

# Zukünfte der Siedlungswasserwirtschaft

Eine Szenarioanalyse für die Schweiz

Die schweizerische Siedlungswasserwirtschaft ist mit zunehmenden Unsicherheiten konfrontiert. Neue Problemstoffe, neue Regulierungen, neue Technologien und veränderte Anbieter- und Nachfragestrukturen führen dazu, dass Prognosen, die von einer linearen Weiterführung heutiger Bedingungen ausgehen, zunehmend angreifbar werden. Dies erschwert eine langfristig ausgerichtete Planung. Zugleich müssen aber tiefer greifende Veränderungsprozesse langfristig vorbereitet werden, da die Siedlungswasserwirtschaft wegen ihrer Komplexität und der Dauerhaftigkeit ihrer technischen Anlagen kaum kurzfristig an veränderte gesellschaftliche Anforderungen, neue technische Entwicklungen oder Risiken angepasst werden kann. Im folgenden Artikel wird eine Methode vorgestellt, mit der in Szenarioworkshops qualitative Entwicklungsmöglichkeiten für die schweizerische Siedlungswasserwirtschaft ausgelotet werden können.

## 1. Zukunftsforschung in Infrastrukturektoren

Die letzten zehn, fünfzehn Jahre waren alle Ver- und Entsorgungssektoren durch einen Anstieg von Unsicherheiten geprägt. Ausgehend von Veränderungen der Rahmenbedingungen durch Deregulierungs- und Privatisierungsansätze wurden manche der bisherigen Planungsgrundlagen in Frage gestellt. In einigen Sektoren, insbesondere in der Stromversorgung, haben Liberalisierungsprozesse zu einem radikalen Umbruch der Organisationsstrukturen geführt. Obwohl im Schweizer

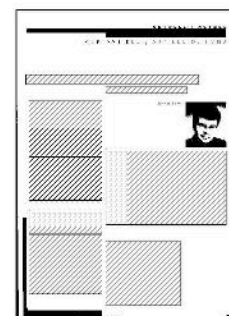


Bernhard Truffer

## Avenir de la gestion des eaux urbaines

### Analyse de scénario en Suisse

La gestion des eaux urbaines en Suisse est confrontée à des incertitudes croissantes. Devant la multiplication des substances polluantes, la pression croissante de la réglementation, les nouvelles technologies, l'évolution structurelle de l'offre et de la demande, il n'est plus possible d'extrapoler linéairement les paramètres actuels,



ce qui rend les prévisions à long terme d'autant plus difficile. Inversement, la gestion des eaux urbaines est un ensemble complexe de processus et d'installations techniques qui ne se laissent pas adapter rapidement aux nouvelles exigences de la société, aux progrès techniques ou à l'évolution des risques. De telles mutations profondes se préparent longtemps à l'avance.

### **Futurities of Sanitary Engineering A Scenario Analysis for Switzerland**

The Swiss sanitary engineering is facing increasing uncertainty. New impurities, new regulations, new

technologies, and changed supply and demand structures lead to the fact that prognosis based on a linear continuation of today's condition are being questioned more and more. Long-term planning is getting difficult. In addition, more drastic changing processes have to be prepared on a long run, since sanitary engineering can hardly be adapted to changed social demands, new technical developments or risks in the short term because of its complexity and the durability of the technical equipment.

Wassersektor eine vergleichbar dramatische Neusetzung der Rahmenbedingungen auf absehbare Zeit nicht zu erwarten ist, könnten auch hier die Unsicherheiten zunehmen. So entfalten neue Organisationsstrukturen, aber auch neue Technologien, Problemstoffe und veränderte Refinanzierungs- und Nachfragebedingungen einen nur schwer abzuschätzenden Einfluss auf die künftige Entwicklung der Wasser- und Abwasserentsorgung.

Diese Unsicherheiten haben grosse Auswirkungen auf die Effizienz und Wirksamkeit herkömmlicher Planungsansätze. Konnte in den vorhergehenden Jahrzehnten weitgehend auf Basis mittelfristig stabiler Prognosen geplant und investiert werden, sind Entscheidungen über langfristige Infrastrukturinvestitionen heute schwieriger geworden. Mit zunehmender Unsicherheit divergieren auch die Einschätzungen unterschiedlicher Akteure, wo Prioritäten zu setzen sind, und welche Zukunft zu erwarten ist. Diese Unsicherheiten werden insbesondere an den Schnittstellen unterschiedlicher Akteursgruppen der Siedlungswasserwirtschaft wirksam, etwa zwischen Regulierung und Anla-

genbetrieb oder zwischen Forschung und Praxis. Hier können die Unsicherheiten zu kontroversen Einschätzungen und Koordinationsproblemen führen.

Angesichts dieser Ausgangslage haben sich die Forschungsabteilungen der Eawag, die sich mit der Siedlungswasserwirtschaft auseinandersetzen, dazu entschlossen, eine neue Methodik anzuwenden, um ihre mittelfristigen Forschungsstrategien festzulegen. Einerseits sollten die Unsicherheiten dabei möglichst umfassend berücksichtigt werden und andererseits sollte die Sichtweise von Praxisexperten explizit in die Prioritätenbildung einbezogen werden. Bei der gewählten Methodik handelt es sich um so genannte *Foresight-* oder *Scenario Planning-Ansätze* [1]. Diese werden seit Jahrzehnten in Unternehmen zur strategischen Planung eingesetzt. Unternehmen, etwa im Investitionsgüterbereich, sind einer schwankenden Nachfrage, aber auch einer zunehmend globalen Konkurrenzsituation ausgesetzt. Prognosen über die Marktentwicklung der eigenen Produkte sind damit oft mit erheblichen Unsicherheiten versehen. In diesem Zusammenhang hat sich die

Anwendung von qualitativen Szenariomethoden als sehr hilfreich erwiesen. Es geht dabei weniger um die Prognose, was die Zukunft effektiv bringen wird, als vielmehr um die Abschätzung, was passieren könnte, um sich auf mögliche Zukünfte frühzeitig einstellen zu können.

*Foresight-Methoden* wurden in den 1950er- und 1960er-Jahren entwickelt und gehören seither zum Standardrepertoire der Strategieformulierung grösserer Firmen. In jüngerer Zeit wurden solche Ansätze auch in politischen Kontexten (etwa nach dem Fall des Apartheidregimes in Südafrika) eingesetzt, um längerfristige Entwicklungsmöglichkeiten gemeinsam zwischen unterschiedlichen Interessengruppen auszuloten (für einen Überblick vgl. [2–5]). In Infrastruktursektoren ist diese Methodik nur spärlich eingesetzt worden. Eine Ausnahme stellt ein grösseres Forschungsprojekt in Deutschland dar, welches sich mit Nachhaltigkeitsstrategien für die Versorgungssektoren Strom, Gas, Wasser und Telekommunikation befasst [6]. Eine andere neue Studie, befasst sich explizit mit radikalen Transformationspotenzialen in der Siedlungswasserwirtschaft [7]. Hier wurden drei Zukunftsszenarien erarbeitet; eines mit einem zentralen Wasserver- und -entsorgungskonzept und zwei Optionen mit unterschiedlichem Dezentalisierungsgrad. Die ökonomischen und ökologischen Vor- und Nachteile dieser Szenarien wurden für zwei Modellregionen in Deutschland evaluiert. Ferner sind Szenariomethoden auf der Ebene von einzelnen Wasserunternehmen in England und Wales, wo die Wasserwirtschaft frühzeitig liberalisiert wurde, weit verbreitet [8].

## 2. Die gewählte Szenariomethodik

Szenarioprozesse umfassen meistens folgende Schritte: Zuerst wird eine *Szenariofrage* formuliert, auf welche die Szenarien Antworten geben sollen. Danach werden relevante *Einflussfaktoren* gesammelt. Mittels einer strukturierten *Bewertung* der einzelnen Faktoren werden diejenigen ausgewählt, die es erlauben, ein möglichst relevantes *Zukunftsbild* abzuleiten. In einem vierten Schritt werden mögliche zukünftige *Ausprägungen* bestimmt, die die einzelnen Faktoren einnehmen könnten. Zum Beispiel kann die «finanzielle Lage von Gemeinden» (= Faktor) von grosser Bedeutung für die Finanzierung der Siedlungswasserwirtschaft sein, wobei sowohl «steigende», «gleich bleibende» oder auch «stark rückläufige Einnahmen» denkbar sind (= drei mögliche Ausprägungen des Faktors). Schliesslich wird nach kompatiblen *Ausprägungsprofilen* zwischen den einzelnen Faktoren gefragt. Beispielsweise ist der zunehmende Einsatz Wasser sparender Armaturen (Faktor 1) notwendigerweise mit einem Rückgang des Wasserverbrauchs (Faktor 2) zu koppeln. Szenarien stellen dann Kombinationen von Faktorausprägungen dar, die für eine mögliche Zukunft charakteristisch sind.

Diese einzelnen Schritte können je nach Detaillierungsgrad, Aufgabenstellung, berücksichtigtem Akteurskreis und verfügbarer Datenqualität sehr unterschiedlich ausgeformt werden. Die einzelnen Schritte wurden im EAWAG-Projekt wie folgt umgesetzt:

- I. Die *Szenariofrage* wurde im Kreis der Eawag-Forschenden festgelegt: «Wie kann sich die schweizerische Siedlungswasserwirtschaft in den nächsten 25–30 Jahren entwickeln, so dass auch langfristig (50–70 Jahre) eine nachhaltige Wasserver- und Abwasserentsorgung gewährleistet ist?»
- II. Potenziell relevante *Veränderungsfaktoren* wurden zunächst mittels einer Auswertung von Zukunftsstudien der Siedlungs-

wasserwirtschaft im deutschsprachigen Raum ausfindig gemacht [6, 9–12]. Danach wurden Experteninterviews mit 29 Fachpersonen aus Wissenschaft, Behörden, Ingenieursfirmen, Umweltorganisationen, Verbänden und Wasserunternehmen durchgeführt. Die Befragten gaben zu ihren Zukunftserwartungen und den wichtigsten Veränderungsfaktoren Auskunft. Die Auswertung der Interviews führte gemeinsam mit der Literaturanalyse zu einer Liste von ca. 120 Einflussfaktoren, die für die Zukunft der Siedlungswasserwirtschaft bedeutsam werden könnten. Das Projektteam analysierte und strukturierte diese Rohliste so, dass 56 voneinander klar abgrenzbare Faktoren übrig blieben.

- III. In einem internen Eawag-Workshop wurde diese Liste diskutiert und mittels einer *Unsicherheits-Einfluss-Analyse* auf 29 Kernfaktoren reduziert. In dieser Analyse wird jeder Faktor hinsichtlich zweier Kriterien bewertet: (1) Wie wichtig ist er für die gestellte Szenarienfrage, und (2) wie unsicher ist seine konkrete Ausgestaltung über den festgelegten Entwicklungszeitraum. So ist etwa die Bedeutung von dezentralen Technologien für die Abwasseraufbereitung potenziell hoch. Ob sich der Anteil dieser Technologien über die nächsten 25–30 Jahre jedoch weit unterhalb eines Prozentpunktes bewegen wird, oder ob es zu einer grösseren Verbreitung kommen könnte, ist heute nur sehr schwer vorherzusagen (*Kasten 1*). Bei der

Selektion von Faktoren wurde versucht, sich vor allem auf die Wichtigsten zu konzentrieren, die zugleich eine grosse Unsicherheit aufweisen. Denn genau solche Faktoren erlauben es, die Variationsbreite künftiger Entwicklungen eines Systems abzubilden.

- IV. Anschliessend an den ersten Workshop arbeitete ein Projektteam diese 29 Kernfaktoren zu *Faktoressays* aus (*siehe Kasten 1 für ein Beispiel*). Dabei wird jeder Faktor auf einer Seite folgendermassen beschrieben: Titel, Kurzbeschreibung des Faktors, heutiger Zustand sowie zwei bis vier relevante Ausprägungen, die der Faktor über die nächsten 25 Jahre annehmen könnte.
- V. In einem zweiten Workshop mit 17 Expertinnen und Experten, neun aus der Eawag und acht aus der Praxis, wurden die eigentlichen Szenariogerüste erarbeitet. Dieser dauerte zwei Tage und wurde von erfahrenen Moderatoren geleitet. Da die Teilnehmenden zuvor interviewt wurden, waren sie bereits auf das Thema eingestimmt. Die Auswahl der Praxisakteure wurde so gestaltet, dass ein möglichst breites Spektrum von Perspektiven im Workshop ver-

### (1) Marktdurchdringung von dezentralen Technologien

Ausprägung a: Stagnation

Ausprägung b: Erfolg in Nischenmärkten

Ausprägung c: Starke Ausdehnung des Nutzungsanteils

#### Beschreibung des Szenariofaktors:

Unter dezentralen Technologien werden solche Anlagen verstanden, die die Bereitstellung von Ver- und Entsorgungsdienstleistungen auf dezentraler Basis ermöglichen, d. h. ohne (oder nur mit geringem) Rückgriff auf zentrale Strukturen. Dezentrale Technologien ergänzen in vielen Fällen die zentralen technischen Systeme, teilweise ersetzen sie diese auch. Typische Beispiele sind dezentrale Anlagen zur Aufbereitung lokaler Trinkwasserquellen und von Regenwasser- oder Grauwasser, Vakuumtoiletten mit Biogasgewinnung aus den Fäkalien oder Kleinkläranlagen. Dezentrale Technologien und Verfahren sind häufig, aber nicht notwendigerweise umweltverträglicher oder nachhaltiger als zentrale Ver- und Entsorgungsangebote. Die Umweltverträglichkeit muss jeweils im Einzelfall bewertet werden.

#### Erläuterungen zu den Ausprägungen:

a: Die Weiterentwicklung dezentraler Technologien und eine Verbesserung ihrer Kostensituation finden kaum statt. Die Nutzer verhalten sich aus verschiedenen Gründen (z. B. erwartete Betriebsprobleme) eher ablehnend. Aus diesen Gründen verharren der Marktanteil dezentraler Technologien und Verfahren auf dem derzeitigen Stand.

b: Dezentrale Technologien erweisen sich als wettbewerbsfähig in klar begrenzten Marktmischen. Damit werden sie zwar zu einer Standardalternative der Abwasseraufbereitung. Sie erreichen jedoch nur geringe Marktanteile.

c: Durch technologischen Fortschritt werden dezentrale Technologien ökonomisch attraktiver, und den Pilotprojekten folgen umfangreichere Markteinführungen. Die Technologien können weiter verbessert werden, zugleich steigt die Akzeptanz der Nutzer, was eine erweiterte Marktdiffusion ermöglicht. Es kommt teilweise zu einer Substitution zentraler Systeme.

**Kasten 1** Beispielhafte Darstellung eines Faktoressays.

treten war. So waren neben Eawag-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auch Vertreter von Behörden, Ingenieurbüros, Verbänden und Wasserunternehmen beteiligt. Im Workshop wurden die 29 Kernfaktoren noch einmal ausgiebig diskutiert. Die Liste wurde um zwei weitere Faktoren ergänzt und dann in einer weiteren *Unsicherheits-Einfluss-Analyse* auf 15 Szenariofaktoren eingegrenzt (*Kasten 2*). Aus den 43 gewählten Ausprägungen (13 Faktoren mit 3 Ausprägungen und 2 Faktoren mit 2 Ausprägungen) wählten die Teilnehmenden drei «Ausgangsprojektionen» aus. Eine Ausgangsprojektion ist eine Faktorausprägung, welche nach Einschätzung der Teilnehmenden ein besonders plausibles, befürchtetes oder gewünschtes Szenario impliziert. Auf der Basis dieser Ausgangsprojektionen wurden drei Szenarien ausformuliert und mit kurzen Texten, Graphiken und einem kleinen Rollenspiel illustriert. Im letzten Schritt mussten die Teilnehmenden folgende Frage beantworten: «Angenommen Sie wissen, dass Szenario A (B oder C) tatsächlich eintreten wird, welche strategischen Projekte müssten Sie bereits heute einleiten, um auf die positiven/negativen Folgen vorbereitet zu sein?»

VI. Nach dem Workshop verfasste das Projektteam einen Schlussbericht, der den Teilnehmenden zugestellt wurde, und wertete

die strategischen Projekte aus. Diese werden von der Eawag zur Festlegung von sozio-ökonomischen Forschungsprioritäten für die nächsten fünf bis zehn Jahre genutzt.

### 3. Entwickelte Zukunftsbilder

In der Diskussion über bevorzugte Ausgangsprojektionen bildeten sich schnell drei Favoriten heraus. Die erste Ausgangsprojektion befasst sich mit der Bedeutung von regionalen Zusammenschlüssen von Wasserversorgungs- und Abwasserunternehmen mit dem Ziel, eine kritische Masse für eine Professionalisierung zentraler Unternehmensprozesse zu erreichen (*Faktor 16-A, Kasten 2*). Als zweite Projektion wurde eine ausgeprägte Ressourcenschutzorientierung gesehen, die sich in der Siedlungswasserwirtschaft auf Grund äusseren Drucks ergibt (*Faktor 29-B*). Als dritte Ausgangsprojektion, und weitgehend als Kontrapunkt zu den ersten beiden, wurde eine von den Teilnehmenden breit geteilte Bedrohung gewählt, nämlich eine generell verschlechterte Situation der Wasserunternehmen in Folge einer dramatisch verschärften finanziellen Lage (*Faktor 10-C*). Diese drei Ausgangsprojektionen liessen sich relativ eindeutig einzelnen *Akteursgruppen* zuordnen. Ausgangsprojektion A entspricht weitgehend einem Hoffnungsszenario der am Workshop anwesenden Praxisakteure. Szenario B wurde eher von den Forschenden favorisiert. Szenario C kann als geteiltes Bedrohungsbild beider Gruppen gesehen werden, wenn auf bestimmte sich abzeichnende Herausforderungen keine adäquate Antwort gefunden werden kann. In diesem Sinne stellen die auf den Ausgangsprojektionen basieren-

- (1) **Marktdurchdringung von dezentralen Technologien**
- (2) Entwicklungsfortschritt bei Schlüsseltechnologien
- (3) Steuerungs-, Regelungs-, Informations- und Kommunikationstechnik
- (4) Neue Entwicklungen auf Ebene der Hausinstallationen
- (5) **Separierung von Teilströmen im Abwassermanagement**
- (6) Preissensitivität
- (7) Ausgewogenheit der Investitionen (Abwasser & Trinkwasser)
- (8) Internationalisierung der Umweltschutzkosten
- (9) Finanzielle Lage der Kommunen
- (10) **Finanzielle Gesundheit der Wasserunternehmen (Ausgangsprojektion C)\***
- (11) **Neue Anreizmodelle und Finanzierungsmodelle der SWW**
- (12) **Intensität des Wettbewerbs in der SWW**
- (13) **Veränderung von Einleitungsbestimmungen für gereinigtes Abwasser**
- (14) Vertikale Kompetenzverteilung (Gemeinde, Kanton, Bund, EU)
- (15) **Flussgebietsbezogene Bewirtschaftung von Wasserressourcen**
- (16) **Regionalisierung durch Zusammenschlüsse / Zweckverbände (Ausgangsprojektion A)\***
- (17) Einbezug von Privaten in die Leistungserbringung
- (18) Bedeutung von integrierten Ver- und Entsorgungsunternehmen
- (19) Internationalisierung und Konzentration der SWW-Märkte
- (20) **Innovationsoffenheit und Flexibilität**
- (21) Entwicklung neuer Dienstleistungsmärkte
- (22) **Gesellschaftliche Anforderungen an die SWW**
- (23) Akzeptanz neuer Technologien
- (24) Bedeutung des Schliessens von Nährstoffkreisläufen
- (25) **Bedeutung von Mikroverunreinigungen in Wasser / Abwasser**
- (26) **Forschung als Innovationsmotor für neue Technologien**
- (27) **Anthropogene Umwelteinflüsse**
- (28) Lokale/regionale Verfügbarkeit von Wasserressourcen
- (29) **Professionalisierung des Stoffstrommanagements (Ausgangsprojektion B)\***
- (36) **Wassermengenprofil**

**Kasten 2** Liste der 29 Faktoressays, der 15 ausgewählten Szenariofaktoren (fett gesetzt) und der drei gewählten Ausgangsprojektionen (mit \* markiert).

den Szenarien keine «objektiven» Prognosen dar, sondern bewusste (und offen diskutierte) Entscheidungen der Teilnehmenden zu möglichen Entwicklungsoptionen. Die Auswahl musste einzig dem Kriterium genügen, möglichst relevante oder interessante Zukünfte in den Blick zu nehmen.

Die Szenarien wurden dann in drei Gruppen entwickelt. Dazu wurde für jeden Faktor die Frage gestellt: «Angenommen wir wissen, dass die Ausgangsprojektion A (B, C) in 25 Jahren eintritt, welche Ausprägung hat dann der Faktor x, y, z?» Als Beispiel: Unter der Ausgangs-

projektion A (zunehmend regionale Zusammenschlüsse der Wasserunternehmen) beschloss die Expertengruppe, dass der Faktor 1 (Marktdurchdringung von dezentralen Technologien) die mittlere Ausprägung (b) annehmen sollte; d. h. dass sich dezentrale Technologien in Nischen zwar als wettbewerbsfähig erweisen würden, diese aber insgesamt nur geringe Marktanteile erreichen würden. Unter der Ausgangsprojektion B hingegen (konsequentes Management der Stoffkreisläufe) sollte dieser Faktor 1 die starke Ausprägung (c) erhalten, d. h. dass es zu einer umfangrei-

chen Markteinführung von dezentralen Technologien kommen würde (*Kasten 1*). Nachdem allen verbleibenden 14 Faktoren durch diese Prozedur eine eindeutige Ausprägung zugeordnet worden war, konnten die Szenarien wie folgt ausformuliert werden:

A) Die schweizerische Siedlungswasserwirtschaft wird in 25–30 Jahren sehr viel weniger Unternehmen umfassen: Aus den heute ca. 4000 werden etwa 300–350 neue Unternehmen hervorgehen, die sich vorwiegend durch regionale Zusammenschlüsse gebildet haben. Einzelne Aufgaben sind an private Firmen ausgelagert, aber die Wasserunternehmen bleiben vorwiegend in öffentlicher Hand. Die Grösse ermöglicht eine stärkere Professionalisierung von Unternehmensfunktionen, wie etwa dem Infrastruktur-, Finanz- und Innovationsmanagement oder der strategischen Planung. Der Effizienzdruck auf die Wasserunternehmen nimmt zu, die gesellschaftlichen Anforderungen steigen. Gleichzeitig ist aber die Finanzierung nicht grundsätzlich gefährdet und alle essenziellen Investitionen können realisiert werden. Je nach konkreter Ausprägung, ist das Szenario hoch kompatibel mit dem zunehmend flussgebietsbezogenen Management von Wasserressourcen, wie es etwa in der EU-Wasserrahmenrichtlinie gefordert wird.

B) Der politische Druck zu Gunsten eines schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen und einer Schliessung von Stoffkreisläufen nimmt stark zu. Zudem wird ein grundsätzlich anderer Umgang mit Wasser gefordert, der die Spirale «neue Problemstoffe – Einleitbedingungen verschärfen – Kläranlage erweitern» durchbrechen soll. Diese Entwicklung wird einerseits durch eine zunehmende Bedeutung von Mikroverunreinigungen (z. B. Pharmazeutika, Pestizide) oder

von hygienischen Parametern (z. B. Kryptosporidien im Trinkwasser) begünstigt. Andererseits werden neue, v. a. dezentrale Technologien zur Marktreife gebracht und treffen auf eine wachsende Nachfrage, was der Entwicklung von Entsorgungssystemen, die ohne Kanalisationsnetze auskommen, zusätzlichen Auftrieb verleiht. Zentrale Technologien spielen allerdings weiterhin eine wichtige Rolle. Somit kommt es – koordiniert über moderne Steuerungstechnik – zu einem Nebeneinander von zentralen und dezentralen Systemkomponenten. Obwohl der Effizienzdruck auf die Siedlungswasserwirtschaft gross ist, bleibt das System stabil. Allerdings kann sich nur ein Teil der Wasserversorger und Abwasserunternehmen behaupten. Diejenigen Unternehmen, die zunehmend Serviceangebote für Betrieb und Unterhalt von dezentralen Technologien entwickeln, können genügend Einnahmen generieren. Bei den Übrigen kommt es zu substantiellen Einnahmeverlusten.

C) Die Wasserunternehmen werden mit einem zunehmenden Auseinanderklaffen von Einnahmen und Ausgaben konfrontiert. Einerseits steigen die behördlichen Auflagen zur Eliminierung von Mikroverunreinigungen und die Anforderungen an die Wasserqualität (z. B. an die Badewasserqualität der Flüsse). Ferner führen jahrelang aufgeschobene Ersatzinvestitionen zu einem rasant ansteigenden Finanzbedarf. Andererseits verbreiten sich dezentrale Technologien derart,

dass es zu einem markanten Rückgang des Wasserverbrauchs und des Abwasseraufkommens kommt. Die Unternehmen können die Tarife nicht entsprechend anheben, und so kommt es zu massiven Ertrags-einbussen. Das Auseinanderklaffen von Kosten und Einnahmen führt schliesslich zu finanziellen Problemen der Wasserunternehmen. Besonders weil andere Infrastruktursektoren ähnliche finanzielle Probleme haben, verfügt die öffentliche Hand nicht über die notwendigen Mittel, diese Finanzierungsdefizite auszugleichen.

Diese drei Szenarien wurden durch die drei Arbeitsgruppen stichwortartig beschrieben, graphisch dargestellt und schliesslich wurde eine typische Szene aus dem Leben im Jahr 2030 in der Welt des jeweiligen Szenarios gespielt (in Szenario B etwa beschwerte sich ein Kunde lautstark über die schlechte Funktionsfähigkeit seiner dezentralen Wasseraufbereitungsanlage beim Wasserunternehmen).

Als Abschluss sollten die Teilnehmenden abschätzen, wie plausibel die einzelnen Szenarien sind. Eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit war ja kein zwingendes Auswahlkri-

terium für die Ausgangsprojektionen. Zu diesem Zweck erhielten sie je drei verschiedenfarbige Punkte, die sie auf einem Zahlenstrahl zwischen 0 und 100 aufklebten, um die subjektive Eintrittswahrscheinlichkeit der drei Szenarien darzustellen. Die für die ganze Gruppe abgeleiteten Häufigkeitsverteilungen sind in *Abbildung 1* gezeigt. Diese Verteilungen dürfen nicht als objektive Eintrittswahrscheinlichkeit interpretiert werden. Vielmehr zeigen die Einschätzungen, dass die Wahrscheinlichkeit von Szenario A am höchsten bewertet wurde, die beiden anderen Szenarien wurden als etwa gleich plausibel eingeschätzt. Keines der Szenarien wurde jedoch als blosser Gedankenübung abgewertet.

#### 4. Wie vorbereiten auf diese Zukünfte?

In einem letzten Schritt wurden im Szenarioworkshop *strategische Projekte* abgeleitet. Entsprechend der Interessen der Teilnehmenden bildeten sich zwei prioritäre Aktivitätsbereiche heraus, die jeweils von den Praxispartnern respektive den Forschenden favorisiert wurden.

Einerseits wurde (v. a. aus den Szenarien A und C) eine lange Liste generiert, die sich mit *Organisationsfragen* im weitesten Sinne beschäftigt: Welches ist eine optimale Grösse für ein regionales Wasserunternehmen? Wie können regionale Zusammenschlüsse gefördert werden? Welche Kompetenzen müsste ein Wasserunternehmen intern aufbauen? Welche Ausbildungsgänge müssten initiiert werden? usw. Dies weist auf einen hohen Beratungs- und Ausbildungsbedarf der Wasserunternehmen hin.

Für die Forschung sind diese Fragen mindestens ebenso relevant. Die Eawag ist dabei, im Bereich sozialwissenschaftlicher und ökonomischer Fragen zusätzliche Forschungskompetenz aufzubauen. Aufgrund der identifizierten Fragestellungen konnte ein detailliertes Anforderungsprofil für diese Forschungsrichtung abgeleitet werden. Dabei wurden folgende Bereiche identifiziert:

- a) Organisationsfragen der Siedlungswasserwirtschaft, etwa Untersuchungen zur regionalen Kooperation verschiedener Kommunen bzw. Ver- und Entsorgungsunternehmen oder die Beteiligung Privater;
- b) sozioökonomische Rahmenbedingungen für die Durchsetzung von radikalen Innovationen, etwa Analysen zu Marktbedingungen für die Verbreitung von dezentralen Abwasseraufbereitungsanlagen oder Systemen der Urinseparierung;

- c) Entscheidungsunterstützung und ökonomische Bewertung von Investitionsalternativen, z. B. Kosten-Nutzen-Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Technikvarianten in unterschiedlichen Anwendungskontexten;
- d) Verhalten von Wassernutzerinnen und -nutzern, etwa Ursachenanalysen des unterschiedlichen Wasserverbrauchs in Deutschland und in der Schweiz;
- e) Regulierungsfragen und Anreizstrukturen für die Siedlungswasserwirtschaft, etwa international vergleichende Untersuchungen der Wasserpolitik in der Schweiz, Deutschland, Frankreich und in England und Wales.

Die Eawag konnte die Ergebnisse als Orientierungsrahmen für den weiteren Ausbau sozialwissenschaftlicher Fachkompetenz nutzen. Darüber hinaus konnte zwischen den Praxisexperten und den Forschenden klarer herausgearbeitet werden, welche dieser Fragen wissenschaftlich fundiert untersucht werden müssen und wo ein grosser Beratungsbedarf besteht, der durch Beratungsfirmen abgedeckt werden könnte.

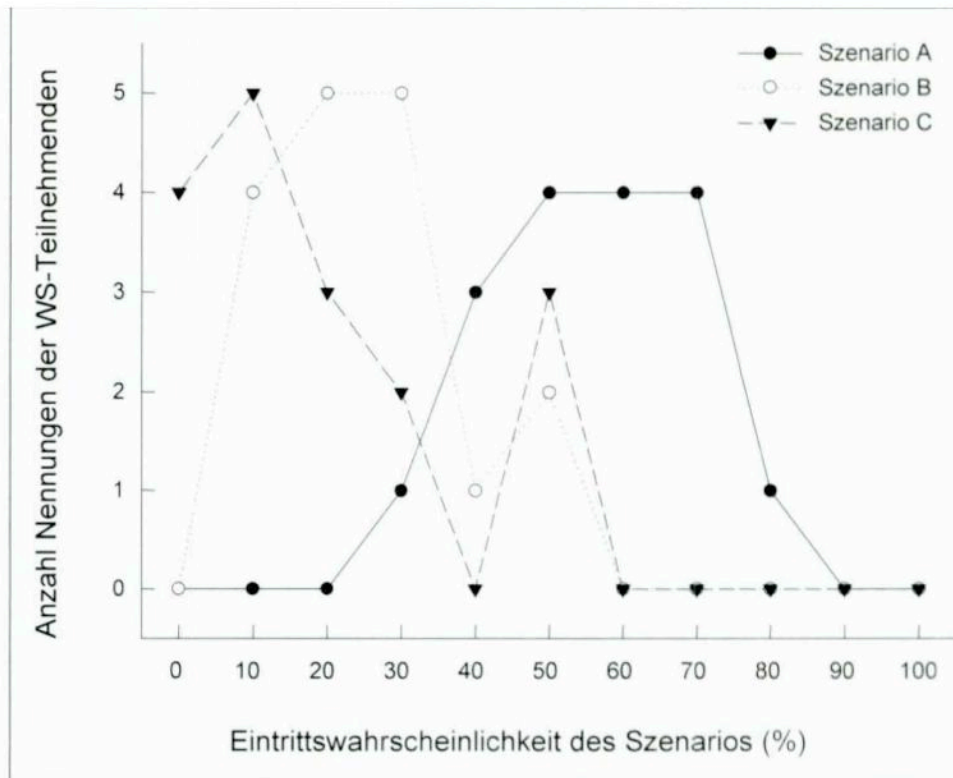


Abb. 1 Einschätzung der subjektiven Eintretenswahrscheinlichkeit der drei entwickelten Szenarien durch die Workshop(WS)-Teilnehmenden

Der zweite Bereich von Implikationen betrifft die Entwicklung von radikal neuen *Systemkonfigurationen* für die Siedlungswasserwirtschaft. Indirekt geht es dabei auch um die relative Bedeutung der Forschung in diesem Sektor: Ist die heutige Technik schon weit genug entwickelt und muss nur noch kosteneffizient eingesetzt werden? Oder – diese Position wird vor allem von den Forschenden vertreten – gibt es nicht vielmehr einen grossen Bedarf an einem fundamental anderen, nachhaltigeren Umgang mit Wasser in Siedlungen? Hier ergab sich vor allem aus den Szenarien B und C, dass neue Systemkonzepte auch für die Praxis mit grossen Risiken und Chancen verbunden sind. Beispielsweise könnte eine starke Verbreitung dezentraler Technologien zu neuen Systemanforderungen führen, die möglicherweise nicht früh genug erkannt werden und dadurch massive Probleme im bestehenden

Techniksystem hervorrufen. Denn die Verbreitung dezentraler Technologien ist mit grossen Unsicherheiten behaftet, die ausserhalb des Einflussbereichs der Siedlungswasserwirtschaft liegen. Es ist derzeit nicht absehbar, ob Technologien zur lokalen Wasseraufbereitung und dezentralen Abwasserentsorgung von Privatfirmen zur Marktreife entwickelt werden können und auf eine Nachfrage treffen. Wenn dies der Fall wäre, könnte dies zu einer Entkoppelung vom Netz führen, die heute noch kaum abschätzbare Folgen für die Funktionsfähigkeit und Finanzierbarkeit zentraler Systeme hätte.

Folglich gehört eine Auseinandersetzung mit möglichen Alternativen zumindest in den Aufgabenbereich einer vorausschauenden, professionellen Planung. Entsprechend müssen die Wasserunternehmen eigene Kapazitäten für Innovationsbeobachtung (*technology watch*), Technologiebewertung und für ein profession-

nelles Innovationsmanagement aufbauen. Gerade die Organisationsreformen, deren Bedeutung insbesondere von den Praxisexperten hervorgehoben wurde, können zu erweiterten Handlungsspielräumen führen und ein ideales Feld für die Kooperation zwischen Forschung und Praxis schaffen. Ferner folgerten die Teilnehmenden aus dieser Analyse, dass es nicht um eine grundsätzliche Wahl zwischen reinen zentralen oder reinen dezentralen Siedlungswasserwirtschaftssystemen geht. Beide Technologieformen werden weiter entwickelt werden müssen. Besonderes Augenmerk muss jedoch auf die intelligente Verbindung beider Technologieformen gelegt werden.

Somit hat sich der anfänglich identifizierte Interessengegensatz zwischen den beteiligten Expertinnen und Experten aus Praxis und Forschung im Verlaufe des Workshops teilweise aufgelöst. Zwar wird die relative Bedeutung von Organisationsfragen respektive radikalen Systemumbrüchen weiterhin unterschiedlich eingeschätzt, es ist aber klar geworden, dass beide Bereiche künftig verstärkt Beachtung finden müssen, um auch längerfristig mit den bestehenden Unsicherheiten umgehen zu können. Der Workshop hat dazu beigetragen herauszuarbeiten, wo und in welcher Form Praxis und Forschung auch in Zukunft sehr eng aufeinander angewiesen sein werden.

## 5. Folgerungen und Ausblick

Der Szenarioansatz hat sich als sehr gut geeignete Methode erwiesen, um mit unterschiedlichen Akteuren mit divergierenden Weltansichten und Prioritäten über ein sehr komplexes Problem strukturiert zu diskutieren. Im Verlaufe der Auseinandersetzung über Faktoren, Ausprägungen und Szenarien kam es zu einer Verständigung über

sonst eher unterschiedliche Problemeinschätzungen und zu einer Annäherung der Positionen. Dementsprechend waren die Rückmeldungen der Teilnehmenden durchwegs sehr positiv. Sie fanden, dass eine umfassende Diskussion über eine so breite Spanne von Entwicklungen zusammen mit den jeweiligen Interpretationen unterschiedlicher Akteursgruppen zu einem hohen Lerneffekt führte. Auch wenn die Hauptfunktion des Szenarioprozesses die Bestimmung von sozio-ökonomischen Forschungsprioritäten für die Eawag war, konnte zugleich eine breiter abgestützte und differenziertere Problemsicht erreicht werden, als wenn dieser Prozess nur intern durchgeführt worden wäre.

Die Szenariomethodik kann nicht nur für ein einzelnes Unternehmen oder Forschungsinstitut fruchtbar eingesetzt werden, sondern auch dazu dienen, politische Agenden zu definieren (aktuell etwa im Rahmen des Wasser Agenda 21 Prozesses, der von BUWAL, Kantonen, Verbänden und der Eawag angestoßen wurde). Weiter könnten damit Optionen der regionalen Kooperation beleuchtet und bewertet werden. Ein solches Projekt ist zurzeit im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 54 an der Eawag in Vorbereitung. Schliesslich könnte diese Methode auch zur Bestimmung von Prioritäten zur nachhaltigen Entwicklung eines ganzen Sektors eingesetzt werden [7].

Inhaltlich hat sich gezeigt, dass eine tragfähige Entwicklung der schweizerischen Siedlungswasserwirtschaft sowohl die Perspektive der Praxis als auch die der Forschung berücksichtigen muss. Einerseits muss das bestehende System inkrementell optimiert werden, damit Effizienz-

potenziale wahrgenommen werden können. Andererseits muss diese Professionalisierung auch dazu führen, dass positive und negative Entwicklungen durch radikal neue Systemoptionen abgeschätzt werden können. Um dies zu erreichen braucht es eine neue, zukunfts offene Rollenteilung zwischen Forschung und Praxis, mit entsprechenden Schnittstellen. Der Bedarf nach effizienteren Organisationsformen muss auf der Forschungsseite durch den Aufbau sozialwissenschaftlicher Kompetenzen ergänzt werden. Die ingenieurstechnische Untersuchung von radikalen Systemveränderungen muss auf ein professionalisiertes Innovationsmanagement in der Praxis treffen, damit die Konzepte

auf ihre Alltagstauglichkeit überprüft werden können. Sind diese beiden Bedingungen gegeben, sollte die schweizerische Siedlungswasserwirtschaft auch für Zeiten stark zunehmender Unsicherheiten gut gerüstet sein.

### Literaturverzeichnis

- [1] Ringland, G. (1998): Scenario Planning – Managing for the future. John Wiley & Sons, London.
- [2] Schnaars, S.P. (1987): How to develop and use scenarios. Long Range Plann., 20 (1), 105–114.
- [3] Schoemaker, P.J.H. (1995): Scenario planning: a tool for strategic thinking. Sloan Manage. Rev., 36 (2), 25–40.
- [4] Swart, R.J., Raskin, P., Robinson, J. (2004): The problem of the future: sustainability science and scenario analysis. Global Environ. Change – Human Policy Dimens., 14, 137–146.
- [5] Koschatzky, K. (2005): Foresight as a Governance Concept at the Interface between Global Challenges and Regional Innovation Potentials. Eur. Plan. Stud. 13 (4), 619–639.
- [6] Hiessl, H., Toussaint, D., Becker, M., Dyrbusch, A., Geisler, S., Herbst, H., Prager, J.U. (2003): Alternativen kommunaler Wasserversorgung und Abwasserentsorgung – AKWA 2100. Reihe Technik, Wirtschaft und Politik, Band 53. Schriftenreihe des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI). Physica-Verlag, Heidelberg.
- [7] Voss, J.-P., Truffer, B., Konrad, K. (2005): Sustainability Foresight für Versorgungssysteme. In: Meyerhoff, J., Nill, J. (Hrsg.) Jahrbuch Ökologische Ökonomik 4 – Innovationen und Nachhaltigkeit. Metropolis, Marburg, 175–200.
- [8] Phelps, R., Chan, C., Kapsalis, S.C. (2001): Does scenario planning affect performance? Two exploratory studies. J. Business Res. 51, 223–232.
- [9] Kluge, T., Koziol, M., Lux, A., Schramm, E., Veit, A. (2003): Netzgebundene Infrastrukturen unter Veränderungsdruck – Sektoranalyse Wasser. netWORKS-Papers, Nr. 2. <http://www.networks-group.de>, letzter Besuch Webseite: 05.04.2005.
- [10] Rothenberger, D. (2003): Report zur Entwicklung des Versorgungssektors Wasser. Forschungsbericht im Verbundprojekt «Integrierte Mikrosysteme der Versorgung» im Förderschwerpunkt «Sozial-ökologische Forschung» des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF): <http://www.mikrosysteme.org/>, letzter Besuch Webseite: 05.04.2005.
- [11] Euromarket (2004): Analysis of the European Water Supply and Sanitation Markets and its possible evolution. Research project on «Wa-

ter liberalisation scenarios». Final report for work package 2/3. Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), Water Institutions and Management Competence Centre (MIR), International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering

(IHE - Delft) <http://www2.epfl.ch/mir-page18246.html>, letzter Besuch Webseite: 05.04.2005.

- [12] Schönäck, W., Oppolzer, G., Kraemer, R.A., Hansen, W., Herberke, N. (2004): International Comparison of Water Sectors. Comparison of Systems against a Background of European and Economic Policy. Informationen zur Umweltpolitik Nr. 1536, herausgegeben vom Österreichischen Städtebund, Wien.

#### **Keywords**

Zukunftsanalysen – Szenariomethodik – nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft

#### **Adresse der Autoren**

Bernhard Truffer, Dr.  
CIRUS/EAWAG  
Seestrasse 79  
CH-6047 Kastanienbaum  
Tel. +41 (0)41 349 21 15  
Fax +41 (0)41 349 21 62  
[bernhard.truffer@eawag.ch](mailto:bernhard.truffer@eawag.ch)

Judit Lienert, Dr.  
EAWAG, Überlandstrasse 133  
CH-8600 Dübendorf  
Tel. +41 (0)44 823 55 74  
[judit.lienert@eawag.ch](mailto:judit.lienert@eawag.ch)

Jochen Monstadt, Dr.  
CIRUS/EAWAG  
Seestrasse 79  
CH-6047 Kastanienbaum  
Tel. +41 (0)41 349 21 82  
[jochen.monstadt@eawag.ch](mailto:jochen.monstadt@eawag.ch)