Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83 (1965)
Heft: 42: Prof. G. Schnitter zum 65. Geburtstag, 1. Heft

Artikel: Über die Hydrologie im Rahmen der schweizerischen Wasserwirtschaft
Autor: Oesterhaus, M. / Walser, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-68284

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: 12.07.2025

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

of the dam. Removal of the weir also made it possible to place drainage pipes on a cushion of sand and gravel at the bottom of the tail water pool. As anticipated, new boils developed as the tail water was lowered, but these occurred only within the area that was subsequently surcharged. Six more standpipes were installed in the slope of the dam to provide a check on its stability.

The stockpiled rock was placed as an elongation of the drainage trench beneath the toe of the dam. As the gravel surcharge was dumped, stones were handpicked or raked out to be placed so as to form drainage paths underneath the fill. Previous experience had shown that everything possible had to be done to obtain an effective drainage system. Any temporary reduction in drainage would manifest itself in the standpipe water level observations; for example, on September 8th when gravel was dumped in such a way that drainage from the rockfilled trench was partly restricted this caused an increased pore pressure which was followed by a decreased leakage as shown in Fig. 6. Also shown in the figure is the opposite effect which was produced later after the restriction was removed and drainage re-established.

The task of loading and draining the area downstream of the dam was completed as the water level in the reservoir reached its maximum at 52,0 m above sea level on September 18th. The leakage under full reservoir head increased to 78 l/s which is, of course, fairly large but of no economical importance for this hydroelectric development. Since then the water level in the reservoir has fluctuated between 51 and 52 m above sea level. The measured leakage as well as the standpipe levels for all installations are shown in Fig. 7.

In Fig. 8 the highest standpipe levels are indicated in several cross sections which show the original ground surface, the surcharge at that location and the depth to which the pipes penetrate into the ground. The standpipes along the toe of the dam, numbers 1, 2, 3 and 6, penetrate into natural ground and into the layer of fine sand and therefore register a higher ground-water level than at the other installations that penetrate only into sandy gravel fill. The seepage line in the slope appears to be safely below the surface and the upward hydraulic gradient resulting from the pressure difference is safely below 1,0. From these sketches it was concluded that the structure could be considered as safe. The behaviour of the dam in the future, however, will be checked by systematic observations of leakage and standpipe levels.

Conclusions

The Mänika Dam was designed and constructed in accordance with an observational procedure or perhaps more correctly by a trial and error method.

The dam is built on a deposit of sand and gravel imbedded with layers and lenses of fine sand. The major problem, therefore, was to prevent a dangerous reduction of effective stresses downstream of the dam and to prevent washing out of fine material. The most adequate means of accomplishing these objectives was found to be by draining and loading the area downstream of the dam with a gravel surcharge and drainage pipes. The realization of this proved to be complicated because the large amount of seepage water that had to be drained required coarse material which was available only in limited quantities.

It would have been difficult to prepare a design of the dam which would have taken into consideration all the problems involved and the necessary comprehensive field explorations would have increased the cost of the structure considerably. It is believed that the observational procedure which was followed led to an adequate and relatively inexpensive solution that would have been difficult to reach in any other way.

Acknowledgements

The Skogfoss Hydro-Power Plant is owned by Sameiet Skogfoss Kraftlag, a joint venture of A/S Sydvaranger and Varanger Kraftlag. Their consultant is Rådg. ingeniør B. A. Berdal, and the main contractor for the work is Pasvikkraft A/S, a joint venture of Ingenior Thor Furuholmen A/S and Astrup & Aubert A/S. The Norwegian Geotechnical Institute acted as advisor to the consultant on special matters concerning the Mänika Dam. The authors wish to express their gratitude for the permission to publish this paper and to everyone concerned for pleasant cooperation during all stages of the work. Further, the authors wish to acknowledge that Mr. T. Rønning, Resident Engineer, and his assistant, Mr. M. Andersen, have been in charge of the measurements at the site.

References

Berdal, B. A. and *L. Kihl: Skogfoss* hydroelectric power station, Norway/USSR, civil engineering works. The Institution of Civil Engineers, Proceedings, vol. 30, February 1965, p. 271—290.

Address of the authors: *L. Bjerrum* and *B. Kjaernsli*, Norges Geotekniske Institute, Oslo-Blindern, Norway.

Über die Hydrologie im Rahmen der schweizerischen Wasserwirtschaft

DK 551.49:627.8.09

Von Dr. **M. Oesterhaus,** dipl. Ing., Direktor, und **E. Walser,** dipl. Ing., Chef der Unterabteilung Landeshydrographie des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, Bern

«Oft eilen Konzeption und Lösungsversuch einer konkreten Aufgabe der Kenntnis der Grundlagen voraus, die eigentlich die Voraussetzungen bilden sollten für das gute Gelingen des Werkes in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht.»
Prof. *G. Schnitter*, Vortrag Generalversammlung GEP 1964

Einleitung

Die rasch fortschreitende Entwicklung auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft muss von unserem Amt aufmerksam verfolgt werden, um die Linien zu erkennen, welche der heute so wichtigen Vorausplanung zugrunde zu legen sind. In verwaltungsinternen Studien und Berichten sowie in Veröffentlichungen werden die jeweilige Lage, die sich abzeichnende Entwicklung und die erforderlich erscheinenden Massnahmen geprüft und abgeklärt. So benützen wir auch gerne die sich uns hier bietende Gelegenheit, einige Gedanken über die Hydrologie im Rahmen der schweizerischen Wasserwirtschaft zu äussern, die wir als wichtig und grundlegend für die notwendige weitere Förderung der Hydrologie und die Behandlung der sich in stark zunehmendem Masse stellenden gesamtwasserwirtschaftlichen Aufgaben erachten. Wir tun es um so lieber, weil es sich um Fragen handelt, die Professor *Gerold Schnitter* beruflich sowie aus Neigung beschäftigen und interessieren, besonders auch in seiner Eigenschaft als Präsident der Hydrologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft und des schweizerischen Landeskomitees für das internationale hydrologische Dezennium.

Unter *Wasserwirtschaft* wird im allgemeinen die zielbewusste Ordnung aller menschlichen Einwirkungen auf das ober- und unterirdische Wasser verstanden, und zwar im Hinblick auf eine umfassende Pflege der Wasserschätze für die zahlreichen Bedürfnisse kultureller und wirtschaftlicher Art. In der Bundesverwaltung befassen sich in mehr oder weniger grossem Umfang und zum Teil auf ganz speziellen Gebieten sechs Amtsstellen mit wasserwirtschaftlichen Aufgaben, nämlich die Ämter für Wasserwirtschaft, für Gewässerschutz und für Strassen- und Flussbau, das Meliorationsamt, die Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei sowie das Gesundheitsamt. Die folgenden Ausführungen werden sich weitgehend im Rahmen der unserem Amt übertragenen wasserwirtschaftlichen Aufgaben halten.

Eine der wichtigsten, vielleicht gar die wichtigste aller Voraussetzungen für eine moderne, erfolgreiche und rationelle Wasserwirtschaft ist die *Hydrologie*. Sie wird unter anderem gemäss Vorschlägen, welche im Zusammenhang mit dem Internationalen Hydrologischen Dezennium gemacht worden sind, als das weite Forschungsgebiet und die Wissenschaft definiert, die sich mit dem ober- und unterirdischen Wasser, seiner Entstehung, Erscheinung und Verbreitung, seinen chemischen, physikalischen und biologischen Eigenschaften sowie seinen Wechselwirkungen mit der Umgebung, insbesondere der menschlichen Tätigkeit, befasst. Charakteristisch für die Hydrologie ist unter anderem ihre ausgesprochen starke Verbundenheit mit andern Naturwissenschaften und das grosse Interesse, das ihr von der Praxis entgegengebracht wird.

Wenn wir nun von verschiedenen Forschungsarten sprechen, so möchten wir vorweg darauf hinweisen, dass in dem hier betrachteten Rahmen die Forschung mit kommerziellen Zwecken keine wesentliche Rolle spielt. Die Hydrologie bietet ausser der angewandten auch der *reinen Forschung*, dem für unsere Kultur so bedeutungsvollen, von praktischen Zwecken freien Streben nach Erkenntnis, lockende und interessante Ziele. Durch *langfristige Grundlagenforschung*, ob es nun bereits feststehe, dass deren Ergebnisse praktisch angewendet werden können oder nicht, dient die Hydrologie verschiedenen Zielen, so besonders auch einer weitblickenden Wasserwirtschaft. Nur auf derart gewonnenen Grundlagen wird einerseits im erforderlichen Ausmasse

festgestellt werden können, welche Auswirkungen auf lange Zeit betrachtet von durchgeführten wasserwirtschaftlichen Massnahmen ausgehen, und kann anderseits die zukünftige Wasserwirtschaft richtige, den stets wachsenden Anforderungen entsprechende Lösungen finden. *Kurzfristige* angewandte Forschungen schaffen die Unterlagen für konkrete, heute oder in naher Zukunft durchzuführende wasserwirtschaftliche Abklärungen und praktische Massnahmen, die natürlich um so besser gelingen können, je mehr sie auch auf bereits vorhandene langfristige Grundlagenforschungen abstellen können.

Es ist nicht möglich, einigermassen scharfe Grenzen zwischen den genannten Arten von hydrologischer Forschung zu ziehen, zu sehr fliessen sie ineinander über oder überdecken sie sich, wie denn auch *A. von Muralt* ganz allgemein zum Ausdruck gebracht hat, dass die angeblichen Unterschiede zwischen reiner und angewandter Forschung um so mehr zusammenschrumpfen, je mehr man sich mit dieser Frage beschäftige. In bezug auf die Beziehungen zwischen Wissenschaft und Praxis weist er darauf hin, dass im 19. Jahrhundert neben dem Wissenschafter als neuer Typ unseres Gesellschaftslebens der Techniker entstanden ist. Heute hätten sich aber auch hier die Unterschiede, man hätte früher fast sagen können die Gegensätze, beinahe völlig verwischt. Auf jeden Fall seien Wissenschafter und Techniker heute in einer Weise zusammen verbunden, dass es sehr schwer falle, überhaupt eine Grenze zu ziehen.

In ausserordentlich geistreicher Weise gibt *P. Delattre* Aufschluss über Beziehungen zwischen Wissenschaft und wasserwirtschaftlicher Praxis in älteren Zeiten, vor der Entstehung dessen, was heute als Technik in Erscheinung tritt. So erinnert er an grosse Bewässerungsanlagen und die Verwendung des Wasserrades im alten Aegypten sowie an die Schule von Alexandrien, wo im 2. Jahrhundert v. Chr. der berühmte Mathematiker und Physiker *Heron* verschiedene Untersuchungen über den Wirkungsgrad des Wasserrades durchgeführt hat; ein Hinweis darauf, wie die Wissenschaft schon damals wichtige Impulse durch die praktischen Bedürfnisse erhielt. Wenn auch die Araber nach der Eroberung Alexandriens die theoretischen Studien der Schule von Alexandrien über Hydraulik nicht weitergeführt haben, so benützten sie dieselben doch, um die berühmten Wasserräder zu vervollkommnen, die sie in Syrien und in Persien bauten. Die wissenschaftlichen Untersuchungen wurden erst viel später wieder durch die von *Leonardo da Vinci* und *G. Galilei* begründete italienische Schule aufgenommen. Grosse Gelehrte befassten sich auch damals mit durchaus praktischen Problemen ihrer Zeit. So gewann *Daniel Bernoulli*, der Verfasser des grundlegenden Werkes «Hydrodynamica» (1738), zusammen mit zweien seiner Schüler 1760 einen von der Académie de Lyon ausgeschriebenen Wettbewerb über folgendes etwas dunkel umschriebenes Thema: «Trouver la figure des pales des rames la plus avantageuse et déterminer relativement à cette figure la largeur la plus convenable des rames des galères, celles de leurs parties intérieures et extérieures, et la grandeur de leurs pales».

Wenn man aber *Bertold Brecht* glauben will, scheinen die Wissenschafter nicht eitel Freude an der Verbindung mit der Praxis gehabt zu haben, lässt er doch seinen *Galilei* sagen:

«Ich gebe es zu, es macht mir Spass, ihr meine Herren Venezianer, in eurem berühmten Arsenal, den Werften und Artilleriezeughäusern meinen Mann zu stellen. Aber ihr lasst mir keine Zeit, den weiterführenden Spekulationen nachzugehen, welche sich mir dort für mein Wissensgebiet aufdrängen.»

Damit berühren wir einen wichtigen Punkt, nämlich die noch eingehender zu erörternden Fragen einerseits der zweckmässigen Verteilung der Aufgaben und Ausscheidung der Kompetenzen, anderseits der erforderlichen Koordination.

Kurzer Überblick über die geschichtliche Entwicklung

Zunächst bedurfte der *Bund* der erforderlichen *Organe*, um die sich unmittelbar stellenden Aufgaben zu bewältigen.

Unter den Aufgaben am Wasser stand zunächst die Sorge um die *Erhaltung von Leben und Gut vor den zerstörenden Gewalten des Wassers* im Vordergrund.

Bei der Einleitung der Kander in den Thunersee in den Jahren 1711–1714 standen offenbar nur sehr dürftige hydrologische Unterlagen zur Verfügung, und man muss zurückblickend immer wieder staunen über die ausserordentliche, trotz gewichtiger Warnungen den Erbauern selbst vielleicht nicht ganz bewusste Kühnheit, mit welcher dieses grosse Werk unternommen worden ist; sehr schwerwiegende Folgen, die nachher nur unter Überwindung grosser Schwierigkeiten gemeistert werden konnten, blieben ja auch nicht aus. Im Zusammenhang mit späteren grossen Gewässerkorrektionen hat man dann wohl regionale Pegelnetze errichtet, die jedoch nach Durchführung der Korrektionen meist wieder vernachlässigt wurden [1]).

Eine gesamtschweizerische Regelung des «Pegelwesens» wurde 1863 durch die *Schweizerische Naturforschende Gesellschaft* (*SNG*) in Angriff genommen, welche hierzu eine «Hydrometrische Kommission» und ein «Hydrometrisches Zentralbüro» [2]) bestellte. Es ist aufschlussreich zu wissen, dass vorgängig das Eidg. Departement des Innern eine Umfrage bei den Kantonen gemacht und dabei zum Ausdruck gebracht hatte, die Beobachtungen an den meteorologischen Stationen seien nicht genügend, um die Ursache von Verheerungen und Versumpfungen grosser Gebiete zu ergründen. 1872 wurde aber das Hydrometrische Zentralbüro der SNG als «Eidg. hydrometrisches Büro» vom damaligen Oberbauinspektorat (heute Amt für Strassen- und Flussbau) übernommen, wobei die Überlegung ausschlaggebend war, dass «nur der Staat eine ausreichende Garantie für eine über lange Zeit ununterbrochene Dauer der Beobachtungen» gewähre, was damals schon als «ein ganz unerlässliches Erfordernis» betrachtet wurde. Während also zuerst die Leitung der hydrographischen Tätigkeit einer Kommission von Wissenschaftern anvertraut worden war, ging sie nun an eine Verwaltungsstelle des Bundes über, und zwar an das mit zentralen Lenkungs- und Vollzugsbefugnissen ausgestattete Organ, welches die damaligen wasserwirtschaftlichen Aufgaben des Bundes wahrzunehmen hatte.

Als gegen Ende des 19. Jahrhunderts die *Aera der intensiven Nutzbarmachung unserer Wasserkräfte* einsetzte, sah sich der Bund vor der Aufgabe, zwecks Feststellung der nutzbar zu machenden Wasserkräfte die Untersuchung der Wasserverhältnisse der Schweiz noch mehr zu fördern als bisher. Diese Aufgabe wurde durch Bundesbeschluss vom 17. 8. 1895 dem Eidg. hydrometrischen Büro übertragen, welches auch Fragen der Bewirtschaftung des Wassers (Wasserkraftnutzung, Seeregulierungen, Schiffahrt) zu behandeln hatte. Das Netz der Wassermessstationen wurde systematisch ausgebaut, so dass heute zahlreiche unserer wichtigsten Stationen über 50jährige Beobachtungsreihen aufweisen. Wenn auch anfänglich die hydrographischen Erhebungen hauptsächlich auf die damaligen Bedürfnisse der Wasserkraftnutzung ausgerichtet wurden, so setzte sich doch früh schon, bedingt durch das Bedürfnis nach Unterlagen auch für andere Aufgaben, die weitblickende Erkenntnis durch, dass der hydrographische Dienst das Abflussregime als Ganzes zu erfassen und bekanntzugeben habe.

Im Jahr 1908 wurde im Rahmen einer Reorganisation des Eidg. Departementes des Innern das hydrometrische Büro zu einer selbständigen «Abteilung für Landeshydrographie» erhoben, welche ebenfalls und zwar in stark vermehrtem Masse, wasserwirtschaftliche Aufgaben zu übernehmen hatte; denn im gleichen Jahr war der Art. 24bis in die Bundesverfassung aufgenommen worden, der dem Bund die Oberaufsicht über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte zuweist.

In der Botschaft vom 7. Februar 1908 über diese Reorganisation werden unter anderem folgende Aufgaben der neuen Abteilung festgehalten:

- «das Studium der Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluss, der Verdunstung und Versickerung, der Grundwasser-Erscheinungen und Quellenbildungen»
- Aufnahmen und Studien über die Entstehung und das Anwachsen von Flussdeltas in Seen; Aufnahmen über die Konfiguration von Seebecken
- «Erhebungen über Einwirkung der Bodenbedeckung, Geschiebe- und Sinkstoffführung, Vorgänge der Eisbildung, Rückwirkung von Eisschoppungen und Eisgängen auf den Wasserabfluss und die Flussbettgestaltung, Verlauf der Hochfluten, Einwirkung der stehenden Gewässer auf die Wasser- und Geschiebeabfuhr in den Flüssen usw.»
- «Fachwissenschaftliche Verwertung und Publikation der Beobachtungsdaten sowie Studien über den Fortschritt der Hydrographie überhaupt.»

[1])Auch in Verbindung mit damaligen Wasserkraftnutzungen und Seeregulierungen wurden Pegel errichtet (z. B. Rhone in Genf 1739; Genfersee in Vevey 1780; Linth und Walensee in Weesen 1807; Zürichsee in Zürich 1810).

[2]) Hydrometrie: Mittel und Wege zur Bestimmung der von der Hydrographie benötigten Messgrössen, wie Pegelstand und Abflussmengen. Kommission und Büro wurden also nach heutigen Begriffen in zu eng gefasster Weise bezeichnet. Heute würde man den Ausdruck *Hydrographie* gebrauchen: Kunde von den Binnengewässern, wie Flüssen, Seen, Grundwasser usf.

Damit ist ein breit angelegtes hydrologisches Programm aufgestellt worden. Es enthält auch Aufgaben der langfristigen Grundlagenforschung, welche in heutiger Sicht zum Teil an ein wissenschaftliches Institut gehören; dies gilt auch für die Aufgaben der reinen Forschung, die sich aus diesem Programm ergeben. Es umfasst ferner Probleme, zu deren Lösung sich der Beizug von wissenschaftlich geführten Versuchsanstalten oder ebenfalls die Übertragung an ein wissenschaftliches Institut als erforderlich oder zweckmässig erwiesen hat. Es zeigte sich nämlich in der Folge, dass z. B. die Beziehungen zwischen Niederschlag und Abfluss sowie die Erscheinungen der Versickerung und der Grundwasser- und Quellenbildung nicht so einfach zu erkennen sind, wie dies damals wohl angenommen worden ist. Die Zeit für eine breitangelegte, systematische und zweckmässige Erfüllung eines solchen Programms war schon aus diesen Gründen, aber auch solchen personeller, finanzieller und organisatorischer Art damals und auch in den zwanziger Jahren noch nicht reif, als die Abteilung für Landeshydrographie bereits zu einem Amt für Wasserwirtschaft erweitert worden war.

Ein wichtiges Ereignis war deshalb die Eröffnung der *Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau* (VAWE) an der ETH im Jahre 1930, nachdem der Bund schon relativ früh für andere Zwecke wissenschaftlich geführte Anstalten, wie z. B. die landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Versuchsstationen (1877 bzw. 1885), eingerichtet hatte. Als Hauptzweck der Versuchsanstalt für Wasserbau bezeichnet der Bundesrat in seiner sich auf ihre Erstellung beziehenden Botschaft die Durchführung von Modellversuchen für die praktischen Aufgaben des Wasserbaues. Als weitere Zwecke werden der Unterricht der Studierenden und die Möglichkeit wissenschaftlicher Erforschung allgemeiner Gesetze, denen das fliessende Wasser unterworfen ist, genannt. 1935 wurde der Versuchsanstalt eine Erdbauabteilung und 1938 eine Abteilung für Hydrologie angegliedert[3]). Letztere sei, wie in der Botschaft des Bundesrates vom 17. Dezember 1945 über den Ausbau der ETH gesagt wird, «ein Institut mit ausgesprochen wissenschaftlichem Charakter, welches die Zusammenhänge zwischen den atmosphärischen Niederschlägen und den Abflüssen der Gewässer untersucht». Es hat sich auch der wissenschaftlichen Glaziologie angenommen.

1935 war der Versuchsanstalt auch die Beratungsstelle für Trinkwasserversorgung und Abwasserreinigung unterstellt worden. Im Zuge des Ausbaues der ETH wurde diese Stelle zu einer mit der ETH verbundenen *Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz* (*EAWAG*) erhoben, eine für unser Land sehr wichtige und bedeutsame Massnahme. Neben der Aufgabe, die Wissenschaft und Technik der Reinigung der häuslichen und industriellen Abwässer zu fördern, hat sie sich, wie die Bezeichnung zum Ausdruck bringt, auch mit wichtigen hydrologischen Fragen zu befassen, was im Hinblick auf kommende gesamtwasserwirtschaftliche Abklärungen vermehrte Zusammenarbeit mit unserem Amt voraussehen lässt; für das Amt hat die EAWAG schon verschiedene aufschlussreiche Untersuchungen durchgeführt.

Dementsprechend, was wir oben über den Beizug von Versuchsanstalten gesagt haben, führt in der 1939 erschienenen Mitteilung Nr. 33 «Untersuchungen in der Natur über Bettbildung, Geschiebe- und Schwebestofführung» des Amtes für Wasserwirtschaft der damalige Direktor, Dr. *C. Mutzner*, aus, dass auf dem schwierigen Gebiet der Schwebe- und Sinkstofführung Erhebungen an natürlichen Flüssen allein nicht geeignet seien, zu eindeutigen Ergebnissen zu führen, wenn nicht auch in einer Versuchsanstalt systematische Untersuchungen über diejenigen Probleme durchgeführt werden, deren Erforschung in der Natur nicht möglich ist.

Dies hatte sich bereits im Verlaufe von Erhebungen über die Wasserführung, Sinkstofführung und Schlammablagerung des Alten Rheins bestätigt. Das Amt liess daher gemeinsam mit der schweizerischen Rheinbauleitung Versuche in der VAWE durchführen. Die Ergebnisse dieser ersten Zusammenarbeit zwischen der VAWE und dem Amt sind von letzterem 1932 als Mitteilung Nr. 31 veröffentlicht worden.

Einer Anregung des damaligen Direktors der Versuchsanstalt, Prof. Dr. *E. Meyer-Peter*, Folge leistend, haben dann die Anstalt und das Amt viele Jahre an dem gemeinsamen Ziel der Erforschung der Geschiebeführung weiter zusammengearbeitet. Seit 1932 wurden in der Anstalt systematische Untersuchungen über den Geschiebetrieb vorgenommen, welche vom Amt eingehend verfolgt und auch in finanzieller Hinsicht gefördert worden sind. Seine Aufgabe sah es indessen vornehmlich darin, die im Laboratorium gefundenen Gesetze des Geschiebetransportes einer Nachprüfung in der Natur zu unterziehen. Zu diesem Zweck wurden an der Hasliaare die oben erwähnten, 1939 veröffentlichten Untersuchungen durchgeführt.

Dieser Zusammenarbeit ist ein für unser Thema aufschlussreicher Gedankenaustausch vorangegangen, aus welchem folgendes festgehalten sei: Beobachtungen und Untersuchungen in der Natur zur Überprüfung der Ergebnisse rein wissenschaftlicher, im Laboratorium durchgeführter Forschungen werden am besten von Bundesstellen übernommen, welche ohnehin mit Erhebungen dieser Art beauftragt sind. Auch bei Laboratoriumsversuchen, die zum Zwecke haben, konkrete Aufgaben wie z. B. die Regulierung eines Gewässers zu lösen, können systematische Versuche erforderlich sein, unbekümmert um die Erreichung eines konkreten Resultates, das direkt von der Praxis verwendet werden könnte. Sie sind u. U. ebenfalls mit Erhebungen und Untersuchungen in der Natur verbunden, die wiederum in zweckmässiger Weise von hierzu ohnehin ausgerüsteten Bundesstellen übernommen werden können. Bei entsprechender Gestaltung der Versuche und Untersuchungen können u. U. aber auch bei solchen kurzfristiger angewandter Forschung allgemein gültige Erkenntnisse gewonnen werden.

Im Zusammenhang mit der damaligen Tätigkeit des Amtes für Wasserwirtschaft auf dem Gebiet der Geschiebe- und Schwebestofführung erschien 1939 noch seine Mitteilung Nr. 34 über Deltaaufnahmen, bei der, wie auch in analoger Weise bei der Miteilung Nr. 33, die Erdbauabteilung der VAWE es übernommen hatte, die geologisch-petrographischen Verhältnisse der Einzugsgebiete sowie die petrographische Zusammensetzung des Deltamaterials bzw. des Geschiebes zu untersuchen.

Nachdem schon die Wirtschaftskrise der dreissiger Jahre auch der Hydrographie wesentliche Beschränkungen auferlegt hatte, brachte der Zweite Weltkrieg, wie auf anderen Gebieten, Unterbrüche und Störungen mit sich, wozu in den ersten Nachkriegsjahren auch andere, hier nicht zu erörternde widrige Umstände kamen. Immerhin erschien 1946 noch die Mitteilung Nr. 38 des Amtes für Wasserwirtschaft über «Mehrjährige periodische Schwankungen der Abflussmengen des Rheins bei Basel». Diesem Versuch einer Vorausberechnung der mittleren jährlichen Abflussmenge brachte Prof. Dr. *Meyer-Peter* grosses Interesse entgegen und er unterstützte ihn durch wertvolle Anregungen. Die Untersuchung wurde von der ETH als Doktorarbeit genehmigt.

Bereits 1944 hatten aber der *Schweizerische Wasserwirtschaftsverband* und der *Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke* in einer Eingabe an den Bundesrat auf die Wichtigkeit des hydrographischen Jahrbuches hingewiesen und eine Vermehrung der Zahl der Messstationen gefordert. In dem 1949 vom Bundesrat gutgeheissenen Bericht einer Expertenkommission zum Studium der Organisation der Ämter für Wasser- und Elektrizitätswirtschaft wurde zum Ausdruck gebracht, dass der hydrographische Dienst auszubauen und in theoretischer Hinsicht zu vertiefen sei. Da ungefähr gleichzeitig in der nun einsetzenden *Phase des noch gesteigerten Ausbaues der Wasserkräfte* von der Wirtschaft bedeutende Mittel für den Stationsbau bereitgestellt wurden, konnte das Stationsnetz stark erweitert werden. Es mussten immer mehr Stationen auch an hydraulisch und geschiebetechnisch ungünstigen Stellen errichtet werden, was, ohne dass für den Bau der dringendsten Stationen das Ergebnis abgewartet werden konnte, die Entwicklung eines neuen Stationstyps mit sich brachte. Dies führte zu einer neuen markanten Phase der Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Hydrologie mit der VAWE, deren Direktion inzwischen Prof. *G. Schnitter* übernommen hatte.

So hat die Versuchsanstalt im Jahre 1958 Modellversuche über den neuen Typ für Wassermesstationen in ihr Arbeitsprogramm aufgenommen und damit dessen weiterer Anwendung eine wissenschaftlich einwandfreie Grundlage vermittelt. Aus diesem Zusammenwirken ist die als Mitteilung Nr. 43 erschienene Untersuchung: «Geschiebetransport in Kanälen auf fester und glatter Sohle» herausgewachsen, welche als Doktorarbeit eines unserer Chefbeamten unter der Leitung von Prof. Schnitter durchgeführt worden ist.

Weiterhin werden für den Bau, besonders aber für die Überwachung und Kontrolle von Kraftwerken, zahlreiche amtliche Messstationen benötigt; dazu sind weitere Bedürfnisse nach hydrologischen Unterlagen und Untersuchungen durch wichtige Entwicklungen der neuesten Zeit entstanden:

Besonders aktuell und dringlich ist das Problem des *Gewässerschutzes* geworden. Weitere Aufgaben sind unserem Lande erwachsen

[3]) Übernahme des Institutes für Gewässerkunde, welches 1924 durch Übertritt eines Chefbeamten des Amtes für Wasserwirtschaft entstanden ist.

als Folge der fortschreitenden Industrialisierung und der Bevölkerungsvermehrung, gepaart mit sehr stark gesteigerten Anforderungen an die Menge von *Brauch- und Trinkwasser*, sowie mit veränderten Lebensgewohnheiten, z. B. der erhöhten Bedeutung der *Erholung* in all ihren verschiedenen Formen. Mit der Nutzbarmachung unserer Wasserkräfte ist eine Umformung der Wasserverhältnisse unseres Landes verbunden, wie sie bisher wohl noch nie vorgekommen ist. Es ist systematisch abzuklären, ob bei der Durchführung dieser gewaltigen und drängenden Aufgabe nicht andere wichtige Werte zu stark betroffen worden sind, wie das verschiedentlich schon festgestellt worden ist, und welche Korrekturen erforderlich sind. Das Problem der zweckmässigen *Verteilung der vorhandenen Wasserschätze unter Berücksichtigung ihrer Qualität* und damit die Notwendigkeit *gesamtwasserwirtschaftlicher Abklärungen* wird deshalb immer mehr in den Vordergrund treten, wozu es gründlicher und umfassender hydrologischer Erhebungen und Untersuchungen bedarf. Es handelt sich im wesentlichen um die Ausdehnung der Erhebungen über die Wasserführung und die Wiederaufnahme von Arbeiten über die Feststoffführung, die Temperatur der Gewässer und das Grundwasser. Rein wissenschaftliche Untersuchungen, langfristige Grundlagenforschung und kurzfristig angewandte Forschung werden hierbei erforderlich sein.

In der Botschaft des Bundesrates vom 15. Juni 1962 betreffend die Organisation des Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes wird unter anderem erklärt, dass dem Amt für Wasserwirtschaft «die Beschaffung der für die gesamte Wasserwirtschaft des Landes erforderlichen hydrographischen Grundlagen» obliege und es die Möglichkeit habe, «sich mit neuen Fragen aus dem Gebiet der Wasserwirtschaft zu befassen». Zu solchen neuen Aufgaben gehören im erwähnten Sinne gesamtwasserwirtschaftliche Abklärungen. Es handelt sich bei diesen Aufgaben und der Beschaffung der zu ihrer Lösung erforderlichen Unterlagen um einen wichtigen Beitrag zur Schweiz von morgen, der nur durch eine weit in die Zukunft blickende und wirkende, von neuen Ideen getragene Tätigkeit geleistet werden kann und nur, wenn die hierfür erforderlichen Organisationen und Mittel bereitgestellt werden. Die Einsicht in diese Notwendigkeiten breitet sich wie eine Grundwelle im Lande aus, was sich in verschiedenster Art und Weise auswirkt und auch schon in den eidgenössischen Räten zum Ausdruck gekommen ist.

Organisatorisches

Bisher lag die Förderung der Wissenschaft grundsätzlich den Kantonen ob, abgesehen von den Aufgaben, welche der *Eidg. Technischen Hochschule* übertragen sind. Diese unterscheidet sich von den Universitäten klassischen Stils besonders durch ihren Charakter der «Naturwissenschaftlichkeit» und der «Technizität». Sie könnte auch nicht sein, «was sie ist, ohne den dauernden und innigen Kontakt mit ausserakademischen Bereichen», mit «der Praxis im allgemeinsten Sinne» (*K. Schmid*). So erscheint die ETH als der Ort, an welchem, abgesehen von der Durchführung der Beobachtungen in der Natur, die reine Forschung aber auch Aufgaben der langfristigen und kurzfristigen Grundlagenforschung, auf dem Gebiet der Hydrologie und diese letztere selbst als Disziplin betrachtet, gut aufgehoben sind.

Der Bund nahm sich aber auch auf verschiedenen Gebieten, welche den ihm obliegenden Aufgaben nahestehen, der Forschung eingehend an. Die damit betrauten Stellen wurden, wohl weitgehend unter dem Gesichtspunkt der Zweckmässigkeit und der praktischen Bedürfnisse:

- entweder Bundesorganen mit zentralen Lenkungs- und Vollzugsbefugnissen eingegliedert oder unterstellt, wie die *Landeshydrographie* dem Amte für Wasserwirtschaft oder das *Institut für Schnee- und Lawinenforschung* der Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei
- oder als wissenschaftlich geführte Anstalten errichtet, von welchen, was das Gebiet der Hydrologie und der Wasserwirtschaft anbetrifft,
  - die *VAWE*, die *EAWAG* und die *Anstalt für das forstliche Versuchswesen* mit der ETH verbunden sind,
  - die *Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt* (MZA) direkt dem Departement des Innern untersteht, welches die wissenschaftliche und technische Leitung und Beaufsichtigung derselben durch eine Fachkommission ausübt.

Im Amt für Wasserwirtschaft fliessen besonders wegen der Intensivierung und Ausweitung gesamtwasserwirtschaftlicher Abklärungen immer mehr Arbeiten der Landeshydrographie und andere Arbeiten des Amtes ineinander oder sind mindestens stark verflochten. Die unser Land besonders berührenden hydrologischen Aufgaben sind weitgehend durch kurz- und langfristig sich stellende Fragen bedingt, die sich aus dem Verhältnis des Wassers zu seiner Umgebung, insbesondere der menschlichen Tätigkeit, ergeben und mit denen sich das Amt zu befassen hat. Die hydrographischen Untersuchungen sind deshalb in optimaler Weise unter Berücksichtigung möglichst aller hierfür wichtigen, wie z. B. auch der finanziellen, wirtschaftlichen und staatspolitischen Gesichtspunkte auf diese Fragen auszurichten.

Sehr wichtig ist aber auch die *Koordination* zwischen den sich mit Fragen am Wasser befassenden Stellen, besonders hinsichtlich der Befriedigung der verschiedenen Bedürfnisse nach hydrologischen Unterlagen, einer Abstimmung der Arbeits- und Forschungsprogramme und einer zweckmässigen Arbeitsteilung. Ein Fortschritt in dieser Beziehung ist bereits durch die Konstituierung der «*Schweizerischen beratenden hydrologischen Konferenz*» erzielt worden, ein Organ, in welchem, wie der Geschäftsbericht des Bundesrates vom Jahr 1957 ausführt, «Fragen der Hydrologie und ihrer Anwendung, welche gleichzeitig mehrere Interessenten berühren, in rationeller Weise behandelt werden können, und das auch als nationales Zentralorgan alle Interessen an der Hydrologie zusammenschliesst und so besonders auch in bezug auf die internationalen Bestrebungen umfassend Stellung nehmen kann». Erwähnt sei diesbezüglich das vom Amt in Zusammenarbeit mit den andern beteiligten Stellen verfasste «Exposé betreffend die Nutzung der schweizerischen Wasserschätze» vom 31. August 1964. Es diente als Unterlage für eine von der UNO im Hinblick auf Fragen der Nutzung der europäischen Wasserschätze einberufenen Konferenz, deren Vorschläge noch weiter zu prüfen sind.

In bezug auf die Arbeitsteilung bei solcher *internationaler Zusammenarbeit* ist von der Natur der zu erfüllenden Aufgabe und der damit verbundenen Verantwortlichkeit auszugehen. Die schweizerische Vertretung ist deshalb von jenen Stellen zu übernehmen, in deren Aufgabenkreis die zu behandelnden Fragen zur Hauptsache gehören.

So wird die schweizerische Mitwirkung beim Internationalen Hydrologischen Dezennium, bei welchem neben der langfristigen Grundlagenforschung die Förderung der Hydrologie als Wissenschaft im Vordergrund steht, unter der umsichtigen Leitung von Professor Schnitter organisiert. Es stellen sich bei diesem Beitrag der Schweiz zur internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Hydrologie auch wichtige Koordinationsaufgaben, indem die Arbeiten der zahlreichen mitwirkenden Stellen sinnvoll in den Gesamtrahmen zu stellen sind.

Wie wir gesehen haben, war es nicht möglich, bei der Aufgabenverteilung scharfe Grenzen zu ziehen, und es fallen auf die verschiedenen sich mit Wasserwirtschaft und Hydrologie befassenden Stellen aus Zweckmässigkeitsgründen, wenn auch mit stark verschiedenen Gewichten, sowohl wissenschaftliche als auch angewandte Aufgaben. Es ist deshalb von einer für einen optimalen Erfolg ausschlaggebenden Wichtigkeit, Forschungsprojekte und die dazu gehörigen Arbeitsprogramme mit vorausschauendem Blick auf das Ganze, zusammen mit den verschiedenen zur Mitarbeit berufenen Stellen sorgfältig, eingehend und selbstkritisch abzuklären und aufzustellen. Wie wir auch erkannt haben, dürften dabei Untersuchungen und Forschungen in der Natur wohl am besten von denjenigen Stellen durchgeführt werden, denen ohnehin solche Aufgaben zufallen und die entsprechend ausgerüstet sind. In diesem Sinne wird gegenwärtig durch eine aus Vertretern unseres Amtes, des Amtes für Strassen- und Flussbau, der VAWE und des Laboratoire d'Hydraulique der EPUL zusammengesetzte Arbeitsgruppe die Aufstellung eines langfristigen Programms betreffend Geschiebe- und Schwebestofführung sowie Temperaturmessungen vorbereitet.

Schlusswort

«Today water is still an essential ingredient of the industrial and economic might of nations, great and small», sagt der USA Federal Council for Science and Technology in seinem Bericht über Scientific Hydrology.

Der Ausschuss des Senats der USA für die Nationalen Wasserschätze hat vorausgesagt, so erstaunlich es für uns auch klingen mag, dass in den Vereinigten Staaten vom Jahr 1980 an der Entzug aus den Gewässern den maximal regulierten Abfluss in zunehmendem Masse übersteigen werde. Auch in Europa sind weite Gebiete im Begriff, sich wirtschaftlich über die ihnen von der Natur dargebotene Wassermenge hinaus zu entwickeln oder haben es bereits getan. Von ihrem Standpunkt aus ist es deshalb begreiflich, dass mehrfach Bestrebungen in Gang gekommen sind, die Bewirtschaftung und Pflege der Wasserschätze weit über die nationalen Grenzen hinaus zu dehnen und dass sich die Blicke auf die in heutiger Sicht relativ wasserreichen Länder richten. Desto wichtiger und dringlicher ist es somit für diese Länder,

wie z. B. für die Schweiz, dass sie gestützt auf ausreichende und zuverlässige hydrologische Unterlagen gründlich prüfen und bilanzieren, besonders in qualitativer Hinsicht, wie weit sie ihre Wasserschätze auf lange Sicht gesehen für ihre eigene wirtschaftliche Entwicklung und ihr Wohlbefinden selbst benötigen.

Wir hoffen, dass es uns gelungen ist, einen Eindruck davon zu geben, welche grundlegende Bedeutung der Hydrologie im Rahmen einer weitblickenden, umfassenden Wasserwirtschaft zukommt und wie sehr der heute Gefeierte, Professor *Gerold Schnitter*, mit dieser Aufgabe verbunden und ihr zugetan ist.

Er vereinigt in seinem Lebenswerk in bester Weise Wissenschaft und Praxis. Wir haben in ihm einen ideenreichen und verständnisvollen Partner für die Behandlung der uns gemeinsam berührenden Probleme gefunden, wofür wir ihm wärmstens danken. Wir wissen, wie stark ihn das Naturgeschehen, aber besonders auch die Auswirkungen der menschlichen Tätigkeit auf die Zukunft unserer Gewässer und deren Schicksal beschäftigen. Darum blicken wir mit Freude der weiteren Zusammenarbeit mit ihm entgegen und entbieten ihm zum heutigen Anlass unsere herzlichen Glückwünsche.

Adresse der Verfasser: Dr. *Max Oesterhaus*, Direktor, *Emil Walser*, Unterabteilungschef des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, 3000 Bern, Bollwerk 27.

Quellen

Brecht Bertold; Leben des Galilei 1938/39. Berlin, Verlag Suhrkamp.

Delattre P.; L'utilisation de la force de l'eau à travers les âges. Discours de réception à l'Académie de Lyon, 1957.

Geiser Karl; Brienersee und Thunersee; Veröffentlichung Nr. 2 des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, 1914.

von Muralt A.; Über die Beziehungen zwischen reiner und angewandter Forschung, «Schweiz. Hochschulzeitung», Sonderheft ETH 1955.

Oesterhaus M. und *Walser E.;* Der hydrographische Dienst des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, «Plan», schweiz. Zeitschrift für Landes-, Regional- und Ortsplanung, Nr. 5, 1957.

Schmid K.; Ansprache als Rektor der ETH am Akademischen Akt vom 22. 10. 1955. «Schweiz. Hochschulzeitung», Sonderheft ETH 1955.

Tschudi H. P.; Bundesrat, Die Erfüllung der Zukunftsaufgaben durch den föderalistischen Staat, Jahrbuch der Neuen Helvetischen Gesellschaft, 1965. USA Federal Council for Science and Technology; Scientific Hydrology, June 1962.

Walser E.; Hydrographie und Wasserkraftnutzung, in: Die Schweiz. Elektrizitätswirtschaft, herausgegeben vom VSE anlässlich 11. UNIPEDE-Kongress 1958.

Zurbrügg H.; Aspects juridiques du régime des eaux en Suisse, Rapport présenté à la Société suisse des juristes, Bâle 1965.

Wiederaufbau der durch einen Schiffszusammenstoss teilzerstörten Brücke über den See von Maracaibo (Venezuela)

DK 624.21 : 624.012.4.004.67

Von Dipl.-Ing. **Heinz Puell**, Caracas, und Dr.-Ing. **Rudolf Hemmleb**, Wiesbaden

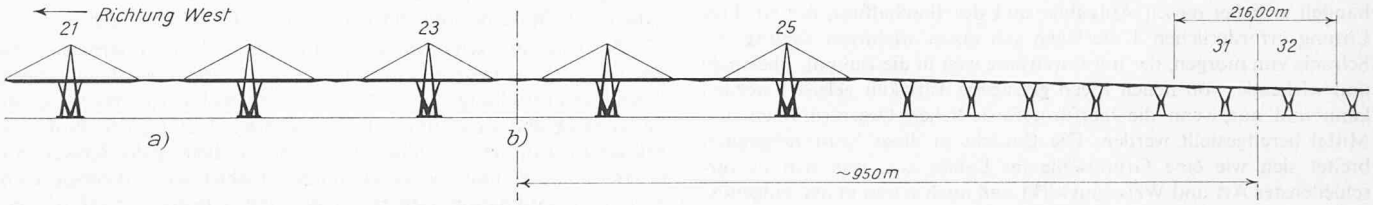
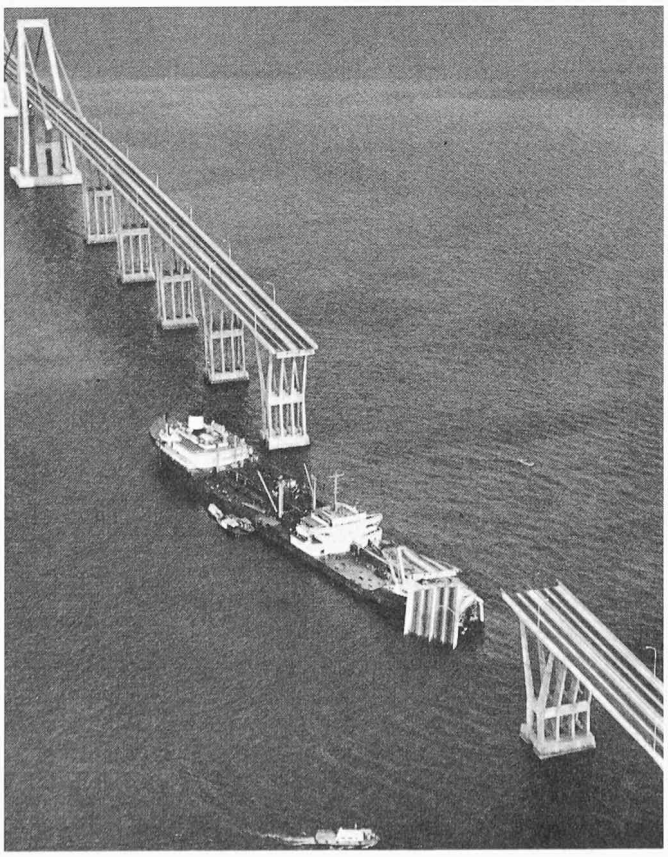


Bild 1. Uebersicht über die Schiffahrtsöffnungen und die Unfallzone der Maracaibobrücke, Masstab 1:10 000. a = Oeffnung für die Schiffahrt Nord-Süd, b = id. Süd-Nord. 31 und 32 = eingestürzte Pfeiler

Bild 2. Blick gegen Westen auf die Schadensstelle



Projekt und Bau der Strassenbrücke über den See von Maracaibo, die am 24. August 1962 dem öffentlichen Verkehr übergeben wurde, sind in der einschlägigen Literatur, u. a. in dieser Zeitschrift, 78. Jahrgang, 1960, Heft 42, S. 670–676 ausführlich beschrieben worden. Dieser Brückenbau hat seine besondere Beziehung zur Schweiz dadurch erhalten, dass die venezolanische Regierung die Professoren *G. Schnitter* und *F. Stüssi* von der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich mit der Prüfung der konstruktiven und statischen Unterlagen beauftragt hatte. Diese bildeten auch für den nachstehend beschriebenen Wiederaufbau die Grundlage.

Ein schweres Unglück führte zu einer Teilzerstörung dieser grossen Brücke, bevor sie zwei Jahre in Betrieb war. In der Nacht vom 6. auf den 7. April 1964 kollidierte der 36000-t-Tanker «Esso Maracaibo» infolge einer plötzlich aufgetretenen Manövrierunfähigkeit mit der Brücke. Das vollbeladene Schiff befand sich auf Süd-Nord-Fahrt, also auf dem Wege von den Ölfeldern im Süden des Maracaibo-Sees in Richtung auf das offene Meer. Etwa 2 km südlich der Brücke wurde der Tanker infolge eines Kabelbrandes in der elektrischen Schaltzentrale manövrierunfähig. Da das Schiff offenbar nicht mehr genügend Fahrt hatte, um die Schiffahrtsöffnungen zwischen den Pfeilern 23 und 24 gefahrlos passieren zu können, versuchte die Schiffsleitung, mit Ankerhilfe die Fahrtgeschwindigkeit abzustoppen und gleichzeitig das Schiff noch vor der Brücke über Steuerbord (Ostufer) auf Grund zu setzen. Leider hatte dieses Manöver nicht den gewünschten Erfolg; die ausgeworfenen Anker fanden in dem schlik-

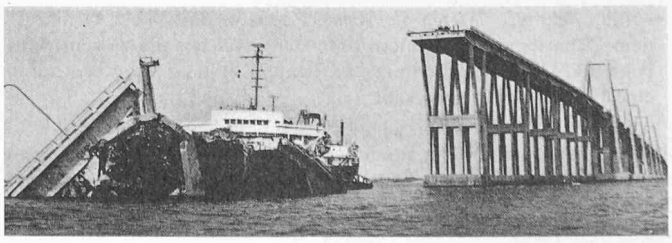



Bild 3. Vorschiff «Esso Maracaibo» mit abgestürztem Pfeilertisch 31 und 32