Eindrücke vom 6. Internationalen Kongress für grosse Talsperren und von einer der daran anschliessenden Studienreisen

Autor(en): **Schnitter, G.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **51 (1959)**

Heft 4

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921276

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

Turbogenerators und eines ganzen Kraftwerkes aufgestellt werden können. Die aus den Gleichungen gewonnenen Werte können ihrerseits dazu dienen, die effektive Leistungsfähigkeit der Anlage zu beurteilen.

«Die Verwendung statistischer Methoden in der Bewirtschaftung der Energiequellen», von *K. Holmström* (Schweden). Im Bericht wird ein mathematisch-statistisches Verfahren dargelegt, das die staatliche Elektrizitätsbehörde in Schweden während einiger Jahre für die laufende Bewirtschaftung der Energie angewendet hat. Die Energiebeschaffung beruht in erster Linie auf der hydraulischen Erzeugung. Mit dem statistischen Verfahren wird versucht, einen Überblick der Lage zu gewinnen, um den Einsatz thermischer Anlagen so zu bestimmen, daß sich der Betrieb am wirtschaftlichsten gestaltet. Gleichzeitig wird auch das Risiko eines hydraulischen Produktionsmankos untersucht.

«Erzeugungsmöglichkeit und Wasserverhältnisse der Wasserkraftwerke», von *Dino Tonini* (Italien). Im ersten Teil dieses Berichtes unterzieht der Verfasser einige gebräuchliche Definitionen über die Erzeugungsmöglichkeit von Wasserkraftanlagen einer kritischen Betrachtung und versucht, die sich hierbei ergebenden Begriffe genauer zu bestimmen. Im zweiten Teil wird gezeigt, in welcher Weise statistische Maßzahlen in Ergänzung zu den Jahresmittelwerten für die bessere Kennzeichnung der Wasserverhältnisse einer Wasserkraft herangezogen werden können.

«Die Entwicklung des Verbrauchs elektrischer Energie; besteht eine Beziehung zwischen der Entwicklung des Verbrauchs elektrischer Energie und dem Elektrifizierungsgrad?» von *H. A. Van der Maas* und *G. Helders* (Niederlande). Zur Untersuchung der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft und des Standes der Elektrifizierung verschiedener Landesteile für verschiedene Länder und bestimmte Teilmärkte bediente man sich schon seit langem der folgenden Parameter: Gesamterzeugung oder Gesamtverbrauch, Verbrauch pro Kopf der Bevölkerung, sowie auch der Begriffe «oberflächlicher Elektrifizierungsgrad» und «Tiefenentwicklung». Für internationale Vergleiche werden am häufigsten die Gesamterzeugung und der Verbrauch pro Kopf der Bevölkerung verwendet. Infolge der Unterschiede in der Struktur der Bevölkerung, in der Beschaffenheit des Bodens, des Klimas und anderer Quellen des Reichtums in den verschiedenen Landesgegenden ist die Anwendung einfacher Zahlen wie dieser Parameter für internationale Vergleiche offensichtlich ungenügend. Der Totalverbrauch eines Landes oder eines Landesteiles ist als Häufigkeitsverteilung der Verbrauchszahlen der die verschiedenen Teilmärkte bildenden einzelnen Abonnenten aller Kategorien (Haushaltungen, Industriebetriebe usw.) zu betrachten. Es ist möglich, diese Häufigkeitsverteilung mit Hilfe statistischer Maßzahlen umfassender zu beschreiben. Bei diesem Vorgehen kann man sich fragen, ob außer dem Durchschnitt die anderen Parameter der Häufigkeitsverteilung (Streuung, Asymmetriekoeffizient, Krümmungsmaß) über den Elektrifizierungsgrad des betreffenden Landesteiles oder Teilmarktes Auskunft geben können. Mit anderen Worten: Ist es möglich, aus der Form der Häufigkeitsverteilung ein sicheres Urteil über den Elektrifizierungsgrad zu fällen, oder gibt es eine Beziehung zwischen den Veränderungen des Energieverbrauches und dem Elektrifizierungsgrad?

«Statistische Ermittlung der für das Studium der Belastung notwendigen Unterlagen», von *G. Ott* (Deutschland). Der Bericht befaßt sich mit der Aufspaltung der Haushalt-Totallast in ihre Anteile «Licht», «Licht/Herd» und «Licht/Herd/Warmwasserbereiter» durch das Erhebungsverfahren der Zählerablesung. Zunächst werden die Stichprobenumfänge der drei Gerätearten abgeschätzt und ihre Meßstellen festgelegt. Alsdann wird die Erhebung der ökonometrischen und Last-Merkmale beschrieben. Die Arbeitsgänge der technischen Aufbereitung, zu denen die Ablochung, Sortierung und Berechnung des Zahlenmaterials gehört, werden nur angedeutet. Ausführlicher behandelt wird die logische Aufbereitung. Dem Schluß vom Stichprobenmittelwert auf die Grundgesamtheit wird ein breiter Raum gewidmet. Danach wird das Verfahren der mehrfachen Regression mit den Parametern Last, Wohnraum- und Familiengröße beschrieben. Dabei wird die Prüfung der Regressionskoeffizienten und des Bestimmtheitsmaßes erläutert.

Abschließend wird am Beispiel der Geräteart «Licht/Herd/Warmwasserbereiter» gezeigt, wie man die durch die Regression erhaltenen korrelierten Ergebnisse übersichtlich darstellt.

In der Sitzung des Direktionskomitees vom 19. Januar 1959 in Paris wurde Prof. *C. Th. Kromer* (Deutschland), Präsident der Direktion der Badenwerk AG, zum neuen Präsidenten der UNIPEDE gewählt. Der 12. Kongreß der UNIPEDE soll 1961 in Deutschland stattfinden.

Eindrücke vom 6. Internationalen Kongreß für große Talsperren und von einer der daran anschließenden Studienreisen

G. Schnitter, Professor ETH, Zürich

Der alle drei Jahre stattfindende Internationale Kongreß für große Talsperren wurde vom 15. bis 20. September 1958 in New York als sechster Kongreß abgehalten. Es beteiligten sich daran über 800 Personen aus 43 Staaten (neun Schweizer).

Berichte

Wie üblich waren vier Fragen zur Diskussion gestellt, die in sehr zahlreichen Berichten (138 Berichte und 24 Mitteilungen aus 23 Nationen) behandelt wurden. Diese sind den Kongressisten zum Studium rechtzeitig zugestellt worden, so daß in den Arbeitssitzungen in kurzen Voten dazu Stellung genommen werden konnte. Leider schwillt die Masse der Berichte an Zahl und Umfang von Kongreß zu Kongreß derart an, daß in Zukunft die Leitung irgendeinen Modus finden muß, um die Anzahl der Berichte beschränken zu können.

Die vier Fragen betrafen folgende Probleme (in freier Übersetzung, Deutsch war nicht Kongreßsprache):

Frage 20: Erhöhung von bestehenden Talsperren und Methoden zum Bau von Talsperren in verschiedenen Bauetappen. (29 Berichte)

Die Erhöhung von Staumauern wird viel öfter vorgenommen, als man geneigt wäre anzunehmen, und die hiefür angewendeten Methoden sind sehr mannigfaltig. Einige Mauern sind nicht nur einmal, sondern mehrfach erhöht worden (z. B. Assouan-Mauer). Die Gründe, die zu Erhöhungen führten, sind verschiedener Natur, wie: Erhöhung des nutzbaren Stauraumes zwecks Verbesserung der Anpassung des Wasserdargebotes an dessen Nachfrage (zu Bewässerungszwecken oder zur Energieerzeugung) und damit eng verbunden finanzielle-wirtschaftliche Überlegungen; Kompensation der Verkleinerung des nutzbaren Stauraumes infolge allmählicher Versandung resp. Verschlammung desselben; notwendig gewordene Verstärkungen infolge Änderung der ursprünglich angenommenen Berechnungsgrundlagen (z. B. in bezug auf Auftrieb wie bei Cheurfas in Algerien) oder infolge Mängel beim Bau (z. B. Wahl schlechter Baumaterialien).

Dieselbe Frage behandelte auch den Bau einer Staumauer, bei welcher die Querschnittsabmessungen während der Bauzeit gestaffelt vergrößert werden, wobei die Mauer bereits einem teilweisen Stau ausgesetzt wird. Als typisches Beispiel dafür ist bei uns die Staumauer der Grande Dixence zu nennen (siehe diesbezüglich die Mitteilung C 34 der Grande Dixence anläßlich des 5. Kongresses für große Talsperren).

Neben eingehenden theoretischen Untersuchungen über die verschiedenen Spannungszustände, die sich aus der Überhöhung und je nach der angewandten Methode ergeben, enthalten die verschiedenen Berichte interessante Beschreibungen der verschiedenen Verfahren und der damit gemachten Erfahrungen. Bekannt ist seit der Erhöhung der Mauer von Cheurfas durch Coyne die Verwendung von im Fels verankerten und angespannten Kabeln. Vier Berichte behandeln die Erhöhung von Erddämmen.

Frage 21: Beobachtung von Spannungen und Verformungen in Talsperren, ihren Gründungen und Widerlagern; Vergleich dieser Beobachtungen mit den berechneten Werten und den Resultaten von Modellversuchen. (59 Berichte)

Schon die große Anzahl der eingereichten Berichte und Mitteilungen läßt das Interesse an der gestellten Frage erkennen und zeigt die weitgehende Verwendung des statischen Modellversuches nicht nur zur Kontrolle der Berechnung von Staumauern, insbesondere von Bogenstaumauern, sondern bereits im Stadium des Entwurfes zum Auffinden der günstigsten Form im Grundriß und im Quer- und Längsschnitt. Außerdem springt die Bedeutung der Messung des Verformungs- und des Temperaturzustandes einer Mauer am ausgeführten Bauwerk in die Augen. Auch wenn es nicht immer leicht fällt, die Meßergebnisse sinnvoll auszulegen, und oft unerklärlich erscheinende Widersprüche festgestellt werden, sollte auf dieses Mittel nie verzichtet werden, um tiefer in das tatsächliche Wirken eines so komplexen Bauwerks, wie es nun einmal eine Mauer mit ihrer umgebenden Gründung darstellt, einzudringen. Dabei ist auch dem Einfluß der großen Wasserauflast auf den Untergrund im Staubecken und auf die stützenden Flanken einer Mauer gebührend Rechnung zu tragen. (Siehe z. B. R 106 Juillard: «Observations des contraintes et déformations dans les barrages, leur fondations et leur appuis», Beispiel Oberaar.) Einige Berichte behandeln die Meßmethoden, insbesondere auch die geodätischen, zur Feststellung der Verschiebungsgrößen. (Siehe z. B. die 23 [!] Berichte aus Italien.) Andere versuchen, auf mathematischem Wege Einzelphänomene zu analysieren. Die meisten Berichte hingegen gehen von Messungen an ausgeführten Bauwerken oder an Modellen aus, um daraus gewisse allgemeinere Folgerungen über das Verhalten von Talsperren aus Beton oder Erdstoffen zu ziehen und Anregungen für weitere Messungen oder Vorschläge für Berechnungsverfahren zu geben. Es ist unmöglich, in Form dieses gedrängten Berichtes auf den näheren Inhalt der sehr unterschiedlich abgefaßten und dargestellten Einzelberichte einzugehen. Der Generalberichterstatter benötigte dazu 82 Druckseiten.

Frage 22: Verdichtungsmethoden und Wassergehalt der zum Bau des Dichtungskernes und des Stützkörpers eines Erd- oder Steindammes verwendeten Materialien. (22 Berichte)

Die Bedeutung der Verdichtung eines Erdstoffes auf dessen für den Bau von Erddämmen maßgebende Eigenschaften: Setzungsempfindlichkeit, Durchlässigkeit und Scherfestigkeit sind bekannt. Seit Proctor (1933) ist auch die Abhängigkeit der Verdichtungsfähigkeit vom Wassergehalt des Erdstoffes im Augenblick des Einbaues, dem Einbauwassergehalt, bekannt. Es gehört heute zur normalen Praxis des Erddammbaues, daß die zur Verwendung bestimmten Materialien im Laboratorium einem Verdichtungsversuche unterworfen werden, der die erwähnte Abhängigkeit untersucht, und zwar bei veränderlicher Verdichtungsarbeit. Jeder Verdichtungsarbeit entspricht dabei ein sogenannter optimaler Wassergehalt, d. h. ein solcher, bei welchem das kleinste Porenvolumen, das größte Trockenraumgewicht, entsteht.

Die Versuche im Laboratorium müssen aber ergänzt und vervollständigt werden durch eingehende Verdichtungsversuche in natürlicher Größe auf dem Felde. An Versuchsfeldern wird unter den gleichen Verhältnissen, wie sie beim späteren Einbau vorliegen werden (Witterungseinflüsse) und mit den voraussichtlich zur Anwendung gelangenden Verdichtungsgeräten bei verschiedenem Wassergehalt der Einfluß der Schichtstärke, der Passenzahl, der Verdichtungsgeräte, der Verdichtungsmethode untersucht.

Die einzelnen Berichte beziehen sich auf die Verdichtung von Felsblöcken, weichen Felsgesteinen, Kies und Sand mit wenig Lehm, Silt und Lehm. Steindämme werden aus größerer Höhe, bis 30 m, geschüttet und mit mehr oder weniger Wasserzusatz verdichtet, auch Glattwalzen werden verwendet und große Vibratoren. Körnige Böden werden am vorteilhaftesten mit Pneuwalzen oder Schaffußwalzen, bindige Böden mit Schaffußwalzen verdichtet. Bei den nichtbindigen Böden kann auch der große Rüttler mit Erfolg verwendet werden (R 138, Sadd-el-Aali-Damm), sowie andere Vibriergeräte.

Die Ansichten bezüglich des günstigsten Einbauwassergehaltes, d. h. darüber, ob dasselbe eher auf der trockenen oder nassen Seite des Optimums liegen soll, gehen auch noch heute auseinander. Es scheint dem

Unterzeichneten, daß diese Entscheidung gar nicht prinzipieller Natur sei, sondern einzig und allein im konkreten Falle vom zur Verfügung stehenden Material abhänge. Es möge für Interessenten auf folgende drei Berichte besonders hingewiesen werden:

R 96: «Compaction of Earth Dams in the Corps of Engineers, U.S. Army».
R 117: «Water content and its effect on settlement in earth dams».
R 132: «Compactage des matériaux utilisés pour la construction du noyau imperméable de la digue de Serre-Ponçon».

Ganz besonderes Gewicht wird in verschiedenen Berichten auf die für die Stabilität eines Erddammes so bedeutungsvolle richtige Abschätzung der Porenwasserspannung und ihrer Messung am Bauwerk gelegt.

Einige interessante Mitteilungen betreffen gemessene Setzungen, aus welchen hervorgeht, daß gut erstellte Steinschüttdämme nach Baubeendigung Setzungen derselben Größenordnung aufweisen wie Erddämme, d. h. ca. 0,01 bis 0,04 % jährlich (für die ersten zehn Jahre).

Frage 23: Anwendung von Zusätzen und von puzzolanischen Bindemitteln im Beton von Talsperren; Einfluß der Feinstanteile im Sande. (28 Berichte)

Unter dieser Frage wurden die Einflüsse verschiedenster Art auf die Qualität eines Staumauerbetons behandelt:

Verwendung von Flugasche (USA, England, Frankreich)
oder von Traß (Deutschland, Österreich)
oder von Puzzolan (Italien, siehe R 46 sehr bemerkenswert, USA)

Einfluß der Feinstsandbestandteile kleiner als 0,1 mm.
Einfluß von chemischen Zusatzmitteln: luftporenbildende, plastifizierende.

In den Schlußfolgerungen wird hervorgehoben, daß im Staumauerbeton luftporenbildende Zusätze mit Rücksicht auf dessen größere Frostbeständigkeit angewendet werden sollen, daß aber jedes Mittel vor seiner Verwendung auf seine chemischen Eigenschaften wie auf seine Rückwirkungen auf den zur Anwendung gelangenden Zement geprüft werden soll.

Es soll noch auf eine außerhalb der erwähnten Fragestellungen und deshalb als «Mitteilung» erschienene Publikation des Unterkomitees für Beton hingewiesen werden. Sie enthält eine Sammlung von Angaben über die thermischen Eigenschaften des Betons (Wärmeausdehnungszahl, Wärmeleitzahl, spezifische Wärme, Temperaturleitzahl). Die Angaben stammen aus acht verschiedenen Quellen und fünf Ländern. Alle, im besonderen jene des Bureau of Reclamation USA, dürften von großem Interesse sein.

Sitzungen und Veranstaltungen

Neben den Arbeitssitzungen, die der Behandlung der vier Fragen gewidmet waren, hatte der Exekutivausschuß nicht weniger arbeitsame Sitzungen durchzustehen. Es wurde unter anderem beschlossen, die Amtsdauer des Präsidenten auf drei Jahre zu beschränken und ihm sechs Vizepräsidenten an die Seite zu stellen. Für den zurückgetretenen Amerikaner *Gail A. Hathaway* wurde als Präsident gewählt Dr. *J. F. Rebelo Pinto*, Portugal. Der nächste Kongreß soll im Jahre 1961 in Rom stattfinden.

An Veranstaltungen sind außer den zahlreicheren mehr privaten Charakter aufweisenden besonders zu erwähnen eine sehr eindrucksvolle Fahrt auf dem Hudson und dem East River rings um Manhattan, ein Empfang nach der feierlichen Eröffnung des Kongresses am 16. September und das offizielle Schlußbankett. Die Sika Chemical Corporations organisierte einen wohlgelungenen Ausflug in die nähere Umgebung New Yorks mit einigen interessanten technischen Besichtigungen und einem Besuche ihrer Fabrik.

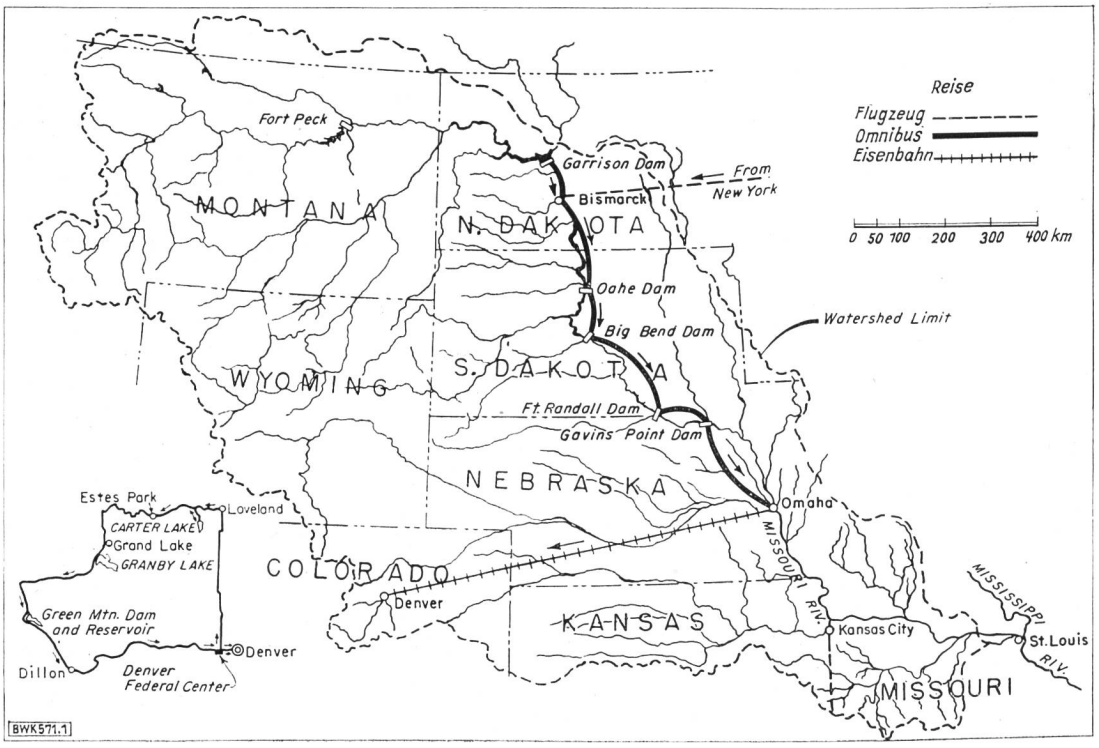

Bild 1
Übersichtsplan zur Studienreise 2

Studienreise 2 in den Mittleren Westen zum Missouri- und Colorado-Gebiet (Route siehe Bild 1)

Wohl das Wertvollste an solchen Kongressen sind neben den persönlichen Kontakten die gut organisierten Studienreisen. Sie ermöglichen dem Teilnehmer, in kürzester Zeit viel zu sehen an Naturschönheiten, Werken des Menschen, insbesondere natürlich solche technischer Art, und in Berührung zu kommen mit der Bevölkerung. Die vorzüglich organisierten drei Studienreisen hinterließen, wie von allen Seiten bestätigt wurde, einen vorzüglichen Eindruck. Die Organisatoren scheuten aber auch keine Mühe, den Kongressisten das Bestmögliche zu bieten, und waren während der Reise von einer unübertrefflichen Gastfreundschaft und Hilfsbereitschaft.

Die drei gleichzeitig ausgeführten Studienreisen von je zirka einer Woche Dauer führten in den Südosten der Staaten (Tennessee Valley) bzw. in den Mittleren Westen (Oberes Missouri-Tal, Denver und Rocky Mountains) bzw. in den Nordwesten (Columbia River).

Der Berichterstatter wählte den für ihn noch unbekannten Mittleren Westen mit großen Erddämmen am Missouri. Darüber soll nachfolgend etwas eingehender berichtet werden, weil bei uns diese großartigen Bauten, teils bereits in Betrieb, teils im Entstehen begriffen, wenig bekannt sind.

Missouri-Becken:

Das Einzugsgebiet des Missouri, des größten Nebenflusses des Mississippi, umfaßt zehn Staaten der USA und mehr als einen Sechstel von deren Oberfläche. Durch einen speziellen gesetzgeberischen Akt der Bundesregierung (Flood Control Act von 1944) soll durch eine planmäßige Regulierung dieses Flusses folgendes erzielt werden:

1. Der Bau von mehr als 100 künstlichen Staubecken am Missouri und seinen Nebenflüssen soll die Aufspeicherung von total 117 Milliarden m^3 Wasser gestatten.
2. Dadurch werden die bekannten großen Hochwasser am Missouri und seinen Nebenflüssen abgeschwächt und damit die immer wieder auftretenden, gewaltige Summen verschlingenden Hochwasserschäden vermieden. (Die Schäden infolge Hochwasser in der Periode 1941—1951 werden auf 1,5 Mrd Dollar geschätzt).
3. 20 000 km^2 Land (also ca. die halbe Oberfläche der Schweiz) wird damit bewässert werden können.
4. Die Schiffahrt auf dem unteren Missouri bis Sioux-City soll verbessert werden.
5. Die erzeugte Energiemenge wird auf 12 Mrd kWh geschätzt.
6. Die Wasserversorgung, der Gewässerschutz, der Wild- und Waldbestand werden günstig beeinflußt.
7. Zusätzliche Raststätten für die erholungsbedürftige Bevölkerung werden geschaffen.

(Die totalen Kosten werden auf 5,5 Mrd $ geschätzt.)

Dieses gigantische Werk wird vornehmlich jenen Staaten zugute kommen, die zurzeit noch sehr schwach bevölkert sind, hauptsächlich von Landwirtschaft und Viehzucht leben und als Auffanggebiete für die stark zunehmende Bevölkerung der USA gelten, wie Montana, Nord- und Süddakota, Nebraska und Iowa.

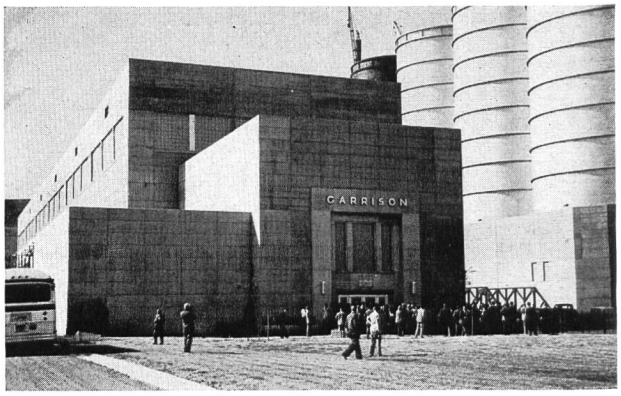

Bild 2 Garrison-Kraftwerk: Krafthaus mit Wasserschlössern

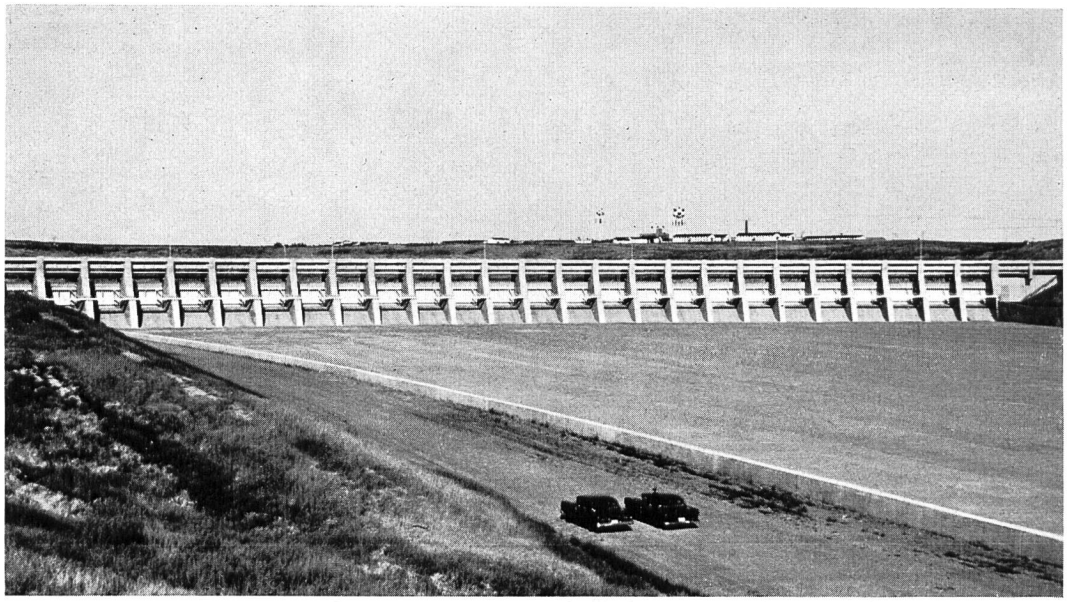

Bild 3 Garrison-Kraftwerk: Anlage für die Hochwasserentlastung

Selbstverständlich wird in Etappen vorgegangen und vorerst werden sechs große Staubecken im oberen Missouribecken geschaffen, die auf einer Flußstreckenlänge von rund 2000 km liegen. Erwähnenswert ist noch der teilweise aride Charakter dieser ebenen bis schwach hügeligen, meist unbewaldeten Gebiete mit jährlichen Niederschlägen, die bis auf 200 bis 300 mm Regenhöhe fallen, und die Tatsache, daß mit dem größten der erwähnten Staubecken allein mehr als die mittlere jährliche Abflußmenge von 28 Mrd m³ bei Sioux City aufgefangen werden kann.

Die Projektierung und Bauleitung der Dammbauten und Krafthäuser bis einschließlich Freiluftschaltanlagen untersteht dem Corps of Engineers, während die Kraftübertragungsleitungen zu den Verbrauchszentren und das riesige Bewässerungsnetz mit Haupt- und Nebenkanälen dem Bureau of Reclamation des Innenministeriums der USA unterstehen. Die Arbeiten werden durchwegs an Unternehmer vergeben.

Unsere Besichtigungsfahrt begann beim *Garrison-Damm.* Es ist dies die zweite Anlage im Oberlauf des Missouri in der Nähe von Bismarck, der Hauptstadt von Norddakota. Die erste Anlage ist Fort Peck im Staate Montana mit dem noch vor dem letzten Kriege erstellten riesigen Abschlußdamm von 100 Mio m³ Inhalt (heute noch der größte Erddamm), der seinerzeit durch die große Dammrutschung, die 10 Mio m³ angeschüttete Erde in Bewegung brachte, bekannt wurde. Der Garrison-Damm, Bauzeit Oktober 1947 bis November 1954, enthält rund 55 Mio m³ Material, Höhe 63 m, Länge 3600 m, Basisbreite 780 m, Kronenbreite 18 m, Krafthaus mit fünf Einheiten zu je 80 000 kW. Das Staubecken ist 320 km lang und erlaubt 28 Mrd m³ Wasser aufzustauen (Bilder 2,3 und 4). Die grundsätzliche Disposition und die Ausbildung der wichtigsten Bauwerke sind bei allen Anlagen ähnlich und werden deshalb nur einmal besprochen (siehe unten).

Es folgte der im Bau befindliche *Oahe-Damm* in Süddakota, nördlich der Hauptstadt Pierre. Begonnen wurde im September 1948 mit den Zufahrten und der Erstellung einer ausgedehnten Siedlung (Riverdale) für die Unterkunft des Personals der Bauleitung und der späteren Bedienungsmannschaft. Mit der Schüttung des großen Erddammes wurde 1950 begonnen, zur Zeit unse-

Bild 4
Luftbild der Stauanlage Garrison Dam in Nord-Dakota. Unten links das Einlaufgebäude, rechts Wasserschloß, Kraftwerk und Grundablässe; am andern Ende des Erddammes das 440 m lange Überfallbauwerk

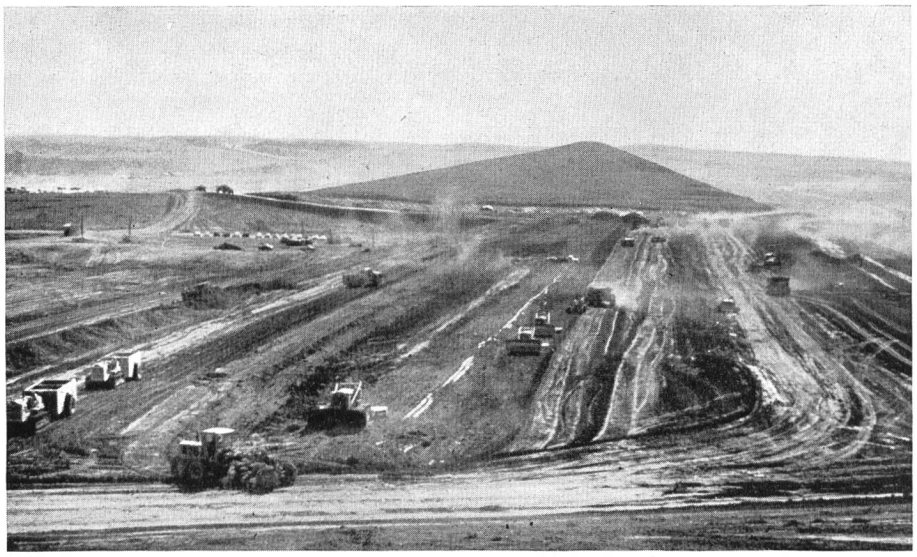

Bild 5 Oahe-Kraftwerk: Blick auf den Staudamm beim Einbau des Dichtungskernes

res Besuches waren ca. 83 % geschüttet und war soeben die letzte Lücke im Missouri zugeschüttet worden. Es ist zu beachten, daß trotz der großen Leistungen, bis 108 000 m³ im Maximum pro Tag, mittlere Tagesleistung in 2 × 10 Std. 75 000 m³, die totalen Bauzeiten inklusive Vorarbeiten und Abräumen auch in den USA sich über Zeiträume erstrecken, denen wir in unserem Lande bei klimatisch ungleich schwierigeren Verhältnissen zum mindesten Gleichwertiges entgegenstellen können. (Siehe z. B. Dammbau Göschenenalp.)

Die Hauptdaten des Abschlußdammes sind: Inhalt 69 Mio m³, Höhe 73 m über Flußsohle, Länge 2800 m, Basisbreite ca. 1800 m. Der Stausee hat eine Länge von 400 km und einen Inhalt von 29 Mrd m³. Auffallend ist die im Verhältnis zur Höhe große Basisbreite, Verhältniszahl 1 : 24, herrührend von der sehr flachen Neigung beider Böschungen (ähnlich wie beim Fort-Randall-Damm). Der Grund liegt einerseits in der stark setzungsempfindlichen, relativ schwach tragfähigen Unterlage, andererseits aber auch in den großen anfallenden Aushubmengen der sogenannten Nebenbauwerke, die irgendwo deponiert werden müssen und mit Vorteil, sofern sie sich dazu eignen, im Damm selbst angelegt werden. Die Hochwasserentlastungsanlage allein ergibt z. B. 24 Mio m³ Aushub. Vermutlich hat zur Wahl der sehr flachen Böschungen, die bei sämtlichen Dammbauten in dieser Region auffallen, auch die schlimme Erfahrung beim Fort-Peck-Damm beigetragen, dessen wasserseitige Böschungsrutschung nachgewiesenermaßen durch die ungünstigen Baugrundverhältnisse verursacht worden war und nicht in der Einbringungsart des Dammaterials (eingespült) lag, wie lange Zeit vermutet wurde.

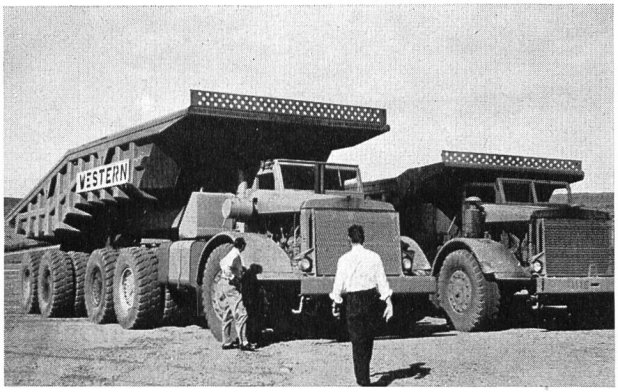

Bild 6 Oahe-Kraftwerk: Rückwärtskipper; Versuchstyp für 80 cu. yard Muldeninhalt, Leergewicht 70 t, Vollgewicht 180 t, Motorleistung ausgebaut 375 PS

Bei den Baggern und den Transportgeräten ist allgemein die Tendenz zu beobachten, immer größere Einheiten zu verwenden. Typisch dafür ist die Neukonstruktion (eine Gemeinschaftsarbeit des Unternehmers mit der Maschinenfabrik) eines Transportfahrzeuges mit 80 cu. yard (ca. 60 m³) Muldeninhalt, des Eucnic, der als Prototyp gezeigt wurde, aber noch nicht so durchkonstruiert ist, daß er schon in Serie fabriziert würde (Bild 6).

Der Dichtungskern wird durch 50 t schwere Pneuwalzen in drei Gängen zu 30 cm starken Schichten eingewalzt, womit auf 90 bis 95 % Proctor modified verdichtet wird (Bild 5). Eingehende Vorschriften dienen auch hier dazu, mit dem vorhandenen Material die bestmöglichen Eigenschaften in bezug auf geringe Zusammendrückbarkeit und Wasserdurchlässigkeit sowie auf hohe Scherfestigkeit herauszuholen. Ausgedehnte Kontrollen im Felde und im Laboratorium mittelst eines großen Mitarbeiterstabes sorgen für die Innehaltung der Vorschriften und die Erreichung des gesteckten Zieles.

Besondere Schwierigkeit bereitete die Absperrung der letzten noch im Fluß verbleibenden Lücke. Sie wurde in der Niederwasserperiode durchgeführt. Das Regime des Missouri weist vier bis fünf Monate (März bis Juli) mit möglichen Hochwassern und sieben bis acht Monate (Juli bis Februar) mit Niederwasser auf. Langsam wurde die Lücke von 200 m auf ca. 110 m bei Q = 1400 m³/s, dann auf ca. 38 m bei Q = 420 m³/s eingeengt, aber auf einer Flußlänge von ca. 270 m. Hierauf wurde im August der Zufluß beim Oberlieger, dem Garrison-Damm, gestoppt und unter Einsatz sämtlicher Großgeräte in 21½ Stunden die restliche Lücke bei Q = 170 m³/s auf der ganzen Länge von 270 m geschlossen, wobei der Wasserspiegel um rund 2,0 m anstieg.

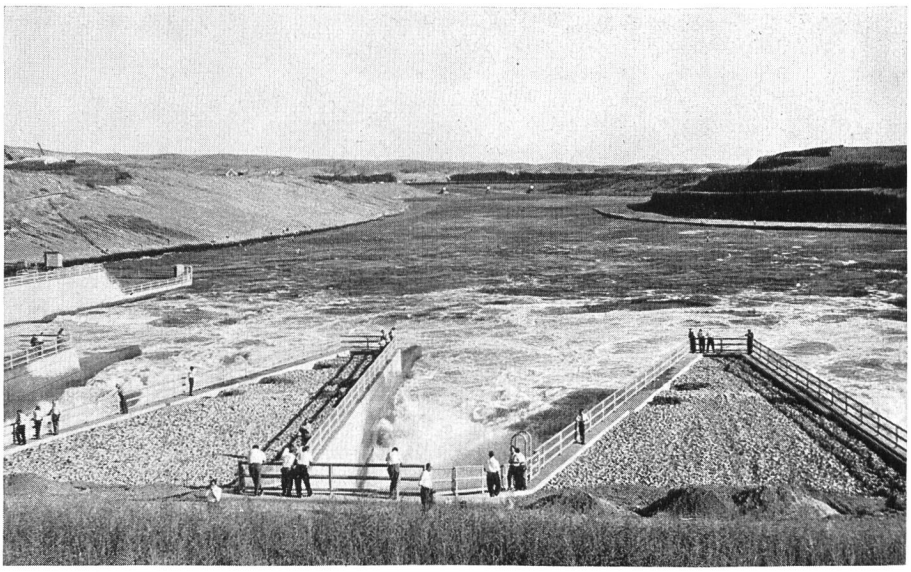

Bild 7 Oahe-Kraftwerk: Auslauf des Grundablasses

Zur Speisung des Unterwassers (Schiffahrt) dienen sechs große Grundablässe in Stollen, rechtsseitig angelegt und mittelst einem großen Auslaufwerk (Bild 7) mit Energievernichtern mit dem Unterwasser und dem Missouri verbunden. Im Einlaufbauwerk liegen neben den erwähnten sechs Stollen mit 6,00 m Durchmesser die sieben Druckleitungen von 7,50 m Durchmesser, die mit 360 m Länge das Wasser den sieben Francisturbinen zuführen. Die Leistung des Kraftwerkes beträgt 7 × 85 000 = 595 000 kW. Trotz der relativ geringen Länge der Druckleitungen sind Wasserschlösser in Form von stählernen Zylindern unmittelbar vor den Abschlußschiebern der Turbinen angeordnet. (Bilder 1 und 7, ganz ähnliche Ausführung.) Die Hochwasserentlastungsanlage wird gebaut für Q = 8400 m^3/s. Diese Nebenanlagen und das Krafthaus erfordern 900 000 m^3 Beton. Erwähnenswert sind die schönen Betonsichtflächen und die gut ausgebauten Krafthäuser, bei welchen alle Einzelheiten mit bemerkenswerter Sorgfalt ausgedacht und ausgeführt sind.

Flußabwärts folgen die noch in der Projektierung befindliche Anlage Big Bend und hierauf die *Fort-Randall*-Anlage, Bauzeit 1945—1954, bestehend wiederum aus einem 38 Mio m^3 fassenden, 48 m hohen Erddamm, Krafthaus und ähnlichen Nebenanlagen wie bei der vorerwähnten Anlage (Bilder 8 und 9). Schließlich erreichten wir *Gavins Point* in Nebraska zur Besichtigung der untersten und gleichzeitig kleinsten der großen Anlagen am Missouri, Bauzeit 1952—1956 (Bild 10).

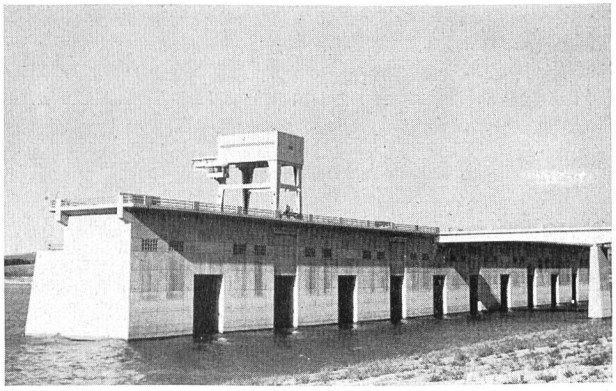

Bild 9 Fort Randall-Kraftwerk: Einlaufbauwerk mit Bedienungskran der Abschlußschützen

In *Omaha*, der Hauptstadt Nebraskas und Sitz der Hauptbureaux für Projektierung und Bauleitung des Corps of Engineers für das ganze Missouri-Becken (Leiter ein General, übriges Personal fast ausschließlich Zivilpersonen), verabschiedeten wir uns von unseren Gastgebern und fuhren per Eisenbahn nach Denver. In *Denver*, der Hauptstadt von Colorado, befindet sich das technische Kader des Bureau of Reclamation. Wir konnten unter der kundigen Führung des Leiters und

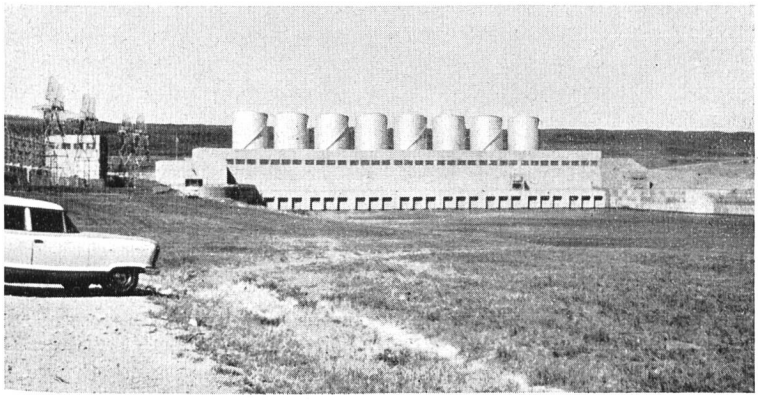

Bild 8 Fort Randall-Kraftwerk: Krafthaus mit Wasserschlössern aus Stahl

Bild 10
Gavins Point-Kraftwerk: Hochwasserentlastung vom Unterwasser aus gesehen mit Segmentschützen. Zu beachten sind die tiefliegenden Windwerke und die Abstützung der Schützen auf Pfeiler

eines großen Stabes von Angestellten dieses außerordentlich interessante Projektierungs- und Forschungszentrum mit seinen verschiedenen Laboratorien (hydraulische und bodenmechanische Abteilung, Materialprüfungslabor für Beton, bituminöse Produkte, Anstriche) besichtigen.

Während der folgenden zwei Tage zeigten uns die Herren des Bureau of Reclamation ihre Anlagen in nächster Nähe in den Rocky Mountains, die zu dem sogenannten *Colorado-Big-Thompson-Projekt* gehören.

Der Hauptzweck auch dieser Großanlage ist die Bewässerung der Gegend um Denver mit gleichzeitiger Energiegewinnung durch Anlage zahlreicher mittlerer bis kleiner Staubecken und Krafthäuser in der uns aus Europa geläufigen Größenordnung. Die Abschlußdämme sind ebenfalls meist keine Mauern, sondern Erd- und sehr oft Steinschüttdämme. Bemerkenswert an dieser Anlage ist die Zuleitung von Wasser von jenseits des Continental Divide liegenden Gebieten, also aus Zubringern zum Stillen Ozean, durch einen 21 km langen Basistunnel von 3 m im Durchmesser, Q = ca. 16 m^3/s, auf die atlantische Seite hinüber.

Doch dieser Bericht wäre unvollständig, würde nicht auf die Schönheit der Natur in den Rockys im September, dem Indian Summer, hingewiesen. Die Fahrt durch dieses Land war eine Pracht.

Stark beeindruckt von all dem Gesehenen, flogen wir von Denver über New York in unsere Heimat zurück.

Abschließend möchte der Berichterstatter auch auf diesem Wege den zahlreichen Mitverantwortlichen, Damen und Herren, für das gute Gelingen des Kongresses und der Studienreise seinen und seiner Kollegen Dank aussprechen.

Bildernachweis:
2, 3, 5/10: Photos Obering. O. Frey-Baer, Baden
1, 4: Clichés BWK, Essen

2. Internationale Konferenz über die friedliche Verwertung der Atomenergie

W. R. Keagy, Phys., und *P. Koenig*, Dr. sc. techn., Atomelektra AG, Zürich

An der im vergangenen September in Genf stattgefundenen Konferenz waren 69 Länder der ganzen Welt durch mehr als 5000 Delegierte vertreten. Wie bei der ersten Konferenz, die im Jahre 1955 auch in Genf abgehalten wurde, lag eines der Hauptziele darin, den freien Austausch von Erkenntnissen auf dem Gebiet der Atomwissenschaften zu fördern. Auch war das reiche Vortragsprogramm wieder von zwei der Öffentlichkeit zugänglichen Ausstellungen begleitet. Die wissenschaftliche Ausstellung stand unter dem Patronat der Vereinigten Nationen und bezweckte, die Oeffentlichkeit über das Schaffen und die Fortschritte in den einzelnen Ländern zu informieren. Die kommerzielle Ausstellung wurde von einem aus maßgebenden schweizerischen Persönlichkeiten zusammengesetzten Ausschuß geleitet und ermöglichte den verschiedensten Industriezweigen der Welt ihre Produkte vorzuführen.

Während die Konferenz in erster Linie dem freien technischen und wissenschaftlichen Meinungsaustausch diente, ließen sich anderseits die verschiedenen Länder die Gelegenheit nicht entgehen, ihr Prestige auf dem Gebiet der Atomtechnik durch Schilderungen über erzielte Errungenschaften zu festigen. Gleichzeitig waren aber auch die verschiedenen Firmen, die den eigentlichen Kern der Atomwirtschaft in Europa und Amerika bilden, hartnäckig darauf bedacht, für ihre zur Verkaufsreife gelangten Produkte zu werben.

Die anschließende Besprechung beschränkt sich auf Schilderungen der wesentlichsten Begebenheiten von drei Gesichtspunkten aus: Errungenschaften der For-