

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 63 (1971)  
**Heft:** 9-10

**Artikel:** Flussdeiche und Staudämme  
**Autor:** Töndury, Gian Andri  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921223>

#### **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:** 13.01.2026

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

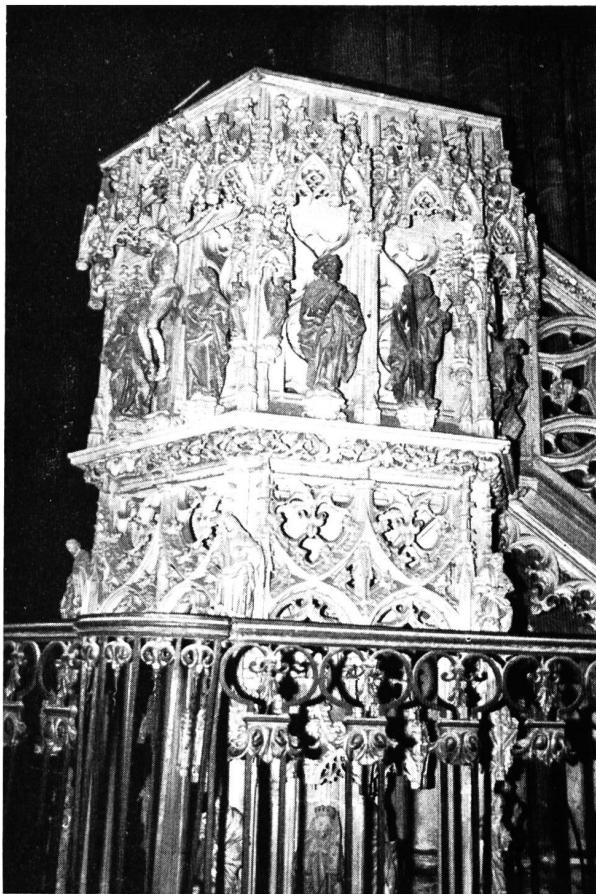


Bild 15 Gotische Kanzel mit grossartiger Steinmetzkunst im Strassburger Münster

stück im Rheinseitenkanal. Auffallend war, dass erfreulicherweise, je weiter wir stromabwärts fuhren, die Flussstrecken, in denen das Rheinwasser im alten Rheinbett verblieb, immer grösser und die Reststrecken des Rheinseitenkanals immer kürzer wurden. In Strassburg sahen wir das gerade fertiggestellte neue Kraftwerk im Vorbeifahren.

Nach der Passage der Schleusenanlage in Strassburg, welche im Gegensatz zu den oberen Werken im Hinblick auf den grösseren Schiffahrtsverkehr noch grössere Dimensionen erhalten hat, nämlich die Grossschleuse mit 190 x 24 m und die Kleinschleuse mit 190 x 12 m, passierten wir das alte Rheinbett, unterfuhren die neue Europabrücke, welche Strassburg mit Kehl verbindet, und gelangten dann unterhalb der genannten Brücke in das Hafengebiet von Strassburg. (Bilder 12 und 13.)

Zuerst fuhren wir durch eine Abschlusschleuse in das Bassin Aux Pétroles, in den Petroleum-Hafen, um dort die neuesten Anlagen der Petroleum-, der Benzin- und Treibstoffumschlagsanlagen zu besichtigen. Alsdann ging die Fahrt weiter über den Industriehafen, über den Commercehafen und schliesslich durch Einfahrt über die Nordschleuse in den Canal de la Marne bzw. nach einer kurzen Fahrtstrecke über das Bassin des Remparts in Richtung Bassin Dusuzeau. Nach Passage mehrerer Verbindungsbrücken landeten wir schliesslich dann an der Place du Dauphin, wo uns ein Omnibus erwartete, um neben der zweifelsohne imposanten Hafenanlage der Stadt Strassburg auch die übrigen Sehenswürdigkeiten dieser alten, ehrwürdigen Stadt zu erleben. Interessant ist im Nachklang festzuhalten, dass eindrucksvoll erkannt wurde, welche grossen Schiffahrtsleistungen damals in die Hafenanlagen der Strassburger Häfen investiert wurden, und zwar etwa um die Jahrhundertwende. Heute sind viele der Hafengelände anlagen totgelegt, durch Umstrukturierung bedingt, und es setzt nach Auskunft des uns begleitenden stellvertretenden Hafendirektors eine neue Epoche ein, indem die früheren Umschlagsanlagen heute vorwiegend für hafen- und wassergebundene Industrieansiedlungen umstrukturiert wurden und werden. Der Hafen von Strassburg umfasst heute insgesamt 975 ha mit 145 km Bahngeleise und 32 km Strassen bei einer Quailänge von 37 km; der gesamte Güterumschlag erreichte 1969 etwa 9,5 Mio t, somit etwas mehr als in den Häfen beider Basel.

Der Reiseabschluss galt wieder der Kultur und Kunst — dem immer wieder grossartigen Erlebnis eines Besuches des gotischen Münsters von Strassburg (Bilder 14 und 15), mit dem herrlichen filigranartigen «Vorhang» an der Hauptfassade des Münsters, dem eindrucksvollen hochragenden mystischen Innenraum dieses Gotteshauses mit den wundervollen Glasmalereien aus dem Mittelalter.

Zur nötigen Stärkung vor der langen Heimfahrt fanden sich noch fast alle Exkursionsteilnehmer in einer alten heimeligen Gaststube im alten Strassburg ein, und dann ging es per Car nach Freiburg mit individueller Heimkehr in die Schweiz, bereichert durch zwei unvergessliche Tage.

Auch hier möchten wir nochmals unseren Gastgebern, dem Wasser- und Schiffahrtsamt und namentlich auch Ingenieur Egon Kunz und seinen Mitarbeitern den herzlichsten Dank abstatte.

#### BILDERNACHWEIS:

1—7 und 9—15: Fotos G. A. Töndury  
Bild 8: Foto Electricité de France

#### Adresse der Verfasser:

E. Kunz, Oberreg. Baurat, Wasser- und Schiffahrtsamt Freiburg, Stadtstrasse 5, D — 78 Freiburg.  
G. A. Töndury, dipl. Ing., Weststrasse 12, 5432 Neuenhof.

## FLUSSDEICHE UND STAUDÄMME

Gian Andri Töndury

DK 627

Diesem Thema war die diesjährige Tagung und Vortragsveranstaltung des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft e. V. (DVWW) vom 11. und 12. Mai 1971 in Essen gewidmet, die gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau, mit dem Deutschen Nationalen Komitee der Internationalen Kommission für Große Talsperren und dem Haus

der Technik e.V. / Essen zur Durchführung gelangte. Das Tagungsthema stiess auf grosses Interesse, nahmen doch nahezu 500 Fachleute an den Vortragsveranstaltungen teil, die wie alle damit verbundenen Anlässe im parkumgebenen Städtischen Saalbau mit seinen günstigen Räumlichkeiten stattfanden. Als Ort der Tagung wurde Essen gewählt, weil gerade für die Wasserwirtschaft dieses Gebietes Fluss-

deiche und Staudämme seit langem von erheblicher Bedeutung sind. Die grossen Staudämme im Gebiete des Ruhrtaalsperrenvereins haben neben dem Hochwasserschutz vor allem die Aufgabe, die Wasserversorgung dieses sehr anspruchsvollen, dicht besiedelten Industriegebietes zu sichern, während im Gebiete der Emschergenossenschaft und des Lippeverbandes infolge der durch den Steinkohlenabbau hervorgerufenen Bodensenkungen weite Flussstrecken mit Deichen versehen werden mussten, die teilweise bereits eine Höhe von mehr als 10 m erreicht haben. Beim Bau von Deichen und Staudämmen handelt es sich um wasserwirtschaftliche Anlagen, bei deren Konstruktion u. a. auch erhebliche Probleme des Erd- und Grundbaues aufgeworfen werden.

Bereits am Vortag — dem 10. Mai — fand als Vorbereitung eine Pressekonferenz statt, an der u. a. Kurzfassungen der Vorträge verabreicht wurden, die nachstehend gerne benutzt werden, gefolgt von Vorsitzung und ordentlicher Mitgliederversammlung des DVWW; bei den Vorstandswahlen für die Amtsperiode 1971—1975 wurde wieder Regierungsbaumeister a.D. Dr. Ing. E.h. Erich Knop (Essen) als Vorsitzender bestätigt. Abends fanden sich bereits zahlreiche

Damen und Herren zu einem zwanglosen Treffen ein.

Anlässlich der Mitgliederversammlung des DVWW wurde auf die nun seit Jahren im Gange befindlichen Bestrebungen zur Zusammenfassung der verschiedenen Sparten der Wasserwirtschaft hingewiesen, und Direktor Bauassessor Dr.-Ing. E.h. H. W. Koenig (Essen), Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau, dankte für die vorzügliche und sehr harmonische Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Verbänden bei der Vorbereitung dieser Vortragstagung und bekundete seine Freude an diesem Erfolg; diese sollte auch für die nächste Tagung Wasser Berlin 1973 möglich sein.

Zur Eröffnung der Vortragsveranstaltung sprach Dr.-Ing. E.h. E. Knop, Vorsitzender des DVWW, die einleitenden Worte, worauf Begrüssungs- und Dankadressen von Bürgermeister Scheewe im Namen des Stadtrates und der Verwaltung und von Minister Dericke, vom Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Namen des Landes Nordrhein-Westfalen an die zahlreichen Teilnehmer gerichtet wurden; letzterer machte darauf aufmerksam, dass in Nordrhein-Westfalen 59 Talsperren in Betrieb und drei im Bau sind.

## Flussdeiche

Den Auftakt für die sechs Vorträge zum Thema Flussdeiche gab Jan van Heurck vom Ministerie van Verkeer en Waterstaat (Den Haag) über «Heutige Deiche und Dämme in Holland», in seiner gewohnt begeisterten und humorvollen, freien Darlegung, wie wir ihn schon verschiedentlich auch bei uns in der Schweiz gehört haben. Holland ist nicht nur durch seine tiefe Lage im Westen und Norden des Landes gekennzeichnet, sondern auch durch die grosse Zahl und Länge seiner Deiche, die das tiefliegende Land durchschneiden und es ständig gegen das Wasser schützen müssen. Obwohl grössere Hochwasser nur wenige Male im Jahr auftreten, kann man die Hochwassergefahr nicht leicht nehmen. Der Schwerpunkt des ökonomischen Lebens — eng verbunden mit den grossen Seehäfen, insbesondere Rotterdam — befindet sich im Westen des Landes. Aber gerade hier liegt das Land am tiefsten. Es umfasst etwa 40 Prozent der gesamten Landesoberfläche. Hier wohnen 60 Prozent der Bevölkerung und konzentriert sich der grösste Teil der Industrie. Deswegen ist der Schutz gegen Hochwasser eine ständige grosse Sorge, ja eine nationale Aufgabe der Niederlande. Holland wendet jährlich viele Hunderte Millionen Gulden für seine Deiche und Dämme auf, nicht nur für Neubauten, sondern auch für den Unterhalt und die Verbesserung bestehender Anlagen im Rahmen von langjährigen Plänen. Die Arbeiten sind notwendig, weil die künstlichen Erdbauten sich ständig «setzen». Aber nicht nur das «Setzen» alter Deichkörper sondern auch das langsame Absinken (nicht viel; nur etwa 25 cm im Jahrhundert, jedoch ständig) lassen die Deicharbeiten in Holland kein Ende nehmen. Man hat in Holland im Laufe von etwa 1000 Jahren grosse Erfahrung im Kampf gegen das Wasser gesammelt. Nach längerer Zeit ist durch die Abschliessung der Zuidersee, durch die Schliessung der während des letzten Krieges und während der Wasserflut 1953 zerstörten Deiche eine technische Entwicklung in Gang gekommen, die nahezu jedes Jahr neue Resultate aufzuweisen hat.

Besonders interessant sind die Deichbauten im Rahmen des Deltaplanes sowie die Dämme, die Holland mit

Hilfe der modernsten Mittel der Technik im Meer gebaut hat, so dass im grössten Hafen der Welt, Rotterdam, seit 1969 Mammattanker anlegen können. Deich- und Damm-bauten bilden in Holland heutzutage nicht nur wasserbauliche Fragen, sie sind auch mehr oder weniger mit der Lösung von Transportproblemen verknüpft<sup>1)</sup>.

Der interessante Vortrag gab an Hand von ausgezeichneten Dias und einiger Kurzfilme nur einen gedrängten Überblick über die vielfältigen Probleme und Arbeiten des Deich- und Dammbaues in Holland<sup>1)</sup>. Er diente insbesondere auch als Einführung für die Besichtigung der grossen wasserbaulichen Massnahmen in Holland während der an die Vortragsveranstaltung anschliessenden zweitägigen Studienfahrt.

Im Anschluss an den Vortrag zeigte Freund van Heurck einen einmalig schönen, halbstündigen 35-mm-Farbfilm über die neuesten Bauten im Gebiet von Europoort, vor allem für die Schaffung eines tiefen und langen Gerinnes für eine unfallfreie Einfahrt der Riesentanker in das künstlich geschaffene, ausgedehnte Hafengelände von Europoort/Hoek von Holland.

Es folgte ein Vortrag von Reg.-Baurat a. D. W. Türstig (Essen) über «Empfehlungen für Flussdeiche nach den Ausarbeitungen des Arbeitskreises Flussdeiche des DVWW». Die vom Arbeitskreis des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser herausgegebenen «Empfehlungen für Flussdeiche» liegen als 88 Seiten starke gedruckte Broschüre vor, Einteilung in acht Kapitel.

Hervorzuheben sind besonders: Kapitel 2 betreffend Festlegung der Deichhöhen und Freibord, sowie Kapitel 3 betr. Forderungen an den Deichquerschnitt.

Hauptforderung:  
Standsicherheit gegen Böschungs-, Gleit- und Grundbruch

<sup>1)</sup> Ueber die grossartigen Wasserbauten in den Niederlanden haben wir in dieser Zeitschrift mehrfach und zum Teil ausführlich berichtet, z. B. WEW 1962, S. 372/379; 1970, S. 66/68.

sowie gegen Erosionen, Ansatz von Gleitfächern durch Deich und Untergrund. Massnahmen, die gefährdende Durchsickerung vermeiden. Bodenmechanik ermöglicht stofflich vielseitigen Aufbau.

Von Bepflanzung wird abgeraten, ausgenommen für Landschaftsgestaltung auf überhöhten und verstärkten Deichen.

Möglichkeiten der Erhöhung der Tragfähigkeit des Untergrundes. (Beispiel: u. a. lotrechte Tiefdränage nach Kjellmann-Franki.

Vermeidung eines hydraulischen Grundbruches.

Besondere technische Einzelheiten:

Beispiele: Dichtung durch Rammschlitzwand oder Kunststofffolie. Rampenanlage, Viehtrift, Sicherung der Deichkörper, kreuzende Leitungen, Abstand für Sand- und Kiesgruben; Beurteilung, Aufhöhung und Verstärkung bestehender Deiche; Vollschutz gegen Höchstabflüsse wirtschaftlich kaum erreichbar.

Pflegender Unterhalt: Mähen, Beweiden.

Deichverteidigung bei HW erst bei Gefahr für Mannschaft einstellen. Wichtig bleibt Sandsack. Grössere Wirksamkeit bringt Grossgerät. Sprechfunk erleichtert Einsatz.

Nach einer kurzen Pause wurde das Manuskript des am Vortag verstorbenen Referenten Prof. Dr.-Ing. J. Schmidbauer (Essen) verlesen, das dem Thema «Sickerströmung und Standsicherheit» gewidmet war.

Eine kritische Beanspruchung von Hochwasserschutzdeichen für die wasserseitige und luftseitige Böschung sowie für den gesamten Deichkörper kann sich meist nur aus der Durchsickerung ergeben. Es ist deshalb der Sickerströmung durch den Dammkörper selbst oder der Durchsickerung des Untergrundes besondere Bedeutung beizumessen. Aufgabe der Deichkonstruktion muss es sein, eine gefährliche Sickerströmung durch Abdichtung zu verhindern oder die Durchsickerung durch entsprechende Dränerung auf der Luftseite unschädlich zu machen.

In diesen Ausführungen wurden die Sickerströmungen für häufig vorkommende Deichquerschnitte und ihre Wirkung auf die Standsicherheit aufgezeigt. Diese Sickerströmungen sind analytisch oder durch Modellversuche ermittelt. Sie wurden auch an Lichtbildern von Modellversuchen dargestellt.

Den Schluss der Vormittagsvorträge bildeten zwei Kurzreferate von Oberregierungsbaurat M. Wegener (Regensburg) und Regierungsbaudirektor Dr.-Ing. H. Zweck (Karlsruhe) über «Deiche auf durchlässigem Untergrund sowie Einfluss von Abgrabungen (Kiesgruben vor und hinter dem Deich)».

#### a) Erfahrungen mit Hochwasser-Deichen an Donau und Isar

An der Donau zwischen Regensburg und Passau und am Unterlauf der Isar besteht ein zusammenhängender Hochwasserschutz mit Deichen von insgesamt 340 km Länge. Diese Arbeiten wurden zwischen 1928 und 1957 ausgeführt. Die Hochwasserfreilegung der Städte Kelheim und Regensburg ist in Vorbereitung. Der Untergrund besteht aus Kiessanden, die von einer bindigen Bodenschicht (0,5 bis 2,0 m Stärke) überdeckt sind. Die Durchlässigkeit ist besonders an der Isar sehr gross; sie ist dort einer der Gründe für die offene Bedeichung. Das bestehende Deichsystem wird verbessert durch Verstärkung

und Erhöhung einzelner Deichstrecken, durch Verlegung von Deichlücken mit Hilfe von Paralleldeichen und durch querliegende Binnendeiche, die besonders in langgestreckten Poldern und im Bereich von Siedlungen in Frage kommen. Aus Mangel an dichten Erdbaustoffen sind zum Teil bituminöse Innendichtungen verwendet worden, die sich gut bewährt haben. Untergrunddichtungen sind bisher nicht ausgeführt worden; im Zuge der Hochwasserfreilegung Kelheim und beim Bau der geplanten Donau-Stau stufen wird es jedoch nötig sein, auch den Untergrund abzudichten. Die völlige Abriegelung zwischen Flussbett und Taluntergrund wirft weitreichende Probleme auf. Bei Bauwerken am Deich (Kreuzung von Wegen, Rohrleitungen usw.) sowie bei Abgrabungen (vor allem Kiesgruben) vor oder hinter dem Deich sind mit Rücksicht auf die Standsicherheit des Deiches und den Anfall von Drängewässern bestimmte Vorkehrungen zu treffen. Für die Deichoberfläche hat sich nichts besser bewährt als eine regelmässig gemähte Grasnarbe. Wegen des hohen Pflegeaufwandes muss jedoch nach neuen Wegen gesucht werden. Die Bepflanzung mit niedrigen Sträuchern wird erwogen. Die Methoden der Deichverteidigung wurden nach den letzten Hochwassereignissen verbessert. Neue technische Anweisungen des Wasserwirtschaftsamtes befassen sich unter anderem mit der Bekämpfung der Böschungsrutschung und von Schäden in der Deichdichtung.

#### b) Qualmwasserverhältnisse bei flussnahen Kiesgruben und Standsicherheit der Böschungen

Bei der Anlage von Kiesgruben in der Nähe von Flussdeichen bestehen immer wieder unterschiedliche Auffassungen hinsichtlich deren Beurteilung. Während für den Flussbau Abgrabungen im Deichvorland praktisch nicht von Nachteil sind, wirken sie sich jedoch auf die Deiche ungünstig aus. Abgrabungen im Hinterland erhöhen dagegen ihre Standsicherheit. Das Referat behandelte die Strömungsverhältnisse, die durch Auskiesungen im Deichhinterland entstehen, die Standsicherheit der Kiesgrubenböschungen und diejenige der Deiche. An einem Beispiel wurde die Abhängigkeit der aus den Kiesgruben zu pumpenden Wassermengen von der Höhe des in der Kiesgrube zu haltenden Wasserspiegels und der Einfluss von künstlichen Massnahmen, wie Vorschüttungen aus wenig durchlässigem Boden, besprochen. Die Grösse ist abhängig von den geometrischen Verhältnissen des Strömungsgebietes und der Durchlässigkeit des Bodens. Die Standsicherheit der Böschungen der Kiesgruben hängt im wesentlichen von den Scherfestigkeitsparametern des Bodens ab, wird aber mit beeinflusst durch die Strömungskraft des zur Kiesgrube fliessenden Grundwassers. Das in dem Kies und Sand strömende Wasser übt auf die meist vorhandene obere bindige Deckschicht einen Druck aus, der zu einem hydraulischen Grundbruch führen und auch die Standsicherheit der Deiche gefährden kann.

Nach einem Empfang und Mittagessen als Gäste der Stadt Essen mit herzlichen Begrüssungsworten durch Bürgermeister Scheewe, sprachen Bauassessor Dr.-Ing. G. Annen (Essen) über «Filterschichten und Dichtungen» und Regierungsbaudirektor Dr.-Ing. K. Wetterkamp (Düsseldorf) über «Bodenarten und Verdichtungen».

## Staudämme

Die weiteren fünf Vorträge galten diesem Thema.

Als erster Referent sprach Prof. Dr.-Ing. H. Breth (Darmstadt) zum Thema «Internationaler Standard mit Berücksichtigung der erdstatistischen Probleme und besonderer Behandlung von Abdichtungen tieferegehender Talaabgärtungen».

Zunächst wurde ein Ueberblick über die Entwicklung des Staudammbaues in den letzten Jahrzehnten gegeben. Die derzeitigen Erkenntnisse, Versuchsmethoden und Berechnungsverfahren erlauben zwar eine zutreffende Aussage über die Standsicherheit eines Dammes, bei höheren Dämmen hat sich jedoch gezeigt, dass ausser der Standsicherheit auch das Verformungsverhalten der Dämme berücksichtigt werden muss. Im anderen Fall treten im Damm Risse auf, die zu schweren Schäden führen können. Dies wurde an einigen Beispielen erläutert. Anschliessend wurde gezeigt, wie die Forschung sich gegenwärtig bemüht, über das Verformungsverhalten der Dämme Einblick zu bekommen. Zwei Wege werden beschritten: Messungen in Dämmen und theoretische Untersuchungen mit vorgegebenen Stoffgesetzen der Schüttmaterialien. Anschliessend wurden Staudämme auf durchlässigen Talauffüllungen besprochen. Es wurden die konstruktiven Möglichkeiten gezeigt, die einen hydraulischen Grundbruch oder eine Erosion verhindern können, und die Bemessung der Dammgründung auf durchlässigem Untergrund besprochen. Nach einer kritischen Analyse der häufig noch angewandten empirischen Bemessungsverfahren wurde vorgeführt, wie die Dammgründung nach der Potentialtheorie sicherer, wirkungsvoller und wirtschaftlicher bemessen werden kann. Dies ist heute mit den uns zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden und Rechenverfahren möglich.

Am 12. Mai 1971 eröffnete Dr.-Ing. G. Schultz (Karlsruhe) die Vortragsreihe mit einem mit englischen Ausdrücken allzureich durchsetzten Referat über «Bemessung von Hochwasserentlastungsanlagen».

Es wurden zunächst die vorhandenen Bemessungsunterlagen in DIN 19 700 und in der deutschsprachigen Fachliteratur kurz beleuchtet. Nach einem Exkurs in die «Philosophy of Design» wurden grundsätzliche Ueberlegungen im Hinblick auf Versagens-Wahrscheinlichkeit, Schadensfunktionen und ökonomische Optimierung von wasserbaulichen Anlagen angestellt. Diese Prinzipien wurden am Beispiel der Hochwassersicherung einer Baugrube (Flutung) veranschaulicht. Die im weiteren beschriebenen Verfahren behandelten Hochwasserentlastungsanlagen von Staudämmen mit zugelassenem Ueberstau. Uebliche Bemessungspraktiken wurden kritisch analysiert (z. B. Bemessung auf HQ 100) und es wurde ein Verfahren zur Bemessung der Hochwasserentlastung angegeben, das zunächst mit Hilfe von mathematisch-hydrologischen Modellen (Unit-Hydrograph, HYREUN, Stanford) eine extreme Bemessungswelle aus dem Niederschlag durch Computer-Simulation ermittelt und anschliessend den Durchgang dieser Welle durch den Speicher mit «Flood-Routing»-Methoden berechnet. Im Verlaufe dieser Berechnungsmethode, die vom US Bureau of Reclamation empfohlen wird, wird die Bemessung der Entlastungsanlage iterativ ausgeführt.

Eine weitere Möglichkeit zur Bemessung von Entlastungsanlagen bei Mehrzweckspeichern bedient sich der Verfahren der künstlichen Verlängerung hydrologischer Reihen. Wird eine Beobachtungsreihe durch eine derartige Computer-Simulation auf etwa 1000 Jahre verlängert und

werden weiterhin die Ganglinien des Speicherbetriebes (z. B. Kraftnutzung und Trinkwasserversorgung) ebenfalls extrapoliert, so lässt sich bei vorgegebenen Speichereigenschaften eine Simulation des Speichergeschehens auf dem Computer durchführen. Im Verlaufe dieser Simulation werden sich extreme Hochwassersituationen ergeben, an die der Entwurf der Hochwasserentlastung angepasst werden muss. Eine solche Simulation ist natürlich nur im Rahmen einer systemanalytischen Optimierungsrechnung für das gesamte Speichersystem sinnvoll.

Für den Fall, dass Menschenleben durch Ueberfluten und Bruch des Dammes gefährdet würden, sollte die Hochwasserentlastungsanlage nach dem wahrscheinlich maximalen Hochwasser berechnet werden. Ueber eine Niederschlagsmaximierung lässt sich nach einem der oben beschriebenen mathematischen Modelle die zugehörige Hochwasserganglinie berechnen, die zur Bemessung der Hochwasserentlastung in solchen Fällen gewählt werden sollte.

Hierauf sprach Prof. Dr.-Ing. F. Hartung (München) über «Theorie und Gestaltung von Entlastungsanlagen an Staudämmen».

Nach einleitender Betrachtung einiger Grundsatzfragen, vor allem zum Thema «Sicherheit» — die Entlastungsanlage ist das Sicherheitsventil einer Talsperre! — wurde anhand von zahlreichen Lichtbildern eine eingehende Diskussion der zahlreichen Varianten der bei Talsperren üblichen Entlastungsanlagen versucht. Dabei wurde von der Dreiteilung in Einlaufbauwerk, Entlastungsgerinne und Energiewandlung ausgegangen. Es wurden jeweils die konstruktiven und vor allem die strömungstechnischen Gesichtspunkte zur konstruktiven Gestaltung dieser Bauteile vorgestellt. Am Schluss wurde noch das Problem des Impulsaustausches zwischen Wissenschaft und Praxis angesprochen.

Einen sehr theoretischen Vortrag über «Talsperrenverschlüsse» vermittelte Prof. Dr.-Ing. E. Naudascher (Karlsruhe).

Zu den wichtigsten Unterlagen für den Entwurf von Talsperrenverschlüssen gehören Kriterien für den schwingungsfreien Betrieb. Da es solche Kriterien noch nicht gibt, ist man auch heute noch darauf angewiesen, die Betriebssicherheit von Fall zu Fall durch Messungen im Modell oder in der Natur zu untersuchen und notfalls durch nachträgliche Änderung der Konstruktion zu gewährleisten. Im Referat wurde gezeigt, wie mit Methoden der modernen Strömungsmechanik allgemeingültige und einfach zu handhabende Entwurfskriterien entwickelt werden können. Zu diesem Zweck wurde eine der häufigsten Ursachen für die Schwingung von Talsperrenverschlüssen — die Wirbelbildung entlang von Ablösungszonen — erläutert, und es wurde anhand einiger Anwendungsbeispiele demonstriert, wie die Schwingungsgefahr mit Hilfe der vorgetragenen Kriterien in Abhängigkeit von der Formgebung der Konstruktion, der Elastizität ihrer Halterung und der zu erwartenden Abflusszustände bereits im Entwurfsstadium abgeschätzt werden kann.

Den Abschluss der Vortragsveranstaltung bildete das Referat von Dr.-Ing. K. H. Ide (Essen) zum Thema «Ueberströmbarer Damm».

Das Interesse, Staudämme aus Steinschüttmaterial durch Hochwasser überströmen zu lassen, erstreckt sich hauptsächlich auf Kofferdämme und Vorstaudämme. Während flache, luftseitige Böschungen von Deichen in der Regel mit Rasen oder Asphaltdecken glatt ausgebildet werden, um beim Ueberströmen Wirbel- und Walzenbildungen zu

vermeiden, wird neuerdings die überströmbar Böschung höherer und steilerer Steinschüttböschungen so rauh wie möglich ausgebildet, um die Turbulenz anzufachen und nach möglichst kurzer Beschleunigungsstrecke einen gebremsten, annähernd stationären Fließzustand eines Wasserluftgemisches zu erzielen. Für die Bemessung von Steingrösse, die als Abdeckung der luftseitigen Böschung einer kritischen überströmenden und auch durchströmenden Wassermenge widerstehen, ohne ausgespült zu werden, gibt es eine Reihe von empirisch und theoretisch entwickelten Regeln. Da bei Turbulenz die Modellgesetze und das Darcysche Gesetz nicht mehr gelten, sind Bemessungsgrößen, die aus verkleinerten Modellen gewonnen wurden, im Maßstab 1:1 zu überprüfen. In einer Forschungsarbeit über Rauhgerinne wurden deshalb mehrere Deckschichten aus verschiedenen, aber untereinander nahezu einheitlichen Steingrösse von Hartung/Scheuerlein im natürlichen Maßstab untersucht und Beziehungen zwischen Steingröße, Böschungseigung und zulässiger Strömungsgeschwindigkeit angegeben. Die stärkere Beanspruchung beim Überströmen und Durchströmen höherer Steinschüttböschungen hat jedoch nicht die Böschung, sondern der luftseitige Dammfuß aufzunehmen. Bei Steinschüttböschungen, die auf Fels gegründet sind, ist der Übergang von schiessendem Abfluss auf der luftseitigen Böschung zum strömenden Abfluss im unterhalb liegenden Tal kein grosses Problem. Bei Dammgründungen in Ton, Sand und Kies muss am luftseitigen Dammfuß eine Beruhigung der Strömung erzwungen werden, entweder durch ein Tosbecken mit oder ohne Schikanen oder eine genügend lange, gegen Druck- und Sogkräfte widerstandsfähige, wenig geneigte Talsohle. Von den sechs überströmbar Dämmen in Afrika, USA, Finnland und in der Bundesrepublik, bei deren Bau und Betrieb teilweise durch Rückschläge bedingte Konstruktionsänderungen vorgenommen werden mussten, wurde auf dem Talsperrenkongress 1970 in Montreal berichtet. Durch Ueberleitung des Hochwassers über den Damm können erhebliche Baukosten eingespart werden, wenn dadurch ein Beton-Gewichtsmauer teil oder eine aufgelöste Konstruktion aus Stahlbeton, deren Gründung bis auf tragfähigen Fels heruntergeführt werden muss, entfallen kann.

Mit einer kurzen Diskussion schloss die eineinhalbtägige Vortragsveranstaltung.

Der Nachmittag des 12. Mai galt wahlweise zwei Exkursionen. Fahrt 1 führte zur Biggetalsperre, Fahrt 2 zu Deichen und Pumpwerken im Emschergebiet (Führung: Emschergenossenschaft, Essen); der Berichterstatter nahm an der Fahrt 1 teil.

### Biggetalsperre des Ruhrtaalsperrenvereins

Eine abwechslungsreiche Busfahrt von Essen durch das dichtbesiedelte Industriegebiet über Dortmund—Lüdenscheid—Valbert führte durch von Wiesen, Weiden und Wald bedecktes anmutiges Hügelgebiet — unmittelbar südlich des industrieintensivsten Gebietes von Europa — in das Gebiet des durch die Biggetalsperre geschaffenen, grossen fjordähnlichen Stausees mit seinen zahlreichen Neusiedlungen und Erholungsräumen.

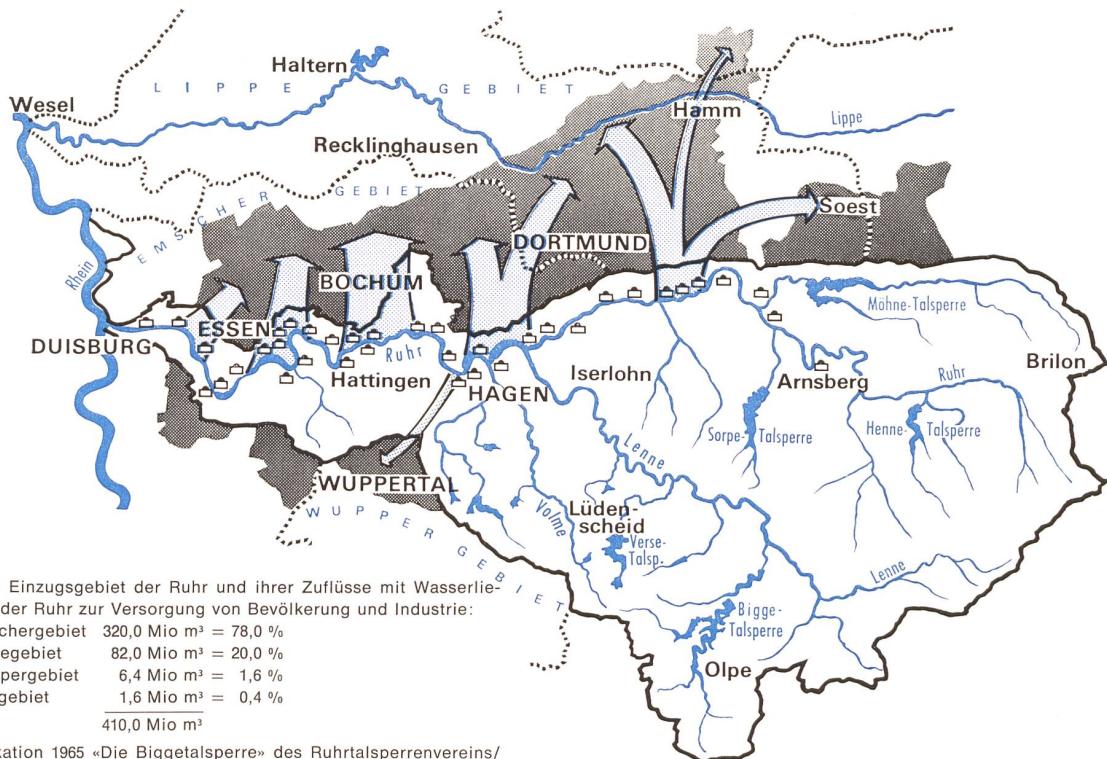
Wenn man vom Ruhrgebiet spricht, denkt der Fernstehende im allgemeinen nur an unübersehbare Städte- und Industrieagglomerationen mit rauchenden Kaminschloten der zahlreichen Fabriken. Und doch hat man gerade in diesem Gebiet schon sehr früh — vor Jahrzehnten — die schwierigen Probleme des Umweltschutzes erkannt und daraus auch die Konsequenzen gezogen, indem man für weitausgedehnte, zu erhaltende Grünzonen (Wälder, Wiesen, Weiden) besorgt war und im Zusammenhang mit der Schaffung der zahlreichen Speicherseen im Einzugsgebiet von Ruhr, Emsche und Lippe schöne Erholungszonen verwirklicht hat.

Die nachfolgenden Ausführungen sind verschiedenen, aufschlussreichen Publikationen und «Veranlagungen» entnommen, insbesondere der reich illustrierten Schrift «Die Biggetalsperre», die 1965 vom Ruhrtaalsperrenverein in Essen herausgegeben wurde.

«Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts zeigte es sich, dass die Ruhr mit dem Aufblühen der Industrie im Ruhrrevier und der schnell anwachsenden Bevölkerung den Wasserversorgungsansprüchen, namentlich in Trockenzeiten, nicht mehr gewachsen war. Um diesen Schwierigkeiten zu begegnen, gründeten die Triebwerksbesitzer im oberen Ruhrraum und die an der Wasserversorgung des rheinisch-westfälischen Industriegebietes interessierten Gemeinden und Wasserversorgungsunternehmen im Jahre 1897 den Ruhrtaalsperrenverein, dem 1899 durch Kabinettsorder die Rechte einer juristischen Person des Privatrechtes verliehen wurden. Diese Vereinigung hatte es sich zum Ziele gesetzt, die Ruhr in Trockenzeiten mit Wasser anzureichern. Während der Ruhrtaalsperrenverein zu-

nächst den von Genossenschaften an der oberen Ruhr beabsichtigten Bau von Sammelbecken förderte, erweiterte er im Jahre 1907 seine Satzung dahin, dass er zukünftig auch eigene Talsperren bauen konnte. Der Bau eigener Talsperren setzte jedoch voraus, dass der Mitgliederbestand des Ruhrtaalsperrenvereins hinreichend und dauernd gewährleistet war. Daher musste der Ruhrtaalsperrenverein danach streben, eine gesicherte Rechtsgrundlage zu erhalten. Sie ist durch ein preussisches Sondergesetz — das Ruhrtaalsperrengegesetz vom 5. Juni 1913 — geschaffen worden. Das Ruhrtaalsperrengegesetz hat sämtliche grösseren Wasserwerke und Wassertriebwerke an der Ruhr und ihren Nebenflüssen zu einer Körperschaft des öffentlichen Rechts — einer Wassergenossenschaft — vereinigt. Jede natürliche oder juristische Person, die mehr als 30 000 m<sup>3</sup> Wasser im Jahre aus der Ruhr und ihren Nebenflüssen entnimmt oder die die Wasserkraft dieser Wasserläufe nutzt, ist zwangsweise Mitglied der Genossenschaft. Der Ruhrtaalsperrenverein hat die Aufgabe, das der Ruhr in Niedrigwasserzeiten entzogene und nicht wieder zugeleitete Wasser zu ersetzen. Das soll in erster Linie erfolgen durch die Errichtung und den Betrieb eigener Talsperren sowie durch Förderung fremder Talsperren.

Die Aufwendungen zum Bau und Betrieb der vom Ruhrtaalsperrenverein errichteten Anlagen sind sehr erheblich. Die Baugelder werden auf dem Anleiheweg beschafft, so weit andere Einnahmen nicht zur Verfügung stehen. Die Ausgaben für die Verzinsung und Tilgung dieser Anleihen wie auch die sonstigen Ausgaben, z. B. für den Unterhalt und den Betrieb der Anlagen, werden jährlich von den Genossen im Beitragswege eingezogen. Die Beiträge sind öffentliche Lasten und können im Verwaltungzwangsverfahren beigetrieben werden. Die solidarische Haftung aller Genossen verbürgt in Verbindung mit dem öffentlichen Charakter der Beiträge die Kreditwürdigkeit der Verbände. Die Bemessung der Beiträge der Genossenschaftsmitglieder geschieht nach der entnommenen Wassermenge und dem Verwendungszweck. Gegen den Veranlagungsbescheid kann der Genosse Widerspruch erheben, über den



der Berufungsausschuss entscheidet. Gegen den Widerspruchsbescheid des Berufungsausschusses ist die Klage beim Verwaltungsgericht zulässig.

Die Genossenschaft untersteht der Aufsicht des Landes Nordrhein-Westfalen; sie wird vom Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wahrgenommen. Die Aufsicht erstreckt sich darauf, dass die Genossenschaft ihre Angelegenheiten nach Gesetz und Satzung verwaltet; sie ist lediglich eine Rechts- und keine Zweckaufsicht.

Beim Ruhrtalesperrenverein handelt es sich also um eine echte Selbstverwaltungskörperschaft, die auf dem Gedanken beruht, dass alle, die das Wasser der Ruhr oder ihrer Nebenflüsse nutzen, auch die hierdurch verursachten Lasten gemeinsam tragen. In den mehr als 50 Jahren seines Bestehens hat sich diese demokratische Form der Selbstverwaltung bestens bewährt.

Die Tätigkeit des Ruhrtalesperrenvereins ist für das rheinisch-westfälische Industriegebiet lebenswichtig. Sie hat mit dazu beigetragen, dass an der Ruhr und ihren Nebenflüssen die Gegensätze zwischen den einzelnen Benutzern überwunden werden konnten und ein Ausgleich zwischen den unzähligen Personen und Institutionen, die Benutzungsrechte an diesen Gewässern beanspruchen, geschaffen wurde.»

Den Aufbau einer solchen «Wassergenossenschaft», die sich in jahrzehntelanger Tätigkeit bestens bewährt hat, haben wir absichtlich ausführlich dargelegt — als Beispiel für eine in Zukunft vielleicht auch bei uns anwendbare Methode, dann nämlich, wenn auch bei uns die Agglomerationen «ruhrähnliche» Verhältnisse annehmen und uns entsprechende, schwer zu lösende Probleme stellen.

«Im Einzugsgebiet der Ruhr gibt es heute etwa 370 Wasserentnehmer, die Genossen des Ruhrtalesperrenvereins sind und mehr als 30 000 m<sup>3</sup> jährlich fördern, darunter über 100 Wasserwerke für die öffentliche Trinkwasserversorgung. Ausser dem Einzugsgebiet selbst wird der Kernraum des rheinisch-westfälischen Industriegebietes zu rund 70 Prozent mit Trink- und Betriebswasser aus der Ruhr versorgt.

In diesem Gebiet von etwa 7000 km<sup>2</sup> lebten 1870 knapp 1 Million Menschen, heute sind es 5,2 Millionen. Mit einer Jahresförderung von 120 Millionen Tonnen Steinkohle bestreitet das Ruhrrevier 50 Prozent der Gesamtförderung

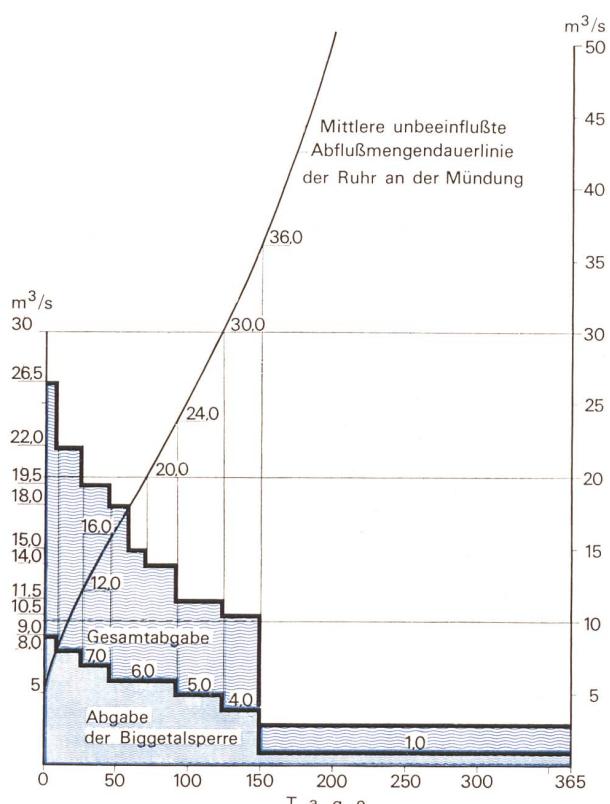


Bild 2 Mittlere unbeeinflusste Abflussmengendauerlinie der Ruhr an der Mündung und zugeordnete Gesamtabgabe der Biggetalsperre und aller Talsperren im Niederschlagsgebiet der Ruhr.

(Aus Publikation 1965 «Die Biggetalsperre»)

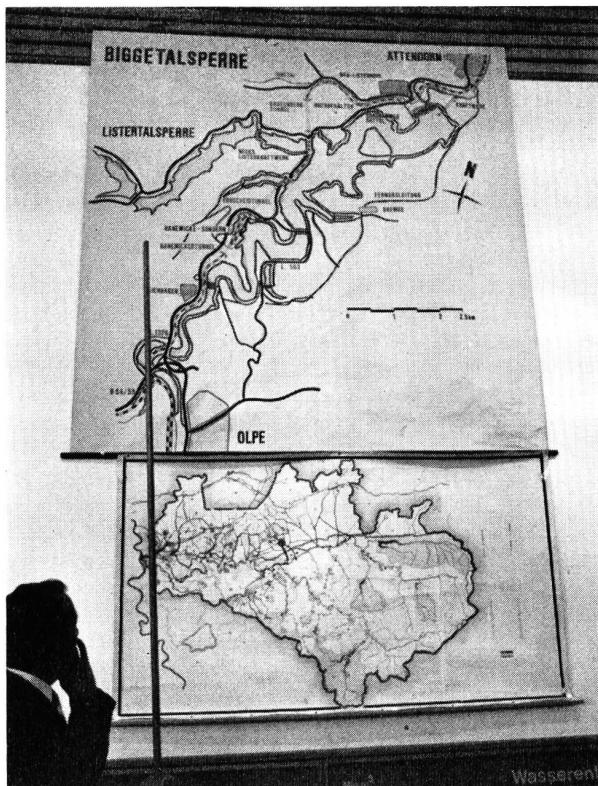


Bild 3 Einzugsgebiet der Ruhr (unten) und Stauraum der Biggetalsperre und Listertalsperre (oben). (Foto: G. A. Töndury)

der Montan-Union, seine Eisenerzeugung von 18 Millionen Tonnen macht 30 Prozent der Produktion der Gemeinschaft aus. Der Entwicklung von Bevölkerung und Industrie entspricht die der Wasserförderung. 1900 betrug sie rund 200 Millionen m<sup>3</sup>, heute liegt sie bei 1,2 Milliarden m<sup>3</sup> im Jahre, im Durchschnitt 40 m<sup>3</sup> in der Sekunde. Von den 1150 l Tagesverbrauch je Einwohner sind etwa 200 l häuslicher Bedarf. Ein Grossteil des Wassers, das der Ruhr entnommen wird, gelangt nach Gebrauch nicht mehr in sie zurück. Diese Entziehung, eine entscheidende Grösse für die Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Ruhr, ist von 4 m<sup>3</sup>/s um die Jahrhundertwende auf einen Durchschnittswert von 15 m<sup>3</sup>/s heute gewachsen. Sie wird «schädlich» genannt, soweit sie bei einer Wasserführung von weniger als 20 m<sup>3</sup>/s an der Mündung erfolgt.»

«Schon vor dem Zweiten Weltkrieg wurde erkannt, dass der vom Ruhrtaalsperrenverein bewirtschaftete Stauraum wegen des gestiegenen Bedarfs an Trink- und Brauchwasser nicht mehr ausreichte, um in trockenen Jahren, insbesondere in Doppeltrockenjahren, die Wasserversorgung des Industriegebietes ohne jede Einschränkung zu gewährleisten. Daher wurden nach eingehenden Voruntersuchungen bereits im Jahre 1938 die Entwurfsarbeiten für die Biggetalsperre aufgenommen. Alle Vorarbeiten mussten jedoch infolge des Zweiten Weltkrieges eingestellt werden. Erst 1956, nachdem der Landtag von Nordrhein-Westfalen ein besonderes Gesetz für die Finanzierung dieses grossen Bauvorhabens einstimmig erlassen hatte, waren die Voraussetzungen für die Aufnahme der Bauarbeiten gegeben. Wie dringlich es geworden war, zusätzlich Talsperrenraum zu schaffen, hat sich besonders deutlich in dem Trockenjahr 1959 erwiesen, als der verfügbare Wasservorrat nahezu erschöpft war. Das Bauwerk im Biggetal ist nunmehr vollendet. Damit ist die Wasserversorgung für den Ballungsraum Ruhrgebiet für eine absehbare Zukunft sichergestellt.»

«Das 4444 km<sup>2</sup> umfassende Einzugsgebiet der Ruhr mit seiner breiten, allmählich bis auf 800 m Höhe ansteigenden waldreichen Basis des Hochsauerlandes einschliesslich seiner Nebenflüsse Lenne und Volme weist eine mittlere Niederschlagshöhe von rund 1030 mm auf. In nassen Jahren kann dieser Wert bis auf annähernd 1400 mm ansteigen, in trockenen Jahren bis auf 640 mm absinken. Alle neun bis elf Jahre wurden bisher besonders ausgeprägte Trockenzeiten beobachtet. Die Abflussverhältnisse sind bezeichnend für einen Wasserlauf des Berg- und Hügellandes. Der mittlere, unbeeinflusste Abfluss an der Ruhrmündung beträgt 76,1 m<sup>3</sup>/s; in trockenen Sommern, wie 1947, kann er bis auf 1,3 m<sup>3</sup>/s absinken, bei Hochwassern, wie dem vom Februar 1946, auf über 2000 m<sup>3</sup>/s hochschnellen.

Schon im Jahre 1938 hatte der Ruhrtaalsperrenverein mit der Planung einer grossen Talsperre zur Ergänzung des bestehenden Speichersystems begonnen. Als Standort bot sich aus hydrologischen und allgemeinen wasserwirtschaftlichen Gründen das Biggetal zwischen Attendorn und Olpe an. Mit einem Speichervermögen von 140 Millionen m<sup>3</sup> übersteigt der neue Stauraum den der Möhnetalsperre. Zusammen mit der Listertalsperre, die im Rückstau der Biggetalsperre liegt und damit den Charakter eines Vorbeckens einnimmt, schuf die neue Sperre ein Fassungsvermögen von 162 Millionen m<sup>3</sup>, das einheitlich bewirtschaftet wird.

Dank der günstigen Niederschlags- und Abflussverhältnisse des 289 km<sup>2</sup> umfassenden Einzugsgebietes ist die Leistungsfähigkeit grösser als die der Möhnetalsperre mit einem Einzugsgebiet von 432 km<sup>2</sup>.

Das Verhältnis des Stauinhalts zur mittleren Jahresabflusssumme — der «Ausbaugrad» — von  $\frac{162 \cdot 100}{220} = 74\%$  entspricht annähernd dem der Möhnetalsperre mit 71 % und der Hennetalsperre mit 76 %; das besagt, dass die Biggetalsperre auch in normal trockenen Jahren aufgefüllt werden kann. Der Gesamtausbaugrad aller 14 Ruhrtaalsperren erreicht durch die neue Sperre 77 %.

Der Anteil der Biggetalsperre an dem gesamten Talsperren-Speicherraum von 461,4 Millionen m<sup>3</sup> macht 35 % aus. In Normaljahren und nicht zu langen Trockenzeiten, in denen die Ueberjahresspeicher der Sorpe- und Versetalsperre mit ihren hohen Ausbaugraden von 151 und 146 Prozent grundsätzlich nicht zum Einsatz gelangen sollen, wird der Anteil sogar 45 % betragen.

Nach eingehenden wasserwirtschaftlichen Untersuchungen hätte die Biggetalsperre auch in stärksten Trockenzeiten, wie 1921, 1947 und 1959, mit ihren Abgaben bis zu 9 m<sup>3</sup>/s zusammen mit den übrigen Talsperren eine schädliche Entziehung bis zu 16 m<sup>3</sup>/s ersetzen können.

Nachdem bei dem Bau der neuen Hennetalsperre bereits ein Hochwasserschutzraum von 7 Millionen m<sup>3</sup> vorgesehen wurde, ist nach eingehenden hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Untersuchungen bei der Biggetalsperre ein solcher von 32 Millionen m<sup>3</sup> eingeplant worden. Er wird entsprechend der Jahreszeit, dem Talsperreninhalt und den Abflussverhältnissen ab 1. November jeden Jahres bis zum folgenden 1. Februar freigehalten und anschliessend stufenweise und ab 1. Mai insgesamt zum Aufstau freigegeben. Bei einer maximalen Abflussspende von 1200 l/s km<sup>2</sup> im Einzugsgebiet der Bigge und von 1000 l/s km<sup>2</sup> in dem der Lenne sowie einer höchstzulässigen Abgabe von 63,5 m<sup>3</sup>/s aus der Biggetalsperre würde die höchste Hochwasserspitze um etwa 285 m<sup>3</sup>/s an der Sperrstelle gemindert; das würde 82 % und an der Biggemündung noch 64 % ausmachen. In dem stark hoch-

Bild 4

Die Biggetalsperre bei Attendorn im Sauerland  
Speicherraum: 171,7 Mio m<sup>3</sup>  
Oberfläche bei vollem Becken:  
876,5 ha



(Foto: «Archiv Ruhrverband bzw. Ruhrtalsperrenverein», freigegeben Reg. Präs. Düsseldorf Nr. 08/65/439)

wassergefährdeten Lennetal dürfte die höchste Hochwasserspitze in Altena mengenmäßig um 24 % und an der Lennemündung um 21 % herabgesetzt werden.»

«Für den Talsperrenbau boten sich im Sauerland komplizierte Untergrundverhältnisse. Der Ruhrtalsperrenverein hatte sich daher schon während der Bauarbeiten für die neue Hennetalsperre entschlossen, eine eigene geologische Abteilung einzurichten. Das Schwergewicht ihrer Arbeit liegt in der Erarbeitung der auf Grund der festgestellten geologischen Verhältnisse erforderlichen Massnahmen und der Vorlage spezieller Lösungsvorschläge.

Zur Bewältigung dieser im einzelnen sehr umfangreichen und vielfältigen Probleme genügten die herkömmlichen geologischen Kartierungen nicht mehr. Sie mussten daher mit einer Vielzahl gezielter Untersuchungsbohrungen vervollständigt und ergänzt werden.»

Der Bau der grossen Biggetalsperre und der mit diesem grossen Bauvorhaben verbundenen Nebentalsperren, Bahn- und Strassenverlegungen, Umsiedelungen u. a. m. erfolgten von 1957 bis Ende 1965.

«Der Hauptdamm (siehe Bilder 4 und 5) sperrt die zwei durch einen Höhenrücken getrennten nebeneinanderliegenden Täler des Ihnebaches und der Bigge ab. Der Dammkörper besteht aus Grobsteinschüttung mit einer doppelten Oberflächendichtung aus Asphaltbeton und einer dazwischenliegenden Drainageschicht. Zur Verstärkung des Dammes dienen ein Kronensicherungsbauwerk aus Stahlbeton und eine bituminöse Bremszone im Innern des Dammes.

Die Abmessungen des Bauwerks sind:

grösste Dammhöhe 52 m,  
Kronenlänge (durchlaufend) 640 m,  
Schüttmassen: Grobgestein bis 80 cm,  
Kantenlänge 1,9 Millionen m<sup>3</sup>.

Die Oberflächendichtung beginnt am wasserseitigen Dammfuß auf dem Kopf einer bis zu 12 m tief in den Fels eingelassenen, 1,5 m starken Betonschürze. Die Dichtung wurde unterhalb der Betonschürze und des tiefliegenden Kontrollganges durch Einpressung von Zement bis in 60 m Tiefe als Dichtungsschleier in den Untergrund fortgesetzt.

Die Oberflächendichtung besteht aus zwei Schichten Asphaltbeton, die durch eine 10 cm starke Drainageschicht aus bituminisiertem Schotter getrennt sind. Die Drainageschicht ist jeweils in Richtung der Falllinie in 10 m breite Felder durch Asphaltbetonriegel unterteilt, und jedes dieser Felder wird durch ein Drainagerohr zum Kontrollgang hin entwässert und damit die Dichtigkeit der oberen Schicht des Asphaltbetons kontrolliert. Die Asphaltbetonschichten sind mit speziell für diesen Zweck konstruierten Fertigern im Heisseinbau hergestellt. Der untere Asphaltdichtungsbelag hat nur eine Stärke von 6 cm und wurde auf eine 6,5 cm starke Ausgleichsbinderschicht und diese wiederum auf eine bituminöse Einstreuschicht und eine Grobschotterunterlage aufgebracht. Die obere Asphaltbetonschicht besteht aus zwei Lagen von je 6 cm Stärke, sie ist mit einer 0,5 cm starken Asphaltmastixschicht versiegelt. Die Oberflächendichtung wurde auf das Betonwiderlager aufgelegt, so dass die Fertiger bis zur untersten Kante den Asphaltbeton maschinell einbauen konnten.

Der Kontrollgang wurde an der Biggetalsperre erstmalig unter der Dichtungsschürze angeordnet. So erspart man bei den Bohr- und Einpressarbeiten den oberen Streifen von 10 bis 12 m Tiefe, und es ergibt sich eine statisch sehr viel günstigere Bemessung.

Die Bremszone hat die Aufgabe, bei einer Beschädigung der Oberflächendichtung die den Damm durchströmende Wassermenge so stark herabzusetzen, dass am luftseitigen Dammfuß keine gefährliche Erosion auftritt. Andererseits

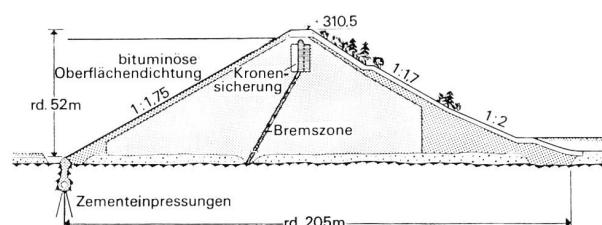


Bild 5 Dammquerschnitt des Hauptabsperr-Bauwerks im Biggetal  
(Aus Publikation, vide Bild 1)

muss die Bremszone so durchlässig sein, dass das in den Raum zwischen der Bremszone und der Oberflächendichung eingedrungene Wasser schneller abfließt, als der Stauspiegel beim Entleeren der Talsperre absinkt. Im anderen Falle würde die Dichtung durch den Wasserüberdruck vom Damminnern her auf grosse Flächen abgehoben werden. Aus diesem Grunde wurde in den Fuss der Bremszone ein System von Entwässerungsrohren eingebaut. Die Bremszone ist ein Asphaltbetonkern mit Steingerüst. Die Kronensicherung besteht aus 15 m hohen Stahlbetonwänden, die zu 24 m langen und mit Querwänden ausgesteiften Gliedern zusammengefasst sind. Die einzelnen Baukörper sind untereinander gelenkig verbunden und mit dem Fels der Talflanken verankert. Die Querwände greifen 6 m in die Steinschüttung hinein, und jedes Glied dieser Baukörperkette bildet mit dem umgebenden Steinmaterial dank dieser Verzahnung eine 5000 t schwere Einheit.»

«Am Auslauf des Grundablass- bzw. Triebwasserstollens wird die Energie des abzugebenden Wassers kraftwirtschaftlich genutzt. Im Biggekraftwerk wurden drei Francis-Turbinen mit einer Ausbauwassermenge von je 10 m<sup>3</sup>/s und eine Francis-Turbine für 1,5 m<sup>3</sup>/s eingebaut. Die letzte ermöglicht die Abgabe der vollen vorgeschriebenen Mindestwassermenge, die in der Bigge unterhalb des Kraftwerkes fliessen muss. Die Nutzfallhöhe für die Turbinen beträgt 48 m, die jährliche Stromerzeugung etwa 22 Millionen kWh. Der Bau des Kraftwerkes wurde im Sommer 1964 begonnen.»

«Gleichzeitig mit dem Bau des Grundablassstollens wurde der Hochwasserrentlastungsstollen in Angriff genommen, der in einer Entfernung von 54 m parallel zum Grundablassstollen den Dünnekenberg durchfährt. Der lichte Durchmesser des Betondruckstollens beträgt 4,80 m, die Länge ist 505 m. Die Drucklinie fällt zum Auslauf hin stark ab, so dass zur Vermeidung eines Unterdruckes am Auslauf zwei Keile die Fließgeschwindigkeit bremsen müssen. Der Stollen kann eine Wassermenge von 347 m<sup>3</sup>/s abführen.»

Im Zusammenhang mit der Verwirklichung des Bauvorhabens Biggetalsperre waren im Talsperrengebiet auch neue Verkehrswägen zu schaffen und alte dem Stauziel entsprechend zu verlegen. So wurden mehr als 68 km Straßen und Wege erstellt und rund 10 km Bahnverlegung vorgenommen. Damit verbunden waren auch zahlreiche Kunstbauten, wie Brücken, Tunnels usw.

«Bei der Planung der überörtlichen Verkehrswägen war die Bedeutung der Biggetalsperre als Erholungsgebiet für das gesamte Ruhrgebiet, den Raum Bielefeld, den Grossraum Köln sowie das Siegerland zu beachten. Unter diesem Gesichtspunkt wurde angestrebt, durch Linienführung und Ausstattung der neuen Landstrassen die Talsperrenlandschaft zu erschliessen, dagegen für den Fussgänger ein Ufer des Speichersees möglichst von jedem Kraftfahrzeugverkehr freizuhalten. Daneben wurden in gewissem Umfang Rad- und Wanderwege angelegt. Bade- und Lagerplätze wurden von einer eigens dafür gegründeten Gesellschaft ebenfalls erstellt. Unmittelbar im Bereich der Landstrassen konnten bislang Parkplätze für mehr als 2700 Kraftfahrzeuge angelegt werden. Die Grundidee, den Durchgangsverkehr nur auf das Westufer des Speichersees zu verlegen, musste zum Teil aufgegeben werden, um den Einwohnern der am Ostufer gelegenen Ortschaften den Anschluss an das Straßen- und Eisenbahnnetz auf dem Westufer zu erhalten. Deshalb wurde bei Sondern eine Talbrücke gebaut, von der die Strasse nach Süden in Richtung Olpe und nach Norden ins Bremgetal führt.»

Die Biggetalsperre — im Ruhrgebiet wird das umfassende Bauwerk mit Talsperren, Gegensperren, Stauseen, Kraftwerken u. a. m. als «Talsperre» bezeichnet — erforderte auch umfangreichen Grunderwerb und eine ansehnliche Umsiedlung.

«Zu Beginn der Vorarbeiten für den Grunderwerb wurde die erforderliche Fläche bei dem damals bereits vorgesehenen Stauziel auf Ordinate +307,5 mit rund 1000 ha unter bescheidenster Ausweisung der für die Nebenanlagen erforderlichen Flächen und unter Berücksichtigung damals bekannter Mindestbreiten für Strassen und Wege ermittelt. Nach genaueren Ermittlungen im Jahre 1951, die von der Landesplanungsbehörde gemeinsam mit dem Ruhrtalesperrenverein durchgeführt wurden, ist die Zahl der Bewohner, die innerhalb des Staugebietes, einschliesslich des Bereiches der Folgeanlagen, wohnte, mit rund 2400 (1938: 1688) Personen festgehalten worden. Nach heutigen Feststellungen beträgt die endgültige Zahl der umgesiedelten Personen nunmehr 2555. Die Bedarfsfläche erhöhte sich nach den neuen Planungen infolge Verbreiterung der Verkehrsäder, der Anlegung von Parkplätzen, der Ausweitung von Erholungsflächen und nicht zuletzt der Beschaffung von Siedlungsgelände beträchtlich und kann mit etwa 1300 ha, vorbehältlich der genauen Feststellung nach Abschluss des Flurbereinigungsverfahrens, angegeben werden. Für die Durchführung der Umsiedlungsmassnahmen war die Gliederung der Bewohnerschaft in einzelne Umsiedlergruppen wichtig, wobei drei Gruppen besonders herausgestellt werden mussten:

die Landwirtschaft mit 270 Personen = 10,5 %,  
der Hausbesitz mit 763 Personen = 30,0 %,  
die Mieter mit 1522 Personen = 59,5 %.»

«Der Bau der Biggetalsperre stellte einen weitgehenden Eingriff in die Landschaft dar. Das gesamte Tal wurde bis zur Stauhöhe geräumt — von Haus und Hütte, von Baum und Strauch, jegliches Bauwerk wurde geschleift, die Stubben gerodet. Uebergeben wurde der Öffentlichkeit eine «saubere» Talsperre, ohne Gefahr für Badende auch bei niedrigem Wasserstand und ohne Behinderung der Wassersportler sowie der Sportangler durch unvorhergesehene Hindernisse im Wasser oder am Ufer. Die Einflussnahme endet nicht an den Ufern des neuen Sees. In dem Randbereich zwischen dem Wasser und den hinaufgreifenden Hängen der Gebirge waren die neuen Verkehrsäder, die Bauwerke, neue Siedlungen harmonisch einzufügen. Die Randwege sind etwa 20 bis 50 m vom Ufer abgesetzt angelegt, damit die natürlichen Berghänge im Staubereich unversehrt bleiben konnten. Die Neupflanzungen in Ufernähe zwischen dem Wasser und den Randwegen werden gemäss ihrer Funktion nicht nach forstwirtschaftlichen, sondern nur nach landschaftlichen Gesichtspunkten angelegt. Licher Baumbestand und niedrigere Bestockung ermöglichen an vielen Stellen den freien Blick auf das Wasser. Wo Pflasterungen unvermeidlich waren, werden die Fugen zwischen den Steinen mit humosem Boden verfüllt und eingesät.

Das gesamte Bauwerk der Talsperre wurde so in den Raum hineinkomponiert, als ob es schon immer dort gestanden hätte.

Zur grossräumigen Landschaftspflege gehört die sofortige Wiederandeckung aller angeschnittenen Flächen mit Mutterboden aus dem Tal — ein basenarmer sandiger Lehm —, unter Anwendung erfolgversprechender Methoden zur Böschungssicherung und Begrünung, die Einstaumit speziellen Rasenmischungen für die jeweilige

Lage und die Wiederbepflanzung zum frühestmöglichen Zeitpunkt mit Baum- und Straucharten der standortgemäßen Waldgesellschaften. Hierbei geht es um mehr, als um «Begrünungen» schlechthin, es geht darum, in unser aller Interesse eine Landschaft, einen Lebensraum zu erhalten und noch weiter zu entwickeln. Das Wasser bedeutet dabei eine wesentliche Bereicherung.

An der Biggetalsperre sind von vornherein Einrichtungen für die erholungssuchende Bevölkerung aus der näheren und weiteren Umgebung in reichem Masse eingeplant worden: Badeplätze, Zeltplätze, Liegewiesen, Voraussetzungen für den nichtmotorisierten Wassersport, Möglichkeiten für den Angelsport. Dadurch erhält der gesamte neugegliederte Raum auf seinen Wasser- und Randflächen eine ganz besondere Bedeutung als Erholungsgebiet.

Auf der Grundlage der Naturschutzgesetzgebung und in Abstimmung mit den zuständigen Behörden wurde der für die Talsperre vorgesehene Landschaftsraum einschließlich der Randgebiete bis hinaus zu den angrenzenden Höhen schon vor Beginn der Bauarbeiten unter Landschaftsschutz gestellt. Diese vorbeugende Massnahme erhält der Öffentlichkeit den Zugang zum Wasser. Weil es bei der Biggetalsperre gelang, die Talsperrenränder von der privaten Bebauung frei zu halten, kann man Ufer und Randflächen naturnah und landschaftsgerecht ausbilden und erhalten. Das wäre bei einer Zersiedlung der Randgebiete nicht möglich, wie Beispiele an älteren Sperren beweisen.»

«Bei weitgehender Erschließung der Stauseeränder wurden einige Gebiete für sich abgeschlossen, um der Vogel- und Tierwelt Schutz zu bieten. Dafür eigneten sich in besonderem Masse Teile der durch Vor-dämme vom Hauptbecken abgeriegelten Vorstaubecken, die abseits vom grossen Verkehrsstrom liegen und das Wasser ständig auf gleicher Höhe halten, so dass die Voraussetzungen für die Entwicklung naturnaher Ufervegetation gegeben sind. Zu den Besonderheiten zählt eine über 30 ha grosse bewaldete Bergkuppe mitten im Stausee. Nach der Umwandlung des noch überwiegenden Fichtenbestandes in einen lichten Laubmischwald steht die Insel mit der sich selbst überlassenen natürlichen Entwicklung dem im Sauerland beheimateten Hoch- und Niederwald sowie der Vogelwelt uneingeschränkt zur Verfügung.»

«Gleichzeitig mit der Umwandlung des Ruhrtalsperrenvereins von einem privatrechtlichen Zusammenschluss in eine Körperschaft öffentlichen Rechts im Jahre 1913 wurde der Ruhrverband als zweite Körperschaft im gleichen Arbeitsgebiet ins Leben gerufen. Ihm obliegt die Reinhalterung der Ruhr und ihrer Nebenflüsse. Da die mengenmässige und die gütemässige Sicherung der Wasserversorgung eng miteinander verbunden sind, wurden die Verwaltungen der beiden Verbände im Jahre 1938 zusammengefasst. In Erfüllung seiner Aufgaben baute und betreibt der Ruhrverband bis Ende 1965 104 Kläranlagen, 4 Ruhrstauseen und 31 Abwasserpumpwerke. Die Aufgabenstellung für den Ruhrverband greift über die nach den heutigen Wassergesetzen allgemein gegebene Reinhalteverpflichtung hinaus; es geht darum, dem Wasser im Ruhrgebiet eine Güte zu sichern, die seine Eignung zur Trinkwassergewinnung erhält und noch verbessert. Die Reinhalteleistungen des Ruhrverbandes sind also auch ein Beitrag zur Wasserversorgung. Die Wasserversorgungsunternehmen ebenso wie die industriellen



Bild 6 Teilansicht des durch die Biggetalsperre geschaffenen grossen Speichersees. (Foto: «Archiv Ruhrverband bzw. Ruhrtalsperrenverein», freigegeben Reg. Präs. Düsseldorf Nr. 08/45/169.)

Bild 7 Biggetalsperre — Erholungsanlage am Vorstaubecken Kessenhammer (Foto: «Archiv Ruhrverband bzw. Ruhrtalsperrenverein»)



Bild 8 Kaffeepause nach der interessanten Besichtigung; von links nach rechts: Jan van Heurck (Den Haag), Prof. Börkenstein (Aachen), Prof. D. Vischer (Zürich). (Foto: G. A. Töndury)



Bild 9  
Biggetalsperre — Regatta auf  
dem Stausee  
(Foto: «Archiv Ruhrverband  
bzw. Ruhrtalsperrenverein»)



Wasserentnehmer geniessen somit aus der Reinhaltung entscheidende Vorteile. Bei der Gründung des Ruhrverbandes übernahm daher der Ruhrtalsperrenverein die Verpflichtung, ständig einen bestimmten Teil der Aufwendungen des Ruhrverbandes zu tragen. Leisten die Talsperren neben der Sicherung der Wassermenge durch Abgabe sauberer Verdünnungswassers einerseits einen Beitrag zur Sicherung der Wassergüte, so schaffen die Reinalteanlagen andererseits eine entscheidende Voraussetzung für die Trinkwassergewinnung. Wassermengen- und Wasser-gütewirtschaft sind im Ruhr-Einzugsgebiet so mannigfaltig miteinander verflochten, dass ihre Uebergänge zusammenfliessen. Sie sind zu einer Einheit geworden. Die Entwicklung des Industriegebietes an der Ruhr und in gleicher Masse auch der Industrie innerhalb des Einzugsgebietes des Ruhrflusses ist mit der Wasserwirtschaft auf das engste verknüpft. Eine geordnete Wasserwirtschaft mit der Zusammenfassung von Wassermengen- und Gütewirtschaft ermöglicht erst das Zusammenleben so vieler Menschen und hat hier den wirtschaftlichen Aufstieg gewährleistet. Sie ist auch Voraussetzung für eine weitere gesunde Entwicklung dieses grossen Lebensraumes in der Zukunft.»

Die Exkursion zur Biggetalsperre war ausgezeichnet organisiert und vermittelte mit dem Besuch verschiedener

wichtiger Anlagen und der Befahrung weiter Strecken im Stauseegebiet einen ausgezeichneten Einblick in das grosse und für das Ruhrgebiet so bedeutende Werk; die für dieses Werk Verantwortlichen sind für ihre Weitsicht und in der Gestaltung der Anlagen bewiesene Grosszügigkeit zu beglückwünschen.

Im Rahmen der Essener Tagung wurde im Anschluss daran am 13. und 14. Mai eine zweitägige Studienfahrt nach Holland durchgeführt, die verständlicherweise auf sehr grosses Interesse stiess, nahmen doch 170 Damen und Herren daran teil. Die Besichtigungen umfassten das Rheinstauwerk bei Driel, die grossen Hafen-anlagen von Rotterdam-Europoort, Damm- und Deichbauten im Raum Europoort—Hoek van Holland, Abschlussdamm Haringvliet mit Entwässerungsschleusen und Abriegelung des Brouwershavense Gat als besonders interessante Bauwerke des Deltaplans. Für die interessanten und bewunderungswürdigen Wasserbauten in den Niederlanden war J. van Heurck der prädestinierte Cicerone. Leider war es dem Berichterstatter nicht möglich, an der geplanten Studienfahrt teilzunehmen.

## ZUR INTERNATIONALEN FACHTAGUNG UND FACHMESSE «PRO AQUA — PRO VITA» FÜR UMWELTSCHUTZ

DK 061.3 : 611.42.1

rt. Die Bedrohung unseres Lebensraumes durch den homo faber ist weltweit, ist auch in unserem Lande zur Tatsache geworden. Vom Basler Biologen Adolf Portmann war schon vor Jahren die Mahnung zu hören, dass uns beschieden sein könnte, eines Tages in einer Welt zu leben, in der wir von lauter Dingen umstellt sind, die wir alle selbst ge-

macht haben. «Ich weiss nicht», so meinte er, «ob wir heute schon imstande sind, das Grauen zu spüren, das vom Leben in einer solchen Welt ausgehen muss. Wer sich auch nur einigermassen dieser Gefahr bewusst wird, weiss auch, wie wesentlich es sein wird, unser Gefühl für die aussermenschliche Lebensform in wirksamer Weise zu