

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 90 (1998)
Heft: 11-12

Artikel: Bewertung der externen Effekte der Wasserkraft
Autor: Hauenstein, Walter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-939419>

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: 10.02.2026

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

Bewertung der externen Effekte der Wasserkraft

Walter Hauenstein

Im Zuge der Diskussionen um die Energiepolitik wurde verschiedentlich die Berücksichtigung oder Internalisierung der externen Effekte bei der Beurteilung von Energieerzeugungsanlagen angesprochen. Mit der Forderung nach «gleich langen Spiessen» der verschiedenen Energieträger im Zuge der Strommarkttöffnung hat dieses Thema neue Aktualität gewonnen. Im folgenden wird die Bedeutung der externen Effekte und ihrer Internalisierung für die Wasserkraftnutzung in der Schweiz mit Blick auf die angestrebte Liberalisierung beleuchtet. Ähnliche Überlegungen gelten auch für die Kernenergie.

Definition der externen Effekte

Externe Kosten entstehen dort, wo durch ein Vorhaben einem Dritten, meistens ist dies die Allgemeinheit, ein Schaden oder eine Beeinträchtigung zugefügt wird, ohne dass der Betroffene entschädigt würde.

Das wohl eindrücklichste Beispiel ist die Abgabe von CO₂ und Schadstoffen in die Luft durch den Verbrennungsprozess fossiler Energieträger. Die daraus resultierenden Einschränkungen des Wohlbefindens (Geruchsimmissionen, Russablagerungen, Hustenreize, Augenbrennen usw.) sowie allfällige klimatische Auswirkungen sind negative Effekte, deren Folgen die Allgemeinheit bezahlen muss. Aus dem Bereich der Wasserkraftnutzung sind als Beispiele etwa der Einstau von Lebensräumen, wie die Überdeckung kiesiger Gerinnesohlen durch Feinsedimente und damit der Verlust von Laichplätzen, der Verlust von Landschaftswerten durch das Vorhandensein von Infrastrukturanlagen oder die temporären Lärm- und Luftbeeinträchtigungen der Bauzeit zu nennen [1]. Am stärksten ins Gewicht fallen Verluste an Lebensraum, die Tiere oder Pflanzen in ihrer Existenz bedrohen sowie Veränderungen von Landschaften, die in ihrer Art selten geworden sind.

In der Diskussion stehen die negativen externen Effekte, die sogenannten externen Kosten, im Vordergrund. Gerechterweise muss aber unterschieden werden zwischen unerwünschten Effekten, die externe Kosten verursachen, und erwünschten Effekten, die externe Nutzen bringen.

Die externen Nutzen können analog zu den externen Kosten definiert werden: Externe Nutzen entstehen dort, wo durch ein Vorhaben oder Unternehmen einem Dritten, meistens wiederum der Allgemeinheit, ein Nutzen zugute kommt, ohne dass der Nutzniesser den Unternehmer dafür entschädigt.

Es können zum Teil auch analoge Beispiele genannt werden wie bei den externen Kosten, nämlich der Gewinn von Lebensraum, wie grosse ruhige Wasserflächen als Winterquartier für Wasservögel, die Aufwertung von Landschaften durch neue Wasserflächen usw. Der Hochwasserschutz und die Erschliessung abgelegener Regionen mit Zufahrtsstrassen oder Seilbahnen sind ebenfalls dazurechnen. Auch die belebende Wirkung auf die Volkswirtschaft durch die Investitionstätigkeit oder die Schaffung von Arbeitsplätzen ist als externer Nutzen zu betrachten.

Die Produktion von CO₂ beim Verbrennungsprozess fossiler Energieträger ist unerwünscht, sie bringt keinen direkten Nutzen. Der Hochwasserschutz verursacht dem Stauseebetreiber bei halbvollem See keine direkten Kosten. Es ist ein erwünschter Nebeneffekt einer auf andere Ziele ausgerichteten Nutzung. Dessen ungeachtet sind beide



Bild 1. Der Stausee Gigerwald der Kraftwerke Sarganserland AG mit dem beliebten Ausflugsort Sankt Martin, der dank der Zufahrtsstrasse zu den Kraftwerksanlagen leicht erreichbar ist.

Effekte als externe Kosten resp. Nutzen zu betrachten, da es unwesentlich ist, ob dem Verursacher externer Nutzen spezifische Kosten resp. dem Verursacher externer Kosten solche Nutzen entstehen. Es zählt allein die Nichtvergütung durch den Begünstigten resp. an den Geschädigten.

Die Bedeutung der externen Nutzen wird oft negiert. Es wird etwa argumentiert, dass kaum externe Nutzen entstehen, weil die Verursacher solcher Effekte bestrebt wären, diese zu internalisieren, sich also den Nutzen für die Allgemeinheit entschädigen zu lassen. Dass dieses Bestreben vorhanden ist, ist sicher nicht von der Hand zu weisen. Allerdings gelingt es den Verursachern externer Nutzen vielfach nicht, dieses Ziel zu erreichen.

Ermittlung der externen Effekte der Wasserkraft

Über die Grösse der externen Effekte der Wasserkraftnutzung ist noch sehr wenig bekannt. Die Identifizierung der Effekte, also das Erstellen einer Liste mit einer qualitativen Umschreibung, genügt allein nicht. Bei der Quantifizierung treten bereits grössere Schwierigkeiten auf. Die Zuordnung eines monetären Wertes ist in manchen Fällen nicht nur sehr schwierig, ihre Zulässigkeit ist darüber hinaus in Frage gestellt.

Vom Bundesamt für Konjunkturfragen wurde 1994 durch Infras und Prognos eine Studie erstellt [2], welche die externen Kosten der Stromproduktion aus Wasserkraft zu quantifizieren versuchte. Es wurde dabei zwischen Laufkraftwerken und Speicherkraftwerken, der Bau- und Betriebsphase sowie möglichen Grossunfällen unterschieden.

In «Die vergessenen Milliarden» [3] werden diese Angaben unter Erwähnung aller Vorbehalte dazu dargestellt (Tabelle 1). Die Stromproduktion aus Kernkraftwerken kommt mit 0,3 bis 0,6 Rp./kWh auf externe Kosten von ähnlicher Grössenordnung wie die Wasserkraftnutzung, während für die Stromproduktion aus Gas-Kombikraftwerken rund zehnmal grössere externe Kosten angegeben werden.

Die externen Nutzen werden in den beiden Studien [2] und [3] entweder nicht erwähnt oder aber nicht bewertet. Dieser und andere Mängel der Infras-Prognos-Studie wurden in [4] diskutiert.

Die Europäische Kommission (DGXII) führte die Untersuchung «ExternE Project» durch, welche die externen Kosten verschiedener Stromproduktionsanlagen unter die Lupe nahm. Die Angaben aus dieser Studie sind in Tabelle 1 zitiert [5].

Tabelle 1: Externe Kosten verschiedener Stromproduktionsarten in Rp./kWh.

Quelle	Hydraulisch		Nuklear		Fossil-thermisch	
	Lauf-KW	Speicher-KW	KKW	Gas-Kombi-KW	Erdgas	Erdöl Kohle
(3)	0,4-0,9	0,5-1,3	0,3-0,6	4,3-7,0!		
(5)*		0,4		0,4	1,0	3,7-4,5!

*umgerechnet mit 1 Ecu = 1,6 Fr.

Zurzeit wird durch drei Elektrizitätsgesellschaften eine weitere Bewertung der externen Effekte der Wasserkraftnutzung erarbeitet. Im Rahmen dieser Studie wird versucht, basierend auf vorhandenen Umweltverträglichkeitsberichten die externen Kosten und Nutzen für eine Reihe von Kraftwerksanlagen resp. -projekten zu ermitteln und das Resultat aufgrund spezifischer Kriterien auf die ganze Schweiz hochzurechnen. Die Resultate dieser Studie zeigen, dass die externen Kosten etwa den Angaben in Tabelle 1 entsprechen. Sie liegen im unteren Bereich des Streubandes. Die externen Nutzen betragen 10 bis 20% der externen Kosten.

Die bisherigen Studien zeigen übereinstimmend, dass die externen Kosten der Wasserkraft wesentlich kleiner sind als die entsprechenden Kosten des fossil-thermisch erzeugten Stroms.

Wie gut sind die Schätzungen der externen Effekte?

Jede monetäre Bewertung der externen Effekte muss aus folgenden Gründen mit Vorsicht interpretiert werden:

- Es liegen wenige gesicherte Grundlagen vor.
- Manche der externen Effekte betreffen die Gefährdung von einzelnen Pflanzen- oder Tierarten oder die Veränderung von Landschaften. Es sind also Effekte, deren Beurteilung stark von ethischen Wertvorstellungen abhängt. Es fragt sich deshalb, abgesehen von den Schwierigkeiten, einen Wert zu finden, wie weit solche Effekte überhaupt monetär bewertet werden dürfen.
- Die zur Anwendung gelangenden Monetarisierungsansätze sind zum Teil unsicher. So hat es sich z.B. oft gezeigt, dass Befragungen zu theoretischen Werten führen, die, wenn es konkret darum geht, sie auch umzusetzen, nicht bezahlt würden. Es sei hier zum Beispiel an die Volksabstimmungen zur Überdachung der Westumfahrung Zürich erinnert, die im Grundsatz angenommen, bei der späteren Abstimmung über die Krediterteilung aber abgelehnt wurde.
- Es besteht ein grosser Spielraum für die Systemabgrenzung. Sollen bei der Herstellung von Beton z.B. nur die CO₂-Immissionen des Transports des Zements oder auch diejenigen der Herstellung und der Gewinnung der Rohstoffe für diesen Zement in Rechnung gestellt werden, oder wären die letzteren korrekterweise dem Hersteller des Zements anzurechnen? Bei der Erholungsnutzung wird oft ein sogenanntes Reisekostenmodell angewendet, welches aber ebenfalls die Immissionen des Fahrzeugs sowie dessen Herstellung nicht berücksichtigt. Es ist zu unterscheiden zwischen direkten und indirekten externen Effekten. Bei den direkten externen Effekten handelt es sich um die unmittelbar durch eine Aktivität hervorgerufenen Effekte, bei den indirekten um solche, die durch Hilfsmittel für diese Aktivität verursacht werden. Bei einer konsequenten Internalisierungspraxis wären nur noch die direkten externen Effekte zu betrachten, die indirekten wären bereits mit dem Kauf der Hilfsmittel, also des Zements oder des Benzins, internalisiert. Der Erholungsnutzen einer Wasserlandschaft wäre in die-

sem Sinne ein direkter externer Nutzen einer Stauhaltung, während die externen Kosten der Anreise zur Ausübung dieses Nutzens im Fahrzeug- und Benzinpreis bereits internalisiert wären. Wichtig ist, dass die gewählten Grenzen offen ausgewiesen werden. Sie können auch anders gelegt werden.

- Externe Kosten entstehen nicht nur im Normalbetrieb, sondern auch bei Grossunfällen, wenn nicht der ganze Schaden durch die Haftpflicht bzw. die Haftpflichtversicherung gedeckt ist. Unter Berücksichtigung der sehr kleinen Eintretenswahrscheinlichkeiten solcher Grossunfälle ergeben sich für die Wasserkraft nur geringe Zuschläge zu den externen Kosten des Normalbetriebs. Es fragt sich allerdings, ob die Berücksichtigung solcher Extremereignisse im Zusammenhang mit den externen Effekten sinnvoll ist.

Internalisierung der externen Effekte

Die Ermittlung der externen Effekte ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Es fragt sich deshalb, wo der praktische Nutzen resp. die Anwendbarkeit einer Berücksichtigung dieser Effekte liegen.

Im Grunde genommen geht es bei der Berücksichtigung oder Internalisierung der externen Effekte um eine Korrektur der Marktpreise.

Dieser Gedanke muss auch bei der bevorstehenden Liberalisierung des Strommarkts und den im Entwurf zum Elektrizitätsgesetz dargestellten Vergütungsmodellen für nicht amortisierbare Investitionen beachtet werden. Sinn und Zweck der Strommarktliberalisierung sind, den Marktkräften freieres Spiel zu gewähren. Betriebswirtschaftliche Aspekte sollten vermehrt an die Stelle von regelungspolitischen Eingriffen treten. Gleichzeitig sollte die heimische Wasserkraft, welche aufgrund ihrer langfristigen Investitionen und der hohen Abgaben kurzfristig nicht in jedem Fall kostendeckend betrieben werden kann, nicht gefährdet werden.

Diese beiden Anliegen sind eng mit den externen Effekten verknüpft. Einerseits setzt eine «echte» marktwirtschaftliche Betrachtung die Internalisierung der externen Effekte voraus, weil sonst die Marktpreise verfälscht sind. Andererseits löst der Einbezug der externen Effekte das Problem der sogenannten nicht amortisierbaren Investitionen bei der Wasserkraftnutzung von selbst, weil die Wasserkraftnutzung, vorausgesetzt, dass die bisherigen Resultate die Grössenordnungen korrekt wiedergeben, viel weniger mit externen Kosten belastet ist als die Stromproduktion auf der Basis fossiler Energieträger. Die Wertberichtigung der Marktpreise durch Internalisierung der externen Kosten würde also der Wasserkraft zur Anerkennung ihres Stellenwerts verhelfen. Die versteckte Subventionierung der fossilen Energieträger durch den Verzicht auf Einbezug ihrer externen Kosten könnte bereinigt werden. Die Internalisierung der externen Kosten hätte zudem den Vorteil, dass die notwendige Wertberichtigung mit marktwirtschaftlichen Mitteln erreicht würde.

Die Rolle der Wasserzinse im Zusammenhang mit den externen Effekten

Die Wasserzinse sind eine Abgabe für das Recht zur Nutzung der Wasserkraft. Man kann sich nun fragen, was der finanzielle resp. materielle Gegenwert des Konzidenten für diese Wasserzinse ist. Können sie und allenfalls auch andere Konzessionsgebühren, Gratis- und Vorzugsenergien usw. als bereits heute institutionalisierte Abgeltungen von externen Kosten betrachtet werden?

Der Einführung der Wasserzinse, welche noch weiter zurückliegt als die Inkraftsetzung des eidgenössischen Wasserrechtsgesetzes von 1916, lagen keine Überlegungen externer Kosten zugrunde. Der Wasserzins ist das Entgelt an das verleihungsberechtigte Gemeinwesen für die Gewährung besonderer Vorteile durch die Zurverfügungstellung eines öffentlichen Gutes. Gesetzliche Grundlage für die Regelung dieser Gebühren und deren Modalitäten im Wasserrecht bildet auf Bundesebene das Wasserrechtsgesetz. Artikel 48 dieses Gesetzes lautet: «Die Verleihungsbehörde setzt nach Massgabe des kantonalen Rechtes die Leistungen und Bedingungen fest, gegen die dem Beliehenen das Nutzungsrecht erteilt wird, wie: Gebühren, Wasserzins, Abgabe von Wasser oder Kraft, Verleihungsdauer, Bestimmungen über Strompreise, Beteiligung des Gemeinwesens am Gewinn, Heimfall der Verleihung und Rückkauf.» Nähtere Umschreibungen liefern die Artikel 49, 51 und 74 sowie die Verordnung über die Berechnung des Wasserzinses.

Juristisch gesehen ist kein Zusammenhang zwischen Wasserzins und externen Effekten ersichtlich, wohl weil die Diskussion um letztere relativ jung ist. Wie steht es aber, wenn man einen Zusammenhang aufgrund einer finanziell-materiellen Betrachtung sucht? In der Regel liegt dem Erheben einer finanziellen Abgabe eine Gegenleistung gegenüber. Es würde sich wohl kaum jemand für ein Nutzungsrecht interessieren, wenn dies keine finanziellen oder materiellen Vorteile versprechen würde. Da die Wasserkraftnutzung ohne Rohstoffverbrauch auskommt, fällt der Kaufpreis für einen Rohstoff als mögliche Begründung für ein Entgelt ausser Betracht. Sämtliche Installationen und Betriebskosten sowie unternehmerischen Risiken werden ausschliesslich vom Verleihungsnahmer getragen. Wie weit ein Entgelt an den Konzessionsgeber für den Verzicht auf eigene Nutzung gerechtfertigt ist, ist fraglich. Schliesslich bedeutet der Verzicht auf eine Nutzung auch den Verzicht auf die Übernahme von Risiken. Der finanziell materielle Wert des Nutzungsrechts besteht deshalb wohl vor allem darin, dass im Gewässer die notwendigen Anlagen erstellt und die notwendigen Veränderungen vorgenommen und genutzt werden dürfen, die zur Wasserkraftnutzung notwendig sind. Gerade diese Anlagen und Veränderungen stellen aber die Aktivitäten dar, die zu externen Effekten führen. Der Aufstau eines Gewässers, die Enthnahme von Wasser aus einer Gewässerstrecke, der Bau und Betrieb der dazu notwendigen Anlagen sind zur Wasserkraftnutzung notwendige Aktivitäten, welche externe Effekte zur Folge haben. Im Grunde genommen könnte deshalb die Entschädigung für das Nutzungsrecht oder mindestens ein Teil davon durchaus als Abgeltung für externe Kosten betrachtet werden, auch wenn der Erfinder der Wasserzinsen dies noch nicht zum Ausdruck gebracht hatte.

Einen Hinweis auf eine solche Interpretation gibt die Botschaft über die Teilrevision des Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte von 1995, wo im Zusammenhang mit dem Wasserzinsmaximum ausgeführt wird: «Die politischen Akzente haben sich zwar mit der insgesamt zunehmenden Belastung des Lebensraumes verschoben. Landschaft und Umweltschutz werden heute der energiewirtschaftlichen Bedeutung gleichwertig gegenübergestellt. Grundsätzlich ist der Wasserzins eine Ausgleichsgröße geblieben. Die Interessenabwägung gestaltet sich aber wegen der Zunahme der zu berücksichtigenden Faktoren als schwieriger.» Damit wird zum Ausdruck gebracht, dass die Interessenabwägung zwischen maximalem Wasserzins und Energienutzung die Faktoren Landschaft und Umwelt und damit externe Kosten mit berücksichtigt.

In verschiedenen Kantonen werden heute Wasserzinsen zur Finanzierung von ökologischen Aufwertungsmaßnahmen im Gewässerraum beigezogen. In gewissem Sinne bestätigt auch dies den Gedanken der Entgeltung externer Kosten.

Das in den meisten Kantonen zur Anwendung gelangende bundesrechtliche Wasserzinsmaximum ergibt eine Abgabe von rund 1,2 Rp./kWh. Allein die letzte Erhöhung der Wasserzinsen von rund 0,4 Rp./kWh entspricht etwa den externen Kosten der Wasserkraft.

Zusammenfassung, Schlussfolgerungen

Obwohl die Ermittlung der externen Effekte der Wasserkraft und bereits erfolgte Abgeltungen noch manche Fragen offen lassen, können für die Wasserkraft im liberalisierten Umfeld folgende Aktionspotentiale abgeleitet werden, die mit Nachdruck verfolgt werden müssen:

- Die Bestrebungen, dass die Liberalisierung des Strommarktes basierend auf einer möglichst korrekten Erfassung der Marktpreise durch Berücksichtigung der externen Effekte und einer Internalisierung derselben erfolgt, werden unterstützt. Instrumente dazu sind bereits verschiedentlich diskutiert worden. Mit einer konsequenten Internalisierung der externen Kosten würden sich die Fragen um die nicht abschreibbaren Investitionen von selbst beantworten, weil sich die fossil-thermische Energie gegenüber der Wasserkraft relativ verteuern würde. Aufgrund der verfügbaren Zahlen ist darzulegen, dass nicht die Konkurrenzfähigkeit der Wasserkraft gestützt, sondern vielmehr die durch Nichtinternalisierung der externen Kosten verdeckte Subventionierung der fossil-thermischen Stromproduktion korrigiert werden muss.
- Die Frage, wie weit Wasserzinsen und andere Belastungen der Wasserkraft als Abgeltung (Internalisierung) von externen Kosten anzurechnen sind, ist weiter zu diskutieren.
- Das gute Abschneiden der Wasserkraft bezüglich externer Kosten sollte zu einem Verkaufsargument für Strom aus Wasserkraft gemacht werden. Ein Qualitätsmerkmal des Stroms aus Wasserkraft ist ihre Erneuerbarkeit und Immissionsfreiheit. Eine Zertifizierung dieser ökologischen Vorteile müsste zu einer Aufwertung der Wasserkraft führen. Was mit den Solarstrombörsen im kleinen, sollte mit der Wasserkraft im grossen unternommen werden.

Literaturangaben

- [1] Hauenstein W.: Die externen Kosten und Nutzen der Wasserkraft, «wasser, energie, luft», Heft 1/2, 86 1994, Seiten 39–40.
- [2] Masuhr, Klaus P. et al.: «Die externen Kosten der Stromerzeugung aus Wasserkraft», Materialien zu Pacer, Bundesamt für Konjunkturfragen, 1994.
- [3] Infras, Econcept, Prognos, «Die vergessenen Milliarden», Verlag Paul Haupt, 1996.
- [4] Weber G.: Rezension von (2) in «wasser, energie, luft», Heft 1/2, (87) 1995, Seiten 47–48.
- [5] UNIPEDE. Group of Experts HYDROVAL, «The consideration of externalities in the choice of energies – Hydroelectricity compared with other production means» (executive summary), 7. August 1996.

Adresse des Verfassers: Dr. Walter Hauenstein, dipl. Bauing. ETHZ, Abteilungsleiter, Nordostschweizerische Kraftwerke AG, NOK, Postfach, CH-5401 Baden (ab 1. April 1999 Direktor des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes, Rütistrasse 3a, CH-5401 Baden).

Schriftliche Fassung eines Vortrages, den der Verfasser an der Fachtagung «Wasserkraft und Marktliberalisierung» am 29. Oktober 1998 in Interlaken gehalten hat. Die Fachtagung fand im Rahmen der 87. Hauptversammlung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes statt.