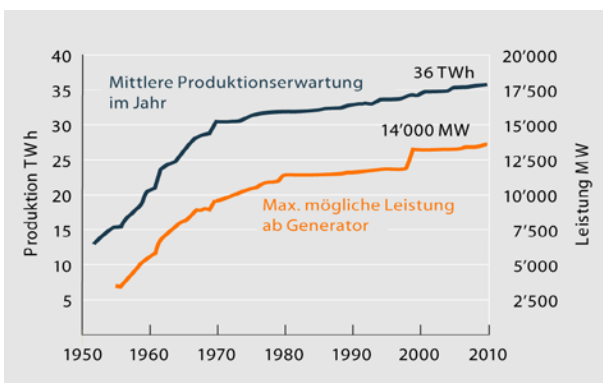


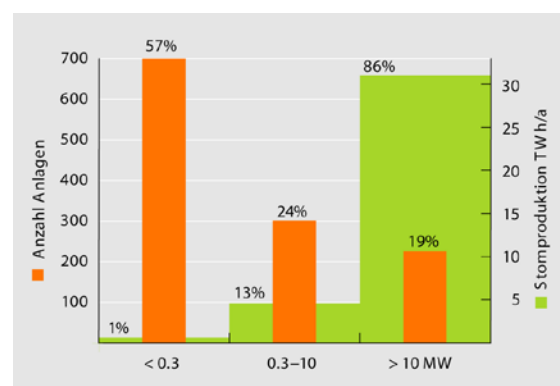
## Wasserkraft und Ökologie – Faktenblatt

Mit 20% Anteil (rund 3400 TWh) an der weltweiten Stromproduktion kommt der Wasserkraft eine Schlüsselrolle zu, auch wenn ihr Anteil am Endverbrauch aller Energieträger nur rund 2% beträgt. Dies vor allem deshalb, weil sie kurzfristig regulierbar ist und in den Talsperren grosse Reserven gespeichert werden können. In der Schweiz stammen rund 56% des Stroms aus Wasserkraft. Weltweit existieren mindestens 47'655 grosse Staudämme und Schätzungen gehen von 800'000 kleineren aus.<sup>1,2</sup> Seit 2000 wird wieder mehr in Wasserkraftprojekte investiert. Die Weltbank und die Welt-Damm-Kommission rechnen mit einer weiteren starken Zunahme<sup>3</sup>. In der Schweiz existieren:

- 576 Zentralen (>300kW Leistung) und zusätzlich rund 700 Kleinstwasserkraftwerke (<300kW).
- Rund 1400 Entnahmestellen<sup>4</sup> und 102 Stauseen >0.1km<sup>2</sup><sup>5</sup>
- Landeserzeugung Strom (2010): 66.3 TWh/a; davon Wasserkraft 37.5 TWh/a (56%)<sup>6</sup>
- Speziell an der Wasserkraft in der Schweiz ist der hohe Anteil (57%) an Spitzenproduktion aus alpinen Speicherseen. 43% stammen aus Laufkraftwerken.
- Verbrauch der Speicherpumpen (2010): 2.5 TWh/a



Zubau Wasserkraft 1950-2010 (nur Werke >300kW)<sup>7</sup>



Verhältnis Anzahl Anlagen zur Produktion<sup>8</sup>

Die Nutzung der Wasserkraft bringt vielerorts Gewinne für die Wasserversorgung und für die Bewässerung in der Landwirtschaft, doch sie hat Folgen für die Gewässerökosysteme. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Artenvielfalt in aquatischen Ökosystemen durch chemische Belastungen, Überdüngung und den Strukturwandel (Verlust von Feuchtgebieten, Abholzung, Wasserentnahmen, Verbauung und Stau von Flüssen) überproportional betroffen ist.<sup>9</sup> Die Süswasserfauna weist einen fünfmal höheren Artenrückgang auf als terrestrische Lebensräume<sup>10</sup>. Von den ehemaligen Auen der Schweiz sind 91% verschwunden.<sup>11</sup> Von total 65'000 km Fließgewässern sind 22% in einem schlechten ökologischen Zustand: 40% im Mittelland, 80% im Siedlungsgebiet; 4000 km sind eingedolt.

### Unterbrechung des Fluss-Kontinuums



Talsperren und Wehre unterbrechen den Fluss als Längskontinuum. Die Verinselung der Lebensräume gefährdet vor allem Arten, die in ihrem Lebenszyklus lange Wanderungen durchführen (z.B. Lachs, Nase, Aal). Arten, die auf strömendes Wasser angewiesen sind, verlieren in den Stauräumen ihren Lebensraum. Wie stark künstliche Barrieren den Fischen zu schaffen machen, wiesen Eawag-Fischbiologen an der untersten Töss (ZH) nach: Unterhalb eines sechs Meter hohen Wehrs zählten sie 23 Fischarten, oberhalb noch 12. An der Sitter (SG/AR/AI) waren 46 der 54 untersuchten Zuflüsse für die Groppe nicht erreichbar. Umgekehrt stieg die Zahl der Fischarten im Lichtensteiner Binnenkanal innert nur vier Jahren von 6 auf

16 an, nachdem ein Absturz an der Mündung in den Alpenrhein fischgängig umgestaltet worden war. Die Aufwärtswanderung der Fische wird an den Kraftwerken mit Fischaufstiegshilfen ermöglicht. Nicht alle Fischpässe weisen jedoch einen guten Standard auf, und für einige Fischarten sind die bestehenden Fischpässe nicht geeignet. Für die Abwanderung an den Kraftwerken existieren in der Schweiz keine Abstiegs-hilfen. Beim Abstieg über die Turbinen werden viele Fische verletzt oder sterben.

## Beeinflussung des Geschiebe- und Feststoffhaushalts



Wasserkraftwerke verändern den Feststoff- und Geschiebehaushalt im Staubereich und flussabwärts. Im Stau bleiben Kies und Sand liegen – Material, das flussabwärts fehlt. Das führt zum Verlust von Laichgründen für kieslaichende Fische, und generell zum Verlust von strukturiertem Lebensraum für strömungsliebende Arten (auch von Invertebraten wie Fliegenlarven etc.). Im Staubereich wird Kies von Feinmaterial zusedimentiert, weil die Strömung zu gering ist, um die Zwischenräume in der Flusssohle freizuspülen. Fehlendes Geschiebe unterhalb von Stauanlagen/Stauseen kann auch dazu führen, dass sich der Fluss eintieft, was neue Ufersicherungen erfordert oder eine künstliche Stabilisierung der Sohle – oft mit neuen Querwerken (Schwellen) verbunden. Vereinzelt wird als Aufwertungs-

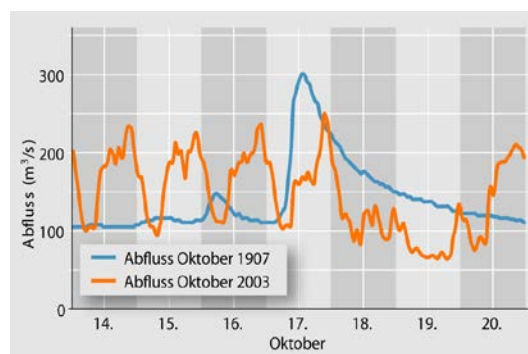
massnahme anderswo gebaggter Kies in freie Fließstrecken zugegeben.

## Restwasser

Wasserrfassungen für Stauseen und Ausleitkraftwerke an Bächen und Flüssen führen zu Restwasserstrecken, an manchen Orten zur Trockenlegung von Gewässerabschnitten. Diese müssten (Verfassungsgrundlage 1975, Gewässerschutzgesetz 1991) bis 2012 saniert sein soweit die Konzessionen das zulassen. Die Umsetzung der Restwasservorschriften ist aber gemäss einer Studie der Eawag<sup>12</sup> sehr zögerlich. Für 40% der Wasserrfassungen war noch kein Sanierungsbericht erarbeitet. Erst für 24% war eine Sanierung verfügt. Bei Neukonzessionierungen und Konzessionserneuerungen liegen die festgelegten Restwassermengen zumeist im Bereich der Alarmwerte gemäss Art. 31 Abs. 1 GschG. Eine Erhöhung, wie sie das mehrstufige Verfahren im Gesetz vorsieht, wurde selten verfügt, ebenso saisonal variable Restwassermengen. Mit der Änderung des GSchG 2011 wurden weitere Ausnahmen für Mindestrestwassermengen bewilligt, z.B. für Bäche über 1500 müM. Zu geringe Restwassermengen, führen zu einer mangelhaften Vernetzung der Fließgewässer, zu geringen Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten und können die Temperaturverhältnisse im Gewässer verändern.

## Schwall und Sunk

30% der Schweizer Fließgewässer unterhalb von Kraftwerken sind durch künstliche, schwallartige Abflussschwankungen beeinflusst.<sup>13</sup> Es werden Schwall-Sunk-Verhältnisse bis zu 30:1 (im Extremfall bis 150:1) gemessen.<sup>14</sup> Tiere und Pflanzen driften mit dem unnatürlich rasch anschwellenden Wasser ab und stranden beim Abflussrückgang. Untersuchungen der Eawag zeigen, dass vor allem die Fischbrut und Jungfische unter Schwall-Sunk leiden. Individuendichte und Biomasse sind geringer, auch von Fischnährtieren am Flussboden. Die Wasserwechselzonen veröden, weil sie weder für Wasser- noch für Landbewohner geeignete Lebensräume bieten. Schwallbetrieb kann die Klarwasserzeit im Winter verkürzen und die Verstopfung der Flusssohle mit Feinmaterial fördern. Die Kantone müssen bis 2014 bestimmen, welche Anlagen an Gewässerabschnitten mit hohem ökologischen Potential zu einer wesentlichen Beeinträchtigung führen.



Abfluss der Rhone bei Vouvry vor und nach dem Bau der grossen Talsperren.

## Stauraummanagement



Die Spülung von Speicherseen, Entsandern und Flussstauhaltungen kann Fische und Kleinorganismen durch Schwall- und Ablagerungseffekte sowie unnatürliche Wasserspiegelschwankungen im Staubereich beeinträchtigen. Ein gezieltes Spülmanagement, wie von der Eawag z.B. am Spöl (Nationalpark /GR) erarbeitet, kann negative Effekte mildern oder sogar positive Wirkungen haben, wenn Spülungen im richtigen Moment die ausbleibenden Hochwasser mit Geschiebetrieb simulieren.

## Entnahme von Schwemmgut

Um Schäden an den Turbinen zu vermeiden, wird Schwemmgut an den Rechenanlagen von Wasserkraftwerken entnommen. Vorsorglich werden ausserdem oft ufernahe Bäume gefällt, damit sie bei Hochwasser nicht abgeschwemmt werden. Schwemmholz und Laub sind jedoch für viele Arten Lebensraum und Nahrung und strukturieren das Gewässer. Bauliche Massnahmen am Wehr, das Sichern von Einzelbäumen sowie ein angepasstes Geschwemmselmanagement können die Problematik teilweise mindern. Positiv ist, dass mit dem Schwemmgut auch Abfall (Plastik etc.) aus den Gewässern entfernt wird.



## Klimagasemissionen

In den Flusstauen wird Biomasse in Treibhausgas umgewandelt. Vor allem aus flachen Stauseen entweichen klimawirksames Methan und CO<sub>2</sub> mit vom Grund aufsteigenden Blasen sowie beim Turbinieren des Wassers. Für den Wohlensee (Aare) hat die Eawag eine jährliche Emission von 150 Tonnen Methan errechnet.<sup>15</sup> Die erneuerbare Wasserkraft ist damit vor allem in tropischen Gebieten nicht 100% klimaneutral. Tiefere Seen und eine geschickte Anordnung der Turbineneinläufe könnten das Problem entschärfen.

## Übrige Anlagen

Wasserkraftinfrastrukturen sind nicht auf die Wasserfassungen und Staumauern / Stauwehre und Zentralen beschränkt. Zufahrtsstrassen, Druck- und Übertragungsleitungen führen zu Eingriffen in die Landschaft. In Flusstauräumen wurden mit dem Kraftwerkbau zumeist die Ufer verbaut, um den Unterhalt zu erleichtern oder um dank Dämmen mehr Höhendifferenz nutzen zu können.

## Analyse des Bundesamtes für Umwelt (Bafu) zu den KEV-Gesuchten Wasserkraft<sup>16</sup>

- Trinkwasserkraftwerke (Infrastrukturkraftwerke) haben in der Regel vernachlässigbare Auswirkungen auf die Fliessgewässer. Die 255 bei KEV angemeldeten Infrastrukturkraftwerke können etwa 0.2 TWh produzieren.
- Die 365 angemeldeten Fliessgewässeranlagen erwarten eine Produktion von 1.7 TWh.
- Die Anlagen mit einer Leistung > 300 kW stellen 94% des Energiepotentials mit 45% der Anlagen.
- Von den 365 angemeldeten Fliessgewässeranlagen befinden sich 68 Zentralen in schützenswerten oder geschützten Gebieten – sie würden rund 0.2 TWh produzieren.

September 2011

Weitere Auskünfte: Prof. Dr. Alfred Wüest, Leiter Abteilung Oberflächengewässer;  
Telefon +41 58 765 2181; [alfred.wueest@eawag.ch](mailto:alfred.wueest@eawag.ch)

## Quellen

<sup>1</sup> The Report of the World Commission on Dams (2000)

<sup>2</sup> Water for People - Water for Life; The United Nations World Water Development Report 2003

<sup>3</sup> World Bank, "Water - P-NOTES"; Issue 47 April 2010

<sup>4</sup> Restwasserkarte der Schweiz, Bafu 2007

<sup>5</sup> HADES, Hydrologischer Atlas der Schweiz,

<sup>6</sup> Elektrizitätsstatistik 2010, BFE

<sup>7</sup> Elektrizitätsstatistik 2010, BFE

<sup>8</sup> Methodik zur Bewertung und Klassierung der Nutzungseignung von Fliessgewässerstrecken Grundlagen für die räumliche Prioritätensetzung bei der Wasserkraftnutzung und dem Schutz von Gewässern, Wasser-Agenda 21; 2009

<sup>9</sup> Global threats to human water security and river biodiversity: C. J. Vörösmarty, P. B., McIntyre, M.O. Gessner et al. Nature, 30 September 2010, Volume 467 Number 7315; p 555.

<sup>10</sup> Bernhardt et al., 2005; Science, Vol. 308:636-637

<sup>11</sup> Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900; Verlag Haupt 2010

<sup>12</sup> Wasserkraftnutzung und Restwasser – Standortbestimmung zum Vollzug der Restwasservorschriften; Uhlmann, Wehrli 2006.

<sup>13</sup> <http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01284/index.html?lang=de>

<sup>14</sup> Infoblatt «Schwall/Sunk», Fischereiberatungsstelle Fiber, Eawag-Bafu-SVF, 2009

<sup>15</sup> Del Sontro et al (2010): Extreme Methane Emissions from a Swiss Hydropower Reservoir: Contribution from Bubbling Sediments. Environmental Science and Technology; Seiten 2419-2425

<sup>16</sup> Monitoring BAFU der geförderte Kleinwasserkraft (Energiegesetz); Analyse der Anmeldungen für die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV, Stand 22.4.2009)