

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 103 (2012)
Heft: 2

Artikel: Ausbaupotenzial der Wasserkraft
Autor: Pfammatter, Roger
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857264>

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: 30.03.2025

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

Ausbaupotenzial der Wasserkraft

Eine Auslegeordnung der vorhandenen Möglichkeiten und der Voraussetzungen für deren Nutzung

Die Nutzung der Wasserkraft ist das Rückgrat der schweizerischen Stromversorgung. Mit der postulierten Energiewende werden insbesondere die Regel- und Speicherkapazitäten an Bedeutung gewinnen. Es stellt sich aber auch die Frage, wie viel zusätzliche Produktion realisiert werden kann. Klar ist: ein Ausbau lässt sich nicht verordnen. Soll er stattfinden, braucht es neue Kompromisse zur Überwindung der Zielkonflikte sowie wirtschaftliche Rentabilität und Investitionssicherheit.

Roger Pfammatter

Mit dem Entscheid von Bundesrat und Parlament, künftig auf Atomstrom zu verzichten, sind mittelfristig rund 24 TWh Bandenergie zu ersetzen. Dies entspricht bereits bei heutiger Nachfrage 40% des Schweizer Strombedarfs. Und dieser wächst bekanntlich weiter an: Alleine 2010 waren es wiederum 4% Steigerung – für mehr Einwohner, mehr Komfort, mehr elektronische Gadgets, mehr öffentlichen Verkehr und mehr Ersatz fossiler Energieträger.

Die Schweiz steht vor einer riesigen Herausforderung: Wie ist diese Energiewende zu schaffen? Der Bundesrat setzt einerseits auf Effizienzsteigerungen und Lenkungsabgaben zur Stabilisierung der Stromnachfrage auf heutigem Niveau – angesichts des prognostizierten Anstieges bis 2050 sind dazu enorme Einsparungen von rund 24 TWh nötig. Und andererseits soll zur Deckung der dann immer noch fehlenden rund 24 TWh die erneuerbare Stromproduktion massiv ausgebaut werden – vor allem durch neue Fotovoltaik-, Wind- und Geothermieanlagen sowie die Erhöhung der Produktion aus Wasserkraft.

Die Frage ist also nicht, ob Einsparungen notwendig sind, oder ob die neuen Erneuerbaren oder die Wasserkraft ausgebaut werden sollen. Unter den neuen Voraussetzungen braucht es sowohl enorme Einsparungen wie auch den massiven Ausbau aller erneuerbaren Stromquellen. Damit stehen der Schweiz schwierige Ziel- und Interessenkonflikte bevor. Und die Frage sei erlaubt, ob alle

Beteiligten bereit sind, die notwendigen Kompromisse beim Verbrauch, beim Strompreis sowie beim Klima-, Gewässer- und Landschaftsschutz einzugehen? Die ersten Monate der teilweise emotional statt sachlich geführten gesellschaftlichen Diskussionen lassen nicht nur Gutes erwarten. Eine Versachlichung tut Not.

Ambitiöses Ausbauziel

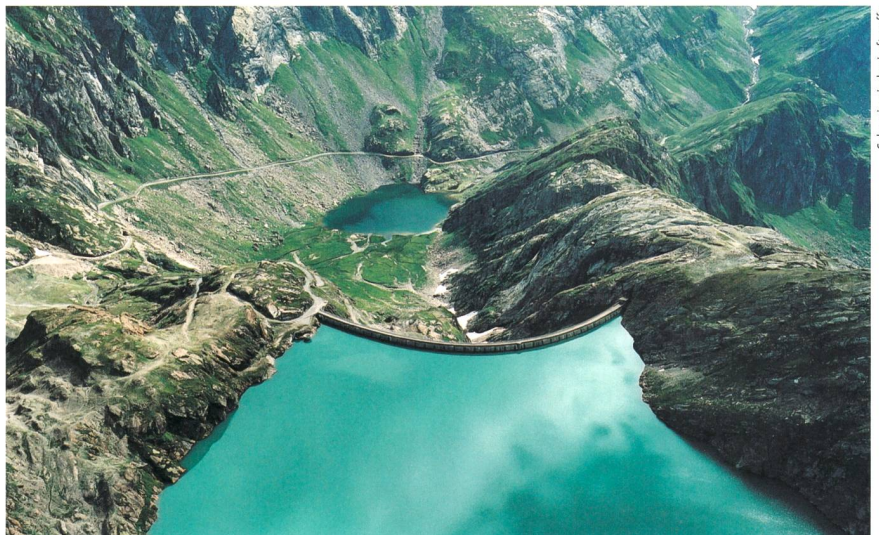
Die Nutzung der Wasserkraft ist heute das Rückgrat der schweizerischen Stromversorgung. Sie liefert mit rund 36 TWh ungefähr 56% der inländischen Stromproduktion – und deckt mit 97% fast den gesamten erneuerbaren Anteil. Gemäss dem ersten Wurf der bundesrät-

lichen Energieperspektiven 2050, vom Mai 2011 [1] soll der Beitrag der Wasserkraft bis ins Jahr 2050 auf 40 TWh (ohne Pumpspeicherung) gesteigert werden. Der Grossteil des postulierten Zubaus an Jahresproduktion von 4 TWh wird allerdings bereits bis ins Jahr 2035 benötigt. Ist ein solcher Ausbau wünschbar? Und sind die Ziele realistisch?

Energiepolitischer Trumpf

Vorweg: Der postulierte Ausbau der Wasserkraft ist grundsätzlich zu begrüessen. Denn die einheimische und erneuerbare Wasserkraft ist eine ausgesprochen effiziente Form der Stromproduktion. Zudem liefert die Wasserkraft sowohl Band- wie auch Spitzenenergie, und kann mit den rasch zu- und abschaltbaren Kraftwerkskapazitäten die benötigte Ausgleichs- und Regelenenergie liefern und für Netzstabilität sorgen. Diese Ausgleichsleistungen werden gerade mit dem forcierten Ausbau der Fotovoltaik- und Windkraftanlagen noch weiter an Bedeutung gewinnen. Die Speicherseen ermöglichen überdies die für die Versorgung essentielle saisonale Umlagerung in den Winter und über die Pumpspeicherung die kurzfristige Einlagerung von Strom in Zeiten geringer Nachfrage.

Die erneuerbare Wasserkraft ist der wichtigste energiepolitische Trumpf der



Schweizerische Luftwaffe

Speichersee Cavagnö im Val Bavona: Die erneuerbare Wasserkraft und insbesondere die Speicherwerke sind der wichtigste energiepolitische Trumpf der Schweiz.

Ausbaupotenzial	Szenario «Weiter wie bisher» [TWh]	Szenario «Anpassung Rahmenbe- dingungen» [TWh]	Voraussetzungen für Potenzial gemäss Szenario «Anpassung der Rahmenbedingungen»
Ausrüstungsersatz und andere Effizienzsteigerungen	+0,5	+0,5 bis +1	<ul style="list-style-type: none"> • Erreichtes Lebensalter Maschinen und Ausrüstung beziehungsweise ausreichendes Verbesserungspotenzial • Investitionssicherheit durch ausreichende Restlaufzeit der Konzession oder faire Vergütung bei Heimfall • Rentabilität beziehungsweise falls nicht gegeben aber Projekt sinnvoll: Fördermittel für Zusatzproduktion
Erweiterung und Umbau bestehende Anlagen, neue Fassungen / Stufen	+0,5 bis +1,5	+1 bis +2	<ul style="list-style-type: none"> • Akzeptanz und politischer Wille für Erweiterungen und neue Gewichtung Schutz-/Nutzungsanliegen • Investitionssicherheit durch ausreichende Restlaufzeit der Konzession oder faire Vergütung bei Heimfall • Rentabilität beziehungsweise falls nicht gegeben aber Projekt sinnvoll: Fördermittel für Zusatzproduktion • Vereinfachung und Beschleunigung der Konzessions- und Bewilligungsverfahren
Neubau kleiner und grosser Anlagen, inkl. neuer Speicher	+1 bis +2	+3 bis +4	<ul style="list-style-type: none"> • Akzeptanz und politischer Wille für den Neubau und neue Gewichtung Schutz-/Nutzungsanliegen • Investitionssicherheit durch ausreichende Konzessionsdauer • Vereinfachung und Beschleunigung der Konzessions- und Bewilligungsverfahren
Minderproduktion aus Restwasserbestimmungen	-2 bis -4	-1 bis -2	<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung Mindestrestwassermengen ohne Mehrdotierungen nach Interessenabwägung • Oder besser: differenziert mit Schutz- und Nutzungsplanungen und Ausgleich Mehrnutzung bzw. -schutz
Minder- oder Mehrproduktion aus dem Klimawandel	±0	±0	<ul style="list-style-type: none"> • Massnahmen zur Minimierung Verluste durch Extremereignisse und Fassung erwartete Mehrabflüsse (weiterhin grosse Unsicherheiten)
Veränderung Nettoproduktion	±0	+4 bis +5	

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband [3]

Grössenordnungen vorhandener Ausbaupotenziale bis 2050 und Voraussetzungen für die Nutzung.

Schweiz und das Land tut gut daran, diesen Standortvorteil effizient zu nutzen – vor allem in der neuen Ausgangslage.

Vorteilhafte Umweltbilanz

Die Wasserkraft hat aber nicht nur viele Vorteile auf der Energieseite. Sie ist auch die insgesamt umwelt- und klimaschonendste Form der Stromproduktion. Die Wasserkraft verfügt nachweislich über die beste Ökobilanz aller Stromquellen und verursacht am wenigsten klimaschädigende Treibhausgase – entgegen der weit verbreiteten Meinung auch im Vergleich zu Fotovoltaik- und Windanlagen. Natürlich hat die Nutzung Auswirkungen auf Gewässer (unter anderem Fragmentierung der Lebensräume sowie Veränderung der Abflüsse, Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten) und je nach Anlage auch auf Landschaften. Aber zum einen sind längst nicht alle Auswirkungen negativ. Und zum anderen wurden die bereits sehr strengen Umweltanforderungen mit der Revision des Gewässerschutzgesetzes (GSchG, SR 814.20) auf Anfang 2011 nochmals deutlich verschärft.

Mit den geltenden Vorschriften erreichen neue und neu konzessionierte Wasserkraftanlagen ökologischen Top-Standard und die Bestehenden werden in den nächsten 20 Jahren für rund 1 Mia.

CHF nachgebessert (Stichworte: Sicherstellung Fischwanderung, Reduktion Auswirkungen aus Abflussschwankungen und Verbesserung Geschiebewartwirtschaftung). Es gilt also auch die umweltseitigen Vorteile der Wasserkraft anzuerkennen und – gerade mit Blick auf die Alternativen – den Erhalt der Produktion und den massvollen, umweltverträglichen Ausbau zu unterstützen.

Blockiertes Ausbaupotenzial

Es gibt durchaus noch Ausbaupotenzial im Wasserschloss Schweiz. Mit der letzten detaillierten Studie aus dem Jahre 2004 [2] wurde das technisch realisierbare – sowie gemäss den Autoren ökologisch und finanziell verträgliche – Gesamtpotenzial unter optimalen Bedingungen auf total 42,5 TWh geschätzt. Der gegenüber der heutigen mittleren Produktionserwartung theoretisch mögliche Zubau liegt also in der Grössenordnung von 6,5 TWh – vorkommenden Verlusten aus Restwasserbestimmungen und gegebenenfalls Klimawandel – und umfasst folgende Elemente:

- Ausrüstungsersatz und andere Effizienzsteigerungen, beispielsweise Erhöhungen der Wirkungsgrade von Maschinen, Ausbaggerungen, Reduktion Reibungsverluste,

- Erweiterungen und Umbau bestehender grosser Anlagen, etwa neue Fassungen, neue Stufen, Erhöhungen von Staudämmen,

- Neubau von kleinen und grossen Anlagen.

Auch wenn die Plausibilisierung der Zahlen durch Bund und Kantone Anfangs 2012 noch aussteht: An der Grössenordnung dieses Gesamtpotenzials hat sich seit dem Jahre 2004 kaum Relevantes verändert.

Die entscheidende Frage ist, wie viel vom Potenzial wirtschaftlich rentabel und ökologisch verträglich sowie innert nützlicher Frist realisierbar ist. Denn die Schweiz ist weit weg von den in der Studie zugrunde gelegten optimalen Bedingungen. Es gibt zwar interessante Erneuerungs- und Ausbauideen. Viele scheitern aber noch an der Rentabilität, an der Investitionssicherheit, an unzähligen Schutzanliegen und Widerständen oder schlicht am politischen Willen.

Zwei Szenarien

Für die Schätzung des realisierbaren Potenzials muss deshalb unterschieden werden, zwischen einem Minimalszenario «Weiter wie bisher», und einem Maximalszenario «Anpassung der Rahmenbedingungen» (Tabelle).

Szenario «Weiter wie bisher»

Unter den bisherigen Rahmenbedingungen ist nur noch sehr wenig zusätzliches Potenzial realisierbar.

Wenig Zubau

Der mögliche Zubau beschränkt sich auf den standardmässigen Ausrüstungsersatz mit Effizienzsteigerung um 1–3% beziehungsweise rund 0,5 TWh (bedingt aber erreichtes Lebensalter und Investitionssicherheit), wenige Erweiterungen und Umbauten von bestehenden Anlagen in der Grössenordnung von 1 TWh sowie den Neubau von einem Teil der finanziell geförderten Klein- und Kleinstanlagen im Umfang von 1–2 TWh. Neue grosse Anlagen sind unter den heutigen Bedingungen keine möglich.

Künftige Produktionsverluste

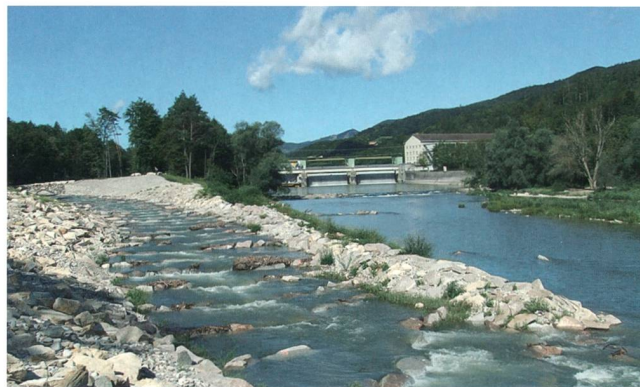
Vom Zubaupotenzial abzuziehen sind die in den nächsten Jahrzehnten durch Sanierungen und Konzessionserneuerungen zu erwartenden Produktionsverluste aus den Restwasserbestimmungen. Gemäss früheren Studien [4,5] ist davon auszugehen, dass bis 2050 je nach Interessenabwägung durch die Behörden mit einer Minderproduktion von mindestens 2 bis maximal 4 TWh zu rechnen ist. Das beinhaltet die Mindestrestwassermengen nach Art. 31 GSchG und die vorgesehenen Erhöhungen nach Art. 33 GSchG. Zwischen 2050 und 2070 kommen dann durch Konzessionserneuerungen weitere, hier nicht eingerechnete Verluste von nochmals 1 TWh dazu.

Einfluss des Klimawandels

Ebenfalls mit dem Zubau zu verrechnen sind Verluste oder Gewinne durch den Klimawandel. Nachdem bis vor Kurzem mit Einbussen von rund 7% beziehungsweise 2–3 TWh gerechnet wurde, zeigen die neuesten Forschungsergebnisse [6], dass bis 2050 zwar durchaus einschneidende regionale Veränderungen der Abflüsse zu erwarten sind, unter dem Strich aber keine wesentliche Reduktion der Jahresproduktion zu erwarten ist.

Die Unsicherheiten dieser Prognosen bleiben aber naturgemäss sehr gross. Aufgrund der zu erwartenden Häufung von Extremereignissen bestehen zudem durchaus gewisse Risiken für Produktionsverluste. Und nach dem Jahr 2050 sind auch gemäss den neuesten Erkenntnissen aufgrund zunehmend abgeschmolzener Gletscher Verluste sehr wahrscheinlich.

Umgebungsgewässer für die Fischwanderung beim Kraftwerk Ruppertswil an der Aare: Wasserkraftwerke haben strenge Umweltauflagen zu erfüllen.



Schweizerischer Wasserversorgungsverband

Fazit

Unter dem Strich ist bei diesem Szenario also eher mit einer Stagnation und längerfristig mit einem Rückgang der Produktion aus Wasserkraft zu rechnen.

Szenario «Anpassung der Rahmenbedingungen»

Soll eine Steigerung der Produktion aus Wasserkraft erreicht werden, braucht es eine deutliche Veränderung der Rahmenbedingungen, namentlich eine neue Gewichtung bei der Interessenabwägung zwischen Schutz und Nutzung und die Verbesserung von Investitionsanreizen und -sicherheit.

Effizienzsteigerungen und Erweiterungen bestehender Anlagen

Der Zugewinn aus Effizienzsteigerungen und Erweiterungen bei bestehenden Anlagen lässt sich durch Verbesserung der Rahmenbedingungen auf rund 1 TWh beziehungsweise 2 TWh erhöhen. Dazu gehört zum Beispiel eine attraktive Regelung für die Restwertentschädigung von Erneuerungsinvestitionen beim Heimfall – als Voraussetzung für Investitionen bei ungenügender Restlaufzeit einer Konzession. Dazu gehören aber auch unkonventionelle Massnahmen, wie zum Beispiel die im Bulletin VSE/SEV 2011/12 dargelegte Idee [7], Reibungsverluste durch die Vergrösserung von Druck- und Zuleitstollen zu minimieren und damit die Produktion zu steigern – was angesichts der meist fehlenden Rentabilität allerdings die Bereitschaft für überbeuerte Investitionen und Fördermittel bedingt.

Neubauten

Zusätzlich zum maximalen Ausbau der subventionierten Klein- und Kleinstanlagen von rund 2 TWh wird in diesem Szenario mit dem Neubau von grossen Anlagen in der Grössenordnung von 1 bis 2 TWh gerechnet. Geeignete Stand-

orte für neue, grosse Anlagen sind aber nur noch beschränkt verfügbar und oft in Konflikt mit Gewässer- oder Landschaftsschutzgebieten. Zudem sind die attraktivsten Projekte seit langer Zeit gebaut. Die Wirtschaftlichkeit neuer Anlagen ist also nicht a priori gegeben und muss sich im Einzelfall erst noch weisen. Allerdings ist davon auszugehen, dass insbesondere zur Deckung des Winterbedarfs mindestens eine bis zwei grössere Anlagen notwendig und deshalb entsprechende Lösungen zu finden sind.

Künftige Produktionsverluste

Vom Zubaupotenzial in Abzug gebracht werden in diesem Szenario nur die Mindestrestwassermengen (gemäss Art. 31 GSchG) von rund 1,5 TWh. Diese optimistische Variante bedingt den Verzicht auf zusätzliche Erhöhungen der Mengen (gemäss Art. 33 GSchG) und die entsprechende Gewichtung der Nutzung in der Interessenabwägung durch die Behörden.

Auch in diesem Szenario werden die zu erwartenden Veränderungen des Klimawandels entsprechend den neuesten Erkenntnissen mit ± 0 TWh eingesetzt. Unter Umständen könnten die erwarteten Mehrabflüsse im Mittelland durch Erhöhungen der Ausbauwassermengen für eine Steigerung der Produktion genutzt werden. Das dürfte aber bestenfalls die Verluste bei den Speicherwerken kompensieren.

Fazit

Unter dem Strich resultiert bei diesem Szenario eine mögliche Steigerung der Produktion in der Grössenordnung von 4 bis 5 TWh. Das entspricht aber einem Maximalszenario, das optimale Bedingungen für die Nutzung voraussetzt.

Schlussfolgerungen

Die Schweiz verfügt noch über relevantes Ausbaupotenzial bei der Wasserkraft in der Grössenordnung von ein paar TWh. Ob und wie viel davon ge-

nutzt werden soll und kann, hängt primär vom politischen Willen und den Rahmenbedingungen ab.

Unter den aktuellen Bedingungen ist eher mit einer Stagnation und längerfristig mit einem Rückgang der Produktion zu rechnen. Soll die Produktion dagegen gesteigert und die dringend benötigte Speicherkapazität erhöht werden, braucht es einerseits Investitionsanreize und -sicherheit und andererseits neue Kompromisse zur Überwindung der zum Landschafts- und Gewässerschutz bestehenden Zielkonflikte.

Will die Schweiz einen massgeblichen Teil des vorhandenen Ausbaupotenziales Wasserkraft nutzen, stehen die folgenden Stossrichtungen im Vordergrund:

- Breite Akzeptanz und politischer Wille für die Erweiterung von bestehenden und den Bau von neuen Wasserkraftanlagen, mit Priorität auf Erweiterungen in bereits genutzten Gebieten und Neubau weniger grosser Anlagen,

- Setzung räumlicher Schwerpunkte zur Entflechtung von Schutz- und Nutzungsanliegen: Nicht überall Alles, Schutz- und Nutzungsplanungen mit Ausgleich Mehrnutzung beziehungsweise Mehrschutz,

- Neue Gewichtung bei der Interessenabwägung durch Behörden eher zu Gunsten der Nutzung: Keine unnötigen Erhöhungen der Mindestrestwassermengen, Zulassen massvoller Nutzung in Landschaftsschutzgebieten,

- Abkehr von der generellen Förderung von Klein- und Kleinstanlagen und stattdessen Ausrichtung der Fördergelder nach Wirkung, unter anderem auch Verwendung für unrentable aber sinnvolle Effizienzsteigerungen oder Erweiterungen grosser Anlagen,

- Erhöhung von Investitionssicherheit und -anreizen, unter anderem durch die faire Regelung von Konzessionserneuerungen und marktgerechte Restwertentschädigung von Investitionen beim Heimfall,

- Und schliesslich, angesichts der Zeitachse: Vereinfachung und Beschleunigung der Konzessions- und Bewilligungsverfahren.

Der Erhalt und Ausbau der Wasserkraftnutzung lässt sich nicht verordnen. Soll er stattfinden – und das ist letztlich ein gesellschaftlicher Entscheid – braucht es eine weitsichtige Politik, welche erstens zur bestehenden Produktion Sorge trägt und zweitens mit guten Rahmenbedingungen Investitionen in die Erneuerung sowie den wirtschaftlichen und umweltverträglichen Ausbau ermöglicht. Mit den oben skizzierten Stossrichtungen dürfte eine Steigerung der Nettoproduktion um 2 bis 3 TWh realisierbar sein. Ohne Anpassungen ist dagegen längerfristig mit einem Rückgang der Produktion aus Wasserkraft zu rechnen.

Referenzen

- [1] Schweizerischer Bundesrat: Energieperspektiven 2050 – Analyse der Stromangebotsvarianten des Bundesrates, Faktenblatt, Bern 2011.
- [2] Bundesamt für Energie und Bundesamt für Geologie: Erschliessung des Ausbaupotenzials der Wasserkraft, Elektrowatt-Ekono, Bern 2004.
- [3] Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband: Ausbaupotenzial Wasserkraft Schweiz, Faktenblatt vom 10. Juni 2011 (Stand: 17. Oktober 2011), Baden 2011.
- [4] Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband: Energieeinbussen bei Wasserkraftanlagen aufgrund des Gewässerschutzgesetzes, Elektrowatt Ingenieurunternehmung, Baden 1987.
- [5] Anton Schleiss: L'hydraulique en suisse: un grand potentiel de croissance par l'augmentation de la puissance, In: Bulletin SEV/VSE 2/2007, S. 24ff.
- [6] Schweizerische Gesellschaft für Hydrologie und Limnologie (SGHL): Beiträge zur Hydrologie der Schweiz Nr. 38, Bern 2011; vgl. auch zusammenfassende Fachartikel in: Wasser Energie Luft 4/2011, Baden 2011.
- [7] Peter Molinari, Walter Bernegger: Alternative Wege zur Erhöhung der Produktion aus Wasserkraft, In: Bulletin SEV/VSE 12/2011, S. 8ff.

Angaben zum Autor

Roger Pfammatter ist Geschäftsführer des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes.

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, 5401 Baden
r.pfammatter@swv.ch

Résumé

Potentiel de développement de l'hydraulique

Bilan quant aux possibilités théoriques et aux conditions pour y avoir recours

Pour opérer le tournant énergétique, il ne faut pas seulement d'énormes économies au niveau de la consommation, il faut également une extension considérable de toutes les sources d'énergie renouvelables. Dans les conditions-cadres actuelles, le potentiel de développement de l'hydraulique est relativement faible. L'augmentation de production grâce à un équipement énergétique plus efficace et à la construction de nouvelles petites et mini-installations est compensée par les pertes de production dues aux dispositions plus sévères sur les eaux résiduelles.

Pour pouvoir utiliser le potentiel d'extension de l'hydraulique, il faut avoir recours à plusieurs mesures: une réglementation plus attrayante de l'indemnisation de la valeur résiduelle des investissements de rénovation en cas de retour à celui qui a octroyé la concession, le refus d'une augmentation supplémentaire des quantités d'eau résiduelle, une large acceptation de l'extension des installations existantes et de la construction de nouvelles installations, une nouvelle pondération des intérêts par les autorités plus favorable à l'utilisation qu'à la protection, une affectation des fonds d'encouragement en fonction de l'effet et une simplification et accélération des procédures de concession et d'autorisation. Si toutes ces conditions sont réunies, alors une augmentation nette de la production de 2-3 TWh paraît réaliste.

Mn

Anzeige

Ich
erzeuge
Energie.



Wo fliesst Ihre Energie? Finden Sie's raus – Infos zum Einstieg bei der BKW-Gruppe gibt es unter:

www.bkw-fmb.ch/karriere

BKW®