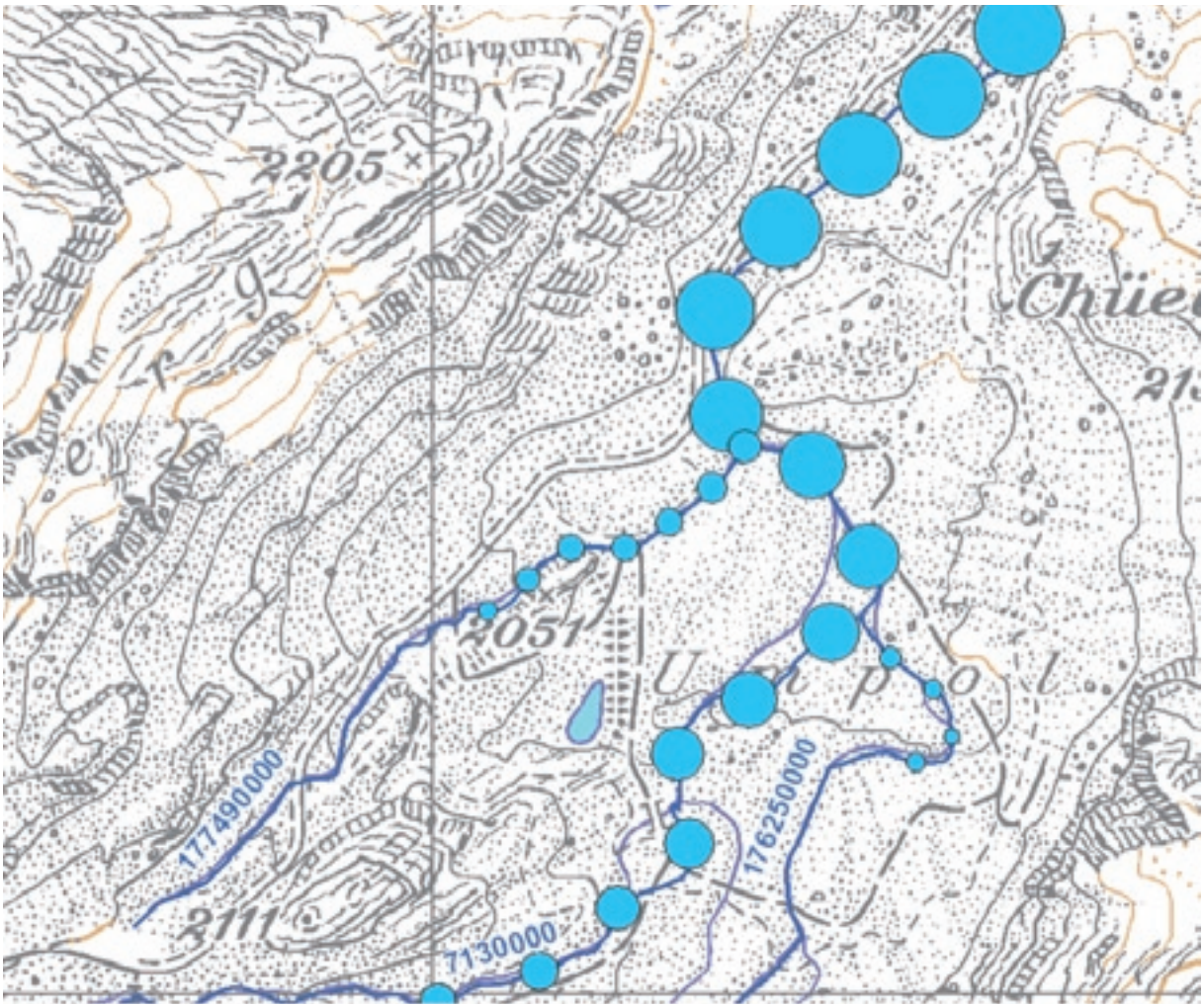
Rapport de synthèse 2008 du chef de programme OFEN
Synthesebericht 2008 des BFE-Programmleiters

Forschungsprogramm Wasserkraft

Klaus Jorde

klaus.jorde@entec.ch



Flächendeckende Ermittlung des Kleinwasserkraftpotenzials der Schweiz

Die Kreise auf der Karte repräsentieren lokale Einzugsgebietsgrössen, wie sie zur Ermittlung lokaler Abflüsse aus digitalen Geländemodellen ermittelt werden. (Schröder und Weidmann 2008 [5])

Programmschwerpunkte

Ziel für das Forschungsprogramm im Jahr 2008 war es in erster Linie, den ursprünglichen **Programmentwurf nach Vorgaben der CORE zu überarbeiten**, im Anschluss daran das **Programm zu publizieren** [8] und die entsprechende **Website** aufzuschalten, sowie eine **Begleitgruppe** zusammenzustellen und einzusetzen. Bestehende **Forschungsprojekte aus dem früheren Programm Kleinwasserkraftwerke** sollten weitergeführt und parallel dazu erste **neue Forschungsprojekte** in die Wege geleitet werden.

Generelles Ziel des im Frühjahr 2008 initiierten Forschungsprogramms Wasserkraft ist es, die **vollständige Nutzung des vorhandenen Wasserkraftpotenzials** der Schweiz unter einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise zu unterstützen und fördern. Dabei geht es einerseits um die technische Erschliessung noch vorhandener Restpotenziale, z.B. durch **technische Verbesserungen und Neuentwicklungen**, die wirtschaftliche Vorteile bringen, und um die Entwicklung von **Lösungsansätzen** zu Problemen, welche die **Potenzialerschliessung** bremsen.

Andererseits geht es aber auch um den **Erhalt bestehender Nutzungen**, welche z.B. infolge der Klimaänderung bedroht sind, oder bei denen aufgrund bestimmter ökologischer Ansprüche (Restwasser, Schwallbetrieb usw.) oder anderer Faktoren (z.B. Stauraumverlandung) in der Zukunft Einschränkungen zu erwarten sind.

Bezüglich der vorhandenen **Potenziale für kleine Wasserkraftanlagen** sind bisher nicht einmal flächendeckende Daten für die Schweiz bekannt. Diese Lücke soll geschlossen werden. Ein weiterer Schritt hin zu einer möglichst vollständigen Potenzialausnutzung ist die **Beseitigung bestehender Hemmnisse** durch die Entwicklung von neuen Lösungsansätzen, insbesondere im Bereich des **Konfliktes zwischen Wasserkraft, Natur- und Landschaftsschutz**.

In wirtschaftlicher und technischer Hinsicht sind aber auch für **grosse Anlagen** noch neue offene Fragen zu klären, die insbesondere mit der sich verändernden Betriebsweise von Speicherkraftwerken zusammenhängen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2008

Programm nach Vorgaben der CORE überarbeitet

Das neue Forschungsprogramm Wasserkraft wurde der CORE erstmals als Programmentwurf im November 2007 vorgestellt und diskutiert. Er wurde generell für gut befunden und an die Programmleitung – mit der Bitte um Überarbeitung und insbesondere Straffung der Programmziele – zurückgegeben. Das jetzt vorliegende Programm [8] basiert auf den generellen Zielen, das gesamte vorhandene Wasserkraftpotenzial in der Schweiz zu erschliessen und zu der Beseitigung von Hemmnissen beizutragen, die dieser Erschliessung entgegenwirken. Zu diesen Hemmnissen zählen beispielsweise technische und wirtschaftliche Fragen bei Kleinwasserkraftwerken sowie ökologische Fragen bei Speicherkraftwerken und deren geplanten Erweiterungen. Daneben werden auch explizit Fragestellungen im Zusammenhang mit der Klimaveränderung sowie mögliche Konsequenzen veränderter Betriebsweisen der Speicherkraftwerke im europäischen Verbundnetz angesprochen.

Das überarbeitete Programm wird der CORE im Sommer 2009 nochmals vorgestellt. Eine Abstimmung mit dem zuständigen CORE-Paten, Prof. A. Wokaun, hat stattgefunden, und es wurde Einigkeit über die überarbeitete Formulierung des Forschungsprogramms erzielt.

Begleitgruppe

Für die wissenschaftliche Begleitgruppe des Forschungsprogramms konnten namhafte Experten aus verschiedenen Bereichen der Wasserkraftforschung und -nutzung gewonnen werden. Die Namen und Zugehörigkeiten sind nachfolgend aufgeführt.

- Robert Boes, VAW, ETH Zürich;
- Giovanni De Cesare, Laboratoire de Constructions Hydrauliques, EPFL, Lausanne;
- Walter Hauenstein, Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband;
- Ivo Scherrer, Entegra Wasserkraft AG;
- Thomas Staubli, Hochschule Luzern – Technik & Architektur;
- Bernhard Wehrli, Eawag, Zürich;
- Martin Kauert, Swisselectric Research, Bern (angefragt).

Eine erste Sitzung der Begleitgruppe ist zwar im Jahr 2008 nicht mehr zu Stande gekommen, jedoch für das erste Quartal 2009 geplant. Es ist vorgesehen, dass sich die Begleitgruppe maximal einmal pro Jahr trifft. Im Wesentlichen soll die Begleitgruppe unterstützend und kritisch begutachtend tätig sein und im Fall von spezifischen Fragestellungen zusätzliches Expertenwissen bzw. Ein-

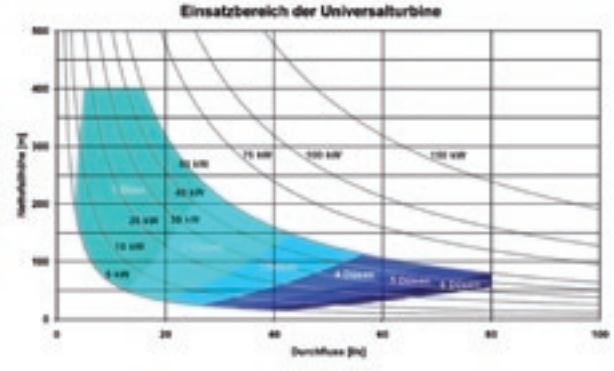
schätzungen zur Verfügung stellen. Zu den allgemeinen Aufgaben der Begleitgruppe gehört es, die Aktivitäten des Programms zu beobachten, die Forschungsschwerpunkte, wo erforderlich, anzupassen und alle Schweizer Wasserkraftaktivisten möglichst breit gestreut auf das Programm hinzuweisen.

Website

Die Website des Forschungsprogramms ist seit Januar 2009 aufgeschaltet unter www.bfe.admin.ch/forschungwasserkraft. Eine Reihe von Anfragen bezüglich Fördermöglichkeiten ist aufgrund der dort veröffentlichten Informationen und Förderschwerpunkte bereits eingegangen.

Forschungsprojekte aus dem früheren Programm Kleinwasserkraftwerke

Mehrere Projekte befassten sich mit dem Anwendungsgebiet der Energienutzung in Trinkwasser-Versorgungssystemen. Die Herausforderungen liegen hierbei in den oft sehr limitierten Platzverhältnissen oder beim benötigten Restdruck nach erfolgter Turbinierung. Das Projekt *Universell einsetzbare Turbine für Wasserversorgungen* [1] der Stiftung Revita konzentriert sich auf die Entwicklung der Gegendruckturbine – auch als Universalturbine bezeichnet – welche für den Einsatz in geschlossenen Wassersystemen vorgesehen ist und nach erfolgter Turbinierung einen Restdruck bereitstellt. Bis anhin wurden für diese Anwendungen Pumpen eingesetzt, die rückwärts betrieben wurden: das Wasser fliesst dabei rückwärts durch die Pumpe, die dadurch als Turbine wirkt und so Elektrizität produziert. Der Vorteil der Gegendruckturbine gegenüber den Pumpen liegt in einem besseren Wirkungsgrad und einer deutlich grösseren Flexibilität bezüglich des zu turbinierenden Wassers. In einem ersten Schritt wird die neue Turbine für Leistungen zwischen 5 und 50 kW entwickelt – einem für Trinkwasserkraftwerke typischen Anwendungsbereich (Figur 1).



Figur 1: Einsatzbereiche für die Universalturbine, eine universell einsetzbare Turbine für Wasserversorgungen. (Schindelholz und Fritschi 2008 [1])

Das Turbinenrad wird in einen luftdicht geschlossenen Raum eingebaut. Ein Luftkissen zwischen Turbinenrad und Wasserstand bestimmt den Restdruck, mit welchem das Wasser nach der Turbinierung zu den Verbrauchern gelangt. Der unterschiedliche Luftgehalt im zu- und abfliessenden Wasser verändert die Luftmenge im Luftdruckkissen. Ein Luftmengenregler sorgt deshalb für eine konstante Luftmenge. Das Luftkissen dämpft und absorbiert ausserdem Druckstösse im Wasserleitungsnetz

Ein weiteres Projekt beschäftigt sich mit der Entwicklung standardisierter Kleinturbinen. Das Kompetenzzentrum MHyLab verfolgt seit 1993 das Ziel, kleine hydraulische Turbinen zu entwickeln, die den Kriterien Zuverlässigkeit, Einfachheit und Performance genügen. Alle Arbeiten zielen darauf ab, die wirtschaftlich, ökologisch und technisch optimale Turbine für jedes Kleinwasserkraftwerk zu bestimmen. Bereits ausgereift sind Entwicklungen für den Bereich hoher Fallhöhen (60 bis 600 m), wo Peltonturbinen eingesetzt werden, und für den Bereich niedriger Fallhöhen (1,5 bis 30 m) mit Axialturbinen vom Typ Kaplan. Die Technik steht den KMU der Branche zur Verfügung. Bis heute werden weltweit 42 MHyLab-Kleinturbinen eingesetzt, von der Schweiz bis nach Neuseeland. Derzeit noch ungenügend abgedeckt ist der Bereich der mittleren Fallhöhen (20 bis 100 m), der mit diagonalen Turbinen bewirtschaftet wird. Dieser Bereich wird im Rahmen des Projekts *Turbines Diagonales 06* [2] untersucht. Die gesamten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten basieren auf dem Prinzip der Systematisierung und laufen wie folgt ab:

- Definition einer Basisturbine anhand der verwendeten Technik in der Grosswasserkraft;
- Anpassungen an die Besonderheiten der Kleinwasserkraft und Definition der Dimensionierungsparameter;
- Überprüfung der Anpassungen und weitere Vereinfachung anhand von numerischen Modellen;
- Bau einer Modell-Turbine im Labor und Installation auf dem Prüfstand;
- Tests und Entwicklungen auf dem Prüfstand, um die Turbine so einfach und leistungsstark wie möglich zu machen.

Die Laborarbeiten ermöglichen es, die Veränderungen der Konstruktionsparameter in Abhängigkeit z.B. des Durchflusses, des verfügbaren Gefälles oder der Drehzahl der Turbine zu bestimmen. Die erhaltenen Resultate können nach festgelegten Normen auf die realen Anwendungen übertragen werden. Somit ist es möglich, die für

einen bestimmten Standort optimale Turbine herzustellen.

Ein Vorprojekt zur *Optimierung von Kleinwasserkraftwerken durch Qualitätssicherung* behandelte erstmals Qualitätsmängel bei Kleinwasserkraftwerken und deren Prävention. Das Folgeprojekt befasst sich mit der *Optimierung von Spülvorgängen bei Kleinwasserkraftwerken* [3]. Die Verschmutzung der Rechen und Turbinen ist ein ständiges Problem beim Betrieb von Kleinwasserkraftwerken. Dies ist vor allem im Herbst und bei starkem Regen der Fall, wenn grosse Mengen an Laub und Geäst anfallen. Die Verschmutzung stellt oft das am häufigsten auftretende und grösste Problem bei Kleinanlagen dar und kann den Wirkungsgrad der Anlage innerhalb kurzer Zeit um 30–40 % reduzieren. Das bedeutet, dass sehr häufig entsprechende Spülprogramme durchgeführt werden müssen, in manchen Anlagen bei grossem Treibgutanfall im halbstündigen Rhythmus. Während Rechen üblicherweise ohne nennenswerte Störung des Betriebs mittels Rechenreiniger gereinigt werden können, muss zur Reinigung der Turbine diese meist geschlossen werden, wobei es zu einer erheblichen Beeinflussung des Betriebs kommt. Während des Spülens kann kein Strom produziert werden, je nach Spülprogramm wird sogar von der Turbine Leistung aufgenommen. Die Spülvorgänge hängen stark vom Turbinentyp ab. Die ideale Vorgehensweise ist hierfür noch nicht gefunden worden. Durch die Häufigkeit des Spülens ergibt sich ein erheblicher Verlust an Jahresarbeit, der je nach Anlage im Bereich von 3–10 % der Jahresproduktion liegen kann. Durch effizientere Spülprogramme, eine eventuelle bauliche Optimierung oder durch ein angepasstes Design kann ein Teil dieser Verluste vermieden werden. Das 2007 von der Hochschule Luzern, der Universität Stuttgart und verschiedenen Industriepartnern gestartete Forschungsprojekt befasst sich mit der Problematik und erstellt einen technischen Leitfaden.

Die Funktionsweise einer neuartigen Fischaufstiegshilfe wird im Projekt *Monitoring der Fischschleuse des KW Buchholz* [4] geprüft. Konventionelle Fischaufstiegshilfen liessen sich bei der Stauanlage mit einer Höhe von 15 m und den beengten räumlichen Verhältnissen nicht realisieren. Die Fischaufstiegshilfe wurde deshalb in der Form einer Fischschleuse ausgeführt und direkt in die Vorbetonierung der alten Staumauer integriert. Diese Form des Fischaufstieges ist in der Schweiz erstmalig zur Anwendung gekommen und besitzt Pioniercharakter. Eine detaillierte Funktionskontrolle soll Aufschluss über die Wirksamkeit der gewählten Variante geben und den Schleusenbetrieb gegebenenfalls optimieren. Diese Informationen können für die Planung von zukünftigen Fischaufstiegsanlagen in dieser Form von grossem Nutzen sein. Die Untersuchungen umfassen neben der Kontrolle mittels Fischreuse über ein Jahr auch die Untersuchung von Kompensationswanderungen durch Einsetzen von Fischen im Unterwasser.

Neue Forschungsprojekte

Gemäss einem der Schwerpunkte des Forschungsprogramms Wasserkraft konnte ein neues vierjähriges Forschungsprojekt *Erhebung des Kleinwasserkraftpotenzials der Schweiz – ganzheitliche Beurteilung des Wasserkraftpotenzials* in die Wege geleitet werden. Das Teilprojekt *Ermittlung des hydroelektrischen Potenzials für Kleinwasserkraftwerke* [5] zielt einerseits darauf ab, erstmalig eine flächendeckende Erhebung des theoretischen Potenzials für Kleinwasserkraftwerke (< ca. 1 MW) in der Schweiz durchzuführen (Figur 2, Titelbild).

In einem weiteren Teilprojekt *Ganzheitliche Beurteilung des Wasserkraftpotenzials* [6] sollen ganzheitliche Bewertungskriterien erarbeitet werden, die es erlauben, eine realistische Schätzung bezüglich des Potenzialanteils abzugeben, der unter bestimmten sozioökonomischen, ökologischen und landschaftsplanerischen Gesichtspunkten tatsächlich nutzbar ist. Dabei sollen unterschiedliche Szenarien zu Grunde gelegt werden. Gesamtziel ist, das tatsächlich nutzbare Kleinwasserkraftpotenzial in der Schweiz unter verschiedenen Bewertungsansätzen qualifizieren und lokal zuordnen zu können.

Im Rahmen des *Leitbilds zur ganzheitlichen Bestimmung von potenziellen Standorten von Kleinwasserkraftwerken* [7] koordiniert das Netzwerk Wasser in Berggebieten (NWB) das gesamte Forschungsprojekt und stellt den Kontakt zu den Bergkantonen her, die als Endnutzer die Forschungsergebnisse heranziehen können, um bei der Bewertung der zahlreich eingehenden

Figur 2: Erstellen eines generischen Gewässerlaufs (Prinzipskizze) für die Ermittlung des Kleinwasserkraftpotenzials der Schweiz. (Schröder und Weidmann [5])

Anträge eine weitere Entscheidungsgrundlage zu haben.

Im Rahmen der Energiestrategie des Bundes liefert dieses Projekt erstmals verlässliche Zahlen über das tatsächlich noch erschliessbare Energiepotenzial kleiner Wasserkraftanlagen in der Schweiz.

Über dies bereits angelaufene Forschungsprojekt hinaus liegt eine Reihe von Anfragen für weitere Projekte vor, die alle aus dem Bereich *Turbinentechnologie* für kleine Wasserkraftpotenziale stammen. Eine Reihe von Anfragen musste allerdings auch abgelehnt werden.

Nationale Zusammenarbeit

Bereits im Vorfeld und während der Ausarbeitungsphase des Forschungsprogramms hat die Programmleitung den Kontakt zu verschiedenen Beteiligten im Bereich Wasserkraft in der Schweiz aufgenommen. Im Jahr 2008 hatten Gespräche mit den beiden wasserbaulichen Versuchsanstalten an den ETH (VAW Zürich, LCH Lausanne), Vertretern verschiedener Fachhochschulen (FH Luzern, Rapperswil, Sion), dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband, Energieversorgungs- und Wasserkraftunternehmen, sowie Vertretern anderer Wissenschaftsdisziplinen (Universitäten, Eawag, Empa) stattgefunden. Diese ursprünglichen Kontaktaufnahmen dienten in erster Linie dazu, die Einschätzung des notwendigen Forschungsbedarfs von möglichst vielen Experten zu erhalten und in das Programm einzuarbeiten.

Nachdem nun das Programm formuliert und der Öffentlichkeit vorgestellt ist [8], wurde die Begleitgruppe für das Forschungsprogramm aus den oben genannten Institutionen rekrutiert und die bestehenden Kontakte wurden verwendet, um das Forschungsprogramm auf breiter Basis bekannt zu machen.

Zusätzliche Kontakte wurden zu Swisselectric Research hergestellt, weitere Kontaktaufnahmen (KTI, SNF) sind für die nahe Zukunft vorgesehen. Die Programmleitung selbst wurde in der Zwischenzeit bereits mehrfach kontaktiert mit der Bitte um fachliche Begutachtung von Förderanträgen, die bei oben genannten Institutionen eingereicht worden sind.

Im Rahmen der Vorbereitung und Durchführung von Forschungsprojekten wurden Kontakte mit verschiedenen Institutionen aus Forschung, Verwaltung und Privatwirtschaft aufgebaut und vertieft (z.B. Universität Bern, Hochschule Luzern, Watergisweb AG, Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Netzwerk Wasser in Berggebieten).

Die im Programm angesprochene Ausbildungsinitiative der Schweizer Wasserkraftunternehmen wurde mit dem SWV erörtert; hier sind Aktivitäten bereits angelaufen. Die Programmleitung war an der Evaluation eingereichter Projekte beim Swiss Mountain Water Award beteiligt. Eine enge Zusammenarbeit und Abstimmung mit dem Programm Kleinwasserkraftwerke von EnergieSchweiz findet statt. Ebenso bestehen Kontakte bezüglich Zusammenarbeit mit der Wasser-Agenda 21.

Teilnahme an Tagungen

Der Programmleiter hat 2008 als Vertreter des Forschungsprogramms Wasserkraft an folgenden Tagungen teilgenommen:

- EnergieSchweiz Strategiekonferenz, 1./2. Juli 2008, Winterthur;
- Jahresveranstaltung Netzwerk Wasser in Berggebieten, 20. August 2008, Landquart;
- Otti-Tagung, 11. Internationales Anwenderforum Kleinwasserkraftwerke, 25./26. September 2008, Luzern;
- Pro-Natura-Tagung «Wieviel Wasserkraft verträgt die Schweiz», 17. Oktober 2008, Bern;
- Wasserkraft als Spitzenenergie – Chancen und Risiken, 18. November 2008, ETH Zürich.

Internationale Zusammenarbeit

Internationale Kooperationen wurden bisher konkret keine angestossen. Allerdings ist der Programmleiter aufgrund seiner übrigen Aktivitäten in internationale Projekte eingebunden, und es ist zu erwarten, dass auch das Forschungsprogramm Wasserkraft beziehungsweise einzelne Forschungsprojekte international vernetzt sein werden.

So war der Programmleiter beispielsweise mehrfach als Gutachter für die Norwegische Science Foundation tätig. Die Forschungsaufträge, die dabei zu begutachten waren, beschäftigten sich mit Schwall- und Sunkbetrieb und den ökologischen Auswirkungen unterhalb von Speichern sowie mit neuartigen Aufgabenstellungen für Speicherkraftwerke innerhalb des europäischen Stromnetzes.

Diese Fragestellungen decken sich weitgehend mit prioritären Punkten innerhalb des BFE-Forschungsprogramms Wasserkraft und die Programmleitung wird sich bemühen, hier eine internationale Vernetzung in die Wege zu leiten.

Darüber hinaus nahm der Programmleiter an der Otti-Tagung «11. Internationales Anwenderforum Kleinwasserkraftwerke» im September 2008 in Luzern teil.

Öffentlichkeitsarbeit

Das neu aufgelegte Forschungsprogramm Wasserkraft wurde seit der Aufschaltung der Website verschiedentlich der Öffentlichkeit vorgestellt, so z.B. in einem Beitrag im Bulletin SEV/VSE, anlässlich einer Tagung über Stauraumverlandung an der EPFL und in einer Pressemitteilung des Netzwerks Wasser in Berggebieten.

Bewertung 2008 und Ausblick 2009

Das neu geschaffene Forschungsprogramm Wasserkraft wurde im Jahr 2008 erfolgreich etabliert. Gewisse Verzögerungen sind eingetreten, weil ursprünglich vorgesehen war, dass überarbeitete Programm vor seiner Veröffentlichung nochmals der CORE vorzustellen. Dies war zunächst für November 2008 vorgesehen, wurde dann von der CORE aber kurzfristig aufgrund anderer Prioritäten auf unbestimmte Zeit verschoben. Weiterhin gab es einen Wechsel in der Bereichsleitung beim BFE. Die Website konnte zu Beginn des Jahres 2009 aufgeschaltet und freigegeben werden, so dass das Programm, die Schwerpunkte und Fördermöglichkeiten jetzt öffentlich zugänglich sind.

Eine Begleitgruppe wurde zwar zusammengestellt, es war jedoch nicht mehr möglich, eine erste Sitzung im Jahr 2008 zu organisieren.

Parallel zur Fertigstellung des Programms liefen bereits Gespräche und Verhandlungen bezüglich eines ersten grösseren Forschungsprojektes. Dieses Projekt zum Kleinwasserkraftpotenzial der Schweiz wurde mit massgeblicher Unterstützung durch die Programmleitung als interdisziplinäres Projekt erarbeitet und eingereicht. Ende Oktober 2008 wurden die Verträge zu dem Projekt unterschrieben und die Arbeiten konnten beginnen. Als besonderer Erfolg wird dabei angesehen, dass bei diesem Projekt nicht nur das technische Potenzial flächendeckend erhoben wird, sondern dass parallel dazu ganzheitliche Beurteilungsansätze entwickelt werden, die es den Entscheidungsbehörden ermöglichen werden, im Spannungsfeld Wasserkraftnutzung und Natur-/Landschaftsschutz ausgewogene Entscheidungen treffen zu können.

Zu den Schwerpunkten für das Jahr 2009 gehört neben weiteren Forschungsprojekten eine stärkere Verknüpfung des Forschungsprogramms Wasserkraft mit anderen Organisationen, die Forschungsprojekte im Energiebereich fördern. Dazu gehören insbesondere der SNF, die KTI und Swisselectric Research. Durch persönliche Kontakte soll hier sichergestellt werden, dass Möglichkeiten gemeinsamer Projekte und gegenseitiger Unterstützung so weit wie möglich ausgenutzt werden.

Liste der F+E-Projekte

[1] B. Schindelholz und M. Fritschi (bruno.schindelholz@revita.ch), Stiftung Revita, Langenbruck: Universell einsetzbare Turbine für Wasserversorgungen (JB Projekt 102033).

[2] V. Denis (info@mhylab.com), MHyLab, Montcherand: Turbines diagonales 06: Programme de développement d'une turbine hydraulique diagonale destinée à équiper les petites centrales à moyenne chute (25 à 100 m) (JB Projekt 101915).

[3] A. Abgottspon (andre.abgottspon@hslu.ch) und Th. Staubli (thomas.staubli@hslu.ch), Hochschule Luzern, Horw: Verschmutzung von Kleinwasserkraftanlagen (JB Projekt 102390).

[4] Ch. Ruhlé (christian.ruhle@bluewin.ch), Büro für Jagd- und Fischereifragen, Schmerikon, und I. Scherrer (ivo.scherrer@entegra.ch), Entegra Wasserkraft AG, St. Gallen: Kontrolle Fischschleuse KWKW Buchholz (JB Projekt 102418).

[5] U. Schröder und Y. Weidmann (u.schroeder@watergisweb.ch), Watergisweb AG, Bern: Erhebung des Kleinwasserkraftpotentials der Schweiz – Ermittlung des hydroelektrischen Potentials für Kleinwasserkraftwerke (JB Projekt 102835).

[6] R. Weingartner und C. Hemund (wein@giub.unibe.ch), Geographisches Institut der Universität Bern, Bern: Erhebung des Kleinwasserkraftpotentials der Schweiz: Ganzheitliche Bestimmung des Wasserkraftpotentials (JB Projekt 102835).

[7] D. Soldo (soldo@slf.ch), Netzwerk Wasser im Berggebiet, Davos: Erhebung des Kleinwasserkraftpotentials der Schweiz – Leitbild zur ganzheitlichen Bestimmung von potentiellen Standorten von Kleinwasserkraftwerken (JB Projekt 102835).

Referenzen

[8] K. Jorde (jorde@entec.ch), Entec AG, St. Gallen: Energieforschungsprogramm Wasserkraft für die Jahre 2008 – 2011 www.bfe.admin.ch/forschungwasserkraft.

Impressum

Juni 2009
Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
Druck: Ackermanndruck AG, Bern-Liebefeld
Bezug der Publikation: www.energieforschung.ch

Programmleiter
Dr. Klaus Jorde
entec ag
St. Leonhardstr. 59
CH-9000 St.Gallen
jorde@entec.ch

Bereichsleiter
Dr. Michael Moser
Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern
michael.moser@bfe.admin.ch