



## Auf einen Blick

In den letzten 60 Jahren hat sich die Stromproduktion aus Wasserkraft von 13 TWh (1952) auf über 35 TWh (2010) erhöht. Heute (2010) stammen rund 55 Prozent des in der Schweiz erzeugten Stroms aus der Wasserkraft. Diese Basis hat auch zukünftig Bestand. Die Wasserkraft wird den Grossteil der erneuerbaren Energie liefern, die die Schweiz benötigt. Das Zubaupotenzial, welches noch umwelt- und vor allem naturverträglich erschlossen werden kann, ist mit *netto* 1-1.5 TWh nicht unbedeutend, aber doch limitiert, denn mit Stand 2012 werden mehr als 95 Prozent des erschliessbaren Potenzials genutzt. Das Zubaupotenzial der Wasserkraft ist auch aus folgendem Punkt limitiert: Bei Neukonzessionierungen der alten Werke, welche heute kein oder nur minimalstes Restwasser abgeben, müssen die Restwassermengen den Anforderungen des neuen Gewässerschutzgesetzes angepasst werden. Dadurch entfallen gemäss dem Bundesamt für Energie rund 1,4 TWh Strom.

## Porträt

In der Schweiz wurde bereits vor über hundert Jahren das erste Wasserkraftwerk gebaut, das die Kräfte des Wassers nutzte, um elektrische Energie bereitzustellen. Die Wasserkraft trieb aber schon vorher Mühlen für Getreide an oder diente als Kraftquelle für Sägereien. Bei der Erzeugung von Strom aus Wasserkraft wird die potenzielle Energie (Wasser in höheren Lagen, welches nach unten fließt) genutzt. Turbinen, welche an Generatoren angeschlossen sind, werden durch die Wasserkraft betrieben und erzeugen dadurch elektrische Energie.

## Standort Schweiz

Die Schweiz ist ein Wasserschloss. Wir verfügen über ganzjährig verteilte Niederschläge. Unsere Berge erlauben die umfangreiche Nutzung der potenziellen Energie des Wassers. Der Ausbau der Wasserkraft zur Bereitstellung von Strom hat sich in der Schweiz aufgrund der Topographie und der guten Verfügbarkeit von Wasser angeboten und wurde darum massiv vorangetrieben: Speicherseen in den Alpen entstanden, ganze Täler wurden geflutet, um Wasser zu speichern und zu gegebener Zeit über die Turbinen zu leiten.

**Heute wird das Wasser unserer Bäche und Flüsse in über 1400 Fassungen abgeleitet und betreibt über eintausend Wasserkraftwerke.** Dies reicht von kleinsten Zentralen bis hin zu den grossen Laufkraftwerken an den Mittellandflüssen.

Die regionalen Unterschiede sind gross. Die Schwerpunkte der Produktion sind auf die Bergkantone und die Gebiete an den grossen Mittellandfüssen verteilt. In Graubünden werden 7.8 TWh Strom aus 100 Wasserkraftwerken bereitgestellt. Im Wallis sind es 9.5 TWh aus 111 Zentralen. Im Aargau werden an den grössten drei Werken 0.965 TWh Strom generiert. Im Kanton Glarus sorgen über 30 Kraftwerke für 0.92 TWh Strom. Auffallend sind die geringen Beiträge der Kleinwasserkraft. So stellen die grössten sieben Zentralen in Glarus 80 Prozent des gesamten im Kanton gewonnen Stroms aus Wasserkraft sicher.

## Potenzial

Das verfügbare Potenzial, welches noch umwelt- und vor allem naturverträglich erschlossen werden kann, ist mit **1.1-1.5 TWh** gering. Das darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Wasserkraft auch in Zukunft das Rückgrat unserer Stromversorgung bilden wird. So stammen heute 55 Prozent des in der Schweiz erzeugten Stroms aus der Wasserkraft (Stand 2010). Diese Basis wird auch zukünftig Bestand haben und den Grossteil der erneuerbaren Energie liefern, die die Schweiz benötigt. Die Schweiz hat hier gegenüber anderen Ländern einen riesigen Vorsprung bei den

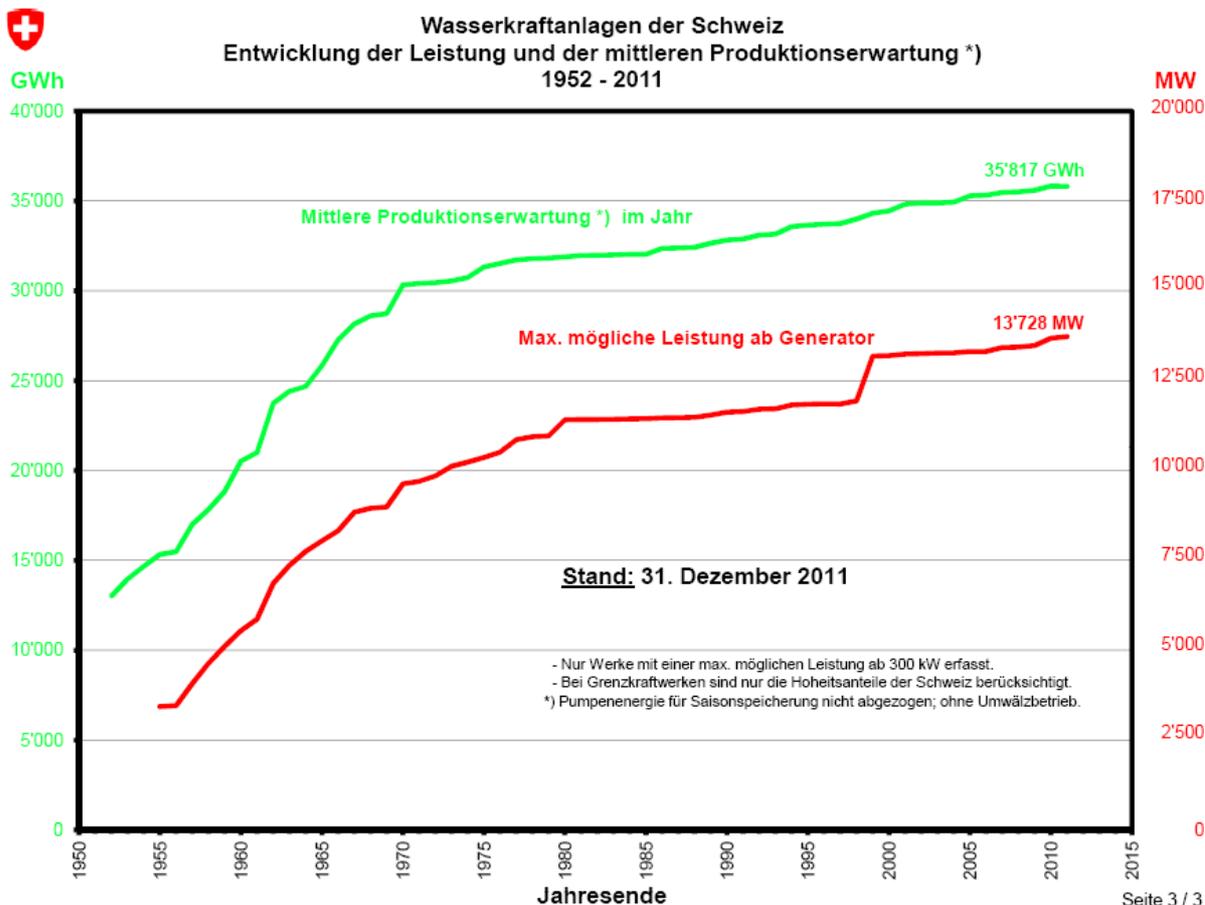


erneuerbaren Energien. Dies begünstigt die Energiewende. Seit der Jahrtausendwende sind bis 2010 bereits 1500 GWh zugebaut worden.

Darüber hinaus ist die Wasserkraft ein wichtiger Faktor hinsichtlich der Netzstabilität. Während in Laufkraftwerken Bandenergie bereitgestellt wird, dienen die Speicherkraftwerke der Regulierung. Die Schweiz verfügt hier über ausreichende Kapazität. In den Pumpspeicherkraftwerken der Schweiz sind Turbinen und Generatoren von insgesamt 1750 MW Leistung installiert. Neubauten und geplante Werke erhöhen diese Leistung voraussichtlich auf über 6000 MW. Zum Vergleich: Die Leistung der schweizerischen Atomkraftwerke beträgt 3400 MW.

**Wo ist der Zubau einfach realisierbar?**

Es gibt Möglichkeiten zur zusätzlichen Nutzung. Unbestritten ist die Installation von Infrastrukturkraftwerken (Turbinierung von Trinkwasser und Abwasser). Auch die technische Optimierung bestehender Anlagen und deren massvoller Ausbau birgt Potenzial. Bei bestehenden Anlagen kann der Reibungsverlust in den Stollen reduziert oder eine Erweiterung des Stollens in Betracht gezogen werden. Zudem können unproduktive Klein- und Kleinstwasserkraftwerke zurückgebaut und durch effizientere, grössere Einzelwerk ersetzt werden.



Quelle: BFE, 2011

**Wo gibt es Zubau mit Fragezeichen?**

Aufgrund der ausserordentlich hohen Ausnutzungsziffer der Fliessgewässer ist der grösste Teil von Neuanlagen an bisher ungenutzten Standorten mit einem grossen Fragezeichen versehen. Die Nutzung der letzten noch naturnah verbliebenen Gewässer kann keinen massgeblichen Beitrag für die Energiewende leisten: hier hat die Erhaltung der Biodiversität und der Landschaft Priorität.



**Wo ist der Zubau unnötig?**

Neuanlagen sind nur dort zu realisieren, wo bereits eine erhebliche Belastung des Gewässers besteht und das ökologische Potenzial bei einer möglichen Renaturierung gering ist.

Tabelle Übersicht Zubau seit 2010; Netto-Zubaupotenzial ab 2010.

Um- und Ausbauten gemäss BFE (heutige Nutzungsbedingungen)	870 GWh
Neue Infrastrukturanlagen (Trinkwasser, Abwasser) gemäss WWF-Studie von Ernst Basler+Partner; EBP (swissgrid-Zahlen von Juli 2010)	250 GWh
Aus- und Neubau Kleinwasserkraftwerke (WWF Studie EBP)	700 GWh
Neubauten Grosswasserkraft	700 GWh
Total Zubau 2010-2030	<b>2520 GWh</b>
Produktionsabnahme durch Anpassung der Übernutzung früherer Konzessionen an das neue Gewässerschutzgesetz bei Konzessionserneuerungen (gemäss BFE)	-1400 GWh
<b>Verbleibendes Zubaupotenzial ab 2010</b>	<b>1120 GWh</b>

**Massnahmen**

Um die ökologisch sinnvollen Potenziale zu erschliessen, bedarf es Rahmenbedingungen, um Investitionen in bestehende Werke zu fördern und Optimierungen möglichst rasch umzusetzen. **Dafür braucht es eine umsichtige Planung, welche nicht an kantonalen Grenzen haltmacht, sondern sich am jeweiligen Einzugsgebiet orientiert.**

Der Bund ist gefordert, hier die nötigen Rahmenbedingungen zu schaffen, damit v.a. Optimierungen von bestehenden Werken angegangen werden können. Auch die Kantone sind bei der Planung gefordert, denn sie verfügen in der Regel über die Wasserhoheit.

**Wirtschaftliche Parameter**

Die Wasserkraft ist keine neue Technologie. Es sind somit keine grossen technischen Fortschritte zu erwarten, die die Ausnutzung der Wasserkräfte deutlich verbessern würden, wie das etwa bei der Photovoltaik oder der Windkraft der Fall ist.

**Aufgrund der breiten Erfahrungen in der Schweiz und der verhältnismässig einfachen Technologie ist Strom aus Wasserkraft sehr kostengünstig. Die Gestehungskosten bei alten Wasserkraftwerken liegen weit unter 10 Rappen/kWh.**

Für neue Anlagen belaufen sie sich auf 10-29 Rappen. Entscheidend ist dabei die Anlagengrösse. Je kleiner die Anlagen sind, desto höher sind in der Regel die Gestehungskosten.

Auch nach der Erschliessung der ökologisch noch nutzbaren Potenziale wird die Wasserkraft ein wichtiger Wirtschaftsfaktor sein. Die Anlagen sind hohen Belastungen ausgesetzt und bedürfen regelmässiger Wartung und Pflege. So sind zum Beispiel in Graubünden in direktem Zusammenhang mit der Stromproduktion aus Wasserkraft 540 Personen angestellt (Bericht von 2009). Von den 42 Mio. Franken, die jährlich für Unterhaltsarbeiten aufgewendet werden, leistet das werkseigene Personal Eigenleistungen im Umfang von 19 Mio. Franken. Von den restlichen 23 Mio. entfällt ein Drittel auf regionale Unternehmen.

Die Konzessionen zur Nutzung der Wasserkräfte sind auf Zeit verliehen (max. 80 Jahre). Bereits vor dem Ablauf einer Konzession können Sanierungen und Optimierungen Arbeitsplätze schaffen. Darüber hinaus wird die Nutzung der Wasserkraft (ab 1000kW Leistung) mit dem Wasserzins belastet. Dieses Geld fliesst in die Kassen derjenigen, die die Wasserhoheit ausüben. In der Regel sind



dies die Kantone, in einzelnen Kantonen auch die Gemeinden. Im Kanton Graubünden betrug das Einkommen aus dem Wasserzins für das Jahr 2010 ca. 90 Mio. Franken (Kanton und Gemeinden). Dies ist ein wichtiger volkswirtschaftlich relevanter Aspekt, insbesondere für die Randregionen.

## Wie ist das mit?



### Auswirkungen auf die Natur

Den Vorzügen der Wasserkraft als erneuerbare Energie steht immer der Eingriff in das Ökosystem gegenüber. Jedes Kraftwerk an einem Fließgewässer beeinträchtigt die natürliche Funktion und Dynamik des betroffenen Lebensraums. Wasser wird ausgeleitet und/oder angestaut, Fließstrecken werden unterbrochen, die Abflussdynamik verändert, die Fischwanderung unterbunden (weswegen der Lachs im Hochrhein ausgestorben ist) oder Geschiebe wird zurückgehalten und fehlt dann in den darunterliegenden Strecken.

Wird Wasser bei einer Entnahmestelle aus dem Bachbett abgeleitet und weiter flussabwärts gelegenen Punkt wieder ins Gewässer zurückgeleitet, entsteht eine Restwasserstrecke. In diesen Abschnitten verbleibt nur ein Bruchteil der natürlichen Wassermenge im Flussbett — in den schwerwiegendsten Fällen gar keins. Das Gewässerschutzgesetz von 1992 sieht für solche Wasserfassungen ohne Restwasserabgabe eine Sanierung bis 2012 vor. Leider zieht sich der Vollzug aber hin, wie eine Zusammenstellung des BAFU vom Februar 2012 gezeigt hat. So beeinträchtigen heute über 1300 Restwasserstrecken mit einer Gesamtlänge von etwa 2700 km unsere Gewässer. Hinzu kommt die Problematik von Schwall und Sunk, die sich rasch ändernde Abflüsse bei der Wasserrückgabe aus Speicherkraftwerken. Die unnatürliche Dynamik, die durch diesen Schwallbetrieb entsteht, führt nachweislich zu einer biologischen Verarmung der betroffenen Gewässer. Laich wird abgeschwemmt, Fische und Kleinlebewesen können an Land gespült werden. In der Schweiz gibt es heute über 90 mittlere und grössere Zentralen, die Schwall verursachen.



### Auswirkungen des neuen Gewässerschutzgesetzes

Seit dem 1. Januar 2011 ist das neue Gewässerschutzgesetz in Kraft. Es dient als Gegenvorschlag zur Initiative „Lebendiges Wasser“. Neu ist auch die Wasserkraft in der Pflicht. Der Einfluss von Schwall auf die Fließgewässer muss reduziert werden, die Durchgängigkeit von Wasserkraftwerken für Fische und andere **Organismen** sowie für das Geschiebe muss gewährleistet sein. Für die Sanierungen betreffend Schwall und Geschiebehalt sieht das Gesetz eine Frist von 20 Jahren vor.



### Wasserkraft und Ökostrom

Für Strom aus Wasserkraftwerken, der nach strengen ökologischen Kriterien gewonnen wird, vergibt der Verein für umweltgerechte Energie (VUE) das Label „naturemade star“. Die Zertifizierungsrichtlinien garantieren, dass hohe ökologische Anforderungen eingehalten werden.

## Quellen

Faktenblatt Wasserkraft und Ökologie; Eawag

[http://www.eawag.ch/medien/publ/fb/doc/fs\\_wasserkraft\\_oekologie\\_dt.pdf](http://www.eawag.ch/medien/publ/fb/doc/fs_wasserkraft_oekologie_dt.pdf)

Wasserkraft allgemein; Bundesamt für Energie (BFE):

[http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/00491/index.html?lang=de&dossier\\_id=00803](http://www.bfe.admin.ch/themen/00490/00491/index.html?lang=de&dossier_id=00803)

Potenziale Kleinwasserkraft:

[http://assets.wwf.ch/downloads/20101101\\_wwf\\_studie\\_ebp\\_mit\\_karte\\_sw.pdf](http://assets.wwf.ch/downloads/20101101_wwf_studie_ebp_mit_karte_sw.pdf)

Pumpspeicherkraftwerke:

[http://www.energiestiftung.ch/files/textdateien/aktuell/medienmitteilungen/ses\\_pumpspeicher\\_web.pdf](http://www.energiestiftung.ch/files/textdateien/aktuell/medienmitteilungen/ses_pumpspeicher_web.pdf)

Wasserzinsen Graubünden:

<http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/aev/dokumentation/Statistik/wasserzinseinnahmen1.pdf>



Volkswirtschaftliche Bedeutung der Wasserkraftwerke in Graubünden:

<http://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/bvfd/aev/dokumentation/Wasserkraft1/Erlaeuterungen.pdf>

## Links

Wasserkraft allgemein; Bundesamt für Umwelt (BAFU):

<http://www.bafu.admin.ch/wassernutzung/02794/index.html?lang=de>

Gewässerökologische Auswirkungen des Schwallbetriebs:

<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00776/index.html?lang=de>

Restwasserkarte:

<http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01284/01291/04860/index.html?lang=de>

Naturemade:

[www.naturemade.ch](http://www.naturemade.ch)

## Kontaktperson

Michael Casanova

Projektleiter Gewässerschutz- und Energiepolitik, Pro Natura

Tel. +41 61 317 92 29

Email: [michael.casanova@pronatura.ch](mailto:michael.casanova@pronatura.ch)

<p><b>STROMMIX 2035</b></p> <p><b>100 PRO</b></p> <p><b>EINHEIMISCH ERNEUERBAR EFFIZIENT</b></p>	<p><b>Energie sind „WIR“</b></p> <p>Ob 100PRO (einheimisch, erneuerbar und effizient) machbar ist, liegt bei uns allen. Der Weg ist steinig und lang. Wir können uns vollständig mit Strom aus einheimischen und erneuerbaren Quellen versorgen. Wenn wir wollen. Denn das neue «Wir» können wir selbst gestalten – typisch schweizerisch: sicher, bezahlbar und effizient. Der Weg zur Strom-Souveränität ohne Atomkraft und Gas bringt einen erheblichen Gewinn für das Gewerbe sowie den Denk- und Werkplatz Schweiz. Gefordert sind: Ingenieurinnen, Forscher, Gewerbler, Politikerinnen, Behörden und Umweltschützer. Und nicht zuletzt «WIR»; das sind die Schweizer Privatpersonen und ihr Konsumverhalten. Wir können zu Machern der sicheren Stromzukunft werden. 100 PRO.</p>
--	---