



PROGRAMM KLEINWASSERKRAFTWERKE

Überblicksbericht zum Forschungsprogramm 2005

Manuel Buser

pl@smallhydro.ch



Pumpturbinen der Wasserversorgungen Altstätten und Sörenberg

Seit 15 Jahren, bzw. seit 1.5 Jahren, speisen die rückwärtslaufenden Pumpen der Wasserversorgungen Altstätten (links) und Sörenberg (rechts) erneuerbaren Strom ins Netz. Ein neuer Erfahrungsbericht mit Messprogramm analysiert die Dimensionierung solcher Anlagen.

Programmschwerpunkte und anvisierte Ziele

Kleinwasserkraft ist eine der bedeutendsten erneuerbaren Energietechnologien in der Schweiz. Über 1000 Anlagen produzieren gemäss der neuesten Gesamterhebung des Programms Kleinwasserkraftwerke jährlich 3439 GWh wertvolle Elektrizität aus einheimischen Ressourcen; das entspricht einer Zunahme von 2.0% innert Jahresfrist.

Allerdings werden auch viele Projekte nicht realisiert - sei es, weil die politischen Rahmenbedingungen zur Zeit als zu unsicher eingestuft werden, oder weil die Projekte noch nicht unter die Rentabilitätsschwelle fallen. Ziel des **Forschungsprogramms Kleinwasserkraftwerke 2004-2007 [16]** ist es, Innovation und Know-how im Schweizer Kleinwasserkraft-Sektor zu stärken. Damit sollen kostengünstige, angepasste Lösungen für jene Potenziale entwickelt werden, welche zur Zeit noch nicht wirtschaftlich erschlossen werden können.

Prioritäre Forschungsgebiete sind:

- Optimierte Turbinen / Pumpen als Turbinen (zur Zeit 2 F&E-Projekte)
- Niederdruck-Innovationen (zur Zeit 1 F&E-Projekt)
- Steuerungs- und Messtechnik (zur Zeit keine Projekte)
- Drehzahlvariable Technologie (zur Zeit keine Projekte)
- CFD / numerische Strömungssimulationen (Bestandteil des Projekts zur Qualitätssicherung)
- Statistiken und Potenzialstudien (zur Zeit 3 F&E-Projekte)

Für den P&D-Bereich liegen die Schwerpunkte bei Anlagen, die bezüglich Umweltverträglichkeit mustergültig sind, und andererseits bei innovativen Trink- und Abwasserkraftwerken.

Die Verschiebung der Mittel führte dazu, dass Innovation und Forschung ein höheres Gewicht erhalten. Die Förderung von neuen P&D-Projekten war dagegen im Jahr 2005 nicht möglich.

Die enge Koordination des Forschungsbereichs mit den Aktivitäten von EnergieSchweiz unter dem gemeinsamen Dach des Programms Kleinwasserkraftwerke hat sich seit langem bewährt. In diesem Zusammenhang sei auf die zahlreichen Vorstudien und Grobanalysen hingewiesen, die das Programm Kleinwasserkraftwerke finanziell unterstützt. Auch weitere Begleitmassnahmen wie Veranstaltungen, Publikationen und ein Beratungsservice gehören zu den Aktivitäten des Programms Kleinwasserkraftwerke. Für weitere Informationen sei auf den **EnergieSchweiz-Jahresbericht [18]** und auf das **Positionspapier [17]** des BFE zur Kleinwasserkraft verwiesen.

Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse 2005

OPTIMIERTE TURBINEN- UND PAT-KONZEPTE

Das im Jahr 2004 gestartete Projekt **Standardpumpen für kleine Leistung - Messprogramm [1]** hatte zum Ziel, die Technik der rückwärtslaufenden Pumpen bzw. Pumpen als Turbinen (PAT) bei der Schweizer Zielkundschaft - Planer und Betreiber von Wasserversorgungen - bekannter zu machen. Anhand einer bestehenden Anlage in der Schweiz, dem Trinkwasserkraftwerk Emmensprung in Sörenberg, wurden, gestützt auf Messungen vor Ort, die Arbeitsschritte der Dimensionierung aufgezeigt und die Wirkungsgrade kontrolliert. Die Besonderheiten der PAT-Technologie wie Maschinendimensionierung, Teillastwirkungsgrade, Durchbrennen wurden ebenfalls behandelt. Bei der beispielhaft untersuchten 8kW-Anlage lag der Gestehungspreis mit einer rückwärtslaufenden Pumpe bei 12.1 Rp./kWh. Im Rahmen des Projekts wurde eine ergänzende Potenzialabschätzung durchgeführt. Gestützt auf die Erkenntnis, dass rückwärtslaufende Pumpen bereits ab 10 kW wirtschaftlich eingesetzt werden können, wurde ein Potenzial von 488 Anlagen errechnet, also bedeutend mehr als beispielsweise in den DIANE-Studien unter klassischeren Annahmen ausgewiesen. Das Projekt wurde von EnergieSchweiz für Infrastrukturanlagen in Zusammenarbeit mit der Pumpenherstellerin *Häny AG* als Industriepartnerin durchgeführt und 2005 abgeschlossen. Zur noch grösseren Bekanntmachung der Resultate beim Fachpublikum soll abschliessend ein Merkblatt erstellt werden.

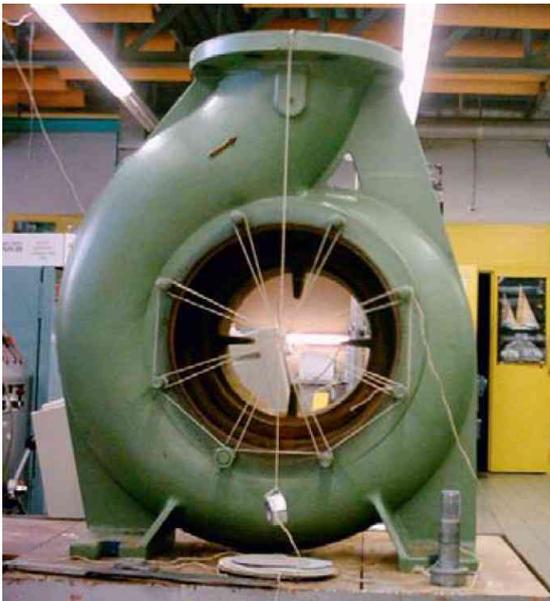


Abbildung 1: Bestimmung der Gehäusegeometrie einer grossen Pumpe zur Vorhersage der Turbinencharakteristik

INNOVATIONEN IM NIEDERDRUCKBEREICH

Verschiedentlich und aus unterschiedlichsten Kreisen wurden Konzepte vorgeschlagen, um neben der potenziellen Energie auch die kinetische Energie in schnell fliessenden Gewässern nutzen zu können. Ein relativ weit fortgeschrittener Ansatz ist eine hydrokinetische Propellerturbine der Firma **UEK**, die auch als "elektrischer Unterwasser-Drachen" bezeichnet wird.

Auch in der Schweiz gibt es einige denkbare Standorte für solche Anlagen. Ziel des neu angelaufenen Forschungsprojekts **Floating Turbine UEK Swiss - Feasibility study [3]** ist es, in der Westschweiz einen geeigneten Standort für ein Pilotprojekt ausfindig zu machen sowie Umweltverträglichkeit und gesetzliche wie praktische Hürden genau zu untersuchen. Konkrete Resultate werden im Jahr 2006 erwartet.

STATISTIKEN UND POTENZIALSTUDIEN

Die statistische Erfassung der Kleinwasserkraftwerke unter 300 kW, welche zahlenmässig die Mehrheit stellen, ist bis anhin komplex und aus Kostengründen nur sporadisch durchführbar. Um die jüngsten Trends wieder quantifizieren zu können, wurde die **Ermittlung des Brutto-Zuwachses [4]** kleinster Wasserkraftwerke bei der **ITECO Ingenieurunternehmung AG** in Auftrag gegeben.

Die Resultate bekräftigen die jüngeren Trends:

- Immer mehr Trinkwasserkraftwerke. Seit 1985 wurden in der Schweiz schon 130 solche Anlagen gebaut. Die Zahl liesse sich aber noch verdreifachen.
- Verhaltenes Wachstum bei Kleinkraftwerken unter 300 kW. Die politische Unsicherheit und die Sanierungen gemäss Gewässerschutzgesetz hinterlassen sichtbare Spuren.
- Demgegenüber weisen die Daten des ehemaligen Bundesamtes für Wasser und Geologie BWG ein starkes Wachstum im Grössenbereich 300 kW - 1 MW und darüber auf, wobei die Ausbauleistung jeweils deutlich stärker wächst als die Jahresproduktion

Von der Technologie der rückwärtslaufenden Pumpen ist, trotz schlechterer Wirkungsgrade, für bestimmte Anwendungen ein Kostenreduktionspotenzial zu erwarten. Eine wesentliche Hürde bleibt jedoch die Schwierigkeit, das Verhalten der Maschinen genau vorherzusagen. Das Projekt **Charakteristiken von Pumpen im Turbinenbetrieb [2]** der Fachhochschulen Genf und Sitten erforschte neue Methoden, um diese Lücke zu schliessen. Dazu wurde ein mathematisches Modell erarbeitet, welches aufgrund der Geometrie der Maschine die Fallhöhenverluste voraussagt. Mit diesem Modell wird dann das Verhalten im Turbinenbetrieb errechnet. Das Modell wurde anhand von vier bekannten Pumpengeometrien und von Messdaten auf dem Prüfstand der FH Genf überprüft; die Genauigkeit der vorausgesagten Fallhöhe im optimalen Betriebspunkt ist 4-5%. Auch dieses Projekt wurde in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner (**Sulzer Pumps**) durchgeführt.

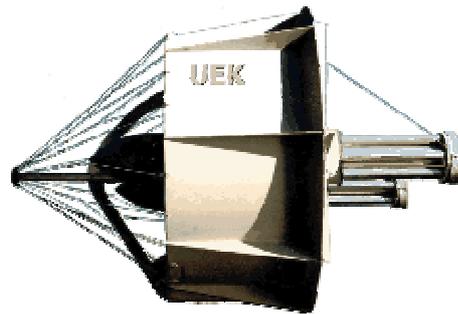


Abbildung 2: Hydrokinetische Doppelturbine, die wie ein "Drachen" mit Seilen in Fliessgewässern verankert wird. Leistung ca. 130 kW

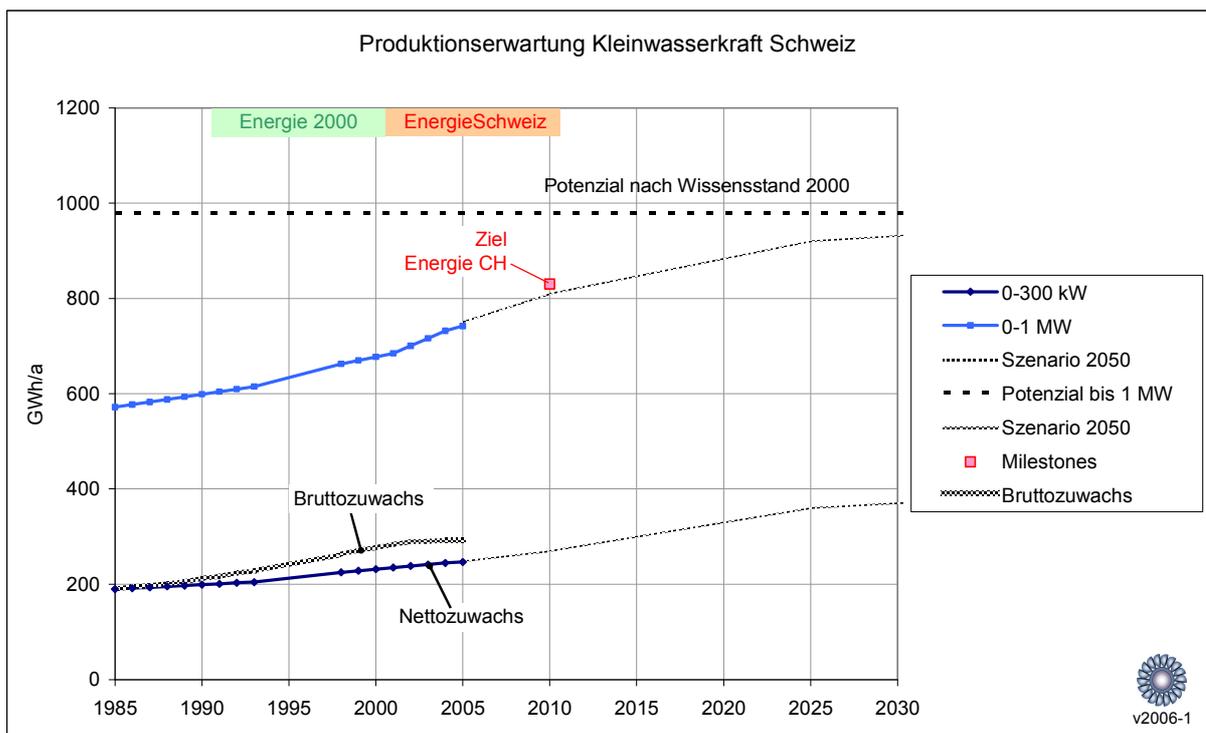


Abbildung 3: Bestand, langfristiges Wachstum und Potenzial von Kleinwasserkraftwerken unter 1 MW

Die Zahlen sind jedoch mit dem Vorbehalt behaftet, dass es sich letztlich um eine Extrapolation der umfassenden Erhebungen von 1985 handelt. Die Methode liefert zwar recht gute Resultate von einem Jahr aufs nächste, die Verlässlichkeit der absoluten Zahlen stösst jedoch nach dieser langen Zeit an Grenzen. Die Einführung besserer statistischer Methoden sowie die Erschliessung neuer Quellen tut Not.

Das Programm Kleinwasserkraftwerke hat zwei neue Projekte lanciert, welche die Grundlagen erarbeiten sollen, um neben dem Zuwachs auch das Potenzial besser berechnen zu können. Beim Projekt **Vorabklärung Potenzial Trink- und Abwasserkraftwerke [5]** geschieht das durch eine Überprüfung der Diane-Potenzialdaten mit Hilfe verschiedener Quellen. Beim Projekt **Vorgehensabklärung Potenzial Kleinwasserkraft [6]**, welches vom Büro *econcept* in Zusammenarbeit mit dem *Geographischen Institut der Universität Bern* durchgeführt wird, werden im selben Projekt zwei grundlegend verschiedene Ansätze untersucht: ein Top-Down-Ansatz basierend auf einem digitalisierten Gewässernetz, und ein Bottom-Up-Ansatz basierend auf den Konzessionsregistern. Ziel ist es, die Machbarkeit der jeweiligen Methodik für eine gesamtschweizerische Potenzialerhebung abzuklären.

WEITERE PROJEKTE

In den letzten Jahrzehnten konnten bei realisierten Anlagen viele konkrete Erfahrungen mit KWKW gesammelt werden. In einigen Fällen haben sich dabei Qualitätsmängel gezeigt. Typischerweise erhöhen Qualitätsmängel die Gestehungskosten pro kWh merklich gegenüber der Planung.

Im Vorprojekt **Optimierung von Kleinwasserkraftwerken durch Qualitätssicherung [7]** der *Hochschule für Technik und Architektur (HTA) Luzern* sollen mit einer systematischen Studie typische Qualitätsmängel an bestehenden KWKW aufgezeigt werden. In einzelnen Fallstudien werden typische Beispiele von KWKW analysiert. Im Zusammenhang mit diesen Fallstudien soll der Nutzen von numerischer Festigkeitsberechnung und numerischer Strömungsberechnung zur Auslegung, respektive zur nachträglichen Verbesserung aufgezeigt werden.

Das Ziel der Studie ist, aus den analysierten Mängeln ein Pflichtenheft für Best Practice Guidelines zur Qualitätssicherung von KWKW vorzubereiten.

Mit dem Aspekt der Qualitätssicherung betritt das Programm Kleinwasserkraftwerke Neuland. Die Thematik ist ausgesprochen vernetzt, so dass sich dieses Projekt nicht in ein einzelnes prioritäres Forschungsgebiet einteilen lässt sondern vielmehr alle Bereiche analysiert.

Nationale Zusammenarbeit

Die Kleinwasserkraft beschränkt sich nicht auf hydraulische Maschinen, sondern ist vielmehr ein interdisziplinäres Gebiet, welches sich von Wasserbau, Mechanik, Elektrotechnik bis zu Geografie, Hydrologie und Umweltwissenschaften erstreckt. Die Schweizer Kleinwasserkraft-Szene ist ausserdem relativ heterogen. So agieren zum Beispiel mehrere Verbände und gut 50 KMUs mit unterschiedlichsten Spezialisierungen im Markt. Entsprechend wichtig ist eine gute Vernetzung.

Traditionellerweise finanziert das Programm Kleinwasserkraftwerke eher Projekte privater Firmen / Organisationen oder angewandte Forschung im FH-Bereich, während im ETH-Bereich meist umfangreichere Projekte durch den ETH-Rat, die KTI oder den Nationalfonds unterstützt werden. Wenn anspruchsvolle Fragen der Grundlagenforschung direkt in die Praxis überführt werden müssen, ergeben sich gemeinsame Vorhaben wie das Projekt **Floating Turbine [3]**, das vom BFE und von den *Services industriels de Genève* finanziert und vom *Laboratoire des constructions hydrauliques LCH* der EPFL zusammen mit einer privaten Firma durchgeführt wird.

Das Programm Kleinwasserkraftwerke arbeitet strategisch mit dem Programm Energie in Infrastrukturanlagen zusammen. Dieser Zusammenarbeit entsprungen namentlich das **Messprogramm an rückwärtslaufenden Standardpumpen [1]** und das Forschungsprojekt zur **Potenzialabklärung der Trink- und Abwasserkraftwerke [5]**. Neben dieser Zusammenarbeit funktioniert auch jene mit dem Kompetenznetzwerk Wasser im Berggebiet gut, wie die Verleihung des Swiss Mountain Water Awards an die Stiftung Revita mit dem Projekt der **Peltonurbine für geschlossene Systeme [9]** gezeigt hat (siehe Abschnitt Pilot- und Demonstrationsprojekte weiter unten).

Internationale Zusammenarbeit

Die Akteure des Programms Kleinwasserkraftwerke sind gut in das europäische Umfeld integriert. So sind beispielsweise mit der EPFL¹ und dem *MHyLab* gleich zwei Schweizer Organisationen im **Thematic Network on Small Hydropower (TNSHP) [19]** der *ESHA (European Small Hydropower Association)* vertreten. Das *TNSHP* hat am 30.6. und 1.7.2005 in Lausanne seinen fünften internationalen Workshop durchgeführt und wurde dabei vom Programm Kleinwasserkraftwerke unterstützt.

Die europäische Kommission finanziert im Rahmen des Programms ALTENER das Projekt SPLASH. Der Schweizer Beitrag besteht hierbei in der Beurteilung des mittel- und längerfristigen Potenzials der neuen Technologien in Bezug auf die Machbarkeit von Kleinwasserkraftanlagen an bestimmten Standorten, welche bisher als technisch unattraktiv galten. Das BFE unterstützt als **Begleitmassnahme von SPLASH [8]** die Aufarbeitung von bestehendem Know-how aus den DIANE- und PACER-Programmen.

Pilot- und Demonstrationsprojekte

PROJEKTE ZU DEN FORSCHUNGSSCHWERPUNKTEN 1 (TURBINEN) UND 2 (NIEDERDRUCK-INNOVATIONEN)

Im Projekt **Kleinwasserkraftwerke für variable Volumenströme in geschlossenen Systemen [9]** wurde eine spezielle Peltonurbine zur Nutzung der Druckreduzierenergie in geschlossenen Systemen (meist Trinkwasserversorgungen) entwickelt. Die Gesamtökobilanz von solchen Systemen ist hervorragend. Das Anwendungspotenzial ist beträchtlich - es ähnelt jenem für die rückwärtslaufenden Pumpen, für welches die Abschätzung im Rahmen des Projekts **[1]** neue Anhaltspunkte liefert.

Im Rahmen des BFE-Projekts hat die *Stiftung Revita* umfangreiche Berechnungen, Simulationen und Vorabklärungen durchgeführt. Für diese Arbeit wurde die Stiftung mit dem *Swiss Mountain Water Award 2005* ausgezeichnet. Es wird nun die Realisierung eines Prototyps in der Walliser Gemeinde Gregnols angestrebt.

¹ LCH, Laboratoire des constructions hydrauliques



Abbildung 4: Wasserkraftschnecke in Derendingen, eine in der Schweiz erstmals eingesetzte Technologie

hen und geringe Leistungen eine sehr gute Wahl. Ausserdem handelt es sich um eine sehr Fischfreundliche Technologie, konnte doch der deutsche Hersteller in Tests eine Mortalität von 0% nachweisen.

Die Technologie der Wasserkraftschnecke stammt aus dem Altertum und entspricht dem Prinzip der „archimedischen Schnecke“. Mit der im Februar 2005 in Betrieb genommenen **Wasserkraftschnecke am Grützbach in Derendingen [10]** konnten nun erste Erfahrungen gesammelt werden. Bisherige Daten zeugen von der hohen Zuverlässigkeit der im Moment 6 Kilowatt abgebenden Anlage. Der hydraulische Wirkungsgrad am optimalen Betriebspunkt wird mit 85% angegeben. Nach und nach werden die Provisorien des Testbetriebs nun durch die endgültigen Anlageteile ersetzt.

Die Wasserkraftschnecke wurde mit Mitteln des Programms Kleinwasserkraftwerke errichtet. Diese Gelder waren auch zwingend nötig, hätte doch sonst ein Stromgestehungspreis von 28.4 Rp./kWh resultiert. Die Wasserkraftschnecke ist die erste ihrer Art in der Schweiz. Die Technologie ist einfach und robust, und für kleine Fallhö-

PROJEKTE ZUM FORSCHUNGSSCHWERPUNKT INNOVATIVE NISCHENPRODUKTE

Bei der Wiederinbetriebnahme stillgelegter Kleinwasserkraftwerke sind nicht nur strenge Umweltauflagen zu erfüllen, bisweilen stellen sich durch den Denkmalschutz auch besondere konstruktive Anforderungen an die Maschinen. Mit dem im Jahr 2003 gestarteten Projekt zur Entwicklung eines **zweiteiligen Synchrongenerators mit Permanentmagneten [11]** für das historische Kleinkraftwerk Wespimühle in Winterthur wurde eine Lösung aufgezeigt, bei welcher der Generator direkt an die Turbinenwelle angebaut wird. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen zeigten, dass der Einsatz eines zweigeteilten Generators - unter den speziellen Voraussetzungen der Wespimühle - wirtschaftlich ist. Dank einer Steigerung des Nutzungsgrades der Anlage resultiert eine markante Mehrproduktion zu Energiegestehungskosten von 3.8 Rp./kWh.

P&D-PROJEKTE MIT SCHWERPUNKT ÖKOLOGISCHE BEGLEITMASSNAHMEN

Das neu gebaute **Dotierkraftwerk Verbois im Kanton Genf [12]** hat die ersten zwei Betriebsjahre hinter sich. Die Anlage dotiert nicht eine Restwasserstrecke, sondern die Lockströmung für den im Jahr 2000 neu gebauten Fischpass. Somit kann der Energieverlust durch den Fischpass teilweise kompensiert werden. Die Interessen des Gewässerschutzes werden so mit jenen der nachhaltigen Energieproduktion in Einklang gebracht. Am anfänglichen Konzept der Pilot- und Demonstrationsanlage in Verbois wurden noch Verbesserungen vorgenommen, weil Probleme mit der Fischsterblichkeit sowie mit Geschwemmsel im Oberwasser auftraten. Dies führte im ersten Betriebsjahr zu einem geringfügigen Produktionsausfall.



Abbildung 5: Sanierte Staumauer des Kleinwasserkraftwerks Buchholz. In der Mitte das Treppengerinne der neuen zentralen Hochwasserentlastung.



Abbildung 6: Am 13.5.2005 eingeweihtes Trinkwasserkraftwerk Mettental

Der Bau des **Kleinwasserkraftwerks Buchholz [13]** hat wesentliche Fortschritte gemacht. Der Rohbau ist grösstenteils fertig gestellt. Die geplanten schrittweisen Aktienkapitalerhöhungen der Bauherrin konnten erfolgreich durchgeführt werden. Vor der Winterpause konnte noch mit dem Stahlwasserbau (Schütze für Spülung, Druckrohr und Fischschleuse) begonnen werden. Auch dieses Projekt wurde vom Programm Kleinwasserkraftwerke wegen seines ökologischen Vorbildcharakters finanziell unterstützt.

ANDERE P&D-PROJEKTE

Das **P&D-Projekt WERAP in Bubikon [14]** zur Revitalisierung der historischen Anlage einer ehemaligen Streichgarn-Spinnerei konnte nicht durchgeführt werden und wurde annulliert. Das Projekt hätte zu einer Reduktion des Abflusses über den benachbarten Wasserfall geführt. Die Natur- und Heimatschutzkommission des Kantons Zürich lehnte das Vorhaben ab und argumentierte, die Firma WERAP sei heute nicht mehr auf die Stromproduktion aus einem eigenen Kraftwerk angewiesen. Nicht nur in diesem Fall wurde die Kleinwasserkraft von ihrer Vergangenheit im frühen Industriezeitalter eingeholt; damals führte eine rund zehnmal höhere Kleinkraftwerks-Dichte zu einer Übernutzung und Zerstörung der Gewässer. Heutige Projekte haben es offenbar immer noch schwer, diesen geerbten Imageschaden wettzumachen.

Das **Ultra-Hochdruck-Trinkwasserkraftwerk Mettental [15]**, welches im Überblicksbericht 2005 ausführlicher vorgestellt wurde, konnte am 13. Mai 2005 erfolgreich eingeweiht werden. Die Anlage beweist, dass auch bei sehr grossen Fallhöhen eine Turbinierung in einer Etappe technisch machbar und sinnvoll ist.

Bewertung 2005 und Ausblick 2006

Die realisierten Projekte haben gezeigt, dass mit dem Forschungsprogramm 2004-2007 ein umfassendes und auch praxistaugliches Konzept erstellt wurde. Alle Projekte stehen in engem Bezug zu den darin definierten Prioritäten; das Qualitätssicherungsprojekt nimmt eine übergeordnete Rolle ein.

In Anbetracht der relativ bescheidenen Mittel des Forschungsprogramms - die Budgets bewegten sich jeweils im Bereich von 100'000 CHF pro Jahr - konnte im Jahr 2005 eine ansehnliche Zahl von Projekten abgewickelt bzw. neu initiiert werden, wie der vorliegende Bericht gezeigt hat. Das darf sicher als Erfolg bewertet werden.

Im Jahr 2006 soll versucht werden, die beiden Vorprojekte zur Potenzialerhebung durch grössere Nachfolgeprojekte zur Umsetzung zu bringen. Die Finanzierung dafür ist momentan noch nicht gesichert.

Liste der F+E-Projekte

(JB) Jahresbericht 2005 vorhanden

(SB) Schlussbericht vorhanden (siehe www.energieforschung.ch unter den angegebenen Publikationsnummern in Klammern)²

Unter den angegebenen Internet-Adressen sind die Berichte sowie weitere Informationen verfügbar.

Um die Projektbeauftragten vor unerwünschten E-Mails zu schützen, sind die E-Mail-Adressen nicht in maschinenlesbarer Form angegeben.

- [1] Reto Baumann, Häny AG, *Meilen*, und Ernst A. Mueller (mueller@infrastrukturanlagen.ch) *Zürich: Standardpumpen für kleine Leistung, Messprogramm* (SB)
- [2] Michel Dubas (michel.dubas@hevs.ch), Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale (HES SO), *Sion: Caractéristiques des pompes fonctionnant en turbines / Charakteristiken von Pumpen im Turbinenbetrieb* (SB).
- [3] Karl Randall (karlrandall@gresham.ch), Gresham Sàrl, *Genève: Floating Turbine UEK Swiss Project - Feasibility Study* (-)
- [4] Hanspeter Leutwiler, (hpleutwiler@iteco.ch), ITECO Ingenieurunternehmung AG, *Affoltern am Albis: Brutto-Zuwachs für anonymisierte Statistiken* (SB)
- [5] Ernst A. Müller (mueller@infrastrukturanlagen.ch), Büro eam, *Zürich: Vorabklärung Potenzial Trink- und Abwasserkraftwerke* (-)
- [6] Reto Dettli (reto.dettli@econcept.ch), econcept AG, *Zürich* in Zusammenarbeit mit dem geographischen Institut der Universität Bern: *Vorgehensabklärung Potenzial Kleinwasserkraft* (-)
- [7] Thomas Staubli, tstaubli@hta.fhz.ch, Hochschule für Technik und Architektur *Luzern: Optimierung von Kleinwasserkraftwerken durch Qualitätssicherung - Vorprojekt* (-)
- [8] Martin Roth (martin.roth@entec.ch), entec ag, *St. Gallen: SPLASH – Spatial Plans and Local Arrangements for Small Hydro*, Schweizer Beitrag zum EU-Forschungsprojekt (JB).

Liste der P+D-Projekte

- [9] Bruno Schindelholz (bruno.schindelholz@revita.ch), Stiftung Revita, *Langenbruck: Kleinstwasserkraftwerke für variable Volumenströme in geschlossenen Systemen* (SB)
- [10] Thomas Köhli (thomaskoehli@yahoo.com), Derendingen: *Demonstrationskraftwerk alte Ziegelei am Grützbach, Derendingen* (JB).
- [11] Bruno Schindelholz, (bruno.schindelholz@revita.ch), Stiftung Revita, *Langenbruck: Zweiteiliger Synchrongenerator mit Permanentmagneten* (SB)
- [12] Patrick Quercia, patrick.quercia@sig-ge.ch, und Jean Louis Martinez, Services industriels de Genève: *Micro-centrale de Verbois* (SB).
- [13] Ivo Scherrer (info@entegra.ch), ENTEGRA Wasserkraft AG, *St. Gallen: Kleinwasserkraftanlage Buchholz* (JB)
- [14] Adrian Bretscher und Stephan Gutzwiller, revita@revita.ch, Stiftung Revita, *Langenbruck: Konzessionsprojekt KW WERAP* (Projekt abgebrochen; Vorgängerbericht: SB 230081)
- [15] Alois Spichtig (alois.spichtig@bluemail.ch), Wasserversorgung *Sachseln* Dorf und Umkreis (WVS): *Trinkwasserkraftwerk Mettental* (-)

Referenzen

- [16] Manuel Buser, Hedi Feibel, entec ag, St. Gallen, Forschungsprogramm Kleinwasserkraftwerke 2004-2007, Download: <http://www.kleinwasserkraft.ch/web/deutsch/programm/forschung.html>
- [17] Positionspapier Energie aus Kleinwasserkraftwerken: Ziele und Prioritäten für die Nutzung von Energie aus Kleinwasserkraftwerken, BFE, Version 1.2, Dezember 2004, Download: <http://www.kleinwasserkraft.ch/web/deutsch/programm/>
- [18] 4. Jahresbericht EnergieSchweiz 2004/05, UVEK, Programmleitung EnergieSchweiz, BFE (Herausgeber), Download: <http://www.energie-schweiz.ch/internet/04036/index.html?lang=de>.
- [19] Thematic Network on Small Hydropower, ESHA, *Brüssel*, Website: <http://www.esha.be/index.php?id=29>

² Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Berichts waren die Publikationsnummern der meisten neuen Berichte leider noch nicht bekannt. Über die Suchfunktion können die Berichte dennoch anhand der Projektbezeichnung gefunden werden.