

**Zeitschrift:** Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbau, Wasserkraftnutzung, Energiewirtschaft und Binnenschifffahrt

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 26 (1934)

**Heft:** 1

  

**Artikel:** Die verfügbaren Wasserkräfte der Schweiz

**Autor:** Frey, T.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-922336>

### **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:** 30.01.2025

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



serer Gewässer, kommt der Speicherung von Winterenergie in Saisonakkumulierbecken eine ganz überragende Bedeutung zu. Eine Würdigung dieser Verhältnisse ist in der Mitteilung Nr. 23 des Wasserwirtschaftsamtes „Wirtschaftliches über die Energieversorgung des Landes im Winter“, und in der soeben herausgegebenen Mitteilung Nr. 32 „Das Leistungs- und Arbeitsvermögen der schweizerischen Wasserkraftanlagen“ zu finden. Sollte doch beispielsweise die für den Winter in unseren Stauseen aufgespeicherte Energiemenge mindestens 15—20% der in einem durchschnittlichen Jahr verfügbaren Energieproduktion der ausgebauten Laufwerke betragen, damit eine möglichst vollständige und gleichmäßig über das ganze Jahr verteilte Gesamtenergieproduktion erzielt werden könnte. Eine systematische Untersuchung über die bedeutenderen noch vorhandenen Speichermöglichkeiten der Schweiz ist daher gerade heute, in der Ruheperiode des Ausbaues unserer Wasserkräfte, sehr begrüßenswert als ein Grundelement zur Aufstellung programmatischer Richtlinien für deren weiteren Ausbau, eine Aufgabe, die sich immer mehr stellen wird, je weniger unausgebaute Kräfte uns noch bleiben, und die auch aus dem heutigen Zeitgeiste heraus geboren ist.

Damit ein Stausee für Saisonakkumulierung überhaupt denkbar ist, müssen ganz bestimmte topographische, hydrologische, landeskulturelle und vor allem geologische Gegebenheiten vorliegen, ohne deren glückliches lokales Zusammentreffen eine Realisierung des Gedankens technisch schlechterdings nicht möglich ist, ganz abgesehen von wirtschaftlichen Erwägungen. Eingeweihte Kreise wissen oder glauben, daß die technisch und wirtschaftlich Erfolg versprechenden, noch vorhandenen großen Speichermöglichkeiten in unsern Alpen fast an den Fingern abgezählt werden können. Es wird ein großes Verdienst dieser Studie sein, neben der Bereitstellung grundlegender Elemente zur Abklärung wichtiger Zukunftsfragen unserer Wasserkraftpolitik in Fachkreisen, auch die Öffentlichkeit aufzuklären über Größe und Wert der noch möglichen Winterenergiespeicherung und damit zu einem wesentlichen Teil über unsere noch verbleibenden Wasserkräfte überhaupt. Es gilt, wachsam die rapiden Fortschritte und noch in Aussicht stehenden Fortschrittmöglichkeiten der Erzeugung von Energie und insbesondere von Mangelenergie auf thermischem Wege zu verfolgen und wirtschaftspolitisch die Erzeu-

gungsmöglichkeit solcher Energie durch die noch verbleibenden Speichermöglichkeiten damit zu vergleichen. Je nach dem Ausgange dieser Studie sind die geeignetsten Stauseeprojekte für den bestmöglichen und optimalen Ausbau im Sinn unseres Wasserkraftgesetzes zu reservieren, und die Öffentlichkeit ist auf diese Notwendigkeit vorzubereiten. Insbesondere wird es auch Pflicht des Heimatschutzes sein, sich über diese realen Wirtschaftsfaktoren zu orientieren, um im Interesse des Volksganzen den weisen Mittelweg zu finden zwischen seinem idealen Ziel und der harten Wirklichkeit.

Die „allgemeinen Ausführungen“ der vorliegenden Mitteilung Nr. 25 legen die Grundprinzipien dar, die für die Vornahme der Gesamtstudien als maßgebend angenommen worden sind, und sie führen die technischen Grundlagen auf, die bei der Durchführung der Berechnungen berücksichtigt werden. Darin werden u. a. auch die einheitlichen Annahmen für die Aufstellung der Wasserbilanz der Stauseen und für die Bestimmung der Ausbaugröße der Werke besprochen. Alsdann folgen eingehende Angaben über die Art der Durchführung der Dimensionierung der einzelnen Anlageteile, der Bestimmung der Energieproduktion und der Bau- und Betriebskosten sowie der Gestehungskosten der Energie. Die gewählte Aufstellung könnte in vielfacher Beziehung gewissermaßen als Standardmethode Verwendung finden für die Aufstellung genereller Wasserkraftprojekte. Die ganze Studie ist im Sinne eines Maximalprogramms aufzufassen, indem darin die größtmögliche Verwirklichung der noch vorhandenen Speichermöglichkeiten und damit die möglichst vollständige Ausnützung unserer Wasserkräfte angestrebt werden; an diesem Studienprogramm werden wohl noch abschließend die durch die Realität bedingten Abstriche vorgenommen werden müssen.

Alle größeren Speichermöglichkeiten, die auf Grund der generellen Untersuchung aus rein technischen Gründen ausführbar und erfolgversprechend erscheinen, werden darin ohne Rücksicht auf wirtschaftliche Erwägungen durchwegs gleichartig behandelt, und zwar entweder für die volle Akkumulierung der Wassermenge auf die Winterszeit, wo dies angeht, oder ausnahmsweise für eine kleinere Speicherung, z. B. für Jahresausgleich. Ebenso wurde die Ausbaugröße der Werke wiederum ohne Rücksicht auf ihre besondere Charakteristik einheitlich für einen täglichen ideellen siebenstündigen Betrieb

gewählt, wie er für die Gesamtheit der Akkumulierwerke nach früheren Studien ungefähr als zweckmäßig erscheint. Diese grobe Vereinfachung mag teilweise als ein Mangel angesehen werden, weil sie eine rationelle Anpassung an die jeweiligen lokalen Gegebenheiten vermissen läßt. Sie erscheint aber für die besonderen Zwecke der vorliegenden Studie als zulässig, obwohl damit durchwegs eher etwas zu ungünstige wirtschaftliche Verhältnisse errechnet werden. Es ist aber wohl anzunehmen, daß der Einfluß dieser Vereinfachungen auf das Gesamtergebnat später bei der Schlußbetrachtung noch eingehender gewürdigt werde. Selbstverständlich müßten bei konkreten Detailstudien von Fall zu Fall sowohl bei der Bestimmung der Größe des Speicherraumes als auch bei der Ausbaugröße jeweils feinere und eingehendere wirtschaftliche Vergleichsstudien über die zweckmäßigste Dimensionierung erfolgen. Die etwas ungewohnte Ausdehnung des sogenannten Winterhalbjahres auf sieben Monate ist in Zusammenhang mit der Aufstellung des gesteckten Maximalprogramms zu bringen. Diese lange Dauer wäre zwar wohl maßgebend beim Ideal eines vollständigen Jahresausgleichs aller Wasserkräfte durch weitgehenden Ausbau aller Akkumuliermöglichkeiten; in Praxis wird man sich aber im großen Durchschnitt mit einem etwas bescheideneren Ausgleich auf fünf bis sechs Wintermonate begnügen müssen. Eigentümlich ist bei der Bestimmung des Nettogefälles und damit der Energieproduktion und des Energiepreises die Aufteilung aller Untersuchungen in die zwei Grenzfälle von 24stündigem und von 7stündigem konzentriertem Tagesbetriebe bei gleicher Dimensionierung der Anlageteile, während ruhig mit einem mittleren maßgebenden Gefällsverlust gerechnet werden könnte, der nach der Erfahrung für Anlagen mit solchem Charakter nicht allzu weit um 60% des max. Gefällsverlustes bei Vollbetrieb herum schwanken dürfte. Die Annahme eines Rauigkeitskoeffizienten von 40 nach Strickler für guntierte Stollen ergibt zu günstige Resultate, da dieser Koeffizient für größere Stollenprofile erfahrungsgemäß nur 30—33 beträgt, womit aber die Anwendung dieser Auskleidungsart für größere Stollenquerschnitte sich oft als nicht mehr rationell erweist. Die Werke sind auf die Wasserführung eines sogenannten Durchschnittsjahres, das durch monatliche Mittelbildungen aus einer langen Serie von Jahren errechnet wird, abgestimmt; auch die Berechnung der Energie-

produktion und des Energiepreises erfolgen auf dieser Grundlage, womit sich wiederum zu günstige Resultate ergeben. Es wird interessant sein, aus der für später in Aussicht gestellten Gesamtberücksichtigung der Ergebnisse der Einzelstudien zu erfahren, welchen Gesamteinfluß die trockenen Jahre auf die Ausbaugröße und die wirtschaftlichen Ergebnisse der Saisonspeicher auszuüben vermögen.

Der zweite Teil des Bandes über „Die Speichermöglichkeiten im Aaregebiet“ behandelt die Projekte von 16 größeren Stauseeanlagen, deren technische Ausführbarkeit auf Grund der vorliegenden generellen Studien als wahrscheinlich erscheint. Die kleineren und unbedeutenden Speichermöglichkeiten sind aus praktischen Gründen unberücksichtigt geblieben. Die untersuchten Becken liegen einerseits in den von Natur aus dichten Böden des kristallinen Gebirges oder in der Molasse, andererseits aber auch in bemerkenswert großer Anzahl in den kalksteindurchsetzten Gebieten der helvetischen und ultrahelvetischen Decken. Diese 16 Staubecken enthalten insgesamt einen Nutzinhalt von rund 550 Mio m<sup>3</sup> bei einer Energiereserve von zusammen ca. 700 Mio kWh, ohne Berücksichtigung des Energiegewinnes in den Werken unterhalb der großen Seen. Ihr Wasser würde in 15 Zentralen ausgenützt mit einer Produktionsmöglichkeit von rund 900 Mio kWh siebenmonatiger Winterenergie und von rund 350 Mio kWh fünfmonatiger Sommerenergie in einem Durchschnittsjahr. Dabei wird bei geeigneten Verhältnissen auch ausgiebig Pumpenspeicherung zuhilfe gezogen. Jedes einzelne Projekt ist separat dargestellt in einem Umfange, der mindestens der bekannten generellen Behandlung gleichkommt, mit welcher früher Konzessionsprojekte eingereicht wurden. Neben einem Bericht über die allgemeine Disposition jedes Projektes, einer geologischen Beschreibung des Staubeckens, Angaben über Wasserverhältnisse, Gefälle, Ausbau und Leistung, Energieproduktion sowie Bau- und Energiekosten sind jedem Einzelprojekt sehr übersichtliche und einheitliche graphische Beilagen beigegeben, bestehend aus einer Uebersichtskarte des Siegfried-Atlas, generellem Längenprofil, Staubeckencharakteristiken, Diagrammen über Wassermengen und Leistungen, geologischem Profil der Sperrenstelle, Situationsplan des Staubeckens sowie einigen instruktiven Photographien. Eine tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse dieses ersten Teiles der Studie sowie eine Uebersichtskarte über alle be-



handelten Projekte im Aaregebiet schließen den ersten Band ab.

In Ergänzung dazu werden noch zehn weitere Fälle behandelt, für die in der Studie eine Speichermöglichkeit nicht in Betracht gezogen wurde, da die Verhältnisse entweder wirtschaftlich zum vorneherein hoffnungslos liegen, oder wo die geologisch-topographischen Gegebenheiten eine Realisierungsmöglichkeit höchst unwahrscheinlich erscheinen lassen. Die technisch-geologischen Beschreibungen samt den Beilagen lassen jeweils erkennen, aus welchen Gründen diese Projekte negativ behandelt wurden. Die häufig vorkommenden natürlichen Seen karstartigen Charakters mit unterirdischen Abflüssen wurden in der Studie nicht weiter verfolgt, weil diese gefährlichen, obschon vielleicht ausnahmsweise interessanten Speichergelegenheiten sehr eingehende Untersuchungen und kostspielige örtliche Versuche zu ihrer Abklärung benötigen.

Obschon die Studie überraschenderweise eine erfreulich große Anzahl bedeutender und technisch wahrscheinlich ausführbarer Speichermöglichkeiten im Aaregebiet ergeben hat, ist leider das Ergebnis über deren wirtschaftlichen Wert nichts weniger als rosig. Doch soll hier der Gesamtstudie nicht vorgegriffen werden, da bei der Detailbehandlung der einzelnen Objekte vorerst nur technische Gesichtspunkte in Betracht gezogen werden und eine Würdigung der wirtschaftlichen Ergebnisse am Schlusse der Untersuchung in Aussicht gestellt ist. Man darf auf deren Resultat sehr gespannt sein. Es sei hier lediglich erwähnt, daß dieses eher negative Resultat im Aaregebiet vor allem von den meist ungünstigen Charakteristiken der Stauseen herührt, für deren Schaffung bei relativ mäßigem Seevolumen meist mächtige Staumauerkubaturen aufzuwenden sind, beispielsweise in einigen Fällen bis zu 800,000 m<sup>3</sup> und darüber. Der wirtschaftlich nachteilige Einfluß dieser Stauseen mit ungünstigen Verhältnissen wird durch die Angabe beleuchtet, daß von den gesamten Anlagekosten aller behandelten Werke rund  $\frac{2}{3}$  allein auf den Bau der Stauseen, resp. der Staumauern entfallen, ein Verhältnis, das in ungünstigen Fällen bis auf  $\frac{5}{6}$  der jeweiligen Werkskosten steigen kann. Diese eine Feststellung zeigt, welche Bedeutung weiteren Studien über das schwierige und noch lange nicht befriedigend gelöste Staumauernproblem zukommt, damit der künftige größtmögliche Ausbau unserer Wasserkräfte, wozu auch Speicherbecken gehören, so wirtschaftlich als möglich vorgenom-

men werden kann und mit den Errungenschaften der thermischen Energieerzeugung Schritt zu halten vermag.

Das Ziel, das sich die Studie steckt, wird sie zu einem Markstein in der Programmstellung unseres Wasserkraftausbaues machen. Ihre reiche und sorgfältige Ausarbeitung gestaltet ihre Durchsicht sehr anregend, so daß man mit Interesse dem baldigen Erscheinen der Fortsetzung dieser Publikation entgegensehen darf.

— Th. Frey.

### **Die Ganglinie der Mur in ihrer Abhängigkeit von der Witterung im Einzugsgebiet.**

Von Ingenieur R. Braschko, Graz

**Einleitung.** Zur Zeit des Baubeginnes des Murkraftwerkes Pernegg (Dezember 1926) gab es noch keine Wasserstandsvorhersage für den wenige Kilometer oberhalb der Wehrbaustelle gelegenen Murpegel in Bruck. Wohl bestand ein Hochwasser-Warndienst, es war aber nicht möglich, die Höhe der zu erwartenden Flutspitze zu bestimmen. Vom Verfasser, damals Bauführer für das Wehrbaulos, wurde nun der Versuch gemacht, die größte Wasserführung der Flut unmittelbar aus den gefallenen Niederschlägen zu errechnen. Obwohl damals nur fünf meldende Stationen im Einzugsgebiet bestanden, gelang der Versuch recht gut. War auf Grund der allgemeinen Wetterlage mit stärkeren Niederschlägen im Einzugsgebiet zu rechnen, so wurden morgens von den wichtigsten Stationen die gefallenen Niederschlagsmengen telephonisch eingeholt und die für den Nachmittag zu erwartende Wasserführung daraus berechnet (siehe Ing. Braschko, die Ganglinie der Mur als Funktion der Witterung im Einzugsgebiet in „Die Wasserwirtschaft“ Wien 1928).

In den letzten Jahren wurde die Anzahl der täglich meldenden Stationen im Einzugsgebiet wesentlich vermehrt und die Wasserführung der Mur durch Aufstellung neuer Lymnigraphen und den Werksbetrieb fortwährend einwandfrei aufgezeichnet. Es war nun möglich, eine weit genauere Beziehung zwischen Niederschlag und Regenflut, bew. Temperaturverlauf und Tauflut, sowie eine für alle Fälle brauchbare Gleichung der Trockenablaufkurve aufzustellen und damit eine mehrtägige Wasserstandsvorhersage zu schaffen. Das Ergebnis der Untersuchung und die Anwendungsmöglichkeit der Methode seien im nachfolgenden auszugsweise wiedergegeben.