

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 84 (1992)
Heft: 11-12

Artikel: Die angewandte Forschung an der VAW : Rückblick 1970 bis 1992
Autor: Raemy, Félix
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940592>

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: 18.05.2025

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

Die angewandte Forschung an der VAW: Rückblick 1970 bis 1992

Félix Raemy

Einleitung

Als Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich übt die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) ihre Tätigkeit in der Lehre und in der Forschung aus. Bei dieser letzten Aufgabe handelt es sich hauptsächlich um angewandte Forschung zugunsten von Dritten auf den Gebieten der Ingenieur- und Erdwissenschaften. Anhand physikalischer und mathematischer Modelle wird allgemein das Verhalten von projektierten oder von bestehenden Wasserbau- und Flussbauobjekten überprüft. Bei Schadenereignissen geht es oft darum, deren Ursachen abzuklären und angemessene Bekämpfungsmassnahmen zu treffen. Systematische Naturbeobachtungen werden durchgeführt, um komplexe Phänomene, wie zum Beispiel Seeströmungen oder Gletscherbewegungen, besser erfassen zu können. Durch die Behandlung solcher Probleme gewährleistet die VAW der Praxis eine konkrete Unterstützung.

Im folgenden wird versucht, ein Bild über den Umfang und die Mannigfaltigkeit der vom Institut zwischen 1970 und 1992 erhaltenen Forschungsaufträge zu geben. Dabei sollte gezeigt werden, wie sich die Schwerpunkte der durchgeführten Studien über diese Zeitperiode verlagert haben.

Die beim erwähnten Rückblick angegebenen statistischen Werte beziehen sich ausschliesslich auf Objekte der Abteilungen Wasserbau, Flussbau und Wasserwirtschaft, das heisst ohne die Abteilung Glaziologie. Ferner wurden dabei Forschungsarbeiten mit selbstbestimmten Themen (zum Beispiel interne Forschung, Nationalfondsprojekte usw.) und gewisse Beratungen nicht berücksichtigt. Als «Objekt» werden ein ganzes Projekt oder eine Anlage bezeichnet, die durch die VAW im Auftrag eines Kunden untersucht wurden. Gegebenenfalls wurden pro Objekt mehrere Teilstudien realisiert; es liegen deshalb verschiedene Berichte zu diesem Objekt vor. Es muss noch gesagt werden, dass die VAW während der betrachteten Periode 1970 bis 1992 zwei Strukturänderungen erfahren hat:

- Am 1. September 1983 ist die frühere Abteilung für Hydrologie dem Geographischen Institut zugeteilt worden. Übriggeblieben sind die Abteilungen für Wasserbau, Wasserwirtschaft und Glaziologie.
- Am 16. Oktober 1989 wurde das Institut auf die vier heutigen Abteilungen für Wasserbau, Flussbau, Wasserwirtschaft und Glaziologie umorganisiert.

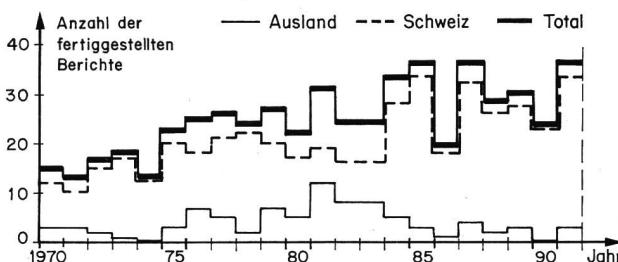


Bild 1. Anzahl der pro Jahr fertiggestellten Studienberichte zwischen 1970 und 1991.

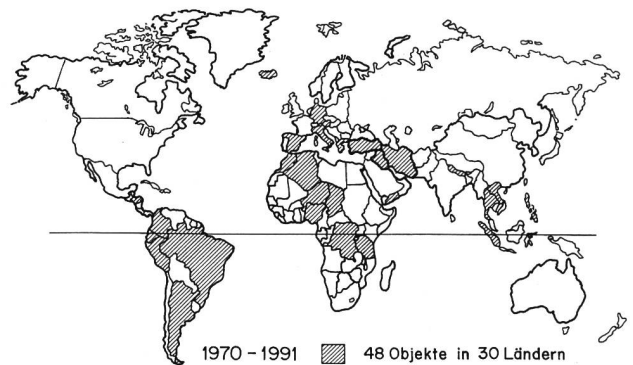


Bild 2. Aufträge für das Ausland. Geographische Verteilung der Objekte: Afrika 8 Länder/18 Objekte, Asien 9/9, Amerika 6/6, Europa 7/15.

Entwicklung zwischen 1970 und 1991

Die VAW hat zwischen 1970 und 1991 443 Objekte untersucht und dazu 555 Berichte verfasst. Davon entfallen für die Schweiz 395 Objekte mit 468 Berichten. Aus Bild 1, das die Anzahl der pro Jahr fertiggestellten Studienberichte angibt, ist der allgemeine Zuwachs der durchgeführten Aufträge, insbesondere der schweizerischen, gut sichtbar. Nach einem Höhepunkt am Anfang der achtziger Jahre zeigt hingegen die Forschungsaktivität für das Ausland eine Abnahmetendenz.

1. Aufträge für das Ausland

Sei es über die Vertretung des Bauherrn durch einen schweizerischen beratenden Ingenieur oder, seltener, über eine direkte Anfrage, ist die VAW zwischen 1970 und 1991 mit der Untersuchung von 48 grösseren Objekten in 30 Ländern beauftragt worden. Bild 2 zeigt die geographische Verteilung dieser Objekte.

Die meisten Studien befassten sich mit der hydraulischen Dimensionierung von Talsperren und deren Nebenanlagen (Hochwasserentlastungen, Grundablässe, Umleitstollen, Tosbecken, Einlaufbauwerke usw.). In einigen Fällen wurden Verlandungsprobleme behandelt sowie Flutwellen infolge eines supponierten Dammbrechens mit Computer berechnet. Ein Teil dieser Aufträge steht in direktem Zusammenhang mit der schweizerischen Hilfe an Entwicklungsländer, wo Organisationen wie die Direktion für Entwicklungszusammenarbeit und humanitäre Hilfe (DEH), Swissaid oder das Schweizerische Katastrophenhilfekorps eingesetzt wurden (zum Beispiel Furten in Jemen, Bewässerung in Tschad, Schutz von Bergregionen vor Erosion infolge Hochwasser in Nepal).

Der seit 1982 festgestellte Rückgang der Auslandsaufträge könnte einerseits mit der prekär gewordenen Weltwirtschaftslage verbunden sein. Andererseits haben heute mehrere Entwicklungsländer einen Stand ihrer Forschungseinheiten erreicht, der sie mehr und mehr selbstständig macht.

2. Aufträge für die Schweiz; Schwerpunkte

Wie viele Schweizer Objekte aus welchen Fachgebieten wurden an der VAW überhaupt untersucht? Haben sich dabei neue Schwerpunkte seit 1970 gebildet? Um diese Fragen zu beantworten, wurden die Anzahl der Objekte, ihre prozentuale Verteilung und diejenige der entsprechenden Einnahmen auf die verschiedenen Bereiche für zwei Referenzperioden ermittelt und verglichen (Bild 3).

Die Periode 1970 bis 1975 umfasst 85 untersuchte Objekte, wobei 86% davon die Schweiz betreffen. Für die

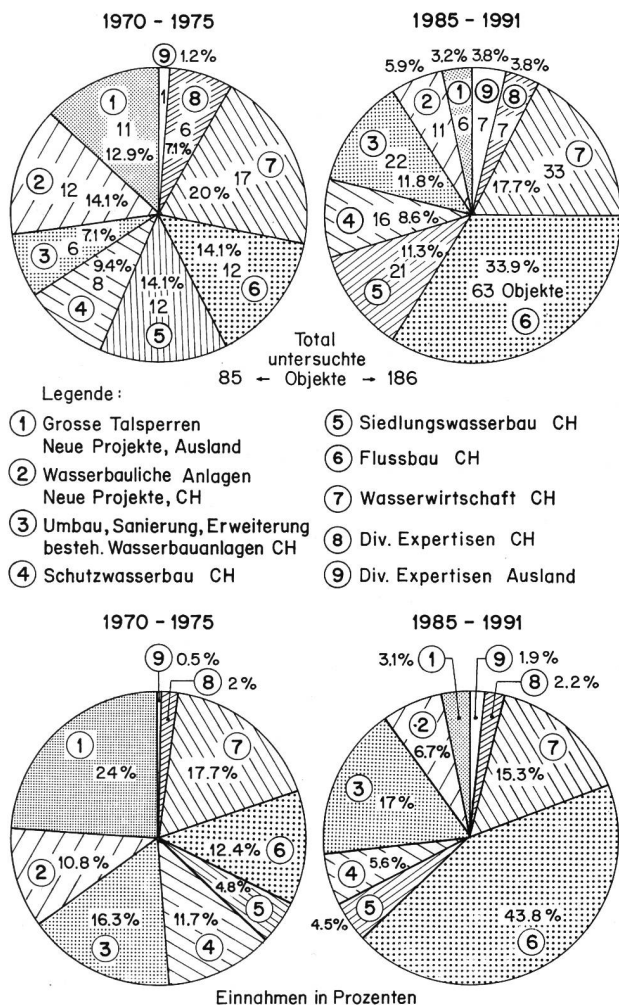


Bild 3. Angewandte Forschung an der VAW zwischen 1970–1975 und 1985–1991. Die angegebenen Prozente beziehen sich auf die entsprechende Gesamtzahl der Objekte respektive Gesamtsumme der Einnahmen.

andere berücksichtigte Periode 1985 bis 1991 sind es 186 Objekte mit 93% inländischen Aufträgen.

Aus dem Vergleich der beiden Perioden lassen sich die folgenden Hauptmerkmale erkennen:

- Die absoluten Zahlen der behandelten Objekte sind allgemein wesentlich gestiegen. Eine auffallende Ausnahme bildet der auf dem Gebiet der grossen ausländischen Talsperren feststellbare Rückgang.
- Ob die Höhe der Einnahmen oder die Anzahl der Objekte betrachtet wird, es ergibt sich für die Periode 1985 bis 1991 etwa die gleiche prozentuale Verteilung in den meisten ausgeschiedenen Fachgebieten. Eine Ausnahme zeigt der Siedlungswasserbau, für welchen zahlreiche kleinere Objekte untersucht wurden. In der Periode 1970 bis 1975 wurden hingegen grössere, aufwendigere Objekte auf den Gebieten der ausländischen Talsperren und der schweizerischen bestehenden Wasserbauanlagen überprüft.
- Was die Schweiz anbelangt, wurden zunehmend Projekte für Sanierungen, Erweiterungen und Umbau bestehender Anlagen untersucht, u. a. die Laufkraftwerke Felsenau, Laufenburg, Eglisau und Wynau (diese zwei letzten Studien waren Anfang 1992 noch im Gange) sowie die Staumauer Mauvoisin.

Die stärkste Zunahme an Forschungsprojekten (von 12 auf 63 Objekte oder prozentual von 14,1% auf 33,9%)

und an Einnahmen (von 12,4% auf 43,8%) weist eindeutig der Bereich für Flussbau auf. Diese Situation steht einerseits im Zusammenhang mit dem Auftreten der extremen Hochwasserereignisse 1987, wie zum Beispiel im Reusstal und im Puschlav, die erhebliche Schäden verursachten. Anhand mehrerer Modelle und Berechnungen mussten Konzepte für die zukünftige Flusslinienführung, für die Sohlen- und Ufersicherung definiert werden. Andererseits wurden als Beitrag zur Umweltgestaltung vermehrt Probleme der Revitalisierung von Flussläufen, der Bildung von Deltas (Reuss in Flüelen), des Wildbachverbau als Schutz von Siedlungen gegen Murgänge usw. behandelt.

Prozentual zur Gesamtzahl der Objekte ausgedrückt, sind die Anteile des Siedlungswasserbaues (Kanalisationstechnik, Wirbelfallschächte, Absetzbecken usw.), des Schutzwasserbaues (Seeuferschutz, Untersuchung von Wellen infolge von Fels- und Eisstürzen in Seen, Hochwasserrückhaltebecken usw.) und der Wasserwirtschaft mit ihren Arbeiten auf den Gebieten der mathematischen Modellierung von Fluss-, See- und Grundwasserströmungen, der Ingenieurhydrologie und der Limnologie zwischen den beiden Perioden praktisch erhalten geblieben.

Feststellungen

Zur Erfüllung der erwähnten Forschungsaufträge mussten laufend neue Voraussetzungen durch die VAW geschaffen werden. Einige davon sind:

- die Entwicklung leistungsfähiger Messgeräte und Messmethoden (zum Beispiel zur Erfassung von Luftkonzentrationen in turbulenten Abflüssen, von strömungsbedingten Schwingungen, von Seeströmungen usw.)
- der Aufbau von EDV-Systemen



Bild 4. Entwicklung eines Hochwasserschutzprojektes im Raume Gurtnele nach der Unwetterkatastrophe vom August 1987 (Modell der Reuss im Massstab 1:60).

- der zielgerichtete Einsatz, als komplementäre Untersuchungsmittel, von physikalischen und mathematischen Modellen
- eine möglichst grosse Flexibilität beim Einsatz der Institutsinfrastruktur, um das immer breiter gewordene Spektrum der gestellten Aufgaben abdecken zu können
- die Weiterbildung des Forschungspersonals auf breiter Basis
- der Informationsaustausch mit anderen, ähnlichen Forschungsanstalten (in der betrachteten Periode sind über 830 Publikationen, davon 114 VAW-Mitteilungen, erschienen).

Durch die gewonnenen Kenntnisse hat die hier beschriebene Forschungstätigkeit die Lehre sowie zahlreiche Dissertationen bereichert (zwischen 1970 und 1991 haben 45 Mitarbeiter eine Dissertation abgeschlossen).

Zusammenfassung

Den Bedürfnissen der Öffentlichkeit entsprechend, hat in den letzten 22 Jahren die Tätigkeit der VAW auf dem Gebiet der angewandten Forschung zugenommen. Immer mehr inländische Aufgaben mussten dabei gelöst werden.

Die heutigen Schwerpunkte dieser Forschung liegen nicht bei der Untersuchung grösserer, neu projektierter Wasserbauten, sondern bei der Aufwertung bestehender Anlagen respektive beim Schutz des Menschen und seiner Umwelt vor unerwünschten, hydraulisch bedingten Ereignissen.

Adresse des Verfassers: Dr.-Ing. Félix Raemy, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zentrum, CH-8092 Zürich.

Hochwasserschäden an Talsperren

Niklaus Schnitter

Zusammenfassung

Die Analyse der weltweit rund 90 Brüche von nach 1900 erstellten Talsperren von über 15 m Höhe zeigt, dass etwa die Hälfte derselben durch Überflutung verursacht wurden. In 41 % dieser Fälle war die Hochwasserentlastung ungenügend dimensioniert. 21 % der Brüche erfolgten, weil die Entlastungsschützen nicht funktionierten. Weitere Bruchursachen waren Setzungen der Dammkrone, luftseitige Auswaschungen und Instabilität der Bauwerke bei ihrer Überflutung.

Résumé: Dommages causés aux barrages par les crues

L'analyse, au niveau mondial, de 90 ruptures de barrages de plus de 15 m de hauteur et construits après 1900 montre que près de la moitié des accidents sont consécutifs à des débordements. Dans 41 % de ces cas, le dimensionnement de l'évacuateur était insuffisant. 21 % des ruptures étaient dues au non-fonctionnement des vannes de l'évacuateur. D'autres causes étaient le tassement du couronnement, des érosions à l'aval et l'instabilité des ouvrages lors de leur submersion.

Summary: Flood damages to dams

The analysis of some 90 failures of over 15 m high dams worldwide built after 1900 shows, that almost half were due to overtopping. In 41 % of these cases the spillway was underdesigned. 21 % of the failures occurred because of problems with spillway gate operation. Further failure causes were crest settlement, downstream erosion and instability due to overtopping.

1. Einleitung

Der schwerwiegendste und spektakulärste Schaden, den ein Hochwasser an einer Talsperre anrichten kann, ist, sie zum Einsturz zu bringen. Eine Analyse der weltweit rund 90 gut dokumentierten Brüche von nach 1900 erstellten Talsperren von über 15 m Höhe zeigt, dass rund die Hälfte derselben durch Überflutung verursacht wurden (Bild 1) [1]. Neun Zehntel davon betrafen Staudämme, die eine geringere Widerstandskraft gegen Überflutung aufweisen als Staumauern. Im Verhältnis zu den in Betrieb stehen-

den Sperren hat die Bruchhäufigkeit allerdings seit 1900 ständig abgenommen (Bild 2). Sie beläuft sich heute in Westeuropa auf rund einen Talsperrenbruch pro 10 000 Betriebsjahre oder fünfmal weniger als zu Beginn des Jahrhunderts. Die damals viel schlechteren Ergebnisse in den USA dürften nicht nur auf die Unbekümmertheit der Pionierzeit zurückgehen, sondern auch auf die freimütige Berichterstattung über solche Unfälle.

2. Unterschätzung des Hochwasserzuflusses

Für vier Fünftel der Talsperrenbrüche infolge Überflutung liegen detaillierte Berichte vor. Die weitaus häufigste Ursache (41 %) war die Unterschätzung des Hochwasserzuflusses und eine entsprechend ungenügende Bemessung der Entlastungsanlage. Auf dieses hydrologische Problem ist in letzter Zeit auch in der Schweiz oft eingegan-

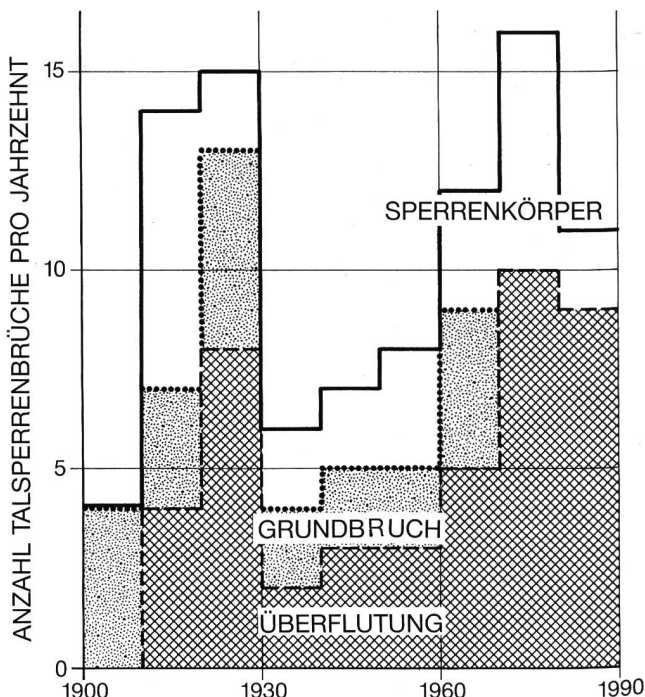


Bild 1. Brüche von seit 1900 in der ganzen Welt erstellten Talsperren von über 15 m Höhe, sortiert nach Bruchursache (ohne Brüche während des Baues oder infolge Kriegshandlungen und ohne Absatzbecken).