie qui sommeille dans le réseau d'eau potable n'est pas neuve. Il y a une centaine d'années, les moulins faisaient tourner nombre d'appareils et de machines. Il était normal que l'on songe à entraîner ainsi une dynamo, en recourant de préférence à une turbine, dont le régime est plus rapide. Bien des villages ont reçu par ce moyen leur premier éclairage électrique. La possibilité de turbiner l'eau potable ressurgit aujourd'hui, suggérant une stratégie nouvelle. On examine

Die überschüssige Energie in Systemen aller Arten soll gleichsam dem Funktionieren eines Organismus zurückgewonnen werden, um sie anderorts wieder sinnvoll einsetzen zu können. Die Kernbotschaft des Programmes Energie 2000 enthält die Aufforderung zum gemeinsamen Handeln: gerade bei Trinkwasserversorgungen ist gemeinsames Vorgehen unabdinglich und führt zu betriebswirtschaftlich interessanten Lösungen. Bei Planungsarbeiten sollte deshalb die Energiefrage standardmässig geprüft werden. Sind für die Energieproduktion ungeeignete Zuleitungen einmal verlegt, so ist die wirtschaftliche Machbarkeit unter Umständen für die Dauer von Generationen verbaut. Ein Gemeinwesen kann mit der Finanzierung einen Beitrag zu den Zielen von Energie 2000 und somit an eine umweltverträgliche und sichere Energieversorgung bringen.

In dieser Broschüre werden die Vorteile gemeinsamen Projektierens und Bauens mit einem konventionellen Bachwasserkraftwerk, mit einer Beschneiungsanlage, einer Löschwasserversorgung und einer Notstromversorgung beschrieben. Es sind Anlagen mit Direktantrieb der Grundwasserpumpen durch Turbinen an Leitungen aus hochgelegenen Quellen gebaut worden. Ganzheitliches Denken bringt den Anstoss - gemeinsames Vorgehen bringt die Realisierung.

donc systématiquement le potentiel énergétique de toutes les canalisations. Comme dans un organisme, il faut récupérer l'énergie gaspillée un peu partout pour la réutiliser.

Au coeur du programme Energie 2000, il y a l'incitation à agir ensemble: c'est précisément la démarche nécessaire pour tirer parti d'un réseau d'eau potable et l'exploiter avantageusement. Voilà pourquoi la conception du réseau devrait toujours intégrer une étude des aspects énergétiques. Car une fois posées des conduites d'adduction impropres à la production d'énergie, une exploitation rentable risque d'être exclue pour des générations. En procédant correctement, la commune qui assume la charge financière de l'équipement peut fournir un apport aux objectifs d'Energie 2000 et contribuer du même coup à un approvisionnement énergétique sûr et non polluant.

La présente brochure illustre les avantages d'une action conjointe dans l'élaboration des projets et dans la construction d'une centrale hydraulique classique sur une rivière, d'une installation d'enneigement, d'une alimentation en eau d'incendie et d'un groupe électrogène de secours. L'idée suppose une vision globale, sa réalisation, une démarche commune.

Langfristig sind Trinkwasserkraftwerke volkswirtschaftlich sehr sinnvoll. Über dreihundert kleine und grössere Werke für Einspeisung in das Elektrizitätsnetz können gebaut werden, zuzüglich unzähliger Kleinstanlagen für die Inselstromversorgung abgelegener Liegenschaften. Dies bringt willkommene Beschäftigung, Lebensqualität und Wertschöpfung in Bergregionen.

A terme, les centrales à eau potable sont très souhaitables, du point de vue macro-économique. Plus de trois cents installations de ce genre peuvent voir le jour pour contribuer à alimenter le réseau, sans parler des nombreuses micro-centrales destinées à alimenter des immeubles isolés. Il y a là une réserve d'emplois et de valeur ajoutée pour les régions de montagne.

Hanspeter Leutwiler, Projektleiter
DIANE Klein-Wasserkraftwerke

Einleitung

Introduction

Zu dieser Dokumentation

Sur cette documentation

Die vorliegende Dokumentation richtet sich an verantwortliche Personen von Wasserversorgungen sowie interessierte Kreise aus Politik, Wirtschaft und Verwaltung. Diesen Entscheidungsträgern soll hier anhand einiger guter Beispiele dargelegt werden, welche Lösungen andernorts zur Nutzung des Energiepotentials in der Trinkwasserversorgung getroffen worden sind. Durch die Auswahl der Dokumentationsbeispiele, welche hier getroffen worden ist, soll ein Erfahrungsaustausch ermöglicht werden.

Es wurde bewusst auf technisch hochstehende Abhandlungen und langatmige fachspezifische Herleitungen verzichtet, da als Zielpublikum eher der technische Laie angesprochen wird.

Was tun Sie als erstes, wenn Sie erkennen, dass im Netz Ihrer Trinkwasserversorgung ein möglicherweise nutzbares Energiepotential vorhanden ist ?

Genau dieser allerersten Frage versucht diese Broschüre eine auswertbare Grundlage zu bieten, indem hier anhand von guten Beispielen Ideen gesammelt werden können.

La présente documentation s'adresse aux personnes responsables des services des eaux, ainsi qu'aux groupes intéressés du monde de la politique, de l'économie et de l'administration. Il s'agit de présenter à ces décideurs à l'aide de quelques bons exemples, quelles solutions ont été adoptées en d'autres lieux pour exploiter l'énergie potentielle dans le service de l'eau potable. Le choix des exemples documentés devrait favoriser l'échange des expériences acquises.

Nous avons sciemment renoncé à des textes hautement techniques et à des expressions sophistiquées vu que cette information vise plutôt un public technique, mais non spécialisé en la matière.

Quelle est la première démarche à entreprendre quand vous reconnaissez que dans le réseau de votre service d'alimentation en eau potable une énergie potentielle peut être utilisée ?

Cette brochure répond justement à cette toute première question par des exemples concrets et de nombreuses idées à réaliser.

Beispiele ausgeführter Trinkwasserkraftwerke

Exemples de réalisations de petites centrales hydrauliques sur l'eau potable

Die ausgesuchten acht Beispiele von Trinkwasserkraftwerken, welche in der Folge dokumentiert werden, repräsentieren den heutigen Stand der Technik. Es wurde versucht, nebst leistungsmässig kleineren, auch Grossanlagen zu präsentieren. Ebenso sind hydraulisch und mechanisch verschiedene Lösungen dargestellt.

Dies erfolgt im Hinblick darauf, dass dem künftigen Anlagebetreiber eine möglichst grosse Palette von Ideen vorgelegt werden kann.

Mit dieser Dokumentation haben Sie aber nicht nur Ideen vor sich, sondern auch Angaben und Bezugsadressen von Anlagebetreibern, welche bereits einige Betriebserfahrung sammeln konnten.

Les huit exemples choisis de centrales hydrauliques sur eau potable, documentés par la suite, représentent le niveau actuel de la technique. Nous avons essayé de présenter à côté d'installations de faible puissance, également des installations plus importantes. Les diverses solutions hydrauliques et mécaniques sont montrées.

Ceci vise à soumettre au futur chef de centrale une multitude d'idées et de solutions diverses.

Cette documentation ne se limite pas à vous donner des idées, mais aussi des indications et des références des exploitants de centrales bénéficiant déjà d'une expérience profitable.

Einige Fakten über Trinkwasserkraftwerke

Quelques faits sur les petites centrales hydrauliques sur l'eau potable

- Trinkwasserkraftwerke weisen eine äusserst **positive Umweltbilanz** auf, da in der Regel keine oder nur kleine Eingriffe in die Natur vorgenommen werden müssen.

- Das meist bereits bisher genutzte Quellwasser erscheint nicht in einem offenen Gerinne, somit hat die **Restwasserproblematik** meist keinen Einfluss.

- Vielfach müssen zwischen Quelfassung und Verbraucher mehrere hundert Höhenmeter überwunden werden. Die entsprechende Gefällsenergie wurde bis anhin oft-

- *Les centrales hydrauliques sur eau potable bénéficient d'un **bilan positif quant à l'environnement**, étant donné que la nature n'est pas ou très peu touchée par cette installation.*

- *L'eau de source utilisée jusqu'à présent n'apparaît pas dans un caniveau à ciel ouvert, le **problème de la restitution d'eau** ne se pose donc généralement pas.*

- *Le plus souvent quelques centaines de mètres d'altitude doivent être franchis entre la source et l'utilisateur. L'énergie de la chute correspondante a jusqu'à présent été détruite dans des*

mals in sogenannten Druckbrechern „vernichtet“, d.h. in Abnutzungsenergie umgewandelt.

chambres de rupture de pression, c. à d. transformée en énergie perdue.

- Mit dem Energienutzungsbeschluss wird die Einspeisung von Energie aus erneuerbaren Quellen speziell gefördert, unter anderem mit einer Vorschrift für die Vergütung für in das öffentliche Elektrizitätsnetz eingespiesene Energie. Für den Vollzug empfiehlt der Bund entsprechend einen minimalen Jahresmittelpreis für Bandenergie von **16 Rp./kWh.**
- Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen legen die nach Zeitzeonen variierenden Vergütungssätze so fest, dass dieser Jahresmittelpreis bei einer Bandlieferung nicht unterschritten wird.
- Trinkwasserkraftwerke können, gut und weitsichtig geplant, über Jahrzehnte ihren Betrieb versehen und werden meist langfristig zu einer guten **Kapitalanlage.**
- Die **Wasserqualität** wird nachweislich durch den Betrieb einer Turbinenanlage **nicht negativ beeinflusst.**
- *Avec l'arrêté sur l'énergie, l'alimentation en énergie provenant de sources renouvelables est particulièrement encouragé, entre autres avec une prescription de compensation pour l'énergie injectée dans le réseau public d'électricité. Pour sa réalisation, la Confédération recommande en conséquence un prix annuel moyen de **16 ct. /kWh.***
- *Les entreprises de distribution d'électricité fixent les taux de compensation variant selon les zones horaires de manière à ce que ce prix annuel moyen ne dépasse pas un seuil minimum lors de livraison en tuban.*
- *Les centrales hydrauliques sur eau potable peuvent être clairement planifiées, remplir leur rôle pendant des décennies et devenir souvent à long terme un bon **placement de capital.***
- *Il est prouvé que la **qualité de l'eau** n'est en aucun cas **négativement influencée** par le fonctionnement d'une installation avec turbine.*

- Genügend dimensionierte Anlagen führen auch bei Spitzenverbräuchen zu keinen Versorgungsengpässen. Eine angemessene, gut funktionierende Steuerungsanlage kann den Betrieb dauernd sicherstellen.
- Energie aus Quellwasser fällt **regelmässiger** an als Bachwasser und verfügt über einen **grösseren Winteranteil**.
- Trinkwasserkraftwerke leisten einen wichtigen Beitrag an die **dezentrale Energieversorgung** und helfen mit, das Energiebewusstsein der Bevölkerung zu steigern. Sie können auch die Versorgung mit Notstrom oder eine Inselversorgung sicherstellen.
- *Les installations suffisamment dimensionnées subissent aussi de petits problèmes d'alimentation aux heures de pointe. Une installation de commande appropriée et d'un bon fonctionnement peut continuellement garantir l'exploitation.*
- *L'énergie provenant de l'eau de source qui est disponible aussi une partie de l'hiver, est produite plus régulièrement qu'avec de l'eau des torrents.*
- *Les centrales hydrauliques sur eau potable participent favorablement à la **décentralisation de la distribution de l'énergie**, et contribuent à la prise de conscience de la population en ce qui concerne l'énergie. Elles peuvent aussi alimenter un réseau de secours ou fonctionner en réseau séparé.*

Anlagedokumentation ***Exemples d'installations***

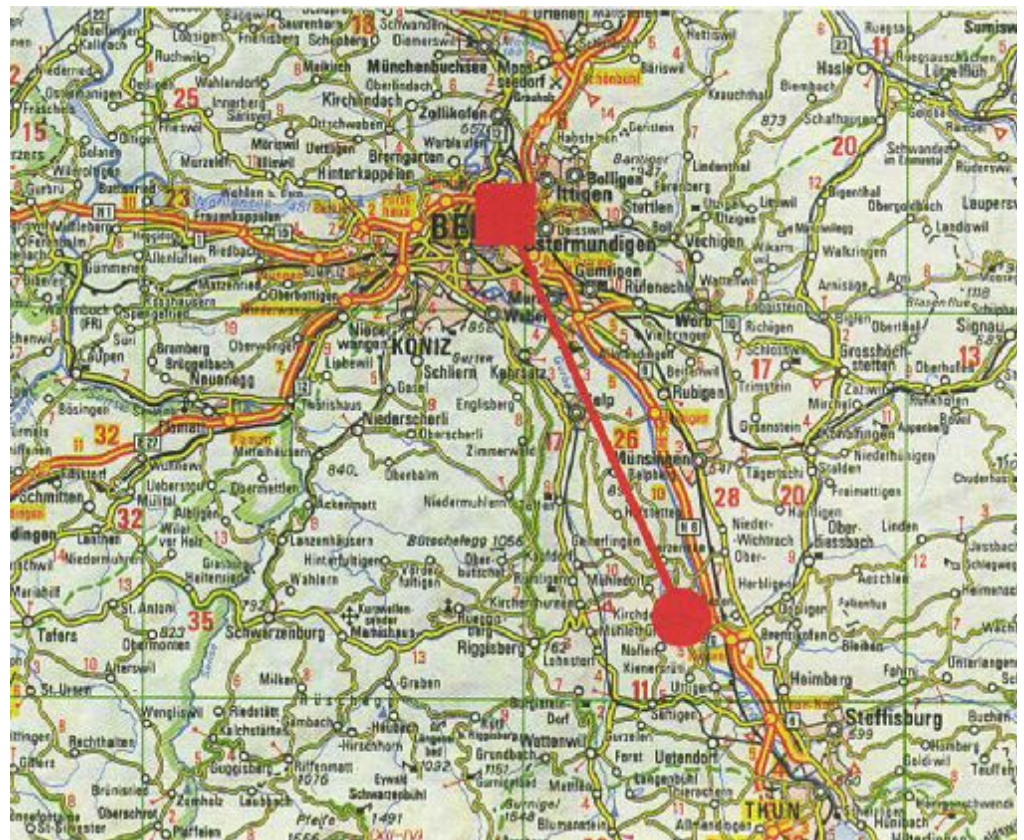
8 Beispiele im Detail
8 exemples en détail

Bern / BE

Anlagedaten Caractéristique installation

Turbine/ <i>Turbine</i> :	Francis
Generator/ <i>Générateur</i> :	Synchron mit angebauter Energiemaschine
Generatorleistung/ <i>Puissance Générateur</i>	105 kVA
Aufstellung/Montage	vertikal
Nutzwasserdurchfluss <i>Débit utilisé</i>	900 l/s
Nettofallhöhe <i>Chute nette</i>	17 m
Jahresproduktion <i>Production annuelle</i>	500'000 kWh
Betreiber <i>Exploitant</i>	Gas- und Wasserversorgung der Stadt Bern Schwarztorstrasse 71, 3007 Bern

Lageplan Situation



Karte/Carte 1 : 301'000

Anlagebeschreibung
Description de l'installation

Bern bezieht sein Trinkwasser aus weit entfernten Fassungsgebieten:

- Quellwasser aus dem südlichen Quellgebiet bei Schwarzenberg
- Grundwasser aus dem Emmental
- Grundwasser aus dem Aaretal I bei Thun

Die Fassung Aaretal I ist vor rund 50 Jahren erstellt worden. Sie ist auch aus heutiger Sicht noch als eine Ingenieur-Meisterleistung zu betrachten. Das Grundwasser wird bei Kiesen nach dem Heberprinzip gefasst und fliesst dann in einer 19,6 km langen Falleitung nach Bern. Dies alles geschieht ohne Energieaufwand. Es ist sogar möglich, in gewissen Betriebsfällen das Wasser von Aaretal I zu turbinieren und die überschüssige Fallenergie in elektrische Energie umzuwandeln. Dieser Betriebsfall tritt auf, wenn nicht alles Wasser für das Trinkwassernetz benötigt wird.

Die elektrische Energie wird ins Netz des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern zurückgespiesen. Es ist aber auch möglich, das Kleinkraftwerk im Inselbetrieb zu fahren.

Das interne Netz der Pumpstation Schönau kann damit notversorgt werden, z.B. bezüglich Beleuchtung bei Ausfall der eigenen Trafostation.

Versorgungsprinzip
Principe d'alimentation

Wie aus der hydraulischen Situation hervorgeht, besteht die Wasserversorgung Bern aus einem Versorgungsgebiet, das durch 3 Reservoir (Mannenber, Gurten, Königsberg) gespiesen wird. Während das Grundwasser aus dem Emmental ins Reservoir Mannenberg eingespiesen wird und das Quellwasser aus Schwarzenberg ins Reservoir Königsberg fliesst, muss das Wasser aus dem Aaretal I mittels Pumpen

Berne soutire son eau potable à partir de prises d'eau éloignées:

- *Eau de source des environs du Schwarzenberg*
- *Eau souterraine de l'Emmental*
- *Eau souterraine du Val de l'Aare I de Thun*

La prise de l'Aare I a été construite il y a 50 ans. A ce jour, elle est encore considérée comme un modèle d'ingéniosité. L'eau souterraine est captée selon le principe Heber et s'écoule vers Berne dans une conduite descendante de 19,6 km de longueur. Tout ceci ne demande aucune énergie. Il est en outre possible, dans certains cas d'exploitation, de turbiner l'eau excédentaire pour produire de l'énergie électrique. Ce cas d'exploitation intervient lorsque l'eau n'est pas complètement utilisée par le service des eaux.

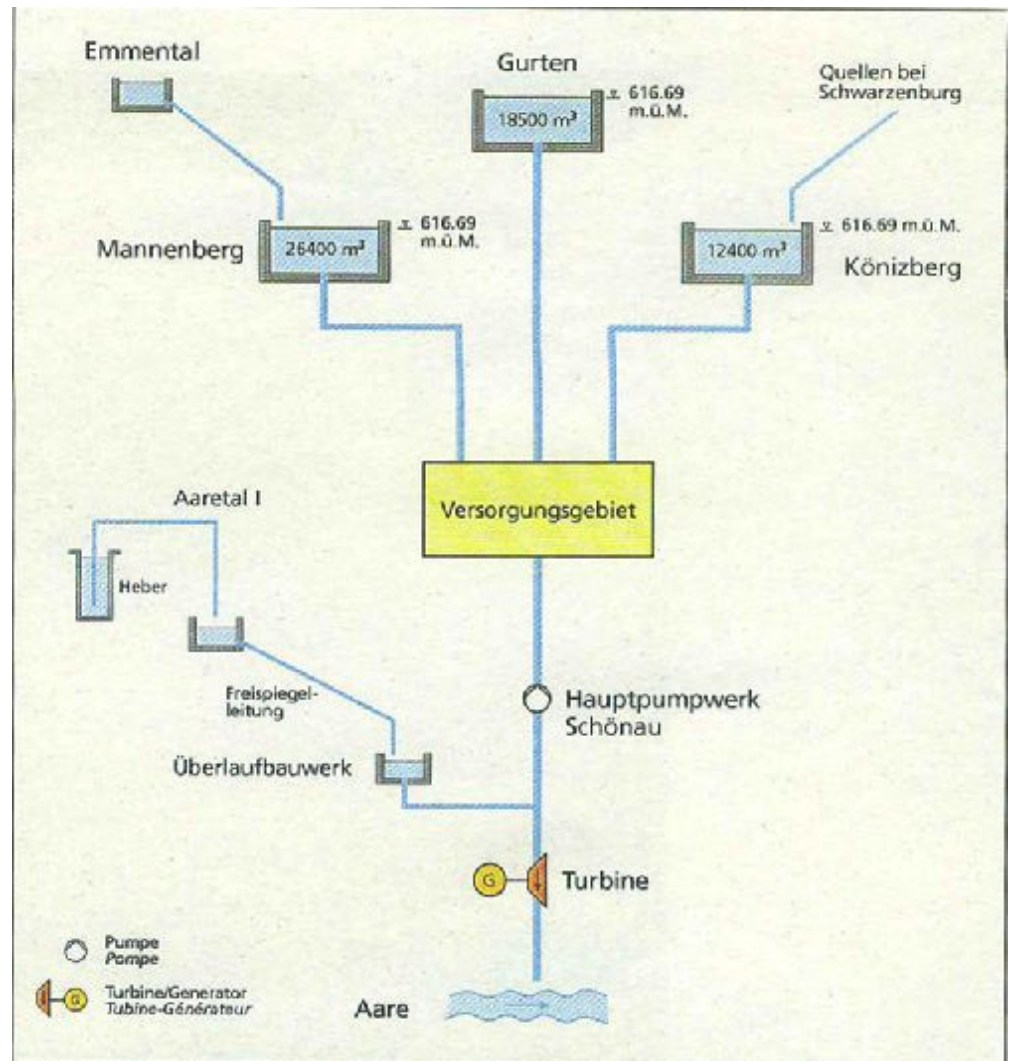
L'énergie électrique alimente le réseau de la ville de Berne. Il est aussi possible que la petite centrale marche en îlot.

Le réseau interne de la station de pompage Schönau peut être ainsi secouru p.ex. l'éclairage public en cas de panne de sa propre station transformatrice.

im Hauptpumpwerk Schönau gefördert werden. Innerhalb des Versorgungsgebietes sind noch verschiedene Druckerhöhungspumpwerke dafür verantwortlich, dass der Netzdruck überall stimmt. Zum Teil geschieht dies mit drehzahlgeregelten Pumpen.

Über die Turbine kann das überschüssige Wasser vom Überlaufbauwerk bezogen und turbiniert werden. Dieses Wasser fliesst dann über den Auslauf in die Aare.

Hydraulische Situation *Situation hydraulique*



Hydraulische Situation/*Situation hydraulique*

Überlaufbauwerk *Déversoir*

Die Ergiebigkeit der Wasserfassung Aaretal I ist relativ kleinen Schwankungen unterworfen. Über die Freispiegelleitung fließt das bei Kiesen gefasste Grundwasser Richtung Bern zum Hauptpumpwerk Schönau.

Oberhalb des Pumpwerkes Schönau befindet sich das Überlaufbauwerk. Das für die Versorgung benötigte Wasser wird ins Versorgungsgebiet gepumpt. Das überschüssige Wasser gelangt zur Turbine.



Überlaufbauwerk/*Déversoir*

Regelung **Régulation**

Im Normalfall wird die Turbine in Abhängigkeit des Wasserstandes im Überlaufbauwerk geregelt. Anfahren und Abstellen geschieht automatisch in Abhängigkeit von maximal und minimal zulässigen Wasserstandskosten.

Damit wird vom Wasserhaushalt her gewährleistet, dass die Turbine nur dann läuft, wenn die Wasserversorgung sichergestellt ist. Der Energieinhalt des überschüssigen Wassers wird damit optimal in elektrische Energie umgewandelt.

Turbine

Die vertikal gelagerte Francis-Maschine wurde 1983 renoviert. Anstelle des bestehenden mechanischen Turbinenreglers erfolgte der Einbau einer oelhydraulischen Verstellvorrichtung.

Das sichere Schliessen des Leitapparates bei Ausfall des Hydraulikaggregates geschieht durch ein an der Verstellvorrichtung angebrachtes Gegengewicht.

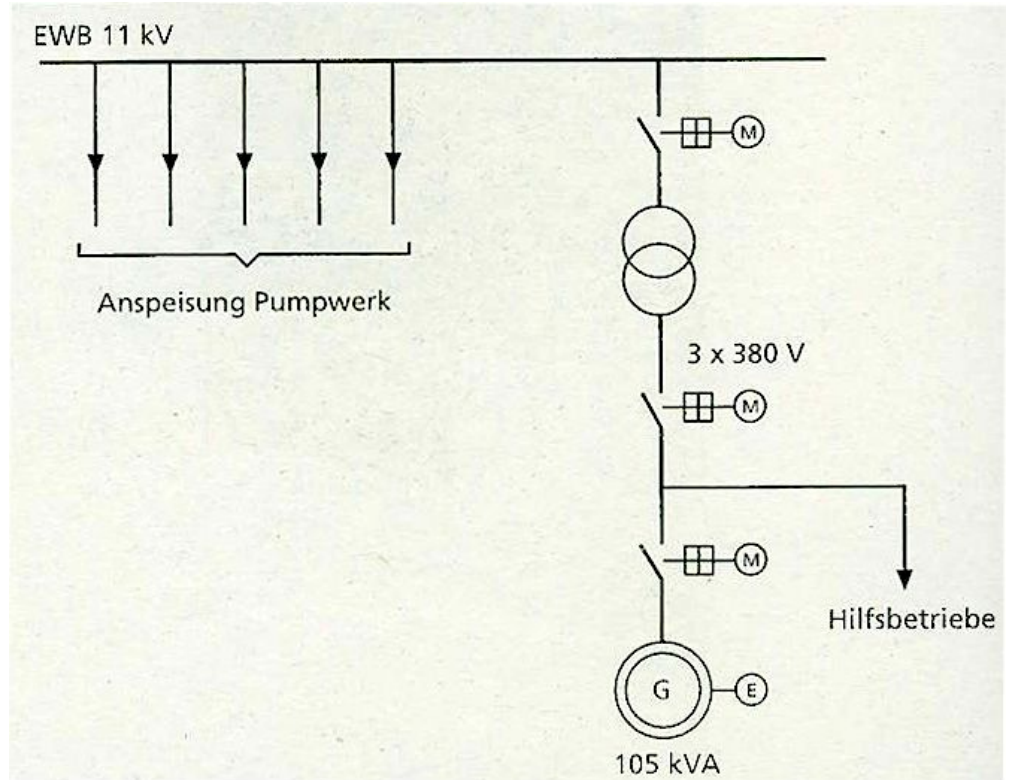


Francis-Turbine mit Hydraulikaggregat
Turbine Francis avec agrégat hydraulique

**Elektrisches
Schema
Schéma électrique**

Der Generator speist im Normalbetrieb über einen Trafo ins 11kV-Netz des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern (EWB). Verschiedene Hilfsbetriebe im Maschinensaal und in der Werkstatt

werden bei Ausfall der Einspeisung des 11 kV-Netzes im Inselbetrieb direkt ab Generator versorgt. Damit ist eine einfache Notstromversorgung gewährleistet.



Elektrisches Schema/Schéma électrique

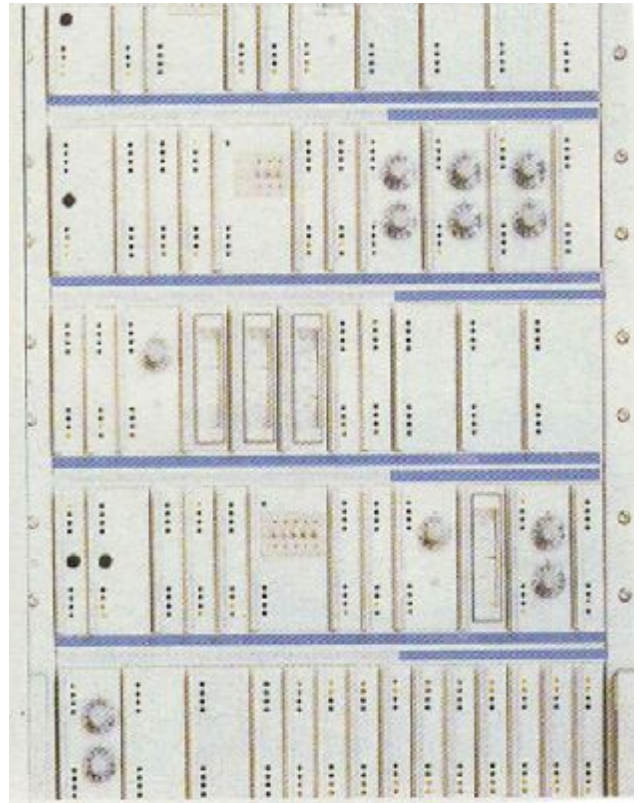
Generator und Steuerung *Générateur et commande*

Der Synchrongenerator hat eine angebaute Erregermaschine. Damit die Maschinengruppe bei Netzausfall und Umschaltung auf Inselbetrieb nicht auf Überdrehzahl geht, ist das Trägheitsmoment durch eine zusätzlich angebrachte Masse in Form eines Schwungrades auf der Welle Turbine/Generator erhöht.

Die Anfahr- und Abstellautomatik ist in Relais-technik ausgeführt. Wasserhaushalt-, Spannungs-, Drehzahl- und Cosinus Phi-Regler sind in Analogtechnik realisiert.



Generator/*Générateur*



Analogregler/*Régulateur analogique*

Zusammenfassung **Résumé**

Das Trinkwasserkraftwerk der Wasserversorgung Bern läuft seit rund 50 Jahren. Die Renovation der Anlage erfolgte 1983. Der mechanische Turbinenregler wurde durch eine einfache Hydraulik ersetzt. Zudem war die Maschinengruppe zu automatisieren und der Einbau einer Wasserhaushaltregelung erforderlich. Obwohl die Jahresproduktion gering ist, kann mit der Anlage ein sinnvoller Beitrag zur Nutzung der regenerativen Energie aus Wasserkraft geleistet werden.

Dieses Kleinkraftwerk zeigt auch, dass unsere Vorfahren schon ganzheitlich gedacht haben und die Kombination Wasserversorgung und Kraftwerk sehr wohl gekannt haben.

La centrale à eau potable du service des eaux de Berne marche depuis env. 50 ans. La rénovation de l'installation fut effectuée en 1983. Le régulateur mécanique de la turbine fut remplacé par un régulateur hydraulique simple. En outre, le groupe machine a été automatisé et l'implantation d'un réglage automatique s'est avérée nécessaire.

Bien que modeste, l'énergie produite annuellement par l'installation est une contribution significative de la production d'énergie renouvelable à partir de la force hydraulique. Cette petite centrale démontre également que notre processus a été pensé dans son ensemble et que la combinaison service des eaux et centrale hydraulique a très bien été conçue.

Blumenstein / BE

Anlagedaten Caractéristiques installation

Turbine/ <i>Turbine</i> :	Pelton eindüsig/ <i>Pelton à un jet</i> vertikalachsig/ <i>axe vertical</i>
Generator/ <i>Générateur</i> :	synchron, ohne Zwischengetriebe/ <i>synchrone, sans accouplement intermédiaire</i>
Drehzahl/ <i>Vitesse</i> :	1000 U/Min./ <i>t/min</i>
Leistung/ <i>Puissance</i> :	640 kW
jährliche Produktion: <i>Production annuelle</i>	3 Mio kWh
Nutzwasserdurchfluss: <i>Débit utilisé</i>	8000 l/min
Nettofallhöhe: <i>Chute nette</i>	552 m
Länge Druckleitung: <i>Longueur conduite</i>	2880 m
Durchmesser Druckleitung: <i>Diamètre conduite</i>	300 mm
Inbetriebnahme: <i>Mise en service</i>	1990
Betreiber/ <i>Exploitant</i> :	Gemeindeverband Blattenheid, 3638 Blumenstein

Lageplan Situation



Karte/carte 1 : 301'000

Kurzbeschreibung
Description sommaire

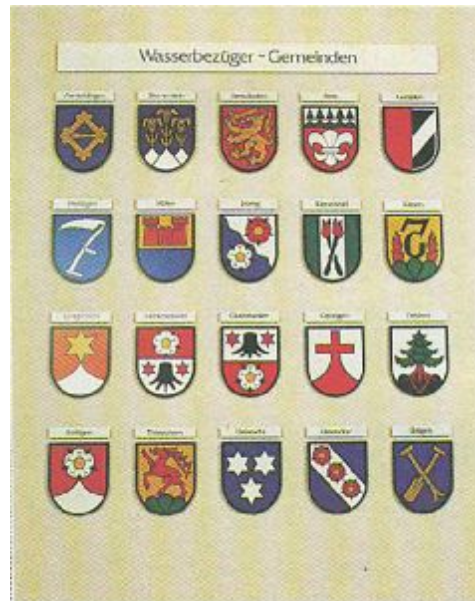
Der Gemeindeverband Blattenheid bezieht den grössten Teil seines Trinkwassers von den Blattenheidquellen. Diese liegen auf 1350 m Höhe. Über eine Druckleitung wird dieses vor der Verteilung ins Trinkwassernetz bei einer Nettofallhöhe von 552 m turbinert und kann damit einerseits als ausgezeichnetes Trinkwasser und erst noch zur Energieerzeugung genutzt werden. Die produzierte Energie wird ins Netz der BKW eingespielen. Das erste Kraftwerk wurde 1918 erstellt und hat rund 70 Jahre lang seinen Dienst getan. Im Jahre 1989 war ein Neubau fällig, welcher nach 1 Jahr Bauzeit in Betrieb genommen werden konnte.

Le syndicat communal de Blattenheid capte la plus grande partie de son eau potable à partir des sources de Blattenheid. Ces dernières se situent à plus de 1350 m d'altitude. Au moyen d'une conduite sous pression, les eaux sont turbinées sous 552 m de chute nette avant d'être réparties dans le réseau d'eau potable. Elles peuvent d'une part être utilisées comme eau potable très bonne et d'autre part servir à la production d'énergie. L'énergie produite alimente le réseau BKW. la première centrale fut construite en 1918 et a rempli son rôle durant 70 ans. En 1989 une nouvelle construction fut nécessaire, mise en service après 1 an de travaux.

Ausgangslage
Situation

Der Gemeindeverband Blattenheid - im Jahre 1913 gegründet - versorgt 20 Gemeinden in den Ämtern Thun, Niedersimmental, Seftigen und Kollfingen mit Trinkwasser. In diesem grossflächigen Versorgungsgebiet von ca. 100 km² werden pro Tag etwa 6000 m³ Wasser benötigt. Der grösste Teil des Wasserbedarfes wird aus Quellen gedeckt. Die Blattenheidquellen mit einem Ertrag - je nach Jahreszeit - zwischen 2'000 - 8'000 l/min liefern den Hauptanteil. Dieses ausgezeichnete Trinkwasser wird auf 1350 m Höhe ü.M. gefasst. Durch Ausnützung

der Nettofallhöhe von 552 m wird im Kleinkraftwerk Blumenstein elektrische Energie erzeugt und ins Netz der Bernischen Kraftwerke (BKW) eingespielen. Das erste Kraftwerk wurde 1918 erstellt. Nach 70 jähriger Betriebszeit mussten Absetzbekken, Druckleitung und die Maschinengruppen erneuert werden. Im Herbst 1989 erhielt Rittmeyer den Auftrag für die Kraftwerksausrüstung und konnte nach 1 jähriger Bauzeit die schlüsselfertige Anlage dem Wasserverbund Blattenheid übergeben.



20 Gemeinden sind im Gemeindeverband Blattenheid vereinigt und betreiben ein vermaschtes und grossräumiges Wasserversorgungs-netz.

20 communes sont réunies dans le syndicat communal de Blattenheid et exploitent un réseau maillé et important du service des eaux.

Politisches Umfeld *Aspect politique*

Der Gemeindeverband Blattenheid hat 1918 mit der Erstellung des ersten Trinkwasserkraftwerkes eine Pionierleistung erbracht. Die Erneuerung des Kraftwerkes im Jahre 1989 war daher nur eine logische Folge. Obwohl vor allem die Kosten für eine neue

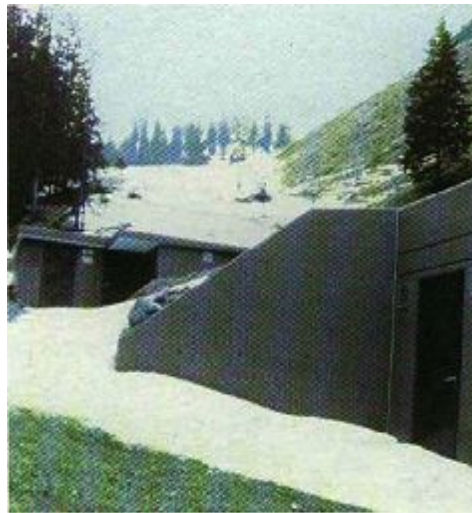
Druckleitung stark ins Gewicht fielen, war es selbstverständlich, dieses Kraftwerk zu erneuern und die Energieerzeugung mit einer neuen Maschinengruppe (anstelle der beiden alten Maschinen) sogar zu erhöhen.

Technische Voraussetzungen *Conditions techniques*

Beim Neubau waren folgende Aufgaben zu lösen:

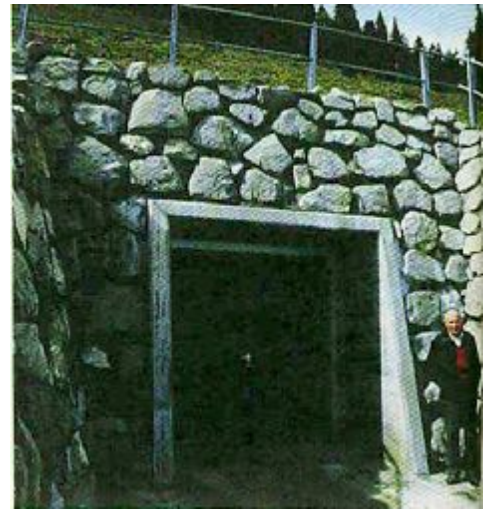
- Erneuerung des Absetzbeckens mit 700 m³ Inhalt
- Erneuerung der Druckleitung in einem gesicherten und begehbaren Stollen
- Neue Peltonturbine mit Synchrongenerator anstelle der beiden alten Maschinen und gleichzeitige Verdoppelung der Leistung
- Neue Schaltanlage mit Transformator
- Hydraulischer Bypass wirksam bei Ausfall oder Revision der Maschinengruppe

- Maschinenautomatik und Schutz für Druckleitung, Turbine, Generator, Schaltanlage und Transformator
- Vollautomatischer, unbesetzter Betrieb der gesamten Anlage
- Bewirtschaftung des Speichervolumens, damit das Quellwasser für die Wasserversorgung unter Berücksichtigung der maximal möglichen Energieerzeugung optimal genutzt wird
- Parallelbetrieb des Generators mit dem Netz und automatische Umschaltung auf Inselbetrieb bei Netzausfall.



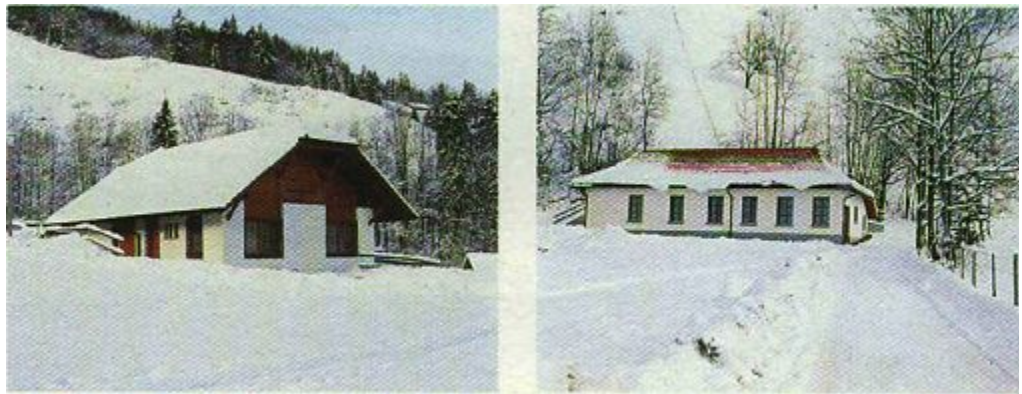
Das Absetzbecken mit 700 m³ Inhalt dient als Ausgleichsbecken. Dessen Bewirtschaftung erlaubt die Erzeugung von Spitzenenergie.

Le bassin de décantation de 700 m³ sert de bassin de compensation. Son exploitation permet de produire une énergie de pointe.



Die Druckleitung ist in einem gebohrten Tunnel rutschsicher und begehrbar verlegt. Das Bild zeigt den Zugang zum Hochdruckstollen.

La conduite forcée est posée dans un tunnel, à la fois accessible il à l'abri des glissements. La vue représente l'accès à la galerie haute pression.



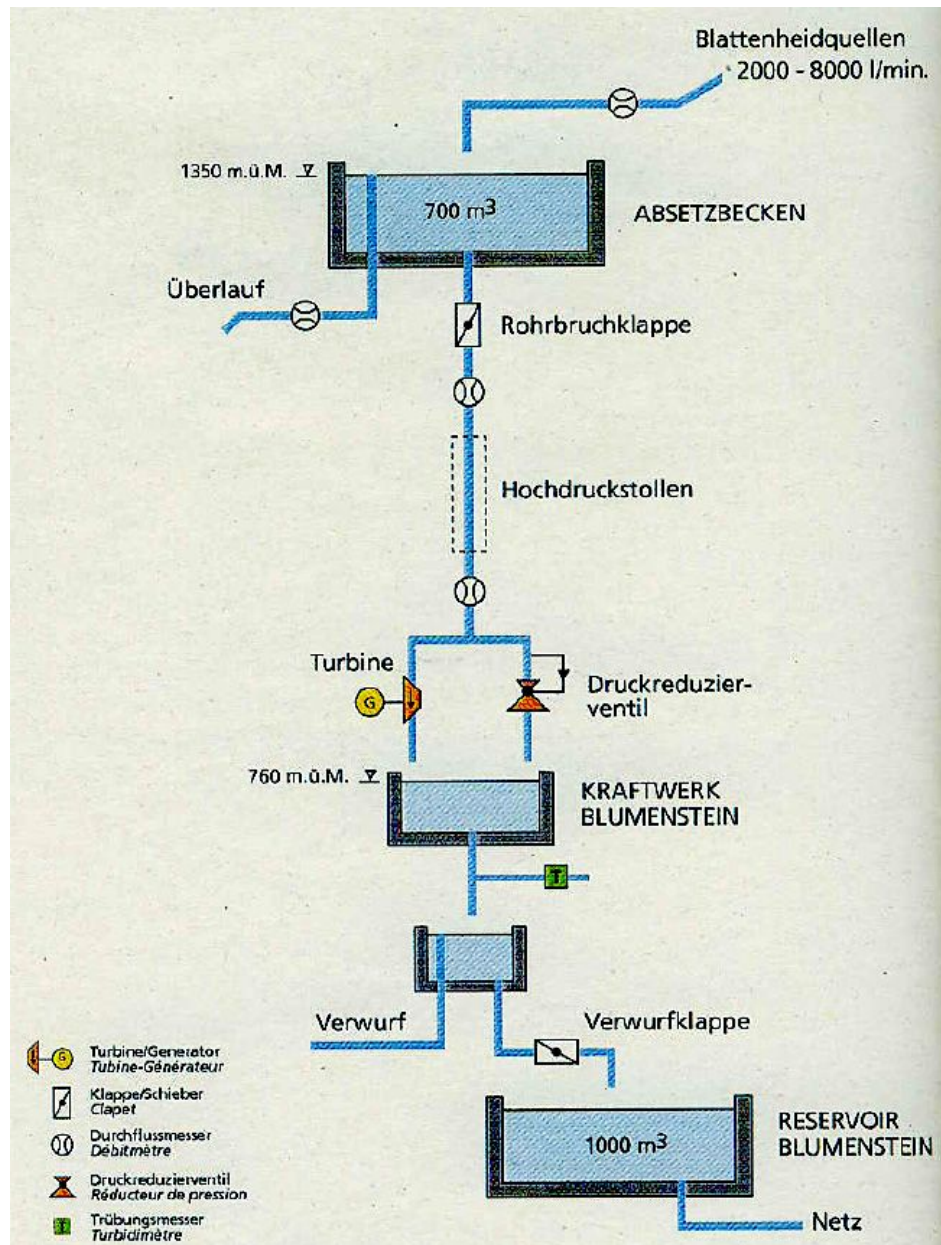
Das bestehende Kraftwerksgebäude wurde renoviert und enthält Turbine, Generator, Schaltanlage, die Bypass-einrichtung sowie die Lokalautomatik.

Le bâtiment existant de la centrale a été renové et on y trouvent turbine, générateur, distribution électrique, dispositif by-pass ainsi que l'automatique local.

Unterhalb des Kraftwerkes entstand das neue Reservoir Blumenstein mit der zentralen Leitwarte für den Wasserverband.

Sous la centrale se trouve le nouveau réservoir de Blumenstein avec le poste de conduite central pour le syndicat des eaux.

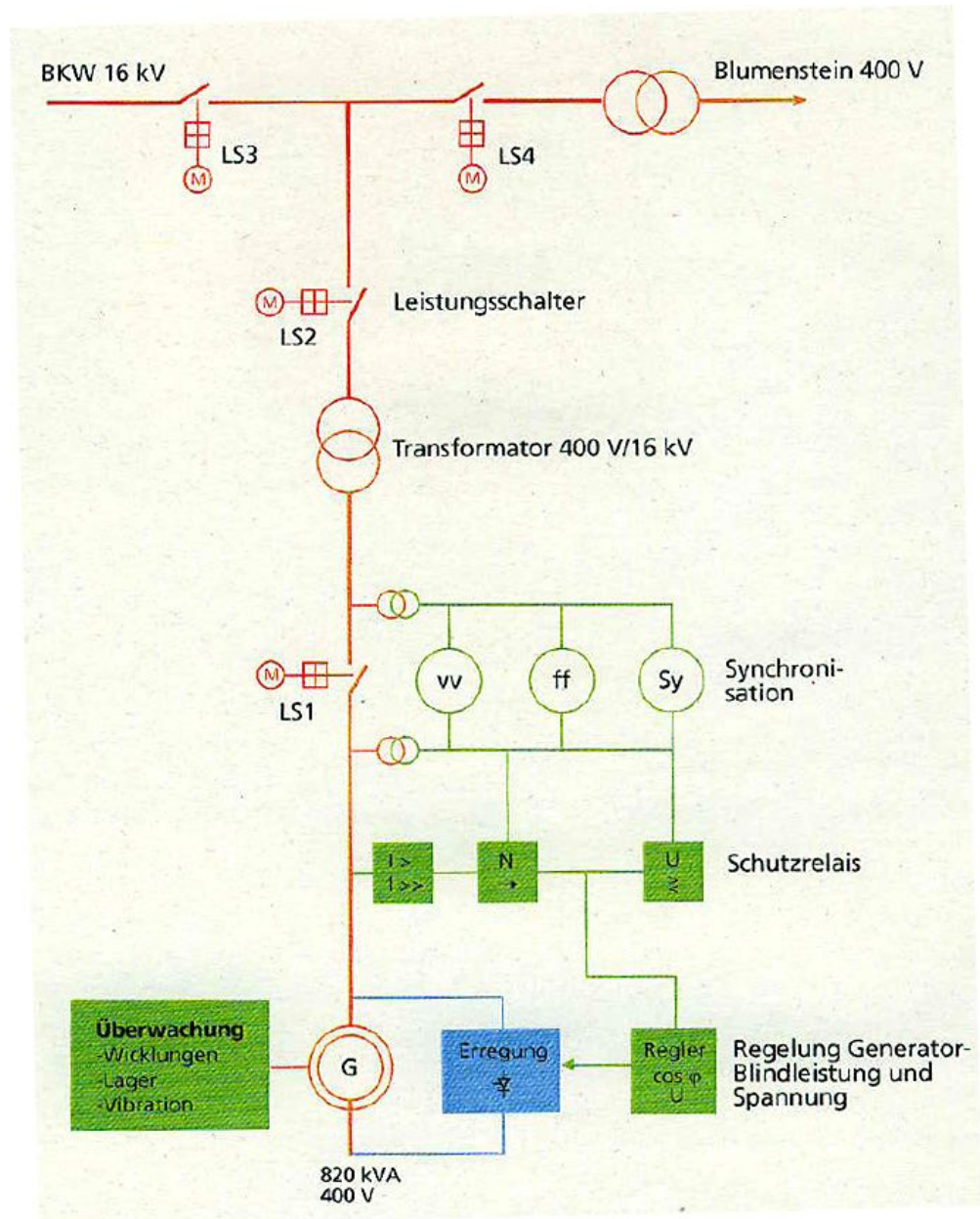
Hydraulisches
Schema
Schéma
hydraulique



Die Blattenheidquellen werden durch einen induktiven Durchflussmesser gemessen und ins Absetzbecken geleitet. Der Überlauf wird ebenfalls gemessen. Die Hochdruckleitung ist mit einem Differentialschutz versehen. Bereits kleinste Leckagen werden erkannt. Bei Erreichen eines einstellbaren Grenzwertes schliesst die Rohrbruchklappe automatisch und sperrt die Druckleitung ab. Im Normalfall fließt das Wasser über die eindüsige Pelton-turbine und

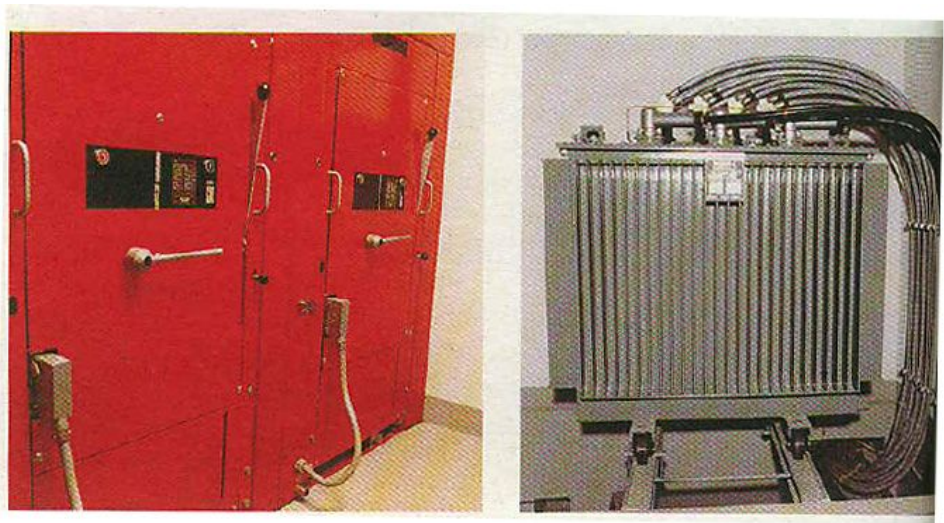
treibt den Synchron-generator an. Bei Ausfall oder Revision der Maschinengruppe kommt ein durch den Wasserdruck gesteuertes Druckreduzierventil zum Einsatz. Nach dem Ausgleichsbecken wird die Trübung gemessen; sofern das Wasser in Ordnung ist, leitet man es in den Reservoirbehälter Blumenstein, wo es für die Verteilung ins Netz zur Verfügung steht. Bei starker Trübung erfolgt automatisch eine Ableitung in den Verwurf.

**Elektrisches
Schema
Schéma électrique**



Das obenstehende Schema zeigt den vereinfachten Prinzipschaltplan der Kraftwerks- und Schaltanlage. Der Generator speist über den Leistungsschalter LS1 in den Transformator. Über den Schalter LS2 ist dieser ans 16kV-Netz der BKW gekoppelt. Bei Ausfall der BKW-Einspeisung (Schalter LS3 ist dann geöffnet) kann die Gemeinde Blumenstein

vom Kleinkraftwerk im Inselbetrieb versorgt werden. Die Anlage ist mit den üblichen Schutzeinrichtungen wie Überstrom, Über- und Unterspannung, Rückwattschutz etc. versehen. Die Blindlast ($\cos \phi$) und die Spannung werden geregelt. Die Synchronisation mit dem Netz geschieht automatisch.



Über den Transformator 400 V/16 KV speist der Generator ins Mittelspannungsnetz.

Le générateur alimente le réseau moyenne tension à partir du transformateur 400 V/16 KV.

Die Schaltanlage für das Versorgungsgebiet Blumenstein sowie für das Kleinkraftwerk ist kompakt ausgeführt.

La distribution électrique pour l'alimentation en eau de Blumenstein ainsi que pour la petite centrale est de construction compacte.

Auslegung von Turbine und Gene- rator

Dimensionnement de la turbine et du générateur

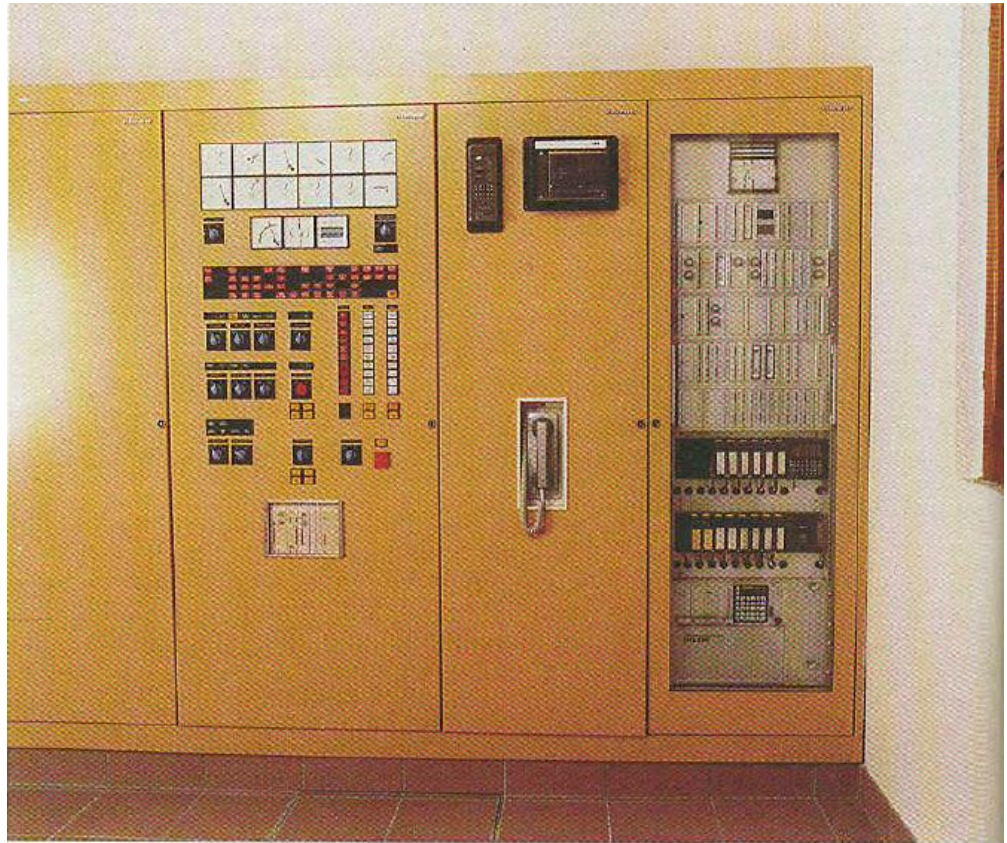


Die eindüsige Pelton-turbine ist mit einer Strahlableitung versehen. Im Vordergrund ist auch das für die Turbine erforderliche Hydraulikaggregat ersichtlich. Die Turbine treibt den Generator ohne Zwischengetriebe an. Sie ist mit allen erforderlichen Überwachungseinrichtungen für den mechanischen Schutz wie Überwachung der Lagertemperatur, des Öldruckes, der Drehzahl etc. versehen. Auch der Synchron-Generator enthält alle

erforderlichen Überwachungseinrichtungen. Es sind dies z.B. Messgeräte für die Erfassung der Vibration, der Wicklungstemperaturen, der Unsymmetrie, der Frequenz, der Mindestleistung, des Spannungsreglers, des Ausfalls etc.

Die Maschinengruppe läuft normal vollautomatisch. Bei Auftreten von Alarmzuständen wird sie in einen Sicherheitszustand überführt.

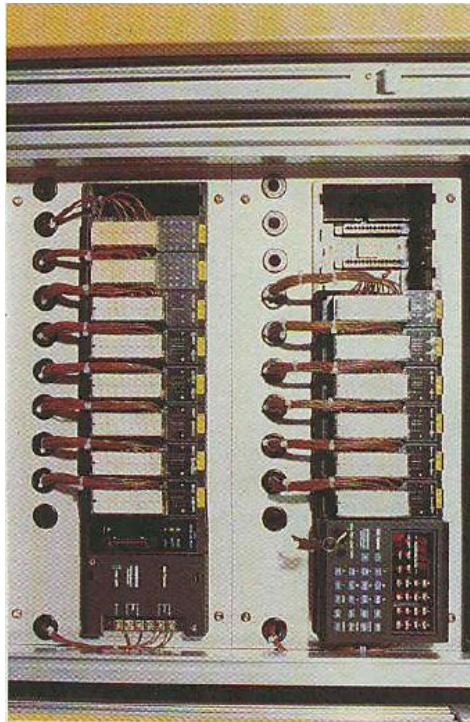
Steuerungsanlage Installation de commande



Die Maschinenautomatik ist in einem mehrfeldrigen Schaltschrank eingebaut. Hier erfolgt die Überwachung, Lokalsteuerung und bedienung der Maschinengruppe. Alle wichtigen Messwerte sind auf Anzeigergeräte geführt. Betriebszustände und Alarme werden übersichtlich mittels Meldeleuchten dargestellt. Die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) sorgt für das automatische Starten und Stoppen der Maschinengruppe.

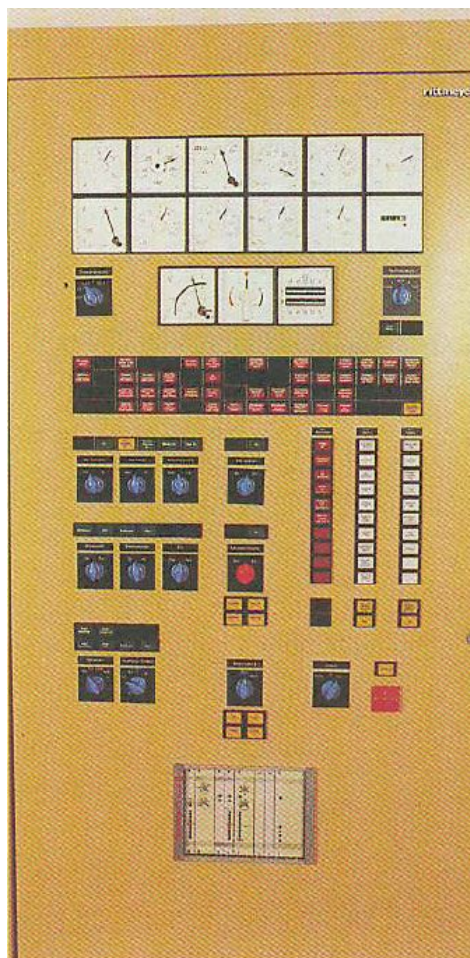
Die Befehle dazu erhält sie vom übergeordneten Wasserhaushaltregler. Über die Erregung wird die Spannung und die Blindlast geregelt. Der Leistungsregler bestimmt die Düsenöffnung. Das Synchronisiergerät sorgt für eine korrekte Zuschaltung ans Netz.

Diese Automatik erfüllt alle Anforderungen bezüglich Bedienerfreundlichkeit, Sicherheit und wartungsarmen Betrieb der Maschinengruppe.



Die logischen und sequentiellen Verknüpfungen für die Maschinenautomatik sind mit einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) realisiert. Alle Betriebszustände werden damit laufend überwacht, unerlaubte Zustände bewirken eine Alarmierung. Das Anfahren und Abstellen der Maschinengruppe geschieht vollautomatisch.

Les combinaisons logiques et séquentielles de la commande automatique sont réalisées au moyen d'un automate programmable industriel (API). Tous les états de service sont surveillés en permanence, les états inadmissibles génèrent une alarme. Le démarrage et l'arrêt du groupe sont entièrement automatisés.



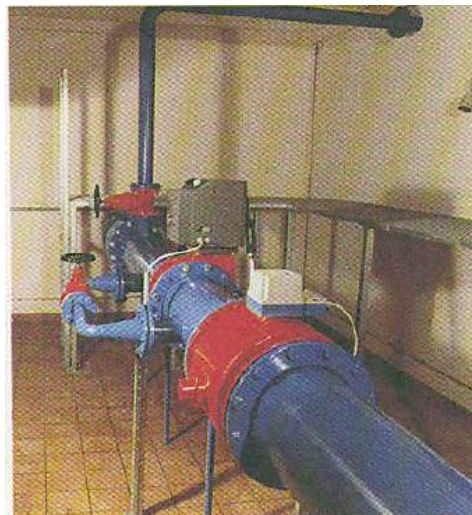
Das Bedienfeld für die Maschinengruppe erlaubt eine einfache und funktionsgerechte Übersicht und Eingriffsmöglichkeit in den lokalen Prozess. Die Sequenzen der Maschinensteuerung werden in ihrer Schrittfolge mittels Meldeleuchten visualisiert. Auf dem Alarmtableau wird jede Störung transparent dargestellt. Instrumente zeigen den Momentanzustand von Messwerten und ein Linienschreiber zeichnet diese auf.

Le tableau de commande du groupe, qui se présente de manière simple et rationnelle, permet d'intervenir dans le processus local. Les séquences de la commande machine pas-à-pas sont visualisées au moyen de lampes. Chaque dérangement est représenté clairement sur le tableau des alarmes. Des appareils indiquent l'état momentané des valeurs de mesure qui sont aussi enregistrées.



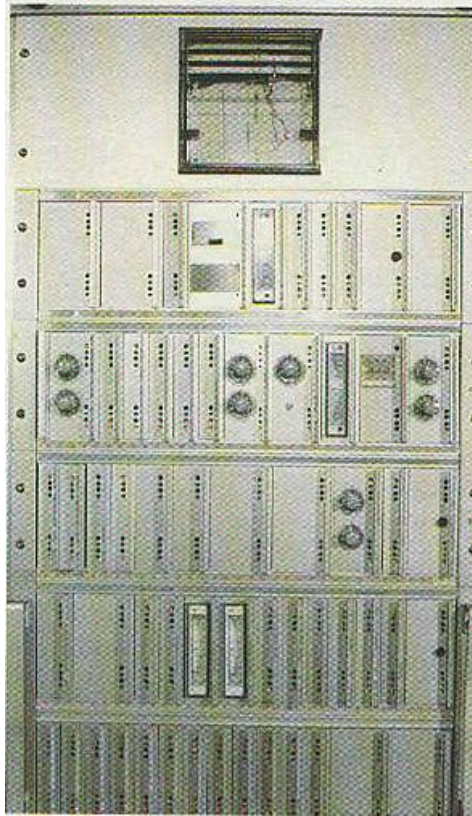
Die Trübung der Blattenheidquellen wird online gemessen und überwacht. Bei Grenzwertüberschreitung wird das Wasser nur noch turbinert und nicht mehr ins Trinkwassernetz, sondern in den Verwurf geleitet.

La turbidité des eaux de source de Blattenheid est mesurée et surveillée on-line. En cas de dépassement de seuil, l'eau est seulement turbinée et n'est plus conduite dans le réseau d'eau potable, mais rejetée.

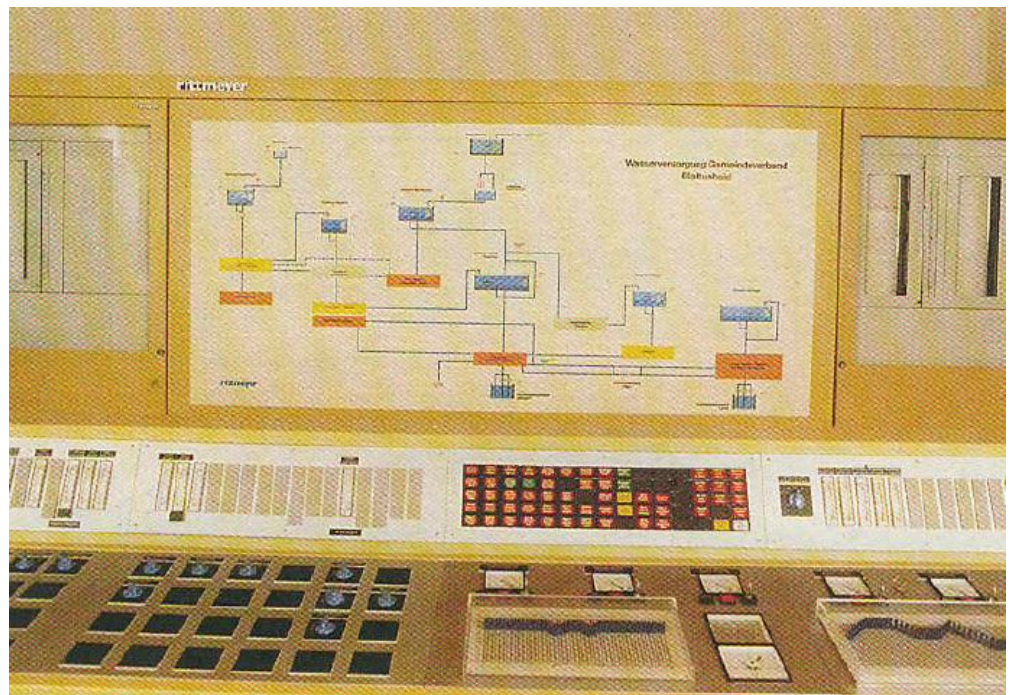


Der Differentialschutz überwacht die 2800 Meter lange Hochdruckleitung. Schon kleinste Leckverluste bewirken das Schliessen der Rohrbruchklappe und verhindern das Entleeren des Absetzbeckens.

La protection différentielle surveille les 2800 m de conduite haute pression. De faibles pertes d'eau occasionnent la fermeture de la vanne de sécurité, éliminant ainsi le vidange du bassin de compensation.



Die Wasserhaushaltautomatik ist mit einem Analogregelsystem realisiert. Die Regelung erfolgt in Abhängigkeit des Wasserstandes im Absetzbecken. Der Sollwert wird durch ein Programmsteckbrett über 24 Stunden vorgegeben. Dies erlaubt, während Hochverbrauchszeiten mit dem eigenen Trinkwasserkraftwerk Spitzenenergie zu produzieren und ins Netz zurückzuspeisen. *L'automatisme du régime des eaux est réalisé avec un système de réglage analogique. La régulation s'effectue en fonction du niveau dans le bassin. La valeur de consigne est prescrite à partir d'une matrice programmée sur 24 heures. Ceci permet, durant les périodes de haute consommation, de produire de l'énergie de pointe à partir de sa propre centrale à eau potable et de réinjecter cette eau dans le réseau.*



Die gesamte Überwachung und Steuerung der Wasserversorgung sowie des Trinkwasserkraftwerkes geschieht über die zentrale Leitwarte beim Reservoir Blumenstein. Die hydraulische Situation der Wasserversorgung wird auf einem Blindschema dargestellt. Hier werden wichtige Betriebszustände und Messwerte laufend aktualisiert. Von einem Kommandopult aus kann die gesamte Anlage bedient werden.

Die Produktion und Verteilung des Trinkwassers auf alle 20 Partnergemeinden geschieht vollautomatisch über die zentrale Steuerung und Regelung. Ein wöchentlicher Besuch durch den Anlagewärter genügt für einige wenige erforderliche Kontroll- und Wartungsarbeiten. Störungen werden über eine Telealarmanlage an den Bereitschaftsdienst übermittelt.

Energieabgabe und Kosten *Energie produite et coûts*

Die Anlage ist so ausgelegt, dass über 24 Tagesstunden Strom erzeugt wird. Der Quellertrag schwankt je nach Jahreszeit zwischen 2000 und 8000 l/min. Die Erneuerungskosten betragen 1989 für den Trinkwasserkraftwerksteil Fr. 2 Mio.

Die Erneuerung der Druckleitung kostete damals Fr. 5,7 Mio., wobei die Hälfte durch den Bund und den Kanton Bern subventioniert wurde. Jährlich können bis zu 3 Mio. kWh produziert werden.

Ab 1. Januar 1994 erhält der Wasserverband durchschnittlich 16 Rp./kWh für die Energielieferung ins Netz der BKW. Dies ergibt pro Jahr einen Ertrag von fast Fr. 500'000.

Zusammenfassung *Résumé*

Beim Kraftwerk Blumenstein mit seinen relativ grossem Ertrag der Blattenheidquellen und dem hohen Gefälle herrschen ideale Voraussetzungen für die Rückgewinnung von Energie aus Trinkwasser. Durch den vollautomatischen Betrieb der gesamten Anlage sind die Unterhaltskosten sehr gering. Die Anlage ist daher in ihrer heutigen Ausführung sehr rentabel. Die harmonische Eingliederung in eine intakte Landschaft darf als sehr gelungen bezeichnet werden. Sie ist daher ein Musterbeispiel wie man Technik und Natur in Einklang bringen kann.

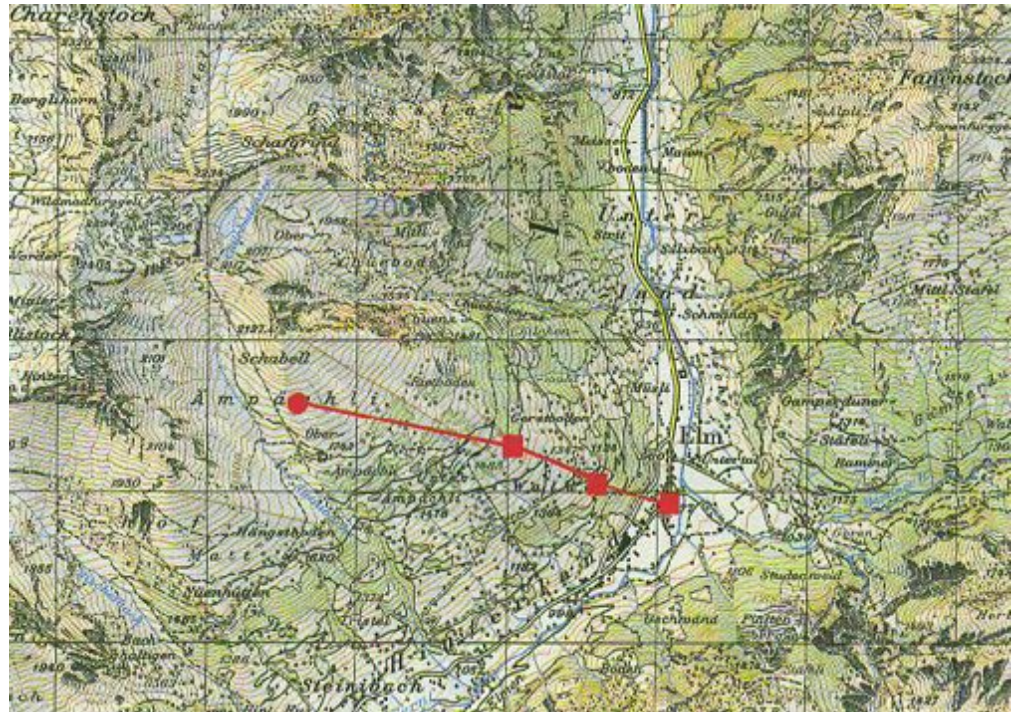
Dans la centrale de Blumenstein, dont la production est relativement grande avec une chute élevée, les conditions idéales sont requises pour la récupération d'énergie à partir de l'eau potable. Grâce à l'exploitation entièrement automatisée de toute l'installation les frais d'entretien sont très faibles. L'installation dans son exécution actuelle est très rentable. L'insertion en harmonie avec le paysage intact peut être considérée comme un succès. C'est un modèle exemplaire de réussite associant nature et technique.

Elm / GL

Anlagedaten Caractéristiques installation

Turbine/Turbine:	Pelton
Durchfluss/Débit:	7 - 100 l/s
Nettofallhöhe/Chute nette:	380 m
Leistung max./Puissance max.:	315 kW
Jahresproduktion/ Production annuelle:	1,2 Mio kWh
Betreiber/Exploitant:	Elektrizitätswerk und Wasserversorgung Elm, 8767 Elm

Lageplan Situation



Karte/Carte 1 : 50'000, Blatt/Feuille 247 Sardona

Anlagebe- schreibung *Description de l'installation*

Der Ortsname Elm dürfte weit herum bekannt sein durch seinen Exportschlager Elmer Citro und die nicht minder bekannte Skirennfahrerin Vreni Schneider. Doch an ein Ausruhen auf dem Erreichten denken die Bewohner des 800-Seelen-Dorfes am Ende des Glarnerlandes mitnichten.

Seit 1950 wurde hier an den günstig gelegenen Hängen ein prächtiges Skigebiet auf naturschonende Weise aufgebaut. An den gleichen Bergflanken liegen auch die reichlichen Wasservorräte der Gemeinde. Ein Teil davon wird als Trinkwasser genutzt.

Die schneearmen Winter der letzten Jahre haben eine paritätische Kommission aus Vertretern der Gemeinde und der Sportbahnen bewogen, mit einem vielversprechenden Projekt aufzuwarten. Dabei sollen die Quellwasser im Pleusgebiet genutzt werden für die künstliche Schnee-Erzeugung, sowie für Löschzwecke und Stromerzeugung. Gleichzeitig wird die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung erhöht.

La localité d'Elm doit son renom à la boisson bien connue à l'exportation Elmer Citro et à la célèbre skieuse de compétition Vreni Schneider. Mais les habitants de ce village de 800 âmes, situé au fin fond du pays Glaronais, ne se reposent pas sur ces acquis, bien au contraire.

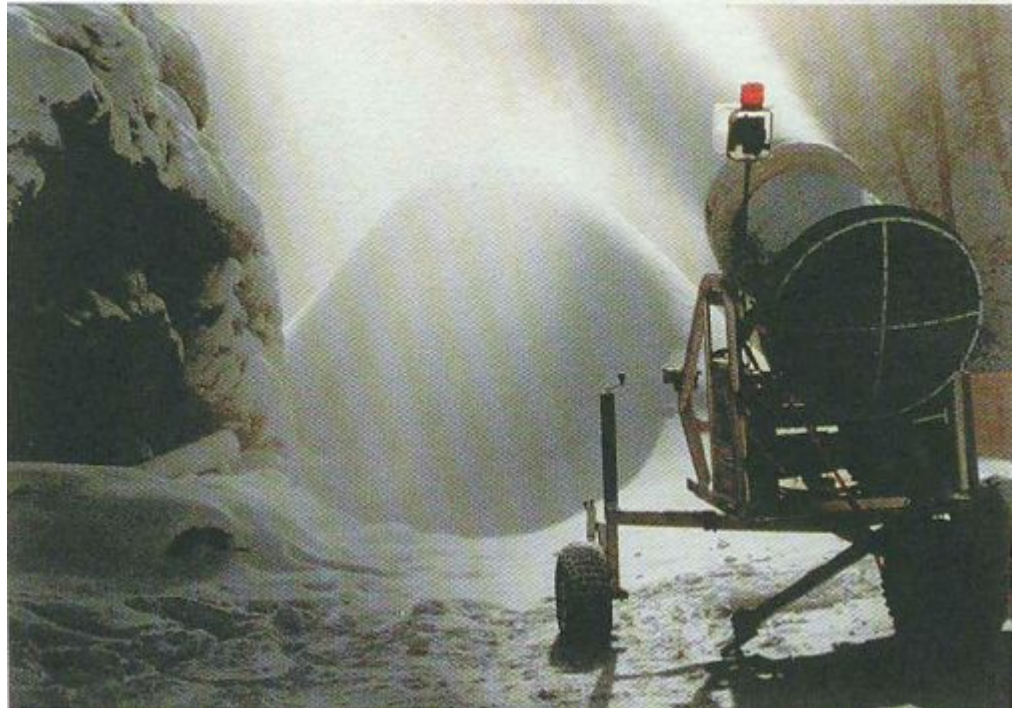
Depuis 1950, on a construit sur ces pentes un merveilleux domaine skiable remarquablement intégré dans la nature. Sur ces mêmes pentes des réserves riches en eau desservent les communes. Une partie de celles-ci est utilisée pour l'eau potable.

Les hivers pauvres en neige des dernières années ont incité une commission paritaire composée de représentants de la commune ainsi que d'associations sportives de montrer un projet prometteur, selon lequel les eaux de source de la région de Pleus doivent servir à la protection incendie et à la production de courant électrique. Par la même occasion, l'alimentation en eau potable est assurée.

Schneeanlage *Production de neige*

1990 wurde den Sportbahnen die Bewilligung zum Betrieb von drei Aggregaten zur Schnee-Erzeugung erteilt. Da auch in Elm die Quellen zur Winterszeit nur spärlich fließen, wird das Wasser im Gebiet Pleus auf 1845 m ü. M. in einem 900 m³-Reservoir gesammelt. Dabei entsteht gleichzeitig der nötige Vordruck für die Schneeaggregate. Der Wasserverbrauch eines Schneeaggregates beträgt ca. 5 - 8 l/s oder 18 - 30 m³/h. Daraus können pro Stunde bis zu 80 m³ Schnee produziert werden. Die Sportbahnen sowie das Elektrizitätswerk haben mit viel Eigenleistung ein umfangreiches Rohrnetz zu den anfälligen Abschnitten der Piste erstellt.

Es umfasst gesamthaft 20 mögliche Anschlusspunkte für die mobilen Schneekanonen. Das zuständige Personal bestimmt auf einer Mosaiktafel im Pistenbüro in welchem Gebiet beschneit werden soll. Über die Unterstation des Leitsystem werden alle Schieber in die richtige Stellung befohlen. Sofern erforderlich werden auch Pumpen eingeschaltet um den Wasserbedarf sicherzustellen. Da die Schneeproduktion in Nächten mit Föhneinbruch in Wasserfontänen übergehen kann, stellt das Leitsystem bei kritischen Temperaturanstiegen die Schneeproduktion automatisch ab und stellt auf Turbinieren um.



Schneemaschine in Aktion/*Canons à neige en action*

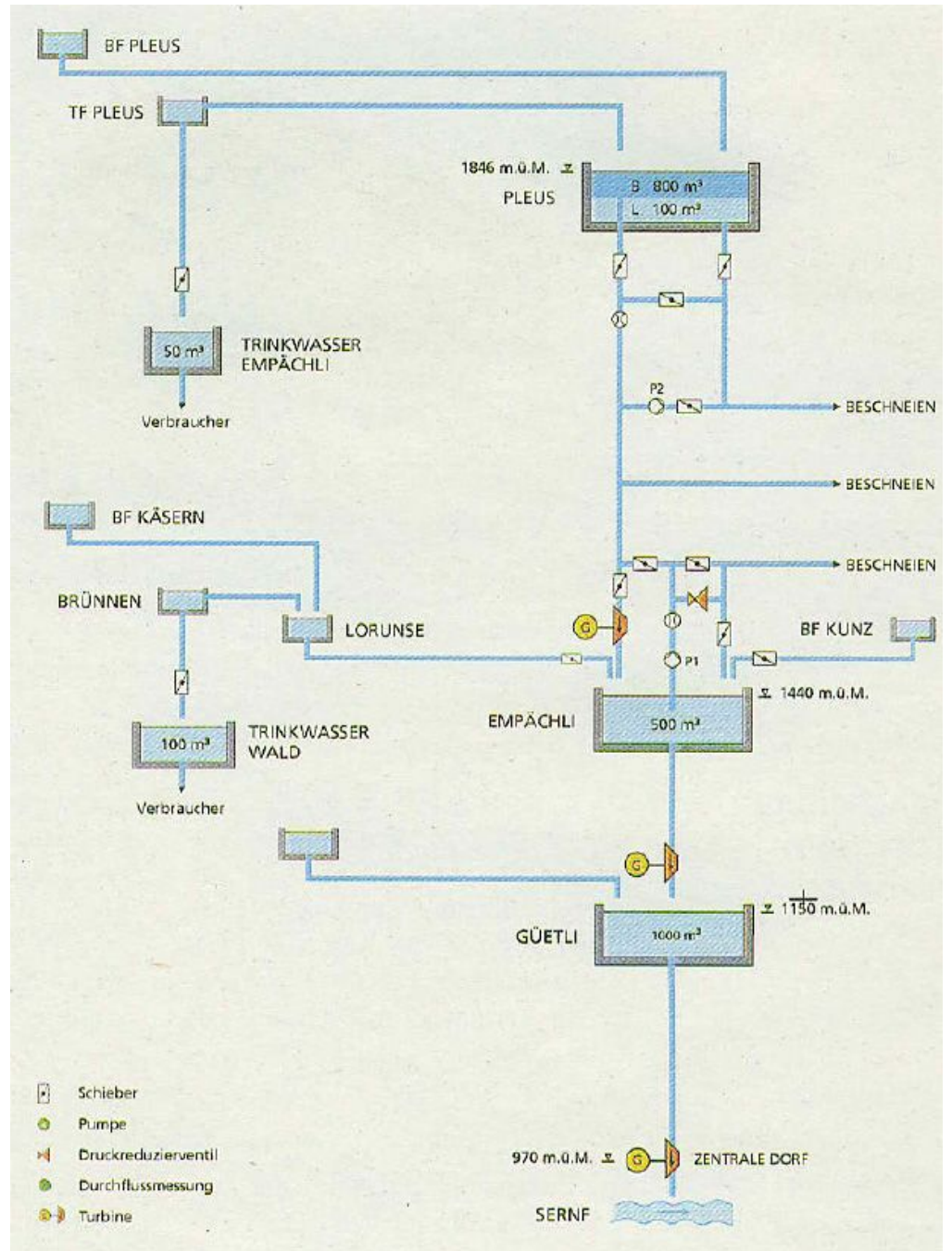
**Elektrizitätserzeugung
Production
d'électricité**

Als ideale Ergänzung zu Beschneigungsanlagen bieten sich automatisch laufende Kleinkraftwerke an, da Wasserspeicher und Leitungssystem für die Beschneigung nur während weniger Nächte im Winterhalbjahr genutzt werden. Dank der Wassernutzung aus dem Gebiet Pleus kann das Elektrizitätswerk Elm pro Jahr 1,2 Mio kWh Strom produzieren. Die Pelton-turbine steht in der Zentrale Empächli, die im Stil eines kleinen Alpwirtschaftsgebäudes gestaltet ist. Das Wasser wird der eindüsigen Turbine über eine 1980 m lange Druckleitung mit einem Durchmesser von 250 mm zugeführt.

Das Gehäuse der eindüsigen Pelton-turbine wurde von einem lokalen Maschinenbauer hergestellt. Der Asynchrongenerator ist mit einem verstärkten Lager ausgerüstet, welches die fliegende Aufnahme des Turbinenrades erlaubt. Eine geregelte Blindstromkompensation sorgt für die Einhaltung des gewünschten Cosinusphi.

Das Kleinkraftwerk ist mit automatischen Regel- und Steuerfunktionen ausgerüstet. Sie bewirken, dass die Turbine immer so viel Wasser verarbeitet, dass im Hochreservoir Pleus ein bestimmter Pegel gehalten wird. In Extremfällen stoppt und startet die Maschinengruppe automatisch. Dies ist unter anderem der Fall, wenn die Beschneigung vom Pistenbüro aus eingeschaltet oder von einem der möglichen Orte aus Brandfall ausgelöst wird.

Hydraulisches
Schema
Schéma
hydraulique





Maschinenhaus, angepasst an die Umgebung
Salle des machines, adaptée à l'environnement

Brandschutz Protection incendie

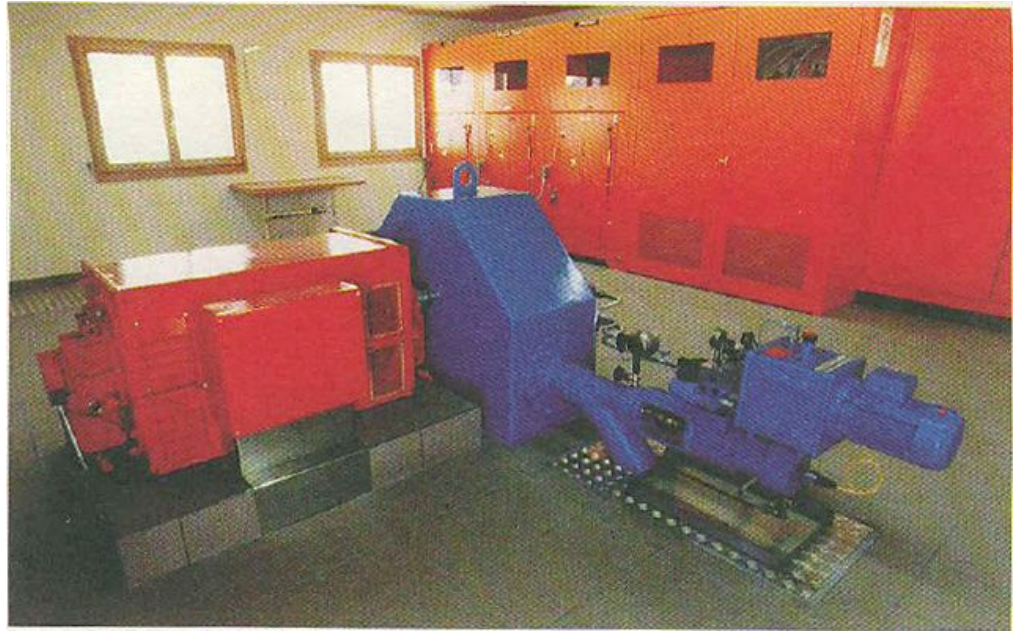
Da im Sportgebiet Empächli einige Clubhäuser und Ferienhäuser entstanden sind, ist der Bedarf für effiziente Brandbekämpfungsmöglichkeiten gegeben. Im Reservoir Pleus stehen jederzeit 100 m³ Löschwasser zur Verfügung. Mit relativ wenig Zusatzaufwand wurden an

geeigneten Stellen Löschwasseranschlusspunkte geschaffen. Einige Anschlüsse sind sowohl für Löscharbeiten als auch für Schneekanonen nutzbar. Die Steuerung sorgt für absolute Priorität für die Löschwasserversorgung im Falle eines Brandes.

Leitsystem Système de gestion

Das Leitsystem besteht aus der Zentrale Empächli und den dezentralen Unterstationen. Die Unterstationen mit Mikroprozessoren führen Regel- und Steuerfunktionen und gleichzeitig Fernwirkfunktionen aus. Weil die Zentrale Empächli unbemannt ist, wurde eine weitere

Steuerstelle im 300 m entfernten Pistenbüro für die Beschneigungsführung eingerichtet sowie eine Hilfssteuerstelle mit Schwergewicht Energieproduktion und Gesamtübersicht im 3 km entfernten Sitz des Elektrizitätswerkes.



Maschinenhaus von innen/Intérieur salle des machines

Schluss- betrachtung *Considération finale*

Durch die Aufteilung der Gesamtkosten von ca. 3 Mio. Franken (für Bauten, Maschinen und Steuerung) auf die kommunale Elektrizitäts- und Wasserversorgung und auf die privatrechtlichen Sportbahnen ist die Anlage für Elm gesamthaft betrachtet wirtschaftlich attraktiv. Die Stromerzeugungskosten belaufen sich auf etwa 13 Rp./kWh. Die Realisierung des Projektes erfolgte grösstenteils mit regionalen Unternehmen des Gewerbes (Hochbau, Tiefbau, Elektromechanik und Elektroinstallationen). Daneben bildete sie auch eine interessante berufliche Herausforderung für das Personal der Sportbahnen und des Elektrizitätswerkes.

Nach einer erfolgreichen Sommer- und Wintersaison ist die Freude am gelungenen Werk berechtigt. Möge dies andere Gemeinden im Alpenraum ebenfalls zu ähnlichen Taten anspornen.

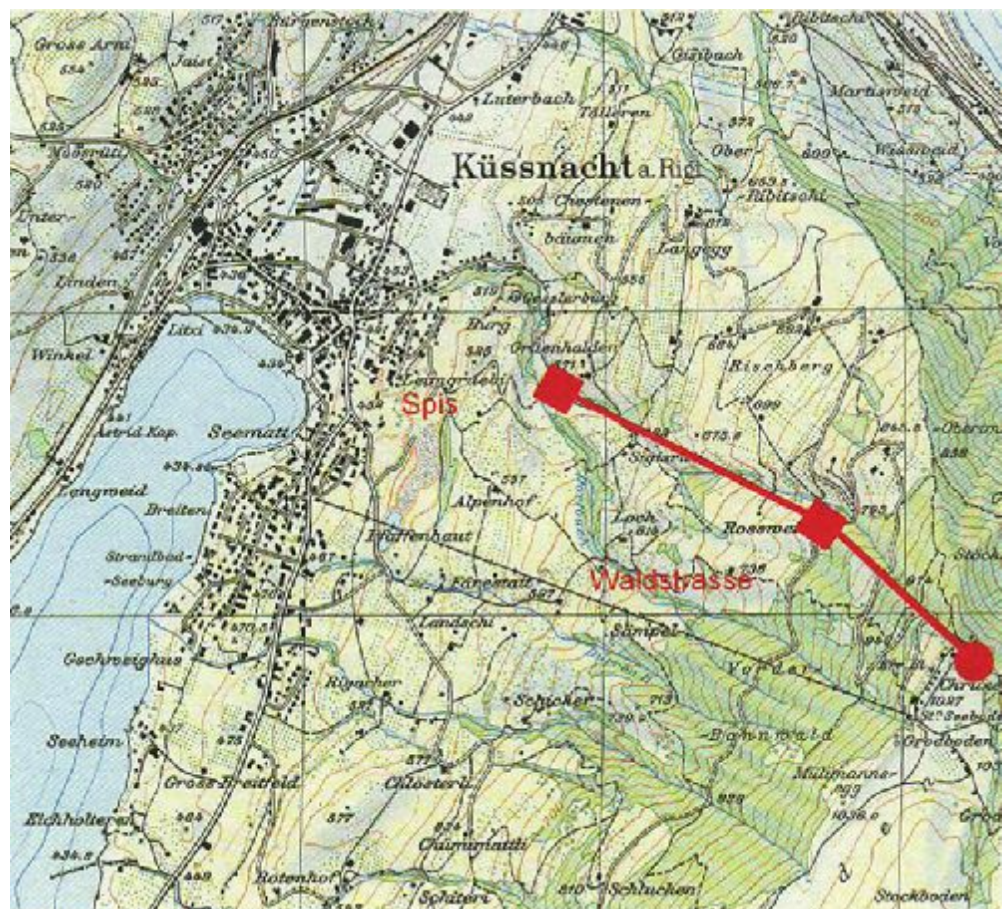
Crâce à la répartition des frais totaux d'env. 3 mio de francs (pour génie civil, machines et commande) sur l'alimentation communale en électricité, en eau et sur l'infrastructure sportive privée, l'installation pour Elm est dans son ensemble à considérer comme très attractive du point de vue économique. Les coûts de production du courant s'élèvent à env. 13 cent./kWh. Le projet a été réalisé en grande partie avec des entrepreneurs et corps de métiers régionaux (travaux de génie civil, construction immobilière, installations de l'électromécanique et de l'électronique). Par ailleurs cela représentait un défi professionnel intéressant pour le personnel des équipements sportifs de la station et de la centrale hydro-électrique. Après une saison estivale et hivernale réussie, la satisfaction de la tâche accomplie est justifiée. Espérons que d'autres communes alpestres seront stimulées par cet exemple.

Küssnacht / SZ

Anlagedaten Caractéristiques installation

Turbine/Turbine:	Waldstrasse Pelton	Spis Pelton
Wassermenge/ Débit d'exploitation:	20 l/s	20 l/s
Nettohöhe/Chute nette:	202 m	232 m
Leistung/Puissance:	30 kW	37 kW
Jahresproduktion/ Production annuelle:	120'000 kWh	130'000 kWh
Betreiber: Exploitant:	Centralschweizerische Kraftwerke CKW Hirschengraben 33 6003 Luzern	
	(einzelne Anlagenteile sind im Eigentum der Genossenschaft für Wasserversorgung)	

Lageplan Situation



Karte/Carte 1 : 25'000

Anlagebeschreibung Description

In Küssnacht am Rigi, einem idyllischen Ort zwischen Rigi und Vierwaldstättersee, wird die Trinkwasserversorgung durch die Genossenschaft Wasserversorgung Küssnacht (GWK) sichergestellt. Seit fast hundert Jahren werden Quellen auf Seeboden gefasst und über eine beachtliche Höhendifferenz von rund 500 m ins Talreservoir Spis geleitet. Die dabei anfallende Energie wird seit 1994 mit zwei Pelton-turbinen genutzt und ins öffentliche Versorgungsnetz der CKW eingespiessen.

In diese beiden Turbinenanlagen teilen sich zwei Trägerschaften, nämlich einerseits die Genossenschaft Wasserversorgung und andererseits die Centralschweizerischen Kraftwerke CKW. Eine interessante Konstellation, welche hier offensichtlich Vorteile bringt.

A Küssnacht am Rigi, localité idyllique entre le Rigi et le lac des Quatre-Cantons, le service des eaux est assuré par le Syndicat des Eaux de Küssnacht (GWK). Depuis près de 100 ans, les eaux de source de Seeboden sont captées et amenées au réservoir de Spis situé 500 m. plus bas. Depuis 1994, l'énergie potentielle est utilisée par deux turbines Pelton qui alimentent le réseau de CKW.

Deux partenaires se partagent les deux installations des turbines, d'une part le Syndicat des Eaux, d'autre part les Centralschweizerischen Kraftwerke CKW. Une constellation intéressante qui est manifestement profitable.

Ausgangslage Situation

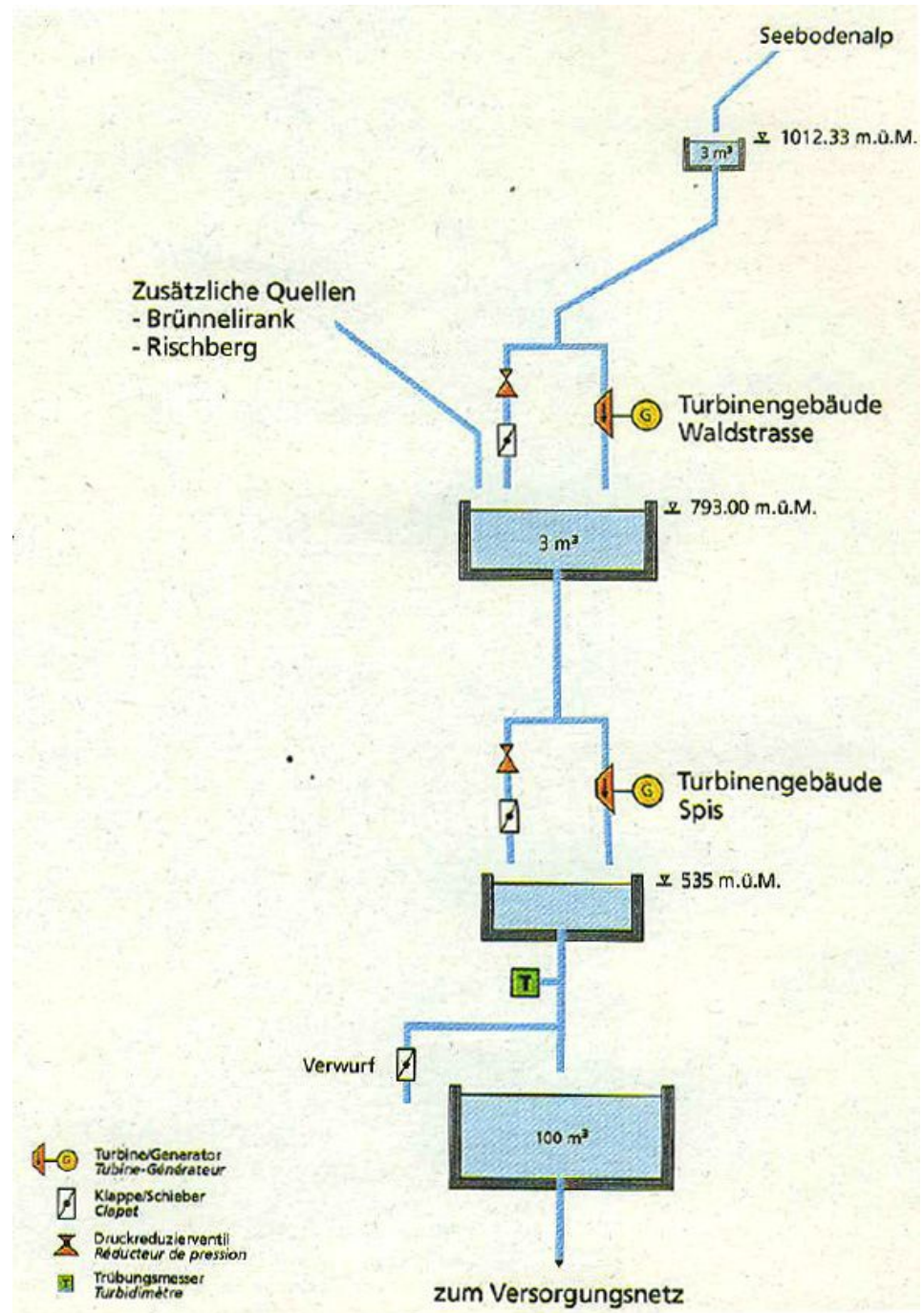
Die Genossenschaft Wasserversorgung Küssnacht (GWK) betreibt seit 1895 den grössten Teil der Trinkwasserversorgung des Bezirkes Küssnacht. Heute umfasst diese Versorgung rund 8'000 Einwohner, bei einem Wasserbedarf von rund 1,5 Mio m³ pro Jahr. Nebst einem grösseren Anteil Seewasser, stammt das Trinkwasser auch aus den Quellen auf Seebodenalp.

Zur Einspeisung ins Reservoir Spis muss eine Höhendifferenz von 500 m überwunden werden, wofür bislang Druckbrecherschächte eingebaut waren. Zu Beginn der 90-er Jahre musste man einen Ersatz der alten Quellzulaufleitung ins Auge fassen.

Im Jahre 1991 verwarf die Genossenschaft Wasserversorgung Küssnacht ein erstes Projekt zur Energiegewinnung aus dieser Zuleitung im Eigenbetrieb aus wirtschaftlichen Überlegungen. Im Jahre 1992 konnte dann zwischen den Centralschweizerischen Kraftwerken CKW und der Genossenschaft Wasserversorgung (GWK) eine Vereinbarung unterzeichnet werden, welche den gemeinsamen Bau, Betrieb und Unterhalt der Trinkwasserkraftwerke regelte. Es wurde im Wesentlichen ausgehandelt, dass die CKW alle Mehraufwendungen für die Turbinierung übernehmen muss, dafür jedoch als Gegenleistung die erzeugte Energie entschädigungslos in ihr Netz einspeisen kann.

Hydraulisches Schema

Schéma hydraulique



Das Gefälle von 500 m wird in zwei Stufen verarbeitet. Hauptgründe dafür sind die kleineren Wasserdrücke, welche sich positiv auf die Erstellungskosten der Druckleitung auswirken.

Die Möglichkeit für eine zusätzliche Wassereinspeisung im Turbinenhaus Waldstrasse und die damit resultierende kleine Mehrproduktion in der unteren Stufe haben diesen Entschluss ebenfalls beeinflusst.



Eingang zum neuen Turbinenhaus
Waldstrasse

*Entrée dans la nouvelle salle de
turbines*

Technische Voraussetzungen **Conditions techniques**

Wie bereits erwähnt, ist die Unterteilung der Gesamtstrecke in zwei Druckstufen vor allem aus wirtschaftlichen Überlegungen erfolgt. Dieser Entscheidung löste einige Bauten und Installationen aus. So musste das Turbinenhaus der oberen Druckstufe (Waldstrasse) komplett neu erstellt werden, während in der unteren Stufe mit nur geringen

Anpassungen das vorhandene Gebäude des alten Druckbrechers Spis verwendet werden konnte.

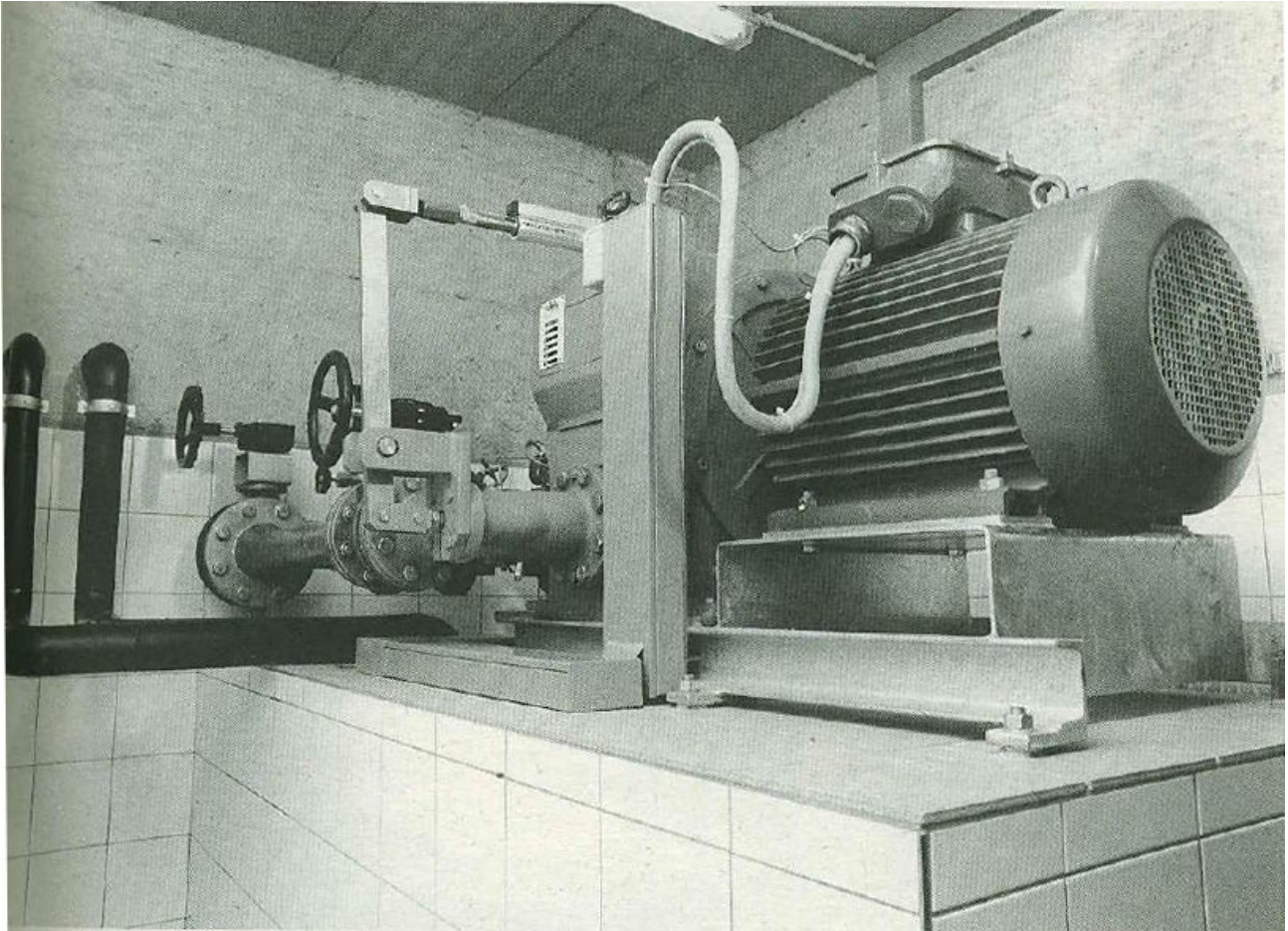
Die Druckleitungen und die Anlagen zur Wasserstandsregulierung mussten in beiden Stufen neu erstellt werden. Zur Einspeisung der produzierten Energie konnte weitgehend auf bestehende Installationen zurückgegriffen werden.

Elektrische Situation
Situation électrique

Die Nennleistung von 30 bzw. 37 kW wird durch zwei Asynchrongeneratoren mit einer Nenndrehzahl von 1'500 U/Min. erzeugt und direkt ins Niederspannungsnetz (400 V) eingespeisen. Verbraucher sind innerhalb der eigenen Anlagen nicht

von Bedeutung, so dass die gesamte Produktionsenergie ins Netz abgegeben wird.

Die produzierte Jahresmenge von ca. 250'000 kWh entspricht dem Jahresbedarf von rund 50 Haushaltungen.



Pelton turbine in der Waldstrasse

Turbine Pelton dans la Waldstrasse

Auslegung der Turbinengruppen

Dimensionnement des turbo-groupes

Aufgrund des relativ grossen Gefälles und der kleinen, eher konstanten Wassermenge wurden eindüsige Pelton turbinen installiert. Die Turbinenachse liegt horizontal und treibt den angekoppelten Asynchrongenerator. Jede Turbinenanlage ist mit einer Umgehungsleitung (Bypass)

versehen, welcher bei allfälligen Störungen den Quellwasserzulauf und damit die Trinkwasserversorgung sicherstellen kann.

Die Düsenregulierung erfolgt über eine Sollwertsteuerung im obenliegenden Reservoir.

Steuerungsanlage
Installation de
commande

Als Anlagensteuerung wurden zwei Anlagen in konventioneller Relais-technik gebaut und installiert. Sie greifen jeweils die Wasserstände der oberen Reservoirbehälter ab und regeln mittels vorgegebenem Sollwert die Düsenöffnung der Turbinen. Im Falle von

Netzausfällen und sonstigen Störungen wird die Anlage stillgelegt und der Bypass geöffnet.

Die Steuerungsanlage arbeitet vollautomatisch, ohne dass Bedienungs-personal vor Ort sein muss.



Steuerschrank/*Armoire de commande*

**Kosten
Coûts**

Die Centralschweizerischen Kraftwerke CKW investierten für die gesamte Energieerzeugung gemäss dem oben beschriebenen Vertrag mit der Wasserversorgung einen Betrag von Fr. 433'000,- und errechnen dabei Stromgestehungskosten von ca. 20 Rp./kWh.

Der spezifische Kostenaufwand liegt angesichts der installierten Gesamtleistung von 67 kW etwas unter 6'500,- Fr./kW. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Erstellungskosten der Druckleitung nicht in diesen Investitionen erscheinen.

**Zusammenfassung
Résumé**

Die Realisierung der beiden Anlagen in Küssnacht zeigt gut, wie kreativ eine Zusammenarbeit zwischen zwei verschiedenen Interessengruppen sein kann. Weder der eine noch der andere Partner hätte diese Anlage alleine erstellt, aber gemeinsam konnte ein Weg gefunden werden.

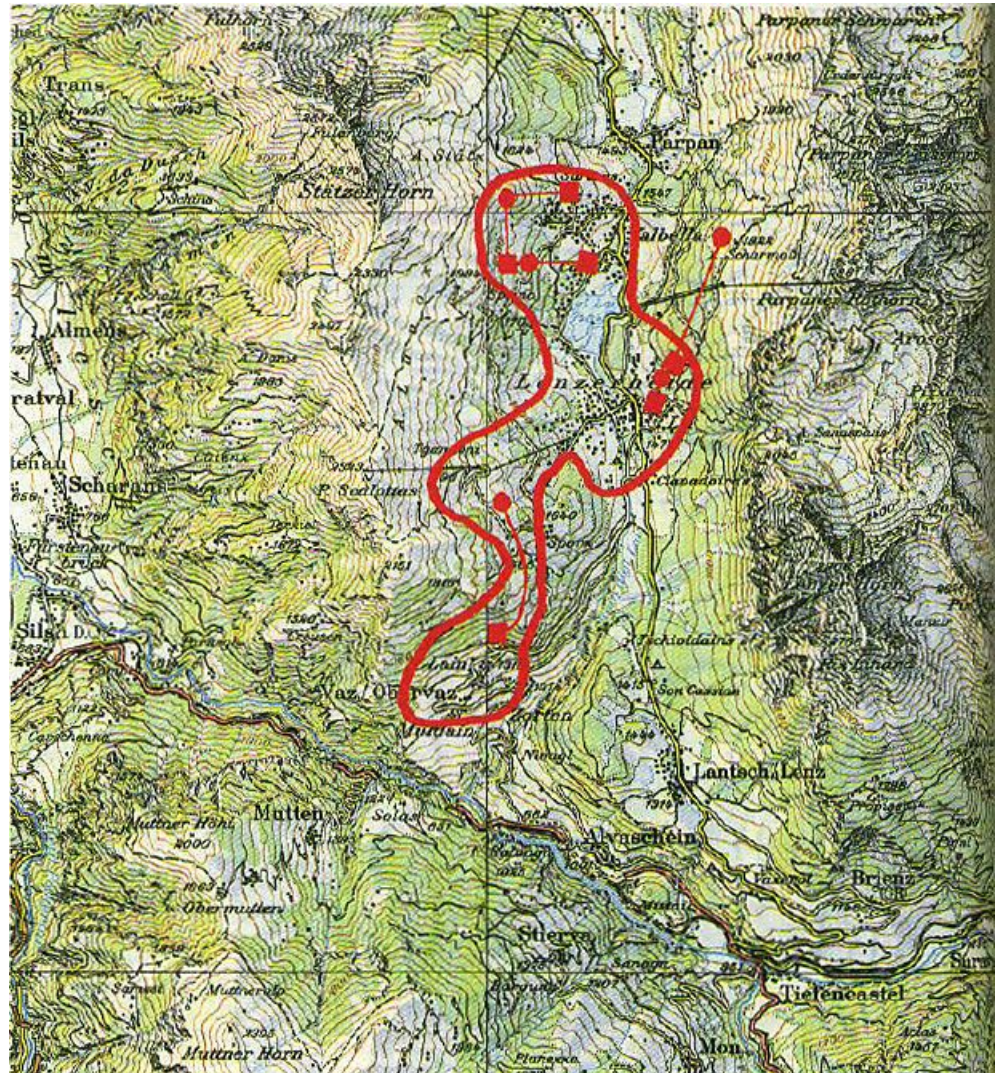
Bisher konnten im Betrieb der Anlagen nur positive Erfahrungen gemacht werden. Nebst den periodischen Kontrollgängen sind bisher praktisch keine nennenswerten Unterhaltsarbeiten angefallen. Die Betreiber sind durchaus der Ansicht, mit der Realisierung dieser beiden Anlagen einen kleinen, aber sinnvollen Beitrag zur Nutzung erneuerbarer Energien getan zu haben.

Lenzerheide/Valbella / GR

Anlagedaten
Caractéristiques
installation

Objekt <i>Objet</i>	Jahr <i>Année</i>	Typ <i>Type</i>	Leistung <i>Puissance</i> [kW]	Jahresproduktion <i>Production annuelle</i> [kWh]
Dieschen	1985	Pumpturbine <i>Pompe-inversée</i>	6	40'000
Crapera	1987	Pelton turbine <i>Turbine Pelton</i>	40	280'000
Canols	1989	Pelton turbine <i>Turbine Pelton</i>	30	120'000
Sil Mot	1988	Pumpturbine <i>Pompe-inversée</i>	5	12'000
Lieptgas	1989	Pumpturbine <i>Pompe-inversée</i>	8,5	35'000
Tranter Moira	1992	Pelton turbine <i>Turbine Pelton</i>	17	85'000
Wasserversorgung Lenzerheide/Valbella 1994				572'000
Betreiber: Gemeindebetriebe				
Vaz/Obervaz				
7078 Lenzerheide				

Lageplan Situation



Karte/ Carte 1: 25'000

Kurzbeschreibung Description sommaire

Im weitverzweigten Netz der Wasserversorgung der Gemeinde Vaz/Obervaz (dazu gehören die Kurorte Lenzerheide/Valbella) sind in den letzten 10 Jahren insgesamt 6 Trinkwasserkraftwerke in Betrieb genommen worden. Sie setzen die potentielle Energie des Quellwassers auf dem Weg der Fassungen zu den tiefer gelegenen Verbraucherzonen in elektrische Energie um. Damit leisten sie einen Beitrag zur Nutzung erneuerbarer Energien. Für die Turbinierung des Wassers werden sowohl Pump- als auch Pelton-turbinen eingesetzt.

Dans le réseau maillé étendu du service des eaux des communes de Vaz/Obervaz (auquel appartiennent les lieux de cure de Lenzerheide/Valbella) 6 centrales à eau potable ont été mises en service ces 10 dernières années. Elles transforment l'énergie potentielle des eaux de source, depuis les captages jusqu'aux zones de consommation plus basses, en énergie électrique. Elles apportent ainsi leur participation à l'utilisation des énergies renouvelables. Pour turbiner les eaux, on emploie aussi bien des pompes que des turbines Pelton.

Ausgangslage Situation

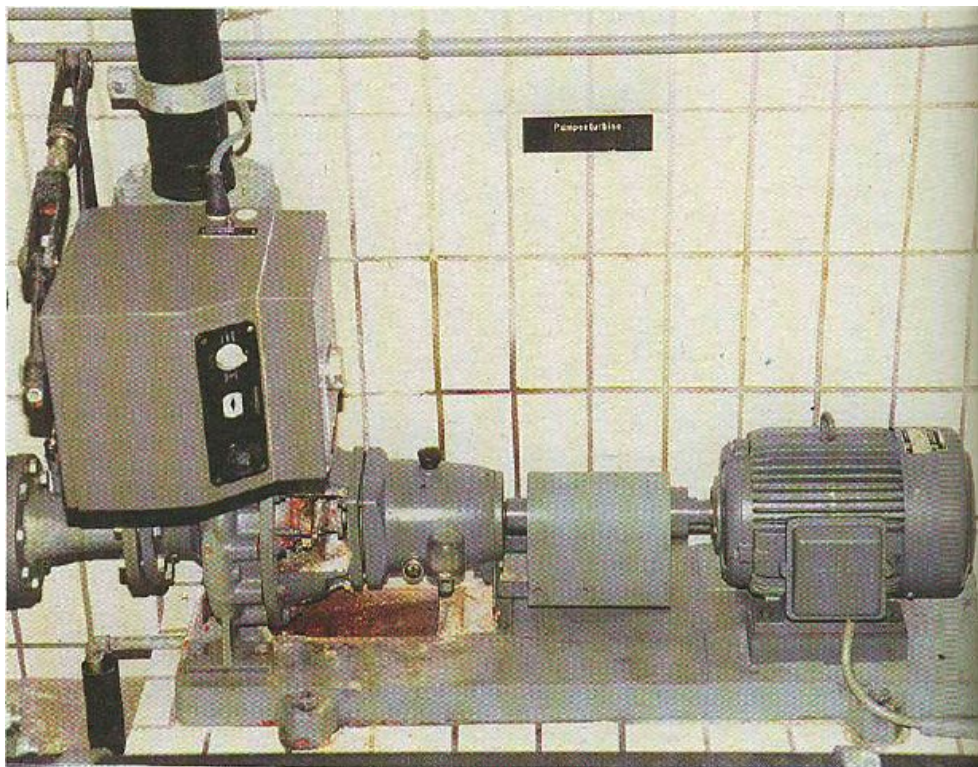
Das stark vom Tourismus geprägte Versorgungsgebiet der weltbekannten Kurorte Lenzerheide/Valbella erlebte in den letzten hundert Jahren eine interessante Entwicklung. Während vor über 100 Jahren die erste Wasserversorgung noch aus privater Initiative entstand, bewilligte die Gemeinde 1939 ein generelles Versorgungsprojekt. Aus den paar Leitungen von damals erwuchs bis heute etappenweise ein weitverzweigtes Leitungsnetz von 50 km Länge auf einer Fläche von 220 ha. 10 Reservoirs mit insgesamt 6000 m³ Inhalt stehen für die Speicherung zur Verfügung.

Über 10 hydraulisch verbundene Druckzonen wird die Versorgung der einzelnen Haushalte mit frischem Quellwasser sichergestellt. In Spitzenzeiten kann es vorkommen, dass Wasser in höhere Zonen gepumpt werden muss, ansonsten wird das Wasser über Druckreduzierstationen in tiefer gelegene Zonen geleitet. Vor dem letzten Ausbau 1989/90 verliess das überschüssige Quellwasser das System im Raume Lieptgas und wurde dort in den Bach geleitet (auf ungefähr 1'560 m ü. M.).

Politisches Umfeld
Aspect politique

Die Projekte der einzelnen Kraftwerke sind alle Bestandteil der Wasserversorgung und veränderten durch ihre Realisierung das Erscheinungsbild der Gesamtanlage nicht. 1985 wurde im Reservoir Dieschen anstelle einer neuen Druckreduzierstation eine Pumpturbine eingesetzt. Dieses diente als Pilotprojekt. Auf Grund der guten Erfahrungen wurde 1987 im Reservoir Crapera eine Pelton-turbine eingebaut. 1988 erfolgte ein Gesuch für die

generelle Erneuerung der Wasserversorgung. Darin enthalten waren auch weitere Projekte für die Nutzung der Wasserkraft. Das Gemeindeparlament bewilligte die Einzelprojekte aufgrund guter Erfahrungen mit den bestehenden Anlagen. Zudem mussten für die Kraftwerksanlagen keine Eingriffe in die Natur vorgenommen werden (z.B. mit zusätzlichen Fassungen).



Die erste Pumpturbine mit Asynchrongenerator im Reservoir Dieschen
La première pompe inversée avec générateur asynchrone au réservoir Dieschen

Technische Voraussetzungen *Conditions préalables techni- ques*

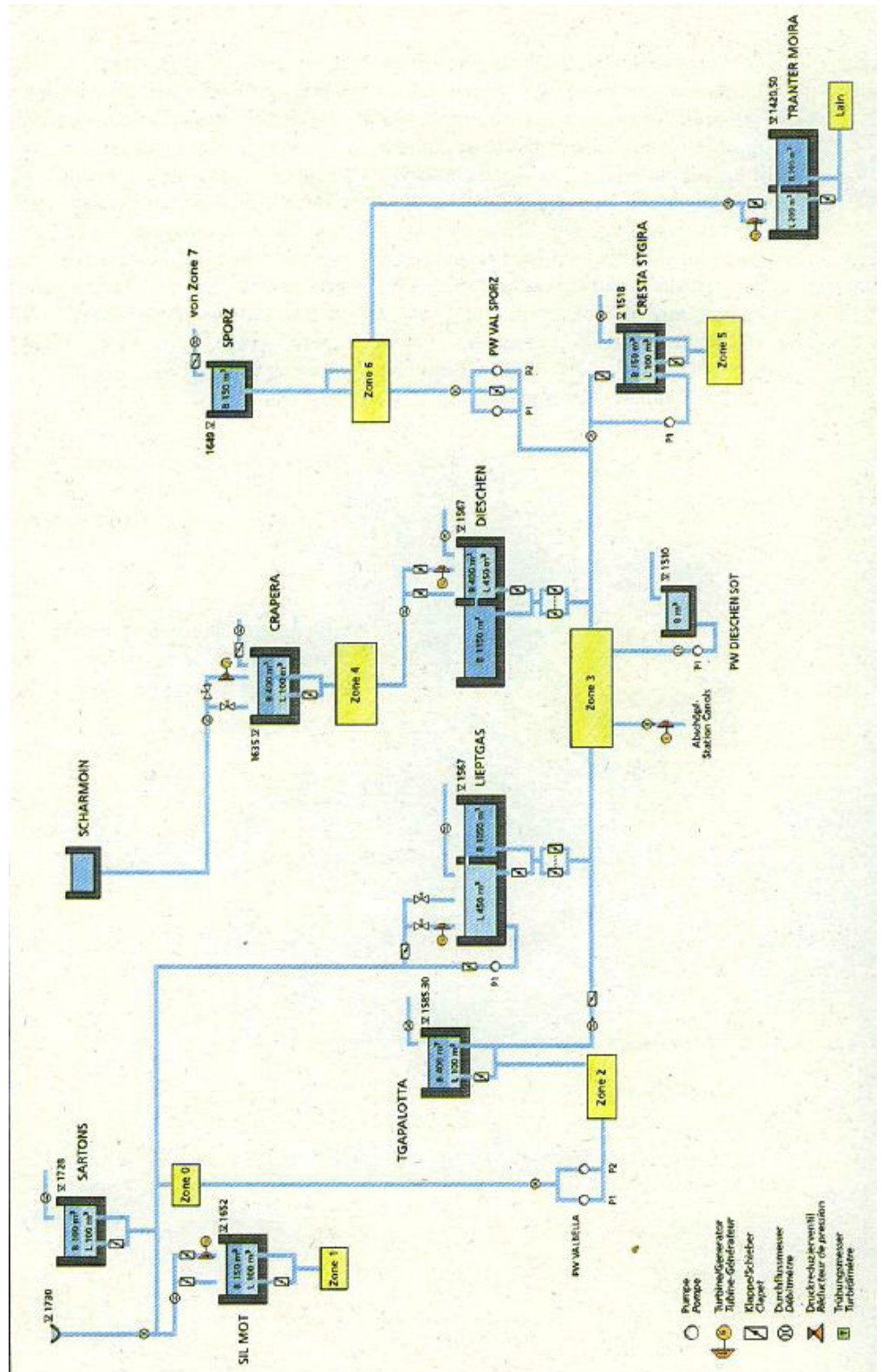
Die Quellwasserschüttungen auf den beiden Talseiten unterliegen klima- bedingt grossen Schwankungen. Der tiefste Wert bezüglich Quellertrag wird im März erreicht und beträgt nur ca. ein Viertel des Höchstwertes im Juni. Der Verbrauch - wovon Touristen bis zu 70% verursachen - verläuft genau gegengleich. Die Versorgung ist somit auf den grossen Winterverbrauch ausgelegt (5000 m³/Tag). Für die Aufrechterhaltung einer hohen Wasserqualität ist



aber auch bei geringerem Verbrauch eine ausreichende Durchströmung der Reservoirs und des Leitungsnetzes nötig. Dies erreicht man, indem man das gesamte gefasste Wasser durch das Netz leitet. Neu verlässt das Überschusswasser das System an einem tiefen Punkt (bei der Turbinenstation Canols). Damit kann das Überschusswasser nochmals turbinieren, bevor es in den Heidsee geleitet wird.

Mit der 2-düsigen Pelton-turbine wird das Überschusswasser turbinieren, bevor es in den Heidsee geleitet wird.

Avec la turbine Pelton à 2 jets l'eau excédentaire est turbinée avant d'être conduite au lac Heid.



Das weitverzweigte Netz reicht von 1900 bis hinunter auf 1200 m ü. M. Die beiden Reservoire Lieptgas und Dieschen sind zur besseren Bewirtschaftung durch eine Reservoirausgleichssteuerung gekoppelt.

Das Überschusswasser verlässt das System nicht am tiefsten Punkt, aber so, dass es nach der Turbinierung in den Heidsee geleitet werden kann. Durch diese Massnahme wird der See mit sauerstoffhaltigem Wasser angereichert.

Wirtschaftlichkeit Rentabilité

Bei der Planung der Energiegewinnungsanlagen ging man davon aus, dass die Energiepreise steigen würden. Der Eigenverbrauch der Wasserversorgung ist sehr gering (Pumpen/Entfeuchter).

Mit Jahreseinnahmen von ca. 90'000.- Fr. (16 Rp./kWh) und geringen Unterhaltskosten amortisieren sich die Turbinenanlagen gemäss Erwartungen der Betreiber.

Auslegung der Turbinengruppen Dimensionnement du turbo-groupe

Die installierten elektrischen Leistungen pro Turbinengruppe sind in dieser Anlage relativ klein (zwischen 5 und 40 kW). Den Investitionskosten musste daher grösste Beachtung geschenkt werden. Prinzipiell ist eine Pumpturbinenanlage die günstigste Ausführung. Sie hat gegenüber einer Pelton-turbine aber folgende Nachteile:

- nicht regelbar
- schlechterer Wirkungsgrad

Die Vorteile sind:

- einfachere Steuerung
- geringere Investitionskosten.

Pumpturbinen wurden daher dort vorgesehen, wo ein konstanter Durchfluss bei genügendem Ausgleichsvolumen im oberen und unteren Reservoir vorhanden war. Damit werden für den Ein-/Aus-Betrieb vernünftige Intervalle erzielt.

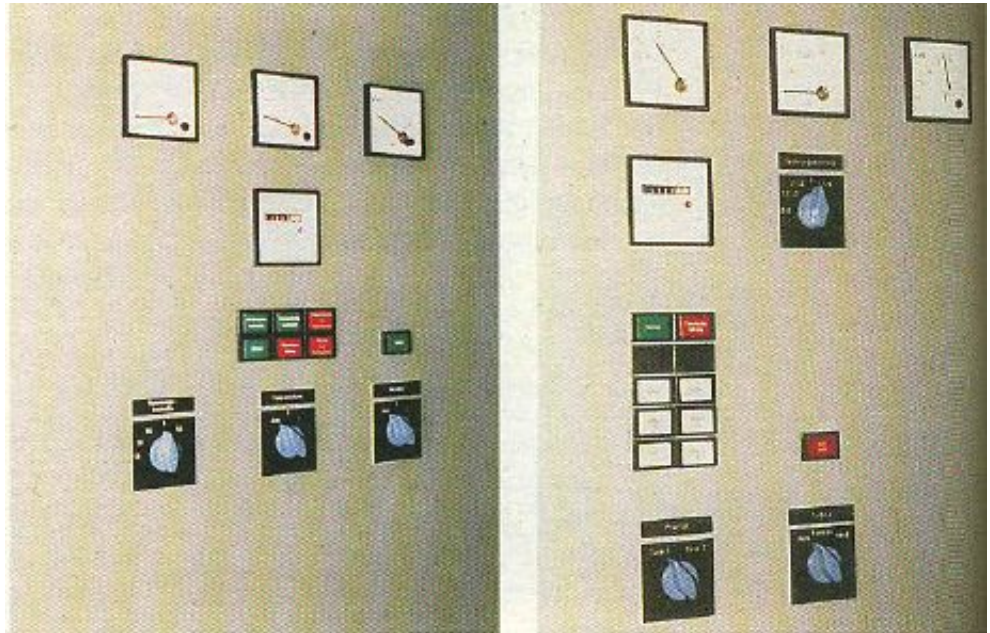
Überall dort, wo ein Regelbetrieb (variabler Durchfluss) erforderlich war, setzte man Pelton-turbinen ein.

Steuerungsanlage Installation de commande

Die gesamte Mess- und Leittechnik-Ausrüstung hat der Lieferant in enger Zusammenarbeit mit der Bauherrschaft projektiert und ausgeführt. Die interessanten hydraulischen und regeltechnischen Probleme in der Anlage wurden so gelöst, dass neben der ausreichenden und

sicheren Wasserversorgung eine optimale Nutzung des Quellwassers gewährleistet ist.

Dazu gehören die 6 realisierten Trinkwasserkraftwerke, die zur Optimierung der Anlage aus energie-technischer Sicht beitragen.



Steuerung Pumpturbine:

Ist die vorgeschaltete Klappe geöffnet, so wird der Generator ans Netz geschaltet. Weil keine Regulierung vorgesehen werden muss, fällt die Steuerung mit den nötigen Schutz-einrichtungen minimal aus.

Commande de la pompe inversée:

On couple le générateur au réseau en ouvrant la vanne amont. Puisqu'aucune régulation ne doit être prévue, la commande avec les dispositifs de protection se résume à un minimum.

Steuerung Pelton-turbine:

Hochfahren wird die Turbinen-gruppe über eine kleine Anfahröffnung der Düse. Bei erreichter Nenn-drehzahl erfolgt die Parallelschaltung ans Netz. Mit der Düsenöffnung wird dann der Durchfluss reguliert.

Commande de la turbine Pelton:

le turbo-groupe est amené à sa vitesse à partir d'une faible ouverture de démarrage de l'injecteur. Lorsque la vitesse nominale est atteinte, le couplage parallèle au réseau est effectué. Le débit est ensuite réglé par l'ouverture de l'injecteur.

Abgabe der Energie Consommation de l'énergie

Die produzierte elektrische Energie wird ins gemeindeeigene Niederspannungsnetz eingespiesen. Zusammen können die 6 Trinkwasser-

kraftwerke heute ca. 1,5% des Gemeindebedarfs oder rund 100 Haushaltungen abdecken.

Pelton turbine mit Generator im Reservoir Tranter Moira

Turbine Pelton avec générateur dans le réservoir Tranter Moira.



Die Anlagen konnten meist ohne grosse Anpassungen in den Reservoirs eingebaut werden. Ein Beispiel einer kompakten Anlage (Sockel ca. 1 auf 1,5 m) steht im Reservoir Tranter Moira. Der Bypass zur Wasserbereitstellung bei

Turbinenausfall wird von Hand bedient. Das Reservoir mit 500m³ Inhalt hat genügend Speicherkapazität. Diese genügt für die Versorgung, bis der Bereitschaftsdienst vor Ort eingreift.

Kosten Coûts

Beispiele von Baukosten

Pelton turbine Canols:
210'000.- Fr.
oder 6'000.- Fr./kWh

Pumpe turbine Lieptgas:
47'000.- Fr.
oder 5'500.- Fr./kWh

Unterhaltsarbeiten sind nur in geringem Masse nötig. Allfällige Störungen sind meist Folgen von Netzausfällen resp. Blitzschlägen und bedürfen somit keiner Reparaturarbeiten.

Zusammenfassung
Résumé

Das erste Trinkwasserkraftwerk in der Wasserversorgung Lenzerheide/Valbella wurde 1985 realisiert. Die Lösung hat sich bewährt und war ausschlaggebend für 5 weitere Anlagen, welche in der Folge erstellt wurden. Neben der Produktion von elektrischer Energie wurde eine bessere Wasserumwälzung im weitverzweigten Leitungsnetz erreicht. Das überflüssige Quellwasser verbessert zudem den Sauerstoffgehalt des Heidsees. Die Wasserversorgung Lenzerheide/Valbella ist damit ein Vorzeigebispiel für die Gesamtbeurteilung von Aufgabenstellungen bezüglich Hydraulik, Umweltbedingungen und Energiewirtschaft in einer Wasserversorgung. So ist es möglich, Synergien zu nutzen und sinnvolle ganzheitliche Lösungen zu realisieren.

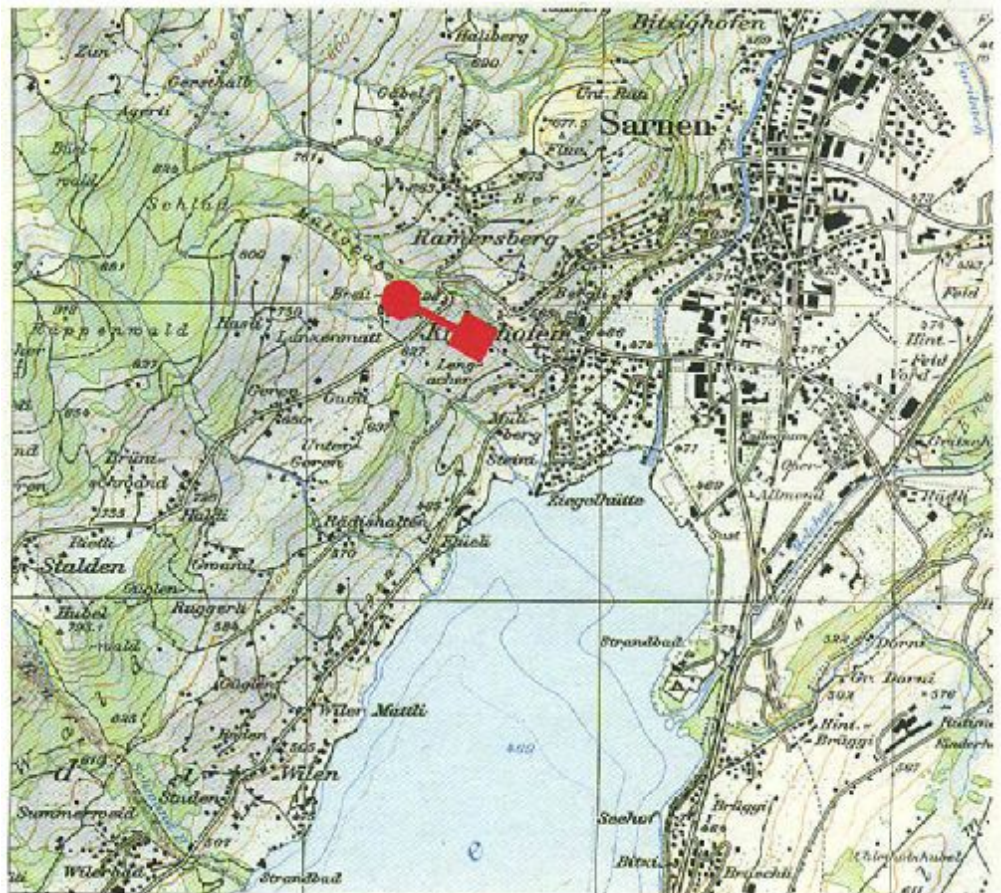
La première centrale à eau potable du service des eaux de Lenzerheide/Valbella a été réalisée en 1985. La solution s'est avérée bonne et 5 autres installations suivirent. Outre la production d'énergie électrique nous avons obtenu une meilleure distribution de l'eau dans l'important réseau maillé. L'eau excédentaire de source améliore par ailleurs la teneur en oxygène du lac Heid. Le service des eaux de Lenzerheide/Valbella est ainsi un exemple de référence d'une vision globale des devoirs de l'hydraulique vis-à-vis de l'environnement et de l'économie d'énergie dans un service des eaux. Il est donc possible de réaliser la synergie amenant à de judicieuses solutions globales.

Sarnen/OW

Anlagedaten Caractéristiques de l'installation

Turbine/Turbine:	1 Pelton, vertikalachsig <i>1 Pelton à axe verticale</i>
Generator/Générateur:	asynchron, 23 kVA, Netzbetrieb <i>asynchrone 23 kVA connectée au réseau</i>
Leistung/Puissance:	18,5 kW
Wassermenge <i>Débit d'exploitation:</i>	700 - 2'500 L/Min.
Brutthöhe/Chute brute:	70 m
Inbetriebnahme <i>Mise en service:</i>	11. Mai 1992
Betreiber:	Dorfschaftsgemeinde Sarnen
<i>Exploitant:</i>	Wasserversorgung Brünigstrasse 160 6060 Sarnen

Lageplan Situation



Karte/Carte 1 : 25'000

Kurzbeschreibung
Description
sommaire

Die Trinkwasserversorgung der Dorfschaftsgemeinde Sarnen regelte bisher den Einlauf zum Reservoir Buechetsmatt in Abhängigkeit zum Quellertrag und Reservoirstand mittels einer Einlaufklappe. Anstelle dieser Klappe konnte nun mit sehr geringem Aufwand eine Pelton-turbine eingebaut werden, welche eine Leistung von 18,5 kW abgibt. Die produzierte Energie wird ins öffentliche Netz des EWO eingespiesen.

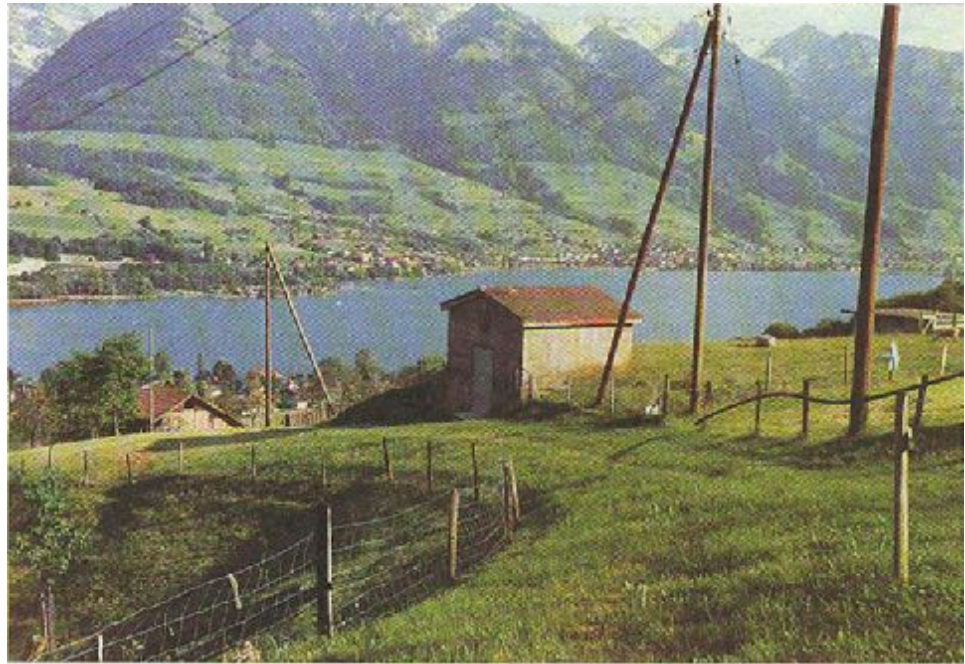
Le service des eaux de la commune de Sarnen a été réglé jusqu'ici à partir de l'admission au réservoir Buechetsmatt en fonction de l'apport des sources et du niveau du réservoir au moyen d'une vanne d'admission. A la place de cette vanne, on a pu, avec des coûts minimes, insérer une turbine Pelton de 18,5 kW. L'énergie produite alimente le réseau public de l'EWO.

Ausgangslage
Situation

Die Wasserversorgung der Dorfschaftsgemeinde Sarnen versorgt das Dorfgebiet von Sarnen mit rund 5'000 angeschlossenen Einwohnern und vielen Industrie- und Gewerbebetrieben mit Trinkwasser. Die Anfänge der heutigen Trinkwasserversorgung gehen vermutlich auf das Jahr 1604 zurück, denn bereits damals wurde der Dorfbrunnen von Sarnen mit fliessendem Wasser gespiesen.

Bereits vor über 100 Jahren wurde der Gedanke einer Stromproduktion aus dem Quellwasserzufluss diskutiert, scheiterte jedoch damals an den teureren Rohrmaterialien, welche für Druckleitungsrohre notwendig

gewesen wären. Das Trinkwasser entstammt heute grösstenteils den beiden Quellen im Gebiet Gubermatt und Brunnmatt auf einer Höhe zwischen 1000 und 1200 m ü.M. Diese beiden Quellgebiete liefern eine Wassermenge zwischen 700 und 2500 l/Min. und decken ca. 70 % des gesamten Jahresbedarfes ab. Das restliche Wasser wird aus den beiden Grundwasserpumpstationen im Talboden gefördert beziehungsweise als Überwasser aus benachbarten Versorgungen eingespiesen.



Politisches Umfeld
Aspect politique

Die Projekt- und Kreditphase fiel in eine Zeit, in welcher die Sensibilisierung der Bürgerschaft für Kleinkraftwerke noch nicht in dem Masse vorangeschritten war, wie dies heute der Fall ist. Durch eine sachliche Orientierung

anlässlich der Kreditvorlage an der Dorfschaftsgemeindeversammlung konnte die Bürgerschaft offenbar genügend motiviert werden. Sie genehmigte einen Baukredit von Fr. 75'000.- ohne Gegenstimme.

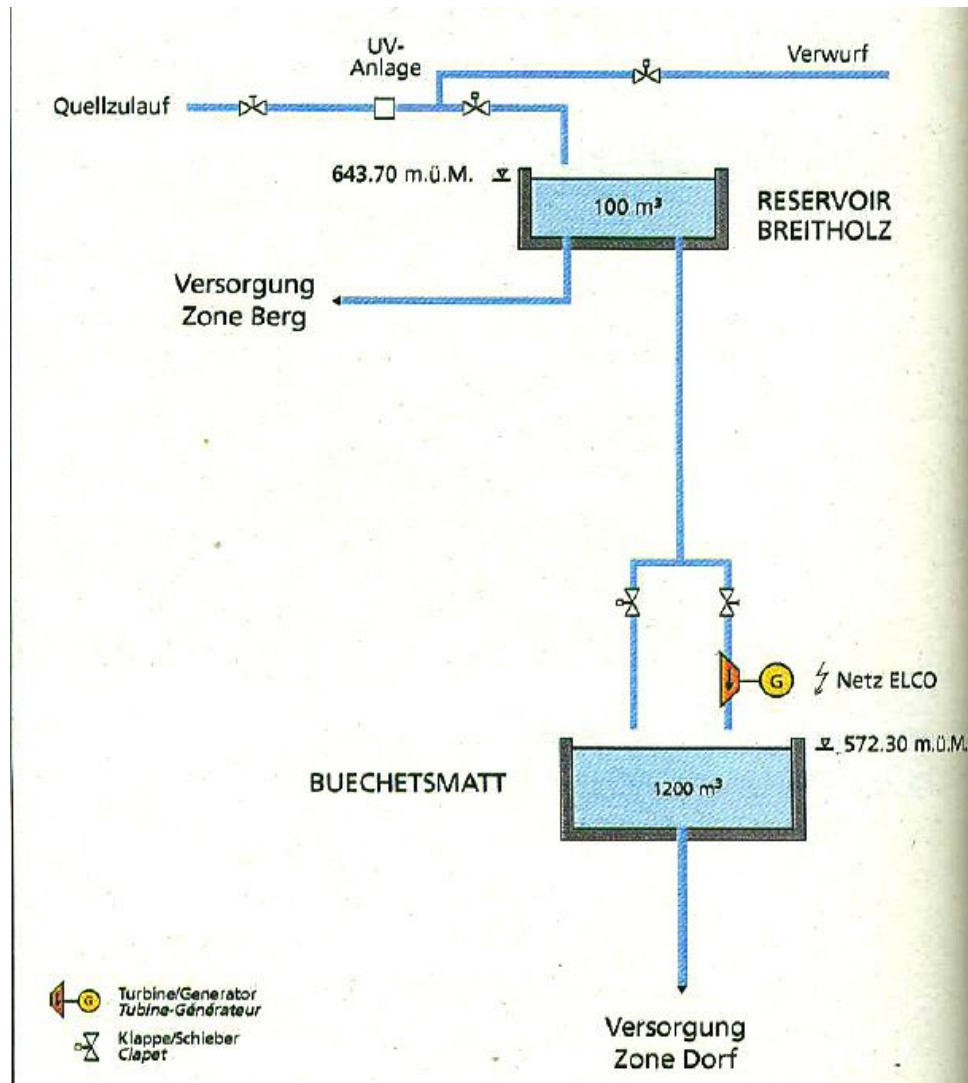
Technische Voraussetzungen
Conditions techniques

Die technischen Voraussetzungen für den Einbau eines Trinkwasserkraftwerkes waren durch die Disposition der bestehenden Anlagen äusserst günstig.

Über eine Freispiegelleitung gelangt das Quellwasser in die auf 645 m ü.M. gelegene Aufbereitungsanlage Breitholz. Der Speicherbehälter von 100 m³ Inhalt dient gleichzeitig zur

Versorgung der Bergzone als oberstes Versorgungsgebiet. Von hier führt eine bestehende Transportleitung ins rund 70 m tiefer gelegene Reservoir Buechetsmatt, welches als Hauptspeicherbehälter für das Versorgungsgebiet Dorf dient. Bisher wurde der Einlauf in dieses Reservoir in Abhängigkeit der Wasserstände über eine geregelte Klappe vorgenommen.

Hydraulisches
Schema
Schéma
hydraulique



Zwischen den Reservoiren Breitholz und Buechetsmatt konnte nun mit relativ geringem Aufwand die Kleinkraftwerkanlage eingebaut werden. Das alte Schieberhäuschen in der Buechetsmatt hat in idealer Weise die Platzbedürfnisse für Turbine, Generator und Steuerungseinheit erfüllen können. Als Druckleitung konnte die vorhandene Transportleitung von der Aufbereitungsanlage Breitholz ins Reservoir Buechetsmatt benützt werden. Obwohl diese Leitung für die Bedürfnisse einer Kraftwerkan-

verwenden. Als Ausgleichsbecken dient das 100 m³ grosse Reservoir Breitholz.

Die bestehenden Dispositionen der Wasserversorgung eigneten sich bestens für den Einbau einer Turbinenanlage. Der Speicherbehälter Breitholz war genügend gross dimensioniert, dass die Versorgung der Bergzone jederzeit gewährleistet werden konnte. Anstelle der bisherigen geregelten Klappe beim Einlauf ins Reservoir Buechetsmatt konnte die Turbine optimal eingebaut wer-

lage mit NW 150 mm leicht unterdimensioniert war, entschied man sich, diese trotzdem zu der neuen Anlage noch die Bypassfunktion.

Als kleiner hydraulischer Mangel ist anzuführen, dass die vorhandene Druckleitung zwischen den beiden Reservoirien

den. Die bisherige Klappe versieht im Kraftwerksbetrieb für den Kraftwerksbetrieb eher zu klein dimensioniert war. Durch die grössere Fließgeschwindigkeit steigt der Druckverlust, was zu einer etwas geringeren Stromproduktion führt.

Elektrische Situation **Situation électrique**

Auch bezüglich der elektrischen Situation herrschten recht gute Voraussetzungen, indem im vorgesehenen Turbinengebäude bereits sämtliche Anschlüsse ans öffentliche Netz des EW Obwaldens vorhanden waren.

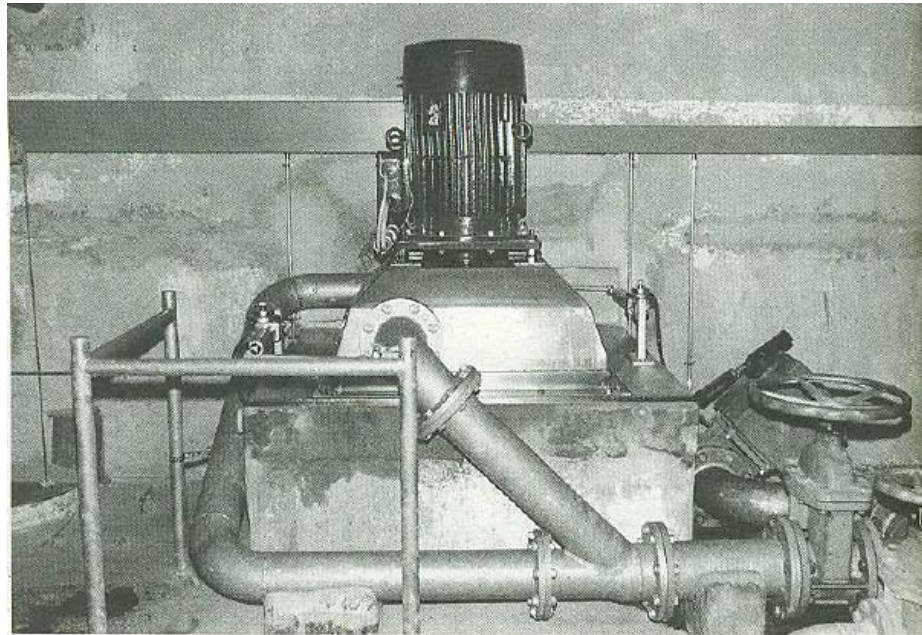
Durch den Umstand, dass am selben Netzanschluss bereits eine Stufenpumpe installiert war, genügten auch die Leitungsquerschnitte für die Rückspeisung der produzierten Energie.

Auslegung von Turbine und Generator

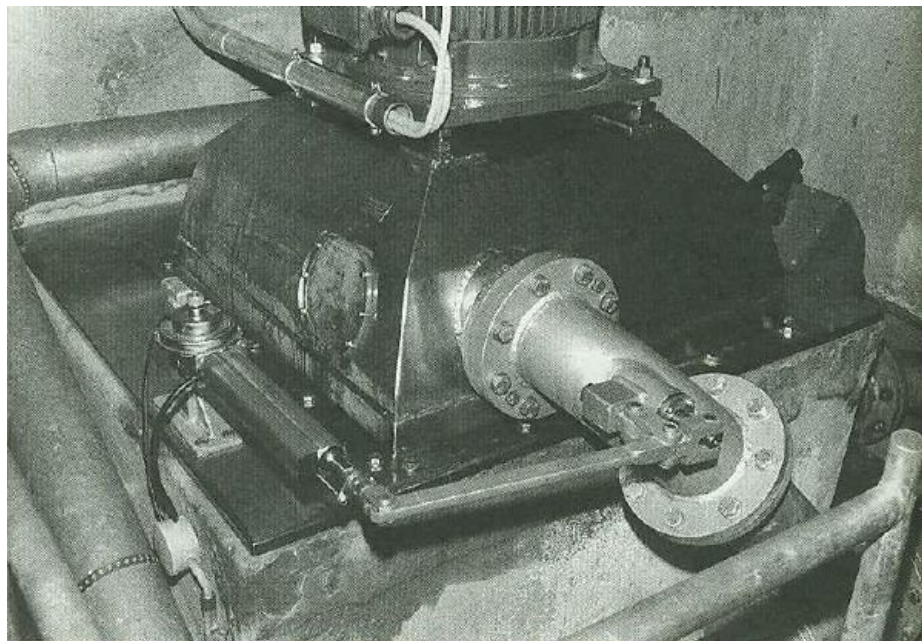
Dimensionnement de la turbine et du générateur

Angesichts der stark schwankenden Wassermenge und der ohnehin etwas grösseren Verluste in der Druckleitung wurde der Feinauslegung von Turbine und Generator eine grosse Bedeutung beigemessen. Es wurde eine vertikalachsige Pelton-turbine gewählt, welche einen Raddurchmesser von 400 mm (beaufschlagter Kreisdurchmesser, BAK) aufweist.

Die 23 Schaufelbecher haben eine Breite von rund 100 mm und sind angesichts der hygienischen Anforderungen der Trinkwasserversorgung in Chromstahl hergestellt worden. Die Turbinenanlage ist mit zwei geregelten Düseneinheiten versehen und wurde in Sachseln konstruiert. Sie erreicht bei Maximaldurchsatz eine Leistung von $N_t = 19,46$ kW, bei einem Turbinen-Wirkungsgrad von 81 %.



Turbine, Gesamtansicht
Turbine, Vue d'ensemble



Turbine Detailansicht
Turbine, Vue de détail

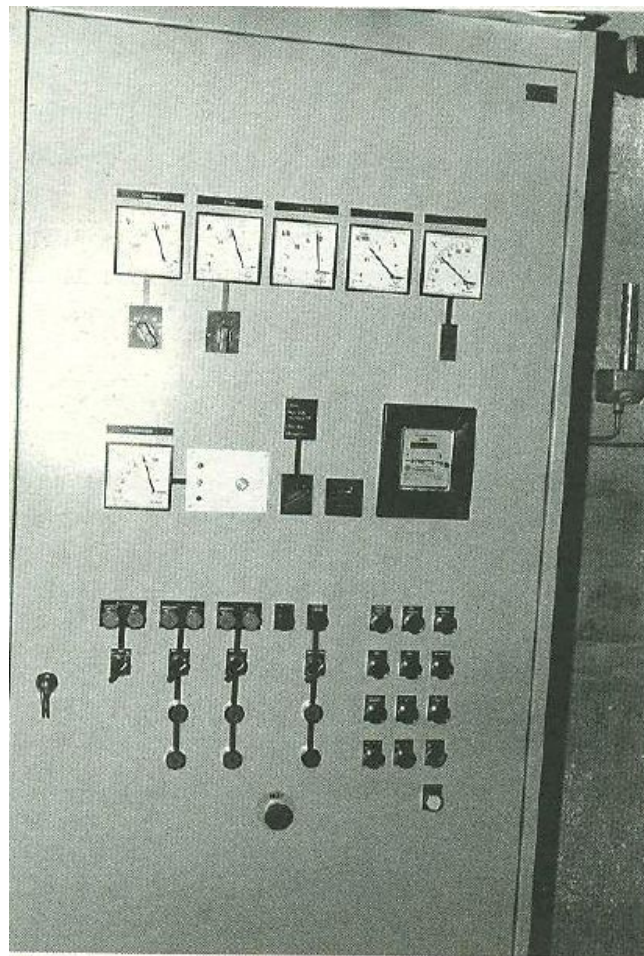
Auf der Turbinenwelle wurde ein Asynchron-Generator (23 kVA) aufgesetzt, welcher bei 750 U/Min. eine maximale Leistung von 18,5 kW abgibt.

Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage liegt bei 71 %. Der Standort der Turbine konnte derart gewählt werden, dass sich das Unterwasser direkt in den Löschwasserbehälter des Reservoirs ergießt.

Steuerungsanlage *Installation de commande*

Bei Anlagen innerhalb von Trinkwassernetzen gilt es, nebst der Produktion von elektrischer Energie in erster Linie die Versorgungssicherheit aller Trinkwasserbezüger zu gewährleisten. Dies ist nur möglich mit dem Einsatz eines ausgeklügelten Steuerungssystems, welches diese Prioritäten sinnvoll zu setzen

und sicherzustellen vermag. Die Aufgabe, alle notwendigen und bereits vorhandenen Signale, wie Wasserstand, Alarmübermittlung etc. einzubeziehen, ohne die sonst in der Trinkwasserversorgung bestehenden Abhängigkeiten negativ zu beeinflussen, musste in diesem Fall optimal erfüllt werden können.



Steuerungsanlage
Installation de commande

In der Firma Hans Kobel, Affoltern/E, konnte ein Fachmann gefunden werden, welcher diese Vorgaben in einer kompakten Steueranlage unterzubringen wusste.

Das bestehende Wasserstandssignal des Reservoirs Breitholz dient als

Nach den Bedürfnissen der Trinkwasserversorgung sind Grenzwerte für ein unteres Minimum bzw. einen oberen Einschaltpunkt gesetzt worden. Dies garantiert, dass jederzeit, d.h. auch bei Ausfall des Quellzufflusses, eine dauernde Versorgung

Sollwertvorgabe und zur Regelung der beiden Einlaufdüsen.

Die Kleinkraftwerkanlage Buechetsmatt ist voll in das bestehende Steuerungskonzept der Wasserversorgung Sarnen integriert worden. So wurde es möglich, die Anlage vollautomatisch zu regeln bzw. abzuschalten oder in Betrieb zu nehmen.

der oberen Zone sichergestellt werden kann.

Störungen und besondere Ereignisse werden über das Alarmnetz der Wasserversorgung registriert und übermittelt, so dass keine Versorgungsengpässe entstehen können.

Abgabe der Energie Consommation de l'énergie

Die Auslegung der Anlage basiert darauf, dass über 24 Tagesstunden Strom erzeugt wird. Erfahrungen der ersten 4 Betriebsjahre haben gezeigt, dass die Produktionszeit rund 98 % beträgt. Durch die vorhandenen Anlagen der Wasserversorgung war es nicht möglich, die Energie direkt für

den Eigenbedarf zu verwenden. Somit erfolgt eine Einspeisung ins öffentliche Leitungsnetz des EW Obwalden. Die Jahresproduktion wird je nach Ergiebigkeit der Quellen rund 100'000 kWh erreichen, vermag also den Bedarf von rund 17 Haushaltungen abzudecken.

Kosten Coûts

Dank der äusserst günstigen Voraussetzungen bezüglich der bereits vorhandenen Anlagen und Gebäude musste zur Realisierung der gesamten Kleinkraftwerkanlage lediglich ein Betrag von Fr. 72'000.- aufgewendet werden.

Das Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) stufte die Anlage als Demonstrationsobjekt ein und unterstützte das Vorhaben im Rahmen des Aktionsprogrammes "Energie 2000" mit einem Beitrag von Fr. 8'000.-.

Zusammenfassung Résumé

Für den einzelnen Wasserbezüger von Sarnen hat der Einbau dieser Anlage keine negativen Auswirkungen. Durch die Energieproduktion wird das Trinkwasser weder qualitativ noch in seiner chemischen Zusammensetzung verändert. Auch sind mit dem Erstellen dieser Anlage äusserlich keine sichtbaren Veränderungen im Gelände eingetreten und

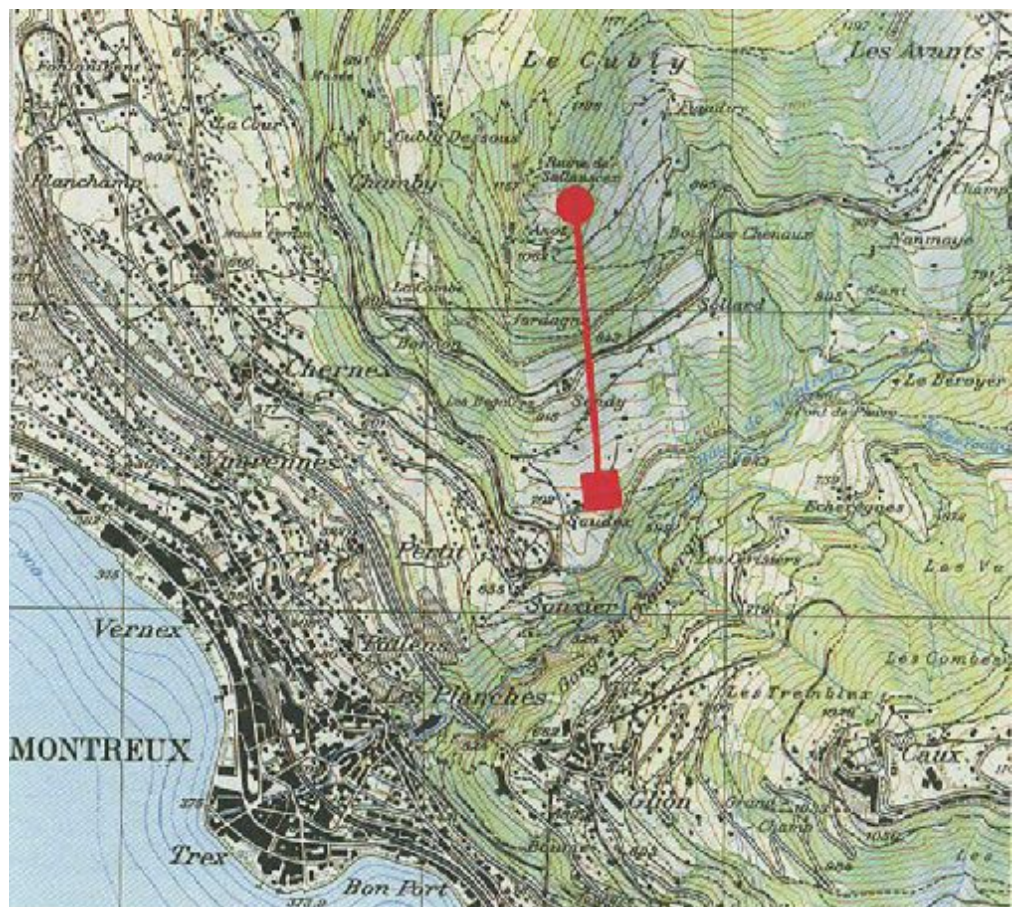
das Problem der Restwassermenge wird dadurch nicht berührt. Alles in allem darf man sicher feststellen, dass es sich hier um einen wohl kleinen, aber sicher sinnvollen Beitrag zur Erzeugung von erneuerbaren Energien handelt. Das Quellwasser fliesst so oder so ins Tal, warum sollen wir diese Energie nicht nutzbar machen.

Sonzier / VD

Anlagedaten Caractéristiques de l' installation

Turbine/Turbine:	Pelton, horizontalachsig à axe horizontal
Wassermenge/Débit:	0,1 - 0,5 m ³ /s
Nettohöhe/Chute nette:	378,25 m
Leistung/Puissance:	1660 kW
Umdrehungen/Vitesse:	1000 U/Min.
Jahresproduktion/Production annuelle:	6,6 GWh
Inbetriebnahme/Mise en service:	1901
Erneuerung/Rénovation:	1971
Betreiber/Exploitant:	Société Romande d'Electricité (SRE) Vevey-Montreux

Lageplan Situation



Karte/Carte 1 : 25'000

Kurzbeschrieb Description sommaire

Zu Beginn dieses Jahrhunderts entstand aus dem Bedürfnis der Stadt Lausanne, Trinkwasser zu gewinnen und der Idee, aus diesem Trinkwasser Strom zu erzeugen, eine bis heute andauernde Zusammenarbeit.

Das im Pays d'Enhaut auf rund 1'400 m ü.M. gefasste Trinkwasser für die Stadt Lausanne wird über eine Strecke von 24 km in einer aufwendigen Quellzuleitung ins Reservoir von Cubly geleitet. Ab da wird die Fallhöhe von knapp 380 m bis ins Turbinengebäude der SRE in Sonzier genutzt, um Energie zu erzeugen. Die grosse Wassermenge von 500 Liter pro Sekunde erlaubt in Kombination mit der Fallhöhe eine maximale Leistung von 1'660 kW.

Das Trinkwasser fliesst ab hier in einer Freispiegelleitung ins Verbrauchernetz der gut 20 km entfernten Stadt Lausanne. Nicht benötigtes Trinkwasser kann in der Zentrale von Taulan mit einer Nutzhöhe von wiederum 240 m nochmals genutzt werden.

Au début du siècle est né un travail de collaboration qui perdure aujourd'hui, à cause des besoins en eau potable de la ville de Lausanne et l'idée d'utiliser cette eau potable pour fabriquer de l'électricité. L'eau potable pour la ville de Lausanne est captée dans le Pays d'Enhaut à une altitude de 1'400 m. et est transportée sur une distance de 24 km à travers une conduite très onéreuse dans le réservoir de Cubly. A partir de là, la chute d'à peine 380 m. jusque dans le bâtiment à turbines de la SRE de Sonzier, est utilisée pour fabriquer de l'électricité. Le grand débit de 500 litres par seconde permet, en combinaison avec la hauteur de la chute une puissance maximum de 1'660 kW.

L'eau potable coule, à partir de là, à travers une conduite à écoulement libre dans le réseau des utilisateurs de la ville de Lausanne éloignée de plus de 20 km. L'eau potable excédentaire peut être exploitée dans la centrale de Taulan avec une hauteur utile de 240 m.

Anlagebeschreibung Description de l'installation

Les sources d'eau potable de la ville de Lausanne captées au Pays d'Enhaut, dans la vallée de la Torneresse et la vallée de l'Eau froide sont conduites sur une distance de 40 km dans le réseau de distribution du Service des Eaux de Lausanne. Au début de ce siècle, la conduite a été planifiée et réalisée sous forme d'oeuvre commune du Service des Eaux de Lausanne et de la Société Romande d'Electricité (SRE). Depuis le captage des sources jusqu'au

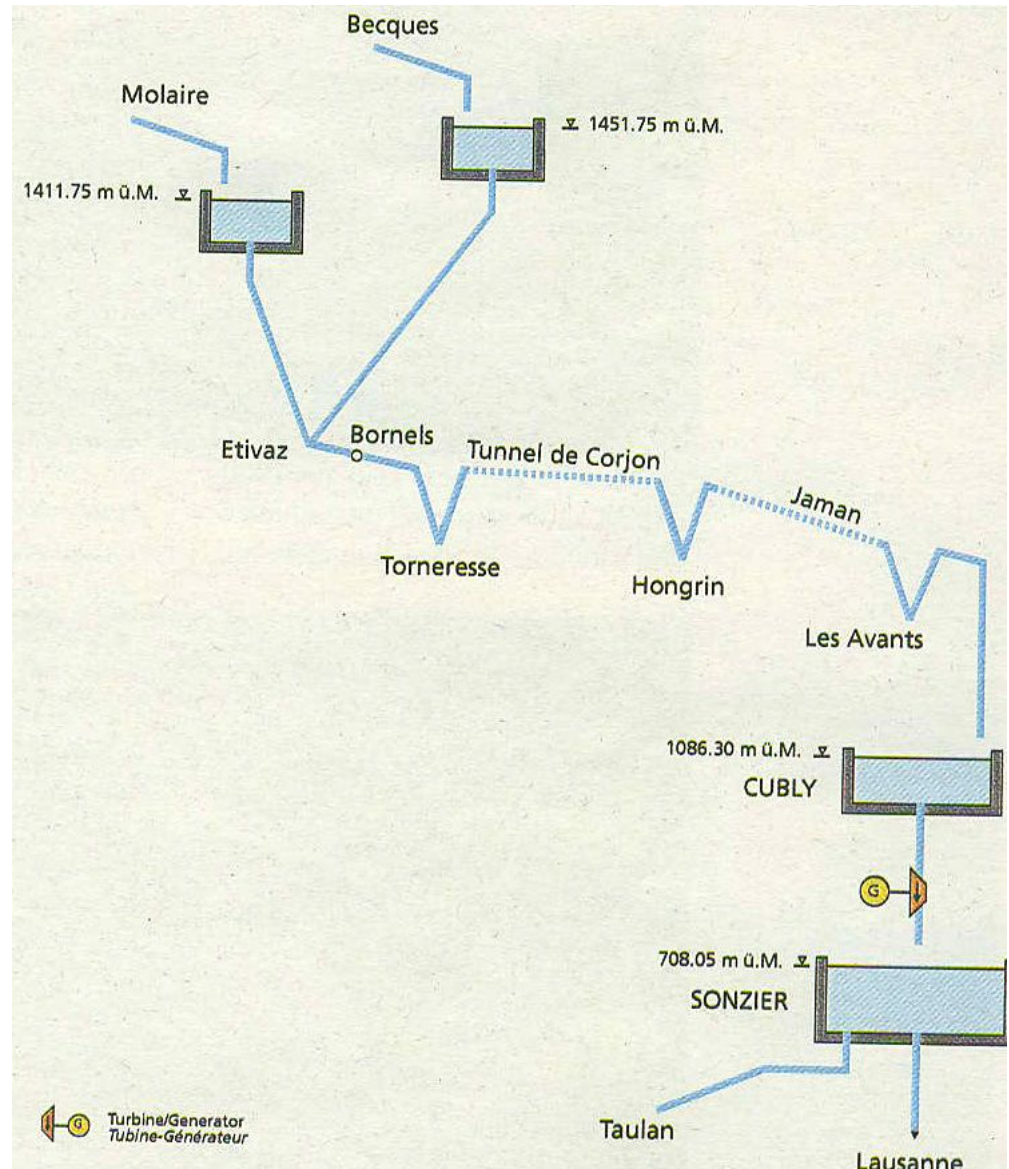
réservoir de Cubly, une conduite très onéreuse - en partie dans le tunnel rocheux et avec trois aqueducs-siphons - était devenue nécessaire.

Le réservoir de Cubly est situé à une altitude de 1080 m et présente un volume utile de 4000 m³. Ce volume important permet la production d'une énergie de pointe. La conduite forcée entre Cubly et la Centrale de Sonzier prend en charge une dénivellation de 378,25 m.

Après la turbine de Sonzier, l'eau potable arrive dans un réservoir d'un volume de 3000 m³. A travers une conduite à écoulement libre d'une capacité de 241 litres par

seconde, l'eau atteint la ville de Lausanne. L'eau excédentaire est turbinée dans la Centrale de Taulan.

Hydraulisches Schema Schéma hydraulique



La conduite d'amenée de l'eau de source dénote d'une performance d'ingénierie technique. Le terrain accidenté a exigé divers chefs-d'oeuvre. C'est ainsi qu'il fallut à cette époque enjamber les trois vallées encaissées de la Torneresse, de l'Hongrin et des Avants avec des conduites aqueducs-siphons en acier

d'un calibre de 650 mm. La conduite de source a une section ovoïde d'env. 1.10 m. de largeur et d'une hauteur entre 1.70 et 2.10 m.

La conduite sous pression entre le réservoir et la Centrale de Sonzier a un diamètre de 550 mm. et une longueur de 1068 m.



Das Reservoir Cubly liegt auf 1080 m ü.M. und weist ein Nutzvolumen von 4'000 m³ in zwei Kammern auf.

Le réservoir de Cubly est à une altitude de 1080 m et possède deux chambres d'un volume utile total de 4000 m³.



Die Druckleitung ist mit einer Rohrbruchsicherung geschützt, welche bei einem Leck automatisch die Wasserzufuhr schliesst.

La conduite forcée est protégée par un dispositif qui coupe automatiquement le débit en cas de rupture de la conduite en cas de fuite d'eau.

Technische Voraussetzungen Conditions techniques

Pour la centrale hydraulique sur eau potable de Sonzier, il s'agit d'une installation spécifiquement conçue aux alentours de 1900 pour la production d'énergie électrique. La grande offre d'eau en relation avec le terrain accidenté a permis cette réalisation.

La rénovation des turbines en 1971 démontre clairement que cette conception peut être considérée comme réussie et d'une longue durée de vie. D'autant plus que les installations hydrauliques n'ont pratiquement subi aucune transformation.

Elektrische Situation Situation électrique

La puissance nominale de 1'660 kW est produite par un générateur synchrone à une vitesse nominale de 1000 t/min. Outre l'énergie de rubean, c'est avant tout l'énergie de pointe qui est produite grâce au volume important du réservoir.

La quantité annuelle produite s'élève à 6.6 GWh (6'600'000 kWh). En période d'hiver (du 1.10 au 30.4.) seulement 2.8 GWh sont produits, du fait de l'apport réduit des sources.



Pelton-turbine

Turbine Pelton

Die Turbine **La turbine**

A l'origine, en 1901, trois turbo-groupes furent installés, remplacés en 1971 par une turbine Pelton à axe horizontal.

La nouvelle turbine est équipée de deux jets réglables.

Elle est accouplée à générateur synchrone (2'000 kVA, 10 kV). Le groupe tourne à une vitesse de 1000 t/min.

Zusammenfassung **Résumé**

Das Trinkwasserkraftwerk von Sonzier dürfte als reiner Stromerzeuger aus Trinkwasser in der Schweiz eine der leistungsfähigsten Anlagen sein. Erstaunlicherweise stammt dieses Werk aus dem Jahre 1901, ist also heute bereits über 90 Jahre in Betrieb. Das damalige Konzept hat sich offensichtlich gut bewährt und funktioniert heute noch genauso gut wie damals.

Die Revision der Anlage im Jahre 1971 bezog sich lediglich auf die Turbinenanlage.

Obwohl hier der Betreiber nicht selbst eine Trinkwasserversorgung betreut, funktioniert die Zusammenarbeit gut. Jeder der beiden Partner nutzt einen Teil des Wassers, der eine die Energie, der andere das Wasser selbst als Lebensmittel.

La centrale hydraulique sur eau potable de Sonzier peut être considérée comme l'installation de production d'énergie à partir de l'eau potable la plus performante de toute la Suisse. Cet ouvrage surprenant date de 1901 et est à ce jour plus de 90 ans en service.

Il est évident que la conception d'origine a fait ses preuves et que l'installation fonctionne, encore aujourd'hui, aussi bien qu'autrefois.

La révision de l'installation en 1971 ne portait que sur l'installation de la turbine.

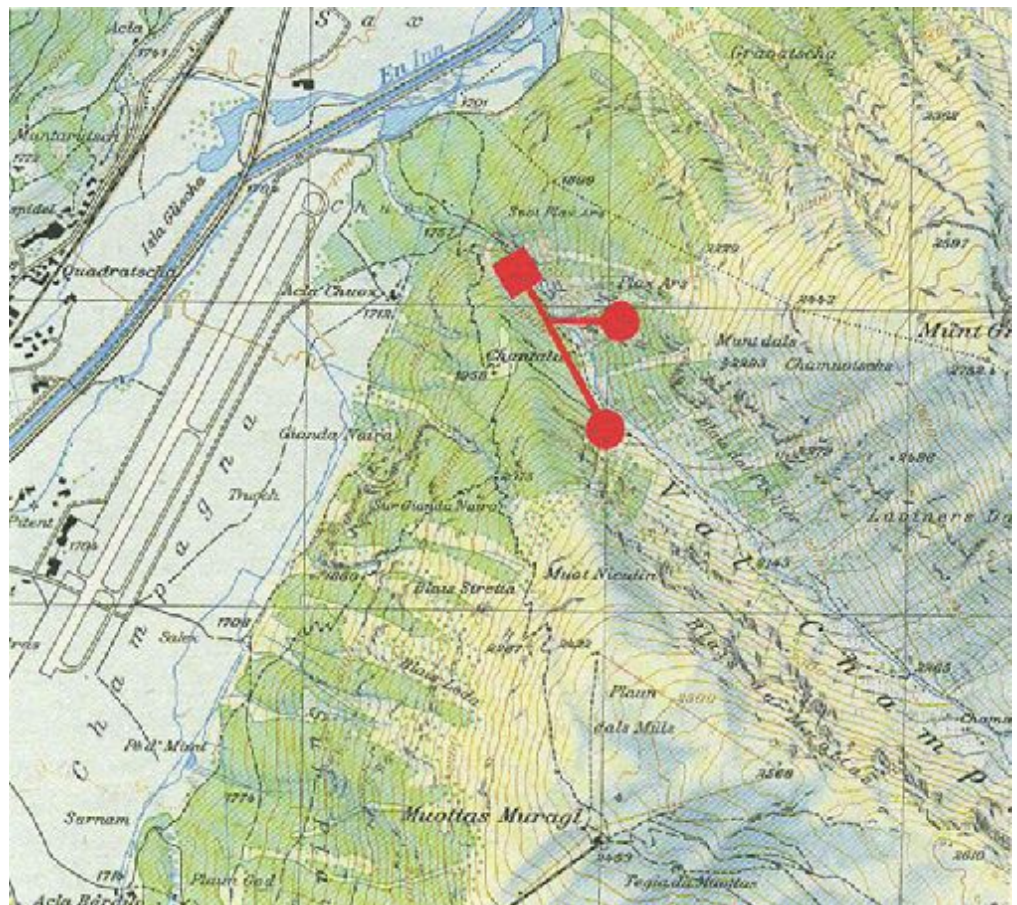
Bien que l'exploitant ne s'occupe pas personnellement du fonctionnement de l'installation, la collaboration se fait sans problème. Chacun des deux partenaires exploite une partie de l'eau, l'un pour la production d'énergie, l'autre pour la consommation d'eau potable.

Val Champagna II / GR

Anlagedaten Caractéristiques de l' installation

Turbine/Turbine:	1 Pelton, horizontalachsig 1 Pelton à axe horizontal
Generator/Générateur:	asynchron, 135 A; 400 V asynchrone, 135 A; 400 V
Leistung/Puissance:	64 kW
Wassermenge Débit d'exploitation:	75 l/s
Brutthöhe/Chute brute:	100 m
Inbetriebnahme Mise en service:	Oktober 1992 Octobre 1992
Betreiber: Exploitant:	EW Samedan Wasserversorgung 7508 Samedan

Lageplan Situation



Karte/Carte 1:25'000

Kurzbeschreibung *Description* *sommaire*

Das Elektrizitätswerk der Gemeinde Samedan betreibt gleichzeitig die Trinkwasserversorgung für das Gemeindegebiet von Samedan. Bereits seit 1892 bezieht die Gemeinde einen Teil des Trinkwassers aus dem Val Champagna. Die Entwicklung der Gemeinde hat dazu geführt, dass anfangs der 90-er Jahre eine neue Quelle in diesem Tal für die Trinkwasserversorgung erschlossen werden musste. Durch die Zuleitung dieser neuen Quelle ergab sich eine Wassermenge von 75 l/Sekunde, welche im Trinkwasserkraftwerk Val Champagna II zur Energienutzung verwendet wird.

Das Quellwasser wird nach der Energieerzeugung über eine Druckleitung durch die Innebene ins Reservoir St. Peter auf der linken Talseite geführt.

Le service de l'électricité de la commune de Samedan gère aussi le service de l'eau potable. Depuis 1892, la commune prélève une partie de son eau potable du Val Champagna. Le développement de la commune a conduit cette dernière à devoir viabiliser, au début des années 90, une nouvelle source pour son Service des Eaux.. Grâce à la conduite d'aménée, un débit de 75 litres/seconde a pu être utilisé pour la production d'énergie dans le réseau d'eau potable de Val Champagna II.

Après production d'énergie, l'eau potable est conduite, au travers de la plaine de l'Inn, au moyen d'une conduite au réservoir St-Peter situé sur le côté gauche de la vallée.

Ausgangslage *Situation*

In den Jahren 1892 bis 1982 fasste die Trinkwasserversorgung von Samedan Quellwasser im Val Champagna und turbinierte dieses bereits ab dem Jahre 1934 in einem Turbinengebäude im Bereich des Bahnhofes Samedan. Als dann die Druckleitung im Gebiet des Flugplatzes und der Rhätischen Bahn defekt war, entschloss man sich vorerst, diese nicht mehr zu reparieren und den Generator ausser Betrieb zu setzen.

1987/88 wurde die Idee der Trinkwassernutzung und gleichzeitig der Energieproduktion aus diesem Wasser wieder aufgegriffen.

Die Entwicklung des Dorfes Samedan selbst und die gute Wasserqualität haben diese Projektidee gefördert. Das Projekt für das Trinkwasserkraftwerk Val Champagna II wurde im Jahre 1991 erstellt, wobei neu die Quelle Nr. 27 auf der rechten Talseite des Champagna gefasst wurde. Mit diesem neuen Quellwasser erhöhte sich die Wassermenge auf die heute genutzten 75 Liter pro Sekunde.

Nach der Turbinierung wird das Wasser auf die linke Talseite ins Reservoir St. Peter geleitet, von dem das Dorf von Samedan versorgt wird.



Aussenansicht Turbinengebäude / *Vue extérieure du bâtiment des turbines*

Politisches Umfeld **Aspect politique**

Durch die jahrzehntelange Nutzung des Trinkwassers zur Energieproduktion (seit 1934) war das Vorhaben einer neuen Turbinenanlage nicht neu. Dies trug sicherlich im positiven Sinne zur Realisierung bei.

Mit der Realisierung des Trinkwasserkraftwerkes Val Champagna II erteilte die Regierung des Kantons Graubünden dem EW Samedan die Konzession für den Neubau eines

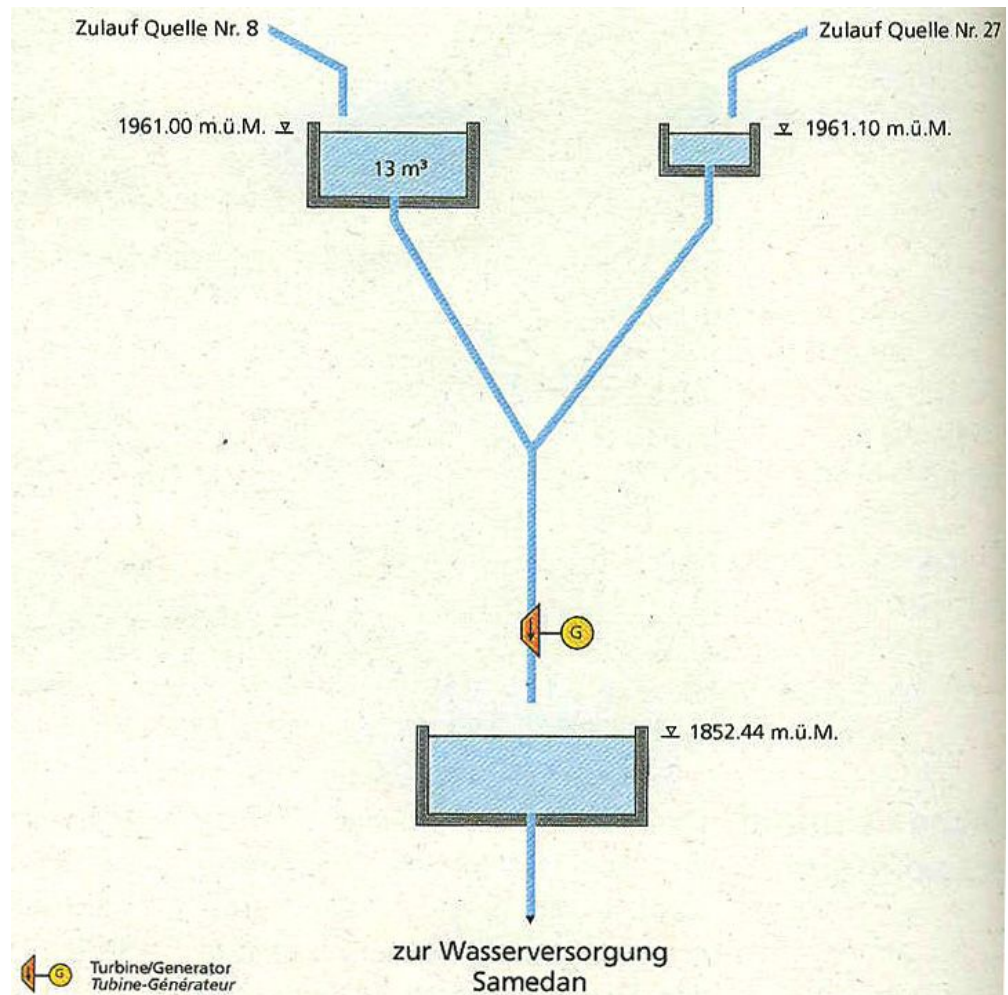
Kleinkraftwerkes mit dem Bachwasser im Val Champagna. Dieses Karftwerk (Val Champagna I) produziert mit dem Bachwasser eine Leistung von rund 380 kW. Es wurde verschiedentlich betont, dass ohne die umweltpolitisch positiven Aspekte des Trinkwasserkraftwerkes Val Champagna II das Kleinkraftwerk mit dem Oberflächengewässer kaum bewilligt worden wäre.

Technische Voraussetzungen **Conditions techniques**

Die Fassung und Aufleitung des Quellwassers gestaltete sich relativ aufwendig, da die beiden zu fassenden Quellen auf gegenüberliegenden Talseiten des Val Champagna liegen. Die Quelle Nr. 8 wird auf einer Höhe von 1'961 m ü.M. in ein Kopfeservoir in Form eines erdverlegten Tankes von 13 m³ Inhalt geleitet. Auf der gegenüberliegenden Talseite wird die Quelle Nr. 27 ebenfalls auf

der Höhe von 1'961.10 m ü.M. gefasst. Von beiden Quellfassungen führen die Druckleitungen des Kalibers 200 bzw. 125 mm auf die Höhenkote von 1'873 m ü.M. Hier wird der Bachlauf unterquert und die beiden Leitungen werden zusammengeführt. Die beiden Quellschächte verhalten sich hydraulisch wie kommunizierende Gefässe.

**Hydraulisches
Schema
Schéma
hydraulique**



Die weitere Leitung ab dem Zusammenschluss der beiden Quellzuleitungen bis zum Turbinenhaus auf der Meereshöhe 1'852,94 weist eine schräg gemessene Länge von 86 m auf.

Das Unterwasser wird in einer Gussleitung des Kalibers 200 mm

und einer Länge von rund 1'200 m entlang des Flugplatzes Samedan geführt. Hier findet der Zusammenschluss mit dem bestehenden Netz der Wasserversorgung statt, so dass sich das Wasser in das Reservoir St. Peter ergießen kann.

**Elektrische
Situation
Situation
électrique**

Da am Standort des neuen Turbinengebäudes keine Installationen vorhanden waren, musste der Anschluss ans Netz des EW Samedan mit der Neuerstellung des Trinkwasserkraftwerkes realisiert werden.

Diese Arbeiten konnten jedoch mit dem Bau der Druckleitung kombiniert werden.

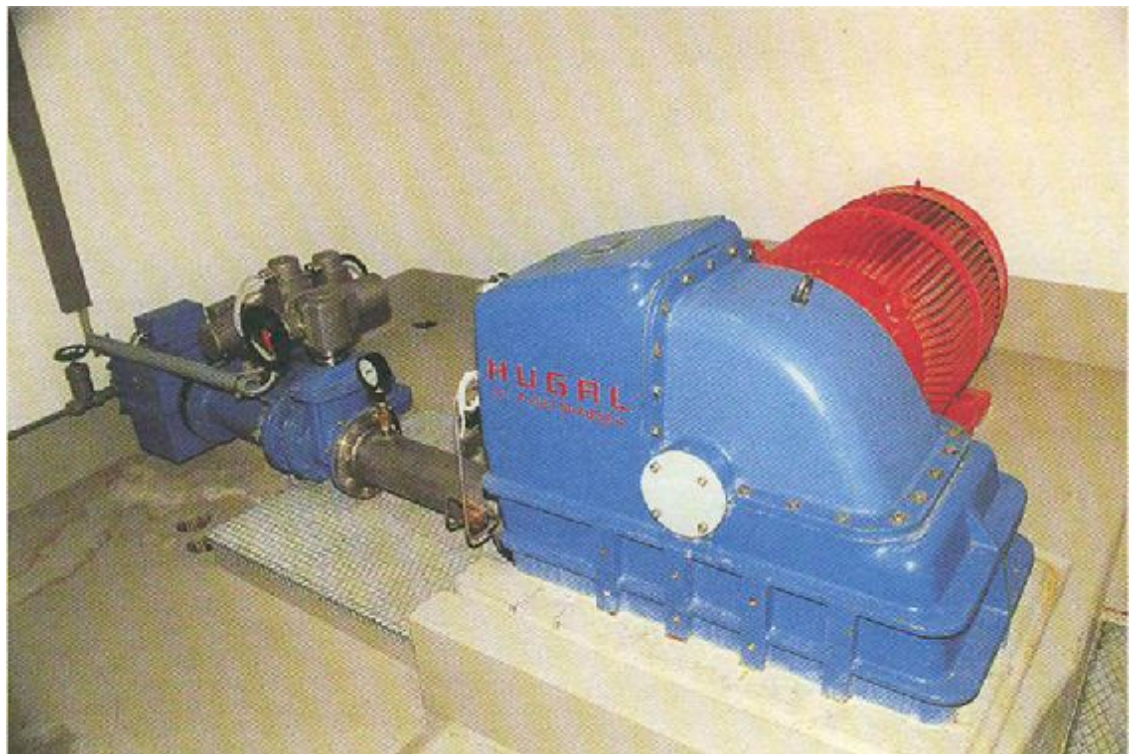
Die produzierte Energie von insgesamt rund 220'000 kWh pro Jahr wird als Bandenergie ins Netz eingespielen.

**Auslegung von
Turbine und Generator
Dimensionnement
turbine et générateur**

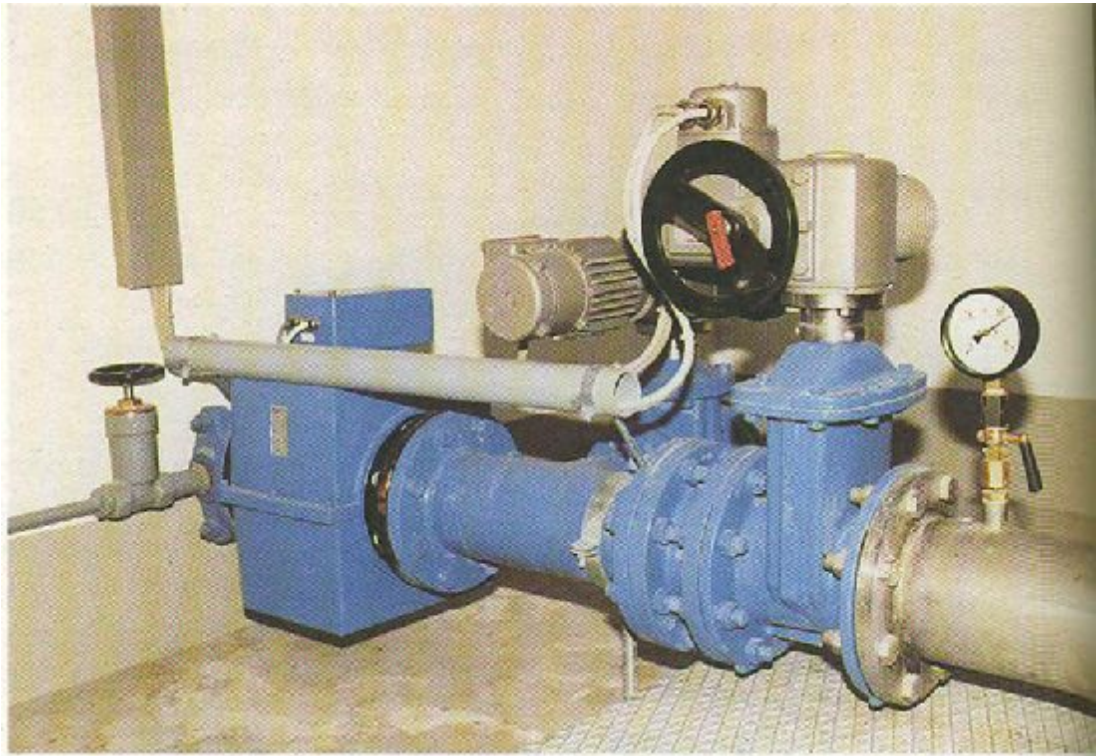
Die Pelton-turbine wurde mit einer geregelten Düse ausgerüstet, welche in Abhängigkeit des Wasserstandes im Kopfeservoir den Wasserdurchsatz regelt. Bei einer Wassermenge von 75 Litern pro Sekunde gibt die Turbine bei 1'000 Umdrehungen pro Minute eine Leistung von 64 kW ab.

Der an die horizontalen Turbinenwelle gekoppelte Asynchron-generator hat eine Nennleistung von 75 kW und ist mit einer Wicklungstemperaturüberwachung ausgerüstet.

Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage beträgt ca. 79 %.



Turbine, Gesamtansicht / Turbine, vue d'ensemble



Turbine Detailansicht (Bypass) / Turbine, vue de détail (Bypass)

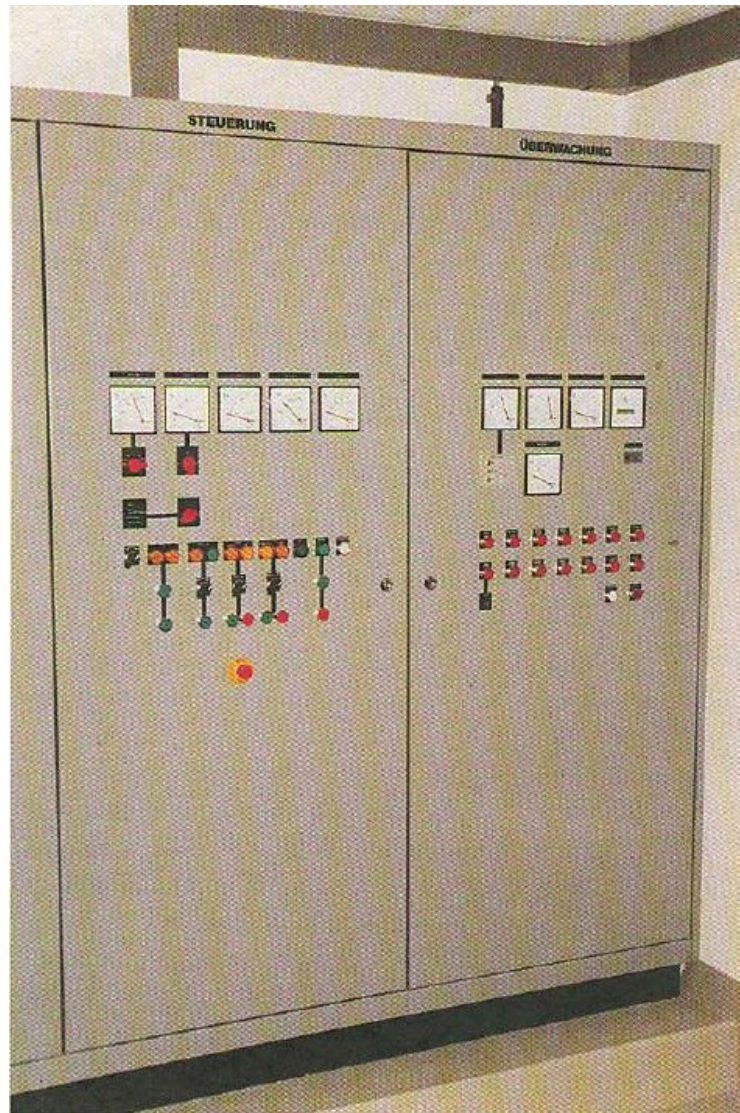
Die Wassermenge wird über einen induktiven Durchflussmesser (IDM) registriert, für die Betätigung des Bypasses sind zwei Motorschieber eingebaut.

Le débit est mesuré au moyen d'un débitmètre inductif (IDM), le by-pass est manoeuvré par deux vannes motorisées.

Steuerungsanlage Installation de commande

Als Steuerung wurde eine konventionelle Relaissteuerung verwendet. Diese regelt die Düsenstellung nach einem Sollwert des Reservoirstandes. Die Anlage arbeitet vollautomatisch, d.h. insbesondere nach einem Ausfall der Netzspannung startet die

Turbinenanlage wieder selbsttätig und pendelt sich erneut auf dem Sollwert des Wasserstandes ein. Wichtige Störungen und Alarme werden in die Betriebswarte übermittelt und dort angezeigt.



Steuerungsanlage

Eine einfache, funktionelle Bedienungstafel erleichtert die Handhabung.

Tableau de commande

Un tableau de commande simple et fonctionnel facilite le maniement.

Kosten
Coûts
Wirtschaftlichkeit
Rentabilité

Die gesamten Mehraufwendungen gegenüber einer Trinkwasseranlage ohne Energiegewinnung betragen im Jahre 1992 Fr. 320'000.- Dabei ist anzumerken, dass teils mit Hub-schraubereinsätzen gearbeitet werden musste und das Gelände relativ unwegsam ist.

Trotz dieses grossen Kostenaufwandes errechnet die Betreiberin die Gestehungskosten der produzierten Energie inklusive der notwendigen Verzinsung und Amortisation zwischen 8.5 und 10 Rappen pro Kilowattstunde.

Zusammenfassung
Résumé

Die Gemeinde Samedan hat unter optimaler Schonung der Umwelt die bisherige Energieproduktion im Val Champagna wieder aufgenommen. Dieses Trinkwasserkraftwerk ermöglichte durch die Wertung der positiven Umweltbilanz den Bau eines weiteren Kleinkraftwerkes mit Oberflächengewässern.

Ein weiteres Beispiel, das aufzeigt, wie einerseits früher bestehende Anlagen erneuert oder reaktiviert werden. Andererseits befruchtet die „kleine“ Energieproduktion in diesem Falle sogar eine „grössere“.

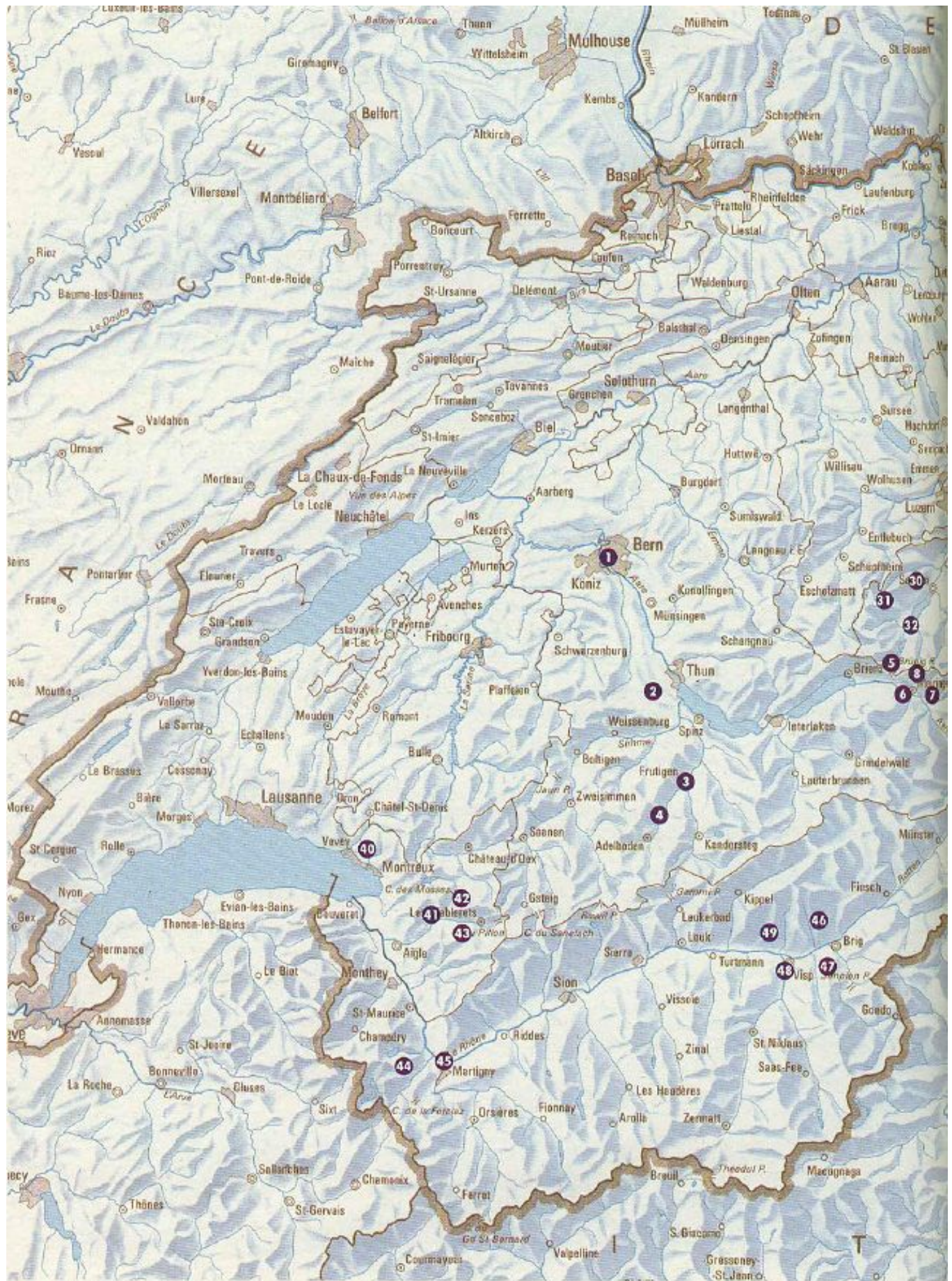
Weitere Anlagen in der Schweiz *Autres installations en Suisse*

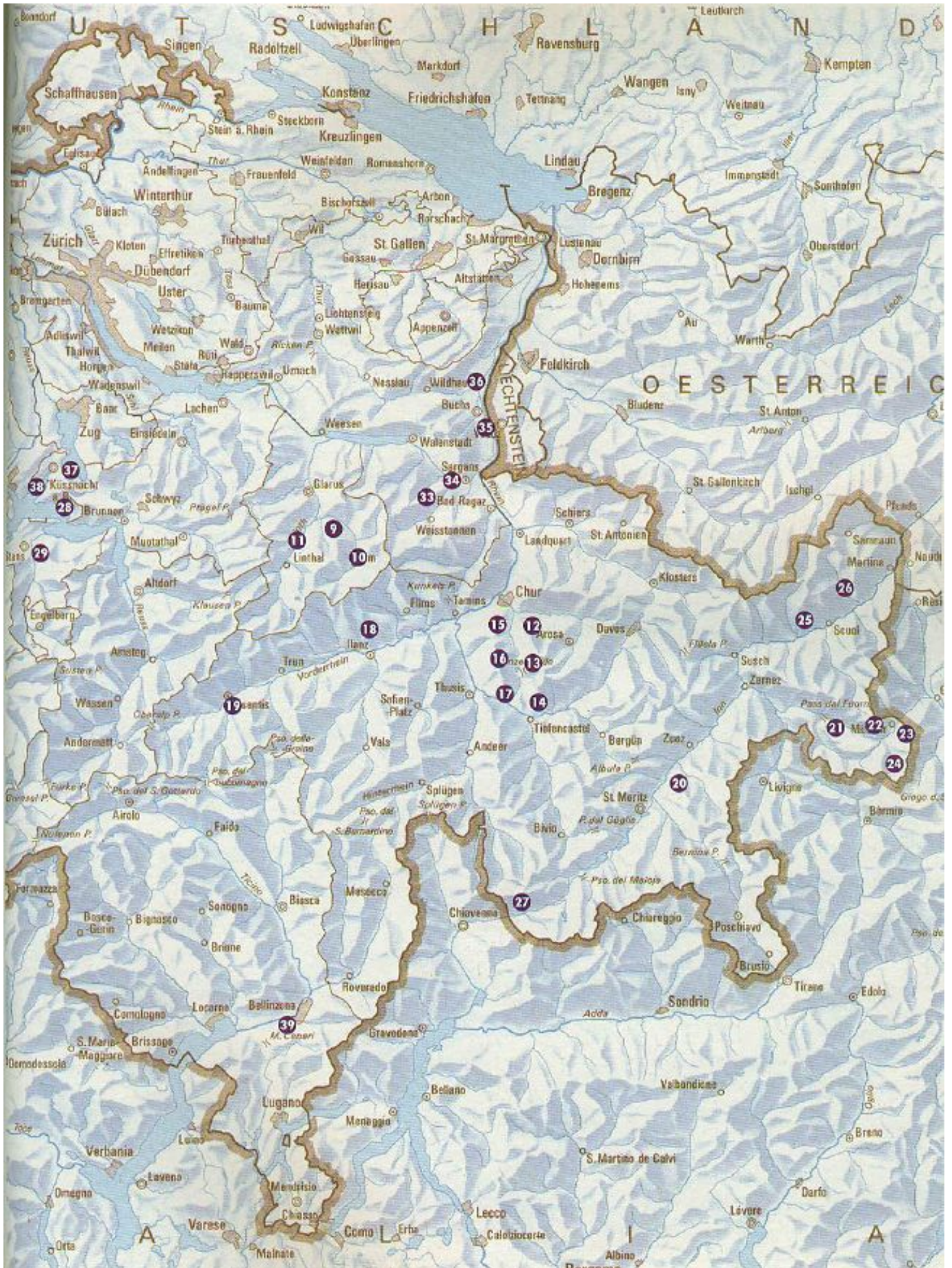
Nebst den acht vorstehend beschriebenen Anlagen sind im folgenden weitere ausgewählte Anlagen aufgelistet, welche ausschliesslich mit dem Medium Trinkwasser Energie erzeugen, also eigentliche Trinkwasserkraftwerke sind. Diese Anlagen können dem interessierten Publikum zur Besichtigung empfohlen werden. Aus der Zusammenstellung sind die bekannten Hauptdaten ersichtlich, so dass sich mögliche Interessenten bereits anhand dieser Werte grob orientieren können.

Durch die laufende Neuerstellung von weiteren Anlagen kann die Auflistung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Die Angaben basieren auf dem Autorenteam bekannten Anlagen sowie den in den verschiedenen Datenbanken verfügbaren Angaben.

A côté des huit installations décrites précédemment, les autres installations retenues ci-après produisent exclusivement de l'énergie à partir de l'eau potable. Ces installations peuvent intéresser un large public. Le résumé donne les caractéristiques principales afin d'orienter les divers intéressés en fonction de ces données.

Par la rénovation permanente d'autres installations, la liste ne peut prétendre être complète. Les données se basent sur un team d'auteurs pour des installations connues ainsi que sur les diverses indications contenues dans les banques de données.





Kanton Bern

1	3007 Bern Gas- und Wasserversorgung (Anlage im Detail beschrieben)	Leistung: 105 kVA Jahresproduktion: 500MWh Gefälle: 17 m Wassermenge: 900 l/s
2	3638 Blumenstein Wasserversorgung Blattenheidquellen (Anlage im Detail beschrieben)	Leistung: 640 kW Jahresproduktion: 2'900MWh Gefälle: 571 m Wassermenge: 133 l/s
3	3714 Frutigen Wasserversorgungsgenossenschaft	Leistung: 120 kW Jahresproduktion: 680MWh Gefälle: 520 m Wassermenge: 29 l/s
4	3725 Achseten Familie Fuhrer-Born	Leistung: 4 kW Jahresproduktion: 12MWh Gefälle: 100 m Wassermenge: 7 l/s
5	3856 Brienzwiler EW Brienzwiler	Leistung: 130 kW Jahresproduktion: 750MWh Gefälle: 265 m Wassermenge: 70 l/s
6	3856 Brienzwiler EW Brienzwiler	Leistung: 8 kW Jahresproduktion: 40 Mwh
7	3860 Meiringen EW der Dorfgemeinde Meiringen	Leistung: 100 kW Jahresproduktion: 671MWh

8	6083 Hasliberg Bäuertgemeinde Hasliberg	Leistung:	6 kW
		Jahresproduktion:	7MWh
		Gefälle:	155 m

Kanton Glarus

9	8765 Engi Elektrizitätsversorgung Engi	Leistung:	12 kW
		Jahresproduktion:	77MWh
		Gefälle:	230 m
		Wassermenge:	7 l/s

10	8767 Elm EW Elm	Leistung:	300 kW
		Jahresproduktion:	1'300MWh
		Gefälle:	380 m
	(Anlage im Detail beschrieben)	Wassermenge:	100 l/s

11	8772 Leuggelbach Gemeinde Leuggelbach	Leistung:	20 kW
		Jahresproduktion:	150MWh
		Gefälle:	450 m
		Wassermenge:	5 l/s

Kanton Graubünden

12	7078 Lenzerheide Gemeindebetriebe Vaz/Obervaz Dietschen	Leistung:	6 kW
		Jahresproduktion:	40MWh
		Gefälle:	70 m
	(Anlage im Detail beschrieben)	Wassermenge:	var. l/s

13	7078 Lenzerheide Gemeindebetriebe Vaz/Obervaz Crapera	Leistung:	40 kW
		Jahresproduktion:	280MWh
		Gefälle:	300 m
	(Anlage im Detail beschrieben)	Wassermenge:	var. l/s

14	7078 Lenzerheide Gemeindebetriebe Vaz/Obervaz Canols (Anlage im Detail beschrieben)	Leistung: 30 kW Jahresproduktion: 120MWh Gefälle: 62 m Wassermenge: var. l/s
15	7078 Lenzerheide Gemeindebetriebe Vaz/Obervaz Sil Mot (Anlage im Detail beschrieben)	Leistung: 5 kW Jahresproduktion: 12MWh Gefälle: 78 m Wassermenge: 10 l/s
16	7078 Lenzerheide Gemeindebetriebe Vaz/Obervaz Lieptgas (Anlage im Detail beschrieben)	Leistung: 8.5 kW Jahresproduktion: 35MWh Gefälle: 161 m Wassermenge: 10 l/s
17	7078 Lenzerheide Gemeindebetriebe Vaz/Obervaz Tranter Moira (Anlage im Detail beschrieben)	Leistung: 17 kW Jahresproduktion: 85MWh Gefälle: 215 m Wassermenge: 11 l/s
18	7153 Falera Politische Gemeinde Falera	Leistung: 45 kW Jahresproduktion: 220MWh Gefälle: 280 m
19	7180 Disentis Wasserkorporation Spina da Vin	Leistung: 100 kW Jahresproduktion: 670MWh Gefälle: 250 m Wassermenge: 45 l/s
20	7503 Samedan EW der Gemeinde Samedan (Anlage im Detail beschrieben)	Leistung: 64 kW Jahresproduktion: 336MWh Gefälle: 100 m Wassermenge: 75 l/s

21	7533 Fuldera Gemeinde Fuldera	Leistung: 24 kW Jahresproduktion: 145 MWh Gefälle: 210 m
22	7536 Sta. Maria Gemeinde Sta. Maria	Leistung: 1 kW Jahresproduktion: 1 MWh Gefälle: 110 m
23	7536 Sta. Maria Gemeinde Sta. Maria	Leistung: 32 kW Jahresproduktion: 220 MWh Gefälle: 350 m
24	7537 Müstair Gemeindeverwaltung Müstair	Leistung: 18 kW Jahresproduktion: 120 MWh Gefälle: 250 m
25	7554 Sent Trinkwasserkraftwerk Sent	Leistung: 143 kW Jahresproduktion: 1'300 MWh Gefälle: 428 m
26	7559 Tschlin Gemeinde Tschlin	Leistung: 360 kW Jahresproduktion: 1'000 MWh Gefälle: 739 m
27	7610 Soglio Gemeinde Soglio	Leistung: 55 kW Jahresproduktion: 360 MWh Gefälle: 645 m

Kanton Luzern

28	6354 Vitznau Wasserversorgung Vitznau	Leistung: 4 kW Jahresproduktion: 24 MWh Gefälle: 37 m Wassermenge: 10 l/s
-----------	-------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Kanton Nidwalden

29 6370 Stans

EW Nidwalden

Leistung:	75 kW
Jahresproduktion:	490MWh
Gefälle:	74 m
Wassermenge:	140 l/s

Kanton Obwalden

30 6060 Sarnen

Dorfschaftsgemeinde Sarnen

(Anlage im Detail beschrieben)

Leistung:	18 kW
Jahresproduktion:	100MWh
Gefälle:	70 m
Wassermenge:	43 l/s

31 6074 Giswil

Wasserversorgung Giswil

Leistung:	148 kW
Jahresproduktion:	550MWh
Gefälle:	285 m
Wassermenge:	57 l/s

32 6078 Lungern

Einwohnergemeinde Lungern

Leistung:	26 kW
Jahresproduktion:	168MWh
Gefälle:	54 m
Wassermenge:	67 l/s

Kanton St. Gallen

33 8887 Mels

Alpkorporation Siez

Leistung:	23 kW
Jahresproduktion:	15MWh
Gefälle:	220 m
Wassermenge:	18 l/s

34	8887 Mels	Ortsgemeinde Mels	Leistung:	11 kW
			Jahresproduktion:	33 MWh
			Gefälle:	357 m
			Wassermenge:	15 l/s
35	9472 Grabs	Wasserversorgung Grabs	Leistung:	110 kW
			Jahresproduktion:	380 MWh
			Gefälle:	220 m
36	9470 Buchs	EW Buchs	Leistung:	2'056 kW
		(grösste Anlage in der Schweiz)	Jahresproduktion:	6'850 MWh
			Gefälle:	970 m

Kanton Schwyz

37	6403 Küssnacht	Centralschweizerische Kraftwerke CKW Waldstrasse	Leistung:	30 kW
		(Anlage im Detail Beschrieben)	Jahresproduktion:	120 MWh
			Gefälle:	202 m
			Wassermenge:	20 l/s
38	6403 Küssnacht	Centralschweizerische Kraftwerke CKW Spis	Leistung:	37 kW
		(Anlage im Detail Beschrieben)	Jahresproduktion:	130 MWh
			Gefälle:	232 m
			Wassermenge:	20 l/s

Cantone Ticino

39	6512 Giubiasco	Gemeinde Giubiasco	Leistung:	55 kW
			Jahresproduktion:	200 MWh
			Gefälle:	225 m
			Wassermenge:	30 l/s

Canton Vaud

40 1822 Sonzier

Société Romane d'Electricité (SRE)

(Anlage im Detail beschrieben)
(Installation décrite en détail)

Leistung: 1'660 kW
 Jahresproduktion: 6'600MWh
 Gefälle: 378 m
 Wassermenge: 500 l/s

41 1863 Le Sépey

Gemeinde Ormont-Dessous

Leistung: 14 kW
 Jahresproduktion: 84MWh
 Gefälle: 65 m
 Wassermenge: 35 l/s

42 1863 Le Sépey

Gemeinde Ormont-Dessous

Leistung: 44 kW
 Jahresproduktion: 266MWh
 Gefälle: 200 m
 Wassermenge: 35 l/s

43 1854 Leysin

Gemeinde Leysin

Leistung: 250 kW
 Jahresproduktion: 1'800MWh
 Gefälle: 670 m
 Wassermenge: 35 l/s

Canton Valais / Kanton Wallis

44 1920 Martigny-Ville

Services industriels de la Ville
 Usine du Pont-Neuf

Leistung: 950 kW
 Jahresproduktion: 5'500MWh
 Gefälle: 636 m
 Wassermenge: 180 l/s

45 1920 Martigny-Ville

Services industriels de la Ville
 Usine de Bienvenue

Leistung: 51 kW
 Jahresproduktion: 150MWh
 Gefälle: 87 m
 Wassermenge: 75 l/s

46	3900 Brig	EBG Energie- Beteiligungs-Gesellschaft AG	Leistung:	90 kW
			Jahresproduktion:	400MWh
			Gefälle:	100 m
			Wassermenge:	120 l/s
47	3900 Brig	EBG Energie- Beteiligungs-Gesellschaft AG	Leistung:	420 kW
			Jahresproduktion:	2'100MWh
			Gefälle:	837 m
			Wassermenge:	74 l/s
48	3930 Visp	Gemeinde Visp	Leistung:	50 kW
			Jahresproduktion:	176MWh
			Gefälle:	132 m
49	3937 Baltschieder	Gemeinde Baltschieder	Leistung:	300 kW
			Jahresproduktion:	1'250MWh
			Gefälle:	580 m

Technischer Teil
Partie technique

Definitionen Définitions

Die Frage, wann wir von einem Trinkwasserkraftwerk (TKW) sprechen, bedarf angesichts der allgemeinen Diskussion um die Nutzung erneuerbarer Energien einer Umschreibung. Die Wasserkraft, als erneuerbare Energie an sich, wird durch verschiedene Energieproduktionen genutzt. Nebst den Grossanlagen, wie wir sie als Bestandteil der landesweiten Energieproduktion kennen, bilden die Kleinkraftwerke ein spezielles Segment. Diese sind keinesfalls als Erfindung der heutigen Zeit darzustellen, denn vielmehr sind diese Energiequellen bereits sehr früh genutzt worden, z.B. als Antriebsmechanismus von Mühlen und Sägereien. Mit der Elektrifizierung zu Beginn des 20. Jahrhunderts bestand nun die Möglichkeit, die Wasserkraft nicht nur am Ort der Erzeugung, sondern über das elektrische Leitungsnetz auch anderen Energieverbrauchern anzubieten.

Unter den Kleinkraftwerken sprechen wir dann von einem Trinkwasserkraftwerk, wenn die Energie aus Wasser stammt, welches zu Trinkwasserzwecken gefasst, aufbereitet und abgeleitet wird. Es spielt dabei keine Rolle, an welcher Stelle im Netz einer Trinkwasserversorgung die Energieerzeugungsanlage steht, sondern der Verwendungszweck des Energieträgers (Wasser) bestimmt hier die Benennung der Anlage.

Wie die vorliegende Dokumentation aufzeigt, liegen die Leistungswerte solcher Trinkwasserkraftwerke in einem breiten Spektrum von wenigen Kilowattstunden bis einigen Megawattstunden.

Quand il est question d'une centrale hydraulique sur eau potable, cela exige, au vu de la discussion générale autour de l'exploitation des énergies renouvelables, un commentaire approfondi. La force de l'eau en tant qu'énergie renouvelable est utilisée dans les diverses productions d'énergie. A côté des grandes installations connues surtout comme producteurs d'énergie de base à travers tout le pays, les petites centrales hydrauliques représentent un secteur spécial. Elles ne peuvent en aucun cas être considérées comme une invention des temps modernes, car cette source d'énergie a déjà été exploitée depuis fort longtemps, par ex. comme mécanisme d'entraînement de moulins et de scieries. Avec l'électrification, au début du 20e siècle, la possibilité était donnée d'utiliser la force hydraulique, non seulement à l'endroit de sa production, mais de l'offrir à d'autres utilisateurs d'énergie à travers le réseau de lignes électriques.

Parmi les petites centrales hydrauliques, on parle de centrale hydraulique sur eau potable quand l'énergie provient de l'eau captée, traitée et distribuée comme eau potable.

L'emplacement de la petite centrale de production d'énergie au sein du réseau d'alimentation en eau potable n'a aucune importance ; c'est le but de l'utilisation du vecteur d'énergie (l'eau) qui détermine la dénomination de l'installation.

Ainsi que le démontre la documentation ci-dessus, les valeurs de production de telles petites centrales hydrauliques sur eau potable se situent dans une large plage variant de quelques kilowattheures (kWh) à quelques mégawattheures (MWh).

Stellenwert der Trinkwasserkraft- werke in der Schweiz

Classification des centrales hydrau- liques sur eau po- table en Suisse

Im Rahmen des Projektes DIANE Klein-Wasserkraftwerke ist im Jahre 1994 eine Potentialstudie veröffentlicht worden. Diese Dokumentation inventarisiert die Trinkwasserkraftwerke in der Schweiz und errechnet ein mögliches Potential für die Elektrizität aus Trinkwassersystemen.

Per September 1993 wird ein realisiertes Potential von 10 Megawatt installierter Leistung in 56 Anlagen ausgewiesen. Diese Anlagen produzieren jährlich immerhin 53 GWh (= 53 Mio kWh) elektrische Energie.

Als mögliches Ausbaupotential in der gesamten Schweiz werden rund 325 Standorte mit einer approximativen Jahresleistung von weiteren 122 GWh errechnet. In diesen Zahlen sind die diversen Nutzungsmöglichkeiten von Überschusswasser in Form von Reservoirüberläufen etc. noch nicht berücksichtigt.

Man darf ohne Übertreibung behaupten, dass der Stellenwert von Trinkwasserkraftwerken in der Schweiz nicht zu unterschätzen ist.

Dans le cadre du programme "DIANE petites centrales hydrauliques", une étude de potentiels a été publiée en 1994. Cette documentation fait l'inventaire des centrales hydrauliques sur eau potable en Suisse et calcule le potentiel éventuel de production d'électricité provenant de systèmes sur eau potable. En septembre 1993, on a pu présenter un potentiel de 10 Mégawatt de puissance installée provenant de 56 installations. Ces centrales ne produisent annuellement pas moins de 53 GWh (= 53 Mio kWh) d'énergie électrique.

On estime à 325 le nombre de sites à réaliser dans toute la Suisse pour une production annuelle approximative de 122 GWh. Dans ces chiffres, on ne tient pas compte des diverses possibilités d'exploitation de l'eau de déversement des réservoirs, etc. On peut affirmer, que l'importance des centrales hydrauliques sur eau potable en Suisse ne doit pas être sous-estimée.

Wasserkraft im Trinkwassernetz

Force hydraulique dans le réseau d'eau potable

Jede mit einer Trinkwasserversorgung vertraute Person kennt die Kräfte, welche im Leitungsnetz vorherrschen. Diese Drucke sind eine Voraussetzung, dass z.B. die Feuerwehr mit genügend Löschwasser einen Brand bekämpfen kann. Dieser Druckaufbau stellt bereits ein Energiepotential dar, welches jedoch erst in Verbindung mit einer Durchflussmenge nutzbar gemacht werden kann.

In den meisten Versorgungen liegen jedoch die grösseren Energieschätze in den diversen Zuläufen aus Quellen und anderen Druckstufen verborgen. Eine Quelle, welche hoch oben gefasst und in einer Leitung ins Tal geleitet wird, birgt Energie in sich. Es war leider nur viel zu oft üblich, diese Zuleitungen mit entsprechenden Einrichtungen wie Druckbrechern etc. zu versehen, damit der entstehende Leitungsdruck „vernichtet“ werden konnte. Anstelle der „Energievernichtung“ kann diese Wasserkraft jedoch zur Erzeugung von nutzbarer Energie verwendet werden. Diese Idee ist keineswegs eine Kreation der modernen Zeit. Wie Beispiele zeigen, sind in Trinkwasseranlagen bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts Kraftwerkenanlagen installiert worden.

Toute personne du domaine de l'alimentation en eau potable connaît la pression du réseau de distribution. C'est cette pression qui permet, à un pompier de disposer de l'eau nécessaire pour éteindre un incendie. Elle représente en elle-même un potentiel d'énergie lequel n'est toutefois exploitable qu'en combinaison avec le débit.

Dans la plupart des réseaux d'alimentation, les plus grands trésors d'énergie se cachent dans les diverses arrivées d'eau de sources et autres paliers de pression. Une source captée très haut et transportée dans une conduite jusque dans la vallée est porteuse d'énergie. Malheureusement ces conduites d'alimentation ont trop souvent été équipées de dispositifs tels que des chambres de rupture de pression, etc. pour éliminer la pression dans les conduites. Au lieu de détruire la pression hydraulique, on pourrait l'utiliser comme générateur d'énergie exploitable. A ce sujet, il faut mentionner que cette idée n'est nullement une création des temps modernes. De nombreux exemples démontrent que des centrales hydrauliques ont été intégrées dans les installations d'alimentation en eau potable dès le début du 20e siècle.

Ein Wort zu Prioritäten

Un mot sur les priorités

Beabsichtigt man, in einer Trinkwasserversorgung gleichzeitig auch noch Energie zu erzeugen, muss man sich mit der Frage der Prioritäten befassen. Die Institution Trinkwasserversorgung muss sich dabei immer bewusst sein, dass der Auftrag, die Abonnenten mit gutem und genügend Trinkwasser zu versorgen, zu jeder Zeit im Vordergrund stehen muss. Der Aspekt der Erzeugung von Energie muss zweitrangig oder quasi als „Nebenprodukt“ betrachtet werden. Die Organe der Wasserversorgung dürfen nicht davor zurückschrecken, die Kraftwerkanlage ausser Betrieb zu setzen, damit die Trinkwasserversorgung Priorität hat.

Lorsqu'on a l'intention de produire de l'énergie dans une installation d'alimentation en eau potable, la question des priorités s'impose. L'exploitant de l'adduction en eau potable doit être conscient que son devoir de subvenir aux besoins de ses abonnés en eau potable de qualité et en quantité suffisante reste, en tout temps, la première priorité. L'aspect de la production d'énergie doit être considéré comme secondaire ou carrément comme "produit accessoire". Les services d'alimentation en eau potable ne doivent en aucun cas hésiter à arrêter la centrale hydraulique afin que l'eau potable puisse arriver à l'utilisateur.

Trinkwasserkraftwerke und Umwelt

Centrales hydrauliques sur eau potable et environnement

Gerade die heute viel diskutierten Aspekte eines zweckdienlichen Umweltschutzes sind bei der Erschließung weiterer Energiequellen wichtig. Stichworte wie Restwassermengen, Fischgewässer, Landschaftsbild etc. sind in diesem Zusammenhang immer wieder Themen. Man darf ohne Übertreibung behaupten, dass es keine andere Möglichkeit für die Energieerzeugung gibt, welche diesbezüglich so wenig Konfliktmöglichkeiten bietet. Betrachten wir die Unterschiede, die ein Trinkwasserkraftwerk gegenüber der ordentlichen Produktion und Verteilung von Trinkwasser darstellt.

Les aspects - actuellement fort discutés - d'une protection appropriée de l'environnement semblent prendre de l'importance lors de la mise en exploitation d'autres sources d'énergie. Les mots-clés, tels que quantité d'eau restituée, eaux réservées à la pêche, préservation des paysages, etc. ressortent souvent dans les discussions à ce sujet. On peut affirmer, sans exagération, que les possibilités de production d'énergie offrant dans ce domaine aussi peu de conflits sont plutôt rares. Observons les différences que représente une centrale hydraulique sur eau potable par rapport à la distribution normale d'eau potable.

Die Quellen werden ohnehin gefasst und ins Netz der Wasserversorgung eingeleitet. Das überschüssige, nicht dem Verbraucher zugeführte Trinkwasser wird über einen Reservoirüberlauf wieder ins ökologische System zurückgeführt. Durch die Realisierung einer Kraftwerkanlage wird lediglich das ohnehin im Netz zirkulierende Trinkwasser benutzt um Energie zu produzieren. Abgesehen davon, dass möglicherweise ein Überlauf an einer anderen Stelle erfolgt, hat also ein Trinkwasserkraftwerk keine Veränderung des Wasserhaushaltes zur Folge.

Weitere Einflüsse auf die Umwelt, welche negative Auswirkungen hätten, sind bei aller Objektivität kaum erkennbar. So sind etwa die Immissionen bei der Erstellung von Trinkwasserkraftwerken relativ gering bzw. nicht grösser als bei Anlagen, die ausschliesslich der Wasserversorgung dienen.

Mit dem Teilprojekt DIANE Energiebilanzen von Kleinwasserkraftwerken wurden Energieerntefaktoren und -rückzahl dauern untersucht. Dabei haben sich Trinkwasserkraftwerke bei den zwei untersuchten Beispielen als hervorragend erwiesen. Der Erntefaktor beträgt über 100 und die Energierückzahl dauern ist kürzer als ein Jahr (siehe Literaturliste DIANE am Ende dieser Publikation).

Während des Betriebes wird in geringem Masse Lärm produziert, welcher sich bei fachgerechter Planung und Ausführung kaum ausserhalb der Gebäulichkeiten ausbreitet.

Die anfallende Produktionswärme kann nicht als umweltrelevant betrachtet werden, sondern hilft viel-

Les sources sont de toute façon captées et conduites dans le réseau d'alimentation en eau. L'eau potable excédente qui n'est pas amenée à l'utilisateur, est reconduite à travers un trop-plein de réservoir dans le système écologique. La réalisation d'une centrale hydraulique permet l'exploitation de cette eau potable circulant sans autre dans le réseau pour produire de l'énergie. A part que le déversement s'effectue à un autre endroit, la centrale hydraulique sur eau potable ne cause aucun changement du régime de l'eau.

En toute objectivité, on peut à peine constater d'autres influences négatives sur l'environnement. Ainsi les émissions sont minimales lors de la réalisation des centrales hydrauliques sur eau potable, en tout cas pas plus importantes que pour les installations servant uniquement à l'alimentation en eau.

Le projet partiel "DIANE bilans de l'énergie des petites centrales hydrauliques" analyse les facteurs de rendement et durées d'amortissement. Ici, les centrales hydrauliques sur eau potable se sont avérées, dans les deux exemples d'analyse, d'un rapport excellent. Le facteur de rendement s'élève à plus de 100 et la durée du remboursement en énergie est moins d'un an. (voir liste DIANE à la fin de cette publication).

Pendant la production, les émissions de bruit sont minimales et ne se répandent pas au-dehors des bâtiments si l'installation a été correctement planifiée et réalisée. La chaleur dégagée produite ne peut être prise en considération par l'environnement, mais est bienvenue pour

fach, die eher zu kühlen Räume leicht zu temperieren. Selbst bei der Entsorgung einer Energieerzeugungsanlage fallen nebst etwas Kupfer und sonstigen Altmetallen kaum nennenswerte Problemstoffe zur Verwertung an.

tempérer les locaux plutôt frais. Même pour le recyclage d'une installation de production d'énergie, à part le cuivre et autres récupérables métaux, les matières présentant un problème de recyclage sont pratiquement inexistantes.

Wirtschaftlichkeit Rentabilité

Die Frage der Wirtschaftlichkeit einer Energieerzeugungsanlage muss sehr differenziert betrachtet werden. Wie in vielen Teilbereichen der Wirtschaft gibt es auch hier unterschiedliche Voraussetzungen und Berechnungsarten. Mischrechnungen zwischen Belangen der Trinkwasserversorgung und denjenigen der Energieerzeugung bestimmen grundsätzlich die „errechnete“ Wirtschaftlichkeit.

Anhand von Erfahrungswerten verschiedener Anlagen in der Schweiz darf man davon ausgehen, dass die Investitionskosten für eine Trinkwasserkraftwerkanlage im Bereich von ca. 4 - 8'000.- Franken pro installierte kW Leistung liegen.

Dies unter der Voraussetzung, dass die Druckleitung bereits besteht und keine Kosten verursacht. Bei einer 50%-igen Leistung (Quellertrag) über 80% der Jahresbetriebsdauer produziert dieses Kapital also 3'500 kWh Energie. Die Kapital- und Betriebskosten des Investitionsvolumens dürften je nach Berechnungsart etwa zwischen 6 und 10% liegen. Somit errechnet sich der notwendige Erlös aus der Produktion je nach Vorgaben zwischen 240 und 800 Fr. pro kW und Jahr.

Die Energiegestehungskosten betragen somit zwischen 7 und 23 Rappen je Kilowattstunde.

Concernant la rentabilité d'une installation de production d'énergie, il faut considérer la question de manière très différenciée. Comme dans les divers domaines partiels de l'économie, on retrouve, là aussi, des conditions et des modes de calcul très variés. Les calculs comparatifs entre les intérêts de l'alimentation en eau et ceux de la production d'énergie, déterminent en général la rentabilité "escomptée".

Sur la base de valeurs d'expérience de diverses installations en Suisse, on peut estimer l'investissement pour une centrale hydraulique sur eau potable entre 4 et 8'000 francs par kW installé et produit.

Ceci à condition que la conduite sous pression soit existante et n'occasionne aucun frais. Pour une production correspondant à 50 % du débit max. (capacité de la source) et pour 80 % de la durée annuelle de service, ce capital produit donc 3'500 kWh d'énergie. Les frais de capitaux et d'exploitation de l'investissement devraient se situer, selon le mode de calcul, entre 6 et 10 %. C'est ainsi qu'on peut calculer le bénéfice nécessaire sur la production, selon indications, entre 240 et 800 francs par kW et par an.

Le coût de fabrication de l'énergie s'établit ainsi entre 7 et 23 centimes par kWh.

Die Vergütung für in das öffentliche Elektrizitätsnetz eingespiesene Energie aus erneuerbaren Quellen richtet sich gemäss Energienutzungsbeschluss nach den Kosten für die Beschaffung gleichwertiger Energie aus neuen inländischen Produktionsanlagen. Die Energienutzungsverordnung beschränkt diese Regelung bei Wasserkraft auf Anlagen mit einer Leistung bis 1 MW. Dabei ist auch unregelmässig produzierte Energie abzunehmen, was beim Turbinieren von Überwasser wesentlich ist. Das Eidgenössische Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement empfiehlt entsprechend einen minimalen Jahresmittelpreis von

16 Rp./kWh. Die Elektrizitätsversorgungsunternehmen legen die nach Zeitzonen variierenden Vergütungssätze so fest, dass dieser Jahresmittelpreis bei einer Bandlieferung nicht unterschritten wird.

Der Absicht des Gesetzgebers entsprechend gelangen damit zusammen mit vielen Kleinwasserkraftwerken auch die meisten Trinkwasserkraftwerke in den wirtschaftlichen Bereich.

In Fällen, wo aus Gründen der Reibungsverluste und Druckstösse in der Druckleitung ein grösserer Durchmesser oder ein stabileres Rohr notwendig wird, oder wo für die Energieerzeugung ein bestehendes Rohr ersetzt werden muss, wird sich die Wirtschaftlichkeit entsprechend verringern.

La rétribution pour l'énergie provenant de sources renouvelables distribuée dans le réseau d'électricité public, est calculée, selon l'arrêté sur l'énergie, d'après le coût de l'acquisition d'une énergie équivalente provenant de nouvelles installations de production du pays.

*L'ordonnance sur l'énergie limite l'application de ce règlement à des installations dont la puissance ne dépasse pas 1 MW. Il s'agit là d'exploiter aussi l'énergie produite irrégulièrement, ce qui est substantiel lors du turbinage de l'eau excédentaire. L'ordonnance sur l'énergie recommande en conséquence un prix moyen annuel minimum de **16 ct/kWh**. Les entreprises d'alimentation en électricité fixent les taux de compensation variant selon les zones horaires de manière à ce que ce prix annuel moyen ne dépasse pas un seuil minimum lors d'une livraison en ruban.*

Conformément au désir du législateur, la plupart des centrales hydrauliques sur eau potable entrent ainsi, en même temps que de nombreuses petites centrales hydrauliques dans le domaine économique.

Dans les cas où, pour des raisons de pertes de charge et de coups de bélier dans la conduite forcée, un plus grand diamètre ou un tuyau plus solide serait nécessaire, ou bien là où la production d'énergie exigerait le remplacement d'un tuyau existant, la rentabilité diminuerait d'autant.

Anlageunterhalt

Entretien de l'installation

Bei den meisten Trinkwasserkraftwerken in der Schweiz stellt man fest, dass der Unterhalt der Anlage mit einem sehr geringen Aufwand verbunden ist. Dies darf allerdings nicht dahingehend verstanden werden, dass der Anlageunterhalt nicht eine ernst zu nehmende Angelegenheit ist. Ein korrekter Unterhalt ist ja letztlich eine gewisse Garantie für die lange Lebensdauer einer Anlage.

In vielen Fällen lassen sich bereits vorhandene Steuerungsanlagen mit einer sinnvollen Ergänzung soweit aufrüsten, dass sich ein Trinkwasserkraftwerk vollautomatisch betreiben und fernüberwachen lässt.

Es ist wichtig, dass eine Anlage regelmässig kontrolliert wird. Diese Kontrollarbeiten bilden in den meisten Trinkwasserversorgungen einen verschwindend kleinen Anteil der sonst üblicherweise anfallenden Kontrollgänge. Durch die meist massive und gut bewährte Bauweise von Turbinen und Generator fallen jedoch nur selten Unterhaltsarbeiten an. Es gibt Verschleisssteile, wie Achslager, welche je nach Bauweise in regelmässigen Zyklen unterhalten werden müssen. Diese Bauteile bilden auch Grund zu ersten Revisionsarbeiten, da solche Lager etwa nach 10 Betriebsjahren ersetzt werden müssen. Der Kostenaufwand hierfür ist jedoch, gemessen am Wert der Anlage, gering.

Die übrigen Bauteile eines Trinkwasserkraftwerkes erreichen nicht zuletzt durch eine optimale Materialwahl aus hygienischen Gründen eine Lebensdauer von 30 und mehr Jahren.

Dans la plupart des centrales hydrauliques sur eau potable en Suisse, on constate que l'entretien de l'installation se limite à un minimum. Cela ne doit toutefois pas sous-entendre que l'entretien de l'installation serait à prendre à la légère. L'entretien correct est finalement une certaine garantie de la durée de vie d'une installation.

Dans de nombreux cas, des installations de commande existantes équipées d'un complément ingénieux permettent la commande et la surveillance à distance entièrement automatiquement d'une centrale hydraulique sur eau potable.

Il est important que l'installation soit contrôlée régulièrement. Ces contrôles représentent dans la plupart des installations d'alimentation en eau potable un travail insignifiant quand il est effectué en même temps que les vérifications d'usage. Etant donné la construction généralement massive et éprouvée des turbines et générateurs, les travaux d'entretien s'avèrent plutôt rares. Il y a, bien sûr, des pièces telles que les paliers qui doivent être entretenus par cycles réguliers. Ces pièces sont la cause des premiers travaux de révision, ces paliers devant en principe être remplacés après 10 ans de service. Le montant de ces frais reste toutefois modeste par rapport à la valeur de l'installation.

Les autres éléments d'une centrale hydraulique sur eau potable atteignent, surtout grâce au choix d'un matériel optimal pour mesures d'hygiène, une durée de vie de 30 ans et plus.

Adressen Adresses

Für Trinkwasserversorgung zuständiges Bundesamt *Office fédéral pour le service eau potable*

BUWAL

BUWAL
Monbijoustrasse 43
3011 Bern

Tel. 031/322 69 69
Fax 031/371 25 83

Organisationen *Organisations*

ISKB

Interessenverband Schweizer
Kleinkraftwerkbesitzer

ISKB
Postfach 160
8910 Affoltern a/A.

Tel. 01/762 18 70
Fax 01/762 18 15

ADUR

*Association des Usiniers
Romands*

*Raymond Chenal, Ingénieur-conseil
9 ch. Crépon
1815 Clarens*

*Tel. 021/964 42 21
Fax 021/964 42 21*

VSE

Verband Schweizerischer
Elektrizitätswerke

VSE
Gerbergasse 5
8023 Zürich

Tel. 01/211 51 91
Fax 01/221 04 42

SWV

Schweizerischer Wasser-
wirtschaftsverband

SWV
Rütistrasse 3a
5401 Baden

Tel. 056/222 50 69
Fax 056/221 10 83

VSEI

Verband Schweizerischer
Elektro-Installationsfirmen

VSEI
Limmatstrasse 63, Postfach
8031 Zürich

Tel. 01/272 07 12
Fax 01/271 48 47

Informationen *Informations*

ESTI Eidg. Starkstrominspektorat	ESTI Luppmenstrasse 1 8320 Fehraltorf	Tel. 01/956 12 12 Fax 01/956 12 22
ISR <i>Inspectorat des installations de courant fort Suisse Romande</i>	<i>ISR ch. de Mornex 3 1003 Lausanne</i>	<i>Tel. 021/312 66 96 Fax 021/320 00 96</i>
INFOENERGIE Ostschweiz	c/o Nova Energie GmbH, FAT 8356 Tänikon	Tel. 052/368 34 85 Fax 052/368 34 89
INFOENERGIE Nordwestschweiz	c/o Nova Energie GmbH Schachenallee 29 5000 Aarau	Tel. 062/834 03 03 Fax 062/834 03 23
INFOENERGIA Ticino	Centrale consulenza sezione protezione aria e aqua 6500 Bellinzona	Tel. 091/804 37 55/53 Fax 091/804 37 36
MHyLab Kleinturbinenlabor <i>Laboratoire petites turbines</i>	Fondation MHyLab 1354 Montcherand	Tel. 024/441 36 54 Fax 024/441 36 54
SAB Schweiz. Arbeitsgemeinschaft für die Berggebiete	SAB Laurstrasse 10 5200 Brugg	Tel. 056/442 30 12 Fax 056/441 36 42
SVGW Schweiz. Verband des Gas- und Wasserfaches	SVGW Grütlistrasse 44 8002 Zürich	Tel. 01/288 33 33 Fax 01/202 16 33

Finanzierung, Trägerschaft
Financement, Responsable

BEW Bundesamt für Energiewirtschaft	BEW Sektion Energietechnik 3003 Bern	Tel. 031/322 56 11 Fax 031/382 44 03
OFEN Office fédéral d'énergie	OFEN Section Technique énergétique 3003 Bern	Tel. 031/322 56 11 Fax 031/382 44 03
ADEV Arbeitsgemeinschaft für dezentrale Energieversorgung	ADEV Schweiz Postfach 550 4410 Liestal	Tel. 061/921 94 50 Fax 061/922 08 31
Energie plus!	Energie plus! Postfach 742 3550 Langnau i.E.	Tel. 034/402 62 36 Fax 034/402 62 36
Appenzellische Vereinigung zur Förderung umweltfreundlicher Energien	Postfach 1013 9102 Herisau	Tel. 071/367 15 12 Fax 071/367 19 30
Alternative Bank	Alternative Bank Leberngasse 17 4600 Olten	Tel. 062/212 00 85 Fax 062/212 02 15

Kurzportrait Projekt DIANE Klein-Wasserkraftwerke

Im Rahmen von Energie 2000 sind sieben Projekte zum **D**urchbruch **I**nnovativer **A**nwendungen **N**euer **E**nergietechniken mit dem Kürzel DIANE gestartet worden. Das Projekt DIANE Klein-Wasserkraftwerke (DIANE-KWK) hat zum Ziel, die Energieproduktion aus Kleinwasserkraftwerken (KWK) zu erhalten resp. zu erhöhen, indem stillgelegte und veraltete KWK erneuert und neue Potentiale genutzt werden. Projektziel ist die Verbesserung der Rentabilität, Zunahme der Investitionsbereitschaft für KWK und die Anerkennung als Leistungsträger im nationalen Energiekonzept.

In ausgewählten Bereichen werden Potentiale untersucht und der Nutzung zugeführt:

- **Trinkwasser- Kraftwerke**

Das Potential wurde gesamtschweizerisch erfasst und die betroffenen Gemeinden darauf hingewiesen. Mit einer Dokumentation und einer Reihe gut besuchter regionaler Fachtagungen werden sie zur Erschliessung dieses namhaftesten aller Potentiale für Kleinwasserkraftwerke ermutigt.

- **Abwasser-Kraftwerke**

Als weltweites Novum wird das Turbinieren von überschüssigem Druck in Abwasserleitungen systematisch gefördert. Das Vorgehen ist analog zu den Trinkwasser-Kraftwerken.

- **Kleinst-Kraftwerke**

Der Bau wird mit einer reich illustrierten Beispielsammlung und Bezeichnung von mehr als 70 über die ganze Schweiz verteilten Demonstrationsanlagen sowie mit Tagungen unterstützt.

- **Stillgelegte und veraltete Kraftwerke**

Mit einer von DIANE-KWK ausgearbeiteten Methode kann ein interessierter Bauherr ohne Beizug eines teuren Fachmannes grob abschätzen, wie hoch die Realisierungschancen einer Reaktivierung und Erneuerung sind.

Damit die KWK neue ökologische Auflagen wirtschaftlicher erfüllen können und ihre Akzeptanz im Bewilligungsverfahren steigt, wurden verschiedene ökologische Teilprojekte gestartet:

- **Situationsanalyse**

Eine Arbeitsgruppe aus Fachleuten der Biologie und Limnologie untersucht die gewässerökologischen Probleme und zeigt Lösungswege auf.

- **Schwemmgut**

Bei Anlagen im Mittelland kann die Entsorgungspflicht für Schwemmgut aus den Rechenanlagen zu einer wesentlichen finanziellen Belastung und zu Energieeinbussen führen. Dieses Problem wird mit einer Analyse typischer Fälle, mit allgemeinen Hinweisen und mit Verbesserungen an einer Pilotanlage angegangen, wo die Fassung hinsichtlich Geschwemmsel-Abweisung optimiert wurde.

- **Kontinuum**

Mit kostengünstig realisierbaren Verbesserungen an Aufstiegshilfen für Fische und Kleinlebewesen wird das häufigste Gegenargument gegen KWK entschärft, sie würden Lebensräume zerstücken. Es wurden Grundlagenversuche über das Aufstiegsverhalten von Kleinlebewesen in Fischtreppe gemacht, und die bestehende Literatur wurde zusammengetragen und interpretiert.

- **Gesamtökologische Bilanz**

In einer Schlusspublikation werden alle positiven und negativen Aspekte der KWK im Spannungsfeld von Umwelt, Energie und Wirtschaft aufgezeigt und Lösungswege für Probleme angegeben.

Die Ergebnisse werden systematisch umgesetzt mit:

- **breiter Öffentlichkeitsarbeit**
- **einer Publikationsreihe DIANE-KWK** mit einem ansprechenden Erscheinungsbild
- **individueller Information, Kurzberatung mit Grobanalysen** von Standorten und Anlagen. Dabei werden auch die Ergebnisse anderer Fördermassnahmen des Bundes umgesetzt, wie die Publikationen des Projektes PACER - Kleinkraftwerke und die Projektunterstützung durch Förderbeiträge des Bundes.
- **Kongress mit Fach- und Lieferantenausstellung 1997.**

Hanspeter Leutwiler
Projektleitung DIANE Klein-Wasserkraftwerke

Portrait succinct du projet DIANE 'Petites Centrales Hydrauliques'

Dans le cadre d'Energie 2000, sept projets sélectionnés ont démarré en vue de faciliter la "Diffusion d'applications innovatrices de nouvelles techniques énergétiques", sous l'abréviation DIANE. Le projet DIANE, Petites Centrales Hydrauliques (DIANE PCH) s'est fixé pour objectif de maintenir, voire d'accroître la production d'énergie provenant de petites centrales hydrauliques (PCH), en remettant en service les PCH abandonnées et en rénovant celles qui se trouvent dans un état vétuste, ainsi qu'en exploitant de nouvelles ressources potentielles. Ce projet se fixe également pour but d'améliorer la rentabilité, d'augmenter l'aptitude aux investissements pour les PCH et d'ancrer ce moyen de productivité dans le concept énergétique national.

L'examen des potentiels existant dans certains secteurs sélectionnés a permis de les mettre à profit.

- **Centrales hydrauliques sur l'alimentation en eau potable**

Le potentiel correspondant a été saisi pour l'ensemble du territoire suisse et les municipalités concernées ont été informées en conséquence. Une documentation suivie d'une série de rencontres techniques régionales devraient les encourager à exploiter ces ressources considérables en y installant des PCH.

- **Centrales hydrauliques sur l'évacuation des eaux usées**

Le turbinage de la pression excédentaire des canalisations d'eaux usées est une nouveauté systématiquement encouragée à l'échelle mondiale. La procédure est analogue à celle des centrales hydrauliques à installer sur les réseaux d'alimentation en eau potable.

- **Toutes petites centrales hydrauliques**

Leur construction est encouragée à l'aide d'une collection d'exemples bien illustrés, complétée par la mise à disposition de plus de 70 installations de démonstration réparties sur tout le territoire national, ainsi que par une série de journées d'étude adéquates.

- **Centrales hydrauliques abandonnées et vétustes**

Une méthode d'évaluation mise au point par DIANE PCH permet à un maître d'ouvrage d'estimer grossièrement les possibilités de réaliser soit une réactivation, soit une rénovation, sans pour autant avoir recours à l'intervention onéreuse d'un spécialiste.

Afin que les PCH puissent répondre de manière rentable à de nouvelles servitudes écologiques et que leurs chances d'acceptation soient plus grandes au cours de la procédure d'autorisation, les responsables ont lancé divers projets partiels à caractère écologique, énumérés ci-après.

- **Analyse de la situation**

Un groupe de travail, composé de spécialistes en biologie et limnologie, est en mesure d'examiner les problèmes écologiques relatifs aux eaux stagnantes et courantes et de fournir les solutions appropriées.

- **Détritus flottants**

L'obligation d'éliminer les déchets et débris flottants, récupérés dans les dégrilleurs des installations réparties sur le Plateau suisse, peut conduire à une charge financière sérieuse et à des coûts énergétiques défavorables. Ce problème est abordé par une analyse de cas typiques, accompagnée d'indications générales et d'améliorations apportées sur une installation pilote, dans laquelle le captage a été optimisé au niveau du rejet des débris flottants.

- **Continuum**

La possibilité d'améliorer à des coûts avantageux les passes et dispositifs auxiliaires pour les poissons et les microorganismes désamorçait l'argumentation la plus souvent citée à l'encontre des PCH, à savoir que ces aménagements risqueraient de morceler les biotopes et espaces vitaux.

- **Bilan écologique global**

- *Une publication finale aborde tous les aspects positifs et négatifs des PCH, en confrontant les milieux de controverse possible, comme l'environnement, l'énergie et l'économie, tout en fournissant des solutions aux problèmes posés.*

Les résultats obtenus sont systématiquement concrétisés par:

- **une large information publique;**
- **une série de publications DIANE PCH** avec un phénotype correspondant;
- **information individuelle, conseils succincts avec analyse approximative** sur les lieux et les installations; ce faisant, les résultats relatifs à d'autres mesures promotionnelles de la Confédération sont mises en pratique, comme par exemple les publications du projet PACER - petites centrales hydrauliques, ainsi que le soutien financier du projet par des contributions d'aide de la part de la Confédération;
- **congrès prévu en 1997 avec exposition spécialisée et foire des fournisseurs.**

Hanspeter Leutwiler, direction projet DIANE petites centrales hydrauliques

DIANE Publikationen / Publications DIANE

- **Elektrizität aus Trinkwasser-Systemen / L'Eau potable génératrice d'électricité**
 Inventar und Potentialerhebung / Inventaire et étude du potentiel
 Bestellnr. / No de commande EDMZ 805.752.d + f Preis / Prix: Fr. 10.20 inkl. MWSt / incl. TVA
- **Nutzen statt Aufgeben**
 Modernisieren und reaktivieren von Klein-Wasserkraftwerken, Beurteilungskriterien.
 Bestellnummer EDMZ 805.173.d Preis: Fr. 17.35 inkl. MWSt
- **Rénover au lieu d'abandonner**
 Modernisation et remise en service des petites centrales hydrauliques.
 No de commande EDMZ 805.173.f Prix: Fr. 17.35 incl. TVA
- **Pico-Kraftwerke / Pico-centrales**
 Kleinste Wasserkraftwerke mit Eigenleistungen bauen. / Les toutes petites centrales à installer
 soi-même. 8 Beispiele im Detail / 8 exemples en détail.
 Bestellnr. / No de commande EDMZ 805.196.d + f Preis / Prix: Fr. 31.60 inkl. MWSt / incl. TVA
- **Elektrizität aus Abwasser-Systemen / L'Eau usée génératrice d'électricité**
 Konzept, Realisation, Potential / Concept, réalisation, potentiel
 Bestellnummer / No de commande EDMZ 805.209.d + f Preis / Prix: Fr. 16.20 inkl. MWSt / incl. TVA
- **L'Eau usée génératrice d'électricité**
 Dossier technique et étude du potentiel
 No de commande EDMZ 805.211.f Prix: Fr. 22.00 incl. TVA
- **Energiebilanzen von Kleinwasserkraftwerken** **(NEU)**
 Energierückzahldauer und Energieerntefaktor
 Bestellnummer EDMZ 805.760.d Preis: Fr. 6.75 inkl. MWSt
- **Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie** **(NEU)**
 Situationsanalyse; Bestellnummer EDMZ 805.761.d Preis: Fr. 10.90 inkl. MWSt

Bezug / Commande:

Infoenergie Nordwestschweiz, c/o Nova Energie GmbH, Schachenallee 29, 5000 Aarau	Tel. 062 / 834 03 03 Fax 062 / 834 03 23
SKAT; Fachstelle der Schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit für Technologie-Management, Vadianstrasse 42, CH-9000 St. Gallen	Tel. 071 / 228 74 75 Fax 071 / 228 75 45

Bei der Projektleitung DIANE 10 sind zudem zur Zeit erhältlich:

c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG, Postfach, 8910 Affoltern a/A Tel. 01 / 762 18 18
 (Selbstkostenpreise inkl. MWSt und Versandkosten) Fax 01 / 762 18 15

- Portrait DIANE Klein-Wasserkraftwerke / Portrait Projet DIANE petites centrales hydrauliques /
 Ritratto Progetto DIANE piccole centrali idrauliche / Portrait DIANE Project Small Hydro
(gratis / gratuit / gratuitement / free)
- Gesamtkonzept DIANE Klein-Wasserkraftwerke (Fr. 50.00)
- Tagungsmappe zur aktuellen regionalen Fachtagung (Fr. 50.00)
- Kopiervorlagen zu "Nutzen statt Aufgeben" (d+f) (Fr. 10.00)
- Folienset für Hellraumprojektor "Ökologie und Kleinwasserkraftwerke" (Fr. 130.-)

Publikationen in Bearbeitung / Publications en élaboration:

- Ökonomie und Ökologie bei Erneuerung: Faltblatt, anfangs 1997
- Schwemmgut bei Kleinwasserkraftwerken, Grundlagenbericht, 1997
- Kontinuum der Gewässer, Grundlagenbericht, 1997
- Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke, Materialien für Entscheidungsträger und Promotoren, 1997
- Handbuch Kleinwasserkraftwerke 1997, Informationen für Planung, Bau und Betrieb

