

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 102 (2010)
Heft: 3

Artikel: Nachhaltige Sicherung von Wasserressourcen : das NFP 61 im Spiegel globaler und nationaler Herausforderungen
Autor: Leibundgut, Christian
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941663>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 29.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Nachhaltige Sicherung von Wasserressourcen – das NFP 61 im Spiegel globaler und nationaler Herausforderungen

■ Christian Leibundgut

1. Einleitung

Wasser als elementare Lebensgrundlage kommt zunehmend unter Druck. Bekannte Einflussgrössen sind der Klimawandel, der Nutzungsdruck und die Belastungen durch Schadstoffe. Die aktuellen ökonomischen Entwicklungen bergen die Gefahr, dass selbst Grundressourcen wie das Wasser zunehmend in den Strudel des globalisierten Marktes und der offenbar nicht mehr kontrollierbaren Finanzmärkte geraten, der aktuell wie ein Sturm über die Erde hinwegfegt. Im Gefolge des Wirtschafts- und Bevölkerungswachstums hat sich unter anderem ein anthropogen induzierter Klimawandel eingestellt, der die Wasserressourcen zusätzlich belastet und in seinen finalen Auswirkungen noch unübersehbar ist. Anstrengungen zum langfristigen Schutz der Wasserressourcen im globalen und regionalen Rahmen sind deshalb unerlässlich und weltweit bereits zahlreich in Ausführung. Dabei gilt das «Integrierte Wasser Ressourcen Management» als anerkannter und potenziell wirkungsvoller Ansatz, um die Probleme der nachhaltigen Sicherung der Ressource Wasser und deren Nutzung durch den Menschen zu analysieren und Problemlösungen einvernehmlich zu erarbeiten.

Wasser ist anerkanntermassen ebenso ein Schlüssel für eine prosperierende Volkswirtschaft als auch für eine stabile und innovative Gesellschaftsentwicklung. Wegen des relativen Wasserreichtums wurde dies hierzulande lange kaum wahrgenommen. Mit dem Nationalen Forschungsprogramm NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung» will die Schweiz einen grossen Schritt zur Sicherung der Wasserressourcen des Landes unternehmen. Eine nachhaltige Wassernutzung setzt zwingend die langfristige Sicherung der Wasserressourcen voraus, da jede Nutzung von Wasser auf diese Ressource zurückgreifen muss. Das Nationale Forschungsprogramm «Nachhaltige Wassernutzung» (NFP 61) (www.nfp61.ch/D/) will wissenschaftlich fundierte Grundlagen, Methoden und Strategien sowie Lösungsansätze für die künftigen Herausforderungen in der Wasserwirtschaft erarbeiten.

2. Wasserressourcen und Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit als allgemeines Bestreben kann definiert werden als ein Wirtschaften, das alle einbezogenen Elemente im Gleichgewicht belässt oder ins Gleichgewicht bringt. Konkret heisst das, dass ökologische, ökonomische und soziale Überlegungen gleichermaßen berücksichtigt und damit Voraussetzungen für eine längerfristig tragfähige Entwicklung von Gesellschaft und Umwelt geschaffen werden. Die Ursprünge dieser Überlegungen gehen auf den Club of Rome zurück, mit dessen Veröffentlichungen zur Umweltentwicklung und zur Zukunft der Weltwirtschaft vor rund fünfzig Jahren das moderne Umweltdenken und die Umweltforschung eingeleitet wurden (Meadows 1972, Meadows et al. 1974). Gleichgewicht wird hier nicht verstanden als statischer Zustand, sondern als Fähigkeit des Systems sich in einer gewissen Bandbreite in ein neues Gleichgewicht einzupendeln (Homöostase, Resilienz), wie dies seitens der Ökologie definiert wird (Folke et al. 2002). Die schematische Darstellung der Nachhaltigkeit impliziert für die drei Bereiche Ökologie, Ökonomie und Soziales System wechselseitiges Ineinandergreifen (Bild 1). Der blaue Ring um die drei Sektoren symbolisiert die Einheit des Gesamtsystems. Um Nachhaltigkeit zu verfolgen und schliesslich zu erreichen, müssen die «selbständigen» Einzelbereiche in den Schnittflächen «einvernehmliche» Lösungen finden. Am stärksten ist Nachhaltigkeit im zentralen Segment ausgebildet.

In der modernen Wasserwirtschaft wird Nachhaltigkeit unter anderem durch das Integrierte Wasser Ressourcen Management (IWRM) angestrebt. Darunter wird nach Global Water Partnership (2000) ein Prozess verstanden, welcher eine koordinierte Entwicklung und ein koordiniertes Management der Wasser-, der Land- und der weiteren Ressourcen beinhaltet. Ziel ist sowohl die Sicherung der Wohlfunktionsfunktionen des Wassers als auch der sozialen Gerechtigkeit bei der Wassernutzung ohne dabei die Nachhaltigkeit der vitalen Ökosysteme zu gefährden.

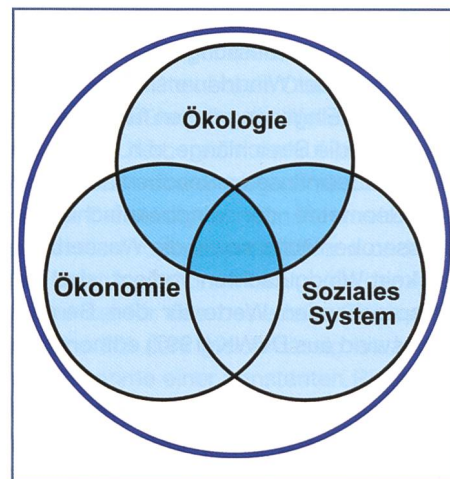


Bild 1. Schematische Darstellung der Nachhaltigkeit in den überlappenden Bereichen der drei Sektoren Ökologie, Ökonomie und Soziales System.

Das Integrierte Wasser Ressourcen Management (IWRM) basiert auf den vier 1992-Dublin-Prinzipien:

1. Wasser ist eine endliche und verletzbare Ressource, unentbehrlich für Leben, Entwicklung und Umwelt.
2. Wassererschliessung und dessen Management basieren auf einem partizipativen Ansatz, der Nutzer, Planer und politische Entscheidungsträger aller Ebenen einbezieht.
3. Frauen spielen eine zentrale Rolle bei der Versorgung mit Wasser, seinem Management und Schutz.
4. Wasser hat einen wirtschaftlichen Wert in all seinen konkurrierenden Nutzungsmöglichkeiten und sollte als wirtschaftliches Gut angesehen werden.

Der Artikel 4 ist in seinem zweiten Teil als kritisch einzustufen, birgt doch die Behandlung des Wassers als rein wirtschaftliches Gut durchaus Gefahren, wie die Vergangenheit zeigt. Im Sinne der Nachhaltigkeit müsste es heissen, «...Wasser... sollte nicht nur als wirtschaftliches, sondern auch als kulturelles und soziales Gut angesehen werden».

Der entscheidende Begriff des Integrierten Wasser Ressourcen Managements (IWRM) ist «Integriert». Darunter wird primär

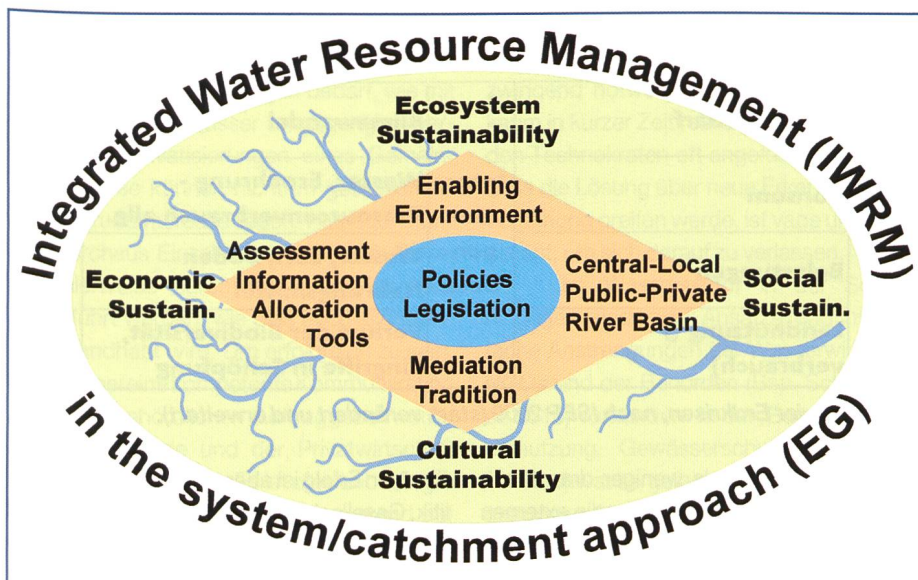


Bild 2. Schema des «Integrierten Wasser Ressourcen Managements» (IWRM) auf Einzugsgebietsbasis. Die klassischen drei Bereiche Ökologie, Ökonomie und Soziales System sind durch die Kultur als wesentliche Grundlage für Zukunftsentscheide (v.a. Dritte Welt) ergänzt (aus Leibundgut 2007).

das Zusammenwirken der drei Sektoren mit dem Ziel, tragfähige, dynamische Gleichgewichte zu finden, verstanden. Dieses Integral ist mehrdimensional zu verstehen (Grambow 2009). Die Dimensionen sind:

- die Daseinsfürsorge (transsektoral), Wasserversorgung in allen Bereichen und Wasser zur Erhaltung der Ökosysteme
- die Oberlieger-Unterlieger-Problematik (translokal)
- die Generationenverantwortung (Zeitdimension)
- die «Good Governance» (Partizipation)

Weiterhin beinhaltet IWRM auch die Abstimmung mit weiteren wasserrelevanten Bereichen und Ressourcen wie Landmanagement, Landwirtschaft, Raumplanung, Stadt-Land-Beziehungen und den Einbezug der Industrie vor allem mit den wesentlichen Aspekten Abwasser, Wassersparen und Recycling. Hier gilt es die end-of-pipe-Ansätze zu minimieren. Allen Handlungen im IWRM muss Gerechtigkeit (Ressourcengerechtigkeit) zugrunde liegen. Nur bei gerechter Verteilung der Ressourcen kann langfristig soziale Stabilität und damit das Potenzial und der Wille zur Nachhaltigkeit erwirkt werden. Generell müssen ethische Überlegungen verstärkt ins IWRM eingehen. Die Armutsbekämpfung und der Anspruch auf sauberes Wasser sind Beispiele dafür. In diesem Zusammenhang wird oft ein Menschenrecht auf Wasser gefordert. Die Implikationen eines solchen Menschenrechtes werden international seit Jahren äusserst kontrovers diskutiert (Winkler 2008, Barandat 2008).

Im Umkehrschluss kann Nachhaltig-

keit auch gut verstanden werden, wenn man Beispiele von Nicht-Nachhaltigkeit analysiert oder auch nur betrachtet, wie dies im nächsten Kapitel erfolgt.

3. Wasserressourcen sind global unter Druck

Theoretische und grundsätzliche Überlegungen, wie mit einem IWRM langfristig eine Sicherung der Wasserressourcen erreicht werden kann, werden in der weltweiten Wassergemeinschaft intensiv erörtert und in Ansätzen verfolgt. Die Wirklichkeit steht jedoch überall vor dem fundamentalen Problem der Umsetzbarkeit. Nach ISEP 2009 spricht man von vier Erdkrisen, in denen wir uns im Gefolge des seit Jahrzehnten ungebremsten Wachstums befinden (Bild 3). Wasser ist dabei in allen vier Bereichen eine entscheidende Grösse.

Obwohl es international gute Beispiele regionaler Wassermanagements gibt, wie zum Beispiel in den Niederlanden, sind es vor allem die gigantischen Fehlleistung auf diesem Gebiet, die ins Auge stechen. Da sind, um Beispiele zu nennen, die Wasser-Grossprojekte im Westen der USA, in Israel und am augenfälligsten im Einzugsgebiet des Aralsees (Perara, 1993). In allen Projekten wurde der notwendige integrale Ansatz nicht verfolgt. Vielmehr steht die ökonomische Maximierung als Leitlinie im Vordergrund. Über Bewässerung wurden die landwirtschaftlichen Erträge in Monokulturen (cash crops) hochgetrieben, mit den bekannten Folgen wie Desertifikation, Grundwasserabsenkung, Versalzung und Verseuchung durch Chemikalien und Schwermetalle. Die Wasser- und Bodensysteme im Westen der USA (Kalifornien) und im Einzugsgebiet Aralsee sind bereits teilweise

oder ganz kollabiert (Mays ed. 2007).

Weitere ähnliche Grossprojekte sind in Planung oder wurden kürzlich vollendet, wie das «Drei Schluchten-Projekt» in China. In Brasilien wird derzeit um die Bewilligung für einen neuen, konfliktreichen Riesenstaudamm «Belo Monte» (<http://www.amazon-watch.org/amazon/BR/bmd/>) gerungen. Eine ganzheitliche Projektplanung im Sinne des IWRM ist nicht zu erkennen. Solche Grossprojekte haben auch überregional Auswirkungen und sind deshalb nicht nur nationale Angelegenheiten. Hochproblematisch bezüglich der Wasserressourcen sind weiterhin die grossen Rodungen der tropischen Urwälder in Südamerika, Asien und Afrika. Sie können, abgesehen von den regionalen Störungen, im Zusammenhang mit dem ohnehin laufenden Klimawandel deutliche Änderungen in der globalen Zirkulation hervorrufen. Ein weiteres Negativ-Beispiel Nicht-Nachhaltiger-Entwicklungen ist der weltweite Trend zu Megacities, wie z. B. Mexiko City, mit ihren kaum mehr bewältigbaren Problemen der Wasserversorgung und Entsorgung. Sie stören die Stadt-Umland-Beziehung und die Wasserressourcen einer weiten Umgebung in schwerster Weise. Zusammengefasst muss festgestellt werden, dass solcherart devastierte Natur-Produktions- und Siedlungsräume keine Voraussetzungen mehr bieten, eine nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen und der Lebensgrundlagen überhaupt zu ermöglichen. Die beiden anderen Bereiche der Nachhaltigkeit, das ökonomische und das soziale System (vgl. Bild 1), sind derzeit in einem vergleichbar problematischen Zustand und die Aussichten sind schlecht. Die Palette reicht von unverantwortlicher Staatsführung und Staatsverschuldungen über unkontrolliertes Wirtschaftswachstum bis zu profitgieriger Spekulation mit Ressourcen und Finanzen. In vielen Ländern sind die sozialen Systeme (Renten, Gesundheitswesen, Bildung) marode oder bereits akut in Gefahr. Damit steigt das Risiko von sozialen Spannungen, deren Entladung die Gleichgewichte, die nötig sind um Nachhaltigkeit im Wirtschaften und Zusammenleben zu erzielen, weiter labilisieren.

In diesem ganzen Kontext sind die Wasserressourcen nur eine der vielen Ressourcen, die genutzt, vielfach auch ausgebeutet werden. Eine nachhaltige Sicherung der Wasserressourcen kann deshalb nur im Verband der Gesamtwirtschaft erreicht werden. Das heisst jedoch, dass das rezente Wirtschaftssystem, basierend auf der Maxime des quantitativen Wachstums, überdacht und mittelfristig geändert werden muss. Die Wirtschaft, aber auch die Gesellschaft, muss von «Growth» auf «Degrowth» umgestellt werden (Latouche 2009). Wachstum ist nicht primär

nur als quantitative Grösse, sondern als «Entwicklung» zu begreifen, die Werthhaftigkeit impliziert. Es gilt vom Überkonsum zu einem quantitativ mässigen Konsum mit dem Ziel der Produktequalität und der Lebensqualität zu kommen. Um weniger die philosophische Seite des Degrowth zu streifen und eine praktische Massnahme zu nennen, könnte als Beispiel die Biologische Landwirtschaft aufgeführt werden. Hier ist das Produktionsziel primär die Qualität, es wird ohne (oder mit wenig) chemischen und hormonellen Stoffen und Kunstdünger gearbeitet und das Recycling des organischen Materials steht im Vordergrund.

Damit könnte noch eine Chance bestehen mit einem dunkelblauen Auge davon zukommen. Auch der Weg zurück ist ein Weg – besagt eine alte Weisheit.

Der von der Brundtland Kommission eingeführte Begriff des «Sustainable Development» interferiert mit dem Begriff des Degrowth. Beide wollen Nachhaltigkeit erreichen. Sustainable Development ist aber so breit angelegt, dass es zu allem und jedem verwendet werden kann. Die bisherigen Erfahrungen haben denn auch gezeigt, dass Nachhaltigkeit über diesen Weg nicht funktioniert. Wir brauchen mehr und dieses Mehr ist in Degrowth enthalten. Ein in den Umweltdiskussionen immer wieder übersehener Faktor ist das fortschreitende Bevölkerungswachstum mit bereits teilweiser Überbevölkerung auf der Erde. Es wird zwar Nachhaltigkeit gefordert, das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum jedoch wird nicht einbezogen! Damit muss hier die einfache These aufgestellt werden, dass allein das Bevölkerungswachstum in den nächsten Jahrzehnten alle Bemühungen, zu Nachhaltigkeit zu kommen, zunichte machen wird.

Für die Wassercommunity ist die Situation irgendwie tragisch, wäre sie doch in der Lage, mit ihrem hohen Know-how und mit Ansätzen wie dem IWRM die Probleme der Zukunft auf dem Wassersektor weitgehend befriedigend zu lösen. Allerdings bleibt IWRM meist ein theoretisches Gebilde, wenn es im realen Kontext, in dem es definitionsgemäss verfolgt werden muss, zur Anwendung kommt. Im Kontext der Vernetzung der Wasserressourcen innerhalb der gesamten Ressourcenwirtschaft führt dies dann zur oben beschriebenen pessimistischen Prognose. Die Bemühungen um eine Sicherung der Wasserressourcen muss – wenn die absehbaren negativen Entwicklungen des Umfeldes tatsächlich anhalten – mindestens im globalen Rahmen scheitern. Die externen Einflüsse und die Verflechtung mit der Gesamtwirtschaft sind zu übermächtig. Die Lage in der Schweiz darf gegenüber der globalen

Ursache		Folge, Krise		
Überbevölkerung	Energiebedarf	Inter- de- pen- denz	Klimawandel	Soziale Spannungen
	Konsum		Wasser, Ernährung - Ressourcenverbrauch allg.	
	Belastungen		Wasser, Luft, Boden Nahrungsmittel	
	Landnutzung (/ -verbrauch)		Verlust der Biodiversität, Eingriffe in Schöpfung	

Bild 3. Die vier Erdkrisen, nach ISEP 2009 (stark verändert und erweitert).

Situation durchaus als weniger dramatisch angesehen werden, auch wenn die externen globalen Treiber wie die Finanzmärkte und der Klimawandel nicht negiert werden dürfen. So besteht durchaus die Gefahr, dass auch die Schweizer Volkswirtschaft in absehbarer Zeit die nötigen Mittel nicht mehr aufbringen kann, um die nötigen Reinvestitionen im Wassersektor zur Wahrung der heutigen Qualität zu tätigen. Zudem besteht global (und in der Schweiz) weiterhin die Gefahr, dass Bestrebungen nach Privatisierung und Gewinnmaximierung auch in diesem Ressourcenbereich verstärkt Einzug halten und zu grossen Einbrüchen führen könnten.

4. Lösungsansatz: Integrales Wasser Ressourcen Management (IWRM)

IWRM wird postuliert, um den interdependenten Zusammenhängen der Wasserwirtschaft mit der Gesamtwirtschaft, der Gesellschaft und den ökologischen Grundlagen Rechnung tragen zu können. Damit verfügt man aber noch lange nicht über die heilbringende Wunderlösung im Wassersektor. Einerseits stösst IWRM an methodische Grenzen, weil ökologische, ökonomische und soziale Prozesse involviert sind, die schon für sich sehr komplex sind und die nur schwierig in einem umfassend integrierten Managementansatz erfasst werden können. Andererseits stösst IWRM – angesichts der oben beschriebenen, auf die Wasserressourcen einwirkenden Kräfte – in manchen Situationen an Grenzen der grundsätzlichen Machbarkeit (Bundi und Truffer, 2001). Das alles soll nicht gegen Bemühungen um IWRM sprechen. Sorgfältige Analysen sollen die Problemstellungen, Optionen und Grenzen eines nachhaltigen Wassermanagements aufzeigen. Sodann müssen pragmatische, wissenschaftlich fundierte Management-Ansätze für konkrete Problemsituationen entwickelt werden, um damit den Postulaten der Nachhaltigkeit bestmöglich Rechnung tragen zu können. Die Schweiz ist ein solches Beispiel, wie dies funktionieren könnte. Voraussetzung

für einen Erfolg ist aber stets der Wille von Politik, Gesellschaft und auch der Wissenschaft selber, Erkenntnisse der Forschung auch umzusetzen und umsetzbar zu gestalten.

Von Global Water Partnership 2000 wird das «Integrated Water Resources Management (IWRM)» als ein Prozess definiert: «IWRM is a process which promotes the coordinated development and management of water, land and related resources, in order to maximize the resultant economic and social welfare in an equitable manner without compromising the sustainability of vital ecosystems». Das ist vielleicht eine nicht vollständige Definition, aber sie geht in die richtige Richtung. Sie bedarf jedoch der Ergänzung der räumlichen Basis, sei es das Einzugsgebiet (vgl. Bild 2) oder ein «funktionaler Raum» (Schaffner et al. 2010). Die Definition beinhaltet implizit die Partizipation und den Willen zur Adaption aller Beteiligten.

Diese allgemeine Definition bedarf – wie oben ausgeführt – der Konkretisierung und Aktualisierung. Im realen Einsatz muss das Grundanliegen IWRM vom normativen Konzept zum umsetzbaren Modell umgebaut werden. Als Voraussetzung müssen in den politischen Strukturen folgende Elemente vorhanden sein (Grambow et al. 2009):

1. Ein Wassermanagement der strategischen Entwicklungen überregionaler Grossstrukturen
2. Ein Wasserrechtsvollzug (Plan- und Anlagengenehmigung, Benutzungsrechte)
3. Ein Monitoring, Anlagenüberwachung, Gewässerschutz
4. Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sind kommunale Aufgaben
5. Hochwasserschutz der grossen Gewässer sind Staatsaufgaben, da einzugsgebietsübergreifend

Für die Schweiz mit ihrer speziellen Aufgabenteilung zwischen Bund, Kantonen und Gemeinden, müssen diese Postulate überprüft und angepasst werden.

Alle diese fünf Bereiche sind hoheitliche Aufgaben und dürfen nicht dem freien Markt überlassen werden. Die schlechten

Erfahrungen mit der Privatisierung von Wasserversorgungen im Ausland zeigen, dass es sorgfältiger Überlegungen bedarf, wie mit dem Gemeingut Wasser umgegangen werden kann. Privatisierungen eines Gemeingutes per se können nicht im gesellschaftlichen Grundinteresse liegen. Hingegen können durchaus Einzelleistungen durch Dritte, normalerweise durch die Privatwirtschaft, ausgeführt werden, wie dies auch allgemein so gehandhabt wird. Um erfolgreich zu sein, muss dabei eine kompetente Kommunikation zwischen behördlichen Auftraggebern oder Aufsichtsbehörde und der Privatwirtschaft sichergestellt werden. Es ist eine unbedingte Voraussetzung, dass der Sachverstand auf allen Ebenen vorgehalten wird. Nötigenfalls sind hier neue Strukturen zu schaffen.

Abschliessend gilt es, sich bewusst zu sein, dass – konsequent zu Ende gedacht – eine nachhaltige Wassernutzung auch grundlegender Änderungen der gesellschaftlichen Entwicklung bedarf. Die Forderung nach Nachhaltigkeit und einem IWRM kann nur erfolgreich sein, wenn die Gesellschaft tatsächlich vom rein quantitativen Wirtschaftswachstum (Growth) zu einer neuen Entwicklung, die Qualität im Allgemeinen und Lebensqualität im besonderen zum Ziel setzt (Degrowth), kommt. Die Forderung nach Degrowth gilt selbstverständlich für alle drei Nachhaltigkeitsbereiche, der ökonomische Sektor ist aber offensichtlich der entscheidende Bereich. Im ökologischen Bereich heisst das, Erhaltung der Lebensgrundlagen durch eine wirksame Umweltschutzpolitik zu sichern. Im sozialen System muss ein geistiges Umdenken mit Begrenzung, Mässigung und Stärkung der ethischen und moralischen Werte der Bevölkerung einsetzen. Schliesslich muss im ökonomischen Sektor kurzfristig die Begrenzung vor allem der Auswüchse und mittelfristig der Degrowth des Wirtschaftswachstums und damit des Ressourcenverbrauchs eingeleitet werden. Es mag erscheinen, als solle die Wirtschaft als Sündenbock dargestellt werden. Der wahre Stolperstein im Verwirklichen des Degrowth wird jedoch das Umdenken im Gesellschaftssystem sein. Und ein Umdenken ist ungleich schwieriger als der momentane Tanz um das goldene Kalb des Konsums und des Geldes.

5. Der NFP 61 unterstützt die Sicherung von nationalen Wasserressourcen

Die grundlegende Definition der Nachhaltigkeit kann auch als ein Zielhorizont für das NFP gelten. Die globale und allgemeine Betrachtung der Problematik der langfristigen und damit nachhaltigen Sicherung der Wasserressourcen zeigt, dass die Zukunftsperspektiven

düster sind unter den gegenwärtigen Randbedingungen (Umwelt, Wirtschaft, Politik). Der zwingend notwendige Degrowth wird aber kaum in kurzer Zeit realisierbar sein. Das von den Technokraten oft angeführte Argument, dass die Lösung über neue Erkenntnisse der Forschung greifen werde, ist vage und viel zu riskant, um sich darauf zu verlassen.

Im Wassersektor in der Schweiz hingegen sind gute Ansätze und mannigfache Anstrengungen der Wasserwirtschaft, NGOs und der Behörden (Bsp. Schaffner et al. 2010) vorhanden. In den Bereichen Wassernutzung, Gewässerschutz und Schutz vor Hochwassergefahren wurden in den vergangenen über 100 Jahren grosse Erfolge erzielt. Die Entwicklung des Rheins in den letzten fünfzig Jahren ist ein Beispiel dafür. Zusammen mit den mannigfachen Akteuren der Wasserwirtschaft der Schweiz will nun das am 1. Januar 2010 gestartete Nationale Forschungsprogramm NFP 61 «Nachhaltige Wassernutzung» von der Forschungsseite her einen Beitrag zur Weiterentwicklung der Schweizerischen Wasserwirtschaft in Richtung einer langfristigen Sicherung der Wasserressourcen und damit einer nachhaltigen Wassernutzung erbringen.

Obwohl ein wasserreiches Land, sind auch in der Schweiz mit dem Klimawandel, der Energieverknappung und der Wirtschaftsentwicklung (Stichwort Globalisierung) Einflussfaktoren neu ins Spiel gekommen, die eine schwer prognostizierbare Dynamik aufweisen und die kaum kontrollierbar erscheinen. Durch den Aspekt der noch verbleibenden Zeit nimmt die Dramatik zu. In deren Gefolge werden Konflikte um Wassernutzungen und damit zwischen verschiedenen Interessengruppen zunehmend wahrscheinlicher. Auch bisher konnten Zielkonflikte nur bedingt austariert werden. Deshalb sind wir heute mit vielen Problemen der Übernutzung der Gewässer und der Wasserressourcen allgemein konfrontiert (Verbauungen, Wasserkraft, Landwirtschaft, Grundwasserabsenkungen). Es sind dies Probleme, die nun mühsam gelöst werden müssen. Von Seiten der Forschung muss nun eine Gesamtschau entwickelt werden, die als Grundlage für umsetzbare Problemlösungen tauglich ist.

Der NFP 61 ist angewandt und lösungsorientiert angelegt. Im Rahmen eines Nationalen Forschungsprogramms (NFP) werden Forschungsprojekte durchgeführt, die einen Beitrag zur Lösung wichtiger Gegenwarts- und Zukunftsprobleme leisten, deren Wurzeln oft in der Vergangenheit begründet liegen. Es sollen in verschiedenen Disziplinen und Institutionen koordinierte und auf ein gemeinsames Ziel ausgerichtete Forschungsprojekte durchgeführt werden, die

von gesamtschweizerischer Bedeutung sind und die weder ausschliesslich der Grundlagenforschung, der Forschung, der Verwaltung noch der industrienahen Forschung zugeordnet werden können. Diese Forschung soll innerhalb von fünf Jahren Ergebnisse zeitigen, die für die Praxis relevant und verwertbar sind (Programmporträt 2010). Die Forschenden werden zusätzlich auch dadurch gefordert, dass sie neben den hohen Ansprüchen des NFP (transdisziplinäre Forschung und Umsetzung) auch dem «Publikationsdruck» der wissenschaftlichen Institutionen genügen müssen.

Im Nationalen Forschungsprogramm «Nachhaltige Wassernutzung» (NFP 61) sollen nun – vor dem Hintergrund teilweise unkontrollierbarer Einflussfaktoren – die vorhandenen wissenschaftlichen Bausteine über die Forschung weiterentwickelt, strategisch vernetzt und auf ein gemeinsames Ziel hin fokussiert werden. Die daraus resultierende Gesamtschau soll erlauben, umsetzbare Lösungen für eine nachhaltige Wassernutzung und eine nachhaltige Sicherung der Wasserressourcen zu entwickeln. Lösungen also, welche die verschiedenartigen Wassernutzungen und den Schutz vor Hochwasser dauerhaft gewährleisten und zugleich die dafür unabdingbare ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer sichern. Schliesslich sollen effektive und effiziente Managementsysteme für die nachhaltige Wassernutzung entwickelt werden. Dazu müssen wir jedoch einen Paradigmenwechsel vornehmen und von der partiellen Betrachtung von Wasserproblemen zur ganzheitlichen Betrachtung der Systeme und Einzugsgebiete (Funktionsräume) übergehen. In inter- und transdisziplinärer Forschung müssen wir die Rückkoppelungen zwischen den Systemen und Prozessen verstehen lernen und ausgewogene Lösungen suchen, die von den Akteuren aus Wirtschaft, Politik und Zivilgesellschaft mitgestaltet und mitgetragen werden. Auf diese Weise könnte eine Umsetzung in die Praxis mit langfristiger Wirkung sichergestellt werden.

Die ganzheitliche Behandlung des Themas hat weiterhin davon auszugehen, dass die Wasserressourcen nur im Verband mit den übrigen Ressourcen, wie die der Energieproduktion und der land- und forstwirtschaftlichen Produktion unter Berücksichtigung der starken gegenseitigen Rückkoppelungen behandelt werden dürfen.

Im Zuge der knapper werdenden Ressourcen, extremer Trockenjahre wie 2003 und Hochwasserkatastrophen im Alpenraum rückt das Wasser im Wasserschloss Europas zunehmend auch in die Betrachtung der Nachbarstaaten. Das Wasserschloss Alpen versorgt die Vorländer in- und ausserhalb



der Schweiz mit der Ressource Wasser. Vorländer und Gebirgsraum sind hydrologisch über die Lebensadern Flüsse miteinander verbunden. Das Schweizerische Mittelland, aber auch angrenzende Räume in Deutschland (Oberrhein), in Italien (Poebene) und in Frankreich (Raum Bugey-Lyon), bieten als bedeutsame Wirtschaftsräume ein hohes Potenzial an Arbeitsplätzen und erholungssuchenden Touristen. Umgekehrt hängen diese Räume bezüglich wasserbürtiger Energie, verfügbarem Wasser für Bewässerung und der Trink- und Brauchwasserversorgung (Industrie) von den Wassern aus den Alpen ab. Beide Räume, der eigentliche Alpenraum und die Vorländer, stehen deshalb in enger Wechselwirkung und hängen voneinander ab. Es ist abzusehen, dass besonders in Trockenperioden die Ansprüche an Wasser aus dem Wasserschloss aus den Nachbarstaaten steigen werden. Neueste Grundlagen und Fakten zu dieser Thematik werden in Wiegandt ed. (2009) und Bundi ed. (2010) präsentiert.

Der Druck auf die Wasserressourcen ist bereits hoch und wird mit der wachsenden Wirtschaft und dem Einfluss des Klimawandels weiter steigen. Bundi ed. 2010 identifizieren folgende Einflussgrößen: Wasserkraftnutzung, Flusskorrekturen und -rehabilitationen, landwirtschaftliche Produktion, Siedlungsentwicklung, Tourismus und Erholung, Chemikalieneinsatz in Haushalt, Industrie und Landwirtschaft, internationale Verpflichtungen. Der Klimawandel verschärft einzelne dieser Aspekte.

Das für das NFP 61 vorgegebene Konzept beruht auf den Grundgedanken der Nachhaltigkeit und des Integrierten Wasserressourcen Managements. Das Konzept ist auf die speziellen Bedürfnisse der Schweiz fokussiert und adaptiert. (Bild 4).

6. Transdisziplinäre Forschungsansätze und Umsetzung werden gross geschrieben

Um zukunftsweisende Strategien für einen nachhaltigen Umgang mit den Wasserressourcen zu erarbeiten, müssen Akteure aus Forschung, Verwaltung und Praxis eng zusammenarbeiten. Das NFP 61 legt deshalb grossen Wert auf transdisziplinäre Ansätze und Forschungsprojekte, welche die gesellschaftlich relevanten Probleme einer nachhaltigen Wassernutzung identifizieren, analysieren und praktische, am Gemeinwohl orientierte Lösungen erarbeiten. Diese Lösungen sind dann umgesetzt, wenn in der Praxis Handlungen ausgelöst werden. Deshalb ist es wichtig, neben dem System- und Zielwissen auch das Handlungswissen zu erforschen und zu fördern. Zu diesem Zweck sind nicht nur wissenschaftliche Grundlagen zu erarbei-

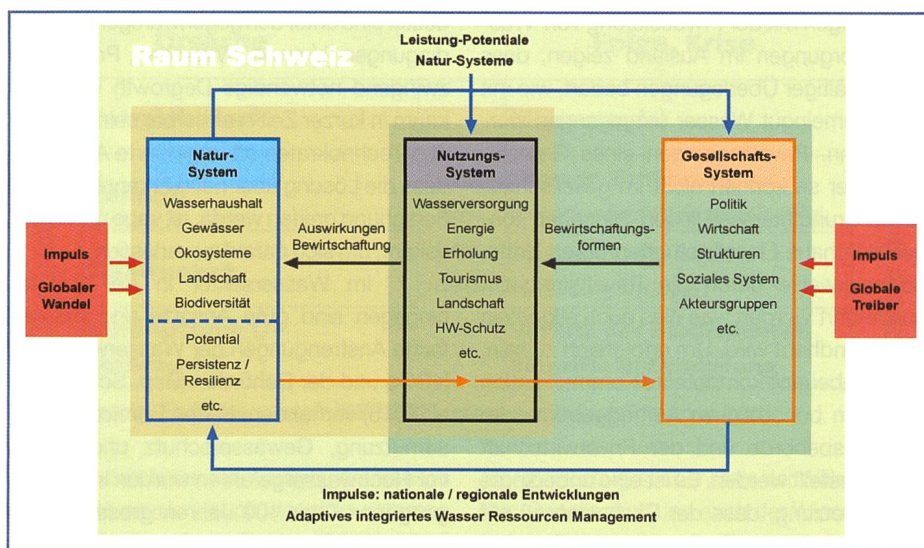


Bild 4. Das holistische theoretische Konzept des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61 in der Schweiz, basierend auf dem Integrierten Wasser Ressourcen Management (aus Ausführungsplan NFP 61).

ten, sondern auch Methoden und Ansätze zu fördern, welche die Praxisakteure von Anfang an in den Forschungsprozess miteinbeziehen. Mit der Schaffung eines Mandates für die Umsetzung soll deren Bedeutung für das NFP 61 unterstrichen werden. Die Umsetzungsbeauftragte richtet den Blick auf die Umsetzungspotenziale aller Projekte, berät die Forschenden und nimmt an Veranstaltungen teil, die aus ihrer Sicht für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind. Mit der Umsetzung ist der Wissens- und Technologietransfer (WTT) angesprochen, unter dem hier ein gegenseitiger Austausch zwischen den relevanten Akteurguppen verstanden wird. Dieser ist mit Hilfe einer geeigneten Prozessgestaltung so zu fördern, dass daraus Handlungen für eine nachhaltige Wassernutzung resultieren. Als neues Instrument wird im NFP 61 die Videotechnik angewendet. Videos machen die Kontexte, die Handlungsoptionen, die Argumente und Lernprozesse usw. der verschiedenen Akteure sicht- und erlebbar. Damit sollen bereits während des Programms Lernprozesse auf allen Ebenen und bei allen Akteuren ausgelöst werden.

Um eine transdisziplinäre Forschung und praxisrelevante Umsetzung zu unterstützen, werden auf verschiedenen Ebenen Begleitgruppen eingerichtet: Ein Programmbeirat auf nationaler Ebene, je eine Koordinationsgruppe auf der Ebene der Projektgruppen (Cluster) sowie thematisch ausgerichtete Begleitgruppen auf Projektebene.

Der Programmbeirat – gebildet aus wichtigen nationalen Wasserakteuren – berät die Leitungsgruppe und bringt dabei die Anliegen der Politik, Behörden, Wirtschaft und der Zivilgesellschaft ein. Damit bildet der Programmbeirat einen nationalen Resonanzboden für Probleme zum Thema Wasser und

bettet das NFP 61 in den gesamtschweizerischen politischen und wirtschaftlichen Kontext der Schweizer Wasserwirtschaft ein. Der Programmbeirat begleitet auch die Umsetzungs- und Öffentlichkeitsarbeit und soll bei der Synthese der wissenschaftlichen Erkenntnisse einbezogen werden.

Damit die Koordination und der Austausch unter den Projekten gewährleistet und gefördert werden kann, werden zwei Clustergruppen gebildet: Eine Gruppe zum Kontext «Hydrologie» und eine Gruppe zum Kontext «Wassermanagement». Beide Gruppen arbeiten eng mit der Leitungsgruppe zusammen. Die Begleitgruppen auf Projektebene bilden den Kern der Umsetzung. In diesen Gruppen können die für das jeweilige Thema wichtigen Akteure direkt in den Forschungsprozess einbezogen werden und so die Forschung mit Praxisanliegen und Umsetzungsfragen vernetzen. Mit diesen Begleitgruppen werden sowohl der Austausch innerhalb der Projekte als auch die Umsetzung der Projektergebnisse gefördert.

Eingeschlossen ist in der Umsetzung auch die spezifische Öffentlichkeitsarbeit, also Aktivitäten, die zum Ziel haben, Anwender oder betroffene Kreise für das Thema zu sensibilisieren, ein spezifisches wissenschaftliches Thema unter Interessenten zu «positionieren» oder eine Zusammenarbeit für die konkrete Anwendung einer neuen Technologie und des neuen Wissens zu fördern. Als Produkte sind beispielsweise auch Flyer und der im Web verfügbare Newsletter sowie das Programmportrait zu nennen.

7. Programmstruktur

Das Programm enthält zwei Forschungsachsen, einerseits das Natursystem und andererseits das Gesellschaftssystem (vgl. Bild 4).

Die Forschungsachse «Natursystem» widmet sich den Veränderungen des Wasserhaushaltes, des Wasserregimes, der Wasserqualität und der Gewässerökosysteme, welche sich infolge von Klimawandel, Landnutzungsänderungen und anderer anthropogener Aktivitäten ergeben. Daraus leiten sich die Anforderungen an einen nachhaltigen Umgang mit den Wasserressourcen ab. Die Projekte dieser Forschungsachse sind im Cluster «Hydrologie» zusammengefasst. Die Forschungsachse «Gesellschaftssystem» befasst sich mit dem sozioökonomischen Wandel und den sektorübergreifenden Strategien für die nachhaltige Wassernutzung sowohl hinsichtlich der Bewirtschaftung als auch des Schutzes des Wassers. Dabei werden die Entwicklung und die Umsetzung neuer angemessener Managementsysteme angestrebt. Die Projekte dieser Forschungsachse sind im Cluster «Wassermanagement» zusammengefasst. Die beiden Forschungscluster «Hydrologie» und «Wassermanagement» kommunizieren miteinander hauptsächlich über das Wasser-Nutzungssystem.

8. Cluster Hydrologie – Gletscher, Grundwasser und Extremereignisse

Hier soll untersucht werden, welche Auswirkungen der Klimawandel, anthropogene Eingriffe und steigender Nutzungsdruck auf die Wasserressourcen haben. Hauptfragen sind: Wie verläuft der Gletscherrückgang und wie wirkt er sich aus? Inwiefern werden das Grundwasser und damit die Wasserversorgung beeinflusst und allenfalls beeinträchtigt? Mit welchen Extremereignissen wie Hochwasser und Dürren ist in Zukunft zu rechnen? Welche Anforderungen ergeben sich aus den diversen Auswirkungen für die künftige Wasserbewirtschaftung?

9. Cluster Wassermanagement

Hier sind folgende Hauptfragen gestellt: Mit welchen Auswirkungen des Klima- und sozioökonomischen Wandels auf die hydrologischen Dienstleistungen (Wasserversorgung usw.) ist zu rechnen? Wie wirkt sich der globale Wandel auf die Ökosysteme der Fließgewässer aus und welcher Handlungsbedarf ergibt sich daraus? Wie lassen sich die Wassernutzung, der Schutz des Wassers und der Schutz vor dem Wasser ganzheitlich planen? Wie können Interessenskonflikte vermieden werden und wie ist mit unvermeidbaren Interessenskonflikten umzugehen? Wie kann die langfristige Planung zur Erneuerung und Sicherung der Wasserinfrastrukturen gestaltet werden? Wie kann sich die Landwirtschaft an neue Rahmenbedingungen anpassen?

10. Auswahl der Projekte

Nach der Ausschreibung des NFP 61 am 20. Oktober 2008 wurden 70 Projektskizzen über einen Betrag von CHF 35.8 Mio. eingereicht. Die Projektskizzen wurden durch fachlich ausgewiesene, ausländische Expertinnen und Experten und die Mitglieder der Leitungsgruppe hinsichtlich der wissenschaftlichen Qualität und verschiedener Relevanzkriterien beurteilt. Gestützt auf die beinahe 200 schriftlichen Gutachten hat die Leitungsgruppe die Projekte eingehend behandelt und 19 Projektleitende eingeladen, ein detailliertes Forschungsgesuch einzureichen.

Auf diese Einladung hin gingen 18 Anträge ein, die wiederum durch internationale Expertinnen und Experten und durch die Leitungsgruppenmitglieder evaluiert wurden. Auf Empfehlung der Leitungsgruppe hat der Forschungsrat 16 Projekte bewilligt, deren Finanzumfang sich auf CHF 8.1 Millionen

beläuft (Tabelle 1). Die Forschungsprojekte sind zunächst auf die Dauer von höchstens 36 Monaten beschränkt. Die Leitungsgruppe wird im Laufe des Programms entscheiden, ob einzelne Projekte um weitere 12 Monate verlängert werden sollen. Die Forschungsphase dauert vier Jahre, von Anfang 2010 bis Ende Dezember 2013. Insgesamt verfügt das Programm über 12 Millionen CHF.

11. Programmablauf

Die Gesamtverantwortung für die Nationalen Forschungsprogramme trägt innerhalb des Schweizerischen Nationalfonds die Abteilung IV (Orientierte Forschung). Für jedes NFP konstituiert der Nationale Forschungsrat eine Leitungsgruppe, deren Mitglieder für die jeweiligen Programme hauptsächlich aufgrund ihrer wissenschaftlichen Kompetenz und ihrer Erfahrung mit anwendungsorientierter Forschung ernannt werden. Die Leitungsgruppe

Cluster Hydrologie – Gletscher, Grundwasser, Extremereignisse:

- *Gletscherrückgang – noch genügend Wasser für die Wasserkraftproduktion?*
Prof. Dr. Martin Funk, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich
- *Seen als Folge schmelzender Gletscher: Chancen und Risiken*
Prof. Dr. Wilfried Haeberli, Geographisches Institut, Universität Zürich-Irchel
- *Grundwasserknappheit durch Klimawandel?*
Prof. Dr. Daniel Hunkeler, Centre d'Hydrogéologie, Université de Neuchâtel
- *Karstwasser, eine Wasserressource für die Zukunft?*
Dr. Pierre-Yves Jeannin, Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie
- *Einfluss des Klimawandels auf das Grundwasser*
Dr. David M. Livingstone, Wasserressourcen und Trinkwasser, Eawag
- *Wie verändert sich die Hochwassergefahr in den Alpen?*
Dr. Felix Naef, Institut für Umweltingenieurwissenschaften, ETH Zürich
- *Sind wir auf Trockenperioden vorbereitet?*
Prof. Dr. Sonia Seneviratne, Institut für Atmosphäre und Klima, ETH Zürich
- *Von Flüssen gespiesenes Trinkwasser: Noch sauber genug?*
Prof. Dr. Urs von Gunten, Wasserressourcen und Trinkwasser, Eawag

Cluster Wassermanagement:

- *Wasser wird auch für die Schweizer Landwirtschaft knapp*
Prof. Dr. Jürg Fuhrer, Versuchsanstalt Agroscope, Reckenholz-Tänikon ART
- *Nachhaltige Sicherung von Wasserressourcen*
Prof. Dr. Adrienne Grêt-Regamey, Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung, ETH Zürich
- *Auf dem Weg zu einer integrativen Wasserpolitik*
Dr. Andreas Klinke, Cirus, Sozialwissenschaftliche Abteilung, Eawag
- *Langfristige Planung nachhaltiger Wasserinfrastrukturen*
Dr. Judit Lienert, Systemanalyse und Modellierung, Eawag
- *Mehr Hochwasser – mehr Sedimenttransport – weniger Fische?*
Dr. Dieter Rickenmann, Eidg. Versuchsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
- *Bewässerungskanäle für die Artenvielfalt und den Tourismus*
Dr. Raimund Rodewald, Stiftung Landschaftsschutz Schweiz
- *Integriertes Management der Wasserqualität von Fließgewässern*
Dr. Christian Stamm, Umweltchemie, Eawag
- *Wasserbewirtschaftung in Zeiten von Knappheit und globalem Wandel*
Prof. Dr. Rolf Weingartner, Geographisches Institut, Universität Bern

Tabelle 1. Forschungsprojekte des NFP61.

Mitglieder der Leitungsgruppe des NFP 61:

- Prof. em. Christian Leibundgut (Präsident), Institut für Hydrologie IHF, Universität Freiburg i.Br.
- Prof. Günter Blöschl, Institut für Wasserbau und Ingenieurhydrologie, Technische Universität Wien
- Prof. Dietrich Borchardt, Departement Aquatische Ökosystemanalyse, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ, Leipzig
- Ing. dipl. ETH Ulrich Bundi, ehemals EAWAG, Dübendorf
- Prof. Bernd Hansjürgens, Fachbereich Sozialwissenschaftliche Umweltforschung, Departement Ökonomie, Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ, Leipzig
- Prof. Bruno Merz, Direktor Departement Geoengineering, GeoForschungs-Zentrum, Potsdam
- Prof. Franz Nobilis, Ministerialrat a.D. im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Wasserhaushalt (Hydrografisches Zentralbüro) Wien, und Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien

Delegierte der Abteilung Orientierte Forschung des Forschungsrats des SNF:

- Prof. Nina Buchmann, Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich

Umsetzungsbeauftragte:

- Prof. Dr. Patricia Fry, Wissensmanagement Umwelt GmbH, Zürich

Beobachter der Bundesverwaltung:

- PD Dr. Stephan Müller, Direktor der Abteilung Wasser, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern

Programmkoordinatorin:

- Dr. Barbara Flückiger Schwarzenbach, Schweizerischer Nationalfonds SNF, Bern

Meadows D. L., (1972): The Limits of Growth, Report Club of Rome.

Meadows D.H., D. L. Meadows, J. Randers and W.W. Behrens, III Limits to Growth, Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, 2nd ed. Universe Books, New York, 1974.

Perera J., (1993): A Sea turns to Dust, New Scientist, New Scientist Publications, London, Vol. 140, No 1896, October 23, p. 24–27.

Schaffner M., M. Pfändler, H. Aschwanden 2010: Stand und Zukunft der Schweizer Wasserwirtschaft. «Wasser Energie Luft» – 102. Jahrgang, 2010, Heft 1.

SNF (Schweizerischer Nationalfonds) 2010 nachhaltige Wassernutzung. Portrait des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61.

Wiegandt E., Editor 2009: Mountains: Sources of Water, Sources of Knowledge; Advances in Global Change Research 31, 376, Springer.

Winkler I. T., (2008): Das Menschenrecht auf Wasser – Priorität für die Erfüllung menschlicher Bedürfnisse. Wasser – Konfliktstoff des 21. Jahrhunderts, Universitätsverlag Winter, Heidelberg.

Anmerkung: Der Beitragsteil zum NFP 61 stützt sich im Wesentlichen auf das Programm-Portrait unter www.nfp61.ch/D/Seiten/publikationen.aspx, dort findet sich auch weitere Information. Es kann beim SNF in gedruckter Form bestellt werden.

Tabelle 2. Leitungsgruppe des NFP 61.

ist verantwortlich für die Durchführung des NFP (Tabelle 2). Sie ist über die ganze Programmdauer hinweg vornehmlich strategisch tätig. Sie verleiht dem Programm sein spezifisches Profil und bietet Gewähr für die nötige Kontinuität und Kohärenz. Die Mitglieder der Leitungsgruppe des NFP 61 kommen aus verschiedenen Disziplinen und Nationen. Sie decken unterschiedliche Teilgebiete der Forschung zur nachhaltigen Wassernutzung ab. Die Hauptaufgaben der Leitungsgruppe sind die Projektauswahl zur Weitergabe an den Forschungsrat, die Organisation der wissenschaftlichen Koordination, die Projektbegleitung, die Überwachung der Nationalfonds-Qualitätsstandards, die Sicherung der wissenschaftlichen Qualität und die Einhaltung der Zielkonformität, die Bewertung der Zwischen- und Schlussberichte der Projekte und die Erarbeitung der Syntheseberichte und Programmschlussberichte für die Auftraggeber (letztlich dem Bundesrat).

Literatur

Ausführungsplan NFP 61, 2009: Nationales Forschungsprogramm NFP 61. Schweizerischer Nationalfonds, Bern

Barandat J. (2008): Exkurs: «Einführung eines Menschenrechts auf Wasser» kommt einer Einladung zu Humanitären Intervention gleich! Wasser – Kon-

fliktstoff des 21. Jahrhunderts, Universitätsverlag Winter, Heidelberg

Bundi U., Editor 2010: Alpine Waters; the Handbook of Environmental Chemistry, 278, Springer.

Bundi U. & B. Truffer 2001: Integrated Water Assessment and Management. EAWAG News 51

Folke Carl, Steve Carpenter, Thomas Elmqvist, Lance Gunderson, C.S. Holling and Brian Walker (2002): «Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations» AMBIO: A Journal of the Human Environment (31), S. 437–440.

Grambow M., Meng W., Weiler R., Wilderer P., (2009) «Verantwortung für globale Herausforderungen übernehmen – Ergebnisse und Interpretation des «Earth System Engineering» Kongresses September 2008 in Wildbad Kreuth», KW (Korrespondenz Wasser).

Grambow M. 2009: Integriertes Wasser-Resourcenmanagement als Antwort auf drängende Fragen – die Nachhaltigkeit als Dreh- und Angelpunkt einer globalen zukunftsfähigen Entwicklung. Umweltwirtschaftsforum, 17:235–242.

Latouche S. 2009: Farewell to Growth. Polity Press, Cambridge.

Leibundgut Ch., (2007): Ein Zentrum für Wasserforschung in Freiburg i. Br. (ZWF) – Konzept und Struktur. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, JG. 51, H. 1, 2007, S. 39–40.

Mays L. W., ed. 2007: Water Resources Sustainability. McGraw-Hill, New York.

Anschrift des Verfassers

Christian Leibundgut

Prof. em. am Institut für Hydrologie IHF – Universität Freiburg i. Br.,

Fahnenbergplatz, D-79098 Freiburg i. Br.

Tel. +49 (0)761 203 3531,

chris.leibundgut@hydrology.uni-freiburg.de

<http://www.hydro.uni-freiburg.de>

persönlich: <http://www.hydro.uni-freiburg.de/mitarb/lg.html>