"Grüner Strom", auch Ökostrom genannt, wird bereits heute auf dem Elektrizitätsmarkt verkauft. Präzise Kriterien, die eine ökologische Stromproduktion definieren, fehlen jedoch in den meisten Fällen. Was im Fall der Solar- und der Windenergie noch relativ leicht ermittelbar erscheint, ist bei der Wasserkraftnutzung schwierig. Diese aus globaler Sicht wünschenswerte Nutzung einer regenerativen Energiequelle bedeutet häufig einen massiven Eingriff in lokale Ökosysteme. Im April 1998 hat an der EAWAG ein transdisziplinäres Projekt unter dem Namen "Ökostrom"¹⁾ begonnen. Neben dem Ziel, die wissenschaftlichen Grundlagen einer Zertifizierung ("Ökolabel") für Wasserkraftwerke bereitzustellen, will die EAWAG ein konkretes Ökostromangebot auf den Elektrizitätsmarkt begleiten. Die Fragestellungen entwickelte ein Team aus Natur- und Sozialwissenschaftlern²⁾ gemeinsam mit Fachleuten aus Wirtschaft, Behörden und Umweltverbänden. Über den Verlauf dieses Vorbereitungsprozesses unter schrittweiser Reduktion der Komplexität wird hier berichtet. Heute umfaßt das Projekt rund 20 natur- und sozialwissenschaftliche Einzelprojekte und entspricht durchaus einem transdisziplinären Forschungsprojekt, wie es Jaeger und Scheringer im vorausgehenden Artikel^[26] diskutieren. **Abstract & Keywords** v. p. 79

"Ökostrom": Transdisziplinarität auf der Werkbank

Bernhard Truffer*, Jürg Bloesch, Christine Bratrich und Bernhard Wehrli

1. Einleitung – Der Wirkmechanismus von Ökostrom

Weltweit beläuft sich die Gewinnung elektrischer Energie durch Wasserkraftwerke zur Zeit auf einen Anteil von etwa 24 Prozent. In der Schweiz sind es über 60 Prozent der inländischen Stromproduktion; das entspricht einem Ausbaugrad von mehr als 80 Prozent und bedeutet, daß praktisch alle großen Fließgewässer hydroelektrisch "erschlossen" sind. Im ganzen Alpenbogen werden die Wasserkraft sehr stark genutzt. Die ökologischen Folgen treten

in der Schweiz besonders dramatisch zutage. Eine Sanierung der hiervon betroffenen Gewässer ist dringend notwendig. Andererseits sieht sich die schweizerische Elektrizitätswirtschaft bei der Liberalisierung des europäischen Strommarktes von der Konkurrenz der Billigstromangebote stark bedrängt. Wasserkraft kann teuer werden. Gerade darin liegt aber eine große Chance, um zukünftig ökologische und ökonomische Ziele zu vereinen. Das Produkt Ökostrom bietet "Elektrizität" an, die auf dem Markt nach ökologischen Kriterien differenziert ist und zu einem erhöhten Preis an ökologisch bewußte Kundenkreise verkauft wird. Für die Entwick-

lung dieses marktwirtschaftlichen Instrumentes sprechen einige Argumente und erste weltweite Erfahrungen.

Ökostrom: Idee und praktische Erfahrungen

1993 kam in den USA die Idee einer ökologischen Differenzierung von Strom auf dem Energiemarkt auf^[1]. Das Interesse richtete sich hier zunächst vor allem auf "grüne" Stromtarife (*green pricing*), da es sich vorwiegend um Initiativen bestehender Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) mit staatlich garantierten Versorgungsmonopolen handelte. Inzwischen gibt es etwa zwei Dutzend konkrete Projekte^[2]. Diese Initiativen haben in den USA neuerdings einen starken Auftrieb erhalten, da in Kalifornien der Markt für "grünen Strom" seit Januar 1998 bis auf die Haushaltsebene dereguliert wurde. Seither sind manche Firmen aufgetreten, die explizit und ausschließlich ökologisch produzierten Strom in unterschiedlichsten Varianten anbieten.³⁾ Es ist damit zu rechnen, daß diese Angebote eine zunehmend wichtige Rolle bei der Ausgestaltung des Elektrizitätserzeugungsmixes in Kalifornien und später in den übrigen Bundesstaaten der USA spielen werden.

Erfahrungen mit Ökostromprodukten hat man in Europa vor allem von den

*Postadresse: Dr. B. Truffer
Forschungszentrum für Limnologie
Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung
und Gewässerschutz (EAWAG)
CH-6047 Kastanienbaum (Schweiz)
E-Mail: truffer@eawag.ch

¹⁾ In diesem Artikel ist klar zwischen zwei Bedeutungen des Wortes "Ökostrom" zu unterscheiden. Einerseits hat es sich als Name des hier geschilderten Projekts etabliert und andererseits bezeichnet es auch den konkreten Wirkmechanismus zur Förderung der Umweltverträglichkeit durch ein Öko-produkt. Um Verwirrungen zu vermeiden, wird das Projekt "Ökostrom" immer in Anführungszeichen gesetzt, während das Produkt ohne Anführungszeichen geschrieben wird.

²⁾ Das Projekt "Ökostrom" wurde durch die sogenannte Projektgruppe vorbereitet. Ihr gehörten neben dem Leitungsteam (Autoren dieses Artikels) zu unterschiedlichen Zeitpunkten die folgenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der EAWAG an: Lisbeth Bieri, Tom Bosma, Tom Gonser, Edi Hoehn, Christof Holliger, Werner Meier, Armin Peter, Michael Sturm, Alfred Wüest.

Niederlanden, Deutschland und der Schweiz^[3]. In Deutschland gibt es bereits eine Reihe sogenannter grüner Tarife. In der Schweiz hingegen konnten sich Solarstrombörsen im letzten Jahr durchsetzen^[4]. Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) zum Beispiel bietet seinen Kunden eine bestimmte Menge Ökostrom zu einem erhöhten Preis (aktuell sFr 1.20 / kWh) an. Wenn eine ausreichende Anzahl von Bestellungen eingegangen ist, schreibt das EWZ die entsprechenden Produktionskapazitäten aus. Die Hersteller und Betreiber von Solarstromkollektoren können ihre Offerten an das EWZ richten. Das günstigste Angebot bekommt den Zuschlag und einen langfristigen Liefervertrag. Jeder Franken, den ein Kunde an der Solarstrombörse investiert, fließt zweckgebunden an die Produzenten von Solarstrom weiter und fördert somit eine Erweiterung der Photovoltaik-

Anlagen. Nimmt man an, daß es sich bei den neuen erneuerbaren Energien um entwicklungsfähige Technologien mit steigenden Skalenerträgen handelt, wird diese Marktstimulation (wachsende Nachfrage) zum Sinken der technischen Gestehungskosten führen. Damit kommt ein Regelkreis mit positiver Rückkopplung in Gang, welcher der Solartechnik aus ihrer Marktnische heraushilft und somit ein nachhaltigeres Energiesystem ermöglicht.

Ökostrom für Wasserkraft

Nach ähnlichem Muster läßt sich mit anderen Energiequellen wie Biomasse und Wind verfahren. Die Einbindung der Wasserkraft ist jedoch schwierig. Manche der bekannten Ökostromprodukte beziehen Wasserkraftwerke nur bis zu einer bestimmten Maximalleistung der Anlage mit ein. Eine Ökostrombörse – im Sinne einer Verallgemeinerung der Solarstrombörse auf einen Energiemix mit Wasserkraft – würde dann den Bau neuer Kleinkraftwerke fördern. Dieser Ansatz unterstellt, daß "klein" gleichbedeutend sei mit "ökologisch harmlos". Das könnte sich jedoch unter Umständen als Trugschluß erweisen. Auch wird hierbei vernachlässigt, daß die Nutzung der Wasserkraft bereits zu einem großen Teil ausgebaut ist und daß sich diese vorhandenen Kapazitäten im Prinzip ebenfalls zur Ökostromproduktion eignen. Der Strom aus bestehenden Anlagen wird jedoch von den Kunden kaum zu einem höheren Preis abgenommen werden, wenn dafür keine besondere ökologische Leistung erbracht wird. Aus diesem Grunde braucht es für die Wasserkraft einen modifizierten Wirkmechanismus, wie er schematisch in Figur 1 dargestellt ist.

Ein Zertifizierungsverfahren legt fest, welche Wasserkraftwerke unter welchen

Bedingungen Ökostrom produzieren. Im allgemeinen werden zunächst nur wenige Kraftwerke direkt die Lizenz zur Produktion von Ökostrom erhalten (vergleiche Exkurs 1). Mit der Realisierung bestimmter ökologischer Maßnahmen (zum Beispiel freiwillige Restwasserdotierungen, kontrollierte Stauraumpülungen, Garantie der Durchgängigkeit für Fische und Fischnährtiere) kann ein solches "Ökolabel" erteilt werden. Damit engagieren sich die Ökostrom-Kunden für eine direkte Verbesserung der Umweltsituation in den jeweiligen Einzugsgebieten der Wasserläufe. Die Kraftwerke erhalten einen Anreiz, ökologische Optimierungspotentiale in ihren Anlagen auszunutzen, und Umweltverbände können sich eine Mitsprache bei der Priorisierung von Maßnahmen sichern. Aus der Sicht der Behörden widerspricht dieses Instrument in keiner Weise den bestehenden Gesetzen. Im Gegenteil, Ökostrom sollte in bestimmten Bereichen den Gesetzesvollzug erleichtern, indem sich damit Übereinstimmungen bezüglich Dringlichkeit und Lösung einiger Umweltprobleme erreichen lassen.

Zur Zeit stehen aber weder verlässliche wissenschaftliche Kriterien dafür zur Verfügung, wie die gewässerökologische Situation durch die Kraftwerke zu verbessern wäre, noch ist ein praktikables Zertifizierungsverfahren auf dem Markt, das ein glaubwürdiges (!) Ökolabel für hydroelektrische Energie garantiert. Diese Lücke zu füllen, ist das Ziel des EAWAG-Projekts "Ökostrom"^[8]. Die richtige Fragestellung zum richtigen Zeitpunkt zu finden, ist aber keineswegs einfach. Dem, was im nachhinein fast selbstverständlich oder zumindest naheliegend erscheint, ging eine lange und intensive Phase der transdisziplinären Projektentwicklung voraus.

³⁾ Eine in diesem Zusammenhang immer wieder gestellte Frage ist, was den Kunden denn eigentlich mit Ökostrom verkauft wird. Die Elektronen im Verteilernetz können ja nicht nach ihrer Herkunft gekennzeichnet werden. Dieser Einwand beruht allerdings auf einem Mißverständnis über die Natur der Markttransaktion im Elektrizitätsmarkt. Die Strombezieher gehen mit ihrem EVU ja nicht einen Liefervertrag über eine bestimmte Anzahl bezeichneter Elektronen ein, sondern sie erwerben sich ein Bezugsrecht für ein Netz, das durch verschiedene Stromproduktionsanlagen gespeist wird. Das Produkt Ökostrom verändert nun die Bedingungen, unter denen bestimmte Produktionsanlagen Zugang zur Speisung dieses Netzes bekommen. Damit können die entsprechenden Produktionsformen direkt gefördert werden. Einen ähnlichen – fehlgehenden – Vorwurf wie den der mangelnden Identifizierbarkeit der Elektronen könnte man bei den Geldscheinen eines ökologisch bewußten Anlegers erheben, der sein Geld auf eine "grüne Bank" bringt. Hier würde doch auch niemand erwarten, daß dieselben materiellen Geldscheine an einen Kreditnehmer ausgehändigt werden, der bestimmte ökologische Auflagen erfüllt.

2. Variationen eines Problemfeldes – Entdeckungszusammenhang

Was kann ein gewässerökologisches Forschungsinstitut zu einer nachhaltigen Entwicklung, zur Ausgestaltung von *Sustainability* beitragen? Diese Frage stand am Anfang des Projekts "Ökostrom". Jenseits modischer Schlagworte ruhrten die Überlegungen schnell zur nächsten, unliebsamen Frage: Hat wissenschaftliche Grundlagenforschung überhaupt etwas zur Lösung aktueller, nicht von ihr selbst gestellter Probleme beizutragen oder sollte sie eher den Boden zur Bearbeitung künftiger Probleme vorbereiten? Der hehre Verweis auf die in ferner Zukunft liegende Relevanz wissenschaftlicher Arbeit genügt heute nicht mehr zur Legitimation von öffentlichen Ausgaben für Forschung. Andererseits darf sich die praktische Ausrichtung der Forschung nicht auf kurzfristige Auftragsarbeit beschränken, die einem wissenschaftlichen Anspruch oft nicht gerecht wird.

Kontroverse interne Diskussionen über das im großen und ganzen unumstrittene Ziel eines Projektes zum Thema "nachhaltige Wassernutzung" brachten es mit sich, daß eine Gruppe von Naturwissenschaftlern viel Mühe auf die Konkretisierung der Fragestellung verwendete. Aus den mannigfaltigen Varianten – Sicherung des globalen Trinkwasserangebots, Landwirtschaft und Gewässerschutz, nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft und anderes mehr – wurde das Problem des "quantitativen Gewässerschutzes" im Alpenraum als vielversprechender Forschungsbereich gewählt.

Das gesellschaftliche Umfeld der Wasserkraftnutzung

Der quantitative Gewässerschutz, also das Sicherstellen angemessener Wassermengen, sieht seine Aufgaben im Alpenraum vorwiegend bei der Wasserkraftnutzung zur Stromgewinnung. Nach einer Pionierphase zu Anfang des Jahrhunderts und einem Ausbauboom in den fünfziger und sechziger Jahren entbrannte in der Schweiz während der achtziger Jahre eine politische Debatte über die ökologische Belastung durch Wasserkraftnutzung. Diese Debatte fand vor dem Hintergrund der aufkommenden Anti-Atomkraft-Bewegung statt und war in weiten gesellschaftlichen Kreisen mit der Hoffnung auf einen Durchbruch neuer Technologien zur Nutzung der Sonnenenergie verbunden.

Exkurs 1

Ökostrom aus alpinen Wasserkraftwerken?

Wasserkraft gilt als umweltfreundliche, erneuerbare Energieform. Trotzdem sind hydroelektrische Großprojekte heute fast überall heftig umstritten. Aus einer globalen Perspektive hat der Weltbankmitarbeiter Goodland ^[5] eine Reihe von Kriterien für nachhaltige Wasserkraftnutzung entwickelt. Sie werden hier aus "alpiner Sicht" diskutiert und grob klassifiziert. Im Projekt "Ökostrom" wird es vor allem um die letzte Kategorie der "harten" Kriterien gehen, die alpine Wasserkraftwerke nicht leicht erfüllen können. Je nach Anlage werden mehr oder weniger umfangreiche Maßnahmen nötig sein, um eine Zertifizierung als Ökostrom-Kraftwerk zu erreichen. Es ist deshalb zu erwarten, daß zuerst jene Kraftwerke Ökostrom produzieren werden, deren Einzugsgebiet mit relativ einfachen Maßnahmen ökologisch saniert werden kann. Die Zertifizierung von Ökostrom-Kraftwerken soll auf einem neuen Bewertungsverfahren beruhen, das zuerst im Rahmen einer Fallstudie im Bleniotal, Tessin, entwickelt und erprobt wird (vergleiche die Exkurse 2 und 3).

Bereits erfüllte Kriterien

- **Die Zahl der Umsiedler soll möglichst gering sein.** Große Stauseeprojekte haben in der Vergangenheit mehrere Millionen Menschen zu Umweltflüchtlingen degradiert. In der Schweiz verhinderte die lokale Bevölkerung in den fünfziger Jahren zwei Großprojekte im Urserental und im Rheinwald, welche ganze Bergdörfer hinter Staumauern versenkt hätten. Die über 100 größeren Stauseen und Ausgleichsbecken in der Schweiz liegen meist in unbewohnten Hochtälern. Aussiedlungen sind die Ausnahme (zum Beispiel Sihlsee).
- **Landwirtschaftliche Nutzflächen sind zu schonen.** Stauseen im Gebirge erfüllen diese Forderung besser als Flachseen im Tiefland.

Erfüllbare Kriterien

- **Die Wasserqualität darf sich nicht verschlechtern.** Erhöhte Nährstoffkonzentrationen sind zum Beispiel bei alpinen Restwasserstrecken dort zu erwarten, wo der Tourismus zu einer Spitzenbelastung führt. Das stoßweise Einleiten von kaltem Wasser in tief gelegene Fließgewässer kann aquatische Organismen beeinträchtigen. Für die Einhaltung der Wasserqualität sind in der Schweiz technische Lösungen gängig.
- **Der Stauraum muß als nicht erneuerbare Ressource behandelt und gepflegt werden.** Jedes Jahr geht etwa 1 Prozent der Stauraumkapazität von weltweit über 40 000 Dämmen wegen Geschiebe- und Schwebstoffeintrags verloren. In den Hochalpen ist die Schwebstofffracht meist wesentlich geringer als im Tiefland. Der Stausee Luzzzone zum Beispiel würde erst in etwa 3000 Jahren aufgefüllt. Heute wird mit Stauraumspülungen dieser Sedimentakkumulation entgegengewirkt. Die Spülungen müssen jedoch möglichst umweltschonend durchgeführt werden.
- **Die Emission von Treibhausgasen (Kohlendioxid, Methan, Lachgas) aus Stauseen sollte gering bleiben.** Durch verrottende Biomasse kommt es in tropischen Breiten zu erheblichen Gasemissionen. Für alpine Stauseen ist dieses Problem vernachlässigbar. Die CO₂-Bilanz eines Wasserkraftwerks muß jedoch zum Beispiel den verbauten Beton berücksichtigen. Eine neuere Studie schätzt diese (geringe) CO₂-Emission für den Bau der Speicherkraftwerke, bezogen auf die gesamte Lebensdauer, auf etwa 4 g CO₂ pro kWh ^[6]. Zum Vergleich: Kohlekraftwerke emittieren 1 kg CO₂ pro kWh.

Harte Kriterien

- **Kulturgüter und wertvolle Landschaften sind zu schützen.** Weltweit werden heute die Wasserkraft zu etwa 14 Prozent genutzt. Im Gegensatz dazu sind im Schweizer Alpenraum mehr als 80 Prozent der technisch nutzbaren Potentiale ausgebaut (Figur 2). Die Schweiz ist in Europa mit einer hydroelektrischen Produktion von 0.8 Gigawattstunden pro Quadratkilometer und Jahr vor Österreich und Norwegen der Spitzenreiter. Naturnahe Flußlandschaften haben deshalb in den Zentralalpen Seltenheitswert erlangt.

Die geplanten Großprojekte für zusätzliche Speicherseen in den Alpen wurden jetzt als Zeugnisse einer fragwürdigen, sich auf veraltete Großtechnologien stützenden Expertokratie gebrandmarkt. Massive Eingriffe, die beim Bau solcher Anlagen zur Vernichtung ganzer Ökosysteme führen, dienen als argumentativer Hebel einer generellen Ablehnung der Wasserkraft.⁴⁾ In der Folge kam es 1992 zu einer weitgehenden Revision des Gewässerschutzgesetzes (GSchG). Neu darin aufgenommen wurden die Bewilligungspflicht zur Wasserentnahme aus Fließgewässern (Artikel 29ff.) und die verbindliche Festlegung der Mindestrestwassermengen. Da die

gesetzliche Basis allerdings einen weit in die Zukunft reichenden Vollzugshorizont hat, greifen die Maßnahmen nur langsam: Die gesetzlichen Restwasser-Bestimmungen müssen erst bei einer Erneuerung der wasserrechtlichen Konzession eingehalten werden, das heißt bei größeren Ausbauvorhaben oder bei Neubauten, was wegen der sehr langen Laufzeiten der Konzessionen (in der Regel 80 Jahre) erst zwischen 2020 und 2040 der Fall sein wird. Die Realisierung ökologisch sinnvoller Verbesserungsmaßnahmen ist seit Beginn der neunziger Jahre außerdem durch ungünstige Veränderungen im wirtschaftlichen Umfeld der Wasserkraftnutzung

Figur 2. Veränderung des Abflußregimes in alpinen Einzugsgebieten der Schweiz. Farblich eingezeichnet sind die durch Wasserfassungen bedingten "Restwasserstrecken". Die grau markierten "Schwallstrecken" sind durch die Produktion von Spitzenenergie und das Umstellen des Abflusses vom Sommer auf den Winter geprägt. Ein naturnahes Abflußregime ist schwarz dargestellt (vereinfacht nach Margot et al. [7]).

■ **Kraftwerke sollen keine drastischen hydrologischen Veränderungen hervorrufen.** Alpine Speicherkraftwerke verändern den Wasserhaushalt von Einzugsgebieten auf drastische Weise (Figur 2). Viele Restwasserstrecken unterhalb von Wasserfassungen müßten durch saisonal variable Dotierungen saniert werden. Die extreme Sunk- und Schwalldynamik in Rückgabestrecken müßte stark gemildert werden. Hier sind Verbesserungen oft nur unter Koordination mehrerer Anlagen möglich.

■ **Die freie Fischwanderung zu intakten Laichgründen soll gewährleistet sein.** Um diese Forderung zu erfüllen, wären für viele alpine Flußeinzugsgebiete weiträumig konzipierte Sanierungsarbeiten notwendig, die Umgehungsgerinne oder Fischpässe bei Wasserfassungen und anderen Bauwerken einschließen.

■ **Die Biodiversität von Flußökosystemen muß erhalten werden.** Die Vielfalt der aquatischen Lebensräume müßte im Auswirkungsbereich vieler Kraftwerke wiederhergestellt werden. Dazu ist nicht nur ein optimales Restwasserregime erforderlich, sondern auch ein dynamischer Geschiebehaushalt und genügend Platz für Schwemmebenen, damit sich zum Beispiel Flußauen entwickeln können.

erschwert: Aktuell herrscht ein massives Überangebot von Strom auf den europäischen Elektrizitätsmärkten, was einen starken Preiszerfall zur Folge hat. Darüber hinaus könnte die Deregulierung des Elektrizitätsmarktes einen Konkurrenznachteil für die Wasserkraft bedeuten. Technische Innovationen wie Gas- und Gas-Kombi-Kraftwerke sowie Kraft-Wärme-Kopplung entwickeln sich zu einer ernsthaften Konkurrenz der Wasserkraft. Schließlich sind die Investitionskosten der Anlagen durch die politischen Kämpfe der achtziger Jahre und die notwendig gewordenen Umweltverträglichkeitsstudien angestiegen.

Entwicklung von Projekt-"Ideen"

Dieser politische und wirtschaftliche Hintergrund macht deutlich, daß die herkömmliche Definition anwendungsorientierter Forschungsprojekte (etwa im Sinne einer Grundlagenstudie zum Vollzug des Gewässerschutzgesetzes) auf wenig Interesse der Praxis stoßen würde. Für das an der EAWAG geplante Forschungsprojekt bedeutete dies, daß auch die klassische Rollendefinition naturwissenschaftlicher Forschung nicht passen würde. Viele der hieran beteiligten Naturwissenschaftler, Frauen und Männer, hatten ihre Aufgabe darin gesehen, als Anwälte der Natur wissenschaftlich begründete Schutzkriterien

abzuleiten. Ein neues Rollenverständnis war erforderlich. Die Arbeitsgruppe wurde um zwei Sozialwissenschaftler – eine Frau und einen Mann – ergänzt und entwickelte vier neue Projektvarianten: (1) Erarbeiten wissenschaftlicher Grundlagen für die "Verschlankung" von Ver-

⁴⁾ Die Kritik an den ökologischen negativen Auswirkungen von Wasserkraftanlagen ist dabei keineswegs ein "Luxusproblem übersättigter Industriegesellschaften". Eine Konferenz der IUCN (International Union for the Conservation of Nature) und der Weltbank [9] hat festgestellt, daß sich das politische Ansehen von Wasserkraftanlagen heute global in einer Krise befindet und daß dabei die negativen ökologischen Auswirkungen eine wichtige Rolle spielen (vergleiche Exkurs 1).

fahren zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) der Wasserkraftnutzung;
 (2) Entwicklung von wissenschaftlichen Grundlagen zur Ausgestaltung ökologisch notwendiger Ausgleichsverhandlungen;
 (3) Definition und Realisierung eines Referenzkraftwerks, in dem das ökologisch Wünschbare auf das ökonomisch Machbare optimal abgestimmt ist, und welches von verschiedenen Akteuren als Vergleichsobjekt benutzt werden kann;
 (4) Erarbeiten der wissenschaftlichen Grundlagen eines "Ökolabels" für (Wasserkraft-)Strom.

Es ging nun also darum, ein Thema auszuwählen und zu konkretisieren, das einerseits genügend Interesse bei Akteuren der Praxis weckt und andererseits dem Zeithorizont wissenschaftlicher Forschung entspricht. Die Entwicklung des transdisziplinären Forschungsprojekts trat somit in die nächste Phase.

3. Der Selektionsprozeß – Eingrenzungen des Problemfeldes

Die Bewertung der einzelnen Projektvarianten durch die Arbeitsgruppe erwies sich als schwierig und letztlich unergiebig. Eine klare Entscheidung für einen der Vorschläge (1) bis (4) konnte wohl deshalb nicht erreicht werden, weil sich die naturwissenschaftliche Arbeit von Variante zu Variante nicht wesentlich ändert, egal ob nun beispielsweise Kriterien für ein Referenzkraftwerk oder für ein Ökolabel zu ermitteln sind. Solange aber die übergeordnete Fragestellung nicht feststand, war es müßig, über die Schnittstellen zwischen Teilprojekten zu streiten. Abhilfe durch neue, andere Gesichtspunkte kam von "außen": Eine sogenannte Umfeldanalyse^[10] – etwa zwei Dutzend Einzelinterviews mit Behörden, Umweltverbänden, der Elektrizitätswirtschaft, privaten Planungsbüros und Politikern sowie eine Klausurtagung mit den Bundesämtern BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) und BWL (Bundesamt für Wasserwirtschaft) – und die Synthese aller Sichtweisen führten zu einer befriedigenden Entscheidung für eine der Varianten. Die Wahl fiel schließlich auf die Ausarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für die Definition von Ökostrom.

Reduktion der Komplexität

Mit der Wahl einer Projektvariante war allerdings das Koordinierungspro-

blem der naturwissenschaftlichen Teilprojekte noch nicht hinreichend geklärt. Eine praktikable Lösung hierfür sahen wir in der Etappierung des gesamten Projektverlaufs. Die erste Phase konzentriert die Forschungsprojekte auf ein bestimmtes Gewässereinzugsgebiet und dessen Probleme. Die parallele Entwicklung und Erprobung des Bewertungsverfahrens soll hierbei Interaktionen innerhalb der naturwissenschaftlichen Forschung und mit den praxisrelevanten Anforderungen gewährleisten. Erst in einer zweiten Phase sollen sich dann die Forschungsarbeiten der disziplinären Einzelprojekte auf eine umfassende ökologische Bewertung der Wasserkraft im Alpenraum ausrichten.

Der Ansatz, mit einer regionalen Fallstudie zu beginnen, hat einerseits Vorteile: Durch die räumliche Nähe können empirische Forschungsarbeiten besser koordiniert werden. Der interdisziplinäre Austausch vereinfacht sich, und die spätere Integration wird erleichtert. Andererseits kommen aber einige Schwierigkeiten hinzu: Das interdisziplinäre Nebeneinander ist auch bei einem regen Datenaustausch noch keine Garantie für die Beantwortung übergeordneter Fragen. Ferner zeigte die Suche nach einem geeigneten Gewässereinzugsgebiet bald, daß es "den repräsentativen Fall" nicht gibt. Es besteht deshalb die Gefahr, nicht über die Bearbeitung des spezifischen Einzelfalls hinauszugelangen. In unserem Fall überwogen dennoch die Vorteile eines gestaffelten Vorgehens. Im Kanton Tessin wurde schließlich das Bleniotal als Fallstudiengebiet ausersehen, dessen ökologische Probleme in Exkurs 2 näher beschrieben sind.

Strukturierung der verbleibenden Komplexität

Neben einer Einschränkung der Komplexität ging es natürlich auch darum, die Forschungsarbeit inhaltlich in Teilprojekte zu gliedern. Dieser Prozeß hatte zwei Stoßrichtungen: Einerseits wurde in der Projektgruppe selbst ein Konsens über Umfang und Struktur des Projekts angestrebt, was nicht ohne rege und mitunter heftige Auseinandersetzungen zwischen den Vertretern der beteiligten Disziplinen gelang. Andererseits wurde schnell deutlich, daß die vollständige Bearbeitung aller relevanten Fragen die eigenen Kapazitäten (der EAWAG) überfordert. Dabei kam uns der Umstand zu Hilfe, daß im Kanton Tessin gerade ein Projekt zur Umsetzung der Auenschutzverordnung vorbereitet wurde, das sich unter man-

chen Aspekten mit dem "Ökostrom"-Projekt überlappte und daher einfach einbinden ließ. Daneben ergaben sich im Rahmen der Umfeldanalyse Kontakte zu anderen Forschungsinstituten und privaten Beratungsunternehmen und hieraus wiederum sinnvolle Kooperationen. Durch die relativ flexible Zusammenarbeit unterschiedlichster Partner konnte schließlich ein wesentlich größerer Fragenkomplex behandelt werden, als organisatorisch und finanziell in einer streng zentralistischen Projektstruktur zu bewältigen wäre.

Die Selektions- und Konkretisierungsphase unseres Projekts kann als institutionsinterner Lernprozeß in einer Vernetzung mit Akteuren im Umfeld dargestellt werden. Wesentlich ist nach unserer Erfahrung, daß sowohl die Konzeptualisierung der Teilbereiche als auch die Vernetzung nach innen und außen durch ein Team "praktizierender Wissenschaftler" vorangetrieben wurde. Auf diese Weise konnte eine der gravierendsten Schwachstellen in der Entwicklung koordinierter Projekte vermieden werden, nämlich die Delegation der Strukturierungs- und Eingrenzungsarbeit an eine von den Einzelprojekten abgesonderte Projektleitung, die an der Basis der Mitwirkenden vorbei agiert.

4. Das Projekt – Ziele und Arbeitsbereiche

In der heutigen Situation mit bereits vielfältigen Ökostromangeboten stellt sich eine Frage mit zunehmender Dringlichkeit: Wie "ökologisch" sind die angebotenen Produkte tatsächlich, und was ist überhaupt ökologisch sinnvoll hergestellter Strom? Um darauf befriedigend antworten zu können, müssen Regeln der Produktgestaltung formuliert und Anforderungen an die Produzenten deklariert und überprüft werden. In der Schweiz gibt es eine solche Regelung bis heute nicht, weder für sogenannte neue erneuerbare Energien noch für Wasserkraft.

Eine ökologische Produktdifferenzierung der Hydroelektrizität begegnet zwei grundsätzlichen Schwierigkeiten: Einerseits sind die genutzten Gewässereinzugsgebiete durch ihre hydrologische, morphologische und biologische Charakteristik meist eine sehr komplexe Angelegenheit. Das ökologische Bewertungsverfahren muß sich deshalb den individuellen Gegebenheiten anpassen und wird somit aufwendig. Andererseits wird Ökostrom aus Wasserkraft nur dann reüssieren, wenn er kombiniert

mit anderen Energieformen angeboten wird. Ein solcher Ökostrom-Mix ist jedoch sorgfältig zu bedenken, da sich die Hydroelektrizität hinsichtlich Produktionsmenge und Preis von den neuen erneuerbaren Energien um Größenordnungen unterscheidet.

Diese beiden Probleme führten zur Definition folgender Projektziele:

(1) Im Rahmen des Projekts "Ökostrom" soll ein ökologisches Bewertungsverfahren für Wasserkraftwerke ausgearbeitet werden, das an die Komplexität und Spezifität einzelner Einzugsgebiete angepaßt ist. Zugleich sollte es mit vertretbarem finanziellem und zeitlichem Aufwand zu glaubwürdigen Ergebnissen führen.

(2) Das Projekt will ein konkretes Ökostromangebot mit auf den Weg bringen, bei dem die Wasserkraft eine wichtige Rolle spielt. Die Bedingungen für dessen Einführung sind zu untersuchen.

(3) Das transdisziplinäre Forschungsprojekt soll natur- und sozialwissenschaftliche Umweltforschung hoher Qualität ermöglichen.

Um diese Ziele zu erreichen, wurden vier Arbeitsbereiche vorgesehen: Das *Bewertungsverfahren* sowie die *Umsetzungsgruppen* als eher praxisorientierte Bereiche und die *natur-* wie die *sozialwissenschaftlichen Forschungsprojekte* als im engeren Sinne wissenschaftliche Bereiche. In der Vorbereitungsphase des Projekts wurde jedem dieser Arbeitsbereiche ungefähr gleich viel Aufmerksamkeit zuteil.

Neben dem Bewertungsverfahren (siehe Exkurs 3) sorgen die Umsetzungsgruppen für die Verbindung mit der Praxis. Als solche bezeichnen wir Arbeitsgruppen, die sich aus Vertretern des Forschungsprojektes selbst und außerwissenschaftlicher Akteure zusammensetzen und die Aufgabe haben, eine praxisnahe Definition von Problemen ausfindig zu machen und die Umsetzung bestimmter Maßnahmen vorzubereiten. Im vergangenen Jahr traf sich eine solche Gruppe, um die Rolle der Wasserkraft in einem umfassenden Produkt Ökostrom genauer zu definieren.⁵⁾ Eine weitere Umsetzungsgruppe soll

⁵⁾ Diese Umsetzungsgruppe setzte sich neben Teilnehmern aus dem Leitungsteam unseres Projekts aus Vertretern des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, des WWF Schweiz, Greenpeace und der Schweizerischen Vereinigung für ökologisch bewußte Unternehmensführung (ÖBU) zusammen. Die Arbeit dieser Gruppe war entscheidend für die Klärung der Konzepte und die Anregung der weiteren Umsetzungsaktivitäten.

Exkurs 2

Das Bleniotal und das Kraftwerk Luzzzone

Das Bleniotal hat seit dem Mittelalter als Verbindungsweg vom Ticino zum Vorderrhein eine wichtige Rolle gespielt, obwohl der Lukmanierpaß als Nord-Süd-Übergang stets im Schatten des St. Gotthardpasses gestanden ist. Dementsprechend zeigt sich das Tal heute relativ unverbraucht und wild. Zwar gibt es einige größere Dörfer wie Olivone, Dangio und Malvaglia, Industrie hat sich jedoch nur spärlich angesiedelt. Die Paßstraße, obschon modern ausgebaut, paßt sich – anders als die Autobahn in der Leventina – dem Gelände an. Die typischen *rustici ticinesi* dominieren in kleineren und kleinsten Häuseransammlungen das Landschaftsbild.

Der Brenno, als Brenno di Lucomagno und Brenno di Greina bei Olivone vereint, durchfließt die Talsohle und hat durch seinen wilden Charakter in den flacheren Gebieten Auen von nationaler und europäischer Bedeutung geschaffen. Insbesondere bestechen die Auen "Piano", "Campra di la", "Ponte Valentino" und "Loderio" durch ihre urwüchsige Schönheit (siehe Photo).

Bei näherem Hinsehen zeigen sich dem geschulten Auge jedoch Unstimmigkeiten: Der stattliche Bergbach führt auffällig wenig Wasser, Trockenstandorte liebende Pflanzen machen sich in der Auenvegetation breit, Verbauungen prägen den unteren Teil des Tales. Der Mensch hat seine Spuren hinterlassen.

Die Nutzung der Wasserkraft und ihre ökologischen Auswirkungen

Das Kraftwerk Luzzzone oberhalb Campo wurde 1953 konzessioniert (OFIBLE) und produziert jährlich im Mittel 930 Millionen Kilowattstunden (kWh). Im Speichersee Luzzzone werden die Sommerabflüsse aus Bächen des Valle di Santa Maria und Valle di Carassino (mit Zwischenspeicher) aus einem Einzugsgebiet von rund 100 Quadratkilometer gesammelt und in einer ersten Kraftwerkstufe bei Olivone über Turbinen geleitet (vergleiche Figur 2). Hiernach werden die beiden Brennoarme nebst weiteren Seitenbächen erneut gefaßt, dem Ausgleichsbecken Malvaglia zugeführt und bei Biasca über Turbinen geleitet. Zur Zeit wird die Staumauer um 15 Meter erhöht, womit der Seeinhalt von 87 auf 107 Millionen Kubikmeter gesteigert wird und die Nutzung von etwa 60 Mio kWh vom Sommer in den Winter verlegt werden kann.

Die ökologischen Auswirkungen (zum Beispiel Austrocknung der Auen, Zerstörung von Laichplätzen einheimischer Fische) der Wasserkraftnutzung sind im Bleniotal beispielhaft zu sehen:

- Unterbrechung des Fließgewässerkontinuums durch Staumauern und Wasserfassungen;
- ungenügende Restwassermengen und Trockenlegungen bei den gefaßten Bächen;
- Austrocknung der Auen infolge fehlender Abflußdynamik, geschiebebewegender mittlerer Hochwasser und möglicherweise Grundwasserspiegelsenkung;
- teilweise Kolmation (Auflandung) der Gewässersohle durch Feinstoffe aus Stauraumspülungen;
- Schwall- und Sunkbetrieb bei der Wasserrückgabe in den Ticino unterhalb von Biasca;
- Umkehrung des saisonalen Abflußregimes durch vermehrten Turbinenbetrieb im Winter.

Exkurs 3

Bewertungskonzept Ökostrom

Klassische Verfahren und neue Ideen

Ökostrom wird nur dann erfolgreich sein, wenn der Begriff eng mit glaubwürdigen Kriterien einer nachhaltigen Energieproduktion verknüpft ist. Eine präzise Definition für ökologisch sinnvoll genutzte Wasserkraft ist jedoch nicht einfach. Praktisch emissionsfrei, zählt Wasserkraft einerseits zu den regenerativen Energiequellen und ist global betrachtet eher wünschenswert. Die teils extremen Eingriffe ins Gewässersystem führen andererseits lokal zu massiven ökologischen Defiziten. Dies erfordert ein wissenschaftlich fundiertes Bewertungsverfahren, das ökologische Defizite identifiziert und die Entscheidungsgrundlagen für Gegenmaßnahmen bereitstellt. Um dieser Rolle gerecht zu werden, muß kein neues, "Ökostrom"-eigenes Bewertungsverfahren entwickelt werden; vielmehr soll die Synthese aus bereits bewährten Methoden eine schnelle und praxisnahe Lösung ergeben. Hierbei stehen Bewertungsansätze im Vordergrund, die entweder speziell für den Schweizer (Alpen-)Raum entwickelt wurden^[11-19] oder eine möglichst integrierende Bewertung des Gesamtsystems erlauben^[20-25]. Geht es um die Grundidee des *green pricing* oder eines Ökolabels, dann sind jedoch nicht alle Fragen in der klassischen Art und Weise der Gewässerbewertung zu beantworten. Das Projekt "Ökostrom" will möglichst viele gewässerökologische Verbesserungen realisieren. Diese Maßnahmen sollen sich gleichzeitig über einen erhöhten Verkaufspreis betriebswirtschaftlich rentieren. Ein solcher Ansatz erfordert eine angepaßte Bewertungsmethodik, die betriebswirtschaftliche, regionalpolitische sowie globale Aspekte der Energiepolitik gleichermaßen berücksichtigt. Ein demokratischer Entscheidungsprozeß unter Beteiligung aller wichtigen Interessenvertreter ist dafür maßgebend.

Basis der Bewertung

Das Bewertungsverfahren für Ökostrom ist in drei Entscheidungsstufen gegliedert: In einer ersten *groben Klassifizierung* sollen die interessanten, potentiellen Ökostromkraftwerke von jenen Kraftwerken unterschieden werden, die nur unter unrealistischem Aufwand eine Ökostromzertifizierung schaffen würden. Diese Klassifizierung kann auch Werke identifizieren, die bereits heute die Bedingungen für Ökostrom erfüllen. Für alle potentiellen Ökostromkraftwerke ermittelt die *Vorstudie* des Bewertungsverfahrens einen Überblick der aktuellen Ausgangslage. In Kenntnis der wesentlichen ökologischen Defizite sowie einer Analyse des politischen Umfelds ist es den Kraftwerken möglich, betriebswirtschaftlich abzuwägen, ob sich der Einstieg in ein umfassendes Zertifizierungsverfahren bei der aktuellen Strommarktlage lohnt oder nicht. Fällt ein Kraftwerk eine positive Entscheidung, so wird erst dann – auf der dritten Stufe des Bewertungsverfahrens, im eigentlichen *Entscheidungsprozeß* – über das Produkt Ökostrom, das heißt über die Erteilung entsprechender Produktionsrechte verhandelt. Das Ziel dieses Entscheidungsprozesses ist ein möglichst breit abgestütztes Ergebnis, das von verschiedenen Parteien (Kraftwerksleitung, Umweltverbände, Gemeinden, Tourismuskreise et cetera) akzeptiert wird. Selbst wenn sich die einzelnen Parteien an grundsätzliche Ökostrom-Kriterien halten müssen, kann so die jeweils beste regionale Lösungsvariante ermittelt werden. Unserer Meinung nach erfordert dies einen engen Austausch am "runden Tisch" – einen sogenannten partizipativen Entscheidungsprozeß.

Bewertungskriterien

Um die Glaubwürdigkeit des Endprodukts Ökostrom trotz kontroverser Meinungen sicherzustellen, enthält das Bewertungsverfahren einen dreistufigen naturwissenschaftlichen Bewertungsteil. Dieser faßt Minimalanforderungen zusammen, die einem potentiellen Ökostromkraftwerk die Zertifizierung ermöglichen. Nach hydrologischen, morphologischen und biologischen Kriterien wird der aktuelle Ist-Zustand bemessen und aufgezeigt, an welchen Gewässerabschnitten aus ökologischer Sicht ein Handlungsbedarf besteht. Eine anschließende Ursachenanalyse kennzeichnet die Bereiche, wo aus Sicht der Kraftwerke das größte Verbesserungspotential besteht (zum Beispiel durch Restwasserregelungen, konstruktive Maßnahmen, veränderte Betriebs- und Unterhaltsweisen, Ausgleichsmaßnahmen). Welche Verbesserungsvorschläge tatsächlich umgesetzt werden, ist – wie oben erwähnt – Gegenstand der Verhandlung am runden Tisch.

Konkretes Vorgehen

Während des zweijährigen Forschungsprojekts "Ökostrom" soll das vorgestellte Bewertungskonzept in Zusammenarbeit mit der Umsetzungsgruppe Tessin ständig weiterentwickelt und am Fallbeispiel Brenno/KW Luzzzone erstmals getestet werden. Eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe beschäftigt sich parallel mit noch zu klärenden Fragen (wie detaillierte Methodenwahl für spezifische Bewertungsschritte, Minimalanforderungen an ein Ökostromkraftwerk, Prognosemodelle, ökologische Gewichtung unterschiedlicher Verbesserungsmaßnahmen). Ebenso soll im Laufe der beiden nächsten Jahre eine gewässertypgerechte Anwendung des Bewertungsverfahrens für den gesamten Alpenraum erarbeitet werden, um die Übertragung auf unterschiedliche Kraftwerkstypen sicherzustellen. Regelmäßige Überprüfungen durch externe Fachleute sollen die Tauglichkeit und Glaubwürdigkeit des Verfahrens kontrollieren. Als erstes Ziel soll ein Prototyp eines Ökolabels für alpine Wasserkraftwerke entwickelt werden, mit dem die Zertifizierung zukünftiger Ökostromkraftwerke kommerziell durchgeführt werden kann.

sich nun im Zusammenhang mit dem Bewertungsverfahren im Kanton Tessin treffen. Hier werden Interessenvertreter der Gemeinden, Behörden, Umweltverbände sowie der lokalen Elektrizitätsgesellschaft eine Gesamtbeurteilung des Kraftwerkeinflusses auf die Umwelt vornehmen. Eine dritte Umsetzungsgruppe soll sich mit einer nationalen Vorgehensweise bei der Zertifizierung von Ökostrom-Produkten aus unterschiedlichsten Energiequellen befassen.

Die vier Arbeitsbereiche liefern unterschiedliche Beiträge zur Erfüllung der Projektziele. Die naturwissenschaftlichen Teilprojekte werden vor allem das Bewertungsverfahren unterstützen, während sich die sozialwissenschaftlichen Forschungsprojekte stärker mit den Bedingungen der Realisierung eines umfassenden Ökostrom-Produktes beschäftigen (siehe Exkurs 4). Für die spätere Integration der einzelnen Arbeitsbereiche ist es sehr wichtig, daß die Aufgabenbündel untereinander nicht vollständig verknüpft, aber auch nicht vollständig entkoppelt sind (vergleiche Tabelle 1). Auf diese Weise ist für genügend Flexibilität gesorgt, damit die Teilprojekte nicht durch unerfüllbare Ansprüche überfordert werden⁶⁾ und doch an strategisch wichtigen Punkten eine Interaktion zwischen den Arbeitsbereichen stattfindet.

Im April 1998 begann das Projekt "Ökostrom" mit der Fallstudie im Blenio, Kanton Tessin. Hierbei möchten wir das Bewertungsverfahren weiterentwickeln und testen sowie die einzelnen naturwissenschaftlichen Forschungsprojekte aufeinander abstimmen. Nach zwei Jahren sollen dann die Grundlagen eines Zertifizierungsverfahrens für Wasserkraftwerke bereit sein, so daß eine erste Erprobung an konkreten Fällen möglich wird, auch wenn noch nicht alle Fragen für den gesamten Alpenraum zu beantworten sind. Parallel dazu wird angestrebt, konkrete Ökostrom-Produkte auf dem Weg zum Markt wissenschaftlich zu begleiten. Erst in der anschließenden Generalisierungsphase soll die ökologische Bewertung der Wasserkraft auf den gesamten Alpenraum ausgedehnt werden. Die Projekt-

⁶⁾ Vor eine solche Schwierigkeit sehen sich sehr oft die sozialwissenschaftlichen Projektpartner gestellt, wenn sie als "Begleitforschung" die naturwissenschaftlich orientierten Problemstellungen unterfüttern sollen. Es kann jedoch auch die naturwissenschaftlichen Projekte treffen, wenn die Forschenden zu Aussagen genötigt werden, die aufgrund ihrer Erkenntnismethoden gar nicht oder zumindest nicht in der verlangten Eindeutigkeit möglich sind.

organisation ist entsprechend der unterschiedlichen Projektetappen flexibel gestaltet, um so allfällige Synergien und neue Erkenntnisse im Projektverlauf umgehend ausnützen zu können.

5. Ausblick – Ist das Projekt "Ökostrom" transdisziplinär?

Angesichts der langen Initialphase – seit Formulierung der ersten Ideen sind ziemlich genau drei Jahre verfloßen – muß man sich fragen, ob diese Art Projektentwicklung die Erwartungen erfüllt, die mit "Transdisziplinarität" verknüpft sind. Wenn "Ökostrom" ein transdisziplinäres Forschungsprojekt ist, muß es die Bedingungen eines neuartigen Problembezugs und der disziplinunabhängigen Definition und Lösung der Probleme einhalten^[26]. Wie steht es nun aber mit den Erfahrungen im Projekt "Ökostrom"? Der Problembezug ist hier letztlich durch das Ziel der nachhaltigen Entwicklung gegeben. Die Disziplinenunabhängigkeit sollte zu Lernprozessen bei den am Projekt beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern führen und dadurch Rückwirkungen auf die Forschung selber zeitigen. Diesen beiden Aspekten wollen wir uns bei dieser Zwischenbilanz noch zuwenden.

Nachhaltigkeit?

Inwiefern wird im Projekt "Ökostrom" ein übergreifender Problembezug erreicht? Unserer Ansicht nach läuft diese Frage zunächst darauf hinaus, ob das Projekt dazu beiträgt, neue Ansätze zu entwickeln, die zu einer signifikant geringeren Umweltbelastung durch die moderne Lebensweise führen. Der Energiesektor ist sicherlich ein Schlüsselbereich für solche Ansätze. Die Elektrizitätsmärkte werden zur Zeit in den meisten Industrieländern dereguliert. Diese Veränderung der Marktordnung geht, wenn sie nicht durch entsprechende Gegenmaßnahmen korrigiert wird, im allgemeinen zu Lasten der Erfüllung energie- und umweltpolitischer Ziele. Andererseits schaffen diese Reformen auch neue Freiheitsgrade in der Gestaltung der Energie- und Umweltpolitik. Ein Ökolabel ist ein Instrument, welches mit einer deregulierten Marktordnung kompatibel ist. Wird es in einem passenden Rahmen eingesetzt, kann es im positiven Sinne wirksam sein. Als marktwirtschaftliches Instrument bildet es eine Verhandlungsbasis, von der prinzipiell alle Interessengruppen profitieren können.

Tabelle 1. Verknüpfung zwischen Zielen und Arbeitsbereichen.

Ziele	Zertifizierung	Produkt	Wissenschaftliche Qualität
Arbeitsbereiche			
Bewertung	***	*	**
Naturwissenschaftliche Projekte	**	*	***
Sozialwissenschaftliche Projekte	*	**	***
Umsetzungsgruppen	*	***	*

* Arbeitsbereich hat eine gewisse Bedeutung für die Erfüllung des Ziels;
 ** Arbeitsbereich liefert einen wichtigen Beitrag;
 *** Zentrales Zielsystem des Arbeitsbereiches.

Mit Bezug auf die ökologische Gesamtwirkung dieses Umweltschutzinstrumentes wird oft eingewendet, Ökostrom entspreche nur den Bedürfnissen einer kleinen, ökologisch bewußten Minderheit der Stadtbevölkerung. Diese Leute würden ihr schlechtes Gewissen durch den Kauf von Ökostrom beruhigen. In dieser Sicht wird Ökostrom nur einen engen Nischenmarkt bedienen und wird daher kaum nachhaltige Wirkung auf die Gestaltung unserer Energiezukunft entfalten können. Dem ist entgegenzuhalten, daß solche Pioniermärkte nicht selten die Basis für die Reformation ganzer Gütermärkte bilden^[27]. So wurden auch beim biologischen Landbau die Marktpioniere lange Zeit als marginales Phänomen belächelt. Heute bestimmt der Markt für Ökoprodukte schon zu einem großen Teil die Produktionsweisen in der schweizerischen Landwirtschaft wie in anderen Ländern Europas. Die Bedingungen, unter denen eine solche Breitenwirkung zustande kommen kann, werden von einigen sozialwissenschaftlichen Teilprojekten im Rahmen des Projekts "Ökostrom" untersucht.

Neben den vornehmlich auf die Schweiz und Mitteleuropa gerichteten Betrachtungen darf aber auch die globale Dimension nicht vergessen werden. Global gesehen ist ein ökologisch verantwortungsbewußter Umgang mit der Wasserkraft von erheblichem Belang für die Realisierung einer nachhaltigen Entwicklung. In der Wasserkraftnutzung liegen noch große Potentiale brach^[28]. Die effektive Umweltbilanz eines weiteren Ausbaus wird entscheidend davon abhängen, nach welchen Kriterien neue Kraftwerke und Energieprodukte beurteilt und optimiert werden. Ökostrom wird als umweltpolitisches Instrument auf einer globalen Ebene sicherlich keine sehr bedeutende Rolle spielen können. Die Entwicklung eines glaubwürdigen, umfassenden und doch ökonomisch tragbaren ökologischen Bewertungsverfahrens im Rahmen unseres

Projekts könnte aber weit über den schweizerischen Alpenraum hinaus Bedeutung erlangen.

Schließlich sei jedoch einschränkend hervorgehoben, daß ein Ökolabel für

Strom bei weitem kein Ersatz für eine umfassende Energiepolitik sein kann. Ein Ökolabel wird nur insofern positive Auswirkungen haben, als es in ein dafür bereites energie- und umweltpolitisches Umfeld eingebettet ist. Ökostrom könnte sogar negative Auswirkungen auf die Umwelt zeitigen, wenn dadurch andere Regulierungsmaßnahmen in Frage gestellt würden. Es ist durchaus denkbar, daß auf politischer Ebene versucht würde, das Gewässerschutzgesetz aufzuweichen unter Hinweis auf freiwillige Maßnahmen im Zusammenhang mit Ökostrom.

Neue Forschung?

Außer der Problemorientierung sollte transdisziplinäre Forschung auch daran

Jürg Bloesch: Geboren 1943, aufgewachsen in Solothurn. Studierte an der ETH Zürich (Abteilung Naturwissenschaften) Biologie / Limnologie; Promotion 1974. Seit 1970 an der EAWAG (Abteilung Limnologie) tätig, heute als wissenschaftlicher Adjunkt. Forschungsaufenthalte 1979 in Kanada, 1987 in Neuseeland. Sein Arbeitsgebiet umfaßt einerseits die Sedimentation und den Stoffhaushalt in Seen, andererseits die Auswirkungen von Kühlwasser-einleitungen, Hochwasserverbauungen und Restwasser auf die Benthosbiozöten in Fließgewässern. Darüber hinaus engagiert er sich in verschiedenen nationalen Naturschutzverbänden und in internationalen Gremien für den Gewässerschutz und die Umweltberatung.

Christine Bratrich: Geboren 1967 in Ulm, Baden-Württemberg. Biologiestudium an der Universität Konstanz, Diplom 1994 mit einer Arbeit an der EAWAG über Ökomorphologie, Biologie und Renaturierung alpiner Fließgewässer. 1994–1997 freie wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart, beteiligt an einem interdisziplinären Projekt zur Entwicklung von Simulationsmodellen für Mindestwasserregelungen. 1995 und 1996 Projektarbeit am Zoologischen Institut der Universität Hohenheim, unter anderem im LAWA-Projekt "Integrierte ökologische Fließgewässerbewertung". Seit Mitte 1997 als wissenschaftliche Mitarbeiterin wieder an der EAWAG. Forschungsinteressen: Limnologie der Fließgewässer; Entwicklung praxis- und umweltrelevanter Entscheidungshilfen.

Bernhard Wehrli: Geboren 1957 in Küttigen, Kanton Aargau. Studium der Chemie an der ETH Zürich; Nachdiplomstudium in Siedlungswasserbau und Gewässerschutz sowie Doktorat an der EAWAG und ETH. Postdoktorat am California Institute of Technology in Pasadena. 1992 Assistenzprofessor und seit 1997 außerordentlicher Professor für Aquatische Chemie an der Abteilung für Umweltwissenschaften der ETH Zürich mit einer Forschungsgruppe am Fachbereich Biogeochemie der EAWAG in Kastanienbaum (Luzern). Forschungsinteressen: biogeochemische Kreisläufe, geochemische und mikrobielle Prozesse in Seen, Flüssen und Randmeeren, zukunftsfähige Lösungen für Nutzungskonflikte rund ums Wasser.

Bernhard Truffer: Geboren 1961, aufgewachsen in Aarburg, Kanton Aargau, und Naters im Wallis. Sekundarlehrerdiplom; Studium der Geographie, Mathematik und Volkswirtschaft an der Universität Fribourg; Promotion in Geographie 1993. Seither wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Abteilung Humanökologie der EAWAG. 1993–1995 Forschungsprojekt zu innovationsorientierter Klimapolitik im Rahmen des nationalen Schwerpunktprogramms "Umwelt". 1995–1998 Projekte der Europäischen Union zur Erforschung nachhaltiger Mobilitätsformen. Lehraufträge an der ETH Zürich und der Universität Neuchâtel. Forschungsinteressen: Soziale Aspekte ökologischer Innovationen, ökologische Konsummuster und Lebensstile, regionale Netzwerke und regionalwirtschaftliche Bedingungen ökologischer Innovationen, Bedingungen und Möglichkeiten einer "innovationsorientierten Umweltpolitik".

zu erkennen sein, daß sie den Kondensationskern für ein neues Paradigma wissenschaftlicher Forschung hervorbringt. Können wir aufgrund unserer bisherigen Erfahrung bereits Anzeichen für eine neue Art von Forschung sehen, oder sind Projekte wie "Ökostrom" immer nur als *ad hoc* gebildete Schnittstelle zwischen (disziplinärer) Wissenschaft und Praxis funktionsfähig? Die Antworten darauf müssen wir noch schuldig bleiben: Zu groß sind die Unsicherheiten, ob alle Ziele erreicht werden, die Probleme der internen Projektkoordination und die Anpassungserfordernisse durch rasche Veränderungen im gesellschaftlichen Umfeld. Über den Ausgang des Prozesses zu spekulieren, scheint uns im Moment zu gewagt.

Auf der Ebene der einzelnen Forscherinnen und Forscher sowie der Forschungsteams lassen sich jedoch durchaus interessante Lernvorgänge beobachten. Von großer Bedeutung für die Arbeit im Projekt "Ökostrom" ist die Kooperation mit den Vertretern unterschiedlicher Akteurguppen. Im direkten Kontakt zeigt sich meist bald, mit wie vielen Vorurteilen auf beiden Seiten operiert wird. Der Kontakt mit Akteuren außerhalb der Wissenschaft erleichtert letztlich auch die Zusammenarbeit zwischen Forschenden verwandter Disziplinen. Diese Erfahrung konnten wir insbesondere beim Erarbeiten unserer Problemstellung machen (vergleiche Abschnitt 2). Der unmittelbare Austausch zwischen Sozial- und Naturwissenschaften ist immer noch relativ schwierig. Es kommt häufig zu Reibungsverlusten. Der Aufbau gegenseitigen Vertrauens in die Problemlösungskompetenz der jeweils anderen braucht Zeit.

Die positivsten Auswirkungen transdisziplinärer Projektarbeit sind bisher bei den einzelnen Personen zu verzeichnen. Unsere Erfahrung zeigt, daß es zu einer stetigen Ausweitung und Bereicherung des eigenen Erfahrungshorizontes kommt, daß disziplinäre Schutzmechanismen, die zu einer gegenseitigen Abgrenzung führen, oft als störend und zum Teil lächerlich erkannt werden, und daß man sich persönlich ein weites Spektrum neuer Fähigkeiten aneignen kann. Die Arbeit in diesem Projekt hat es uns ermöglicht, als Vermittelnde und Grenzgänger zu lernen, wie die unterschiedlichsten Kontaktnetze und Weltansichten aufeinander zu beziehen sind. Auch wenn dies letztlich nicht zu neuen wissenschaftlichen Organisationsformen führen sollte, wird der Bedarf an "Grenzgängern" bei zunehmend

komplexer werdenden Wissensgebieten gewiß zunehmen. Vom Einzelnen verlangt dies die Fähigkeit, sich einerseits innert kürzester Zeit Spezialkenntnisse anzueignen, andererseits diese sofort auch wieder im Interesse übergeordneter Problemstellungen zu relativieren. Hier liegt unseres Erachtens eines der größten Potentiale einer transdisziplinären Forschungsorganisation, wie wir sie im Projekt "Ökostrom" entwickelt haben.

Literaturverzeichnis

- [1] D. Moskovitz: *Green Pricing – Experience and Lessons Learned*, The Regulatory Assistance Project, Maine (1993).
- [2] E. Holt: *Green Pricing – Resource Guide*, The Regulatory Assistance Project, Maine (1997).
- [3] J. Markard: *Green Pricing – Welchen Beitrag können freiwillige Zahlungen von Stromkunden zur Förderung regenerativer Energien leisten?*, FH Darmstadt (1997).
- [4] Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE): "Solarstrom vom EW", *Solar-Mail* Nr. 2 (1997) 1–4.
- [5] R.J.A. Goodland: "Environmental Sustainability in the Hydro Industry – Disaggregating the Debates", in IUCN, World Conservation Union, World Bank Group (Ed.): *Large Dams – Learning from the Past, Looking at the Future*, Workshop Proceedings, Gland (1997).
- [6] R. Dones, U. Ganter: *Greenhouse Gas Emissions from Hydropower Full Energy Chain in Switzerland*, PSI, Würenlingen (1996), p. 20 f.
- [7] A. Margot, R. Sigg, B. Schädler, R. Weingartner: "Beeinflussung der Fließgewässer durch Kraftwerke (> 300 kW) und Seeregulierungen", in Landeshydrologie und -geologie (Ed.): *Hydrologischer Atlas der Schweiz*, Bern (1992), Kapitel 5.3.
- [8] EAWAG: *Projektantrag zum Querprojekt "Ökostrom" – Ein natur- und sozialwissenschaftliches Forschungsprojekt zur Gestaltung einer nachhaltigen Nutzung der Wasserkraft*, Forschungszentrum für Limnologie, Kastanienbaum (1997).
- [9] IUCN, World Conservation Union, World Bank Group (Ed.): *Large Dams – Learning from the Past, Looking at the Future*, Workshop Proceedings, Gland (1997).
- [10] L. Bieri, B. Truffer, B. Wehrli: *Gesellschaftliches Umfeld einer ökologischen Optimierung der Wasserkraftnutzung*, EAWAG, Dübendorf (1997).
- [11] M.F. Broggi, W.J. Reith: *Beurteilung von Wasserkraftwerksprojekten aus der Sicht des Natur- und Heimatschutzes*, Eidgenössisches Departement des Innern, Bundesamt für Forstwesen, Bern (1984).
- [12] U. Bindi, E. Eichenberger: *Wasserentnahme aus Fließgewässern – Gewässerökologische Anforderungen an die Restwasserführung*, Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 110 (1989).
- [13] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): *UVP von Wasserkraftanlagen (Entwurf April 1997)*, Bern (1997).
- [14] Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft (BUWAL): "Sanierungsbericht Wasserentnahmen, Sanierung nach Art. 80 Abs. 1 Gewässerschutzgesetz", *Mitteilungen zum Gewässerschutz* Nr. 25 (1997) 1–50.
- [15] E. Akeret: *Schlußbericht der interdepartementalen Arbeitsgruppe Restwasser*, Eidgenössisches Departement des Innern, Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bern (1982).
- [16] B. Kiefer, U. Schälchli: "Pilotprojekt der Kraftwerke Brusio AG im oberen Puschlav – Festlegung ökologisch angemessener Restwasserabflüsse", *Wasser, Energie, Luft* 83 (1991) 261–265.
- [17] U. Schälchli: *Morphologie und Strömungsverhältnisse in Gebirgsbächen – Ein Verfahren zur Festlegung von Restwasserabflüssen*, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (1991).
- [18] P. Sulser, K. Seitz-Handl: *Die Restwasserproblematik aus gewässerökologischer Sicht*, Holinger AG, Umwelt und Sicherheit, Baden (1991).
- [19] *Absichtserklärung des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) und der Umweltorganisationen über den Konfliktlösungsdialog bei Wasserkraftwerken*, VSE, Zürich (1995).
- [20] P.J. Boon, N.T.H. Holmes, P.S. Maitland, T.A. Rowell, J. Davis: "A System for Evaluating Rivers for Conservation (SERCON): Development, Structure and Function", in P.J. Boon, D.L. Howell (Ed.): *Freshwater Quality – Defining the Indefinable?*, HMSO, Edinburgh, in press.
- [21] Kommission der Europäischen Union: *Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die ökologische Qualität von Gewässern*, Brüssel (1994).
- [22] Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung (LÖLF): *Bewertung des ökologischen Zustandes von Fließgewässern*, Teil 1: *Bewertungsverfahren*, Teil 2: *Grundlagen für das Bewertungsverfahren*, LÖLF Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (1985).
- [23] O. Moog, A. Chovanec: "Die "ökologische Funktionsfähigkeit" – ein Ansatz der integrierten Gewässerbewertung in Österreich", *Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie*, in press.
- [24] ÖNORM-M6232: *Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern*, Wien (1997).
- [25] J.L. Plafkin, M.T. Barbour, K.D. Porter, S.K. Gross, R.M. Hughes: *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish*, EPA 444/4-89-001 (1989) 1–90.
- [26] J. Jaeger, M. Scherlinger: "Transdisziplinarität: Problemorientierung ohne Methodenzwang", *GAIA* 7 (1998) 15–30.
- [27] B. Truffer, P. Cebon, G. Dürrenberger, C.C. Jaeger, R. Rudel, S. Rothen: "Innovative Responses in the Face of Global Climate Change", in P. Cebon, U. Dahinden, H. Davies, D. Imboden, C.C. Jaeger (Ed.): *A View from the Alps – Regional Perspectives on Climate Change*, MIT Press, Boston (1998), in press.
- [28] J.M. Mariusson, L. Thorsteinsson: *Study on the Importance of Harnessing the Hydropower Resources of the World*, UNIPED, Paris (1997).

(Eingegangen am 19. Februar 1998)