Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 80 (1989)

Heft: 4

Artikel: Bewertung energiewirtschaftlicher Verluste durch Pflichtwasserabgaben

Autor: Schiller, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903642

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: 08.07.2025

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

Bewertung energiewirtschaftlicher Verluste durch Pflichtwasserabgaben

G. Schiller

Der Beitrag weist auf die grosse Bedeutung der Wasserkraft für die Energieversorgung Österreichs hin und stellt das noch ausbauwürdige Wasserkraftpotential dar. Die Auswirkungen erhöhter Pflichtwasserabgaben werden anhand verschiedener energiewirtschaftlicher Überlegungen diskutiert.

L'article met en évidence la grande importance de la force hydraulique pour l'approvisionnement en énergie de l'Autriche et présente le potentiel hydraulique pouvant encore être développé. Les conséquences d'une hausse des taxes obligatoires sur l'eau sont discutées avec diverses considérations de l'économie énergétique à l'appui.

Leicht gekürzte Fassung eines Referates vom Internationalen Symposium «Wasserwirtschaft und Naturhaushalt – Ausleitungsstrecken bei Wasserkraftanlagen» vom 19./20. Januar 1989 in München

Adresse des Autors
Univ.-Dozent Dipl.-Ing. Dr. *Gerhard Schiller*, Leiter der Abteilung Wasserwirtschaft und Ökologie,
Österreichische Elektrizitätswirtschafts-AG (Verbundgesellschaft), Am Hof 6a, A-1011 Wien.

1. Einleitung

Für die österreichische Elektrizitätsversorgung hat die Wasserkraft eine entscheidende Bedeutung. 1987 wurden in Wasserkraftwerken 36 719 GWh erzeugt, in Wärmekraftwerken 13 784 GWh. Der Wasserkraftanteil an der Gesamterzeugung von 50 503 GWh betrug somit 73%. Allerdings war das Jahr 1987 durch eine ausserordentlich gute Wasserführung gekennzeichnet, der Erzeugungskoeffizient betrug 1,11; es wurde also der langjährige Mittelwert (Regelarbeitsvermögen) um 11% überschritten. Die Frage der Dotation und der Restwasserführung in Ausleitungsstrecken hat aufgrund der Dominanz der Wasserkraft im österreichischen Elektrizitätsversorgungsystem und den noch gegebenen Ausbaumöglichkeiten einen hohen Stellenwert. Die Aufgabe des vorliegenden Beitrags wird darin gesehen, die energiewirtschaftliche Seite der Problematik zu beleuchten.

2. Das Wasserkraftpotential in Österreich

Grundlage für alle Überlegungen im Zusammenhang mit der Ausnutzung der Wasserkräfte eines Landes ist die Bestandsaufnahme. Diese erfolgt in Form der Ermittlung des Wasserkraftpotentials. Hier treten jedoch schon erste Schwierigkeiten bei der Frage der Definition des Begriffs Wasserkraftpotential auf. Es sollen diesbezüglich nur die Begriffe Niederschlagspotential, Abflussflächenpotential, Abflusslinienpotential und ausbauwürdiges Potential erwähnt werden. Für die Betrachtung im Zusammenhang mit der Restwasserfrage ist das ausbauwürdige Potential von Bedeutung [1]. Dieses entsteht dadurch, dass zum Bestand an Wasserkraftanlagen (Regelarbeitsvermögen der bestehenden Kraftwerke) noch die im Bau befindlichen Kraftwerke und die vorhandenen Projekte hinzugezählt werden. In Tabelle I wird dieses Potential für Österreich mit Stand Januar 1988 dargestellt. Der Gesamtbetrag macht 53 700 GWh/a aus, davon sind 62% oder 33 200 GWh/a bereits erschlossen, 700 GWh/a befinden sich im Bau und für 19 800 GWh/a liegen Projekte vor. Kleinkraftwerke sind in diese Ermittlung nicht eingeschlossen worden, da nur auf bekannte Projekte zurückgegriffen wurde. Aus diesem Grund könnte sich das Gesamtpotential noch um etwa 1000 bis 2000 GWh/a erhöhen. Auch durch den Ausbau alter Anlagen wäre eine weitere Erhöhung um rund 500 GWh/a denkbar.

Wenn man sich die Tabelle des ausbauwürdigen Wasserkraftpotentials in Österreich näher ansieht, so kann man erkennen, dass sowohl beim Bestand als auch bei den Projekten ein Vorherrschen der Laufkraftwerke gegeben ist. Insgesamt entfallen rund zwei Drittel des Potentials auf Laufkraftwerke, und auch beim heute bereits ausgebauten Wasserkraftpotential sind knapp über 70% durch Laufkraftwerke gegeben.

Um der Frage des Einflusses von erhöhten Restwasservorschriften auf das Wasserkraftpotential Österreichs näherzukommen, wurde von uns das Potential auf die einzelnen Kraftwerkstypen zurückverfolgt und alle Laufkraftwerke ohne Ausleitung als nicht beinflussbare Anlagen aus der Betrachtung ausgeschieden. Dies geschah vorerst einmal für den Bestand, und er ergab sich, dass vom ausgebauten und im Bau befindlichen Potential von 33 900 GWh/a immerhin ein Potential von 13 000 GWh/a von Veränderungen der Restwasservorschriften betroffen sein könnte. Dies sind 38%. Differenziert man nach Flussgebieten, so ist feststellbar, dass im Donaueinzugsge-

Flussgebiet	Bestand Lauf	Speicher	Summe	in Bau Lauf	Speicher	Summe	Projekte Lauf	Speicher	Summe	insgesamt Lauf	Speicher	Summe
Donau	15 218	855	16 073	–	–	–	4 772	572	5 344	19 990	1 427	21 417
Mur und Raab	1 326	195	1 521	89	–	89	1 536	667	2 203	2 950	862	3 812
Drau	3 159	1 630	4 789	331	–	331	2 239	1 665	3 904	5 729	3 296	9 025
Salzach	930	1 654	2 584	133	124	257	1 602	631	2 233	2 666	2 408	5 074
Inn, Lech, Isar	3 046	2 846	5 892	–	–	–	2 408	2 444	4 852	5 454	5 290	10 744
Rhein	180	2 169	2 349	–	–	–	170	1 109	1 279	350	3 278	3 628
Gesamt	23 859	9 349	33 208	553	124	677	12 727	7 088	19 815	37 139	16 561	53 700
Anteil in %	44	18	62	1	–	1	24	13	37	69	31	100

Tabelle I Ausgebautes und noch ausbauwürdiges Wasserkraftpotential in Österreich (Regelarbeitsvermögen in GWh/a) – nach Flussgebieten geordnet (Stand Januar 1988)

biet nur 12% betroffen sein könnten, während etwa im Rheineinzugsgebiet, wo fast ausschliesslich Speicherkraftwerke vorhanden sind, 91% des Potentials beeinflussbar wären. Im Mur- und Raabgebiet sind es 75%, im Draugebiet 42%, im Salzachgebiet 77% und im Inn-, Lech- und Isargebiet 62%.

Für die Projekte ist eine Abschätzung wesentlich schwieriger. Weiters wird bei vielen Projekten schon sehr stark auf die heute gegebenen Randbedingungen bei Restwasservorschriften Rücksicht genommen. Eine durchgeführte Analyse zeigte jedoch, dass auch bei den Projekten etwa 40% von veränderten Restwasservorschriften betroffen sein könnten.

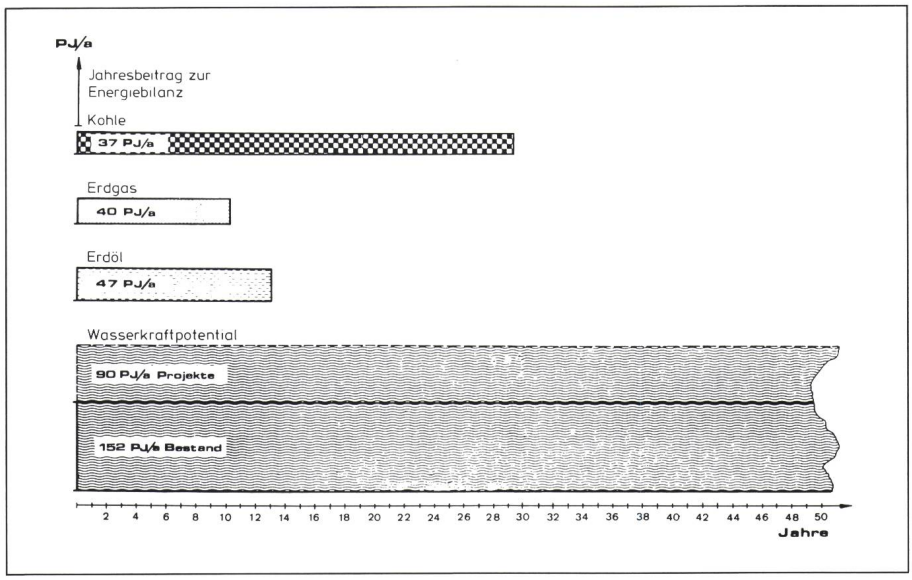
3. Auswirkungen erhöhter Pflichtwasserabgaben und deren Bewertung

Im vorhergehenden Kapitel wurde jener Betrag des Wasserkraftpotentials abgegrenzt, der überhaupt empfindlich auf Veränderungen der Restwasservorschriften ist. Nach unserer Ansicht ist es nicht möglich, durch generelle Vorschriften vernünftige Lösungen des Problems des notwendigen Restwassers in Ausleitungsstrecken zu finden. Vielmehr muss in jedem Einzelfall, also bei jedem Kraftwerk oder Projekt, die Situation individuell untersucht und dabei alle rechtlichen, ökonomischen und ökologischen Aspekte berücksichtigt werden. Es scheint daher nicht zielführend, aufgrund des vorher ermittelten beeinflussbaren Potentials einen Prozentsatz anzugeben, der nun tatsächlich durch die verschärften Restwasservorschriften der energiewirtschaftlichen Nutzung verloren geht. Um jedoch quantitative Betrachtungen über die Auswirkungen von Pflichtwasserabgaben in energiewirtschaftlicher Hinsicht durchführen zu können, wird beispielhaft der Verlust von 1 000 GWh/a sowohl volkswirtschaftlich wie betriebswirtschaftlich näher untersucht.

Bei der volkswirtschaftlichen Betrachtung der Energieversorgung eines Landes kommt es sehr wesentlich auf die derzeit gegebene Energiebilanz und auf die vorhandenen Energievorräte im Land an. Österreich ist ein Land mit nur mehr sehr geringen fossilen Energievorräten. Dies führt dazu, dass schon heute der Importanteil auf Primärenergieebene nahezu 70% ausmacht. Die Energievorräte an abbauwürdiger Kohle betragen lediglich 87 Mio t, was bei einer jährlichen Förderung von 3 Mio t einer Reichweite von 29 Jahren entspricht. Bei Öl betragen die sicheren und wahrscheinlichen Vorräte 15 Mio t, die Förderung 1986 betrug 1,1 Mio t, so dass die Reichweite hier nur 13 Jahre ausmacht. Bei Gas sind 12 Mrd m³ vorhanden. Die Reichweite ist 11 Jahre, da die jährliche Förderung 1,1 Mrd m³ beträgt.

Unter diesen sehr dramatischen Verhältnissen kommt der Wasserkraft als regenerativer inländischer Energiequelle hohe Bedeutung zu. Sie ist unter den inländischen Energien die mit Abstand bedeutendste für die Energieversorgung. In Figur 1 sind diese Verhältnisse graphisch verdeutlicht. Man sieht, dass von den konventionellen und heute vorhandenen Energien die Wasserkraft als inländische Energiequelle hervorsticht. Die Biomasse (Holz, Abfälle) ist in dieser Graphik nicht dargestellt. Ihr Beitrag ist heute etwa halb so hoch wie der der bereits erschlossenen Wasserkraft.

Geht man nun auf den Ansatz der Bedeutung von 1000 GWh/a Verlust an Potential zurück, so muss man von der Primärenergieebene bei der Bewertung der Wasserkraft zwischen zwei



Figur 1 Zeitliche Reichweite der fossilen Energievorräte Österreichs im Vergleich zur Wasserkraft, Stand 1987 (Äquivalenzmethode)

Methoden unterscheiden. Betrachtet man die Wasserkraft rein physikalisch und legt nur einen Umwandlungswirkungsgrad in der Wasserkraftanlange von 0,8 zugrunde, so muss eine Kilowattstunden mit $4{,}5 \times 10^6$ Joule bewertet werden (Äquivalenzmethode). Danach würde der Verlust von 1000 GWh/a $4{,}5 \times 10^{15}$ Joule = 4,5 Petajoule betragen, dies entspricht rund 100 000 t Erdöl pro Jahr.

Richtiger ist es jedoch, wenn man die Erzeugung aus der Wasserkraft nicht nach der Äquivalenzmethode, sondern nach der Substitutionsmethode bewertet. Diese besteht darin, dass man hypothetisch davon ausgeht, dass die Wasserkrafterzeugung durch Wärmekrafterzeugung ersetzt wird. Damit kommen jedoch die bei kalorischen Kraftwerken gegebenen Wirkungsgrade ins Spiel. Um die gesamte Wasserkrafterzeugung durch Wärmekraftwerke zu substituieren, müsste ja auf Primärenergieebene entsprechend dem Wirkungsgrad dieser Anlage sehr viel an Kohle, Gas oder Öl aufgewendet und bei der österreichischen Situation importiert werden.

Bei dieser Betrachtung wird die erzeugte Kilowattstunde aus Wasserkraft mit 9×10^6 Joule bewertet [2]. Danach würden 1000 GWh/a 9 Petajoule entsprechen oder - ausgedrückt in Erdöl - einem Betrag von 200 000 t Heizöl. Diese Menge von 200 000 t/a Öl ist immerhin ein Fünftel der heutigen Erdölförderung in Österreich. Während jedoch das Erdöl bald zu Ende geht, ist die Wasserkraft, die einmal erschlossen wurde, ständig verfügbar. Die Umweltprobleme, die mit einer Aufbringung in Wärmekraftwerken verbunden sind, sollen hier nicht diskutiert werden. Sie sind jedoch sicherlich bei der Abwägung von Energieverlusten durch erhöhte Pflichtwasserabgaben aus volkswirtschaftlicher Sicht ebenfalls ein sehr wichtiger Punkt.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist bei dem Verlust von 1000 GWh/a Wasserkraftenergie sehr stark zu unterscheiden, ob es sich um Laufkraftwerksenergie oder Speicherenergie handelt. Wie in Abschnitt 2 ausgeführt, sind jedoch die Speicherkraftwerke naturgemäss aufgrund ihrer Konzeption viel mehr von dieser Problematik betroffen. Den Speicherkraftwerken kommt aber in einem hydrothermischen Verbundbetrieb eine ganz bedeutende Rolle zu. Speicherkraftwerke dienen primär zur Dekkung des Strombedarfs in Höchstlastzeiten und mindern die wasserführungsbedingten Unterschiede der Stromerzeugung von Laufkraftwerken in Sommer- und Winterperioden.

Die folgende Aufstellung über die wichtigsten, bekannten und weniger bekannten Aufgaben und Möglichkeiten der Speicherkraftwerke veranschaulicht, welch eminente Bedeutung diesem Kraftwerkstyp im österreichischen Stromversorgungssystem zukommt:

- Arbeitsdeckung in Mangelzeiten, insbesondere im Spitzenlastbereich und im Winter sowie in Trockenperioden
- Leistungsdeckung (hoher, von der natürlichen Wasserführung unabhängiger Leistungseinsatz)
- schnelle Verfügbarkeit (Leistungsregelung, schnelle Reserve bei Ausfällen von Wärmekraftwerken, von Importen, von Leitungen usw.)
- Hochwasserschutz und Wasserabfuhrausgleich (Minderung des Sommerhochwassers, Erhöhung des Winterniedrigwassers)
- Aufwertung aller Unterliegerkraftwerke durch Erhöhung des Wintererzeugungsanteils und der gesicherten Leistung
- Veredelung freier Niedertarifenergie, insbesondere aus Wasserkraft im Sommer, durch Verpumpung
- Ausweitung der Stromtauschmöglichkeiten Spitze gegen Grundlast mit in- und ausländischen Partnern
- Ausweitung der Möglichkeiten für wechselseitige Reservehaltungsverträge im Austausch von schneller Kurzzeitreserve gegen Dauerreserve, insbesondere mit ausländischen Partnern, zur Minderung des Mangels an eigenen kalorischen Reservekapazitäten
- wichtige Systemkomponente der Lastverteiler für die Lastverteilung bzw. den Ausgleich hoher Lastschwankungen sowohl aufbringungsseitig (Turbinenbetrieb) als auch bedarfsseitig (Pumpenbetrieb).

Man kann sich nun fragen, wie eine solche Fülle von Eigenschaften richtig quantitativ zu bewerten wäre. Hier kann offensichtlich eine Einzelkraftwerksbetrachtung kaum den Aufgaben der Speicherkraftwerke gerecht werden, und es ist sicher die Gesamtsystembetrachtung heranzuziehen. Diese ist so zu verstehen, dass der Verlust von 1000 GWh/a Speicherenergie in seinen Auswirkungen auf das Gesamtsystem zu untersuchen wäre. Dies kann aber nur dann erfolgen, wenn man die konkreten Auswirkungen auf Einzelanlagen aufgrund erhöhter Pflichtwasserabgaben wüsste. Über die Probleme bei der Einzelkraftwerksbetrachtung und der Gesamtsystembetrachtung wurde in [2] berichtet. Für eine Abschätzung kann jedoch auch der Wert einer Neuanlage herangezogen werden. Wenn man für Speicherkraftwerke von spezifischen Ausbaukosten von öS 20.-/kWh ausgeht, ergibt sich für 1000 GWh/a der betriebswirtschaftliche Wert von 20 Mrd öS.

4. Schlussbemerkung

Abschliessend soll zu der Frage der Bewertung energiewirtschaftlicher Verluste durch Pflichtwasserabgaben nochmals auf die enorme Bedeutung der Wasserkraft für Österreich hingewiesen werden. In [3] wurde im erweiterten Umfang auf diese Bedeutung und die Rolle der Wasserkraft im österreichischen Elektrizitätsversorgungssystem eingegangen. Es erscheint aufgrund der Energiearmut des Landes unbedingt notwendig, den Anteil an der Deckung des Elektrizitätsbedarfs des Landes durch Wasserkrafterzeugung zu erhöhen. Dabei wird man berechtigten ökologischen Interessen Rechnung zu tragen haben, jedoch sollte beim Vergleich der Werte die volks- und betriebswirtschaftliche Seite nicht zu kurz kommen. Generell wäre anzusteben, dass in der heiklen Restwasserfrage individuell vorgegangen wird und durch ausreichende Untersuchungen bei jedem Wasserkraftwerksprojekt jene Lösung gefunden wird, die sich bei Abwägung der öffentlichen Interessen als optimal erweist. Wie dies methodisch zu bewältigen wäre, wurde beispielsweise in einer Arbeit über Kraftwerksausbauplanung mit Mehrzieloptimierung dargestellt [4].

Literatur

[1] *Götz, A. Schiller, G:* Das Wasserkraftpotential Österreichs, Stand 1982. Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, 35. Jg. (1982), S. 497-501

[2] *Schiller G.:* Bewertungsfragen der Wasserkraft. Österreichische Wasserwirtschaft, 35. Jg. (1983), H. 9/10, S. 267-272

[3] *Schiller G.:* Die Bedeutung der Wasserkraft für Österreich. Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, 41. Jg. (1988), H. 5, S. 123-128

[4] *Kalliauer, A.; Leopold, G.; Schiller, G.:* Kraftwerksausbauplanung mit Mehrzieloptimierung. Österreichische Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft, 40. Jg. (1987), H. 12, S. 670-677