

# Stromgestehungskosten von neuen Schweizer Wasserkraftanlagen

Autor(en): **Fischer, H.P. / Weber, G.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **75 (1983)**

Heft 11-12

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-941290>

## **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.

## **Stromgestehungskosten von neuen Schweizer Wasserkraftanlagen**

*Mit Schreiben vom 26. August 1983 hat das Bundesamt für Energiewirtschaft den Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband, SWV, angefragt, ob dieser zu Handen der nationalrätlichen Kommission, die die Rahmenbewilligung für das Kernkraftwerk Kaiseraugst behandelt, einige Angaben über die Stromgestehungskosten aus zusätzlich zu bauenden Wasserkraftanlagen zur Verfügung stellen könnte. In seiner Antwort vom 15. November 1983 hat der SWV seine Stellungnahme mitgeteilt. Einer Zusammenfassung in französischer Sprache folgen die Zusammenstellung der Kosten und die Stellungnahme im Wortlaut.*

### **Prix de revient de l'électricité de provenance hydraulique**

*Résumé d'une lettre du 15-11-1983 de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux, Baden, adressée à l'Office fédéral de l'énergie, à l'attention de la Commission du Conseil national traitant la preuve du besoin pour la centrale nucléaire de Kaiseraugst.*

Des projets détaillés et des devis n'existent que pour un petit nombre de centrales hydrauliques supplémentaires. En ce qui concerne les centrales au fil de l'eau, qui pourraient fournir de l'énergie en ruban, le prix de revient se situe entre 7 et 13 centimes par kilowattheure. Pour les installations à haute chute, qui pourraient, au moins partiellement, fournir de l'électricité adaptée à la consommation (énergie de pointe), on compte avec 11 à 17 centimes par kilowattheure. Mais pour prendre la décision de réaliser ou non une installation, l'entreprise doit tenir compte de nombreux aspects supplémentaires sur le plan de la politique, de l'économie nationale et de l'économie énergétique. Il faut par exemple évaluer en détail l'électricité produite; il faut faire des suppositions sur la durée de vie des installations ainsi que sur les coûts et la situation énergétique à l'avenir.

Il est encore plus difficile de donner des indications sur les coûts engendrés par la transformation et la rénovation de centrales hydrauliques. En ce qui concerne les transformations, il s'agit le plus souvent d'un remplacement d'installations ne pouvant pas ou plus être exploitées de manière fiable.

L'extension des forces hydrauliques en Suisse est soumise à de fortes restrictions. Premièrement, les sites les plus favorables à de telles installations sont déjà exploités. Deuxièmement, les coûts de construction pour les centrales hydrauliques ont augmenté plus fortement au cours des dernières années que les prix de l'électricité. La réalité fait donc que seul un nombre restreint de nouvelles centrales pourra être encore construit en Suisse.

Jusqu'en l'an 2000 on peut s'attendre à ce que la capacité de production hydraulique augmente de 3000 gigawatt-heures, soit 8% de la valeur actuelle. Environ la moitié de cette croissance reviendrait aux nouvelles constructions, et l'autre moitié à la production supplémentaire provenant des transformations ou de l'agrandissement d'installations existantes.

La demande du maintien de débits minimums convenables entraîne obligatoirement des pertes de production pour

les centrales hydrauliques. Ces pertes peuvent atteindre quelques pour-cent de la production actuelle; s'il s'agit par exemple de dix pour-cent, cela correspondrait à environ la moitié de la production de la centrale nucléaire de Gösgen.

L'énergie hydraulique, une source énergétique primaire renouvelable, indépendante de l'étranger, décentralisée et respectueuse de l'environnement, mérite d'être encouragée. Les installations construites jusqu'ici ont montré qu'elles respectaient l'environnement, et une planification sérieuse et responsable permet de maintenir l'impact éventuel des installations sur l'environnement dans des limites acceptables.

La couverture des besoins en électricité des prochaines décennies ne pourra cependant être assurée seulement par l'extension de la force hydraulique. Nous dépendons de tous les agents énergétiques, en particulier aussi de l'énergie nucléaire.

### **Bemerkungen zu den Stromgestehungskosten bei Wasserkraftwerken**

*Martin Fehle*

Aus der vom Bundesamt für Wasserwirtschaft publizierten Zusammenstellung der Wasserkraftanlagen der Schweiz (Stand 1. Januar 1983) geht hervor, dass die installierte Turbinenleistung seit 1977 von 11 403 MW auf 12 453 MW (+ 9,2%) zugenommen hat, dass andererseits aber die mittlere jährliche Erzeugungsmöglichkeit nicht im Gleichschritt gewachsen ist (von 31 527 GWh auf 31 982 GWh, das heisst um 1,4%). Diese Entwicklung bestätigt die Tatsache, dass für die Schweizer Elektrizitätswirtschaft die Gewährleistung einer sicheren Versorgung eher ein Mengen- als ein Leistungsproblem darstellt. Die in den letzten Jahren getätigten und für die nächste Zeit geplanten Investitionen dienen in überwiegendem Ausmass der Erneuerung und Modernisierung und nur zum Teil dem mengenmässigen Ausbau. Die Mehrkosten lassen sich deshalb kaum durch eine grössere Produktion auffangen, sondern führen zu Preissteigerungen. Bei diesen Umbauten und Erneuerungen steht die langfristige Sicherung der Produktionsmöglichkeiten im Vordergrund und bestimmt der technische Zustand der Anlagen den Investitionszeitpunkt; denn die Aufwendungen lassen sich in den wenigsten Fällen durch die Mehrproduktion rechtfertigen.

Für die verbleibende Zeit bis zur Jahrtausendwende rechnet der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband mit zusätzlichen 2,8 TWh/Jahr, welche teils durch Erneuerung alter, vor allem aber durch den Bau neuer Wasserkraftwerke gewonnen werden könnten. Über die Kosten dieser Elektrizitätsproduktion werden keine Angaben geliefert. Vorstudien zu einzelnen Projekten und Berechnungen zu sich im Bau befindenden Anlagen zeigen jedoch eine grosse Bandbreite der zu erwartenden Gestehungskosten.

#### **Laufkraftwerke**

Sie weisen eine jährliche Benutzungsdauer von 4000 bis 7000 Stunden auf. Es sind einzelne Projekte bekannt, welche Bandenergie zu 7 bis 13 Rp./kWh liefern würden.

#### **Speicherkraftwerke**

Ihre jährliche Benutzungsdauer beträgt rund 2000 Stunden. Einige uns bekannte Projekte dürften Strom zu Selbstkosten von 11 bis 17 Rp./kWh liefern.

### *Pumpspeicherwerke*

Ihre jährliche Betriebsdauer liegt bei ungefähr 1500 Stunden. Dieser Kraftwerktyp stellt insofern einen Spezialfall dar, als er zu keiner quantitativen Vermehrung der Energieproduktion führt, sondern nur das Angebot an Leistung (Spitzenenergie) verbessert. Voraussetzung für den Einsatz von Pumpspeicherwerken ist ein Bandenergieüberschuss in Schwachlastzeiten, der veredelt werden soll. Die Stromgestehungskosten der Pumpspeicherwerke hängen stark von den Verrechnungspreisen für Pumpenergie ab. Werden für letztere nur die variablen Kosten der Kernenergie belastet oder die aus Kosten- bzw. Wirtschaftlichkeitsgründen der Pumpspeicherwerke maximal vertretbaren Sätze, ergeben sich je nachdem Kosten von *11 bis 14 Rp./kWh*.

Allen Wasserkraftwerken ist gemeinsam, dass sich ihre Planungsphase und Bauzeit wegen der bekannten Forderungen aus verschiedenen Kreisen stark in die Länge ziehen. Bauzeitverlängerungen wirken sich aber stark erhöhend auf die Fixkosten aus, womit sie zu höheren Gesteungskosten bei gegebener Erzeugungsmöglichkeit führen und ein Projekt wirtschaftlich uninteressant machen können. Auch die neuen Methoden der Besteuerung von Partnerwerken (Kostenaufschlagsmethode), härtere Bedingungen bei Konzessionserneuerungen, Forderungen nach Anhebung der Wasserzinsen, nach Abbau der Qualitätsstufen und nach schärferen Haftpflichtvorschriften bei Staudämmen sowie Sondergebühren für Pumpspeicherwerke wirken sich insgesamt vertuernd aus und führen dazu, dass bestehende, aber auch neu erstellte Werke ihren Strom bedeutend teurer verkaufen müssen, als es der allgemeine Kostenauftrieb rechtfertigen würde.

Adresse des Verfassers: lic. oec. *Martin Fehle*, Energiewirtschaftler, Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG, CH-5401 Baden.

### *Stellungnahme des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes zu den Stromgestehungskosten aus Wasserkraft vom 15. November 1983.*

1. Wir versuchen im folgenden, die Kostenangaben, zusammengestellt von der Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG, zu kommentieren. Dabei sei es uns erlaubt, vorerst etwas weiter auszuholen.

2. Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband hat in den letzten Jahren zweimal<sup>1,2</sup> Prognosen gewagt, wieviel zusätzliche elektrische Energie aus der Wasserkraft bis zum Jahre 2000 zu erwarten sei.

3. Bei diesen Arbeiten hat es sich gezeigt, dass ohne aufwendige zusätzliche Projektierungsarbeiten (die nicht Aufgabe eines Verbandes sind) gültige Aussagen über die Energiegestehungskosten kaum möglich sind. Dazu kommt noch, dass auch Kostenangaben auf das heutige Kostenniveau bezogen nur mit grosser Vorsicht für Prognosen verwendet werden dürfen. Die Kostengrenzen, die in der genann-

<sup>1</sup> Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband: Ausmass und Bedeutung der noch ungenutzten Schweizer Wasserkraft. Schriftenreihe der Eidg. Kommission für die Gesamtenergiekonzeption, Studie Nr. 13, Juli 1977.

<sup>2</sup> Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband: Der weitere Ausbau der Schweizer Wasserkraft bis zur Jahrtausendwende. Baden, 14. Juli 1982. «wasser, energie, luft – eau, énergie, air» 74 (1982) Heft 7/8, S. 157 – 164.

ten Studie der Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG angegeben sind, basieren denn auch nur auf Projekten, die kürzlich realisiert worden sind oder für die ausge-reifte Unterlagen zur Verfügung stehen, weil eine Realisierung beabsichtigt ist. Diese wenigen Angaben streuen zudem stark. Verwendbare Kostenangaben für Projekte, die zurzeit nicht zur Diskussion stehen, deren Realisierung aber nicht auszuschliessen ist, fehlen.

4. Es mag auf den ersten Blick erstaunen, dass die Kostenangaben zwischen den verschiedenen Projekten so stark voneinander abweichen, obwohl alle Angaben von Projekten stammen, die eine reelle Chance haben, realisiert zu werden, oder die bereits realisiert sind. Für eine Beurteilung eines Projektes genügt aber diese Kostenangabe allein nicht. Mitberücksichtigt werden muss dazu:

- Detaillierungsgrad der Kostenrechnung<sup>3</sup>
- Preisbasis
- Annahmen über die Kapitalkosten
- Definition des Zeithorizontes, für welchen die Stromkosten gerechnet werden. Wasserkraftanlagen haben eine Lebensdauer, die meist 80 Jahre übersteigt; bei thermischen Anlagen wird mit 30 bis 40 Jahren gerechnet. Entsprechend werden gestaffelte Ansätze für die Abschreibungen verwendet.
- Bewertung der Qualität der zu erzeugenden Energie
- Verfügbarkeit nach Tages- bzw. Jahreszeit; Sicherheit der Verfügbarkeit; Ausfallrisiko; Abhängigkeit von der Wasserführung.
- Bedarf an Energie im Netz des Bauherrn. Ein zusätzliches Werk muss sich in den Bestand der Werke unter Berücksichtigung der Art des Zusatzbedarfs harmonisch eingliedern lassen. Die Bemühungen zum Decken des Bedarfs stehen gleichwertig, wenn nicht vorrangig neben bzw. vor den Überlegungen der Energiekosten.
- Ort der Energieerzeugung (Übertragungswege, Übertragungsverluste).

5. Umbauten und Erneuerungen. Bei den Kosten für Umbauten und Erneuerungen von Wasserkraftanlagen sind die Aussagen noch schwieriger zu machen. Es handelt sich dabei meist um den Ersatz von Anlagen, die ohne Investitionen nicht mehr oder nicht mehr sicher weiter betrieben werden könnten. Betriebswirtschaftlich wäre dieser Ersatz aus Rückstellungen zu finanzieren. Sind solche Investitionen als Unterhalts-, Umbau-, Erneuerungs- oder Neubauinvestitionen zu bezeichnen?

6. Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen von neuen Investitionen in Wasserkraftanlagen müssen auch vor dem Hintergrund der Auftragsbeschaffung, der Arbeitsplatzsicherung und der besseren regionalen Verteilung des Volkseinkommens beurteilt werden. Die volkswirtschaftlichen Auswirkungen (erwünschte Nebeneffekte der Energieproduktion) wurden beispielsweise vom Kanton Graubünden zusammengestellt und publiziert<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Solange ein Wasserkraftprojekt nur vom Projektverfasser allein bearbeitet wird, sind die Kostenangaben selten vollständig. Das Gespräch und die Verhandlungen mit den Konzessionsbehörden sowie die Auflagen, die als Folge der Konzessionsverhandlungen zum Schutze von Interessen Dritter oder der Öffentlichkeit dem Projekt zugeschlagen werden, können die Stromkosten oft stark erhöhen. Ebenfalls vertuernd wirken sich die grossen Kosten aus, die den bauwilligen Gesellschaften durch die langwierigen Konzessions- und Einspracheverhandlungen entstehen können.

<sup>4</sup> Bündner Regierung: Die Bedeutung der Wasserkraftwerke im Kanton Graubünden. «wasser, energie, luft – eau, énergie, air» 71 (1979), Heft 11/12, S. 233/234.

7.

Der Entscheid, ob eine Wasserkraftanlage gebaut wird oder nicht, ist ein unternehmerischer Entscheid des Elektrizitätswerkes, das für die Versorgung seines Absatzgebietes mehr Strom braucht. Bei diesem Unternehmerentscheid wird das Folgende zu berücksichtigen sein:

- Zunahme des Bedarfs bzw. die längerfristige Prognose des Bedarfs für das Absatzgebiet des Unternehmens.
- Andere Möglichkeiten, den spezifischen Zusatzbedarf zu decken.
- Stromkosten sowie deren Entwicklung in der Zukunft.

8.

Einem Weiterausbau der Wasserkräfte in der Schweiz sind enge Grenzen gesetzt. Zum ersten sind die günstigsten Standorte für Wasserkraftanlagen bereits genutzt, so dass die noch möglichen Ausbauten teurer sind und auch in bezug auf politische, ökologische und landschaftliche Randbedingungen ungünstiger liegen als die bis heute realisierten Anlagen. Zum zweiten sind die Kosten für die Erstellung von Wasserkraftanlagen in den letzten Jahren stärker angestiegen als die Elektrizitätspreise. Deshalb kann realistischlicherweise nur noch eine beschränkte Anzahl von Wasserkraftanlagen in der Schweiz gebaut werden.

9.

Speicherkraftwerke, Hochdruckanlagen. Es können nur noch wenige grössere Speicher realisiert werden. Zu bauen sind vorwiegend kleinere und mittlere Anlagen mit Ausgleichbecken oder aber Hochdruck-Laufwerke.

10.

Laufkraftwerke. Namhafte Beiträge sind von den beiden projektierten Fluss-Stauketten am Rhein zwischen Ems und dem Bodensee und an der Rhone zwischen Chippis und dem Genfersee zu erwarten. Die Fertigstellung dieser beiden Ketten dürfte frühestens im Jahre 2000 zu erwarten sein.

11.

Pumpspeicheranlagen. Die Untersuchungen des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes aus den Jahren 1977 und 1982 sowie die heutigen Betrachtungen befassen sich ausschliesslich mit der Zurverfügungstellung von elektrischer *Energie* aus Wasserkraft. Die Bereitstellung zusätzlicher *Leistung* wurde nicht untersucht. Dies in der Annahme, dass die topographischen Gegebenheiten der Schweiz es zulassen, die auch in Zukunft vom Netz benötigte Leistung – sei es über zusätzliche Pumpspeicherwerke, sei es über den höheren Ausbau bestehender Anlagen – mit vertretbaren Kosten zu decken.

12.

Bis zum Jahre 2000 ist zu erwarten, dass die jährlichen Erzeugungsmöglichkeiten aus Wasserkraft um gegen 3000 GWh oder um 8% gesteigert werden können. Der Zuwachs verteilt sich etwa hälftig auf Neubauten und auf Mehrproduktion aus Umbauten und Erweiterungen bestehender Anlagen.

13.

Energiewirtschaftlich nicht vernachlässigt werden dürften Einbussen an hydraulischer Energie, die aus dem Verfassungsartikel 24<sup>bis</sup> zu erwarten sind. Der Bund wird darin beauftragt, angemessene Restwassermengen zu sichern. Eine ausserparlamentarische Kommission unter dem Vorsitz von Ständerat *J.-F. Aubert* ist mit der Erarbeitung der

Ausführungsgesetzgebung beauftragt. Je nach Ausdeutung dieser Verfassungsbestimmung kann die Einbusse einige Prozente der heutigen Produktion erreichen. Wären es 8% davon, würde dies gerade die prognostizierte Zuwachsrate an hydraulischer Energie kompensieren. 10% der heutigen mittleren Energieproduktion der Schweiz entspräche etwa der halben Produktion, die wir aus dem Kernkraftwerk Gösigen beziehen. Besonders ungünstig werden sich die Stromeinbussen im Winter auswirken.

14.

Eine Verteuerung der Elektrizität aus Wasserkraft (zusätzlich zu den Kostensteigerungen infolge der allgemeinen Teuerung), die heute noch nicht beziffert werden kann, ist aus folgenden Gründen zu erwarten: zur Diskussion stehen zurzeit

- Erhöhung der Wasserzinse
- Abschaffung der Qualitätsstufen
- zusätzliche Versicherungskosten für die Talsperrenbesitzer
- Erhöhung der Steuern
- Unterstellung der Elektrizität unter die Wust
- vermehrte Auflagen durch die Konzessionsbehörden sowohl bei Neukonzessionierungen als auch bei Erneuerungen von Konzessionen. Dabei dürften vor allem die erhöhten Restwassermengen ins Gewicht fallen. Auch Nebenleistungen wirken verteuernd.

15.

Um den trotz der grossen Energiesparanstrengungen immer noch steigenden Elektrizitätsbedarf decken zu können, wird der Stromkonsument bereit sein müssen, auch höhere Preise zu bezahlen. Die Stromgestehungskosten aus neuen Anlagen werden wesentlich höher liegen als diejenigen aus bestehenden Werken.

16.

Der Schweizerische Wasserwirtschaftsverband befürwortet den weiteren Ausbau der Schweizer Wasserkraft. Wie die bisher erstellten Anlagen zeigen, ist die Umweltverträglichkeit sehr gut, und durch sorgfältige und verantwortungsbewusste Planung lassen sich allfällige ungünstige Auswirkungen der Anlagen in vertretbarem Rahmen halten. Die bestehenden Werke sind weiterhin sorgfältig zu warten und zu unterhalten, allenfalls zu erweitern, damit ihre Produktionsmöglichkeiten langfristig gesichert bleiben. Die Wasserkraft ist eine regenerierbare, auslandunabhängige, dezentrale und umweltschonende Primärenergiequelle; sie bleibt ein Rückgrat für die Versorgung unseres Landes mit elektrischer Energie. Mit dem weiteren Ausbau der Wasserkraft allein lassen sich die künftigen Energieprobleme aber nicht lösen; die Wasserkraft reicht bei weitem nicht aus, um die Strombedarfsdeckung der kommenden Jahrzehnte sicherzustellen. Wir sind auf alle Energieträger, insbesondere auch auf die Kernenergie, angewiesen.

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
Nationalrat *H. P. Fischer* *G. Weber*  
Präsident Direktor