

# Der Talsperrenbau der Zukunft

Autor(en): **Gilg, Bernhard**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **80 (1988)**

Heft 5-6

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-940717>

## **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.

- 1957 Müller R.: Generelle Beurteilung der flussbaulichen Verhältnisse im Einzugsgebiet des Inn oberhalb S-chanf. «Wasser- und Energiewirtschaft», Nr. 6.
- 1958 Müller R.: Die Wirkung der II. Juragewässerkorrektion. Monographie Nr. 2 der Interkantonalen Vereinigung, Oktober.
- 1959 Müller R.: Die II. Juragewässerkorrektion als Ganzes betrachtet. Monographie Nr. 3 der Projektierungs- und Bauleitung, Biel, März.
- 1959 Müller R.: Die II. Juragewässerkorrektion. La IIe correction des eaux de Jura. Erweiterter Separatdruck vom Juni aus «Wasser- und Energiewirtschaft», Nr. 1–2, Zürich 1959.
- 1960 Müller R.: Die Entwicklung der flussbaulichen Hydraulik. «Wasser- und Energiewirtschaft», Nr. 8/9/10, Baden.
- 1960 Müller R.: II. Juragewässerkorrektion; vereinfachte Darstellung der Grundlagen des Projektes. Selbstverlag II. JGK, Biel, März.
- 1960 Müller R.: Die Bedeutung der II. Juragewässerkorrektion für das Seeland. Monographie Nr. 4 der Projektierungs- und Bauleitung, Biel, Februar.
- 1965 Müller R.: Generelle Studie über die Schiffbarmachung des Hochrheins bis in den Bodensee und der Aare bis in die Juraseen. Monographie II. JGK, Biel, Februar.
- 1969 Müller R.: Die II. Juragewässerkorrektion nach sieben Jahren Bauzeit. «Wasser- und Energiewirtschaft», Nr. 7/8, Baden.
- 1971 Müller R.: II. Juragewässerkorrektion – Die Korrektion des Broye- und Zihlkanales. Monographie.
- 1972 Müller R.: Die II. Juragewässerkorrektion vor dem Abschluss; Stand der Bauarbeiten Ende 1971. «Strom und See, Zeitschrift für Schifffahrt und Weltverkehr», Basel, Februar.
- 1973 Müller R.: Die II. Juragewässerkorrektion; Stand der Bauarbeiten Ende 1972. «Strom und See, Zeitschrift für Schifffahrt und Weltverkehr», Basel, Februar.
- 1973 Müller R.: Über die Wasserstände der Juraseen; ein Beitrag zur archäologischen Forschung. In Schwab H: Die Vergangenheit des Seelands in neuem Licht. Universitätsverlag Freiburg.
- 1973 Müller R.: Die Korrektion des Nidau-Büren-Kanales und der Aare bis zur Emmemündung. Monographie II. JGK Biel.
- 1974 Müller R.: Abschliessender Bericht über die II. Juragewässerkorrektion. Monographie II. JGK, Biel, 30. März.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Daniel Vischer, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.

## Der Talsperrenbau der Zukunft

Bernhard Gilg

### 1. Zweckbestimmungen einer Talsperre

Eine grosse Zahl von Staumauern und Schüttdämmen, deren Höhe an diejenige des Eiffelturms heranreicht, ist in den vergangenen hundert Jahren weltweit mit Erfolg gebaut worden. All diese Sperrn dienen den Bewohnern der jeweils betroffenen Landstriche vornehmlich für die Entwicklung der Landwirtschaft und für die Energieerzeugung. Sie fördern also sicherlich zwei der wichtigsten Daseinsgrundlagen der ständig wachsenden Menschheit.

Nun geht ja dieses Wachstum – wenn auch verlangsamt, so doch unaufhaltsam – weiter, und ebenso steigt der Bedarf an Nahrungsmitteln und an Energie. Es mutet deshalb reichlich grotesk an, dass – in fast allen Weltgegenden übrigens – jedem neuen Talsperrenprojekt vorerst einmal eine vehemente Opposition erwächst, und zwar nicht selten aus Kreisen, die dem Nutzen eines solchen Projektes eher ferne stehen.

Also ist es sicher angebracht, dass einleitend wieder einmal die Zweckbestimmungen einer Talsperre vor Augen geführt werden. Die Verwirklichung eines solchen Grossbauwerkes dient

- der Speicherung von Wasser zur Regulierung und zur Nutzung nach Bedarf
- der Schaffung einer Gefällskonzentration mit dem Ziel einer rationellen Energieerzeugung.

Wasser fällt sehr unregelmässig auf die Erdoberfläche, so-

wohl zeitlich wie örtlich. Tabelle 1 soll dies veranschaulichen.

Nicht nur unterscheiden sich an ein und demselben Ort die Nassmonate in starkem Masse von den Trockenmonaten, sondern auch die langjährigen Jahresmittel variieren selbst im Bereich der dicht bewohnten Gegenden der Erde im Verhältnis 1:40. Dies illustriert die Notwendigkeit der Wasserspeicherung und der Abflussregulierung eindrücklich. Wenn sie wirkungsvoll sein soll, erfordert dies meistens sehr grosse Staubecken. Sie bietet dann aber auch – quasi als Nebenprodukt – eine wirksame Hilfe zur Verringerung von Hochwassern, vor allem von Hochwasserspitzen, und dient der Schadenverhütung. Auch in der Schweiz helfen die Talsperren Hochwasserschäden zu vermindern, was sich beispielsweise im Unwettermonat August 1987 wieder einmal erwiesen hat (siehe R. Bischof und J. Vichr: Die Hochwasserkatastrophe fand im Bergell nicht statt. «Wasser, Energie, Luft» 79 (1987) S. 307–308).

Bei der Energieerzeugung selber, d.h. bei der Produktion von Hydro-Elektrizität bietet nicht nur die durch eine Sperre geschaffene Gefällskonzentration entscheidende Vorteile, sondern auch die Abflussregulierung selber dient einer rationelleren Nutzung, da eben die elektrische Energie – sei es im Tages- oder im Jahresverlauf – gerade dann erzeugt werden kann, wenn sie benötigt wird.

In Gegenden mit Bewässerungsagronomie bedarf es zur reibungslosen Koordination zwischen Energieerzeugung und Bewässerung meist noch einer Anordnung von sekundären Kleinspeichern, damit die landwirtschaftlichen Erfordernisse nicht einer energiehungrigen Industrie geopfert werden müssen.

Verbindet man Energieerzeugung mit Wasserspeicherung, bietet sich als zusätzliche Reguliermöglichkeit auch noch die Pumpspeicherung an. Ist man nämlich – zum Beispiel in starken Regenzeiten – gezwungen, mehr Wasser durch die Turbinen laufen zu lassen, als der herrschende Energiebedarf es nötig macht, kann mit der Überschussenergie Wasser aus einem tiefliegenden See in einen Hochspeicher gepumpt werden, wo es bis zum ferneren Gebrauch für Bewässerung oder Elektrizitätserzeugung gelagert wird.

Erwünscht ist die Schaffung von Überjahresreserven. Nasse und trockene Jahre wechseln vielerorts in 20- bis 30jährigen Zyklen miteinander ab. Man vermutet einen Zusammenhang zwischen diesen Zyklen und dem Auftreten von Sonnenflecken. Nun sind allerdings Grossspeicher, die einen wirkungsvollen Ausgleich über die ganze Dauer des Zyklus erlauben, wirtschaftlich selten vertretbar, doch sollte man – zum mindesten bei Bewässerungsprojekten – die Überbrückung einer kurzen Folge von extremen Trockenjahren in Betracht ziehen. Das gilt vor allem dann, wenn die Topographie des Stausees und der Sperrstelle eine entscheidende Vergrößerung des Stauvolumens mit einem geringen zusätzlichen finanziellen Aufwand ermöglicht.

### 2. Talsperrenbau in Industrieländern

Auch in industriell entwickelten Zonen ist die doppelte Zweckbestimmung zu berücksichtigen.

Bei der Wasserspeicherung steht hier in der Regel die Trinkwasserversorgung, unter Umständen auch die Brauchwasserversorgung, im Vordergrund, da die meisten Industriestaaten nur in geringem Masse von einem gut funktionierenden Bewässerungssystem abhängig sind. Fehlende Nahrungsmittel können ohne grössere Schwierigkeiten importiert werden. Die Bewässerung wird allerdings in jüngster Zeit wieder wichtiger, da in Ländern mit höherem Lebensstandard auch die in der Landwirtschaft tätige Bevölkerung höhere Ansprüche an das tägliche Le-

Tabelle 1. Extreme Niederschlagsdaten bei ausgewählten Messstationen.

Ort (Land)	Niederschläge in mm		
	im Nassmonat	im Trockenmonat	Jahresmittel
Marrakesch (Marokko)	40	5	253
Beirut (Libanon)	190	0	893
Sansibar (Tansania)	335	35	1486
Calicut (S-Indien)	830	10	3085
Cherrapunji (N-Indien)	2560	10	10824

ben stellt und deshalb in produktionsarmen Jahren stärkere Einbussen in ihrem Lebensstil erleidet. Dieses Problem wird sich im übrigen verschärfen, je mehr sich grossräumige Zonen in der Agrarwirtschaft zusammenschliessen, wie das in Europa offensichtlich der Fall ist.

Die Hydroelektrizität ist ökologisch gesehen eine vorteilhafte Energieform. Sie sollte überall genutzt werden, soweit es wirtschaftlich verantwortet werden kann. Selbst bei einer zur Zeit des Baues noch an der Grenze der Wirtschaftlichkeit veranschlagten hydroelektrischen Anlage wird dieser Nachteil meistens in kurzer Zeit überwunden, da der Gestehungspreis der Wasserkraft über Jahrzehnte kaum ansteigt, der Energiepreis alternativer Lösungen dagegen entsprechend der Teuerung, unter Umständen aber noch stärker als dieselbe zunimmt.

### 3. Die Rolle des Wassers in der schweizerischen Energieszene

Wir verraten wohl kein Geheimnis, wenn wir feststellen, dass die schweizerische Energiewirtschaft heute in der schwersten Krise seit rund hundert Jahren steckt – und diese Krise ist zu allem Unglück noch selbstverschuldet. Nachdem ein bewunderungswürdiger Weitblick zwischen 1890 und 1950 dazu verholfen hat, den stark steigenden Energiebedarf zu einem guten Teil mit eigener Wasserkraft zu decken, wodurch die Schweiz vom Kohlenimport weitgehend unabhängig wurde, fand man in der Nuklearenergie eine umweltfreundliche Ergänzung, da die Wasserkraft allmählich ausgeschöpft war. Und gerade diese Energieform wird nun von inkompetenter Seite her als unsicher und deshalb untauglich bekämpft, obschon die entsprechenden Anlagen mit einer Zuverlässigkeit arbeiten, die weltweit ihresgleichen sucht.

Da gleichzeitig in vielen europäischen Staaten die Nuklearenergie in entscheidendem Masse gefördert wird, stehen wir in absehbarer Zeit vor der grotesken Situation, dass wir fehlende Energie aus ausländischen Kraftwerken beziehen müssen, die sich unserer Kontrolle zwar entziehen, den unsrigen aber an Sicherheit nachstehen.

Wir könnten diese Situation nur durch den Bau von thermischen Anlagen auf der Basis von Kohle, Öl und eventuell Gas beheben, was nicht nur ökologische Probleme schafft, sondern nebenbei noch unsere Importabhängigkeit erhöht. Zur selben Zeit wird auch an unsere Wasserkraftanlagen die Axt gelegt, nämlich mit z. T. unadäquaten Restwasserforderungen, so dass man am Sinn des Schweizers für Gemeinnutz ernsthaft zweifeln muss.

Schon ist unsere Industrie im Begriff, alte angestammte Produktionsgebiete teilweise oder ganz zu verlieren. Wenn nun noch im Energiesektor Terrain preisgegeben werden muss, wird unser wirtschaftliches Gleichgewicht in nicht ferner Zeit ins Wanken geraten. Soll es uns gelingen, vom ohnehin allmählich zur Neige gehenden Erdöl unabhängiger zu werden, ist eben die Nuklearenergie die einzige realistische Lösung. Wasserkraft könnte dann als willkommener Regulierfaktor dienen.

### 4. Möglichkeiten von Stauanlagen und Sperrerbauten in der Schweiz

Wenn auch der Ausbau der schweizerischen Wasserkraft, namentlich im Hinblick auf Speicherseen, weitgehend beendet ist, würde sich in einigen Hochtälern eine Speicherung wirtschaftlich rechtfertigen, wenn dieselbe nicht durch exzessive Restwasserforderungen zunichte gemacht wird. Leider wird heute oft die Ansicht vertreten, Wasserspeicherung in Alpentälern sei unökologisch, obgleich dieselbe sich vielerorts sehr günstig auswirkt, nämlich durch

- Verhütung von Hochwasserschäden dank der Abflussregulierung
- Bewahrung der entsprechenden Talschaft vor Abwanderung und Vereinsamung.

Dagegen werden scheinbare Nachteile bisweilen masslos aufgebauscht:

*Die zeitweilige Verminderung der natürlichen Abflüsse unterhalb der Sperrstelle.* Sie ist meist viel weniger einschneidend als behauptet wird und betrifft eigentlich nur Hochwasserzeiten, da ja in geringem Abstand von der Sperre nicht oder nur teilweise genutzte Seitenbäche den Hauptwasserlauf bereits wieder speisen. Sind regelrechte Hochwasser erwünscht, kann man diese jederzeit nach Bedarf über kurze Zeit künstlich erzeugen.

*Die Überflutung von Kulturland* durch den Speichersee ist bei uns kaum eine einschneidende Realität, da die vom Wasser bedeckte Talzone meist aus wenig fruchtbaren Alpweiden oder Kiesablagerungen besteht, die ohnehin aus Bequemlichkeit von den früheren Besitzern aufgegeben wurden. Dafür fördern Speicher den Bekanntheitsgrad mancher einsamer Täler und verhelfen dank den neu geschaffenen verbesserten Zugangsmöglichkeiten zur Erschliessung bisher unbekannter Erholungsgebiete: Dies wiederum bremst die Abwanderung aus den Gebirgsgebieten.

Neue Möglichkeiten könnten sich heute auch noch in Hochtälern eröffnen, deren natürliches Einzugsgebiet zwar keine direkte Speicherung rechtfertigt, die aber zu Reservewecken mit Pumpwasser gefüllt würden. Wir müssen uns nämlich bewusst sein, dass trotz der heute noch herrschenden Feindlichkeit gegenüber der Nuklearenergie der zunehmende Energiebedarf (sowie der Ersatz für das allmählich zur Neige gehende Erdöl!) sowohl in der Schweiz als auch in den näher oder ferner liegenden Nachbarstaaten längerfristig mit Kernenergie gedeckt werden muss, was uns dann zwingen wird, die Energie zu einem Preise zu importieren, der von Exportländern diktiert wird. Wir sollten dannzumal in der Lage sein, Überschussenergie günstig einzukaufen und durch Pumpspeicherung zu veredeln, was aber gewisse frühzeitige Vorbereitungen erheischt. Somit ist also auch bei uns die Schaffung weiterer Speicher ins Auge zu fassen.

### 5. Ausblick auf die weltweite Zukunft der Stauanlagen

Abflussregulierung für Bewässerung, Hochwasserschutz und Erzeugung von hydroelektrischer Energie ist weltweit in den Entwicklungsländern ein ebenso dringliches, wahrscheinlich sogar ein noch vorrangigeres Postulat als in den privilegierten Industrieländern. Der Möglichkeiten sind auch noch viele, nur erfordern sie

- oft eine fortschrittliche internationale Zusammenarbeit
- meist grosse bis sehr grosse Investitionen.

Die internationale Zusammenarbeit verlangt von den interessierten Staaten ein grosses Mass an Solidaritätssinn. Der

Oberlieger errichtete Installationen – zum Beispiel Grossspeicher – vor allem auch der tiefer liegenden Flussstrecke zugute kommen und deshalb kostenmässig mitgetragen werden müssen. Man kann sich ferner nicht politisch oder gar mit Waffen bekämpfen, wenn man gemeinsame Wasserprobleme zu lösen hat. Hungerzonen, wo die Menschen immer wieder unter Nahrungsmittelmangel leiden, weil in trockenen Jahren das Bewässerungswasser nicht ausreicht, könnten unter Umständen mit Hilfe von grossräumigen Flussumleitungen zum Verschwinden gebracht werden, ohne dass irgendwelche Unterlieger darunter leiden. Das Investitionsproblem ist äusserst schwierig zu bewältigen, namentlich in Anbetracht der heute herrschenden Verschuldung der meisten Entwicklungsländer.

Eine gewisse Hoffnung könnte freilich darin bestehen, dass die weltweit sich abzeichnende Tendenz zur Verringerung der kriegerischen Rüstung neue Quellen eröffnet, die den Kampf gegen den Hunger – er wird mit wachsender Menschenzahl immer erbitterter! – mit grösserem Erfolg als bisher zu führen erlauben.

Bauten für Wasserregulierung sind im allgemeinen sehr umfangreich und dementsprechend aufwendig. Sie können aber nicht selten in Teilschritten realisiert werden. Dies muss jedoch schon bei der Projektierung berücksichtigt werden.

Kein Teilschritt darf den Gesamtausbau erschweren. Teilausbauten dürfen nicht ein grosszügiges Endziel verunmöglichen. Die aus den ersten Teilschritten resultierenden Einnahmen müssen die weiteren Teilschritte erleichtern und vor allem die insgesamt aufzunehmenden Kreditsummen – und deren Zinsenlast – herabsetzen.

Bauten für Wasserregulierung bedürfen in den meisten Fällen grosser Masseverschiebungen, seien es nun Talsperren aus Beton oder Schüttmaterial, seien es Flussdeiche oder Aushubarbeiten für Kanäle sowie deren Eindämmungen. Die Verbilligung solcher Arbeiten kann neue Möglichkeiten eröffnen.

Bei Sperrerbauten scheint der Rollcrete (=roller compacted concrete), also eine Kombination von Beton und Schüttgut, wegweisend zu sein. Bei Grossaushüben könnte man an Grosssprengungen, unter Umständen mit nuklearer Energieentwicklung, denken. Auch für Abdichtungen von Flusstälern und Kanalsohlen sind eventuell neue Methoden anzuwenden. Sicher trägt auch der Bau von Wasserstollen mit Grossbohrmaschinen zur Verbilligung bei, besonders dann, wenn es gelingt, auf teure Auskleidungen zu verzichten.

## 6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Der Rohstoff Wasser ist in vielen Gegenden der Erde Mangelware. Da Wasser an vielen Orten unregelmässig anfällt, muss sein Abfluss mit Hilfe von Speichern reguliert werden, so dass seine Nutzung dem Bedarf angepasst werden kann. Dies gilt insbesondere für die Bewässerung und die Energieproduktion. Die wirkungsvolle Regulierung dient aber auch der Verhütung von Hochwasserschäden und – dort, wo diese Verkehrs- und Transportart von Interesse ist – der Schifffahrt.

Wirkungsvolle Regulierung erfordert

- möglichst grosse Speicher
- internationale Koordination
- finanzielle Planung bezüglich stufenweisen Ausbaus und rationeller Baumethoden sowie
- Krediterleichterungen für Entwicklungsländer.

Wasserspeicher eignen sich gut als Energiespeicher und dienen somit der Energieveredlung.

Sowohl in industrialisierten Ländern als auch in Entwicklungsgebieten ist noch sehr viel auf dem Gebiete des «water management» zu tun. Überschwemmungskatastrophen und Hungersnöte infolge Wassermangels lassen sich in Zukunft mit Hilfe geeigneter technischer Vorkehrungen in ihrem Ausmass stark verringern, kaum aber ganz verhüten. Eine künftige Energieversorgung mit wesentlich kleinerem Öl-, Kohle- und Gasanteil ist auf der Basis Nuklearenergie und Wasserkraft weltweit realisierbar. Dabei dient die Wasserkraft mit Hilfe von Speichern sowohl der Erzeugung von Primärenergie als auch der Energieveredlung.

Adresse des Verfassers: Dr. Ing. Bernhard Gilg, beratender Ingenieur, Zeisenberg, CH-8911 Rifferswil.

## Die Zukunft gehört den Schutzmassnahmen

Ingo Wulff

*In den Bau von Strassen, Kraftwerken, Kläranlagen, Industriebauten und Bauwerken der öffentlichen Hand sind in den letzten Jahrzehnten grosse Mittel investiert worden. Heute sind jedoch noch grössere Summen nötig, um diese Bauwerke zu unterhalten.*

Die Anfälligkeit und damit die Aufwendungen für den Unterhalt sind nicht bei jeder Bauwerksgruppe gleich hoch. So verlangen heute Kunstbauten im Strassenbau grössere Beiträge pro verbaute Geldeinheit als zum Beispiel Kraftwerksbauten.

Grössere Untersuchungen [1,2] haben gezeigt, dass die jährlichen Korrosionsverluste in den westeuropäischen Industrieländern sowie in den USA etwa 3 bis 4 % des Brutto-sozialproduktes (BSP) ausmachen. Auf die Schweiz – mit einem BSP von etwa 215 Mrd. Franken (1985) bei einer vorsichtig geschätzten Korrosionsrate von etwa 3 % – bezogen, machen diese Verluste einen Betrag von etwa 6,5 Mrd. Franken aus. Zwischen 25 und 40 % dieser Verluste können durch gezielte Korrosionsschutzmassnahmen vermieden werden, durch den zusätzlichen Einsatz eines vernünftigen Kapitals von jährlich etwa 400 bis 500 Mio Franken. Die übrigen 60 bis 75 % der Korrosionsverluste könnten nur durch einen unverhältnismässig hohen Aufwand vermieden werden, was als unwirtschaftlich zu betrachten ist.

Die zusätzlichen 400 bis 500 Mio Franken wären zur Vermeidung von etwa 2 Mrd. Franken für folgende Gebiete einzusetzen:

- Lehre und Forschung
- Forschung auf dem Gebiet der Beschichtungen
- Forschung auf dem Gebiet der Applikation
- Forschung auf dem Gebiet der Oberflächen (Utergründe der Beschichtungen wie mineralische, metallische und organische Werkstoffe)
- Innerbetriebliche Ausbildung
- Baubegleitung (Ausschreibung, Überwachung, Abnahme) [3].

Ein dauerhafter Korrosions- und Bautenschutz ist nur dann gewährleistet, wenn Bauherr, Planer, Applikateur und Materialhersteller die ihnen gestellten Aufgaben erkennen und kooperativ lösen.