

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 62 (1970)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Der Wasserbau: gestern, heute und morgen  
**Autor:** Schnitter, Gerold  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921074>

### 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:** 06.01.2026

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

## MOTOR COLUMBUS AG: BERATUNG ÜBER:

- Kraftwerkgruppe Zervreila: Abdichtung des 44 m hohen Stein-damms am Fuss der Bogensta-mauer  
Beul-Probleme Druckschacht Rothen-brunnen
- Kraftwerk Huinco (Peru): Erddamm Sheque mit Injektions-schleier und Steindamm Huinco
- Kraftwerk Pativilca (Peru): Bauprojekt
- Kraftwerkgruppe Emosson: Bauprojekt; Fundationstechnische Probleme der Staumauer, Ausführung der Bauarbeiten
- Kraftwerk Sidi-Cheho (Marokko): Bauprojekt; Wahl des Talsperren-Typs

Bild 3 (rechts) Staumauer und Stausee Mauvoisin auf 1962 m ü. M., mit 237 m die höchste Bogenstaumauer in der Schweiz

(Photo F. Engesser, Feldmeilen)

Ueber die zahlreichen Veröffentlichungen, welche z. T. auch ausführungstechnische Probleme behandeln, sei auf das Verzeichnis in der SBZ, 83. Jahrgang, Heft 42 vom 21. 10. 1965 verwiesen.

Der vorstehende Beitrag möge ein Zeichen der Würdigung der von Professor Gerold Schnitter geleisteten grossen Ingenieurarbeit auf dem Gebiete der Ausführung und Beratung sein. Er hat uns gezeigt, dass die Grundlage des Berufserfolges nicht nur auf technischen Kenntnissen beruht, sondern in einem noch grösseren Masse auf Charaktereigenschaften wie Verantwortungsbewusstsein, Initiative und Menschenkenntnis.

Seine hohen menschlichen Qualitäten, seine Begeisterungsfähigkeit und sein Verständnis für den jungen Menschen sind uns Beispiel und haben sich trotz seiner rastlosen Tätigkeit in keiner Weise vermindert.

Wir wünschen ihm auch für die Zukunft eine glückliche Fortsetzung seiner fruchtbaren Tätigkeit als Ingenieur und weltweit anerkannter Experte.

Adresse des Verfassers:

Raoul Scheurer, dipl. Ing., Steinbrüchelstrasse 60, 8053 Zürich



## DER WASSERBAU: GESTERN, HEUTE UND MORGEN

Abschiedsvorlesung von Prof. Gerold Schnitter am 18. Februar 1970  
an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich

DK 626/627

Der Wasserbau begleitet den Menschen soweit wir ihn in der aufgezeichneten Geschichte zurück verfolgen. Das Wasser, eines der vier Urelemente: Feuer, Wasser, Luft und Erde, spendet einerseits Leben, andererseits aber bringt es den Tod. Es ist damit ein Sinnbild der Polarität des Menschen und seiner Welt.

Bei den alten Chinesen, den Indern, den Bewohnern des Zweistromlandes, den Völkern des Vorderen Orients und Aegyptens, finden wir bereits den Wasserbau in steter Entwicklung begriffen auf jenen Gebieten, die damals — wie heute und morgen — von hauptsächlichster Bedeutung sind, nämlich: Die Versorgung mit Trink- und Gebrauchswasser für Mensch und Tier und für die verschiedensten menschlichen Tätigkeiten; die Entwässerung versumpfter Gebiete (Meliorationen), die Bewässerung mit und ohne Speicherung zur Fruchtbarmachung des Bodens oder zur Erhöhung seines Ertrages als Nahrungsbasis von Mensch und Tier; der Schutz

gegen Überschwemmungen bei Hochwasser und der Transport von Menschen und Gütern auf Binnenwasserstrassen und dem Meer. Dagegen blieb die Ausnutzung der Wasserkraft noch viele Jahrhunderte hindurch auf sehr einfache, mit ganz schlechtem Wirkungsgrad arbeitende Geräte zum Heben des Wassers beschränkt, wie z. B. die sogenannte «Archimedische» Schraube und das Wasserrad.

Die Griechen und Römer vervollkommennten die von ihnen übernommene Technik des Wasserbaues, insbesondere die Erstellung der Zuleitungskanäle und Leitungen von den Quellfassungen zu den Verbrauchern. Sie bauten Bäder und sorgten für einen gut funktionierenden Abtransport des Schmutzwassers und leisteten im Hafenbau Hervorragendes. Erkenntnismässig beschäftigten sie sich bereits eingehend mit dem Kreislauf des Wassers, der Grundlage der Hydrologie, und Archimedes erkannte die Grundgesetze der Hydrostatik. Die Kunst des Wasserbaues fußte im gan-

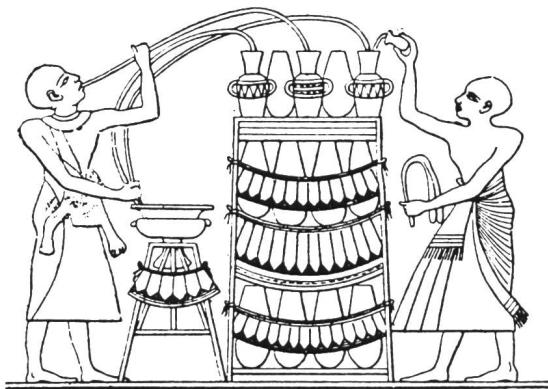


Bild 1 Agyptischer Saugheber

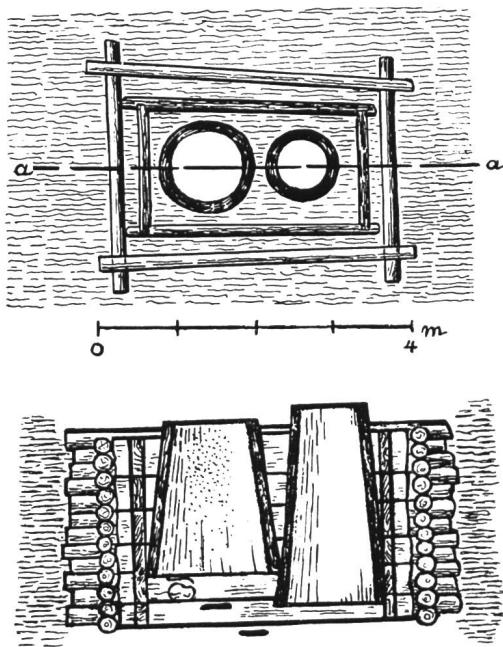


Bild 2 Quellfassung St. Moritz-Bad mit ausgehöhlten Stämmen als Leitungen, mutmasslich Bronzezeit ca. 1000 v. Chr.  
(aus «Technology II»)

zen Altertum auf Erfahrung, handwerklichem Können und intuitivem Erfassen der Naturvorgänge und schöpferischer Gestaltung.

Im Mittelalter bis zur Renaissance geschah nichts wesentlich Neues, im Gegenteil, manche der grossen römischen wasserbaulichen Kunstbauten zerfielen. Mit der Renaissance begannen auch auf dem Gebiete der Hydraulik die ersten experimentellen Untersuchungen: Leonardo da Vinci «Del moto e misura dell'acqua», Galileo Galilei (1564—1642) und verschiedene Zeitgenossen und Nachfolger, wie Evangelista Torricelli (1608—1647).

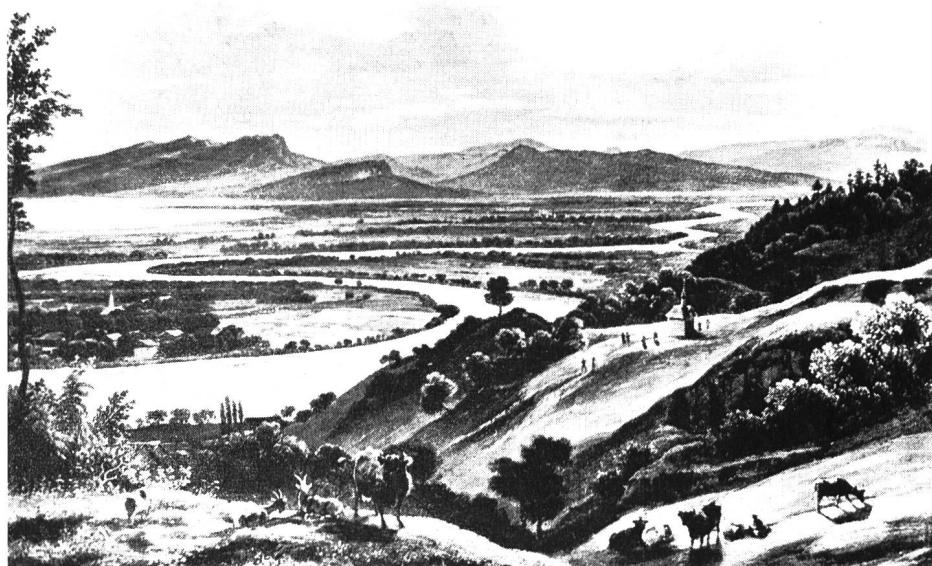
Aber erst die grossen Mathematiker und Schöpfer der Mechanik im siebzehnten Jahrhundert und deren Schüler im folgenden Jahrhundert, schufen die Grundlagen der Hydrodynamik: Leonhard Euler (1707—1783) und Daniel Bernoulli (1700—1782). Damit war der Weg geöffnet auch für die Schaffung einer Hydraulik in unserem Sinne, d. h. der Lehre von der Ruhe und der Bewegung des Wassers im Hinblick auf deren Verwendung in der Technik und gegründet auf Theorie, systematisch durchgeföhrt Versuch und Erfahrung. Von diesem Zeitpunkt an besass der Wasserbauer nun das benötigte wissenschaftliche Instrument, um

die Fliessvorgänge in offenen natürlichen und künstlichen Gerinnen und geschlossenen Leitungen unter Druck zu erforschen, die damit verbundenen Vorgänge wie Erosion eines Flussbettes oder dessen Auflandungen, Transport von Schwerstoffen, Kraftwirkungen auf Einbauten und dergleichen zu berechnen oder wenigstens abschätzen zu können und danach seine Bauwerke zu planen und zu erstellen. Durch Euler waren aber auch die Grundlagen geschaffen worden für die Berechnung der Umwandlung der dem Wasser beim Fliessen von einem höheren auf ein niedrigeres Niveau innenwohnenden potentiellen Energie in mechanische Energie und damit die Konstruktion von Wasserkraftmaschinen wesentlich besserer Bauart, als den bisher benutzten beschaulichen Wasser- und Mühlerrädern; doch dauerte es immerhin noch 100 Jahre, bis 1833 die erste Turbine gebaut wurde.

Vorerst erstreckte sich das Interesse des Wasserbauers auf flussbauliche Aufgaben. Es galt, den häufig wiederkehrenden, Leben und Besitz der Anstösser zerstörenden Überschwemmungen Halt zu gebieten. Der Flussbau strebt die Ordnung eines natürlichen Flusslaufes an durch Schaffung eines vorgezeichneten Bettes zum Schutze gegen Hochwasser, zur Sicherung der Eisabfuhr, zur Gewinnung von Neuland und gegebenenfalls zur Schiffbarmachung. Die Regulierung von Flüssen und Bächen (Wildbachverbauungen) mit ihren notwendigen Eingriffen in die Natur durch Fixierung des Flusslaufes, Dammbauten, Durchstichen, Einbauten, stellen Bauwerke dar, deren Auswirkung sich erst nach vielen Jahrzehnten voll erkennen lassen und die auch heute noch, trotz der angehäuften Erfahrung und den zahlreichen theoretischen und experimentellen Untersuchungen, nur sehr mangelhaft vorausgesagt werden können. Dies um so mehr, als in vielen Fällen durch fremde Eingriffe des Menschen in das Einzugsgebiet eines Flusses, z. B. durch Abholzungen oder Kiesentnahmen, durch Speicherung oder durch Ableiten des Wassers aus dem Flusse, die Voraussetzungen, auf denen eine Flusskorrektion entworfen wurde, geändert werden. Für unser Land von grosser Bedeutung bleibt die durch Johann Konrad Escher von der Linth (1767—1823) in den Jahren 1808 bis 1822 durchgeführte Korrektion der Linth mit der Einleitung derselben in den Walensee und dem fünf Jahre später vollendeten Linth-Kanal zwischen Walensee und Zürichsee. Aus unserer näheren Umgebung muss unter den grossen Flusskorrekturen Europas auf die von 1817—1874 dauernden Arbeiten zur Regulierung des in weiten Mäandern das Elsass hinunterpendelnden Rheins hingewiesen werden. Der Rhein fliest auf einer mächtigen alluvionalen Unterlage, die an einzelnen Stellen mehrere 100 m beträgt. Hochwasser überfluteten oft diese Ebene und zerstörten Siedlungen, die Gegend war stark versumpft und ungesund. Die ersten Arbeiten, verbunden mit dem Namen des unermüdlichen Johann Gottfried Tulla (1770—1828), umfassten die Begradigung des Rheinlaufes durch Verkürzung desselben um 14 % und den Bau von Hochwasserdämmen (Rheinkorrektion). Anschliessend folgte die eigentliche «Regulierung» durch die Erstellung von Buhnen. Doch bald wurde beobachtet, dass die Laufverkürzung eine bedrohliche Erosion der Rheinsohle zur Folge hatte, deren Behebung erneut grosse wasserbauliche Probleme schuf, die erst in diesem Jahrhundert teilweise gelöst werden konnten, teilweise noch ihrer Lösung harren.

Auch weitere grössere oder kleinere Fluss- und Wildbachkorrekturen unseres Landes, die wir Heutigen als selbstverständliche Naturgegebenheiten hinnnehmen, die aber seinerzeit viel Wagemut und Kühnheit der Erbauer erforderten, wären hier zu erwähnen. Doch ein Hinweis auf eine der bedeutsamsten, die I. Juragewässer-

Bild 3  
Rheinlauf bei Rheineck nach  
einem alten Stich  
(aus «Terra Grischuna» Nr. 5, 1967)



Korrektion, soll diesen Abschnitt beschliessen. Am 17. August 1878 floss das Wasser der Aare erstmals in der neueren Geschichte in den Bielersee. Das für das Seeland bedeutungsvolle Werk der Initianten, Dr. Johann Rudolf Schneider und des Ingenieurs Richard La Nicca, war beendet. Die Sumpfgebiete des Grossen Mooses und des Aaretals waren entwässert, die Aare entlädt ihre Geschiebefracht in den Bielersee; die Broye und die Zihl waren als Verbindungen der Seen grösser und gestreckter ausgebaut und der Abfluss der Aare aus dem Bielersee durch den Nidau-Büren-Kanal verbessert worden. Die zurzeit ihrem Ende entgegengehenden Arbeiten der II. Juragewässer-Korrektion vervollständigen und verbessern das grosse Werk, bestimmt die Hochwassergefahr in der betroffenen Region nach menschlichem Ermessen auf ewig zu bannen und die Niederwasserführung zu verbessern.

Neben dem Oberflächenwasser ist das im Untergrund sich sammelnde zusammenhängende, der Schwerkraft unterworfen Grundwasser als Spender von Wasser in

Form von Quellen und Brunnen für den Menschen von ganz besonderer Bedeutung. Erst Henry Philibert Gaspard Darcy (1803—1858) stellte, als Stadtgenieur von Dijon und verantwortlich für die Trinkwasserversorgung seiner Stadt, in seiner Abhandlung vom Jahre 1856 «Les fontaines publiques de la ville de Dijon» das heute nach ihm benannte Fließgesetz auf: einer Flüssigkeit in einem porösen Medium. Ursprünglich nur für Wasser gedacht, wird dieses Gesetz in erweiterter Form heute auch für jede andere Flüssigkeit benutzt unter Beachtung derer spezifischen physikalischen Eigenschaften, wie Zähigkeit und Dichte, und gestattet z. B. auch die Untersuchung der Bewegung von Mineralölen im Untergrund, eine Fragestellung, die heute im Zeichen der Gefahr der Verschmutzung unserer Grundwässer durch einsickernde Mineralöle sehr akut geworden ist.

Wenn bis anhin schon das Experiment bei den meisten Hydraulikern die Quelle der Erkenntnis bildete zur Erforschung der näheren physikalischen Gesetzmässigkeiten, da



Bild 4  
Hochwasser vom  
22. August 1954 in der  
Sarganser Ebene  
(Photo Rheinbauleitung  
Rorschach)

nämlich bald erkannt worden war, dass die mathematische Behandlung hydraulischer Probleme allein nicht genügen konnte, so wurde der systematisch auf den Gesetzen der geometrischen und mechanischen Ähnlichkeit aufgebaute **hydraulische Modellversuch** doch erst durch Hubert Engels (1854—1945) an der Hochschule Dresden im Bau des ersten Flussbau-Laboratoriums im Jahre 1898 verwirklicht. Es waren flussbauliche Aufgaben, die Engels zum hydraulischen Modellversuch im heutigen Sinne führten. Seinem Beispiel folgten bald weitere technische Hochschulen, öffentliche Verwaltungen und Private und auch unsere ETH 1930. Der hydraulische Modellversuch ist heute das unentbehrliche Hilfsmittel des Wasserbauers, ohne welches er in vielen Fällen nicht im Stande wäre, seine Bauwerke zu disponieren, im einzelnen zu gestalten und in der Natur zu verwirklichen.

Aehnliche Aufgaben, wie sie seinerzeit Engels behandelte hatte, traten bei uns im Rheintal auf. Der Rhein floss im letzten Jahrhundert in grossen Mäandern dem Bodensee zu, häufige Ueberschwemmungen bedrohten die Siedlungen. Dem Rhein wurde eine neue Mündung geschaffen, doch die Ueberschwemmung von 1927 rief nach weitergehenden Massnahmen. Dank des neuen Arbeitsinstrumentes, dem hydraulischen Modellversuch, gelang es Prof. Eugen Meyer-Peter und seinen Mitarbeitern an der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau (VAWE), die wissenschaftlichen Grundlagen zu schaffen für die Projektierung einer Rheinkorrektion, die nach ihrer Vollendung die Siedlungen definitiv vor Ueberschwemmungen schützt.

Mit den grundlegenden Erkenntnissen Isaac Newtons (1642—1727), seiner Zeitgenossen und Nachfolger, war aber nicht nur auf dem bescheidenen Teilgebiet der Hydrodynamik der Ansporn zu weiteren Entdeckungen geschaffen worden, sondern es war der Startschuss erfolgt zu einer industriellen Entwicklung ohnegleichen, die wir miterleben, alle in Unkenntnis dessen, wohin uns die Unersättlichkeit des abendländischen Menschen noch führen wird. Ein sprechendes Mass für die Abschätzung dieser in-

dustriellen Entwicklung ist der **B e d a r f a n E n e r g i e**. Ursprünglich und während vieler Jahrtausende, bis in das achtzehnte Jahrhundert, bestritt praktisch die menschliche und tierische Arbeitskraft die notwendige Energie. Wird diese in kWh ausgedrückt und wird die menschliche Arbeit pro Jahr mit 100 kWh angesetzt, so wird geschätzt, dass der Energieverbrauch in Europa pro Kopf der Bevölkerung im Jahre 1860 ca. 1000 kWh, zurzeit etwa 20 000 kWh (in der Schweiz bereits 25 000 kWh) und im Jahre 2000 etwa 100 000 bis 150 000 kWh betragen wird. Bei dieser gewaltigen Zunahme des Energiebedarfes in den letzten 100 Jahren und in noch vermehrtem Masse in der Zukunft, stellte sich und stellt sich die bange Frage nach der Deckung dieses Bedarfs. An natürlichen Energieträgern waren damals vorhanden: Holz, Kohle und Wasser. Kein Wunder, dass überall dort, wo die Energie des Wassers potentiell vorhanden war, zu deren Ausnutzung geschritten wurde, dies um so mehr, als durch den Bau von Turbinen die Umwandlung von hydraulisch disponibler Energie in mechanisch verwertbare ermöglicht worden war. Doch zur vollen wirtschaftlichen Ausnutzung fehlte ein letztes Glied: der Transport der Energie mit Seilen, Ketten und dergleichen war zu schwerfällig und nur auf kurze Entfernung möglich (siehe in der Schweiz das erste Kraftwerk bei Schaffhausen / Neuhausen). Erst die Möglichkeit, elektrische Leistung auf grössere Entfernungen zu transportieren, was 1881 von Lauffen nach Frankfurt erstmals gelang, erbrachte den grossen Durchbruch. Von nun an war es möglich, am technisch günstigsten Ort Energie zu erzeugen und durch Uebertragungs-Leitungen dem Verbraucher zuzuführen. Kraftwerke schlossen sich technisch zusammen, vorerst innerhalb bestimmter Ggenden, dann innerhalb eines Landes und heute interkontinental. So weiss der Verbraucher in Zürich z. B. nie genau, wenn er eine Lampe einschaltet, wo die Energie, die seine Lampe zum Leuchten bringt, eigentlich erzeugt wird: im Kraftwerk Siebnen im Kt. Schwyz, im Haslital, in einer thermischen Anlage im Ruhrgebiet, in Holland, in einem Pumpspeicherwerk eines unserer Nachbarländer?



Bild 5  
Zweite Juragewässer-  
korrektion;  
Nidau-Bürenkanal,  
Baggerarbeiten zur  
Vertiefung des Kanal-  
profils (Photo II. JGK)

Bild 6

Staumauer Gries, eine 60 m hohe, leicht gekrümmte Gewichtsmauer, die am Fuss des Griesgletschers im oberen Aeginental auf 2387 m ü. M. den höchstgelegenen Speichersee der Schweiz aufstaut.



Dem Wasserbau öffnete der Bau von Wasserkraftanlagen ein ganz neues, besonders reizvolles und mit der Natur verbundenes Gebiet. Für unser Land insbesondere, ohne Kohlen- und Rohölvorkommen von Bedeutung, war die hydraulisch verfügbare Energie neben Holz der einzige mögliche einheimische Energieträger. Die Bedeutung, welche die hydro-elektrische Energie für unser Land während des letzten Krieges hatte, als sie immerhin 50 % des Landes-Energieverbrauches deckte, ist uns Aeltern noch gegenwärtig.

Der Bau von Wasserkraftanlagen setzte im letzten Dezennium des vorigen Jahrhunderts mit den ersten Niederdrukanlagen an grösseren Flüssen, wie z. B. bei uns am Rhein (Kraftwerk Rheinfelden) und an der Aare ein. Es wur-

den von den Erbauern die technisch günstigsten Gefällestufen innerhalb eines Fluss-Systems herausgepickt und, mit grosser Unbekümmertheit um andere Belange, die wirtschaftlich am günstigsten erachtete Lösung verwirklicht. Den ersten Niederdrukanlagen folgten bald die ersten Hochdruckanlagen im Gebirge. Die Notwendigkeit, das mit der Zeit stark schwankende natürliche Wasserdargebot dem innerhalb eines Tages, einer Arbeitswoche, eines Jahres stark schwankenden Energieverbrauch anzupassen und die Unmöglichkeit, elektrische Energie in grösseren Mengen zu speichern, führte in den Jahren nach dem Ersten Weltkriege zum Bau von Speicherwerken. Natürliche Seen, gegebenenfalls um einige Meter aufgestaut, und künstlich erstellte, durch Talsperren abgeschlossene Staubecken, erlaubten,

Bild 7

Bogentalsperre Zeuzier, 156 m hoch, auf 1777 m ü. M. an der Lienne im Kanton Wallis

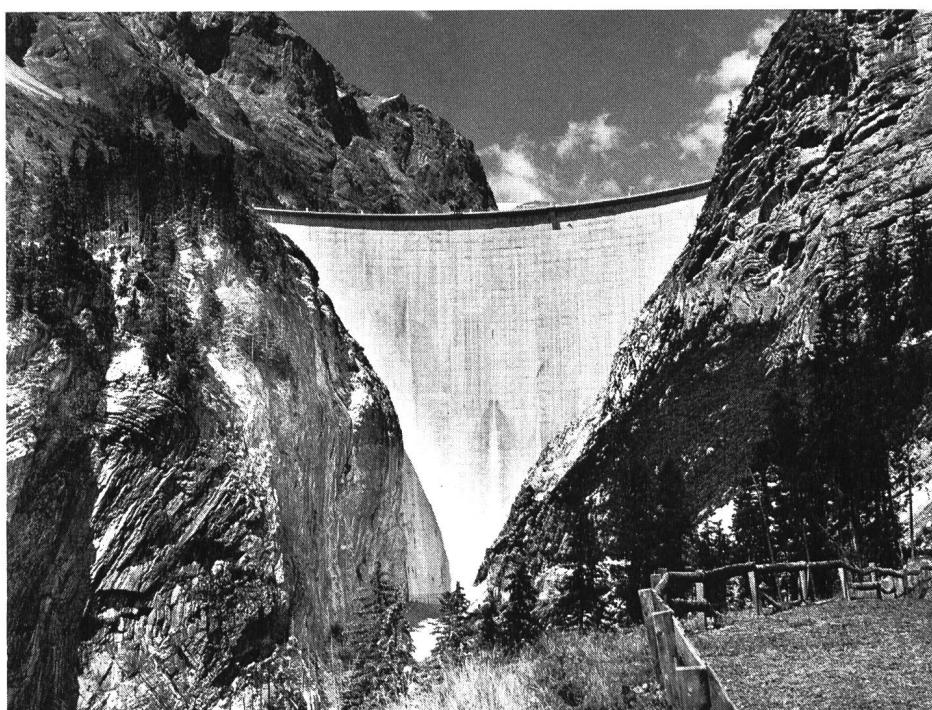




Bild 9  
Steindamm Göscheneralp im Gotschental mit 155 m Höhe,  
540 m Länge und 9,3 Mio m<sup>3</sup> Inhalt der  
höchste Staudamm der Schweiz

die während der Regenzeit und der Schneeschmelze anfallenden Wassermengen — bei uns die Sommerzuflüsse — aufzuspeichern und in Zeiten des grösseren Energiebedarfes — bei uns im Winter — den Turbinen zuzuführen. Bald wurde auch das Interesse am Pumpbetrieb vereinzelt erkannt. Durch Zupumpen von Fremdwasser sollten günstig gelegene und reichlich bemessene Staubecken Zuschüsse an Fremdwasser zum Eigenwasser erhalten. Hie und da tauchte auch schon in jenen Jahren zwischen den beiden Weltkriegen der Gedanke auf, durch Pumpen während Schwachlaststunden mit billiger Energie, Energie für Stunden erhöhten Bedarfs bereitzustellen, **Umwälzbetrieb oder Veredelung der Energie**. Insbesondere nach dem letzten Weltkrieg setzte allgemein, dank der steigenden Nachfrage nach Energie, ein Anwachsen des Baues von Wasserkraftanlagen ein. Schon sehr bald nach dem Bau

der ersten Einzelwerke wurde die Notwendigkeit einer umfassenderen, rechtzeitigen Planung des Ausbaues einer ganzen Flussstrecke erkannt, durch stufenweisen und zeitlich gestaffelten Ausbau derselben unter möglichster Beachtung auch anderer wasserwirtschaftlicher Belange.

Erinnert sei an den Ausbauplan des Hochrheins, der bereits 1920 in seinen Hauptzügen festgelegt wurde und an das immer noch grossartigste Beispiel dieser Art, den Ausbau des Tennessee Valley in den Südstaaten der USA, mit der mehrfachen Zielsetzung: Flussregulierung, Hochwasserschutz, Bewässerung und Energieerzeugung, das Musterbeispiel für zahlreiche in verschiedenen Kontinenten ausgeführte und projektierte Mehrzweckanlagen. Nur ein kurzer Hinweis soll hier an die technisch erstmalige Ausnutzung der **Energie der Gezeiten** im Kraftwerk an der Rance in Frankreich erinnern.

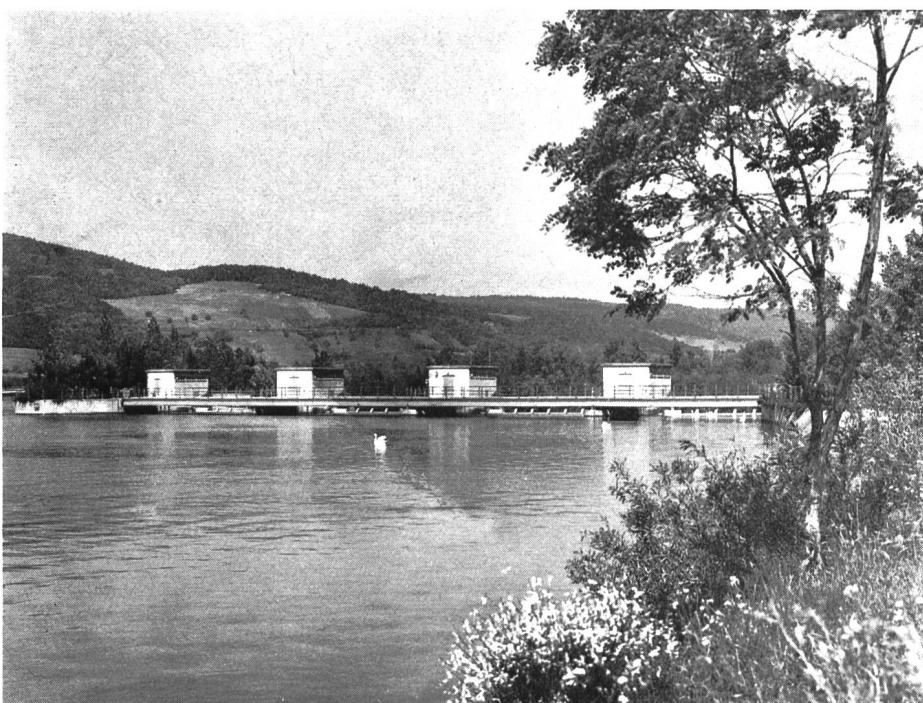
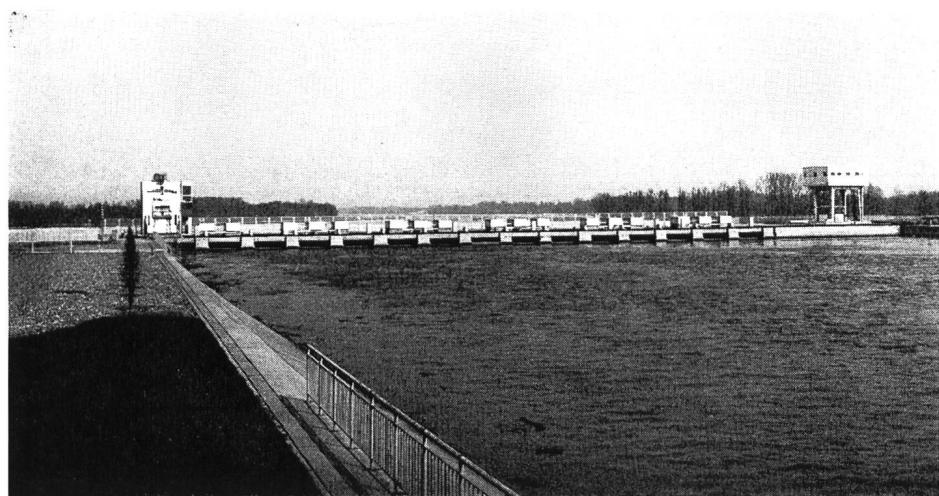


Bild 9  
Kraftwerk Wildegg-Brugg an der  
Aare; Wehr vom Oberwasser  
gesehen

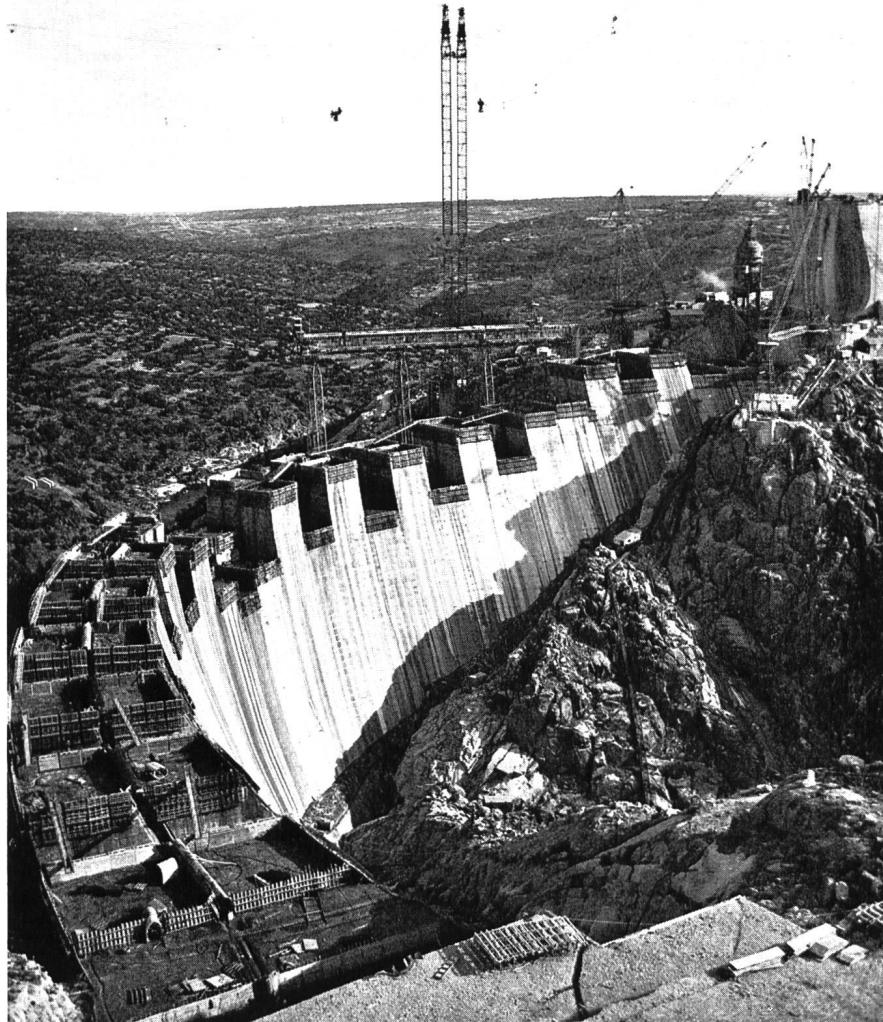
Bild 10  
Kraftwerk Gerstheim der EDF am  
Rhein oberhalb Strassburg,  
mit den grössten bisher gebauten  
Rohrturbinen (234 m<sup>3</sup>/s pro  
Turbine)



Die immer weiter getriebene Industrialisierung hatte aber auf dem hier interessierenden Gebiete noch ganz andere Wirkungen. Einerseits nahm der Wasserbedarf gewaltig zu und zwar in zweifacher Hinsicht: einmal wegen der stark ansteigenden Bevölkerungszahl und dann wegen des starken pro-Kopf-Anstieges des Verbrauchs. Andererseits führte dieser gewaltige Anstieg des Verbrauchs zu einem nicht minder gewaltigen und in seinen Auswirkungen gefährlichen Problem, der Abwasserbeseitigung oder besser gesagt, der Abwasserreinigung. Die nicht nur als Gespenst, sondern uns allen als wirkliche Gefahr drohende Gewässerverschmutzung, des Oberflächen- und des unterirdischen Wassers, wurde in der Euphorie der vorwärts drängenden Bedürfnisse anderer Art zu lange missachtet, sie steht heute aber zu Recht im Mittelpunkt des Interesses. Damit hat für den Wasserbauer seit einigen Jahren eine neue Phase in seiner Tätigkeit begonnen.

Die Wasservorräte der Erde sind schätzungsweise bekannt. Dem Kreislauf des Wassers entsprechend sind sie nicht vermehrbar. Es dürfte dem Menschen gelingen, in der Zukunft den Anteil an von ihm benutzbarem Süßwasser zu erhöhen, z. B. durch Meerwasserentsalzung,

Bild 11  
Bogenstaumauer Almendra für das  
Kraftwerk Villarino am Rio Tormes  
in Spanien, 202 m hoch, 567 m  
Kronenlänge  
(aus SVW-Verbandsschrift Nr. 42  
1970)



aber im grossen und ganzen muss er mit dem Vorhandenen rechnen. Nicht verwunderlich sind deshalb die zahlreichen Aufrufe verschiedenartigster Institutionen, die zur Bewirtschaftung des Wassers auffordern. So z. B. der vom letzten Präsidenten der USA, L. B. Johnson, 1967 nach Madison einberufene Mammutkongress «Water for Peace» oder die «Wasser-Charta» des Ministerkomitees des Europarates vom 6. Mai 1968, welche mit dem pathetischen Satz beginnt: «Ohne Wasser gibt es kein Leben, Wasser ist deshalb ein kostbares, für den Menschen unentbehrliches Gut.» Der Dichter Pindar aus Theben (ca. 518—416 v. Chr.) sprach vor ca. 2500 Jahren: «Das Beste ist das Wasser.»

Für den Techniker heisst dies: jede wasserbauliche Anlage muss in die allgemeine Wasserwirtschaftsplanning, in eine Rahmenplanung, eingebaut sein. Die teils sich widerstreitenden, konkurrenzierenden Interessen am Wasser (siehe W. Trüb in «Wasser- und Energiewirtschaft» Nr. 11/1969) müssen gegeneinander und untereinander, unter Beachtung ihrer Gewichtung im Interesse der ganzen Bevölkerung und auf längere Sicht gesehen, abgewogen werden. Die Grundlage bildet die Hydrologie des Oberflächen- und des unterirdischen Wassers, wobei in unserem Lande der Abfluss aus den vergletscherten Gebieten zu beachten ist.

Der Siedlungswasserbau sorgt für die Beschaffung von Trink- und Gebrauchswasser einerseits und die Abwasserbehandlung andererseits. Der Kulturtchnische Wasserbau pflegt die Belange der Entwässerung versumpfter Gebiete, d. h. die Kulturlanderhaltung und vor allem die Bewässerung von Kulturland. Die Erhöhung des Ertrages an landwirtschaftlichen Produkten ist, neben dessen zweckmässiger und vernünftiger Verteilung, das einzige Mittel — wenigstens vorderhand — um die riesigen Massen an unterernährten Menschen mit Nahrung zu versorgen. Eng damit verbunden ist der Hochwasserschutz, denn beide verlangen die Erstellung künstlicher Wasserspeicher, was auch, teilweise wenigstens, für die Beschaffung von Trink- und Brauchwasser gilt (siehe z. B. Ruhrgebiet). Mit dem Hochwasserschutz sind oft verbunden Flussregulierungen und Wildbachverbauungen, Schutz der Küsten und die Neu-

landgewinnung an den Meeren. In diesem Zusammenhang sei erinnert an den gigantischen Kampf der Niederländer gegen das sie bedrohende Meer, geführt mit der gleichen Zähigkeit und Unerbittlichkeit wie jener seinerzeit gegen die spanischen Unterdrücker. Die Landgewinnung durch die teilweise Trockenlegung der Zuidersee und die laufenden Bauten des Delta-Planes gehören zu den bemerkenswertesten Wasserbauten unseres Jahrhunderts. Auch der Bau von Wasserkraftanlagen ist, trotz vielen gegenteiligen Behauptungen, noch lange nicht erschöpft. Riesige Vorräte an hydraulischer Energie liegen — weltweit gesehen — noch brach und können heute noch wirtschaftlicher als im Atomkraftwerk elektrische Energie liefern. Aber selbst in unserem Lande wird der Bau von Speicher- und Pumpspeicherwerken weitergehen resp. beginnen, wie dies bei unseren Nachbarn bereits in grossem Ausmasse geschieht. Schliesslich darf der Ausbau der Binnengewässerstrassen mit seinen Hafenanlagen und der Bau von Seehäfen nicht unerwähnt bleiben. In West- und Osteuropa, wie in den anderen industriell hochentwickelten Ländern der Erde, wird der Ausbau der Binnenschifffahrt mächtig gefördert; ein Blick auf die Tätigkeit auf diesem Gebiete in unseren Nachbarländern wie z. B. in Frankreich, Belgien, Deutschland und Oesterreich, genügt als Beweis.

Es wurde versucht, in wenigen Strichen ein Bild zu zeichnen von den mannigfaltigen Aufgaben im Wasserbau. Den Studenten sollte gezeigt werden, welch interessante und eines Bauingenieurs würdige Bauwerke dabei der schöpferischen Gestaltung und Verwirklichung harren. Unsere Schweizer Ingenieure und Unternehmer verfügen, dank der jahrzehntelangen Beschäftigung im Bau von Wasserkraftanlagen und im Flussbau, über die nötige Erfahrung, gleichgültig wo und wann es nötig ist, sich für die erfolgreiche Durchführung solcher Bauten einzusetzen. Voraussetzung dafür auf längere Sicht ist aber die Einsatzfreudigkeit unserer jungen Leute und die Ermöglichung einer guten Ausbildung in Lehre und Forschung an unseren technischen Hochschulen durch die dafür Verantwortlichen. Dass dem auch in Zukunft so sei, ist der einzige Wunsch eines scheidenden Lehrers!

## M I T T E I L U N G E N V E R S C H I E D E N E R A R T

### WASSERKRAFTNUTZUNG, ENERGIEWIRTSCHAFT

#### Endausbau des Pumpspeicherwerks Vianden

An der deutsch-luxemburgischen Grenze wurde in den Jahren 1959 bis 1962 das Pumpspeicherwerk Vianden der Société Electrique de l'Our S. A.<sup>1)</sup> (Luxemburg) erstellt. Das Pumpspeicher-Kraftwerk besitzt zwei Staubecken gleichen Inhalts. Der Nutzinhalt der Becken beträgt heute 5,8 Mio m<sup>3</sup>. Das Kraftwerk ist hiermit für einen Tagesumwälzbetrieb für 4½ Stunden Generatorbetrieb und 8 Stunden Pumpbetrieb ausgelegt. Während der Schwachlastzeiten, hauptsächlich nachts, wird die in den thermischen Kraftwerken erzeugte Ueberschussenergie in Form von Wasser aufgespeichert, um tagsüber in hochwertigen Spitzenstrom umgewandelt zu werden.

Seit der Zeitspanne der Projektierung von Vianden I — etwa in den Jahren von 1956 bis 1960 — haben sich die Bedingungen des Netzes stark verändert. Die täglich verfügbare Pumpzeit hat sich seither von 8 auf etwa 6,5 Stunden verringert, vor allem durch das Zunehmen der Fernsehgeräte und die dadurch verursachte Verschiebung der Abendspitze. Da diese Entwicklung

<sup>1)</sup> siehe WEW 1962, S. 150/155, S. 401/402

bereits bei der Inbetriebnahme der ersten Maschine im Jahre 1962 sichtbar war, wurde schon damals eine Vergrösserung der Anlage durch den Einbau eines zehnten Maschinensatzes erworben; weil jedoch die schon weit fortgeschrittenen Bauarbeiten eine Erweiterung der jetzigen Kaverne nicht mehr gestatteten, wurde die Errichtung eines räumlich getrennten Kraftwerkes geplant.

Im jetzigen Kraftwerk Vianden I sind neun konventionelle Pumpspeichersätze mit horizontalen Wellen aufgestellt, deren Einheitsleistung im Generatorbetrieb 100 MW und im Pumpbetrieb 70 MW beträgt. Angesichts der guten Felsqualität konnte das Maschinengehäuse als Kaverne gebaut werden und zwar an der Stelle, wo die Entfernung der beiden Becken am kürzesten ist. Zwei stahlgepanzerte Druckschächte von 480 und 680 m Länge verbinden das Kraftwerk mit den Oberbecken.

Die Société Electrique de l'Our S. A. (Luxemburg) hat nun beschlossen, die Leistung des Pumpspeicherwerkes durch den Bau einer zusätzlichen Pumpturbine in einem Schachtkraftwerk, etwa 2 km vom jetzigen Kraftwerk entfernt, von 900 auf 1100 MW zu erhöhen. Im Gegensatz zum Kraftwerk Vianden I wird der neue Maschinensatz mit seinen Hilfseinrichtungen in einem zylinder-