

Programm Kleinwasserkraftwerke

Forschungsprogramm 2004-2007

Ausgearbeitet durch
Programmleitung Kleinwasserkraftwerke
entec ag Consulting & Engineering
pl@smallhydro.ch / www.smallhydro.ch

Version 1.1

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Auftragnehmer:

Programmleitung Kleinwasserkraftwerke c/o entec ag, Bahnhofstr. 4, 9000 St. Gallen, www.entec.ch

Autoren:

Manuel Buser

Hedi Feibel

Begleitgruppe:

Bruno Guggisberg, Bundesamt für Energie BFE

Ernst Jakob, WEA, Bern

Heinz Liechti, BWG

Dieses Dokument wurde im Rahmen des Programms Kleinwasserkraftwerke des Bundesamts für Energie BFE erstellt. Für den Inhalt ist alleine der/die Auftragnehmer/in verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Worbentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.admin.ch/bfe

Inhalt

1.	AUSGANGSLAGE UND BISHERIGE ERFOLGE	2
1.1.	Aktuelle Situation der Kleinwasserkraft in der Schweiz	2
1.2.	Bisherige Massnahmen und Wirkungen	3
1.3.	Neuer Schub dank Forschung	5
1.4.	Kosteneffizienz	5
1.5.	Institutionelle Strukturen	6
2.	ZIELE UND STRATEGIE	6
2.1.	Übergeordnete Ziele	6
2.2.	Strategie, Ansatzpunkte	6
3.	NOTWENDIGE MASSNAHMEN IN DEN BEREICHEN F&E UND P&D	8
3.1.	Projekte und Aktivitäten F&E	8
3.2.	Projekte und Aktivitäten P&D	9
3.3.	zusätzlich erforderliche Massnahmen (Bereich Markt)	10
3.4.	Nationale vs. internationale Aktivitäten	10
4.	MITTELVERTEILUNG, PRIORITÄTEN	11
4.1.	F&E	11
4.2.	P&D	11
5.	REFERENZEN	12
6.	LITERATUR AUS DER SPARTE F&E UND DEMONSTRATIONSPROJEKTE	12
	ANHANG 1: ZUSAMMENFASSUNG DES FORSCHUNGSPROGRAMMS	1
A.	Ziele	1
B.	Ansatz	1
C.	Struktur des Programms Kleinwasserkraftwerke	2
D.	Vergangene Entwicklung der Kleinwasserkraft, sowie Szenario und Ausblick	3
E.	Massnahmen zur Umsetzung der Ziele	5
F.	Szenario bis 2050	7

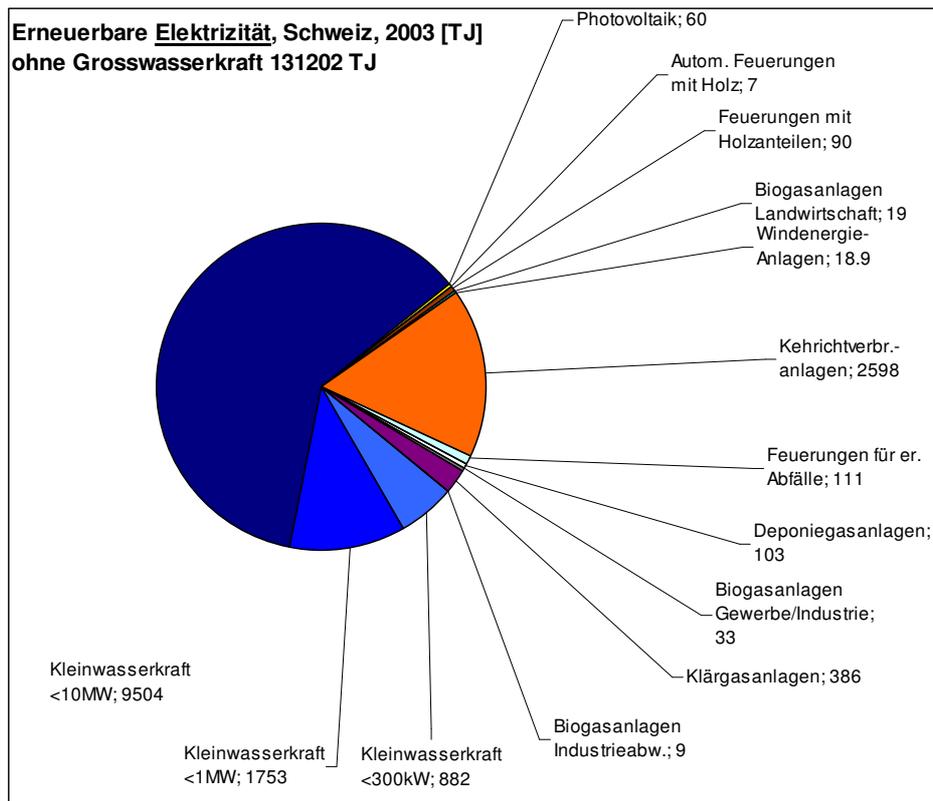
1. Ausgangslage und bisherige Erfolge

1.1. AKTUELLE SITUATION DER KLEINWASSERKRAFT IN DER SCHWEIZ

In der Schweiz werden etwas über 1000 Kleinwasserkraftwerke (< 10 MW) betrieben. Genaue Zahlen liegen nicht vor, da statistische Daten nur für Anlagen ab 300 kW erhoben werden. Die heutige Nutzung von Kleinwasserkraftwerken ist in untenstehender Tabelle und Grafik zusammengefasst.

Bereich (max. Leistung ab Generator) [MW]	Anzahl Anlagen	Max. Leistung ab Gen. [MW]	Mittlere jährliche Energieproduktion [GWh]	Bereich Energie-Schweiz	Bereich F&E
< 0.3 (Schätzwerte)	700	56	245	✓	✓
0.3 bis 1.0	168	94	487	✓	✓
1.0 bis 10	169	629	2640		✓
Total	1037	779	3372		✓

Tabelle 1: Heutige Nutzung der Kleinwasserkraft¹ (Stand 1.1.2004) sowie Förderbereiche



Grafik: Kleinwasserkraft dominiert die Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen (Quelle: Statistik der erneuerbaren Energien 2003 und Programm KWK [4], [7])

¹ Daten zu Anlagen im Bereich 0.3 bis 10 MW von BWG

Noch immer gibt es in der Schweiz zahlreiche stillgelegte Kraftwerke, die mit relativ wenig Aufwand, mit verträglichen Umweltauswirkungen sowie guten Ökobilanzwerten reaktiviert werden könnten. Insgesamt ist ein Trend erkennbar, wonach Pico-Kraftwerke aufgrund von Unrentabilität, Konzessionsende oder Sanierung gemäss Gewässerschutzgesetz aufgegeben werden (müssen), wohingegen grössere, insbesondere Nebennutzungskraftwerke, Aufwind erhalten. Neue Chancen bieten sich heute vor allem in Trinkwasser- und Abwasseranlagen, aber auch bei Dotier- und Schwellenkraftwerken. Zudem verbessern sich die Vermarktungschancen von lokal produziertem Ökostrom zusehends.

Das Potenzial der Kleinwasserkraft ist wesentlich schlechter genutzt als jenes für grosse Anlagen. Es teilt sich wie folgt auf:

Anlagentyp	Ausbaupotenzial in GWh/a
Trinkwasserkraftwerke	100
Abwasserkraftwerke	20
Reaktivierung / Modernisierung	35-70
Dotierkraftwerke	5-20
Neubauten	30-90
Gesamt	190-300

Tabelle 2: Ausbaupotenzial für Kleinwasserkraftwerke (< 1 MWel)² in der Schweiz³. Das Potenzial ist grösstenteils wirtschaftlich, jedoch liegen diesem Begriff unterschiedliche Definitionen zugrunde. Wissensstand 1997, aktualisierungsbedürftig. Quelle: [2]

Die Abnahme- und Vergütungspflicht und die Festlegung des Stromrücklieferarifs auf 15 Rp/kWh, die seit Ende 1995 gilt (für Bandstrom und Kraftwerke bis 1 MW mittlerer hydraulischer Bruttoleistung), machte Investitionen in Kleinwasserkraftanlagen attraktiver, so dass inzwischen jährlich rund 10 Kleinwasserkraftwerke neu / wieder ans Netz gehen⁴. Jedoch mussten bisher die Mehrkosten von den abnahmepflichtigen Elektrizitätswerken auf der untersten Verteilebene getragen werden. Diese schöpften daher bisweilen alle rechtlichen und administrativen Möglichkeiten aus, um die Einspeisevergütungen nicht zahlen zu müssen. Bereits während der hier betrachteten Periode 2004-2007 wird eine nationale Finanzierung der regional sehr unterschiedlich anfallenden Vergütungen eingeführt. Damit werden Interessenskonflikte lokaler Elektrizitätsverteilunternehmen beseitigt. Zur Zeit macht die für den Einspeisetarif von 15 Rp/kWh berechnete Strommenge etwa ein Drittel der Produktion aus. Der Rest ist Eigenverbrauch oder Produktion von EVUs. Die gleichmässige Verteilung der Mehrkosten macht Investitionen in Kleinwasserkraftwerke, sowie Verselbständigung derselben, für die EVU deutlich attraktiver - eine Belebung des Marktes kündigt sich an.

1.2. BISHERIGE MASSNAHMEN UND WIRKUNGEN

Die Kleinwasserkraft-Forschung blickt auf magere Jahre zurück. Da seit einiger Zeit keine Mittel mehr für F&E zur Verfügung stehen, wurden z.B. Projekte zur Optimierung herkömmlicher Systeme sowie die Entwicklung neuer Konzepte mit verbesserten Wirkungsgraden mit Mitteln aus dem P&D-Budget unterstützt. Zahlreiche Akteure der Kleinwasserkraft-Szene betrieben selber Entwicklungsarbeit. Im langjährigen Vergleich ist die Liste der jüngeren Innovationen beträchtlich. Hier eine Auswahl:

² Gefördert werden bisher nur Anlagen unter 1 MW. „Kleinwasserkraft“ umfasst allerdings Anlagen im Bereich bis 10 MW

³ Schätzungen basierend auf DIANE-Studien, Stand 1997

⁴ Andere Quellen gehen davon aus, dass sich heute Stilllegungen und Wiederinbetriebnahmen etwa die Waage halten. Da jedoch für Anlagen < 300 kW keine Statistiken vorliegen kann keine genaue Aussage getroffen werden.

- einfache Axialturbinen
- rückwärtslaufende Pumpen (PAT)
- Kompaktbauweisen
- Rein digitale Steuerungen
- Ölfreie Systeme für Trinkwasserkraftwerke
- Turbinen für feststoffbelastetes Wasser (Abwasserkraftwerke)
- Wasserhydraulische Stellorgane
- Selbstreinigende Rechen
- drehzahlvariable Systeme
- Schlauchwehre
- Fischlifte, Fischpässe
- Wasserkraftschnecken
- Saugheberturbinen
- Matrixturbinen
- Borsten-Fischpässe
- Fischschleusen
- Doppelkonus-Technologie
- Numerische Simulationstools, 3D-Strömungssimulationen
- ...

Viele dieser Innovationen wurden von der Privatwirtschaft eingeführt. Ein eigentliches Forschungsprogramm, welches die Anstrengungen hätte bündeln und koordinieren können, fehlte.

Im Rahmen von EnergieSchweiz wurden vor allem indirekte Fördermassnahmen wie Fachtagungen, Internet-Auftritt, Information und Beratung (3 Informationsstellen), Aktionen im Bereich Infrastrukturanlagen (ARA, Wasserversorgungen) etc. aber auch Vorstudien und Grobanalysen unterstützt. In der Regel werden dabei für eine Grobanalyse ca. 3000 CHF veranschlagt, von denen max. 2000 CHF aus Bundesmitteln aufgebracht wurden. Vorstudien hingegen sind umfangreicher und wurden zumeist aus P&D- oder EnergieSchweiz-Mitteln in Höhe von jeweils ca. 5000 CHF gefördert.

Im Jahr 2003, das bezüglich Vorstudien besonders erfolgreich war, wurden Beiträge an 15 neue Vorstudienprojekte verfügt. Die nutzbaren Potenziale belaufen sich auf 16 GWh/a. Wenn, wie die Erfahrung zeigt, die Hälfte dieser Projekte realisiert wird, dann bedeutet dies eine Vergrösserung der Produktion von fast 11% im Segment 0-1 MW. P&D-Anlagen haben immer auch erhebliche Bedeutung im Bezug auf technologische Weiterentwicklung und Optimierung der Wirtschaftlichkeit und ermöglichen somit Multiplikatoreffekte.

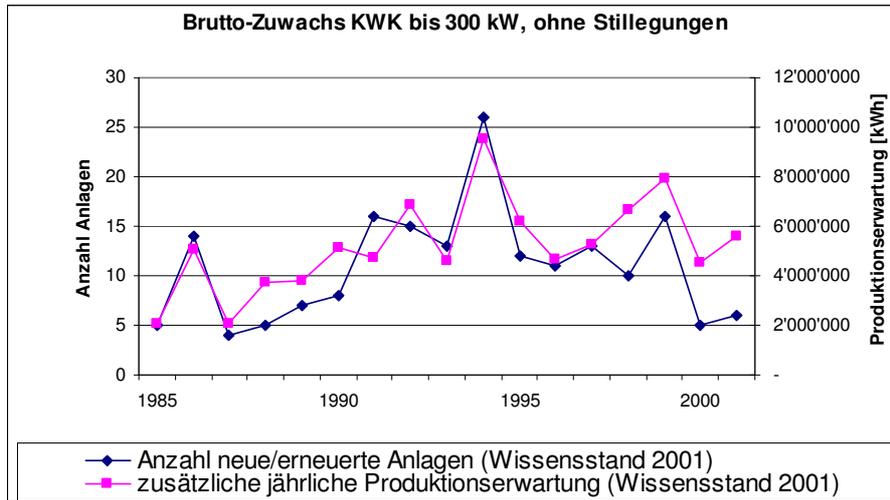
Zusätzlich wurden 22 Grobanalysen durchgeführt. Bei 17 dieser Grobanalysen wurde die Machbarkeit mit Gestehungskosten von unter 15 Rp/kWh aufgezeigt.

Eine Kurzevaluation der Auswirkungen von Bundesbeiträgen für Vorstudien (Juli 2002) hat gezeigt, dass die Realisierungswahrscheinlichkeit durch Finanzbeiträge des Bundes markant steigt und die Qualität der Studien verbessert wird.

Die bisherige Förderpraxis bewies ausserdem, dass die Privatwirtschaft bei entsprechender Unterstützung zu Investitionen und Beteiligung an Forschung und Pilotprojekten sehr interessiert ist (siehe zahlreiche Anträge mit Pilotcharakter). Gerade die technische und ökonomische Optimierung der Wasserkraftgewinnung im Bereich von Trinkwasser- und Abwasseranlagen wurde in einigen Projekten schon angegangen.

1.3. NEUER SCHUB DANK FORSCHUNG

Zwar wächst der KWK-Sektor weiter, jedoch hat sich die Entwicklung gegenüber den 90er-Jahren tendenziell wieder verlangsamt. Grund sind in erster Linie die Unsicherheiten bezüglich Tarifentwicklung. Andererseits wurden die günstigsten Potenziale schneller genutzt als die schwierigeren, und so steigt gegenwärtig der F&E-Bedarf markant. Fortschritte in der Technologie sind nötig, um auch die anspruchsvolleren Potenziale nutzen zu können. Dies gilt vor allem für kleinste Anlagen⁵ oder für solche, die verschärften Umweltauflagen genügen müssen.



Grafik: Innovation tut not, um an die erfolgreichen 90er-Jahre anknüpfen zu können

1.4. KOSTENEFFIZIENZ

Nach der „Evaluation der Wirkungsanalyse 2003 von EnergieSchweiz“ [9], bei der 11 verschiedene Massnahmen verglichen wurden, weist KWK (neben Wärmepumpen und Holznutzung) bezogen auf die substituierte Energiemenge eine extrem niedrige d.h. günstige Kosten-Nutzen-Relation auf. Es wurden die Kosten auf Basis der Programmkosten von EnergieSchweiz und der Kantone berücksichtigt. Auch wenn man die gesamtwirtschaftlichen Kosten betrachtet, schneidet KWK bei dieser Evaluation sehr gut ab.

Im P&D-Bereich konnte beispielsweise das Kraftwerk Verbois mit einem Förderbeitrag von 60'000 CHF (Beitrag an die nicht amortisierbaren Mehrkosten) realisiert werden. Damit wurde ein Vielfaches an Investitionen ausgelöst. Die Kosten pro erzeugter kWh betragen über 25 Jahre gerechnet 0.15 Rp./kWh.

Solche Ergebnisse wurden bisher nicht in ausreichendem Masse für die Verbreitung der Kleinwasserkrafttechnologie nutzbar gemacht. Weder in der breiten Öffentlichkeit noch bei potentiellen Investoren hat die Nutzung von Kleinwasserkraft ein entsprechendes Image. In Zukunft sollten daher die Bereiche F&E bzw. P&D eng mit dem Bereich Markt verknüpft werden. Erzielte Erfolge, insbesondere bezüglich der Wirtschaftlichkeit von KWK Anlagen, bedürfen einer besseren Vermarktung.

Mit dem vorliegenden Forschungsprogramm wird es möglich, gezielt F&E-Projekte nach ergebnisorientierten Ansätzen zu fördern.

⁵ Die technische Spannweite zwischen den kleinsten und den grössten Anlagen sowie zwischen Nieder- und Hochdruckanlagen ist enorm. Das schlägt sich in der Wirtschaftlichkeit nieder. Über 90% der kleinsten (meist rein mechanischen) Niederdruckanlagen wurden im letzten Jahrhundert stillgelegt.

1.5. INSTITUTIONELLE STRUKTUREN

Die Evaluierung der Aktivitäten des Netzwerks Kleinwasserkraftwerke [8] im Jahr 2002 fiel kritisch aus. Das Netzwerk KWK ist das kleinste von sieben Netzwerken. Da sich die Aktivitäten vor allem auf die Weiterführung von P&D-Projekten und insbesondere auf die Information und Unterstützung von Kleinwasserkraftwerkbesitzern konzentrierten, wurde kritisiert, dass kein Netzwerk im eigentlichen Sinne aufgebaut worden sei. Die Einzelpersonen, so das Ergebnis der Evaluation, verträten eher punktuelle, an einzelne Anlagen gebundene Interessen.

Das Netzwerk Kleinwasserkraft soll daher ab 2005 in ein Kompetenzzentrum umgewandelt werden. Das Kompetenzzentrum ist es für den Austausch von Informationen und Erfahrungen und insbesondere die Formulierung gemeinsamer Interessen und deren politische Umsetzung von grosser Bedeutung. Um in Zukunft einen verbesserten Austausch zwischen den einzelnen Akteuren zu ermöglichen, werden im Kapitel 3.3 Aktivitäten präsentiert, die dem Bereich Markt zuzurechnen sind, aber dennoch eng mit den Bereichen F&E und P&D verknüpft sind.

Generell hat sich gezeigt, dass Öffentlichkeitsarbeit in weit stärkerem Ausmass betrieben werden muss. Vorhandene Ressourcen wie z.B. die Ausstellungsstände sollten genutzt werden. Das fehlende Wissen über Kosten gegenüber Gewinnen und die Vorbehalte hinsichtlich ökologischer Auswirkungen von KWK stellen entscheidende Hemmnisse dar.

Aus Effizienzgründen soll die generelle Öffentlichkeitsarbeit an die AEE delegiert werden, während sich das Programm auf ein Fachpublikum konzentriert.

2. Ziele und Strategie

2.1. ÜBERGEORDNETE ZIELE

Die übergeordneten Ziele, die mit dem Forschungsprogramm KWK 2004-2007 erreicht werden sollen sind:

1. die verstärkte Nutzung des bestehenden KWK-Potenzials durch Neubau, Sanierung, Reaktivierung und Verhinderung von Stilllegungen (Klimaschutz und gesicherte Energieversorgung)⁶
2. die Erschliessung von *zusätzlichem wirtschaftlichem Potenzial* durch die Nutzbarmachung und Verbreitung neuer Technologien
3. Gewinnen neuer Erkenntnisse über die Potenziale und deren aktuelle Nutzung

Als positiver Nebeneffekt ist die Steigerung der Konkurrenzfähigkeit derjenigen Schweizer Unternehmen zu nennen, die innovative KWK-Technologie aufgreifen und weiterentwickeln. Nach dem starken Konzentrationsprozess in der Industrie eröffnen sich neue Chancen zur Rückeroberung des Terrains durch kleine und mittlere Unternehmen, welche im "Wasserschloss Europas" einen wettbewerbsfähigen Standort finden, um nachhaltige Wertschöpfung zu betreiben.

2.2. STRATEGIE, ANSATZPUNKTE

Wichtige Massnahmen zur Zielerreichung sind in Abbildung 1 dargestellt. Zwischen den einzelnen Massnahmen bestehen vielfältige Wirkungszusammenhänge. Einige sind durch die Pfeilverbindungen dargestellt. Öffentlichkeitsarbeit und Verbesserung der Internetplattform sind kursiv gedruckt, da sie nicht unmittelbar Bestandteil der F&E bzw. P&D Massnahmen sind.

⁶ Im Bereich der Wasserkraftnutzung hat EnergieSchweiz zum Ziel, den Anteil am Endverbrauch (auf der Basis von 1999) mindestens stabil zu halten.

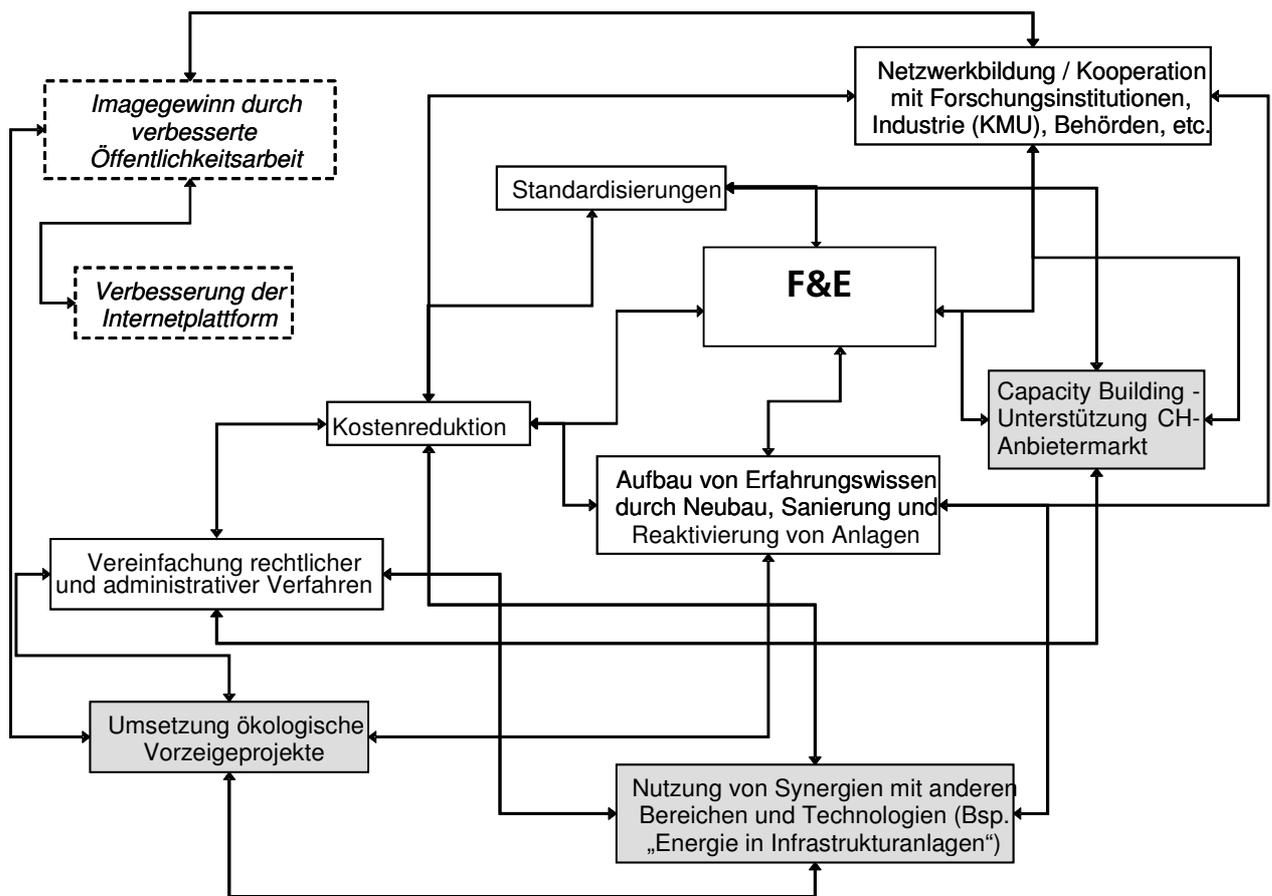


Abbildung 1: Vernetzung des Forschungsprogramms KWK mit den Bereichen P&D und Markt

Die grau hervorgehobenen Felder zeigen die Schlüsselbereiche auf: Kostenreduktion, Umsetzung ökologischer Vorzeigeprojekte, Synergien mit anderen Systemen (Triebwasser- und Umgebungswärme etc.) bzw. Bereichen (Hochwasserschutz, Landschaftsschutz etc.) und Unterstützung des nationalen Anbietermarktes, um dessen Konkurrenzfähigkeit zu stärken. Weil der Anbietermarkt von KMU dominiert ist, stehen diese auch als die Zielgruppe des vorliegenden Forschungsprogramms im Vordergrund. Es gilt, die KMU mit den nationalen und internationalen Forschungsinstitutionen zu vernetzen. Eine Kooperation mit grösseren Industriekonzernen ist durch das kleine Budget erschwert.

Quantifizierte Ziele 2004-2007

1. Das Programm ermöglicht Innovationen im Schweizer KWK-Sektor. Dies führt u.a. zur Erprobung mindestens eines neuen, **marktfähigen Produktes** gemäss F&E-Schwerpunkten.
2. 2 erfolgreiche Projekte des F&E-Programms tragen zu quantifizierbaren **Kostensenkungen** pro installiertem kW bei.
3. Es liegt eine aktualisierte Untersuchung der technischen **Potenziale** vor. Zur Lenkung der Forschung werden Prognosen über die künftige Nachfrage nach bestimmten Technologien erstellt. (siehe Aktivität 4)
4. Umsetzung: Wenn das Programm die vorgesehenen 2 Mio. CHF/a selber einsetzen oder massgeblich lenken kann, dann wird (mit einer Verzögerung von ca. 2 Jahren) eine **Verdopplung des Wachstums** der Kleinwasserkraft $\leq 1\text{MW}$ angestrebt: +10 GWh/a. Daraus resultieren Kosten von ca. 1.5 Rp. / kWh.

3. Notwendige Massnahmen in den Bereichen F&E und P&D

Im Folgenden sind Forschungs- und Entwicklungsbereiche aufgelistet, die teilweise bereits in Ansätzen verfolgt wurden, jedoch noch weiterer Untersuchungen bedürfen oder aber noch völliges Forschungsneuland darstellen. Die Massnahmen im Bereich P&D umfassen die Umsetzung der Ergebnisse aus F&E in konkreten zu definierenden Pilot- und Demonstrationsanlagen. In Pilot- und Demonstrationsanlagen soll gezeigt werden, dass ein Vorhaben sowohl aus energetischer als auch aus ökologischer und ökonomischer Sicht Sinn macht.

Die Umsetzung sowohl der F&E- als auch der P&D-Aufgaben wird in den noch zu entwickelnden Jahresplänen konkretisiert. Dort sollen dann konkrete Projekte und Aktionen und ihre jeweiligen zeitlichen und finanziellen Rahmenbedingungen definiert werden.

Grobanalysen, Vorstudien, der Betrieb der Infostellen, Netzwerkaktivitäten aber auch Öffentlichkeitsarbeit sind Teil der Aktivitäten des Bereiches „Markt“ und somit getrennt von F&E und P&D zu betrachten. Da jedoch eine enge Verknüpfung aller drei Bereiche, d.h. F&E, P&D und Markt besteht und somit zumeist keine strikte Trennung möglich ist, werden hier die wichtigsten Aspekte im Kapitel 3.3. mit aufgeführt.

3.1. PROJEKTE UND AKTIVITÄTEN F&E

Im Bereich Kleinwasserkraft hat - anders als bei den neuen erneuerbaren Energien - nur unmittelbar marktorientierte und kosteneffiziente F&E eine Chance zu bestehen, weil sich die verfügbare Technologie bereits durch einen hohen Reifegrad auszeichnet. Die ökonomischen Anforderungen an F&E-Vorhaben sind also sehr hoch.

Schwerpunkt der F&E Aktivitäten sind die Entwicklung innovativer Komponenten und Systeme, aber auch Massnahmen zur Standardisierung. Neben den im folgenden aufgeführten F&E-Bereichen, die heute als notwendig erachtet werden, sollten die bei den Infostellen eingehenden Anfragen (aus In- und Ausland) hinsichtlich weiterer wichtiger Forschungsgebiete kontinuierlich ausgewertet und werden und gegebenenfalls neue oder veränderte Schwerpunkte gesetzt werden.

Die folgenden Aktivitäten sind als breiter Rahmen zu verstehen. Innerhalb dieses Rahmens werden jedoch Prioritäten gesetzt (siehe Abschnitt 4), da nicht alle Themen bearbeitet werden können.

1. **Optimierte Turbinen- und PAT⁷-Konzepte:** Realisation von Pilotprojekten mit den in Entwicklung befindlichen Niederdruckturbinen des MHyLab. Weiterentwicklung und industrielle Umsetzung von Standardpumpen im Turbinenbetrieb (v.a. für kleine Leistungen in Trinkwassersystemen); Verbesserung der Teillastwirkungsgrade; Nutzung der Druckreduzierenergie in geschlossenen Systemen
2. Untersuchung technisch-wirtschaftlicher **Innovationen im Niederdruckbereich:** Wasserräder, Wasserkraftschnecken, überflutete Anlagen, Freiluftanlagen, Heberanlagen, drehzahlvariable Konzepte, Einfachbauarten...) (→ Exportpotenzial und Senkung der Wirtschaftlichkeitsgrenze)
3. **Steuerungstechnik und Messtechnik:** Kostengünstige elektronische Regler mit erweiterbaren Funktionen zur Betriebsoptimierung. Reduktion der Systemkomplexität von Steuerungssystemen bei gleichzeitiger Erweiterung des Funktionsumfangs auf Basis besserer Hardware. Zukunftsgerichtete Fernleitsysteme für Kleinstanlagen, welche relevanten Industriestandards entsprechen und die Bündelung kleiner Anlagen zu virtuellen Kraftwerke ermöglichen. Entwicklung fortschrittlicher Messtechnik, z.B. für die Pegelmessung.
4. Neue wirtschaftliche Lösungen zur Elektrifizierung und Vollautomatisierung von Einfachbauarten: **Drehzahlvariable Technologie** für den Betrieb mit unregelmäßig oder einfachgeregelten Turbinen; optimale Drehzahlregelung über elektronische Erfassung des Drehmoments;

⁷ PAT = Pumpen als Turbinen bzw. rückwärtslaufende Pumpen

für Wasserräder erprobt, aber auch für Wasserkraftschnecken, Pumpen im Turbinenbetrieb, Turbinen mit fixen Laufradschaufeln, Wasserräder etc. nutzbar.

5. **CFD (Computational Fluid Dynamics):** Numerische Simulationen erlauben höhere Wirkungsgrade und optimale Designs von Turbinen, Einlaufbauwerken und Saugrohren.
6. **Statistiken und Potenzialstudien** zum Anwendungsbereich innovativer Lösungen. Das Potenzial im Trinkwasserbereich, welches dank zusätzlicher Technologien erschlossen werden kann, ist z.B. kaum bekannt. Auch fehlen Daten zur KWK-Nutzung unter 300 kW.
7. **Modulare Kompakt-Bauweisen** mit minimalen Tiefbaueingriffen für den Einbau in bestehende Leitungen. Baukastensysteme für bestehende Wehre in Fließgewässern.
8. **Innovative Nischenprodukte** für Rehabilitationen und Nebennutzungen: Zweiteilige Synchrongeneratoren mit Permanentmagneten für Direktanbau an bestehende Turbinenwellen; Konzepte für Selbstbau und Teileigenleistungen; Kombination mit Nutzung von Triebwasser- und Umgebungswärme, Wärmepumpen etc. (Synergieeffekte durch Zusammenarbeit mit anderen Bereichen und Technologien)
9. **Weiterentwicklung ökologischer Begleitmassnahmen:** Technische Optimierung von Fischaufstiegen; Synthese bisheriger Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit, ökologischer Aufwertung und jeweiligen Kosten
10. Untersuchung **neuer Materialien**, die für belastetes Wasser geeignet sind (Berg- und Drainagewasser, Abwasser...); kostengünstigere Materialien und Herstellungsverfahren (Kunststoffe etc.)
11. Verringerung der **Schallemissionen** und Vibrationen: Luft- und Körperschall
12. Verringerung der Beeinträchtigung durch **Schwemmgut**, Eis und Geschiebe (Rechen etc.)

3.2. PROJEKTE UND AKTIVITÄTEN P&D

Im Bezug auf Pilot- und Demonstrationsanlagen sollte ein guter Ausgleich zwischen der Förderung kleinerer und grösserer Anlagen gefunden werden. Kleinere Projekte sind zwar nicht so „effizient“ und beanspruchen häufig mehr Hilfe und Unterstützung, sind jedoch ein sehr wirkungsvolles PR-Fenster der Wasserkraft. Grössere Anlagen sind effizienter bezogen auf Gestehungskosten und Klimaschutz, werden aber aufgrund der allmählichen Potenzialausschöpfung (an wirtschaftlichen Standorten) seltener. Sie besitzen in der Regel mehr professionelle Eigendynamik und benötigen daher ausser Vorstudien kaum Starthilfen. Eine gute Fördereffizienz kann oft in den mittleren Leistungsklassen erzielt werden. Folgende Schwerpunkte zur Unterstützung von P&D-Projekten werden empfohlen:

1. KWK in landschaftlich empfindlichen Gebieten mit Schutzauflagen; Pilotprojekte mit Vorzeigecharakter zur Erhöhung der Akzeptanz
2. Realisierung von weiteren Anlagen ohne bzw. mit geringer Beeinträchtigung: Nutzung von Restpotenzialen in bestehenden Stauanlagen (Gefälle in Zuleitungen, Dotier- und Überwasser, usw.)
3. Pilotprojekte im Bereich Infrastrukturanlagen, insbesondere in Trinkwasser- und Abwasseranlagen: Nutzung überschüssiger Drücke und Gefälle in bestehenden Leitungen (Trinkwasser, Drainage, Bewässerung, Tunnelwasser, Kühl- und Prozesswasser, usw.). Falltypische Abwasserkraftwerke (insbesondere auch zur Turbinierung vor Abwasserreinigungsanlagen); und Bearbeitung der Zielgruppen Wasserwerke, ARA's und Gemeinden.

P&D-Projekte sollten grundsätzlich Vorzeigecharakter haben. Entsprechend der in Abbildung 1 bereits betonten Schlüsselbereiche sind dabei folgende Kriterien entscheidend:

- Einsatz kostengünstiger und einfacher Technologie
- Wirkungsgrad
- Ökologische Aufwertung bzw. optimale Integration in die Umwelt

- Synergien mit anderen Technologien oder Bereichen
- Unterstützung des lokalen / nationalen Anbietermarktes

3.3. ZUSÄTZLICH ERFORDERLICHE MASSNAHMEN (BEREICH MARKT)

Trotz vielfältiger Überlappungen zwischen den 3 Bereichen F&E, P&D und Markt ist eine grundsätzliche budgetbezogene Trennung nötig. Es besteht gerade im nicht-technischen Bereich ebenfalls Innovationsbedarf, um die Hürden der Kleinwasserkraftnutzung zu senken. Im folgenden sind Massnahmen aufgelistet, die sinnvollerweise dem Bereich Markt zuzuordnen sind.

- Finanzierung von Grobanalysen und Vorstudien zur Überwindung des Initialaufwandes, auch für Anlagen ohne speziellen Pilot- oder Demonstrationscharakter. So kommen Projekte ins Rollen und die Realisierungschancen werden erhöht.
- Verhinderung von Stilllegungen, Reaktivierung stillgelegter Anlagen: Diskussion mit betroffenen Kantonen, Verbesserung der Rahmenbedingungen, Erhebung von aktuellen Daten / Fakten
- Qualitätssicherung an Modellanlagen
- Verbesserung der Internetplattform und Ausbau zu einem Medium, das eine verstärkte Koordination ermöglicht. Medienarbeit.
- Entwicklung von Contracting-Konzepten für das spezifische Zielpublikum der privaten Kleinwasserkraftwerks-Besitzer.
- Weiterführung der sprachregionalen Informationsstellen
- Jährliche zweisprachige Fachtagung mit Workshop zur Bearbeitung aktueller Themen; 5-jähriger Branchenworkshop (2007 fällig)
- Enge Kooperation mit AEE hinsichtlich Ökostrommarketing

3.4. NATIONALE VS. INTERNATIONALE AKTIVITÄTEN

Das Forschungsprogramm bekennt sich zum Technologie- und Wissensstandort Schweiz. Die Kosten und der Umfang der angestrebten Forschungsziele erlauben meist eine Bearbeitung auf nationaler Ebene. Dieses Vorgehen ist der KMU-basierten Struktur des Anbietermarktes als auch den verfügbaren Mitteln angepasst. Der Anbietermarkt ist auf lokale Wertschöpfung angewiesen, und nur durch Schweizer Innovationen lassen sich auch gewisse Exportmärkte zurückerobern.

Kooperation ist dagegen im Bereich der Rahmenbedingungen nötig, sowie für umfangreichere und komplexere Projekte. Zwei aktuelle Beispiele verdeutlichen die Stossrichtung:

- Die europäische Union finanziert im Rahmen des Programmes ALTENER ein Projekt zur Ermittlung potenzieller Standorte für Kleinwasserkraftwerke: das Projekt **SPLASH** (Spatial Plans and Local Arrangements for Small Hydro). 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 Projekt **SEARCH LHT** des MHyLab, welches vom BFE bis 2002 unterstützt wurde und seither als europäisches Forschungsprojekt ohne BFE-Beteiligung weiterläuft, verfolgt das Ziel, eine komplette Palette neuer Niederdruckturbinen (4- bis 8flügelig) zu entwickeln. Die letzte Phase wurde vom Bundesamt für Bildung und Wissenschaft im Sommer 2004 bewilligt. Somit bestehen interessante Aussichten für Innovationen im Niederdruck-Bereich.

4. Mittelverteilung, Prioritäten

Es ist sehr bedauerlich, dass mit der Reduktion der Budgets vor allem die direkt produktiven Teile des Förderprogramms - die P&D-Beiträge - massiv gekürzt bzw. quasi abgeschafft werden müssen. Die mittelfristige Erfolgsbilanz von EnergieSchweiz wird dadurch in Mitleidenschaft gezogen, da v.a. die produktiven Programmkomponenten kahlgeschlagen werden, der administrative Sockelaufwand aber bestehen bleibt. Ein solches Vorgehen ist in einem Bereich, wo mit wenig Fördermitteln ausgezeichnete kWh-Erträge erreichbar sind, sicher nicht optimal.

Die effektiv verfügbaren Mittel des Programms Kleinwasserkraftwerke lagen in den letzten Jahren jeweils deutlich unter 200'000 CHF. Dem Programm kommt aber die wichtige Aufgabe zu, die Forschungsaktivitäten landesweit zu koordinieren und durch gezielten Einsatz der Eigenmittel zu lenken.

Die CORE empfiehlt eine Aufstockung der gesamten Mittel um 29% auf 4 Mio. CHF, wobei je 50% für F&E sowie für die Umsetzung zu verwenden seien. Um diese Mittel effektiv lenken zu können, reichen jedoch die aktuellen Eigenmittel des Programms (unter 5 Prozent) nicht aus. Eine Aufstockung ist daher auch hier angezeigt.

Vorgesehen ist folgende **Schwerpunktsetzung**:

4.1. F&E

	bei Budget 200 kCHF/a	bei Budget 100 kCHF/a
Turbinen / Pumpen als Turbinen (Aktivität 1)	60 kCHF	50 kCHF
Innovationen Niederdruckbereich (Aktivität 2)	30 kCHF	-
Steuerung, Messtechnik, drehzahlvariable Technologie (3, 4)	20 kCHF	-
CFD (Computational Fluid Dynamics) (5)	10 kCHF	-
Statistiken & Potenzialstudien (6)	30 kCHF	-
Modulare Kompakt-Bauweisen (7)	-	
Innovative Nischenprodukte (8)	-	
Weiterentwicklung ökologischer Massnahmen (9)	-	-
Materialien (10), Schall (11), Schwemmgut (12)	-	-
Programmleitung	50 kCHF	50 kCHF

4.2. P&D

	bei Budget 200 kCHF/a	bei Budget 100 kCHF/a
Beschleunigung des Technologietransfers von F&E	100 kCHF	-
Beschleunigung des Wachstums gemäss Ziel 4	100 kCHF	100 kCHF

5. Referenzen

- [1] Positionspapier Energie aus Kleinwasserkraftwerken: Ziele und Prioritäten für die Nutzung von Energie aus Kleinwasserkraftwerken, BFE, Version 1.2
- [2] BFE, Konzept für die Neuorganisation des Bereichs Kleinwasserkraftwerke, v1.1 vom 25.3.04
- [4] Zuwachsstatistik des Programms Kleinwasserkraftwerke 1997-2001
- [6] Kleinstwasserkraftwerke in der Schweiz: Zuwachs 1985 bis 1997. Presseauswertung und Umfrageergebnisse Kleinstwasserkraftwerke bis 300 kW
- [7] Statistikblatt des ISKB vom 2.8.2004
- [8] Rieder, Bischof, Maugué, Götz: Evaluation der Netzwerke von EnergieSchweiz, September 03
- [9] Wirkungsanalyse 2003 von EnergieSchweiz und begleitende Evaluation

6. Literatur aus der Sparte F&E und Demonstrationsprojekte

- [10] Michel Dubas, michel.dubas@hevs.ch, Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale (HES SO), Sion: **Charakteristiken von Pumpen im Turbinenbetrieb** (JB).
- [11] Bruno Schindelholz, bruno.schindelholz@revita.ch, Stiftung Revita, Langenbruck: **Zweiteiliger Synchrongenerator mit Permanentmagneten** (-).
- [12] Bruno Schindelholz, bruno.schindelholz@revita.ch, Stiftung Revita, Langenbruck: **Kleinstwasserkraftwerke für variable Volumenströme in geschlossenen Systemen** (JB).
- [13] Thomas Köhli, thomaskoehli@yahoo.com, Derendingen : **Demonstrationskraftwerk alte Ziegelei am Grützbach**, Derendingen (SB).
- [14] J. Stark, dct@netsurfer.ch, Double-Cone Technology AG, Thun: **Doppelkonus Technologie (DCT) im Kraftwerk Führen bei den KWO** (kein Bericht veröffentlicht)
- [15] Stiftung Kleinturbinenlabor MHyLab, denisv@mhyllab.com, Montcherand: **Kleinturbinenlabor, Montcherand; Turbines Basse chute** (SB)
- [16] A. P. Engel, hydrelec@dplanet.ch, Mandach, und Genossenschaft Windenergieanlagen alois.fuchs@winterthur.ch, Diegenstal: **Kleinstwasserkraftwerk Sursee, Innovatives Konzept zur Korrektur von ökologischen Fehlleistungen aus früheren Eingriffen in die Suhre** (SB) ENET 220236
- [17] B. Wepfer, Ingenieurschule Grenchen-Solothurn: **Elektrifizierung Wasserrad Kislig, Oberwil bei Büren** (SB) ENET 210321
- [18] K. Odermatt, k.odermatt@ewn.ch, EW Nidwalden, Stans: **Kleinstwasserkraftwerk Rütönen; Nutzung des Bergwassers aus dem Seelisbergtunnel** (SB) ENET 210315
- [19] A. P. Engel, hydrelec@dplanet.ch, Mandach: **Demonstrationsprojekt Kleinstwasserkraftwerk Wannenfloh in Rüderswil; Innovatives Konzept eines Niederdruckkraftwerks am voralpinen Wildwasserfluss Emme bei Ramsei** (SB) ENET 210317
- [20] ITECO Ingenieurunternehmung AG, iteco@iteco.ch, Affoltern a.A.: **Demonstrationsprojekt Saugheber-Turbinen Perlen** (SB) ENET 210313 (1000 KW, 2.7 m, 8 GWh, Reaktivierung, 10 Rp./kWh)
- [21] René Marugg, info@maruggbruni.ch, Marugg + Bruni AG, Chur: **Energienutzung Wasserversorgung Chur** (SB: freizugeben) (verschiedene Stufen).
- [22] Martin Maron, mmaron@flimsselectric.ch, Flims Electric AG, Chur: **Nutzung Tunnelwasser Flimsenstein Stufe 1 und 2** (-) (Stufe1: 425 kW, 110 m, 1'884'000 kWh, 6.21 Rp./kWh; Stufe 2: 700 kW, 105 m, 4'008'000 kWh, 5.65 Rp./kWh). (SB: freizugeben)

Anhang 1: Zusammenfassung des Forschungsprogramms

A. ZIELE

Die übergeordneten Ziele, die mit dem Forschungsprogramm KWK 2004-2007 erreicht werden sollen, sind:

1. die verstärkte Nutzung des bestehenden KWK-Potenzials durch Neubau, Sanierung, Reaktivierung und Verhinderung von Stilllegungen (Klimaschutz und gesicherte Energieversorgung)⁸
2. die Erschliessung von *zusätzlichem wirtschaftlichem Potenzial* durch die Nutzbarmachung und Verbreitung neuer Technologien
3. Gewinnen neuer Erkenntnisse über die Potenziale und deren aktuelle Nutzung

Im Einklang mit diesen übergeordneten Zielen will das Forschungsprogramm Folgendes erreichen:

Die Innovationskraft des Schweizer KWK-Sektors ist zu stärken. Die Lancierung **marktfähiger Produkte** dient als Indikator. Als Prioritäten gelten: Optimierte Turbinen/Pumpen, Niederdruck-Lösungen, Steuerungs- und Messtechnik, drehzahlvariable Technologie.

Die Kosten pro installiertem kW sind zu senken.

Die Potenziale sind erneut zu untersuchen.

Das Forschungsprogramm legt genauere quantitative Ziele und Prioritäten für die Periode 2004-2007 fest. Generell lässt sich sagen, dass mit den empfohlenen Mitteln von 4 Mio. CHF messbare Erfolge erzielt werden können, sofern diese tatsächlich zur Verfügung stehen. Das Wachstum der letzten Jahre liesse sich in etwa verdoppeln, und unter den 12 wünschbaren F&E-Ansätzen liesse sich ein guter Teil konkretisieren.

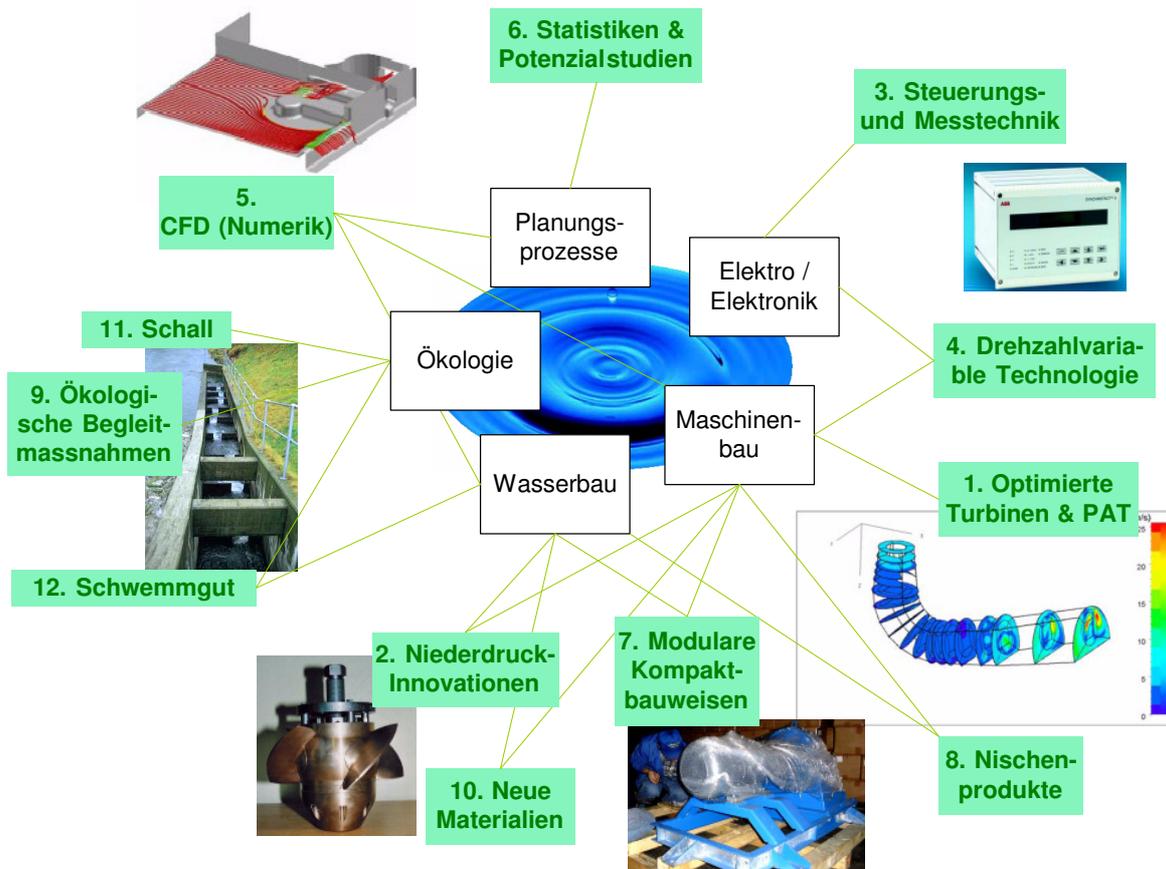
B. ANSATZ

Innovationen im KWK-Bereich müssen relativ strengen Wirtschaftlichkeitskriterien genügen. Mit Technologiesprüngen ist in den nächsten Jahren nicht zu rechnen. Auch sind keine grossen Investoren in Sicht, welche bereit wären, substanzielle Mittel in gewisse Forschungsbereiche zu investieren. Die meisten Innovationen der letzten Jahre wurden durch KMU bewerkstelligt.

Daher, und auch weil die Mittel für grössere Forschungsprojekte nicht ausreichen, soll die Zielgruppe des vorliegenden Forschungsprogramms vor allem aus Schweizer KMU bestehen. Diese gilt es mit den nationalen und internationalen Forschungsinstitutionen zu vernetzen.

Es ist bewährte Technologie verfügbar, dennoch ist grosses Optimierungs- und Kostensenkungspotenzial vorhanden. Es muss an den Komponenten des Gesamtsystems angesetzt werden. Hier sind seit der KWK-Renaissance der Neunziger Jahre bereits zahlreiche Fortschritte erreicht worden. Das "Gesamtsystem Kleinwasserkraftwerk" umfasst den Wasserbau, den Maschinenbau, die Steuerung / Messtechnik, die ökologischen Begleitmassnahmen, sowie die dazugehörenden Planungsprozesse.

⁸ Im Bereich der Wasserkraftnutzung hat EnergieSchweiz zum Ziel, den Anteil am Endverbrauch (auf der Basis von 1999) mindestens stabil zu halten.



Von zahlreichen vernetzten Ansätzen werden diejenigen verfolgt, die am ehesten zu marktfähigen Innovationen führen und so den Schweizer Kleinwasserkraft-Sektor stärken.

C. STRUKTUR DES PROGRAMMS KLEINWASSERKRAFTWERKE

- Trägerschaft: Kompetenzzentrum Kleinwasserkraftwerke
- Kompetenzbereiche: Fließgewässer und Infrastrukturanlagen
- Mögliche Partner aus dem Hochschulbereich:
 - ETH Lausanne, Laboratoire des machines hydrauliques LMH
 - HES de Sion
 - HES de Genève
 - HTA Luzern
 - HSR Rapperswil
 - ZHW Winterthur
 - EAWAG, EMPA
- Mögliche private Partner:
 - MHyLab, Montcherand

- VA Tech, Kriens und Algetshausen
- Stiftung Revita
- Pumpenhersteller: Bieri, Biral, Egger, Häny, Sulzer Pumps...
- Zahlreiche spezialisierte KMU der Bereiche Projektplanung, Maschinenbau, Kleinturbinen, Beschichtungstechnik, Stahlwasserbau, Automation, Messtechnik, Leistungselektronik, Rohrleitungen, Armaturen, etc.

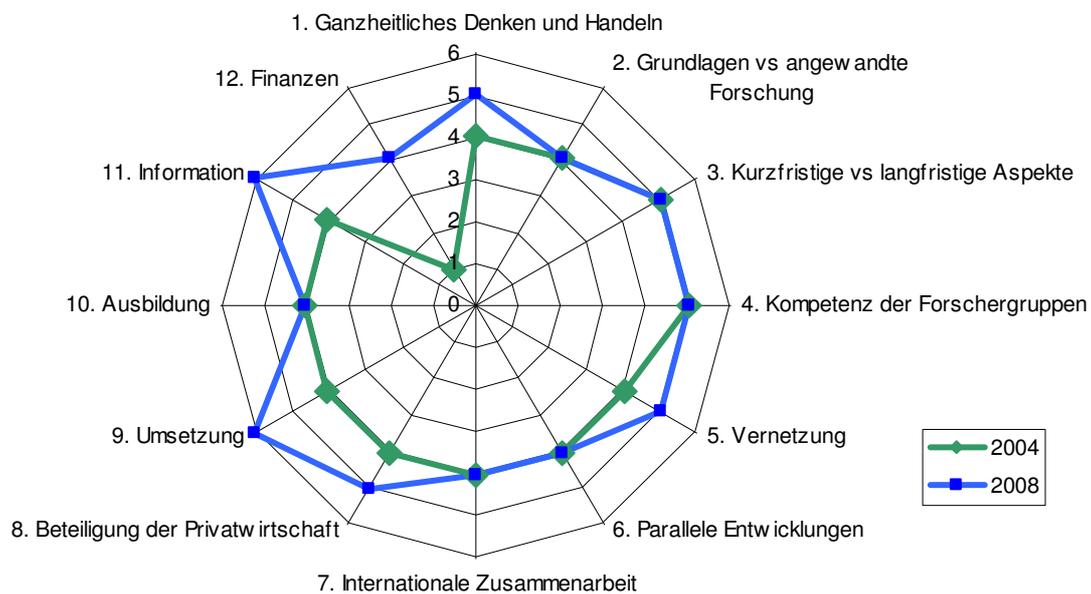
D. VERGANGENE ENTWICKLUNG DER KLEINWASSERKRAFT, SOWIE SZENARIO UND AUSBLICK

	Periode, Trend	Systeme, Komponenten, Innovationen	Unterstützende / bremsende Entwicklungen	Rahmenbedingungen
1917-1947	rund zehnmalmehr Anlagen als heute	Kleinstturbinen für Gewerbe, oft Francis-turbinen	Elektrifizierung vieler mechanischer Anlagen	keine Förderung
1947-1980	Kleinwasserkraft-Sterben		Verdrängung der KWK durch das Netz und grosse Kraftwerke	keine Förderung
1980-1989	Trendwende	Grundlagenforschung, Erfassung des Potenzials. Durchströmturbinen	Steigendes Umweltbewusstsein	Steigendes Interesse der Politik
1990-2000	Renaissance	Nebennutzungen, Trinkwasserkraftwerke, Abwasserkraftwerke, Dotierkraftwerke, Energierückgewinnung. Selbstreinigende Rechen. Einzelne drehzahlvariable Pilotanlagen. Schlauchwehre. Fischlifte. Wasserhydraulische Stellorgane	Rückzug der Grossindustrie aus dem Wasserkraftgeschäft (z.B. Sulzer)	PACER (1990-1996), DIANE (1992-1997) und Energie 2000. Garantierter Tarif " 16 Rp.", 1995
2001-2004	Marktführerschaft Green Power	Kosteneffiziente neue Lösungen: Wasserkraftschnecken, Saugheberturbinen, HYDRO-MATRIX®. Fischaufstiegshilfen: Borstenfischpässe, Schleusen.	Stärkere Position der KMU, aber auch vermehrte Importe.	EnergieSchweiz. KWK-Förderung hinkt stark hinter allen anderen EE-Technologien hinterher.

2004-2007	Ausbau der EE bei verschärftem Kostendruck	einfache Axialturbinen, rückwärtslaufende Pumpen (PAT), vereinfachte und leistungsfähigere Steuerungen, Niederdrucklösungen, drehzahlvariable Systeme, Kompaktbauweisen	Umsetzung Gewässerschutzgesetz bedroht kleine Anlagen	zahlreiche Umstellungen durch nationale Abgeltung, StromVG / Liberalisierung, Gewässerschutzgesetz, Zertifizierung
2007-2010 ⁹	Ausbau der dezentralen EE	Neue Niederdruck-Laufkraftwerke. Weniger Stilllegungen. Verstärkte Automatisierung alter Anlagen. Virtuelle Kraftwerke (liberalisierter Markt).	Erste Resultate des "europäischen Modells" in der Energiepolitik werden sichtbar und zahlen sich aus. Priorität für erneuerbare Energien gefestigt.	EU-Ziel 2010: Zusätzliche installierte Kleinwasserkraft-Leistung 4500 MW; dazu 8500 MW aus Grosswasserkraft. 1997 waren 92 GW installiert
bis 2030	Beschleunigtes Wachstum Endausbau des Segments 300-1000 kW und Trinkwasserkraftwerke	Nur spekulative Prognose möglich: Integrierte Lösungen zur Vereinfachung der baulichen Strukturen. "Containerkraftwerke". Turbinen aus neuartigen Materialien / Verschleissarme Antriebe erlauben kleine, schnell laufende Generatoren / Ev. billige Standardlösungen aus Asien	KWK (günstige Technologie) wächst schneller als andere EE. Klimawandel verteuert Bauwerke und verändert Niederschläge	Verknappung der Elektrizität in CH/Europa, Druck für neue Kohle- und Atomkraftwerke
bis 2050	Endausbau der übrigen Potenziale	noch nicht absehbar	Hoher Ölpreis ermöglicht vollständigen KWK-Ausbau inkl. teuerste Potenziale	Förderung nur noch für Anlagen unter 20 kW nötig

⁹ Szenario

E. MASSNAHMEN ZUR UMSETZUNG DER ZIELE



1. Ganzheitliches Denken und Handeln (steigerungsfähig)

Bei Kleinwasserkraftwerken handelt es sich um vernetzte Gesamtsysteme. Dies gilt im Bereich Fließgewässer genauso wie in den Infrastrukturanlagen: bei Ersteren gilt es, das System Kleinwasserkraftwerk ins Gesamtsystem Gewässer einzufügen. Gewässer werden heute bewusst vernetzt und wieder vermehrt in ihren natürlichen Zustand gebracht. Nur durch die Einhaltung der nötigen Schutzmaßnahmen und durch die Realisierung ökologischer Vorzeigeprojekte kann die Kleinwasserkraft ihren Ruf nachhaltig verbessern. Im Bereich Infrastrukturanlagen (Trinkwasserversorgung, Abwasserreinigung, Industrieanlagen) gilt es, das Kleinwasserkraftwerk in mitunter komplexe technische Anlagen zu integrieren, ohne deren Funktion und Sicherheit zu beeinträchtigen.

2. Grundlagen vs. angewandte Forschung (zufriedenstellend)

Kleinwasserkraft ist insgesamt eine ausgereifte Technologie. Schon bevor die neuen Möglichkeiten der Computertechnik zur Verfügung standen, haben hydraulische Maschinen, Generatoren und Bauwerke einen bewundernswerten Grad der Perfektion erreicht.

Diese Tatsache birgt gewisse Risiken. So besteht etwa die Gefahr, dass die Bedeutung neuer Entwicklungen, beispielsweise in den Materialwissenschaften, in der Leistungselektronik oder in der Steuerungstechnik, nicht rechtzeitig erkannt wird und somit nicht früh genug für die Kleinwasserkraft zugänglich gemacht werden können.

Wenn auch das Gewicht des Sektors Kleinwasserkraft nur in äusserst begrenztem Rahmen eigenständige Grundlagenforschung erlaubt, so sind Trends in benachbarten Gebieten wachsam mitzuverfolgen und wenn möglich für die Kleinwasserkraft nutzbar zu machen.

3. Kurzfristige vs. langfristige Aspekte (gut)

Im Gegensatz zu vielen anderen Technologien ist die Kleinwasserkraft kurzfristig nutzbar. Die grösste Hürde bildet das begrenzte Potenzial. Deshalb gilt es für die Forschung, vom Status Quo ausgehend konkrete, anwendbare Resultate zu erzielen. Nur in kleinen Schritten lässt sich ein langfristiger Erfolg erzielen, grosse Technologiesprünge sind dagegen praktisch auszuschliessen.

4. Kompetenz der Forschergruppen (gut)

Mit den qualifizierten Forscherteams der ehemals stolzen Maschinenindustrie ist auch ein grosser Teil des Fachwissens verloren gegangen. Hydraulische Labors wurden gleich reihenweise geschlossen. Standardwerke der wissenschaftlichen Literatur wie z.B. der "Sigloch" sind heute vergriffen. Es fehlt also zunehmend die Substanz, um breite Grundlagenforschung betreiben zu können.

Positiv ist zu werten, dass die wenigen verbleibenden Labors an den Hochschulen gut ausgerüstet sind und immer noch über äusserst kompetentes Personal verfügen.

5. Vernetzung (steigerungsfähig)

In Ergänzung zum Punkt 4 ist die Vernetzung anzufügen. Heute beschränkt sich die Kleinwasserkraft-Forschung nicht auf hydraulische Maschinen und Strömungstheorie, sondern ist vielmehr ein interdisziplinäres Gebiet, welches sich von Wasserbau, Mechanik, Elektrotechnik bis zu Geografie, Hydrologie und Umweltwissenschaften erstreckt.

Von unmittelbarer Bedeutung für die Entwicklung der Kleinwasserkraft ist zudem die Vernetzung mit den Exponenten des Wasserfachs.

6. Parallele Entwicklungen (zufriedenstellend)

Parallele Entwicklungen stellen einen kontroversen Punkt dar. Einerseits erlauben die Mittel keine parallele Bearbeitung desselben Themas durch mehrere Instanzen. Andererseits ist die Kleinwasserkraft-Forschung sehr marktnah, so dass eine klare Verteilung der Prioritäten auf unterschiedliche Partner leicht zu Wettbewerbsverzerrungen führen könnte. Es gilt also, bei der Verteilung von Forschungsbudgets grosses Fingerspitzengefühl walten zu lassen. Dabei ist auch den volkswirtschaftlichen Interessen Rechnung zu tragen. Mittel sollen dort eingesetzt werden, wo sie mittelfristig lokalen KMU den grössten Gewinn an Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem Ausland bringen.

7. Internationale Zusammenarbeit (zufriedenstellend)

Zusammenarbeit ist dagegen im Bereich der politischen Rahmenbedingungen zu suchen. Hier gilt es, in Zusammenarbeit mit der ESHA¹⁰, der EU oder der IEA gemeinsam für ein optimales Umfeld und für einen hohen Bekanntheitsgrad der Kleinwasserkraft zu sorgen. Erfahrungsaustausch macht beispielsweise im Bereich der Gewässerökologie, der Förderpolitik oder der Potenzialerhebung Sinn. Die bewährte Arbeit des MHyLab ist dabei weiterzuführen. Mit dem Projekt SPLASH liegt ein weiteres Zusammenarbeitsprojekt vor.

8. Beteiligung der Privatwirtschaft (gut)

Die Privatwirtschaft sowie private Non-Profit-Organisationen sind die Hauptträger der Kleinwasserkraft-Forschung. Dadurch ist sichergestellt, dass die äusserst bescheidenen Mittel effektiv eingesetzt werden im Sinne einer kurzen Realisierungszeit (Time to Market).

¹⁰ European Small Hydropower Association

Die meisten jüngeren Innovationen wurden denn auch von der Privatwirtschaft eingeführt. Ein eigentliches Forschungsprogramm, welches die Anstrengungen hätte bündeln und koordinieren können, fehlte.

9. Umsetzung (steigerungsfähig)

Umsetzung hat bei dem Forschungsprogramm Kleinwasserkraft höchste Priorität. Das Hauptziel der Kostensenkung lässt sich nicht zuletzt auch durch eine stetige Vergrößerung des Marktes erreichen.

In der Vergangenheit sind Grundlagen erarbeitet worden, deren Umsetzung bis heute ungenügend ist. Genannt seien die drehzahlvariable Technologie oder die Pumpen als Turbinen. Hier sollen mit anwendungs- und lösungsorientierten Projekten neue Anreize geschaffen werden.

10. Ausbildung (zufriedenstellend)

Synergien mit der Ausbildung ergeben sich in der Realisierung von Projekten durch Studenten an den Hochschulen. Eine gezielte Ausbildung von Kleinwasserkraft-Fachkräften ist nicht geplant.

11. Information (stark steigerungsfähig)

Generell hat sich gezeigt, dass Öffentlichkeitsarbeit in weit stärkerem Ausmass betrieben werden muss. Das fehlende Wissen über Kosten gegenüber Gewinnen und die Vorbehalte hinsichtlich ökologischer Auswirkungen von KWK stellen entscheidende Hemmnisse dar. Wichtig ist daher, die Resultate von Kleinwasserkraft-Projekten im Rahmen des Gesamtprogramms aufzugreifen und zu kommunizieren.

12. Finanzen (ungenügend)

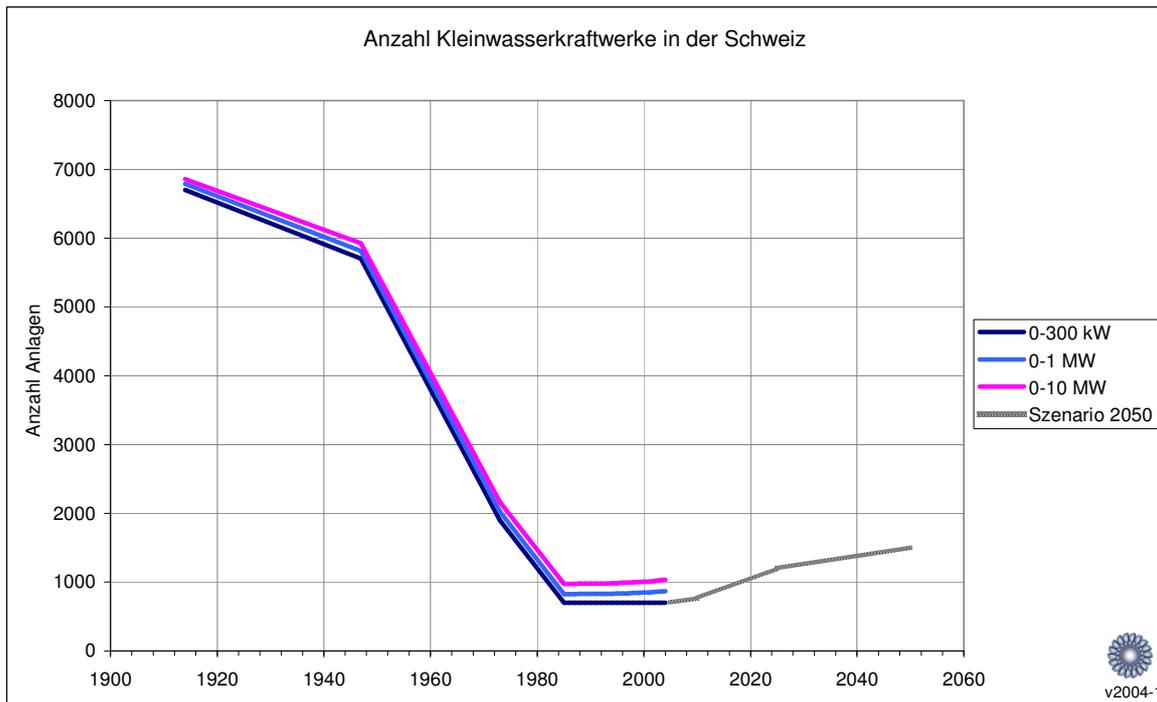
Mit den derzeitigen Finanzen lassen sich pro Jahr nur 1-2 Projekte unterstützen. Gemäss Voranschlag 2005 stehen nur 3% (!) der insgesamt vorgesehenen Mittel der Programmleitung zur Verfügung, während dieser Anteil bei den anderen (wesentlich grösseren) Programmen zwei- bis sechsmal (!) so hoch liegt. Hier wird überproportional auf dem Buckel der ohnehin Benachteiligten gespart. Das neue Forschungsprogramm liefert die Basis, um dies bis 2007 zu ändern.

Die Wirkung des Forschungsprogramms bleibt voraussichtlich begrenzt. Besonders ungünstig wirkt sich aus, dass gleichzeitig die Mittel für P&D-Projekte weitgehend abgeschafft werden, so dass die Resultate von privat oder anderweitig finanzierten Forschungsvorhaben nicht im Sinne eines Technologietransfers in die Praxis übergeführt werden können.

F. SZENARIO BIS 2050

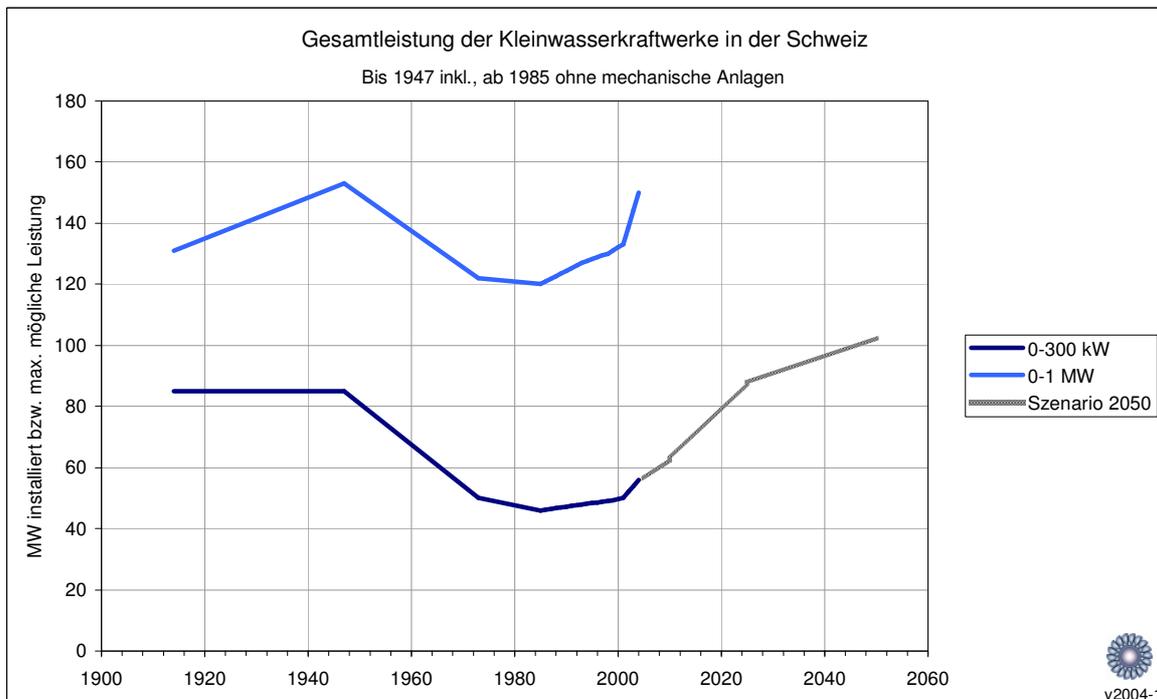
Die erste Blütezeit der Kleinwasserkraft liegt bereits hundert Jahre zurück. Im Zuge der fortschreitenden Industrialisierung und des Baus neuer, grosser Kraftwerke setzte in der Nachkriegszeit ein ausgeprägtes Kleinwasserkraft-Sterben ein. Die Trendwende erfolgte in den Achtziger Jahren. Seither erfreut sich die Kleinwasserkraft einer Renaissance und weist starke Wachstumsraten aus.

Während der Renaissance der Kleinwasserkraft wurden aber auch die Vorschriften für den Gewässerschutz verschärft. Dies führte einerseits zu einer erfreulichen Aufwertung des Lebensraums Gewässer (Bau von Fischaufstiegshilfen, Sanierungen), andererseits wurden dadurch zahlreiche Kleinst-Anlagen ihrer wirtschaftlichen Basis beraubt.



Grafik: Namentlich aufgrund der höheren Ansprüche des Naturschutzes wird die Zahl der Kleinwasserkraftwerke in Zukunft weit kleiner bleiben als Anfangs des 20. Jahrhunderts.

Schon seit mehreren Jahrzehnten ist aber auch ein starker Trend zur Stilllegung der kleinsten Anlagen zu beobachten. Meist erfolgt die Stilllegung aus wirtschaftlichen Gründen, wenn die bestehende Anlage ihren Dienst versagt. Tausende kleinster Anlagen wurden stillgelegt, übrig blieben die grösseren Kraftwerke. Wichtigste Aufgabe der Kleinwasserkraft-Forschung ist die Senkung der Rentabilitätsschwelle für kleinste Anlagen, da die grösseren Potenziale begrenzt sind.



Grafik: Weil v.a. die kleinsten Anlagen stillgelegt wurden und werden, ging die installierte Leistung der Kraftwerke weit weniger stark zurück als deren Anzahl. Seit 1985 wird ein starker Anstieg verzeichnet.

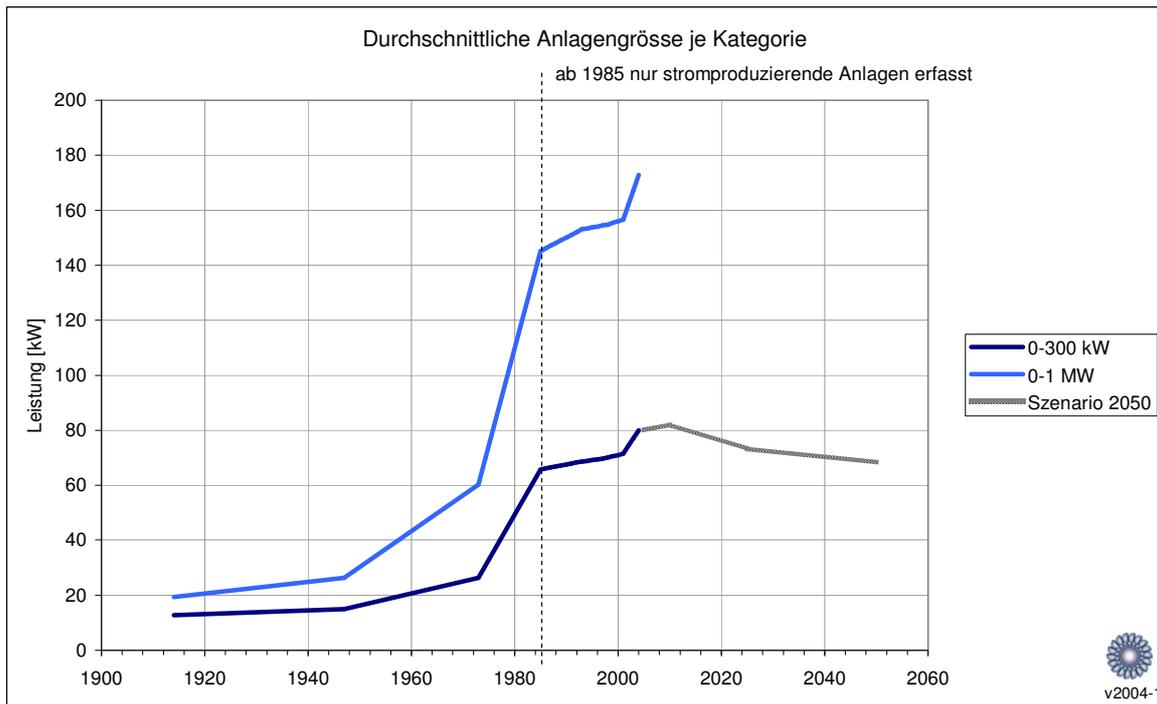
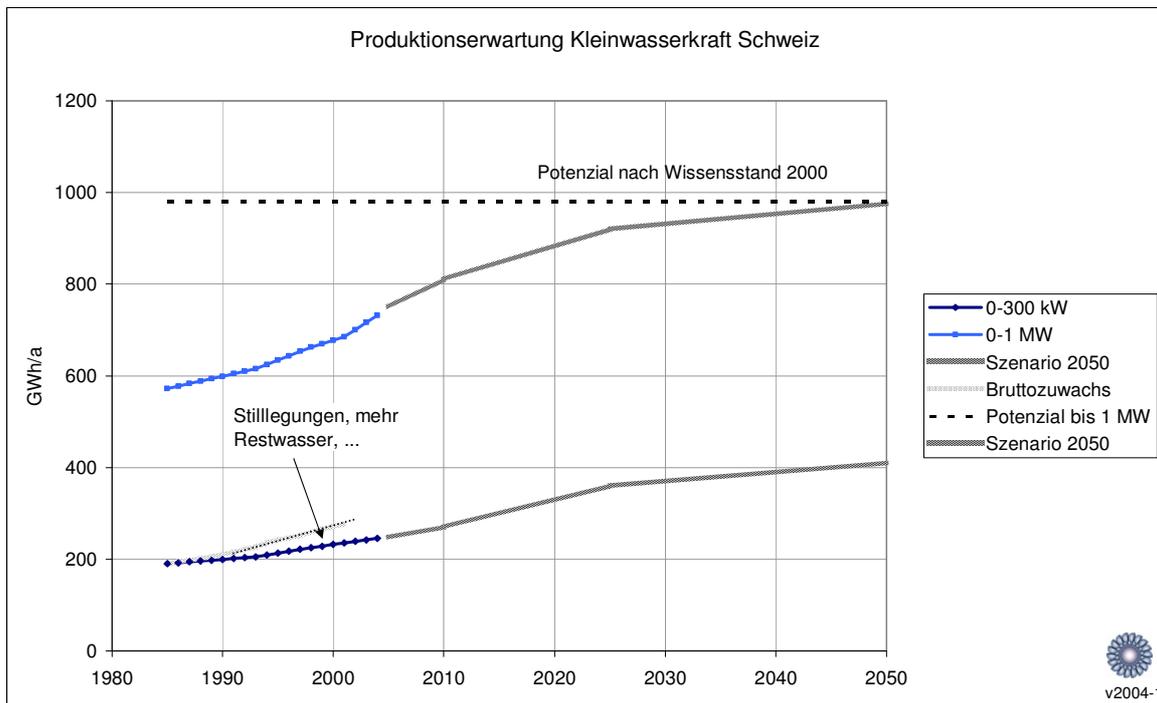


Bild: Kostensenkende Technologien dürften dazu führen, dass in Zukunft die Kleinanlagen wieder aufholen. Dadurch sinkt die durchschnittliche Anlagengröße im Segment <300 kW; das Potenzial wird besser genutzt.



Grafik: Die Trendwende ist geschafft: Seit 1985 wächst die Kleinwasserkraft solide. Die "vollständige" Nutzung des Potenzials ist in Zukunft keine Illusion mehr.