

Turbinieren der Gemeindewasser (durch die Gemeinde oder eine Gruppe von Gemeinden)

Standardpflichtenheft -- Allgemeines Bauprojekt

**STUDIE ÜBER DAS
NUTZUNGSPOTENZIAL
ZUR ENERGIEGEWINNUNG**

Inhalt

- 1** EINLEITUNG
 - 1.1 Zweck der Studie über das Kleinwasserkraftpotenzial von Gemeindewasser
 - 1.2 Aufgabenstellung
 - 1.3 Kataster über unterirdische Kanalsysteme (Geographie Informatiksystem - GIS)

- 2** METHODIK
 - 2.1 Definition und Topographie der untersuchten Region
Erhebung der relevanten Basiswerte und Kurzanalyse
 - 2.2 Zwischenresultate
 - 2.3 Detailstudie
 - 2.4 Konsolidierte Werte

- 3** SCHLUSSFOLGERUNGEN -- WEITERES VORGEHEN

- 4** ANHANG ERGÄNZENDE DOKUMENTATION

1 EINLEITUNG

Die Energiegewinnung aus Gemeindewasser ist noch wenig bekannt. Den Gemeinden fehlen oft die nötigen Mittel (technische oder menschliche Ressourcen), um das Nutzungspotenzial zur Energiegewinnung aus Gemeindewässern zu evaluieren.

Das Kantonale Departement für Energie sieht vor, die Gemeinden im sachbezogenen Vorgehen zu unterstützen, und zwar

- den interessierten Gemeinden soll als Leitfaden ein Pflichtenheft zugestellt werden, das Offertanfragen zur Evaluierung, in einer ersten Phase, des Nutzungspotenzials der Gemeindewasser sowie die Wahl eines renommierten Auftragnehmers erleichtern soll.
- mit sachdienlichen Informationen zum finanziellen Rahmen (Kostenschätzung)
- Fragen zum Projekt sollen den interessierten Gemeinden nach bestem Wissen erläutert werden.

Für die weiteren Projektphasen (Dossier für das Turbiniergesuch bzw. die Baubewilligung des Projekts, Dossier für das Ausführungsprojekt) -- sie alle sind nicht Teil dieser Zeilen -- werden

ebenfalls sogenannte Standardpflichtenhefte erarbeitet, welche den Gemeinden als Leitfaden für eine öffentliche Projektausschreibungen dienen sollen.

Das nationale Programm mit dem Namen “ **Energie in Infrastrukturanlagen** “ [2] unterstützt aktiv die Aktion zur Turbinierung der Gemeindewasser und arbeitet eng zusammen mit der *Dienststelle für Wasserkraft* DWK des Walliser Kantonalen Departementes für Gesundheit, Sozialwesen und Energie.

In einer nationalen Aktion, in Zusammenarbeit mit der *SSIGE*, zum Beispiel offeriert das Programm die Ausarbeitung einer Vorstudie, welche Aufschluss darüber geben soll, ob eine Rentabilität bei der **Turbinierung von Trinkwasser** eines bestimmten Gemeindefnetzes erreicht werden kann. Und zwar soll im Rahmen dieser nationalen Aktion ein derartiges Vorprojekt gratis für die betreffende Gemeinde sein. Aus verständlichen Gründen ist die Aktion / Angebot beschränkt auf zehn Gemeinden mit deren Trinkwasserversorgung. Hier die Koordinaten für Interessenten

Energie in Infrastrukturanlagen Lindenhofstrasse 15 8001 Zürich Phone 01 226 3098
energie@infrastrukturanlagen.ch www.infrastrukturanlagen.ch

1.1 Zweck der Studie über das elektrische Kleinwasserkraftpotenzial von Gemeindewasser

Zweck dieser Studie soll sein, der Gemeinde aufzuzeigen, über welches Kleinwasserkraftpotenzial sie verfügt. Und zwar sollten alle Netzwerke in Betracht gezogen werden; das heisst die Trinkwasserversorgung, das Abwassernetz sowie die Wässerwasser.

Gemeinden welche derartige Wassernetze gemeinsam warten und betreiben, könnten die entsprechende Potenzialstudie in Partnerschaft lancieren.

Eine Studie dieser Art soll wenn immer möglich strukturiert sein durch einen *roten Faden*, wie im nachfolgenden Beispiel “**Allgemeines Vorgehen**“ dargestellt.

Beispiel zu " Allgemeines Vorgehen "

Die nachfolgende Graphik zeigt das allgemeine Vorgehen, welches von der Idee bis zur Realisierung eines einschlägigen Turbinier-Projektes anzuwenden ist

| Allgemeines Vorgehen | Zielvorgabe / Arbeitsweise | Verantwortliche Initianten |
|--|--|---|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Projekt-Idee</div> | Konzept des Projektes | Gemeinde, Private, u.a.. |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Summarische Abschätzung der Machbarkeit (Kosten ± 30%)</div> | Begehung der Baustellen, Beschaffung und Verarbeitung der wichtigsten Daten, Machbarkeitsstudie, grobe erste Kosten= schätzung sowie des zu erwartenden kWh - Selbstkostenpreises | Ingenieur mit Fachwissen Wasserturbinenbau |
| <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> nein = abbrechen <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">machbar ?</div> </div> | Präsentation eines ersten, summarischen Projektberichtes, (Nutzungspotenzial, siehe Pflichtenheftmodell Cch 1) und Entscheid über die Weiterführung des Projekts | Ingenieur mit Fachwissen Wasserturbinenbau |
| <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> ja = fortsetzen </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Vor-Projekt , Auswahl einer Variante (Kosten ± 10%)</div> | Hydrologische Studien und Bestimmen des el. Netzanschlusses. Verfeinern der Kostenschätzung, der Jahresproduktion sowie des kWh-Gestehungspreises ± 10% | Ingenieur mit Fachwissen Wasserturbinenbau Tiefbauingenieur (ev.) |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Gesicherte Finanzierung suchen</div> | Partnersuche, z.B. Gemeindevorsteher, Privatunternehmen der El.-Wirtschaft, Banken, Private u.a.m. | Bauherrschaft |
| <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> nein = abbrechen <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Finanzierung ?</div> </div> | Entscheidung fällen über Projektverlauf | Bauherrschaft |
| <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> ja = fortsetzen </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Detail - Projektierung</div> | Detail-Sachbearbeitung aller Projekt – Komponenten, Detailpläne, Ausarbeiten von Pflichtenheften (siehe Pflichtenheftmodell Cch2) und Dokumenten für ein Turbiniergesuch sowie für die einschlägige Baubewilligung | Ingenieur mit Fachwissen Wasserturbinenbau Tiefbauingenieur |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Turbiniergesuch einreichen Antragstellen für Baubewilligung Baupublikation</div> | Ausarbeiten der Bewilligungsgesuche auf Basis der Detail-Projektierung. Antrag auf Baubewilligung auf Basis der Ausführungsdokumenten und Pläne | Bauherrschaft |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Offertanfragen für Lieferung und Leistung, Montage und Inbetriebsetzung</div> | Ausarbeitung der Pflichtenhefte (siehe Pflichtenheftsmodell Cch 3) für die Lieferung und Montage der elektromech. Ausrüstung sowie der Bauleistungen. Lancierung der öffentl. Ausschreibungen | Ingenieur mit Fachwissen Wasserturbinenbau Tiefbauingenieur |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Offertvergleich und Auftragserteilun für Lieferungen und Leistungen</div> | Überprüfen des Kostenvoranschlages, Offertenvergleich nach Kosten, Qualität, Lieferfristen und erteilten Garantien. Empfehlung zur Auftragserteilung. Auftragserteilung | Ingenieur mit Fachwissen Wasserturbinenbau Tiefbauingenieur Bauherrschaft |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Realisierung des Projektes und Inbetriebsetzung</div> | Erstellen des Bauwerkes, Baustellen-Überwachung, Abnahme der Lieferungen und Leistungen | Ingenieur mit Fachwissen Wasserturbinenbau Tiefbauingenieur |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Kommerzielle Produktion und Verkauf</div> | Kommerzieller Betrieb , Unterhalt | Bauherrschaft Elektr. Unternehmung Private oder andere |

1.2 Aufgabenstellung

Wasser, welches in einer Leitung unter Druck fliesst, ist eine potenzielle Energiequelle. Es ist in der Tat überlegenswert, den zu hohen Druck, den man häufig in den Wassernetzen der Gemeinden findet als effiziente Energiequelle zu nutzen, bevor man ihn nutzlos „vernichtet“. Eine der technisch und ökonomisch machbaren Möglichkeiten bietet sich an, eine Turbine mit Generator zu betreiben, um damit elektrische Energie zu erzeugen - und **zu verkaufen**.

1.2.1 Turbinieren des Trinkwassers

In gebirgigen Regionen besteht oft ein erheblicher Druckunterschied von der Wasserfassung bis zu den Trinkwasserverbrauchern. Ein Überdruck, der in der Regel das örtliche Verteilnetz zu hoch beansprucht. Man hat daher Druckreduziermassnahmen in Form von Wasserreservoirs vorzusehen.

Anstatt einen bestehenden Überdruck des ungenützten Wassers zu reduzieren, ist sehr oft eine wirtschaftliche und technisch machbare Energieumwandlung äusserst attraktiv. Mit einer einfachen Wasserturbine gekoppelt mit einem Generator kann ein vorhandener Wasserleitungs-Überdruck abgebaut werden, indem dieser in elektrische Energie umgewandelt und dem System somit entnommen wird.

1.2.2 Turbinieren des Abwassers

Generell sind zwei Lösungen denkbar, nämlich eine Wasserturbine unmittelbar vor oder nach der bestehenden ARA zu installieren.

Turbinieren des Wassers vor Eintritt in die ARA :

Abwasser wird in einer Druckleitung bis zum Turbinenstandort geführt und danach in der ARA gereinigt. Ein minimales Druckgefälle ist vorhanden.

Turbinieren des Wassers nach Austritt aus der ARA :

Das Gebrauchtwasser wird nach der Wiederaufbereitung in einer Druckleitung bis zum Turbinenstandort geführt. Ein minimales Druckgefälle ist vorhanden.

1.2.3 Turbinieren der klaren Wasser (Wässerwasser)

Eine mögliche elektrische Energiegewinnung ist denkbar mit Hilfe einer Kleinwasserturbine, welche angetrieben wird von gefassten und kanalisierten Wasserquellen von grösseren Bauwerken. Ein minimaler und möglichst kontinuierlicher Wasserfluss sollte für eine angestrebte Rendite vorhanden sein.

1.3 Kataster über unterirdische Kanalsysteme (GIS)

In einzelnen Gemeinden sind die Wassernetze laut obigen Kapitel 1.2.1 ... 1.2.3 mit ihren Rohrleitungen, Schächten und Reservoirs in Katasterplänen eingezeichnet, welche vom Geographischen Informationssystem (GIS) nachgeführt werden. Derartige Detailpläne sind eine grosse Hilfe bei der Ausarbeitung eines Turbinierprojektes der Gemeindewasser und sollten unbedingt vor einer etwaigen Inangriffnahme einer Rentabilitätsstudie konsultiert werden.

2 METHODIK

2.1 Definition und Topographie der untersuchten Region -- Erhebung der relevanten Basiswerte und Kurzanalyse

Technische Daten über Hydrologie, Fallhöhe, Druckverluste

Es werden Daten zu diesen Sachbereichen gesammelt und in einer ersten Phase in einer Kurzanalyse verarbeitet. Gemeint sind nachfolgende Details

1. Bestehendes Trinkwasser-Leitungsnetz, Erhebung und Überprüfung der wichtigen Daten wie : Wasserläufe, Wasserfassungen, Wasserleitungen (exakter Verlauf, Durchmesser und Länge, Reibungsverlustkoeffizient) , Topographische Höhen um die Fallhöhe sowie den Wasserdruck zu eruieren. Bestehende Wasserreservoirs und eventuelle Überläufe erfassen. Ist-Situation über die bestehenden Verbraucher, mögliche Wasserrestititionen.

2. Verfügbare tägliche und/oder monatliche Durchflussmengen während eines Jahres. Erfassung der verfügbaren Informationen; Lücken durch Analogien versuchen zu füllen
3. Mögliche Kleinwasserkraftwerk-Standorte aufzeigen. Mögliche Anschlüsse an das unter Kap. 1.2 selektionierte Wassernetz und an das elektrische Versorgungsnetz, Standorte der Transformatoren, durchzuführende Arbeiten (möglichst geringer Tiefbauarbeits- und Montageaufwand).
4. Elektrische Energieerzeugung abschätzen anhand der verfügbaren Fallhöhe, der Rohrleitungslänge und Rohrleitungsverluste.

Ein analoges Arbeitsschema ist natürlich auch für die anderen beschriebenen Wassernetze festzuhalten, das heisst für

- ➔ Abwassernetz **vor** Eintritt in eine ARA ; in Leitungsnetz bestehend aus Dekantierschacht mit Druckkammer, Rohrleitungsnetz, Fallhöhe.
- ➔ Abwasser gereinigt **nach** Austritt aus einer ARA ; in Sammelleitung mit Gefälle und Einmündung in See oder Flusslauf.
- ➔ Klarwasser-Leitungsnetz (Bewässerung).

Wirtschaftlichkeitsanalyse für jede der oben beschriebenen möglichen Netzvarianten (Turbinieren des Trinkwassers, des Abwassers oder der Klarwasser).

In die Wirtschaftlichkeitsberechnung einbezogen werden die nachfolgenden Werte

5. Die notwendigen Bau- und Elektromechanischen Investitionen (Kosten, die durch die Wasserkraftanlage entstehen) und Finanzierungskosten. Es sei erwähnt, dass lediglich diejenigen Kosten welche eindeutig der neuen projektierten Anlage zugeordnet sind als Kostenfaktor in die Wirtschaftlichkeitsrechnung einbezogen werden.
6. Rentabilität und Gewinn. Zinssatz geschätzt auf 4% . Amortisationsdauer 25 Jahre für die bautechnischen Strukturen und 15 Jahre für die elektromechanischen Anlagen. Strompreis zu 15 Rp/kWh einsetzen für unabhängigen Produzent.
7. Investitionsaufwand, Betriebskosten und Unterhaltsaufwand sollen zur Annäherung für ein Vorprojekt aus bereits realisierten Turbinenanlagen in Analogie ermittelt werden.
8. Mit Stromgestehungspreis, Soll-Jahresgewinn, Soll-Rentabilitätssatz und der rückläufigen Amortisationsdauer die maximale Investitionssumme ermitteln.

Mit den in obigen 8 Schritten aufgeführten spezifischen Daten, ergänzt durch Sondierarbeiten, sollte es möglich sein, eine erste Kurzanalyse zu einem KWKW zu erstellen. Eine erste Vorabklärung über interessante KWKW – Standorte kann in einer Tabelle zusammengefasst werden, wie in Kap. 2.2 dargestellt.

2.2 Zwischenresultate

Klassifizierungskriterien der ausgewählten Standorte (pro Gemeinde bzw. Gemeindegruppe)

Tabelle 1 - Klassifizierung der Standorte pro Gestehungskostenniveau der kWh

| R= Gestehungskosten der kWh | R = 8 Rp/kWh | 8 < R = 12 Rp / kWh | 12 < R = 15 Rp / kWh | 15 < R = 18 Rp / kWh | R > 18 Rp/kWh |
|------------------------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| Site 1 | | | | | |
| Site 2 | | | | | |
| Site ... | | | | | |
| Site i | | | | | |
| Site ... | | | | | |
| Site n | | | | | |
| S Sites | | | | | |

2.3 Detailstudie

Lediglich die Turbinenstandorte mit Gestehungskosten von = **12 Rp / kWh** sollen als ökonomisch interessant weiter verfolgt und zu einem Allgemeinen Bauprojekt werden.

Für die Standorte, welche ein summarisches Zwischenergebnis von 12 bis 18 Rp/kWh Selbstkosten aufweisen, ist es empfehlenswert, die Vorstudie mit folgenden Daten etwas zu vertiefen, z.B.

1. eine genauere Erhebung der Wasser-Durchflussmengen.
2. Überprüfung und Bestätigung des exakten Durchmessers der Druckleitung.
3. Verfeinerte Berechnung der kWh-Produktion.
4. Abschätzung der Baukosten mit Kostenvoranschlag basiert auf bestehenden Anlagen (eventuell Offertanfragen).
5. Wirtschaftlichkeits-Berechnungen mit oben erwähnten revidierten Daten (1...4.). Es soll eine präzisere Bestimmung der Gestehungskosten der kWh, des Jahresgewinnes, des Rentabilitätssatzes und der rückläufigen Amortisationsdauer erlauben.

2.4 Konsolidierte Werte

Mit Hilfe der konsolidierten Werte sollen die neu ermittelten Gestehungskosten der kWh in Tabellenform aufgeführt werden :

Tabelle 2 - Klassifizierung der Standorte pro Gestehungskostenniveau der kWh nach Konsolidierung

| R= Gestehungskosten der kWh | R = 8 Rp/kWh | 8 < R = 12 Rp / kWh | 12 < R = 15 Rp / kWh | 15 < R = 18 Rp / kWh | R > 18 Rp/kWh |
|------------------------------------|--------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------|
| Site 1 | | | | | |
| Site 2 | | | | | |
| Site ... | | | | | |
| Site i | | | | | |
| Site ... | | | | | |
| Site n | | | | | |
| S Sites | | | | | |

3 SCHLUSSFOLGERUNGEN -- WEITERES VORGEHEN

Mit Hilfe der Klassifizierung der geeigneten Turbinenstandorte (Übersicht der Tabelle 2), wird für die betreffende Gemeinde oder Gemeindengruppe die Entscheidung über das weitere Vorgehen erleichtert. Prioritäten könnten sein :

in einer ersten Phase

soll ein Allgemeines Bauprojekt erstellt werden. Es umfasst u.a. sämtliche erforderlichen Dokumente und Unterlagen für einen Turbinier-Genehmigungsantrag an den Staatsrat und eine Baubewilligung zum Erstellen und Betreiben eines KWKW, erteilt vom Kantonalen Departement für Gesundheit, Sozialwesen und Energie - DGSE.

in einer zweiten Phase

soll ein Allgemeines Bauprojekt -- Technischer Teil erarbeitet werden. Dies nach Erteilen einer Turbinier-Genehmigung durch den Staatsrat sowie der einschlägigen Baubewilligungen durch das DGSE .

Für Bauvorhaben, deren Produktionskosten **gleich oder weniger als 12 Rp / kWh** vorselektioniert worden sind, können direkt aus dem Allgemeinen Bauprojekt -- Technischer Teil die entsprechenden Ausschreibungsunterlagen zu jeder Anlagenkomponente ohne Verzug in Angriff genommen werden, wie in Kap. 2.3 dargelegt.

Aus dem *Bericht [1] Kostenstruktur KWKW, vom Bundesamt für Energie, Kap. 3* kann zudem entnommen werden, dass ebenfalls KWKW ökonomisch interessant sind bei folgenden Referenzwerten

- Installierte Leistung > 150 kW und Wasserfallhöhe > 500 m
- Installierte Leistung > 700 kW und Wasserfallhöhe > 100 m
- Installierte Leistung > 900 kW und Wasserfallhöhe > 20 m

Diese Referenzwerte gelten als Richtwerte. Sie müssen noch verfeinert werden.

4. ANHANG -- ERGÄNZENDE DOKUMENTATION

[1] Bundesamt für Energie BfE
Kostenstruktur KWKW
Plausibilisierung der Selbstdeklaration
unabhängiger Produzenten

29. März 2004 rd/mb

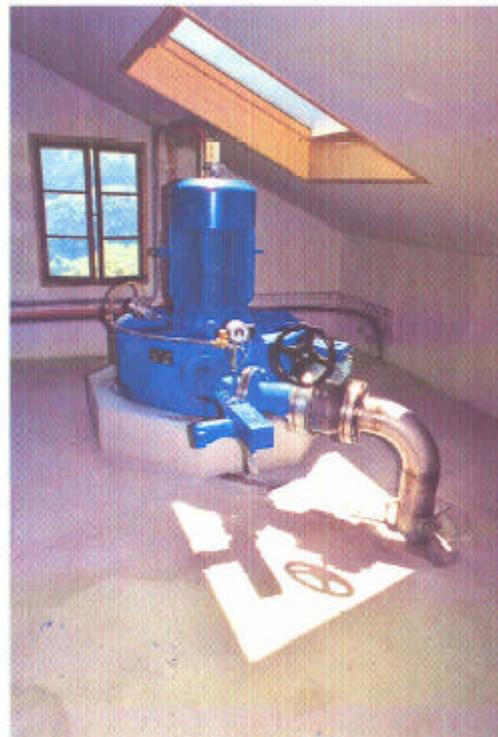
[2] Siehe Kontakt folgende Seite mit EnergieSchweiz

Die Aktion "**Energie in Infrastrukturanlagen**" im Programm **EnergieSchweiz** fördert die Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energien in Wasserversorgungen, Kläranlagen und Kehrlichtverbrennungsanlagen. Im Bereich der Wasserversorgungen werden folgende Ziele verfolgt:

- **Systematische Betriebsoptimierung** nach wirtschaftlichen Kriterien
- Verbesserung von **Wasserqualität und Versorgungssicherheit**
- **Reduktion der Betriebskosten** und des Energieverbrauchs
- Einsatz von **energieeffizienten Techniken**
- **Stromproduktion aus Trinkwasser** durch den Einsatz von Turbinen in Quellwasserzuleitungen und anstelle von Druckreduzierventilen.

Die **Spezialisten** von "Energie in Infrastrukturanlagen" bieten Betreibern und Planern von Wasserversorgungen folgende **unentgeltliche Dienstleistungen**:

- **Neutrale Erstberatung** zum Vorgehen einer "Energieoptimierung"
- **Begleitung und Kontrolle** von Projekten im Energiebereich
- Empfehlung über die Durchführung einer Energieanalyse auf Basis eines **halbtägigen Besuchs der Wasserversorgung**



75 kW Turboalternatorgruppe auf der Wasserversorgung der Gemeinde Troistorrens

Kontakt

Energie dans les infrastructures
 Martin Kernen
 Crêt 108a
 2314 La Sagne
 Tél 032 933 88 40
 Fax 032 933 88 50
 E-Mail: energie@infrastructures.ch

Energie dans les infrastructures

Approvisionnement en eau potable | Stations d'épuration |
 Chaleur des eaux usées | Usines d'incinération des ordures
 Crêt 108a - CH-2314 La Sagne - Tél. 032 933 88 40 - Fax 032 933 88 50
energie@infrastructures.ch - www.infrastructures.ch

