



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Energieforschung

10. Februar 2010

Forschungsprogramm

Wasserkraft

Synthesebericht 2009 des BFE-Programmleiters

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE

CH-3003 Bern

www.bfe.admin.ch

Autor:

Dr. Klaus Jorde, Entec AG Consulting & Engineering, jorde@entec.ch

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Ziel des Forschungsprogramms Wasserkraft ist die Förderung und Unterstützung der vollständigen Nutzung des vorhandenen Wasserkraftpotenzials in der Schweiz. Dabei wird eine ganzheitliche Betrachtungsweise zugrunde gelegt, die neben technischen und ökonomischen Aspekten insbesondere ökologische und landschaftsbezogene Schutzaspekte mit einschliesst. Das impliziert, dass mit «vollständiger Nutzung» nicht eine vollständige Nutzung des technischen Potenzials gemeint ist, sondern die Nutzung des Potenzialanteils, für den ein gesellschaftlicher und politischer Konsens vorhanden ist.

Aufgrund der stark unterschiedlichen Fragestellungen, sowie der Struktur und Finanzkraft der Betreiberorganisationen wird innerhalb des Programms unterschieden zwischen Grosswasserkraft und Kleinwasserkraft. Die Grenze ist dabei nicht scharf gezogen, liegt aber irgendwo zwischen 1 und 10 MW. Die Situation der Wasserkraft ist dabei unterschiedlich von anderen erneuerbaren Energiequellen. Bereits heute ist ein sehr hoher Nutzungsgrad des technischen Potenzials vorhanden, und die weiter möglichen Zuwächse insgesamt sind im Vergleich dazu eher gering. Aufgrund von Einflussfaktoren, welche die derzeitige Wasserkraftnutzung in ihrem Bestand beeinflussen werden, wie z.B. die Klimaveränderung oder die Umsetzung bereits verabschiedeter Gewässerschutz- und Restwasserbestimmungen, ist auch der Erhalt des derzeitigen Erzeugungspotenzials ein Bestandteil der Zielsetzungen des Forschungsprogramms.

Aktuell wird die Wasserkraftnutzung in der Schweiz – wie auch in anderen europäischen Ländern – von zwei Aktivitätsschwerpunkten dominiert:

- Die Öffnung des europäischen Stromnetzes und die enormen Kapazitäten an nicht regelba-

ren erneuerbaren Energien (Wind, Sonne), die in das Netz einspeisen, bewirken einen wachsenden Bedarf an Speicherkapazität. Neue wirtschaftliche Möglichkeiten ergeben sich daraus für die Betreiber grosser Speicherkraftwerke. Ausbau und Erweiterung bestehender (Pump-) Speicherkraftwerke, auch hinsichtlich veränderter technischer Herausforderungen bilden daher den Schwerpunkt der Aktivitäten im Bereich grosser Wasserkraftwerke. Aus der veränderten Betriebsweise ergeben sich zusätzliche technische Anforderungen an die Anlagen, die in der ursprünglichen Konzeption nicht in dem Mass berücksichtigt wurden.

- Aufgrund der aktuellen Klimadiskussion und speziell der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) gibt es seit 2008 einen verstärkten Andrang auf die noch vorhandenen Standorte für Kleinwasserkraftanlagen. Auch Standorte mit sehr niedrigen Fallhöhen, die bisher nicht genutzt wurden, werden zunehmend anvisiert, da sie durch die KEV wirtschaftlich erschliessbar werden. Dadurch erhöht sich aber auch das Konfliktpotenzial mit dem Natur- und Gewässerschutz. Die Kantone als Entscheidungsträger sind teilweise überfordert mit der Anzahl neuer Gesuche.

Nahezu alle Forschungsaktivitäten im Forschungsprogramm Wasserkraft gehören zu einem dieser beiden Bereiche.

Das Jahr 2009 ist das erste Jahr nach der Einführung dieses neuen Forschungsprogramms 2008, und das wichtigste Ziel für dieses Jahr war demzufolge, qualitativ hochwertige und den Zielen des Programms dienende Forschungsprojekte mit unterschiedlichen Beteiligungen aus den Bereichen Grosswasserkraft und Kleinwasserkraft aufzugleisen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2009

Die beträchtliche Anzahl eingereicherter Forschungsanträge zeigt, dass das Programm gut angenommen wird. Zusätzlich zu den Projekten, welche jetzt gefördert werden, gab es auch eine ganze Reihe von Anfragen, die bearbeitet wurden,

aber letztlich nicht zu einem Forschungsprojekt im Rahmen des Programms führten.

Forschungsschwerpunkte

Die beiden oben genannten Aktivitätsschwerpunkte zeichneten sich auch bei den eingereichten Projektanträgen ab. Innerhalb des Programms liegen die Schwerpunkte in den beiden Bereichen Bautechnik und Potenziale, aber auch in den übrigen Programmschwerpunkten gibt es Aktivitäten.

Grosswasserkraft

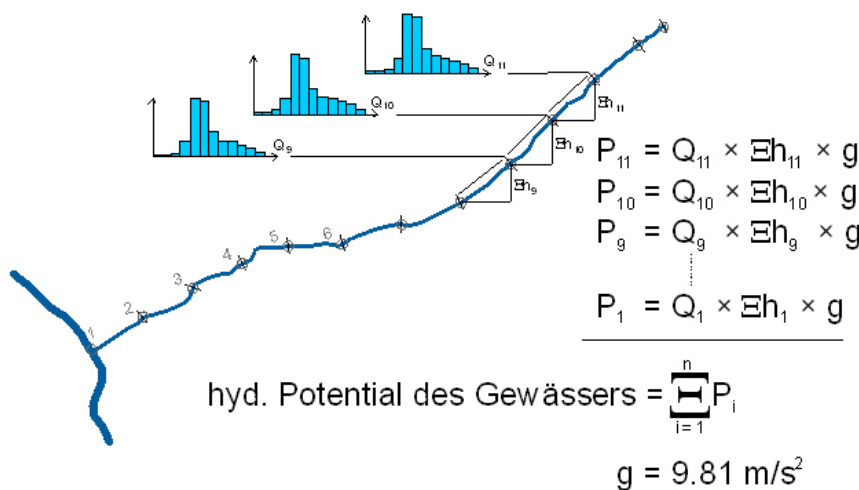
Im Bereich der **Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke** wurden im Jahr 2009 drei Projektanträge eingereicht und positiv begutachtet. Alle drei Projekte haben Laufzeiten von etwa drei Jahren und werden durch *Swisselectric Research* und Eigenleistungen der beteiligten Institute ko-finanziert.

Im Projekt *Stahlpanzerung von Druckrohrleitungen* [1] am *Laboratoire des Constructions Hydraulique (LCH)* der EPFL wird untersucht, wie bei der Stahlpanzerung von Hochdruckleitungen die Tragwirkung des umgebenden Felsens mit berücksichtigt werden kann. Aus den Forschungsarbeiten anhand der Theorie, Versuchen im Modellmassstab und an einem konkreten Projekt werden neue Entwurfsrichtlinien erarbeitet. Diese führen zu einer wirtschaftlicheren Auslegung der Druckstollenpanzerung bei Hochdruckanlagen, die infolge der sich verändernden Betriebsweise immer häufigeren Druckschwankungen unterliegen. Im Jahr 2009 wurde das grundsätzliche Konzept erarbeitet und die Versuchsanlagen eingerichtet.

Ein weiteres Projekt beschäftigt sich damit, wie die zunehmende Verlandung von Speichern verhindert werden kann. Die Staubecken von Pumpspeicheranlagen, welche durch die steigende Energienachfrage und den vermehrten Regelbedarf in der Schweiz und weltweit an Bedeutung gewinnen, sind von Verlandungsproblemen betroffen. Es soll untersucht werden, wie die Turbulenz und die Ablagerung von Feinsedimenten in solchen Speichern durch die stetig wechselnden Pump- und Turbiniersequenzen beeinflusst werden. Wie kann die Turbulenz durch die Position sowie die Geometrie der Ein- und Auslaufbauwerke beeinflusst werden, um das Absetzen von Feinsedimenten zu reduzieren? Diese Fragen werden im Forschungsprojekt *Méthodes d'observation et de prévision de l'alluvionnement des retenues des aménagements de pompage-turbinage* [2] – ebenfalls am LCH der EPFL – untersucht. Im Jahr 2009 wurden Messungen am Pumpspeicherkraftwerk Grimsel durchgeführt, die Ergebnisse ausgewertet, sowie erste Labormodellversuche durchgeführt. Die beiden Projekte an der EPFL sind Teil des Forschungsprojekts *HydroNet* [13] (siehe nationale Zusammenarbeit).

Das dritte Forschungsprojekt zu Speicherkraftwerken *Luftetragsrate in Drucksysteme von Wasserkraftanlagen infolge Einlaufwirbel* [3] hat zum Ziel, die Luftetragsrate in Drucksysteme von Wasserkraftanlagen infolge von Einlaufwirbeln mit Hilfe eines grossmassstäblichen hydraulischen Modells zu untersuchen. Auch dieses Projekt beantwortet

Fragen, die sich aus dem erhöhten Regelbedarf durch Pumpspeicherkraftwerke ergeben. Um einen maximalen Betriebsspielraum zu haben, sollen die Speicherseen möglichst weit abgesenkt werden können. Dadurch nimmt die Dicke der Wasserschicht über dem Einlauf ab und die Gefahr eines Luftezugs steigt. Um die Luft wieder aus dem System entfernen zu können – was für den Betrieb der Turbinen wichtig ist – müssen die Eintragsraten bekannt sein. Ende 2009 wurde die entsprechende Zusammenarbeit zwischen dem



Figur 1: Ermittlung des Wasserkraftpotenzials für ein Gewässer (Prinzipische Skizze), basierend auf mittleren monatlichen Abflüssen für die Ermittlung des Kleinwasserkraftpotenzials der Schweiz (Quelle: Schröder 2009 [2])

BFE und der *Versuchsanstalt für Wasserbau* (VAW) an der ETHZ fixiert. Bisher wurden Vorbereitungsarbeiten ausgeführt, so dass noch keine konkreten Zwischenergebnisse vorliegen.

Kleinwasserkraft

Im Bereich der Kleinwasserkraft wird die Situation in der Schweiz derzeit dominiert von insgesamt über 600 eingereichten Anträgen auf Zuschüsse aus der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV). Davon beziehen sich ca. 350 auf Standorte an Fliessgewässern, der Rest sind Infrastrukturanlagen (z.B. Turbinen innerhalb von Trinkwasserversorgungen). Von den Standorten an Flüssen sind 190 bisher nicht genutzte Standorte, die übrigen sind Erweiterungen bestehender Anlagen. Viele Kantone sind mit der Bearbeitung der damit verbundenen wasserrechtlichen Anträge überfordert. Da infolge der verbesserten Vergütung für den eingespeisten Strom plötzlich auch Standorte wirtschaftlich attraktiv werden, an denen bisher niemand interessiert war, entsteht ein wesentlich stärkerer Druck auf die Fliessgewässer. Gleichzeitig gibt es immer mehr potenzielle Betreiber von Kleinwasserkraftanlagen, die sich für noch vorhandene Standorte interessieren. Aus Sicht der Regierung und im Hinblick auf die Erwartungen der zukünftigen Stromerzeugung aus Wasserkraft ist es wichtig, das tatsächlich nutzbare Wasserkraftpotenzial aus kleinen Wasserkraftwerken für die ganze Schweiz zu kennen. In diesem Zusammenhang setzen mehrere Forschungsprojekte an.

Seit 2008 läuft das Projekt *Erhebung des Kleinwasserkraftpotenzials der Schweiz – ganzheitliche Beurteilung des Wasserkraftpotenzials* [4], welches aus drei Teilprojekten besteht. Im ersten Teilprojekt werden auf Basis eines digitalen Geländemodells und hydrologischer Modellierung der mittleren Monatsabflüsse die technischen Wasserkraftpotenziale aller Fliessgewässer flächendeckend für die ganze Schweiz berechnet. Die grossen Flüsse werden dabei ausgespart, da hier die Potenziale im Einzelnen bekannt bzw. bereits genutzt sind. An diesem Projekt haben sich einige Kantone mit eigenen Beiträgen und Leistungen zusätzlich beteiligt und es wurden die ersten Ergebnisse erzielt. Die technischen Potenziale für Kleinwasserkraftwerke sind für die gesamte Schweiz berechnet: Sie liegen etwas unter 11 GW. Es ist jedoch zu betonen, dass hier bisher weder schon genutzte Potenziale noch Schutzaspekte (Naturschutzge-

biote, Auen nationaler Bedeutung, Gewässerschutz), noch wirtschaftliche oder soziale Gesichtspunkte in irgendeiner Weise berücksichtigt wurden. Diese Arbeiten sind zurzeit im Gang, das Ergebnis des tatsächlich zusätzlich nutzbaren Potenzials wird sich demnach deutlich reduzieren.

Ein zweites Teilprojekt, welches am *Geographischen Institut der Universität Bern (GIUB)* bearbeitet wird, beschäftigt sich mit verbesserten wissenschaftlichen Grundlagen für eine *Ganzheitliche Beurteilung des Kleinwasserkraftpotenzials* [5]. Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer Erfassungsmethodik, die sowohl die drei Dimensionen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft, als auch Aspekte der regionalen Raumplanung gleichwertig integriert. Diese Ansätze sollen später in das numerische Modell der Standorte für Kleinwasserkraftanlagen integriert werden. Im Jahr 2009 wurde am Gesamtkonzept und der Einordnung desselben in die aktuellen energiepolitischen Diskussionen gearbeitet. Weitere Schwerpunkte bildeten die Beschaffung von Grundlagendaten sowie erste Anwendungen der Beurteilungsmethodik in der Pilotregion. Mit Erfolg wurde eine wissenschaftliche Begleitgruppe zusammengestellt.

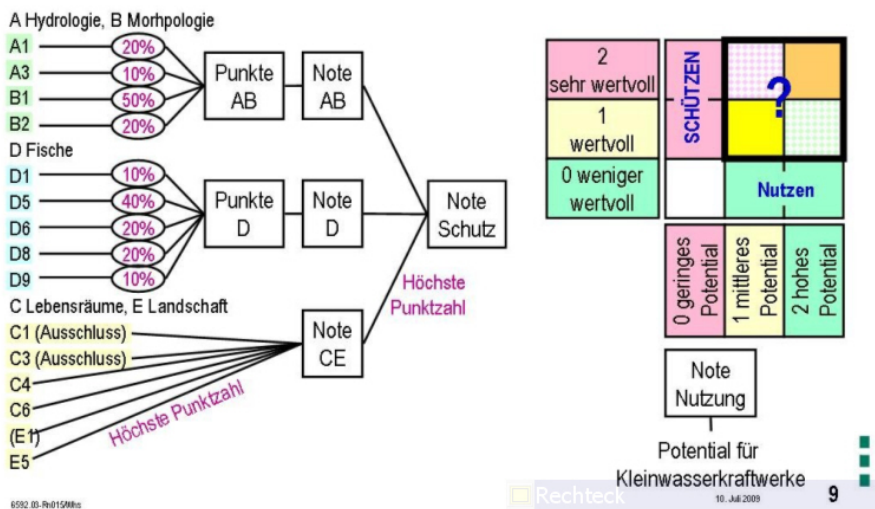
Das *Netzwerk Wasser im Berggebiet* (NWB) ist mit dem dritten Teilprojekt *Leitbild zur ganzheitlichen Bestimmung von potenziellen Standorten von Kleinwasserkraftwerken* [6] zuständig für die Koordination mit den Bergkantonen. Deren Erfordernisse für den Umgang mit den zahlreichen Konzessionsgesuchen und eigenen Gewässernutzungs- und Schutzstrategien sollen in das Gesamtprojekt integriert werden. Das Ziel ist, den Bergkantonen ein Werkzeug in die Hand zu geben, mit dem sie selber in der Lage sind, die individuellen Schutz- und Nutzungsansprüche festzulegen. Da das Werkzeug in die Modelle zur Potenzialermittlung integriert ist, lassen sich damit anschliessend Wasserkraftpotenziale unter gesamtheitlichen Betrachtungsweisen flächendeckend herleiten.

Parallel zu den genannten Arbeiten suchen verschiedene Kantone nach Lösungen, wie sie die Ergebnisse hinsichtlich der Potenziale ihrer Gewässer in ihre eigene Wasserstrategie einbinden können, beziehungsweise welche Strategie dazu arbeiten sollte. Der Kanton Bern hat bereits seine Wassernutzungsstrategie 2010 der Öffentlichkeit als Entwurf vorgestellt [14]. Dieser basiert unter anderem auf den Ergebnissen eines bereits

abgeschlossenen Forschungsprojektes, welches 2009 aus diesem Programm gefördert wurde. Die Wasseragenda 21 war verantwortlich für das Projekt *Klassifizierung von Fließgewässerstrecken* [7]. In diesem Projekt wurde ein Verfahren erarbeitet, um unterscheiden zu können, in welchen Gewässern zukünftig die Wasserkraftnutzung in kleinen Wasserkraftwerken prioritär ermöglicht werden soll, an welchen Gewässern dies nur unter sehr strengen Auflagen möglich ist, und wo Wasserkraftnutzung zukünftig überhaupt nicht erwünscht ist. Die Systematik beruht darauf, dass Gewässer in zwei Bereichen bewertet werden, einmal bezüglich ihres Wasserkraftpotenzials und zum anderen bezüglich ihrer Schutzwürdigkeit. Je nach Kombination der Ergebnisse soll dann eine Nutzung genehmigt werden, nur bedingt und unter erhöhten Auflagen genehmigt oder von vornherein abgelehnt werden.



Aggregationen



Figur 2: Gesamtbetrachtung der Schutz- und Nutzungsinteressen für die Entscheidungsfindung, wo Kleinwasserkraftwerke genehmigt werden sollen (Nutzen) und wo nicht (Schützen)

Im Projekt *Niederdruckanlagen* [8] der *Entegra Wasserkraft AG* werden unterschiedliche Technologien zur Nutzung von sehr niedrigen Fallhöhen, das heisst unter etwa 2 m, anhand der Theorie und an ausgeführten Fallbeispielen untersucht und bewertet. Es gibt in diesem Bereich einige Neuentwicklungen, mithilfe derer man diesen bisher weitgehend ungenutzten Bereich wirtschaftlich zu erschliessen hofft. Es gibt aber auch einige Entwicklungen, die immer wieder in den Medien auftauchen, und von ihren Erfindern propagiert werden,

von denen es aber keinerlei verlässliche technische und finanzielle Daten gibt. In diesem Projekt werden insgesamt 9 Typen von hydraulischen Maschinen begutachtet und die technisch fundierten und finanziell tragbaren Konzepte herausgefiltert. Die technischen Eigenschaften, insbesondere die Fallhöhenausnutzung und die hydraulischen Wirkungsgrade und die spezifischen Kosten werden gezielt untersucht. Daraus abgeleitete Schlussfolgerungen und Empfehlungen für potenzielle Betreiber von Niederdruckanlagen werden anschliessend in geeigneter Weise publiziert. Im Jahr 2009 wurden die ersten Anlagen besucht und untersucht, diese Arbeiten werden 2010 fortgesetzt.

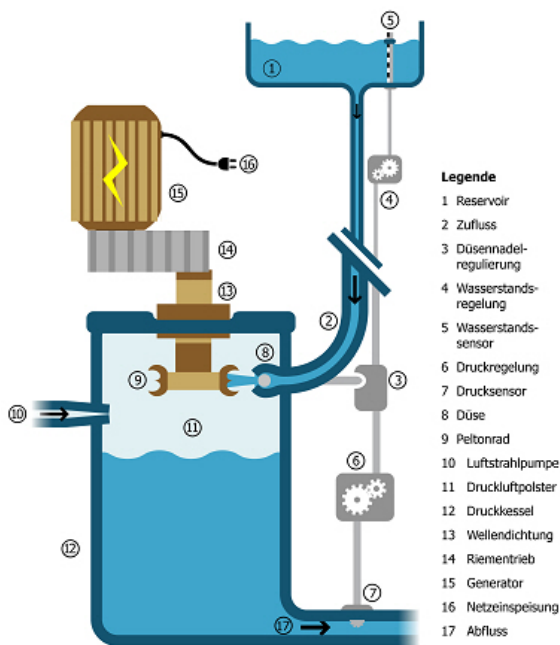
In Münster (VS) wird als Pilotanlage eine *Universalturbine* [12] in einer Trinkwasserversorgung eingesetzt. Die Universalturbine ist eine modular aufgebaute Pelton-turbine für Wasserversorgungen. Das besondere daran ist, dass dabei nach der

Turbinierung oft noch ein bestimmter Druck vorhanden sein muss, wie er für die Wasserversorgung notwendig ist. Die Turbine arbeitet also unter Gegendruck. Sie deckt den Leistungsbereich von 5,5 bis 55 kW ab und ist im Gegendruckbereich einsetzbar. Im Rahmen dieser Pilotanlage soll der Dauerbetriebsnachweis der Universalturbine für diesen Standort erbracht werden. Dort wird auch die Turbineninstallation visualisiert und die Möglichkeiten der Universalturbine dargestellt. Zusätzlich werden im Projektrahmen die Gegendruckregelung für verschiedene Betriebsbedingungen

sowie die Erstellung und Erhaltung des Druckluftpolsters für den Gegendruckbetrieb entwickelt und untersucht. Die Versuchsturbine wurde 2009 mit einem neuem Durchflussregler und passender Leitvorrichtung ausgerüstet, erste Tests sind erfolgt.

Verschmutzungen (Geschwemmsel, Laub usw.), das sich an den Laufradschaufeln von Turbinen ablagert, führt zu einer Reduktion des Wirkungsgrads und damit zu verringerter Leistung der Turbine. Das Ziel des Projekts *Verschmutzung von*

Kleinwasserkraftwerken [9] ist, eine möglichst repräsentative Übersicht der Verschmutzungsthematik in der Schweiz zu erhalten und verschiedene Spülvarianten zur Reinigung der Turbinen zu analysieren und deren Effizienz zu vergleichen. Es zeigt sich, dass fast alle betrachteten Standorte von der Verschmutzung mehr oder weniger ausgeprägt betroffen sind. Die eingesetzten wasserbaulichen Massnahmen zur Verhinderung des Geschwemmseleintrags in die Turbine differieren jedoch stark, was einerseits altersbedingt (die Baujahre der aktuellen Ausführungen reichen von 1926 bis 2004) und andererseits mit Kosten verbunden ist. Ausserdem werden verschiedenste Varianten von Spülprogrammen eingesetzt, die von den Betreibern selbst entwickelt wurden, oder solche, die durch den Hersteller der Turbinen vorgegeben sind. Die Befragungen haben bei den Betreibern dazu geführt, die Funktionalität der eigenen Anlage bezüglich der Verschmutzungsproblematik zu hinterfragen. Das Projekt ist ein internationales Kooperationsprojekt zwischen der Hochschule Luzern, Technik und Architektur, und dem Institut für Hydraulische Strömungsmaschinen der Universität Stuttgart, Deutschland.



Figur 3: Funktionsweise der Universalturbine

Speziell angepasste Turbinen mit maximal möglichen Wirkungsgraden werden bis heute haupt-

sächlich für grosse Wasserkraftanlagen hergestellt. Die Firma *MHyLab* entwickelt solche Turbinenkonzepte auch für kleine Anlagen, derzeit speziell eine *Diagonalturbine* [10] für Kleinwasserkraftwerke mit Fokus auf hoher Effizienz, Zuverlässigkeit und Simplizität. Das Projekt wird vom BFE, von den *Services Industriels de Genève (SIG)* und *Swisslectric Research* unterstützt und in Zusammenarbeit mit der Hochschule Luzern erarbeitet. 2009 wurde das hydraulische Konzept entwickelt und das Profil des Laufrades validiert. Gleichzeitig wurden Modellversuche durchgeführt und das mechanische Konzept entwickelt. Ein Dossier zur Konstruktion ist realisiert und es wird zurzeit ein 8-flügliges Labormuster erstellt.

Am Voralpenfluss Glatt wurde 2006 das Laufkraftwerk Buchholz reaktiviert. Die gesetzlich verlangte Gewährleistung der freien Fischwanderung wurde – trotz einiger Bedenken – mit einer in der Schweiz neuartigen Fischschleuse sichergestellt. Die *Funktionskontrolle Fischschleuse KWKW Buchholz* [11] hat gezeigt, dass die Aufstiegseinrichtung für schwimmstarke Fische grundsätzlich funktioniert (qualitativer Nachweis der Funktionstüchtigkeit), eine quantitative Aussage aber nicht möglich ist aufgrund der Unklarheit bezüglich der Anzahl aufstiegswilliger Fische.

Die Programmleitung hat darüber hinaus eine Vielzahl von Anfragen beantwortet, und sich mit Ideen und verschiedensten Projektskizzen befasst. Entsprechend der verstärkten Fokussierung der Energiewirtschaft auf erneuerbare Energien und der aktuellen Entwicklungen im Wasserkraftsektor gab es auch entsprechend viele Ideen und «Erfindungen», wie man die vorhandenen Wasserkraftressourcen noch besser nutzen könnte. Leider bleiben dabei nüchterne technische Fakten und fundamentale physikalische Grundlagen oft zu Gunsten vollmundiger Ankündigungen und wilder Versprechungen auf der Strecke. Andere Projekte konnten nicht gefördert werden, weil sie zwar insgesamt für die Wasserkraftnutzung dienlich sein könnten, im spezifischen schweizerischen Markt jedoch keine breiten Anwendungsmöglichkeiten vorhanden sind.

Nationale Zusammenarbeit

Seit dem Start des Forschungsprogramms im Jahr 2008 wurde der Kontakt zu vielen Beteiligten aus dem Bereich der Wasserkraft in der Schweiz geknüpft, insbesondere um das Programm und seine Förderziele allgemein bekannt zu machen und auf die Fördermöglichkeiten hinzuweisen. Die Anzahl der Projekte, die inzwischen gefördert werden, stammt von einem breiten Spektrum von Antragstellern: Universitäten und Hochschulen, private Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, Verbände, Ingenieurunternehmen und Wasserkraftbetreiber sind beteiligt. Die Finanzierung der grösseren Vorhaben ist breit gestützt und erfolgt subsidiär.

Die Forschungsprojekte selbst sind innerhalb der Schweiz zum Teil gut vernetzt. So sind beispielsweise zwei der Projekte zu Speicherkraftwerken in das nationale Netz *HydroNet* [13] eingebunden, welches als übergeordnetes Ziel die Optimierung von Design und Betrieb von Pumpspeicherkraftwerken zum Ziel hat und auch von *Swisselectric Research* und dem *Competence Center for Energy and Mobility (CCEM)* finanziell unterstützt werden.

Internationale Zusammenarbeit

Aufgrund des Beschlusses der Ministerrunde der Alpenkonvention wurde 2009 die Plattform *Water Management in the Alps*, eine internationale Expertenrunde mit Mitgliedern aus den Alpenländern, beauftragt, einen Situationsüberblick über die Kleinwasserkraftnutzung in den Alpen zu arbeiten, Richtlinien und Handlungsempfehlungen für die weitere Nutzung zu erstellen und *Best Practice Examples* zu sammeln und zu dokumentieren. Die Programmleitung ist in diese Arbeit aktiv eingebunden. Die Erfahrungen aus dem Projekt *Kleinwasserkraftpotenziale* haben den Projektnehmern geholfen, sich in einem internationalen Konsortium erfolgreich für ein Projekt der Weltbank in Peru zu bewerben, wo ähnliche Arbeiten durchgeführt werden sollen.

Teilnahme an Tagungen

Am 28. und 29. April 2009 fand in Vancouver die *Small Hydro 2009* – eine Tagung mit begleitender Ausstellung – statt. Die *European Small Hydro-*

Hier sind insgesamt sieben schweizerische Forschungseinrichtungen involviert.

Für einige der Forschungsprojekte wurden eigene Begleitgruppen eingerichtet. Diese haben zum einen zum Ziel, die Projekte selbst inhaltlich zu begleiten, zum anderen sollen sie auch dafür sorgen, dass die Arbeiten den Bedürfnissen nicht nur der Wasserkraftszene sondern auch den betroffenen Kantonen und Gemeinden nützen. Die Arbeit in diesen Begleitgruppen schafft daher einen erheblichen Mehrwert zusätzlich zu den eigentlichen Forschungsarbeiten im Projekt.

Die Programmleitung wirkt auch innerhalb der Schweiz als Vertreter des BFE in der *BFE/BAFU-Arbeitsgruppe Empfehlung zur Planung von Kleinwasserkraftwerken* mit. Eine enge Verbindung besteht zum *BFE-Förderprogramm Kleinwasserkraftwerke*, da dort viele Berührungspunkte bestehen zwischen den aktuellen Fördermechanismen aufgrund der KEV und dem aktuellen Forschungsbedarf. Eine enge Zusammenarbeit soll hier auch zukünftig sicherstellen, dass sich Forschungsarbeiten und Marktanforderungen entsprechen.

wer Association (ESHA) war eine der Organisatoren. Interessant waren die Vergleiche zwischen den flächendeckenden GIS-basierten Potenzialuntersuchungen, wie sie in unterschiedlichen Ländern stattfinden (British Columbia, Mexiko) und wie daraus besonders geeignete Standort priorisiert werden können. Weiter wurden die unterschiedlichen Fördermechanismen und Rahmenbedingungen erörtert, mit denen private Investoren veranlasst werden, in den Bereich Kleinwasserkraft zu investieren. Es zeigt sich deutlich, dass sich überall dort, wo einige konkrete Bedingungen erfüllt sind, Investoren finden, die das vorhandene Potenzial erschliessen.

Vom 26. bis 28. Oktober 2009 fand in Lyon die *Hydro 2009* statt, eine internationale Konferenz und Ausstellung rund um das Thema Wasserkraft. Mit über 1700 Teilnehmern aus 94 Ländern ist die *Hydro* die weltweit wichtigste Wasserkraft-Veranstaltung. In den 27 Sessionen wurden die verschiedensten Aspekte der Wasserkraft präsentiert

und diskutiert, wie Finanzierung, Pumpspeichertechnologie, Abflussmessung, Systemoptimierung, Bautechnik usw. An der dazugehörigen Ausstellung präsentierten sich neben EDF auch Vertreter verschiedenster Produkte- und Dienstleistungsanbieter.

Das *Zwölfte Anwenderforum Kleinwasserkraftwerke* (OTTI-Tagung) fand am 24./25. September 2009 in Bozen statt. Diese internationale Tagung

Öffentlichkeitsarbeit

Die Programmleitung wurde immer wieder eingeladen, an verschiedenen Aktivitäten zum Thema Wasserkraft mitzuwirken oder daran teilzunehmen. So wurden im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit mehrere Vorträge an Veranstaltungen des *Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE)* gehalten, in denen über technische Grundlagen und Fördermöglichkeiten von Kleinwasserkraftwerken referiert wurde. Vertreter verschiede-

wendet sich an Planer, Hersteller und Betreiber kleiner Wasserkraftanlagen. Unter anderem wurde auch das aus diesem Programm geförderte Projekt *Kleinwasserkraftpotenziale* vorgestellt.

Die Forschungsergebnisse aus den verschiedenen Projekten wurden auf mehreren nationalen und internationalen Tagungen und Workshops vorgestellt oder es wurden entsprechende Beiträge eingebracht.

ner Bergkantone haben bei der Programmleitung angefragt, ob und wie sie sich an dem bestehenden Forschungsprojekt zu den Kleinwasserkraftpotenzialen beteiligen könnten. An der Universität Bern wurde ein Seminar organisiert, welches interessierten Wissenschaftlern aus eher fachfremden Disziplinen einen Einblick in die Bautechnik, Funktionsweise und Finanzierung von Wasserkraftanlagen vermittelte.

Bewertung 2009 und Ausblick 2010

Das Jahr 2009 war insgesamt sehr erfolgreich für das Forschungsprogramm *Wasserkraft*. Die wesentlichen Programmziele, das heisst die Etablierung qualitativ hochwertiger Forschungsprojekte, welche dem generellen Ziel dienen, das Wasserkraftpotenzial in der Schweiz besser auszunutzen, wurde erreicht. Die einzelnen Projekte decken ein breites Spektrum ab, wobei die Schwerpunkte bei den Programmbereichen *Bautechnik* und *Potenziale* liegen. Infolge der zum Teil mehrjährigen Laufzeit der Projekte, die in diesem Jahr begonnen haben, sind in den kommenden Jahren deutlich weniger Mittel frei zur Verfügung, welche für neue Projekte eingesetzt werden können. Bereits jetzt liegen weitere Projektanträge vor, die positiv beurteilt worden sind.

Welchen quantitativen Beitrag das Forschungsprogramm zur weiteren Erschliessung des schweizerischen Wasserkraftpotenzials beiträgt, ist nur schwer zu beurteilen. Allein die derzeit vorliegenden Anträge für Förderung aus der KEV beinhalten 34 MW Leistung oder 1'900 GWh pro Jahr aus Kleinwasserkraftwerken. Vergleicht man dies mit den ersten Ergebnissen der Potenzialstudie, so scheinen hier auch bei vorsichtigen Annahmen noch beträchtliche Potenziale vorhanden zu sein. Die Erweiterungsmöglichkeiten und Neubauoptionen bei Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken sind im Einzelfall bekannt und in der Planung oder in der Ausführung. Die Ergebnisse des Forschungsprogramms tragen hier insgesamt zu einer verbesserten technisch/wirtschaftlichen Situation bei; eine weitere quantitative Zuordnung ist nicht möglich.

Liste der F+E-Projekte

- [1] F. Hachem, A. Schleiss (fadi.hachem@epfl.ch, anton.schleiss@epfl.ch), EPFL: *Dimensionnement des galeries et puits blindés – Design of steel lined pressure tunnels and shafts* (JB Projekt 103095)
- [2] M. Müller, A. Schleiss (michael.mueller@epfl.ch, anton.schleiss@epfl.ch), EPFL: *Méthodes d'observation et de prévision de l'alluvionnement des retenues des aménagements de pompage-turbinage – Sustainable sedimentation in pumped storage plants* (JB Projekt 103094)
- [3] R. Boes, M. Pfister, G. Möller, (boes@vaw.baug.ethz.ch, pfister@vaw.baug.ethz.ch, moeller@vaw.baug.ethz.ch), ETHZ: *Versuchsanstalt für Wasserbau der ETHZ, Luft-eintragsrate in Drucksysteme von Wasserkraftanlagen infolge Einlaufwirbel* (JB Projekt 103191)
- [4] U. Schröder, Y. Weidmann (u.schroeder@-watergisweb.ch), Watergisweb AG: *Erhebung des Kleinwasserkraftpotenzials der Schweiz: Ermittlung des hydroelektrischen Potenzials für Kleinwasserkraftwerke* (JB Projekt 102835, Teil 1)
- [5] R. Weingartner, C. Hemund (hemund@giub.unibe.ch, wein@giub.unibe.ch), Geographisches Institut der Universität Bern: *Erhebung des Kleinwasserkraftpotenzials der Schweiz: Methodik zur ganzheitlichen Bestimmung unter Berücksichtigung relevanter Einflussfaktoren* (JB Projekt 102835, Teil 2)
- [6] D. Soldo (soldo@slf.ch), Netzwerk Wasser im Berggebiet: *Erhebung des Kleinwasserkraftpotenzials der Schweiz: Leitbild zur ganzheitlichen Bestimmung von potentiellen Standorten von Kleinwasserkraftwerken* (JB Projekt 102835, Teil 3)
- [7] H. Wehse, O. Chaix (heiko.wehse@bg-21.com), im Auftrag der Wasseragenda 21: *Methodik zur Bewertung und Klassierung der Nutzungseignung von Fließgewässerstrecken – Grundlagen für die räumliche Prioritätensetzung bei der Wasserkraftnutzung und dem Schutz von Gewässern* (SB Projekt 103093)
- [8] P. Eichenberger (peter.eichenberger@entegra.ch), Entegra Wasserkraft AG: *Niederdruckanlagen* (JB Projekt 103180)
- [9] A. Abgottspon, T. Staubli (andre.abgottspon@hslu.ch, thomas.staubli@hslu.ch), Hochschule Luzern: *Verschmutzung von Kleinwasserkraftanlagen* (JB Projekt 102390)
- [10] V. Denis (info@mhyllab.com), MHyLab: *Turbines diagonales 06: Programme de développement d'une turbine hydraulique diagonale destinée à équiper les petites centrales à moyenne chute (25 à 100 m)* (SB Projekt 101915)
- [11] C. Rühlé, I. Scherrer (christian.ruhle@bluewin.ch, ivo.scherrer@entegra.ch), Büro für Jagd- und Fischereifragen und Entegra Wasserkraft AG: *Funktionskontrolle Fischschleuse KWKW Buchholz* (SB Projekt 102418)

Liste der P+D-Projekte

- [12] B. Schindelholz, P. Kamber (patrick.kamber@revita.ch), Stiftung Revita: *Pilotanlage Münster (VS) – Universalturbine für Wasserversorgungen* (JB Projekt 102033)

Referenzen

- [13] HydroNet: <http://hydronet.epfl.ch>
- [14] Wassernutzungsstrategie 2010 (Entwurf), Kanton Bern: <http://www.bve.be.ch/site/wassernutzungsstrategie.pdf>