

---

# ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG UND ZERTIFIZIERUNG VON KLEINEN WASSERKRAFTANLAGEN

GRUNDLAGEN UND VERFAHRENSKONZEPT

Diplomarbeit an der ETH Zürich  
Abt. XB Umweltnaturwissenschaften  
September 1999

Autor:  
Stefan Vollenweider

Betreuung:  
Dr. Bernhard Truffer, EAWAG, Kastanienbaum  
Christine Bratrich, EAWAG, Kastanienbaum

Titelblatt:  
Bilder von Kleinwasserkraftanlagen

## VORWORT

Diese Diplomarbeit ist der Abschluss meines Studium der Umwelt-naturwissenschaften an der ETH Zürich. Für die Fertigstellung dieser Arbeit hatte ich insgesamt 4 Monate Zeit.

Für das Zusammentragen der Inhalte und die Entwicklung der Ideen haben verschiedene Personen mitgeholfen. Insbesondere möchte ich mich bei meinen Betreuern Christine Bratrich und Bernhard Truffer für die Mithilfe und die Inspiration zum interessanten Thema bedanken.

Ein spezieller Dank gebührt auch Hanspeter Leutwiler vom Interessenverband der Schweizer Kleinkraftwerk-Besitzer, der mich äusserst bereitwillig und ausführlich über die Problematik der kleinen Wasserkraftwerke informiert hat.

Ausserdem gebührt auch Dank all den Kraftwerksbetreibern, welche mir einen interessanten und praktischen Einblick in die mir vorher unbekannte Materie der Kleinwasserkraftwerke gewährten:

Zu erwähnen sind Herrn Arnold und Herrn Mock von den St. Galler Stadtwerken, Herrn Fux von den Elektrizitätswerken Brig-Naters, Herrn Kuhn von den Limmatwerken AG, Herrn Zehnder von den Aargauer Elektrizitätswerken, sowie Herrn van Zijl vom Kleinwasserkraftwerk Öderlin.

Ein spezieller Dank geht auch an Herrn Huber vom WWF Aargau und an Herr Jenny von ProNatura Aargau, die mir im Rahmen einer Begehung der Kraftwerkskette zwischen Baden und der Limmatmündung in die Aare die Sichtweise lokaler Umweltverbände näherbrachten.

Diese Arbeit richtet sich in erster Linie an interessierte Personen im Bereich Ökostrom und Kleinwasserkraftwerke. Die in dieser Arbeit enthaltenen Informationen stellen eine Entscheidungsgrundlage dar bei der definitiven Ausgestaltung eines Zertifizierungsverfahrens für Kleinwasserkraftwerke.

Der Bericht stellt den Wissensstand von August und September 1999 dar.

Kastanienbaum, im September 1999

Stefan Vollenweider

## EXECUTIVE SUMMARY

### Aufbau

Eine Folge der liberalisierten Elektrizitätsmärkte ist der zunehmende Preiswettbewerb unter den Anbietern. Daneben dürfte aber auch ein Wettbewerb bezüglich ökologischer Qualität verschiedener Stromangebote an Bedeutung gewinnen.

Bereits heute bieten verschiedene Anbieter zunehmend sogenannten „Ökostrom“ ihren Kunden zum Kauf an. Ein Umweltzeichen, ein sogenanntes Label, soll ökologisch glaubwürdige Angebote kennzeichnen und damit grünen Strom von anderem Strom unterscheiden. Was die „Knospe“ für den biologischen Landbau ist, soll ein „Ökostrom-Label“ für den Strommarkt werden.

Neben den „neuen“ erneuerbaren Energiesystemen, wie Photovoltaik und Windenergie, sollen auch grüne Stromangebote mit Wasserkraft am Markt positioniert werden. Als regeneratives Energiesystem nutzt die Wasserkraft auf der einen Seite eine einheimische und natürliche Ressource. Auf der anderen Seite führen der Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen zu massiven Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes in den betroffenen Gewässersystemen.

Ein von der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) gemeinsam mit externen Experten entwickeltes Zertifizierungsverfahren gewährleistet die Überprüfung spezifizierter ökologischer Anforderungen für die Labelvergabe grosser Speicherkraftwerke. In einer Schlussfassung soll das Verfahren auch Module für weitere Wasserkraftwerkstypen enthalten.

Mit einer Leistungsbegrenzung bei 10'000 Kilowatt gehören rund 1'000 Wasserkraftwerke in der Schweiz zur Gruppe der Kleinwasserkraftwerke (Definition: Bundesamt für Wasserwirtschaft 1987). Diese Gruppe der kleinen Wasserkraftwerke bilden den eigentlichen Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit.

Das Hauptziel war es denn auch, ein möglichst praxistaugliches Konzept für ein spezielles Verfahrensmodul zur ökologischen Bewertung und Zertifizierung von Kleinwasserkraftwerken auszuarbeiten. Um dieses Hauptziel zu erreichen, wurden im Rahmen einer Grundlagenanalyse verschiedene Fragestellungen untersucht, welche die Bedeutung der Kleinwasserkraftwerke aus Sicht der Umwelt darstellten. Diese Fragestellungen betrafen nicht nur ökologische, sondern auch sozio-ökonomische und politisch-rechtliche Aspekte:

Mittels einer Übersicht über die Kleinwasserkraftwerke in der Schweiz wurden die Besonderheiten dieser speziellen Kraftwerkskategorie diskutiert, zusammengefasst und in einen Zusammenhang zur allgemeinen Wasserkraftnutzung in der Schweiz gebracht.

Im Rahmen einer Zusammenstellung wurden mögliche ökologische Auswirkungen und sozio-ökonomische Effekte von Kleinwasserkraftwerken untersucht. Der Einbezug aller wichtiger Aspekte mündete in einem Versuch, die Umweltverträglichkeit von Kleinwasserkraftwerken zu beurteilen.

Zusammen mit einer Literaturanalyse zum Thema Ökostrom und dem EAWAG-Verfahren wurde die Grundlage geschaffen für die Ausarbeitung des Konzeptes zum Verfahrensvorschlag für Kleinwasserkraftwerke. Anhand einiger Beispiele wurde versucht den gemachten Vorschlag zu illustrieren.

## **Resultate der Grundlagenanalyse**

Mit rund 1'000 Anlagen gehören über vier Fünftel aller Wasserkraftanlagen zur Gruppe der Kleinwasserkraftwerke. Den Beitrag, welchen die Kleinwasserkraftwerke an die Stromversorgung der Schweiz leisten, ist mit weniger als 10% allerdings eher gering. Ihr Stellenwert tritt aber vor allem auf regionaler Ebene in Erscheinung. Neben der Versorgungssicherheit im Rahmen einer dezentralen Energieversorgung sind viele Kleinwasserkraftwerke auch für viele Gemeinden, Fabriken, Einzelanwesen und Mühlen kostengünstige Energielieferanten. Vor allem bei Trink- und Abwasseranlagen besteht eine weitere Möglichkeit, „ökologischen“ Strom mit Kleinwasserkraftwerken zu produzieren.

Bei der Entwicklung eines Zertifizierungsverfahrens ist die heterogene Zusammensetzung innerhalb der Kategorie der Kleinwasserkraftwerke von Bedeutung. Neben den unterschiedlichen Typen, der unterschiedlichen räumlichen Verteilung ist auch die Leistungsspannbreite wichtig.

Kleinwasserkraftwerke haben sowohl eher positive, wie auch negative Auswirkungen auf die Umwelt. Positiv sind vor allem globale Aspekte, wie die CO<sub>2</sub>-freie Energieproduktion oder die gute Energiebilanz, zu werten. Die negativen Auswirkungen betreffen insbesondere den Bereich des betroffenen lokalen Fliessgewässersystems.

Eine befriedigende, gesamtheitliche Beurteilung bezüglich der Umweltverträglichkeit von Kleinwasserkraftwerken ist schwierig vorzunehmen. Auf einer systemtheoretischen Ebenen liegt die ökologische Problematik nicht bei einer einzelnen Anlage, sondern in den summierten lokalen Auswirkungen aller Kleinwasserkraftwerke. Eine glaubwürdige Zertifizierung sollte daher nur Kraftwerke mit bestehender Infrastruktur betreffen. Die ökologische Bewertung selbst hat dann in erster Linie an den lokalen negativen Auswirkungen auf das Gewässerökosystem anzusetzen, da das Mass dieser Auswirkungen über die Umweltverträglichkeit einer einzelnen Anlage entscheidet und einen Beitrag an die Entschärfung der gesamten ökologischen Problematik leistet.

Neben dem Kraftwerkstyp, der Leistung und dem ausgenützten energetischen Potential ist vor allem auch der Standort für die Beeinträchtigungen auf die Umwelt von Bedeutung. Allfällige ökologische Minimalanforderungen haben sich daher auch an diesen Parametern zu orientieren.

Allgemeine Anforderungen an ein Zertifizierungsverfahren stehen vor allem im Zusammenhang mit der Glaubwürdigkeit, welche für eine erfolgreiches Bestehen auf dem Markt unerlässlich ist. So sollen auch die ökologischen Minimalanforderungen an ein Ökostrom-Kleinwasserkraftwerk einfach ersichtlich sein und die Kriterien dazu objektiv und wissenschaftlich begründet werden können. Die Glaubwürdigkeit bedingt auch eine breite Abstützung des Verfahrens bei verschiedenen Interessensvertretern.

Die breite Abstützung und die Glaubwürdigkeit bedingt auch die Berücksichtigung einer lokalen Ebene. So sind Kriterien für ökologische Labelverfahren den auch oft ökologische Kompromisse und lokal nicht immer optimal. Wünschenswert ist daher der Einbezug lokaler Gegebenheiten für ökologische Optimierungen.

All diese Anforderungen sind schwierig innerhalb eines Verfahrens zu erfüllen. Das Verfahren der EAWAG versucht anhand einer Klassifizierung eine mögliche Lösung aufzuzeigen. So haben Ökostrom-Wasserkraftwerke einerseits gewisse überregional einheitliche ökologische Basisanforderungen zu erfüllen, andererseits ist aber auch ein fixer Betrag pro Kilowattstunde produzierten Ökostroms in die Sanierung des Gewässereinzugsgebietes zu investieren (sogenannte Ökostrom-Investitionen).

## **Verfahrensvorschlag**

Mit der Zertifizierung von Kleinwasserkraftanlagen sollen vorhandene und bereits stromproduzierende Anlagen ausgezeichnet werden, die sich durch eine sowohl lokal als auch global gesehene umweltgerechte Produktion auszeichnen. Wo möglich und verhältnismässig soll eine Zertifizierung auch zu einer ökologischen Verbesserung im betroffenen Gewässersystem führen.

Das Ziel des Verfahrensvorschlages ist die einfache und transparente Überprüfung von glaubwürdigen, wissenschaftlich begründeten Kriterien zur ökologischen Verträglichkeit eines Kleinwasserkraftwerkes.

Im Rahmen dieser Arbeit hat sich gezeigt, dass die Abgrenzung für ein spezielles Zertifizierungsverfahren für Kleinwasserkraftwerke bei einer Leistung von 3'000 kW am meisten Sinn macht: Wasserkraftwerke mit einer Leistung von über 3'000 kW haben bereits eine beachtliche Grösse und ein beachtliches Produktionsvolumen, nutzen ein beträchtliches Wasserdargebot und wirken entsprechend auf die Umwelt ein. Deshalb unterliegen Wasserkraftwerke mit einer Leistung von mehr als 3'000 kW

einer gesetzlich verankerten zweistufigen Umweltverträglichkeitsprüfung. Es wird daher davon ausgegangen, dass der Umfang an vorhandenen Untersuchungsdaten etwa den Wasserkraftwerken über 10'000 kW entspricht und dementsprechend das Verfahren der EAWAG zur Anwendung kommt.

Grundsätzlich bezieht sich das Verfahren auf bestehende Anlagen. Eine Ausnahme bilden Kleinwasserkraftwerke, die eine bestehende Infrastruktur mit einem vorhandenen hydroelektrischen Potential nutzen, sogenannte Nebennutzungsanlagen.

### **Umsetzungsprinzipien**

Gemäss dem Teil Grundlagen geht der Verfahrensvorschlag davon aus, dass die Einwirkungen auf die Umwelt neben der Art der Gewässernutzung (oder dem Typ des Wasserkraftwerkes) auch vom Standort, der Leistung und dem Gewässer selbst abhängt. Dies hat zu vier Umsetzungsprinzipien geführt:

Der Verfahrensablauf soll in Teilverfahren unterteilt werden. Je nach Nutzung oder Leistung wird das Verfahren ausführlicher und genauer oder erlaubt ein kurzes Durchlaufen.

Speziell geschaffene kompetente Beratungs- und Prüfstellen unterstützen die Betreibenden beim Durchlaufen des Verfahrens. In erster Linie stellen sie sicher, dass der verwaltungstechnische Aufwand, insbesondere durch ökologische Gutachten und Studien, mit dem ökologischen Nutzen in einem gesunden Verhältnis stehen.

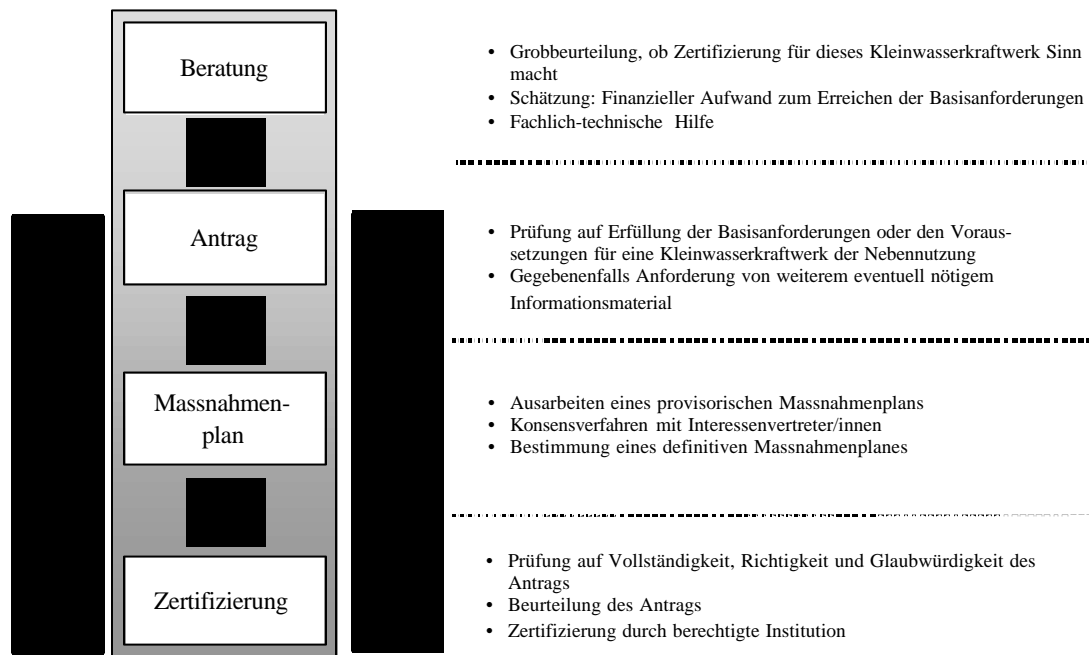
Ökostrom-Basisanforderungen für Kleinwasserkraftwerke gewährleisten eine überregional einheitliche Zertifizierung und formulieren in etwa eine ökologische Aufwertung, wie sie nach einer Neukonzessionierung zu erwarten wären.

Lokal angepasste Ökostrom-Investitionen stehen für die direkte Verbesserung des Gewässersystems mit einem Anteil des Aufpreises der Kundinnen und Kunden für den Ökostrom. Es hat sich gezeigt, dass Ökostrom-Investitionen bei Kleinwasserkraftwerken erst ab einer Leistung von 1'000 kW Sinn machen. Geht man von Ökostrom-Investitionen von 0.5 bis 1 Rp./kWh aus, ist der Betrag zu klein für ökologisch sinnvolle Verbesserungsmaßnahmen.

Diese vier Umsetzungsprinzipien führten zu einem Zertifizierungsablauf, wie ihn die Abbildung 1 wiedergibt.

### **Beratung**

Zu Beginn einer Zertifizierung steht eine Beratung durch eine kompetente Stelle. Im Rahmen dieser Beratung soll abgeschätzt werden, ob eine Ökostrom-Zertifizierung unproblematisch (Neukonzessionierung, Anlage der Nebennutzung, etc.) ist oder ob allfällige bautechnische und betriebliche Massnahmen notwendig sind. Dieser Schritt kann auch eine Begehung umfassen.



**Abb. 1:** Schematischer Ablauf zur Zertifizierung von Kleinwasserkraftwerken

### Antrag und Prüfung

Aufgrund eines Antrags wird überprüft, ob alle Anforderungen und Kriterien in Form der Basisanforderungen zur Zertifizierung erfüllt sind. Je nach Leistung, Nutzungstyp und Resultat der Prüfung kann im Anschluss eine Zertifizierung erfolgen.

### Massnahmenplan

Für Kleinwasserkraftwerke mit über 1'000 kW Leistung sind zusätzliche Verbesserungsmassnahmen in Form von Ökostrom-Investitionen zu leisten. In Absprache mit der Beratungsstelle ist im Umfang eines begrenzenden Geldbetrages ein provisorischer Massnahmenplan zu erstellen. Gemeinsam mit lokalen Interessenvertretern und den Behörden muss im Rahmen eines Konsensverfahrens ein definitiver Plan beschlossen werden. Solche Verbesserungsmassnahmen betreffen in erster Linie das direkt betroffene Gewässersystem, ist aber eine Kraftwerkskette betroffen, sollen auch Verbesserungsmassnahmen in der Kette in Betracht gezogen werden.

### Zertifizierung

Zum Schluss wird der Antrag auf Vollständigkeit, Glaubwürdigkeit und Richtigkeit aller Angaben überprüft. Sind alle notwendigen Informationen vorhanden, sind die Basisanforderungen erfüllt und besteht ein Konsens über die nötigen Verbesserungsmassnahmen, so wird eine entsprechende Beurteilung und Empfehlung zuhanden der Zertifizierungsinstanz formuliert.

## **Schluss und offene Fragen**

Inwieweit dieser Vorschlag auch praktischen Ansprüchen genügt, muss sich im Rahmen einer „Vernehmlassung“ unter interessierten Interessensvertreterinnen und Interessenvertretern sowie ersten Pilotzertifizierungen zeigen. Wichtig ist festzuhalten, dass dieser Verfahrensablauf ein Vorschlag darstellt, der als Grundlage zur Weiterentwicklung dienen soll. So sind auch verschiedene Fragen noch offen und nicht definitiv geklärt:

Ein zentrales Element in diesem Vorschlag sind die Basisanforderungen. Die zeitliche Beschränkung hat es nicht möglich gemacht, diese ökologischen Minimumkriterien zu definieren. Eine weitere wichtige offene Frage betrifft die Revitalisierung von stillgelegten Kleinwasserkraftwerken. So konnte der Einbezug solcher Anlagen nicht befriedigend geklärt werden. Einerseits könnte eine ökologische Revitalisierung an einigen Standorten eine Verbesserung der Situation erbringen, andererseits kann aber auch nur eine Renaturierung an einigen Standorten eine Verbesserung der ökologischen Funktionalität bringen.