Der V. internationale Talsperrenkongress Paris 1955

Autor(en): **Link, D. Harald**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **48 (1956)**

Heft 7-9

PDF erstellt am: **03.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921516

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Der V. Internationale Talsperrenkongreß Paris 1955

Regierungsbaumeister a. D. *Harald Link*, Frankfurt a. M.

Nach vier früheren Kongressen, Stockholm 1933, Washington 1936, Stockholm 1948 und New Delhi 1951, fand der V. Internationale Talsperrenkongreß vom 31. Mai bis 4. Juni 1955 in Paris statt. Die «Commission Internationale des Grands Barrages» ist bekanntlich eine Unterorganisation der Weltkraftkonferenz und hat ihr ständiges Zentralbüro in Paris. Der Kongreß war aufs beste vorbereitet und bot den rund 600 Teilnehmern aus 32 Staaten neben dem gehaltvollen technischen Teil, der einen Eröffnungstag und vier Beratungstage umfaßte, auch eine glanzvolle gesellschaftliche Umrahmung; er wurde ergänzt durch je eine Woche lang vorher und nachher durchgeführte Studienreisen in Frankreich und Französisch-Nordafrika, die mustergültig organisiert die Besichtigung einer großen Zahl der bemerkenswertesten französischen Talsperrenanlagen ermöglichten. Über die Studienreisen wurde bereits in dieser Zeitschrift* berichtet, so daß wir uns hier auf den technischen Hauptteil des Kongresses, der unter der Leitung von Mr. *Hathaway* (USA) stand, beschränken können.

Wie an den früheren Kongressen üblich, waren mehrere Themen zur Behandlung gestellt worden, zu denen aus aller Welt eine große Zahl von Berichten vorgelegt wurde. Es waren folgende Fragen:

Frage Nr. 16: Entwurf und Bau von Talsperren auf durchlässigem Untergrund und Verfahren zur Behandlung des Baugrundes. — Vorgelegt *30* Beiträge; Generalberichterstatter *J. F. Rebelo Pinto*, Portugal.

Frage Nr. 17: Wirtschaftlichkeit und Sicherheit der verschiedenen Arten von Betonsperren. — Dazu *18* Beiträge (1 Schweiz); Generalberichterstatter *A. Coyne*, Frankreich.

Frage Nr. 18: Verformung von Talsperren infolge der Zusammendrückbarkeit des Sperrenbaustoffs oder des Baugrundes, einschließlich Erdbebenprobleme. — Dazu *27* Beiträge (3 Schweiz); Generalberichterstatter *D. Tonini*, Italien.

Frage Nr. 19: Beziehungen zwischen dem Zementgehalt des Betons und dem praktischen Verhalten von Gewichtstaumauern, Gewölbestaumauern und Pfeilerstaumauern sowie dessen Einfluß auf Wasserdurchlässigkeit und Frostbeständigkeit. — Vorgelegt *20* Beiträge (3 Schweiz) sowie ein Sonderbericht des Unterkomitees für Talsperrenbeton; Generalberichterstatter *F. M. Lea*, Großbritannien.

Von diesen Berichten stammen 65 aus Europa und 30 aus Übersee. Dem Kongreß lagen außerdem 36 «Mitteilungen» (4 schweizerische) verschiedenen Inhalts vor, darunter 8, die sich — wie empfohlen worden war — mit Fragen der Versuche an Staumauermodellen befaßten. Schließlich hat die sowjetische Delegation nachträglich mehrere bemerkenswerte Beiträge eingereicht, die in den Generalberichten nicht behandelt sind.

Die Fülle des Berichtmaterials, das zwei stattliche Bände füllt, läßt hier nur einen sehr summarischen Überblick zu.

* *Töndury, G. A.:* Studienreise nach Frankreich und in das Massif Central. Wasser- und Energiewirtschaft 48 (1956), Heft 5/6, S. 116 bis 126; S. a. Elektrizitätswirtschaft 55 (1956), Heft 2, S. 32 bis 40.

Das vielseitige und zunehmende Bedeutung erlangende Thema der *Frage 16* hat die größte Zahl aller Berichte, 30, davon 13 aus Übersee, aus 12 Ländern, auf sich vereinigt. Sie lassen sich nach folgenden Gruppen untergliedern:

a) Voruntersuchungen des Untergrundes im Gelände und im Prüfraum;
b) Maßnahmen zur Verminderung der Durchsickerung im Untergrund bei verschiedenen geologischen Verhältnissen;
c) Baugrundverfestigung durch Einpressungen oder durch Drainage;
d) Aufbau der Tonkerne und Filter für Erddämme;
e) Beobachtungen über das Verhalten des Untergrundes und der Talsperre im Betrieb.

Zum Punkt a berichten *Ract-Madoux*, *Basset* und *Cambefort* über die Baugrunderkundung für das Isère-Wehr Aigueblanche, wo 70 m tiefe Alluvionen erbohrt wurden. Das Bauwerk ruht auf einem horizontalen Gewölbe mit kurzen Betonspornen; Einpressungen mit Zement, Ton und Wasserglas reichen nur auf 25 m Tiefe der Talfüllung. *Ischy* und *Haffen* sowie *Maigre* stellen eingehend die jahrelangen Vorarbeiten für die große Durance-Sperre Serre Ponçon (1200 hm³) dar, die Erkundung der 110 m tiefen Talverschüttung, die Untersuchung ihrer Durchlässigkeit und die Erprobung der Abdichtung durch Injektionen. *Cambefort* und *Daxelhofer* behandeln die geotechnischen Studien für die Pfeilermauer Ben Métir in Tunesien, *Selim* und *Zaky* die Vorarbeiten für den Nilstaudamm Sadd el Ali oberhalb Assuan, wo bei der Erbohrung des bis 210 m tief verschütteten Felsens das Gefrierverfahren zu Hilfe genommen werden mußte.

Drei Arbeiten betreffen theoretische Fragen: *Uguet* (Algerien) schlägt ein Auswertungsverfahren der Messungen von Grundwasserspiegeln in Piezometerrohren und der örtlichen Messungen von Grundwassermengen vor, mit dessen Hilfe auf die Änderung der Durchlässigkeit geschlossen werden kann. *Rao* (Indien) empfiehlt zur Bestimmung der Austrittsgradienten bei Grundbruchuntersuchungen die sog. «Relaxationsmethode», die auch bei inhomogenem Untergrund gute Ergebnisse liefere. *Suklje* untersucht die sekundären Setzungen in einer mächtigen Schicht von Seekreide für das Projekt eines Steindammes am Isonzo.

Den Punkt b betreffen 14 Arbeiten, die hauptsächlich die Herstellung von Dichtungsschürzen behandeln. Einpreßschleier in Fels beschreiben: *Aris* für die Gewölbemauer Foum el Gherza in Algerien, *Caille* für die Gewichtsmauer El Kansera du Beth (Marokko) und *Haegelen* für die große Gewölbemauer Bin el Ouidane (Marokko), alle in klüftigem Kalkstein. *Rajčević* und *Verčon* (Jugoslawien) behandeln die Dichtungsarbeiten unter dem Steindamm Vrla II (Glimmerschiefer), *Rao* die an den großen indischen Sperren Tungabhadra und Hirakud. An der Staumauer Génissiat wurden nach *Delattre* Toneinschlüsse im Kalkgebirge durch Einpressungen gesichert und verfestigt. *Rivière* und *Lescail* schildern, wie Wasserverluste aus dem Staubecken Charmine-Moux in karstigem Untergrund teils durch begrenzte Einpres-

sungen, teils durch Filter auf den Austritten der Quellen unschädlich gemacht wurden. *Grundy* (England) bespricht allgemein die wesentlichen Regeln für Einpreßschleier und gibt eine Tabelle mit Erfahrungswerten über Bohrlochabstände und Zementverbrauch.

Dichtungen verschiedener Art bei alluvialem Untergrund behandeln die folgenden Beiträge: *Lefoulon* und *Ischy* beschreiben, wie für die Baugrube des Kraftwerkes Fessenheim am Rheinseitenkanal durch Einpressungen von Zement und Ton eine ausreichend dichte Wanne im Grundwasser hergestellt wurde. *Ismail* berichtet über die Gründung und die Maßnahmen gegen Unterläufigkeit bei den ägyptischen Nilwehren. *Cambefort* betrachtet im allgemeinen die Mittel zur Abdichtung von alluvialen Böden und bringt Beispiele von Schürzen aus dichtgesetzten Bohrpfählen. *Rajčević* und *Verčon* heben für die Talsperre Vlasina (Bosnien) die Vorteile eines Betonprüfgangs unter dem Kern eines Erddammes für die Trockenhaltung der Baugrube und Einpressungen hervor. *Patrick*, ebenso *Miculec* beschreiben Teppichdichtungen bei zwei Erddämmen am Columbia River und dem auf 30 m mächtigen Alluvionen gegründeten hohen Wehr von Jajce in Bosnien.

Zu Punkt c ist zunächst nochmals der Bericht von *Cambefort* und *Daxelhofer* über die Pfeilermauer Ben Métir auf Tonboden mit Sandsteinschichten zu nennen. Ein tiefliegendes Drainagesystem soll die Setzung beschleunigen sowie Auftrieb und Durchsickerung verhindern. *Duquennois* und *Raud* bringen Untersuchungen über die Drainage der Talflanken an den Talsperren Iril Emda und Erraguène (Algerien). Die englischen Berichte von *Sheppard* und *Little* sowie *Skempton* und *Bishop* behandeln die Anwendung von senkrechten Sanddrainagen unter den Erddämmen von Usk River und Chew Stoke.

Zum Punkt d betrifft der Bericht von *Nilsson* und *Löfquist* den Tonkern im Steindamm Borga (Schweden), bei dem man vom optimalen Wassergehalt beim Einbau abging. *Lewis* (Australien) prüft die günstigste Lage eines Erdkerns in einem Damm und tritt für die Schräglage ein. *Davidenkoff* (Deutschland) macht Vorschläge zum Aufbau der Filter in einem Erddamm, wobei durch die Berücksichtigung der Kohäsion des Bodens und der hydraulischen und statischen Bedingungen der Filter diese einfacher gestaltet werden können.

Zu Punkt e hebt *Walker* (USA) die Bedeutung von dauernden Beobachtungen, insbesondere der Durchsikkerungen hervor. Große Staubecken auf schwierigem Untergrund sollten stets leistungsfähige Grundablässe erhalten, um in Gefahrfällen rasch eine Entlastung herbeiführen zu können.

Im Generalbericht unterstreicht *Pinto* die Bedeutung dieser vielseitigen Beiträge. Sie bringen weniger grundsätzlich Neues seit den Beratungen des III. und IV. Talsperrenkongresses, zeigen aber eine Vertiefung und Anwendung auf immer bedeutendere Bauten, wovon Werke wie Serre Ponçon oder das Projekt Sadd el Ali Zeugnis ablegen.

Die *Frage 17*, Wirtschaftlichkeit und Sicherheit der verschiedenen Typen von Betonstaumauern, hat 18 Berichte aus 11 Ländern ausgelöst. Eine Reihe von diesen bringt allgemeinere Betrachtungen zum Thema, während die Mehrzahl technisch-wirtschaftliche Studien an einzelnen Bauweisen betrifft. Zur ersten Gruppe gehören Beiträge von *Hammond* (USA) über die großen Staumauern des Bureau of Reclamation, von *Hupner*, *Duffaut* und *Bellier* für die französischen Verhältnisse, *Semenza* (Italien) und *Sundquist* (Schweden), ferner *Juillard*, der von der Gewölbemauer Spitallamm und der Gewichtsmauer mit Sparräumen auf Oberaar ausgeht. *Oberti* erörtert die Bedeutung der statischen Modellversuche für die Steigerung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit von Betonsperren.

In der zweiten Gruppe behandelt das japanische *River Bureau* den Einfluß der Größe und Bewirtschaftung von Hochwasserschutzräumen. Mehrere Tabellen zeigen den überraschend hohen Umfang des japanischen Talsperrenbaues der Nachkriegszeit. *Iyengar* und *Raghavachari* befassen sich mit Gewichtsmauern aus Bruchsteinmauerwerk, das bei mittleren Höhen und großen Längen in Indien durch den starken Einsatz billiger Arbeitskräfte wesentlich wirtschaftlicher ist als Beton. *Bloor* (USA) betrachtet eingehend die großen Gewichtsmauern des Corps of Engineers. *Biadene* analysiert die Betonkosten bei 11 italienischen Staumauern verschiedener Typen. In zwei portugiesischen Berichten erläutern *Fernandes* und *Sarmento* sowie *Xerez* die Kosten von je 3 hohen Gewölbemauern am Cávado und Zêzere. *Preß* gibt einen kurzen Vergleich der Wahllösungen für die Okersperre im Harz (70 m hohe Gewölbemauer). Interessante Studien je über mehrere Pfeilerstaumauern liefern *Chapman* und *Campbell* für die schottischen und *Machado* für die portugiesischen Ausführungen dieses Typs. Der Bericht von *de Montmarin* und *Ter-Minassian* behandelt die wirtschaftlichen Gesichtspunkte der sehr bemerkenswerten schweren Pfeilergewölbemauer Oued Mellègue (Tunesien) mit 70 m Höhe, 50 m Achsabstand der Pfeiler, steilstehenden Gewölben, Formgebung mit Rücksicht auf Gleitschalung ohne Rüstungen und mehrfacher Anwendung von Vorspannung (Untergrundverankerung), u. a. am Überlaufbauwerk und einer Flügelmauer. Die Kosten der Vorspannung betrugen nur 30 % des durch sie ersparten Betons. *Banks* beschreibt die durchweg mit vorgespannten Untergrundankern ausgeführte 23 m hohe Allt-Na-Lairidge-Staumauer in Schottland, die mit 40 % Betonersparnis fühlbar wirtschaftlicher ist als eine Gewichtsmauer. Schließlich erörtert *Roberts* am Beispiel der Mullardoch-Sperre in Schottland die einschlägigen Fragen bei der Erhöhung von Gewichtsmauern.

Im Generalbericht unterzieht *Coyne* von hoher Warte das Thema einer eingehenden Betrachtung. Allgemein gültige Regeln lassen sich kaum geben. Eine Vielzahl von Faktoren wirkt im Einzelfalle auf die günstigste Lösung ein, als welche die wirtschaftlichste bei angemessener Sicherheit angesehen werden kann. Die Entscheidung muß von Fall zu Fall unter Kenntnis und Abwägung der Vor- und Nachteile jeder Bauart getroffen werden, wozu gut durchgearbeitete Vergleichsentwürfe die beste Grundlage geben. Es darf auch nicht der Sperrentyp allein betrachtet werden, denn die Abführung des Hochwassers während der Bauzeit, die Anforderungen an die Entlastungs- und Entnahmeeinrichtungen können einen recht verschiedenen Einfluß ausüben. Im Einzelfall wirken ein: Lage, Form und Baugrund der Sperrstelle, Flußregime, Klima, Transportverhältnisse, verfügbare Baustoffe, allgemeine soziale und wirtschaftliche Bedingungen (Arbeitskräfte, Bauzeit), Wünsche des Bauherrn, Erfahrung und Ausrüstung der Bauunternehmungen, behördliche Vor-

schriften, der Ingenieurgeist und endlich auch im Talsperrenbau festzustellende Moden oder Vorlieben.

Für die Beurteilung der Sicherheit der verschiedenen Staumauertypen sind wesentlich: Überlastung (Stauerhöhung durch katastrophales Hochwasser, Versagen der Entlastung, Verlandung, Eisdruck, Erdbeben, Explosionsdrücke), Schwächen der Gründung (ungleicher Baugrund im Bauwerkbereich), Wirkungen der Temperatur und Rissebildung (Einfluß der Bauzeit), Unsicherheiten und Mängel der Berechnung (sowohl durch ein Nichterfassen des tatsächlichen Verhaltens durch die Berechnungsmethoden wie ungenügende Berechnung an sich), Mängel der Ausführung, Altersschäden.

Zweifellos ist die gerade Gewichtsmauer gegen waagrechte Überlastung am empfindlichsten, sie verlangt außerdem sorgfältige Gründung zur Wahrung der Gleitsicherheit, und obwohl ihre Berechnung einfach erscheint, sind die Unsicherheiten in den Annahmen (Sohlenwasserdruck und Auftrieb) beträchtlich. Gewölbemauern bieten gegen Überlastung hohe Sicherheit, nach Modellversuchen 5- bis 8fach, die praktisch gar nicht ausgenutzt werden kann; selbst bei der äußerst schlanken französischen Mauer Gage, mit einer zugelassenen Betonspannung von 100 kg/cm², mindestens 3fach. Große Bedeutung haben für sie standsichere Widerlager. Die technisch-wirtschaftliche Grenze für Gewölbemauern setzen amerikanische Ingenieure bei einem Verhältnis Gewölbelänge: Höhe von etwa 5, italienische bei 7 (Vergleichsentwurf Fedaia), französische bei 10 und halten die Grenze noch nicht für endgültig. Ein neueres Projekt hat die Formziffer 10,9, allerdings bei Ausschaltung der Konsoleneinspannung. Hier sei zugefügt, daß mit Rücksicht auf die Betongüte auch die Mauerhöhe den wirtschaftlichen Grenzwert der Formziffer beeinflußt, ferner die Verformbarkeit des Baugrundes. Für zunehmende Sicherheit gegen Überlastung ergibt sich die Reihung: massive und hohle Gewichtsmauer, Pfeilermauer, Pfeilergewölbemauer, bei der die Pfeiler das Kriterium bilden, Gewölbe-, Kuppelmauer. Über die Bewährung von Pfeilermauern bei Erdbeben besteht keine einheitliche Meinung. Bedenklich können Stöße in Achsrichtung, wie bei Gewölbemauern parallel zur Bogensehne sein. Hervorzuheben ist die innere Reserve aller statisch überbestimmten Konstruktionen. Bauweisen mit Vorspannung werden sicherlich an Bedeutung gewinnen.

Die Empfindlichkeit der verschiedenen Mauertypen gegen Bombardierung wurde nur vereinzelt gestreift. Einhellig scheint die Auffassung zu sein, daß die immer wirkungsvoller werdenden Zerstörungsmittel Vorsorgen dagegen fragwürdig machen und solche in den meisten Fällen wirtschaftlich nicht mehr vertretbar sein würden.

Wertvolle Einblicke ergaben mehrere Berichte über die Betonkosten im gegenseitigen Verhältnis. In Frankreich beträgt die Kostenzunahme des Betons für Gewölbestaumauern etwa 15 %, die Einsparung an Massen dagegen 30—60 % im Vergleich zur Gewichtsmauer. Wesentlich für mitteleuropäische Verhältnisse ist dabei, daß man sich mit den Baustelleneinrichtungen den einzelnen Bauaufgaben gut anpassen kann. Die Zunahme des Einheitspreises geht kaum über die in der Massenabnahme liegende Tendenz hinaus. Wenn ein Vergleichsvolumen auf $^2/_3$ vermindert wird, steigt der Einheitspreis um 5 %, bei Verminderung auf $^1/_3$ V um 15%, gültig oberhalb 20 000 m³.

Das Fortschreiten im Talsperrenbau zu immer größeren Stauhöhen und die zunehmende Notwendigkeit, hohe Stauwerke auf schwierigem Baugrund zu errichten, erhöhen die Bedeutung eingehender Untersuchungen des Baugrundes und genauer, vieljähriger Beobachtung der Bauwerke im Betrieb. Davon zeugt die große Zahl von 27 Berichten aus 12 Ländern zur *Frage 18*. Außerdem stehen noch 6 der Mitteilungen dem Thema nahe. Sie können nach folgenden Gruppen untergegliedert werden:

a) Setzung des Untergrundes von Dämmen und Mauern;
b) Verformung des Felsuntergrundes bei Betonstaumauern;
c) Verschiebungen der Talflanken unter dem Wasserdruck eines Staubeckens;
d) Setzungen der Dammschüttung von Erd- und Steindämmen;
e) Probleme beim Bau von Talsperren in Karst- oder vulkanischen Gebieten;
f) Erdbebenwirkung auf Talsperren.

Zu a liegen zunächst 4 Beiträge aus den USA vor, in denen *Esmiol* über die durch Messungen verfolgten Setzungen des Dammlagers beim Fresno-, Medicine Creek-, Cedar-Bluff- und Caballo-Damm berichtet, *Woodhead*, *Sutherland* und *Wells* den 41 m hohen Strike-Damm behandeln, bei dem für ein Betonüberlaufwerk gleiche Setzungen wie für die anschließenden Dammteile zu erzielen waren, *Daehn* die über 14 Jahre laufenden Beobachtungen bei dem mit einem Netz von Meßeinrichtungen ausgestatteten Fresno-Damm darstellt und *Lane* die umfangreichen Setzungsprobleme bei dem großen Garrison-Damm und seinen Entlastungsanlagen. *Guilhamon* und *Castelnau* behandeln Versuche und Messungen über Setzungen des weichen Mergels unter dem 80 m hohen Steindamm Iril Emda in Algerien, *Marty* und *de Montmarin* die Gründungsprobleme der als Sonderkonstruktion ausgeführten 60 m hohen Pfeilermauer Ben Métir in Tunesien auf Sandstein- und Ton-Untergrund mit einem Verformungsmodul von nur 2000—6000 kg/cm² (beide Anlagen vgl. auch Frage 16) und *Henry* die des Rhonewehres Donzère auf tonigem Grund.

Zum Punkt b äußern sich 8 Beiträge. *Blee* und *Meyer* (USA) berichten über Pendelmessungen und Präzisionsnivellements bei der Fontana-Staumauer auf Quarzit, wo verschiedene Zonen ungleiches Verhalten zeigten, *Fernandes* und *Correia de Sousa* über das Verhalten der Gewölbemauer Salamonde in Portugal, deren Granit-Gründungsfels an den Hängen wesentlich größere Verformbarkeit aufweist als im Talgrund. Ein weiterer portugiesischer Bericht von *Rocha*, *Serafim*, *Da Silveira* und *Neto* behandelt die Bestimmung der Felsverformbarkeit im Granit bei 3 Gewölbemauern. *Jeanpierre* bringt Meßergebnisse aus der ersten Betriebszeit der bekannten Staumauer Bort auf sehr verschieden stark verformbarem Gneis und Glimmerschiefer, *Ferry* nicht weiter ausgewertete Pendel- und Klinometer-Messungen von 7 anderen französischen Staumauern. *Gicot* vergleicht die Ergebnisse der Messungen an der Rossens-Mauer mit denen der Baugrunduntersuchung, wobei eine Zunahme der plastischen Verfor-

mung mit der Zeit festgestellt wurde, und *Juillard* äußert sich auf Grund der Erfahrungen beim Bau der Oberhasliwerke grundsätzlich zu den Fragen der Felsverformung. Schließlich berichtet *James* über 1½jährige Messungen an der 85 m hohen Gewölbemauer Maraetai (Neuseeland) auf ziemlich stark verformbarem vulkanischem Fels.

Zu c liefern *Preißmann* und *Gilg* (Schweiz) eine theoretische Studie für ein V-Tal, *Blanchet* und *Neviere* berichten über Messungen an den Talsperren von Bort und Tignes, wobei für Bort stärkere Verformungen gefunden wurden als für Tignes mit härterem Gestein der Sperrstelle. Außerdem enthalten die Beiträge von Marty und de Montmarin, von James und von Juillard kürzere Äußerungen zu diesem Thema.

Zum Punkt d liegen Mitteilungen in 10 Berichten vor. *Blee* und *Meyer* bringen Setzungsmessungen der Dammschüttung von den Erddämmen Chatuge, Nottely, Watauga und South Holston, *Daehn* für den Fresno- und *Lane* für den Garrison-Damm. *Möhle* behandelt den Bever-Damm im Wuppergebiet, *Da Palma* den 56 m hohen Salazar-Steindamm in Portugal und *Hellström* den kleineren Steindamm Nissaström in Schweden; *Salva* beschreibt das Netz der Kontrollmessungen für den Erddamm Sarno in Algerien. Interessante Mitteilungen enthält auch der schon erwähnte eingehende Bericht über den Iril-Emda-Damm. *Rajčević* berichtet über die Überwachung der Verdichtung beim Bau von Erddämmen in Jugoslawien, wo der Vlasina-Damm praktisch keine Setzungen zeigt. *Kennard* behandelt den 1937 errichteten Hollowell-Erddamm in England, wo starke Setzungen des Dichtungskerns infolge Nachgebens des tonigen Dammlagers auftraten, und die ausgeführten Sicherungsmaßnahmen.

Zu e erörtert *Yevdjević* (Jugoslawien) die wesentlichen Probleme des Baues von Talsperren im Karstgebiet und bespricht 3 verschiedene Typen, und der Beitrag von *Pavlin, Mladineo, Stubičan* und *Nonveiller* behandelt die interessanten Vorarbeiten für einen 520 hm^3-Großspeicher in der Cetina im Karstgebiet mit den für die Ausführbarkeit und Wirtschaftlichkeit entscheidenden Problemen der Ausdehnung und Methode der Untergrunddichtung. *Hunter* und *Keefe* (Großbritannien) befassen sich mit den Problemen des Talsperrenbaues auf vulkanischem Untergrund.

Die Wirkung der Erdbeben (f) behandeln nur die Berichte von *Hunter* und *Keefe* und von *Blee* und *Meyer*. Nach dem ersteren hat der 75 m hohe Steindamm Cogoti in Chile ein starkes Beben mit Beschleunigungen von 0,2 g praktisch ohne Schaden überstanden.

Im Generalbericht macht *Tonini* darauf aufmerksam, daß die Wirkung der Felsdeformation auf eine Gewölbemauer außer vom Verhältnis $E_f : E_b$ auch vom Verhältnis des Krümmungshalbmessers zur Gewölbedicke und vom Öffnungswinkel beeinflußt wird. Für weichen Fels sind schlanke Gewölbe mit großem Öffnungswinkel gut geeignet und ringveränderliche Gewölbedicken besonders in den unteren Teilen von Vorteil.

Da statische Verformungsmessungen zeitraubend und teuer sind und nur örtlich zutreffende, oft stark streuende Ergebnisse liefern, auf seismischem Wege ermittelte dynamische Verformungsmoduln dagegen rasch und billig für größere Bereiche und damit als statistische Mittelwerte bestimmt werden können, wird der Vorschlag gemacht, eine größere Zahl von dynamischen E-Moduln an verschiedenartigen Staumauerfundamenten, die durch Untersuchungen beim Bau und Messungen im Betrieb gut bekannt sind, zu bestimmen und zu sammeln. Durch Vergleich dynamischer E-Moduln vom Fels projektierter Staumauern mit diesen könnten dann gut zutreffende Annahmen für die statische Untersuchung und Formgebung gemacht werden. Der Verfasser dieses Referates möchte hier nach seinen eigenen Erfahrungen davor warnen, sich von einem solchen, an sich durchaus wünschenswerten Vorgehen zu viel zu versprechen. Die statischen V-Moduln hängen sehr vom Druck ab und das Verhältnis des — für den Druck Null geltenden — dynamischen Moduls zum statischen schwankt so stark (zwischen etwa 2 und 10), daß keine sichereren Werte erwartet werden dürfen, ja geradezu Fehlbeurteilungen entstehen können. Sehr wesentlich zur Beurteilung erscheint eine gewissenhafte ingenieurgeologische Aufnahme, die in vielen Veröffentlichungen zu vermissen ist.

Tonini hebt hervor — und dies gilt gleichermaßen zu Frage 16 —, daß nach dem heutigen Stande der Technik schwieriger Baugrund auch für große Talsperren kein Hindernis mehr ist, wenn durch eingehende Vorarbeiten und Versuche, wobei eine Reihe von Hilfswissenschaften beteiligt sein können, ein sicheres Urteil über die Verhältnisse geschaffen und der Entwurf darauf abgestellt wird, das Bauwerk mit Sorgfalt, unter Erarbeitung vertiefter Einblicke in seine Sicherheitsbedingungen ausgeführt und im Betrieb durch Messungen überwacht wird. Dabei bedürfen, wie der Referent hinzufügen möchte, die Kostenermittlungen besonderer Vorsicht, um wirtschaftlichen Enttäuschungen zu entgehen. Solche Bauwerke sind dann nicht weniger sicher und beständig als andere auf günstigem Untergrund. «Um die Natur zu meistern, muß man ihr folgen und ihr gehorchen».

Zu der dem *Talsperrenbeton* gewidmeten *Frage 19* liefern die 20 Einzelbeiträge aus 10 Ländern reiches Informations- und Versuchsmaterial. 13 von ihnen befassen sich mit dem Beton ausgeführter Staumauern, 7 gemäß dem zweiten Teil des Themas mit Prüfraum-Untersuchungen, insbesondere über die Durchlässigkeit und Frostbeständigkeit des Betons. Der Sammelbericht des Unterkomitees für Talsperrenbeton enthält 10 Einzelbeiträge zur Frostbeständigkeit.

Unter den Erfahrungsberichten bringen *Destenay* und *Duverny* Angaben über den Beton von 70 französischen Staumauern aller Typen, wobei für einige ältere Sperren aufgetretene Schäden näher beschrieben werden, *Pancini* von 36 jüngeren italienischen Staumauern, *Nunes* und *Lobo* desgleichen von 5 portugiesischen Gewölbemauern, *Robert* von den schweizerischen Sperren Lucendro und Sella. *Böhmer* und *Wogrin* sowie *Fritsch* behandeln den zementarmen Beton der Mooserbodensperren in Österreich, mit hydraulischer Ausscheidung der Feinstteile des Sandes bis 0,09 mm und gewichtsmäßiger Dosierung des Sandes in 3 Korngruppen (auch bei Mauvoisin angewendet), *Hummel, Schulze* und *Widmann* (Deutschland) den Grobbeton der Ecker- und den Großsteinbeton der Okersperre im Harz. Beim letzteren wurden Bruchsteine in hochwertigen Feinbeton eingerüttelt, und der auch als «Maschinelles Mauerwerk» bezeichnete Beton mit nur 29,3% Mörtelanteil erreichte Rekordwerte an Festigkeit, Dichtheit und Po-

renarmut. *Lee* bringt Mitteilungen über den Beton von 33 in Großbritannien seit 1939 errichteten Staumauern. Die jüngeren haben ebenso wie die schwedischen (Bericht Löfquist) mit Rücksicht auf aggressives Wasser eine verhältnismäßig hohe Zementdosierung. In diesem Zusammenhang ist der Beitrag von *Weigl* (Österreich) von Interesse, der über Probeausführungen von Stauwandüberzügen mit Filmen aus Metall (Zink oder Aluminium auf Eisengrundierung) oder Kunststoff berichtet, die unter strengsten Bedingungen sehr befriedigend verliefen. Schließlich behandeln die Beiträge von *Gilbert* und *Steele* sowie *Price* und *Cordon* (USA) den Beton der großen Staumauern des Corps of Engineers und des Bureau of Reclamation, letzterer besonders die durch Beigabe von Flugasche (Hungry-Horse-Sperre) erreichten Vorteile.

Unter den Laboratoriumsstudien beleuchten die französischen Berichte von *Mary* und *Chapelle* sowie *Orth, Blondel* und *Berrod* die Bedeutung der Zementart. Nach ersterem ergaben Hochofenzemente eine bessere Frostbeständigkeit, was jedoch *Orth* nicht bestätigt fand. Auch der alle wesentlichen Gesichtspunkte für Talsperrenbeton behandelnde Beitrag von Prof. *M. Roš* und *M. R. Roš* weist auf den Einfluß der Zementart hin, der als noch nicht befriedigend geklärt gelten müsse. *Chujo, Eitaka* und *Kondo* berichten über die eingehenden Untersuchungen für den Beton der japanischen Staumauern Kamishiba und Ogochy (Kubatur 1 600 000 m³), *Rambert* und *Racine* desgleichen für Mauvoisin.

Die Zementdosierung eines Betons kann naturgemäß nur im Zusammenhang mit den zahlreichen übrigen, seine Güte beeinflussenden Faktoren beurteilt werden. Von größter Bedeutung ist der Wassergehalt. Wie die Gesamtheit der Berichte zeigt, ist heute allgemein erkannt, daß die Zugabe plastifizierender und luftporenbildender Mittel — die den Wasserbedarf herabsetzt — die Betongüte hebt. Ebenso, daß ein Zuviel an feinen Stoffen schädlich ist. Für den Massenbeton hat daher die Verbesserung des Sandes durch Ausscheiden des Allerfeinsten und genaue Dosierung der wichtigsten Feinkorngruppen große Bedeutung. Neue Wege besonders für mittelgroße Staumauern zeigt der deutsche Großsteinbeton. Noch nicht ausreichend geklärt erscheint der Einfluß grober Zuschläge auf die Frostbeständigkeit. Einige Untersuchungen (*Orth, Klieger* im Bericht des Unterkomitees) ergaben eine Güteminderung, während andere Stimmen, z. B. nach theoretischen Überlegungen, ihn als fördernd ansehen.

Das Unterkomitee für Talsperrenbeton gibt in seinem Bericht Empfehlungen für exakte und ausreichende Angaben über Talsperrenbetone, um im internationalen Erfahrungsaustausch die Ergebnisse vergleichen und interpretieren zu können, worin bisher noch viele Wünsche offen blieben. Auch das hier behandelte Material zeigt, daß inbesondere über die wichtige Frage des Verdichtungsgrades meist nichts oder zu wenig gesagt ist. In der Diskussion wurde dies betont und von deutscher Seite vorgeschlagen, international die Festraumrechnung (vgl. Bericht Hummel) zu verwenden.

Während der Kongreßtage war den Teilnehmern Gelegenheit geboten, die vier großen, modern eingerichteten wasserbaulichen Versuchsanstalten in Paris zu besichtigen.

Bibliographie über Talsperren

Zusammengestellt von *M. Kohn, H. Link, N. Schnitter* und *C. Semenza*

Das nachstehende Literaturverzeichnis gibt einen Überblick über das jüngere Schrifttum, das heute über Talsperren zur Verfügung steht. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Lückenlosigkeit, dürfte aber dem interessierten Fachmann eine wertvolle Übersicht bieten; zudem enthalten viele der erwähnten Bücher und Schriften eigene Literaturverzeichnisse, die zur Konsultation herangezogen werden können. Die Liste nennt die verschiedenen Verfasser in alphabetischer Reihenfolge.

I. Bücher

ANIDEL: Le dighe di ritenute degli impianti idroelettrici italiani. Vol. I—VI, Milano 1951/52.

Bort. Publié par «La Houille Blanche», Grenoble 1953.

Böß, P.: Stauanlagen (Wehre und Talsperren). In Schleicher, Taschenbuch für Bauingenieure, 2. Aufl., Bd. II, Verlag Springer, Berlin 1955, S. 648 ff.

Boßhardt, E.: Beiträge zur Theorie und Berechnung von Bogenstaumauern. Mitteilungen aus dem Institut für Baustatik Nr. 22, Verlag Leemann, Zürich 1949.

Bourgin, A.: Calcul des barrages. Paris 1948.

Congrès:

Troisième congrès des grands barrages, Stockholm, Juin 1948. Compte rendu, 3 vol.

Quatrième congrès des grands barrages, New Delhi, Janvier 1951. Compte rendu. 4 vol.

Cinquième congrès des grands barrages, Paris 1955. Compte rendu.

Comptes rendus du deuxième congrès international de mécanique des sols et des travaux de fondations, Rotterdam 1948. 7 vol.

Comptes rendus du troisième congrès international de mécanique des sols et des travaux de fondations, Zurich 1953. 3 vol.

Contessini, F.: Dighe e traverse. Libreria Editrice Politecnica Cesare Tamburini, Milano 1953.

Coyne, A.: Leçons sur les grands barrages. Paris 1943.

Creager, W. P., Justin, J. D. and Hinds, J.: Engineering for Dams. John Wiley & Sons, New York 1945, 3 vol.

Creager, W. P. and Justin, J. D.: Hydroelectric Handbook. John Wiley & Sons, New York 1950, p. 317 ff.

Creager - Pitcher: Engineering for dams. John Wiley & Sons, New York 1950.

Davis, C. V.: Handbook of Applied Hydraulics. McGraw - Hill Book Co., New York 1952 (2nd ed.), p. 23 ff.

Fachnormenausschuß Wasserwesen: Stauanlagen; Richtlinien für den Entwurf, Bau und Betrieb. Teil I, Talsperren. DIN 19700 Bl. 1, Beuth Verlag GmbH, Berlin 1953.

Génissiat. Publié par «La Houille Blanche», Grenoble 1950.

Ginoux, M. et Barbier, R.: Géologie des barrages et des aménagements hydrauliques. Masson et Cie. Editeurs, Paris 1955.

Huggenberger, A. U.: Talsperrenmeßtechnik. Verlag Springer, Berlin 1951.

Keil, K.: Der Dammbau — Grundlagen und Geotechnik der Stau- und Verkehrsdämme. 2. Aufl., Verlag Springer, Berlin 1954.

Krall, G.: La diga di sbarramento a volta cupola per laghi artificiali. Roma 1951.

Lexique technique. Société internationale de mécanique des sols et des travaux de fondations, Zurich, avril 1954.