Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke

Ökonomische und ökologische Aspekte

Autoren:
Louis von Moos, Kiefer & Partners, Zürich
Hanspeter Leutwiler, ITECO Ingenieurunternehmung AG, Affoltern a.A.

1997 / Bestellnummer EDMZ: 805.634 d

Projektleitung
DIANE Klein-Wasserkraftwerke
c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG, Postfach, 8910 Affoltern a.A.
Tel. 01-762 18 18 / Fax 01-762 18 15

IMPRESSUM

Herausgeber:	Bundesamt für Energiewirtschaft, Bern, unter Mitarbeit des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, Biel, und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
Bearbeitung:	Louis von Moos, Kiefer & Partners, Zürich Hanspeter Leutwiler, ITECO Ingenieurunternehmung AG, Affoltern a.A., Projektleiter DIANE Klein-Wasserkraftwerke
Auftragnehmer:	Kiefer & Partners, Zürich
Titelblatt:	F. Hartmann, St. Gallen
Copyright:	© Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW), 3003 Bern
Bezugsquellen:	Eidg. Drucksachen und Materialienzentrale (EDMZ), 3003 Bern Bestellnummer 805.634 d SKAT, Fachstelle der Schweizerischen Entwicklungs- zusammenarbeit für Technologie-Management, Vadianstrasse 42, 9000 St. Gallen InfoEnergie (Adressen siehe nebenstehend)

DANK

Das umfangreiche Bildmaterial wurde in verdankenswerter Weise zum allergrössten Teil von der ITECO Ingenieurunternehmung AG in Affoltern am Albis kostenlos zur Verfügung gestellt.

Daneben stellten folgende Personen oder Firmen einzelne Bilder ebenfalls kostenlos zur Verfügung (Bilder jeweils speziell bezeichnet):

- BKW FMB Energie AG, Bern;
- Elektrizitätswerk Brig-Naters AG (EWBN), Brig;
- Elektrizitätswerk der Stadt Bern, Bern;
- Hr. A. Engel, AGRARING Hydrelec Ingenieurunternehmung AG, Mandach;
- Hr. Ch. Göldi, Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kt. Zürich (AGW), Zürich;
- Hr. L. Quadri, S-chanf;
- Hr. R. Chenal, Laboratoire de Mini-Hydraulique (MHyLab), Montcherand;
- Licht- und Wasserwerk AG Kandersteg (LWK), Kandersteg;
- Provedimaint Electric Val Müstair (PEM), Sta. Maria.

Auch ihnen sei an dieser Stelle gedankt.

Ein spezieller Dank gebührt Hr. E. Kälin, der die Zeichnung seines Kraftwerkes in Wollerau (Zeichnung: M. Schorno) zur Verfügung stellte.

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich.

INFORMATION UND BERATUNG

DIANE bietet über InfoEnergie Auskunft, Information, Dokumentation und Kurzberatung zum Thema Kleinwasserkraftwerke, vermittelt Standortbesichtigungen mit Grobanalysen und ist Ansprechstelle für Vorträge:

InfoEnergie Ostschweiz
c/o Nova Energie GmbH
FAT, 8356 Tänikon bei Aadorf
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

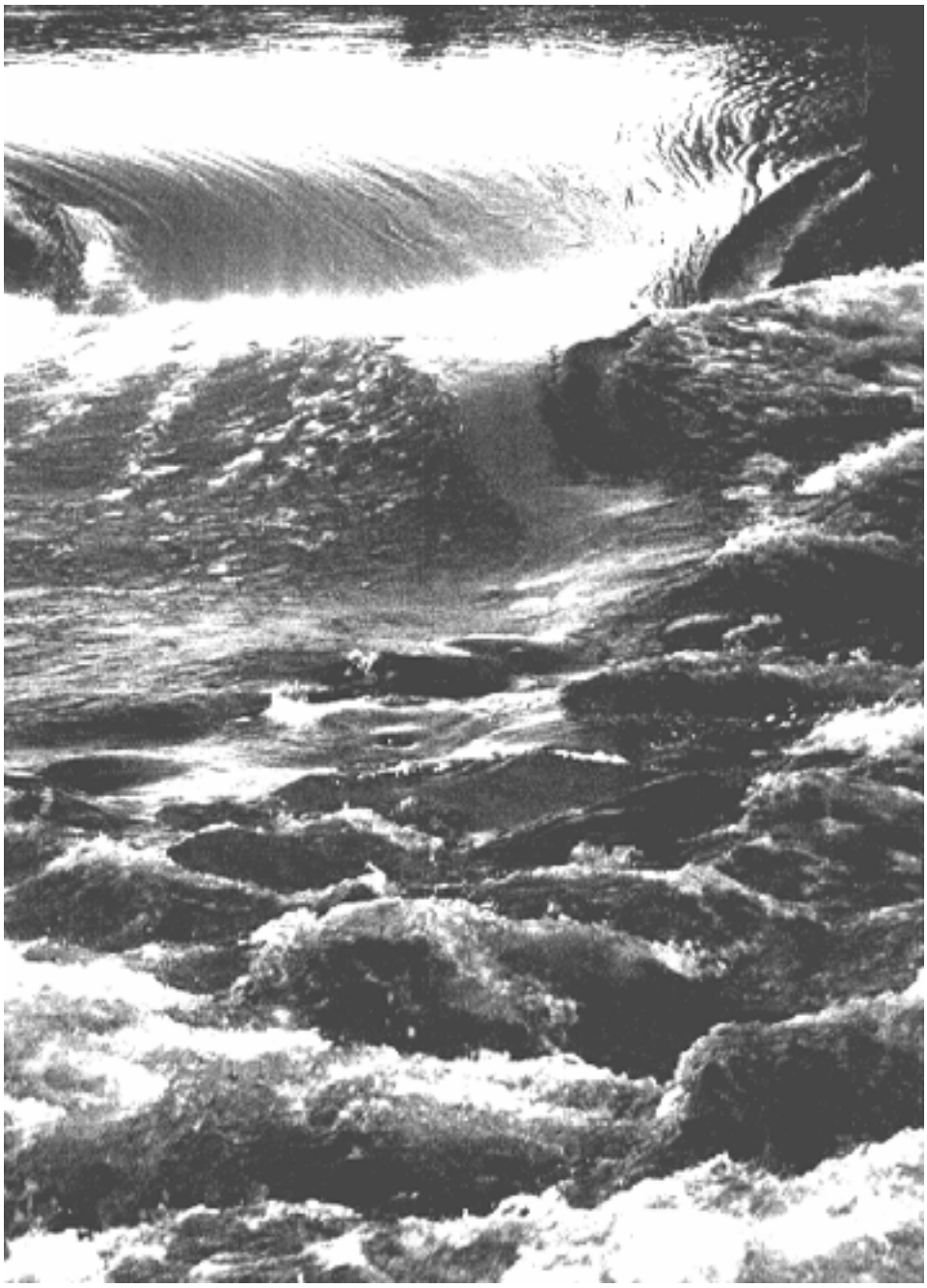
InfoEnergia Ticino, Centrale di consulenza
sezione protezione aria e acqua, 6500 Bellinzona
Tel. 091 - 804 37 55/53, Fax 091 - 804 37 36

Raymond Chenal
Fondation MHyLab, 1354 Montcherand
Tel. und Fax 024 - 441 36 54

FÖRDERMASSNAHMEN FÜR KLEINWASSERKRAFT-WERKE

Informationen über den aktuellen Stand der Projektunterstützungen, das Projekt DIANE Klein-Wasserkraftwerke sowie weitere indirekte Fördermassnahmen des Bundesamtes für Energiewirtschaft erteilt:

bis Dezember 1997: Projektleitung DIANE Klein-Wasserkraftwerke
ab Januar 1998: Programmleitung Kleinwasserkraftwerke
c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG
Postfach, 8910 Affoltern a.A.
Tel. 01 - 762 18 18, Fax 01 - 762 18 15



Auszüge aus dem Energieartikel der Bundesverfassung (Art. 24 octies)

[1] Bund und Kantone setzen sich im Rahmen ihrer Zuständigkeiten für eine ausreichende, breitgefächerte und sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung sowie für einen sparsamen und rationellen Energieverbrauch ein.

[2] Der Bund erlässt Grundsätze für:

a. die Nutzung einheimischer und erneuerbarer Energien;

b. den sparsamen und rationellen Energieverbrauch.

...

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT

HINWEISE FÜR DIE LESERIN UND DEN LESER

TEIL I: ENERGIE, WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT 1
Umstrukturierungen des Wasserkraftwerkparks 1
Brachliegende Potentiale erneuerbarer Energien nutzen 4
Energie und CO_2 auf der Waagschale 6
Energie zu tragbaren Preisen 8
Vielseitige Unterstützung – Hilfe bei der Finanzierung 11
Was bringen Kleinwasserkraftwerke der Volkswirtschaft? 13

TEIL II: LANDSCHAFT UND ÖKOLOGIE 17
Kleinwasserkraftwerke in der Landschaft und im Siedlungsgebiet 17
Wasserbau – eine Herausforderung 19
Vernetzte Lebensräume schaffen 22
Reinhaltung der Gewässer 25

PUBLIKATIONSLISTE 28

VORWORT

Im Rahmen des Aktionsprogramms "Energie 2000" der Schweizerischen Eidgenossenschaft wurden verschiedene Projekte zur Förderung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien durchgeführt. Im Projekt DIANE Klein-Wasserkraftwerke wurde dabei auf die verschiedensten Aspekte im Zusammenhang mit der Energiegewinnung durch Kleinwasserkraftwerke eingegangen.

Die vorliegende Broschüre "Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke" versucht, eine ganzheitliche Betrachtung über die verschiedenen Aspekte der Energieerzeugung mittels Kleinwasserkraftwerken vorzunehmen. Sie soll als Informations- und Promotionsbroschüre für Entscheidungsträger und Projektpromotoren dienen.

Kleinwasserkraftwerke nutzen erneuerbare Energie aus Gewässern – sie stehen somit im Spannungsfeld zwischen Nutz- und Schutzinteressen. Kleinwasserkraftwerke stellen ein Glied in der langen Kette der Belastungen der Gewässer dar: Verbauungen, Stoffbelastung, Freizeitnutzung etc. Andererseits sollte wegen der drohenden Klimaerwärmung und der Knappheit nicht erneuerbarer Ressourcen vermehrt einheimische Energie aus erneuerbaren Quellen genutzt werden.

Kleinwasserkraftwerke stehen zudem für inländische Arbeitsplätze, generationenlange Wertschöpfung und dezentrale Entwicklung im Gegensatz zu neusten Tendenzen in Richtung von "Billigstromimporten", über deren Umweltauswirkungen die Schweiz wenig Einfluss ausüben kann.

Diesen Herausforderungen gilt es mit Fachkompetenz und moderner Technologie zu begegnen.

Hanspeter Leutwiler
Projektleiter DIANE Klein-Wasserkraftwerke

Verlegung der Druckleitung für das Kleinwasserkraftwerk Guggenloch Lütisburg.

HINWEISE FÜR DIE LESERIN UND DEN LESER

Gesamtschau und Handbuch

Die vorliegende Broschüre "Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke" stellt eines der beiden Abschlussprodukte des von 1992 bis 1997 laufenden Programms DIANE Klein-Wasserkraftwerke des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) dar. Das zweite Abschlussprodukt ist das "Handbuch 1997, Kleinwasserkraftwerke", welches Informationen für Planung, Bau und Betrieb von Kleinwasserkraftwerken in Form eines Praxisführers vermittelt und insbesondere alle wichtigen aktuellen Adressen und Quellenangaben enthält. Um die Übersichtlichkeit der vorliegenden Gesamtschau zu gewähren, wird auf die detaillierte Wiedergabe von Quellen, Gesetzen und Adressen verzichtet – diese Informationen sind im Handbuch zu finden.

Handbuch 1997, Kleinwasserkraftwerke
Informationen für Planung, Bau und Betrieb
Bestellnummer EDMZ: 805.633 d

Sowohl die "Gesamtschau" wie auch das "Handbuch" werden zudem in französischer Sprache publiziert:

Aperçu général sur les petites centrales hydrauliques
Aspects économiques et écologiques.
Numéro de commande OFCIM: 805.634 f

Manuel 1997. Petites centrales hydrauliques
Informations sur la planification, la construction et l'exploitation.
Numéro de commande OFCIM: 805.633 f

Lesehilfen

In der "Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke" werden die verschiedenen Aspekte der Kleinwasserkraftnutzung zusammengetragen und miteinander in Beziehung gesetzt. So werden im Teil I die Aspekte Energie, Wirtschaft und Gesellschaft behandelt, im Teil II die Aspekte Landschaft und Ökologie. Am Ende der einzelnen Kapitel finden sich eine Zusammenfassung sowie Hinweise auf weiterführende Unterlagen. Sie werden folgendermassen bezeichnet:

û = Zusammenfassung

ü = Hinweise auf weiterführende Unterlagen

TEIL I: ENERGIE, WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT

UMSTRUKTURIERUNGEN DES WASSERKRAFTWERKPARKS

Während der Industrialisierung der Schweiz waren es vor allem die Kleinwasserkraftwerke, welche die Energie für Industrie und Gewerbe lieferten. Die Kleinwasserkraftwerke reihen sich historisch in die vielfältigen gewerblichen und privaten Nutzungen der Gewässer ein: Energielieferant für Industrie und Gewerbe; Wasserentnahme für Gerbereien, Färbereien und zur landwirtschaftlichen Bewässerung; Transportwege für die Schifffahrt und das Flössen von Holz; Fischzucht; Waschen im Dorfbach etc.

Energieversorgung des Gewerbes durch Kleinwasserkraftwerke (Guggenloch Lütisburg).

Im letzten Jahrhundert wurden Industrie und Gewerbe in der Schweiz durch über 10'000 Kleinanlagen mit Energie versorgt. 1914 wiesen die Wasserrechtsregister der Schweiz rund 7'000 Kleinwasserkraftwerke bis 10 Megawatt (MW) Leistung auf. Davon waren über 90 % Anlagen kleinster Leistung bis zu 300 Kilowatt (kW) wie Wasserräder oder Kleinturbinen. Mit dem flächendeckenden Ausbau des Stromnetzes, dem Angebot billiger Energie aus Grosskraftwerken und wegen der Konkurrenz der billig und flexibel einsetzbaren Verbrennungsmotoren setzte im 20. Jahrhundert ein Schrumpfungsprozess bei den Kleinwasserkraftwerken ein.

Beispiele für stillgelegte und verwachsene Kleinwasserkraftwerke.

Wie weiter?

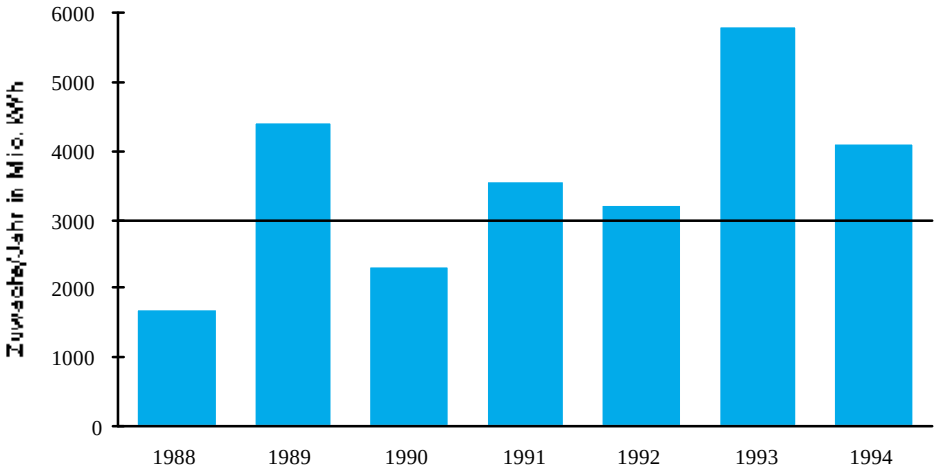
1985 bestanden noch ca. 1'000 stromproduzierende Wasserkraftwerke mit bis zu 10 MW Leistung, davon ca. 700 mit einer Leistung bis zu 300 kW. Zusätzlich gab es ca. 400 Anlagen mit rein mechanischer Kraftverwendung. Das Problem der Klimaerwärmung durch CO_2-Emissionen oder Katastrophen wie der Unfall in Tschernobyl führten zu einem verstärkten Bewusstsein für die Bedeutung erneuerbarer Energiequellen. 1990 wurde vom Volk der Energieartikel der Bundesverfassung angenommen (Art. 24 octies BV). Darauf basierend wurde 1991 der Energienutzungsbeschluss (ENB) erlassen, welcher eine neue wirtschaftliche Basis für die erneuerbaren Energien ermöglicht. Ebenfalls 1991 wurde gestützt auf den ENB das Aktionsprogramm "Energie 2000" sowie eine gezielte Förderpolitik für erneuerbare Energien gestartet.

Kernbotschaft Aktionsprogramm "Energie 2000"
Das Aktionsprogramm "Energie 2000" will den Energieverbrauch und den CO_2-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 sinnvoll und ökologisch vorbildlich sind.

Im Rahmen seiner Förderpolitik führte das Bundesamt für Energiewirtschaft von 1992 bis 1997 das Programm DIANE Klein-Wasserkraftwerke durch (*DIANE: D*urchbruch *I*nnovativer *A*nwendungen *N*euer *E*nergietechniken).

Die Trendwende hat begonnen

Obwohl infolge weiterer Stillegungen von Kleinstanlagen die Anzahl der Anlagen immer noch leicht sinkt, steigt die Energieproduktion aus Kleinwasserkraftwerken heute wieder an. Dies ist auf die gezielte Förderpolitik und eine damit verbundene Steigerung der Produktionsleistung der einzelnen Anlagen zurückzuführen. So gehen jährlich mehr als ein Dutzend Kleinwasserkraftwerke neu oder nach einer langjährigen Stillegungsphase wiederum ans Netz und bringen einen Jahreszuwachs an Energie von einigen Millionen Kilowattstunden.



Jahreszuwachs an Energie in der Schweiz aus Kleinstwasserkraftwerken (< 300 kW).
(Quelle: DIANE/ISKB, unveröffentlicht[1])

û Seit der Einführung des Aktionsprogramms "Energie 2000" mit dem Teilprogramm DIANE Klein-Wasserkraftwerke konnte dank verschiedenster Anstrengungen die zuvor rückläufige Energieproduktion aus Kleinwasserkraftwerken wieder erhöht werden.

ü

- BWW, 1987: Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz, Teil III. Bestellnummer EDMZ: 804.101 d. (BWW = Bundesamt für Wasserwirtschaft).
- BEW, 1996: 6. Jahresbericht des Aktionsprogramms "Energie 2000". Bestellnummer EDMZ: 805.063.6 d.

1) *Interne Auswertung ISKB: Zwischen 1988 und 1994 realisierte Kleinstwasserkraft-Projekte. (ISKB = Interessenverband Schweiz. Kleinkraftwerk-Besitzer.)*

BRACHLIEGENDE POTENTIALE ERNEUERBARER ENERGIEN NUTZEN

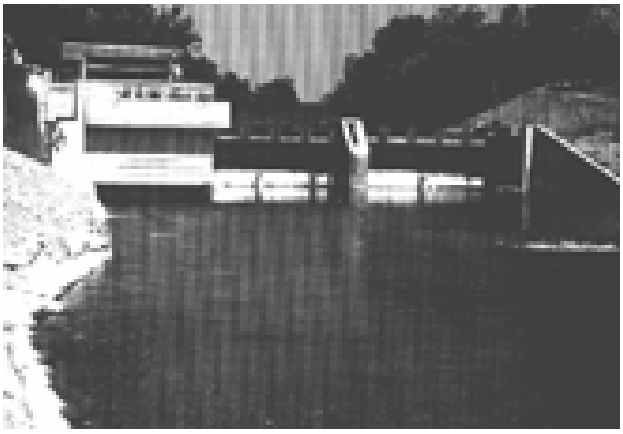
Vorausgesetzt, dass die heutige Förderpolitik und die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gleichbleiben, lässt sich die Energieproduktion aus Kleinwasserkraftwerken zu tragbaren Preisen weiter erhöhen. Potentiale liegen dabei in folgenden Bereichen:

- Erneuerung und Modernisierung bestehender Anlagen,
- Reaktivierung von stillgelegten Anlagen,
- Neubauten an geeigneten Stellen (Ökologie, Landschaft, Energiegestehungskosten etc. beachten),
- Stromversorgung von Alpbetrieben mittels Kleinstwasserkraftwerken anstelle von dieselbetriebenen Generatoren,
- Nutzung von überschüssigem Druck im Trinkwassernetz, in Abwassersystemen und in Bewässerungs- und Drainagesystemen,
- Installation von Dotierturbinen bei der Dotierwasserabgabe, sofern das Dotierwasser nicht für die Fischaufstiegshilfe (Umgehungsgerinne/Fischtreppe) benötigt wird,
- Turbinierung von Brauchwasser bei Grossverbrauchern,
- Nutzung von bestehenden wasserbaulichen Schwellen.

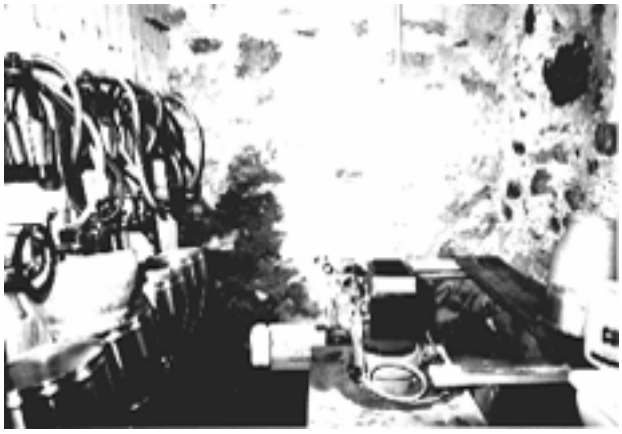
Eine Mehrproduktion aus Kleinwasserkraftwerken kann erzielt werden, wenn in Kleinarbeit überall dort Anlagen gebaut oder erneuert werden, wo dies zu tragbaren Preisen und ohne wesentliche Mehrbelastung von Gewässern und Umwelt möglich ist.

- DIANE Nutzen statt Aufgeben: Modernisieren und Reaktivieren von Klein-Wasserkraftwerken. Bestellnummer EDMZ: 805.173 d.
- DIANE Pico-Kraftwerke: Kleinste Wasserkraftwerke mit Eigenleistung bauen. Bestellnummer EDMZ: 805.196 d+f.
- DIANE Elektrizität aus Trinkwasser-Systemen: Inventar und Potentialerhebung Trinkwasserkraftwerke in der Schweiz. Bestellnummer EDMZ: 805.752 d+f.
- DIANE Trinkwasser-Kraftwerke: Technische Anlagendokumentation, 8 Beispiele im Detail. Bestellnummer EDMZ: 805.632 d+f.
- DIANE Elektrizität aus Abwasser-Systemen: Konzept, Realisation, Potential. Bestellnummer EDMZ: 805.209 d+f.

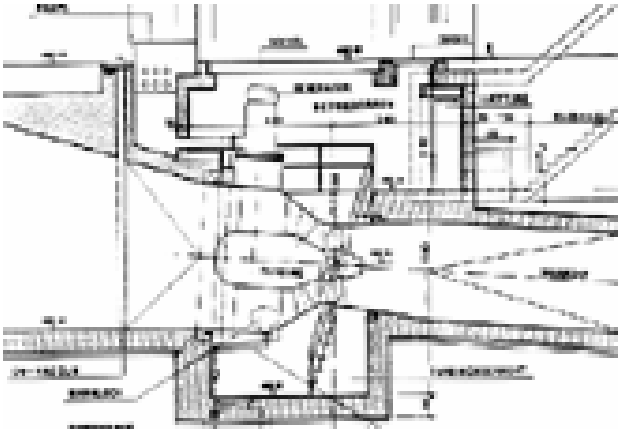
Potentiale für vermehrte Energieproduktion aus Kleinwasserkraftwerken



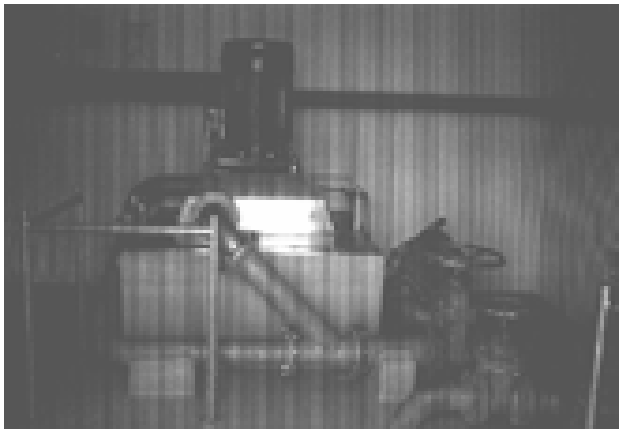
Reaktivierung alter Standorte.
Kleinwasserkraftwerk Pfungen.



Alpkraftwerk.
Alp d'Immez Lavinuoz, Lavin. (Bild: L. Quadri, S-chanf)



Dotierkraftwerk.
Kraftwerk Felsenau Bern. (im Bau; Bild: EW Bern)



Trinkwasserkraftwerk.
Anlage Buechetsmatt Sarnen.

Bewässerungskraftwerk.
Kleinwasserkraftwerke Wickertswald. (Bild: EWBN AG)

Neubau.
Kleinwasserkraftwerk Klusi Erlenbach.
(Bild: BKW FMB Energie AG)

ENERGIE UND CO_2 AUF DER WAAGSCHALE

Energiebilanzen sprechen für die Wasserkraft

Der Gütefaktor (nach Spreng 1988, s. BWW 1995) sagt aus, wieviel mal mehr Energie ein Kraftwerk während seiner gesamten Anlagenlebensdauer produziert als Energie für Bau, Betrieb (inkl. direkt eingesetzte Energieträger in Form von Brennstoffen wie Gas, Kohle, Öl oder Uran) und Entsorgung investiert werden muss.

Bei der Betrachtung der Gütefaktoren ausgewählter Kleinwasserkraftwerke ergibt sich folgendes Bild:

Gütefaktoren ausgewählter Kleinwasserkraftwerke	
bachgespiesenes Kleinwasserkraftwerk (Obermühle Baar)	130
Hochdruckkraftwerk (Champagna Samedan)	188
Trinkwasserkraftwerk (Buechetsmatt Sarnen)	538

(Quelle: DIANE Energiebilanzen)

Ein Vergleich mit Gütefaktoren ausgewählter Grosswasserkraftwerke zeigt, dass die Kleinwasserkraftwerke bzgl. Gütefaktoren in ähnlichen Grössenordnungen liegen.

Gütefaktoren ausgewählter Grosswasserkraftwerke	
Laufwasserkraftwerk (Bannwil)	170
Speicherkraftwerk (Tinzen)	280

(Quelle: BWW, 1995)

Ein Vergleich mit Gütefaktoren anderer mit erneuerbaren Energien betriebenen Anlagen zeigt, dass Kleinwasserkraftwerke überdurchschnittlich gut abschneiden.

Gütefaktoren anderer mit erneuerbaren Energien betriebenen Anlagen	
Kleine Windenergieanlage (Simplon)	30
Kleine Photovoltaikanlage (Variante 1995)	6

(Quelle: BWW, 1995)

Kleinwasserkraft und CO_2

Die CO_2-Problematik (Stichwort Klimaerwärmung) dürfte langfristig zu einer volkswirtschaftlich existentiellen Frage werden.

Jede in der Schweiz aus erneuerbaren Quellen erzeugte und ins öffentliche Netz eingespiesene Kilowattstunde (kWh) ersetzt letztlich im europäischen Verbundnetz irgendwo die Produktion einer Kilowattstunde Strom aus einer anderen Anlage. Somit kann die Einspeisung von Strom aus Kleinwasserkraftwerken z.B. Strom aus Bandlast-Kraftwerken ersetzen, die mit

fossilen Energieträgern wie Kohle oder Erdöl betrieben werden und grosse Luftschadstoff-Emissionen verursachen.

Nachfolgend finden sich Angaben über die Luftschadstoff-Emissionen verschiedener Kraftwerkstypen. Betrachtet wurde dabei Bau, Betrieb und Entsorgung der Kraftwerke; die Emissionen sind in Kilogramm pro Gigawattstunde (kg/GWh[1]) erzeugte elektrische Energie angegeben.

Luftschadstoff-Emissionen verschiedener Kraftwerkstypen in Europa
(UCPTE[2], Stand 1990)

	CO_2	SO_2	Partikel
	[kg/GWh erzeugte elektrische Energie]		
Strom ab Braunkohlekraftwerk UCPTE	1'335'524	13'045	928
Strom ölthermisch UCPTE	825'768	8'494	349
Strom ab Brenngaskraftwerk UCPTE	884'992	210	58
Strom ab Kernkraftwerk UCPTE	12'977	90	26
Strom ab Wasser-Speicherkraftwerk UCPTE	4'010	12	8
Strom ab Laufwasserkraftwerk UCPTE	3'529	9	7
Strom-Mix UCPTE[3]	493'276	2'970	355

(Quelle: Ökoinventare für Energiesysteme, 1996[4])

û Strom aus Kleinwasserkraftwerken verursacht insgesamt (Bau, Betrieb, Entsorgung) wesentlich weniger klimaerwärmendes CO_2 als importierter europäischer Netzstrom.

ü
- DIANE Energiebilanzen von Kleinwasserkraftwerken: Energierückzahldauer – Energieerntefaktor. Bestellnummer EDMZ: 805.630 d.
- BWW, 1995: Energiebilanzen von Wasserkraftwerken im Vergleich mit anderen stromproduzierenden Anlagen. Bestellnummer EDMZ: 804.307.

1) *1 Gigawattstunde (GWh) = 1 Mio. Kilowattstunden (kWh)*
2) *UCPTE = Europäischer Stromverbund. Die angegebenen Schadstoffwerte entsprechen den über den gesamten europäischen Stromverbund gemittelten Resultaten.*
3) *Mit "Strom-Mix UCPTE" wird die durchschnittliche Zusammensetzung des europäischen Stroms ab Steckdose bzgl. der verschiedenen Erzeugungsarten wie Strom aus Kohlekraft, Kernkraft, Wasserkraft etc. bezeichnet.*
4) *Frischknecht et al. Ökoinventare für Energiesystemen. 3. Auflage.. Im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft. ETH Zürich, PSI Villigen, Juli 1996. (Auf CD-ROM, Dateien ResEmis2/3/4.xls)*

ENERGIE ZU TRAGBAREN PREISEN

Energiegestehungskosten

Der europäische Strommarkt wird liberalisiert; nuklear und fossil erzeugte Energie ist zu günstigen Preisen verfügbar. Strom aus neuen Wasserkraftanlagen ist auf den ersten Blick relativ teuer. Gerade bei fossil erzeugtem Strom muss aber die oben dargelegte, weit höhere Umweltbelastung durch Luftschadstoffe und Treibhausgase in Betracht gezogen werden. Nachfolgend sind die Energiegestehungskosten (Rp./kWh) für Neubauten von verschiedenen Kraftwerkstypen angegeben.

Energiegestehungskosten für Neubauten (Rp./kWh, Vollkosten 1995)	
Laufwasserkraftwerke	10
Wasser-Speicherkraftwerke	24
Kernkraftwerke	8
Gas- und Dampfkraftwerke[1]	10
Fossil-thermische Kraftwerke	8
Photovoltaik	130

(Quelle: Prognos, 1996[2])

Rückeinspeisung

Gemäss Energienutzungsbeschluss (ENB) sind die Elektrizitätsversorgungsunternehmen verpflichtet, Rückeinspeisungen in ihr Netz durch Eigenproduzenten erneuerbarer Energien zuzulassen. Für diese Rückeinspeisung aus dezentraler Produktion wurde ein minimaler Jahresmittelpreis festgelegt, welcher dem volkswirtschaftlichen Grenzkostentarif entspricht. Der Tarif beträgt derzeit gemäss den Empfehlungen des Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartements (EVED) für Bandenergie aus Kleinwasserkraftwerken bis 1 MW Leistung 16 Rp./kWh. Je nach Anteil des eingespiesenen, besser verkäuflichen Winterstroms bewegt sich der effektive mittlere Erlös in der Praxis zwischen 12 und 16.5 Rp./kWh. Die Tarifempfehlung des EVED wurde durch einen Entscheid des Bundesgerichtes gestützt. Diese Regelungen sollen gemäss gegenwärtig vorliegendem Entwurf auch im neuen Eidg. Energiegesetz beibehalten werden.

1) *Mit Erdgas betriebenes Gas- und Dampfkraftwerk "Siedlung" (GuD-Siedlung).*
2) *Prognos AG. Analyse und Bewertung des Elektrizitätsangebotes für die Szenarien I-III 1990-2030. Im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft. Basel, November 1996.*

Auszüge aus dem ENB erneuerbare Energien betreffend
"Dieser Bundesbeschluss bezweckt, durch die Förderung einer sparsamen und rationellen Energienutzung zu einer ausreichenden, breitgefächerten, sicheren, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung beizutragen."
"... erneuerbare Energien sind verstärkt zu nutzen."
"Die Unternehmungen der öffentlichen Energieversorgung sind verpflichtet, die von Selbstversorgern angebotene Energie, die regelmässig produziert wird, in einer für das Netz geeigneten Form abzunehmen."
"Die Vergütung richtet sich nach den Bezugspreisen für gleichwertige Energie aus dem regionalen Übertragungsnetz."

Einflussfaktoren auf die Energiegestehungskosten

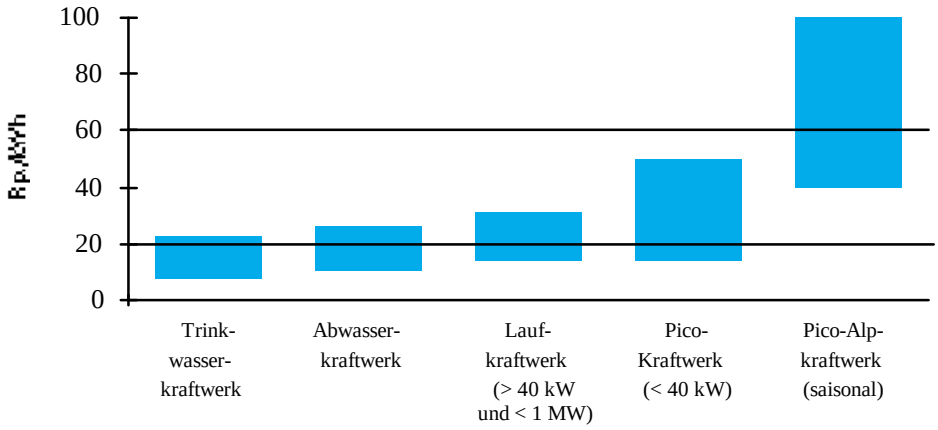
Die Energiegestehungskosten von Kleinwasserkraftwerken hängen stark von der Standortgunst und der Grösse der einzelnen Anlage ab. Faktoren, die sich positiv auf die Energiegestehungskosten auswirken, sind

- grosses nutzbares Gefälle,
- grosse nutzbare Wassermenge,
- bereits bestehende Bausubstanz oder Leitungen,
- einfache Bau- und Transportbedingungen,
- geringe Kosten für den Wasserbau,
- Serienfabrikation, Standardisierung.

Energiegestehungskosten verschiedener Kleinwasserkraftwerke

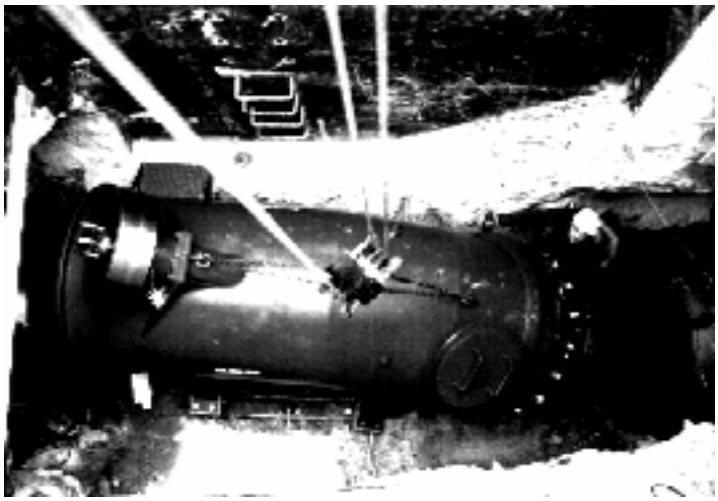
In der nachfolgenden Abbildung sind die Spannweiten der Energiegestehungskosten in Rp./kWh für Neubauten folgender Kleinwasserkraftwerkstypen dargestellt:

- Trinkwasserkraftwerk,
- Abwasserkraftwerk,
- Kleinwasserkraftwerk mit einer Leistung zwischen 40 kW und 1 MW,
- Pico-Kraftwerk (mit Eigenleistung erstelltes Kleinstwasserkraftwerk mit einer Leistung bis zu 40 kW),
- Alp-Kraftwerk (Pico-Kraftwerk ohne Netzanschluss (Inselbetrieb) mit nur saisonaler Benutzung für einen Alpbetrieb).



Spannweite der Energiegestehungskosten für verschiedene Kleinwasserkraftwerke in Rp./kWh bei der heute typenspezifischen Ausnutzungsdauer (grobe Richtwerte für Neubauten).
(Quelle: DIANE/ISKB, unveröffentlicht[1])

Der erneuerbaren Energie aus Kleinwasserkraftwerken steht ein wichtiger Platz zu, da Kleinwasserkraftwerke geringe Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen aufweisen. Diesen Platz können sie dank der Möglichkeit der Rückeinspeisung von Strom ins öffentliche Netz und dank angemessener Vergütung des eingespiesenen Stroms behaupten.



Setzen der Turbine beim Kleinwasserkraftwerk Obermühle Baar.

1) *Interne Auswertung ISKB: Zwischen 1988 und 1994 realisierte Kleinstwasserkraft-Projekte. (ISKB = Interessenverband Schweiz. Kleinkraftwerk-Besitzer.)*

VIELSEITIGE UNTERSTÜTZUNG – HILFE BEI DER FINANZIERUNG

Die Bauherrschaft von Kleinwasserkraftwerken ist nicht in allen Fällen auf sich alleine gestellt. Die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit einer Kleinwasserkraftwerkanlage ist auf verschiedenen Wegen möglich:

Staatliche Beiträge an nicht amortisierbare Kosten

- Unterstützung von Pilot- und Demonstrationsanlagen durch Bund (BEW) und Kantone.
- Förderbeiträge an Vorstudien durch das BEW, insbesondere für Reaktivierungsprojekte (aufgrund der durch das BWW mit den Kantonen erarbeiteten Reaktivierungsstudien).
- Unterstützung von Projekten im Berggebiet durch Ausrichtung von Beiträgen der Berghilfe.
- Möglichkeit der Subventionierung von Kleinwasserkraftwerken im Zusammenhang mit der Stromversorgung von Alpbetrieben bei Gesamtmeliorationen.
- Beiträge zur Erhaltung industrie- oder kulturhistorisch wertvoller Anlagen durch den Heimatschutz.

Förderung von Forschung und Entwicklung

Das von der Stiftung Montcherand gebaute *Lab*oratoire de *M*ini-*Hy*draulique erarbeitet Know-how auf dem Gebiet der Kleinstturbinen, was insbesondere für den Bau von Kleinanlagen in Entwicklungsländern interessant ist. Das *MHyLab* wird durch den Bund, einzelne Kantone und von Teilen der Elektrizitätswirtschaft unterstützt.

Seit Januar 1997 werden im MHyLab Kleinturbinen getestet.
(Bild: R. Chenal, MHyLab, Montcherand).

Kostenentlastung für die Kleinwasserkraftwerke

- Der Erlass des Wasserzinses für Kleinwasserkraftwerke mit einer Leistung bis zu 1 MW sowie die Reduktion des Wasserzinses bis zu einer Leistung von 2 MW wurde durch das Eidg. Parlament im Rahmen der Revision des Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte in der Wintersession 1996 beschlossen.

- Möglichkeit der Übernahme von gewissen Wasserbaukosten in einzelnen Kantonen (Hochwasserschutz, Uferunterhalt etc.).
- Finanzielle Unterstützung für ökologische Massnahmen wie Fischaufstiegshilfen, naturnahe Gewässergestaltung, Unterhalt von Naturschutzobjekten auf der Nutzungsstrecke etc.
- Zur Verfügung stellen von Land, z.B. im Baurecht, insbesondere bei grösserem Landbedarf für naturnahe Uferverbauung und -gestaltung.

Unterstützung durch die Elektrizitätswirtschaft

- Unterstützung von Projekten im Bereich der Kleinwasserkraft durch Beiträge von Stiftungen und Fonds (z.B. Fonds der Elektrizitätswirtschaft).
- Unterstützung durch Elektrizitätswerke mittels Übernahme einer Trägerschaft, Vermittlung von Information, Beratung und technischer Hilfe.

Mobilisierung von Investitionskapital

- Ausrichtung von Krediten und Darlehen mit Sonderkonditionen im Zusammenhang mit ökologisch und energetisch sinnvollen Projekten durch einige kommerzielle Bankinstitute sowie spezialisierte Banken.
- Unterstützung von Projekten durch Beteiligung von privaten Trägerorganisationen (Energiefördervereine und -genossenschaften) oder Elektrizitätsgesellschaften.

Neue Finanzierungsform

- Völlige Fremdfinanzierung eines Projektes durch einen Partner (sogenanntes "Energie-Contracting").

û Verschiedene Institutionen und Geldgeber helfen mit, die erneuerbare Energie aus Kleinwasserkraftwerken zu fördern und zu tragen.

ü DIANE Handbuch 1997, Kleinwasserkraftwerke: Informationen für Planung, Bau und Betrieb. Bestellnummer EDMZ: 805.633 d.

Viele Anlagen weisen einen Investitionsbedarf auf.

WAS BRINGEN KLEINWASSERKRAFTWERKE DER VOLKSWIRTSCHAFT?

Kleinwasserkraftwerke als Wirtschaftsförderer

Kleinwasserkraftwerke können langfristig zur regionalen Wertschöpfung und zur Erhaltung von Arbeitsplätzen beitragen. Sie tragen zur Stärkung kleiner und mittlerer Unternehmen bei, welche das Rückgrat der Schweizer Wirtschaft bilden.

Kleinwasserkraftwerk Obermühle Baar.

Kleinwasserkraftwerke als Technologieprodukt

Moderne Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz spiegeln Know-how und Leistungsfähigkeit der einheimischen Industrie. Es gilt, sich mit hochwertigen Technologieprodukten, Innovationskraft und Dynamik auf dem internationalen Markt zu behaupten.

Ein Beispiel für moderne Technologie im Kleinwasserkraftbereich.

Kleinwasserkraftwerke als Exportartikel

Ein moderner Kleinwasserkraftwerkpark in der Schweiz bildet zudem das beste Schaufenster für die Leistungen der Exportindustrie. Mit den Erfahrungen in der Schweiz können in Entwicklungs- und Schwellenländern Kleinwasserkraftwerke gebaut und Elektrizitätsversorgungsunternehmen gegründet werden.

Eingang zur Maschinenzentrale beim Kleinwasserkraftwerk Salleri Chialsa in Nepal.

Schweizer Kleinwasserkraftwerk-Engineering beim Kleinwasserkraftwerk Salleri Chialsa in Nepal.

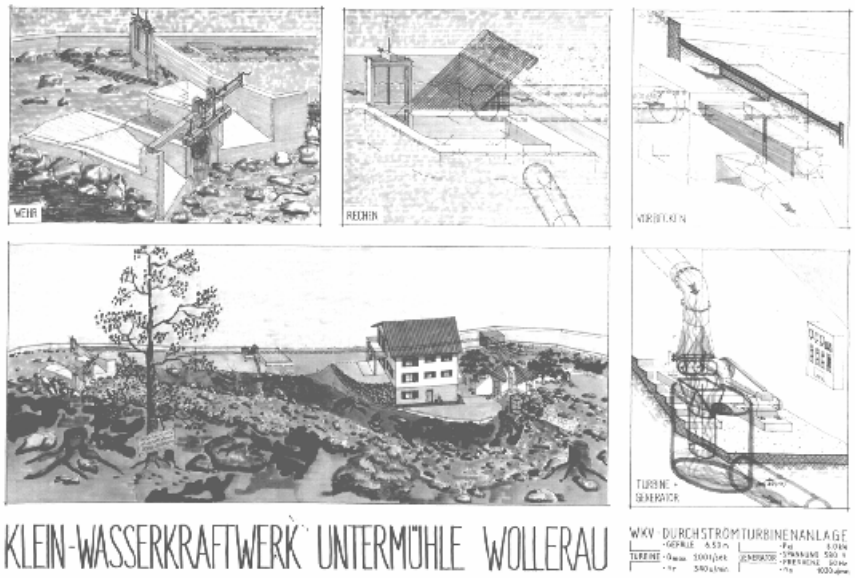
Kleinwasserkraftwerke als Energieversorger entlegener Gebiete

Kleinwasserkraftwerke sind in der Lage, die isolierte Stromversorgung entlegener Talschaften sicherzustellen. Sie können so die Notstromversorgung für wichtige öffentliche Einrichtungen (z.B. ein Käsereikühlhaus oder eine Abwasserreinigungsanlage) sichern und dieselbetriebene Notstromaggregate überflüssig machen. Zudem stellen Kleinwasserkraftwerke in entlegenen Gebieten eine interessante Alternative zu langen Freileitungen dar, um Bauernhöfe, Hotels oder Alphütten mit Elektrizität zu versorgen.

Versorgung entlegener Gebiete durch Kleinwasserkraftwerke.
(Bild: Provedimaint Electric Val Müstair (PEM), Sta. Maria)

Dank kostengünstiger Eigenleistung genutzt

Viele private Betreiber nutzen die lokalen Potentiale angepasst und kostengünstig, auch dank vieler unentgeltlicher Eigenleistungen. Sie tragen zu einer dezentralen Energieversorgung mit erneuerbarer Energie bei.



(Zeichnung: M. Schorno, Zürich)

Zeugen der Industriegeschichte

Ohne Einnahmen aus der Energieproduktion würden manche Zeugen der industriehistorischen und gewerblichen Entwicklung verschwinden. Dank der Energieproduktion können die den Kleinwasserkraftwerken angegliederten Kanäle, Weiher und Gebäude erhalten und unter dem Aspekt des Heimatschutzes gepflegt werden.

Kleinwasserkraftwerk Stroppel Untersiggenthal.
(Bild: A. Phillipe, Turgi)

Förderung der rationellen Energieverwendung durch Anschauungsunterricht

Kleinwasserkraftwerke an geeigneten Standorten produzieren erneuerbare Energie zu tragbaren Kosten und können Fallbeispiele für ökonomisch wie ökologisch sinnvolle Investitionen sein. Zudem können Kleinwasserkraftwerke den hohen Wert der elektrischen Energie demonstrieren, indem die Bevölkerung vor Ort für die Problematik der Stromproduktion sensibilisiert wird.

û Kleinwasserkraftwerke können einen grossen volks- und energiewirtschaftlichen Nutzen haben. Es stellt sich die Herausforderung, diesen Nutzen mit möglichst geringen Einwirkungen auf Landschaft, Flora und Fauna abzustimmen.

ü BWW, 1987: Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz, Teil III. Bestellnummer EDMZ: 804.101 d.

TEIL II: LANDSCHAFT UND ÖKOLOGIE

KLEINWASSERKRAFTWERKE IN DER LANDSCHAFT UND IM SIEDLUNGSGEBIET

Integration in die Landschaft

Die Wirkung einer Kleinwasserkraftwerkanlage auf das Landschaftsbild kann nur im Zusammenhang mit der näheren und weiteren Umgebung des Standortes beurteilt werden. So sind die Wirkungen einer Anlage auf das Landschaftsbild in einer weitgehend naturbelassenen Umgebung anders zu bewerten als in einem intensiv landwirtschaftlich oder industriell genutzten Umfeld. Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um Natur, Kulturlandschaft oder Siedlungsbild im Umfeld eines Kleinwasserkraftwerks zu schonen oder zu ergänzen:

- durch in Gebäuden eingebaute oder unterirdisch angelegte Kleinwasserkraftwerkanlagen,
- durch Begrünung und optimierte Wiederbepflanzung der Baustandorte,
- durch gute architektonische Einpassung der Gebäude in die nähere Umgebung,
- durch bewusste Sichtbarmachung architektonisch und kulturhistorisch interessanter Bauten,
- durch attraktiv gestaltete, moderne Einrichtungen zu Demonstrationszwecken.

Lärm und Vibrationen im Siedlungsgebiet

Bei Kleinwasserkraftwerken, die in Siedlungsgebieten stehen, ist auf die Lärmentwicklung der Turbinen zu achten. Mit der Wahl des geeigneten Maschinentyps, einer Lärmdämmung durch Abschirmung und gegebenenfalls einer Schallisolation am Maschinenhaus können allfällig auftretende Probleme gelöst werden. Auch Vibrationen und Körperschall sind zu beachten und durch konsequente Trennung der Maschinenfundamente vom Gebäude zu beheben.

Die Wirkung einer Kleinwasserkraftwerkanlage auf das Landschaftsbild und das Siedlungsgebiet ist von Standort zu Standort verschieden und muss in jedem Einzelfall wieder neu beurteilt werden.

Kleinwasserkraftwerke in verschiedenen Umfeldern

Naturnahe Flusslandschaft.
Kleinwasserkraftwerk Guggenloch.

Industriezone.
Kleinwasserkraftwerk Burgdorf.

Einpassung ins Dorfbild.
Kleinwasserkraftwerk Kandersteg. (Bild: LWK AG)

Landwirtschaftszone.
Kleinwasserkraftwerk Lotzwil.

Unterirdische Anlage in Kombination mit Fischzuchtweihern.
Kleinwasserkraftwerk Le Montois, Undervelier.
(Bild: A. Engel, Hydrelec AG, Mandach)

Wohnzone.
Kleinwasserkraftwerk Obermühle Baar.

WASSERBAU – EINE HERAUSFORDERUNG

Biologische Verarmung bei harten Bachverbauungen

In Folge der intensiven Landnutzung wurden viele Fliessgewässer zu kanalisierten Wasserrinnen mit möglichst geringem Landbedarf transformiert. Dabei wurden die Fliessgewässer meist in ingenieurtechnischer oder sogenannt "harter Bauweise" mittels Stein oder Beton verbaut. Der damit erreichten Hochwassersicherheit und der Ableitung grösster Wassermengen bei kleinstmöglichem Querschnitt steht meist der Nachteil einer biologischen Verarmung an Lebensraum, Unterschlüpfen und Nischen für Flora und Fauna gegenüber. Zudem wird durch die zu steilen Ufer eine Verbindung zum Land und somit eine Vernetzung quer zum Gewässer verunmöglicht.

Ein Beispiel für eine harte Bachverbauung.

Lösung: naturnahe Verbauung

Als Alternative zur "harten Bauweise" bietet sich gerade beim Bau von Kleinwasserkraftwerken die sogenannt "weiche Bauweise" in idealer Weise an, da z.B. Ausleitstrecken wenig Gefälle aufweisen und vor Hochwasser geschützt sind. Unter "weicher Bauweise" wird die Verwendung von wuchsfähigen Pflanzen oder Pflanzenteilen zur Sicherung der Ufer und Böschungen verstanden. Diese Art der Verbauung kann an strömungsarmen Fliessgewässerstrecken eine durchaus hochwassersichere Alternative darstellen, die eine grössere biologische Vielfalt nach sich zieht. "Harte" und "weiche" Baumassnahmen können sich ideal ergänzen und zu kostengünstigeren Lösungen mit geringeren Unterhaltskosten führen.

Bei der naturnahen Bauweise gilt es folgendes zu beachten:

- flache und möglichst naturnahe Ufer sowie Buchten mit Flachufern, wo Hochwasserschutz und Flächenbedarf es zulassen,
- Gestaltung der Böschungen mit naturnahen Elementen.

In einigen Gemeinden und Kantonen werden solche Vorhaben durch Beiträge oder Landausscheidungen unterstützt.

Naturnahe Verbauung an der Reppisch.
(Bild: Ch. Göldi, AGW Zürich)

Schaffung wertvoller Biotope möglich

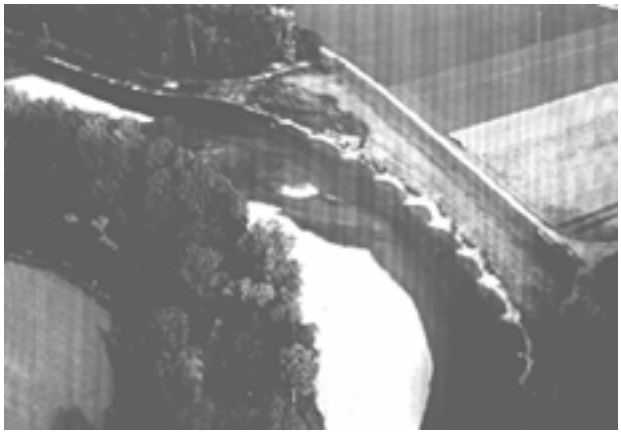
Dass auch Bauten und Anlagen im Zusammenhang mit Kleinwasserkraftwerken Lebensräume für Flora und Fauna bieten können, beweist folgender Auszug aus einem Bericht der Abteilung Landschaft und Gewässer des Kantons Aargau: "... Bei sehr vielen Kraftwerken wurden die Bearbeiter von den schönen und ökologisch vielseitigen Ober- und Unterwasserkanälen überrascht. Diese sind meist wertvolle Biotope für die aquatische und terrestrische Fauna und Flora und sollten im Wasserkanton Aargau im Landschaftsbild erhalten bleiben ..."

Wasserfassung und Stauraum beim Kleinwasserkraftwerk Guggenloch Lütisburg (Wasserfassung im Vordergrund).

Naturnaher Stauraum beim Kleinwasserkraftwerk Zwillikon.

- Im modernen Wasserbau gibt es interessante Möglichkeiten, Lebensraum für Flora und Fauna mit einfachen Mitteln zu schützen oder neu herzustellen, ohne dabei den Hochwasserschutz zu vernachlässigen.

- DIANE Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie. Situationsanalyse. Bestellnummer EDMZ: 805.631 d.



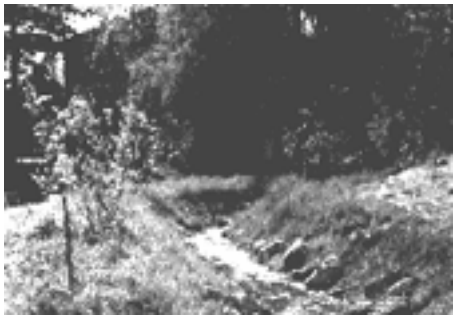
Moderner, naturnaher Wasserbau und Hochwasserschutz am Beispiel der Thur. (Bilder: Ch. Göldi, AGW Zürich)

VERNETZTE LEBENSRÄUME SCHAFFEN

Natürliche Fliessgewässer stellen vernetzte Lebensräume dar, sowohl quer wie auch längs zur Fliessrichtung. Damit Wasserkraftwerke die Funktion der Gewässer als vernetzte Lebensräume so wenig wie möglich beeinträchtigen, können verschiedene Massnahmen getroffen werden.

Restwassermengen kombiniert mit baulichen Massnahmen

Mit der Vorgabe für die Restwassermengen gemäss Eidg. Gewässerschutzgesetz (GSchG) sollen die Lebensbedingungen für Flora und Fauna gewährleistet werden. Kombiniert man die Dotierung der Restwasserstrecke mit Niedrigwasserrinnen, Fischunterständen und Mulden, dann können die Lebensbedingungen wieder denjenigen des ursprünglichen Gewässers angenähert werden. Oft bringen bereits kleine, phantasievolle Massnahmen eine grosse Wirkung.



Naturnah gestaltete Restwasserstrecke beim Bau und im Betrieb – Kleinwasserkraftwerk Obermühle Baar.

Wanderung und Drift im Fliessgewässer

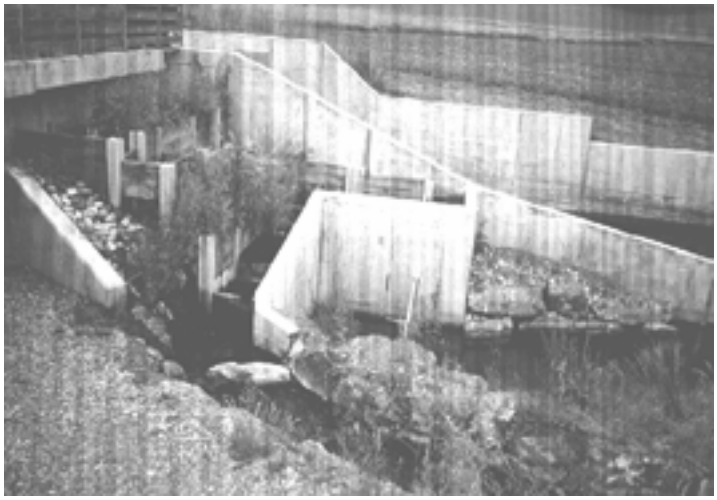
Fische und Kleinlebewesen wandern in ihrem Lebenszyklus in den Fliessgewässern auf- und abwärts. So führen verschiedene Fischarten wie z.B. Lachse, Aale oder Bachforellen Wanderungen zu ihren Laichgebieten durch, um sich fortzupflanzen. Kleinlebewesen werden durch die Strömung abgedriftet und steigen von Zeit zu Zeit wieder gegen die Strömung auf. Wasserbauliche Sperren wie Abstürze oder Stauvorrichtungen unterbrechen den Gewässerlebensraum und verunmöglichen die Vernetzung längs des Gewässers.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, diese Beeinträchtigungen zu mildern:

- Gewässerverbau mittels Blockrampen anstelle von Wehrmauern,
- flache, dauernd überströmte Wehrrücken bei niederen Wehren,
- Bau von künstlichen Aufstiegshilfen für Fische und Kleinlebewesen wie Umgehungsgerinne, Fischtreppen, Fischlifte etc. Dabei ist zu beachten, dass nur korrekt konzipierte, mit genügend Wasser betriebene (meist unter Verwendung der Restwassermenge) und gut gewartete Einrichtungen ihren Zweck erfüllen können. Die Zusammenarbeit mit Fischereibiologen für

Konzept, Ausführung und Erfolgskontrollen von Aufstiegshilfen ist unabdingbar und bringt die besten Ergebnisse, auch in bezug auf die Wirtschaftlichkeit. Falls die Vernetzung längs des Gewässers durch natürliche Abstürze oder Hindernisse unterbrochen ist, kann auf den Bau einer Aufstiegshilfe verzichtet werden. Die diesbezüglichen Bestimmungen sind im Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) geregelt.

Umgehungsgerinne beim Kleinwasserkraftwerk Sigismühle Seon.



Fischtreppe beim Kleinwasserkraftwerk Lotzwil.

- Durch geeignete Einrichtungen wie Rechen oder Gitter wird sichergestellt, dass bei der Abwärtswanderung nur solche Fische und Lebewesen in den Bereich der Turbine gelangen, die sie unbeschadet passieren können. Die

Überlebenschance der Fische hängt im wesentlichen vom Turbinentyp, der Nutzfallhöhe und der Turbinengrösse ab. Logischerweise haben kleinere Fische grössere Überlebenschancen.

Kraftwerkskanäle und Stauräume als wertvoller Lebensraum

Kraftwerkskanäle und Stauräume können bei entsprechender Gestaltung wertvolle Lebensräume für Flora und Fauna sein. Zudem können sie Zufluchtsräume sowohl gegen natürliche Feinde wie auch bei Hochwasser oder Trockenheit bieten. Die Aufwertung der Kraftwerksbereiche als naturnahe Lebensräume und deren Gestaltung geschieht am besten in Zusammenarbeit zwischen Fischereiinteressierten, Naturschützern und Kraftwerksbetreibern.

Beispiel für einen naturnahen Stauraum.

Die Vernetzung der Gewässer in Längsrichtung ist für verschiedene Fische und Kleinlebewesen von grosser Bedeutung und kann beim Bau eines Kleinwasserkraftwerks mit verschiedenen Massnahmen unterstützt oder wiederhergestellt werden.

- DIANE Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie. Situationsanalyse. Bestellnummer EDMZ: 805.631 d.
- DIANE Fische und Kleinwasserkraftwerke: Kostengünstige Aufstiegshilfen für Fische und Kleinlebewesen. Bestellnummer EDMZ: 805.635 d+f.
- DIANE Vernetzung bei Kleinwasserkraftwerken. Untersuchungen über das Gewässerkontinuum für Fische und Kleinlebewesen. Bestellnummer EDMZ: 805.637 d.

REINHALTUNG DER GEWÄSSER

Schwemmgut

Das im Einlaufrechen des Kleinwasserkraftwerks gesammelte Schwemmgut muss laut GSchG dem Gewässer entnommen und fachgerecht entsorgt werden. Einerseits handelt es sich beim Schwemmgut um natürliche Materialien wie Totholz oder Laub, andererseits um menschlich verursachtes Schwemmgut wie Zivilisationsmüll sowie massenhaft auftretende Algen durch den übermässigen Nährstoffeintrag in die Gewässer. Die Kosten und der Arbeitsaufwand, die sich aus der Entnahme ergeben, müssen durch den Kraftwerksbetreiber getragen werden. Bei gemeinsamen Massnahmen mit einem untenliegenden Kraftwerk darf das Schwemmgut mit Bewilligung der kantonalen Behörde von der oberhalb liegenden Anlage weitergegeben werden.

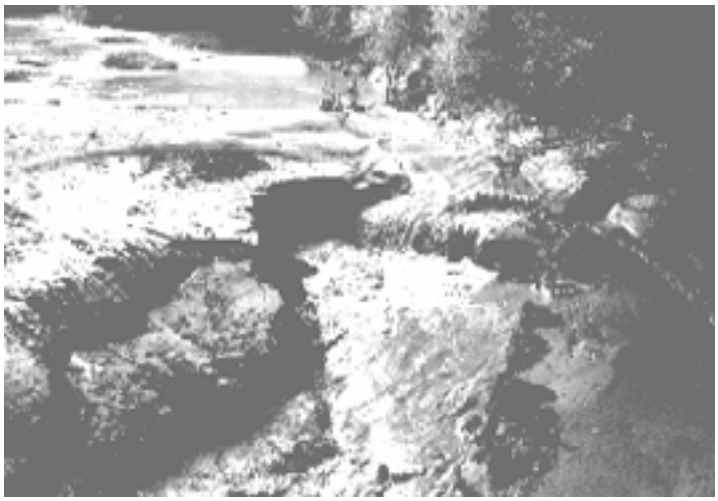
Abhilfe bringen zudem in vielen Fällen geeignete bauliche Massnahmen, die den Geschwemmseleintrag in die Fassungen wesentlich vermindern können.

Schwemmgutentnahme.

Geschiebe/Stauraumspülungen

Der Stauraum eines Kleinwasserkraftwerks wird allmählich mit Geschiebe aufgefüllt. Mit periodischen Spülungen kann das Volumen des Stauraums konstant gehalten werden. Für das Ökosystem haben Spülungen bei unsachgemässer Ausführung schwerwiegende Folgen. Durch behutsames Vorgehen können grössere Schäden vermieden werden, indem beispielsweise nur während eines natürlichen Hochwassers gespült oder die Laich- und Wanderperioden der Fische beachtet werden. Fachleute und die zuständigen Behörden helfen bei der Ausarbeitung von Spülplänen.

Durch Kombination der langjährigen Erfahrungen von Betreibern mit dem Fachwissen von Spezialisten gelingt es oftmals, die Ablagerungen von vornherein zu vermindern und die Problematik auf diese Weise zu entschärfen.



Stauraumspülung.

Bauarbeiten

Vor allem in der Bauphase eines Kleinwasserkraftwerks soll durch sachgerechte Wartung der Maschinen und hochwassersichere Lagerung von wassergefährdenden Flüssigkeiten und Stoffen (Öle, Diesel, Baustoffe etc.) das Risiko einer Gewässerverschmutzung weitgehend vermieden werden. Zudem ist bei den Arbeiten im Gewässer Rücksicht auf die für Flora und Fauna sensiblen Jahreszeiten zu nehmen (z.B Laich- und Wanderungszeit der Fische).

Bauarbeiten beim Kleinwasserkraftwerk Mülibach Burgdorf.

Betriebsphase

In der Betriebsphase eines Kleinwasserkraftwerks wird durch die regelmässige Wartung von Maschinen und Anlagen, durch den Einsatz von biologisch abbaubaren Fetten und Ölen sowie durch den Ersatz von umweltgefährdenden Stoffen (z.B. Ersatz der Kühlmittel bei alten Kondensatoren) das Risiko von Gewässerverschmutzungen auf ein Minimum reduziert. Im Normalfall sind neben den oben genannten Stoffen keine weiteren wassergefährdenden Flüssigkeiten und Stoffe in einem Kleinwasserkraftwerk notwendig. Auch in der Betriebsphase muss die Lagerung von Betriebs- und Hilfsstoffen hochwassersicher sein. Das Maschinenhaus sollte nicht ohne Schutz- und Reinigungseinrichtungen ins Gewässer entwässert werden.

Falls in die dem Kraftwerk unterliegende Restwasserstrecke Abwasser eingeleitet wird, können sich Wasserqualitätsprobleme ergeben. Abhilfe kann eine mit den zuständigen Behörden abgesprochene Einleitung des Abwassers in den Triebwasserweg des Kraftwerks bringen.

û Kleinwasserkraftwerke führen bei fachgerechtem Bau und Betrieb im Normalfall zu keinen Wasserqualitätsproblemen.

ü

- DIANE Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie. Situationsanalyse. Bestellnummer EDMZ: 805.631 d.
- DIANE Geschwemmsel bei Kleinwasserkraftwerken. Wasserbauliche Massnahmen zur Verminderung des Schwemmguteintrages. Bestellnummer EDMZ: 805.636 d.

PUBLIKATIONSLISTE

PUBLIKATIONEN / PUBLICATIONS

- Elektrizität aus Trinkwasser-Systemen / L'eau potable génératrice d'électricité
  Inventar und Potentialerhebung / Inventaire et étude du potentiel.
  Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OFCIM: 805.752 d+f — Fr. 10.20
- Nutzen statt Aufgeben
  Modernisieren und reaktivieren von Klein-Wasserkraftwerken, Beurteilungskriterien.
  Bestellnummer EDMZ: 805.173 d — Fr. 17.35
- Rénover au lieu d'abandonner
  Modernisation et remise en service des petites centrales hydrauliques.
  Numéro de commande OFCIM: 805.173 f — Fr. 17.35
- 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.
  Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OFCIM: 805.196 d+f — Fr. 31.60
- Elektrizität aus Abwasser-Systemen / L'eau usée génératrice d'électricité
  Konzept, Realisation, Potential / Concept, réalisation, potentiel.
  Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OFCIM: 805.209 d+f — Fr. 16.20
- Energiebilanzen von Kleinwasserkraftwerken
  Energierückzahldauer und Energieerntefaktor.
  Bestellnummer EDMZ: 805.630 d — Fr. 6.75
- Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie
  Situationsanalyse.
  Bestellnummer EDMZ: 805.631 d — Fr. 10.90
- Petites centrales hydrauliques et écologie des eaux
  Analyse de la situation.
  Numéro de commande OFCIM: 805.631 f — Fr. 10.90
- L'eau usée génératrice d'électricité
  Dossier technique et étude du potentiel.
  Numéro de commande OFCIM: 805.211 f — Fr. 22.00

- Trinkwasser-Kraftwerke / Petites centrales hydroélectriques sur l'eau potable (s)
  Technische Anlagendokumentation / Documentation technique.
  8 Beispiele im Detail / 8 exemples en détail.
  Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OFCIM: 805.632 d+f
- Handbuch 1997, Kleinwasserkraftwerke (s)
  Informationen für Planung, Bau und Betrieb.
  Bestellnummer EDMZ: 805.633 d
- Manuel 1997. Petites centrales hydrauliques. (s)
  Informations sur la planification, la construction et l'exploitation.
  Numéro de commande OFCIM: 805.633 f
- Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke (s)
  Ökonomische und ökologische Aspekte.
  Bestellnummer EDMZ: 805.634 d
- Aperçu général sur les petites centrales hydrauliques (s)
  Aspects économiques et écologiques.
  Numéro de commande OFCIM: 805.634 f

- Fische und Kleinwasserkraftwerke / Poissons et petites centrales hydrauliques (s)
  Kostengünstige Aufstiegshilfen für Fische und Kleinlebewesen / Solutions avantageuses de franchissement pour les poissons et la microfaune aquatique.
  Bestellnummer EDMZ / Numéro de commande OFCIM: 805.635 d+f

GRUNDLAGENBERICHTE / RAPPORTS

- Geschwemmsel bei Kleinwasserkraftwerken (s, Arbeitstitel)
  Wasserbauliche Massnahmen zur Verminderung des Schwemmguteintrages und Informationen für die Planung, Optimierung und den Betrieb.
  Bestellnummer EDMZ: 805.636 d
- Vernetzung bei Kleinwasserkraftwerken, Kontinuum der Gewässer (s, Arbeitstitel)
  Untersuchungen über das Gewässerkontinuum für Fische und Kleinlebewesen.
  Bestellnummer EDMZ: 805.637 d

PROSPEKTE / PLAQUETTES

- Faltblatt "Ökonomie und Ökologie bei der Erneuerung" gratis
- "Publikationen, Information & Beratung DIANE" / "publications, information & conseils DIANE" gratis / gratuit

ANFERTIGUNG AUF BESTELLUNG / PRODUCTION SUR DEMANDE

- Folienset für Hellraumprojektor "Ökologie und Kleinwasserkraftwerke" Fr. 130.-
- Portrait DIANE Klein-Wasserkraftwerke /
  Portrait Projet DIANE petites centrales hydrauliques /
  Ritratto Progetto DIANE piccole centrali idrauliche /
  Portrait DIANE Project Small Hydro gratis / gratuit

- Gesamtkonzept DIANE Klein-Wasserkraftwerke (*) Fr. 50.00
- Diverse Informationsunterlagen zum Themenkreis Kleinwasserkraftwerke
  (Schweiz: Bezug bei InfoEnergie. Ausland: Auskunft bei SKAT
  Suisse: Commande auprès de Infoénergie. Etranger: Information auprès de SKAT)

Bezug / Commande:

InfoEnergie Nordwestschweiz	Tel.	062 834 03 03
c/o Nova Energie GmbH, Schachenallee 29, 5000 Aarau	Fax	062 834 03 23
SKAT, Fachstelle der Schweizerischen Entwicklungszusammenarbeit	Tel.	071 228 54 54
für Technologie-Management, Vadianstrasse 42, CH–9000 St. Gallen	Fax	071 228 54 55

(Preise inkl. MWSt, exkl. Versandkosten / Prix incl. TVA, excl. emballage et port.)

(s): Publikationen Frühling – Sommer 1997 / Publications en printemps – té 1997

(*): Bezug / Commande:

DIANE Klein-Wasserkraftwerke / DIANE petites centrales hydrauliques	Tel.	01 762 18 18
c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG, Postfach / Boite postale	Fax	01 762 18 15
CH-8910 Affoltern a.A.		

(Selbstkostenpreise inkl. MWSt. und Versandkosten / Prix de production incl. TVA et frais d'emballage et port.)