Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie und Wasserwirtschaft im Alpenraum

Autor(en): **Weingartner, Rolf**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **108 (2016)**

Heft 4

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-939534

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Auswirkungen des Klimawandels auf Hydrologie und Wasserwirtschaft im Alpenraum

Rolf Weingartner

Zusammenfassung
Verändertes und ergänztes Vortragsmanuskript zum Referat anlässlich der Hauptversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbands vom 1. September 2016 in Brig.

1. Einleitung

Der bekannte Schweizer Klimaforscher *Heinz Wanner* bringt es auf den Punkt: «Das Klimaproblem des 21. Jahrhunderts wird das Wasser sein» (Berner Zeitung, 7. August 2016). Dies gilt in erster Linie in einer globalen Perspektive. Relativ sichere Indizien deuten aber auch darauf hin, dass sich die Schweiz verschiedenen Herausforderungen im Bereich des Wassers stellen muss. Davon wird im Folgenden die Rede sein, aber auch davon, was wir machen können oder sogar machen müssen, um uns den Veränderungen im Wasserhaushalt anzupassen. Wenn wir uns im Folgenden auf die Anpassung (Adaptation) konzentrieren, heisst das aber nicht, dass Massnahmen zur Mitigation, also solche zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, von untergeordneter Bedeutung sind, ganz im Gegenteil!

2. An der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik

Alle kennen das Sprichwort «Steter Tropfen höhlt den Stein». Dieses Sprichwort gilt offensichtlich beim Klimawandel nur bedingt: Informationen, Berichte und Dokumentationen zum Klimawandel gibt es zuhauf, aber sie führen nicht zu einer konkreten Reaktion, zum eigentlichen Handeln. Zugespitzt könnte man sagen: Gesellschaft, Politik und Wirtschaft nehmen die Resultate der Klimaimpaktforschung zwar zur Kenntnis, sind aber bei der Massnahmenplanung ziemlich flügellahm, wie das folgende Zitat aus der Berner Zeitung vom 10. August 2016 belegt: «Eine eigentliche Planung für die Anpassungen an den Klimawandel gebe es noch nicht», meint *T.A.* vom Amt für Umwelt Koordination und Energie (Bern).

Es besteht also ein grosser Optimierungsbedarf an der Schnittstelle zwischen der Wissenschaft auf der einen Seite und Politik, Gesellschaft und Wirtschaft auf der anderen. Wie weit muss die Wissenschaft gehen, damit ihre Resultate so wahrgenommen werden, dass sie handlungsrelevant werden? Wer ist Ansprechpartner und damit auch Initiator für die Planung von Massnahmen aufseiten der Politik, Gesellschaft und Wirtschaft? Die Lösung dieser Schnittstellenproblematik ist wesentlich für eine effiziente Klimapolitik. Voraussetzung dazu ist natürlich, dass Politik, Gesellschaft und Wirtschaft die Klimafrage überhaupt als wichtig betrachten und bereit sind zu handeln. Aus meiner ganz persönlichen Sicht verliert sich die Politik heutzutage noch zu stark in Grundsatzdiskussionen, in Diskussionen also, ob der Klimawandel überhaupt stattfindet. Zielführender und effizienter wäre es, die Diskussionen darauf zu richten, was zu tun ist.

3. Identische Aussagen zu den hydrologischen Auswirkungen

Die schweizerischen Forscherinnen und Forscher beschäftigen sich schon seit längerem mit Fragen der hydrologischen Auswirkungen des Klimawandels in der Schweiz. Die Ergebnisse der ersten richtungsweisenden Studie, jene des Nationalen Forschungsprogramms 31 zu Fragen der Klimaänderung und Naturkatastrophen, wurden im Jahr 1998 publiziert (*Bader* und *Kunz* 1998): «Die Publikation macht deutlich, dass sich Politik, Gesellschaft und Wirtschaft der neuen Klimasituation anpassen müssen». Also bereits vor nunmehr 20 Jahren forderte die Wissenschaft ein proaktives Handeln!

In den letzten zehn Jahren wurde zu den hydrologischen Aspekten des Klimawandels sehr viel geforscht und publiziert. Als Erstes ist die Studie «Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserkraftnutzung» (*SGHL/CHy* 2011) zu nennen. Eine zentrale Erkenntnis auf der hydrologischen Seite ist die Vorverschiebung des saisonalen Abflussmaximum vom Sommer in den Spätfrühling, die deutliche Abnahme der Abflussmengen im Sommer und eine Abflusszunahme im Winter. Nur ein Jahr später folgte der Schlussbericht zur Studie «Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer» (*BAFU* 2012), an der sich viele Forschungsgruppen beteiligten. Wichtige Botschaften des Schlussberichts sind die zunehmende Wasserknappheit im Sommer und das dadurch zu erwartende erhöhte Koniktpotenzial zwischen den Nutzern. Schliesslich folgte die Studie «CH2014-Impact» des Oeschger-Zentrums für Klimaforschung an der Universität Bern (*Rössler et al.* 2014). Das Neue an dieser Studie war, dass neben dem Emissionsszenario A1B weitere Emissionsszenarien betrachtet wurden. Auch diese Studie spricht wieder von einer Verschiebung des Abflussregimes mit einer Zunahme der Abflussmengen im Winter und einer Abnahme im Sommer. CH2014-Impact verdeutlich, dass die Auswirkungen im hydrologischen System – aber nicht nur dort – mit dem 2 °C-Ziel massiv reduziert würden.

Insgesamt ist man sich in allen Studien weitgehend einig, dass – bezogen auf die Schweiz – die Sommertrockenheit aus hydrologischer Perspektive eine grosse Herausforderung des Klimawandels darstellt.

4. Entscheidende Rolle des Kryosphäre

Im heutigen Sprachgebrauch würde man bei der Zunahme trockener Sommer von einer robusten Aussage sprechen. Wieso das?

Nach *BAFU* (2012) schmelzen in der Schweiz jährlich rund 22 km^3 Schnee. Dazu kommt rund 1 km^3 Eisschmelze hinzu. Diese grosse Menge ist im jährlichen Wasserhaushalt von grosser Bedeutung.

Rund 40 % des Wasserhaushaltes aus der Schweiz stammt aus der Schneeschmelze. Bisher wurde der Rolle der Schneedecke in der Hydrologie der Schweiz eher wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dies wird sich mit der laufenden Klimaänderung sicherlich ändern (*BAFU* 2012). Die sehr wahrscheinliche Erhöhung der Lufttemperatur wird den Einfluss der Kryosphäre im Wasserhaushalt massiv verkleinern. So wird sich der Anteil des Schmelzwassers am Gesamtabfluss der Schweiz bis Mitte des Jahrhunderts um 15 bis 20 %, bis zum Ende des Jahrhunderts gar um 40 % vermindern (*BAFU* 2012). Da diese Veränderungen mit der Lufttemperatur korreliert sind, können sie auch als sehr wahrscheinlich betrachtet werden. Für die Abflussverhältnisse bedeutet dies, dass im Sommer nur noch wenig bis kein Schmelzwasser mehr vorhanden sein wird. Gleichzeitig geht man heute davon aus – und (nur) hier sind sich alle Klimamodelle einig – dass in Zukunft im Sommer weniger Niederschlag fallen wird. Allerdings werden diese Trockenperioden von Niederschlagsereignissen unterbrochen, deren Intensität sich gegenüber heute verstärken wird (*Fischer et al.* 2014).

All dies spricht dafür, dass in den Sommermonaten häufiger Trockenheitssituationen auftreten werden. Gleichzeitig wird sich die Variabilität des hydrologischen Systems erhöhen, da zukünftig der Niederschlag die dominante Steuergrösse bildet und nicht mehr die Schneeschmelze, welche heute noch von Jahr zu Jahr in grosser Regelmässigkeit auftritt. Die Veränderung der Kryosphäre hat aber auch einen Einfluss auf das Hochwassergeschehen. Im Alpen- und Voralpenraum, wo heute die grossen Hochwasser vor allem in den Sommermonaten auftreten, wird sich infolge der Erwärmung die Hochwassersaison erweitern.

Die Auswirkungen dieser Veränderungen zeigen sich auf allen Skalenbereichen und in den verschiedenen Regionen der Schweiz, also in kleinen alpinen Einzugsgebieten wie auch bei den grossen Flüssen. *Bild 1* illustriert, wie sich die regionalen Veränderungen im saisonale Abflussverhalten der Aare auswirken. Bemerkenswert ist hier vor allem die Verschiebung des Abflussminimums vom Winter in den Sommer.

Wie die oben erwähnte Studie zur Wasserkraftnutzung (*SGHL/CHy* 2011) belegt, haben diese saisonalen Veränderungen auch entscheidende Auswirkungen auf die Wasserkraftnutzung. Im Winter wird die Produktion um ein Mehrfaches zunehmen, im Sommer hingegen abnehmen, wobei diese Veränderungen vom Standort und der betrieblichen Situation abhängen. Nach einer Studie von *Hänggi et al.* (2011) wird sich die Wasserkraftproduktion in der Schweiz bis 2050 aus ganzjährlicher Sicht nur wenig verändern, vorausgesetzt allerdings, dass alle anderen Rahmenbedingungen (Strommarkt usw.) stabil bleiben. Die grosse Herausforderung für die Wasserkraftbetreiber wird also die Anpassung an die saisonalen Veränderungen sein. Daneben wird auch die klimabedingte Erhöhung der Naturrisiken zu beachten sein.

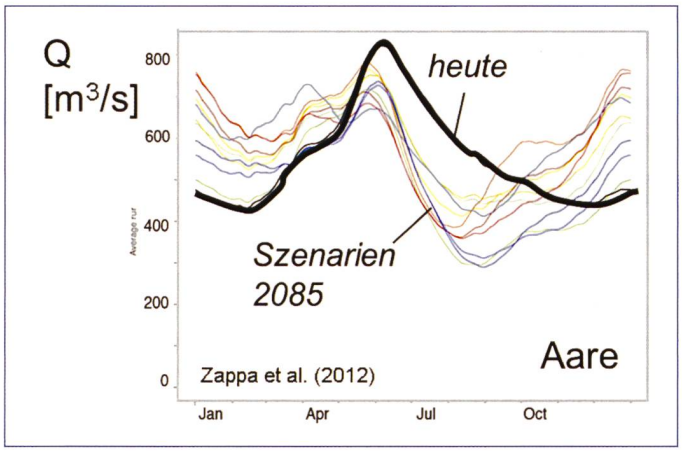


Bild 1. Projektionen für den Abfluss der Aare bei der Einmündung in den Rhein. Dargestellt sind langjährige mittlere Monatsabflüsse, aus BAFU (2012).

5. Vom Klimawandel zum globalen Wandel

Im Jahr 2010 startete das Nationale Forschungsprogramm 61 «Nachhaltige Wassernutzung». Seine Initiierung zeugt von der Erkenntnis, dass ein nachhaltiges Wassermanagement der Schlüssel zur Bekämpfung der Auswirkungen des Klimawandels ist. Es würde den Rahmen sprengen, hier auf die vielfältigen und interessanten Ergebnisse des Forschungsprogramms einzugehen. Es sei in diesem Zusammenhang auf den Schlussbericht verwiesen (*Leitungsgruppe NFP 61* 2015). Bemerkenswert ist aber, dass in verschiedenen Forschungsprojekten erkannt wurde, dass der sozioökonomische Wandel für die zukünftige Wassersituation ebenso wichtig ist wie der Klimawandel: «Die sozioökonomische Entwicklung ist der Hauptantreiber. Er beeinflusst bis 2050 das Wassersystem mehr als der Klimawandel» (*Weingartner et al.* 2014). Dieses Zitat basiert auf den Ergebnissen der interdisziplinären Studie MontanAqua in der Region Crans-Montana/Sierre. In diesem Projekt wurden insgesamt vier Szenarien zur sozioökonomischen Entwicklung der Region erarbeitet: (1) Die Region wächst weiter, (2) die Region stabilisiert sich auf dem heutigen Niveau, (3) die Region strebt eine nachhaltige Entwicklung an. Das vierte Szenario entwickelten die Einheimischen. Die Analysen zeigten, dass der Wasserverbrauch in der Region je nach Szenario signifikant zunehmen wird (bis zu 25 % beim Szenarium Wachstum), dass er aber auch abnehmen kann (bis zu –15 % beim Szenarium Nachhaltigkeit). Diese Veränderungen sind grösser als die durch die Klimaänderung verursachten Veränderungen im Wasserdargebot. Beim Szenarium Wachstum wird das Wasser in Trockenjahren im Spätsommer knapp.

Im Klartext verdeutlichen diese Resultate, dass wir mit unseren Entscheidungen die zukünftige Wassersituation massgeblich beeinussen können.

6. Bedeutung des Wassermanagements

In vielen Studien des NFP 61 wurde die Bedeutung des integrierten Wasserressourcenmanagements (IWRM) beschrieben, weil im Bereich des Wassermanagements teilweise erhebliche Defizite bestehen. Stellvertretend soll hier wiederum von den Erfahrungen in der Region Crans-Montana/Sierre berichtet werden (*Weingartner et al.* 2014). Welche Probleme wurden erkannt?

- Fragmentierte Wasserversorgung: Die elf Gemeinden in der Region arbeiten nur bedingt zusammen. Die Gemeindeautonomie hat Priorität. Regionales Denken ist erst in Ansätzen erkennbar.
- Ungleichheit im Zugang zum Wasser: Je nach Lage verfügen einzelne Gemeinden über sehr viel Wasser, andere Gemeinden sind wasserarm. Es bestehen also Ungleichheiten und Abhängigkeiten.
- Rechtlich unklare Situation: Die heutige Situation ist das Ergebnis einer jahrhundertelangen Geschichte. Entsprechend komplex ist die rechtliche Situation, sodass es schwierig ist, einen Überblick zu gewinnen. Absprachen und Gewohnheitsrecht sind des-

halb wichtige Pfeiler bei der Regelung von Wasserfragen. Das sind eher ungünstige Voraussetzungen für eine Neuorganisation der Wasserversorgung.

Einzelne oder gar alle Punkte sind typisch für die Situation in der Schweiz. Es besteht Handlungsbedarf. Es ist in diesem Zusammenhang bemerkenswert, dass sich in der Region von Crans-Montana in der Zwischenzeit einiges in Richtung Realisierung des IWRM getan hat. Das zeigt – und stimmt gleichzeitig optimistisch –, dass die aufgezeigten Probleme des Wassermanagements lösbar sind.

Nach Abschluss der Projektarbeiten veröffentlichte die Leitungsgruppe NFP 61 (2015b) ein hochinteressantes Faktenblatt. Es sei hier auf die wichtigsten Empfehlungen hingewiesen:

1. Das IWRM ist dringend notwendig, um den zukünftigen Herausforderungen gewachsen zu sein. IWRM basiert auf einer ganzheitlichen Betrachtung des Wasserdargebots und des Wasserverbrauchs in einem hydrologischen Kontext (Einzugsgebiete). Dazu sind Impulsprogramme zu schaffen.
2. Der Bund muss seine Wasserpolitik stärken.
3. Die Kantone sollen kantonale Wasserstrategien erarbeiten.
4. Staatliche Anreize und Instrumente sind zunehmend auf die Ziele der nachhaltigen Wassernutzung abzustimmen. Das bedeutet zum Beispiel, dass auch raumplanerische Massnahmen oder energiepolitische Entscheidungen unter dem Gesichtspunkt einer nachhaltige Wassernutzung zu beurteilen sind.

Das IWRM ist also der Schlüssel, um den zukünftigen Herausforderungen begegnen zu können.

7. Mehrzweckspeicher als Lösungsoption»

Wir haben oben gesehen, dass die Sommertrockenheit allgemein zu einem Problem werden könnte. Der Klimawandel hat also zunehmend Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Wasser sei es als Trinkwasser, zur Bewässerung, als Energieressource und als Lebenselixier für die Natur. Zwar wird es in der Schweiz auch im Jahr 2100 insgesamt genügend Wasser geben, aber die Verteilung wird regional und saisonal noch stärker schwanken. Um diese Schwankungen auszugleichen und vor allem, um trockene Perioden zu überbrücken, sind Mehrzweckspeicher eine mögliche Option. *Thut et al.* (2016) haben die Bedeutung solcher Mehrzweckspeicher, also Speicher, welche Wasser für verschiedene Nutzer zur Verfügung stellen, untersucht und gelangen zu den folgenden Beurteilung: «Die Mehrzweckspeicher leisten einen wichtigen Beitrag, damit auch in Zukunft genügend Wasser zur Verfügung stehen wird. Sie können die fehlenden Gletscher und abnehmenden Schneemengen kompensieren. Mehrzweckspeicher sind eine optimale Voraussetzung, um die Nutzungsansprüche verschiedener Wasserverbraucher (Energiewirtschaft, Landwirtschaft, Trinkwasserversorger) aufeinander abzustimmen und dem Hochwasserschutz Rückhaltebecken zur Verfügung zu stellen. Der Bedarf zur Realisierung von Mehrzweckspeichern variiert von Region zu Region.» Die Studie von *Thut et al.* (2016) endet mit einer Bemerkung, welche für die meisten Anpassungsprojekte Gültigkeit hat. «Die Realisierung solch grosser Infrastrukturprojekte braucht Zeit. In der Politik und der Gesellschaft muss nun gehandelt werden für eine nachhaltige Zukunft. Jetzt ist es noch nicht zu spät, jetzt ist der richtige Zeitpunkt.»

8. Schlussfolgerungen

Wesentliche Grundzüge des hydrologischen Wandels in der Schweiz sind bekannt. Möglichkeiten und Optionen zur Anpassung sind identifiziert. Noch ist genügend Zeit vorhanden, Massnahmen zu ergreifen. Unaufgeregtes, zielgerichtes Handeln ist nun aber gefragt. Das IWRM bildet dazu die Leitlinie. Wichtig dabei scheint mir auch die Erkenntnis, dass die sozioökonomische Entwicklung einen massgeblichen Einfluss auf die zukünftige Wassersituation hat.

Problematisch ist, dass die Politik den Klimawandel eher verdrängt. Deshalb muss Druck aus der Bevölkerung aufgebaut werden, damit die Politik aktiv wird (*Knoepfel et al.* 2011). Die Geschichte des Gewässerschutzes in der Schweiz belegt nämlich, dass erst dann etwas unternommen wird, wenn eine breite Bevölkerung Massnahmen fordert. Stinkende, stark verschmutzte Gewässer in den 1950er-Jahren waren Anlass, um auf breiter Basis von der Politik Massnahmen zu fordern. Bereits zu Beginn der 1960er-Jahre wurden die ersten Abwasserreinigungsanlagen gebaut. Heute sind rund 97 % der Bevölkerung an Abwasserreinigungsanlagen angeschlossen. Eine Erfolgsgeschichte!

Wie das Wasser ist auch das Klima eine Ressource. Deshalb lassen sich Erfahrungen und Erkenntnisse im Umgang mit der Ressource Wasser auf das Klima übertragen. Das Problem besteht heute aber darin, dass die Klimaänderung nicht so offensichtlich erkennbar ist wie die Gewässerverschmutzung vor rund 60–70 Jahren. Das ist eine Erklärung, weshalb die Bereitschaft zum Handeln eher klein ist, und dies trotz eindeutiger wissenschaftlicher Faktenlage. Aufklärungs- und Überzeugungsarbeit sind deshalb unbedingt zu forcieren, damit der notwendige Druck zum Handeln entsteht. Hier sind wir alle gefordert!

Literatur

Bader, S., Kunz, P. [Hrsg.] (1998): Wissenschaftlicher Schlussbericht zum NPF 31 «Klimaänderung und Naturkatastrophen». vdf, Zürich.

BAFU [Hrsg.] (2012): Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserressourcen und Gewässer. Umwelt-Wissen 1217, Bern.

Hänggi, P., Weingartner, R., Balmer, M. (2011): Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung in der Schweiz 2021–2050 – Hochrechnung. «Wasser Energie Luft», 103. Jg., Heft 4, Baden.

Knoepfel, P. et al. (2011): Politikanalyse. utb. Opladen.

Leitungsgruppe NFP 61 [Hrsg.] (2015): Nachhaltige Wassernutzung in der Schweiz – NFP 61 weist Wege in die Zukunft. Gesamtsynthese des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61, Bern.

Leitungsgruppe NFP 61 (2015 b): Faktenblatt: Ergebnisse und Empfehlungen des Nationalen Forschungsprogrammes NFP 61, Bern.

Rössler, O. et al. (2014): Hydrological responses to climate change: river runoff and groundwater. In: CH2014 – Impacts. Toward Quantitative Scenarios of Climate Change Impacts in Switzerland, Bern.

SGHL/CHy [Hrsg.] (2011): Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung. Beiträge zur Hydrologie der Schweiz, Nr. 38, Bern.

Thut, W., Weingartner, R., Schädler, B. (2016): Mehrzweckspeicher sichern Wasser- und Energieversorgung. FactSheet. Geographisches Institut der Universität Bern.

Weingartner, R. et al. (2014): MontanAqua: Wasserbewirtschaftung in Zeiten von Knappheit und globalem Wandel – Wasserbewirtschaftungsoptionen für die Region Crans-Montana/Sierre im Wallis. Forschungsbericht des Nationalen Forschungsprogramms NFP 61, Bern. (ISBN 978-3-9524412-0-6).

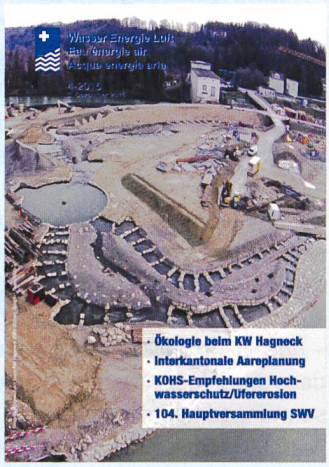
Anschrift des Verfassers
Rolf Weingartner
Gruppe für Hydrologie, Geographisches Institut und Oeschger Zentrum für Klimaforschung
Universität Bern

Bestellen Sie die Ausgaben von «Wasser Energie Luft» unter www.swv.ch (solange Vorrat)

WEL 3-2016

WEL 2-2016

WEL 1-2016

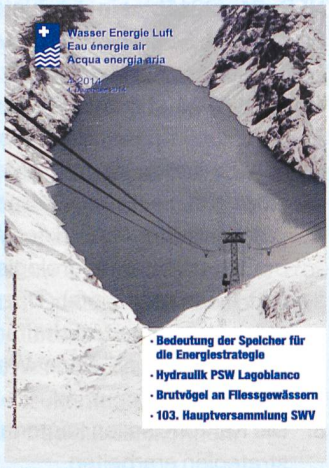


WEL 4-2015

WEL 3-2015

WEL 2-2015

WEL 1-2015

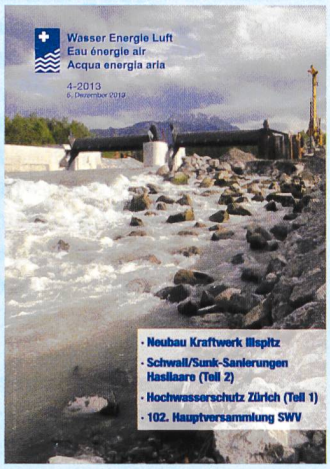


WEL 4-2014

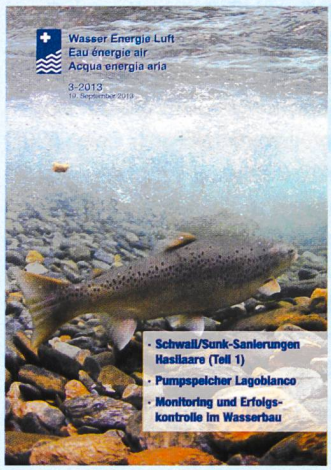
WEL 3-2014

WEL 2-2014

WEL 1-2014

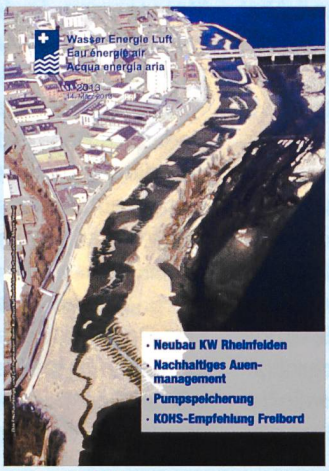


WEL 4-2013

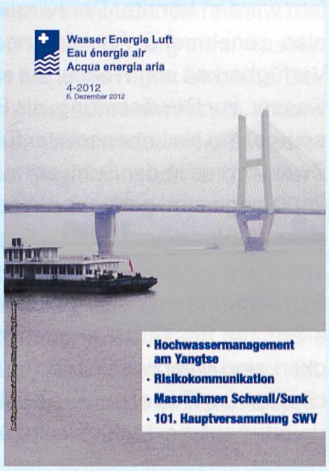


WEL 3-2013

WEL 2-2013



WEL 1-2013



WEL 4-2012