Wasserkraft : das Rückgrat der Schweizerischen Stromversorgung

Autor(en): **Pfammatter, Roger / Biasiutti, Gianni / Huwyler, Jörg**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **103 (2011)**

Heft 2

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-941801

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

Wasserkraft – das Rückgrat der Schweizerischen Stromversorgung

Roger Pfammatter, Gianni Biasiutti, Jörg Huwyler, Jörg Aeberhard, Andreas Stettler

Zusammenfassung

Die Wasserkraft ist die wichtigste einheimische Energiequelle der Schweiz. Deren Nutzung mittels Lauf- und Speicherkraftwerken deckt rund 56% des Schweizerischen Strombedarfs und trägt mit aktuell rund 97% fast den gesamten Anteil erneuerbarer Stromproduktion. Die Wasserkraft ist eine mittlerweile kostengünstige, sehr effiziente, klima- und umweltfreundliche Form der Stromerzeugung und kann überdies mit den Speicherkraftwerken den zunehmenden Bedarf nach Spitzenstrom und Regelenergie abdecken.

Einiges spricht also für die Wasserkraft. Und die Schweiz tut gut daran, ihren Standortvorteil durch den relativen Wasserreichtum und das vorhandene Gefälle effizient zu nutzen. Zwar sind unter den heutigen Rahmenbedingungen und Gewichtungen die ganz grossen Zubauten nicht mehr möglich. Aber es braucht eine Energiepolitik, welche die Wasserkraftnutzung nicht einfach als gegeben erachtet oder mit laufend neuen Abgaben und Schutzanliegen schwächt. Nur mit guten Rahmenbedingungen werden Investitionen in die Erneuerung und den Ausbau des Kraftwerkparks attraktiv bleiben.

Der vorliegende Artikel beruht auf einer von der Kommission Hydrosuisse des SWV im März 2011 für Medienschaffende durchgeführten Informationsveranstaltung mit Reise zu den Kraftwerken Oberhasli auf dem Grimsel. Er ruft die Bedeutung der Wasserkraft als Rückgrat der Schweizerischen Stromversorgung in Erinnerung und gibt Einblick in einige der künftigen Chancen und Herausforderungen.

1. Erneuerbarer Pfeiler der Versorgungssicherheit

Von Roger Pfammatter

1.1 Stromverbrauch und -produktion

Der Stromverbrauch in der Schweiz hat sich seit den 50er-Jahren um den Faktor 6 erhöht. Und auch wenn in den letzten Jahren teilweise rezensionsbedingt eine Abflachung zu erkennen ist – der Verbrauch steigt weiterhin an (vgl. *Bild 1*, gemäss den im April publizierten Zahlen für 2010 wurde letztes Jahr wiederum ein satter Verbrauchsanstieg von 4% verzeichnet). Die einheimische Stromproduktion hat sich diesem Konsum angepasst und in etwa die gleiche Steigerung erfahren. Die Nutzung der Wasserkraft spielte dabei immer eine zentrale Rolle. Der absolute Beitrag ist zwar seit den Boomzeiten in den 70er-Jahren nur noch wenig angestiegen und beträgt pro Jahr rund 36 000 GWh. Mit einem Anteil von 56% an der Gesamtproduktion ist die Wasserkraft aber weiterhin der Hauptpfeiler unserer Versorgungssicherheit. Während die Flusskraftwerke zusammen mit der Kernkraft die Bandlast gewährleisten, sind die Speicherwerke eminent wichtig für die Abdeckung des nachgefragten Spitzenstroms und der für die Netzstabilität benötigten Regelenergie.

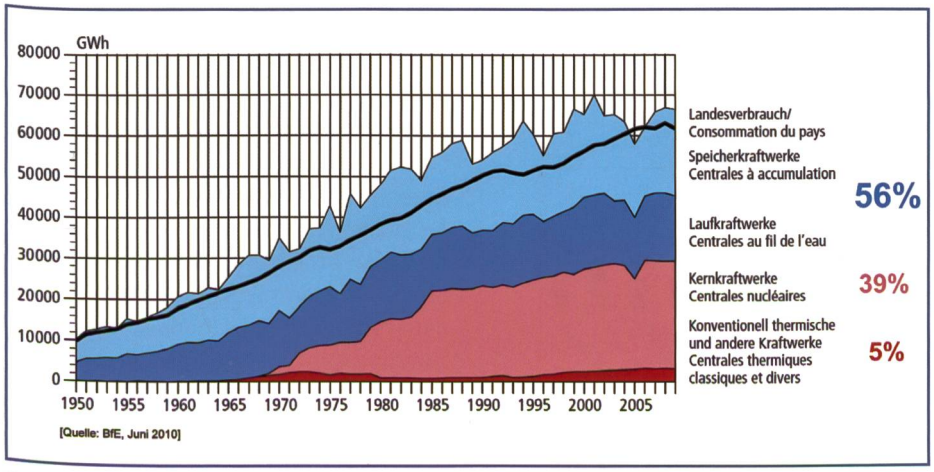

Bild 1. Entwicklung von Stromverbrauch und -produktion in der Schweiz seit 1950; aktuell wird die Jahresproduktion gedeckt durch 56% Wasserkraft, 39% Kernkraft und 5% andere Kraftwerke (Quelle: BFE, 2010).

Bild 2. Laufkraftwerke tragen mit rund 30% der installierten Leistung rund 50% der Produktion aus Wasserkraft und liefern vor allem Bandlast. Im Bild das Kraftwerk Eglisau-Glattfelden am Rhein.

Bild 3. Speicherkraftwerke tragen die andere Hälfte der Produktion aus Wasserkraft und liefern Spitzenstrom und Regelenergie. Im Bild der Speicher Lago di Naret der Kraftwerke Maggia im Tessin.

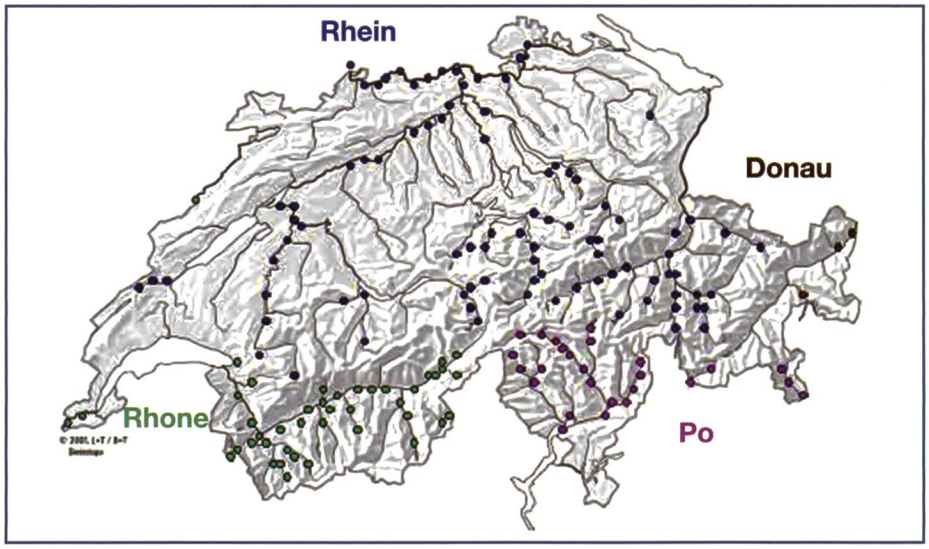

Bild 4. Die 156 grössten Wasserkraftwerke mit > 10 MW installierte Leistung liefern > 90% des Stroms aus Wasserkraft.

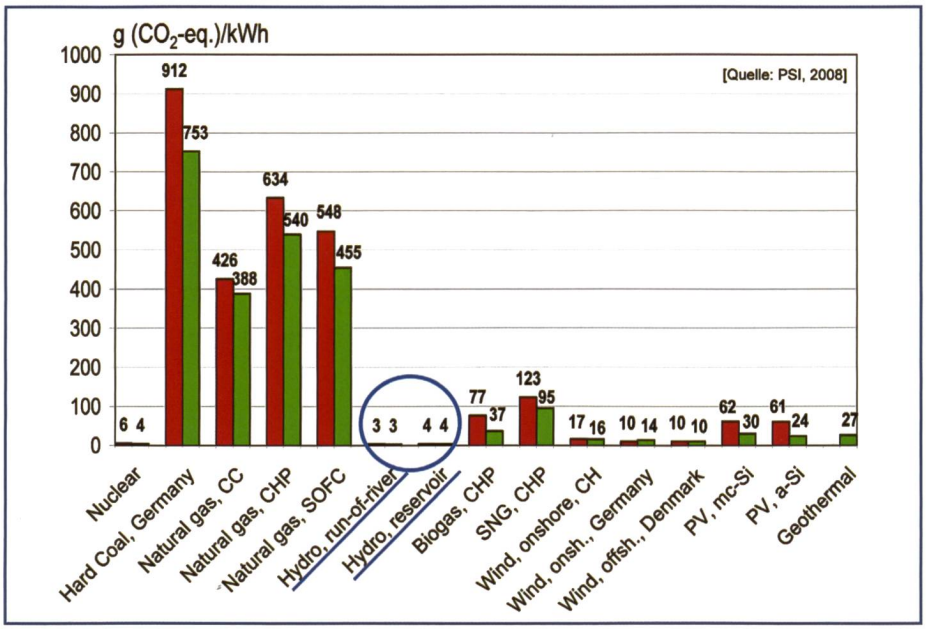

Bild 5. Treibhausgasemissionen verschiedener Stromerzeugungen 2005 (rot) und 2030 (grün) in CO_2-Äquivalenten (Quelle: PSI, 2008).

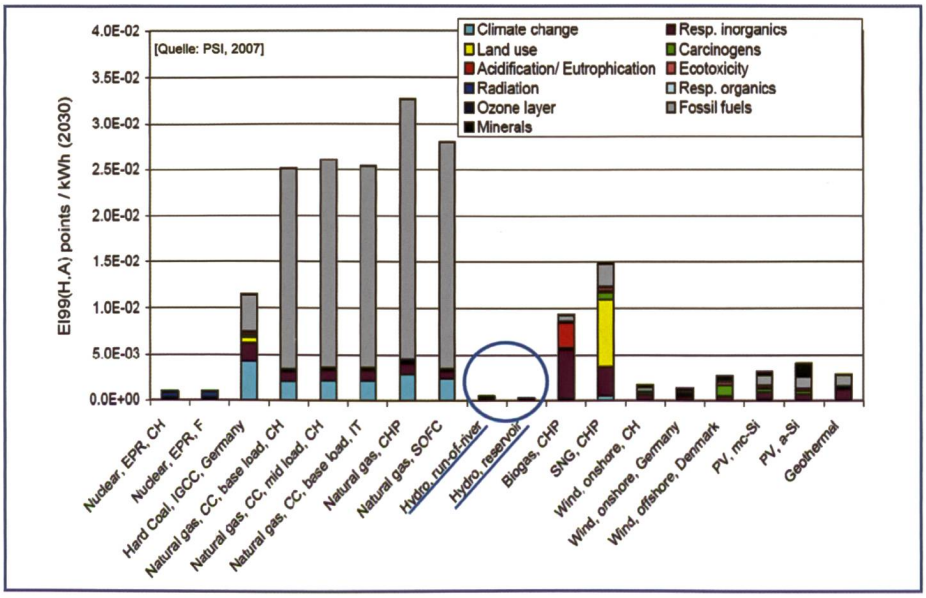

Bild 6. Ökobilanz verschiedener Stromerzeugungstechnologien, Prognose fürs Jahr 2030 inklusive technologische Entwicklung (Quelle: PSI, 2007).

Die Bedeutung der Wasserkraft für unsere Wirtschaft und Gesellschaft wird auch in absehbarer Zukunft nicht abnehmen. Im Gegenteil: mit der voranschreitenden Substitution der fossilen Energieträger (Wärmepumpen, Elektromobilität), dem vielfach geforderten Ausbau der erneuerbaren Energien, sowie der weitergehenden Internationalisierung des Strommarkts im europäischen Raum, erhalten sowohl die Stromanwendungen im Allgemeinen, als auch die hervorragenden Eigenschaften der Wasserkraft im Speziellen noch mehr Bedeutung.

Und auch wenn Prognosen bekanntermassen mit Vorsicht zu geniessen sind: wir alle werden voraussichtlich in unseren Haushalten trotz Effizienzsteigerungen weiterhin jedes Jahr mehr Strom verbrauchen. Eindrücklich ist diesbezüglich die Periode von 1985 bis 2000: in diesen 15 Jahren haben verkaufte Haushaltgeräte durch Effizienzgewinne rund 40% weniger Strom verbraucht, und doch blieb unter dem Strich eine Zunahme des Verbrauchs im Haushaltbereich um +10% (BFE, 2010). Wir haben also alleine durch die viel grössere Anzahl an Geräten die Effizienzgewinne kompensiert. Und: die Zunahme an elektronischen «Gadgets» ist seither nicht geringer geworden.

1.2 Vorteile der Wasserkraft

Die Wasserkraft vereint eine ganze Reihe wichtiger Vorteile für eine sichere Energieversorgung der Schweiz. Sie ist:

- die wichtigste heimische Energiequelle
- die wichtigste erneuerbare Ressource der Schweiz
- praktisch frei von Treibhausgasen
- insgesamt vergleichsweise umweltschonend, und
- unabhängig vom Weltmarkt der fossilen Energieträger

Bezüglich Emissionen von Treibhausgasen wie Kohlendioxid oder Methangas bleibt die Wasserkraft unschlagbar. Sie hat gemäss Untersuchungen des Paul Scherrer Institutes aus dem Jahre 2008 (nach Ökobilanzmethodik und über die gesamte Energiekette gerechnet) mit 3–4 g CO_2-Äquivalenten mit Abstand den geringsten Ausstoss an klimawirksamen Gasen pro produzierte kWh (vgl. *Bild 5*). Sie rangiert damit auf Rang 1 des Klimaschutzes – zusammen mit der Kernkraft noch deutlich vor der Photovoltaik oder auch Windkraftanlagen.

Auch bezüglich Gesamtumweltauswirkungen liegen die Fluss- und Speicherkraftwerke im Durchschnitt vorne, hier zusammen mit der Kernkraft und der Wind-

kraft, aber deutlich vor der Photovoltaik. Dies gilt selbst bei Berücksichtigung der zu erwartenden technologischen Entwicklung bis ins Jahr 2030 mit einhergehenden Verbesserungen für Wind und Photovoltaik (vgl. *Bild 6*).

Klar hat auch die Wasserkraft Auswirkungen auf die Umwelt, insbesondere auf die Gewässer und den Gewässerlebensraum. Aber einerseits wird diesbezüglich bereits viel unternommen bzw. wird mit den Konzessionserneuerungen verbessert (Fischaufstiege und Umgehungsgewässer, Restwassersanierungen bei Konzessionserneuerungen, Ausgleichsmassnahmen bei Bauvorhaben). Und andererseits wird mit dem seit dem 1.1.2011 in Kraft stehenden revidierten Gewässerschutzgesetz die weitergehende Sanierung der wesentlichen Auswirkungen (Geschiebe, Schwall/Sunk, Durchgängigkeit usw.) vorgegeben und in den nächsten Jahren umgesetzt.

1.3 Wichtigste Erneuerbare

Es braucht zweifellos ein Nebeneinander der verschiedener Technologien für die Versorgungssicherheit. Bei nüchterner Betrachtung wird aber schnell klar, dass es auch in Zukunft weiterhin viel Wasserkraft braucht. Aber nicht nur als erneuerbare, umweltschonende Energiequelle, sondern insbesondere auch bei der Netzregulierung und der Anpassung an den Stromkonsum sowie für den Ausgleich des unregelmässig anfallenden Stroms aus Wind- und Photovoltaikanlagen spielen Speicher- und Pumpspeicherwerke eine Schlüsselrolle (vgl. auch Kapitel 3 zur Pumpspeicherung).

Heute werden knapp 97% der erneuerbaren Stromproduktion in der Schweiz von der Wasserkraft generiert (vgl. *Tabelle 1*). Vom wenigen Rest schlägt vor allem Strom aus der Verbrennung von Kehricht mit etwas über 2% zu Buche. Die viel beschworene Photovoltaik und Windkraftanlagen machen zusammen nicht einmal 0.2% der heutigen erneuerbaren Stromproduktion der Schweiz aus. Die Geothermie steckt noch in den Kinderschuhen – und ob das Erwachsenwerden gelingt ist noch offen.

1.4 Beschränkte Ausbaupotenziale in der Schweiz

Sowohl Wind- wie Photovoltaikanlagen haben aktuell zwar eindrückliche (und subventionierte) Wachstumszahlen, aber die Potenziale für zusätzliche erneuerbare Energieproduktion sind dennoch sehr beschränkt (vgl. *Tabelle 2*):

- Die Schweiz ist kein Windland. Und wo es doch genügend Wind gäbe zeigen die aktuellen Auseinandersetzungen, dass Windparks in der Bevölkerung kaum die notwendige Akzeptanz erreichen. Und ganze Wind-«Parks» würden benötigt – denn zum Vergleich: für die Bereitstellung der im Grimselgebiet von der KWO installierten rund 2000 MW Leistung aus Wasserkraft bräuchte es rund 2000 Windturbinen à 1 MW Leistung. Bei 2000 Windstunden resultierten daraus 4000 GWh Strom, was nur rund 3% des aktuellen Strombedarfs aber bereits dem geschätzten Windkraftpotenzial der Schweiz entspräche.
- Das Potenzial der Photovoltaikanlagen übersteigt grundsätzlich die Bedürfnisse der Schweiz. Nach überschlägigen Berechnungen würde theoretisch die Bestückung von wenigen Prozent der Oberfläche mit photovoltaischen Zellen genügen, um den jährlichen Stromverbrauch zu decken. Aber die viel beschworene Sonnenenergie hat auch ihre Tücken. Zum einen scheint die Sonne im Winter nun mal nur kurze Zeit und vielerorts nur oberhalb einer dicken Nebeldecke – der Strom fällt damit sehr unstetig an. Zum anderen sprechen der grosse, ineffiziente Flächenbedarf und die hohen spezifischen Kosten gegen die ganz grossen Sprünge. Solarzellen in der freien Landschaft sind kaum das richtige Mittel, um unseren Strombedarf zu decken. Bei einer realistischen Schätzung des Ausbaupotenzials mit Installationen auf Dächern und Fassaden dürften rund 10 000–15 000 GWh resultieren (Avenir Suisse, 2010), womit immerhin knapp ein Viertel des heutigen Bedarfs gedeckt werden könnte.
- Das theoretisch mögliche Potenzial für die Wasserkraftnutzung – also die Nutzung jeden Wassertropfens der Schweiz – wurde in einer Studie von 2004 mit überschlägigen Berechnungen auf total 100 000–150 000 GWh geschätzt (BFE, 2004). Gegenüber den heute genutzten 36 000 GWh bestünde also noch Spielraum. Allerdings wird in derselben Studie das realistische technische Ausbaupotenzial auf rund 5000–7000 GWh zusammengestrichen. Dieses Potenzial be-

Erneuerbare Stromproduktion 2009	*GWh/a*	*%*
Wasserkraft	*37136*	*96.6%*
Kehrichtverbrennung	*888*	*2.3%*
Holz- und Spezialfeuerungen	*154*	*0.4%*
Bio-, Klär- und Deponiegas	*193*	*0.5%*
Photovoltaik	*50*	*0.1%*
Windanlagen	*23*	*0.1%*

Tabelle 1. Anteil erneuerbare Stromproduktion der Schweiz 2009 (Quelle: BFE, 2010).

Techn. Ausbaupotenzial	*+GWh/a*	*Ausbauart*	*Einschränkungen*
Wasserkraft	*5000–7000*	*Optimierung, Neubau*	*Restwasser, Klimawandel*
Photovoltaik	*10 000–15 000*	*Neubau*	*Unstetig, Flächenbedarf, sehr hohe Kosten*
Windanlagen	*3000–4000*	*Neubau*	*Unstetig, Flächenbedarf, Akzeptanz*
Biomasse	*4000–9000*	*Neubau*	*Ineffizient, Landbedarf/ Konkurrenz*
Geothermie	*2000–18000*	*Neubau*	*Nicht ausgereift*
Total	***24 000–53 000***		

Tabelle 2. Ausbaupotenziale erneuerbare Stromproduktion in der Schweiz (Quelle: BFE, 2008; Avenir Suisse, 2010).

inhaltet vor allem den Ersatz der Ausrüstung bestehender Anlagen, Umbauten und Erweiterungen bestehender Kraftwerke und wenige kleinere Neubauten. Davon abzuzählen gilt es allerdings erwartete Produktionsverluste aufgrund der Restwasserbestimmungen bei Neukonzessionierungen (ca. 900 GWh bis 2035 bzw. ca. 2000 GWh bis 2070) und voraussichtliche, aber schwer abzuschätzende Verluste durch den Klimawandel bzw. die Veränderung der Abflussregimes (ein laufendes Forschungsprojekt dürfte dazu bis im September 2011 neuere Erkenntnisse liefern). Es gilt also nur schon zum Erhalt der heutigen Produktionsmenge aus Wasserkraft mittelfristig einen Zubau von mehr als 2000 GWh zu realisieren.

Die Aussichten auf die Nutzung zusätzlicher erneuerbarer Stromquellen in der Schweiz sind vorhanden aber begrenzt. Der Wasserkraft kommt diesbezüglich also auch in Zukunft eine grosse Bedeutung zu. Auch wenn diese Ausgangslage im Grunde genommen nicht bestritten wird, stösst die Wasserkraft immer wieder auf Widerstand, meist dann, wenn neue Projekte angegangen werden. Die Schweiz muss ihren Standortvorteil mit den vorhandenen Wasserressourcen und benötigtem Gefälle nutzen. Der Reichtum der Schweiz in Bezug auf die erneuerbaren Energien liegt in der Wasserkraft.

2. Vision: In Zukunft Strom

Von Gianni Biasiutti

2.1 Fehlende Nachhaltigkeit der Energiesysteme

Zitat aus dem Weltenergiebericht 2008 der Internationalen Energieagentur (IEA): «Die aktuellen Entwicklungen in Energieproduktion und -verbrauch sind unter ökologischen, ökonomischen und sozialen Gesichtspunkten nicht nachhaltig. Das kann – und muss – geändert werden. Noch ist Zeit für einen Kurswechsel.»

Das Problem ist, dass der Energiebedarf der Menschheit ständig steigt und zu 90% aus der Verbrennung von fossilen Stoffen (Öl, Gas und Kohle) gedeckt wird. Die Folgen davon sind eine rasche Erschöpfung dieser Energie-Ressourcen – was sich schon heute in steigenden Preisen ausdrückt – sowie eine bedrohliche Veränderung des Klimas durch den massiven CO_2-Ausstoss der Verbrennungsprozesse. Die Situation in der Schweiz ist etwas besser, weil wenigstens die Stromversorgung nicht auf fossilen Stoffen basiert, sondern auf Wasser- und Kernkraft. Allerdings wird nur knapp ein Viertel des gesamten Energiebedarfs durch Strom gedeckt.

Der Energiebedarf wird getrieben vom Wachstum der Bevölkerung sowie von der Entwicklung zu mehr Wohlstand für mehr Menschen. Viel, zu viel, Energie wird aber auch deshalb verbraucht, weil die meisten Nutzungen der fossilen Stoffe, vor allem jene in Autos, Heizungen und Industrieprozessen, fürchterlich ineffizient sind: Im Durchschnitt der verschiedenen Nutzungen gehen fast ¾ der eingesetzten Rohenergie in Abwärme verloren. Am schlimmsten steht das Auto da; es setzt nur etwa 15% des Rohöls in Bewegung um, der Rest geht beim Raffinieren, Transportieren und beim Verbrennen im Automotor verloren.

Ein Blick weit zurück: Die erste bahnbrechende Entwicklung der Menschheit war die Nutzbarmachung des Feuers. Zuerst diente das Feuer zum Heizen und Kochen, dann der Eisenherstellung, später für Dampfmaschinen usw. Dann kam die industrielle Revolution. Die fossilen Stoffe wurden entdeckt, und man erschloss sich dadurch scheinbar unlimitierte Energiereserven. Gestützt darauf wurden die Funktionen der Verbrennungsprozesse stark verbessert und deren Wirkungsgrade gesteigert. Am effizientesten sind heute die grossen Stromkraftwerke mit Gas oder Öl; sie erreichen Wirkungsgrade von über 60%.

In einer Hinsicht blieb man aber in der Steinzeit stecken, nämlich im Konzept, überall dort, wo man grössere Mengen Energie benötigt, ein kleines lokales Feuer zu betreiben, in Autos, in Häusern, in der Industrie. Und das Problem dabei ist: Diese Milliarden von kleinen Feuern rund um den Globus funktionieren zwar bestens, gehen aber mit der Rohenergie verschwenderisch um!

2.2 Grundzüge der Lösung: Strom als Vermittler

Um die Energiesysteme zukunftsfähig, resp. nachhaltig zu machen, muss die Verbrennung von fossilen Rohstoffen drastisch reduziert werden; gleichzeitig muss aber die Entwicklung zu mehr Wohlstand für mehr Menschen auf dem Globus möglich bleiben. Die Lösungen zur Bewältigung dieser epochalen Herausforderung sind in den zwei folgenden Stossrichtungen zu suchen: Erhöhung der Energie-Effizienz und verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien (Wasser, Wind, Sonne, Erdwärme). Und in beiden Stossrichtungen spielt Strom die Schlüsselrolle.

Für die Erhöhung der Energie-Effizienz ist Strom als Energievermittler gefragt. Die Effizienz der Nutzung fossiler Energien kann wesentlich erhöht werden, wenn statt der direkten Verbrennung am Ort der Nutzung die Umwandlung über Strom beschritten wird. Ein bekanntes Beispiel dafür ist die Wärmepumpe. Statt Öl im Keller zu verbrennen, überlässt man das Öl besser der Stromerzeugung und nutzt diesen Strom, um mittels Wärmepumpe das Doppelte der eingesetzten Rohenergie aus der Umgebungsluft «herauszusaugen». Dadurch halbiert sich der Primärenergie-Verbrauch. Die zukünftige grosse Anwendung des Prinzips der Effizienzsteigerung durch Elektrifizierung wird das Auto sein. Das Elektroauto braucht pro Kilometer zwei bis drei mal weniger

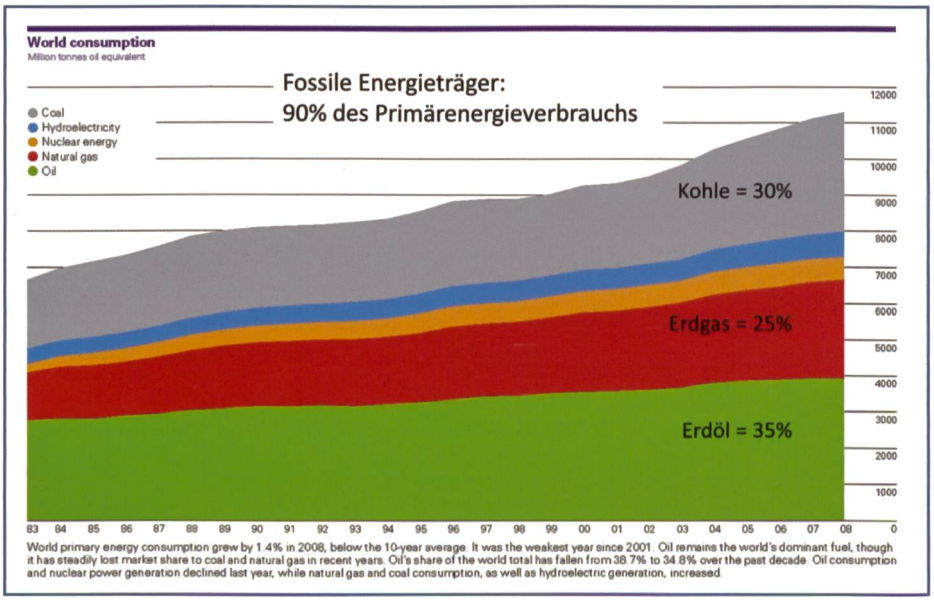

Bild 7. Der Weltenergiebedarf steigt ständig und wird zu 90% der Fossilen gedeckt (Quelle: BP World Energy Outlook 2009).

Bild 8. Strom ist der effiziente Vermittler zwischen Windkraftanlagen in der Nordsee und dem Verbraucher im Elektroantrieb (im Bild Prototyp der Firma Mindset AG).

Energie als ein herkömmliches Auto. Der Schlüssel zum Durchbruch ist eine Batterie mit genügender Speicherkapazität; daran wird intensiv geforscht. In etwa 15 Jahren dürfte das Auto mit Elektromotor Standard sein. Weiterhin auf flüssige Treibstoffe angewiesen sind Flugzeuge und Schiffe, weil sie sehr grosse Energievorräte an Bord benötigen. Das unerlässliche Fundament der Energie-Effizienz ist die Reduktion des Verbrauchs von Geräten sowie die hochwertige Gebäudeisolation.

Für die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energie ist Strom als Universalwährung für Energie gefragt. Jede Form von Primärenergie und insbesondere auch alle erneuerbaren Energien lassen sich in Stromnetze einbinden und an den Ort des Verbrauchs transportieren. Dabei ist der Energietransport im Stromnetz sehr verlustarm und auch über mehrere tausend Kilometer möglich. Das heisst, Stromnetze ermöglichen es, jede Quelle von erneuerbarer Energie «anzuzapfen», die gewonnene Energie «einzusammeln» und zum Verbraucher zu leiten. So ist es beispielsweise möglich, mit Windenergie Auto zu fahren.

Energie aus Wind und Sonne gibt es auf der Welt in gewaltigen Mengen. Folgender Sachverhalt möge dies illustrieren: Die Wüsten der Erde empfangen in sechs Stunden so viel Energie von der Sonne, wie die Menschheit in einem ganzen Jahr verbraucht. Nutzbare Sonnenenergie gibt es aber auch hierzulande, zum Beispiel auf den Hausdächern. Gut isolierte Häuser mit Solaranlagen können einen Energieüberschuss produzieren und ins Stromnetz abgeben (Positiv-Energie-Häuser).

2.3 Vision Energiezukunft

Eine neue Phase der Elektrifizierung steht bevor: Strom wird zum Rückgrat der Energiesysteme und wird die fossilen Stoffe in vielen Energieanwendungen ersetzen. Durch die Elektrifizierung von Wärmegewinnung und Mobilität steigt die Gesamt-Energieeffizienz, der Bedarf an Primärenergie sinkt. Gleichzeitig schaffen die Stromnetze Zugang zu mehr erneuerbarer Energie, vor allem Wind von den Küsten, Sonne aus der unmittelbaren Umgebung sowie aus Südeuropa und den Wüsten. Soweit fossile Brennstoffe noch nötig sind, sollten sie aus Effizienzgründen möglichst nur in modernen Grosskraftwerken oder in Strom-Wärme-Kopplungen eingesetzt werden.

Dieser Umbau der Energiesysteme hat eine Zeitperspektive von einigen Jahrzehnten. Der Stromumsatz wird sich dabei mindestens verdoppeln. Eine Konkretisierung dieser Vision zeigt die Konzeptstudie DESERTEC (www.DESERTEC.org), lanciert von Industrieunternehmen und Wissenschaftlern. Die Studie will Entscheidungsgrundlagen für zukunftsgerichtetes Handeln in der Transformation der Energiesysteme liefern, sowie Projekte zum Bau von Wüstenkraftwerken und interkontinentalen Stromleitungen anstossen.

Kernelement des Konzepts DESERTEC ist ein ausgedehntes Höchstspannungs-Gleichstromnetz, welches den Raum Europa-Nordafrika-Mittlerer

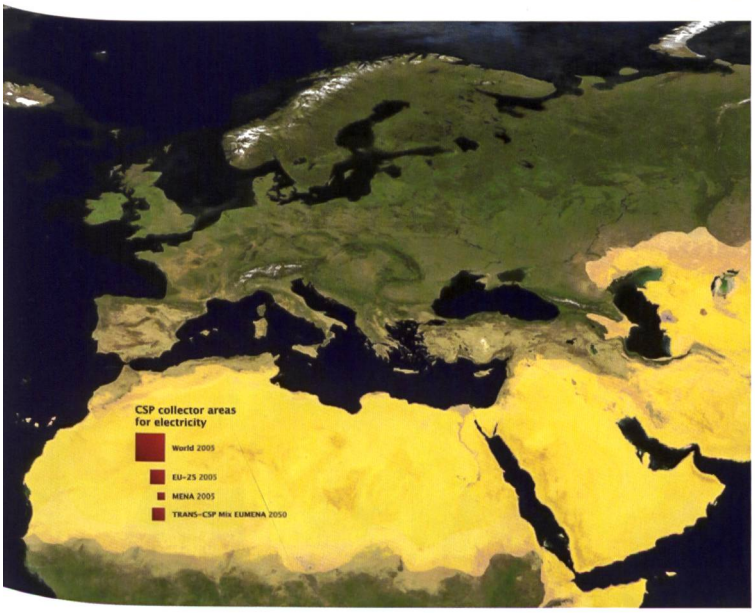

Bild 9. Die Wüsten der Erde empfangen in sechs Stunden so viel Energie von der Sonne, wie die Menschheit in einem ganzen Jahr verbraucht.

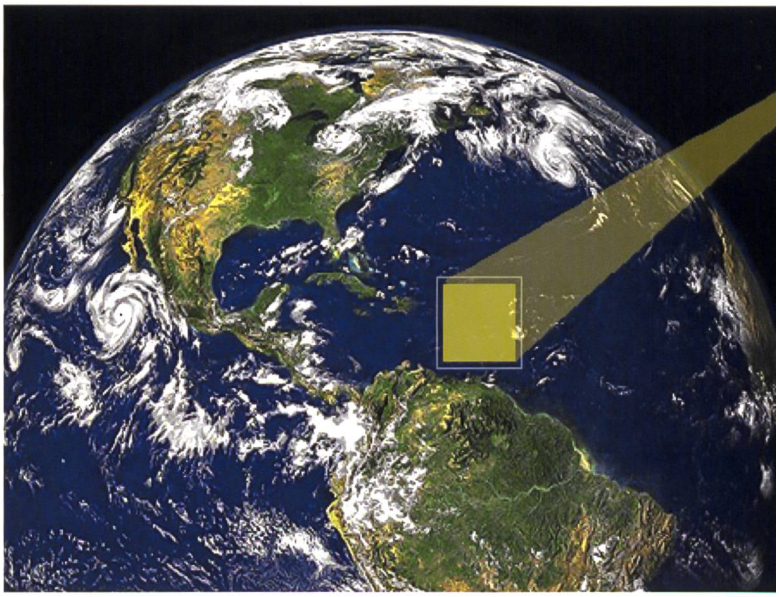

Bild 10. Um den gesamten Energie-Bedarf der Erde zu decken, braucht es eine Fläche von Sonnenkollektoren von ca. 1000 × 1000 km.

Osten überspannt. Daran angeschlossen sind Windkraftwerke an den Küsten, solarthermische Kraftwerke (Kollektortechnik) in den Wüsten, Biomasse- und Erdwärme-Kraftwerke, Wasserkraftwerke in den Alpen sowie auch konventionelle Gross-Kraftwerke.

Die Windenergienutzung entwickelt sich schon heute mit Dynamik. Die ersten solarthermischen Kraftwerke stehen bereits in Betrieb, weitere sind im Bau und in Projektierung. Bis aber solche Anlagen einen relevanten Teil des Energiebedarfs decken können, wird es Jahrzehnte dauern. Die nötigen Investitionen in Leitungen und Kraftwerke sind gewaltig. Einstweilen sind thermische Gross-Kraftwerke unverzichtbar (bis jetzt vor allem Kernkraftwerke, wegen der Klimaschonung, sowie wirkungsgradoptimierte Gaskraftwerke).

Wasserkraftwerke sind in Zentraleuropa die wichtigsten Lieferanten erneuerbarer Energie. Darüber hinaus besitzen die Hochdruck-Wasserkraftanlagen in den Alpen eine spezielle Fähigkeit, die in Zukunft besonders wichtig sein wird: Die freie Regelbarkeit, welche sie zum ständigen Ausgleich zwischen Produktion und Bedarf befähigt. Im zukünftigen Stromnetz mit immer mehr fluktuierender Wind- und Sonnenenergie und immer grösseren Distanzen zwischen den Kraftwerken und den Verbrauchszentren nimmt die Bedeutung dieser Regelfunktion stark zu. Pumpspeicherwerke müssen für die Pufferung zwischen Stromproduktion und -verbrauch sorgen und die grossen Speicherseen die Stör- und Notfallreserve für die Verbraucher sicherstellen. Diesbezüglich sind ebenfalls grosse Investitionen erforderlich – als eine der Voraussetzungen für die Ökologisierung der Energiesysteme.

3. Pumpspeicherung zur Sicherstellung der Netzstabilität

Von Jörg Huwyler

3.1 Steigende Nachfrage

Die Nachfrage nach Pumpspeicherkraftwerken ist in Europa und Nordamerika stark angestiegen. Dies überrascht angesichts der laufenden Entwicklung im Bereich der Produktionsparks und der Trennung von Netz- und Kraftwerksbetrieb aufgrund der Deregulierung der Strommärkte nicht. Die Pumpspeicherkraftwerke werden in Zukunft einen wichtigen Beitrag zur Netzstabilität und zum Ausgleich der stochastisch einspeisenden Stromproduktionsanlagen wie Wind und Photovoltaik leisten. Auch aus ökonomischer Sicht ist die Pumpspeicherung mit Abstand die effizienteste und günstigste Speicherform von elektrischer Energie.

3.2 Pumpspeicherwerke – Funktion/Einsatz/Projekte

Pumpspeicherwerke (PSW) verbinden zwei unterschiedlich hoch gelegene Wasserspeicher in der Art, dass das Wasser entweder im Turbinen- oder Pumpbetrieb zwischen diesen Becken hin- und herfliesst (siehe *Bild 11*). Beim Turbinenbetrieb fliesst das Wasser vom höher gelegenen Becken in das tiefer gelegene und produziert dabei hochwertigen, dem Bedarf angepassten Spitzenstrom. Im umgekehrten Fall kann im Pumpenbetrieb überschüssiger Strom in Form von Wasser im höher gelegenen Becken gespeichert werden. Der Wirkungsgrad des Gesamtzyklus Pumpen/Turbinieren erreicht bei modernen PSW ca. 80% (vgl. *Bild 12*).

Der Einsatz des PSW richtet sich entweder nach den Netzbedürfnissen für die Sicherung der Stabilität oder für die Produktion und Speicherung von Energie gemäss Marktsituation resp. Angebot und Nachfrage von Strom (vgl. *Bild 13* und *14*). Der zweite Einsatzbereich widerspiegelt auch die Einspeisesituation von Wind- und Photovoltaikproduktion.

In Deutschland und in den Alpenländern Schweiz und Österreich befinden sich heute mehrere Dutzend solcher Anlagen in Betrieb. Aufgrund des absehbaren Mehrbedarfs an solchen Anlagen sind mehrere neue PSW-Projekte in Planung oder bereits in Bau. Speziell in Deutschland zeichnet sich ein grosser Bedarf ab, der jedoch aufgrund der Topographie und mangelnder Akzeptanz der Bevölkerung kaum gedeckt werden kann.

In der Schweiz sind zwei grössere Anlagen mit knapp 2000 MW Leistung im Bau (Limmern und Nant de Drance). Weitere Anlagen sind in Planung.

3.3 Beitrag zur Netzstabilität

Im elektrischen Netz kann kein Strom gespeichert werden. Es muss jederzeit soviel Strom produziert werden, wie verbraucht wird. Ist dies nicht der Fall, kommt es ab einem gewissen Ungleichgewicht zu einer automatischen Abschaltung von Verbrauchern und Kraftwerken. Im schlechtesten Fall resultiert ein lokal begrenztes oder totales Blackout. Damit dies nicht passiert haben die Netzbetreiber ein umfangreiches Regelwerk erarbeitet. Darin ist unter anderem auch definiert, dass jederzeit gewisse Reserveleistungen vorgehalten werden müssen. Dabei wird unterschieden zwischen Primär- und Sekundärregelleistung und Minutenreserveleistung entsprechend der zeitlichen Verfügbarkeit.

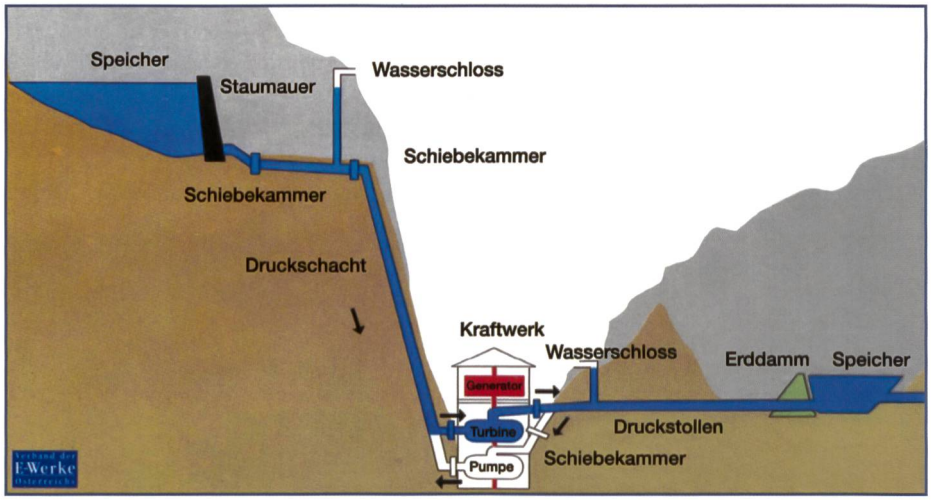

Bild 11. Illustration Funktionsweise PSW.

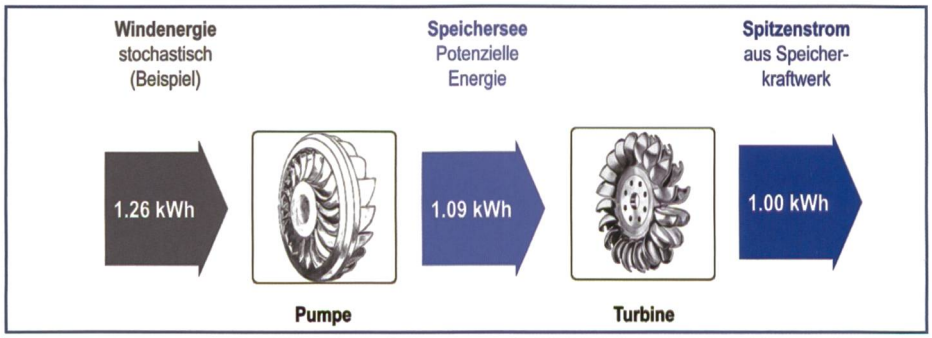

Bild 12. Wirkungsgrad PSW.

Pumpspeicherwerke sind als einzige Kraftwerkskategorie in der Lage, alle drei Regelleistungsarten in positiver und negativer Form bereitzustellen. Die PSW tragen daher in einem grossen Mass zur Sicherstellung der Netzstabilität bei. Da sich die verschiedenen Netzbetreiber an diese Vorschriften halten müssen, besteht heute aufgrund der Auftrennung von Netz- und Kraftwerksbetrieb ein grosser Bedarf an Regelleistung. Die Netzbetreiber beschaffen sich die nötige Regelleistung bei den Kraftwerksbetreibern zu Marktpreisen mittels Ausschreibungen. Auch Kraftwerke ausserhalb eines Netzgebietes können Regelleistung liefern.

3.4 PSW und neue erneuerbare Energien

Der Zubau von neuen erneuerbaren Energien wie Wind und Photovoltaik hat sich speziell in Deutschland aber auch in anderen Ländern Europas oder in Nordamerika in den letzten Jahren aufgrund von Fördermodellen mit garantierten Abnahmepreisen nahezu exponentiell entwickelt (vgl. *Bilder 15* und *16*). Dies bringt aus technischer Sicht einige Probleme mit sich. Das grösste Problem ist der unregelmässige Anfall der Stromproduktion aus Wind und Photovoltaik. Die Produktionscharakteristik entspricht somit in der Regel nicht dem aktuellen Bedarf der Stromverbraucher. Somit muss ein Ausgleich zwischen Einspeisung und Bedarf in Form von Energiespeichern geschaffen werden. Bei Überschusssituationen besteht noch die Möglichkeit, die Produktion von konventionellen Kraftwerken zu drosseln. Dies wiederum führt jedoch zu höheren Kosten bei diesen Kraftwerken, weil dann nicht optimal produziert werden kann.

Für die Speicherung von elektrischer Energie gibt es mehrere Möglichkeiten. Die mit Abstand effizienteste und günstigste Form der Speicherung von grossen Energiemengen ist jedoch die Pumpspeicherung.

In Deutschland beispielsweise zeichnet sich in den nächsten Jahren ein hoher Bedarf an Energiespeichern ab. Bereits im Jahr 2008 betrug die installierte Wind- und Photovoltaikleistung knapp 30 000 MW. Dies bei einer maximalen Netzlast von ca. 80 000 MW. Dieser Wert soll sich gemäss Prognosen im Jahr 2030 auf 68 000 MW erhöhen. Dies veranschaulicht eindrücklich, dass der Bedarf an effizienter und günstiger Stromspeicherung für eine sichere Stromversorgung eine hohe Wichtigkeit und Dringlichkeit bekommen wird.

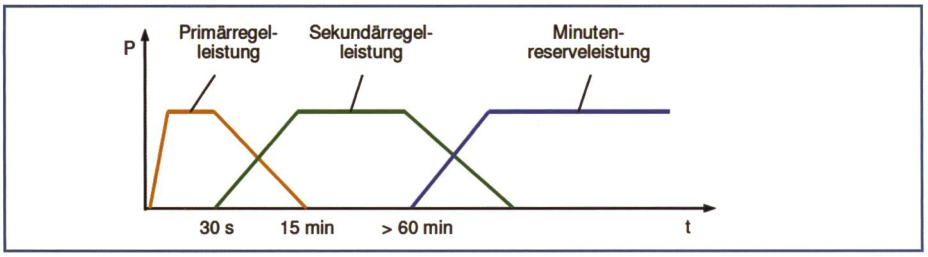

Bild 13. Drei verschiedene Regelleistungsarten zur Sicherstellung Netzstabilität.

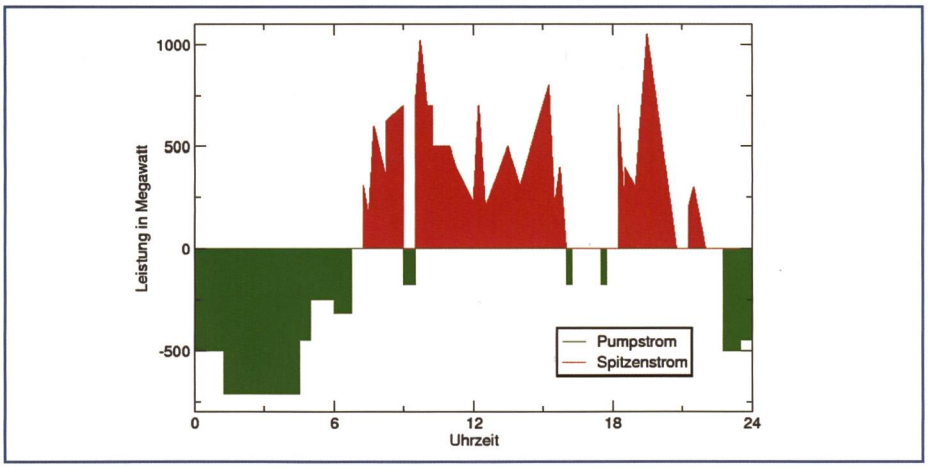

Bild 14. Typischer Tagesgang eines Pumpspeicherwerkes mit Pumpbetrieb in der Nacht und Turbinenbetrieb am Tag.

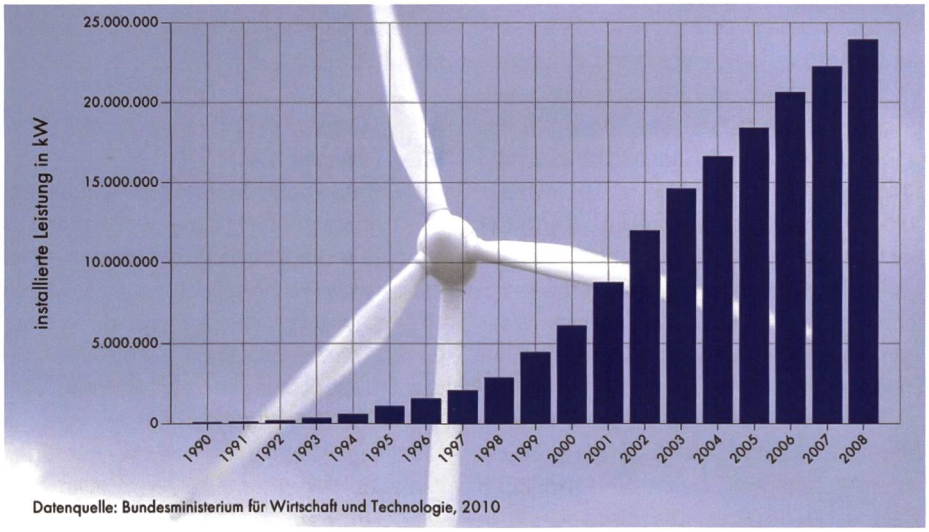

Bild 15. Die Windkraft – installierte Leistung in Deutschland.

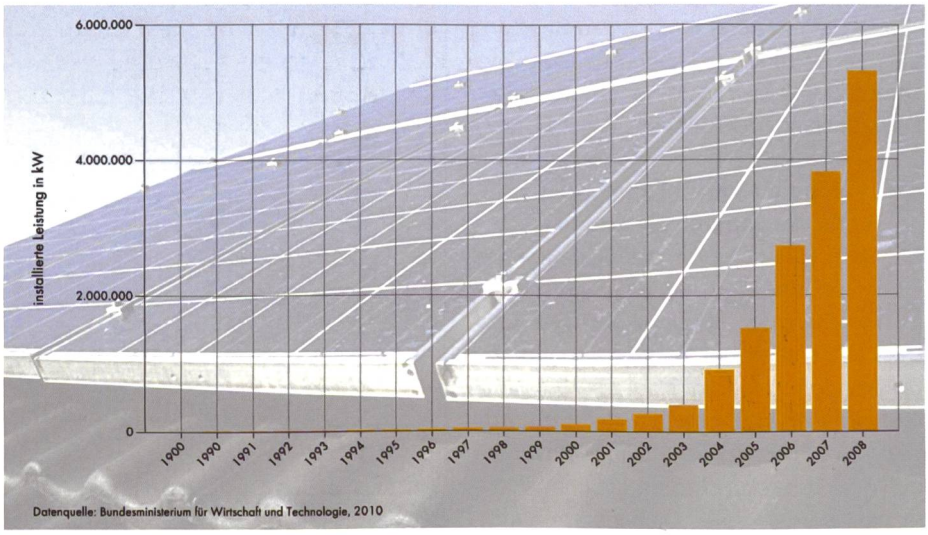

Bild 16. Photovoltaik – installierte Leistung in Deutschland.

4. Die kommenden Heimfälle grosser Wasserkraftwerke

Von Jörg Aeberhard

4.1 Befristete Konzessionen

Die Ausgangssituation ist bekannt: Über das schon früh in die Wasserrechtsgesetzgebung eingebaute Institut des Heimfalls erlangen die Kantone und/oder die Gemeinden beim Ablauf einer Wasserrechtskonzession das Eigentum an den Kraftwerksanlagen, sofern dies in der Konzession oder in der kantonalen Gesetzgebung so vorgesehen ist. Dieser Transfer erfolgt zum grössten Teil gratis. Nur der elektrische Teil im Umfang von ca. 15–20% des Gesamtanlagewertes muss angemessen den bisherigen Eigentümern entschädigt werden.

Mit dem Heimfall fügt man einem Kraftwerkbetreiber zweifachen Schmerz zu: Das Ende der Nutzungsdauer der Produktionsanlagen und der Wegfall seines Kraftwerkeigentums können seine Weiterexistenz verderben. Demgegenüber aber gibt es einen fröhlichen Gewinner: Die Hoheitsträger der Wasserkraft erhalten ein betriebsfähiges Werk zu allergünstigsten Bedingungen. Die Wasserkraftkantone und die Walliser und Bündner Konzessionsgemeinden haben Überlegungen begonnen, wie sie mit dieser Opportunität umgehen sollen. Und ebenso denken natürlich die Wasserkraftproduzenten über schmerzlindernde Massnahmen nach. Mit der Befristung von Konzessionen will das Gemeinwesen die Nutzung seiner Wasserkräfte nicht auf ewige Zeiten aus der Hand geben. Dafür haben wir Verständnis. Die Hoheit über das Wasser ist eine öffentliche Zuständigkeit. Ob die Nutzung dieser Wasserkraft durch die Produktion elektrischer Energie, die Einspeisung in das Übertragungsnetz und die Vermarktung auch noch Aufgabe der Öffentlichkeit ist, ist nur noch teilweise zu bejahen. Mit dem Heimfall wird aber die zuständige Öffentlichkeit zwingend genau mit dieser Fragestellung konfrontiert.

4.2 Für die einen ein Fluch – für die anderen ein Segen

Mit dem Heimfall gibt der Gesetzgeber einen enormen wirtschaftlichen Hebel in die Hand der Kantone und Gemeinden. Mit diesem Instrument werden die Gemeinden und die Kantone Eigentümer grosser Vermögenswerte, schweizweit dürften es mehrere Dutzend Milliarden Franken sein. Und im gleichen Ausmass werden die bisherigen Kraftwerkträger «verschlankt».

Eine solche Klausel, die sich meist nach 80 Jahren auswirkt, akzeptiert man bei Konzessionserteilung – faute de mieux – ohne grosse Sorgenfalten. Die Abschreibung der erstellten Anlagen ist auch auf diese Dauer ausgelegt. Rückt dann aber das Ende der Wassernutzungskonzessionen näher, beginnt diese einschneidende Bestimmung zu belasten und zu beunruhigen. Die Erneuerungsinvestitionen gehen zurück. Dem Unternehmen entfällt der Zugriff auf die Energie. Im gleichen Ausmass wächst die Begeisterung der Heimfallberechtigten: die Produktion mit abgeschriebenen Anlagen scheint kein kommerzielles Risiko zu sein. Dies jedenfalls aus heutiger Sicht. Der Strom erfreut sich zunehmender und nicht substituierbarer Anwendungsmöglichkeiten. Die kommerziellen Risiken sind damit gering geworden. Dies lockt das Gemeinwesen aus der Reserve.

Bei all dieser Begeisterung ist allerdings der Heimfall nicht per se auszuüben, sondern fallweise zu beurteilen. Es gibt eben auch Kraftwerke, die ungünstige Produktionsvoraussetzungen und Betriebsauflagen (wie Restwasser) erhalten, die das Ganze zu einer unrentablen Geschichte machen.

4.3 Eigentum an Wasserkraft verpflichtet

Der Betrieb eines Wasserkraftwerkes und auch die Verwertung der gewonnenen Energie sind nicht trivial. Ein Gemeinwesen hat sich darauf auszurichten, dass durch eine technische Havarie Reparaturinvestitionen erforderlich werden, das Beispiel von Cleuson Dixence zeigt, dass es sich hier um Millionenaufwendungen handelt. Nicht nur Störfälle können den künftigen Kraftwerkseigentümer einem Risiko aussetzen. Die heimfallenden Anlagen sind ja doch in die Jahre gekommen. Wohl sind sie in einem betriebsfähigen Zustand zu halten, dennoch werden über kurz oder lang umfangreiche Erneuerungsarbeiten erforderlich sein und dies führt auch zu längeren Betriebsausfallzeiten. Auch solche kostenintensive Perioden müssen ausgestanden werden. Das Kapital muss beschafft werden, der Zinsendienst muss gewährleistet sein.

Auch die Energieverwertung hört nicht bei der Trafoklemme auf. Sie verlangt eine Vermarktungsorganisation, den Zugriff auf internationale Handelsplätze, den Kontakt zu Kunden, die Bereitstellung von Reserveenergie, die Umformung in handelbare Produkte, die technische Aufrüstung für die Bereitstellung von Systemdienstleistungen. Dies ergibt drei Anforderungen an den künftigen Kraftwerkeigentümer:

1. er muss in der Lage sein, Produktionsausfälle und Verlustperioden tragen zu können,
2. er muss über eine professionelle Vertriebsorganisation mit europäischem Zuschnitt verfügen und
3. er muss über profunde Betriebskenntnisse und -erfahrungen verfügen.

Die neuen Träger der heimgefallenen Wasserkraftanlagen können sich demnach nicht nur auf einen Geldsegen freuen, sie müssen auch diesen Anforderungen gewachsen sein.

4.4 Klumpenrisiko verringern

Diese Anforderungen kann eine Gemeinde in aller Regel heute nicht erfüllen. Sie hat ein entscheidendes Erschwernis: der fehlende Kraftwerkspark. Dadurch unterscheiden sie sich von grossen Kraftwerks-

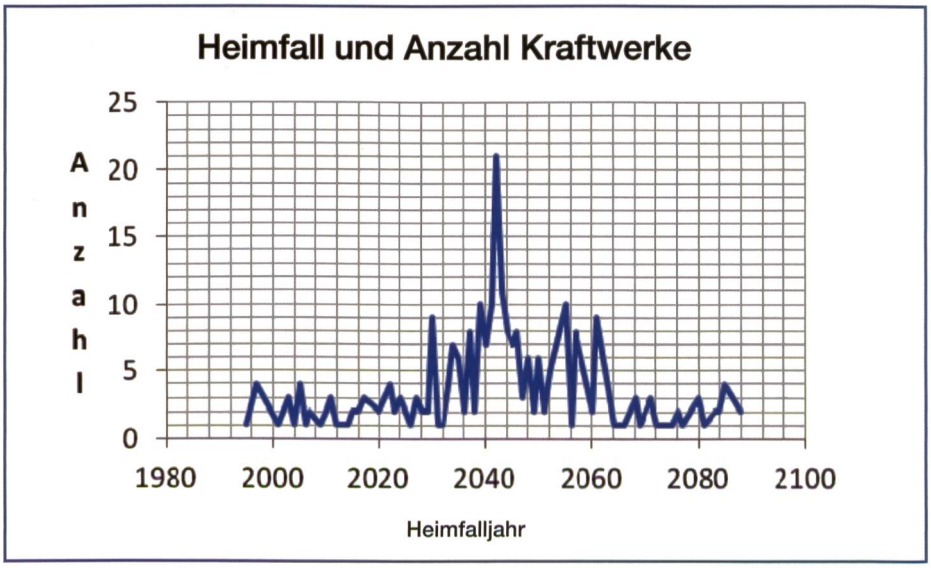

Bild 17. Verteilung ordentliche Konzessionserneuerungen mit einer kommenden Spitze in den Jahren 2035–2045 (Quelle: SWV).

gesellschaften, die über lange Jahre in die Produktion investiert haben. Diese haben immer die Möglichkeit, Indisponibilitäten bei einer Anlage durch die Produktion bei den andern zu kompensieren und können aufgrund von spezifischen Anlagekenndaten den Einsatz im Kraftwerkportfolio optimieren.

Eine Anlage etwa eignet sich schlecht für Primärregelung, während eine andere sich für positive oder auch für negative Regelung anbietet. Und sie können auch Verlustperioden (die aus technischen oder kommerziellen Gründen entstehen können) durch den Einsatz rentabler Anlagen auffangen. Die Gemeinde ist demgegenüber immer dem Zustand und der Betriebsmöglichkeit einer einzelnen Anlage ausgesetzt. Dies dürfte wohl guter Grund sein, dass sie sich für eine Risikoteilung entscheidet und Mitträger sucht. Dies führt zu einer ersten Folgerung: Kraftwerkpartnerschaft zur Risikominderung und zur Vermarktungsgarantie.

4.5 Professioneller Betrieb

Die Eigentümer eines Kraftwerkes haben sich auch zu überlegen, wie sie das Kraftwerk betreiben wollen. Nur in seltenen Fällen präsentiert sich die Lage so problemlos, dass mit dem heimfallenden Anlageeigentum gleich auch eine Betriebsequipe übernommen werden kann. Das Ziel einer guten Disponibilität setzt auch Know-how im Betrieb, im Unterhalt, im Erkennen von Schwachstellen voraus. Das suchen sie mit Vorteil bei den bisherigen Betreibern. Dies führt zu einer weiteren Folgerung: Der Betrieb hat in einer fachlichen Partnerschaft mit Kennern der Anlage zu erfolgen, mit Vorteil mit dem bisherigen Betreiber oder Eigentümer.

In vielen Fällen sind deshalb die Heimfälle anders als im Gesetz vorgesehen zu lösen: Der bisherige Kraftwerksbetreiber und -eigentümer werden durch den Heimfall nicht an die Luft gesetzt, sondern werden mit Vorteil von den neuen Eigentümern als Partner verpflichtet. Dieses Ziel wird erreicht, indem die Aktien einer Kraftwerksgesellschaft – vielfach handelt es sich ja um Aktiengesellschaften – neu verteilt unter dem Gemeinwesen, das den Heimfall ausübt, respektive darauf verzichtet und dem bisherigen Kraftwerkseigentümer. Und wenn es ein Gemeinwesen clever macht, so bindet sie den bisherigen Kraftwerkseigentümer auch in das energiewirtschaftliche und betriebliche Risiko ein. Dieser hat das energiewirtschaftliche Risiko zu tragen, die Reserve- und Ausgleichsenergie bereitzustellen, die Vermarktung sicherzustellen. Allerdings sind dafür nur grössere Gesellschaften geeignet, eben solche Gesellschaften, die dank ihrem Kraftwerkpark sukzessive mit Heimfällen konfrontiert werden, aber über eine professionelle Vermarktung und Betriebserfahrung verfügen und Garantien übernehmen können. Selbstverständlich haben diese Leistungen auch einen Preis – zum Nulltarif sind sie nicht zu haben.

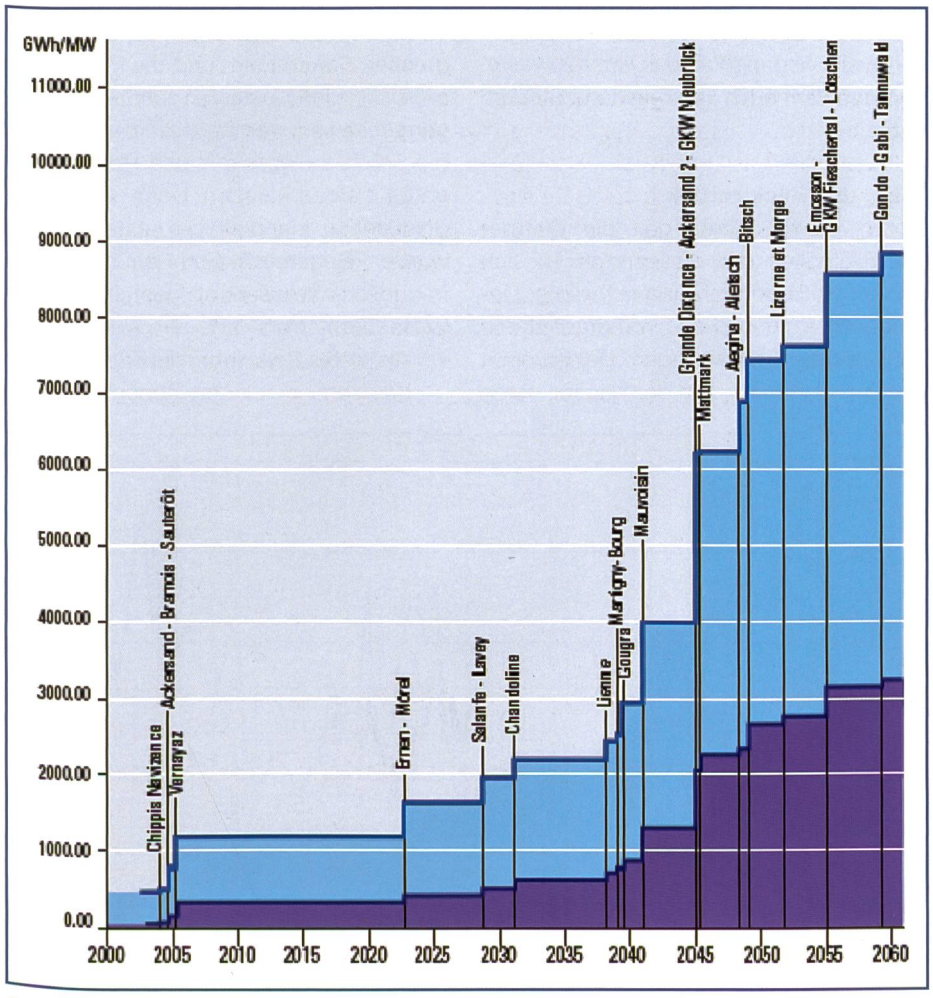

Bild 18. Verteilung ordentliche Konzessionserneuerungen nach GWh/MW.

4.6 Zwei Hälften

Warum wendet man nicht auch hier die schweizerische Kompromissformel «Halbe/Halbe» an? Die Idee hinter einer Partnerschaft zwischen Gemeinwesen mit einem Heimfallsrecht und dem bisherigen Kraftwerkseigentümer könnte sein, dass das Heimfallrecht geniessende Gemeinwesen und der bisherige Investor die künftigen Ertragsmöglichkeiten unter sich aufteilen. Das könnte durchaus auch eine legitime Aufteilung zwischen hoheitsrechtlichen Ansprüchen und energiewirtschaftlichem Professionalismus sein. Und jeder Partner hätte Motivation genug, das Kraftwerk effizient zu betreiben. Der energiewirtschaftliche Partner hat ein kommerzielles Interesse an einer klugen, umsichtigen Energieverwertung, das Gemeinwesen das Interesse an einer rationellen Energienutzung. Selbstverständlich bleiben die Heimfallansprüche des Gemeinwesens dabei gewährleistet.

4.7 Netzgesellschaft unterstützt den Heimfall

Eine unerwartet willkommene Wende im Betrieb von Kraftwerken hat die neue Strommarktgesetzgebung gebracht. Früher musste ein Kraftwerkseigentümer für die Rechte für den Abtransport seiner Energie selber besorgt sein. Er musste sich in Leitungspartnerschaften einkaufen, musste den Zugang zum Höchstspannungsnetz verhandeln. Durch die Gründung einer schweizerischen Netzgesellschaft und dem diskriminierungsfreien Zutritt zum Höchstspannungsnetz ist diese Erschwernis dahin gefallen. Ein Gemeinwesen hat immer die Sicherheit, dass seine Energie diskriminierungsfrei ins Netz eingespiesen werden kann. Immerhin ist darauf zu achten, dass das Übertragungsnetz verstärkt werden muss. Die heute ungenügende Netzkapazität führt häufig zu Betriebseinschränkungen. Das Gemein-wesen würde sich einen Bärendienst leisten, wenn es den Leitungsausbau verhindern würde, später aber die eigene Energie nicht mehr abführen kann.

4.8 Kommerzielle Sonnenseite

Die neue Konzessionsperiode von heimfallenden Anlagen startet mit günstigen Voraussetzungen: Die Leute vor Ort kennen genau die Vor- und Nachteile der Anlagen, haben eine meist 80-jährige Betriebserfahrung und haben das Produktionsprofil dokumentiert. Mit dem weitgehenden Wegfall von Finanzierungs- und Amortisationsaufwendungen verbilligen sich die Produktionskosten um etwa 2 Rp./kWh. Auf der anderen Seite wird bei einer neuen Konzessions- und Betriebsperiode in der Regel mehr Restwasser erforderlich werden und es werden in der Regel auch ökologische Kompensationsmassnahmen neu verlangt. Die künftigen Betreiber von heimgefallenen Anlagen dürften mit Kosten von rund 5 Rp./kWh rechnen, wobei sie als Fiskus die Hälfte davon wieder einkassieren:

- Betriebs- und Personalaufwand < 2 Rp./kWh
- Wasserzins 1.6 Rp./kWh
- Steuern 1 Rp./kWh
- Amortisation und Finanzaufwand < 0.5 Rp./kWh

Auch wenn für die Vermarktung, Reserveenergie usw. noch 2 Rp./kWh hinzuaddiert werden, dürften die Kosten doch deutlich unter dem Marktpreis sein.

5. Wasserkraft und öffentliche Abgaben

Von Andreas Stettler

5.1 Die finanzielle Dimension

Das Spannungsfeld, in welchem sich die schweizerische Wasserkraft befindet, umfasst technologische und ökologische Aspekte. Es geht aber auch um Fragen des potenziellen und realistischen Ausbaupotenzials, des volkswirtschaftlichen Nutzens und der Rahmengesetzgebung. Eine weitere wichtige Dimension ist die finanzielle: Nicht nur beim Bau eines Kraftwerkes, wo millionenschwere Investitionen bewilligt und finanziert werden müssen, sondern auch während der langjährigen Betriebsdauer prägen die finanzwirtschaftlichen Aspekte die Handlungsoptionen der Eigentümer.

5.2 Entwicklung Strompreis und Abgaben

Der Strompreis hat sich in den letzten 10 Jahren ausgesprochen volatil verhalten. Zu beobachten ist aber eine leicht steigende Tendenz.

Der Strompreis setzt sich zusammen aus den Energiekosten, den Kosten für die Stromübertragung und -verteilung und aus öffentlichen Abgaben, welche gemäss einer Studie des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmungen (VSE, 2009) rund ein Viertel des Strompreises ausmachen.

Die Gestehungskosten der für die Versorgung relevantesten Produktionstechnologien, nämlich der Wasserkraft (ca. 56%) und der Kernkraft (ca. 40%) sind heute im europäischen Vergleich auf konkurrenzfähigem Niveau. Dies ist für die Schweizerische Volkswirtschaft wichtig, denn der Gesetzgeber hat sich bei der Stromproduktion, im Gegensatz zur Stromübertragung, für ein marktnahes System entschieden. In Europa kann Strom an diversen Börsen gehandelt werden, was dazu führt, dass Kraftwerke in der Reihenfolge aufsteigender Grenzkosten im Rahmen der täglichen Verbrauchsschwankungen zu-, resp. abgeschaltet werden.

Wasserkraftwerke verfügen über relativ geringe variable Kosten. Die Hauptkomponente der Gestehungskosten wird durch die hohen Kapitalkosten in Form von Abschreibungen und Zinsen verursacht. Allerdings führen schon heute die Wasserzinsen zu einem nicht zu vernachlässigbaren Kostenanteil von ca. 20%. Diese sind an die Wasserrecht verleihenden Gemeinwesen zu bezahlen. Zusätzlich sind in den Energiekosten direkte und individuelle Abgaben an das Gemeinwesen und natürlich auch verschiedene Steuern enthalten.

5.3 Ein Blick zurück

Noch vor 10 Jahren galt die Wettbewerbsfähigkeit der Wasserkraft im sich öffnenden Strommarkt als schwierig. Getätigte Investitionen aus vorhergehenden Jahrzehnten stellten hohe Belastungen der Investoren in Form der Kapitalkosten dar. Auf Grund tiefer Strompreise und seinerzeit auch kaum besserer Prognosen für die Zukunft stiegen die Buchwerte der einzelnen Anlagen über deren Marktwerte. Die Differenz dieser Werte wurde als nicht amortisierbare Investition (NAI) bezeichnet. Modellrechnungen, die von der Branche ausgeführt wurden, resultierten je nach Szenario bei den Schweizer Kraftwerken von NAI's in der Grössenordnung von CHF 4 bis 5 Mia. An den Bau neuer Kraftwerke war nicht zu denken, im Gegenteil, Unternehmungen versuchten, Kraftwerke abzustossen, wobei kaum Interessenten vorhanden waren.

5.4 Neue Begehrlichkeiten an die Wasserkraft

Nur 10 Jahre später gilt die Wasserkraft nicht nur als die wichtigste erneuerbare Energiequelle der Schweiz, sondern sie ist auch die effizienteste und ökonomischste. Die erste Halbzeit der grossen Kraftwerksanlagen in der Schweiz, welche in den 50er bis 70er-Jahren des letzten Jahrhunderts gebaut wurden, ist vorbei. Die Risiken haben die Betreiber im Griff und die Kapitalkosten sinken infolge der linearen Abschreibungen, was zu marktfähigen Gestehungskosten führt. Die visionären Projektrealisierungen unserer Vorgänger, die zahlreichen spektakulären Bauten von grossen Staumauern und die Phasen mit erdrückenden Zinslasten gehören der Vergangenheit an, womit langsam aber sicher die Früchte dieser mutigen Projekte geerntet werden könnten. Doch dem ist leider nicht so. Innerhalb der letzten Monate wurden Begehrlichkeiten an die klimafreundliche Wasserkraft gestellt, die den Wasserkraftstrom verteuern werden:

- Als erstes Beispiel ist die Erhöhung der Wasserzinsen zu erwähnen. Das Eid-

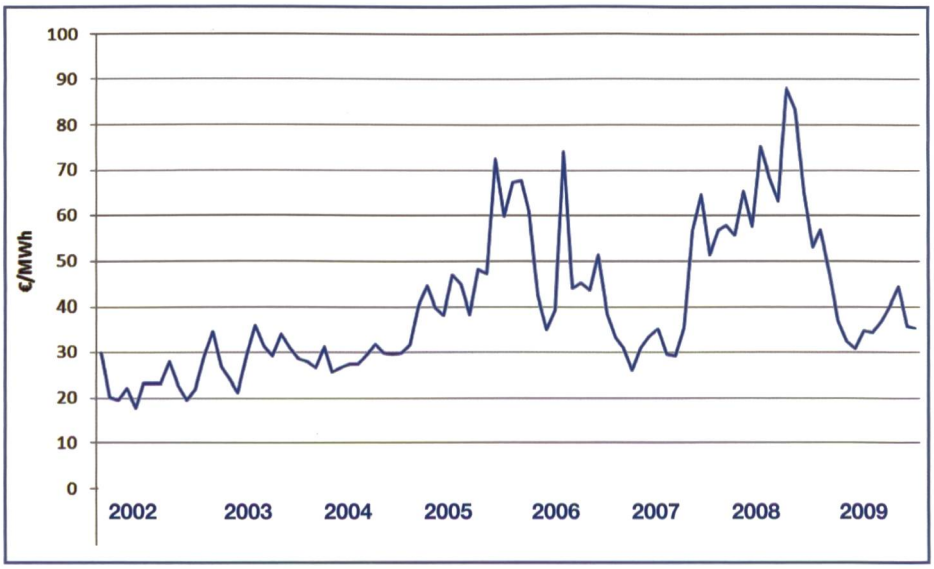

Bild 19. Strompreis seit 2002, in Euro pro KWh, Base EEX.

Bild 20. Über ein Viertel des Strompreises sind öffentliche Abgaben.

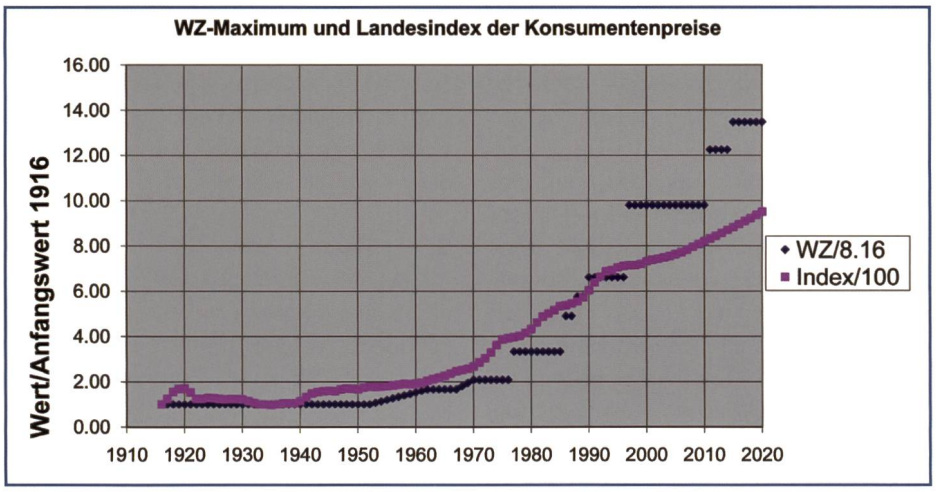

Bild 21. Vergleich der Entwicklung von Teuerung und Wasserzins; der Wasserzins ist ein politischer Preis.

genössische Parlament hat im letzten Jahr beschlossen, die Wasserzinsen von CHF 80.–/kW installierte Leistung in zwei Schritten auf CHF 110.– zu erhöhen. Die konzessionsgebenden Behörden erhöhen durch diesen Vorstoss ihre Einnahmen von CHF 400 Mio. pro Jahr auf 550 Mio. Die Strombranche akzeptiert diese Erhöhung und zeigt Verständnis, dass die Wasserzinsen von Zeit zu Zeit der Teuerung anzupassen sind.

- Eine andere Form von Abgaben zu Lasten der grossen Kraftwerke wurde Ende 2008 entschieden. Die Systemdienstleistungen (SDL), welche zum Stabilitätserhalt des Stromnetzes benötigt werden, drohten wegen mehrerer Faktoren zu teuer zu werden, was den Stromkonsumenten nicht zugemutet werden konnte. Daraufhin entschied der Bundesrat, den verrechenbaren Anteil an die Endkunden auf 0.4 Rp./kWh zu begrenzen und den grösseren Anteil den grossen Kraftwerken mit einer Leistung von mehr als 50 MW in Rechnung zu stellen. Nebst den fünf Kernkraftwerken betrifft dies in der Schweiz eine Vielzahl von Wasserkraftwerken. Die Gestehungskosten erhöhten sich durch diese neue Form von Abgaben bei den einzelnen Kraftwerken bis zu 1 Rp./kWh. Inzwischen hat das Bundesverwaltungsgericht am 8.Juli 2010 die in der Stromversorgungsverordnung vorgesehene Anlastung der Systemdienstleistungskosten an die Kraftwerke als nicht gesetzeskonform beurteilt.
- Diskutiert wird momentan eine weitere Idee, nämlich die Einführung einer Generator-Komponente für die Kraftwerke. Analog der nicht gesetzeskonformen SDL-Abgabe sollen die Kraftwerke an den Kosten für die Netzregulierung mitbeteiligt werden. In diesem Zusammenhang will das Bundesamt für Energie in Kürze verschiedene Stakeholder aus Wirtschaft, Strombranche, Umweltverbänden, Behörden, usw. zu einer Kickoff-Sitzung einladen. Zur Höhe der potenziellen Abgabe können noch keine Angaben gemacht werden.
- Am Stromkongress 2011 wurde das einleuchtende Bild geprägt, welches die Schweiz als Batterie Europas darstellt. Mit den aktuellen Pumpspeicherkraftwerken, wie z.B. Grimsel 2 und den verschiedenen geplanten Projekten soll überschüssiger Windstrom aus Deutschland und Sonnenstrom aus dem Süden Europas gepuffert werden. Werden jedoch – wie angedacht – die Pumpspeicherwerke wie Endkunden behandelt, indem diese für den Strom auch die Netznutzungsentgelte, SDL- und weitere Abgaben im Beschaffungspreis für den Strom mittragen müssen, wird die ohnehin schwierig prognostizierbare Rendite definitiv in Frage gestellt.
- Ein weiteres Beispiel sind die zusätzlichen Gebühren für die erhöhten Aufsichtstätigkeiten. So sollen beim Bundesamt für Energie die Personalressourcen um 300 Stellenprozente aufgestockt werden. Zudem steht im Rahmen des Stauanlagengesetzes eine Aufsichtsabgabe zur Diskussion, welche Mehrkosten für die Wasserkraft in unbekannter Höhe zur Folge hat.

5.5 Konsequenzen für die Versorgungssicherheit

Kaum hat der hohe Druck der Zinslasten und Abschreibungen bei der Wasserkraft etwas nachgelassen, wird die steigende Wettbewerbsfähigkeit durch neue Lasten in Form von zusätzlichen Abgaben resp. versteckten Steuern erschwert. Mit den steigenden Abgaben wird es somit noch schwieriger werden, den geplanten Ausbau der Wasserkraft zur Bewahrung unserer Versorgungssicherheit gemäss der bundesrätlichen Energiepolitik um zusätzliche 2000 GWh (seit 25.5. um 4000 GWh) bis ins Jahr 2030 vorzunehmen.

Rund 1000 GWh dieses sehr ambitionierten Ausbauziels soll die Kleinwasserkraft bis zu einer Leistung von 10 MW liefern, die mittels der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) gefördert wird. Der andere Teil des Zubaus aus Wasserkraft soll durch die Optimierung bestehender Kraftwerke erfolgen. Hier ist erwiesenermassen partiell noch Potenzial vorhanden.

Es gilt jedoch zu beachten, dass ein beachtlicher Teil der heutigen Produktion in den nächsten Jahrzehnten wegfallen wird. Durch den Klimawandel werden bis ins Jahr 2050 gemäss den Energieszenarien des Bundesrates rund 2500 GWh wegfallen. Zudem rechnet der Bundesrat, dass die höheren Restwassermengen, welche bei Neukonzessionen angewendet werden müssen, zu einem Verlust von weiteren 2000 GWh bis 2070 führen werden. Es wird deshalb sehr schwierig werden, das für unsere Versorgungssicherheit notwendige «Netto-Ausbauziel» von 4000 GWh zur Erhöhung der Wasserkraftproduktion zu erreichen.

Neben der erwarteten Minderproduktion durch den Klimawandel und durch die höheren Restwassermengen, bemerken wir einen zunehmenden Widerstand gegen den Ausbau und den Neubau von Wasserkraftanlagen. Als Beispiel ist der schweizerische Fischereiverband zu er-

wähnen, der mit einer Petition alle 700 Kleinwasserkraftwerkprojekte stoppen will, welche durch die «Kostendeckende Einspeisevergütung KEV» ausgelöst worden sind.

Ein Szenario aus sprunghaft steigenden Gebühren oder Steuern führt uns zurzeit im Übrigen auch Deutschland vor. Wegen der beschlossenen Kernbrennstoffsteuer sieht sich z.B. die EnBW gemäss der Pressemitteilung vom 8. Februar 2011 gezwungen, Desinvestitionen in der Höhe von 1.8 Milliarden Euro vorzunehmen. Unter anderem soll die Beteiligung an der Energiedienstholding auf 51% reduziert werden. Wie vor 10 Jahren gelangen nun wieder Wasserkraftbeteiligungen auf den Markt, diesmal nun nicht wegen tiefen Strompreisen und hohen Kapitalkosten, sondern wegen einer überrissenen Abschöpfungspolitik an einer heute noch gut funktionierenden Branche.

Auch in der Schweiz sind politische Signale für die Zukunft unserer Branche entscheidend. Mit zusätzlichen Abgaben, die eine weitere Verschlechterung der Rahmenbedingungen für die Schweizer Wasserkraft bedeuten würden, ist insbesondere das Ausbauziel gefährdet. Es braucht zukünftig eine Energiepolitik, welche die Rahmenbedingungen für die Schweizer Wasserkraft nicht zusätzlich schwächt. Nur so können wir das gewünschte Ausbauziel erreichen und den Standortvorteil als Wasserschloss resp. Batterie Europas auch weiterhin ausspielen.

6. Fazit

Die Wasserkraft ist die wichtigste erneuerbare und insgesamt klima- und umweltschonendste Form der Stromproduktion in der Schweiz. Wir tun gut daran, diesen Standortvorteil zu nutzen. Dazu braucht es eine Energiepolitik, welche die Wasserkraftnutzung nicht einfach als gegeben erachtet oder mit laufend neuen Schutzanliegen und Abgaben schwächt. Die Rahmenbedingungen sind so zu setzen, dass sich Investitionen in die Erneuerung und Ergänzung des Kraftwerkparks lohnen und der Bau und Betrieb der Anlagen auch in Zukunft attraktiv bleiben.

Literatur

Avenir Suisse, 2010: Energiesicherheit ohne Autarkie – Die Schweiz im globalen Kontext, Urs Meister, Verlag NZZ, 2010, Zürich.

BFE, 2010: Gesamtenergiestatistik für 2009, Bericht, Juni 2010, Bundesamt für Energie, Bern.

BFE, 2008: Strategie Wasserkraftnutzung Schweiz, Bericht, März 2008, Bundesamt für Energie, Bern.

BFE, 2004: Ausbaupotenzial Wasserkraft Schweiz, Studie der Elektrowatt, November 2004, Bundesamt für Energie, Bern.

IEA, 2009: World Energy Outlook 2008, Report, International Energy Agency.

PSI, 2007: Proceedings of the 3rd international Conference on LCA, 2007, Paper by Christian Bauer et al. Paul Scherrer Institut, Villigen; vgl. http://gabe.web.psi.ch/research/lca/.

VSE, 2009: Finanzielle Belastung der Elektrizität durch öffentliche Gemeinwesen, Studie, BSG, Oktober 2010, St. Gallen.

Anschrift der Verfasser

Roger Pfammatter, Geschäftsführer SWV CH-5401 Baden

Gianni Biasiutti, Direktor Kraftwerke Oberhasli AG, CH-3862 Innertkirchen

Jörg Huwyler, Leiter Produktion AXPO Hydroenergie, CH-5401 Baden

Jörg Aeberhard, Leiter Hydraulische Produktion ALPIQ, CH-4601 Olten

Andreas Stettler, Leiter Hydraulische Kraftwerke, BKW FMB Energie AG, CH-3000 Bern

Perspektiven

Beim Kanton Bern.

Wasser als Energiequelle nutzen oder ein bestehendes Gewässer schützen? Wir setzen uns täglich mit dieser Frage auseinander: Das umfassende Wassermanagement ist die Kompetenz des Amtes für Wasser und Abfall der Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern. Die Abteilung Wassernutzung ist die Leitstelle für die Interessenabwägung zwischen den wachsenden Ansprüchen der Nutzung und dem Schutz der Ressource Wasser. Durch den zunehmenden Bedarf an erneuerbarer Energie gewinnt die Arbeit der Abteilung Wassernutzung an Bedeutung. Wir suchen Ingenieure/innen Wasserkraft (ca. 80%).

Ingenieur/in Wasserkraft

Aufgaben

Mit viel Engagement gehen Sie als Ingenieur/in Wasserkraft diese Herausforderungen an: Sie führen Konzessions- und Baubewilligungsverfahren für kleine und grosse Wasserkraftwerke selbstständig und im ganzen bernischen Kantonsgebiet. Dabei achten Sie auf eine termingerechte und gesetzeskonforme Behandlung, Sanierung und Verwaltung der Wasserkraftrechte. Sie beziehen dabei die Nachhaltigkeitsbeurteilung ein. Tatkraft ist gefragt: Sie ordnen Massnahmen bei Wasserkraft- und Wassernutzungsanlagen (Restwasser) an und setzen diese durch. Zu Planungsgeschäften schreiben Sie Amts- und Fachberichte – dabei kommt Ihnen die Freude am Schreiben entgegen. In Französisch können Sie sich mündlich verständigen. Schwierige Verhandlungen führen Sie geschickt und Sie arbeiten sehr selbstständig. Sie pflegen regelmässig Kontakte zu Fachstellen von Kanton und Bund und sind in engem Kontakt zu den Gesuchstellern und Konzessionären.

Ihr Profil

Das Thema Wasser liegt Ihnen am Herzen: Sie bringen fundierte Kenntnisse in Hydraulik und Wasserbau mit. Nach einem Studium der Ingenieurwissenschaften – Bau/Umwelt/Kultur – haben Sie in einem Ingenieurbüro Erfahrungen sammeln können. Sie haben bereits selber erfolgreich Projekte geleitet. In Französisch können Sie sich gut verständigen. Sie zeigen Durchhaltewillen und Kommunikationsgeschick. Kurz: Dies ist eine verantwortungsvolle Position für eine projekterfahrene Person.

Unser Angebot

In einem politischen Umfeld betreuen Sie hochaktuelle Geschäfte rund um die Wasserkraft. In der Funktion als Leitbehörde haben Sie fachliche Entscheidungskompetenz. Es erwartet Sie ein sehr engagiertes Team. Der Arbeitsplatz in Bern ist mit den öffentlichen Verkehrsmitteln gut erreichbar. Dank Teilzeitarbeit bringen Sie Arbeit, Familie, Freizeit unter einen Hut. Eine solide Einarbeitung ist uns wichtig und wir bieten Ihnen attraktive Weiterbildungsmöglichkeiten an.

Suchen Sie eine neue Perspektive?

Dann nehmen Sie mit uns Kontakt auf! Senden Sie Ihre Unterlagen an die Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern, Personaldienst, Kennwort WaKra, Reiterstrasse 11, 3011 Bern. Mehr über diese spannende Stelle erfahren Sie bei Judith Monney, Fachbereichsleiterin Wasserkraft, Telefon 031 633 39 79; e-mail: bewerbung@bve.be.ch. Mehr über das Amt erfahren Sie unter www.bve.be.ch/awa