

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 104 (2012)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Zur Schweizer Wasserkraft : Referat anlässlich des "Swiss Tunnes Congress 2012"  
**Autor:** Aeberhard, Jörg  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-941882>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.05.2025

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

# Zur Schweizer Wasserkraft

## Referat anlässlich des «Swiss Tunnel Congress 2012»

Jörg Aeberhard

### Zusammenfassung

Die Schweizer Wasserkraft präsentiert sich wie überall auf der Welt: Sie ist die technische und ökologische Bestleisterin, wenn es um die Herstellung von Strom geht. Die Wasserkraft weist von allen Arten der Stromproduktion die mit Abstand höchsten Wirkungsgrade aus und sie hat vergleichsweise die geringsten ökologischen Belastungen. Sie eignet sich bestens für den Stromverbrauchsausgleich, für die Spannungshaltung und Netzausregulierung. Und sie ist willkommener Träger verschiedener finanzieller Leistungen – eine Tatsache, die ihr allerdings den Wettbewerbsvorteil in Zukunft auch erschwert. Im vorliegenden Artikel, der auf einem anlässlich des «Swiss Tunnel Congress 2012» gehaltenen Referat basiert, werden aktuelle Herausforderungen aus der Sicht eines Wasserkraftbetreibers skizziert.

### 1. Die Bedeutung der Wasserkraft in der Schweiz

Seit der Bündner Hotelier Badrutt im Jahre 1878 zum ersten Mal den Bergbach neben seinem Hotel zur elektrischen Erleuchtung seines Speisesaals verwendet hat, hat sich die Wasserkraft in der Schweiz kontinuierlich, Mitte der 50er- und 60er-Jahre auch stürmisch entwickelt (vgl. Bild 1). Grosse Bauequipen zogen von einem Talsperrenbau im Kanton Graubünden zu einem andern im Kanton Wallis, ins Berner Oberland, dann ins Tessin. Schon Anfang des letzten Jahrhunderts hatten clevere Inge-

nieurbüros fast alle Nutzungsstandorte im schweizerischen Alpenbogen identifiziert und in vielen Fällen auch realisiert. Für den Antrieb des Bahnnetzes oder für die Aluminiumproduktion wurden bereits in den frühen Jahren des 20. Jahrhunderts Kraftwerke erstellt.

Die Sorge der Produzenten war eine hinlängliche Verwendung des produzierten Stroms. Sie mussten etwa elektrische Kochherde propagieren, um den Strom aus dem Kraftwerk Ruppoldingen absetzen zu können. Heute ist es – das wissen wir alle – umgekehrt. Der jährliche

Mehrverbrauch liegt weit über den Neubauten für zusätzliche Produktion. Die im Jahre 2010 in Bau befindlichen Kraftwerke geben gerade mal 250 GWh Strom ab; das fünffache wäre bei einem Mehrverbrauch von 2% erforderlich. Bis zur Inbetriebnahme der Kernkraftwerke in den 70er-Jahren war die Wasserkraft fast einziger Lieferant des Stroms in der Schweiz. Auch heute bringt sie 55% des Stromverbrauchs auf (vgl. Bild 2). 40% wird aus Kernkraft erzeugt und 5% aus diversen Anlagen (vor allem thermische Produktion und wenig Solar- und Windproduktion).

Die Schweiz verfügt demnach über eine fast emissionslose Stromproduktion – eine ganz seltene Errungenschaft, die nur dank dem Alpenbogen möglich ist, der fast zwei Drittel der Fläche der Schweiz bedeckt.

Die Schweiz hat kein Öl, kein Gas und keine Kohle. Und sie hat wenig Sonne und Wind. Gezwungenermassen musste sie auf die Wasserkraft setzen. Es hatte sich eine bedeutende Anlageindustrie mit berühmten Namen entwickelt, die sich mit den erlahmenden Investitionen leider massiv zurückgebildet hat.

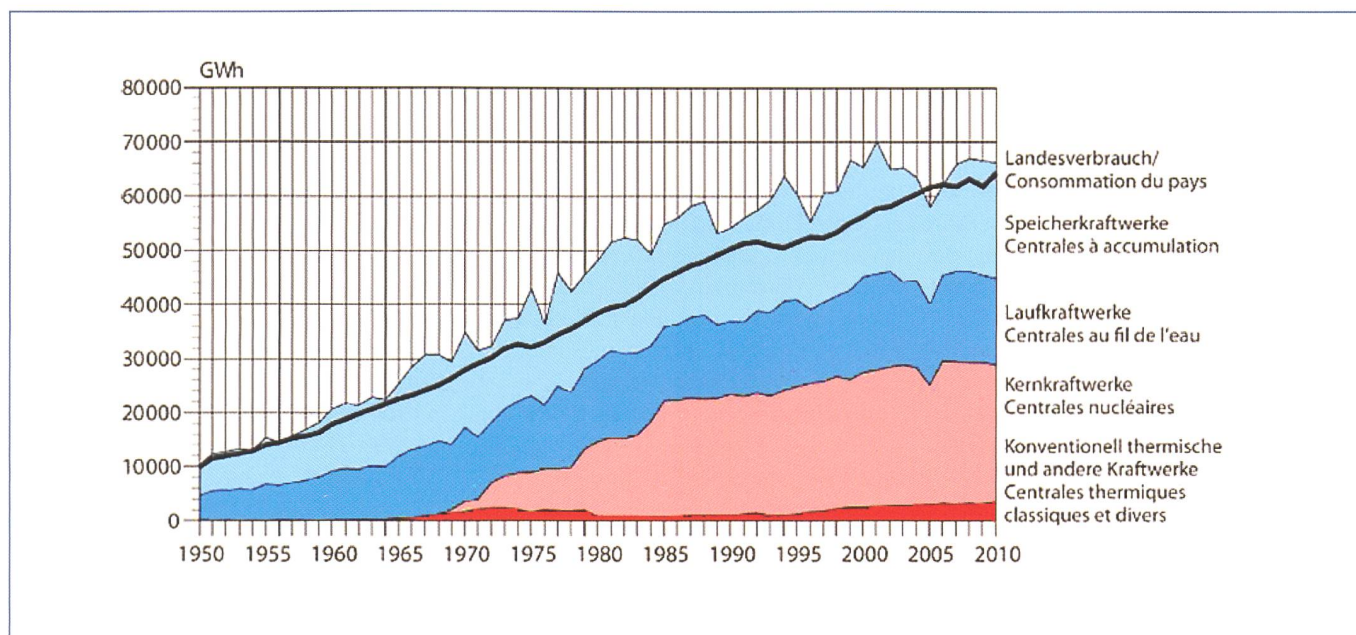
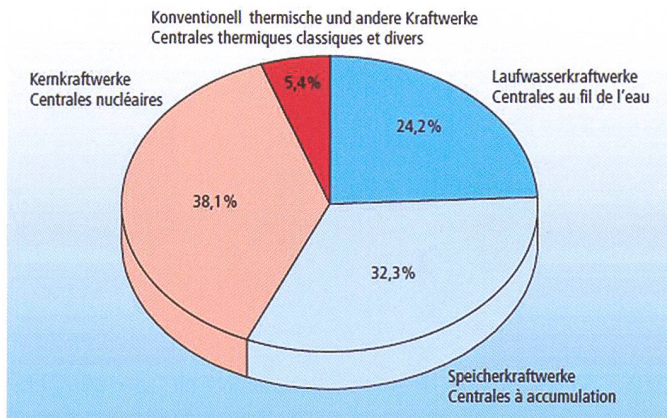
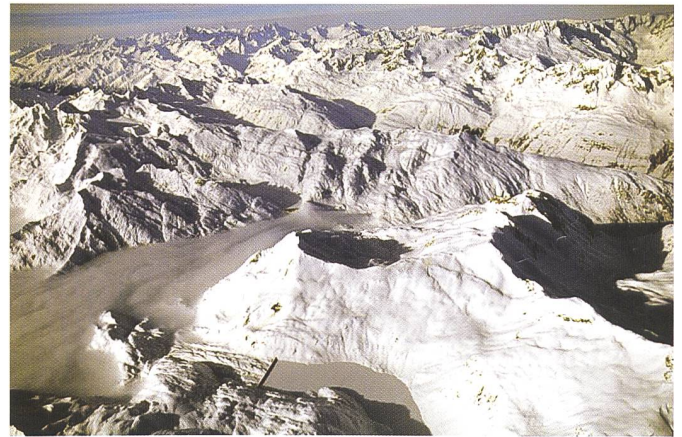


Bild 1. Stromproduktion der Schweiz nach Erzeugerkategorien seit 1950 (Quelle: BfE 2011).



**Bild 2. Stromproduktion der Schweiz im Jahre 2010 nach Kraftwerkskategorien (BfE, 2011).**



**Bild 3. Stauanlagen im schweizerischen Alpenbogen (Foto: Alpiq).**



**Bild 4. Schweiz: Wasserschlösser Europas, 2012 – Jahr des Wassers.**

Das konsequente Ausspielen der Karte Wasserkraft hat allerdings auch zur Folge, dass die Schweiz hydraulisch heute nahezu gebaut ist. Es gibt keine grossen zusätzlichen Möglichkeiten mehr, die Wasserkraft zur Energiegewinnung zu nutzen. Rund die Hälfte der Wasserkraft besteht aus regulierbarer Leistung aus Speicherkraftwerken, damit kann die Wasserkraft in der Schweiz derzeit dem gesamten Lastgang der Schweizer Verbraucher nachfahren. Bei 13 000 MW installierter Kraftwerksleistung wird eine jährliche Produktion von 36 TWh erwartet. Dank reichlichem Niederschlag und Schmelzwasser kann die Schweiz in den Sommermonaten Strom in die umliegenden Länder exportieren. In den Wintermonaten ist sie auf Stromimporte angewiesen (vgl. Bild 5).

Die Netzstabilität wird aus Wasserkraftwerken garantiert. Durch dezentral gesteuerte Spannungshaltung in einzelnen Bilanzgruppen wurde eine hohe Versorgungssicherheit erreicht. Durch die Gründung einer schweizerischen Netzge-

sellschaft und mit der Übertragung des Höchstspannungsnetzes Mitte 2012 an diese Gesellschaft wird diese Aufgabe nun zentral von der swissgrid übernommen.

## 2. Und jetzt: Pumpspeicher ausbauen!

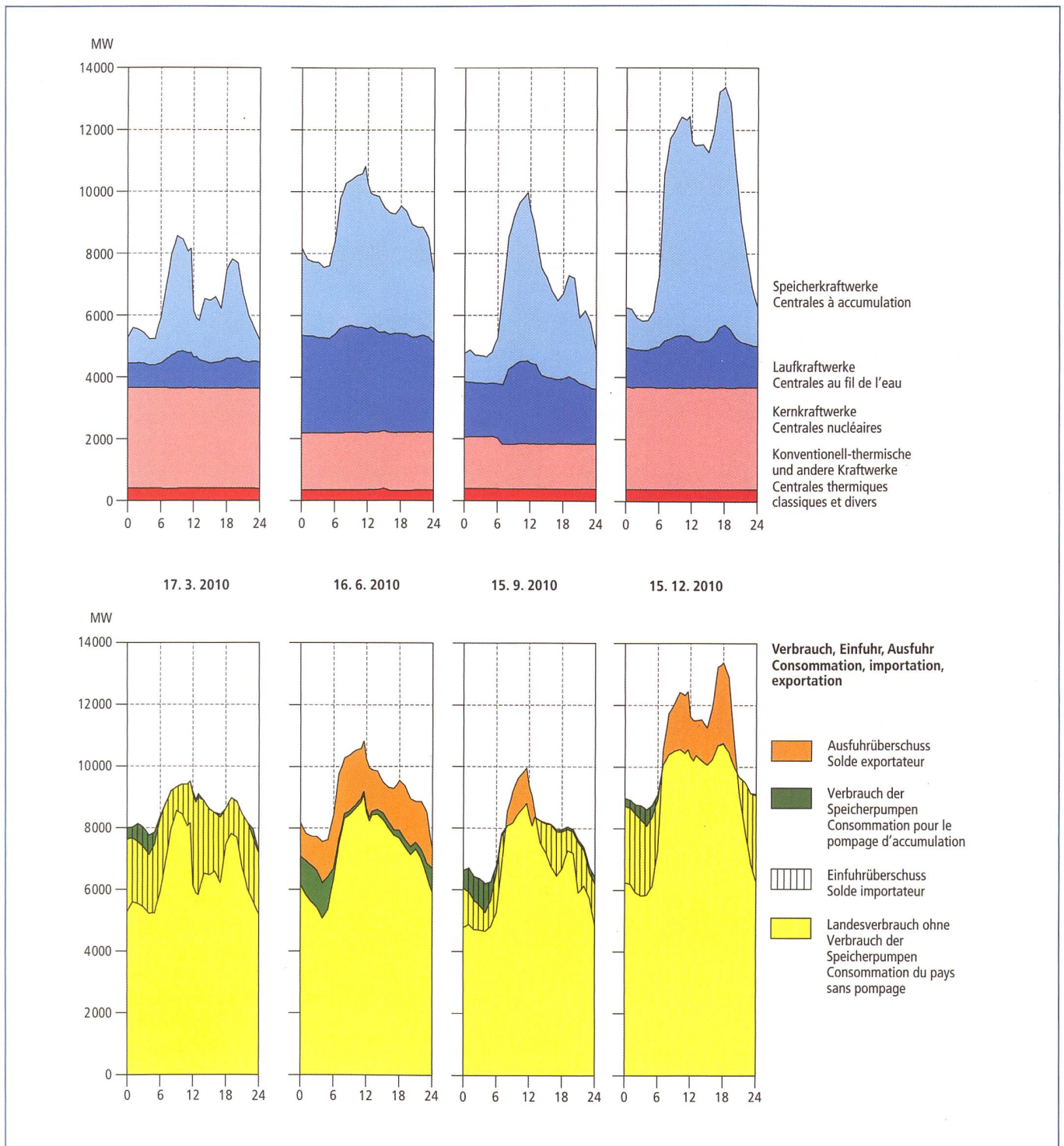
Durch die demographische, technische und politische Entwicklung wird der Bedarf an elektrischer Energie und Leistung immer erhöht. Augenfällig verlangt der stets modernisierte Bahnverkehr nach zusätzlichen Leistungsspitzen. Dies ist ein Grund, weshalb sich Elektrizitätsgesellschaften mit dem Zubau von Pumpspeicherkraftwerken beschäftigen. Daneben wird in ganz Europa mit konsequenten Förderungsprogrammen die neue erneuerbare Energieproduktion enorm verstärkt. Im Jahr 2020 werden rund 300 000 MW Wind- und Solarstromanlagen in den europäischen Ländern installiert sein.

Dies führt zu einem zusätzlichen Bedarf an speicherbarer Leistung. Beispielsweise verlangt bereits heute der

Dayahead-Prognosefehler der Wind- und Photovoltaikproduktion rund 10 000 MW spontan abrufbare Leistung (vgl. Bilder 6 und 7). Es hat sich auch herausgestellt, dass sich die zahlreichen Windproduktionsstandorte nicht kompensieren, sondern in ihrer Produktion eher kumulieren und damit zu noch höheren Produktionsspitzenwerten führen. Beide Elemente, die zunehmende Bedarfsspitze und die stochastische Produktion haben dazu geführt, dass in der Schweiz derzeit 2300 MW Pumpspeicherleistung in Bau sind. Und etwa weitere 2000 MW sind in einem fortgeschrittenen Planungsstadium.

Es liegt auf der Hand, dass hauptsächlich auf fossile Energien ausgerichtete Stromunternehmungen in umliegenden Ländern an einer technisch und ökologisch einwandfreien Spitzenenergie aus dem schweizerischen Alpenbogen hochinteressiert sind. Die rohstoffarme Schweiz kann dank ihrer Lage zu einem guten Teil an die europäische Netzregelung und an die europäische Versorgungssicherheit beitragen. Dies ist eine neue Aufgabe an unsere Wasserkraft. Und wenn es die schweizerischen Stromunternehmungen gut machen, können sie mit diesen Dienstleistungen an das Ausland ihre langfristige Versorgungsaufgabe im Inland absichern.

Voraussetzung dazu ist selbstverständlich, dass das erforderliche Übertragungsnetz auch über die Grenzen hinweg erstellt ist. Dieses weist derzeit noch Lücken und Mängel auf. Experten haben über 60 Punkte von strategischer Bedeutung im schweizerischen Stromnetz identifiziert, die es zu verbessern gilt. Der dringende Netzausbau braucht unsere gesamte politische Entschlusskraft. Ein weiteres Risiko der Pumpspeicherung besteht: Die derzeit beobachtete Annäherung der Spreads zwischen Peak- und Off-Peak-Preisen beunruhigt Controller und Analysten.



**Bild 5. Anteile Leistungsabruf der Kraftwerke und Verbrauch sowie Einfuhr/Ausfuhr nach Jahreszeit (Quelle: Schweiz. Elektrizitätsstatistik 2010, BFE 2011).**

Fundamentale und plausible Überlegungen zeigen aber auch, dass Investitionen in Pumpspeicherkraftwerke im deutlich volatileren Stromumfeld langfristig eine prägnante Chance haben.

### 3. Öffentliche Belastungen

Seit jeher ist die Nutzung der Schweizer Wasserkraft mit Abgaben belastet. Die Hoheitsträger für die öffentlichen Gewässer, die Gemeinden und/oder die Kantone, verlangen für die zur Verfügung gestellte

Wasserkraft eine Ressourcenabgabe, den Wasserzins. Dieser Wasserzins wird in einem politischen Prozess auf schweizerischer Ebene periodisch der Entwicklung des Strommarktes und der Teuerung angepasst. Heute beträgt er CHF 100.– pro Kilowatt oder im Durchschnitt 1.3 Rappen pro kWh produzierter Energie. Eine weitere Erhöhung auf CH 110 ab 2015 hat das Parlament bereits beschlossen. Die Belastung der Wasserkraft hat sich in der geschichtlichen Entwicklung immer erhöht.

Als das Risiko der Stromproduktion in den Anfangszeiten noch gross war, waren die Konzessionsbehörden in den Forderungen zurückhaltend. Nun zeigt sich, dass der Strom ein gefragtes Gut ist und über die Jahre vergleichsweise billig wird; damit erhöht sich der Druck auf die Leistungen aus der Wasserkraft. Gratis- und Vorzugenergie, Beiträge an Infrastrukturbauten, Ertrags- und Liegenschaftssteuern ergeben heute ein Paket, das oftmals die eigentlichen Produktionskosten überwiegt.

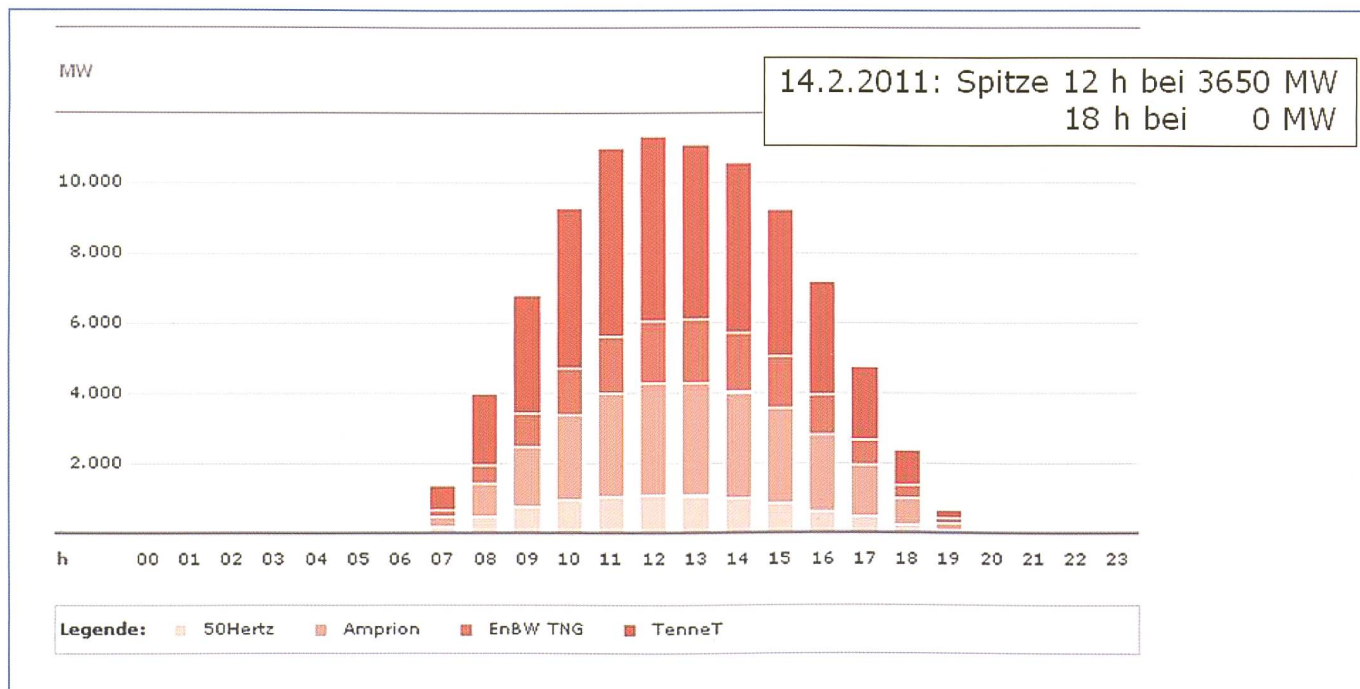


Bild 6. Tatsächliche Produktion Solar 25.04.2011 (Quelle: www.transparency.eex.com).

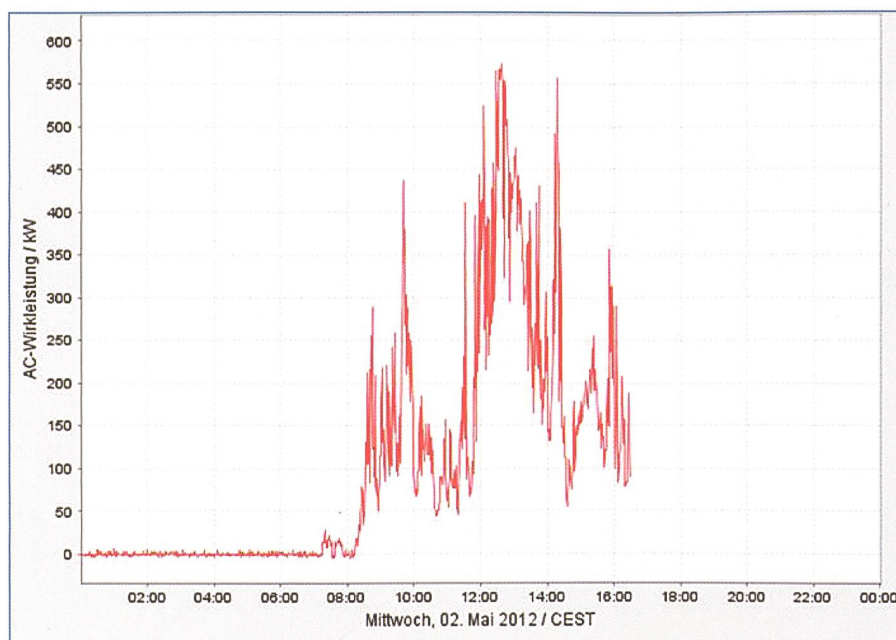


Bild 7. Variabilität Windproduktion am Mont Soleil (CH), Produktion 2.5.2012.

Bei der Kraftwerk Zervreila AG betragen beispielsweise die Steuer- und Wasserzinse 43% der gesamten Jahreskosten (Bild 8).

Das Seilziehen geht weiter. Einzelne Konzessionsbehörden verlangen rigoros die Abgeltung aller Wertschöpfungsstufen an den Produktionsstandorten, während die Standorte der Haushälter und Energieversorger auf die durch sie getragenen Risiken und auf den Aufwand der Vermarktung hinweisen. Immer wieder gibt es politische Stimmen, die zusätzliche Abgaben auf die Produzenten, wie etwa Netzgebühren überwälzen wollen. Mit Recht ist dies bisher allerdings

verhindert worden. Würde etwa der Pumpenstrom (wie teils im Ausland) einer Netzgebühr unterstellt, käme dies einem Dolchstoß für die Pumpspeicherung gleich.

#### 4. Heimfall und das Konzessionsende

Die Schweizer Wasserkraft basiert auf befristeten Konzessionen. In der Regel sind diese auf 80 Jahre abgeschlossen. Bei neuen Konzessionen zeigt sich ein Trend, diese Frist zu verkürzen. Bei Ablauf einer Konzession tritt in der Regel ein Heimfall ein. Dabei fällt der sogenannte nasse Teil gratis an die wasserrechtlichen Hoheitsträger zurück. Für den elektrischen Teil

wird eine angemessene Entschädigung geschuldet. Diese Regelung macht einem investitionswilligen Elektrizitätsunternehmen anfänglich keine Sorgen. Heute aber gegen Ende der grossen Konzessionen wirkt diese Konstellation belastend. Die Elektrizitätsunternehmen müssen nahezu gratis wertvolle Kraftwerksanlagen in betriebsfähigem Zustand an die Gemeinden und/oder Kantone abtreten, sie verlieren ihre Produktionsquellen.

Vielleicht können sie einen Verzicht auf den Heimfall aushandeln. Dies führt aber zu hohen Zahlungen an die Öffentlichkeit. Ein solcher Geldsegen ist für die Berggemeinden natürlich willkommen, provoziert aber zahlreiche politische Spannungen aus der Verwendung dieses Honigtopfes. Und die Produktion wird aus dieser Heimfallverzichtsentschädigung verteuert. Der jeweilige Betreiber hat gegenüber Kraftwerken, die aus dem Heimfall fast gratis übernommen werden können, preisliche Wettbewerbsnachteile. Ein anderes Problem entsteht mit erforderlichen Investitionen kurz vor dem Heimfall. Zwar sehen gesetzliche Regelungen eine Entschädigung des Restwertes solcher Investitionen in die Ertüchtigung der Anlagen bei Konzessionsende vor, sie sind aber für den Investor ungenügend. Mit dem Übergang der Abschreibungsmethode von sogenannten Annuitäten auf eine lineare Abschreibung gemäss den neuen Rechnungslegungsvorschriften fällt der hohe Abschreibungsanteil in den ersten Jahren des Betriebes an. Durch eine Entschädigung zu Buchwerten trägt er den Hauptteil der Investition, doch ihm wird die

Nutzung des vorteilhafteren Endes (man spricht vom Nutzen des goldenen Endes der Wasserkraftanlagen) vereitelt. Will man die Optimierung der Kraftwerkanlagen politisch fördern, braucht es demzufolge eine Änderung der Restwertentschädigung zugunsten eines Verkehrswertes der entsprechenden Anlageteile.

## 5. Partnerwerkstruktur – eine Erfolgsgeschichte

Seit Beginn werden grosse Schweizer Kraftwerke nach dem Modell eines Partnerwerkes strukturiert. Was heisst das? Mehrere Stromunternehmen beschliessen gemeinsam die Erstellung einer Kraftwerkanlage. Sie schliessen zu diesem Zweck unter sich einen Vertrag ab (Partner- oder Gründungsvertrag), in dem sie ihre Anteile und die Grundsätze des Betriebes festlegen. Dieser Partnervertrag ist für die Dauer des Kraftwerkbetriebes abgeschlossen. Ein Ausscheiden etwa eines Partners oder eine Modifikation des Vertrages ist nur mit Zustimmung aller beteiligten Partner möglich. Der einzelne Partner hat das anteilige Recht auf entsprechende Energie und Leistung aus der Kraftwerkanlage. Daneben hat er die Pflicht zur Tragung aller mit dem Betrieb anfallenden Kosten, der sogenannten Jahreskosten. Zumal die Rechnungslegungsvorschriften eine lineare Abschreibung erfordern, sind in der Regel die Anfangsjahre eines neuen Kraftwerkes defizitär. Die Energiehändler würden da gerne auf den Bezug der Energie verzichten – gerade dies ist aber nicht möglich.

Können sich die Partner eine Konzession sichern, wird eine Kraftwerksgesellschaft in Form einer Aktiengesellschaft gegründet (vgl. Bild 9). Diese hat die Aufgabe, das Kraftwerk zu erstellen und zu betreiben. Die Gesellschaft kommt auch für die Finanzierung der Anlagen auf. Die Kraftwerksgesellschaft ist nicht mehr und nicht weniger als eine gemeinsame Betriebsstätte der Partner. Obwohl sie gegen aussen als verselbstständigte Gesellschaft auftritt, ist ihre Aktivität an den Willen und an die vertraglichen Vereinbarungen der Partner gebunden. Diese Konstruktion wird oft als zu schwerfällig qualifiziert und es entstehen immer wieder Bestrebungen, die verschiedenen Beteiligungen so zu verändern, dass klare Mehrheiten oder Alleineigentum für einzelne Partner entstehen. Ein chancenloses Ansinnen! Das enge Korsett der Kraftwerksaktiengesellschaften ist vielfach kosteneffizient und stellt eine sehr willkommene und entscheidende Ausgleichung der Risiken dar. Gerade in einem technischen Havariefall

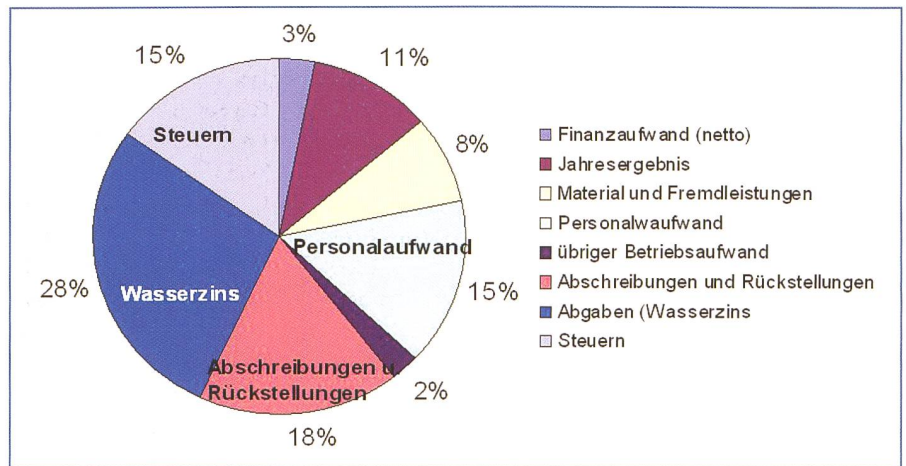


Bild 8. Kostenstruktur von Wasserkraftwerken am Beispiel Kraftwerk Zervreila AG.

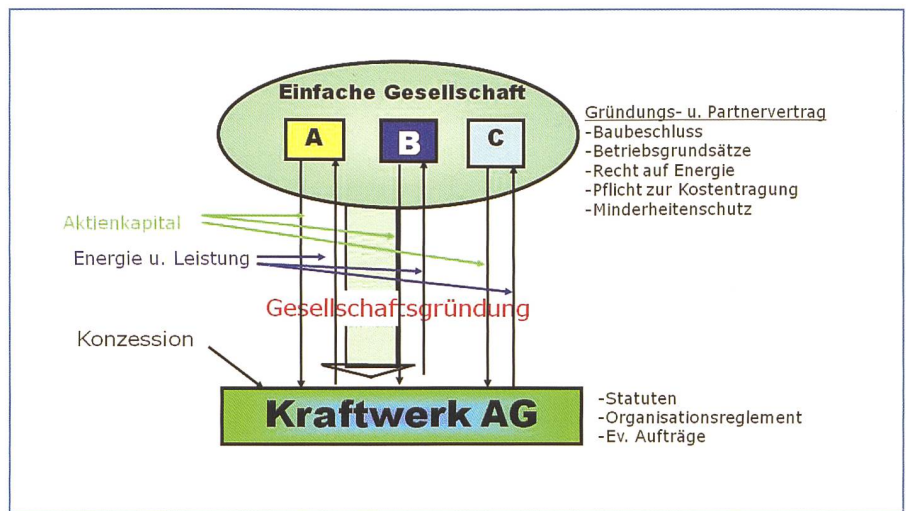


Bild 9. Konstruktion Partnerwerk, eine gemeinsame Betriebsstätte für die Stromproduzenten.

oder beim Ausgleich von hydrologischen Risiken stützt man sich gerne auf die aufgeteilte Beteiligungsstruktur in den einzelnen Partnerwerken ab.

## 6. Neue politische Anforderungen an die Wasserkraft

Bekanntlich hat die schweizerische Politik als Reaktion auf die Ereignisse in Fukushima beschlossen, aus der Kernenergie auszusteigen. Deshalb müssen je nach Entwicklung des Stromverbrauchs und der Sparerfolge zwischen 25 und 50 TWh Strom anderweitig beschafft und produziert werden. Neben Effizienzanforderungen setzt die Politik auch auf den Zubau neuer erneuerbarer Energie und dann eben auch auf den weiteren Ausbau der Wasserkraft. Und dies ist nur schwerlich möglich: Das Ausbaupotenzial ist genutzt und neue Grossanlagen können nicht erstellt werden. Zudem ist die Wasserkraft mit ökologischen Anforderungen aus der Blütezeit des Wasserkraftbaus konfrontiert. Es werden zusätzliche Restwasservorschriften verlangt, einerseits bei einer Erneue-

rung der Konzession, andererseits auch in einem etwas bescheideneren Rahmen bei laufenden Konzessionen. Diese Minderproduktion, die je nach Interessenabwägung, auf 1 bis 3 TWh geschätzt wird, fehlt der schweizerischen Stromversorgung just in einem Moment, wo sie wirklich gebraucht wird.

Projekterschwerend wirkt sich auch die Ausscheidung verschiedener raumplanerischer Nutzungszonen aus. Es gibt durchaus schöne Landschaften, die nicht einer Drittnutzung unterworfen werden sollen. Eine neue Gewichtung der Schutz- und Nutzungsinteressen sollte dort zu Gunsten einer Wassernutzung ausfallen, wo der ökologische Eingriff gering ist. Eigenartige Wirkungen hat auch die Möglichkeit, dass sich die Regionen vertraglich gegen eine Nutzung der Wasserkraft verpflichten und im Gegenzug Ausgleichszahlungen erhalten. Damit werden durchaus sinnvolle Projekte verhindert.

Der Bundesrat erwartet im Rahmen seiner Energiestrategie 2050 eine zusätzliche Produktion der schweizerischen

Wasserkraft von 3.2 TWh, dies allerdings nur unter der Annahme extrem optimistischer Rahmenbedingungen, wie eine jüngst publizierte Studie des Bundes zeigt (BFE, 2012). Bei den heutigen Rahmenbedingungen ist dies aber unmöglich; neue Kleinkraftwerke, die vereinzelt Erstellung von grösseren Wasserkraftwerken, die Erhöhung der Wirkungsgrade, die Verlustoptimierung usw. erlauben ein zusätzliches Potenzial, das auf rund 1.5 TWh geschätzt wird. Und langfristig (etwa ab dem Jahr 2050) wird die Klimaveränderung mit dem Abschmelzen der Gletscher und vermehrten Starkniederschlägen der Wasserkraft zusetzen.

## 7. **Ausblick: Chancen und Risiken der Wasserkraft**

Die Nutzung der Wasserkraft wird in der Schweiz wie in der übrigen Welt weiterhin eine attraktive Art der Stromgewinnung bleiben. Sie hat zu viele Vorteile. Mit dem da und dort gefällten Entscheid, aus der Kernenergie auszusteigen, wird die Erwartung an die Wasserkraft noch erhöht.

Die Illusionen der Politiker sind allerdings höher als die technischen Realitäten. Die in der Blütezeit der Wasserkraft eingeführten Restwasserbestimmungen führen zu einer Minderproduktion und Standorte für grössere Anlagen scheitern an ökologischen Abwehrdispositionen. Und schliesslich ist das Wasserdargebot in den meisten Fällen schon so genutzt, dass effiziente Anlagen nicht mehr realisiert werden können. Deshalb müssen – wird die Erreichung der bundesrätlichen Ziele gefordert – Wasserfassungsbauwerke auch in Schutzzonen zugelassen werden. Und durch ein flexibles System von Restwassermengen müssen diejenigen Fälle herausgefiltert werden, wo trotz erhöhten Restwassermengen eben kein ökologischer Gewinn entsteht. Ob sich dafür eine politische Mehrheit finden lässt, ist zurzeit noch völlig offen. Das Schweizer Volk hat nämlich bisher den Gewässer- und Landschaftsschutz immer stark gewichtet.

Langfristig gesehen sind die Wasserkraftwerke auch dem klimatischen Wechsel ausgesetzt. Mit dem Weg-

schmelzen der Gletscher werden sich sicherlich die Niederschlagscharakteristiken in einem Einzugsgebiet verändern. Insgesamt ist von einer Verringerung der Produktion auszugehen. Schon heute ist festzustellen, dass die Betriebe auf vermehrte Sedimentzufuhren wegen freigelegten Moräneflächen reagieren müssen. Der Rückgang von Permafrostzonen führt zu einer Destabilisierung von einzelnen Einzugsgebieten und Starkniederschläge erlauben keine optimale Wasserfassung. Ob es gelingen wird, mit freigelegten Gletscherseen neue Wassernutzungsstandorte zu realisieren, ist mithin eine politische und finanzielle Frage.

Insgesamt ist aber die Zukunft der Wasserkraft attraktiv und die Akteure der Wassernutzung sind aufgefordert, diese überall auf der Welt zu fördern.

Anschrift des Verfassers

Jörg Aeberhard

Präsident Hydrosuisse, Leiter Hydraulische Produktion der Alpiq, CH-4600 Olten  
joerg.aeberhard@alpiq.com, www.alpiq.com

**terra**  
vermessungen

terra vermessungen ag  
Tel.: 043 500 10 77  
terra@terra.ch  
www.terra.ch

Unsere Referenz – Rundum zufriedene Kunden



**HYDROGRAPHIE | STRÖMUNGSMESSUNG | SEEGRUNDKARTIERUNG**