

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 31 (1939)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Die Wasserkraft an der Schweizerischen Landesausstellung 1939 in Zürich  
**Autor:** Krause, O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-922203>

### **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:** 15.03.2025

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

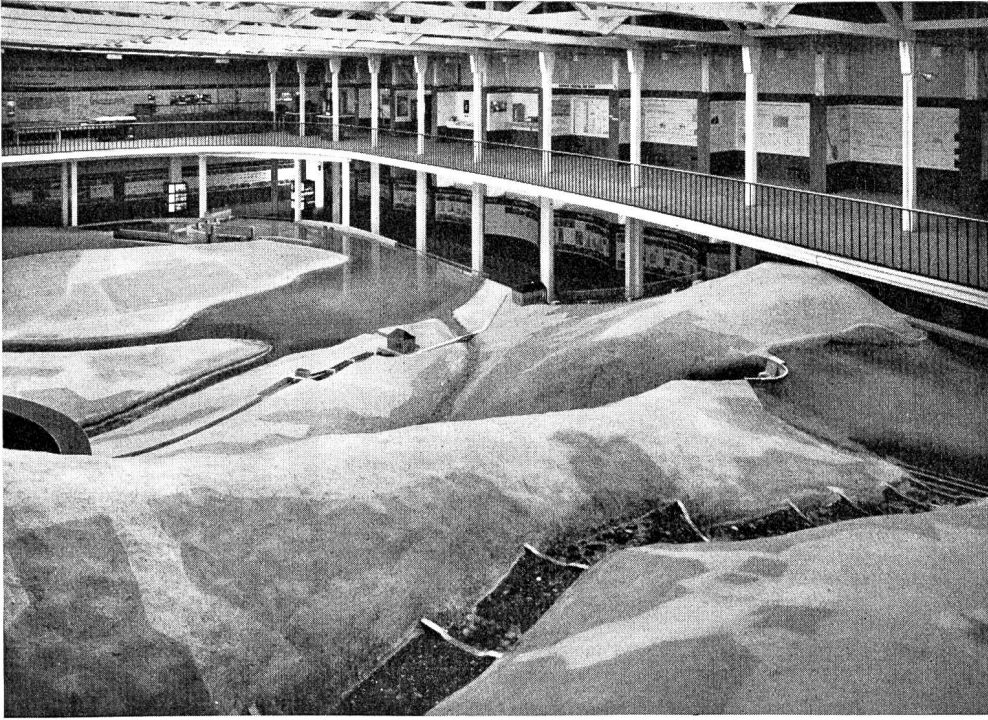


Abb. 1 Das Wasserbaumodell an der Schweizerischen Landesausstellung 1939 in Zürich. Gesamtansicht. Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H.

## Die Wasserkraft an der Schweizerischen Landesausstellung 1939 in Zürich

Von Obering. O. Krause, Pfäffikon (Schwyz)

Die Ausstellung der schweizerischen Wasserkraft bietet so viel Interessantes, dass es sich wohl lohnt, einiges davon festzuhalten, soweit nicht schon Publikationen darüber vorliegen.

Die im Modell (Abb. 1-7) dargestellten Hoch-, Mittel- und Niederdruck-Wasserkraftwerke zeigen die den Wasserbauingenieur beschäftigenden Probleme: die Wassermenge und deren Verteilung auf Sommer und Winter, die Geschiebeführung, die Deltabildung, die Verbauung der Wildbäche und Flüsse, die eigentlichen Werkanlagen und das Zusammenarbeiten der Wasserwerke im Sommer und Winter. Am Modell der Hochdruckanlage interessieren vor allem die im Schnitt sichtbare Wasserführung des Stollens und die Funktionen des Wasserschlosses. Bei plötzlichem Anlassen oder Abstellen der Turbinen kann der Verlauf des Wasserspiegels im Wasserschloss verfolgt

werden. Durch eingehängte rote Fähnchen im Stollen wird die Fließrichtung erkennbar und der Verlauf der Druckschwankungen in der Druckleitung wird durch Lichtsignale kenntlich gemacht. Beim Mitteldruckwerk ist die Wasserfassung zu beachten.

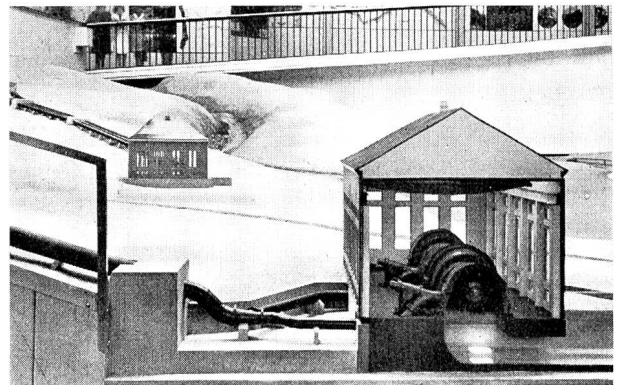


Abb. 3 Das Wasserbaumodell. Schnitt durch das Maschinenhaus der Hochdruckanlage. Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H.

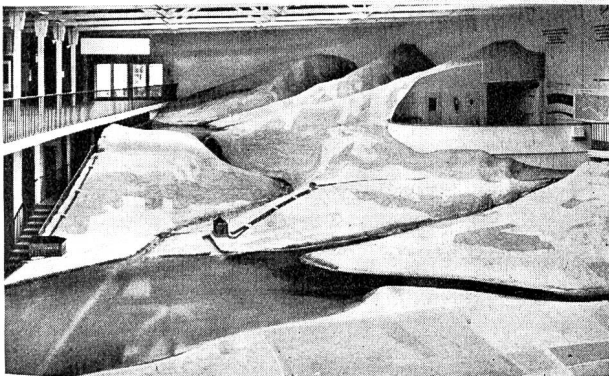


Abb. 2 Das Wasserbaumodell. Hochdruck- und Mitteldruckanlage. Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H.

Die Anordnung einer Scheidewand zwischen Bach und Einlauf bewirkt in Verbindung mit einem kleinen Rückstau einen geschiebefreien Einlauf zum Werkkanal. Das Stauwehr der Niederdruckanlage ist mit einer Schifffahrtsschleuse verbunden. Leuchtende Röhren an der Wand erläutern das Zusammenarbeiten der drei Werke im Sommer und im Winter. Jede leuchtende Röhre stellt eine im Betrieb befindliche Maschineneinheit der betreffenden Anlage dar.

Alle im Modell erkennbaren Probleme sind in Zeichnungen und Photographien längs den Wänden



Abb. 4 Das Wasserbaumodell. Staumauer der Hochdruckanlage. Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H.

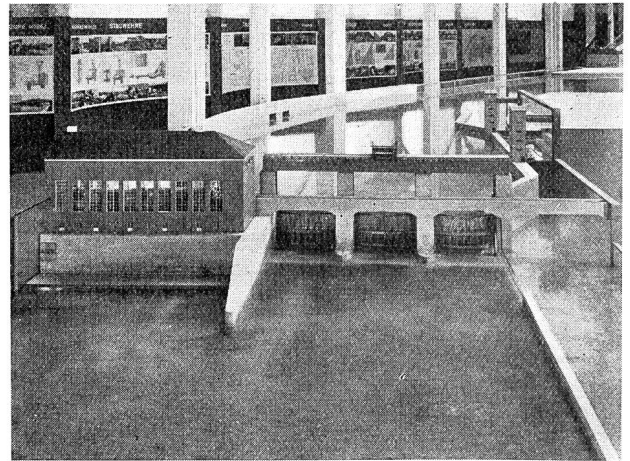


Abb. 6 Das Wasserbaumodell. Wehr und Maschinenhaus der Niederdruckanlage. Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H.

im Detail behandelt. Der *Regenkarte* entnehmen wir, wie die Niederschläge mit der Höhe über Meer zunehmen. So weist das Wallis im Mittel eine Niederschlagshöhe von 60 cm auf, der Claridenfirn dagegen von 342 cm (Zürich 104 cm).

Die *Gletscher* sind — nach einer letzten Vorstossperiode in den Jahren 1909 bis 1926 — im Schwinden begriffen.

Einer Karte des *schweizerischen Pegelnetzes* entnehmen wir, dass zurzeit vom Amt für Wasserwirtschaft 100 Abflussmengenstationen und 156 Wasserstandstationen gepflegt werden, und dass an weiteren 157 Abflussmengenstationen und 399 Wasserstandstationen heute keine Beobachtungen mehr gemacht werden.

Aus einer Darstellung des *Abflussregimes* unserer Gewässer ist unter anderem ersichtlich, dass das Verhältnis von der maximalen zur minimalen Abfluss-

menge von 10 beim Ausfluss aus dem Bodensee auf 650 beim Abfluss des Aletschgletschers steigt.

Der Vergleich der Verschiedenartigkeit der *Abflussregime in den Alpen, im Mittelland und im Jura* ergibt einen starken Abfluss im Sommer in den Alpen, während im Mittelland und im Jura der Abfluss

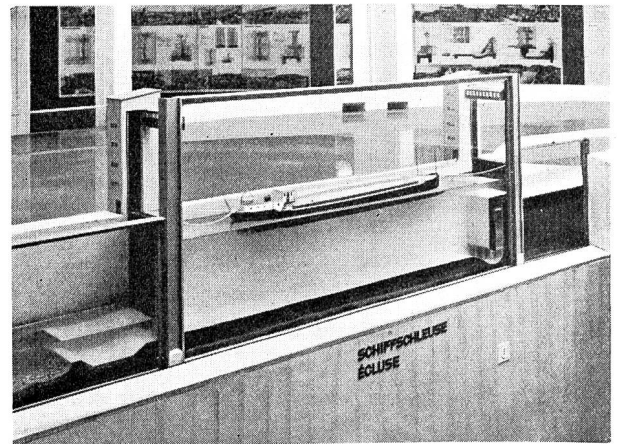


Abb. 7 Das Wasserbaumodell. Schnitt durch die Schifffahrtsschleuse. Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H.

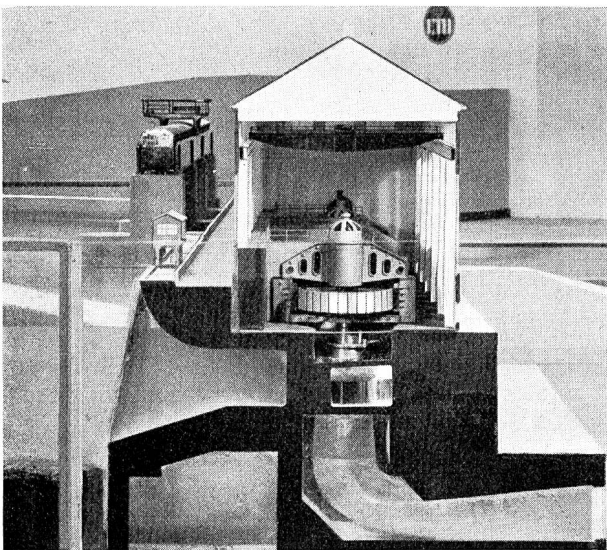


Abb. 5 Das Wasserbaumodell. Schnitt durch das Maschinenhaus der Niederdruckanlage. Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H.

gleichmässiger über das ganze Jahr verteilt ist. Die zum Vergleich herangezogenen Stationen Gsteiglütschine, Neftenbach - Töss, Champ - du - Moulin-Areuse weisen ungefähr gleich grosse Einzugsgebiete auf, so dass sie miteinander verglichen werden dürfen.

Das Hochwasser vom 8./9. November 1936 zeigt bei dem durch *bewaldetes Gebiet* fließenden Sperbelgraben eine Abflussmenge von 400 l/sec km<sup>2</sup>, während der Rappengraben aus schwach bewaldetem Gebiet bei gleicher Niederschlagsmenge einen Abfluss von 700 l/sec km<sup>2</sup> aufweist. Diagramme über den Verlauf der Temperatur im Aletschwald und über den Abfluss des Aletschgletschers an zwei schö-

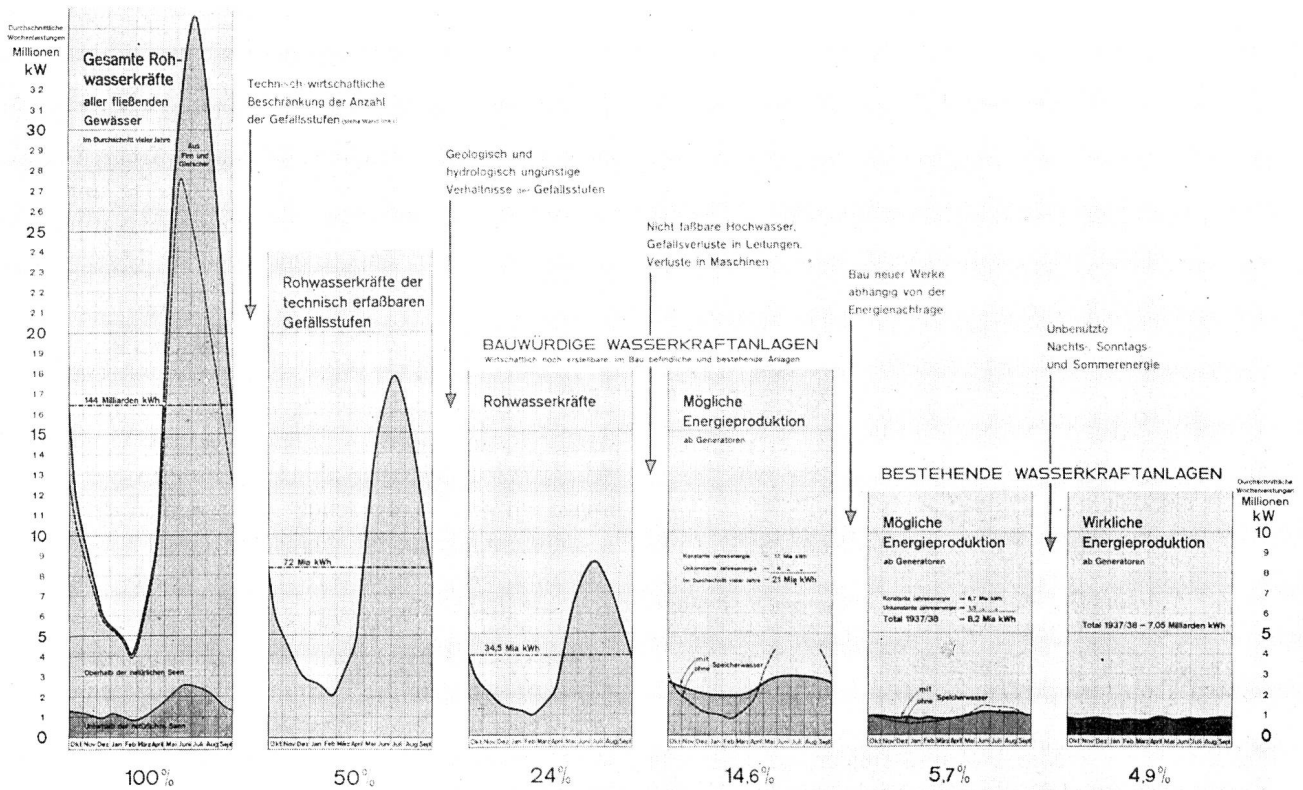


Abb 8 Die Schweizerischen Wasserkräfte und ihre Ausnutzung. Darstellung des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft an der Schweizerischen Landesausstellung 1939 in Zürich.

nen Sommertagen zeigen, wie der Gletscherabfluss proportional der Temperatur folgt. Bei wenig Niederschlag und hohem Grundwasserstand wird die Töss durch das Grundwasser gespeisen. Bei tiefem Grundwasserstand und viel Niederschlag wird das Grundwasserbecken gefüllt, dadurch entsteht ein kleiner Wasserstand in der Töss. Fallen grosse Niederschläge mit hohem Grundwasserstand zusammen, entsteht Hochwasser in der Töss.

Die ausgleichende segensreiche Wirkung der Seen macht sich einmal darin geltend, dass die Schwankung in der Wasserführung der Flüsse verringert wird. Während sich die maximalen Zuflüsse des Bodensees zu den minimalen wie 150 : 1 verhalten, ist beim Abfluss aus diesem See das Verhältnis auf 10 : 1 gesunken. Die Ueberschwemmungsgefahr ist aus diesem Grund unterhalb der Seen geringer; deshalb konnten grössere Ansiedlungen an den Fluss gebaut werden, während diese oberhalb des Sees möglichst vom Flusse entfernt, an Berglehnen errichtet wurden. Die Energieproduktion der Kraftwerke unterhalb des Bodensees wäre bedeutend kleiner, wenn die Zuflussmenge zum See ohne Rückhaltung wieder ausfliessen würde. Die Geschiebe- und Schwebstoffablagerung in den Seen als Folge der Korrektur der Linth, Kander und der Aare bildete die sichere Grundlage für die erfolgreiche Korrektur dieser Gewässer. Diagramme über den Verlauf der Tem-

peratur in der Luft und im Wasser zeigen, wie die Seen im Sommer aus der Luft Wärme aufnehmen und sie im Winter wieder an die Luft abgeben.

Eine neuartige Darstellung der schweizerischen Wasserkräfte und ihre Ausnutzung ermöglicht einen interessanten Einblick in den heutigen und den möglichen Grad der Ausnutzung (Abb. 8—10). Die ge-

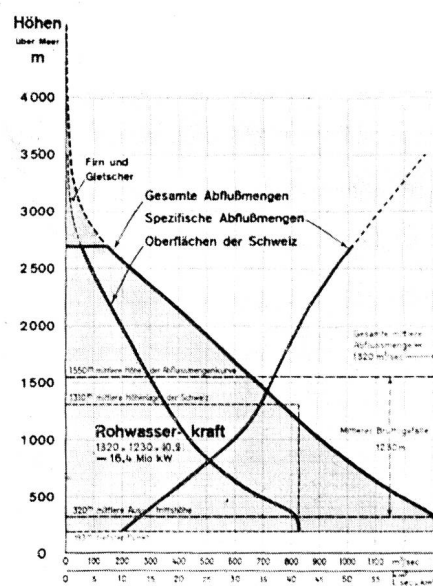


Abb. 9 Die Schweizerischen Wasserkräfte und ihre Ausnutzung. Bestimmung der gesamten Rohwasserkräfte aller fließenden Gewässer im Mittel vieler Jahre. Eidg. Amt für Wasserwirtschaft.

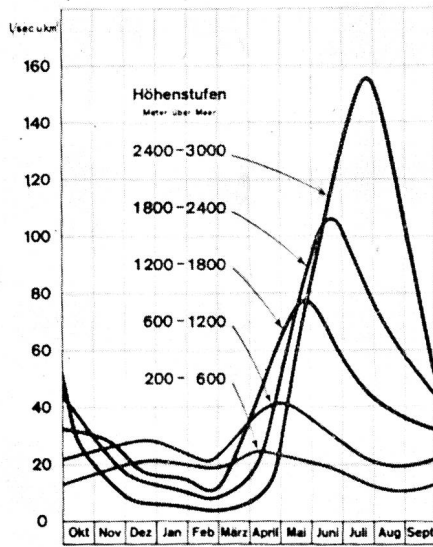


Abb. 10 Durchschnittlicher Verlauf der spezifischen Abflussmengen in verschiedenen Höhenlagen. Eidg. Amt für Wasserwirtschaft.

samten Rohwasserkräfte betragen im Durchschnitt vieler Jahre 16,4 Mio kW, fallen aber gewöhnlich im Februar unter 5 Mio kW und steigen im Juli über 35 Mio kW. An dieser theoretischen Leistung sind verschiedene Abstriche zu machen. So wird an einem Beispiel eines Hochgebirgstales gezeigt, dass durch die Beschränkung der Anzahl der Kraftstufen bereits 50 % der Rohwasserkräfte für die Ausnutzung wegfallen. Geologisch und hydrologisch ungünstige Verhältnisse ergeben weitere Reduktionen, ebenso die Beschränkung der Ausbaugrösse der Kraftwerke, die Gefällsverluste und die Wirkungsgrade der Maschinen. Es ist auch ersichtlich, wie erst durch die Zuhilfenahme von Jahresspeicherbecken das grosse Winterloch einigermaßen gefüllt werden kann. In den als bauwürdig bezeichneten Wasserwerken sind alle diejenigen noch erstellbaren Speicherwerke inbegriffen, welche gemäss den neuesten Mitteilungen des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft über die verfügbaren Wasserkräfte der Schweiz Gestehungskosten der Winterenergie von höchstens 6 Rp./kWh aufweisen.

Gesamte Rohwasserkräfte aller fließenden Gewässer	144	Mia kWh jährlich
Rohwasserkräfte der technisch erfassbaren Gefällsstufen	72	Mia kWh jährlich
Bauwürdige Wasserkraftanlagen		
Rohwasserkräfte	34,5	Mia kWh jährlich
Mögliche Energieproduktion	21	Mia kWh jährlich
Bestehende Wasserkraftanlagen		
Mögliche Energieproduktion	8,2	Mia kWh jährlich
Wirkliche Energiepr. 1937/38	7,05	Mia kWh
Brennstoffeinfuhr 3 Mio Tonnen jährlich	25	Mia kWh

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass beim heutigen Ausbau noch rund 13 Mia kWh unge-

nützt sind und auf eine Verwertungsmöglichkeit warten. Selbst beim Vollausbau aller bauwürdigen Wasserkraftanlagen wäre noch die Hälfte der heutigen Brennstoffeinfuhr ungedeckt. Im Hinblick darauf, dass selbst nach Erstellung aller bauwürdigen Kraftwerke noch  $\frac{1}{7}$  unserer Rohwasserkräfte ungenützt sind, bleibt auch für die Freunde unserer Naturschönheiten der Trost, dass, namentlich im Hochgebirge, bis in ferne Zukunft hinein noch viel Wasser in den natürlichen Flussbetten fließen wird.

In einem Behälter mit variablem Wasserstand und einer Nische sind *Limnigraphen* aufgestellt. Der Seiche-Limnigraph des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft wird bei Spezialuntersuchungen verwendet, wenn ein grosser Vorschub — 60 mm in der Stunde — und ein grosser Höhenmaßstab bis 1 : 1 erforderlich sind. Mit dem «integrierenden Pegel» kann fortlaufend die Abflussmenge gemessen werden.

Bei einer elektrischen *Wasserstands-Fernmessrichtung* werden die Fernübertragungsmechanismen von Geber und Empfänger alle 5 Minuten synchronisiert, so dass nach Störungen, z. B. nach Unterbrechung des elektrischen Stromes, die Markierung in wenig Minuten wieder richtig einsetzt. An den Empfänger lassen sich mehrere Geber anschliessen. Jeder Geber betätigt zu gegebener Zeit den Schreibstift des Empfängers unabhängig von den übrigen Gebern.

Ein anderer elektrischer Wasserstands-Fernmelder registriert den Wasserstand fortlaufend und ist mit Steuer- oder Meldekontakten versehen zum automatischen Steuern von Pumpen oder Signalvorrichtungen. Ein Pegelapparat lässt sich wie ein normaler Telephonapparat an das Telephonnetz anschliessen und ermöglicht, seine Angaben von einer beliebigen Stelle aus abzuhorchen. Wieder ein anderer Apparat schreibt mittelst der öffentlichen Telephonverbindung den momentanen Wasserstand in cm und anschliessend den Verlauf des Wasserstandes während der letzten Stunden automatisch auf. Auch die akustische Bekanntgabe des Wasserstandes in m, dm und cm durch Summtöne über das öffentliche Telephonnetz ist verwertet. Der Wasserstands-Fernmesser für den Grimsensee überträgt den mit einer Quecksilbersäule gemessenen Seestand nach dem Maschinenhaus. Verschiedene Kompensationseinrichtungen im Geber ermöglichen die Fernmessung auf den cm genau bei einem Messbereich von 90 m. Ein letzter Wasserstands-Fernmelder ist für kontinuierliche Anzeige und Registrierung ohne Kontakte.

Die für eine *Wassermessung mit Salzlösung* erforderlichen Geräte, nämlich ein Einspritztank (Mariottesche Röhre) von 200 l Inhalt mit den nötigen

Einspritzdüsen, die Krüge zur Entnahme der Wasserproben und endlich die Apparatur für die Bestimmung des Salzgehaltes der einzelnen Proben, wie sie früher gebraucht wurde und mit welcher heute gearbeitet wird, sind in der letzten Nische zur Schau gestellt. Diapositive von Salzmessungen und eine schematische Darstellung über die Ausführung der Messung auf dem Felde und deren Auswertung, einmal nach dem alten Verfahren — Eindampfen einer bestimmten Salzwassermenge und nachherige Titration nach «Mohr» (Farbumschlag) — und sodann nach dem im Eidg. Amte für Wasserwirtschaft angewendeten neuen Verfahren von Dr. K. M. Oesterle «Potentiometrische Titration», mittelst welchem die Auswertung der Messung in viel kürzerer Zeit möglich ist als früher, zeigen die Tätigkeit auf dem Felde und im Laboratorium.

In Nische 12 ist veranschaulicht, wie die *Flügelmessungen* von fliegenden Stegen, Brücken, Messkörben und von Schiffen aus durchgeführt werden, wie die Durchflussmenge durch ein Rohr mit Flügel gemessen wird, und wie die Flügelmessungen ausgewertet werden. In einem Kanal mit fließendem Wasser sind Flügel mit und ohne Schutzring eingesetzt, ebenso ein elektrischer Wassergeschwindigkeitsmesser für kontinuierliche Anzeige der Drehzahl des Flügels bei vor- und rückläufiger Bewegung. Daneben sind noch zwei Schöpfgefäße für *Schwebestoff* zu sehen.

Die Zeichnung über den Verlauf einiger *charakteristischer Hochwasser* (Abb. 11—14) zeigt ausgesprochene Spitzen von kurzer Dauer am Rhein bei St. Margrethen, währenddem die Rhone bei Sitten ein wellenförmiges Abflussbild aufweist, beeinflusst durch die Gletscher.

Durch Messungen der *Geschiebeführung* an der Hasli-Aare bei Brienzwiler wurde das durch Modellversuche abgeleitete Geschiebetriebgesetz bestätigt.

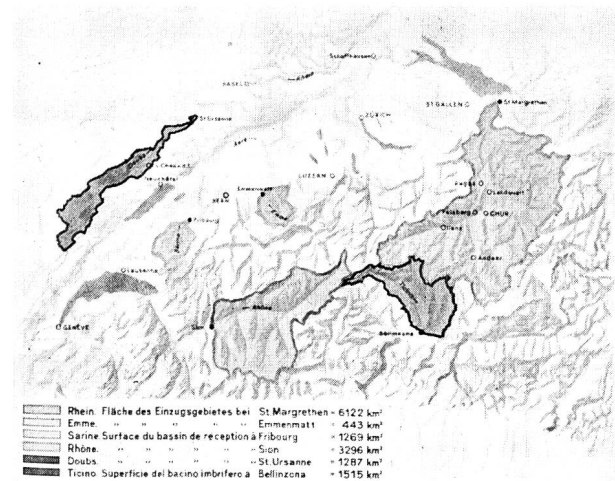


Abb. 11 Verlauf einiger charakteristischer Hochwasser. Geographische Lage der Einzugsgebiete. Eidg. Amt für Wasserwirtschaft.

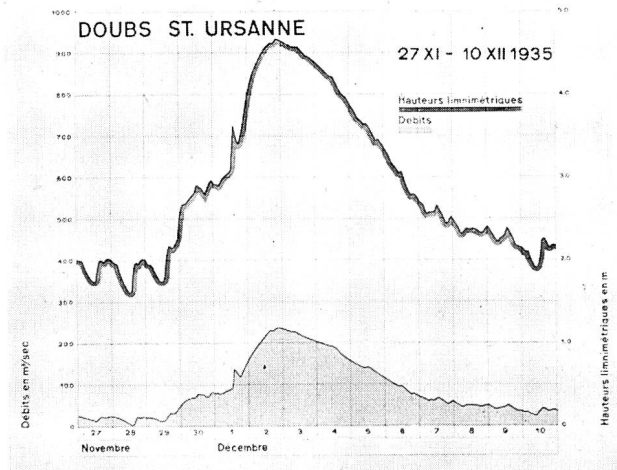


Abb. 12 Verlauf einiger charakteristischer Hochwasser. Doubs bei St. Ursanne. 27. Nov. bis 10. Dez. 1935. Eidg. Amt für Wasserwirtschaft.

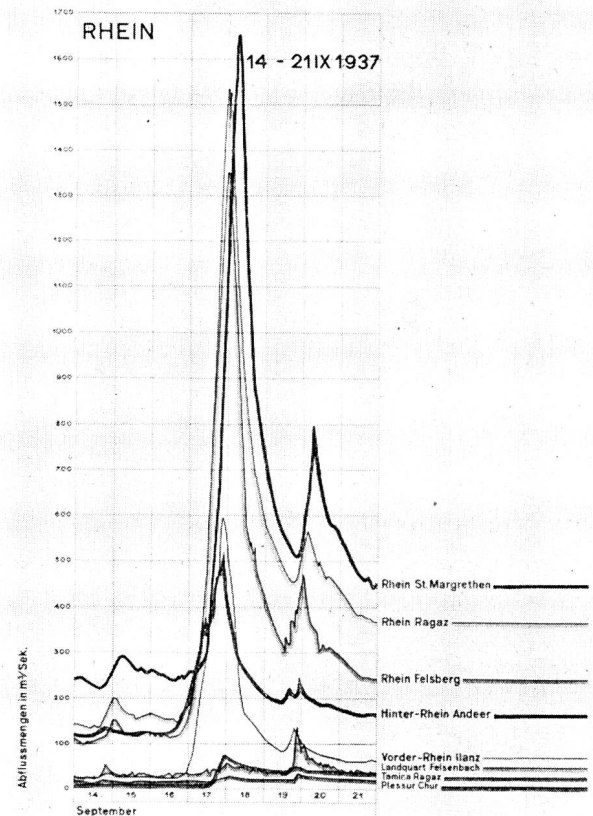
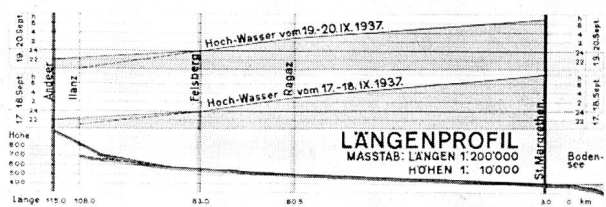


Abb. 13 Verlauf einiger charakteristischer Hochwasser. Rhein und Nebenflüsse von Illanz bis St. Margrethen. 14. Sept. bis 21. Sept. 1937. Zeitlicher Verlauf beider Hochwasserspitzen. Eidg. Amt für Wasserwirtschaft.

Vier ausgestellte Granitsteine sind Zeugen, wie ein Stein von 19,9 kg bei der Aareschlucht bis auf 3,9 kg beim Brienzensee verkleinert wird durch Abrieb.

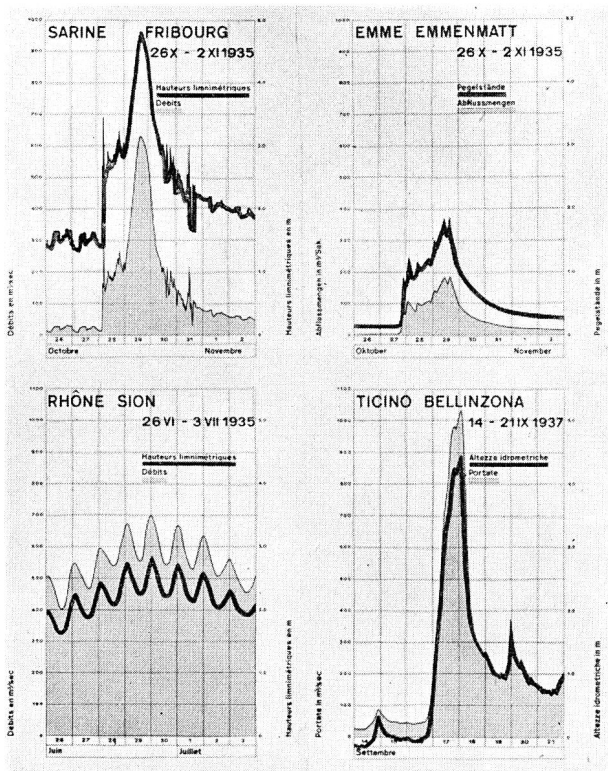


Abb. 14 Verlauf einiger charakteristischer Hochwasser. Eidg. Amt für Wasserwirtschaft.

Einer Tabelle können wir entnehmen, dass es 600 bis 4000 Jahre dauert, bis ein Stausee durch Geschiebeablagerung und Schwebestoffe ausgefüllt ist. Anschliessend folgen die Darstellungen über Wildbach- und Flussverbauungen. Einen Begriff von der Geschiebemasse, die die Wildbäche führen kön-



Abb. 15 Geschiebeführung des Schraubaches in der Mündungsstrecke bei Schiers 1933. Eidg. Oberbauinspektorat.



Abb. 16 Sperre III an der Nolla aus dem Jahre 1903. Zustand 1937. Fortschreitende Zerstörung durch seitlichen Bergdruck vom linken Ufer her. Eidg. Oberbauinspektorat.

nen, vermittelt uns der unverbaute Schraubach, oberhalb Schiers (Graubünden) (Abb. 15). Im Verbaunungsprojekt ist unter anderem die etappenweise Erstellung von Sperrengruppen vorgesehen. Der Gesamtkostenvoranschlag beläuft sich auf ca. 10 Mio Fr. Bei der Verbaunung der Nolla oberhalb Thusis sehen wir, wie z. B. Sperre Nr. III aus dem Jahre 1903 durch Bergdruck der Zerstörung ausgesetzt ist. (Abb. 16.)

Die neuen Sperren wurden deshalb in den breiteren Talprofilen erstellt, ohne direkten seitlichen Anschluss des eigentlichen Sperrenkörpers an den Fels. (Sperre IIc.) (Abb. 17 und 18.)

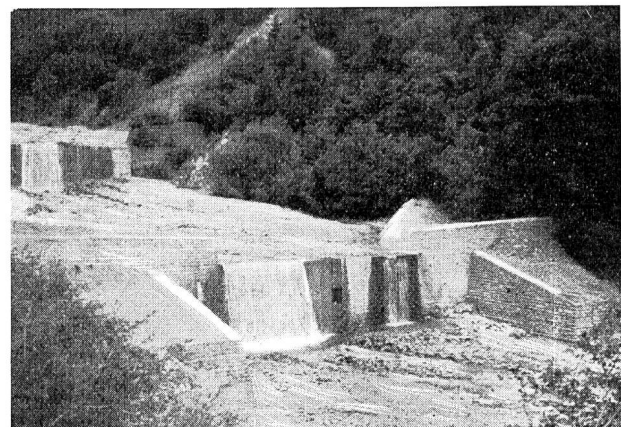


Abb. 17 Sperre IIc an der Nolla aus dem Jahre 1937. Elastischer Typus als Ersatz für gewöhnliche Sperre. Eidg. Oberbauinspektorat.

Der Mühlebach bei Richterswil ist ein Beispiel dafür, wie ein kleiner Bach bei ausserordentlichem Hochwasser grosse Verheerungen anrichten kann.

Die umfangreichen Lawinerverbauungen am Kilchenstock bei Linthal wurden durch Bewegung des Untergrundes zerstört. Zum Schutze des Dorfes vor den Runsenausbrüchen wurde am Bergfuss ein Damm errichtet, der schon einmal erhöht werden musste und bis heute 400 000 Fr. gekostet hat.

Die Verheerungen des St. Barthélemy-Baches bei



Abb. 18 Mettenlani bei Giswil. Eidg. Oberbauinspektorat.

St. Maurice haben zur Verbauung des Anrissgebietes mit sieben Sperren auf 1050—1230 m über Meer bei einem Aufwand von 4,7 Mio Fr. geführt.

Einem Plane des Rheines oberhalb des Bodensees aus dem Jahre 1769 entnehmen wir, wie sich vor dem Bestehen des Staatsvertrages Schweizer und Oesterreicher unabhängig voneinander gegen die Ausbrüche des Rheines durch *Schupfbauten* wehrten. Der Staatsvertrag vom Jahre 1893 brachte die internationale Rheinregulierung mit dem Fussacher-Durchstich 1900 und dem Diepoldsauer-Durchstich 1923, als Hauptbestandteile des gemeinsamen Korrektionsprojektes, dessen Ausführung nicht in allen Teilen den Erwartungen entsprach. An *Modellversuchen* werden Abhilfemassnahmen gegen die Verschotterung des Diepoldsauer-Durchstiches ausprobiert. Ein Vergleich zwischen einer Naturaufnahme und der gleichen Strecke im Modell gibt eine verblüffende Uebereinstimmung in der Bildung der Kiesbänke.

Das Bett der Sihl ist vom Kiessammler im Ochsenboden bis zur Einmündung in den Sihlsee durch *Steinbelag* gegen Erosion geschützt. Die Grösse der Steine, die im Modellversuch ermittelt wurde, nimmt mit abnehmendem Gefälle ab.

Bei der Maggia in Cevio wird die Flussregulierung erzielt durch *Steinhaufen*, hinter denen der Fluss selbst die Auflandung besorgt. (Abb. 19.) Nachher müssen die Ufer fixiert werden. Bei der Mündung des Tessins in den Langensee, an der Thur zwischen Niederbüren und Bischofszell (Abb. 20) und an der Simme oberhalb Wimmis hat man durch Anwendung der *Wolfschen Wand* das gleiche Resultat erzielt.



Abb. 19 Thur bei Amlikon 1931. Betonplatten und Betonblockvorgrund. Eidg. Oberbauinspektorat.

*Flusssohlensenkungen* sind durch Belegen der Sohle mit grossen Steinen, z. B. an der Aare unterhalb Thun und an der Calancasca bei Grono, behoben worden. Bei der Maggia in Locarno wurde zum gleichen Zweck die Sohle des Mittelgerinnes von 50 auf 60—85 m erweitert.

Wie die *Flusssohlenhebung* (Verschotterung der Flußsohle) bekämpft wurde durch Umbau des bisherigen Korrektionssystemes mittelst Buhnen auf das Vorlandprofil mit 50 m Sohlenbreite der Mittelrinne, sieht man sehr schön an dem Beispiel der Rhone zwischen Brigerbad und Vismündung.



Abb. 20 Thur oberhalb Bischofszell 1937. Wolfsche Wand. Fixierung des Leitwerkes. Eidg. Oberbauinspektorat.

An der Engstligen bei Adelboden (Abb. 21) und an der Verzasca bei Gordola wurden die Ufer durch Verlegen von *Schildkröten* geschützt. Es sind dies armierte gerundete Betonkörper mit Steinverkleidung, bestehend aus Rumpf und durch Fuge getrennten Kopf, der bei Sohlensenkung herunterklappt und für den ständigen Schutz der Ufer sorgt.

Als Beispiel der Flachlandgewässerkorrektion sei die Dünnern angeführt. Von der äusseren Klus bis zur Einmündung in die Aare bei Olten wurde ein Trapezprofil von 6—8 m Sohlenbreite verwendet. Zwecks





Abb. 21 Engstligen in Adelboden am 29. Mai 1934. Verbauung mit «Schildkröten». Eidg. Oberbauinspektorat.

Erzielung von kleinerem Gefälle wurden verschiedene grössere und kleinere Absturzbauwerke eingebaut. Die ganze Strecke von 18,5 km Länge kostete 8,2 Mio Fr. oder 443 Fr. pro Meter. Die Grundeigentümer übernahmen 13 %, die Gemeinden 5 %, der Bund 33 % und der Kanton Solothurn 49 % der Kosten.

schweizerischer Talsperren sind die Unterlagen für die moderne Berechnungsweise von Erddämmen dargestellt. An Erddämmen weist die Schweiz keine grosse Auswahl auf (Löntschi, Bannalp, Hühnermatt). Dagegen sehen wir neben den vier 100metrigen Staumauern: Barberine, Schräb, Grimsel und Dixence die fünf kleineren: Kubel, Mont Salvens, Etzel, Pfaffenprung und Garichte und zwar als reine Schwerkriegtsmauern, reine Bogenmauern oder auch in kombinierter Wirkung berechnet.

Von einigen Mauern finden wir Aufzeichnungen über die *Verformung* (Abb. 22). Als Messmethoden kommen in Betracht die trigonometrische mittels Theodolit, die Messung am Pendel mittels Koordinimeter (Abb. 23, S. 81), das Nivellieren für die Setzungen, die Setzlibelle für die Drehungen und das Deformeter (Abb. 24, S. 81) für Dehnungen, Spannungen und Fugenbewegungen. Neben dem Wasserdruck üben auch die Setzung des Untergrundes und die Temperatur im Mauerkörper einen massgebenden Einfluss auf die Deformation aus.

Was die Stauwehre der Niederdruckanlagen, die Entsandungsanlagen, die Kanäle, Stollen, Druckleitungen und Zentralen anbetrifft, sei auf die bisherigen Publikationen verwiesen. Einen interessanten Ueberblick über die Entwicklung der Turbinen vermitteln die Pläne von den umgebauten Zentralen Wynau und Hagneck. Beim ersten *Umbau der Anlage Wynau* im Jahre 1910 wurden die bei der Inbetriebsetzung im Jahre 1895 aufgestellten Jonval-Turbinen ersetzt durch Francis-Turbinen, und im Jahre 1929 mussten diese den Kaplan-Turbinen Platz machen.

Bei den Druckleitungen sei darauf hingewiesen, wie die Nietung durch die Schweissung verdrängt wurde, und wie sich in diesem Zusammenhang die Montagemuffe entwickelt hat, mit dem kleinen Hohlraum für die Druckprobe. Mit der Entwicklung der elektrischen Schweissung und durch die Spiralschweissnaht wurde es der Schweizerindustrie möglich, Druckleitungen von grosser Wandstärke, die sonst nur vom Ausland geliefert werden konnten, selbst herzustellen.

Die ganze Ausstellung gibt einen ausgezeichneten Ueberblick über den Stand der schweizerischen Wasserbautechnik und die grosse volkswirtschaftliche Bedeutung unserer Wasserkräfte. Der weitere Ausbau dient nicht nur der so erwünschten Arbeitsbeschaffung, sondern ist auch dem anlagesuchenden Kapital ein Ersatz für die im Ausland verloren gegangenen Möglichkeiten.

Der Verfasser dankt dem Eidg. Amt für Wasserwirtschaft und dem Eidg. Oberbauinspektorat für die wertvollen Angaben und die Überlassung der Bilder.

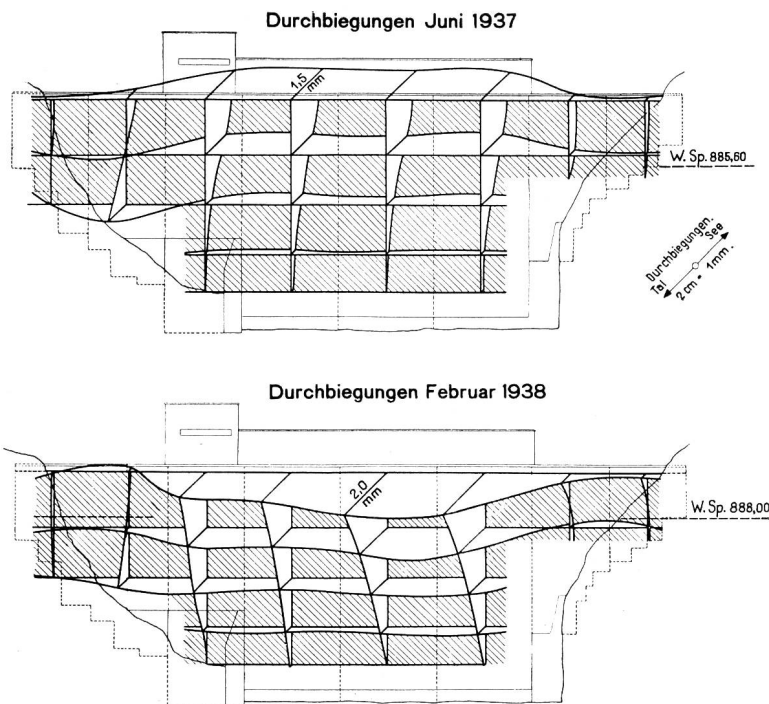


Abb. 22 Staumauer Schlagen. (Etzel) Durchbiegungen Juni 1937 und Februar 1938. Abt. Wasserkraftanlagen.

In der Abteilung Wasserkraftanlagen finden wir ein Projekt für den Ausbau der *Kraftwerke des Hinterrheins*. Mit einem Fassungsvermögen aller Speicher von 413 Mio m<sup>3</sup> und einer gesamten Leistung von 600 000 PS lassen sich im Winter 938 Mio kWh und im Sommer 315 Mio kWh erzeugen, total 1253 Mio kWh.

Nun folgen, systematisch geordnet, die *Talsperren, Kanäle, Stollen, Druckleitungen und Zentralen* der bestehenden und im Bau befindlichen Kraftwerke. Neben der Uebersichtskarte sämtlicher