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

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 98 (2006)

Heft: 1

Artikel: Das Potenzial der Wasserkraft : Szenarien im Spannungsfeld von Wirtschaft und Politik

Autor: Grötzinger, Stephan

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939319

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

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

Das Potenzial der Wasserkraft – Szenarien im Spannungsfeld von Wirtschaft und Politik

Stephan Grötzinger

Wasserkraft Wasserkraftanlagen allg.

Einleitung

Im Zusammenhang mit der regelmässigen Überarbeitung der Energieperspektiven des Bundesamtes für Energie (BfE) wurde die Electrowatt-Ekono AG beauftragt, die Erschliessung des Wasserkraftpotenzials in der Schweiz zu untersuchen. Der nachfolgende Artikel fasst das Wesentliche dieser Studie zusammen.

Die Frage nach dem Potenzial der Wasserkraft scheint auf den ersten Blick relativ einfach zu beantworten zu sein. Befasst man sich jedoch eingehender mit der Materie, wird die Antwort zunehmend komplexer. Würde man beispielsweise jeden Wassertropfen, der auf die Schweiz trifft, nutzen, so könnte ein theoretisches Potenzial von 100 bis 150 TWh errechnet werden.

Heute jedoch werden nur gerade 35 TWh mit Wasserkraft produziert, sodass sich die Frage stellt, wie viel des verbleibenden Potenzials noch nutzbar und gleichzeitig in welcher Zeit dieses Potenzial realisierbar ist. Eine differenzierte Betrachtungsweise drängt sich somit auf.

Vorgehen

Nebst dem bestehenden heute genutzten Potenzial gilt es in erster Linie das noch nicht genutzte Ausbaupotenzial abzuschätzen. Dieses unterliegt offenbar verschiedenen Einflussfaktoren, welche einerseits gegeben und andererseits von sozioökonomischen Rahmenbedingungen abhängig sind. Diese Einflussfaktoren können durch vier Einflussfelder charakterisiert werden:

- Standorte, welche hydrologisch und topologisch gegeben sind
- Zeitliche Entwicklung der angewendeten Technologien
- Ökonomische Rahmenbedingungen, als Basis von rentablen Investitionen
- Regulatorische oder politische Rahmenbedingungen, die Investitionen begünstigen oder erschweren

Die Untersuchung der Wasserkraftentwicklung in der Schweiz bestätigte die Relevanz dieser Einflussfelder. Aufgrund dieser Tatsache wurden zwei Teilstudien parallel durchgeführt.

In der ersten Teilstudie wurden die potenziellen Standorte untersucht und die zukünftige Entwicklung der Technologien abgeschätzt. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen und mittels verschiedener Ausbaukategorien wurde das technische Ausbaupotenzial ermittelt, welches aus Ingenieursicht ökologisch vertretbar und technisch möglich erschien. Dieses technische Ausbaupotenzial definiert gleichzeitig das maximal mögliche Ausbaupotenzial.

Parallel dazu wurde in einer zweiten Teilstudie, aufgrund der heute zur Verfügung stehenden Informationen, die mögliche zukünftige Entwicklung der ökonomischen und regulatorischen Rahmenbedingungen untersucht. Von besonderem Interesse waren dabei deren Einfluss auf die verschiedenen Ausbaukategorien und deren Steuerbarkeit. Mit Annahmen zur zeitlichen Ausbauentwicklung und Definition von verschiedenen Szenarien wurde schliesslich das zukünftige Ausbaupotenzial ermittelt.

Im vorliegenden Artikel werden daher folgende Themen behandelt:

- Entwicklung der Wasserkraftnutzung bis heute
- Das technische Ausbaupotenzial
- Szenarioplanung mittels Treiberanalyse
- Das zukünftige Ausbau- und Gesamtpotenzial der Wasserkraft
- Eine Strategie für die Wasserkraft in der Schweiz
- Schlussfolgerungen

Die Entwicklung der Wasserkraftnutzung bis heute

Die Wasserkraft ist eine traditionsreiche Technologie und wird seit langem genutzt. Im grösseren Stil wurde sie jedoch erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts nutzbar gemacht. Vor allem der Bau des Flusskraftwerks Rheinfelden 1897 und der ersten grösseren Hochdruckanlage Campocologno 1903 läutete in der Schweiz den Ausbau der Wasserkraft im grösseren Stil ein. Wurden in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts vor allem Laufkraftwerke gebaut, setzte nach dem Zweiten Weltkrieg vor allem der Bau von Speicherkraftwerken ein. Dieser über 100 Jahre dauernde Ausbau führte zu einem «Rosinenpicken» der guten und ergie-

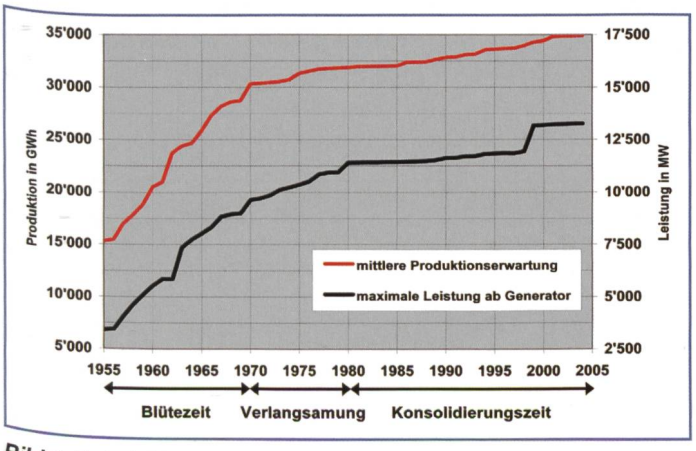

Bild 1. Entwicklung der mittleren jährlich erwarteten Produktion und maximal möglicher Leistung.

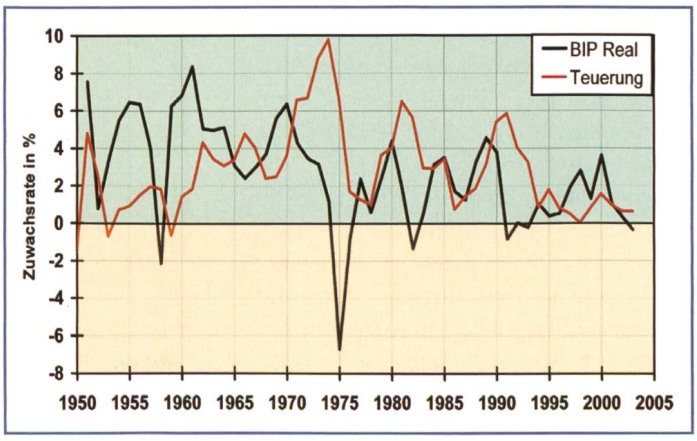

Bild 2. Entwicklung des Bruttoinlandprodukts und der Teuerung.

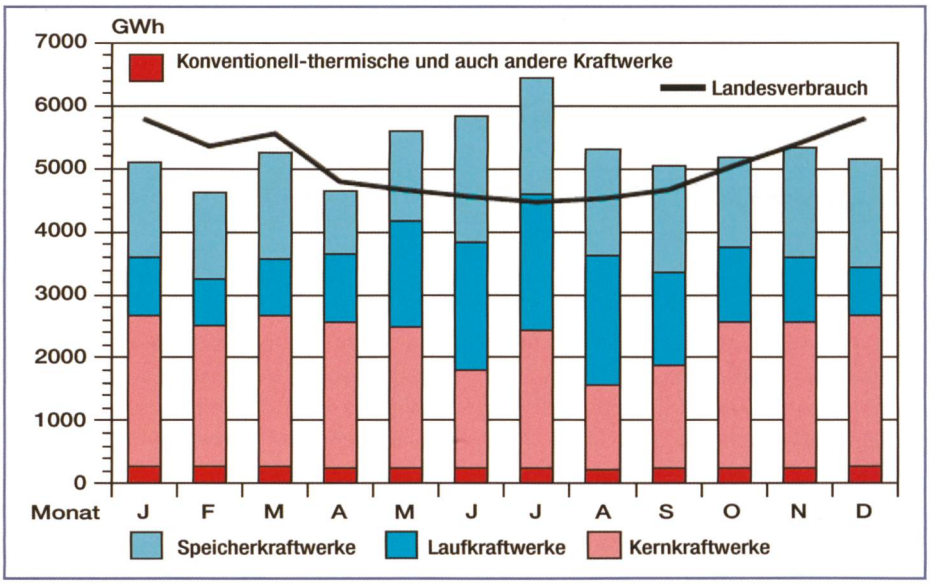

Bild 3. Erzeugung versus Verbrauch 2004.

bigen Standorte, was durch die verschiedenen Betriebsgesellschaften in Form von Partnerwerken noch gefördert wurde. Erwähnenswert ist dabei auch die Entwicklung der Wasserzinsen, welche unsere Nachbarländer in dieser Form nicht kennen und die seit 1916 bis heute auf 80 CHF pro kW angestiegen ist. Sie machen heute rund 1,2 Rp/kWh aus.

Bis 1970 war die Entwicklung geprägt durch eine starke Zunahme der Stromnachfrage, den Ausbau von interessanten Standorten und von attraktiven ökonomischen Rahmenbedingungen mit günstigen Zinsen. In dieser Periode stieg die installierte Leistung um rund 6200 MW und die mittlere Produktionserwartung um rund 15 TWh. Die nachfolgenden 10 Jahre waren hingegen eher durch ungünstige makroökonomische Rahmenbedingungen geprägt, welche zudem mit dem intensiven Ausbau des damals als günstig propagierten Atomstroms zusammenfielen und sich auch durch fehlende interessante Wasserkraftprojekte auszeichneten. In den Jahren 1980 bis 1990 verlangsamte sich die Stromnachfrage und ökologische Gesichtpunkte wurden vermehrt in den Vordergrund gestellt. Die Einführung von Umweltverträglichkeitsprüfungen (1988) und die Annahme des neuen Gewässerschutzgesetzes (1991) zeugen davon. Zwischen 1990 und 2000 setzte dann die Strommarktliberalisierung ein und gleichzeitig verlangsamte sich auch die Nachfragezunahme. Das Stromüberangebot in Europa führte zu tiefen Strompreisen, wobei tiefe Zinsen und geringe Inflation zu einem marginalen Ausbau der Wasserkraft führten, welche nur durch Umbauten und Sanierungen geprägt war. *Bilder 1* und *2* veranschaulichen diese Entwicklung eindrücklich. Heute nimmt die Stromnachfrage wieder zu, das Stromüberangebot baut sich langsam ab und die Strompreise steigen wieder an. Die heute verbliebenen Standorte sind jedoch weniger ergiebig und zudem häufig politisch umstritten.

Der Stromverbrauch in der Schweiz ist seit 1950 um rund 46,5 TWh gestiegen und betrug 2004 56,2 TWh, was einer jährlichen durchschnittlichen Steigerungsrate von rund 3,3% entspricht. Allgemein wird erwartet, dass die Nachfrage weiter zunehmen wird, allerdings mit kleinerer Steigerungsrate von 1 bis 2%.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie die zunehmende Nachfrage gedeckt wird, auch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass mittelfristig die Kernkraftwerke ans Ende ihrer Lebensdauer gelangen. Von Interesse ist auch die Rolle, welche die Wasserkraft in Zukunft spielen wird.

Die Erzeugung betrug 2004 rund 63,5 TWh, wovon 35,1 TWh oder 55% aus der Wasserkraft stammten. Die Differenz von 7,3 TWh zwischen Erzeugung und Verbrauch verteilte sich auf Verluste mit 4,2 TWh (6,6%), Pumenergie mit 2,4 TWh (3,8%) und einen Exportüberschuss von 0,7 TWh (1,1%). Im Winter jedoch muss die Schweiz nach wie vor Energie importieren, um den Verbrauch zu decken, wogegen im Sommer der anfallende Produktionsüberschuss mehrheitlich exportiert wird. *Bild 3* veranschaulicht diesen Umstand. Im Weiteren nimmt die Schweiz als Stromdrehscheibe eine zentrale Rolle im europäischen Stromhandel ein.

Der hydraulische Kraftwerkspark der Schweiz bestand am 1. Januar 2004 aus rund 518 Zentralen mit einer Leistung grösser als 300 kW, welche eine jährliche Produktionserwartung von 34,9 MWh bei einer installierten Leistung von 13,3 GW aufwiesen. Die rund 700 Zentralen mit einer Leistung unter 300 kW spielen mit einer jährlich Produktionserwartung von rund 190 GWh und einer gesamten installierten Leistung von 42 MW mit einem Anteil von 0,5% keine wesentliche Rolle. Haupteinzugsgebiete sind der Rhein mit den Zuflüssen Aare, Reuss und Limmat, sowie die Rhone, der Ticino und der Inn, wo sich die grosse Mehrheit der Zentralen befindet. Als grösste Produzenten entpuppen sich die zwei Gebirgskantone Wallis und Graubünden, die zusammen mit rund 17,1 TWh beinahe die Hälfte der Wasserkraftproduktion aufweisen. *Tabelle 1* zeigt das Verhältnis der grössten kantonalen Wasserkrafterzeuger.

Die vier Kraftwerkstypen, welche in *Tabelle 1* aufgeführt sind, definieren sich dabei wie folgt:

Laufkraftwerke
sind Wasserkraftanlagen ohne eigenen Speicher, welche die Zuflüsse laufend verarbeiten.

Speicherkraftwerke
hingegen sind Wasserkraftanlagen, welche ihre Zuflüsse speichern, solange noch freies Speichervolumen verfügbar ist, und bei Bedarf (täglich, wöchentlich, saisonal) nutzen.

Umwälzwerke
sind Wasserkraftanlagen, welche nur Wasser nutzen, das vorher gepumpt und gespeichert wurde (Ausnahme)

Pumpspeicherkraftwerke
sind eine Kombination aus Speicherkraftwerken und Umwälzwerken.

	Max. mögliche Leistung in MW				Mittlere Produktionserwartung in GWh					
Anlagetyp	VS	GR	TI	BE	VS	GR	TI	AG	BE	UR
Laufkraftwerk	813	551	276	264	3173	2094	928	3051	1410	1202
Speicher	3525	1899	949	576	5828	5259	2535	0	1494	336
Pumpspeicher	248	179	220	87	433	307	145	0	123	0
Total	4585	2630	1445	1238	9434	7659	3609	3051	3026	1539
Anteil in %	34.5	19.8	10.9	9.3	27.0	21.9	10.3	8.7	8.7	4.4

Tabelle 1. Kantonsanteil an Produktion und Leistung.

Ausbauarten	Jahr (GWh)	Winter (GWh)	Leistung (MW)
Ausrüstungsersatz	**970**	**250**	**530**
Infolge Wirkungsgradverbesserungen und Verfügbarkeit bei fälligem Ersatz	600	250	200
Infolge leicht grösseren Maschinen bei fälligem Ersatz	150	0	130
Erhöhung der Ausbauwassermenge (Maschinen & Umbau Wasserschloss)	220	0	200
Massnahmen bei Flusskraftwerken	**200**	**80**	**35**
Gefällserhöhungen durch Stauerhöhungen und Ausbaggerungen	200	80	35
Umbauten & Erweiterungen	**940**	**1090**	**380**
Niederdruckkraftwerke	540	190	150
Hochdruckkraftwerke	400	900	230
Neubauten nicht realisierter Projekt	**5'460**	**3080**	**2'120**
Neue Niederdruckkraftwerke	1'900	700	420
Neue Hochdrucklaufkraftwerke	1'200	900	500
Neue Speicherkraftwerke	2'360	1680	1'200
Technisches Ausbaupotential	**7'570**	**4700**	**3'065**

Tabelle 2. Zusammenstellung des technischen Ausbaupotenzials.

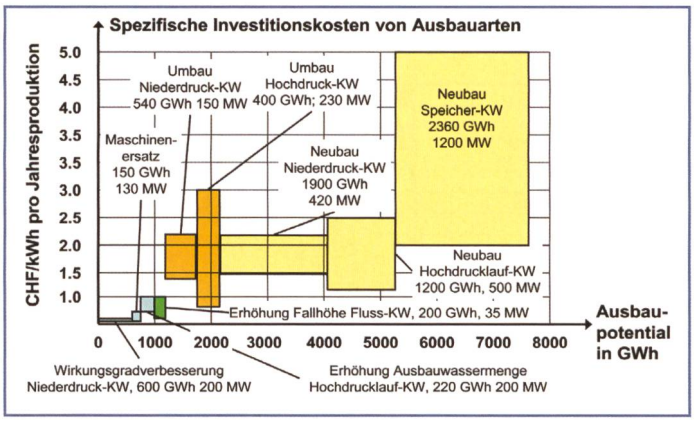

Bild 4. Grenzkostenbetrachtung der einzelnen Ausbauvarianten.

Durch die grosse Kapazität der Speicherkraftwerke wird die Bedeutung der Schweiz als Spitzenstromlieferant ersichtlich.

Das technische Ausbaupotenzial

In dieser Studie wurde ein mehrstufiges Verfahren verwendet, welches sich aufgrund von technischen und ökologisch vertretbaren Überlegungen, jedoch unabhängig von politischen, umweltpolitischen und finanziellen Aspekten ergab. Das technische Ausbaupotenzial bildet zugleich auch das maximale Ausbaupotenzial.

Das technische Ausbaupotenzial wurde für:

- die mittlere Jahresproduktion
- die mittlere Winterproduktion durch Speicherung oder Pumpspeicherung sowie für
- die Leistung

ausgewiesen.

Die beiden letzten Typen von Ausbaupotenzial tragen gesamthaft aber nicht zu einer Erhöhung der Gesamtproduktion bei, sondern bewirken lediglich eine Verschiebung der Produktion in den Winter respektive eine Erhöhung des Werts der Produktion. Demnach lag das Hauptgewicht der Studie bei der Ermittlung des Ausbaupotenzials der mittleren Jahresproduktion.

Hauptgrundlage für die Ermittlung des technischen Ausbaupotenzials war der Elektrowatt-Bericht vom Jahre 1987. Gemäss diesem Bericht umfasst das technische Ausbaupotenzial der Jahresproduktion vier Kategorien.

Beim Ausrüstungsersatz, der ersten Ausbauart, wird bei einer bestehenden Anlage eine ältere durch eine neue Ausrüstung ersetzt. Der Ersatz kann entweder eine identische oder eine leicht grössere Maschine sein, oder die Ausbauwassermenge kann sogar erhöht werden. Dank besseren Wirkungsgraden der neuen Maschinen und allenfalls höherer Ausbauwassermenge führt der Ausrüstungsersatz zu höheren Produktionen. Basis dafür war einerseits eine Abschätzung des Alters der Maschinengruppen (Turbinen und Generatoren) und der dazugehörigen Verbesserung des Wirkungsgrades sowie der Verbesserung der Verfügbarkeit und andererseits die Erhöhung der Schluckwassermengen der Turbinen.

Bei der zweiten Ausbauart ging es um die Erhöhung des Gefälles durch Stauerhöhungen und/oder Ausbaggerungen bei Flusskraftwerken. Von nennenswerter Bedeutung waren nur rund 30 Anlagen an Rhein und Aare.

Die dritte Ausbauart betraf Umbauten/Erweiterungen und in der vierten Ausbauart wurden alle Neubauten gruppiert.

Das in dieser Studie ermittelte technische Ausbaupotenzial von 7,6 TWh der erwarteten mittleren Jahresproduktion ist in *Tabelle 2* aufgeschlüsselt:

Die Gestehungskosten der Produktion sind bei den ermittelten Ausbauten aber sehr heterogen. Beziffert man die Investitionen pro kWh Jahresproduktion, ergibt sich zwangsläufig eine Ausbaureihenfolge, welche sich nach den Grenzkosten orientiert und in *Bild 4* wiedergegeben ist. Demnach werden zuerst die Massnahmen des Ausrüstungsersatzes ausgeführt und erst am Schluss die Neubauprojekte in Angriff genommen. Man kann daher den Ausrüstungsersatz infolge Wirkungsgradverbesserungen und Ausbau durch leicht grössere Maschinen als minimales Ausbaupotenzial bezeichnen. Folglich liegt das minimale Ausbaupotenzial bei 0,75 TWh, derweil das maximale Ausbaupotenzial bei 7,57 TWh liegt.

Die Frage, in welcher Zeit dieses technische Ausbaupotenzial realisierbar ist und in welchem Rhythmus dieses realisiert werden kann, wurde anhand von makroökonomischen Überlegungen abgeschätzt und schliesslich wie folgt festgelegt:

- gleich bleibender Ausbaurhythmus bis 2015
- progressive Ausbauzunahme von 2015 bis 2035

Jahr		2005	2010	2020	2035	2050
Minimales Ausbaupotential	Leistung in MW	41	83	165	269	330
	Jahresproduktion in GWh	94	188	375	656	750
Maximales Ausbaupotential	Leistung in MW	70	173	880	2'995	3'065
	Jahresproduktion in GWh	147	371	2'112	7'424	7'570

Tabelle 3. Zukünftige Entwicklung des Ausbaupotenzials.

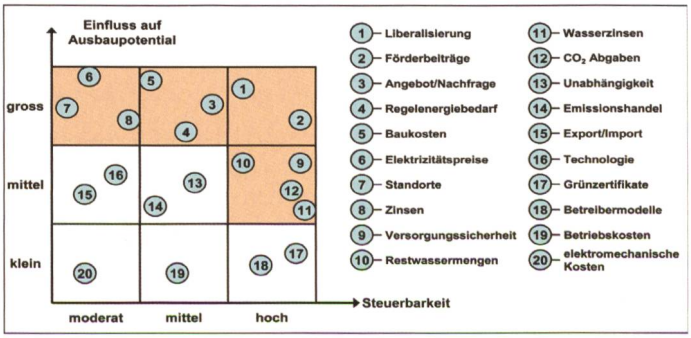

Bild 5. Treibermatrix.

Treiber	Ausbauvarianten				Szenarien mit Entwicklungstendenz				
	Ausrüstungsersatz	Gefällserhöhungen	Umbauten & Erweiterungen	Neubauten	Max.	Pos.	Erw.	Neg.	Min.
1 Liberalisierung	11.7 %	9.7 %	10.8 %	12.3 %	++	+		-	--
2 Förderbeiträge	7.0 %	7.7 %	9.0 %	10.8 %	+		-	--	--
3 Angebot/Nachfrage	7.9 %	8.4 %	8.7 %	4.5 %	++	+		-	--
4 Regelenergiebedarf	1.1 %	1.9 %	3.5 %	6.0 %	++	+			-
5 Baukosten	2.3 %	7.5 %	6.1 %	7.4 %	+		-	--	--
6 Elektrizitätspreise	1.9 %	4.6 %	5.7 %	6.1 %	++	+		-	--
7 Standorte	1.9 %	4.6 %	2.9 %	6.1 %	+		-	-	--
8 Zinsen	2.8 %	3.1 %	5.0 %	6.1 %	+		-	--	--
9 Versorgungssicherheit	4.3 %	3.5 %	3.3 %	2.8 %	++	+		-	--
10 Restwassermengen	4.3 %	4.0 %	4.1 %	3.2 %	+	+		-	--
11 Wasserzinse	4.3 %	3.5 %	2.9 %	2.1 %	++	+		-	-
12 CO2-Abgaben	3.8 %	3.1 %	2.9 %	2.5 %	++	+		-	--
13 Unabhängigkeit	6.6 %	5.5 %	5.8 %	5.6 %	++		-	-	--
14 Emissionshandel	6.6 %	5.5 %	5.1 %	4.4 %	++	+		-	--
15 Export/Import	5.3 %	4.4 %	4.9 %	4.9 %	++		-	--	--
16 Technologie	7.5 %	5.3 %	3.3 %	1.4 %	+		-	--	--
17 Grüne Zertifikate	5.8 %	4.8 %	3.5 %	2.1 %	++	+		-	-
18 Betreibermodelle	2.6 %	2.1 %	3.0 %	3.4 %	++	+		-	-
19 Betriebskosten	3.7 %	5.0 %	5.6 %	7.2 %	+			-	-
20 Elektromechanische Kosten	8.6 %	5.7 %	4.0 %	1.1 %	+	+		-	--

Tabelle 4. Treiberbewertung bezüglich Ausbauvarianten und Szenariodefinition.

- Verlangsamung bis 2040
- Abflachung ab 2040

Aufgrund dieser Festlegung kann die zeitliche Entwicklung des technischen Ausbaupotenzials errechnet werden. Die Entwicklung des minimalen und maximalen Ausbaupotenzials ist dabei in *Tabelle 3* wiedergegeben.

Szenarioplanung mittels Treiberanalyse

Wie früher schon erwähnt, ist das Ausbaupotenzial auch von ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen abhängig. Zu diesem Zweck wurden aufgrund der vorher beschriebenen vier Einflussfelder gesamthaft 20 verschiedene Treiber identifiziert, welche auf das Ausbaupotenzial einen Einfluss haben. Diese Treiber wurden aufgrund ihrer Steuerbarkeit und ihres Einflusses auf das Ausbaupotenzial in eine Matrix eingetragen *(Bild 5)*. Die Treiber wurden dann bezüglich Quadrantenzugehörigkeit bewertet und anschliessend auf ihre Relevanz hinsichtlich der Ausbauvarianten gewichtet.

Eine anschliessende Normalisierung führte schliesslich zu einer prozentualen Gewichtung pro Treiber je Ausbaukategorie, welche in *Tabelle 4* wiedergegeben ist.

Auffallend, aber nicht unerwartet ist dabei der starke Einfluss der Liberalisierung und der Förderbeiträge, wobei auch Angebot und Nachfrage sowie die Investitionskosten eine übergeordnete Rolle spielen. Diese dominanten Treiber sind farblich hervorgehoben.

Schliesslich wurden drei Szenarien definiert (positive, negative und erwartete Entwicklung) und deren künftige Treiberentwicklung aufgrund ihrer Entwicklungstendenz abgeschätzt. Folgende Definitionen wurden den Szenarien zugrunde gelegt:

Erwartete Entwicklung

Die heute beobachtbaren Tendenzen werden sich wie angekündigt entwickeln. Man kann daher von einem «Business as usual» sprechen.

Negative Entwicklung

Die heute beobachtbaren Tendenzen bewahrheiten sich nicht, und die meisten Treiber entwickeln sich daher in eine für die Wasserkraft negative Richtung.

Positive Entwicklung

Die heute beobachtbaren Tendenzen entwickeln sich besser als erwartet, und die meisten Treiber haben einen positiven Einfluss auf die Wasserkraft.

Die definierten Szenarien bewegen sich in jedem Fall zwischen dem maximalen und dem minimalen Ausbaupotenzial und sollen eine Bandbreite der zukünftigen Entwicklung angeben. Die *Tabelle 4* fasst die Resultate und Annahmen bezüglich der Szenariodefinitionen zusammen.

Das zukünftige Ausbau- und Gesamtpotenzial

Die Relevanz der verschiedenen Treiber und die Entwicklung derselben aufgrund der vorher definierten Szenarien erlauben nun die Beschreibung des zukünftigen Ausbaupotenzials. Durch Verknüpfung der Treiberrelevanz mit der Treiberentwicklung und dem technischen Ausbaupotenzial findet man die jeweilige Entwicklung pro Szenario, welche in *Tabelle 5* wiedergegeben ist.

Die Entwicklung der verschiedenen Szenarien beschreibt eine Bandbreite, in welcher sich das zukünftige Ausbaupotenzial bewegen wird. Gesamthaft gesehen beträgt der erwartete Zuwachs 3,5 TWh und repräsentiert nur rund 10% der heutigen Produktion. Die Bandbreite liegt dabei zwischen 5,3% und 15,5% für eine jeweils negative respektive positive Entwicklung. Das Ausbaupotenzial muss daher als bescheiden taxiert werden.

Das Gesamtpotenzial der Wasserkraft besteht jedoch einerseits aus dem ermittelten Ausbaupotenzial und andererseits auch aus dem bestehenden Potenzial. Es gilt daher zu beachten, dass Letzteres zusätzlich durch Energieminderproduktionen der bestehenden Anlagen geschmälert wird, da in Zukunft die Restwasserbestimmungen bei Konzessionserneuerungen zum Tragen kommen. Die Energieminderproduktion bei bestehenden Anlagen wird bis ins Jahr 2070 rund 2 TWh betragen (Antwort des Bundesrates auf die Motion Speck vom 20. März 2003). Aufgrund der Konzessionserneuerungen kann bis ins Jahr 2050 mit einer Produktionsverminderung von rund 1,8 TWh gerechnet werden. Dies entspricht einer Produktionsverminderung von 5,1% der heutigen Produktionskapazität.

Definiert man daher das Gesamtpotenzial ohne Restwasserauflagen als Bruttogesamtpotenzial und analog dazu das Gesamtpotenzial mit Restwasserauflagen als Nettogesamtpotenzial, stellt man fest, dass das minimale Nettogesamtpotenzial gegenüber heute abnimmt. Grafisch wird der Einfluss der Restwasservorschriften in *Bild 6* verdeutlicht. Vergleicht man die Nettojahresproduktion 2005 mit den mutmasslichen Werten im Jahr 2050, so erhöht sich die Nettoproduktion um 16,2% respektive um 11,1% und 4,8% für die maximale Entwicklungsprognose respektive für das positive und erwartete Szenario. Für das negative Szenario bleibt die Nettoproduktion gleich und für das minimale Szenario geht die Nettoproduktion sogar um 3,2% zurück. Das Nettogesamtpotenzial ist grafisch für alle Szenarien in Bild 7 verdeutlicht.

Wegen des abnehmenden Ausbaupotenzials ab dem Jahr 2035 und der Sanierung der ungenügend dotierten

Jahr	2005	2010	2020	2035	2050
Positive Entwicklung	131	317	1'573	5'309	5'440
Erwartete Entwicklung	116	266	1'092	3'437	3'553
Negative Entwicklung	103	218	660	1'761	1'864

Tabelle 5. Produktionsentwicklung pro Szenario in GWh.

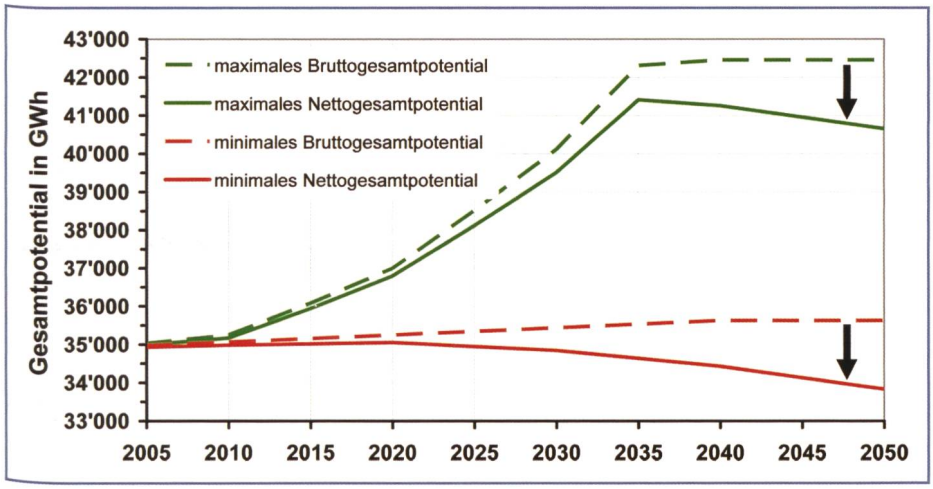

Bild 6. Einfluss der Restwasservorschrift.

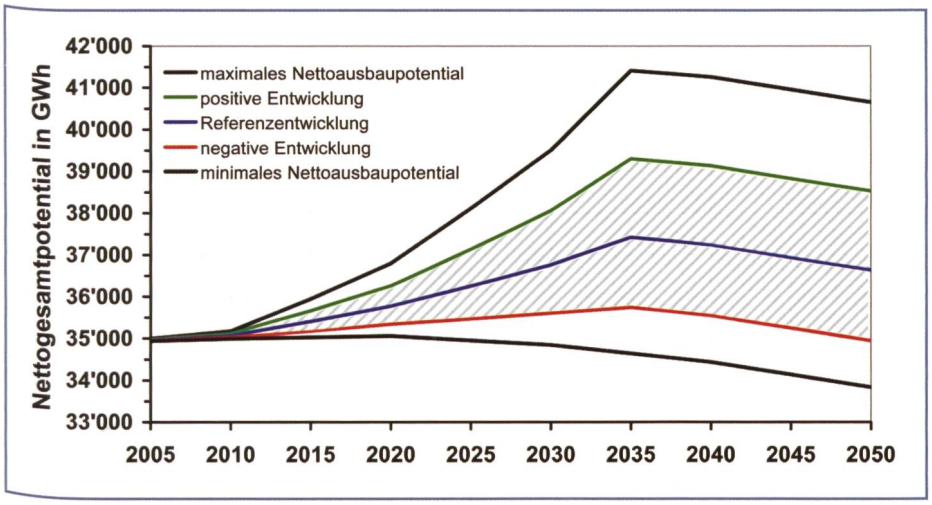

Bild 7. Nettogesamtpotenzial Wasserkraft in der Schweiz bis 2050.

Restwasserstrecken bei der Konzessionserneuerung fallen die Kurven des Nettopotenzials gegen Ende der Betrachtungsperiode. Der schraffierte Bereich zeigt dabei die zukünftige Erwartungsentwicklung als Bandbreite.

Der Erhalt der Wasserkraft oder deren Ausbau ist auf mittlere Sicht ungewiss. Diese Tatsache unterstreicht die Wichtigkeit der Entwicklung einer entsprechenden Strategie.

Strategie für die Wasserkraft in der Schweiz

Mehrere Treiber, welche einen Einfluss auf das Ausmass des Ausbaupotenzials haben, sind steuerbar. Bund und Kantone haben somit die Möglichkeit, die relevanten Treiber so zu steuern, dass für den Erhalt bzw. Ausbau der Wasserkraft günstige Rahmenbedingungen resultieren.

Basierend auf den wirkungsvollsten Treibern ergeben sich folgende Massnahmen und strategische Anweisungen:

- Im Zusammenhang mit der Strommarktöffnung sind eine Gesetzgebung und ein Gesetzesvollzug vorzuziehen, welche einen gerechten und nachhaltigen Wettbewerb ermöglichen und die Interessen der Wasserkraft angemessen berücksichtigen.
- Es sind unter dem Gesichtspunkt der Internalisierung der externen Kosten Fördermassnahmen entweder durch Belastung der CO_2-emittierenden Energieträger mit relativ hohen externen Kosten (CO_2-Abgaben) oder durch Entlastung der CO_2-armen/-freien Energieträger mit relativ niedrigen externen Kosten anzustreben.
- Es soll eine Straffung und Verkürzung der Verfahren zur Erteilung der Konzessionen geprüft werden.
- Bei den Konzessionsverhandlungen sind eine angemessene Berücksichtigung der Anliegen der Wasserkraft und keine einseitige Bevorzugung einzelner Interessen vorzusehen.
- Auch ausserhalb von konzessionsrelevanten Geschäften ist eine ausgewogene Berücksichtigung der Interessen der Wasserkraft zu empfehlen; dies gilt namentlich im Bereich der Steuern und Wasserzinsen.
- Es sind Voraussetzungen zu schaffen bzw. zu erhalten, welche eine Teilnahme der Schweizer Wasserkraft an den verschiedenen Energiemärkten, welche zurzeit in den EU-Ländern in Entwicklung begriffen sind, ermöglichen.

Wenn es dem Bund und den Kantonen gelingt, die oben genannten Treiber in die angegebene Richtung zu steuern, sind wichtige Voraussetzungen für den Erhalt bzw. den Ausbau der Wasserkraft geschaffen worden.

Schlussfolgerungen

Das technische Ausbaupotenzial der Wasserkraft in der Schweiz wurde auf 7570 GWh geschätzt. Mittelfristig müssen viele Konzessionen erneuert werden. In diesem Zusammenhang wird die Sanierung der ungenügend dotierten Restwasserstrecken das bestehende Potenzial verringern. Unter diesen Umständen nimmt gemäss den Berechnungen dieser Studie das Nettopotenzial ab zirka 2035 ab. Anderseits wird erwartet, dass die Nachfrage weiter zunimmt.

Diese Situation unterstreicht die Wichtigkeit der Entwicklung einer Strategie, welche dafür sorgt, dass die Rahmenbedingungen für den Erhalt und den Ausbau der Wasserkraft optimal sind.

Die Ergebnisse dieser Studie haben weiter gezeigt, dass das Ausbaupotenzial der mittleren Jahresproduktion im Jahr 2050 beim positiven Entwicklungsszenario knapp 3 mal grösser ist als dasjenige beim negativen Entwicklungsszenario.

Die Wasserkraft ist eine der einzigen regenerativen, CO_2-freien und einheimischen Energiequellen, und wir sollten daher alles daran setzen, diese zu bewahren. Dies bedeutet, dass alles unternommen werden sollte, optimale Rahmenbedingungen zu schaffen, welche das positive Entwicklungsszenario erlaubten. Ein erster Schritt kann unter anderem mit der Realisierung des Projektes KWO plus getan werden.

Anschrift des Verfassers
Stephan Grötzinger
Electrowatt-Ekono AG
Energie Schweiz
Hardturmstrasse 161
Postfach
CH-8036 Zürich
Tel. +41 1 355 55 54
stephan.groetzinger@ewe.ch
www.ewe.ch