

Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement sur réseau public

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

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

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

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

Exemple: Réhabilitation d'une installation de 20 kW

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

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

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

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

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

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

L'outil annuel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(1% du coût de l'installation)

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

Coût d'exploitation annuel 19'185.-

Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Inselbetrieb

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

Auf der Ertragsseite sind aber andere Massstäbe anzusetzen. Man kann

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

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

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

Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement en îlotage

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

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

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

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

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

Checkliste für Planung und Bau

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

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

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

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

ESTI = Eidg. Starkstrominspektorat

BEW = Bundesamt für Energiewirtschaft

Liste de contrôle pour l'étude et la construction

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

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

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

IFICF = Inspection fédérale des installations à courant fort.

OFEN = Office fédéral de l'énergie

Vorgehenshilfen

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

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

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

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

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

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

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

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

Fragebogen für Kleinstwasserkraftwerk-Projekte

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

1. Allgemeine Angaben

Name Fax

Adresse

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

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

2. Verwendungszweck und erforderliche Gesamtleistung

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

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

Aide préalable

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

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

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

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

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

Produkte, Qualität und Garantien

Qualitätsprodukte zahlen sich aus

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

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

Ausschreibung

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

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

Offertvergleich

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

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

Beurteilungskriterien für Elektromechanik:

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

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



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

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

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

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

Q_{347} und Restwasser

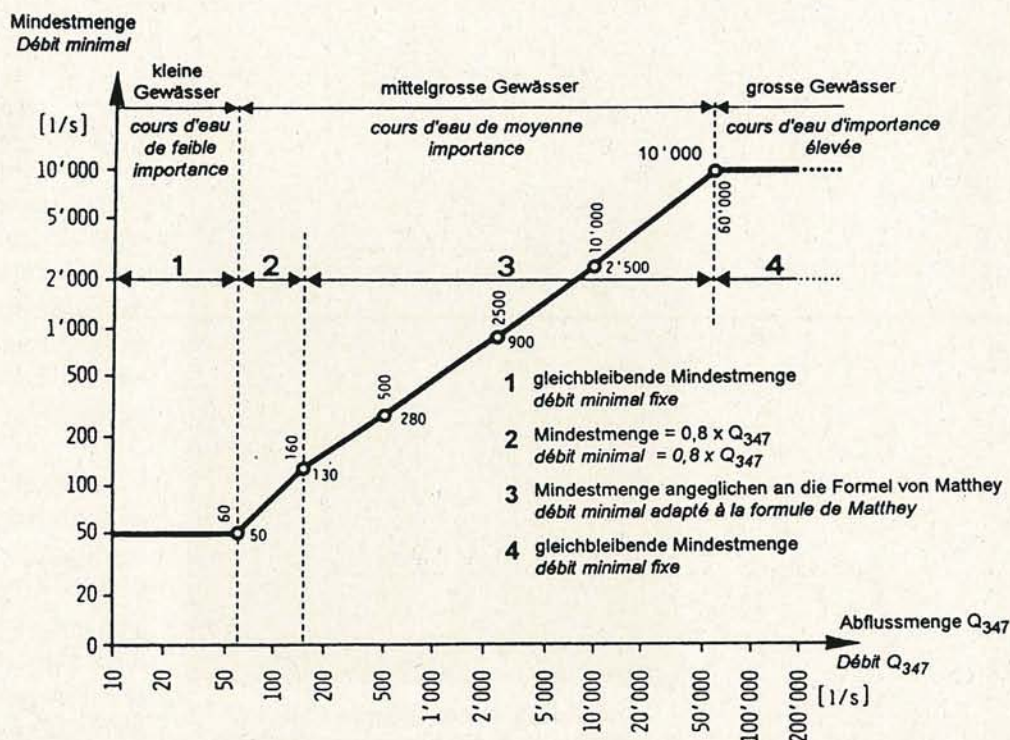
Gerade für Pico-Kraftwerke, die ja ohnehin mit wenig Wasser auskommen müssen, ist die Restwasserfrage mehr noch als bei den Grossanlagen von überlebenswichtiger Bedeutung: Bei kleinen Gewässern machen die Mindestrestwassermengen einen überproportional grossen Teil, wenn nicht gar die Gesamtheit des Abflusses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

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

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

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

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



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

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

Q_{347} et débits résiduels

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

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

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

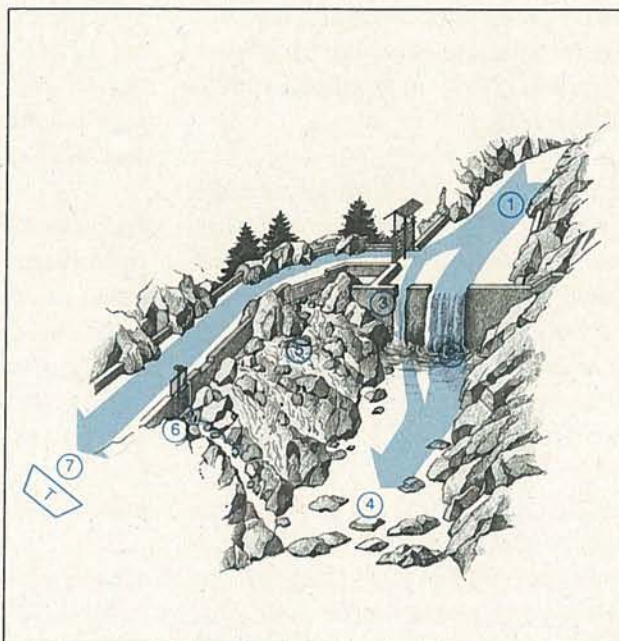
Il faut remarquer que l'art. 31 concerne uniquement les cours d'eau à régime permanent. Des exceptions peuvent être accordées pour des eaux non-piscicoles et des installations avec tronçon de dérivation situé à une altitude supérieure à 1700 m. Les art. 32 et 33 règlent les modalités sur lesquelles s'appuient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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

Gesetze und deren Vollzug

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

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

Dazu kommen wichtige eidg. Verordnungen und Beschlüsse:

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

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

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

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

Im Falle einer ...

geplanten Anlage
(neue Konzession)



... werden die obgenannten Gesetze durchgesetzt ...

- im Zuge des Konzessionsverfahrens

bestehenden Anlage (best. Konzession oder Wasserrecht)



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

Les lois et leur application

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

LEaux Loi fédérale sur la protection des eaux du 24 janvier 1991 (SR 814.20)

LFH Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques du 22 déc. 1916 (SR 721.80)
Loi fédérale sur la pêche du 21 juin 1991 (SR 923.0)
Loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eaux du 21 Juni 1991 (SR 721.100)

LFo Loi fédérale sur les forêts du 4 oct. 1991 (SR 921.0)

LPE Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 oct. 1983 (SR 814.01)

LAT Loi fédérale sur l'aménagement du territoire du 22 juin 1979 (SR 700)

LPN Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage du 1 juillet 1966 (SR 451)

LIE Loi sur les installations électriques du 24. Juni 1902 (SR 734.0)

Loi sur l'énergie (débatte aux chambres fédérales, sept. 97)

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

OGPEP Ordonnance générale sur la protection des eaux du 19 juin 1972 (SR 814.201)

AE Arrêté sur l'énergie du 14 déc. 1990 (SR 730.0)

OEn Ordonnance sur l'énergie du 22 janvier 1992 (SR 730.01)

OPIC Ordonnance sur les projets du 26 juin 1991 (SR 734.25)

OFLP Ordonnance relative à la loi fédérale sur la pêche du 24 nov. 1993 (SR 923.01)

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

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

Dans le cas d'une...

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

installation projetée
(nouvelle concession)



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

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



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

Neue Konzession

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

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

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

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

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

Vorgehen:

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

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

Nouvelle concession

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

à l'autorité compétente est obligatoire.

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

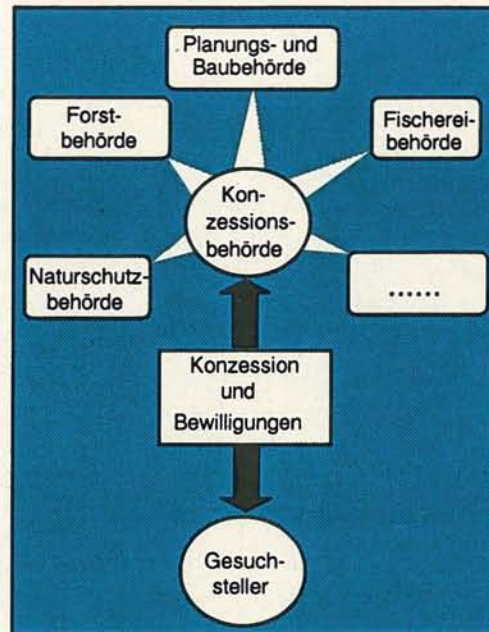
Canton	Autorisés à disposer
GL	riverains
GR	communes
SZ	districts
UR	corporations, excepté pour la Reuss et d'autres cours d'eau relativement grands
VS	communes, excepté pour le Rhône
dans tous les autres cantons	les autorités cantonales elles-mêmes

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

Mode opératoire:

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

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

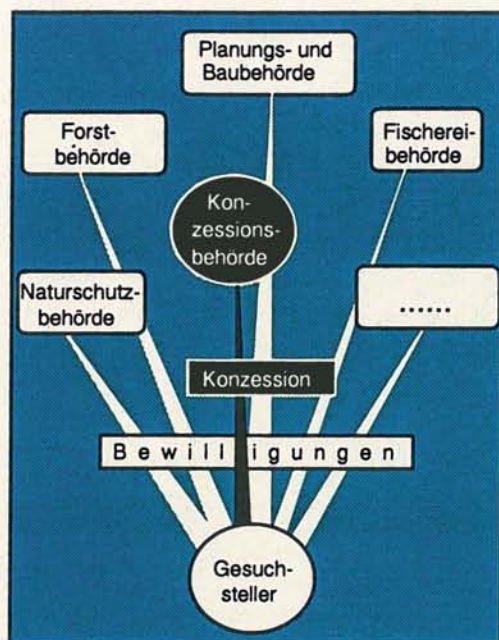


Leitverfahren (im Kanton Bern schon angewandt): Alle behördlichen Bewilligungen laufen über die Konzessionsbehörde, d.h. über eine einzige Kantons-, Bezirks- oder Gemeindeamtsstelle.

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

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

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



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

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

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

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

Notwendige Bewilligungen

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

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

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

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

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

²⁾ BEW = Bundesamt für Energiewirtschaft

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

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

Autorisations nécessaires

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

projet définitif (description technique et plans).

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

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

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

²⁾ OFEN = Office fédéral de l'énergie

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

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

Pflichten des Betreibers

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

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

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

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

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



Für Arbeiten im Flussbett bedarf es einer fischereipolizeilichen Bewilligung.

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

Obligations de l'exploitant

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

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

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

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

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

Versicherungen

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

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

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

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

Assurances

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

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

Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Netzbetrieb

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

Jahresertrag für Netzeinspeisung

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

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

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

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

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

Jahreskosten

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

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

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

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

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

Betrieb und Unterhalt
(3% der Anlagekosten)

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

Wasserzins, Gebühren,
Versicherung
(1% der Anlagekosten)

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

Jährliche Betriebskosten **19'185.-**

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

Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement sur réseau public

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

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

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

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

Exemple: Réhabilitation d'une installation de 20 kW

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

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

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

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

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

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

Coût annuel

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(1% du coût de l'installation)

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

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

Wirtschaftlichkeit von Pico-Kraftwerken im Inselbetrieb

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

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

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

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

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

Rentabilité des Pico-centrales avec fonctionnement en îlotage

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

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

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

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

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

Checkliste für Planung und Bau

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

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

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

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

ESTI = Eidg. Starkstrominspektorat

BEW = Bundesamt für Energiewirtschaft

Liste de contrôle pour l'étude et la construction

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

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

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

IFICF = Inspection fédérale des installations à courant fort.

OFEN = Office fédéral de l'énergie

Vorgehenshilfen

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

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

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

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

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

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

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

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

Fragebogen für Kleinstwasserkraftwerk-Projekte

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

1. Allgemeine Angaben

Name.....

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

Telefon.....

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

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

2. Verwendungszweck und erforderliche Gesamtleistung

2.1 Verwendung der Anlage für
☐ reine Stromerzeugung und mechanischen Antrieb

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

Aide préalable

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

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

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

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

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

Produkte, Qualität und Garantien

Qualitätsprodukte zahlen sich aus

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

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

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

Ausschreibung

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

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

Offertvergleich

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

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

Beurteilungskriterien für Elektromechanik:

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

Produits, qualité et garanties

Les produits de qualité sont payants

Après un fonctionnement d'un millier d'heures, une turbine bien choisie est tout juste rodée, alors qu'après une telle durée bon nombre d'appareils atteignent le seuil de mise hors service. Une turbine de qualité doit pouvoir durer sans problème au moins 25 ans, voire des générations, avec, cela va de soi, un entretien approprié.

Les machines bon marchés n'ont pas seulement une durée de vie écourtée, mais elles présentent, au cours des années d'exploitation, d'importantes pertes de production et causent, de surcroît, des dépenses excessives. Lorsque le prix d'achat est le seul critère de sélection des appareils à utiliser

dans les petites centrales hydrauliques, bien souvent ces installations doivent subir des remises en état, des rééquipements ou des transformations prématurées.

L'achat d'une turbine est une question de confiance. Avant toute décision, il faut donc demander des références d'ordre général et particulier, et aller visiter des objets correspondant à ces références. Bon nombre de fabricants offrent des machines de qualité à des prix avantageux. Raison suffisante pour profiter de la libre concurrence en lançant un appel d'offre.

Appel d'offres

Il est bon de demander plusieurs offres, après avoir défini aussi précisément que possible les exigences envers les composants de l'installation au moyen d'un cahier des charges. Mais il est également recommandé de donner à l'entreprise ou au fournisseur

la possibilité de proposer des solutions différentes de la solution envisagée.

Pour cela, il est conseillé d'avoir recours à un ingénieur indépendant, spécialisé et expérimenté en la matière pour préparer ledit cahier des charges.

Comparaison des offres

Comparez alors les offres reçues avec le catalogue des exigences ou le cahier des charges de l'appel d'offres. L'étude comparative suivie d'un premier choix doit se faire sans tenir compte du prix, ce qui permet d'opérer une comparaison indépendamment du rendement et du prix. Il faut cependant s'attendre à recevoir des offres succinctes standardisées, car de nombreux fabricants tendent à rationaliser leur travail, ce qui à priori n'équivaut pas toujours à une qualité de second ordre. Cette façon de faire est fort bien justifiée pour des commandes de faible montant, mais cela complique une comparaison exhaustive.

Critères d'évaluation pour la partie électromécanique:

- Données de performances, rendement (même en charge partielle)
- Protection anticorrosive, matériaux résistants à la corrosion
- Joints d'étanchéité (matériau, conception, longévité)
- Pièces d'usure (longévité)
- Paliers (matériau, conception, longévité)
- Facilité d'entretien
- Emission de bruits
- Sécurité, protection des machines (échauffement, vitesse d'emballement)
- Service après-vente
- Objets servant de référence et présentant des données d'exploitation et des types de construction analogues

Pauschalvertrag und Kostendach

Mit diesen beiden Instrumenten wird verhindert, dass die Projektierungs- und Baukosten unkontrolliert in die Höhe wachsen. Pauschalverträge können für **Unternehmerarbeiten** abgeschlossen werden, wobei es im Interesse des Bauherrn liegt, dass sich der Unternehmer an ein präzise formuliertes Pflichtenheft halten muss. Dies setzt eine gründliche Planung seitens des Bauherrn bzw. des projektverantwortlichen Ingenieurs voraus.

Mit dem **Ingenieur** kann in Zusammenhang mit dem Projektierungs- und Projektierungsvertrag ein Kostendach vereinbart werden. Auch hier stellt ein detailliertes Pflichtenheft eine Notwendigkeit dar. Sowohl für Unternehmer- wie auch für Projektierungsarbeiten können sich während der Bauphase **zusätzliche Leistungen** aufdrängen, denn vor allem bei Tiefbau- und Renovationsarbeiten ist man vor Überraschungen nicht geschützt. Diese zusätzlichen Leistungen müssen neu vertraglich vereinbart werden.

Garantien, Nachweise und Pönalien

Für Komponenten von Pico-Kraftwerken ist das Einholen mindestens folgender **Garantien** zu empfehlen:

Produktmängel

Eine Turbinen-Generator-Gruppe soll bei Dauerbetrieb und fachgerechter Wartung eine Lebensdauer von mindestens 25 Jahren erreichen, für die elektronische Ausrüstung rechnet man mit 15 bis 20 Jahren, für den Stahlwasserbau mit 40 Jahren. Dies zeigt, dass eine mehrjährige Produktgarantie wichtig ist.

Durchgangsdrehzahl, Standfestigkeit

Entsprechend dem Turbinentyp und der Anlagencharakteristik muss die Turbinen-Generator-Gruppe jeden möglichen Fall eines Durchdrehens schadenlos überstehen. Die Verantwortung für die Kontrolle der Überdrehzahl, z.B. mittels Schnellschluss, liegt beim Lieferanten.

Stabiler Betrieb

Unabhängig vom Turbinentyp und vom hydraulischen System muss eine stabile und gleichmässige Stromversorgung gewährleistet sein. Spannungs- und Frequenzschwankungen dürfen die im Vertrag erwähnten Toleranzen nicht überschreiten.

Leistung

Die Maximalleistung der Gruppe muss garantiert werden.

Wirkungsgrad

Der Wirkungsgradverlauf der Turbinen-Generator-Gruppe muss über den gesamten benötigten Lastbereich angegeben sein. Dem Vertrag müssen Messprotokolle von Laborversuchen mit einer gleichen oder geometrisch ähnlichen Turbine und Generator beigelegt sein.

Korrosionsschutz

Wenn möglich sollen für die Düse, Düsen-nadel, Leitapparat, Laufrad und andere mechanische Elemente der Turbine rost-freies Material verwendet werden. Die anderen wasserberührenden Teile müssen mit einem robusten und dauerhaften Rostschutz versehen werden.

Lärm

Bei Arbeitsplätzen und Wohnungen im selben Gebäude: maximale Lärmentwicklung und Vibration.

Kavitation

Absolute Kavitationsfreiheit (Lochfrass wegen lokalem Unterdruck) für die Turbine.

Die in der IEC-Norm 609 genannten Kavitationstoleranzen sind für grössere Turbinen sinnvoll, denn hier kann sich der Aufwand für gelegentliches Aufschweissen kavittierter Stellen lohnen, wenn dafür andere wirtschaftliche Vorteile erzielt werden (z.B. Verzicht auf das Tieferlegen der Turbine). Bei Kleinstanlagen stehen aber die Reparaturkosten meist in keinem Verhältnis zu eventuellen Einsparungen durch die Wahl einer billigen Turbine oder durch kostengünstigere, aber nicht optimale bauliche Anordnung.

Contrat à prix global et limite des coûts

Ces deux outils permettent d'empêcher que les coûts d'étude et de construction ne grimpent démesurément.

Certains travaux d'entreprise peuvent bien se prêter à des offres globales, dans la mesure où les entrepreneurs concernés se tiennent rigoureusement à un cahier des charges formulé avec précision. Cela implique au préalable une étude sérieuse de la part du propriétaire ou de l'ingénieur-conseil impliqué dans le projet.

Il est possible de convenir d'une limite des coûts avec les ingénieurs en la spécifiant

dans le contrat du projet et dans celui de la direction des travaux. Un cahier des charges détaillé s'avère ici aussi indispensable.

Que ce soit pour les travaux d'entreprise ou pour l'étude du projet, il n'est pas exclu devoir de faire à l'occasion face à des prestations supplémentaires pendant la phase de construction; en effet, nul n'est à l'abri d'imprévus et de surprises désagréables, surtout dans les travaux d'infrastructure et de réhabilitation d'ouvrages. Il est donc préférable de régler sans tarder et par contrat ces nouvelles prestations.

Garanties, vérifications et sanctions

En ce qui concerne les composants de Pico-centrales, il est recommandé de demander au moins les **garanties** suivantes:

Produits défectueux

Compter une durée de vie d'au moins de 25 ans pour un groupe turbo-alternateur en fonctionnement continu et avec entretien approprié, de 15 à 20 ans pour les équipements électroniques et de 40 ans pour les constructions hydrauliques en acier. Une garantie de longue durée sur les machines et composants est de ce fait très importante.

Vitesse d'emballement

Conformément au type de turbine et aux caractéristiques de l'installation, le groupe turbo-alternateur doit supporter tout cas possible de vitesse d'emballement. C'est au fournisseur de prendre la responsabilité du contrôle de la vitesse d'emballement (arrêt rapide).

Stabilité de la charge

Quel que soit le type de turbine, et pour autant que le système hydraulique soit stable (adduction et restitution), la puissance du groupe turbo-alternateur doit rester stable à toutes les charges prescrites dans le contrat.

Puissance

La puissance maximale de la turbine doit être garantie.

Rendements

Le rendement global attendu du groupe hydroélectrique sera indiqué dans tout le domaine de fonctionnement requis. Des

protocoles de mesures des rendements de la turbine et du générateur, obtenus en laboratoire sur des machines identiques ou géométriquement semblables, seront joints au contrat.

Protection anticorrosive

Les tuyères, pointeaux, distributeurs, rotors et autres pièces mécaniques usinées de la turbine doivent, si possible, être fabriqués en matériaux inoxydables. Les autres éléments métalliques en contact avec l'eau seront protégés de la rouille par un traitement de surface résistant et durable.

Niveau sonore

Si des places de travail et des logements sont prévus dans le même bâtiment, obtenir la garantie d'une limitation du niveau sonore et des vibrations à des valeurs tolérables.

Cavitation

La turbine doit offrir une sécurité anticavitation absolue (risque d'érosion par suite de dépression localisée).

Les tolérances de cavitation données par la norme 609 de la Commission internationale électrotechnique sont parfaitement justifiées pour les grandes turbines, car le coût d'une éventuelle réparation par soudage d'éléments endommagés par cavitation peut être compensé par d'autres avantages à caractère économique (p.ex. réduction de la cote d'enfoncement de la turbine). Par contre pour les petites centrales hydrauliques, le coût d'une réparation est bien souvent supérieur à une éventuelle économie due au choix d'une turbine à bas prix ou à une disposition constructive moins chère mais non optimale.

Nachweis der Garantien

Die besten Garantien nützen wenig, wenn sie nicht kontrolliert werden und bei Nichterfüllung keine Konsequenzen haben. Zudem muss festgelegt werden, wie im Zweifelsfalle die Garantiebedingungen nachgewiesen werden können und auf wessen Kosten.

Heikel dabei ist der **Nachweis des Wirkungsgrades** einer Turbine, da sich die Bestimmung der effektiv turbinieren Wassermenge meist schwierig und aufwendig gestaltet und für Pico-Kraftwerke unverhältnismässig teuer ist. (Die Kosten für eine solche Messung können in der Grössenordnung des Turbinenpreises liegen!) Keine Schwierigkeiten hingegen bieten präzi-

se Messungen der elektrischen Leistung und der Nettofallhöhe. Deshalb ist es einfach, die bei voller Turbinenöffnung und den gegebenen hydraulischen Bedingungen garantierte Leistung der Turbinen-Generator-Gruppe zu überprüfen.

Die **Kavitationsfreiheit** kann aus vorgängig an gleichen Turbinen durchgeführten Labormessungen verifiziert werden. Kavitationsschäden an der gelieferten Turbine selbst, welche vor Ablauf der Garantiefrist festgestellt werden, ziehen in der Regel eine Rückweisung der Turbine nach sich.

Pönalien

Im Kaufvertrag sollen die Pönalien für den Lieferant bei Nichterfüllen der Garantiebedingungen festgelegt werden.

Verwendung von Occasion-Ausrüstung

Der Einbau von gebrauchten Anlagekomponenten hat im Pico-Kraftwerkbereich seine Tradition - und seine Tücken. Für Gebrauchturbinen und -generatoren besteht ein echter kleiner Markt, aber auch Rechenanlagen, Abschlussorgane, Rohre und kleine Schaltschränke können unter Umständen gefunden werden. Damit ein solcher Handel nicht zum Fiasko wird, sind jedoch fachmännische Kenntnisse und, insbesondere bei einer Generalrevision, das Einholen von Garantien für die Funktionstüchtigkeit notwendig.

Eine Turbine kann an eine andere Fallhöhe angepasst werden. Dabei verändert sich jedoch der Wasserstrom mit der Quadratwurzel der Fallhöhe, und die Drehzahl sollte zwecks Erhaltung der Wirkungsgrade im gleichen Verhältnis angepasst werden. Bei Erhöhung des Gefälles muss jedoch überprüft werden, ob die Turbine den erhöhten Belastungen stand hält. Die Kosten für Aus-

bau und Revision dürfen nicht unterschätzt werden. Wegen der Energieausbeute sollte nicht zu sehr von den als optimal bestimmten Daten für die gesuchte Turbine abgewichen werden. Auch alte Turbinen können, wenn sie von einem renommierten Hersteller stammen, recht gute Wirkungsgrade erbringen. Von Vorteil ist, wenn die Maschine noch in Betrieb besichtigt werden kann (ein seltener Fall), auf jeden Fall soll sie in demontiertem Zustand beurteilt werden.

Beim Kostenvergleich mit einer neuen Ausrüstung sind unterschiedliche Energieproduktion, Unterhaltskosten, Lebensdauer und Garantien zu berücksichtigen.

Anzeigen für Occasionsangebote findet man in den Verbandszeitschriften des ISKB/ADUR, des ÖVFK, des BDWK und im „bulletin mensuel d'annonces“ des EAF.

Vérification des garanties

Les meilleures garanties ne servent à rien s'il n'est pas possible d'en faire la preuve et d'appliquer des sanctions en cas de non-respect. Il faut pour cela définir comment pouvoir vérifier les conditions de garantie en cas de doute et à qui en incombent les frais.

Le contrôle du rendement d'un groupe turbo-alternateur est une opération délicate et coûteuse, essentiellement en raison de la difficulté de mesurer le débit turbiné avec précision. (Le coût de cette mesure peut être de l'ordre de grandeur du coût de la turbine même!) Il est, par contre, relativement aisé

de mesurer la puissance électrique et la chute nette avec une précision suffisante. On peut donc assez facilement vérifier la puissance garantie, à pleine ouverture de la turbine, obtenue dans les conditions hydrauliques effectives.

L'absence de cavitation peut se vérifier par analogie avec des essais antérieurs effectués en laboratoire sur une turbine semblable. Un dégât de cavitation serait constaté à l'issue de la période de garantie, et devrait en général toujours conduire à un refus de la turbine.

Sanctions

Il faut fixer dans le contrat de vente les pénalités à appliquer au fournisseur en cas de non-respect des garanties et des délais de livraison.

Utilisation d'équipements d'occasion

Le montage de composants de seconde main dans le domaine des Pico-centrales a son côté traditionnel, mais aussi son revers de médaille. Le marché des turbines et des générateurs d'occasion est vraiment limité. Dans certaines conditions il offre des grilles de prises d'eau, des organes de fermeture, des tuyaux et des armoires de commande. Afin qu'une telle acquisition commerciale ne tourne pas à la catastrophe, il faut disposer de bonnes connaissances techniques et savoir surtout exiger des garanties de fonctionnement associées à une révision générale.

Il est possible d'adapter une turbine à une hauteur de chute différente; mais le débit d'eau varie proportionnellement à la racine carrée de la dénivelée et, afin de conserver le même rendement, il faut adapter aussi la vitesse de rotation dans le même rapport. En augmentant la hauteur de chute, il est nécessaire de vérifier si la turbine peut

résister à des charges plus fortes. Par ailleurs, il ne faut pas sous-estimer les coûts de démontage et de révision. Les vieilles turbines peuvent fournir un excellent rendement si elles proviennent d'un fabricant de renom et si on ne s'éloigne pas trop des données définies comme optimales pour la turbine cherchée. Il est particulièrement avantageux d'observer la machine encore en service (cas plutôt rare); il faut de toute façon pouvoir l'apprécier à l'état démonté. La comparaison du coût avec celui d'un équipement neuf implique de tenir compte des différences relatives à la production d'énergie, aux dépenses d'entretien, à la durée de vie et aux garanties.

Les offres d'occasion paraissent dans les périodiques techniques publiés par les associations telles que ISKB/ADUR, ÖVFK, BDWK et dans le „bulletin mensuel d'annonces“ de EAF.

Adressen

Adresses

Organisationen

Organisations

ISKB / ADUR
Interessenverband Schweizer
Kleinkraftwerkbesitzer

Geschäftsleitung ISKB
H.P. Leutwiler
Postfach, 8910 Affoltern a/A.
01 / 762 18 70 Fax 01 / 762 18 15

Vertritt die Interessen der Kleinkraftwerk-
besitzer

ISKB / ADUR
Association des Usiniers Romands

Secrétariat ADUR
R. Chenal, Ing. conseil
Chemin de Crépon
1815 Clarens
Tél et Fax 021 / 964 42 21

Représentation des intérêts des
propriétaires de petites centrales
hydrauliques

BDW
Bundesverband Deutscher
Wasserkraftwerke e.V.

Theresienstr. 29/11
D-80000 München
(0049) 89 28 66 26 0 Fax 66 26 66

ÖVFK
Österreichischer Verein zur
Förderung von Kleinkraftwerken

Museumstr. 5
A-1070 Wien
(0043) 1 / 93 75 11-23

E.A.F.
Electricité Autonome Française

9 Boulevard Lannes
F- 75116 Paris
(0033) 1 45 04 08 21 Fax 45 04 51 99

A.P.P.E.I.
Associazione Produttori Energia
Idroelettrica

Via S. Quintino 28
I-10121 Torino
(0038) 11 56 25 522 Fax 56 28 612

Informationen

Informations

Programm
Kleinwasserkraftwerke

c/o ITECO Ingenieurunternehmung AG
Postfach, 8910 Affoltern am Albis
01 / 762 18 33 - 18 Fax 762 18 15

ab 1998: Koordiniert alle Fördermassnahmen
des BEW, insbesondere auch für Beiträge an
Projekte. Internet-Präsenz geplant.

Programme petites centrales
hydrauliques Suisse Romande

R. Chenal, Ing. conseil
c/o MHyLab, 1354 Montcherand
024 / 441 36 54

Coordination du programme
PCH pour la Romandie

ESTI
Eidg. Starkstrominspektorat

Luppenstr. 1, 3220 Fehraltorf
01 / 956 12 12 Fax 956 12 22

ISR
Inspectorat fédéral des installations à
courant fort Suisse Romande

che. de Mornex 3, 1003 Lausanne
à l'att. M. Michaud
021 / 312 66 96 Fax 021 / 320 00 96

Infoenergie Nordostschweiz

c/o Nova Energie GmbH
Rüedimoosstrasse 4
8356 Tänikon
052 / 368 34 85 Fax 052 / 368 34 89

Infoenergie Nordwestschweiz

c/o Nova Energie GmbH
Schachenallee 29, 5000 Aarau
062 / 834 03 03 Fax 062 / 834 03 23

Infoenergia Ticino

Centrale di consulenza
sezione protezione aria e acqua
091 / 804 37 55 / 53 Fax 091 / 804 37 36

SAB
Schweiz. Arbeitsgemeinschaft für die
Berggebiete

Laurstr. 10
5200 Brugg
056 / 442 30 12 Fax 056 / 441 36 42

Information, Vermittlung, Unterstützung
Information, médiations, aide

SVGW
Schweiz. Verband des Gas- und
Abwasserfaches

Postfach 658, 8027 Zürich
01 / 288 33 33

Zuständig für hygienische und technische
Belange bei Trinkwasseranlagen
Compétent pour toutes questions de la
hygiène et de la technique concernant les
installations d'eau potable

Kleinturbinenlabors und Lehrkraftwerke *Laboratoires micro-turbines et centrales d'enseignement*

Lehr- und Demonstrationskraftwerk
Churwalden

Dr. A. Brüesch
Aegertaweg, 7075 Churwalden
081 / 382 16 56 Fax 081 / 382 10 80

Demonstrationsanlage

Laboratoire de Minihydraulique de
Montcherand (MHylab)

1354 Montcherand
Tél et Fax 024 / 441 36 54

Development et essais de petites
turbines

Unterstützung und Finanzierung *Assistance et Financements*

Kant. landwirtschaftliche
Betriebsberatungen

Vermittlung für Finanzierungsfragen, bei
landwirtschaftlichen Projekten; Gutachten
für Unterstützung

Vulgarisations agricoles cantonales

*Médiations dans les problèmes de
financement des projets agricoles; avis
d'expertise en matière d'assistance*

BEW
(Bundesamt für Energiewirtschaft)
Sektion Energietechnik

3003 Bern
031 / 322 56 11 Fax 031 / 323 25 00
<http://www.admin.ch/bew>

Förderbeiträge an Vorstudie von
Kleinwasserkraftwerkprojekten

OFEN
(Office fédéral d'énergie)
Section Technique énergétique

3003 Bern
031 / 322 56 11 Fax 031 / 323 25 00
<http://www.admin.ch/bew>

Subventions promotionnelles pour
avantprojets de petites
centrales hydrauliques

Bundesamt für Landwirtschaft
Abteilung Pflanzenbau
(ehemals «Getreideverwaltung»)

Mattenhof 5
3005 Bern
031 / 322 21 11

Subventionen und zinslose Darlehen an
Stromversorgung von Müllereibetrieben

Office fédéral de l'agriculture
Division de la production végétale
(jadis «Adm. fédérale des blés»)

Mattenhof 5
3005 Bern
031 / 322 21 11

Subventions et prêts sans intérêts pour
l'alimentation des minoteries en courant
électrique

ADEV Schweiz
Arbeitsgemeinschaft Dezentrale
Energieversorgung

Postfach 550
4410 Liestal
061 / 921 94 50

Beteiligungen, Finanzierung
Participation, financement

Energie plus!

Postfach
3550 Langnau i. E.
034 / 402 62 36

Beteiligungen, Finanzierung
Participation, financement

Appenzellische Vereinigung zur
Förderung umweltfreundlicher Energien

H. Walser AG
9100 Herisau
071 / 351 11 21

Beteiligungen, Finanzierung
Participation, financement

Schweizer Berghilfe

Baldernstr. 14, 8134 Adliswil
01 / 710 88 33 Fax 01 / 710 80 84

Finanzierung, Darlehen, Koordination mit
anderen Hilfsorganisationen
*Financement, prêts, coordination avec
d'autres organismes d'assistance*

Alternative Bank

Leberngasse 17, 4600 Olten
062 / 212 00 85

Zinsgünstige Darlehen für umwelt-
freundliche Investitionen
*Prêts à intérêts avantageux pour inve-
stissements en faveur de l'environnement*

BCL
Freie Gemeinschaftsbank

Oberer Zielweg 60, 4143 Dornach
061 / 701 58 00

Zinsgünstige Darlehen für umwelt-
freundliche Investitionen
*Prêts à intérêts avantageux pour inve-
stissements en faveur de l'environnement*

Zahlreiche weitere Adressen sind im «Handbuch 1997 Kleinwasserkraftwerke», zu finden.
Bezug bei EDMZ, 3003 Bern, Bestellnr. 805.633 d, Preis Fr. 4.50

Plusieurs d'autres adresses se trouvent dans le «Manuel 1997 Petites Centrales hydrauliques».
En vente chez OCFIM, 3003 Berne, numéro de commande 805.633 f, prix frs. 4.50

LITERATURHINWEISE INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

Periodika und Fachartikel *Périodiques et articles spécialisés*

- | | | | |
|---|---------------------------------|---|---|
| d | Das Kleinkraftwerk | ISKB / ADUR
Adressen s. oben | Verbandsorgan des ISKB / ADUR
Berichte, Inserate, Occasionsmarkt |
| f | <i>La petite centrale</i> | ISKB / ADUR
adresses voir au dessus | Organe de l'association ISKB / ADUR;
rapports, annonces, marché des occasions |
| d | Das Wassertriebwerk | Verlag Moritz Schäfer
Postfach 2254
D - 32712 Detmold
(0049) 5231 / 24637 | Verbandsorgan des Bundesverbandes
Deutscher Wasserkraftwerke (BDW)
und der Arbeitsgemeinschaften
Wasserkraftwerke der Länder |
| d | ÖVFK-Mitteilungen | ÖVFK
Museumstr.5, A - 1070 Wien
(0043) 222 / 937511 - 23 | Verbandsorgan des Österreichischen
Vereins zur Förderung von Kleinkraft-
werken |
| f | Bulletin mensuel d'annonces EAF | Fédération Autonome Française
9, boulevard Lannes
F - 75116 Paris
(0033) 45 / 04 08 21 | Organe de l'association EAF; rapports,
annonces, marché des occasions |
| | Umwelt-Information | Vereinigung für Gewässerschutz und
Luftthygiene (VGL)
Schaffhauserstr. 125, 8057 Zürich | Neues Gewässerschutzgesetz
Wasser als Lebensraum
Vernünftiger Hochwasserschutz (2/93) |

Bücher und Broschüren *Livres et brochures*

- | | | | |
|---|--|--|---|
| d | Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz,
Teil 3, (1987) | BWW (Bundesamt für Wasserwirtschaft) | Entwicklung der Kleinwasserkraft in der
Schweiz, Politik, Recht und Statistiken |
| | <i>Petits aménagements hydro-électriques
en Suisse, 3^{ième} partie (1987)</i> | OFEE (Office fédéral d'économie des eaux) | <i>Développement de la petite force hy-
draulique en Suisse; politique, lois et
statistiques</i> |
| d | Wasserkraftanlagen
Klein- und Kleinstkraftwerke
(1991) | expert-Verlag, Ehningen bei Böblingen (D)
Sándor O. Pálffy und 7 Mitautoren
ISBN 3-8169-0651-6 | Alle wichtigen technischen und finan-
ziellen Aspekte der Kleinwasserkraft
werden in diesem Buch detailliert er-
läutert. Zahlreiche Skizzen und Bilder
erleichtern das Verständnis für die
Technik. |
| d | Wasserkraft nutzen
(2. Auflage 1991) | Rotarius Verlag, Heuberg 2,
D-35091 Cölbe,
Tel. 0049 - 6421 / 84656
ISBN 3-921933-07-2 | Ratgeber für Technik und Praxis so-
wohl für Pico-Kraftwerke als auch für
grössere Anlagen; |
| d | Stromversorgung von Alpen mit
Kleinspannungsanlagen
(Konzeptstudie, 1992) | SAB-Verlag, Laurstr. 10
5200 Brugg
056 / 442 30 12 | Unentbehrlich für die Planung von
Stromversorgungen von Alpen; Auf-
zeichnung neuer Möglichkeiten dank
Stromsparkonzept, vgl. Alp Prasūra |

- | | | | |
|---|---|--|--|
| d | Wegleitung für den Entwurf eines Energieversorgungsprojektes von Alpwirtschaftsbetrieben (1992) | AVES (Aktion für vernünftige Energiepolitik Schweiz), Postfach 306, 8034 Zürich
ISBN 2-940037-01-9 | Hier wird auch mit Solar-, Windenergie, Dieselgenerator und Netzanschluss verglichen. |
| f | <i>Guide pratique pour la conception de projets d'approvisionnement en énergie des alpages</i> (1992) | APPER (Action pour une politique énergétique réaliste), 1837 Château-d'Oex
ISBN 2-940037-00-0 | <i>Ici, on fait aussi la comparaison avec les énergies solaire et éolienne, le groupe diesel-électrogène et la connexion au réseau</i> |
| d | Energieversorgung von Alpbetrieben mit Kleinstwasserkraftwerken | Bericht 348 der FAT (Forschungsanstalt Tänikon), | Einige allgemeine Tips, ergänzt mit sechs knapp beschriebenen Beispielen; gute Ideen für den Selbstbauer |
| d | Wassermühlen - 35'000 Kleinkraftwerke zum Wohnen und Arbeiten (3.Auflage 1992) | Verlag C.F. Müller, Karlsruhe | Romantik und Nutzen dieser naturangepassten, sanften Energietechnik: Geschichte, Technik und Betrieb, wirtschaftliche Aspekte, zahlreiche Fotos und Skizzen |
| d | Leitfaden für den Bau von Kleinwasserkraftwerken (2. Auflage 1994) | Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg e.V.
Verlag: Franckh-Kosmos, Stuttgart
ISBN 3-440-6487-5 | Ist zwar für grössere Anlagen gedacht, gibt aber auch dem Selbstbauer von Pico-Kraftwerken wertvolle Gedankenanstösse, vorallem in Zusammenhang mit Garantien, Lieferungen und Abnahmen (Übersetzung der IEC-Normen) |
| d | Bau von Wasserkraftanlagen | Verlag C.F. Müller, Karlsruhe (1986)
Autor: Felix von König
ISBN 3-7880-7249-0 | Praxisbezogene Planungsgrundlagen für die Errichtung von Wasserkraftanlagen aller Grössenordnungen |
| d | Leitfaden für den Bau von Fischwegen (1994) | WEA (Wasser- und Energiewirtschaftsamt Kt. BE), Reiterstr. 11, 3011 Bern | Sehr praktische und wichtige Hinweise für die Planung von Fischautstiegen |
| d | Fischaufstiegsanlagen (1996) | DVWK, Merkblätter 232/1996
Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, D-53123 Bonn
ISBN 3-89554-027-7 | Bemessung, Gestaltung, Funktionskontrolle; Die momentan wohl vollständigste und ausführlichste Präsentation von Fischaufstiegshilfen im deutschen Sprachraum. |
| f | <i>Les Passes à poissons</i> (1993) | HYDRO M
6, rue Clémence Isaure
F - 31000 Toulouse | <i>Etude détaillée et exhaustive sur les passes à poissons, plutôt pour grandes installations</i> |
| f | <i>Passes à poissons</i> (1994) | de la collection "mise au point", par le Conseil Supérieur de la Pêche (Paris), en collaboration avec INP ENSEIHT, CEMA-GREF et EDF;
Auteurs: M. Larinier, J.P. Porcher, F. Travade et C. Gosset
ISBN: 2-11-088083-X, Prix: FF 550 | <i>Plus de dix années de recherche théorique et appliquée, une expérience française exercée sur plusieurs centaines d'ouvrages donnent la base pour ce livre assez détaillé.</i> |
| e | Micro Hydro Design Manual (1993) | Intermediate Technology Publications (London) by Adam Harvey, 374 pages
ISBN 1-85339-103-4 | A guide to small-scale water power schemes, a lot of practical hints, very useful for projects in developing countries |
| e | SKAT Schriftenreihe | SKAT
Vadianstr. 42, 9000 St. Gallen
071 / 228 54 54 Fax 071 / 228 54 55 | Several manuals about technical aspects in the field of micro hydro power in developing countries |

Publikationen des Impulsprogrammes PACER (zu beziehen bei der EDMZ, 3003 Bern, Preise inkl. MWSt.)**Publications du programme d'action PACER** (en vente chez OCFIM, 3003 Berne; prix TVA compris)

d	Kleinstwasserkraftwerke (1993)	Bestellnummer 724.244 d, Fr. 25.- Faltblatt (gratis): 724.245 d	Einführung in die Materie der Kleinstwasserkraftwerke bis 300kW; mit praktischen Tips und zahlreichen Skizzen; auch für den Bau von Trinkwasser- und Abwasserkraftwerken
f	<i>Petite centrale hydraulique</i> (1992)	N° de commande: 724.244 f, Fr. 25.- Dépliant (gratuit): 724.245 f	<i>Introduction dans le domaine des petites centrales hydrauliques jusqu'à 300 kW; conseils pratiques et nombreux schémas; convient également pour la construction de centrales hydrauliques en eau potable et des eaux usées</i>
d	Informationsblätter der Kantone	Bestellnr.: 724.244.x d	Wichtige Adressen für KWK-Projekte und Informationen über das Bewilligungsverfahren in jedem Kanton.
f	<i>Fiches d'information des cantons</i>	N° ce com.: 724.244.x f	<i>Adresses importantes pour les projets de petites centrales hydrauliques et informations sur les procédures d'autorisation relatives à chaque canton.</i>
d	Wasserturbinen	Bestellnr.: 724.247.1 d	Charakteristiken der verschiedenen Turbinentypen, Wahl der geeigneten Turbine, Tips für Offertanfragen
f	<i>Turbines hydrauliques</i>	N° ce com.: 724.247.1 f	<i>Caractéristique des différents types de turbines, choix de la propre turbine, conseils pour l'appel des offres</i>
d	Generatoren und elektrische Informationen	Bestellnr.: 724.247.2 d	Grundlagen der Elektrotechnik, Synchron- und Asynchrongeneratoren, Insel- und Verbundbetrieb, Schutz und Überwachung, Pflichtenheft,
f	<i>Générateurs et installations électriques</i>	N° ce com.: 724.247.2 f	<i>Principes fondamentaux de l'électricité, générateurs synchrones et asynchrones, interconnexion au réseau et fonctionnement isolé, protection et sécurité, cahier des charges</i>
d	Turbinenregelung und Schutzmassnahmen	Bestellnr.: 724.247.3 d	Technik, optimaler Betrieb, Sicherheit für Mensch und Maschine
f	<i>Régulation et sécurité d'exploitation</i>	N° ce com.: 724.247.3 f	<i>Technique, fonctionnement optimale, sécurité pour l'homme et la machine</i>
d	Wahl, Dimensionierung und Abnahme einer Kleinturbine	Bestellnr.: 724.247.4 d	Die theoretischen Ausführungen werden anhand eines Beispiels aus der Praxis erläutert.
f	<i>Le choix, le dimensionnement et les essais de réception d'une miniturbine</i>	N° ce com.: 724.247.4 f	<i>Ces considérations théoriques sont illustrées par l'exemple pratique.</i>

DIANE Schriftenreihe (zu beziehen bei der EDMZ, 3003 Bern, Preise inkl. MWSt., exkl. Versandkosten)

Série de publications DIANE (en vente chez OCFIM, 3003 Berne; prix TVA compris, port et emballage non compris)

d	Handbuch 1997, Kleinwasserkraftwerke	Bestellnr.: 805.633 d, Fr. 4.50	Das Nachschlagewerk für den Praktiker mit vielen Tips, Definitionen, Fachwörtern, statistischen Zahlen sowie Adressen
f	<i>Manuel 1997, Petites centrales hydrauliques</i>	N° ce com.: 805.633 f, Fr. 4.50	<i>L'ouvrage de référence pour les praticiens. Il contient des conseils, des définitions, des termes techniques, des statistiques et des adresses</i>
d	Nutzen statt Aufgeben	Bestellnr.: 805.173d, Fr. 17.35	Methode zum Beurteilen der Reaktivierungs- und Erneuerungswürdigkeit stillgelegter oder veralteter Anlagen
f	<i>Rénover au lieu d'abandonner</i>	N° ce com.: 805.173f, Fr. 17.35	<i>Méthode d'appréciation de l'aptitude à la réactivation et à la rénovation d'installations mises hors service ou démodées</i>
d+f	Trinkwasserkraftwerke <i>Documentation Centrales en eau potable</i>	Bestellnr.: 805.632 df, Fr. 19.80	Pendant zu der vorliegenden Dokumentation: 8 Beispiele im Detail <i>Contrepartie de la documentation précédente: 8 exemples en détail</i>
d+f	Fische und Kleinwasserkraftwerke <i>Poissons et petites centrales hydrauliques</i>	Bestellnr.: 805.635 df, Fr. 25.20	Technische, finanzielle und biologische Aspekte von Fischaufstiegshilfen anhand von Beispielen illustriert <i>Aspects techniques, financiers et biologiques des passes à poissons illustrés par des exemples réalisées</i>
d	Kleinwasserkraftwerke und Gewässerökologie	Bestellnr.: 805.631 d, Fr. 10.90	Eine Zusammenfassung aller Aspekte der Gewässerökologie im Zusammenhang mit kleinen Wasserkraftwerken
f	<i>Petites centrales et écologie des eaux</i>	N° ce com.: 805.631 f, Fr. 10.90	<i>Un résumé de tous les aspects de l'écologie avec des petites centrales hydrauliques.</i>
d	Gesamtschau Kleinwasserkraftwerke	Bestellnr.: 805.634 d, Fr. 9.50	Ökonomische und ökologische Aspekte
f	<i>Aperçu général sur les petites centrales hydrauliques</i>	N° ce com.: 805.634 f, Fr. 9.50	<i>Aspects économiques et écologiques</i>
d	Geschwemmsel bei Kleinwasserkraftwerken	Bestellnr.: 805.636 d, ca. Fr. 15.- (ab Herbst 1997 erhältlich)	Optimierung der Wasserfassung und wasserbauliche Massnahmen zur Verminderung des Schwemmguteintrages

