Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 66 (1974)
Heft: 1-2

Artikel: XI. Internationaler Kongress für grosse Talsperren, Madrid 1973
Autor: Töndury, Gian Andri
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921233

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: 23.08.2025

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

XI. INTERNATIONALER KONGRESS FÜR GROSSE TALSPERREN, MADRID 1973

1. Allgemeines und Kongressverlauf

DK 061.3(100) : 627.81

Gian Andri Töndury

EINLEITUNG

Die Internationale Kommission für Grosse Talsperren (offizielle Bezeichnung in den beiden Kongresssprachen: International Commission on Large Dams/ICOLD, Commission Internationale des Grands Barrages/CIGB) wählte für die Durchführung des seit geraumer Zeit alle drei Jahre stattfindenden Kongresses das besonders talsperrenreiche Spanien als Tagungsland und selbstverständlich die zentral gelegene Hauptstadt Madrid mit all ihren Exkursions- und Reisemöglichkeiten in alle Richtungen der Windrose zum sehr geeigneten Tagungsort.

Die vorgängigen zehn Kongresse wurden in folgenden Städten durchgeführt: Stockholm (1933/21 Mitgliedländer), Washington (1936/26), Stockholm (1948/25), New Delhi (1951/29), Paris (1955/38), New York (1958/43), Rom (1961/48), Edinburgh (1964/52), Istanbul (1967/61) und Montreal/Kanada (1970/66); aus dieser Aufzählung ist die sukzessive Zunahme der Mitgliederländer ersichtlich, die nun auf 67 angestiegen ist. Anlässlich der dem Kongress vorangeden 41. Exekutivrats-Sitzung wurde u.a. beschlossen, 1976 den 12. Kongress ICOLD in Mexiko durchzuführen; die nächsten alljährlichen Exekutivrats-Sitzungen finden im Mai 1974 in Athen und 1975 in Teheran statt, auch diese wie üblich verbunden mit mehrtägigen Studienreisen.

Der vom Spanischen Nationalkomitee (Präsident Dr. Ing. J. Toran) durch ein besonderes Organisations-Komitee unter dem Vorsitz von M. Castillo im allgemeinen ausgezeichnet vorbereitete Kongress bot den sehr zahlreichen Teilnehmern — bei einer Rekordbeteiligung von mehr als 2000 Kongressisten und Begleitpersonen — neben den sich auf vier ganze Tage erstreckenden Kongress-Sitzungen eine Fülle von Anlässen und Besichtigungen in der heute etwa 3,5 Millionen Einwohner zählenden Stadt Madrid und in die an Kulturstätten so reiche weitere, in Tagesausflügen erreichbare Umgebung (Toledo, Segovia, Avila u.a.m.). Den Tagungsteilnehmern wurden im Verlaufe der Kongresswoche auch zahlreiche zum Teil sehr interessante, meist hervorragend gestaltete technische Publikationen überreicht. Schon das Voranzeige-Bulletin und das sog. Bulletin Final waren drucktechnisch und in der Illustrierung ausgezeichnet gestaltet. Leider wurde aber das für solche Grossveranstaltungen und für Kontaktgespräche so nützliche, ja unentbehrliche Teilnehmerverzeichnis erst am letzten Kongresstag abgegeben; hiefür wäre ein Verzeichnis mit Angabe der vertretenen Organisation und der Adresse nützlicher gewesen, als die noble Schrift, die lediglich Namen, Vornamen und Land enthielt.

Unter den zahlreichen Publikationen greifen wir das 390 Druckseiten und eine grosse Stauseen-Karte Spaniens im Massstab 1:1 000 000 umfassende, vom Ministero de obras publicas (Dirección general de obras hidraulicas, Comite Nacional Español de grandas presas) herausgegebene Buch Inventario de presas españolas 1973 heraus, um ganz kurz einige Uebersichtsangaben über die

Bild 1
Kongresspalast in Madrid, in dessen ausgezeichnet konzipierten und eingerichteten Räumen die Eröffnungs- und Schlusszeremonie des Kongresses und sämtliche Fachsitzungen durchgeführt wurden

zu vermitteln.

Zum Anlass der zwei 1960 ebenfalls in Madrid durchgeführten grossen Tagungen, dem Internationalen Kongress für Bewässerung und Entwässerung in Madrid (30. Mai bis 5. Juni 1960) und der Weltkraftkonferenz Madrid (5. bis 9. Juni und Studienreisen vom 10. bis 26. Juni 1960) sowie der vom 15. April bis 4. Mai 1966 durchgeführten grossen Studienreise des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes nach Spanien und Portugal haben wir verschiedene ausführliche Berichte über die allgemeine Wasserwirtschaft Spaniens und über spanische und portugiesische Talsperren, Stauseen und Kraftwerke in dieser Zeitschrift veröffentlicht, so dass wir hier nur in gedrängter Form und vor allem mit statistischen Hinweisen über solche Anlagen berichten und auf die seinerzeitigen Publikationen hinweisen[1].

Dieses Talsperren-Inventar, Stand 1. Januar 1973, umfasst insgesamt 667 fertiggestellte Talsperren, womit Spanien nach Aussage des Ministers für öffentliche Arbeiten anlässlich der feierlichen Kongresseröffnung das Land mit den meisten Talsperren ist; seit dem letzten 1970 veröffentlichten Inventar sind 167 mehr Anlagen aufgeführt, wovon 60 allein im Verlauf der letzten drei Jahre fertig erstellte Talsperren. Anfangs 1973 befanden sich zudem 65 weitere Dämme und Staumauern im Bau. Das Inventar ist unterteilt für fertigerstellte und für im Bau stehende Talsperren. Für jede in chronologischer Reihenfolge numerierte Anlage figurieren die geographische Lage, wenige technische Angaben, ein Talsperrenquerschnitt und eine Photographie. Es ist allerdings festzuhalten, dass in dieser grossen Zahl auch kleine und kleinste Talsperren enthalten sind, beispielsweise

73 Talsperren von 2 bis 9 m Höhe
67 Talsperren von 10 bis 15 m Höhe
253 Talsperren von 15 bis 30 m Höhe

somit 393 in heutiger Betrachtung relativ bescheidene Talsperren, was allerdings nicht für alle Objekte gilt. Bei den vielen Anlagen werden sechs aus dem Altertum[2], acht aus dem 14. bis 17. Jahrhundert, vier aus dem 18. Jahrhundert und 35 aus dem letzten Jahrhundert behandelt.

Der nutzbare Speicherinhalt zeigt folgende, seit 1950 rasante Entwicklung:

	Stauraum in hm³ bzw. Mio m³
1900	128,9
1925	1 243,5
1950	6 144,3
1960	17 993,8
1970	37 365,8
1972	38 819,6 (Schweiz zum Vergleich: etwa 3500 Mio m³)

Am Ende des aufschlussreichen Inventars sind zwei Tabellen mit allen Anlagen aufgeführt, und zwar in alphabetischer Reihenfolge und nach der Grösse des Speicherraums. Daraus ist ersichtlich, dass das Speichervolumen bei

8 Anlagen grösser als 1 Mrd. m³ ist,
10 Anlagen zwischen 500 und 980 Mio m³
52 Anlagen zwischen 101 und 496 Mio m³
38 Anlagen zwischen 52 und 95 Mio m³
96 Anlagen zwischen 10 und 49 Mio m³
153 Anlagen zwischen 1 und 9 Mio m³
253 Anlagen jedoch weniger als 1 Mio m³

misst. Einen grösseren Stauraum als 1 Mrd. m³ haben die in Tabelle 1 genannten Anlagen.

Dem Inventar ist ferner zu entnehmen, dass es sich im allgemeinen um nicht sehr hohe Talsperren handelt, sind doch nur 21 oder 3,1 % mehr als 100 m hoch und davon nur zwei höher als 150 m: die 150 m hohe Talsperre Canelles und als höchste die 202 m hohe doppeltgekrümmte Bogenstaumauer Almendra am Flusse Tormes; im Bau stehen acht oder 12,3 % mehr als 100 m hohe Talsperren. 128 der bestehenden Talsperren haben ein Betonvolumen von mehr als 100 000 m³, davon

52 von 100 000 bis 200 000 m³
32 von 200 000 bis 300 000 m³
16 von 300 000 bis 400 000 m³
15 von 400 000 bis 500 000 m³
9 von 500 000 bis 1 000 000 m³
4 grösser als 1 Mio m³

Tabelle 2 führt die Staumauern mit dem grössten Betonvolumen auf. Bei den wenig zahlreichen Dämmen

Spanische Stauseen mit einem Speicherinhalt von mehr als 1 Mrd. m³ — Tabelle 1

Chronolog. Nr. im spanischen Inventar	Name des Stausees	Flussgebiet	Stauraum in hm³ bzw. Mio m³	TALSPERRE Typ	Höhe m	Kronenlänge m	Talsperrevolumen 1000 m³	Inbetriebnahme	Zweck
592	Alcántara II	Tajo	3137	Pf	135	570	900	1969	H
613	Almendra	Tormes	2649	B	202	567	1673	1970	H
338	Cijara	Guadiana	1670	G	81	295	448	1956	I
541	Mequinenza	Ebro	1530	G	81	451	1100	1966	H
360	Buendía	Guadiela	1520	G	79	351	446	1957	I+H
534	Valdecañas	Tajo	1446	B	98	290	262	1965	I+H
182	Ricobayo	Esla	1184	G	99	280	398	1934	H
309	Alarcón	Júcar	1112	G	71	317	230	1955	I+H

ZWECKBESTIMMUNG DER ANLAGE:

H = Hydraulische Elektrizitätserzeugung
I = Irrigation

TALSPERREN-TYP:

Pf = Pfeilerstaumauer
B = Bogenstaumauer
G = Gewichtsstaumauer

[1] siehe WEW 1961 Seiten 1/85; 1966 S. 37/48, S. 303/353; 1973 S. 175/187

[2] siehe auch WEW 1973 S. 176/187, Bericht «Alte spanische Talsperren» von Dipl. Ing. N. Schnitter.

mit den grössten Dammkubaturen handelt es sich um die in Tabelle 3 genannten Anlagen.

Betrachtet man die bestehenden 667 Talsperren nach ihrer Bauart, so ergibt sich folgende Typen-Verteilung:

	%
501 Gewichtsstaumauern	75,3
48 Erddämme	7,2
28 doppeltgekrümmte Bogenstaumauern	4,2
22 Steindämme	3,3
21 Pfeilerstaumauern	3,1
18 Gewichts- und Pfeilerstaumauern	2,7
10 Erddämme und Gewichtsstaumauern kombiniert	1,5
7 Erd- und Steindämme kombiniert	1,0
5 Bogengewichtsstaumauern	0,7
4 Steindämme und Gewichtsstaumauern kombiniert	0,6
2 Bogenpfeilerstaumauern	0,3
1 Pfeilerstaumauer mit Steindamm kombiniert	0,1
667	100,0

In Tabelle 4 sind schliesslich die bedeutendsten der 65 im Bau stehenden Anlagen verzeichnet. 27 dieser 65 Talsperren weisen Höhen bis max. 30 m auf, 11 davon bis max. 15 m.

Betrachtet man die durch die Schaffung von Speicherseen erreichte Disponibilität an regulierbaren Wassermengen für die verschiedensten Zwekke, so zeigt sich gemäss dem aufschlussreichen Bericht von Dr. Ing. M. Gomez de Pablos «Les barrages espagnols, facteur essentiel de developpement» in der Revista de Obras Publicas vom Juni 1973 im Verlaufe von drei Jahrzehnten folgende Entwicklung:

Regulierbare Wassermengen in hm³ bzw. Mio m³

	für Wasserkraft-Anlagen	für Bewässerung und Wasserversorgung	Total
1950	5 590	5 479	11 069
1940	6 310	6 428	12 753
1960	9 760	13 692	23 452
1971	23 085	17 137	40 222

Die Anlagen für die hydraulische Energieerzeugung befinden sich in den Flussgebieten Norte (1971: 37,8 %), Duero (25,3 %), Ebro (22,3 %) und Tajo (14,6 %), während sich die Speicherseen für Bewässerungszwecke und Wasserversorgung vor allem in den Flussgebieten Ebro (32,2 %), Tajo (16,8 %), Guadalquivir (16,5 %), Guadiana (7,7 %) und

Spanische Staumauern mit den grössten Betonkubaturen — Tabelle 2

Chronolog. Nr.	Name des Stausees	Flussgebiet	TALSPERRE Typ	Höhe m	Kronenlänge m	Betonvolumen 1000 m³	Inbetriebnahme	Stauraum in hm³ bzw. Mio m³	Zweck
613	Almendra	Tormes	B	202	567	1673	1970	2649	H
604	Iznajar	Genil	G	120	400	1400	1969	980	I+H
541	Maquinenza	Ebro	G	81	451	1100	1966	1530	H
602	Grado I	Cinez	G	130	958	1025	1969	400	I+H
592	Alcántara II	Tajo	Pf	135	570	900	1969	3137	H
477	Aldeadávila	Duero	BG	140	250	848	1963	115	H
480	Belesar	Miño	B	129	600	735	1963	640	H
609	Ribarroja	Ebro	G	60	565	730	1969	291	H
587	Susqueda	Ter	B	135	510	662	1968	233	I+H+V
443	Gabriel y Galán	Alagón	G	73	1020	588	1961	924	I+H
448	Orellana	Guadiana	G	63	737	509	1961	824	I+H+V
423	Cenajo	Segura	G	95	205	500	1960	472	I+S
481	Bembezar	Bembezar	G	99	289	500	1963	352	I+H

B = Bogenstaumauer; G = Gewichtsstaumauer; Pf = Pfeilerstaumauer; H = Hydroelektrische Energie; I = Bewässerung; V = Wasserversorgung; S = Hochwasserschutz

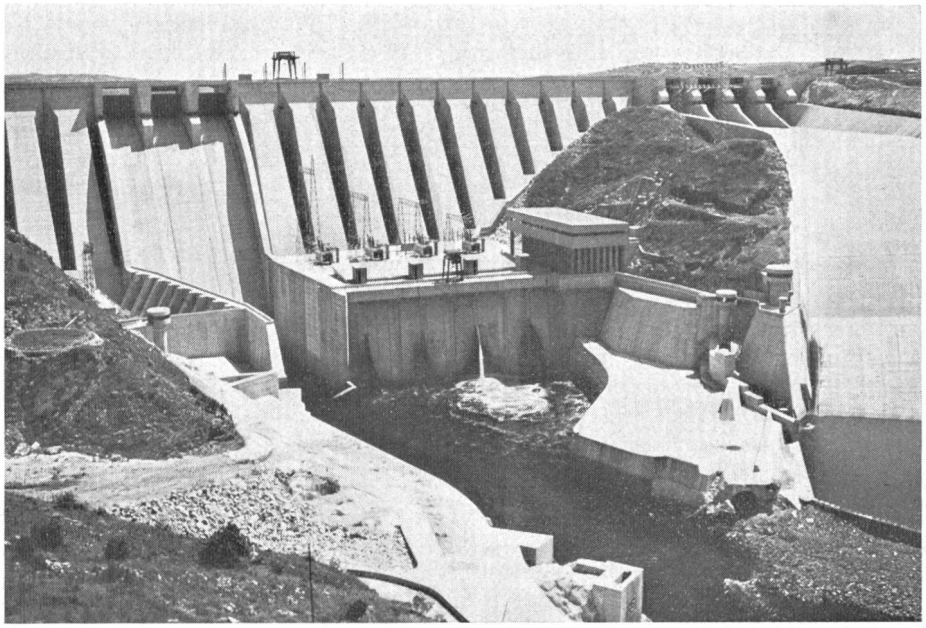


Bild 2
Die 135 m hohe Pfeilerstaumauer Alcántara 2 am Tajo. Diese Talsperre besitzt einen Stauraum von 3,14 Mrd. m³, den grössten Stausee Spaniens

Spanische Dämme mit den grössten Dammkubaturen — Tabelle 3

Chronolog. Nr.	Name des Stausees	Flussgebiet	TALSPERRE Typ	Höhe m	Kronenlänge m	Dammvolumen 1000 m³	Inbetriebnahme	Stauraum in hm³ bzw. Mio m³	Zweck
455	Sotonera	Astón y Sotón	E	32	1632	2720	1961	189	I
563	Portodemouros	Ulla	ES	93	460	2337	1967	297	H
457	Sotonera (Collado II)	Astón y Sotón	E	30	1134	1540	1961	—	I
524	Guadarranque	Guadarranque	E	71	235	1200	1965	87	I+V
456	Sotonera (Collado I)	Astón y Sotón	E	25	1100	1024	1961	—	I

E = Erddamm
ES = Erd- und Steindamm
I = Bewässerung
H = Hydroelektrische Energie
V = Wasserversorgung

Bedeutendste 1973 im Bau stehende spanische Talsperren — Tabelle 4

Nr. im spanischen Inventar	Name des Stausees	Flussgebiet	Stauraum in hm³ bzw. Mio m³	TALSPERRE Typ	Höhe m	Kronenlänge m	Sperrenvolumen in 1000 m³	Zweck
C 40	Las Portas	Camba	538	B	141	477	641	H
C 42	Quentar	Aguas Blancas	13	B	133	144	176	I+V
C 18	Contreras	Cabriel	984	G	129	240	640	I+H
C 59	Tous	Júcar	412	S/G	127	785	4000	I+H
C 2	Arenós	Mijares	130	S	108	428	3042	I
C 4	La Baells	Llobregat	115	B	102	433	382	V
C 47	Riaño	Esla	664	B	101	337	260	I+H
C 35	Mediano	Cinca	450	G	92	500	436	I+H
C 17	Cobre (Del)	Ay° Rejondillo	32	S	90	2000	4831	V

B = Bogenstaumauer
S = Steindamm
G = Gewichtsstaumauer
S/G = Steindamm und Gewichtsstaumauer
H = Hydroelektrische Energie
I = Bewässerung
V = Wasserversorgung

Júcar (7,3 %) befinden, das heisst namentlich in den südlicheren ariden Zonen und im Einzugsgebiet des Ebro.

Die Entwicklung in der für das grösstenteils aride Spanien so bedeutsamen Bewässerung ist aus folgenden Zahlen ersichtlich: 1972 erreichte die gesamte in Spanien bewässerte Fläche etwa 1,5 Mio ha, wovon etwa 30 % auf vom Staat errichtete Anlagen entfielen; Ende 1971 waren es insgesamt 2 565 000 ha, wovon 550 000 durch Grundwasser und 1 655 000 ha mittels hydraulischer Anlagen bewässert wurden.

Der Bedarf für die Wasserversorgung zeigt folgende Entwicklung:

Jahr	Bevölkerung in Mio Einwohner	Wasserbedarf in hm³ bzw. Mio m³ pro Jahr	m³/E. Jahr
1942	26,0	1600	61,5
1952	28,5	1850	65,0
1962	31,0	2100	67,8
1972	35,0	3200	91,5

Das für Spanien errechnete Gesamtpotential der Wasserkraftanlagen beträgt 60 Mrd. kWh pro Jahr, entsprechend etwa 40 % des theoretischen Bruttopotentials. Zur Zeit sind Anlagen für etwa 33 Mrd. kWh oder 55 % des wirtschaftlich nutzbaren Potentials in Betrieb — eine Menge, die etwa der heute in der Schweiz erzeugbaren hydraulischen Energie entspricht.

KONGRESSVERLAUF

Mit einer Beteiligung von 1380 Kongressisten und 660 Begleitpersonen aus 64 Ländern handelte es sich gemäss Angaben anlässlich der Eröffnungszeremonie um den bisher bestbesuchten internationalen Talsperrenkongress. Wie üblich stellte das Gastland mit 332 Kongressisten und 128 Begleitpersonen das Hauptkontingent, gefolgt von Frankreich (167+73), den USA (86+82), Grossbritannien (75+44), Kanada (52+47), Italien (62+18) und der Schweiz bereits an 7. Stelle mit der für sie besonders grossen Teilnehmerzahl von 48 Kongressisten und 26 Begleitpersonen.

Die Kongressteilnehmer konnten die 216 Kongressberichte aus 39 Ländern — wovon allerdings nur vier aus der Schweiz — nebst den vier zusammenfassenden Generalberichten und 19 Mitteilungen, wovon eine aus der Schweiz, in Buchform (vorerst 4 Bände) schon relativ früh zum Studium daheim in Empfang nehmen; über diese Fachberichte und die im 5. Band nach dem Kongress erscheinenden Diskussionsbeiträge orientieren besonders qualifizierte Fachspezialisten im anschliessenden Abschnitt 2; die Titel der Kongressberichte in der Originalsprache und deren Verfasser mit Angabe des Landes figurieren im Abschnitt 5 dieser Berichterstattung.

Die offizielle Eröffnungszeremonie (siehe Bilder 1, 4 und 5) fand am Vormittag des 11. Juni im modernen Kongressgebäude statt, wobei lediglich einige offizielle Ansprachen gehalten wurden. Die eröffnenden Worte sprach Dr. Ing. M. Gomez de Pablos, Vizepräsident des Spanischen Nationalkomitees, gefolgt von einer kurzen Begrüssungsrede durch Dr. Ing. J. Toran (Spanien), Präsident der Internationalen Kommission für Grosse Talsperren. Der Minister für öffentliche Arbeiten bot eine spanisch gehaltene längere Orientierung über die für Spanien hervorragende Bedeutung des Talsperrenbaues zur Schaffung grosser Speicherbecken im Dienste der Bewässerung, der hydraulischen Energieerzeugung, der Wasserversorgung,

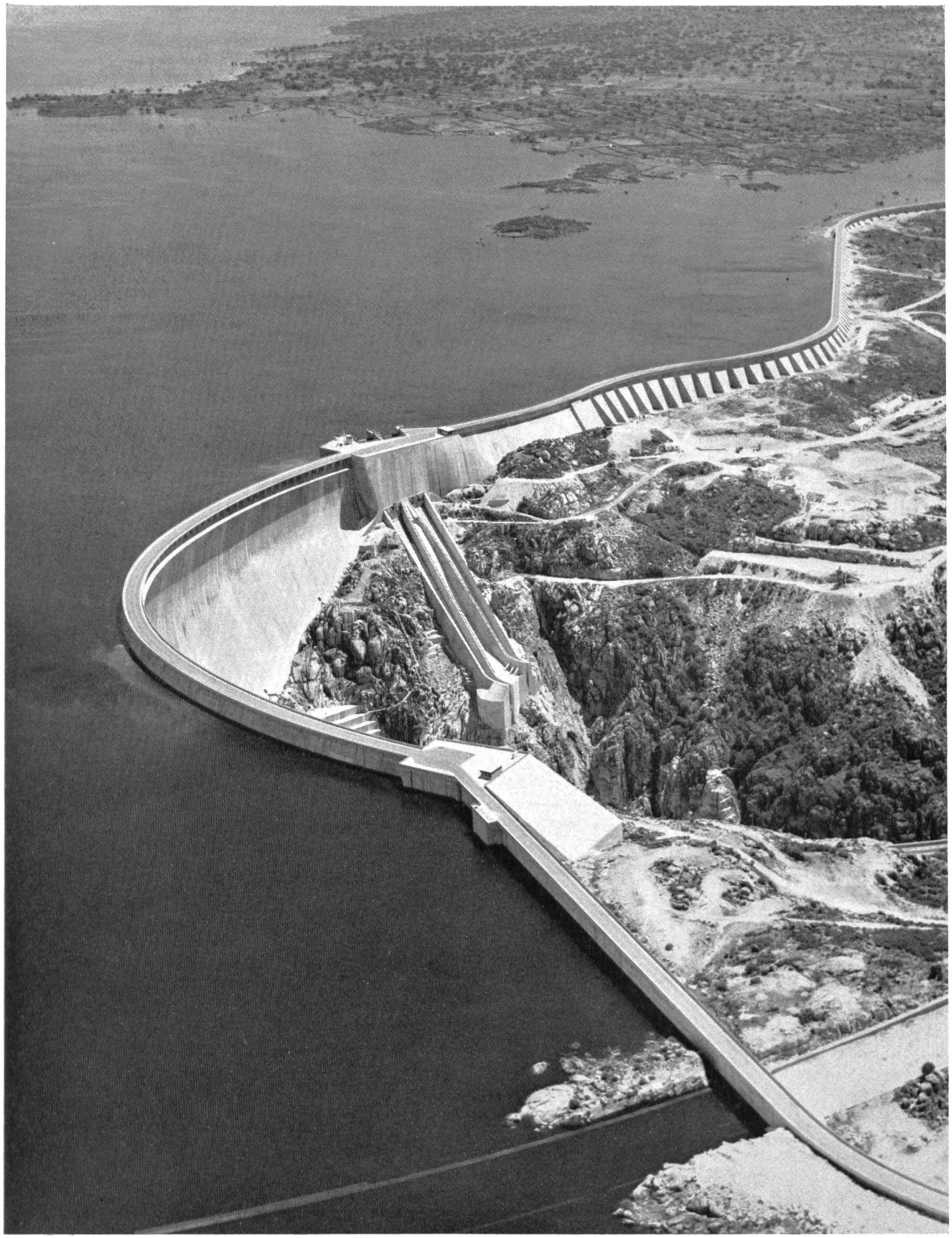


Bild 3 Die 1970 fertigerstellte, 202 m hohe Bogenstaumauer J. M. de Oriol (früher Almendra genannt) mit ihren weit ausgreifenden anschliessenden Flügeltalsperren am Rio Tormes. Diese Talsperre mit einem Gesamtvolumen von 1,67 Mio m³ staut einen Speichersee von 2,65 Mrd. m³.

des Hochwasserschutzes, der Abflussregulierung und für Erholungszwecke, wobei er nicht ohne berechtigten Stolz darauf hinwies, dass Spanien hinsichtlich der Anzahl Talsperren in der Welt an vorderster Stelle stehe. Den Abschluss dieses eher nüchternen Aktes bildete die offizielle Eröffnung des Kongresses durch S.K.H., dem Prinzen Juan Carlos de Borbón, den von Generalissimo F. Franco designierten Nachfolger und zukünftigen König Spaniens.

Sämtliche technischen Sitzungen fanden im gleichen grossen Saal des Kongresshauses statt, wobei

Bild 4
Anlässlich der offiziellen Eröffnungszeremonie des 11. Internationalen Talsperrenkongresses durch SKH den Prinzen Juan Carlos de Borbón, zukünftigen König Spaniens (Bild Mitte), zu seiner Rechten der Minister für öffentliche Arbeiten, zu seiner Linken Dr. Ing. J. Toran

besonders darauf hinzuweisen ist, dass die Simultanübersetzungen in die offiziellen Kongresssprachen Englisch/Französisch im allgemeinen gut waren und die Apparate gut funktionierten, was nicht von allen grossen Kongressen zu berichten ist. Auch sämtliche Tages- und Halbtagsexkursionen sowie die Zufahrten zu den reichlich gebotenen gesellschaftlichen Anlässen gingen vom weit vom Zentrum Madrids gelegenen Kongressgebäude aus, und hierher gelangte man am besten mit den in Madrid so zahlreichen und billigen Taxis. Der motorisierte Verkehr ist riesig — man spricht von rund 1 Million Autos —, doch ist das Strassennetz der spanischen Hauptstadt schon sehr früh grosszügig mit breiten Alleen und Strassenzügen konzipiert worden. Zur Zeit werden grosse Anstrengungen zur Bewältigung des Verkehrs gemacht, auch mit bedeutenden kreuzungsfreien Kunstbauten.

Wie bei solchen Kongressen üblich, wurden auch in Madrid verschiedene gesellschaftliche Anlässe geboten, die zum Teil — wie beispielsweise Theater- und Konzertaufführungen — wegen der grossen Teilnehmer-

Bild 5
Dr. Ing. J. Toran, Präsident der Internationalen Kommission für Grosse Talsperren, anlässlich seiner Begrüssungsansprache

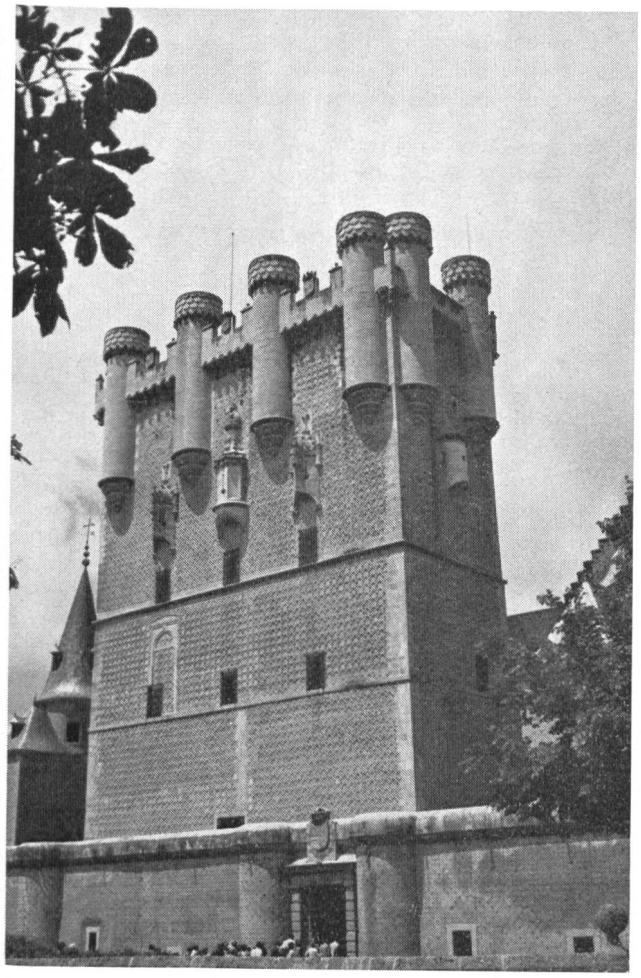


Bild 9 Das markante Eingangstor im Beobachtungs- und Wehrturm des Alcázar von Segovia

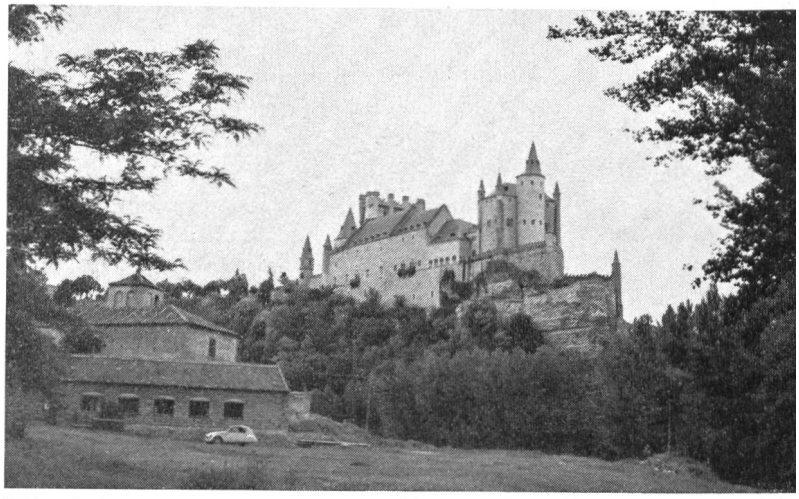


Bild 6 Der auf hohem Felssporn thronende Alcázar von Segovia

Bild 7 Die mächtige gotische Kathedrale inmitten der enggebauten Altstadt von Segovia

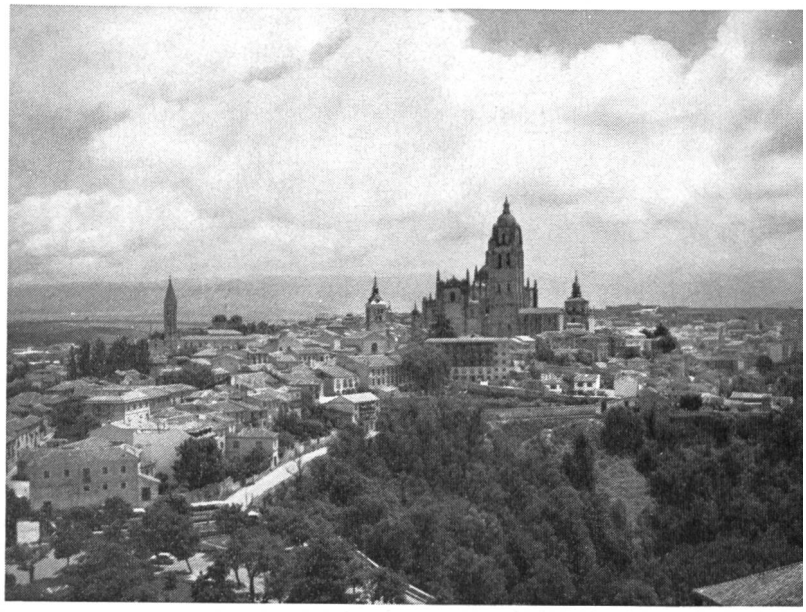
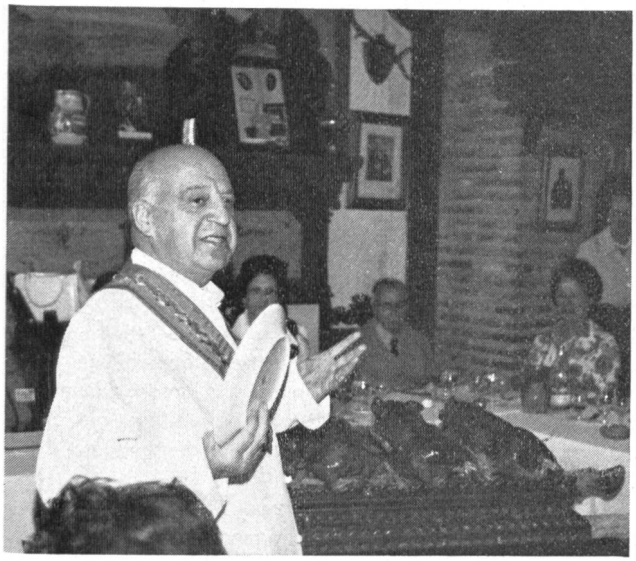


Bild 8 Barockes Königsschloss und Park La Granja unweit der alten Stadt Segovia

Bild 10 Feierliche Spannferkelzeremonie durch den Besitzer des berühmten Restaurants der Mesón Cándida in Segovia



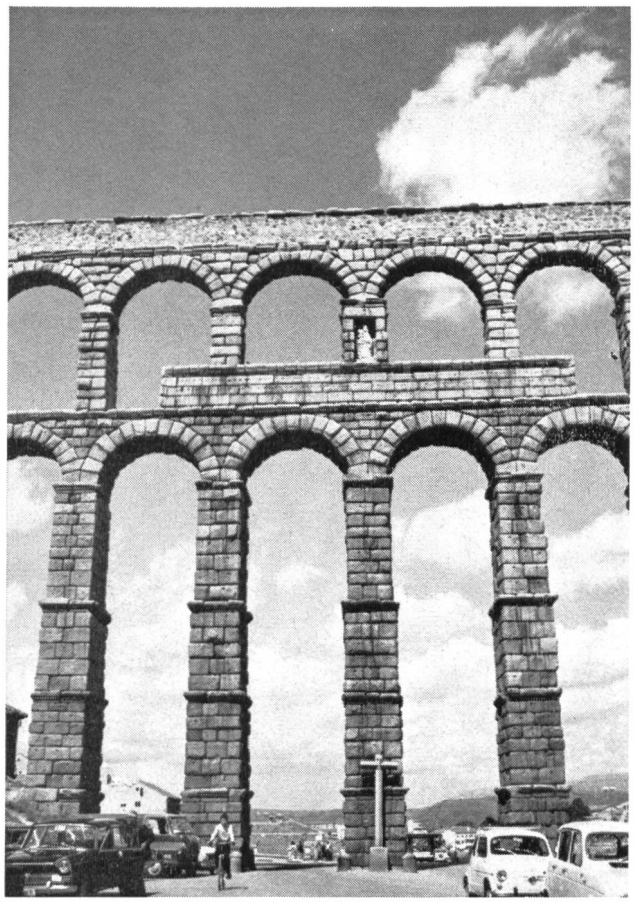


Bild 11 Teilansicht des imposanten römischen Aquaedukts, das mitten durch die Altstadt von Segovia führt.

zahl geteilt bzw. doppelt geführt werden mussten. Trotz des eher kühlen und trüben, zeitweise sogar etwas regnerischen Wetters konnte am Abend des 12. Juni ein Empfang «Vino y Tapas» mit kaltem Buffet und sehr reichhaltigen folkloristischen Darbietungen aus verschiedenen Provinzen Spaniens in dem im Zentrum Madrids gelegenen schönen Retiropark durchgeführt werden, der von der Stadt Madrid zur Verfügung gestellt wurde und zu dem das Spanische Nationalkomitee für Grosse Talsperren eingeladen hatte. Am letzten Kongressabend fand im sogenannten Kristallpalast — einem ungemütlichen, schrecklich nüchternen, modernen, noch nicht fertiggestellten Bau, den zu finden die Carchauffeure grösste Mühe hatten — das traditionelle Schlussbankett statt, zu dem ebenfalls das Spanische Nationalkomitee geladen hatte. Es wurde trotz der riesigen Teilnehmerzahl bei speditivem Service ein exquisites Essen geboten.

Für die zahlreichen Begleitpersonen — vor allem Damen — war während der Kongresswoche ein sehr reichhaltiges Programm vorbereitet worden, mit geführten Stadt- und Museenbesichtigungen, sehr schöner Modeschau und vier Tagesexkursionen zu besonders sehenswerten Kulturstätten Spaniens, und zwar

1. zum Schloss und Kloster El Escorial und zur eindrucksvollen Gedenkstätte im Valle de los Caídos für die Gefallenen des spanischen Bürgerkrieges 1936/39;
2. zur mittelalterlichen Stadt Avila;
3. zur alten Stadt Segovia und zum Königsschloss und Park La Granja;
4. zu der unter Denkmalschutz stehenden Stadt Toledo.

Allerdings wurden diese attraktiven Ausflüge nicht nur von den Begleitpersonen unternommen!

Als ganztägige technische Exkursionen, die auf dem Programm standen, sind u. a. zu erwähnen:

1. Kraftwerk Bolarque II, Ausgleichbecken und Pumpen-Zentrale Bujeda sowie Kernkraftwerk J. Cabrera;
2. Talsperren und Stauseen Aulencia und Manzanares el Real;
3. Talsperren und Stauseen Atazar und Manzanares el Real.

Es würde viel zu weit führen, über alle diese interessanten Exkursionen zu berichten oder orientieren zu lassen. Als Beispiel berichten wir hier lediglich über je eine dieser, persönlich besuchten, Exkursionen.

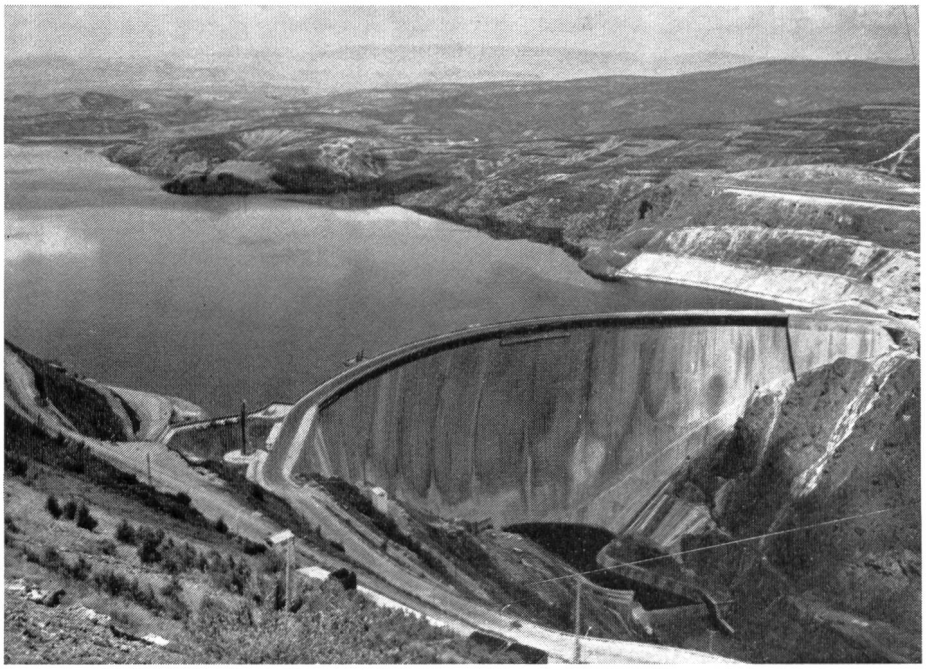
Vor dem Kongress wurde die Möglichkeit der Teilnahme an drei einwöchigen Studienreisen geboten; nach dem Kongress standen sogar neun Studienreisen zur Wahl, die mit sieben- bis zehntägigem Programm in verschiedene Regionen der iberischen Halbinsel und der Balearen führten — davon sechs nur auf spanischem Territorium und zwei durch Spanien und Portugal — und schliesslich eine Studienreise nach Marokko und auf vier der zahlreichen Kanarischen Inseln. Alle diese recht langen Fahrten umfassten die Besichtigung zahlreicher im Bau und in Betrieb stehender Talsperren und Kraftwerke sowie den Besuch besonders sehenswerter Städte mit berühmten Kunststätten; sie boten zudem die Gelegenheit, Land und Leute der durchfahrenen Gebiete, wenn auch nur flüchtig, kennen zu lernen. Von diesem reichhaltig gebotenen Bouquet werden wir im Abschnitt 4 durch verschiedene Verfasser über fünf Studienreisen ausführlicher berichten.

Exkursion nach Segovia und La Granja

Nach Durchfahren des weiten, schon seit etwa einem Jahrhundert in Madrid so grosszügig konzipierten Geländes der Ciudad Universitaria mit ihren zahlreichen Hochschulinstituten, gelangen wir auf die Autobahn — die in nordwestlicher Richtung das riesige Kloster El Escorial und das durch das hohe Kreuz gekennzeichnete Valle de los Caídos links lassend — und nach etwa 50 km zu den in den Jahren 1961/62 gebauten doppelröhrigen Strassentunnels, welche in 2,8 km Länge die hohe Bergbarriere der rauhen Sierra de Guadarrama unterfahren. Das Wetter ist vorerst trübe, bessert sich aber zusehends, je näher wir der 90 km von Madrid entfernten schönen alten Stadt Segovia kommen. Während der Carfahrt erläutert Ing. Aurelio Romier, der technische Direktor der umfangreichen Restaurationsarbeiten am römischen Aquaedukt, technische Daten, Geschichte und Bedeutung dieses grossartigen, zum Teil noch sehr gut erhaltenen Bauwerks, vermutlich aus der zweiten Hälfte des ersten oder der ersten Hälfte des zweiten nachchristlichen Jahrhunderts, in der Regierungszeit der Kaiser Vespasian und Trajan. Mit seiner bedeutenden Länge und einer Kapazität von 20 l/s versorgte das bewundernswerte Bauwerk die damals etwa 40 000 Einwohner zählende Stadt Segovia mit Trinkwasser. Zur Zeit der römischen Kolonisation war die Stadt Schnittpunkt zweier bedeutender strategischer Strassenzüge. Heute kann man noch ein 728 m langes, aus grossen Quadern errichtetes Bauwerk mit 118 Bögen bewundern, mit einer maximalen Höhe von 29 m über der Plaza Azoguejo (Bild 11).

Wir umfahren zuerst die auf zwei felsigen Bergrücken hoch über dem Rio Eresmo thronende Stadt, um einen

Bild 12
Blick auf die 134 m hohe, doppelt gekrümmte Bogenstaumauer und auf den langgestreckten Stausee Atazar im Norden der spanischen Hauptstadt



möglichst umfassenden Ueberblick auf den Alcázar zu haben, der wie ein hoher Schiffsbug über dem aus dem kleinen Fluss aufsteigenden Fels hochragt (Bild 6). Dann fahren wir zur Stadt und besuchen die alte Stadtfestung — den im 13. Jahrhundert errichteten und im 15. Jahrhundert vollständig erneuerten Alcázar, in strategisch günstiger Lage über dem Zusammenfluss von Eresmo und Clamores gelegen. Den Eingang überragt der wuchtige Wachtturm, der an ähnliche Bauten in der Provence erinnert (Bild 9). Von dieser Festung zog 1474 die Prinzessin Isabella die Katholische aus, um in der Stadt zur Königin Kastiliens proklamiert zu werden. Wir besichtigen bei guter kunsthistorischer Führung die Räume der Festung, die heute zum Teil als Museum dienen, mit schönem Weitblick in die tiefliegende Umgebung; vom hohen Wachtturm hat man eine prächtige Sicht auf die mittelalterliche Stadt und auf die im 16. Jahrhundert im gotischen Stil errichtete Kathedrale (Bild 7). Nach einem Fussmarsch entlang den hochragenden Mauern des römischen Aquaeduktes erwartet uns an dessen Fuss im berühmten Restaurant der Meson de Candído ein vortreffliches, üppiges Mahl in typisch mittelalterlichem «ambiente» mit traditionsträchtiger Darbringung der zahlreichen, ausgezeichnet schmekkenden Spanferkel — durch den selbstherrlichen Padrone persönlich zelebriert (Bild 10)! Das riesige mehrfarbig gestaltete Menü mit gotisch gedrucktem Willkomm für die Gäste des Talsperrenkongresses entsprach auch dem ganzen Aufwand für diesen kulinarischen Höhepunkt.

Am Nachmittag bringt uns ein kurzer Gang durch enge, von alten Palästen gesäumte Strassen zu einem kurzen Besuch der eindrucksvollen Kathedrale, und dann erreichen wir nach kurzer Fahrt das nahegelegene barocke Königsschloss La Granja mit dem schönen fontänenreichen Park (Bild 8). Die Zeit erlaubt nur einen die Verdauung fördernden Spaziergang durch die weitläufigen und waldreichen Gartenanlagen.

Die besonders schöne Rückfahrt nach Madrid führt gegen Abend über den 1860 m hohen Pass von Navacerrada über die Sierra de Guadarrama, auf weiten Strecken durch grossartigen hochstämmigen Föhrenwald, und bei Sonnenuntergang erreichen wir nach erlebnisreichem Tag wieder die spanische Hauptstadt.

Technische Exkursion zu zwei Talsperren

Bei sehr schönem und angenehm warmem Wetter unternehmen wir am 15. Juni einen ganztägigen Ausflug in die nördliche Umgebung von Madrid. Wir fahren vorerst auf der Richtung Burgos führenden Autobahn bis zum etwa 50 km entfernten Ort La Cabrera und zweigen auf einer nordöstlich verlaufenden engen Strasse ab, dem Fuss der Sierra de Guadarrama folgend und später stark ansteigend zur

TALSPERRE ATAZAR
(Bilder 12 bis 16)

wobei man schon von weitem, in ein Tal einbiegend einen grossartigen Blick auf die Bogenstaumauer mit dem langgestreckten Stausee hat (Bild 12).

Es handelt sich um eine 134 m hohe doppeltgekrümmte, auf Kronenhöhe 484 m lange Bogenstaumauer mit massiven Widerlagerblöcken, die in den Jahren 1967 bis 1972 errichtet wurde. Die Talsperre, die ein Betonvolumen von 1,1 Mio m³ erforderte, schaffte einen Ueberjahresspeicher von 426 Mio m³, entsprechend dem 2,7fachen Inhalt der ebenfalls am Lozoyafluss weiter flussaufwärts gelegenen vier Speicherseen Villar (23 Mio m³), Puentas Fiejas (51 Mio m³), Riosequillo (48 Mio m³) und Pinilla (38 Mio m³). Diese Speicherseenkette dient der Wasserversorgung der Stadt Madrid und Umgebung, die im Jahr 1971 einen Wasserverbrauch von 385 Mio m³ aufwies. Die sehr lange Zuleitung in das Verbrauchsgebiet führt vorerst im Bereich der Ausläufer der Sierra de Guadarrama über zahlreiche Düker, welche die tiefeingeschnittenen Täler überwinden müssen.

Bei der Sperrstelle Atazar beträgt das Einzugsgebiet 924 km²; der mittlere jährliche Abfluss erreicht 358 Mio m³, der maximale 685 Mio m³. Der 17 km lange Stausee mit Stauziel auf Kote 870 m hat eine Oberfläche von 1069 ha. Der durch drei Segmentschützen bedienbare Hochwasserüberlauf auf Kote 870 hat eine Abflusskapazität von total 500 m³/s, das mittlere doppelte Entlastungsorgan eine solche von 250 m³/s und der zweirohrige Grundablass eine solche von 250 m³/s, so dass insgesamt Hochwasser von 1000 m³/s oder gut 1 m³/s · km² abgeführt werden können; allerdings ist zu beachten, dass — wie bereits erwähnt —

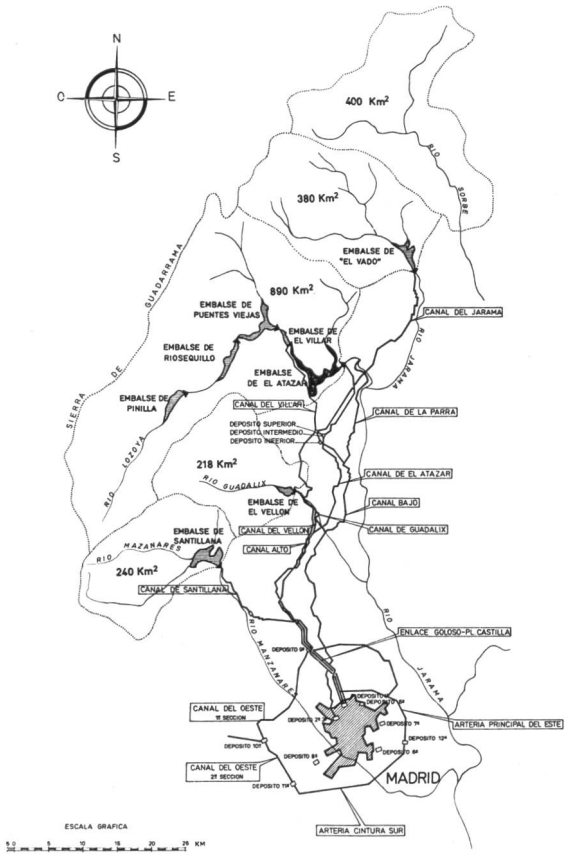


Bild 13 Lageplan des Einzugsgebietes der Flüsse Manzanares, Lozoya und Jarama mit Angabe der zahlreichen Speicherseen für die Wasserversorgung der 3,5 Mio Einwohner zählenden Stadt Madrid

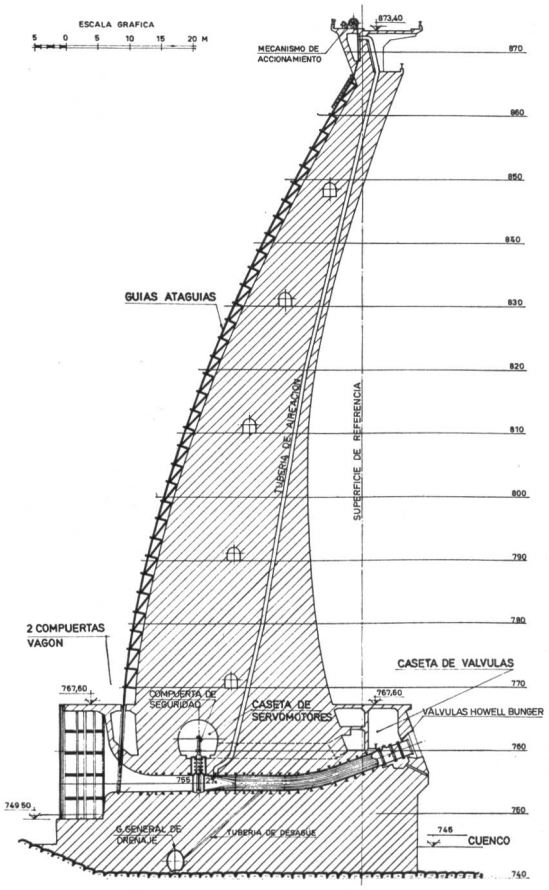
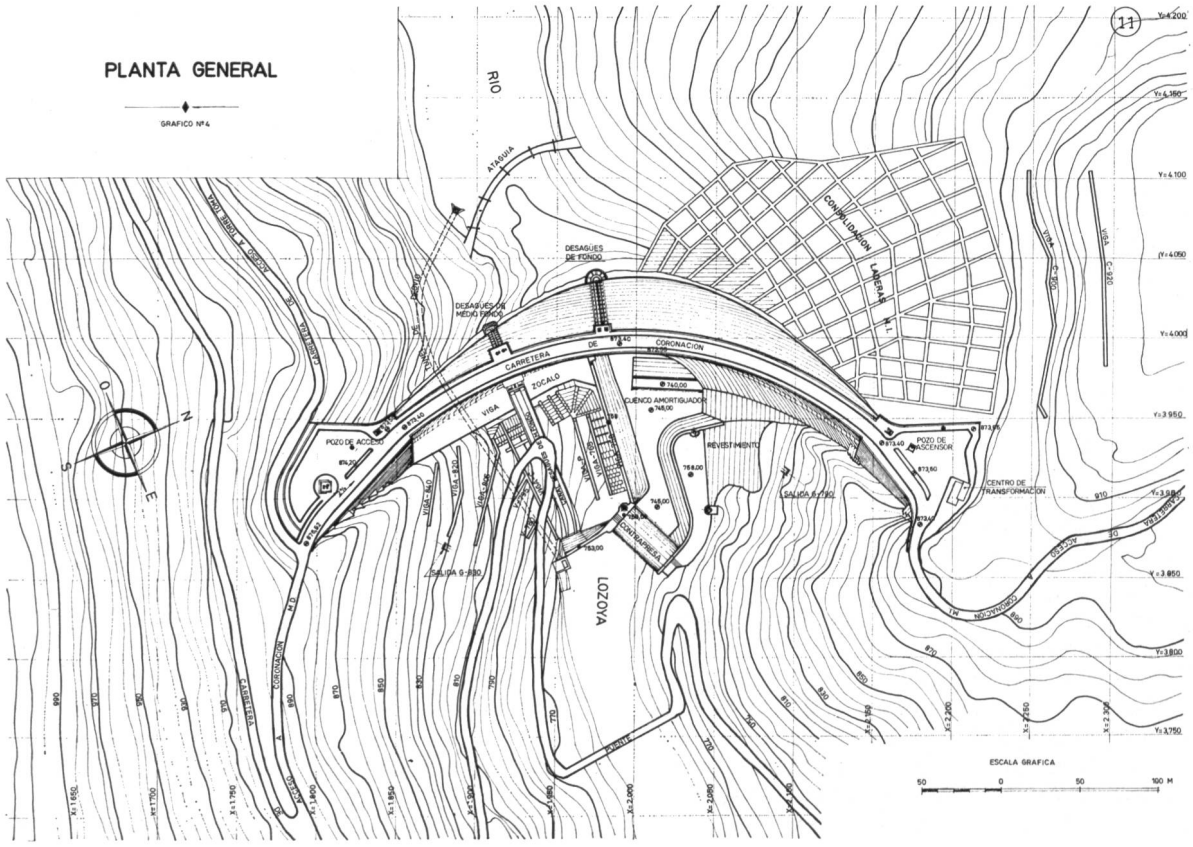


Bild 15 Querschnitt durch die Bogenstaumauer Atazar

Bild 14 Lageplan der Bogenstaumauer Atazar am Rio Lozoya



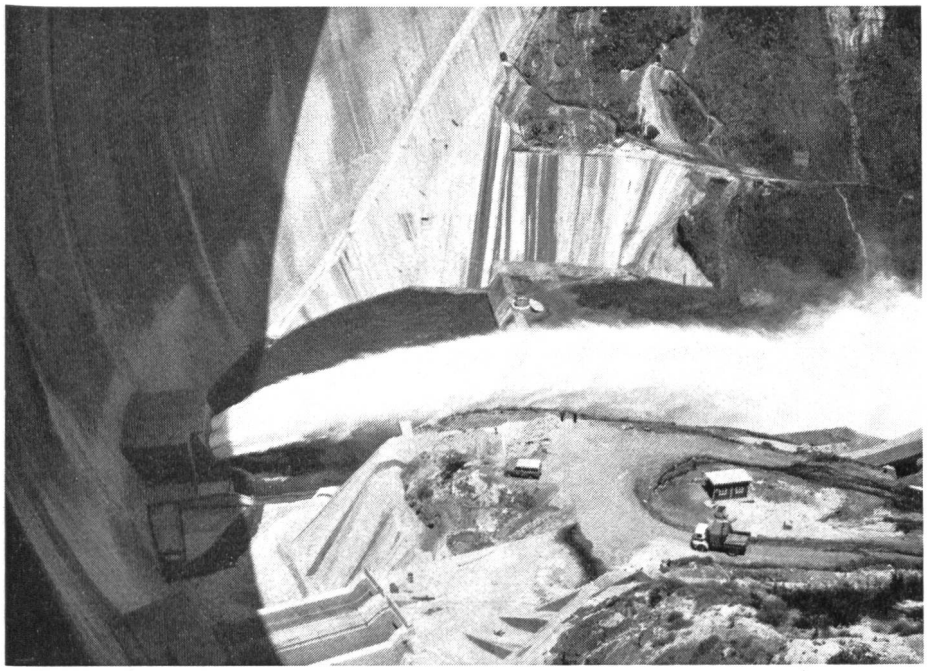


Bild 16
Der anlässlich des Besuches der Talsperre Atazar in Betrieb gesetzte Grundablass demonstriert eindrücklich die gewaltige Wasserkraft

flussaufwärts im gleichen Einzugsgebiet vier weitere Speicher mit entsprechendem Hochwasserrückhalt gelegen sind. Der Turm für die Wasserentnahme mit innerem Durchmesser von 5 m ist 80 m hoch und hat eine Entnahmekapazität von max. 16 m³/s. Die Fundierungsverhältnisse in Diaklasformationen verschiedener Körnung mit zahlreichen schmalen Quarzitbändern und Verwerfungen waren schwierig und forderten grosse Aufmerksamkeit und sehr umfangreiche Injektionen. Die Talsperre und der Fundationsfels sind mit vielen Beobachtungs- und Messinstrumenten versehen. Auch die linke Talflanke in der Nähe der Talsperre erforderte umfangreiche Konsolidierungsmassnahmen.

Bild 17 Alter Wasserentnahmeturm des Stausees Manzanares El Real

Der dem Besucher überreichten beispielhaft, ja künstlerisch gestalteten, vielfarbigen Publikation «El Atazar» sind auch die nachfolgenden, nur stichwortartig aufgezählten Angaben entnommen:

— Aushubmaterial		2 006 000 m³
— Betonzuschlagstoffe		2 750 000 t
— Zement		355 000 t
— Betonzusatzmittel		885 000 l
— Armierungseisen		6 050 t
— Betonkubatur		1 100 000 m³
— Länge der Kühlrohre		139 km
— Länge der Injektionen		273 km
— Kabellänge für Installationen		50 km
— Stollenlänge		3 500 m
— Energieaufwand		90 GWh
— Personalaufwand	im Mittel	950
	maximal	1 400
— Arbeitsaufwand		

22 Mio Arbeitsstunden, verteilt auf fünf Baujahre

Den zahlreichen, mit drei Cars zugereisten Besuchern werden in verschiedensprachigen Gruppen anhand hervorragend vorbereiteter Pläne, Diagramme, Modelle, Bauphotographien und am Objekt sehr gute Erläuterungen geboten, und den Höhepunkt bildet die dem Imbiss unter der Talsperrenkrone vorangehende Inbetriebsetzung des Grundablasses, welche die gewaltige Wasserkraft vor Augen führt (Bild 16).

Nach diesem eindrucksvollen Besuch fahren wir in nördlicher Richtung durch eine eigenartige, von zyklopenhaften Felsblöcken beherrschte Landschaft über einen höher gelegenen Pass und dann in südwestlicher Richtung wieder dem Fuss der Sierra de Guadarrama folgend zum

STAUSEE MANZANARES EL REAL

der dem gleichen Wasserversorgungssystem für Madrid angehört, jedoch an dem durch Madrid flies-

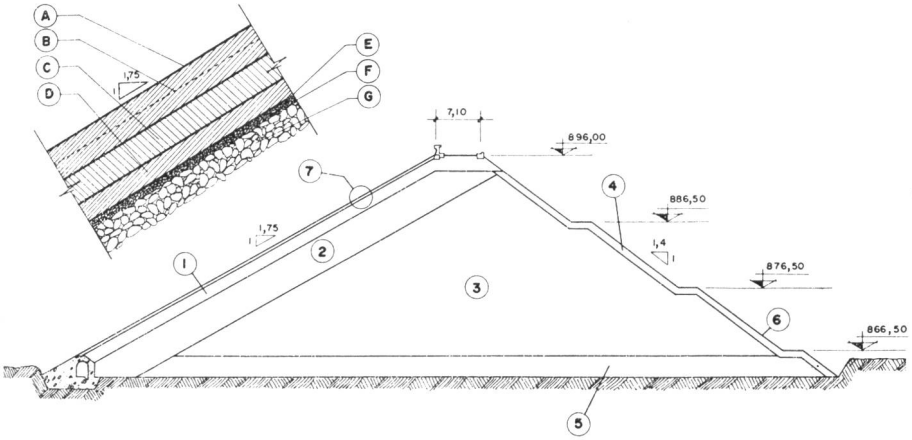


Figure n.° 3 Section type du barrage.

1. Enrochement zone 1.
2. Enrochement zone 2.
3. Enrochement zone 3.
4. Enrochement zone 4.
5. Enrochement zone 5.
6. Enrochement (régularisation parament).
7. Dalle asphaltique.

A) Mastic asphaltique.
B) Béton asphaltique imperméable (10 cm).
C) Couche de drainage (9 cm).
D) Béton asphaltique imperméable (10 cm).
E) Couche vinder (3,5 cm).
F) Macadam asphaltique (4,5 cm).
G) Enrochement d'appui (d < 25 cm).

Bild 18 Staudamm Manzanares El Real; Dammquerschnitt und Detail der wasserseitigen Dichtung

senden Rio Manzanares gelegen ist und auch als Stausee Santillana bezeichnet wird. Durch einen 1355 m langen und maximal 37 m hohen, in den Jahren 1967/69 errichteten Steindamm (rockfill) mit einem Dammvolumen von 770 000 m³ und Betonkonstruktionen von 110 000 m³ wurde ein Speichersee von 86 Mio m³ Nutzinhalt und einer Oberfläche von 1001 ha geschaffen. Etwa an der gleichen Sperrstelle wurde 1921 eine 41 m hohe und 300 m lange Gewichtsstaumauer mit einem Speichersee von 47 Mio m³ in Betrieb genommen, die durch das neue Bauwerk eingestaut wurde; das Stauziel der neuen Anlage ist mit Kote 896 m um 5 m höher als bei der alten Anlage. Das schlossartige, im mittelalterlichen Stil gestaltete Entnahmebauwerk entstammt der Wasserfassung der zwanziger Jahre, als man noch glaubte, technische Bauwerke im Stil historischer Schlösser errichten zu müssen (Bild 17)! Die Wasserfassung erlaubt die Entnahme von 4,5 m³/s. Bei der Sperrstelle beträgt das Einzugsgebiet 244,4 km² mit einem jährlichen mittleren Wasserdargebot von 110 Mio m³. Der Hochwasserentlastung — 500jähriges Maximum von 550 m³/s — dienen zwei etwa 60 m lange Ueberlaufkanäle mit einer Abflusskapazität von 480 m³/s, ein mittlerer Durchlass für 65,2 m³/s und ein Grundlass für 6,6 m³/s; der mittlere Durchlass wird beim Besuch ebenfalls im Betrieb demonstriert.

Die Anlage Manzanares El Real stellt im spanischen Talsperrenbau insofern einen Markstein dar, als es sich um den ersten Steindamm mit wasserseitiger Asphaltdichtung — Oberfläche 23 000 m² — handelt (siehe Dammquerschnitt im Bild 18).

Vorgängig dem Besuch des Staudamms wird am See in einem in unmittelbarer Nähe gelegenen, geschmackvollen, der Wasserversorgungsunternehmung gehörenden Gebäude ein spätes, aber sehr gutes Mittagessen offeriert. Gegen Abend erfolgt die Rückkehr nach Madrid, um dort noch rechtzeitig für die Teilnahme am Schlussbankett einzutreffen.

Der Samstag, 16. Juni 1973, gilt für die Kongressisten und Begleitpersonen dem Abschied von der gastfreudigen Stadt Madrid, sei es um in alle Richtungen der Windrose heimzufahren oder um noch eine der zahlreichen Studienreisen anzutreten, worüber im Abschnitt 4 berichtet wird.

Adresse des Verfassers:
G. A. Töndury, Rütistrasse 3a, 5401 Baden

Bildernachweis: Bild Nr. 2 Photo F. L. v. Schoeler; Nr. 3 Paisajes Españoles, Madrid, Nrn. 1, 4/12, 16, 17 Photos Claudia und G. A. Töndury

2. Kongressberichte und Diskussionen

(Verzeichnis der Kongressberichte siehe Abschnitt 5)

DK 627.86 : 614.7

2.1. UMWELTBEEINFLUSSUNG DURCH TALSPERREN

Niklaus Schnitter

FRAGE 40:

Generalberichterstatter: I. Cheret (France)
59 Berichte aus 26 Ländern

2.1.1. Einleitung

Es war unvermeidlich und ist auch richtig, dass die Umweltdiskussion, das heisst die Bewusstwerdung von Grenzen für das Wachstum von Bevölkerung und Wirtschaft in einer endlichen Welt, ebenfalls den Talsperrenbau erfasst hat, bringt dieser doch auf lokaler Ebene immer und im regionalen bis gar nationalen Rahmen oft gewichtige Eingriffe mit sich. Das ist selbstverständlich nichts Neues. Neu ist allenfalls die vollständigere Katalogisierung solcher Umweltbeeinflussungen, sowie deren stärkere Gewichtung im Verhältnis zu den bislang wohl überbetonten technisch-ökonomischen Gesichtspunkten.

Dies erfordert eine vermehrt interdisziplinäre sowie systemorientierte Betrachtungsweise, und dementsprechend war auch die Diskussion der zur Frage 40 eingereichten und von I. Cheret von der französischen Energiebehörde in einem glänzenden Generalbericht zusammengefassten Beiträge organisiert. Neben der Tagungsleitung unter dem Vorsitz von US-Corps of En-

gineers-General F. J. Clarke und einem Expertenteam von fünf Talsperrenfachleuten, nahmen nämlich noch E. M. Fournier d'Albe als Vertreter der Welterziehungs- und -wissenschaftsorganisation UNESCO sowie fünf Umweltexperten als Gäste an den Diskussionen teil. Diese waren: Prof. K. F. Lagler, Oekologe der Universität von Michigan/USA; Dr. L. Obeng, Biologin aus Ghana; Prof. R. Passino, Mitglied des Club of Rome, welcher die bekannte Untersuchung über «Die Grenzen des Wachstums» veranlasste; I. Sachs, Leiter einer französischen Umweltforschungsanstalt, und Dr. E. B. Worthington, Sozialwissenschafter aus England. Die nachfolgende Uebersicht über die Ergebnisse der Kongressbeiträge und ihrer Diskussion folgt im wesentlichen der in den offiziellen Erläuterungen zur Frage 40 aufgezeigten und auch vom Generalberichterstatter befolgten Systematik.

Anlässlich der Diskussion der Kongressfrage Nr. 40; von r.n.l. Vizepräsident Kinawy, Generalberichterstatter I. Cheret (Frankreich), UNESCO-Vertreter Fournier d'Albe und Präsident Clarke am Rednerpult

Einige Fachexperten des Umweltschutzes: Prof. K. F. Lagler (USA), Biologin Dr. L. Obeng (Ghana), Prof. R. Passino (Mitglied des Club of Rome), Dr. E. B. Worthington (England)

2.1.2. Physische Wirkungen

2.1.2.1. Schwerstoffrückhalt

Die Verlandung bildet seit jeher ein gewichtiges Problem des Talsperrenbaus und wurde im vorliegenden Rahmen anlässlich des 4. Kongresses in New Delhi 1951 (Frage 14) behandelt, allerdings vorwiegend unter den Gesichtspunkten des Betriebes und der Lebensdauer von Stauseen und kaum im Hinblick auf ihre flussabwärtigen Auswirkungen. Der bei Trieb- und Trinkwasser erwünschten Entsandungswirkung des Stausees steht die Erhöhung der Schleppkraft des ins Unterwasser abgegebenen, geklärten Wassers entgegen. Ueber darausfolgende Erosionen wurde aus Rumänien (Bericht Nr. 31 = R. 31), von Rhein und Rhone (R. 41) und vom Nil berichtet. Bei letzterem macht sich der Schwerstoffrückhalt im 164-Mrd.-m³-Speicher Sadd-el-Aali sogar durch leichte Erosionen am Nildelta bemerkbar (R. 59), während das vielpublizierte Ausbleiben der Schlammablagerungen auf den Feldern, welche durch Kunstdünger ersetzt werden müssen, mehr als kompensiert wird durch die geringeren Reinigungskosten an den Bewässerungskanälen und den grösseren Ertrag der mit klarem Wasser versorgten Maiskulturen (R. 54).

2.1.2.2. Abflussveränderung

Die positive Beeinflussung eines Flussregimes macht zwar definitionsgemäss die Daseinsberechtigung einer Talsperre aus, doch ist es meist unmöglich, allen zum Teil widersprüchlichen Anforderungen gleichzeitig optimal gerecht zu werden. Mehrzweckanlagen wie die der Tennessee Valley Authority in den USA (R. 15) oder der Damodar Valley Corporation in Indien (R. 49) stellen subtile Balancekunststücke dar, die noch komplexer werden, wenn sie sich, wie am Euphrat, über mehrere Staaten erstrecken (R. 2). Die meist vorteilhaft bewertete Verminderung der Hochwasser durch einen Stausee hat auch ihre negativen Aspekte, indem die Spülung des unterliegenden Flussbettes sowie der Abtransport von Geschiebeablagerungen von Nebenflüssen nicht mehr gewährleistet werden. Dort wo Landwirtschaft oder Tierwelt von rechtzeitigen Ueberschwemmungen abhängig sind, kann Hochwasserschutz gar kontraproduktiv wirken (R. 14, 29, 46).

2.1.2.3. Stauwirkungen

Der Einstau eines Talabschnittes bewirkt schon in diesem selbst grundlegende Veränderungen, namentlich wegen des Eindringens von Wasser in die Talflanken. Je nach dem natürlichen Grundwasserstand in diesen und ihrer Bepflanzung ist die zusätzliche Wasserzufuhr erwünscht (R. 27) oder es muss ihr engegengewirkt werden (R. 38). Die Veränderung der Grundwasserverhältnisse in den Talflanken kann aber auch entscheidend deren Stabilität beeinflussen. Der Bergrutsch am Vajont-Speicher von 1963 mit seinen katastrophalen Folgen wird hoffentlich ein einmaliges Ereignis bleiben, doch ähnliche Erscheinungen treten in kleinerem Rahmen immer wieder auf (R. 31). Sie werden verschärft durch die Stauspiegelschwankungen, welche zudem Fischfang (R. 29) oder Schiffahrt auf dem See erschweren und wegen der zeitweiligen Trockenlegung ausgedehnter Uferpartien ästhetische Probleme bis gar Staubstürme (R. 16) zur Folge haben können.

2.1.2.4. Wasserqualität

Die Entwicklung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers in einem Stausee hängt sowohl von dessen Gegebenheiten wie von den Eigenschaften der Zuflüsse ab und ist über die Nährstoffanreicherung eng mit den nachstehend erwähnten biologischen Auswirkungen verknüpft (R. 40). Allgemeingültige Regeln lassen sich kaum aufstellen, und jeder Fall muss einzeln geprüft werden, was natürlich besonders für Trinkwasserspeicher, wie diejenigen an Seine und Verdon in Frankreich (R. 5, 36) oder in der Tschechoslowakei (R. 30), von Bedeutung ist.

2.1.2.5. Klimaveränderungen

Zu diesem vieldiskutierten, aber kaum durch konkrete Resultate belegten Problemkreis ist auch am hier behandelten Kongress wenig beigetragen worden. Von schwedischen Stauseen werden eine etwas geringere Vereisung

(R. 1) und vermehrte Nebelbildung (R. 10) gemeldet, während der Akosombo-Riesenspeicher in Ghana gewisse Aenderungen in den Monatsniederschlägen bewirkt haben soll (R. 56).

2.1.2.6. Seismische Wirkungen

Seitdem zwei Staumauern (1962 Hsinfengkiang in China und 1967 Koyna in Indien) durch die bei ihrem Einstau ausgelösten Erdbeben erheblich beschädigt und auch bei über einem Dutzend andern Speichern von 100 Mio bis 160 Mrd. m³ Inhalt eine gesteigerte seismische Aktivität festgestellt wurde, wird dieses Phänomen eifrig diskutiert, ohne bisher eine eindeutige Erklärung gefunden zu haben. Dies ist auch in Madrid nicht möglich gewesen, wo lediglich die Liste der Präzedenzfälle um einige neue erweitert worden ist (R. 56, 58 sowie Länderberichte RS. 4, 9).

2.1.3. Biologische Wirkungen

2.1.3.1. Bakterien und Plankton

Die Entwicklung der Lebewesen in einem Stausee hängt wie erwähnt von den physikalisch-chemischen Eigenschaften seines Wassers ab, die wiederum von den Lebewesen beeinflusst werden. Schon Bakterien können den Chemismus des Wassers so verändern, dass es ungeniessbar oder aggressiv wird. So entwickelte sich in einigen afrikanischen Stauseen Schwefelwasserstoff, der zu Korrosionserscheinungen an den Metallteilen der Talsperren führte (R. 35).

2.1.3.2. Pflanzenwelt

Die Einwirkungen einer Talsperre auf die Pflanzenwelt sowohl im Unterwasser infolge der veränderten Abflüsse als auch in der Umgebung zufolge der Stauwirkungen sind vorstehend schon gestreift worden. Im Staubecken selbst kommt natürlich die durch Abholzung oder einfache Ueberflutung zerstörte Vegetation hinzu, an deren Stelle je nach dem Grad der Nährstoffanreicherung Algen und andere Wasserpflanzen treten können. Vor allem in tropischen Gebieten können sich letztere, insbesondere die dichte schwimmende Matten bildenden Wasserfarne (Salvinia), so stark ausbreiten, dass sowohl der Betrieb der Stauanlagen wie auch ihre Nutzung, zum Beispiel durch Fischfang, ernstlich behindert werden (R. 7, 29, 35, 58, 59).

2.1.3.3. Fische

Mit den Auswirkungen ihrer Bauwerke sowohl auf die Fischzüge als auch auf die stationären Fischbestände setzen sich die Talsperrenbauer seit eh und je auseinander. Wohl deshalb befassen sich zahlreiche Kongressberichte und Diskussionsbeiträge mit allen möglichen Aspekten des Problems unter den verschiedensten klimatischen Bedingungen. In Afrika trägt die durch Stauseen ermöglichte Fischzucht wesentlich zur Verbesserung der Ernährung der Bevölkerung bei, und im Falle des Sadd-el-Aali-Speichers vermag sie gar den vielpublizierten Rückgang der Sardinenfänge vor dem Nildelta zu kompensieren, der sich infolge des Schlammrückhalts im Stausee eingestellt haben soll (R. 59). Als weitere Besonderheit sei noch auf die bislang erst im Nordwesten der USA festgestellten Fischsterben infolge von Stickstoffübersättigung überfallender Wassermassen hingewiesen (R. 17).

2.1.3.4. Uebrige Tiere

So viel über die Fische geschrieben und gesagt worden ist, so wenig hat man sich auch an diesem Kongress mit den übrigen Tieren befasst, obschon Einwirkungen von Stauseen zumindest auf die Wasservögel in allen Breitengraden offensichtlich sind.

2.1.3.5. Krankheitserreger und -träger

Die Begünstigung von Krankheiten durch Stauseen hat sich erst zu einem Problem ausgewachsen, seit der starken Ausbreitung des Talsperrenbaus in unterentwickelte, tropische Gebiete, in welchen es noch zahlreiche und weitverbreitete, ans Wasser gebundene Krankheiten gibt (R. 21). So schätzt man, dass etwa 200 Millionen Menschen an Schistosomiasis leiden, deren Träger, die Bilharziaschnecke, in warmem, stehendem Wasser lebt und somit auch Stauseen befallen kann, wobei allerdings die dadurch verursachten zusätzlichen Erkrankungen im gesamten leider kaum mehr ins Gewicht fallen. Andererseits kann die Ueberflutung sumpfiger Talböden die Malaria einschränken und der Einstau von fliessenden Wassern, dem Lebensraum der Kriebelmücke, die von dieser übertragene Flussblindheit (Onchozerkose) vermindern. Allerdings schaffen die Hochwasserentlastungen für die letztgenannte Krankheit wiederum günstige Voraussetzungen.

2.1.4. Wirkungen auf den Menschen

Neben ihren primären Nutzen bringen Talsperren auch dem Menschen problematische Nebenwirkungen, auf die nachstehend ausschliesslich eingegangen werden soll:

2.1.4.1. Während der Bauzeit

Ein Talsperrenbau hat in seiner Umgebung meist bedeutende sozio-ökonomische Veränderungen zur Folge, die sich sowohl positiv als auch negativ auswirken können. Vorwiegend negativ sind die Begleiterscheinungen der Bautätigkeit selbst wie Lärm, Staub, Abwasser, Deponien usw., doch können diese durch entsprechende Vorkehren und gewisse Mehraufwendungen entscheidend gemildert werden (R. 16, 51).

2.1.4.2. Aesthetische Probleme

Ueber den Geschmack lässt sich bekanntlich streiten, doch kann ihm sicher durch sorgfältige Gestaltung (zum Beispiel Umgebungsarbeiten) einerseits und durch Aufklärung und Erziehung andererseits nachgeholfen werden. Dass ein Talsperrenbau ein wesentlicher Eingriff der Technik in die Natur darstellt, lässt sich nicht leugnen, sondern ist als solcher schmackhaft zu machen (R. 16, 45, 52). Letzteres ist bezüglich der Stauseen oft kaum mehr nötig, wie die vielen Beispiele ihrer erfolgreichen Verwendung zu Erholungszwecken beweisen (R. 15, 16, 19, 20, 22, 32, 36, 47).

2.1.4.3. Umsiedlungen

Während sich in den Industrienationen die für einen Talsperrenbau noch möglichen Umsiedlungen meist in bescheidenem Rahmen halten und dementsprechend relativ einfach abgewickelt werden konnten (R. 8, 11, 32, 43, 47), erfordern die grossen Stauwerke in den Entwicklungsländern die Umsiedlung von oft mehreren Zehntausenden von Menschen, die bisher meist eher schlecht als recht gehandhabt wurde (R. 4, 7, 56). Zu den Umsiedlungen kommen oft noch Bahn- und Strassenverlegungen, so dass die entsprechenden Aufwendungen weit über die Hälfte der gesamten Anlagekosten erreichen können (R. 4, 8). Ein Spezialproblem stellt schliesslich die forcierte Ausgrabung archäologischer Stätten dar oder gar deren Verlegung, wie zum Beispiel diejenige des Abu Simbel-Tempels aus dem Staubereich der Sadd el Aali-Sperre.

2.1.4.4. Gefährdung

Infolge der grossen Publizität um einige neuere Unfälle mit Talsperren, zu der leider auch einige Fachleute alles andere als klärende Statistiken und Halbwahrheiten beigesteuert haben, sowie wegen der zunehmenden Zahl der Bauwerke wird die Gefährdung der Unterlieger durch eine Talsperre seit einigen Jahren eifrig diskutiert. Mit der Berechnung der auf einen Talsperrenbruch folgenden Flutwelle befassen sich denn auch drei Berichte (R. 3, 34, 42), während andernorts die in Frankreich, Oesterreich und der Schweiz für einen solchen Fall vorgekehrten Alarm-

einrichtungen beschrieben werden (R. 42, 44, sowie Länderbericht RS. 5). Extreme Bedingungen liegen natürlich in einem seismisch aktiven Gebiet vor wie Kalifornien, wo 1971 ein Vorort von Los Angeles knapp der Ueberflutung entging, als die beiden Van-Norman-Dämme durch ein Erdbeben relativ geringer Stärke aber mit Beschleunigungen bis zu 1,05 g schwer beschädigt wurden. Hervorzuheben ist allerdings, dass die beiden genannten Dämme 1915 bzw. 1921 nach dem überholten Spülverfahren erstellt worden waren und dass ein in ihrer unmittelbaren Nähe eben fertig gestellter moderner Damm das Erdbeben unbeschadet überstand (R. 18).

2.1.5. Schlussbilanz

Schon die vorstehende, notgedrungen sehr summarische Aufzählung, mit kurzer Beleuchtung gewisser Einzelheiten, zeigt als Hauptschlussfolgerung die Komplexität und den Facettenreichtum der Umweltbeeinflussung durch Talsperren auf, die jede Verallgemeinerung oder Schematisierung von vorneherein ausschliessen. Wohl deshalb kam es auch nicht zu der vielleicht erwarteten Konfrontation zwischen den eingangs genannten Diskussionsteams von Talsperrenfachleuten einerseits und Umweltexperten andererseits. Betont wurden vielmehr die bestehenden Erkenntnislücken, vor allem bezüglich der biologischen Wirkungen von Stauseen und die Notwendigkeit zur interdisziplinären Zusammenarbeit von einem möglichst frühen Projektstadium an (zum Beispiel Faktibilitätsstudie bzw. Vorprojekt). Hiezu bedarf es allerdings noch eines gemeinsamen Massstabes, der auch diejenigen, vor allem langfristigen, Wirkungen zu werten erlaubt, die sich nicht in Franken und Rappen ausdrücken lassen.

Adresse des Verfassers:
N. Schnitter, Dipl. Ing. ETH,
Stv. Direktor Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG,
5400 Baden

Bildernachweis:
Fotos: ICOLD-Madrid 1973

2.2. DIE BEHERRSCHUNG VON ABFLUSS UND ENERGIEUMWANDLUNG IM BAU UND IM BETRIEB VON TALSPERREN

Wolfgang Pircher

DK 627.86

FRAGE 41:
Generalberichterstatter: M. Vercon (Jugoslawien)
83 Berichte aus 28 Ländern

2.2.1. Allgemeines

Bedeutung und Spannweite dieses auch auf den Kongressen von 1951 und 1967 schon behandelten Themas veranlassten nicht weniger als 83 Beiträge aus 28 Ländern, zu denen noch die einschlägigen Kapitel der 13 «General Papers» kommen. Diese Rekordzahl stellte den Generalberichterstatter M. Vercon vor eine schwierige Aufgabe und liess für die Zukunft den Wunsch laut werden, einerseits nach enger gefasster und genau umschriebener Fragestellung und andererseits nach schärferer Siebung der eingehenden Berichte durch die einzelnen Nationalkomitees. Der Stil der drei französischen Beiträge (R. 8, 32, 35), in denen jeweils eine bestimmte Teilfrage nach Art der «General Papers» durch eine Arbeitsgruppe behandelt wurde, weist hier eine Richtung, die sich empfehlen wird, wenn immer nicht nur ein Einzelfall beschrieben, sondern aus gesammelter Erfahrung das Wesentliche und Allgemeine herausgearbeitet und in knapper und übersichtlicher Form dargeboten werden soll. Mehr Nachahmung wird dieses Beispiel freilich nur finden, wenn man es den Bearbeitern erspart, auch mit ihrem Namen in der Anonymität des Autorenkollektivs zu verschwinden.

Die Verschiedenartigkeit der Beiträge erschwerte ihre systematische Zusammenfassung und Synthese, so wünschenswert (und wohl auch bei Stellung der Frage erhofft) die Ableitung allgemeingültiger Regeln, etwa für die Festlegung des Bemessungshochwassers, auch wäre. Dahinter steckt natürlich auch die ausgeprägte Individualität jeder einzelnen Talsperre, in deren Erkenntnis man folgerichtig in den meisten Ländern immer noch auf die Herausgabe gesetzlicher Richtlinien verzichtet.

Um wenigstens Vergleiche ziehen und die herrschenden Tendenzen für Entwurf, Berechnung und Bau aufzeigen zu können, ordnete der Generalberichter die Beiträge in Gruppen und bezog auch noch die Antworten auf den Fragebogen 545 der ICOLD in seine zusammenfassende Betrachtung ein (Band IV, Seiten 105/227). Die nachstehend wiedergegebene Liste ermöglicht eine rasche Orientierung über die in den Kongressberichten von 1951, 1967 und 1973 behandelten Problemgruppen, während für eine kurze Inhaltsangabe der im Band II enthaltenen Beiträge auf die Seiten 172/227 des Generalberichts im Band IV verwiesen werden muss.

2.2.2. Ergebnisse der Umfrage über «Kriterien und Praktiken für den Entwurf von Hochwasserentlastungsanlagen»

Mit Rundschreiben 545 vom November 1969 wurden vom Zentralbureau der ICOLD den nationalen Komitees aller 64 Mitgliedstaaten 12 Fragen vorgelegt mit dem Ziel, die Praxis der einzelnen Länder zu vergleichen und daraus eventuell allgemeine Regeln abzuleiten. Die leider nur aus 26 Mitgliedstaaten (darunter allerdings fast allen mit bedeutender Tradition im Sperrenbau) erhaltenen Antworten ergaben folgendes:

Genügend lange Beobachtungsdauer vorausgesetzt, wird in den meisten Ländern bei der Aufstellung der Hochwasser-Hydrographen mit statistischer Wahrscheinlichkeit gearbeitet. Für grössere Sperren wird mit Wiederkehrperioden zwischen 500 und 10 000 Jahren gerechnet, mit von Land zu Land verschieden gehandhabter Differenzierung je nach Flusscharakter, Typ und Grösse der Sperre, Lage des Speichers sowie möglicher Gefährdung der Unterlieger. Die Festsetzung des Berechnungshochwassers folgt dem Konzept des «grössten wahrscheinlichen Hochwassers» (maximum probable flood) und berücksichtigt die Retentionswirkung des Speichers. Die für die Retention massgebliche Ausgangsspiegellage wird meistens vorgegeben; ebenso bestehen verschiedene Vorschriften über

LISTE DER BEITRÄGE ZU DEN PROBLEMKREISEN DER FRAGE 41
(nach Band IV, Seite 118)

	Kongress New Dehli 1951 (Frage 12)	Kongress Istanbul 1967 (Frage 33)	Kongress Madrid 1973 (Frage 41)
Gesamtzahl der Beiträge	47 *	50	82+13 **=95
Berechnungshochwasser	1, 17, 40, 75, 77, 79, 80, 84, 90, 92, 97, 98, 101, 104	8, 10, 11, 13, 24, 26, 29, 30, 35, 47, 51, 53	1, 6, 8, 11, 13, 14, 17, 20, 22, 25, 34, 65, 70, 77, 79, 82
Entlastungsanlagen	10, 19, 30, 31, 32, 35, 38, 40, 43, 52, 61, 82, 86, 90, 99, 112	1, 2, 8, 10, 15, 21, 22, 23, 25, 27, 29, 32, 38, 43, 44, 48, 50	1, 3, 4, 5, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 27, 29, 31, 33, 35, 39, 43, 46, 48, 50, 51, 54, 56, 61, 62, 63, 66, 68, 71, 72, 74, 78
Baustellenumleitung	8, 24	1, 2, 8, 9, 10, 16, 23, 27, 29, 32, 39, 41, 44, 49	1, 9, 10, 15, 18, 24, 27, 28, 29, 31, 32, 39, 41, 45, 47, 49, 50, 52, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 67, 68, 69, 73, 81
Betrieb und Hochwasserschutz	36, 45, 57, 60, 70, 76, 89, 106	5, 12, 17, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 33, 36, 37, 40, 43, 45, 46, 51, 52	3, 6, 13, 15, 16, 20, 21, 22, 25, 28, 29, 30, 32, 39, 47, 50, 51, 52, 55, 61, 62, 64, 68, 69, 72, 74, 75, 76, 78
Modellversuche	8, 19, 31, 38, 42, 44, 52, 59, 99, 102	2, 5, 6, 8, 9, 10, 16, 19, 20, 25, 31, 34, 38, 40, 48	2, 4, 7, 16, 19, 21, 23, 26, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 50, 53, 54, 56, 63, 76, 83

* Durchlaufende Numerierung aller Beiträge zum Kongress
** 13 «General Papers»

den gleichzeitigen Turbinenbetrieb und die Oeffnung von Grund- und Mittelablässen. Schützen werden neben dem Hauptantrieb stets auch noch mit Notstromgruppe oder Hilfsantrieb ausgerüstet. Der Freibord wird überall für Dämme höher angesetzt als für Mauern, aber auch Typ und Grösse der Entlastungsanlage sowie Lage und Oberfläche des Speichers spielen eine Rolle. Auf die Krone aufgesetzte Wellenbrecher sind weitverbreitet und die Formel von Molitor für die Bestimmung der Wellenhöhe ist allgemein anerkannt. In 14 von 26 Staaten, darunter in Japan und den USA, wurden Anleitungen für die Ermittlung des Berechnungshochwassers und den Entwurf der Entlastungsanlage herausgegeben, aber ihre starke Lokalfarbe lässt keine Vereinheitlichung zu und schliesst sogar Widersprüche nicht aus.

Gemeinsam ist der Fortschritt im besseren Verständnis der Naturgesetzlichkeit und in der Verfeinerung der Methoden. Für ihre praktische Anwendung auf den einzelnen Fall enthält das eingegangene Material eine Fülle nützlicher Informationen.

2.2.3. Berechnungshochwasser

Für die Bestimmung des Berechnungshochwassers gibt es also kein allgemein anerkanntes Verfahren. Ein wesentlicher Grund dafür ist die Verschiedenartigkeit der vorhandenen Daten (Messgrösse, Qualität, Länge der Beobachtungsperiode); sie musste zur Entwicklung verschiedener Auswertungsmethoden führen, die sich in die folgenden drei Gruppen einteilen lassen (R. 8):

— Statistische Auswertung beobachteter Hochwasser (R. 22, 33, 34, 65). Die Weiterentwicklung dieser Methoden betrifft nicht so sehr die Definition neuer Verteilungen neben den bewährten von Gumbel, Galton, Frechet, Pearson usw., sondern die Einbeziehung von Risikoüberlegungen und die Definition von Vertrauensgrenzen. Nachteile sind die meistens zu kurzen Beobachtungsperioden und die bekannte Ungenauigkeit in der Messung, gerade der Hochwasserabflüsse.

— Einbeziehung anderer oder aller hydrologischen und meteorologischen Daten eines Einzugsgebietes für die Ableitung eines theoretischen Abflusshydrographen. Hierher gehört die Anwendung der Theorie der Folgen auf die Gesamtheit der Abflussbeobachtungen und nicht nur auf die Hochwasserwerte (R. 14) sowie die auf täglichen Niederschlagsmessungen aufbauende GRADEX-Methode für Einzugsgebiete mit kurzer Beobachtungsdauer (R. 8). Andere Verfahren gestatten die Bestimmung des 10 000jährigen Hochwassers (R. 70) oder des Einheits-Hydrographen (R. 79) aus Niederschlagsmessungen oder die Berücksichtigung tropischer Wirbelstürme (R. 34).

— Bei Fehlen von Abfluss- und Niederschlagsmessungen bleiben nur noch die Methoden der Uebertragung von Daten aus benachbarten oder vergleichbaren Einzugsgebieten, unter Berücksichtigung von Topographie, Morphologie, Geologie, Pedologie und Pflanzenwuchs der verglichenen Gebiete.

Zur objektiven Bestimmung eines Hochwasserereignisses vorgegebener Wahrscheinlichkeit gibt es somit eine Reihe von Methoden, aus denen die — je nach den vorhandenen Daten — zweckmässigste gewählt wird; Meinungsverschiedenheiten darüber betreffen nur die Hydrologen. Welche Wahrscheinlichkeit oder Wiederkehrdauer aber dem gesuchten Berechnungshochwasser zuzuordnen ist, muss der Ingenieur entscheiden. Für sein eigentliches Problem, nämlich in jedem einzelnen Fall den richtigen Ausgleich zwischen den einander widersprechenden Forderungen nach statischer und funktioneller Sicherheit einerseits und Wirtschaftlichkeit andererseits zu finden, gibt es bisher wenig objektive Kriterien, ausser den im vorigen Abschnitt genannten, ziemlich stark streuenden Gepflogenheiten. R. 8 und R. 11 versuchen, allgemeine Beziehungen zwischen Investitionskosten und möglichem Schaden zu formulieren und geben dazu auch je ein Beispiel. Das Verfahren muss versagen, sobald der Geldwert von Menschenleben in die Formeln einzusetzen wäre, wie das von den in GP 1 (Bd. IV, S. 358) zitierten und sehr problematischen neuen Empfehlungen einer Arbeitsgruppe der ASCE ausdrücklich verlangt wird. Die früheren Richtlinien der ASCE (Bd. IV, S. 357) und auch die Empfehlungen des Bureau of Reclamation (R. 17) schliessen die Gefährdung von Menschenleben grundsätzlich aus.

2.2.4. Speicherbetrieb bei Durchgang von Hochwasserwellen

Der Gesamtausbau unserer Flüsse, ja ganzer Einzugsgebiete und die zunehmende Zahl der Sperren und Speicher erfordern den gesamthaften Betrieb von Speichersystemen; seine Optimierung auch beim Durchgang von Hochwasserwellen kann nur noch durch Simulation in mathematischen Modellen und mit dem Computer gelöst werden. R. 20 und 25 bringen zwei sehr vervollkommnete Beispiele aus Japan, die auch meteorologische Voraussagen als Eingabe verarbeiten können. Andere Beiträge (R. 6, 13, 15, 22, 24) geben Betriebsvorschriften und Betriebserfahrungen für einzelne Sperren, darunter für den Assuan-Hochdamm und das Eiserne Tor.

2.2.5. Entwurf von Entlastungsanlagen und Tosbecken. Probleme der Energieumwandlung

Ausserhalb des uns gewohnten alpinen Erfahrungsbereichs sind für die Hochwasserentlastung häufig sehr bedeutende Anlagen erforderlich, welche die Gestaltung des eigentlichen Sperrenbauwerks entscheidend mitbeeinflussen und seine Kosten nicht selten übertreffen. Das Besondere jedes Einzelfalls und die praktisch alle Disziplinen betreffenden Probleme spiegeln sich in der Vielfältigkeit der eingegangenen Berichte, die vorwiegend der Beschreibung konkreter Lösungen gewidmet sind. Manche weiten die Begründung der vorgestellten Lösung aber auch zu einem Ueberblick über die grundsätzlichen Möglichkeiten aus (R. 45, 66), und R. 35 bringt auch originelle neue Ideen.

Ueberfälle mit Schützen sind in der Häufigkeit führend. R. 72 diskutiert die Anwendungsbereiche verschiedener Schützentypen. Heber werden gar nicht erwähnt, erodierbare Hilfs-Entlastungen kaum; anscheinend kann ihr gemeinsamer Nachteil des stossweisen Anspringens und des plötzlichen Schwalls mit Rücksicht auf die Unterlieger fast nie in Kauf genommen werden.

Schussrinnen in den Talflanken oder auch auf der Luftseite von Gewichts- und Bogengewichtsmauern enden immer häufiger mit einem Skisprung. Seine Anordnung auf dem Krafthausdach in Weiterentwicklung des Dordogne-Typs (R. 12) kann einwandfrei lösbar (R. 21), in manchen Fällen aber auch mit ungünstiger Kolkbildung (R. 39) verbunden sein. Einen unteren Grenzfall, der schon eher als überströmbares Kraftwerk anzusprechen ist, zeigt R. 5 in Anlehnung an russische Ausführungen. Besondere Lösungen für Gewölbereihenmauern zeigen R. 43 und 71.

Dank der Fortschritte in diesem Bereich des Stahlwasserbaus (R. 42) sind besonders bei Bogenmauern grosse, tiefliegende Auslässe im Vormarsch (R. 35, 43, 54), häufig kombiniert mit einem Ueberfall. Manche Autoren (R. 29, 33) lehnen sie allerdings wegen ihrer geringen Reserven noch immer ab, ebenso wie die Schachtüberfälle, denen erfahrungsgemäss auch noch der Nachteil häufiger Kavitationsschäden anhaftet (R. 17, 66 — leider kein Beitrag über kavitationsfeste Kunststoffbeläge). Wo immer dies wirtschaftlich vorteilhaft ist, werden Schachtüberfälle und Grundablässe (R. 50, 74) oder auch Einläufe für Turbinen und Bewässerung (R. 32, 61) aber doch immer wieder mit vorhandenen Umleitstollen kombiniert.

Ueberströmbare Steinschüttdämme mit entsprechender Böschungssicherung durch Steinkisten, verankerte Netze oder Betonplatten sind bisher nur für geringe Höhen (R. 46), für eventuelle Ueberflutung nur in den ersten Bauphasen (R. 31, 58, 60) oder nur als Fangedämme (R. 12, 32, 45) ausgeführt worden.

Die überragende Bedeutung von wasserbaulichen Modellversuchen als Entwurfshilfsmittel und zur Ueberprüfung theoretischer Beziehungen drückt sich in zahlreichen Beiträgen aus, darunter auch in allgemeinen Vorschlägen zur Verbesserung der Energieumsetzung durch plötzliche oder allmähliche Erweiterung des Tosbeckens (R. 4) oder Anordnung von Schikanen und Schwellen (R. 4, 26, 40, 56), die allerdings häufig der Zerstörung ausgesetzt sind (R. 16, 83).

Wichtig sind auch modellmässige Untersuchungen der Kolkbildung (R. 2, 7, 23), obwohl sie sich im allgemeinen auf die Feststellung von Tendenzen, die qualitativen Vergleiche zwischen Alternativlösungen sowie die Wirkung von Schutzmassnahmen (R. 38, 74) beschränken müssen. R. 3 korrigiert im Zusammenhang mit dem praktischen Fall Kariba die bisher zu optimistische Beurteilung der Schutzwirkung eines Wasserpolsters unter einem frei fallenden Strahl. Für die Voraussage einer zu erwartenden Kolkbildung im Fels gibt die heutige Modelltechnik leider noch keine Hilfe (R. 44).

Neue Ansätze zur Behandlung von Kavitationsproblemen fehlen. R. 21 beschreibt einen mittlerweile auch durch die Betriebserfahrung am Bauwerk bestätigten Versuch, die Schwingungen eines Krafthausdaches unter einem Skisprungüberfall rechnerisch und modelltechnisch vorauszusagen. R. 62 zeigt, wie die an einem Grundablass aufgetretenen Schwingungen nachträglich erklärt und behoben werden konnten.

2.2.6. Baustellen-Umleitungen

Die vielen Beiträge zu diesem Thema beschreiben eine Fülle interessanter Lösungen; einige (zum Beispiel R. 32, 64, 67) vermitteln darüber hinaus auch einen Ueberblick über die grundsätzlichen Möglichkeiten, die sich in zwei Gruppen teilen lassen: Umleitung durch Tunnel einerseits oder phasenweise Durchleitung durch das entstehende Bauwerk und Baugrubenwechsel andererseits. Im ersten Fall sind Modellversuche meistens angebracht, im zweiten sind sie für alle Phasen unerlässlich.

Umleitstollen mit 10 bis 15 m Durchmesser sind keine Seltenheit mehr; die damit verbundenen hohen Kosten werden zum Teil nach Schliessung (R. 47, 64) durch spätere Verwendung als Grundablässe und Schachtüberfälle wieder hereingebracht (Abschnitt 2.2.5.). Abfluss unter Druck oder mit freiem Spiegel, je nach Wassermenge, ist üblich, wenn nicht Eisabfuhr oder Holzdrift (R. 10, 18, 52) ständig freien Spiegel verlangen. Wirtschaftliche Abstimmung von Stollendurchmesser und Fangedammhöhe ist eine Selbstverständlichkeit.

Geschüttete Fangedämme sind häufiger und werden im Fall einer gleichfalls geschütteten Sperre in diese eingegliedert. In fliessendem Wasser sind Blockschüttungen überlegen (R. 24, 32, 41, 63). Ausserdem können sie, wie einige beachtliche Ausführungen bewiesen haben (R. 9, 12, 46, 58, 60, 63), mit entsprechendem Böschungsschutz auch überflutbar gemacht werden. Wird dann auch die geschüttete Sperre in den ersten Bauphasen für eine eventuelle schadenfreie Ueberflutung eingerichtet (R. 31, 58, 60), was bei Betonmauern schon immer selbstverständlich war (R. 15), so kann die ganze Umleitung erheblich billiger ausgelegt werden.

Die Wahl der umzuleitenden Wassermenge streut stark von Fall zu Fall. Wiederkehrdauern zwischen 5 und 50 Jahren sind die Regel, in Einzelfällen werden aber auch 500 Jahre oder nur 1 Jahr angegeben. Kostenvergleiche und Abwägen des Risikos durch Bauherrn oder Unternehmer oder beide sind meistens unerlässlich (R. 10, 63).

Zeitdruck, Ausführung mit vorläufigen Installationen, möglichste Beschränkung auf örtliche Materialvorkommen sowie häufig ungünstige Gründungsverhältnisse auf mächtigen Alluvionen (R. 60, 73) erschweren den Bau der Fangedämme und verlangen einfache Lösungen (R. 63). Injektionen gegen Sickerungen und Massnahme gegen Grundbruchgefahr sind oft erforderlich (R. 67), ebenso Kolkschutz und Erosionssicherheit von flussparallelen Fangedämmen bei Durchleitungen mit Baugrubenwechsel, wie sie in breiten Flusstälern oder bei sehr grossen Wassermengen angewendet werden (R. 59, 60, 61, 63, 73). Besonders heikel werden solche Durchleitungen, wenn bei allen Bauzuständen im eingeengten Flussbett auch noch die Schifffahrt aufrechterhalten werden muss (R. 24, 41).

2.2.7. Abschliessungen von Meeresarmen

Solche sind bisher nur in wenigen Fällen ausgeführt worden (Gezeitenkraftwerk Rance, Landgewinnung, Küstenschutz, Verhinderung der Versalzung durch eindringendes Meerwasser). Drei Beiträge aus Japan und Holland (R. 28, 75, 81) berichten über die aus den Untergrundverhältnissen, dem Wellenangriff und der stark zunehmenden Gezeitenströmung in der kritischen Phase des Dammschlusses resultierenden besonderen Schwierigkeiten eines derartigen Unternehmens.

Adresse des Verfassers:
Dr. W. Pircher, Tiroler Wasserkraftwerke AG,
Landhausplatz 2, A-6010 Innsbruck, ab 1974

2.3 DICHTUNGSELEMENTE UND BÖSCHUNGSSCHUTZ AN ERD- UND STEINSCHÜTTDÄMMEN

Ernst Dietlicher

DK 627.86

FRAGE 42:
Generalberichterstatter: R. T. Gerrard (Great Britain)
53 Berichte aus 27 Ländern

Dass das eine Grundproblem — die Abdichtung eines Schüttdammes — die mannigfaltigsten Lösungen findet, zeigt sich eindrücklich an den zahlreichen und sehr verschiedenartigen Beiträgen zum Themenkreis der Frage 42. Zwar liegt das Hauptgewicht deutlich bei dem nach wie vor am häufigsten angewendeten Dichtungssystem, nämlich bei der Innenabdichtung mit Erdmaterialien (Lehm- oder Tonkern), doch sind auch die weniger gebräuchlichen Bauweisen mit Asphaltbetonkern, Asphaltbetonoberflächendichtung und Betonoberflächendichtung mit recht interessanten Beispielen vertreten. Daneben finden sich aber auch Beiträge über Untergrundabdichtungen sowie wertvolle Hinweise auf neue Baumaterialien und Baumethoden. Berichte über Beobachtungen und Messungen an ausgeführten Bauwerken geben interessanten Aufschluss über das Verhalten von Dichtungselementen sowohl während der Bauzeit als auch während des Betriebs und vervollständigen damit die Dokumentation zur Frage 42.

Der nun folgende Ueberblick kann natürlich niemals erschöpfende Auskunft über das umfangreiche Material geben, doch kann damit vielleicht das Auffinden besonders interessierender Informationen erleichtert werden.

2.3.1 Innenabdichtung mit Erdmaterialien

Es ist offensichtlich, dass die am Kongress von 1970 behandelte Frage 36 nicht ohne Einfluss geblieben ist, denn das Problem der Rissbildung in Kernschüttungen wird in verschiedenen Beiträgen weiterverfolgt (R. 5, 6, 10, 25, 34, 44).

Die eingereichten Rapporte zeigen, dass die Meinungen über Vorteile geneigter oder vertikaler Kernanordnung noch auseinandergehen. Mehrere Berichte befassen sich mit theoretischen Untersuchungen zu diesem Thema (R. 2, 10, 18, 40, 44). Es scheint, dass die oberwasserseitige Begrenzung des Kerns mit Neigungen zwischen 1 : 1 und 1 : 0,5 zu den vorteilhaftesten Lösungen führt. In Japan wird für Erdbebenzonen der vertikale Kern als günstigste Lösung empfohlen (R. 29).

Verschiedene Autoren befassen sich mit dem Gewölbeeffekt in Kernschüttungen, die normalerweise grössere Setzungen aufweisen als die anschliessenden Stützkörper. Ueber entsprechende Beobachtungen an ausgeführten Dämmen orientieren ausführlich die Beiträge über die Dämme Mauthausen/Deutschland (R. 6), Brianne/Grossbritannien (R. 26) und Gepatsch/Oesterreich (R. 34), während eine theoretische Untersuchung in R. 44 beschrieben wird. Von dieser Regel abweichende Beobachtungen sind an schwedischen Dämmen gemacht worden (R. 25), die teilweise während des Winters geschüttet wurden. Es finden sich auch Hinweise darauf, dass die extremsten Spannungszustände in Kernschüttungen gegen Ende der Bauzeit auftreten, die auch beim späteren Einstau nicht mehr überschritten werden.

In einigen Fällen ist versucht worden, die Anpassungsfähigkeit von Kernschüttungen an Langzeitbewegungen dadurch zu verbessern, dass im Kernaufbau verschiedene Materialqualitäten (Materialauslese oder Bentonit-Zugabe) verwendet werden (R. 6, 12) oder durch den Einbau von reinen Bentonitzonen an der Kernbasis (R. 35).

2.3.2 Asphaltbeton-Innendichtungen

Bis heute beschränkte sich die Anwendung von Asphaltbetonkernen auf Dämme mittlerer Höhe, das heisst bis etwa 50 m. Die dabei gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass dieses Dichtungssystem äusserst setzungsunempfindlich ist. Als extremes Beispiel kann die Eberlastesperre in Oesterreich angeführt werden (R. 45). Während des Baues sind hier im Verlaufe zweier Jahre auf kurze Distanz sehr unterschiedliche Untergrundsetzungen gemessen worden (30 cm bis 200 cm auf rund 30 m Länge). Die daraus resultierende Scherbeanspruchung im Asphaltbetonkern hat jedoch keinerlei nachteilige Folgen auf seine Dichtigkeit gehabt. Auch die Messergebnisse, die von der Dhünntalvorsperre berichtet werden (R. 47), bestätigen diese Erfahrung.

Als Folge davon gehen heute die Tendenzen dahin, diese Bauweise auch für höhere Schüttdämme bis 100 m und mehr auszuführen. Ein gutes Beispiel dazu gibt das Projekt der 92 m hohen Finstertalsperre (R. 34), welches einen zur Luftseite geneigten (1 : 0,4) Asphaltbetonkern vorsieht, dessen Stärke an der Krone 50 cm beträgt und bis zur Fundation auf 70 cm zunimmt. Es ist interessant festzustellen, dass diese Abmessungen im Vergleich zu früheren Bauwerken trotz grösserer Dammhöhe eher geringer sind. Das vorgesehene Kernmaterial genügt aber allen denkbaren Spannungs- und Deformationszuständen, was

durch die Resultate ausgedehnter Laboruntersuchungen bestätigt wurde. Solche Untersuchungen zeigen ausserdem die Möglichkeit auf, künftig auch für Filterzonen und Drainage Asphaltbeton zu verwenden.

Im weiteren werden für die Asphaltinnendichtung eine ganze Reihe von Vorteilen gegenüber der Asphaltoberflächendichtung erwähnt, wovon vor allem zwei von Bedeutung sind:

Ein Asphaltkern ist wegen seiner grösseren Dicke weniger anfällig für eventuelle Unzulänglichkeiten bei der Arbeitsausführung und kann zudem mit einfacheren Installationen eingebaut werden. Der gleichzeitige Einbau von Kern und beidseitigen Stützkörpern erlaubt ein flexibleres und auch wetterunabhängigeres Bauprogramm sowie unter Umständen sogar einen Teilstau vor Erreichen der endgültigen Dammhöhe.

2.3.3 Asphaltbeton-Oberflächendichtung

Dass die Oberflächendecke nach wie vor die häufigste Anwendung des Asphaltes als Dichtungselement im Talsperrenbau darstellt, mag zu einem guten Teil daher rühren, dass die Asphaltdecke neben ihrer eigentlichen Aufgabe als Abdichtung auch diejenige als Böschungsschutz übernimmt.

Die neueren Lösungen von Asphaltbetondecken betreffen Dämme, die nur ausnahmsweise Höhen von 20 m überschreiten. Die Böschungen weisen Neigungen von 1 : 2,5 bis höchstens 1 : 1,7 auf. Für steilere Böschungen sind Asphaltdichtungen ungeeignet, es sei denn, dass sie abgedeckt werden. Es ist zu bemerken, dass mit neuentwickelten Einbaugeräten vermehrt einschichtige Asphaltdecken in Stärken von 8 bis 12 cm ausgeführt (R. 16, 46) wurden, anstelle des bisher gebräuchlichen Systems von zwei und drei Schichten von je 3 bis 4 cm Stärke (R. 20). Diese Technik lässt ein verbessertes Verhalten der Asphaltbeläge bezüglich Blasenbildung erwarten.

Eine interessante Lösung für besonders stark beanspruchte Belagspartien stellt die Verstärkung mit Polyesternetzen dar, wie sie am Ogliastro-Damm in Sizilien (R. 52) für den Anschluss des Belags an die Herdmauer angewendet wurde.

Besondere Erwähnung verdienen die beiden «Klassiker» unter den Asphaltoberflächendichtungen an den Dämmen Ghrib und Bou Hanifia in Algerien, die 1938 respektive 1941 fertiggestellt wurden (R. 51). Beide Dämme weisen sehr steile wasserseitige Böschungen auf mit Neigungen von 1 : 1 bis 1 : 0,8. Die Dichtung besteht aus zwei dünnen Schichten Asphaltbeton auf einer Unterlage von porösem Beton und versehen mit einer Abdeckung aus armiertem Beton. In beiden Fällen hat sich die eigentliche Dichtungshaut bestens bewährt. Der Ghrib-Damm soll in nächster Zukunft erhöht werden und wird bei dieser Gelegenheit eine neue Abdichtung aus armiertem Beton erhalten. Am Bou Hanifia-Damm soll die schadhaft gewordene Betonabdeckung auf dem alten Asphaltbelag ersetzt werden.

2.3.4 Beton-Oberflächendichtungen

An den Beiträgen zu diesem Thema fällt auf, dass zwei Beispiele vorgestellt werden, die auf den ersten Blick sehr verschieden erscheinen, sich aber in gewissen Punkten doch sehr ähnlich sind. Das erste Beispiel ist der 110 m hohe Cethana-Damm in Tasmanien, dem drei Beiträge gewidmet sind (R. 3, 4, 9); das zweite ist der Pozo de los Ramos-Damm mit einer vorläufigen Höhe von 97 m, der später noch auf 124 m erhöht werden soll (R. 48).

Bei einer minimalen Plattenstärke von 30 cm respektive 35 cm an der Krone wird die maximale Plattendicke bei beiden Dämmen aufgrund von Erfahrungswerten zu 0,5 % der Dammhöhe gewählt. Frühere Ausführungen weisen Werte von 0,5 bis 1,5 % auf. Ebenfalls wird die Armierung empirisch auf 0,5 % des Plattenquerschnittes festgelegt.

In beiden Fällen wird auf Horizontalfugen verzichtet und die Vertikalfugen in sehr ähnlicher Weise angeordnet, in Abständen von 12,2 m respektive 12,0 m.

Am Cethana-Damm liegt die Dichtungshaut auf einer besonders verdichteten, halbundurchlässigen Schüttzone, die ausserdem noch als Schutz während der Bauzeit mit einer Bitumenemulsion besprüht wurde. Die Betonplatte wurde nach vollendeter Dammschüttung mit Hilfe einer raffinierten Gleitschalung aufgebracht, die eine hohe Betonierleistung von 1,8 m pro Stunde bei einer Feldbreite von 12,2 m erlaubte. Auffällig ist das Fehlen einer Drainageschicht oder anderer Einrichtungen zur Ableitung von Sickerwasser unter der Platte.

Für den Pozo de los Ramos-Damm wird folgender Aufbau der Dichtungshaut vorgesehen: Aufbringen einer PVC-Folie auf die vermörtelte Schüttung, eine 20 cm starke Schicht Porenbeton und schliesslich 5 bis 10 Schichten Spritzbeton von je 7 cm Stärke, jede Schicht einzeln mit Stahldrahtnetz armiert. Ausserdem wird ein ausgedehntes Röhrensystem für die Entwässerung zwischen Platte und Dammschüttung sorgen.

Ein ähnliches Drainagesystem wurde übrigens auch am Huinco-Damm in Peru angewendet (R. 31). Die Notwendigkeit solcher Drainagesysteme erscheint allerdings fraglich, wenn man erfährt, dass am Cethana-Damm nach einem Jahr Vollstau das gesamte Sickerwasser aus Damm und Untergrund nur 35 l/s betrug bei einer Dammoberfläche von rund 30 000 m².

2.3.5 Kunststoffabdichtungen

Die Verwendung von dünnen Folien aus Plastikmaterial (PVC und Butylkautschuk) als Dichtungselement für Dämme geringer Höhe wird aus Frankreich berichtet (R. 27) sowie aus der Tschechoslowakei (R. 22).

Für eine einwandfreie Ausführung dieser Art von Abdichtung sind an die Unterlage bestimmte Anforderungen zu stellen: gute Stabilität und geringe Setzungen, rundkörniges Material von feiner Granulometrie und eine wirksame Drainageschicht. Vorzugsweise wird die Folie mit einem Oberflächenschutz versehen, entweder mit vorfabrizierten Betonelementen oder mit einer Steinschüttung auf Sandzwischenlage.

Die Verwendung von PVC-Folien als sekundäre Dichtungshaut unter einer Betonplatte wird aus Spanien mitgeteilt (R. 48).

2.3.6 Abdichtungen im Untergrund

Auf dem Gebiet der Untergrundabdichtung finden die Schlitzwände nach den Erfolgen in Europa auch anderwärts eine immer weitere Verbreitung. Ein interessantes Beispiel ist die Schlitzwand des 91 m hohen Bighorn-Dammes in Kanada (R. 35), die bis in eine Tiefe von 64 m in den Untergrund reicht. Ungewöhnlich ist hier der Anschluss der 60 cm starken Betonwand an den Dammkern. Die Wand dringt 9 m tief in den Kern ein. Zur Verlängerung des Sickerweges im Anschlussbereich wurde eine 9 m breite und 3,8 mm dicke Stahlmembrane über dem Mauerkopf verlegt. Ein «Bentonitpolster» über dem Mauerkopf im Bereich der grössten Fundationstiefe soll die Mauer während des Setzungsvorganges des Dammes vor Ueberbeanspruchung schützen.

Neben den Schlitzwänden werden aber auch heute noch Untergrundabdichtungen im offenen Einschnitt ausgeführt. Das Beispiel einer zellenförmigen begehbaren Betonwand in Peru, die gleichzeitig zur Drainage dient, wird im Beitrag R. 31 beschrieben, und der Beitrag R. 52 gibt eine klassische Lösung einer Betonwand im offenen Einschnitt.

2.3.7 Böschungsschutz

Einen ausgezeichneten Ueberblick über die in den USA gebräuchlichen Methoden des Böschungsschutzes gibt der Beitrag R. 13. Die Vielfalt der Möglichkeiten zeigt sich aus der folgenden Aufzählung: Steinschüttung, Steinsatz, Zementstabilisierung, Ortsbeton, vorfabrizierte Betonelemente, Asphaltbeton, Stahl, Holz und Rasen werden beschrieben. Ausserdem ist ein Abschnitt des Berichtes dem Einfluss des Wellenschlages gewidmet.

In den Berichten R. 38 und R. 39 werden die mögliche Wellenbildung in grossen Stauseen untersucht und die Dimensionierung des Böschungsschutzes aufgrund dieser Resultate beschrieben.

Ueberall da, wo genügend grobes Blockmaterial oder aber Steinbruchmaterial zur Verfügung steht, wird dem Stein- oder Blockwurf als Böschungsschutz der Vorzug gegeben. Verschiedene Lösungen werden beschrieben, für Fälle wo grobblockiges Material fehlt, zum Beispiel Injektion von Oberflächenschichten aus kleineren Steinen (R. 42), Stabilisierung der Oberfläche mit Asphalt (R. 7, 23, 43) oder mit Zement (R. 14). Diese letzte Methode wird vor allem in den USA angewendet, wo sie vom Bureau of Reclamation noch weiter perfektioniert wird.

2.3.8 Messeinrichtungen und Beobachtungen

Verschiedene Berichte geben wertvolle Informationen über das Verhalten von Schüttdämmen und deren Abdichtungselemente während der Bauzeit und während des Betriebes der Stauanlagen. Insbesondere sind hier die Anlagen Cethana (R. 9), Scammonden (R. 18), Assuan (R. 19), Brianne (R. 26), Gepatsch (R. 34) und Dhünnetal (R. 47) zu erwähnen.

Neben detaillierten Beobachtungsergebnissen, die eindrücklich die Bedeutung der Messeinrichtungen vor Augen führen, werden auch diese selbst beschrieben, mit vielen Angaben über verfügbare Typen und deren Messgenauigkeit und Zuverlässigkeit.

Adresse des Verfassers:
Ing. E. Dietlicher
Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG
Postfach, 8022 Zürich

2.4 NEUE IDEEN ZUM RASCHEREN UND RATIONELLEREN BAU VON BETONTALSPERREN

DK 627.810

Harald L. Kreuzer

FRAGE 43:
Generalberichterstatter: H. G. Arthur (USA)
22 Berichte aus 13 Ländern

Einleitung

Dieses Thema war im Vergleich zu den anderen drei des Kongresses am wenigsten gefragt: nur 22 Berichte und 28 Diskussionsbeiträge wurden geboten. Neue Ideen zum rascheren und rationelleren Bau von Betontalsperren sind also rar. Dies zeigt wohl, dass man auf diesem Gebiet bereits an einem hohen Erkenntnisstand angelangt ist.

Das Interesse an dieser Frage wurde durch den zunehmenden Vorsprung im Bau von Staudämmen gegenüber Betonmauern ausgelöst. Von allen über 100 m hohen Talsperren wurde, kumuliert bis zum angegebenen Jahr, folgender Prozentsatz in Beton ausgeführt (siehe auch nachstehende statistische Uebersicht über den Stand des Talsperrenbaues in der Welt):

	bis 1960	82 %
	bis 1970	70 %
Prognose	bis 1975	65 %

Berücksichtigt man zusätzlich noch niedrigere als 100 m hohe Talsperren, wird diese abnehmende Tendenz noch deutlicher.

Die wesentlichen Gründe für diese Entwicklung sind:
- topographisch und geologisch «ideale» Sperrenstellen sind ausgebaut. Was bleibt, begünstigt eher den Bau des anspruchsloseren Dammtypus;
- die Entwicklung in der Massenbetontechnologie hat nicht Schritt gehalten mit dem Fortschritt in der Technik grosser Erdbewegungen;
- der Betonpreis steigt im Vergleich zum Schüttgutpreis wegen seines höheren Lohnkostenanteils stärker an.

Eine andere Entwicklungstendenz scheint den alten Gegensatz zwischen Projektant und Unternehmer weiterhin zu nähren: Während man sich in Entwurf und Berechnung mit eleganten Methoden und verfeinerten Formen dem tatsächlichen Verhalten einer Staumauer besser annähert, versucht man, in der Ausführung auf immer gröbere und einfachere Arbeitsmethoden überzugehen.

Diese auch in der Diskussion zum Ausdruck kommende Tendenz lässt folgende Schlüsse zu, wenn man die Sicherheit der Talsperre als wesentliches Kriterium ins Spiel bringt: Das bessere theoretische Annähern an das tatsächliche statische Verhalten der Staumauer und seiner Widerlager erlaubt entweder die Anwendung vereinfachter, gröberer Ausführungsmethoden — zum Beispiel lässigere Vibration, fugenärmeren Massenbeton — ohne zusätzliche Einbusse an Sicherheit im Vergleich zu bestehenden Mauern hinzunehmen. Oder es erlaubt, bei Anwendung konventioneller Baumethoden, eine entsprechende Reduktion des Sicherheitsfaktors, ohne dabei die Sicherheit — wiederum im Vergleich zu den bestehenden Mauern — zu verringern.

Ein anderes Thema, welches in Berichten und Diskussionen immer wieder angeschnitten wurde, war der Unternehmerwunsch nach detaillierteren Offertunterlagen, wie dies etwa in den USA üblich ist. Die Erstellung solcher Unterlagen, sollen sie verlässlich sein, erfordert intensive Vorstudien, Sondierprogramme und viel Entwurfsaufwand vor der Vergabe. Von dem langfristigen Nutzen eines solchen Vorgehens sind sparsame europäische Auftraggeber immer noch schwer zu überzeugen. Einige Kongressteilnehmer sehen darin eine wirkungsvollere Möglichkeit Kosten einzusparen, als in der Suche nach neuen Methoden und Materialien.

Die Frage 43 war in die folgenden vier Themen unterteilt:

Thema 1: Vereinfachung der Entwürfe

Komplizierte Berechnungsmethoden haben nur eine Berechtigung, wenn sie nicht genauer sind als ihre Grundlagen (Eingabewerte) und Randbedingungen. Einen solchen Grenzzustand hat man teilweise mit der heutigen Entwicklung erreicht, wenn nicht schon überschritten. Daher ist eine Tendenz zu sinnvoller Vereinfachung erkennbar (R. 2, 13, 16).

Dasselbe gilt für die Ausbildung konstruktiver Details:

— wenige und einfachere Blockfugen ohne luftseitiges Fugenband (R. 20) und Ersatz von wasserdichten Zementemulsionen anstelle des wasserseitigen Fugenbandes. Verzahnung der Blockfugen ist nicht mehr «en vogue» (R. 6, 7, 10, 14);

— vermehrte Verwendung von vorgefertigten Elementen, besonders für Schalungen (R. 2, 3, 6, 8, 10, 15);

— konzentrierte Anordnung von Mauerdurchlässen in einer Zone, welche dann während des Baues gesondert vom übrigen Laufbandbetrieb behandelt wird (R. 3).

Hier kann auch der Ruf des Unternehmers (P. Lodigiani) nach einer Vereinfachung der Spezifikationen genannt werden.

Thema 2: Verbesserung von Baumethoden

Für dieses Thema wurde von den beiden sogenannten «Asilomar-Conferences» (1, 2) wertvolle Pionierarbeit geleistet. Der Grossteil der darüber am Kongress diskutierten Probleme ist schon in den Veröffentlichungen über diese beiden Konferenzen enthalten.

Kontinuierliche Betonherstellung und blockfreie Betoneinbringung sind Möglichkeiten, die landläufigen Baumethoden zu verbessern (R. 1, 6, 7, 10). Diese recht revolutionierende Aenderung kann schrittweise durch immer grösser werdende Blockbreiten erreicht werden. Sie erfordert allerdings eine vollkommen neue Anordnung der entsprechenden Zulieferinstallationen (Förderbänder, Mischer), welche nicht für alle Sperrenstellen und sicher nur für wenige Bogenmauern geeignet sind. Nicht nur in der Schweiz scheint eine kontinuierliche Betonierung uninteressant, solange es keinen abbindewärmearmen Zement gibt.

Eine Vereinfachung in der Verarbeitung bringt die Anwendung von steifem, schwach dosiertem Beton im Talsperrenbau («No-Slump» oder «Dry-Lean-Concrete»). Diese Betonarten sind allerdings nichts Neues: die US-Gewichtsmauern Arrowrock (1915) und Elephant Butte (1916) wurden beide mit einem Zementgehalt des Kernbetons von 117 kg/m³ betoniert, und der in Grossbritannien entstandene «Dry-Lean-Concrete» (auch «Leanmix» genannt) wurde schon vor 30 Jahren im Flughafen- und Strassenbau verwendet. Man könnte also eher von einer Renaissance im Talsperrenbau sprechen, da diese Betonarten der Suche nach vereinfachter und kontinuierlicher Betonherstellung entgegenkommen (R. 21). Für Transport und Verdichtung können Förderbänder und der für Schüttdämme übliche Gerätepark (Kipper, Bulldozer, Planierraupen, Vibrowalzen usw.) verwendet werden. Versuche des US-Corps of Engineers mit «No-Slump-Concrete» (Dosierung: 43 kg/m³ Portlandzement plus 45 kg/m³ Flugasche, Wassergehalt etwa 70 l/m³, Maximalkorn 76 mm) ergaben 90-Tage-Druckfestigkeiten zwischen 175 und 210 kg/cm² (je nach Zuschlagstoffart) und einen Temperaturanstieg von nur 7 °C nach 28 Tagen. 230 m³ Beton können je Stunde kontinuierlich in 30 cm Lagen geschüttet und vibriert werden (R. 7). Dieser Arbeitsfortschritt bedingt jedoch eine maschinelle Arbeitsfugenreinigung (Lit. 1, S. 317).

Die Anwendung solch steifer und schwach dosierter Betone ist wohl nur für massige Gewichtsmauern vorstellbar, da 1. in ihnen die Sicherheit hauptsächlich durch Stabilitätskriterien und nicht durch zulässige Spannungen bestimmt wird und 2. da die Ersparnis eines vereinfachten Betonierprozesses erst bei grösseren Betonvolumina (etwa ab 100 000 m³) deutlich wird.

Ausgeführte Beispiele sind die Alpe-Gera- (1,7 Mio m³) und Quaira-della-Miniera- (610 000 m³) Gewichtsmauern in Italien (R.21). Der Kernbeton der oberen Hälfte der Alpe-Gera-Mauer ist mit einem Magerbeton folgender Eigenschaften ausgeführt: Zement-Gehalt 115 kg/m³, Wasser-Zement Faktor etwa 1,1, Druckfestigkeit nach 90 Tagen 225 kg/cm² und nach 1 Jahr 280 kg/cm². Gegenüber einem konventionellen Massenbetonentwurf musste eine Volumenzunahme von ungefähr 6 Prozent in Kauf genommen werden. Der Gesamteinheitspreis je m³ Beton reduzierte sich jedoch um rund 15 Prozent gegenüber dem konventionellen Typ — abgesehen von der Zement- und Kühlersparnis — besonders aufgrund der Anwendung einer kombinierten Beton- und Erdbautechnik. Für die Ausführung der Dworshak-Gewichtsmauer (Idaho, USA) wurde von einem Unternehmer (Dravo Corp.) durch den Vorschlag eines stark vereinfachten Betonierbetriebes der Betonpreis auf die Hälfte gegenüber der Ausschreibung reduziert (Fig. 1 nach Lit 1, S. 265; siehe Tabellen zu diesem Bericht). Dabei wird zum Beispiel Rissbildung im Kernbeton zugelassen und als unbedeutend angesehen, da die Dichtigkeit der Mauer durch vorgefertigte Schalelemente und begrenzte wasserseitige Dichtung gesichert wird.

Thema 3: Neue Materialien

Fazit dieses Themas ist, dass der immerwährende Wunsch nach einem idealen Zement ohne Wärmeentwicklung, ohne Schrumpfung und mit besserer Zugfestigkeit auch nach dieser ICOLD-Runde unerfüllt bleibt. (Generalberichterstatter H. G. Arthur: «We cannot wait for new cement».)

Für kleinere Talsperrenbauten schlagen französische Ingenieure die Verwendung von Verbundmaterialien vor (R. 3). Dabei kommt man durch die Verbindung mehrerer Materialien in den Genuss der positiven Eigenschaften beider (klassisches Beispiel: Stahlbeton). Dies eignet sich besonders dort, wo — wie etwa bei Pfeilerkopfmauern — durch eine unterschiedliche Beanspruchung der Bauteile auch unterschiedliche Anforderungen an den Baustoff gestellt werden: für die druckbeanspruchten Pfeiler wird Beton, für die dazwischenliegenden Bogen vorgefertigte Glasfiber- oder Stahlplatten verwendet. Eine ähnliche Neuheit aus dem französischen Lager ist auch die vielzitierte «Terre Armée» (R. 3, u. Lit. 3). Dieser Baustoff, der, wie der Name sagt, eine Kombination von Blechmembranen und Schüttgutfüllung darstellt, wird vielleicht auch einmal für hohe Talsperren anwendbar sein.

Das US-Bureau of Reclamation (Grand Coulee, Pueblo Dam) hat gute Erfahrungen mit Materialien auf Kunstharzbasis für die Behandlung horizontaler Baufugen gewonnen (R. 6 und Lit. 2, S. 55). Die Verwendung solcher Kunstharze macht eine Fugenreinigung hinfällig.

Thema 4: Fortschritt an Baugeräten

Verbesserte Baumethoden — wie in Thema 2 zu dieser Frage behandelt — hängen stark mit der Entwicklung oder Anwendung neuer Baugeräte zusammen. Die wesentlichen Neuerungen auf diesem Sektor sind daher bereits vorhin angedeutet worden: Förderbänder und Kipper für Betontransport, Planierfahrzeuge für die Ausbreitung, Vibrowalzen und Vibriergeräte mit rechteckigen Vibrationsplatten,

DWORSHAK GEWICHTSMAUER
(Idaho, USA)

Kosten je m³ Massenbeton (1970) für ein Totalvolumen von 5 Mio m³
— in US-$/m³ —

1. VORSCHLAG DES US CORPS OF ENGINEERS:

	Material	Zuschlagstoffe		Mischung	Beton	Verteilung	Druckluft Wasser	Schalung		Arbeitsfugen Reinig.	Nachbehandlung des Betons			Gesamtkosten
	Zuschlagstoffe 2,60 Zement 3,90	Aufbereitung	Kühlung		Transport	Vibration	Beleuchtung	Wasser u. Luftseite Innenfugen	Blockfugen		Feuchthalten	Kälteisolat.	Nachkühlung	
Arbeit und Material	6,50	0,26	0,26	0,85	2,09	0,85	0,33	1,24	1,11	1,18	0,20	0,85	0,85	16,57
Bauinstallationen	—	0,20	0,33	0,46	1,63	—	0,26	—	—	—	—	—	0,13	3,01
Total	6,50	0,46	0,59	1,31	3,72	0,85	0,59	1,24	1,11	1,18	0,20	0,85	0,98	19,58

2. VORSCHLAG DES UNTERNEHMERS (DRAVO CORP.):

	Material	Zuschlagstoffe	kontinuierliche Mischung	Betontransport	Verteilung	Druckluft Wasser	Vorgefertigte Schalung	Nachbehandlung des Betons	Gesamtkosten
	Zuschlagstoffe 2,60 Zement 3,90	Aufbereitung		(Förderbänder)	Vibration	Beleuchtung	für Wasser- u. Luftseite	Kälteisolation (Membran)	
Arbeit und Material	6,50	0,26	0,39	0,32	0,13	0,33	1,31	0,20	9,44
Bauinstallationen	—	0,13	0,13	0,20	0,07	0,26	—	—	0,79
Total	6,50	0,39	0,52	0,52	0,20	0,59	1,31	0,20	10,23

Fugenreinigungsmaschinen mit Stahlbürsten oder Fräsköpfen. In den Diskussionen wurde direkt zu diesem Thema kein einziger Beitrag geliefert.

Zusammenfassung

Abschliessend soll eine Uebersetzung der Zusammenfassung der Diskussionen zu dieser Frage wiedergegeben werden. Sie wurde von dem Generalberichterstatter H. G. Arthur und dem Expertenteam dieser Frage, bestehend aus P. Lodigiani (Italien), Prof. J. P. Stucky (Schweiz), C. Duelo (Spanien) und C. F. Groner (Norwegen) zusammengestellt:

«Wie schon aus den Berichten hervorgegangen ist, haben auch die Diskussionen bestätigt, dass die Verfasser Ersparnisse in zwei hauptsächlichen Richtungen suchen:

1. Im Bau von einfachen voluminösen Bauten, wie etwa Gewichtsmauern, wo Ersparnisse durch rationelle Betoneinbringung erzielt werden. Hier scheint ein steifer, schwach dosierter Beton (‚No-slump-concrete') eine Beantwortung des Problems zu bringen. Versuche, welche in den Vereinigten Staaten durchgeführt wurden, haben aufschlussreiche Resultate geliefert. Die Beigabe von bestimmten Zusatzmitteln kann die Hydrationswärme reduzieren.

2. In der Ausarbeitung von sehr fortgeschrittenen Entwürfen, die sich besonders gut an die Sperrenstelle angleichen, wodurch eine Reduktion des Bauvolumens — allerdings auf Kosten eines höheren Einheitspreises — möglich wird. In diese Kategorie können wir die Bogenmauern einordnen, und bei ihnen scheint es schwierig, den heutigen Konstruktionsablauf noch weiter zu verbessern. Dies wäre nur durch eine grundlegende Aenderung der Zementeigenschaften möglich, was aufgrund der Wärmeentwicklung während des chemischen Abbindeprozesses heute als unrealistisch betrachtet werden muss.

Eingehend erwähnt wurde auch das menschliche Verhältnis zwischen Sperreneigentümer, Projektant und Unternehmer. Aus vielen Berichten ist indirekt zu entnehmen, dass manchmal eine angespannte Lage durch den Vertragsaufbau und die Art der Abmachungen zwischen Berater — Projektant einerseits und Berater — Unternehmer anderseits entsteht.

Es wurde auch die Notwendigkeit hervorgehoben, dem Unternehmer schon zu Beginn einen stark detaillierten Entwurf zur Verfügung zu stellen, welcher ihm ein gründliches Studium der Baumethoden ermöglicht und wodurch er die Verwirklichung seines Programmablaufes ohne unvorhergesehene Rückwirkungen ausführen kann. Dabei ist es von wesentlicher Bedeutung, möglichst genaue Kenntnis geologischer Daten des Untergrundes zu haben, welche mit Hilfe von detaillierten Untersuchungen schon zu Beginn der Studien erhalten werden.»

LITERATURANGABEN

[1] ASCE: Rapid Construction of Concrete Dams. Proc. of the Eng. Foundation Research Conference (Asilomar Conference), March, 1970.

[2] ASCE: Economical Construction of Concrete Dams, Proc. of the Eng. Foundation Conference (Asilomar Conference), May, 1972.

[3] H. Vidal: La Terre Armée, Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et de Travaux Publics, No. 259/260, 1969.

Adresse des Verfassers:

Dr. Ing. H. L. Kreuzer,
Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG
5400 Baden

3. Statistische Uebersicht über den Stand 1973 des Talsperrenbaus in der Welt

DK 627.8 (100)

Niklaus Schnitter

Auf den 11. Internationalen Talsperrenkongress in Madrid 1973 wurde das Weltregister der Talsperren völlig neu herausgegeben[1]. Es enthält die wichtigsten Dimensionen und weitere Angaben über 15 300 erstellte, in Bau befindliche und geplante Talsperren in 112 Ländern, worunter von den wichtigsten nur China fehlt. Aufgrund der Daten im Register und einiger zusätzlicher Informationen wurden die nachstehenden sechs Tabellen und zwei Graphiken erstellt. Letztere zeigen anhand des Bestandes an Talsperren von über 100 m Höhe die sukzessive Ablösung der verschiedenen Bautypen — ein Bild, das für viele Bereiche der Technik typisch ist — sowie die fortschreitende Ausweitung des Talsperrenbaus über seine sich einer gewissen Sättigung nähernden Stammgebiete Europa und Nordamerika hinaus.

[1] World Register of Dams / Registre mondial des barrages. Com. int. des grands barrages (CIGB), Paris 1973.

DIE 20 HÖCHSTEN STAUMAUERN — Tabelle 1

Rang	Name	Land	Fertigstellung Jahr	Typ	Grösste Höhe m
1.	Grande Dixence	Schweiz	1962	Gewicht	285
2.	Inguri	USSR (Georgien)	1976	Bogen	272
3.	Vajont (Ausser Betrieb)	Italien	1961	Bogen	262
4.	Sayany	USSR (Sibirien)	1977	Bogengewicht	242
5.	Mauvoisin	Schweiz	1957	Bogen	237
6.	Chirkey	USSR (Kaukasus)	im Bau	Bogen	233
7.	Bhakra (Gobindsagar)	Indien (Punjab)	1963	Gewicht	226
8.	Hoover (Boulder)	USA (Arizona/Nevada)	1936	Bogengewicht	221
9.	Contra	Schweiz	1965	Bogen	220
10.	Mratinje	Jugoslawien	1973	Bogen	220
11.	Dworshak	USA (Idaho)	1973	Gewicht	219
12.	Glen Canyon	USA (Arizona)	1964	Bogengewicht	216
13.	Toktogul	USSR (Kirghiz)	im Bau	Bogengewicht	215
14.	Johnson (Manic 5)	Canada (Quebec)	1968	Gewölbereihe	214
15.	Auburn	USA (California)	1981	Bogen	210
16.	Luzzone	Schweiz	1963	Bogen	208
17.	Pahlevi (Dez)	Iran	1963	Bogen	203
18.	Almendra	Spanien	1970	Bogen	202
19.	Reza	Iran	1973	Bogen	200
20.	Kölnbrein	Oesterreich	1978	Bogen	198

DIE 20 GRÖSSTEN STAUMAUERN — Tabelle 2

Rang	Name	Land	Fertigstellung Jahr	Typ	Mauervolumen m³
1.	Sayany	USSR (Sibirien)	1977	Bogengewicht	9 120 000
2.	Grand Coulee	USA (Washington)	1942	Gewicht	7 450 000
3.	Grande Dixence	Schweiz	1962	Gewicht	5 960 000
4.	Nagarjunasagar	Indien (Andhra Pr.)	1969	Gewicht	5 600 000
5.	Dworshak	USA (Idaho)	1973	Gewicht	4 970 000
6.	Shasta	USA (California)	1945	Gewicht	4 760 000
7.	Auburn	USA (California)	1981	Bogen	4 590 000
8.	Bratsk	USSR (Sibirien)	1964	Pfeiler	4 420 000
9.	Ust-Ilim	USSR (Sibirien)	1975	Gewicht	4 400 000
10.	Krasnoyarsk	USSR (Sibirien)	1967	Gewicht	4 350 000
11.	Bhakra (Gobindsagar)	Indien (Punjab)	1963	Gewicht	4 130 000
12.	Inguri	USSR (Georgien)	1976	Bogengewicht	3 800 000
13.	Glen Canyon	USA (Arizona)	1964	Bogen	3 750 000
14.	Libby	USA (Montana)	1972	Gewicht	3 230 000
15.	Toktogul	USSR (Kirghiz)	im Bau	Bogengewicht	2 660 000
16.	Ilha Solteira	Brasilien	im Bau	Gewicht	2 600 000
17.	Hoover (Boulder)	USA (Ariz./Nev.)	1936	Bogengewicht	2 490 000
18.	Zeya	USSR (Sibirien)	1975	Pfeiler	2 400 000
19.	Lenin (Kujbyschew)	USSR (Wolga)	1955	Gewicht	2 270 000
20.	Johnson (Manic 5)	Canada (Quebec)	1968	Gewölbereihe	2 260 000

DIE 20 HÖCHSTEN STAUDÄMME — Tabelle 3

Rang	Name	Land	Fertigstellung Jahr	Grösste Höhe m
1.	Nurek	USSR (Tadschikistan)	1977	317
2.	Mica	Canada (Brit. Columbia)	1973	242
3.	Esmeralda (Chivor)	Kolumbien	1975	237
4.	Oroville	USA (California)	1968	236
5.	Keban	Türkei	1974	207
6.	New Melones	USA (California)	1974	190
7.	Bennet	Canada (Brit. Columbia)	1967	183
8.	Dartmouth	Australien	1978	180
9.	New Don Pedro	USA (California)	1971	178
10.	Takase	Japan	1977	176
11.	Hasan Ugurlu	Türkei	1978	175
12.	Charvak	USSR (Usbekistan)	1970	168
13.	Kremasta	Griechenland	1965	165
14.	Trinity	USA (California)	1962	164
15.	Talbingo	Australien	1971	162
16.	Fierze	Albanien	im Bau	158
17.	Swift	USA (Oregon)	1958	156
18.	Göscheneralp	Schweiz	1960	155
19.	Gepatsch	Oesterreich	1965	153
20.	New Exchequer	USA (California)	1966	149

DIE 20 GRÖSSTEN STAUDÄMME — Tabelle 4

Rang	Name	Land	Fertigstellung Jahr	Schüttvolumen m³
1.	Tarbela	Pakistan	1975	121 000 000
2.	Fort Peck	USA (Montana)	1940	96 000 000
3.	Oahe	USA (S. Dakota)	1963	70 300 000
4.	Costerschelde	Niederlande	1978	70 000 000
5.	Gardiner	Canada (S. Saskatch.)	1968	65 100 000
6.	Mangla	Pakistan	1967	65 000 000
7.	Afsluttdijk (Zuiderzee)	Niederlande	1932	63 400 000
8.	Oroville	USA (California)	1968	59 600 000
9.	San Luis	USA (California)	1967	59 400 000
10.	Nurek	USSR (Tadschikistan)	1977	58 000 000
11.	Garrison	USA (N. Dakota)	1956	50 800 000
12.	Cochiti	USA (New Mexico)	1974	46 600 000
13.	Deir ez-Zov (Tabqa)	Syrien	1975	46 000 000
14.	Kiev	USSR (Ukraine)	1964	44 400 000
15.	Bennet	Canada (Brit. Columbia)	1967	43 700 000
16.	Sadd-el-Aali	Aegypten	1970	41 100 000
17.	Dantiwada	Indien (Gujarat)	1965	41 000 000
18.	Saratov	USSR (Wolga)	1967	40 400 000
19.	Fort Randall	USA (S. Dakota)	1956	38 400 000
20.	Kanev	USSR (Ukraine)	im Bau	37 900 000

DIE 20 LEISTUNGSFÄHIGSTEN HOCHWASSERENTLASTUNGEN — Tabelle 5

Rang	Name	Land	Fertigstellung Jahr	Typ	Ableitvermögen m³/s	Leistung * 1000 MW
1.	Mangla	Pakistan	1967	2 Seitenrinnen	51 000	46
2.	Srisailam	Indien	im Bau	Mauerüberfall	37 400	40
3.	Oroville	USA (California)	1968	Seitenrinne	18 400	39
4.	Tarbela	Pakistan	1975	2 Seitenrinnen	39 500	38
5.	Guri	Venezuela	1968	Mauerüberfall	40 000	35
6.	Amistad	USA/Mexico	1969	Mauerüberfall	43 700	33
7.	Sayany	USSR	1977	Mauerdurchlässe	15 500	33
8.	Nagarjunasagar	Indien	1972	Mauerüberfall	32 600	30
9.	Grand Coulee	USA (Washington)	1942	Mauerüberfall	28 300	27
10.	Reza	Iran	1974	Seitenrinne	16 200	25
11.	Esmeralda (Chivor)	Kolumbien	1975	Seitenrinne	10 600	25
12.	Netzahualcoyotl	Mexico	1964	Seitenrinne	21 800	21
13.	New Don Pedro	USA (California)	1971	Seitenrinne	13 400	21
14.	Hoover (Boulder)	USA (Ariz./Nevada)	1936	2 Schrägschächte	11 300	19
15.	Keban	Türkei	1974	Seitenrinne	12 000	18
16.	Auburn	USA (California)	1981	Seitenrinne	8 900	18
17.	Bennet	Canada (Brit. Col.)	1967	Seitenrinne	10 200	17
18.	Chief Joseph	USA (Washington)	1958	Mauerüberfall	35 400	16
19.	Garrison	USA (N. Dakota)	1956	Seitenrinne	23 400	14
20.	John Day	USA (Oregon)	1968	Mauerüberfall	63 700	14

* 10 x Ableitvermögen x Fallhöhe (Stauziel minus Unterwasserspiegel)

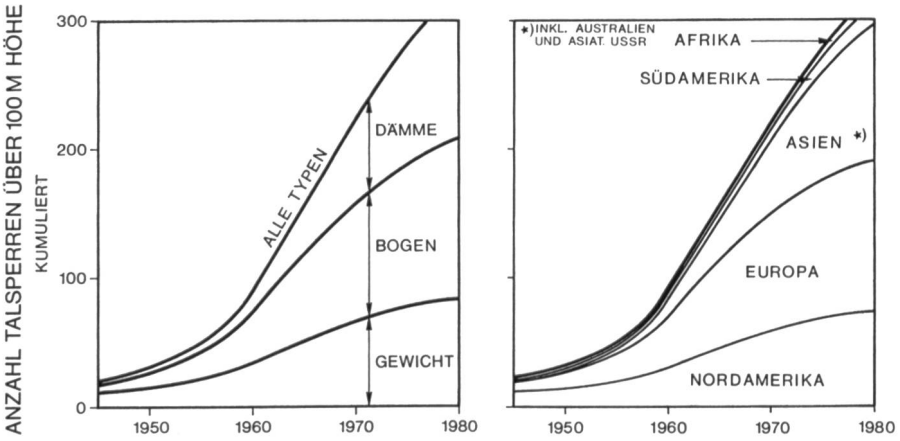


Bild 1
Graphiken zur Entwicklung des Talsperrenbaues in der Welt

DIE 20 GRÖSSTEN STAUSEEN

Tabelle 6

Rang	Name der Talsperre	Land	Fertigstellung Jahr	Talsperre Typ	Totaler Stauinhalt Mio m³
1.	Owen Falls (Victoriasee*)	Uganda	1954	Gewicht	204 800
2.	Bratsk	USSR (Sibirien)	1964	Pfeiler und Damm	169 300
3.	Sadd-el-Aali	Aegypten	1970	Damm	164 000
4.	Kariba	Rhodesien/Sambia	1959	Bogen	160 400
5.	Akosombo	Ghana	1965	Damm	148 000
6.	Johnson (Manic 5)	Canada (Quebec)	1968	Gewölbereihe	141 900
7.	Krasnoyarsk	USSR (Sibirien)	1967	Gewicht	73 300
8.	Bennet	Canada (Brit. Columbia)	1967	Damm	70 300
9.	Zeya	USSR (Sibirien)	1975	Pfeiler	68 400
10.	Sanmen	China (Honan)	1962	Gewicht	65 000
11.	Cabora Bassa	Mozambique	1974	Bogen	63 000
12.	Ust-Ilim	USSR (Sibirien)	1975	Gewicht und Damm	59 300
13.	Lenin (Kujbyschew)	USSR (Wolga)	1955	Gewicht und Damm	58 000
14.	Buchtarma	USSR (Altay)	1960	Gewicht	53 000
15.	Irkutsk (Baikalsee*)	USSR (Sibirien)	1956	Gewicht und Damm	46 000
16.	Hoover (Boulder)	USA (Arizona/Nevada)	1936	Bogengewicht	36 700
17.	Vilyui	USSR	1967	Damm	35 900
18.	22. Parteitag (Wolgograd)	USSR (Wolga)	1958	Gewicht und Damm	33 500
19.	Glen Canyon	USA (Arizona)	1964	Bogengewicht	33 300
20.	Churchill Falls	Canada (Newfoundland)	1971	Dämme	32 300

Talsperrenbau in China

Dk 627.8 (51)

Niklaus Schnitter

China ist ein klassisches Land des Wasserbaus und verfügt auch auf diesem Gebiet über eine sehr lange Tradition [1]. Darauf aufbauend weitete sich in den letzten Jahrzehnten die wasserbauliche Aktivität stark aus, doch war darüber seit der kommunistischen Machtübernahme im Jahre 1949 wenig Konkretes zu erfahren [2]. Am 11. internationalen Talsperrenkongress in Madrid erschien nun erstmals eine chinesische Gast-Delegation, die einen recht ausführlichen Bericht über den Talsperrenbau in China verteilte, aus dem nachstehend einige besonders interessante Punkte wiedergegeben seien [3].

Das gewaltige Ausmass der unternommenen Anstrengung geht aus folgenden Zahlen über die von 1949 bis 1972 erstellten Talsperren hervor:

Grösste Höhe	Erddämme	Steindämme	Gewichtsmauern	Pfeilermauern	Bogenmauern	Total
15—30 m	10 863	92	207	16	140	11 318
30—60 m	998	34	81	11	29	1 153
über 60 m	16	3	15	4	8	46
Total	11 877	129	303	31	177	12 517

Das Gesamttotal erreicht die Grössenordnung der Anzahl Bauwerke von über 15 m Höhe in der übrigen Welt gemäss dem auf den Madrider Kongress neu herausgegebenen Weltregister der Talsperren [4].

Allerdings handelt es sich bei 87 Prozent des Gesamttotals um 15 bis 30 m hohe Erddämme, von denen zwei Drittel einen einfachen homogenen Aufbau aufweisen. Diese Bauart eignet sich selbstverständlich besonders gut für den Einsatz grosser Massen von bautechnisch wenig geschulten Landarbeitern, die zu solchen Arbeiten abkommandiert werden, wenn die Bestellung der Felder ruht. Auch von den höheren Erddämmen sind noch die Hälfte vom homogenen Typ. Die übrigen weisen einen zentralen oder einen geneigten wasserseitigen Kern auf und entsprechen in ihrem Aufbau durchaus modernen Konstruktionsprinzipien. Das gleiche gilt für die Mehrzahl der Steindämme, unter denen sich aber auch zwei traditionelle Typen befinden, die gelinde gesagt etwas riskant erscheinen (Bild 1). Einige Steindämme wurden durch gezieltes Absprengen der Talflanken erstellt, eine Bauweise, die auch in der Sowjetunion gelegentlich angewandt wird, in der übrigen Welt aber praktisch unbekannt ist (Bild 2).

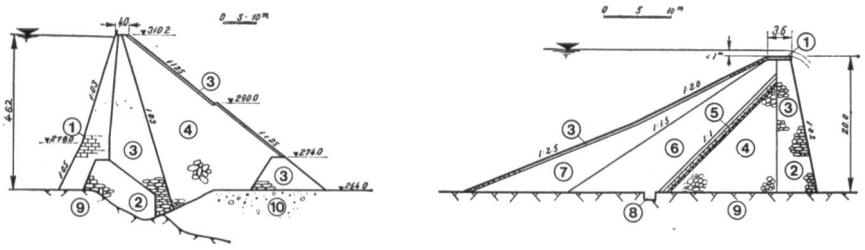


Bild 1 Querschnitte zweier spezifisch chinesischer Steindammtypen:

1 vermörteltes Quadermauerwerk;
2 vermörteltes Bruchsteinmauerwerk;
3 Trockenmauerwerk; 4 Steinschüttung;
5 Filterschichten; 6 Ton; 7 Lehm;
8 Anschlussschlitz; 9 Felsuntergrund und 10 Alluvion.

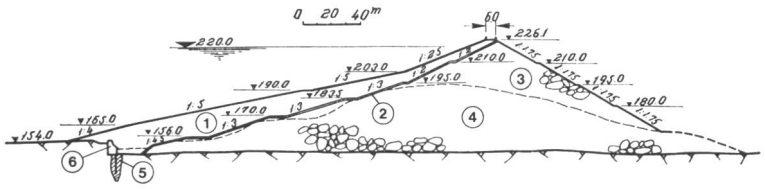


Bild 2 Der 1960 durch gezieltes Absprengen der Talflanken errichtete Steindamm Nanschui in Kwangtung (Südchina): 1 Lehm; 2 Filterschicht; 3 von Hand eingebrachte Steinschüttung; 4 Sprengschutt; 5 Injektionsschleier und 6 oberwasserseitiger Fangdamm aus Beton.

Von den 511 Staumauern von über 15 m Höhe bestehen 86 Prozent aus Mauerwerk, das im Gegensatz zu Beton wiederum besser für Handarbeit geeignet ist und auch viel weniger Zement erfordert. Unter den Bogenmauern allein ist der Anteil an Mauerwerksbauten sogar noch grösser, obschon die höheren, neuerdings auch doppelt gekrümmten Bauwerke natürlich aus Beton bestehen. Typisch für letztere ist die 58 m hohe und 220 m lange Ouyanghai Bogenmauer in Hunan (Südchina), welche im oberen Drittel fünf grosse Oeffnungen aufweist, durch die insgesamt 6090 m³/s abgeleitet werden können. Mehrheitlich aus Beton bestehen die Pfeilerstaumauern des Rundkopf-, Platten- oder Vielfachbogentyps. Unter diese fällt auch die 1960 fertiggestellte, 105 m hohe «Noetzli»-Mauer Hsinfengkiang in Kwangtung (Südchina), die infolge der durch ihre Stauhaltung hervorgerufenen Erdbeben Längsrisse unterhalb der Krone bekam und zweimal verstärkt werden musste. Darüber rapportierte die chinesische Delegation im Rahmen der 40. Kongressfrage sehr freimütig und verteilte einen äusserst detaillierten Bericht [5].

Die von den chinesischen Talsperren aufgestauten Speicher weisen grösstenteils Inhalte von unter 10 Mio m³ auf. Nur 10 Prozent liegen zwischen 10 und 100 Mio m³, während die letztgenannte Zahl lediglich von 2 Prozent der Stauseen überschritten wird. Ihrer Bestimmung nach erfüllen sie meist mehrere Zwecke gleichzeitig, wie Bewässerung, Hochwasserschutz und Energieerzeugung.

LITERATUR:

[1] H. Li: Die Geschichte des Wasserbaues in China. «VDI-Beiträge zur Geschichte der Technik» 1931, p. 59—73 und J. Needham: Science and Civilisation in China, University Press, Cambridge 1971, Vol. 4, part III, p. 211—378.

[2] J. Chenais: Le développement hydroélectrique de la Chine populaire. «La houille blanche» 1959, p. 439—449.

[3] C. Kuang-tou, C. Chun-ting, L. Kuei-fen and L. Ling-yao: Construction of Dams for Water Conservancy in the People's Republic internat. des grands barrages, Paris 1973.

[4] World Register of Dams / Registre mondial des barrages. Com. nternat. des grands barrages, Paris 1973.

[5] S. Chung-kang, C. Hou-chun, C. Chu-han, H. Li-sheng, L. Tzu-chiang, Y. Cheng-jung and W. Ta-chun: Eearthquakes Induced by Reservoir Impounding and their Effect on the Hsinfengkiang Dam. Peking 1973.

Adresse des Verfassers und der Illustrationen:
N. Schnitter, Dipl. Ing. ETH,
Stv. Direktor, Motor-Columbus Ingenieurunternehmung AG,
5401 Baden

4. Studienreisen

4.1 NORDWESTSPANIEN

DK 061.32 (100) : 627.81

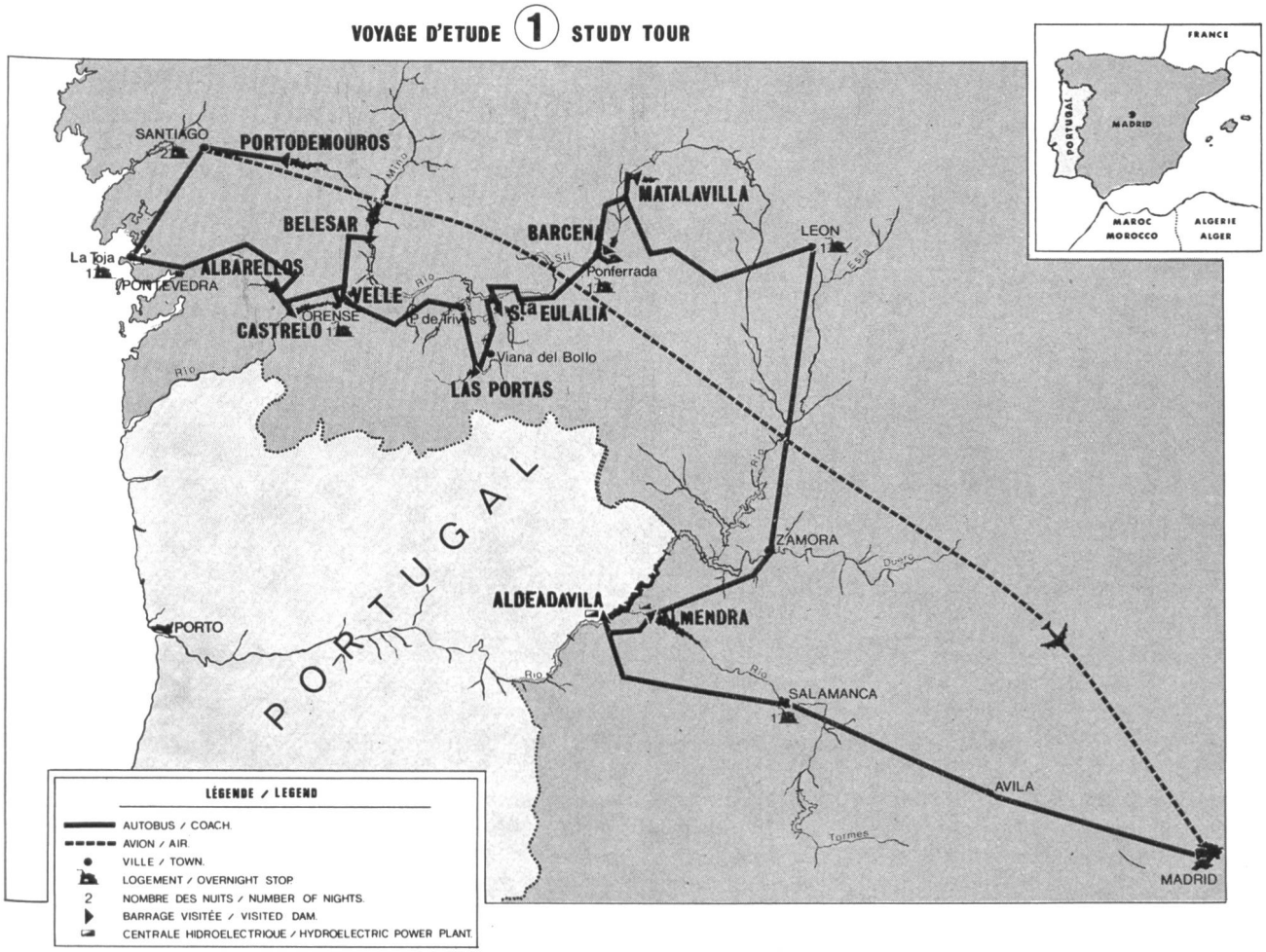
Madrid — Salamanca — Leon — Galizien

Toni R. Schneider

Das reichhaltige Besuchsprogramm — die Besichtigung von insgesamt 12 Talsperren war vorgesehen — und das nicht alltägliche, vom heutigen Massentourismus vorläufig noch verschonte Reiseziel, das Bergland von Galizien mit seiner die NW-Ecke Spaniens bildenden Küste, machten die Studienreise Nr. 1 zu einer der begehrtesten des Kongresses. Nach den üblichen organisatorisch und gepäckbedingten Verzögerungen, nahmen denn auch am Samstag, 16. Juni 1973 rund 130 Personen, verteilt auf vier moderne, klimatisierte Pullmancars den Weg unter die «Räder». Die Reise führte zuerst von Madrid aus in nordwestlicher Richtung über das einzige in Betrieb befindliche Autobahnteilstück des Landes. Das technische Kernstück der Anlage bildet vorläufig der rund 4 km lange, doppelröhrige Tunnel, mit welchem die Sierra de Guadarrama unterfahren wird. Nach wenigen Kilometern endete die Autobahn nördlich des Tunnels, an einer Baustelle. Von diesem Punkte führte die rund 1800 km lange Tour über das alte Strassennetz Spaniens. Um die Mittagszeit wurde Avila erreicht, eine der wenigen Städte, die noch eine vollständig erhaltene Ringmauer mit über 90 Türmen besitzt. Die Stadtbesichtigung konzentrierte sich hauptsächlich auf die gotische Kathedrale sowie die alten Wehranlagen, die ein dankbares Objekt für die vielen Fotoamateure abgaben (Bild 1).

Am Abend erreichte die Tour Salamanca. Die Stadtbesichtigung galt hier neben der in einem warmen, gelblichen Sandstein erbauten Kathedrale, hauptsächlich der aus dem 13. Jahrhundert stammenden Universität, die eine der ältesten Europas ist. Besonders interessant waren die Schilderungen der Prüfungen, die es seinerzeit zur Erlangung der Doktorwürde abzulegen galt. Bemerkenswert waren auch die einem erfolgreichen Bestehen folgenden Festlichkeiten und Rituale, die — wie könnte es in Spanien anders sein — mit einem Stierkampf endeten. Mit dem Blute des getöteten Stieres konnte hierauf der neu ernannte Doktor seinen Namen zum ewigen Gedächtnis an die Wände der Universität und anderer wichtiger Gebäude der Stadt schreiben. Diese Inschriften sind heute noch zum Teil deutlich lesbar (Bild 2). Der Universitätscharakter der Stadt wurde anlässlich des Empfanges beim Bürgermeister durch gesangliche und tänzerische Vorführungen einer Studentengruppe in historischen Kostümen noch unterstrichen.

Der nächste Tag brachte mit den Talsperren Aldeadávila und Almendra der IBERDUERO SA die ersten technischen Besichtigungen. Die beiden Anlagen bilden insofern eine Einheit, als die Stauhaltung Aldeadávila das Unterwasser des Pumpspeicherwerkes Villarino (installierte Leistung 540 kVA, mittlere Jahresleistung 1234 GWh) mit der Sperrstelle des Oberbeckens von Almendra darstellt. In den beiden besichtigten Kavernenzentralen ist die — verglichen mit alpinen Verhältnissen — kompakte Ausbildung



Routenskizze der Studienreise 1 nach dem Nordwesten von Spanien

der zum kristallinen Sockel der spanischen Meseta gehörenden Granite bemerkenswert. In den architektonisch schön gestalteten Hohlräumen konnte auf Verkleidungen der Seitenwände weitgehend verzichtet werden. In Villarino war es sogar möglich, die Kranbahn ohne spezielle Sicherungsmassnahmen, auf einem natürlichen Absatz im Granit zu verlegen. Dass örtlich oder in oberflächennäheren Bereichen auch hier die Felsverhältnisse ungünstiger sein können, zeigt sich bei beiden Sperrstellen.

Bei der Sperrstelle von Aldeadávila, die in einer engen, in mittelkörnigen Granit eingeschnittenen Schlucht liegt, zieht auf der linken Talseite hinter dem Widerlager ein Störungssystem durch, welches dazu führte, dass trotz der für eine Bogenmauer geeignet erscheinenden Topographie eine Bogengewichtsmauer (Höhe 139 m, Volumen 848 000 m³) erstellt wurde. Parallel zur Störung verlaufende Klüfte treten als eigentliche Talklüftungen auf und erforderten umfangreiche systematische Ankerungen (Bild 3).

Die Fundation und Dichtung der Bogenmauer Almendra brachte infolge Störungen ebenfalls einige Probleme mit sich. Unter den verschiedenen tektonischen Ereignissen ist sogar eines insofern mit der Schweiz verknüpft, als es nach dem langjährigen Geschäftsleiter von Rodio/Spanien «Weyermann-Fault» benannt wurde. Auffällig ist bei Almendra ferner die unterschiedliche Bauart der Annexdämme. Auf Grund der schlechten Fundationsverhältnisse musste auf der rechten Seite die ursprünglich vorgesehene Pfeilermauer durch einen, hinsichtlich der Fundation wesentlich anspruchsloseren Erddamm ersetzt werden. (Siehe auch Bild 3, S. 5.)

Nach einem reichhaltigen, von der IBERDUERO offerierten Lunch ging die Fahrt nordwärts durch das Kernland der eher flachen, jedoch gleichwohl recht mannigfaltigen spanischen Meseta, einer alten, seit dem Herzynikum nicht mehr wesentlich tektonisch umgestalteten Masse. Ueber Zamora wurde Leon erreicht, wo in dem, im Innern in ein Luxushotel umgebauten Kloster «Hostal de San Marcos», Unterkunft bezogen wurde.

Der nächste Morgen war vorerst einer Besichtigung der Stadt, insbesondere der Kathedrale gewidmet, die als das schönste Bauwerk der spanischen Gotik gilt. Beachtenswert sind vor allem die äusserst fein gearbeiteten, jedes einzelne Fenster erfassenden Glasmalereien.

Im Anschluss an den Lunch wurde die Fahrt nordwärts fortgesetzt. Dabei wurde kurz hinter Leon die Grenze zwischen der alten Meseta und dem Kantabrischen Gebirge, die westliche Fortsetzung des alpinen Pyrenäensystems, gequert. Die Landschaft wurde hügelig bis gebirgig, mit zum Teil pittoresken Kalkformationen. Die Route führte vorbei an der Presa de Luna über Villablino nach der Sperrstelle Mantalavilla der ENDESA. Unterwegs fielen die zahlreichen Minen eines seit alters her in dieser Gegend betriebenen Kohlenbergbaues auf. Die 113 m hohe Bogenmauer Matalavilla (Volumen 180 000 m³) ist auf paläozoischen Quarziten fundiert, einem Gesteinstyp, der in der Schweiz in mächtigerer Ausbildung nicht vorkommt. Leider erlaubte der fortgeschrittene Abend den ebenfalls vorgesehenen Besuch der Sperrstelle Barcena nicht mehr, und es wurde direkt Unterkunft in Ponferrada bezogen.

Bild 1
Teilansicht der weitgehend erhaltenen, mittelalterlichen Stadtmauer von Avila im kastilischen Hochland

Am nächsten Tag wurde als erstes die Sperrstelle Santa Eulalia besucht. Die anfahrenden Teilnehmer wurden von der SALTOS DEL SIL SA «fürstlich» mit 21 Böllerschüssen empfangen. Die 74 m hohe, ein Volumen von 86 000 m³ aufweisende Kuppelmauer ist auf silurischen Schiefern und Quarziten fundiert. Beachtung erforderten vor allem stärkere Störungszonen auf der linken Seite. An der zum gleichen Kraftwerksystem gehörenden Stauhaltung Boa vorbei, führte anschliessend die Fahrt nach Las Portas, der einzigen in Arbeit befindlichen Sperrstelle der ganzen Tour. Die Bogenmauer, deren Arbeiten bereits weit fortgeschritten waren, wird eine Höhe von 141 m erreichen und ein Betonvolumen von 641 000 m³ aufweisen. Ausgeführt wird sie von den Obras Hydraulicas y Viarias SA (OVA). Die Fundation erfolgt auch hier in paläozoischen Schiefern und Quarziten. Auf der linken Talseite zieht eine mehrere Meter breite Störung hinter dem Widerlager durch. Sie wurde mit einer massiven Betonplombe saniert (Bild 4). Ganz allgemein führte die Verwitterungsanfälligkeit des Schieferanteils des Fundationskörpers zu einer mächtigeren Oberflächenauflockerung. Die Sperre ist demzufolge mit einer Tiefe von über 10 bis 15 m wesentlich stärker in den gesunden Fels eingebunden als alle anderen besuchten Bauwerke.

Bild 2 Ansicht einer Front der Universität Salamanca, gegründet um 1230. Die Flecken an der Mauer bilden die Ueberreste der mit Blut eingeschriebenen Namen der Doktoranden.

In der anschliessend besichtigten Zentrale Conso konnte einmal mehr die gute Standfestigkeit der spanischen Grundgebirgsgranite bestaunt werden. Im Schutze des im Minimum 90 cm starken Kalottengewölbes konnte der rund 18 m breite und bis 40 m hohe Hohlraum — abgesehen von vereinzelten Nagelungen — weitgehend ohne spezielle Sicherungsmassnahmen ausgebrochen werden. Dem Rundgang folgte ein von der Saltos del Sil SA offerierter Lunch, aufgelockert durch folkloristische Darbietungen, so insbesondere einem original-galizischen Ochsengespann (Bild 5). Aufsehen erregte dabei vor allem bei den aussereuropäischen Teilnehmern die Tatsache, dass das tragende Musikinstrument der galizischen Volksmusik der Dudelsack ist, der offensichtlich als Exklusivinstrument der Schotten betrachtet wurde.

Mit einer Höhenfahrt durch das galizische Bergland wurde die Reise fortgesetzt, unterbrochen von einem kurzen Halt im Nacional Parador Monterrey bei Verin. Ganz allgemein darf hier festgehalten werden, dass die bekannte spanische Gastlichkeit während der ganzen Tour recht deutlich zur Geltung kam. Keine Sperrstellenbesichtigung ging ohne kaltes Buffet mit Aperitif, kein Abend ohne Empfang mit den kommunalen und provinziellen Behörden mit nachfolgendem Nachtessen, praktisch kein Lunch wurde nicht von einer der Kraftwerkgesellschaften offeriert. Ferner wurde mindestens täglich die Reise — falls vorhanden — bei einem Nacional Parador unterbrochen.

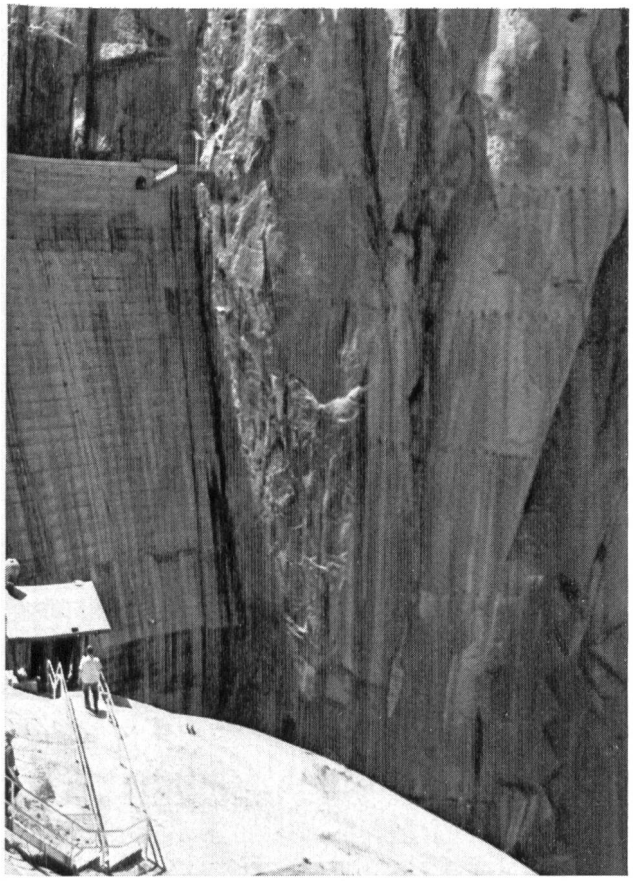


Bild 3 Sperrstelle Aldeadávila; Felssicherung im linken Widerlager durch mehrere Reihen vorgespannter Anker zur Verhinderung von Abschalungen längs Talklüftungen im kompakten Granit.

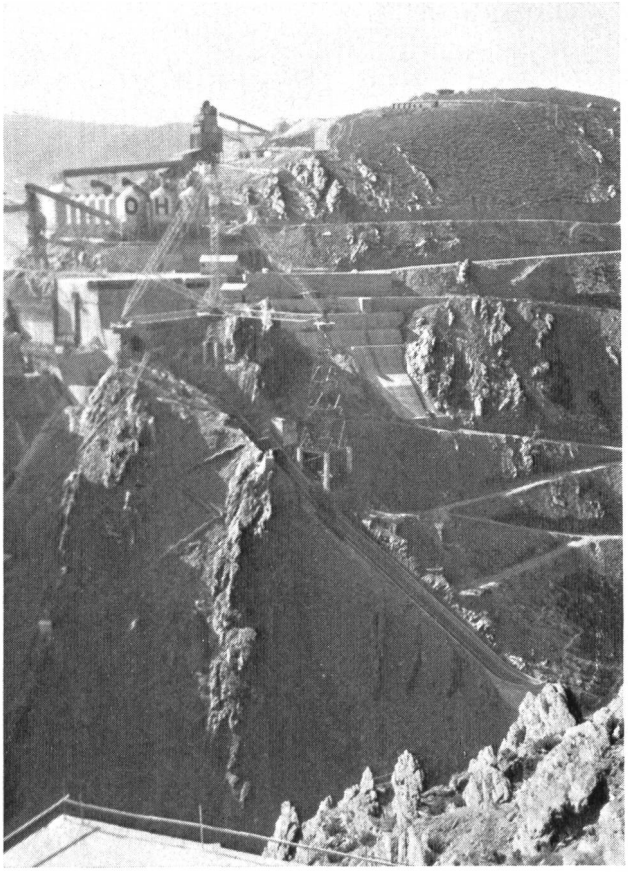
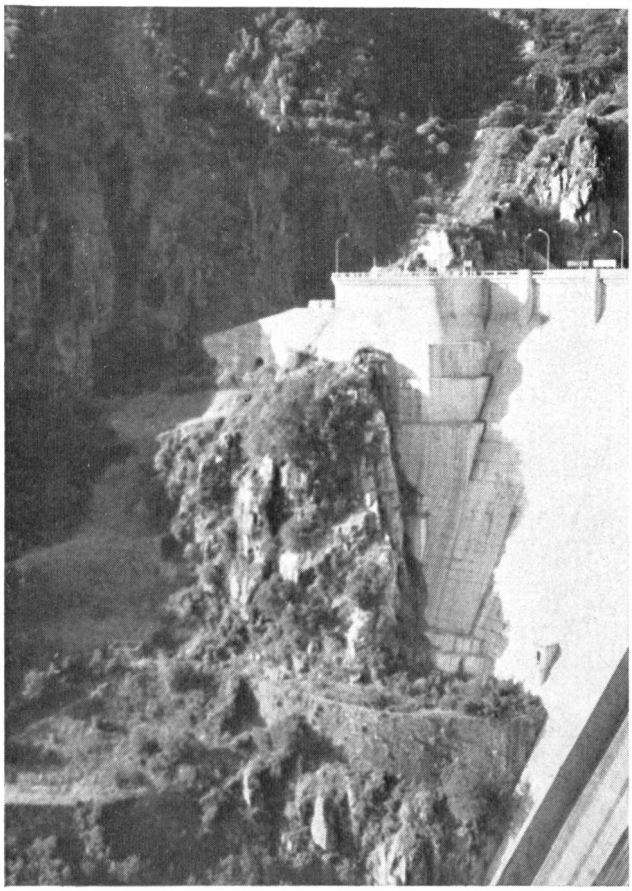


Bild 4 Sperrstelle Las Portas, Betonplombe hinter dem linken Widerlager zur Sanierung einer mehrere Meter mächtigen Störungszone.

Uebernachtet wurde am 4. und 5. Abend in Orense, einer Stadt am Rio Miño mit rund 150 000 Einwohnern. Das bemerkenswerteste Bauwerk ist eine heute noch befahrene Brücke über den Rio Miño aus der Römerzeit. Der 5. Tag war vorerst dem Besuch des Belesar-Dammes der FENOSA gewidmet. Diese 133 m hohe, ein Volumen von 735 000 m³ aufweisende Bogenmauer, ist auf relativ kompaktem, porphyrischem Granit gegründet. Auffällig sind bei diesem Bauwerk die mächtigen Widerlagerblöcke, die auf Grund des weit gespannten Tales als Auflager des zentralen, durch eine normale Bogenmauer gebildeten Teils dienen. Die Konstruktion erweckt deshalb bei den vorliegenden topographischen Verhältnissen einen eher gesuchten Eindruck. Der Fundationsfels ist auch bei Belesar so kompakt, dass in der bemerkenswert nahe an die Sperrstelle liegenden Felskaverne trotz des grossen hydraulischen Gradienten des Bergwassers grosse Bereiche unverkleidet belassen werden konnten. An einer feuchten bis tropfenden Stelle siedelten sich sogar die ersten Farne an, eine Vegetation, die vollständig in künstlichem Lichte aufwächst. Am Nachmittag wurde zuerst das Flusskraftwerk Velle unmittelbar oberhalb von Orense besichtigt. Es stellt die oberste einer Reihe von kleineren Staustufen der FENOSA am Unterlauf des Miño dar. Die Anlage besteht aus einer gebogenen Gewichtsmauer von maximal 28 m Höhe und 150 000 m³ Beton. Fünf Wehröffnungen von 17,5 x 13,4 m sind für die Ableitung eines maximalen Hochwassers von 8650 m³/s dimensioniert. Die auf der linken Seite in Fortsetzung des Wehres gelegene Zentrale enthält zwei Kaplan-Turbinengruppen à 52 kVA.

Als nächste grössere Talsperre folgte anschliessend die Gewichtsmauer von Las Peares (Höhe 94 m, Volumen 440 000 m³). Diese Stauhaltung bildet längs des Rio Miño

Bild 6 Sperrstelle San Esteban; Verstärkung des Widerlagers auf der linken Talseite durch Ueberbrückung einer Störungszone mit einem Betonsporn.



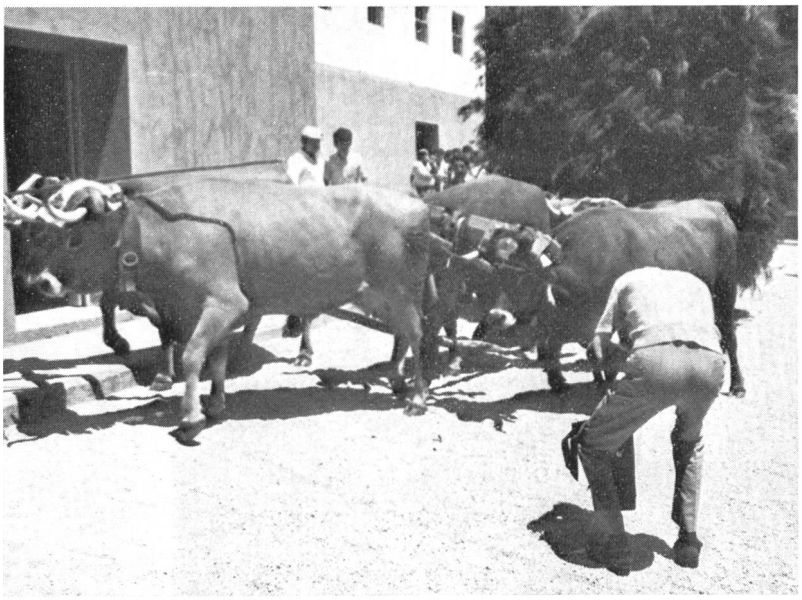


Bild 5

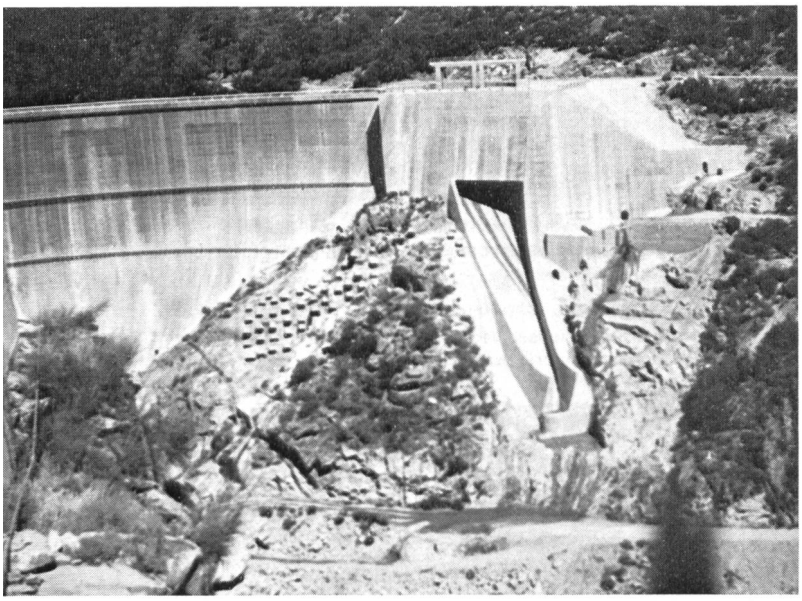


Bild 7

Bild 8

Bild 5 Original-galizisches Ochsengespann.

Bild 7 Sperrstelle Albarellos. Künstliches Widerlager auf der linken Talseite, Felssicherungen zur Sanierung einer talparallelen Störungszone mittels Vorspannankern; ein Teil der Ankerköpfe ist an den kubischen Betonklötzen erkennbar.

Bild 8 Mündung des Rio Miño in den Atlantik; die Küste jenseits der Flussmündung gehört zu Portugal.

die talseitige Fortsetzung von Belesar. Sie befindet sich ebenfalls im Besitze der FENOSA. Diese in einem ausgesprochen kompakten Granit fundierte Anlage stellte keine besonderen geotechnischen Probleme. Interessant war jedoch zu beobachten, wie bei diesem etwas älteren Werke (Inbetriebnahme 1955) die Bemühungen zur Verschönerung der Umgebung insbesondere auf der linken Talseite zu einer parkähnlichen Anlage führten. Sie darf in der eher harten Landschaft als eindeutiger Gewinn bezeichnet werden. Dies ganz im Sinne des Kongressthemas Nr. 40 über die «Konsequenzen von Stauhaltungen auf ihre Umgebung».

Anschliessend wurde zur nur wenige Kilometer entfernten Talsperre San Esteban hinüber gewechselt. Diese stellt die unterste Stauhaltung am Rio Sil, vor dessen Einmündung in den Rio Miño, dar und wird ebenfalls von der SALTOS DEL SIL SA betrieben. Wenig weiter talwärts folgt nur noch das Flusskraftwerk San Pedro (40 000 kVA) derselben Gesellschaft. Die 115 m hohe Bogengewichtsmauer San Esteban mit einem Betonvolumen von 475 000 m³ ist auf granitischen Gneisen fundiert. In beiden Talflanken führten tektonische Störungen zu Fundationsproblemen. Auf der rechten Talseite wurde im Laufe der Injektionsarbeiten hinter dem Widerlager eine mächtige, zum Teil eigentliche Hohlräume aufweisende Störung entdeckt. Sie wurde in ihren untersten Partien bergmännisch ausgehoben und mit einer Betonplombe geschlossen. Die höheren Teile wurden teils von der Oberfläche her, teils aus den bergmännisch geschaffenen Hohlräumen heraus mit Injektionen abgedichtet. Die Schwächezone führte zusätzlich zur Erweiterung des an und für sich bereits mächtigen künstlichen Widerlagers durch einen Sporn, der die ganze Störungszone überbrückt (Bild 6). Auf der linken Talseite wurden die wesentlich schmäleren Störungen von der Oberfläche her mit Betonplomben saniert. Den Abschluss der Besichtigung der Anlagen der SALTOS DEL SIL SA bildete ein Festbankett im Krafthaus der Sperrstelle San Esteban mit folkloristischen Darbietungen und Tanz rund um die Generatorengehäuse. Zum grossen Bedauern aller Teilnehmer mussten die Festlichkeiten auf ihrem Höhepunkt abgebrochen werden, weil das Kraftwerk im Rahmen des allgemeinen Netzprogramms seine Produktion wieder aufnehmen musste.

Von Orense führte die Reise am nächsten Morgen das Tal des Rio Miño abwärts. Nach wenigen Kilometern wurde das Haupttal jedoch bereits wieder in nördlicher Richtung verlassen, um die Sperrstelle Albarellos der FENOSA am Rio Avia zu besuchen. Die Zufahrt und die Sperrstelle selbst liegen in einer Landschaft, die stark an den mittleren Tessin erinnert. Die 94 m hohe, ein Volumen von 174 000 m³ aufweisende Bogenmauer Albarellos macht einen sehr eleganten Eindruck. Die Betonierarbeiten waren im vergangenen Jahre abgeschlossen worden. Die Anlage befand sich folglich im Stadium der Aufräumungsarbeiten. Die Sperre Albarellos stellt somit die jüngste der auf der Studientour besuchten, fertiggestellten Anlagen dar. Auch hier muss die gewählte Lösung auf Grund des eher weiten Tales als etwas erzwungen betrachtet werden, stechen doch vor allem auf der linken Seite die oberen Mauer-

segmente ausgesprochen spitzwinklig in die Talflanke hinein. Die Kräfte mussten deshalb mit einem mächtigen, künstlichen Widerlager aufgefangen werden, welches auch den Hochwasserüberlauf enthält (Bild 7). Das Projekt erforderte umfangreichere geotechnische Untersuchungen, so insbesondere auch Modellversuche. Die Anlage steht grösstenteils auf migmatitischem Granit. Auf der konstruktiv bereits eher heiklen linken Talseite liegt eine gneisige Glimmerschiefer-Einschaltung ungünstig zu den Widerlagerkräften. Hinzu kommt noch eine 1 bis 2 m mächtige, von grünlichem Ton erfüllte Störung, die mehr oder weniger talparallel verläuft. Die Fundationsverhältnisse waren hier deshalb bedeutend schlechter als im rechten und zentralen Teil. Auch dies Gründe für den Bau des grossen künstlichen Widerlagers. Die Talflanke musste zusätzlich mit insgesamt über 90 vorgespannten Ankern à über 100 Tonnen gesichert werden. Da der Hochwasserüberlauf bisher noch nie in Betrieb war, macht er auf dem Bild 7 einen so neuen Eindruck. Ferner fehlt vorläufig auch die Erosion im Talgrund durch das niederschiessende Wasser.

Nach diesem Sperrenbesuch kamen hauptsächlich die touristischen Aspekte der Studientour zum Zuge. Vorerst führte die Reise das Tal des Rio Miño abwärts in einer lieblichen, intensiv bewirtschafteten Landschaft. Im Unterlauf bildet der Rio Miño die Grenze zu Portugal. An der Mündung in den Atlantik (Bild 8), die als schönes Aestuar ausgebildet ist, wurde eine dominierende Hügelkuppe bestiegen, auf der zahlreiche Spuren einer keltischen Besiedlung gefunden wurden. Heute sind einzelne Fragmente restauriert und bilden so ein eigentliches Freiluftmuseum. Von hier führte die Fahrt nordwärts, entlang der pittoresken Küste. Die Landschaft ist vorläufig erst dem Lokaltourismus erschlossen und hat deshalb noch weitgehend ihren ursprünglichen Zustand beibehalten. Es werden jedoch grosse Anstrengungen zur Förderung des Tourismus gemacht. Unterbrochen wurde die Fahrt durch eine kleine Teepause in dem, in eine alte Schlossanlage eingebauten Parador «Conde de Gondomar». In den reich gegliederten, hier Arosas genannten Buchten der Riasküste sind in der Nähe der Städte Vigo und Pontevedra grosse Flächen mit Miesmuschelkulturen bedeckt.

Schon bei einbrechender Nacht wurde die nächste Unterkunft, das auf einer Insel liegende, mit dem Festland nur durch eine Brücke verbundene Hotel La Toja erreicht. Dieses ganz in weiss gehaltene, reich mit Marmor ausgekleidete Luxushotel wird jedem noch lange in Erinnerung bleiben, hat es doch nach den sehr anstrengenden vorangegangenen Tagen — man ging zu spanischer Zeit ins Bett, stand aber schweizerisch früh auf — so richtig zu einer Rast eingeladen. Dem sollte jedoch nicht so sein, denn schon am nächsten Morgen wurde die Reise fortgesetzt, um das Ziel der Tour Santiago de Compostella noch vor dem Mittag zu erreichen. Santiago mit seiner mächtigen, die ganze Stadt dominierenden, ganz aus Granit gebauten romanischen, dem heiligen Jakobus geweihten Kathedrale, war im Mittelalter neben dem Heiligen Grabe der wichtigste Wallfahrtsort der westlichen Welt (Bild 9). Verdeutlicht wird dies nicht zuletzt auch dadurch, dass heute noch im Kanton Uri eine Gesellschaft des «Ritter des heiligen Jakobus von Compostella» besteht, obwohl die Umarmung der Statue des Heiligen nicht mehr eine Voraussetzung für die Aufnahme bildet.

Bild 9 Die berühmte Kathedrale von Santiago de Compostella, sehr gut erhaltenes, ganz aus Granit bestehendes Bauwerk des 12. Jahrhunderts.

Der Wallfahrtscharakter von Santiago wurde durch die Einquartierung des Grossteils der Teilnehmer in der ehemaligen königlichen Pfalz, die heute bei unverändertem Aeusseren in das Luxushotel «Reyes Catolicos» umgebaut ist, unterstrichen. Am Nachmittag teilte sich die Tour, die mehr geistig orientierten besichtigten die Kathedrale mit ihren angegliederten Klöstern, Seminarien und Universitäten, die technisch orientierten besuchten als letzte Talsperre den Steindamm von Portodemuros (Höhe 91 m, Volumen 2 337 000 m³). Der Bau ruht auf silurischen Tonschiefern, die leicht metamorph sind. Die eher schlechten Untergrundverhältnisse führten hier neben der Topographie zur Wahl eines Steindammes als Sperrentyp.

Die Tour endete mit einem Abschiedsbankett im Rittersaal des Hotels Reyes Catolicos, das gemeinsam mit den Teilnehmern der Tour Nr. 8 eingenommen wurde. Künstlerisch untermalt wurde der Abend mit einer Darbietung des Studentenchores «Amor Rianxeiro» mit galizischen Volksliedern in Originalsprache. Der Chor hat sich unter der Leitung eines Paters speziell der Pflege des alten Volksgesanges angenommen.

Die für jeden Teilnehmer unvergessliche, gut organisierte und auch vom Wetterglück begünstigte Tour endete Samstag, 23. Juni 1973, mit dem Rückflug nach Madrid mit einer gecharterten Spantax-Maschine.

Adresse des Verfassers:
Dr. T. R. Schneider
Saurenbachstrasse 36
8708 Männedorf/Zürich

Bildernachweis:
Bilder 2 bis 9 Photos Dr. T. R. Schneider

4.2 PYRENEES ORIENTALES — COSTA BRAVA — PALMA DE MALLORCA

Edmond Paillex

c.d. 079.3 (46)

Remarquablement organisé par le Comité du Tour présidé par Sr. J. L. Allende, en même temps Directeur du XI Congrès, dans le cadre magnifique du parcours prévu: Aragon, Pyrénées orientales, Costa Brava, Barcelone, Mallorca, et Palma, le voyage d'étude no 3 comportait les visites techniques suivante:

barrages au fil de l'eau Ribarroja et Mequinenza sur l'Ebre, barrage-accumulation de Canelles sur le rio Noguera Ribagorzana, appartenant à la Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana, ENHER,

digue en terre de Sotonera sur le rio Sotón, alimentée par le rio Gállego, barrage-accumulation de El Grado sur le rio Cinca, à la Confederación Hidrográfica del Ebro,

barrage de Susqueda sur le Ter, à la Hidroeléctrica de Cataluña SA,

barrages de Cuber et de Gorch-Blau, pour l'approvisionnement en eau de Palma de Mallorca
(voir aussi fig. 1).

Riche par sa diversité, ce programme offrait particulièrement aux congressistes la possibilité d'étudier les difficultés rencontrées lors de la construction de barrages en terrains difficiles, par exemple dans la roche karstique de Canelles. Il convient d'exprimer les vifs remerciements des participants à la Direction et aux Ingénieurs des Compagnies qui les ont si aimablement reçus, leur ont fourni d'emblée maintes informations détaillées, et ont répondu très ouvertement aux nombreuses questions qui furent posées.

Le samedi matin 16 juin 1973, par temps gris assez frais, une soixantaine de congressistes, venus des cinq continents, se groupent dans les deux autocars qui vont les conduire par Saragosse et l'Est des Pyrénées jusqu'à Barcelone, où ils prendront l'avion pour Palma de Mallorca. Il faut relever d'emblée l'excellente organisation de ce tour, au cours duquel, chaque soir, les participants auront l'agrément de trouver leurs bagages déjà déposés dans leurs chambres. Trois charmantes demoiselles: Alicia et Giulia, hôtesses, assistées de Mlle Allende, ainsi que notre guide technique, Mr. Enriquez, ingénieur, nous charmeront tout au long du tour par leur amabilité, et les chansons de leur pays.

Sur le chemin de Saragosse, où nous logerons deux nuits, visite du monastère cistercien de Santa Maria de Huerta, fondé en 1147 et récemment restauré, notamment le cloître renaissance, la salle capitulaire au style particulier, transition entre le roman et le gothique, le réfectoire et la cuisine du 13ème siècle. C'est au Parador Nacional, tout à côté, que sera excellemment servi le premier des repas qui marqueront ce tour comme une suite ininterrompue de sommets gastronomiques.

Le lendemain, dimanche, par beau temps, après avoir tantôt longé le cours de l'Ebre vers les riches terres de la Catalogne, tantôt coupé à travers des plateaux arides, les congressistes visitent deux des barrages de l'ENHER sur le cours du fleuve:

Ribarroja (Fig. 2), barrage-poids, pour la production d'énergie, hauteur 60 m, longueur au couronnement 563 m, volume 730 000 m³, retenue 290 x 10⁶ m³.

La présence dans la zone des fondations de couches de gypse entre des bancs de grès et de marne a nécessité

Fig. 1 Route du voyage d'étude No 3

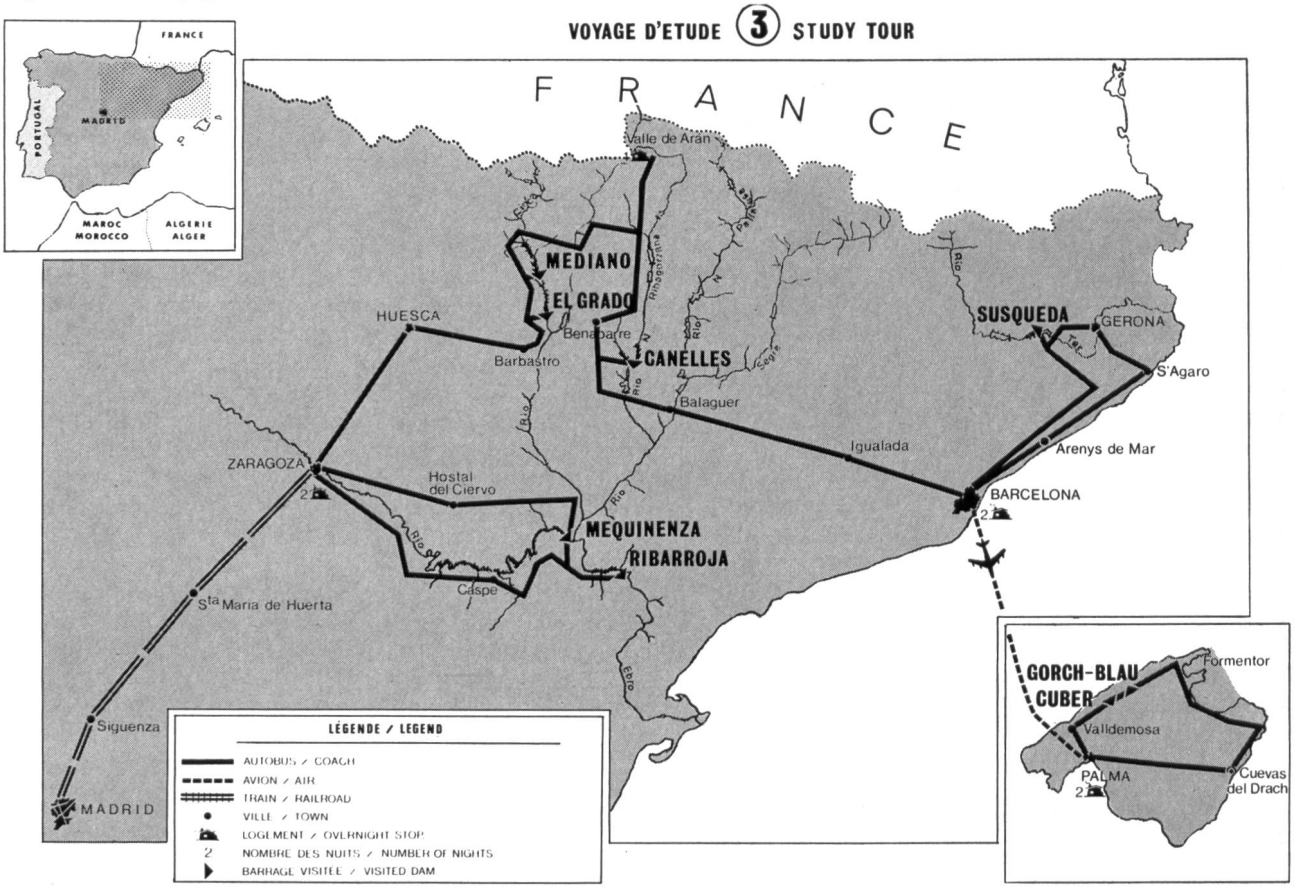
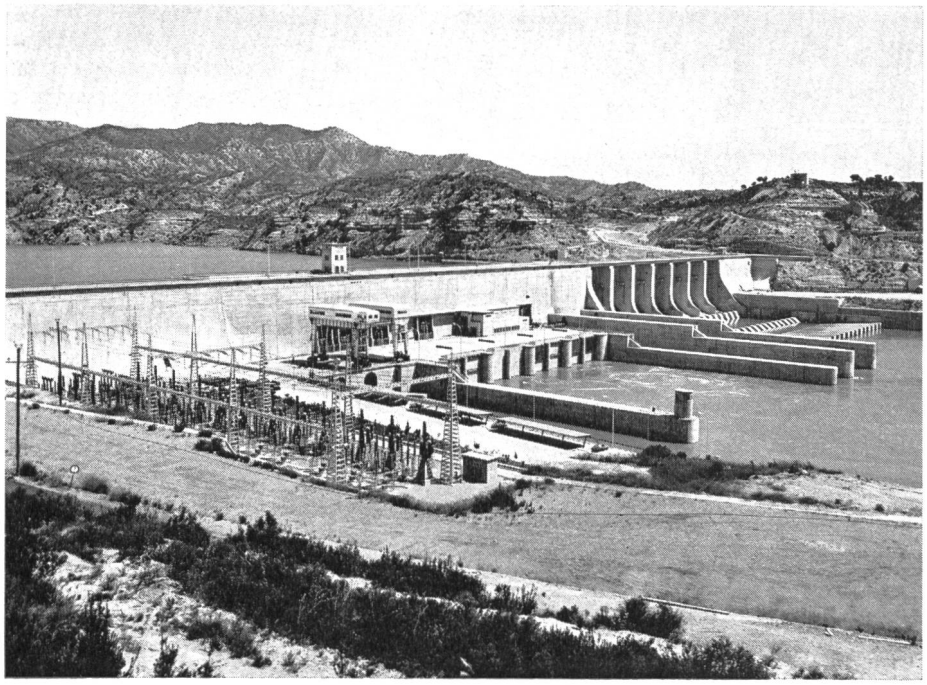


Fig. 2
Barrage de Ribarroja, vue générale de l'aval.



l'emploi de ciments sursulfatés. Le voile d'injections est constitué par 2 écrans, avec une densité moyenne d'un trou de forage, de 25 m de profondeur, par mètre de longueur. Malgré certaines difficultés, le choix du site a permis à la fois l'utilisation totale de la chute, et la régularisation du Rio Matarraña. Le déversoir principal: 7 ouvertures de 15,50 m, avec tremplins amortisseurs et 2 rangées de dés, complété par les 5 évacuateurs additionnels, est calculé pour des crues de 15 000 m³/sec. La centrale, à mi-niveau aval, avec une toiture à panneaux amovibles et deux portiques roulants, comprend 4 turbines Kaplan de 92 000 CV, avec une puissance installée de 265 MW pour un débit moyen de 460 m³/sec.

Le passage de barges initialement prévu par un dispositif élévateur au milieu du barrage, Paso de barcas, n'a pas été retenu vu l'intérêt mineur de la navigation fluviale.

Mequinenza (fig. 3), barrage-poids, pour la production d'énergie, hauteur 80 m, longueur 450 m, volume: 745 000 m³. Volume de la retenue: 1530 x 10^6 m³.

La sécurité au glissement a été augmentée par diverses mesures, entre autres le bétonnage d'une tranchée transversale sous le radier à l'aval, ainsi que l'ancrage par des câbles: à une galerie horizontale à 17 m sous les fondations, ainsi qu'horizontalement à une galerie du barrage.

Le voile d'injections est formé de 4 écrans à l'amont et 4 autres à l'aval, reliés par des écrans transversaux. Le déversoir central, au profil Creager déprimé comme à Ribarroja, comporte 6 ouvertures de 15,50 m, avec un dispositif destructeur d'énergie étudié sur modèle, et constitué de tremplins, d'éperons et de 4 rangées de dés, de dimensions et de formes diverses.

La centrale est située à un niveau inférieur à celle

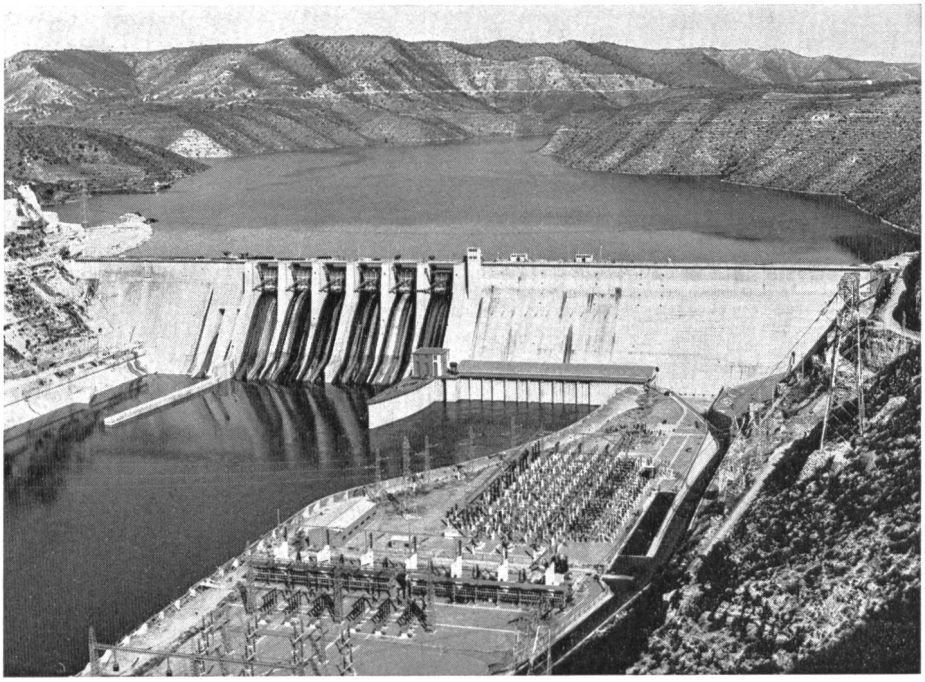


Fig. 3
Barrage de Mequinenza, vue générale de l'aval.

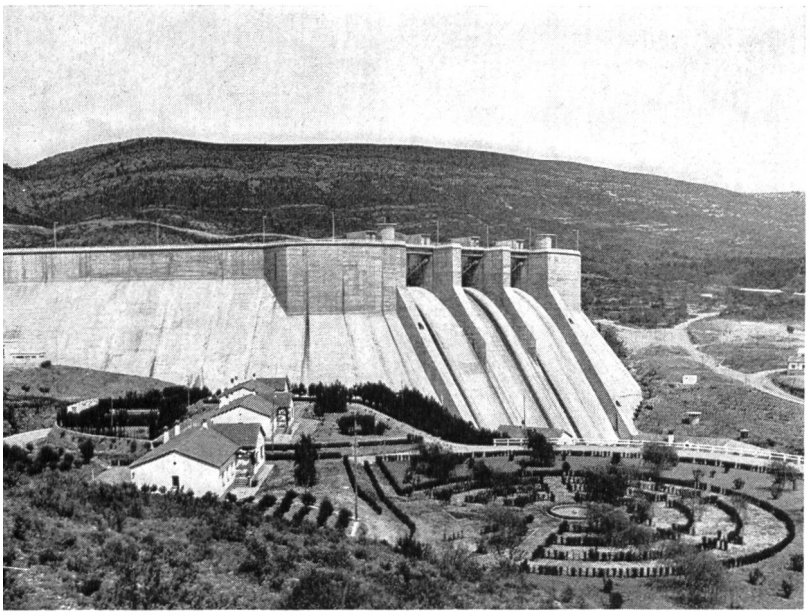
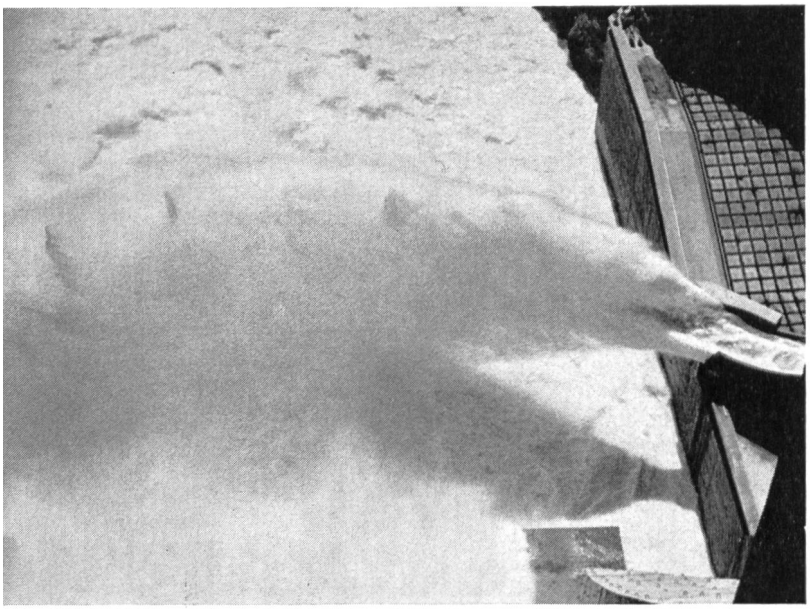


Fig. 4 Barrage de El Grado, partie centrale vue de l'aval.

Fig. 5 L'évacuateur central en action sous une lame d'eau de 30 cm; de la droite: évacuateur du canal Cinca.



de Ribarroja, fermée et accessible depuis la rive gauche, et comporte 4 turbines Francis à axe vertical de 108 000 CV directement couplées aux générateurs, avec une puissance installée de 310 MW.

L'implantation du barrage dans un terrain très délité et stratifié, dont la photo ne donne qu'une faible image, obligea les constructeurs à surmonter bien des difficultés: outre les différents voiles d'injections, ainsi que le renforcement du radier et les câbles d'ancrage, déjà mentionnés, il fallut mettre en place des murs rideaux avec béton drainant sur les deux rives. Durant la mise en eau, un renard se produisit sur la rive droite: durant un bref abaissement du plan d'eau, on put l'obturer au moyen de blocs de rocher et de sacs de ciment. Le comportement actuel de l'ouvrage est pleinement satisfaisant.

Le Château de Mequinenza, puissante forteresse du XIII-XIVe siècle dominant le confluent de l'Ebre et du Segre et le barrage, remarquablement restaurée sous l'égide de l'ENHER, fournit le cadre grandiose du somptueux déjeuner offert par la Direction du Maître de l'Oeuvre, qui souhaita aux participants la bienvenue dans le domaine hydrographique de sa Compagnie. Il appartint à Mr. J. P. Kriel, Directeur de l'Energie hydroélectrique de l'Afrique du Sud, d'exprimer pour la première fois au nom des membres du groupe 3 nos sentiments d'admiration et de gratitude, que nos porte-parole allaient avoir si souvent l'occasion de réitérer jusqu'à la fin de notre voyage d'étude.

Sotonera, première visite du lundi, est une digue en terre pour l'irrigation, dont les débuts remontent à 1913. Caractéristiques actuelles: hauteur max. 32 m, longueur du couronnement 3900 m, volume 5,60 x 10^6 m^3. Retenue: 190 x 10^6 m^3. Pas de déversoir: du fait de la surface du lac, la capacité de 90 m^3/sec des 3 prises d'eau est largement suffisante.

La digue repose directement sur le sol décapé, l'ancrage et l'imperméabilité au contact étant assurés par 3 tranchées longitudinales d'environ 6 m de profondeur, et par 10 tranchées secondaires de 2 à 3 m. La digue comporte un noyau de béton d'argile dans la partie inférieure, et d'argile compactée dans la partie supérieure, avec épaulements de gravier, et revêtement amont par des dalles de grès jusqu'à la cote 412, et des plaques de béton de 0,5 m d'épaisseur de cette ligne au couronnement. La protection supérieure devra être renforcée dans un secteur de la digue, vu la hauteur des vagues dues à la longueur du lac et à la force des vents.

El Grado (fig. 4) est un barrage-poids: irrigation et énergie, avec 2 fortes culées et longs murs d'aile en V vers l'amont; hauteur du barrage 130 m, longueur de la crête 960 m, volume 1 030 000 m^3. Retenue: 400 x 10^6 m^3.

La cuvette n'a pas présenté de problèmes d'imperméabilité. Par contre, la fondation de la section centrale sur des marnes bleues de qualité douteuse a exigé de nombreux sondages.

Le voile amont, constitué par des forages de 60 m, espacés de 2,5 m, avec une admission moyenne de 200 kg CP/ml, est complété par des injections de contact: forages en quinconce espacés de 5 m, profonds de 30 m, sous la fondation du barrage, et de 20 à 30 m sous les ailes, ainsi que par les injections en éventail à partir des galeries.

Le déversoir, avec 3 pertuis de 20 m de largeur au profil type Creager, est calculé pour des crues de 3430 m^3/sec, plus 55 m^3/sec par les vannes de fond et 160 m^3/sec par les machines et autres installations. Durant notre visite, une élévation de 3 cm du niveau du lac ouvrit automatiquement de 30 cm la vanne du déversoir médian. Peu après, l'évacuateur du canal de fuite s'ouvrait à son tour, ainsi que le montre notre photo (fig. 5).

La centrale, avec une puissance installée de 19,4 MW, est située au pied du mur d'aile rive droite, juste après le petit bâtiment visible sur la photo; son canal de fuite forme le point de départ du canal du Cinca, environ 100 m plus haut que les fondations du barrage central, avec un évacuateur de crues qui débouche latéralement au-dessus du radier du déversoir.

Ces deux ouvrages ont été présentés et commentés par les Dirigeants et Ingénieurs de la Confederación hidrográfica del Ebro, qui, avec tout le charme de l'hospitalité ibérique, nous avaient offert la collation matinale à Sotonera, puis le déjeuner en la salle de réception de El Grado.

Ensuite, après être monté par la vallée escarpée et pittoresque du Noguera Pallaresa, et avoir rejoint le Noguera Ribargorzana à Pont de Suert, notre groupe

franchit la crête des Pyrénées par un tunnel touristique de quelque 4 km, et débouche, hélas avec le brouillard et la pluie, à Viella, où on loge au Parador Nacional. Mais le lendemain matin, le grand soleil nous découvre le beau site de Val d'Aran, paradis des skieurs espagnols et français.

Canelles, que nous atteignons après quelques prouesses de nos chauffeurs, dues à des travaux en cours sur la route, est un barrage-coupole mince à profil variable, résultant d'essais sur modèle, de 150 m de hauteur et 210 m au couronnement, avec un volume de 380 000 m³ pour une retenue de 678 x 10⁶ m³, dont les principaux travaux furent terminés en 1960 (fig. 6 et 7).

L'évacuateur principal est constitué par un tunnel à écoulement libre, de 182 m² de section et 407 m de longueur, indépendant du barrage, avec une capacité de 2000 m³/sec. Sa prise est constituée par 3 vannes-secteurs d'environ 12 x 8 m, sur un promontoire presque horizontal à quelque 200 m à l'amont de l'épaule droite. Un évacuateur secondaire, de 8 m de diamètre, situé à mi-hauteur du barrage, débouche à 120° dans la galerie principale d'évacuation, avec 800 m³/sec. Précédé d'un élargissement avec 6 crêtes longitudinales, le bassin de tranquillisation est excavé sur une profondeur de 12 m dans le lit à l'aval du barrage. Tout le système a fait l'objet de nombreux essais au laboratoire d'hydraulique de la ENHER.

La centrale souterraine, à l'aval de la rive gauche, comprend 3 turbines Francis à axe vertical et générateurs couplés, de 50 000 CV chacune, avec un débit de 100 m³/sec, soit environ 3 fois celui de la rivière, et une puissance installée de 107 MW.

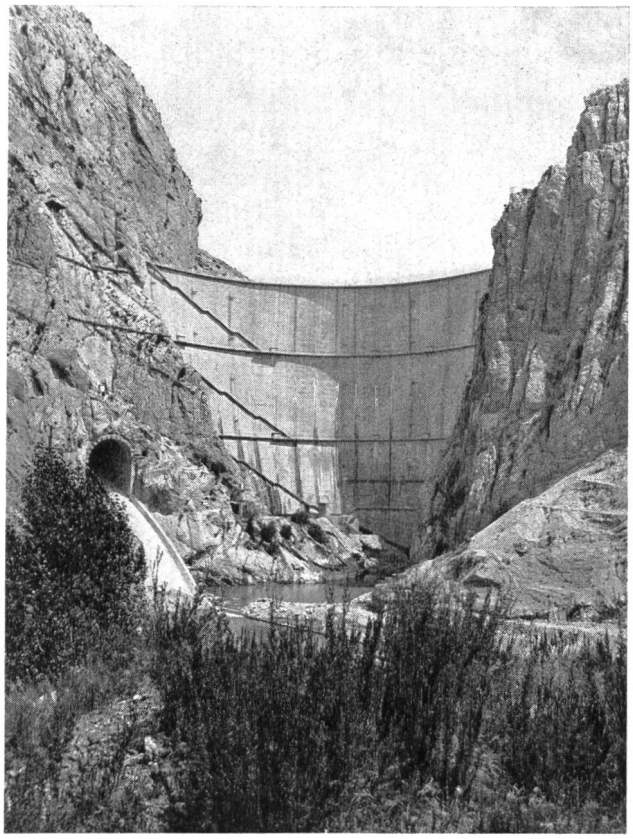


Fig. 6 Barrage-coupole de Canelles, vu de l'aval; sur rive droite, sortie de l'évacuateur de crues.

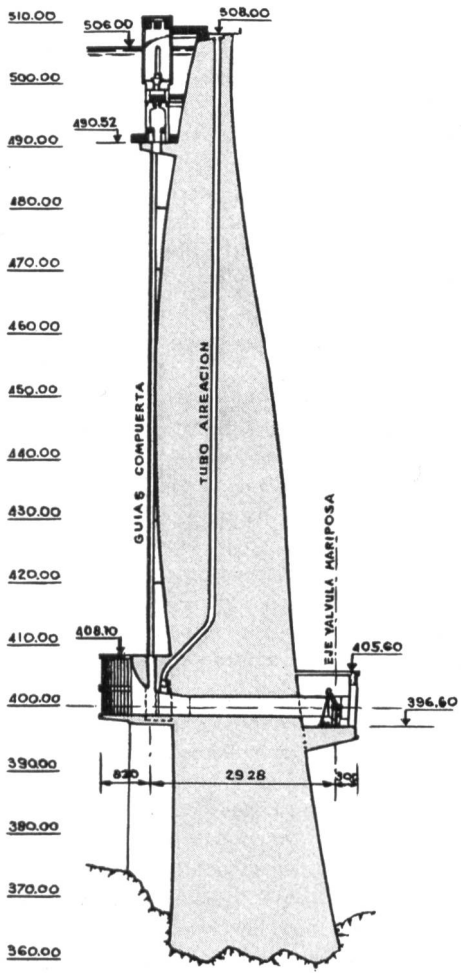


Fig. 7 Barrage de Canelles: coupe verticale au droit de la vidange de fond.

Le choix du site, bien que le verrou de Canelles paraisse à première vue très favorable, a posé bien des problèmes, qui ne sont pas encore tous résolus. La section la plus étroite du canyon se trouve effectivement plus à l'amont, à la hauteur de la prise de l'évacuateur, mais dans une partie de roches stratifiées peu imperméables. On a donc fixé le site du barrage le plus à l'aval possible, pour profiter de la présence de marnes noires, «Capa Negra». Cependant, on se heurte encore à plusieurs difficultés:

— le voile d'étanchéité, en forme de V retourné vers l'aval devrait atteindre une surface finale de l'ordre de 170 000 m², et d'une profondeur d'environ 175 m sous les fondations;
— la roche de calcaire karstique présente, notamment dans l'épaule gauche de nombreuses diaclases perméables, avec un réseau de puits et de galeries longitudinales, qu'on est encore en train d'injecter, voire de remplir de béton. Malgré cela, les fuites sur rive gauche, bien visibles par leur couleur bleue dans le bassin, seraient encore de 2 à 6 m³/sec, sous une charge encore très faible;
— l'appui du barrage sur rive droite est presque tangentiel au massif, formé de bancs de calcaire presque verticaux, et fortement diaclasé. On envisage de stabiliser ces strates au moyen d'une forte poutre de béton verticale, les comprimant au moyen de profonds ancrages post-contraints.

On souhaite vivement que tant d'efforts méritoires et de recherches ardues aboutissent pleinement, et permettent à bref délai l'utilisation intégrale de cette belle retenue.

Susqueda, sur le rio Ter au Nord-Est de Barcelone, reçut le mercredi 20 juin la visite du groupe 3, qui, après

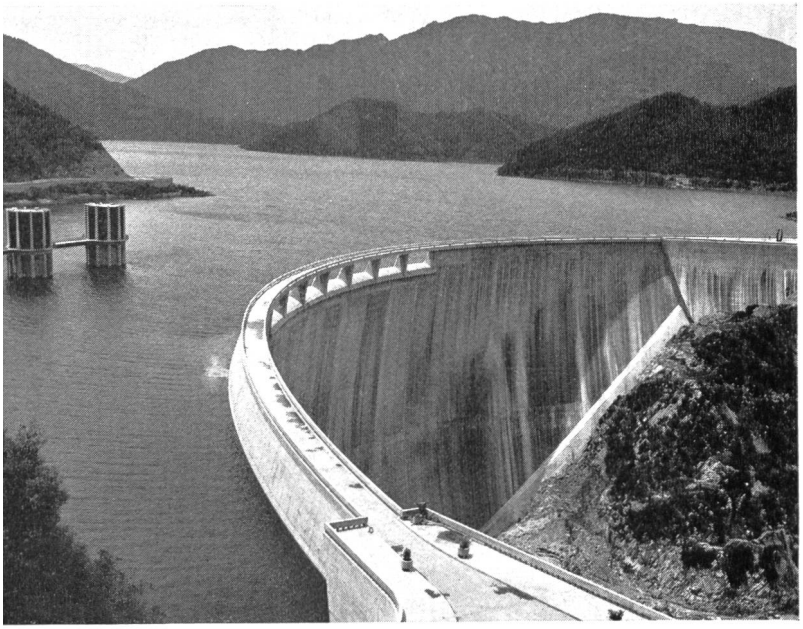


Fig. 8

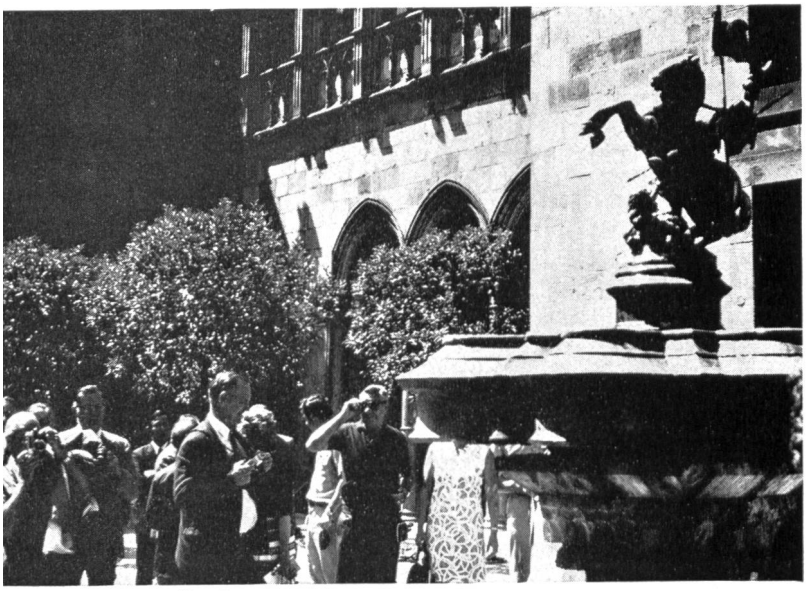


Fig. 9

Fig. 10

Fig. 8 Barrage de Susqueda: vue plongeante de la rive droite; à gauche, le sommet des tours de la prise d'eau, et des vannes de la conduite d'amenée.

Fig. 9 Dans le cloître de la Cathédrale de Barcelone: quelques participants devant la fontaine de St.-Georges.

Fig. 10 Barcelone. Une ruelle du «Village espagnol».

l'excellent déjeuner offert à S'Agarò par la Hidroeléctrica de Cataluña SA, parcourut au retour la belle Costa Brava, bien connue des touristes. L'ouvrage est du type coupole, avec une hauteur de 135 m, une longueur en crête de 510 m, et un volume de 662 000 m³ (fig. 8). La retenue de 233 x 10^6 m³ sert à l'alimentation en eau, à l'irrigation et à la production d'énergie.

La roche du type porphyre granitique est très irrégulière, fortement diaclasée et altérée en surface. Cela nécessita des excavations importantes, excédant le volume total du barrage, entre autres du fait de la profonde entaille imposée par la morphologie de l'épaule droite. En outre, il fallut stabiliser les talus par de nombreux boulonnages, avec une grille de surface aux mailles de 2 x 2 m, ϕ 21, noyée dans le béton et ancrée à chacun des nœuds. Enfin, la base amont du barrage sur environ 150 m, ainsi que le radier aval, ont été liés au rocher par un réseau d'ancrages, de 5 m, respectivement 25 à 35 m de profondeur. Quant aux injections, elles ont absorbé au total 3000 tonnes de ciment.

Une particularité intéressante de l'ouvrage réside dans la tour de prise d'eau, haute de 107 m, inscrite dans un $\varnothing$ de 12 m, comportant à 4 niveaux différents un groupe de 10 ouvertures périphériques de 3 m de hauteur, chaque groupe pouvant être fermé par une vanne circulaire en acier commandée du sommet de la tour. A une trentaine de mètres, une tour semblable reliée à la rive par la même passerelle, permet d'actionner, tout au fond, les vannes de la conduite d'amenée, horizontale, de 4,5 m de diamètre. La disposition particulière de la tour de prise d'eau, semblable à celle de la retenue de Sau, en amont, est le résultat de recherches poussées en vue de réduire les frais de traitement et d'épuration de l'eau, frais qui auraient à la longue largement dépassé ceux de construction et d'exploitation de l'ouvrage.

Après la réception la veille au soir par le Lord-maire de Barcelone, ingénieur lui aussi, et la visite commentée de l'Hôtel de Ville, la journée du jeudi est consacrée à visiter quelques monuments les plus typiques de la capitale catalane, notamment la Cathédrale (fig. 9), et le «Village espagnol», véritable musée vivant avec reconstitution fidèle en vraie grandeur de quelques bâtiments, places et ruelles les plus typiques de diverses provinces espagnoles (fig. 10). Puis c'est l'envol pour Palma de Mallorca, où les participants sont rafraîchis à l'arrivée par une averse diluvienne, fait si rare sous ce climat béni. Le lendemain, pour la dernière journée de notre voyage, le soleil est à nouveau radieux.

Cuber et Gorch-Blau, bien que de petites dimensions, sont des ouvrages importants pour assurer durant les décades à venir l'approvisionnement en eau de Palma, dont le nombre de touristes ne cesse de croître d'année en année. Ils sont tous deux du type à gravité, le second, cintré en plan, fermant la gorge étroite du même nom. Leurs principales caractéristiques sont les suivantes:

Le barrage de Cuber (fig. 11): hauteur 23 m, longueur 144 m, volume 18 480 m³, retenue 4,6 x 10^6 m³, forme un lac pittoresque dominé par les 1500 m du Puig Mayor, le plus haut sommet de l'île. Deux vannes peuvent débiter 80 m³/sec. Le déversoir, à lèvre fixe, sur le parement

aval du barrage, pourra être remonté ultérieurement au moyen de deux vannes d'environ 7 m de largeur et 2 m de hauteur. Bien que le terrain soit apparemment assez feuilleté, la mise en place sous le barrage d'un noyau d'argile s'est rélévée superflue: la voile d'injections est constitué par des forages distants de 3 m, et d'une profondeur de 12 m au maximum.

Le barrage de Gorch-Blau (fig. 12) est un arc-poids de 55 m de hauteur, et de 45 m de longueur au couronnement, qui ferme, dans un terrain très peu perméable, l'impressionnante gorge naturelle. Par 2 ouvertures sous la crête, le déversoir peut évacuer avec les vidanges de fond quelque 90 m³/sec. L'eau de la retenue: 6,9 x 10^6 m³, est pompée dans le lac de Cuber, à 170 m plus haut, au moyen de 2 pompes de 800 kW.

C'est dans le cadre magnifiquement fleuri de l'Hôtel Formentor, après une baignade rafraîchissante particulièrement appréciée, que le Servicio Hidráulico de Baleares offrit aux participants le dernier et somptueux lunch du tour. Mr. W. V. Binger, Secrétaire du Comité national des USA, remercia nos hôtes, avec chaleur et humour, de cette magnifique journée dans l'île de Mallorca.

Le dîner d'adieu, en commun avec les participants au tour no 2, clôtura dignement et amicalement notre voyage d'étude. Nul doute qu'il restera vivant dans le souvenir de tous les congressistes qui l'avaient choisi, tant pour l'intérêt et la beauté des sites visités, que par l'excellente organisation, et par-dessus tout la cordiale et inoubliable hospitalité de nos hôtes espagnols.

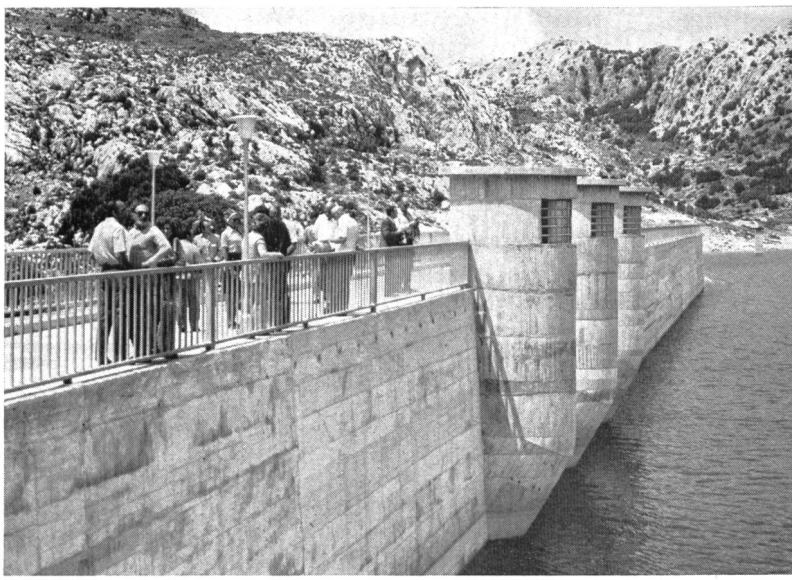


Fig. 11 Barrage de Cuber, vue du parement aval; au milieu, les deux passes du déversoir.

Adresse de l'auteur:
E. Paillex, Ing. dipl. EPFZ, SIA
10, ch. Isabelle de Montolieu
1010 Lausanne

Illustrations: Figures no. 2/4, 6 A. Llaberia (communiquées par Direction ENHER), no 8 A. Rebollo Hidroeléctrica de Cataluna SA, Barcelona, no. 5, 9/11 E. Paillex, Lausanne

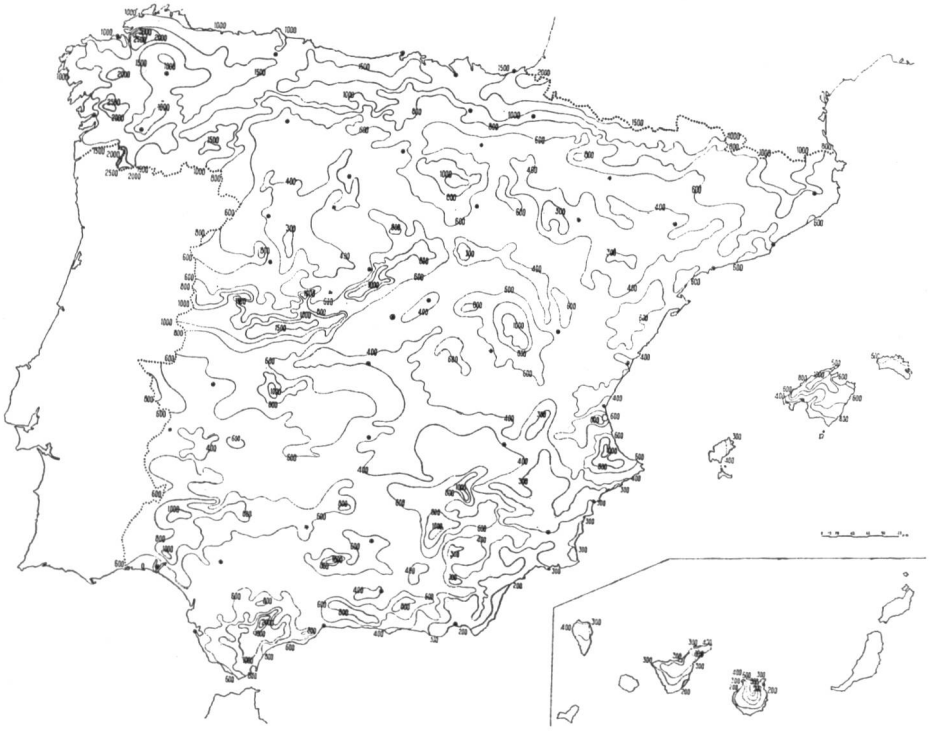
4.3 MITTEL- UND SÜDSPANIEN

DK 621.221 (46)

Franz L. von Schoeler

Einleitung

Die auf den Kongress folgende einwöchige Studienreise Nr. 5 führte in den Südwesten Spaniens (Bild 1). Dieses Gebiet liegt zwischen dem Kastilischen Scheidegebirge im Norden und der Betischen Cordillere im Süden und stellt sich im wesentlichen als flaches trockenes Hochland mit Höhen um 500 m über dem Meeresspiegel dar. Nach dem Mittel der Jahre 1931 bis 1960 sind die Niederschläge im grössten Teil des Gebietes nicht höher



(Bild 1 siehe Seite 38)

Bild 2a
Niederschlagsverteilung in Spanien.

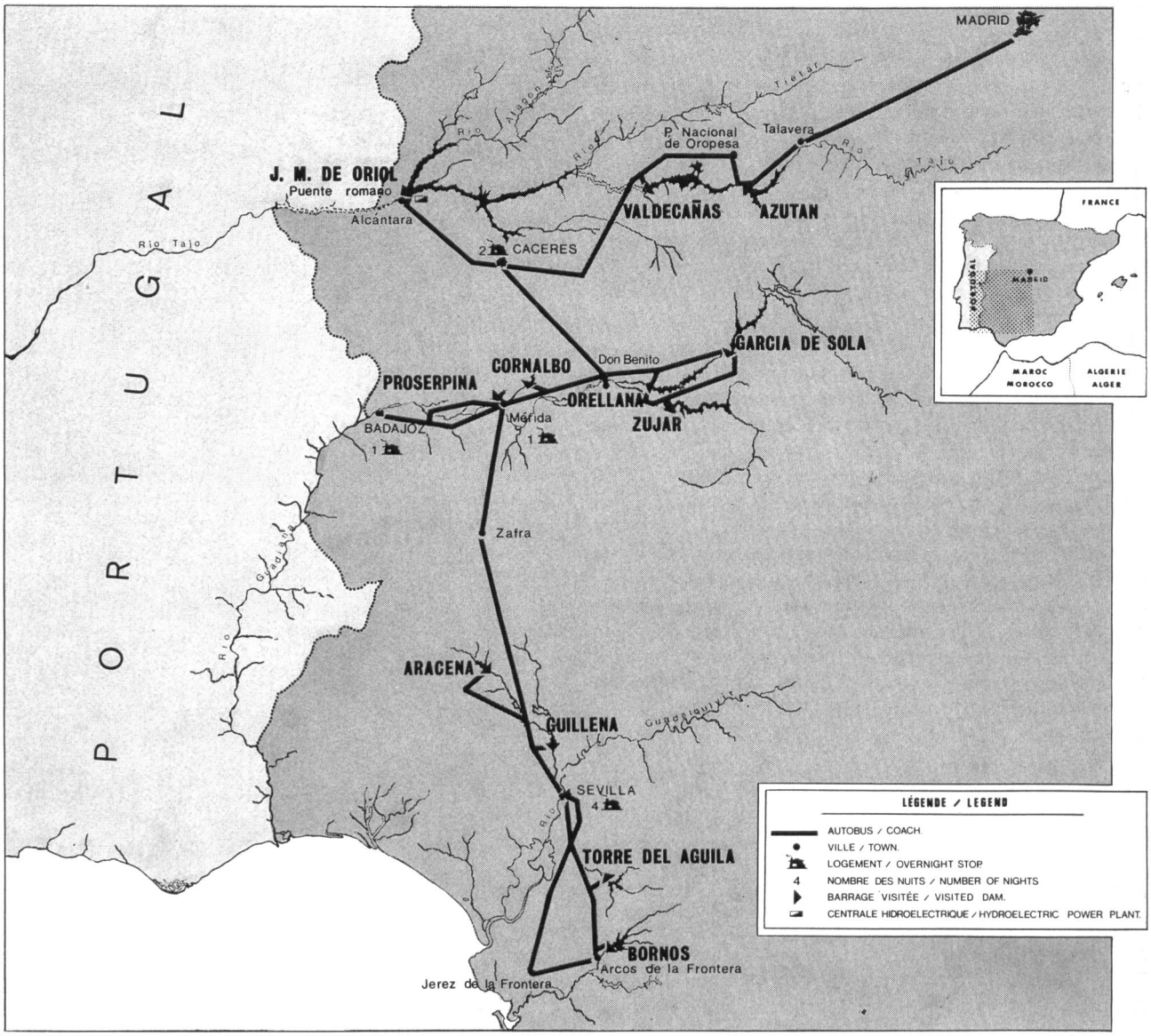


Bild 1 Routenskizze für die Studienreise Nr. 5 nach Mittel- und Südspanien.

als 600 mm pro Jahr; sie steigen in kleineren Teilen bis auf 800 mm und nur in Einzelfällen auf noch höhere Werte an (Bild 2a).

Der Südwesten Spaniens wird von den Flüssen Tajo, Guadiana und Guadalquivir durchflossen. Gegenüber dem ganzen spanischen Festland stellen deren Abflussgebiete 36,1 % der Oberfläche dar; die entsprechenden Abflussmengen betragen aber zusammen nur 14,9 %. Bringt man diese Zahlen zueinander in Beziehung und setzt dabei den spezifischen Abfluss je Oberflächeneinheit des spanischen Festlandes gleich 100 %, so zeigt sich, dass dem Südwesten nur 41,3 % des mittleren spezifischen Abflusses ganz Spaniens zur Verfügung steht. Vergleichsweise stellt sich der spezifische Abflusswert des am Atlantik gelegenen Nordabschnittes mit 407 % dar, das heisst der entsprechende Wert ganz Spaniens beträgt davon nur den vierten und derjenige des Südwestens sogar nur den zehnten Teil (siehe Tabelle 1)!

Im übrigen zeigen verständlicherweise auch die Abflussverhältnisse der drei genannten Flüsse noch erhebliche Unterschiede untereinander. Gravierend ist aber besonders beim Guadiana, dass sein spezifischer Abflusswert mit 23,9 % wiederum nur fast die Hälfte desjenigen des Tajo mit 47,8 % bzw. des Guadalquivir mit 52,4 % beträgt und damit das Guadiana-Becken als das trockenste des Südwestens und ausserdem zugleich ganz Spaniens kennzeichnet. Daher wird nachstehend im Zusammenhang mit diesem Fluss besonders auf den sogenannten «Badajoz-Plan» — bezeichnet nach der gleichnamigen spanischen Provinz — hinzuweisen sein.

Abflussverhältnisse in verschiedenen Flussgebieten Spaniens

Tabelle 1

Abfluss-Gebiet	Oberfläche		Abfluss		Spez. Abfluss	
	kHa	%	Hm³	%	Hm³: kHa	%
Tajo	5 675	11,5	5 334	5,5	0,940	47,8
Guadiana	6 027	12,2	2 833	2,9	0,470	23,9
Guadalquivir	6 106	12,4	6 289	6,5	1,030	52,4
Summe	17 808	36,1	14 456	14,9	0,812	41,3
Gesamtes spanisches Festland	49 351	100	96 971	100	1,965	100
zum Vergleich: Nordabschnitt	5 343	10,8	42 744	44,1	8,000	407

Bild 2b
Flussgebiete Spaniens.

Wegen der Trockenheit ist man im Südwesten seit Jahrzehnten besonders aktiv gewesen, um für die Landwirtschaft künstliche Bewässerungsmöglichkeiten zu schaffen. Dazu zählen vor allem die grossen Speicheranlagen an den drei genannten Flüssen, die im letzten Jahrzehnt fertiggestellt wurden. Die nach dem neusten Stand der Technik errichteten Werke, von denen einige besichtigt wurden, boten den Reiseteilnehmern höchst aktuelle Ziele, die für die grossen Anstrengungen des Landes in finanzieller Hinsicht einerseits und für die besonderen Fähigkeiten seiner Fachleute andererseits sprachen.

T a j o - B e c k e n (Siehe auch Tabelle 2)

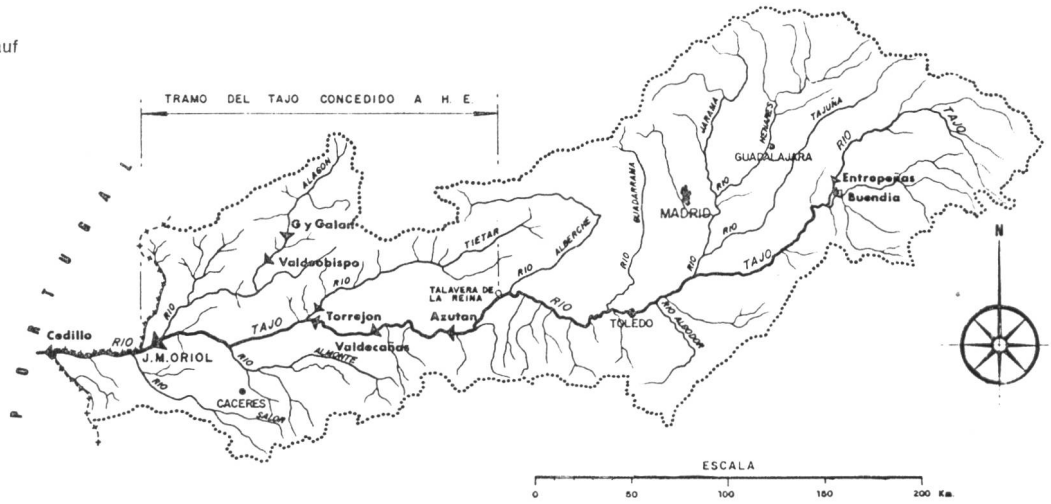
Im Tal des Tajo, der weit östlich von Madrid in den Montes Universales auf 1592 m Höhe über dem Meeres-

Kennzahlen der Werke der Hydroeléctrica Española S. A. am Tajo — Tabelle 2

Name der Anlage			Azutan	Valdecañas	Torrejón		J. M. de Oriol
Fluss			Tajo	Tajo	Tajo	Tietar	Tajo
EINZUGSGEBIET:							
Oberfläche		km²	35 120	36 540	37 073	4507	51 916
Mittl. jährl. Niederschlag		mm	600	600			680
Mittl. jährlicher Abfluss		m³/s	150			51	
SPEICHERRAUM:							
Gesamt-Volumen		10⁶ m³	85	1446	166	12	3137
davon nutzbar		10⁶ m³	65	1176			2408
Speicherspiegel	max.	m. ü. M.	353,8	315	242,5	220,0	218
	min.	m. ü. M.	349,0	290	240,0	218,0	180
SPERRE:							
Bauart		—	Pf	B	G	G	Pf
Maximale Höhe	über Gründung	m	55	98	62	29	130
	über Flussohle	m	35	78			123
Kronenlänge		m	500	290	300	230	570
Max. Hochwasserabfluss		m³/s	6000	6000	5600	3000	12 000
KRAFTWERK:							
Anzahl der Masch.-Sätze		—	3	3	4		4
Turbinen-Kapazität		MW	180	225	132		915
Pumpen-Kapazität		—	—	225 MW	88 000 PS		—
Fallhöhe	max.	m	31,6	75	50,0		108
	min.	m	18,0	50			70
Mittl. Jahresproduktion		GWh	310	750	550/600		1800
Jahr der Fertigstellung		—	1969	1965	1967		1969

Pf = Pfeilerstaumauer, B = Bogenstaumauer, G = Gewichtsstaumauer

Bild 3
Einzugsgebiet des Tajo auf spanischem Territorium.



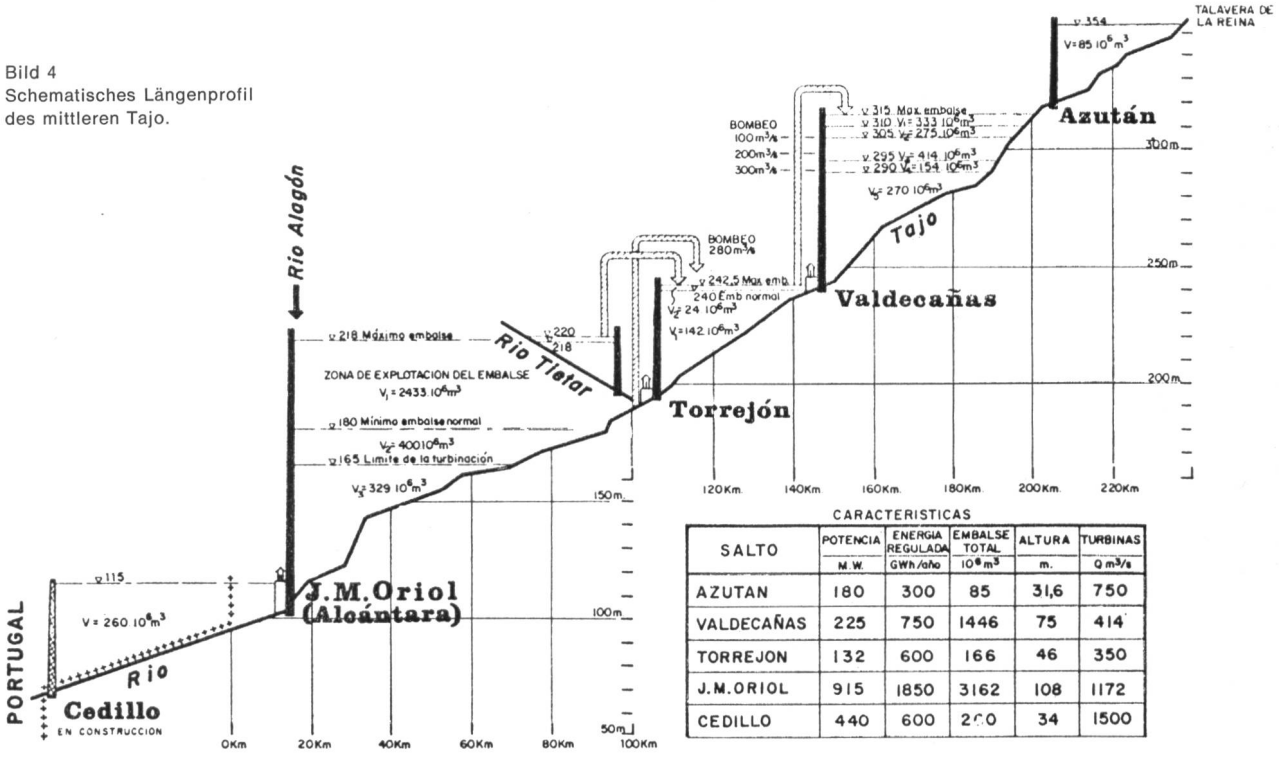
spiegel entspringt und ein Einzugsgebiet von 56 750 km² besitzt (Bild 3), wurden die im mittleren Abschnitt — von den Spaniern auch als unterer Abschnitt bezeichnet — errichteten und in Betrieb befindlichen Stauwerke Azutan, Valdecañas und José M. de Oriol (früher Alcántara benannt) besichtigt. Zusammen mit der zu diesem Bereich gehörenden Anlage Torrejón sind sie in dem im Kraftwerk Azutan im Grossformat angebrachten schematischen Längenprofil dargestellt (Bild 4). Danach steht auf einer Strecke von 225 km ein Rohgefälle von 250 m zur Verfügung.

Die vier Werke wurden als zusammenhängende Kraftwerkkette zur bestmöglichen Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Gefälles bzw. Wassers vorzugsweise zur Erzeugung elektrischer Spitzenenergie entworfen, wobei erstmals in Spanien zusätzlich zur üblichen Wasserkraftnutzung Pumpbetrieb mit Pumpturbinen (Umkehrmaschinen) vorgesehen wurde. Hierdurch können täglich erhebliche Wassermengen aus dem Staubecken der Stufe Oriol zu Schwachlastzeiten zunächst in das oberhalb gelegene Staubecken Torrejón und dann weiter hinauf in das Staubecken Valdecañas zurückgepumpt werden, um danach erneut während der Spitzenzeiten zur Stromgewinnung ausgenützt zu werden. Grundlage hierfür bieten die vorgenannten Maschinen und die ungewöhnlich grossen Speicherbecken, von denen dasjenige von Oriol das allergrösste von Spanien und das von Valdecañas das sechstgrösste ist.

Die Hydroeléctrica Española S. A., die diese mustergültigen Werke betreut, gab hier weitgehende Informationen und zeigte sich als freundlicher Gastgeber.

Die Staustellen der Werke sind wesentlich mitbestimmt durch die Nebenflüsse des Tajo. So liegen Azutan dicht unterhalb der Einmündung des Huso und Oriol unterhalb der Mündung des Alagón. Torrejón ist ein Werk, in dem sowohl der Tajo als auch sein Nebenfluss Tietar kurz vor deren Zusammenfluss einzeln gestaut werden, um damit nicht nur ein grösseres Stauvolumen für das gemeinsame Pump-Turbinen-Kraftwerk zu gewinnen, sondern auch die günstigere Wasserdarbietung des Gebirgsflusses Tietar,

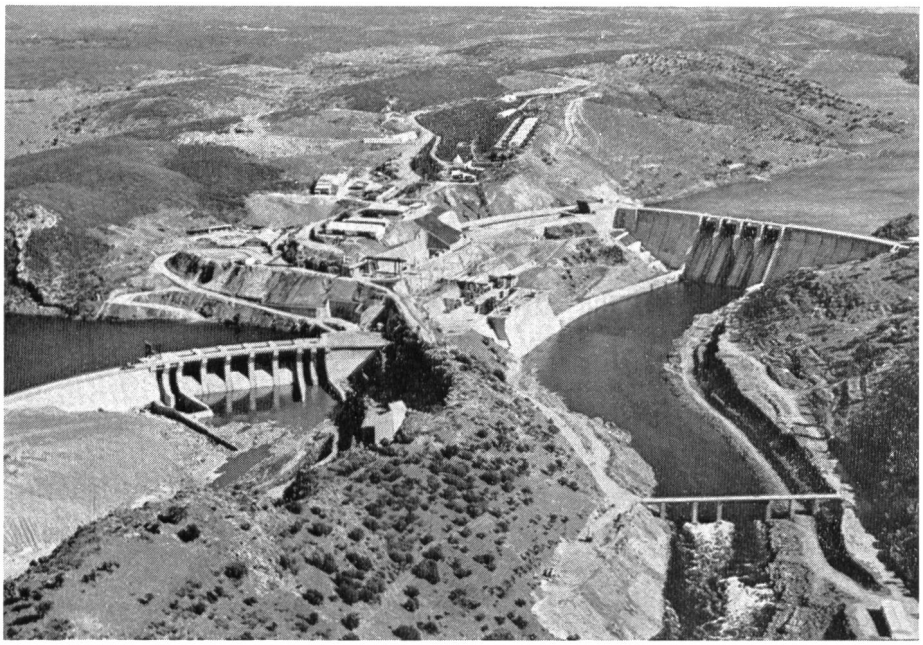
Bild 4
Schematisches Längenprofil des mittleren Tajo.



CARACTERISTICAS

SALTO	POTENCIA	ENERGIA REGULADA	EMBALSE TOTAL	ALTURA	TURBINAS
	M.W.	GWh/año	$10^6 m^3$	m.	$Q\ m^3/s$
AZUTAN	180	300	85	31,6	750
VALDECAÑAS	225	750	1446	75	414
TORREJON	132	600	166	46	350
J.M.ORIOL	915	1850	3162	108	1172
CEDILLO	440	600	2[illegible]0	34	1500

Bild 5
Das kombinierte Flusskraftwerk und Pumspeicherwerk Torrejón mit den beiden zugehörigen Staumauern am Tajo (rechts) und am Tietar; Turbinenleistung 132 MW, Pumpenleistung 88 000 PS.



der in der benachbarten Sierra de Gredos entspringt, für die Tajostrecke auszunutzen.

Das Werk besitzt daher drei Wasserspiegel (Bild 5), nämlich das Oberwasser des Tajo auf Normalkote 242,50 m ü. d. M., das Oberwasser des Tietar mit Kote 220,00 und das gemeinsame Unterwasser im Bett des Tajo auf ca. 202,00 m. Beide Oberwasserspiegel können in dem gemeinsamen Kraftwerk wahlweise den Turbineneinläufen und der niedere Oberwasserspiegel des Tietar und das Unterwasser des Tajo den Einläufen der Pumpen zugeführt werden. Dadurch kann wahlweise zwischen den verschiedenen Wasserspiegeln entweder Pump- oder Turbinenbetrieb gemacht werden, d. h. es kann sogar Wasser des Tietar den Tajo hinauf gepumpt werden, eine Lösung, die damit für Torrejón eine einzigartige Mittlerstellung zwischen den Grossspeicherwerken Valdecañas und J. M. de Oriol ergibt.

Entsprechend den an die Anlagen gestellten Forderungen und den gegebenen Untergrund-Verhältnissen fanden Staumauern verschiedener Bauformen Anwendung. Während sich in Valdecañas die Möglichkeit ergab, eine baustoffsparende Bogenmauer zu errichten (Bild 6), wurden für Azutan, Torrejón und Oriol Bild 2/S. 3 dieses Heftes) Gewichtsstaumauern gewählt, wohl auch mit Rücksicht auf die erheblichen Kronenlängen.

Kennzahlen der Werke der Confederación Hydrográfica del Guadiana — Tabelle 3

Name der Anlage		Cijara	Garcia de Sola	Orellana	Zujar
Fluss			Guadiana		Zujar
EINZUGSGEBIET:					
Oberfläche	km^2	25 180	1364	400	7700
Mittl. jährlicher Abfluss	10^6 m^3	1047	424	92	680
SPEICHERRAUM:					
Oberfläche	ha	6350	3550	5550	4524
Gesamt-Volumen	10^6 m^3	1670	555	824	725
davon nutzbar	10^6 m^3	1470	333	478	603
Länge	km	45	35	37	35
Speicherspiegel max	m ü. M. Sp.	427,50	362,60	318,00	318,00
SPERRE:					
Bauart	—		Gewichtsstaumauer		
Mauer-Volumen	10^3 m^3	368	259	476	367
Maximale Höhe über Gründung	m	80,50	64,90	63,45	60,50
Maximale Höhe über Flussohle	m	72,90	56,30	48,00	46,50
Kronenlänge	m	295	245	737,42	350
Max. Hochwasserabfluss	m^3/s	4760	4700	3200	3600
KRAFTWERK:					
Anzahl der Masch.-Sätze	—	2	3	2	2
Turbinen-Kapazität	MW	34,3	55,6	24,4	28,6
Fallhöhe max.	m	ca. 59	ca. 45	ca. 44	ca. 42
Mittl. Jahresproduktion	GWh	92	102	69	30
Jahr der Fertigstellung	—	1956	1963	1961	1964

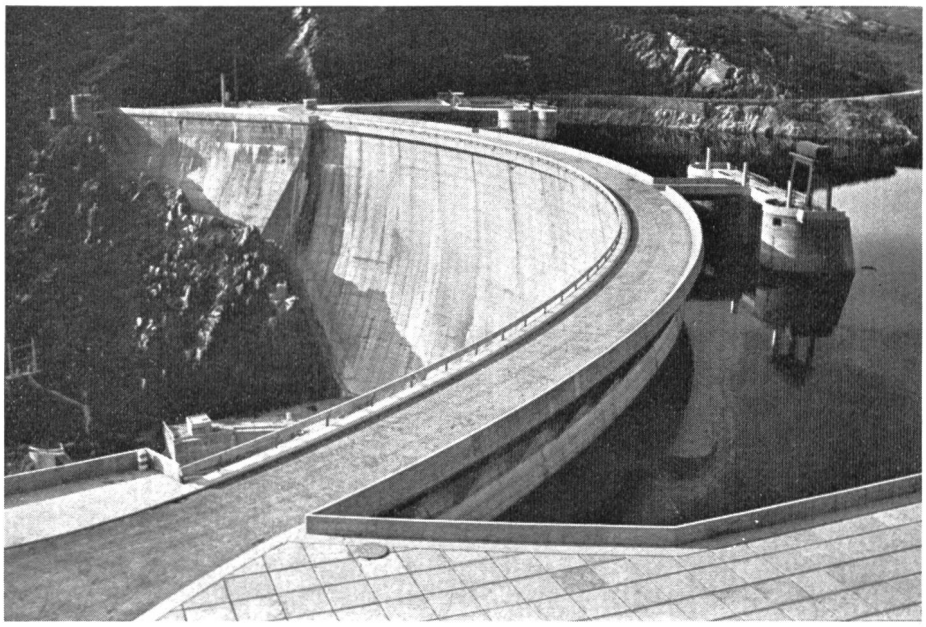


Bild 6
Seitenansicht der Bogenstaumauer Valdecañas mit Entnahmetürmen.

Die Kraftwerke sind bis auf Torrejón, wo das Kraftwerk zwischen den beiden Flüssen liegt, an die Sperren angebaut. Hochwasser wird mit Ausnahme von Valdecañas mittels Stauklappen über die Mauern abgeführt; in Valdecañas geschieht dies durch Grundablässe.

Pumpenturbinen sind in beiden zum Pumpen bestimmten Werken, nämlich Valdecañas und Torrejón aufgestellt. Solche Umkehrmaschinen, die ihre Wirkung allein durch Umkehr der Drehrichtung ändern können, ermöglichen Einsparungen in maschineller und baulicher Hinsicht und gewährleisten mit den entsprechenden Maschinenwirkungsgraden günstigere Stromgestehungskosten.

Für Valdecañas darf darauf hingewiesen werden, dass dieses Werk eine kleine (zweite) Staumauer im Unterwasser besitzt (Bild 7), die zugleich als Wand des Maschinenhauses benutzt wird. Sie dient dem Schutz des Kraftwerkes und des Transformatorenhofes (Bild 8) gegen Hochwasser, das wegen des engen Flussbettes auch im Unterwasser erhebliche Wasserstände annehmen kann, und gestattet ausserdem mit den für den Pumpenzulauf günstigen Unterwasserständen Betrieb zu machen. Einzelangaben über die vier Werke können der Tabelle 2 entnommen werden.

Neben der Technik kamen bei dieser Reise natürlich auch die Naturschönheiten und Sehenswürdigkeiten wie z. B. die der Stadt Caceres und die alte Römerbrücke von Alcántara (Bild 9) zur Geltung.

Guadiana-Becken

Die Fahrt zum Guadiana führte die Reiseteilnehmer in die Provinz Badajoz, wo ebenfalls drei bemerkenswerte Stauwerke, nämlich Garcia de Sola, Orellana und Zujar einer Gruppe von vier Werken, die die wichtigsten zur Bewässerung der Provinz Badajoz sind, zu besichtigen waren. Von diesen liegen die beiden erstgenannten am Guadiana und Zujar am gleichnamigen Nebenfluss.

Der Plan Badajoz, der in dieser Zeitschrift schon mehrfach erwähnt wurde, (WEW 1961 S. 45/52, 1966 S.

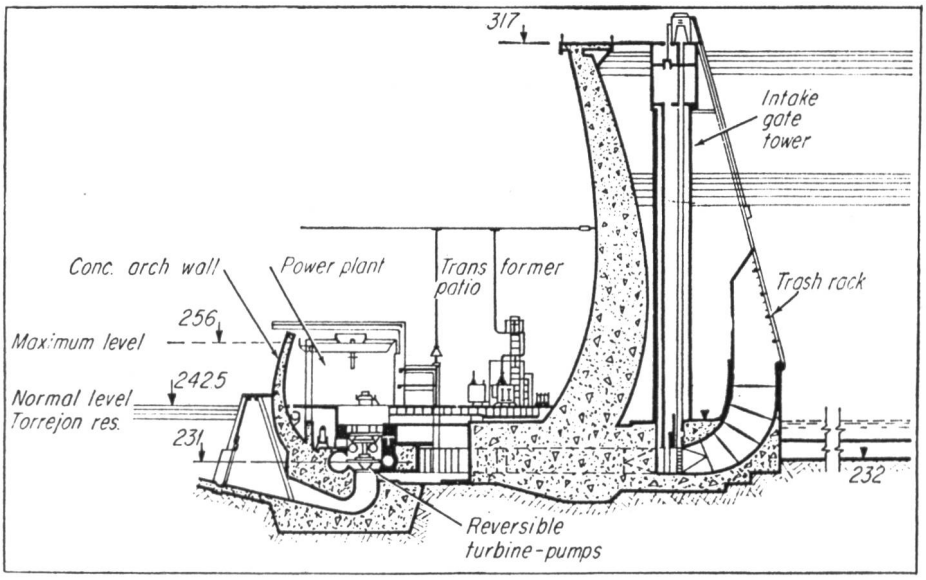
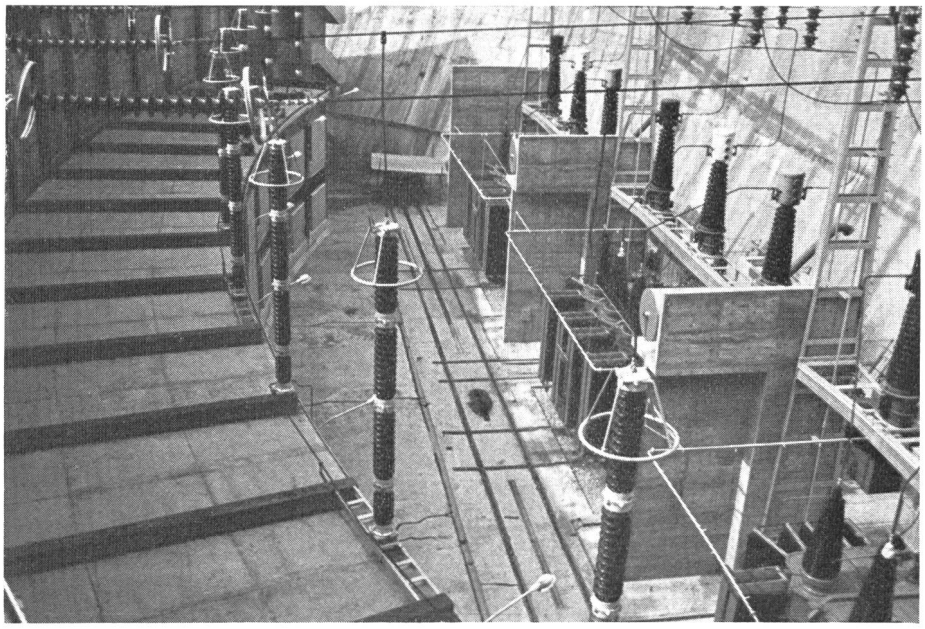


Bild 7
Querschnitt durch die Anlage Valdecañas.

Bild 8
Transformatorenhof mit Maschinenhaus Valdecañas.



341/346), stellt bekanntlich ein grosszügiges Meliorationswerk zur Erschliessung der Provinz Badajoz dar, das durch Abflussregulierung des Guadiana und des Zujar weitverzweigte Bewässerungsanlagen versorgen und damit fruchtbare Bebauungszonen schaffen helfen soll. Daneben ist entsprechende Kolonisierung der Bevölkerung sowie Industrialisierung und Elektrifizierung vorgesehen.

Die Werke wurden von der Confederación Hidrográfica del Guadiana betreut, die bei den Besichtigungen freundlicherweise auch für das leibliche Wohl der Besucher sorgte. Die anwesenden Vertreter der Gesellschaft gaben vielseitigen Aufschluss über die Anlagen und ihre Wirkungsweise.

Die Talsperren sind durchwegs als Gewichtsstaumauern mit Hochwasserablässen über die Sperren (Segmentverschlüsse) ausgebildet (Bild 10). Die Kraftwerke sind seitlich unterhalb der Sperren angeordnet. Die erzeugte Energie wird mit 132 kV in das Landesnetz eingespeist. Nähere Daten dieser vier Werke können der beigefügten Tabelle 3 entnommen werden.

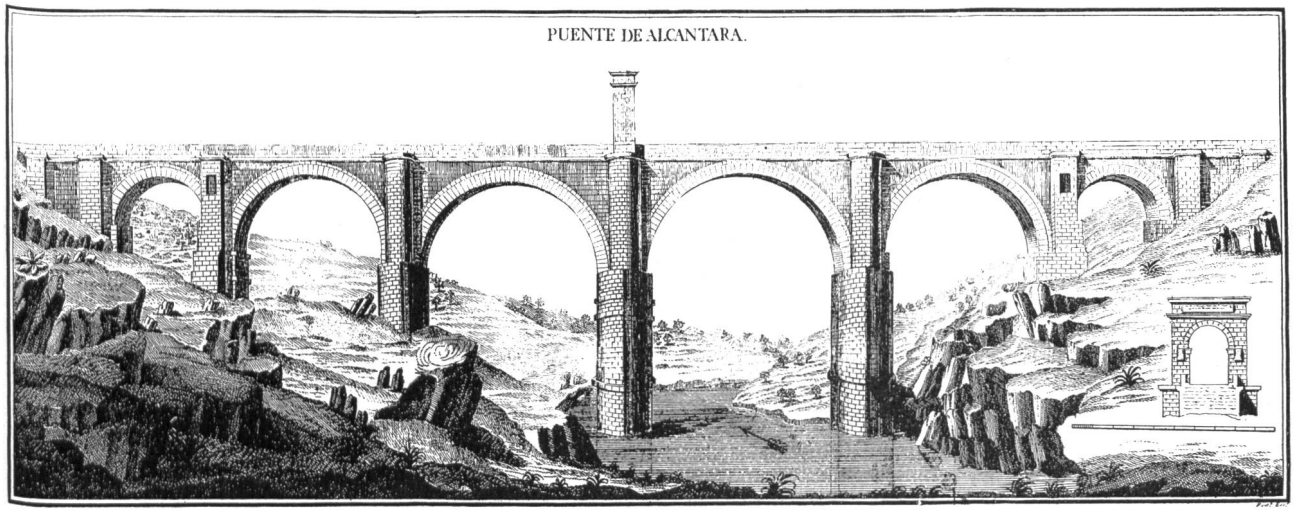
Das Bewässerungssystem des Plan Badajoz wird in zwei Teilabschnitten durchgeführt, von denen der eine oberhalb und der andere unterhalb der Stadt Mérida liegt. Dazu werden im oberen grösseren Abschnitt (Vegas Altas) von der Sperre Orellana rechtsufrig und von der Sperre Zujar linksufrig je ein Bewässerungskanal abgezweigt, die als offene Hangkanäle — aber auch unterbrochen von Tunnels oder Aquädukten — beidseits möglichst weit vom Bett des Guadiana bzw. des Zujar entfernt verlaufen, um dadurch das zu bewässernde Gebiet einzuschliessen, dem das Wasser dann in verzweigten Grabensystemen mit natürlichem Gefälle zugeführt werden kann.

Im unteren kleineren Abschnitt (Vegas Bajas) werden zwei Bewässerungsgräben links und rechts bei der Sperre Montijo abgezweigt und in sinngemässer Weise wie im oberen Abschnitt geführt und zur Bewässerung verwendet.

In beiden Gebieten zusammen wurde hierdurch in der Periode 1952 bis 1968 folgendes Ergebnis erreicht:

Dies stellt zusammen mit den damit in Verbindung stehenden Arbeiten für Strassenbau, für die Kolonisation

Bild 9 Römerbrücke von Alcántara unterhalb des Kraftwerkes J. M. Oriol, im Jahre 105 n. Chr. in der Regierungszeit von Trajan erbaut.



	Bewässerte Fläche ha	Hauptkanäle km	Verteilerkanäle km
Ausgeführt	76 610	189	2 909
Im Bau	19 175	43	129
Projektiert	52 929	194	1 312

der landwirtschaftlichen Bevölkerung, der Elektrifizierung und der Industrialisierung des Guadiana-Tales ein stolzes Zwischenergebnis dar, das aber noch bis zum endgültigen Abschluss zu ergänzen ist.

Im Bereich des Guadiana-Beckens wurden auch die alten Römersperren Cornalbo und Proserpina besichtigt, über die kürzlich in dieser Zeitschrift in einem Artikel «Alte Talsperren in Spanien» (WEW 1973 S. 176/187) berichtet wurde. Ausserdem hatte man Gelegenheit, in Mérida den erstaunlichen Komplex römischer Bauten, die an den einstigen Ruhm der Stadt erinnern, zu bewundern wie die Brücke über den Guadiana, 792 m lang, die auf 60 Bogen ruht, aus Granitquadern gemauert (Bild 11), oder die bedeutenden Reste einer römischen Villa mit gut erhaltenen Mosaikfussböden, die erst kurz zuvor freigelegt wurden. Grossartig war der Anblick des römischen Theaters, aus dem man auf seine ganze Schönheit in augusteischen Zeiten schliessen konnte.

Guadalquivir-Becken

Im Gebiet des Guadalquivir, der im Südosten Spaniens in der Sierra Cazorla in 1350 m Höhe entspringt und auch im oberen Einzugsbereich schon kräftig ausgenutzt wird, wurden zunächst vier Werke an Nebenflüssen des unteren Guadalquivir besichtigt. Es handelt sich um Werke der Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, deren Delegierte sich bereitwilligst zu Erläuterungen und Beantwortungen vieler Fragen der Besucher zur Verfügung stellten.

Im genannten Flussbereich herrscht wegen der Nähe stark besiedelter Gebiete grosser Bedarf an Trinkwasser. Deshalb wurden das Aracena-Reservoir am Huelva vorzugsweise zur Trinkwasserversorgung von Sevilla und die Speicher Bornos (Bild 12) und Arcos vor allem zur Trinkwasserversorgung von Cadiz errichtet. Daneben gestatten die Speicher Hochwasserschutz, Bewässerung landwirtschaftlicher Gebiete und Erzeugung elektrischer Energie. Auch für Wassersport sollen sie freigegeben sein.

Die Sperren wurden in der in Spanien vorzugsweise angewendeten Bauart als Gewichtsstaumauern in Beton ausgeführt, mit Hochwasserabfuhr über die Wehre, die mit Segmentverschlüssen versehen sind. Bei der Sperre Aracena wurden in den Flanken Stützpfeiler errichtet, die der Sperre im Verhältnis zu ihrer Länge ein besonders harmonisches Aussehen geben (Bild 13).

In der Sperre Torre del Aguila am Salado de Moron fanden die Besucher das seltene Beispiel eines Erdschüttdammes, der in früheren Jahren bereits zur Steigerung der Speicherkapazität um 4 m auf 42 m Höhe über der Gründung bzw. 29 m über dem Flussbett mit Erfolg erhöht wurde, wofür zusätzliche Felsschüttung aufgebracht wurde. Die Speicheranlage verfügt über einen rechtsufrigen Hochwasser-Ueberlauf mit einer Kapazität von 700 m³/s. Zweck des Dammes sind Hochwasserschutz und Bewässerung; Stromerzeugung findet hier nicht statt.

Die vier vorgenannten Werke sind in der Tabelle 4 mit ihren Kenndaten aufgeführt.

Kennzahlen der Werke der Confederación Hidrográfica del Guadalquivir — Tabelle 4

Name der Anlage			Torre Aguila	Bornos	Arcos	Aracena
Fluss			Salado de Moron	Guadalete		Huelva
EINZUGSGEBIET:						
Oberfläche		km²	460	1344		408
Mittl. jährl. Niederschlag		mm	575	747		951
Mittl. jährlicher Abfluss		10⁶ m³		281		128
SPEICHERRAUM:						
Gesamt-Volumen		10⁶ m³	111	143	11	122
davon nutzbar		10⁶ m³	70	143		115
Speicherspiegel	max.	m über M. Spieg.	54	106		344
	min.		30,6	84,5		301,5
SPERRE:						
Bauart		—	E	G	G	Pf
Maximale Höhe	über Gründung	m	42	57		
	über Flussohle	m	29	ca. 50		49,5
Kronenlänge		m	290	164	191	612
Max. Hochwasserabfluss		m³/s	700	1720	960	1600
KRAFTWERK:						
Anzahl der Masch.-Sätze		—	—	2	1	Noch in Planung
Turbinen-Kapazität		MW	—	5000	3350	
Fallhöhe	max.	m	—	39,00	31,50	
	min.	m	—	17,50	12,79	
Mittl. Jahresproduktion		GWh	—	12	8	
Jahr der Fertigstellung		—	1947	1961	1965	1969

E = Erddamm, G = Gewichtsstaumauer, Pf = Pfeilerstaumauer

Schliesslich wurde im Bereich des Guadalquivir noch das Pumpspeicherwerk Guillena besichtigt, das unterhalb vom Aracena-Damm am Huelva im Bau war. Nach Angabe des Prospektes der Compañia Sevillana de Electricidad, die ihr Werk den Besuchern zeigte, ist es das erste Werk in Spanien, das im reinen Pendelbetrieb arbeitet, d. h. dass nur das in das Oberbecken hinaufgepumpte Wasser im Wechsel wieder zur Stromerzeugung benutzt werden kann. Dass das Oberbecken keinen natürlichen Zufluss hat, konnten die Besucher selbst daran erkennen, dass es auf einer Bergkuppe errichtet wird; 4 bis zu 35 m hohe Gewichtsstaumauern zur Ergänzung seiner im übrigen natürlichen Umrandung waren im Bau.

Das zugehörige Unterbecken am Huelvafluss wird durch eine weitere im Flusslauf vorgesehene Gewichtsstaumauer von 25 m Höhe gebildet. Gegenüber dem sich hierdurch ergebenden Wasserspiegel liegt die Maschinenzentrale tief eingebettet am rechten Flussufer, um den drei als Pumpturbinen ausgebildeten Maschinen-Aggregaten den erforderlichen Zulaufdruck zu gewährleisten. Zur Zeit der Besichtigung fand die Montage des mittleren Maschinensatzes statt (Bild 14).

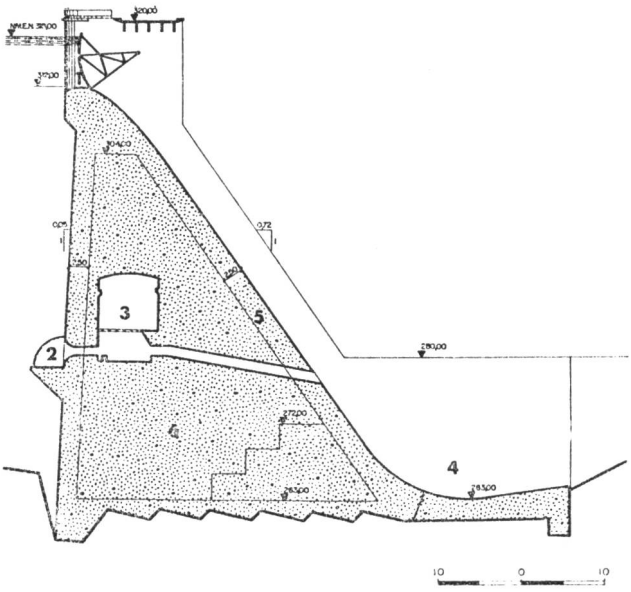


Bild 10 Querschnitt durch die Sperre Orellana mit durch Segmentschützen verschlossenem Hochwasserüberlauf.

Schluss

Zieht man aus Vorstehendem das Resumée und bemerkt, dass von den hier erwähnten Staudämmen allein fünf im nach der Speichergrösse geordneten Verzeichnis aller spanischen Sperren innerhalb der 13 grössten aufgeführt sind (von den ersten sechs sind es sogar drei), so beleuchtet dies das grosse Ausmass der hier im Südwesten zum Wohle des Landes und seiner Bevölkerung verwirklichten Projekte.

Die Bedeutung geht auch daraus hervor, dass die Summe der Speicherkapazitäten allein der in den Tabellen 2, 3 und 4 aufgeführten Werke mit über 9 Milliarden m³ bereits 23 % aller in Spanien geschaffenen Speicherkapazitäten von rd. 39 Milliarden m³ ausmacht. Selbst ohne Zurechnung der übrigen im Südwesten bereits vorhandenen Speicher liegt dieser Prozentsatz erheblich über demjenigen von 14,9, der eingangs für den Anteil der Abflüsse des Südwestens an dem des ganzen spanischen Festlandes genannt wurde. Man sieht also, wie das geringe Wasserdargebot des Südwestens mit Erfolg durch Bau grösserer Speicherbecken kompensiert wird. Damit wächst die Möglichkeit, Wasser von regenreichen für trockene Jahre aufzusparen und damit die Regelmässigkeit der Bewässerungen und der hydroelektrischen Stromerzeugung zu steigern.

Der Bau zahlreicher grosser hydroelektrischer Anlagen, die zusammen mit den wasserwirtschaftlichen Massnahmen in den letzten Jahren entstanden sind, zeigt auch auf der Seite der Elektrizitätswirtschaft Spaniens seine günstigen Auswirkungen. So trug die Wasserkraft im Jahre 1972 rd. 53 % zur Gesamterzeugung des Landes bei. Die ebenfalls intensive Tätigkeit auf dem Gebiet der Wärmestromerzeugung auf der Basis klassischer und auch nuklearer Brennstoffe sorgte damit zusammen für eine Steigerung des gesamten Stromaufkommens, welche die für Europa als Norm bekannte Verdoppelung in zehn Jahren bei weitem überschritt und zuletzt diese Verdoppelung sogar schon in sieben Jahren erreichte. Spanien war dadurch in der Lage, auch im internationalen elektrizitätswirtschaftlichen Verbund einen positiven Beitrag zu liefern, der innerhalb des laufenden gegenseitigen Stromaustausches mit den Nachbar-

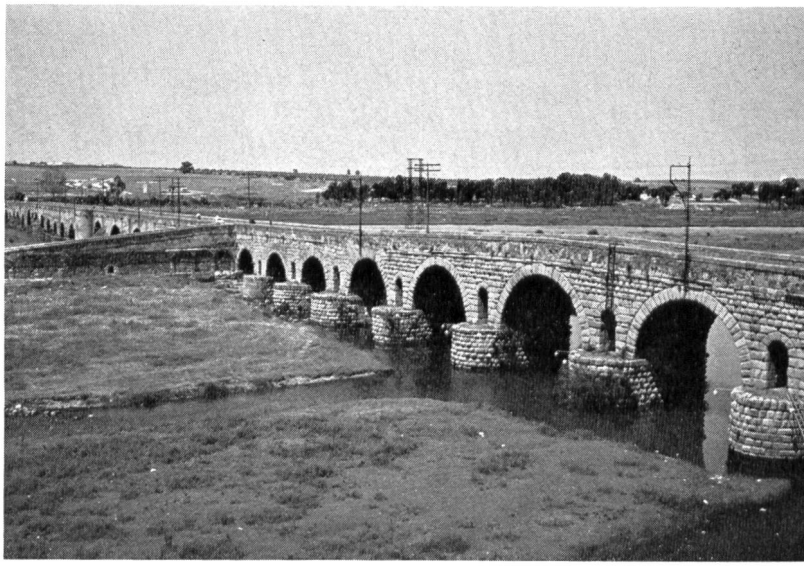
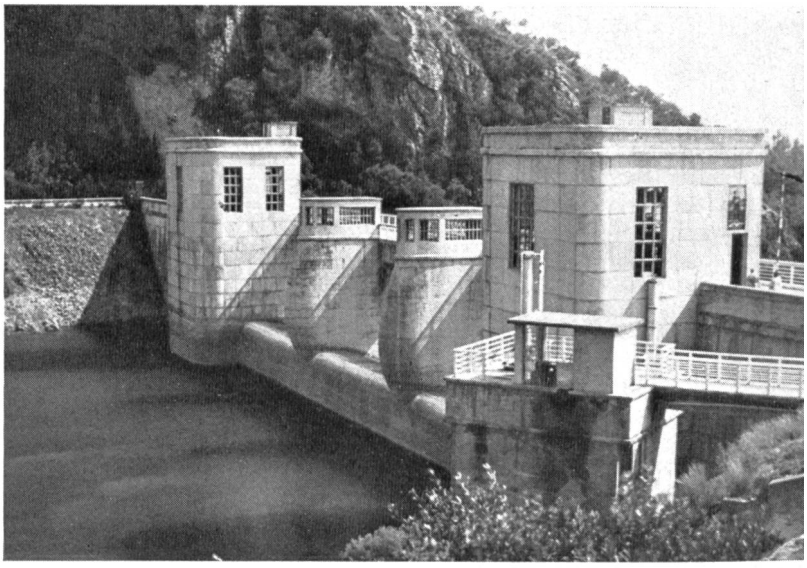
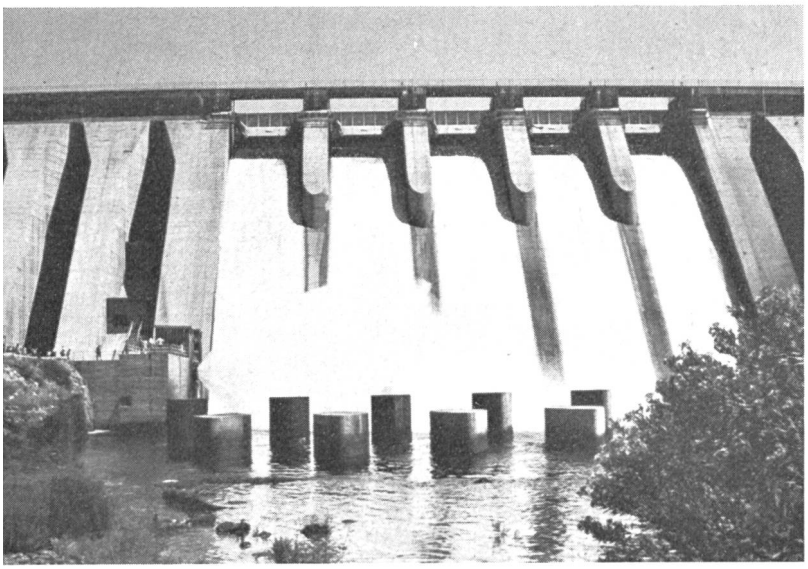


Bild 11 Alte Römerbrücke über den Rio Guadiana in Mérida.

Bild 12 Sperrenbauwerk Bornos; Hochwasserüberlauf mit vorläufig eingesparten Segmentverschlüssen.





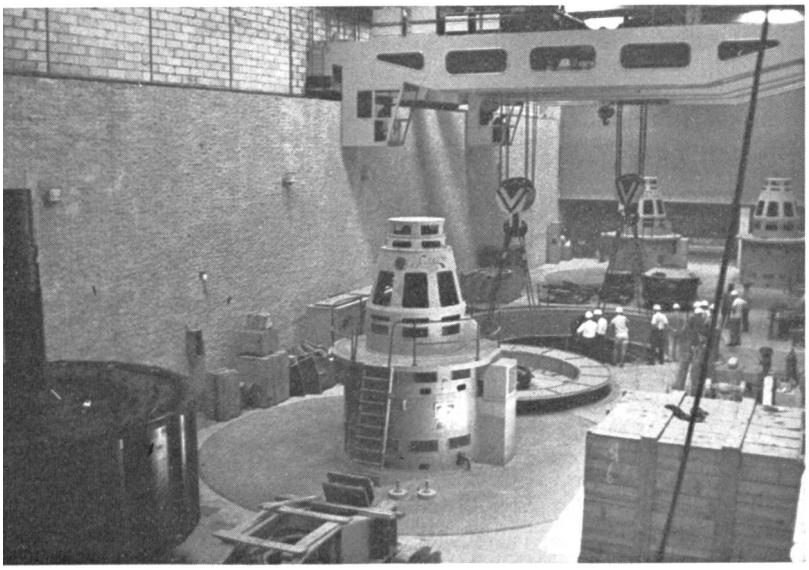


Bild 13 Sperre Aracena mit Energievernichter im Unterwasser.

Bild 14 Pumpspeicherwerk Guillena; Maschinenzentrale in der Montage.

ländern Frankreich und Portugal zu einem günstigen Exportsaldo führte. So trägt letzten Endes auch hier die Wasserwirtschaft ihren Teil dazu bei, den wirtschaftlichen Aufschwung des Landes, den die Reiseteilnehmer aller Orten erkennen konnten, weiter in der schon erreichten und steigenden Linie zu fördern.

Die Fahrt durch den Südwesten endete in Sevilla, wo man mit den Teilnehmern der durch Portugal führenden Reise Nr. 9 zusammentraf. Bei der gemeinsamen Besichtigung dieser wundervollen Stadt bot sich die seltene Möglichkeit, eine Fronleichnams-Prozession mitzuerleben; für Interessenten fand sich abends auch Gelegenheit, echten spanischen Tanz mit seinem einmaligen Temperament und in seiner ganzen Farbigkeit anschauen zu können.

Erfüllt von den grossartigen Eindrücken dieser Studienreise, die sich aus den Besichtigungen der bewundernswerten spanischen Stauwerke und aus dem Zusammentreffen von Fachleuten aus der ganzen Welt ergaben — auch eine chinesische Delegation nahm erstmals an einem ICOLD-Kongress teil —, erlebten die Teilnehmer einen festlichen Abschluss ihrer Reise bei dem im historischen Hotel Alfonso XIII gegebenen Abschieds-Diner, an dem neben den Spitzen spanischer Behörden auch Dr. J. Toran, der Präsident des Internationalen und des Spanischen Nationalen Komitees teilnahm.

Adresse des Verfassers:
Dipl.-Ing. F. L. von Schoeler
Mozartstrasse 18
D-8901 Westheim 6

Bildernachweis:
Nrn. 2a/2b aus Revista de Obras Públicas; Nrn. 3, 4, 9 von Hidroeléctrica Española S.A., Alcántara; Nr. 7 aus Spanish Dambuilders; Nr. 10 aus Inventario de presas españolas 1973 und Nrn. 6, 8, 11/14 Fotos F. L. v. Schoeler

4.4 OST- UND SÜDSPANIEN

DK 079.3 (46)

Giulio Trucco

Im nachfolgenden Beitrag soll kurz über die Studienreise Nr. 6, welche von Madrid über Alicante nach Granada und dem südlichen Andalusien führte, berichtet werden. Das reichhaltige Programm sah nicht nur den Besuch zahlreicher Talsperren und Baustellen vor, sondern es umfasste auch die Besichtigung von besonders sehenswerten Städten und Kunstdenkmälern, an erster Stelle Granada mit der weltberühmten Alhambra. Die Route dieser Studienreise ist aus Bild 1 ersichtlich; sie wurde teils per Flugzeug, teils per Car zurückgelegt und dauerte sieben Tage. Die ausgezeichnete Führung hatte Ing. A. M. Murcia inne, dem für seine nicht immer einfachen Aufgaben drei charmante Hostessen zur Seite standen.

Madrid — Aqueducto del Tajo-Barajas

Am Samstag, 16. Juni, herrschte schon seit den frühen Morgenstunden ein reger Betrieb in der Halle des grossen Hotels Melia-Castilla, wo viele Kongressteilnehmer untergebracht waren. Die Abgabe der Gepäckstücke, die Bezahlung der Rechnungen und das Verabschieden von Bekannten und Kollegen, die an anderen Reisen teilnahmen, beschäftigte alle derart, dass die Zeit im Nu verging.

Pünktlich um 9 Uhr, wie im offiziellen Programm vorgesehen, befand sich unsere Gruppe, bestehend aus ca. 65 Personen aus 10 Ländern an Bord von drei bequemen Autocars; nach ca. 1 Stunde inoffizieller Wartezeit verliessen wir Madrid in südöstlicher Richtung und erreichten nach einer zweistündigen Fahrt die Baustelle des Kanalviaduktes über das Ciguelatal, der grossen Ueberleitung Tajo — Segura. Dieses zur Zeit sich im Bau befindende Grossprojekt, welches die Bewässerung von rund 100 000 ha Land ermöglichen soll, bezweckt die jährliche Verschiebung von ca. 1 Mrd. m³ Wasser vom Einzugsgebiet des Tajo in dasjenige des Segura, nördlich von Alicante am Mittelmeer, über eine Distanz von ca. 300 km. Es besteht neben dem Speicher von La Bujeda und der Pumpenzentrale Bolarque II aus einem Kanal, der teils im Freien, teils im Stollen und teils über Viadukte führt. Das bei leider regnerischem Wetter besichtigte Objekt besteht

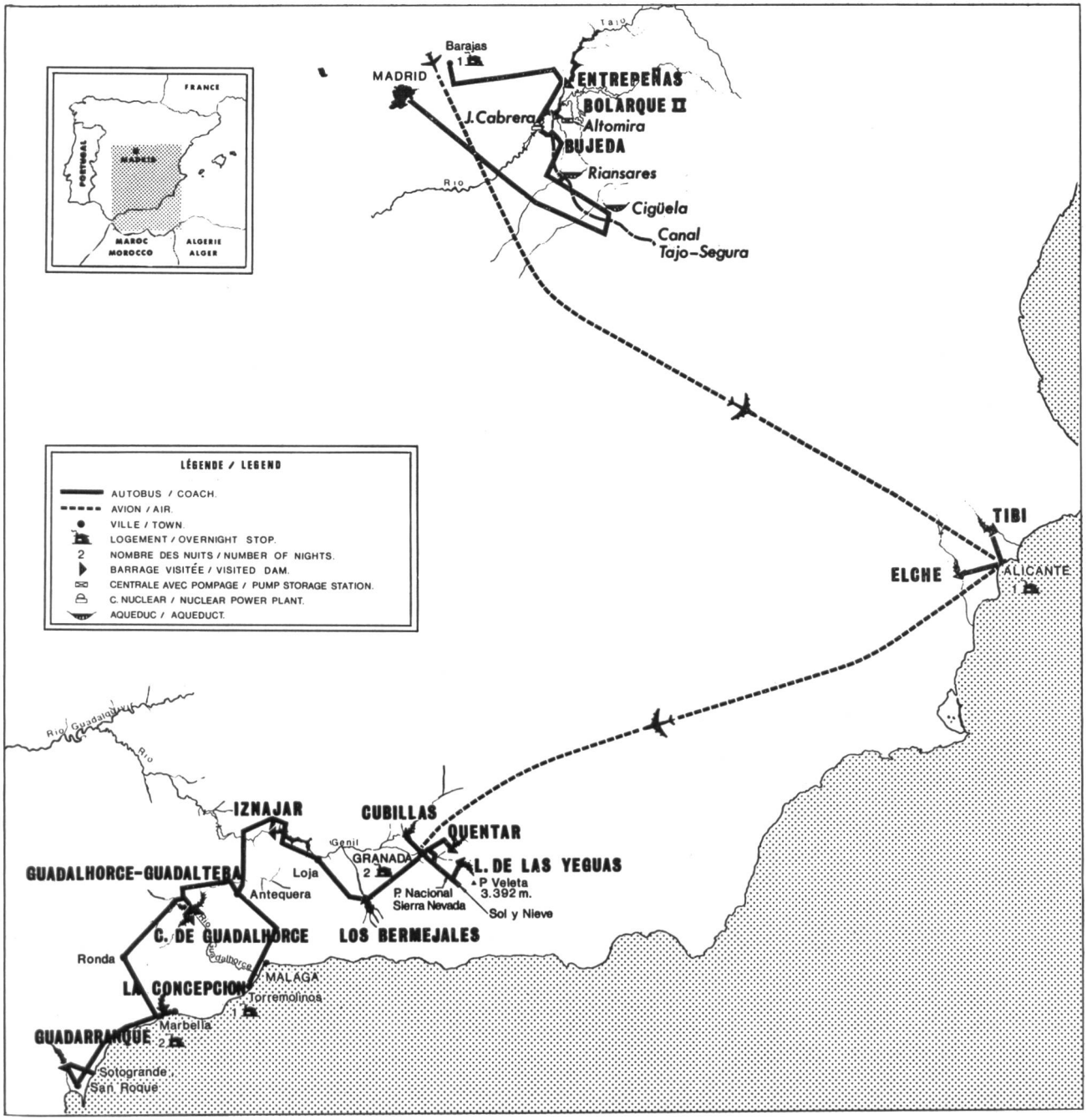


Bild 1 Routenskizze der Studienreise Nr. 6 nach Ost- und Südspanien.

aus einer aus vorgespannten vorfabrizierten Einzelelementen hergestellten schlanken Kanalbrücke von ca. 6200 m Länge und 32 m mittlerer Höhe, welche die Talsenke von Ciguela überquert. Besonders eindrucksvoll ist ein Vergleich dieses modernen Bauwerkes mit dem aus der Römerzeit stammenden Aquaeduct von Segovia, welches wir einige Tage vorher anlässlich einer Exkursion von Madrid aus besichtigen konnten. Auch dort musste das kostbare Wasser über weite Strecken in Trockengebiete geleitet werden. Anstelle von Eisenbeton wurde damals Quadermauerwerk verwendet; das so geschaffene Bauwerk ist, obwohl massig, von einer erstaunlichen Eleganz und zeugt vom grossen Können sowie vom Sinn für richtige Proportionen der damaligen Erbauer (siehe Bilder 2 und 3).

Von der Baustelle Ciguela ging die Fahrt weiter, diesmal in nördlicher Richtung; da es mittlerweile Mittag geworden war, wurden uns in einer «Landbeiz» gemäss Programm «café et rafraîchissements» zur Stärkung offeriert. Es sollte dies der erste einer Serie von üppigen und reichhaltigen Imbissen sein, mit denen das Organisationskomitee den ausländischen Gästen einen Aspekt der grossen spanischen Gastfreundschaft kundtun wollte.

Nach einer weiteren Stunde Fahrt erreichten wir schliesslich die Baustelle «La Bujeda».

Dort wird ein künstliches Becken hergestellt, von welchem das Wasser mittels einer Pumpstation zum nahe gelegenen Anfangs- und Scheitelpunkt der grossen Ueberleitung nach dem Seguragebiet gefördert wird. Die natürliche Senke von La Bujeda wird durch einen Hauptdamm und zwei Nebendämme abgeschlossen, welche einen Speicher von 5,9 Mio m³ Nutzinhalt mit einem Stauziel auf 905 m ü.M. schaffen.

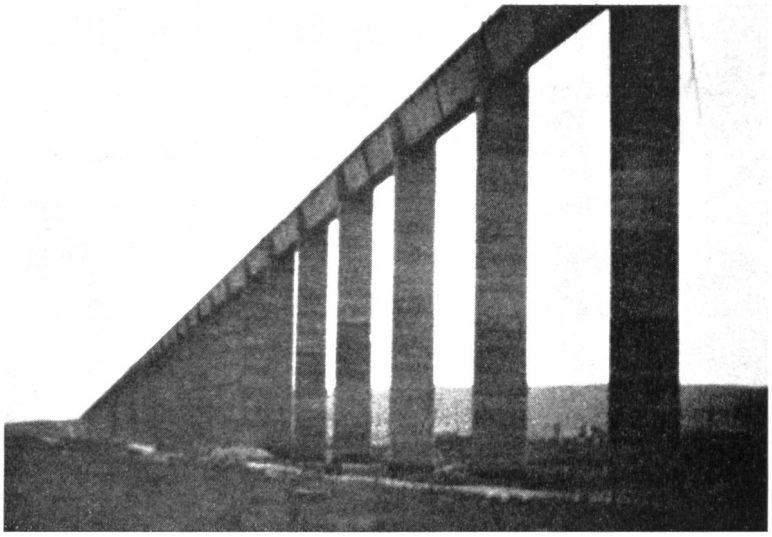


Bild 2 Ueberleitung Tajo—Segura; Kanalviadukt über die Talsenke von Ciguela.

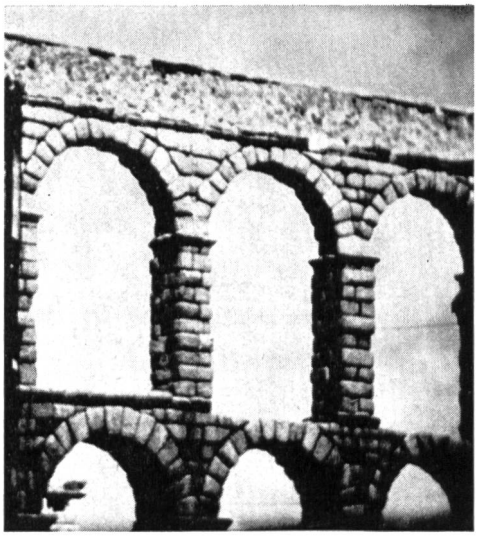


Bild 3 Detailansicht des alten römischen Aquaeducts von Segovia, zum Vergleich.

Der Hauptdamm besteht aus einem Rockfill-Stützkörper mit wasserseitiger Dichtung. Der Damm hat eine maximale Höhe von 41 m, eine Kronenlänge von 360 m und ein Volumen von ca. 390 000 m³. Das Becken La Bujeda dient gleichzeitig als oberes Becken des Umwälzwerkes Bolarque II, welches nachfolgend beschrieben wird.

Mit reichlicher Verspätung auf das Programm wurde die Fahrt wieder aufgenommen. Von den Hügelzügen, welche das Tajotal nach SO abschliessen, fuhren wir durch eine spärlich bewachsene karstähnliche Landschaft bis zum Talboden hinunter, wo sich in unmittelbarer Flussnähe das erste in Spanien im Jahr 1968 in Betrieb genommene Nuklearkraftwerk «José Cabrera» befindet. Es handelt sich um eine Zentrale mit einer installierten elektrischen Leistung von 160 MW; der Besuch musste aber leider wegen der grossen Verspätung ausfallen. Nach einem ausgezeichneten Mittagessen — um 4 Uhr nachmittags im werkeigenen Restaurant — ging es tajoaufwärts weiter bis zur Bolarque-Talsperre. Am linken Ufer dieser im Jahre 1910 erstellten und 1954 um 10 m erhöhten, den Tajo aufstauenden Gewichtsmauer wurde eine neue Umwälzzentrale errichtet, welche Wasser, das sowohl für die Speisung der Ueberleitung Tajo — Segura als auch zur Energieproduktion dient, in das 270 m weiter oben gelegene Bujedabecken pumpt.

Die Zentrale ist mit vier reversiblen Pumpenturbinen ausgerüstet, welche von einer Schweizer Firma geliefert wurden und gesamthaft 66 m³/s im Pumpenbetrieb bzw. 99 m³/s im Turbinenbetrieb verarbeiten können.

Gegen 7 Uhr abends statteten wir noch einen kurzen Besuch der ebenfalls am Tajo gelegenen Staumauer Entrepeñas ab, welche zusammen mit der Staumauer Buendia einen der grössten Stauseen Europas mit ca. 2,5 Mrd. m³ Inhalt geschaffen hat und fuhren dann weiter, über Guadalajara nach dem feudalen Hotel Barajas beim Flughafen von Madrid, wo wir erst gegen 10 Uhr abends eintrafen.

Madrid — Alicante

Bei strahlendem Wetter verliessen wir am Sonntagmorgen, 17. Juni, leider wiederum mit erheblicher Verspätung, Madrid und erreichten nach einem ca. einstündigen ruhigen Flug in einer DC 6 der Spantax die am Mittelmeer gelegene Stadt Alicante. Vom Flugzeug aus konnten wir noch einen kurzen Blick auf die am vorhergehenden Tag besichtigten Werke von Entrepeñas, Bolarque und Bujeda werfen und einen guten Eindruck von der Grösse und Bedeutung dieser Anlagen gewinnen.

In Alicante angekommen, ging die Fahrt sofort weiter von der Küste landeinwärts. Die Landschaft ist für das Mittelmeer typisch; üppige Vegetation mit Palmen und Orangenbäumen in den Küstengebieten und meist spärlich bewachsene, kalkige Hügelzüge gegen das Landesinnere. Hier sahen wir auch wild wachsende Oleanderbäume, die in voller Blüte standen und der Landschaft einen besonderen Reiz verliehen.

Der Tag galt dem Besuch von zwei der ältesten Staumauern Spaniens, derjenigen von Tibi, ca. 18 km nordwestlich von Alicante und jener von Elche.

Bei einem Clubrestaurant unweit Alicante wurde die Reisegesellschaft in kleine Gruppen aufgeteilt, die abwechslungsweise mit Landrover über staubige und holperige Strassen bis zur Staumauer Tibi befördert wurden. Die Wartenden konnten sich unterdessen die Zeit bei einem reichhaltigen kalten Buffet vertreiben. Die Staumauer Tibi ist ein in jeder Hinsicht bemerkenswertes Bauwerk; es stammt aus dem Jahre 1594 und dient heute noch wie damals der Bewässerung. Die Talsperre ist 46 m hoch, 65 m lang und hat eine Kronenbreite von 20,5 m und eine Breite von 33,7 m am Mauerfuss; das Mauervolumen beträgt 35 400 m³ und der ursprüngliche Seeinhalt 5,4 Mio m³. Während mehr als drei Jahrhunderten war die Staumauer Tibi die höchste der Welt; sie besteht aus einem Kern mit aus Kalkmörtel gebundenem Mauerwerk und aus luft- und wasserseitigen Paramenten aus grossen, gut bearbeiteten Steinen. Das Bauwerk fügt sich äusserst gut in die Landschaft ein, da es aus dem gleichen Felsmaterial wie die Talflanke erstellt ist (siehe Bilder 4 und 5).

In Alicante zurück, bezogen wir unser Hotel und konnten schliesslich gegen 4 Uhr nachmittags das Mittagessen einnehmen. Die ganz Mutigen statteten noch dem auf einem pyramidenförmigen Hügel gelegenen Schloss mit sehr schöner Aussicht auf Meer und Stadt einen Besuch ab, währenddem die meisten sich eine kurze Ruhepause gönnten.

Um 18 Uhr fuhren wir ab in Richtung Elche; ausgedehnte Palmenwälder und blendend weisse kleine Häuser geben der Gegend einen afrikanischen Charakter, was

durch die Hitze noch verstärkt wurde. 5 km nach der Stadt Elche erreichten wir die gleichnamige Staumauer. Diese stammt aus dem Jahre 1632 und wurde von den Muselmanen im Rahmen eines Bewässerungssystems erbaut. Sie besteht aus einer gebogenen Mauer von 23 m Höhe, 70 m Länge, mit 9 m Kronenbreite und 12 m Breite am Mauerfuss. Der aufgestaute Rio Vinolopò schafft ein Becken von ca. 400 000 m³ Inhalt, das auch heute noch für Bewässerungszwecke benützt wird.

Nach diesen sehr interessanten und nicht alltäglichen Besuchen, bei denen man sich unwillkürlich die Frage stellte, wie wohl unsere Staumauern in 3 bis 400 Jahren aussehen werden, fuhren wir nach Elche zurück, wo im grossen Palmenpark der Stadt ein Empfang mit anschliessendem Nachtessen hätte stattfinden sollen. Irgend etwas hatte aber in der Organisation nicht geklappt, denn als wir ankamen, war überhaupt nichts vorbereitet. Unser Reiseleiter Murcia meisterte aber die Situation mit grossem Geschick, denn in kurzer Zeit liess er ein improvisiertes, aber ausgezeichnetes kaltes Buffet als Ersatz für das offizielle Nachtessen servieren, das unsere müden Geister wieder merklich aufleben liess.

Spät nachts trafen wir dann wieder in unserem Hotel in Alicante ein, wo wir uns zur wohlverdienten Ruhe niederlegten.

Alicante — Granada

Die gleiche Maschine wie am Vortage brachte uns in einem fünfviertelstündigen ruhigen Flug von Alicante nach Granada. Die Route führte über die Sierra Nevada, deren nahezu 3500 m hoher Gipfel aber leider in dichte Wolken gehüllt war. Am Flugplatz von Granada standen schon die Autocars bereit, die uns direkt zur Alhambra brachten, denn der Tag war ganz dem Besuche dieses einzigartigen Bauwerkes gewidmet. Dieser zur Zeit der arabischen Besetzung Spaniens erbaute Gebäudekomplex steht auf einem Hügel, welcher die Stadt Granada beherrscht; ursprünglich als Festung errichtet, wurde er später zur Residenz der Sultane umgebaut und im Laufe der Zeit durch jeden Herrscher erneuert und erweitert.

Die Alhambra besteht aus vier Hauptteilen: der Alcazaba, welche das älteste Teilstück der maurischen Festung ist, dem Alcazar, einem Schloss, das eines der schönsten Beispiele arabischer Baukunst repräsentiert, dem unvollendeten Palast von Karl V, und schliesslich den terrassenartig angelegten Gärten, welche den Rest des Gipfels dieses Hügels einnehmen. Von der Aussenwelt durch kräftige und massive Mauern und Türme abgegrenzt, findet man im Innern, besonders im Alcazar, elegante und schlanke Bauten, welche sich in einer Flucht von aufeinanderfolgenden Räumen und Höfen gliedern, die immer wieder den Besucher in Staunen und Bewunderung versetzen. Die schlanken Marmorsäulen und die reichen farbigen, einem Stickereimuster ähnlichen Verzierungen der Gewölbe und der Wände sind ausserordentlich eindrucksvoll, besonders wenn man bedenkt, dass alles in mühevoller Handarbeit erschaffen werden musste (Bilder 6 und 7).

Der Besuch der Alhambra nahm mehrere Stunden in Anspruch, so dass es schon halb vier Uhr nachmittags war, als wir uns endlich im Parador de San Francisco im Alhambrabereich niedersetzen und ein ausgezeichnetes Mittagessen einnehmen konnten, das uns die für den Rest dieses anstrengenden Tages noch nötigen Energien verschaffte.

Nach dem Essen besuchten wir den Palast des «Generalife», der der Alhambra gegenüber steht und die frühere Sommerresidenz der Sultane war. Schöne, schattige Wandelhallen, die immer wieder neue Ausblicke auf die Stadt und das alte Araberviertel von Albaicin gewähren, grosse Innenhöfe mit Blumen aller Farben und dazwischen erfrischende Becken mit schönen Wasserspielen und geschmackvoll angelegte Gärten zeugen vom Luxus und von der Pracht, in der die damaligen Herrscher lebten (Bild 8).

Gegen 6 Uhr abends konnten wir endlich unsere nicht sehr komfortablen Zimmer im alten Hotel Alhambra-Palace beziehen und uns eine kurze Ruhepause gönnen.

Abends um 8 Uhr gingen wir wieder zur Alhambra hinauf, um an dem durch die Stadtbehörden von Granada gegebenen Empfang zu Ehren der Kongressisten teilzunehmen. Die am Tag noch durch dichte Touristengruppen gefüllten Säle, Höfe und Gärten waren nun menschenleer; eine mondähnliche künstliche Beleuchtung gab den reich verzierten Mauern, Säulen und Kuppeln einen rötlichen Schein, getreu dem Namen dieses ausserordentlichen Denkmals muselmanischer Baukunst — denn Calat

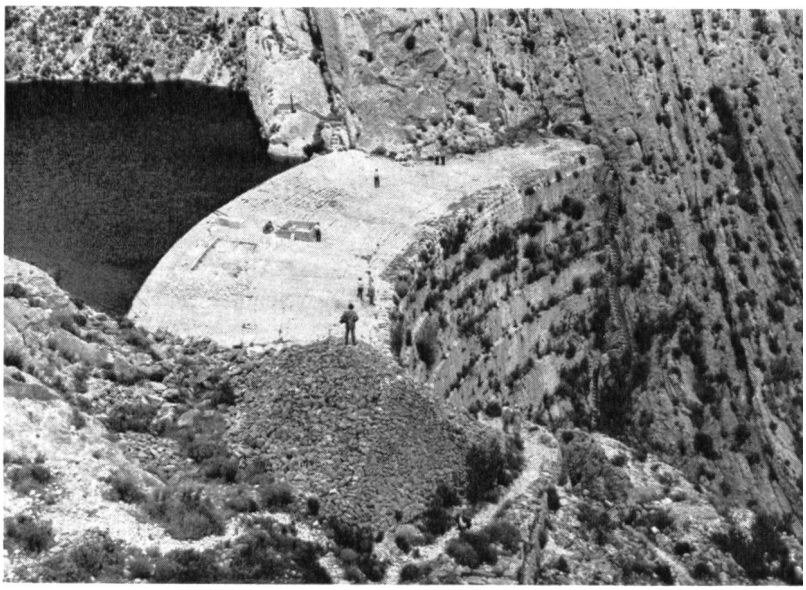
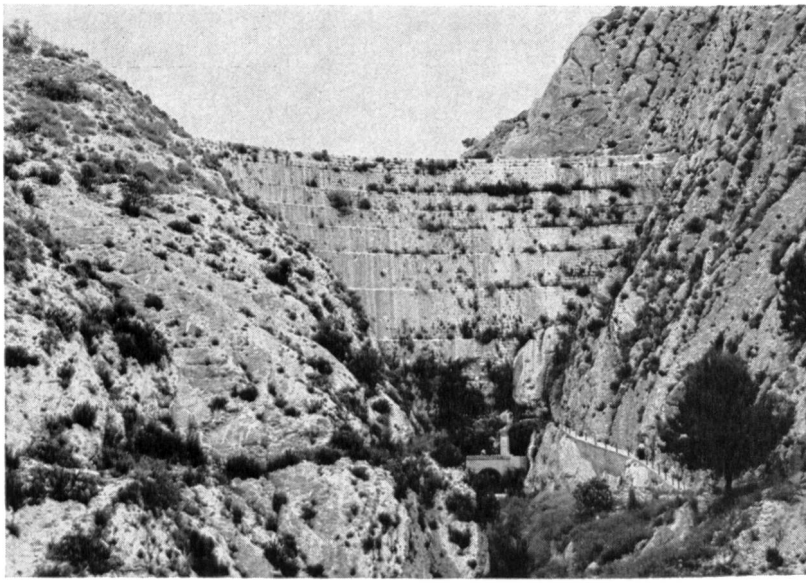


Bild 4 Staumauer Tibi; Ansicht von oben.

Bild 5 Staumauer Tibi; Ansicht von der Luftseite.



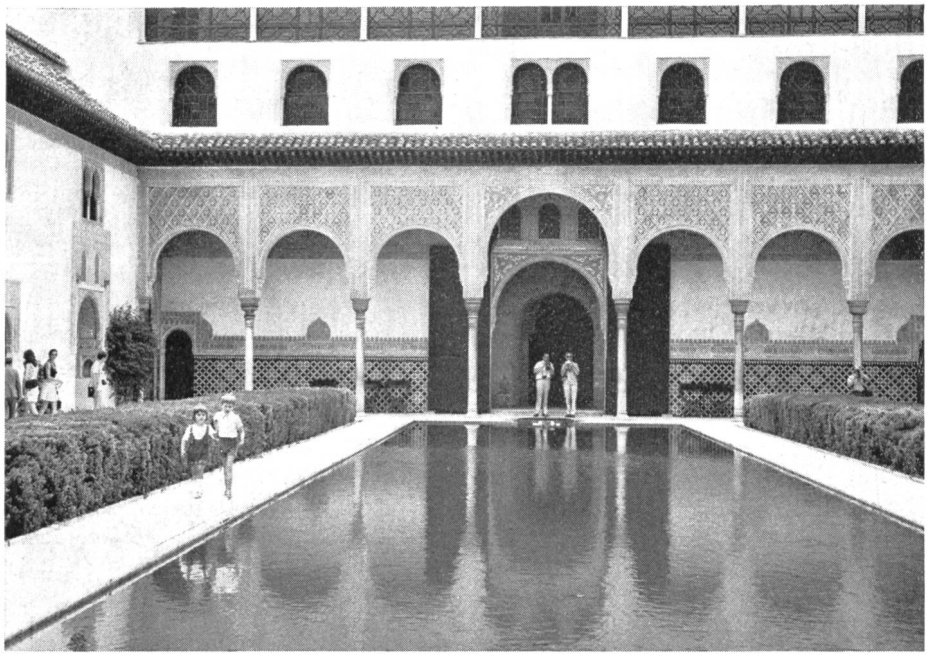


Bild 6
Der grossartige maurische Myrthenhof der Alhambra in Granáda.

Alhambra heisst rotes Schloss — und erzeugte eine märchenhafte Atmosphäre, die diesen Abend zu einem unvergesslichen Erlebnis werden liess.

Im Hofe der Damen wurden wir vom Bürgermeister von Granada begrüsst, und anschliessend konnten wir uns an einem ausgezeichneten und reichhaltigen kalten Buffet stärken und gegenseitig die Eindrücke dieses einmal nicht der Technik gewidmeten Tages austauschen.

Das im Hotel für 11 Uhr abends vorgesehene Nachtessen wurde von der grossen Mehrheit der Reiseteilnehmer zur grossen Enttäuschung eines stattlichen maître d'hôtel gemieden, denn offenbar überwog das Bedürfnis, sich möglichst rasch zur Ruhe zu begeben.

Sierra Nevada

Frühmorgens bei strahlendem Wetter verliessen wir Granada in östlicher Richtung, dem Tale des Rio Aguas Blancas folgend. Der erste Besuch galt der Baustelle der Staumauer Quentar. Es ist dies eine elegante, doppelt gewölbte Bogenmauer, die zur Zeit im Bau steht und die Schaffung eines 13,2 Mio m³ Wasser fassenden Beckens, welches der Speisung der Stadt Granada dienen soll, bezweckt. Bei einer grössten Höhe von 133 m beträgt die Kronenlänge 200 m und die gesamte Betonkubatur 227 000 m³. Eine Hochwasserentlastung am rechten Ufer erlaubt die Ableitung von max. 600 m³/s, währenddem die zwei die Mauer durchquerenden Grundablässe eine Kapazität von 75 m³/s aufweisen (Bild 9).

Von der Baustelle weg ging die Fahrt weiter in Richtung Sierra Nevada. Bald begann man zu steigen, und die im Talboden noch üppige Vegetation wurde mehr und mehr durch Gebüsche und Sträucher verdrängt, bis auch diese immer karger wurden. Auch das Wetter verschlechterte sich zusehends, und als wir gegen Mittag in einem

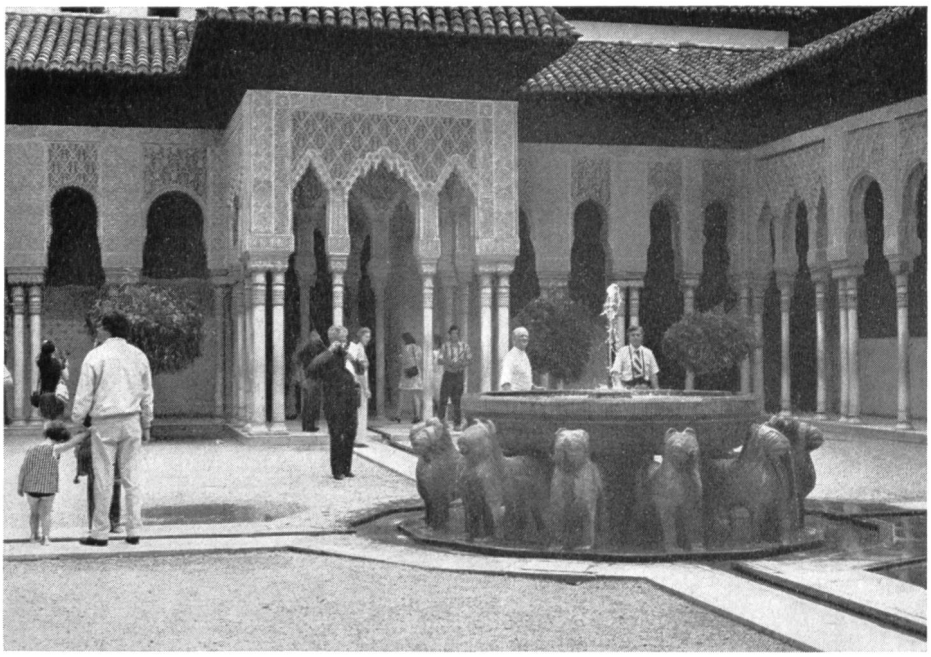


Bild 7
Der berühmte Löwenhof und die stark aufgelöste, mit reichen Stukkornamenten versehene Säulenhalle in der Alhambra.

Bild 8
Ansicht von Palast und Park «Generalife» der Alhambra in Granáda.

Berghotel auf 2500 m Höhe Halt machten, regnete es ziemlich stark und die Temperatur war empfindlich frisch. Die höchsten Gipfel der Sierra, der Mulhaçen mit seinen 3480 m und der Veleta nur um 10 m tiefer kamen von Zeit zu Zeit aus den dichten Wolkenmassen zum Vorschein und zeigten ihre schneebedeckten Flanken.

Nach einem kurzen Imbiss zur Stärkung und zur Erwärmung wurden an Hand von Plänen die Stauanlagen von Laguna de las yeguas erläutert. Die Baustelle konnte nicht besichtigt werden, da sie noch weitgehend eingeschneit war. Bei diesem Bauvorhaben handelt es sich um die Erstellung von zwei Rockfill-Dämmen von je ca. 20 m Höhe und 210 m Länge, welche ein Trinkwasserreservoir von 345 000 m³ auf 2880 m Höhe schaffen. Dieses ist für die Versorgung des stark in Entwicklung begriffenen Wintersportplatzes «Sierra Nevada», der bis zu 20 000 Personen beherbergen soll, vorgesehen.

Mit Landrovern verliessen wir das Bergrestaurant und fuhren auf einer relativ guten Strasse bis zum Gipfel des Veleta auf 3470 m Höhe. Als wir oben ankamen, hagelte es, und die Luft war so mit Elektrizität geladen, dass einem im wahrsten Sinne des Wortes die Haare zu Berge standen. Bald stiess aber die Sonne aus den Wolken hervor, und wir konnten eine imposante Aussicht geniessen. Der Ausblick gegen Süden und auf das Mittelmeer, was nach Augenzeugenberichten etwas Einmaliges sein muss, blieb uns aber leider verwehrt.

Im Hotel Sol y nieve des Wintersportplatzes «Sierra Nevada» wurde gegen 4 Uhr nachmittags ein ausgezeichnetes Mittagessen serviert, und anschliessend erfolgte die Rückfahrt nach Granada. Ein äusserst heftiges Gewitter vereitelte den für den Abend vorgesehenen Besuch der Anlage Cubillas im Norden von Granada, so dass sich die meisten ohne allzu grosses Bedauern ins Hotel zurückzogen. Für die ganz Mutigen allerdings endete der Tag mit einem Besuch bei den Zigeunern in den Höhlen des alten maurischen Viertels von Albaicin.

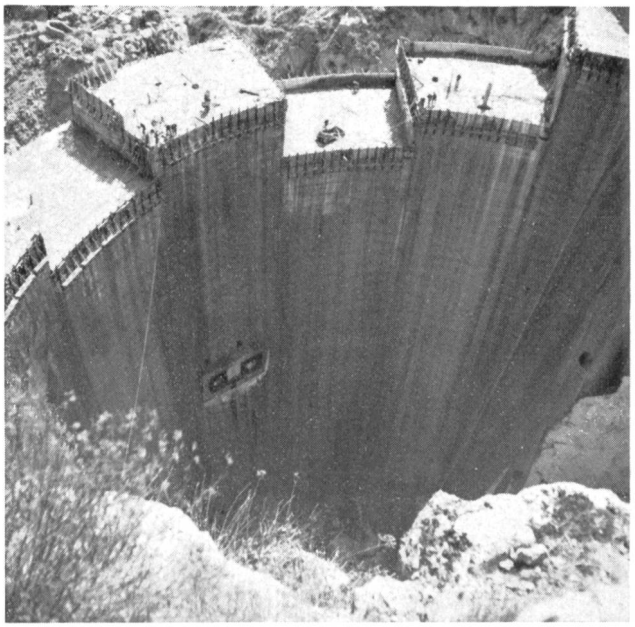
Granada — Torremolinos

Am 5. Tag stand die Besichtigung von zwei Mauern auf dem Programm, die von der Confederación Hidrografica del Guadalquivir hauptsächlich zur Wasserversorgung und zu Bewässerungszwecken erstellt worden sind.

Die erste Mauer, diejenige von Bermejales im SW von Granada, erreichten wir nach ca. einer Stunde Fahrt. Es handelt sich um eine gebogene Gewichtsmauer von 62 m Höhe, 408 m Kronenlänge und 113 000 m³ Beton vom herkömmlichen Typ; bemerkenswert an dieser Anlage ist die unabhängig von der Mauer erstellte U-förmige Hochwasserentlastung, welche im Maximum 600 m³/s abzuleiten vermag. Der zweite Besuch galt dem Staubecken von Iznajar und der gleichnamigen Mauer, welche den Rio Genil aufstaut und ein Becken von 1070 Mio m³ Inhalt bildet. Wir erreichten die Sperrstelle nach einer längeren Fahrt durch eine hügelige Landschaft mit vielen Orangenplantagen und durch malerische andalusische Dörfer mit den typischen blendend weissen, mit Blumen reich geschmückten Häusern.

Die Sperre von Iznajar, ein Name, der an die muselmanische Besetzung Spaniens erinnert, ist eine Gewichtsmauer von 120 m Höhe, 400 m Kronenlänge und 1,4 Mio m³ Beton. Der auf der Mauerkrone angeordnete Hoch-

Bild 9 Bogenstaumauer Quentar im Bau.



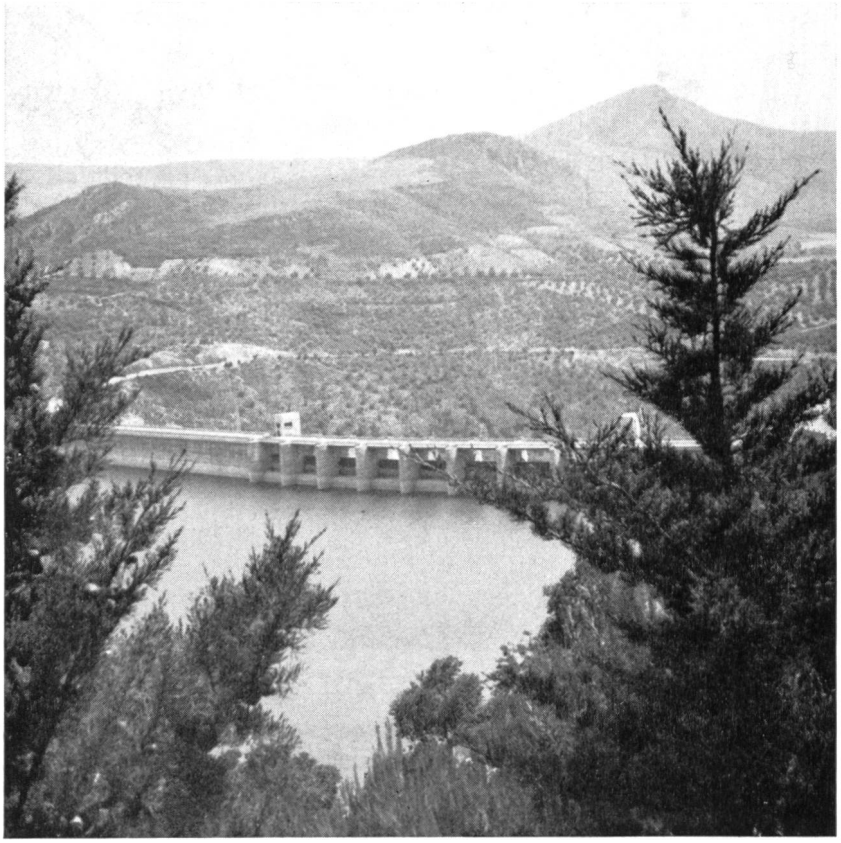


Bild 10
Staumauer Iznajar; Ansicht von der Wasserseite.

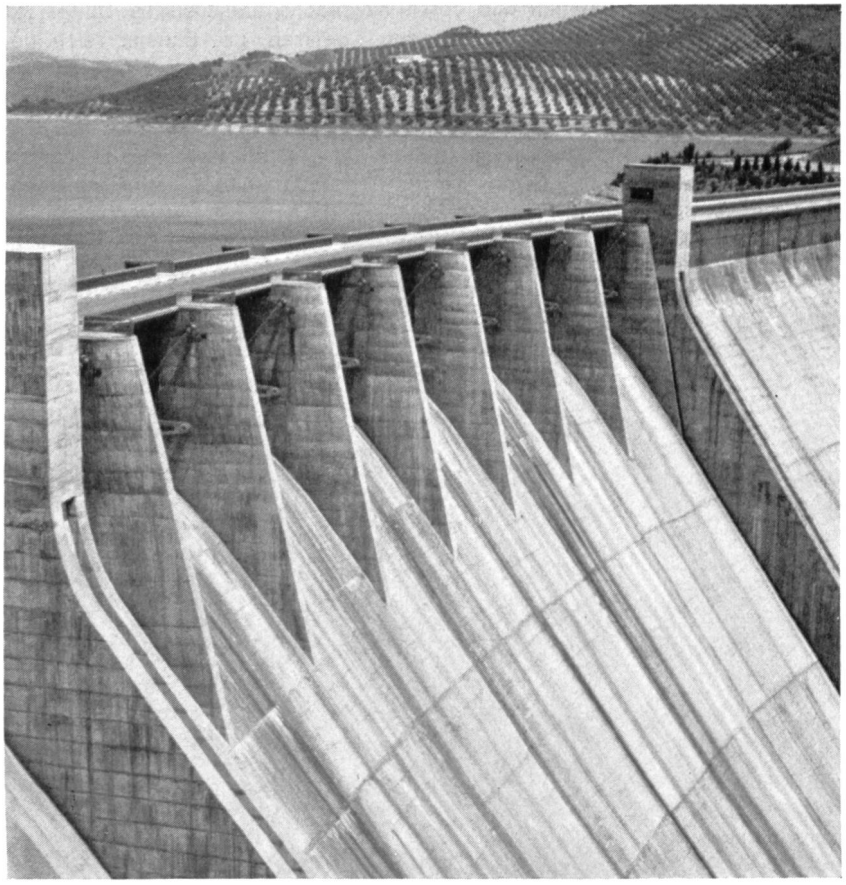


Bild 11
Staumauer Iznajar; Hochwasser-entlastung.

wasserüberfall hat ein maximales Schluckvermögen von 6550 m³/s und wird durch acht mit Segmentschützen ausgerüstete Wehröffnungen gebildet. Die am Fusse der Mauer gelegene Zentrale ist, mit einer installierten Leistung von 96 MW versehen, die grösste von Andalusien. Die Umgebung der Staumauer wurde sehr sorgfältig und mit viel Geschmack hergerichtet und in eine parkähnliche Landschaft verwandelt (Bilder 10 und 11). Nach dem Mittagessen, das von der Confederación Hidrogafica del Guadalquivir im werkeigenen Restaurant offeriert wurde, setzten wir unseren Weg fort über Antequera und Malaga bis nach Torremolinos, das wir am späten Nachmittag, ausnahmsweise ohne Verspätung, erreichten. Am Abend wurden alle Reisenden zu einem Empfang durch die Stadtbehörden von Malaga in der Alcazaba eingeladen, wo nebst dem üblichen kalten Buffet eine sehr schöne folkloristische Vorführung von Flamencotänzen den würdigen Abschluss dieses Tages bildeten.

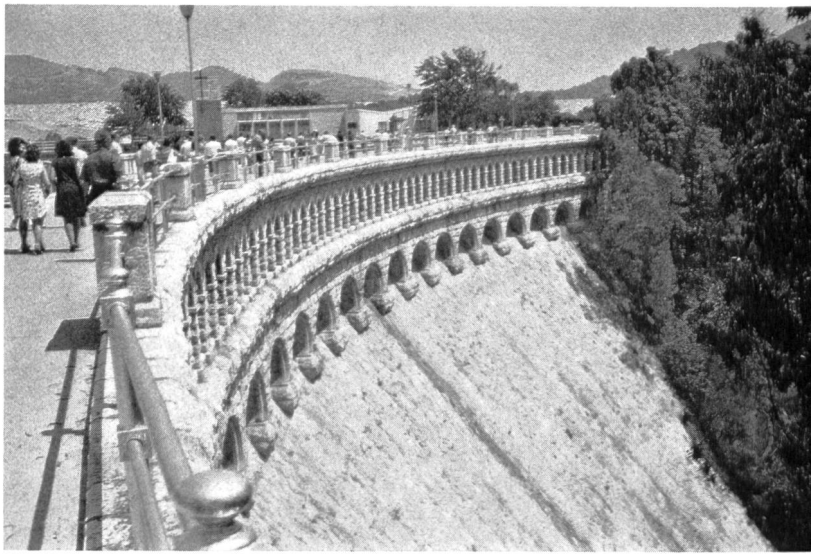


Bild 12 Staumauer Conde de Guadalhorce.

Torremolinos — Marbella

Am Donnerstag, 21. Juni, dem längsten Tag des Jahres, ist bei sehr schönem Wetter schon relativ früh Tagwache. Nahezu zwei Stunden dauert die Carfahrt in nördlicher Richtung bis zur Sperre Conde de Guadalhorce. Bald verlassen wir die Hauptstrasse und fahren auf schmalen, kurvenreichen und zum Teil steilen Nebenstrassen unserem Ziel entgegen. Unser Weg führt durch eine tiefe Schlucht und durch gebirgiges Gelände, das mit Gebüschen und vereinzelten Meerpinien bewachsen ist; dazwischen trifft man immer wieder die wild wachsenden Oleanderbäume an, die in voller Blüte stehen und mit ihren leuchtenden Farben ein dankbares Motiv für die verschiedenen Film- und Photoamateure bilden.

Die Sperre Conde de Guadalhorce (Bild 12) ist ein älteres Bauwerk, das 1921 erstellt und 1947 um 4 m erhöht wurde. Es ist eine gebogene Gewichtsmauer von 74 m Höhe und 160 m Kronenlänge, die aus Mauerwerk besteht. Das Volumen beträgt 137 000 m³, und der dahinterliegende Speicher hat einen Inhalt von 91 Mio m³. Diese Mauer staut den Rio Turon, einen Nebenfluss des in südlicher Richtung fliessenden Rio Guadalhorce, ein. Das so gespeicherte Wasser, zusammen mit demjenigen der in unmittelbarer Nähe gelegenen Becken Guadalhorce — Guadalteba, dient hauptsächlich der Bewässerung des unteren Guadalhorcetales, der Wasserversorgung der Stadt Malaga, die 1,5 m³/s davon bezieht und der Erzeugung von elektrischer Energie.

Bild 13 Staudämme Guadalhorce — Guadalteba.

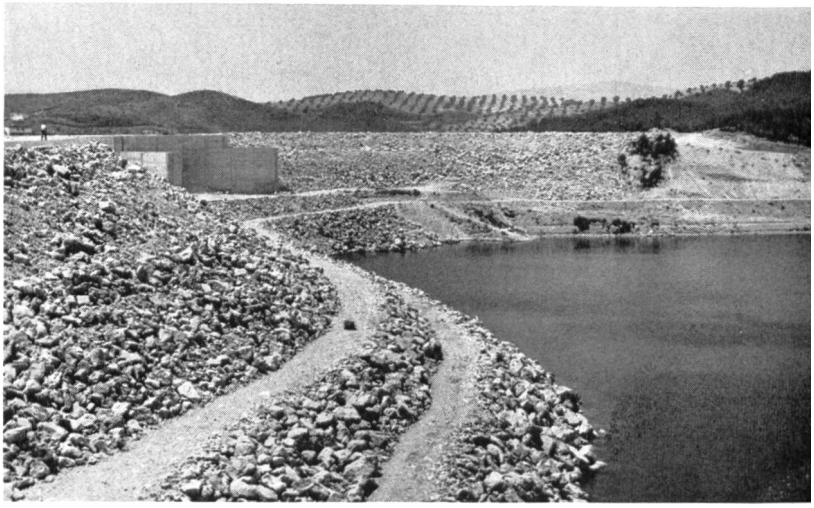


Bild 14 Staudamm Guadalhorce mit Grundablass in Betrieb.

Wenig nördlich der Einmündung des Rio Turon in den Rio Guadalhorce mündet in denselben auch der Rio Guadalteba ein. An dieser topographisch günstigen Stelle wurden mit einem doppelten Damm beide Täler abgeschlossen und ein Zwillingsspeicher erzeugt, dessen westlicher Arm teilweise gefüllt war, wogegen beim östlichen der Aufstau erst vor kurzer Zeit eingesetzt hatte. Die totale Menge des gespeicherten Wassers beträgt 280 Mio m³ bei einer Seeoberfläche von 15 Quadratkilometern (Bilder 13 und 14).

Beide Sperren sind Rockfill-Dämme von 83 m Höhe, einem Gesamtvolumen von 3,2 Mio m³ Material und einer Kronenlänge von 790 m. Der Dichtungskern ist in der Mitte und besteht aus Lehm, der in einer Distanz von 4 km von der Baustelle gewonnen werden konnte. Zur Zeit des Besuches standen die Sperren kurz vor der Fertigstellung.

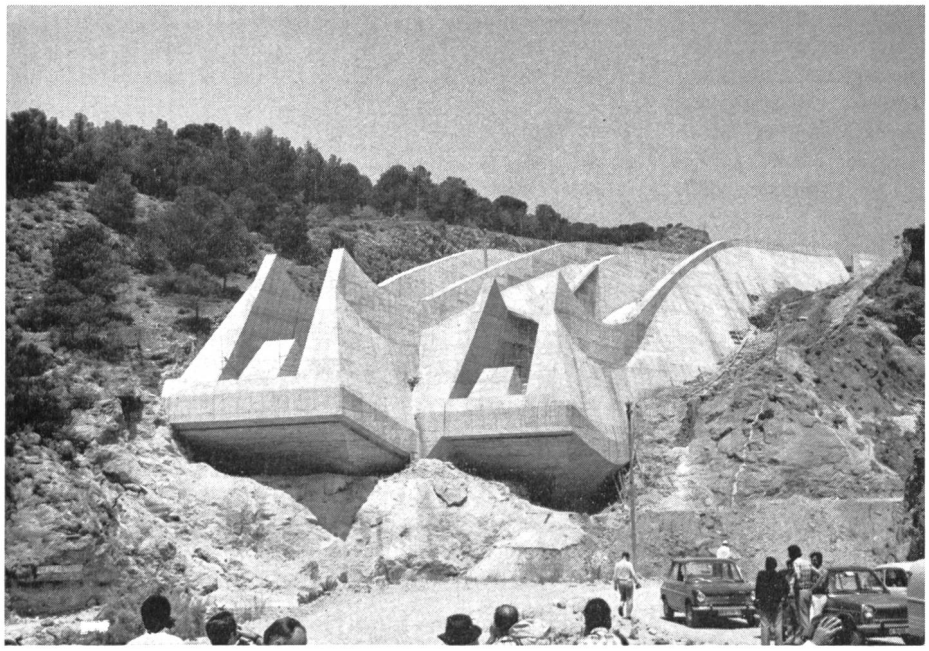
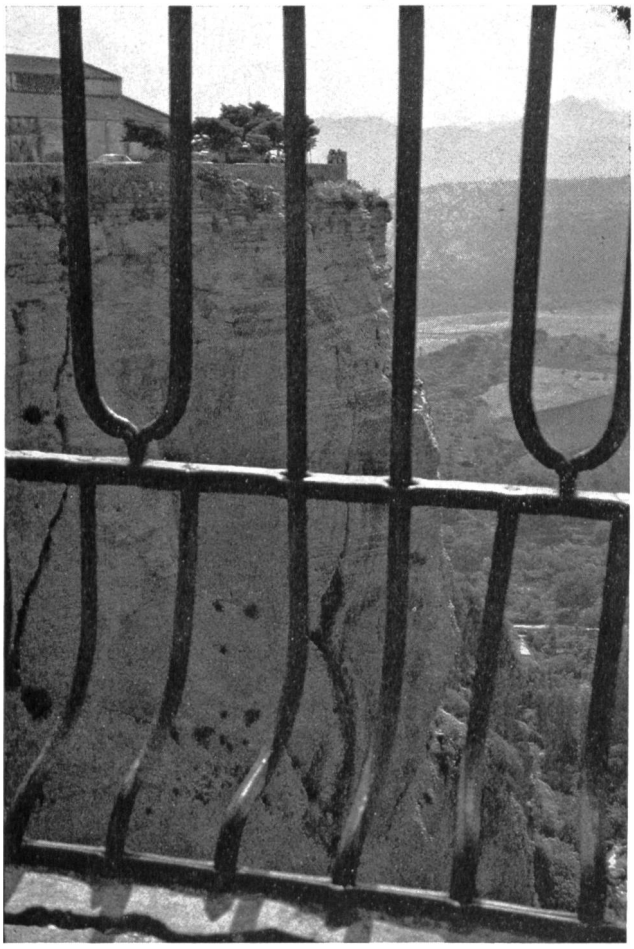


Bild 15
Auslauf der Hochwasserentlastung der Staudämme Guadalhorce — Guadalteba.

Die für beide Becken gemeinsame, bemerkenswerte Hochwasserentlastung besteht aus einer ca. 250 m langen Schluckrinne aus Beton, die mittels einer doppelten Sprungschanze das überschüssige Wasser in den Rio Guadalhorce ableitet. Ihr maximales Schluckvermögen beträgt 2160 m³/s (Bild 15).

Nach der obligaten Erfrischung verliessen wir die Baustelle in Richtung Westen. Ausgedehnte Sonnenblumenfelder säumten beidseitig die Strasse auf weiten Strecken und belebten die sonst etwas eintönige Landschaft. In Ronda, einem malerischen Städtchen, das von einer gewaltigen Schlucht umgeben ist (Bild 16), wurde uns das gewohnte üppige und gute Mittagessen offeriert, und anschliessend fand ein Besuch der Ortschaft statt, deren Kern ganz in andalusischem Stil erbaut ist und eine schöne alte Plaza de Toros besitzt.

Bild 16 Das in exponierter Lage errichtete Städtchen Ronda mit Tiefblick in die Schlucht.



Kurz vor 18 Uhr erreichten wir schliesslich das einige Kilometer ausserhalb von Marbella gelegene Riesenhotel Andalucia-Plaza, das uns für die letzten zwei Nächte dieser Reise beherbergen sollte. Für die Wasserfreudigen bot sich kurz vor Sonnenuntergang noch die Gelegenheit eines erfrischenden Bades im Meer, währenddem die Unternehmungslustigen das Tagesprogramm bis zum Ende durchführten und noch die etwa 30 km entfernte touristische Ortschaft Mijas besuchten, von wo sie spät abends sichtlich erschöpft ins Hotel zurückkehrten.

Marbella — Guadarrauque — Marbella

Der siebte und letzte Reisetag überraschte uns mit einem grauen, von tiefen Wolken bedeckten Himmel und mit einem kalten, scharfen Wind, die gar nicht zur Costa del Sol und noch weniger zur Jahreszeit passten.

Zum letzten Mal bestiegen wir unsere Autocars und fuhren der Küste entlang in südwestlicher Richtung. Hier ist der touristische Boom in voller Entwicklung; überall wird gebaut, Hotels, Villen, Eigentumswohnungen, alles durcheinander und ohne Rücksicht auf Landschaft oder Umweltschutz und in einer Art und Weise, welche die Verhältnisse im Tessin als vorbildlich dagegen erscheinen lässt: schade, denn man hätte es besser machen können!

In rascher Fahrt näherten wir uns dem massiven, aus dem Meer emporstrebenden Felskopf von Gibraltar, dessen Zutritt leider nicht möglich ist, da die Grenze mit Spanien aus politischen Gründen gesperrt ist.

Nach einem kurzen Halt in San Roque, natürlich mit Stärkung, fuhren wir diesmal in nördlicher Richtung weiter durch ausgedehnte Korkeichenwälder bis zur Sperrstelle Guadarranque auf dem gleichnamigen Fluss. Es ist ein Erddamm, der 1969 beendet wurde und der Bewässerung und Wasserversorgung des Hinterlandes von Gibraltar dient. Er hat eine Höhe von 71 m, eine Kronen-

Bilder 17 und 18
Staudamm Guadarranque.
Staumauer La Concepción.

länge von 235 m und ein Volumen von 1,24 Mio m³, denen ein Beckeninhalt von 87 Mio m³ gegenübersteht. Der Dichtungskern ist in der Mitte angeordnet und besteht aus Lehm (Bild 17).

Nach Beendigung des Besuches fuhren wir auf der gleichen Route zurück bis nach Sotogrande, wo in einem feudalen privaten Golfclub die Mittagspause stattfand.

Am Nachmittag — das Wetter hatte sich inzwischen wieder zum Schönen gewendet — wurde die letzte Anstrengung in Angriff genommen. Sie galt dem Besuch der unmittelbar hinter Marbella gelegenen Mauer La Concepción, einer 70 m hohen und 250 m langen Gewichtssperre, die 1970 beendet wurde und mit dem erzeugten Becken von 60 Mio m³ der Wasserversorgung der Costa del Sol einschliesslich der Ortschaften Estepona, Marbella und Fuengirola dient (Bild 18).

Besonders die Besuche der letzten Tage, bei welchen Anlagen besichtigt wurden, die primär nicht der Energieproduktion, sondern der Wasserversorgung und der Bewässerung dienten, liessen uns deutlich erkennen, wie bevorzugt unser Land hinsichtlich Wasser ist und welche Anstrengungen und Investitionen nötig sind, dort, wo das kostbare Nass Mangelware ist.

Den würdigen Abschluss dieser sehr interessanten, wenn auch nicht minder anstrengenden Reise bildete das gemeinsame Nachtessen im luxuriösen Hotel Melià-Don Pepe in Marbella. Es gab Reden, Dankesansprachen, Musik, Flamenco-Vorführungen und ein allgemeines Sichverabschieden in der Hoffnung, sich beim nächsten Kongress in drei Jahren wieder zu treffen.

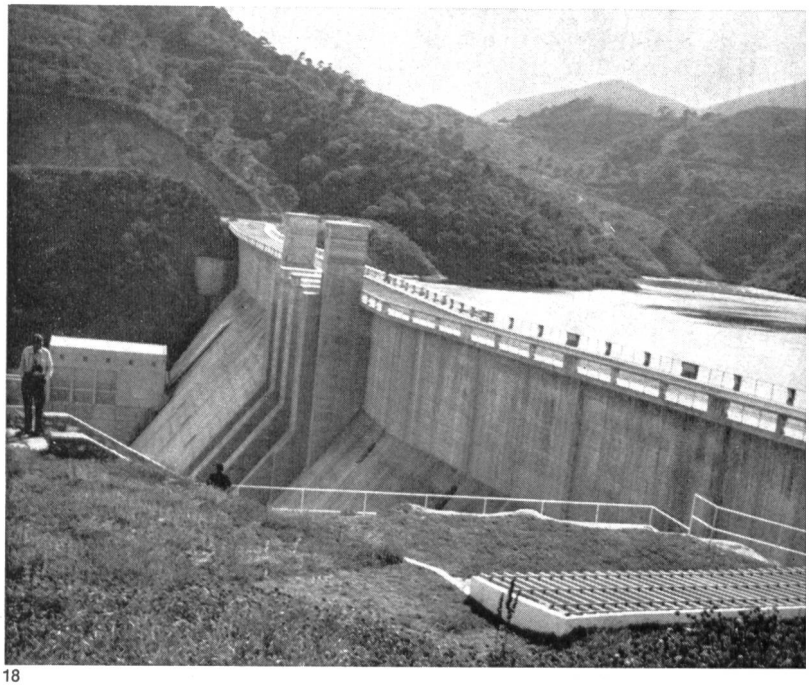
Adresse des Verfassers:

Ing. G. Trucco
AG Ingenieurbureau Maggia
6600 Locarno

Bildernachweis:

Fotos 2 bis 18 Ing. G. Trucco, Locarno

17


18

4.5 MAROKKO — ISLAS CANARIAS

Gian Andri Töndury

DK 621.221+626.8 (61) : 061.32

Nachdem vorgängig von vier Verfassern kurze Berichte über Studienreisen durch das an Talsperren und Stauseen so reiche Spanien geboten wurden, soll hier von der zehntägigen, vom 16. bis 25. Juni 1973 dauernden Studienreise Nr. 7 nach Marokko und zu vier der Kanarischen Inseln berichtet werden (Routenskizze siehe Bild 1).

Bevor etwas von der fünftägigen Reise durch das Königreich im Maghreb — des westlichsten Landes in Nordafrika — erzählt wird, dürfte es zweckmässig sein, einen kurzen Ueberblick über die

Talsperren und Stauseen in Marokko

zu geben; die nachfolgenden Angaben entnehmen wir der vom Ministère des Travaux Publics und der Direction de l'Hydraulique in Rabat herausgegebenen Schrift «Les grands barrages du Maroc». Im übrigen verweisen wir für eine ausführlichere Berichterstattung über die Wasserwirtschaft Marokkos und über einzelne Talsperren- und Kraftwerkbauten auf frühere Publikationen in dieser Zeitschrift[1].

Das Talsperrenverzeichnis Marokkos führt 21 in Betrieb stehende Talsperren auf, die im Zeitraum 1929 bis 1972 fertigerstellt wurden und zwei im Bau stehende Anlagen. Es handelt sich insgesamt um

[1] «Wasser in Marokko — Le Maroc et l'eau», zweisprachiges, sehr reich illustriertes Sonderheft der «Wasser- und Energiewirtschaft» in WEW 1963, S. 1/132, ferner WEW 1970, S. 119/125, WEW 1972, S. 133/144.

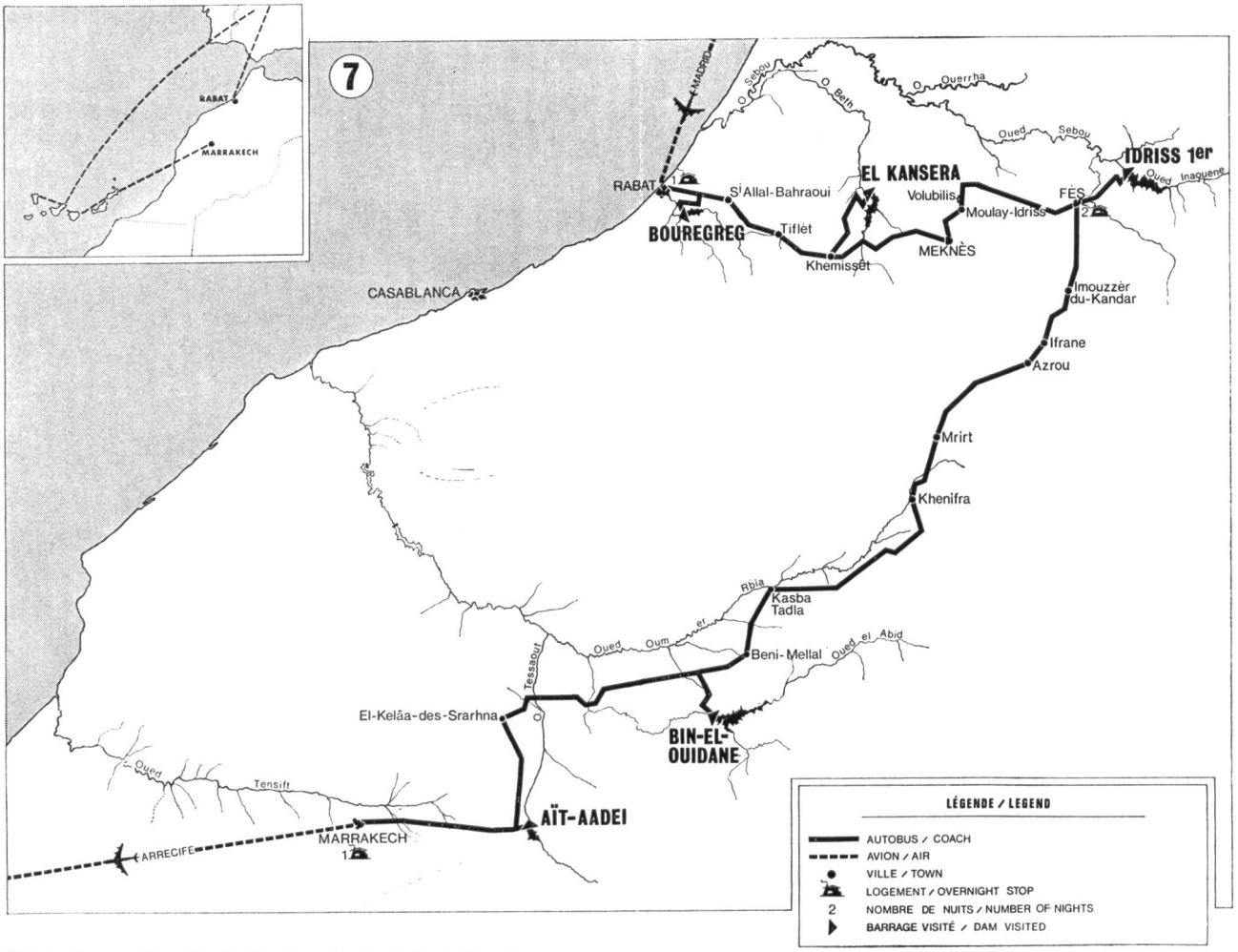


Bild 1 Routenskizze für die Studienreise No 7 durch Marokko

9 Gewichtsstaumauern
5 Erddämme
4 Bogenstaumauern
2 Kombinierte Erd- und Steindämme
2 Kombinierte Pfeiler- und Gewichtsstaumauern
1 Steindamm

Davon sind die Hälfte nach der im Jahre 1956 zurückerhaltenen Unabhängigkeit des Landes entstanden.

Bedeutendere Talsperrenobjekte und Speicheranlagen sind aus Tabelle 1 ersichtlich.

Von den 23 Stauseen in Marokko dienen:

10 der Bewässerung und Wasserkraftnutzung
4 der Wasserversorgung
3 der Bewässerung
3 der Bewässerung und Wasserversorgung
1 der Wasserkraftnutzung
1 der Wasserkraftnutzung und Wasserversorgung
1 der Bewässerung, Wasserkraftnutzung und Wasserversorgung

Es handelt sich also vorwiegend um Mehrzweckanlagen, die alle dem Staat gehören.

Die gesamten mittleren Jahresniederschläge Marokkos werden auf 150 Mrd. m³ geschätzt, wovon ein grosser Teil verdunstet; das effektive hydraulische Potential wird auf 25 Mrd. m³ geschätzt, von denen 17 Mrd. m³ oberirdisch abfliessen und 8 Mrd. m³ auf Grundwasser entfallen. Die wirtschaftlich nutzbare Wassermenge wird auf 70 % dieses Potentials geschätzt; die Hälfte davon wird bereits genutzt. Von diesen 8 Mrd. m³ wurden 1972 etwa 95,7 % für die Landwirtschaft, 3,8 % für die Wasserversorgung und 2,5 % für die Industrie verwendet; im Jahre 2000 sollen insgesamt 12 Mrd. m³ genutzt werden, wovon 83,4 % für die Landwirtschaft, 10,8 % für die Wasserversorgung und 5,8 % für die Industrie. Der Speicherinhalt der 23 oberwähnten Stauseen erreicht 1974 insgesamt 6,1 Mrd. m³. Zur Zeit werden in Marokko 400 000 Hektaren bewässert, das Ziel für das Jahr 2000 lautet auf 1 Million ha. Die mittlere jährliche Wasserkraftnutzung erreicht heute in Marokko rund 1,6 Mrd. kWh oder 70 % der gesamten Elektrizitätserzeugung.

Die ICOLD-Studienreise Marokko — Islas Canarias hatte sehr viele Interessenten — 120 Kongressisten und Begleitpersonen sowie fünf Organisationsvertreter —, und es zeigte sich sehr rasch, dass man aus organisatorischen Gründen diese viel zu stark überladene Reise besser und zweckmässiger zweigeteilt hätte; nichtfachmännische Begleitpersonen aus Madrid und den besuchten Ländern standen ohnehin in genügender Zahl zur Verfügung! Dass die Organisation zu wünschen übrigliess, zeigte sich schon am ersten Vormittag in Madrid, mussten doch zahlreiche Reiseteilnehmer in den verschiedenen Hotels 3 bis 4 Stunden vor dem Abflug mit ihrem Gepäck in den Hotelhallen bereitstehen! Zudem startete das Charterflugzeug der Royal Air Maroc — eine Boeing 727 — mit zweieinhalb Stunden Verspätung gegenüber dem Programm; u. a. hatte man übersehen, dass in Marokko gegenüber Spanien ein einstündiger Zeitunterschied besteht. Diese Unachtsamkeit und ein über alle zumutbaren Masse zeitlich überladenes Programm, bei dessen Abwicklung von der Reiseunternehmung Cook kein einziger in Reisen versierter Fachmann dabei war — in Marokko war die Reiseorganisation an die

Bedeutende Talsperren in Marokko — Tabelle 1

Name der Talsperre	Flussgebiet	Talsperre					Stauseeinhalt hm³ bzw. Mio m³	Zweck
		Typ	Höhe m	Kronenlänge m	Talsperrevolumen 1000 m³	Inbetriebnahme		
1. DÄMME								
Moulay Youssef [3]	Tessaout	E	100	725	5300	1970	200	I+H
Bou-Regreg [2]	Bou-Regreg und Grou	E/S	100	340	3000	im Bau	570	S
Hassan Addakhil	Ziz	E	85	785	5800	1971	380	I
Youssef Ben Tachfine[3] (Aït Aadel)	Massa	E/S	85	670	3700	im Bau	310	
2. BETONSPERREN								
Bin-El-Ouidane [2 3]	El Abid	B	132,5	290	365	1953	1500 24	I+H H
Idriss 1er [2]	Inauène	Pf/G	68	447	450	1973	1270	I+H
El Kansera [2 3]	Beht	G/Pf	68	178	200	1935	25 297	I+H I+H
Mohammed V (Mechra Klila)	Moulouya	G	64	305	323	1967	730	I+H
Grou	Grou	E	26	500	300	1968	18	S

[2] Anlässlich der Studienreise besuchte Anlagen
[3] früher besuchte Anlagen

E = Erddamm
E/S = Erd- und Steindamm
Pf/G = Pfeiler-Gewichtsstaumauer
B = Bogenstaumauer
TG = Gewichtsstaumauer
I = Bewässerung
H = Hydroelektrische Wasserkraftnutzung
S = Wasserversorgung

Royal Air Maroc abgetreten worden —, hatten zur Folge, dass gewisse im Programm vorgesehene Talsperren gar nicht oder nur «pro forma» besucht werden konnten und dass sich im Verlaufe der langen Reise bei vielen Teilnehmern ein steigender Unmut zeigte, obwohl die überall gebotene Gastfreundschaft hohe Anerkennung fand; diese Fülle von Empfängen trug aber nicht zur flüssigen Programmabwicklung bei . . .

Marokko

Nach stundenlangem Warten im Flughafen Madrid/Barajas — vorerst auf das Gepäck und dann auf den Abflug — besteigen wir müde und verschwitzt die Chartermaschine, die uns in exakt einstündigem Flug — vorerst über einer undurchdringlichen Wolkendecke, später mit dunstiger Sicht auf den Felsen von Gibraltar und auf die senkrecht unter uns liegende Stadt Tanger — nach Rabat bringt, wo zu guter Letzt eine äusserst langsame Passabfertigung folgt, da zahlreiche Teilnehmer, die ein Visum benötigten, dieses nicht hatten. Wetter leicht bewölkt, 24 Grad Celsius. Es ist inzwischen nach 17 Uhr geworden, so dass die vorgesehenen Besichtigungen (Talsperre und Stadt Rabat) je nach besonderem Interesse zweigeteilt werden müssen.

Die Reiseroute in Marokko ist in Bild 1 ersichtlich. Wir begeben uns unverzüglich auf eine etwa 20 km lange Fahrt landeinwärts von Rabat durch typische marokkanische Bledlandschaft zur Baustelle für die

TALSPERRE BOU REGREG

Da die Zeit sehr knapp ist und da — ausser Programm — bereits auf 19 Uhr ein Empfang in Rabat vorgesehen ist, müssen wir uns damit begnügen, nach einer im Baubüro erfolgten kurzen Erläuterung über das bedeutende Bauwerk die weitläufige Baustelle nur aus grösserer Entfernung zu betrachten! Es handelt sich um einen seit 1971 im Bau stehenden 100 m hohen, auf Kronenhöhe 340 m langen, kombinierten Erd- und Steindamm am Zusammenfluss der Oueds Bou Regreg und Grou, der Ende 1974 fertigerstellt sein soll (Dammquerschnitt siehe Bild 2). An der Sperrstelle am Oued Bou Regreg misst das Einzugs-

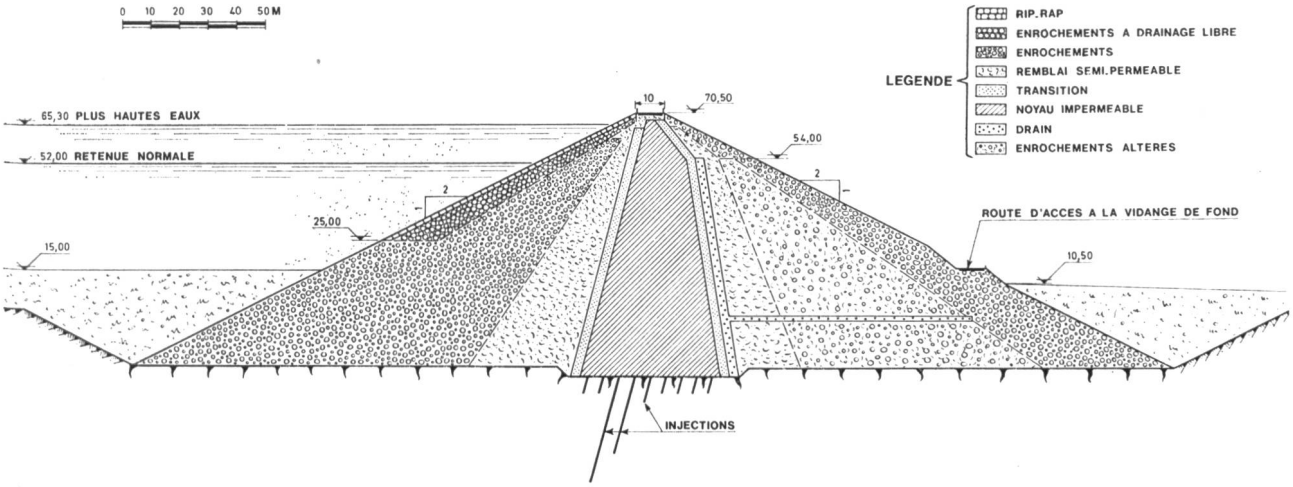
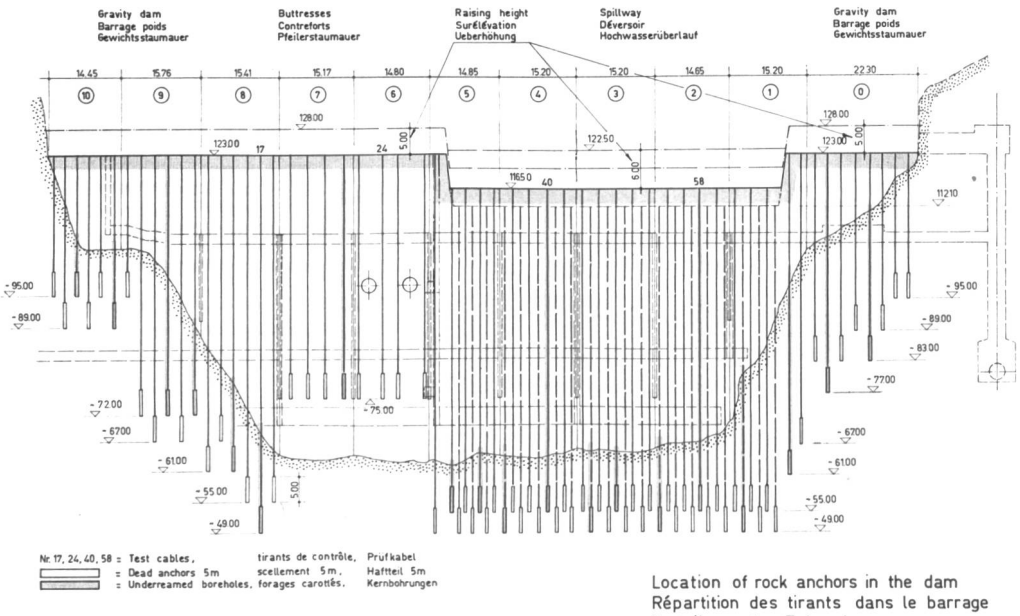


Bild 2 Dammquerschnitt der Talsperre Bou Regreg (aus Publikation Les Grands Barrages du Maroc).

Bild 3
Talseitige Ansicht der Gewichts- und Pfeilerstaumauer El Kansera, die kürzlich um 5 m erhöht wurde.

gebiet etwa 9400 km² mit einem mittleren Jahresabfluss von 570 Mio m³ entsprechend 18 m³/s; die gemessenen Jahresabflüsse schwanken zwischen 180 und 1500 Mio m³. Als grösstes Hochwasser wurde ein solches von 6400 m³/s angenommen — das 100jährige errechnet sich zu 4000 m³/s —, das durch einen im Fels der linken Talflanke ausgebrochenen Ueberlaufkanal abgeführt werden kann; zudem ist der Grundablass in der rechten Flanke in der Lage, zusätzliche 150 m³/s zu bewältigen. Mit der Talsperre, die ein Dammvolumen von 2,6 Mio m³ erfordert, wird ein Speichersee von 500 Mio m³ geschaffen, welcher der Wasserversorgung der Küstenregion Kenitra — Rabat — Casablanca und dem Hochwasserschutz zu dienen hat. Mit Stauziel auf Kote 52 m ü. M. ist das Speicherbecken in der Lage, mehr als 50 % der Zuflüsse von Grou und Bou Regreg zu regulieren und eine Minimalmenge von 200 Mio m³ zu speichern. An der Sperrstelle setzt sich der Felsuntergrund vorwiegend aus Schiefern und Quarziten zusammen; die in der Dammachse etwa 35 m tiefen Alluvionen enthalten Glimmer, Lehm, Kies und Sand. Mit der Stauhaltung von Bou Regreg wird der erst 1968 in Betrieb genommene Erddamm Grou mit Stauziel 22 m ü. M. eingestaut. Der Staudamm von Bou Regreg ist derart konzipiert, dass er bei steigendem Bedarf der Wasserversorgung noch erhöht werden kann. Die Finanzierung dieses Bauwerks erfolgt zum Teil durch die Internationale Entwicklungshilfe der USA.

Nach einem kleinen Imbiss, der für 125 Personen vorbereitet und nur von etwa 30 in Anspruch genommen wird — einige Spezialisten sind doch auf eigene Faust mit PW's der Bauleitung bis zur Talsperre gefahren —, kehren wir nach Rabat — heutige Königsresidenz — zurück und erreichen sie gerade rechtzeitig, um vor dem Bezug des Hotels und ohne Möglichkeit sich zu waschen und umzu-



Location of rock anchors in the dam
Répartition des tirants dans le barrage
Verteilung der Felsanker

Bild 4
Konsolidierungsarbeiten für die alte Staumauer El Kansera (aus Prospekt Intra-Cofor).

ziehen zum Empfang durch den Gouverneur des Bezirks von Rabat-Salé im typisch maurischen Palais Kabbaj einzutreffen. In den schönen Räumen werden spezielle Süssigkeiten und der unvermeidliche thé de menthe geboten.

Am Sonntag, 17. Juni, ist bereits früh Tagwache, und mit nur geringer Verschiebung gegenüber dem Zeitplan beginnt eine lange Fahrt durch das Bled in östlicher Richtung auf der Hauptstrasse nach Meknes bis Khemisset, von wo wir auf einer schmalen Nebenstrasse nach N bis zum Oued Beht fahren, um dann diesem flussaufwärts folgend eine von starker Erosion geprägte Landschaft mit Berbersiedlungen mit ihren typischen Lehmhäusern mit Flachdach zu durchqueren. An einer alten Kraftwerkzentrale vorbei gelangen wir in eine heisse Schlucht, in der wir in kurzem Fussmarsch bis zum Fuss der

TALSPERRE EL KANSERA

steigen. Es handelt sich um eine in den Jahren 1926/1935 noch von den Franzosen gebaute Anlage, deren Speichersee der Landwirtschaft in der Region des Rharb zu dienen hat. In den Jahren 1967/1969 wurde die Talsperre zur wesentlichen Vergrösserung des Speichersees um 5 m erhöht (Bild 3). Die alte 63 m hohe, auf Kronenhöhe 178 m lange Staumauer mit einem Betonvolumen von 192 000 m³ schaffte ein Speichervolumen von 193 Mio m³, das nun auf 297 Mio m³ bzw. 281 Mio m³ Nutzraum vergrössert werden konnte. An der Sperrstelle misst das Einzugsgebiet 4540 km²; der Hochwasserentlastung — 1700 m³/s — dient ein Hochwasserüberlauf, in dessen Bereich und auf der linken Flanke die Talsperre als Pfeilerstaumauer gestaltet wurde, während die Widerlager als Gewichtsmauer ausgebildet sind. Unweit der Talsperre wurde ein Kraftwerk errichtet, das heute eine Leistung von 14 400 kW aufweist, mit einer mittleren jährlichen Elektrizitätserzeugung von etwa 24 GWh.

Die in den letzten Jahren erfolgte Erhöhung und Revision der Staumauer um 5 m bei den Flügeln und um 6 m im Bereich der Hochwasserentlastung forderte eine Betonkonstruktion von 1200 m³ für die Staumauererhöhung, 7550 m³ für Verstärkungen der alten Mauer, 4400 m Injektionsbohrungen mit einem Aufwand von 240 t Injektionsgut für Abdichtungen und weitere Massnahmen, insbesondere der Einbau vertikaler, im Felsuntergrund und in den tieferen Mauerpartien verankerter vorgespannter Drahtseile (Bild 4). Mit dieser Erweiterung wollte man vor allem die Speicherkapazität wesentlich vergrössern, um weitere Landflächen bewässern zu können — Erweiterung von 29 000 auf 32 700 ha — und die hydraulisch erzeugte Energie zu erhöhen. Zudem wollte man durch umfangreiche Dichtungsarbeiten die beachtlichen Sickerverluste eliminieren und eine Abflussregelung über mehrere Jahre erreichen.

Für diese Projektierungs-Arbeiten war die Elektro-Watt Ingenieurunternehmung (Zürich) massgebend beauftragt; die heikle Ausführung erfolgte durch Fougerolle-Limousin (Paris) und die Bohrungen und Vorspannungsarbeiten durch Intrafor-Cofor (Paris).

Nach der kurzen Besichtigung und einem Imbiss in der Kraftwerkzentrale, in der Pläne aufliegen und die gewünschten Auskünfte vermittelt werden, fahren wir auf der gleichen Nebenstrasse zur Hauptstrasse zurück. Wir durchqueren fast durchwegs fruchtbare Gegenden: riesige, weite, meistens bereits abgeerntete Kornfelder — überall wird gedroschen, meistens mit zwei Maultieren und einem Pferd, aber auch mit fünf, ja sieben Maultieren — grossflächige Mais-, Erdnüsse- und Kürbisfelder, Korkeichen- und Eukalyptuswald und später immer ausgedehntere Rebenkulturen und erreichen um 13.45 Uhr die Königsstadt Meknes, wo wir im immer noch ausgezeichneten Hotel Transatlantique, ausserhalb der Stadt gelegen mit schöner Sicht auf die Medina mit ihren zahlreichen Minaretts, ein sehr gutes Mittagessen einnehmen und dann noch etwas im Garten weilen können. Die Reiseleiter möchten dann den im Programm vorgesehenen Besuch der interessanten Medina von Meknes per Car absolvieren (!), und nur nach rabiaten Protesten wird dem Wunsch der Reiseteilnehmer nachgegeben und ein etwa einstündiger Besuch zu Fuss in mehreren Gruppen unternommen! Durch das grossartige Bab Mansour (Bild 5) — das schönste Stadttor Marokkos — gelangen wir in die lebhafte Medina, besuchen die Grab-Moschee von Moulay Ismail, die einzige in Marokko, die Nichtmuselmanen betreten können, und bewundern das vielfältige Kolorit, das in marokkanischen Städten immer noch anzutreffen ist.

Dann begeben wir uns in nördlicher Fahrt durch eine Berggegend zur 30 km entfernten, auf einer Bergkuppe errichteten heiligen Stadt Moulay-Idriss — ei-

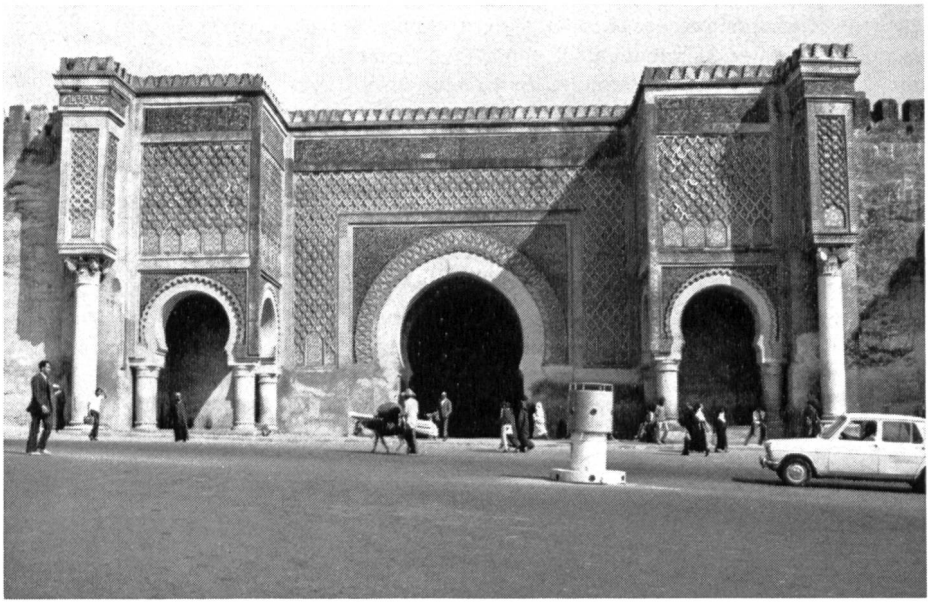


Bild 5
Bab Mansour in der Königsstadt Meknes, schönstes Stadttor in Marokko.

Bild 6
Abendlicht in den römischen Ruinen von Volubilis; hinter den Säulen ist das alte Bergstädtchen Moulay-Idriss zu erkennen.

nem vielbesuchten Wallfahrtsort der Gläubigen. Früher konnten Nichtmuselmanen diesen heiligen Ort gar nicht betreten — heute müssen alle nichtislamischen Besucher die Stadt bei Sonnenuntergang verlassen! Nach Besteigen der höchsten Kuppe mit Blick in das enge Häuser- und Gassengewirr steigen wir steile Treppen hinunter und können da und dort einen flüchtigen Blick in entfernte Heiligtümer werfen.

Von da gelangen wir in kurzer absteigender Fahrt zu den ausgedehnten Ruinen der römischen Stadt Volubilis. Hatten wir fast den ganzen Tag bedeckten Himmel, so dringt nun die Sonne vor ihrem Untergang durch die Wolkendecke und beleuchtet in prächtig-warmen Farben die Säulenreihen (Bild 6), die da und dort von Störchen bewohnt sind, lange gepflasterte Römerstrassen, schöne Mosaiks — stets mit Weitblick auf das Bergnest Moulay Idriss im letzten Abendlicht. Bei beginnender Dämmerung und noch lange in finsterer Nacht dauert die noch lange Fahrt bis zur Königsstadt Fès, die wir als letzte Gruppe erst um 21 Uhr erreichen.

Wir logieren im Motel Fès Tourist, weit ausserhalb des Stadtzentrums, andere Gruppen in andern Hotels, wobei es noch zu später Stunde zu Beanstandungen hinsichtlich der Unterbringung und andernorts zu Hotelwechsel kam, hatte man doch für diese Studienreise einen Preis bezahlt, der ohne weiteres zur Luxusklasse berechtigte!

Der Vormittag des 18. Juni gilt dem Besuch der

TALSPERRE IDRISS Ier (Bilder 7 bis 10),

die wir von Fès nach einer etwa 30 km langen Fahrt durch kahles gebirgiges Gelände erreichen; bewundernswert sind die umfangreichen, in den letzten Jahren vorgenommenen Aufforstungen im Terrain, das starker Erosion unterworfen ist. Bei der fast fertig erstellten Talsperre handelt es sich um eine 68 m hohe, auf Kronenhöhe 447 m lange Pfeilerstaumauer mit einem Betoninhalt von 430 000 m³. Dieses bedeutende Bauwerk ist grösstenteils auf Mergeln und Kalkstein fundiert. Die Heterogenität beider Talflanken erforderte sehr umfangreiche geologische und geotechnische Studien. Der mit diesem Bauwerk geschaffene Stausee mit Stauziel auf Kote 217 m ü. M. hat einen Speicherinhalt von 1250 Mio m³. Bei der Sperrstelle am Oued Inaouène misst das Einzugsgebiet 3300 km² mit einem mittleren jährlichen Wasserdargebot von 552 Mio m³ bzw. 17,6 m³/s; das grösste Hochwasser wird auf 2500 m³/s geschätzt. Der Speichersee wird vor allem der Bewässerung von 80 000 ha in der Region des Mittel- und Unterlaufs des Oued Sebou dienen; zudem ist eine Wasserkraftanlage projektiert, die später am Fuss der Talsperre errichtet werden soll. Die Anlage Idriss 1er ist nur als Teil eines grossen Projektes zur Entwicklung von Landwirtschaft und Industrie im Flussgebiet des Sebou gedacht.

Nach der Besichtigung der Talsperre und gruppenweisen Orientierung an Hand aufschlussreicher Pläne wird den Exkursionsteilnehmern von der Gastgeberin — der Direction de l'Hydraulique — eine besondere marokkanische Spezialität geboten: Folklore mit echtem Mechoui. Unter einem grossen Zelt, in dem die Gäste im Kreise am äusseren Rand sitzen, werden die zahlreichen am Spiess gebratenen jungen Schafe samt Hörnern serviert, dazu der auch in Marokko bekannte Kouskous —, und als Begleitung dieses originellen und ausgezeichneten Mahls werden im Kreisinnern zu typischer marokkanischer Musik Volkstänze aufgeführt — ein wahrer Schmaus für Filmer und Photographen! (Bilder 11 und 12.)

Bei zunehmender Wärme — 39 °C im Schatten — erfolgt um 14.00 Uhr die Rückfahrt nach Fès und dann ein zweistündiger, ermüdender Besuch der faszinierenden Medina von Fès (Bilder 13/15). Ein Gang durch die engen, zum Teil überdeckten Gassen mit ihrem unwahrscheinlichen Gedränge und Leben, das Bestaunen der in unglaublichen Mengen in kleinen Läden oder in düsteren Räumen, ja sogar auf dem Boden ausgebreiteten Waren verschiedenster Art ist immer wieder verblüffend und drängt zum Vergleich mit den in den kommunistischen Ländern meistens so armseligen Läden und Auslagen! Den Abschluss des Besuchs bildet eine Rundfahrt um die grosse alte Stadt mit prächtigem Ueberblick auf das dichtgedrängte Häusermeer im Lichte der untergehenden Sonne.

Auf 19 Uhr ist wiederum ein Empfang angesagt, diesmal im maurischen Palast Dar Al Baida, den

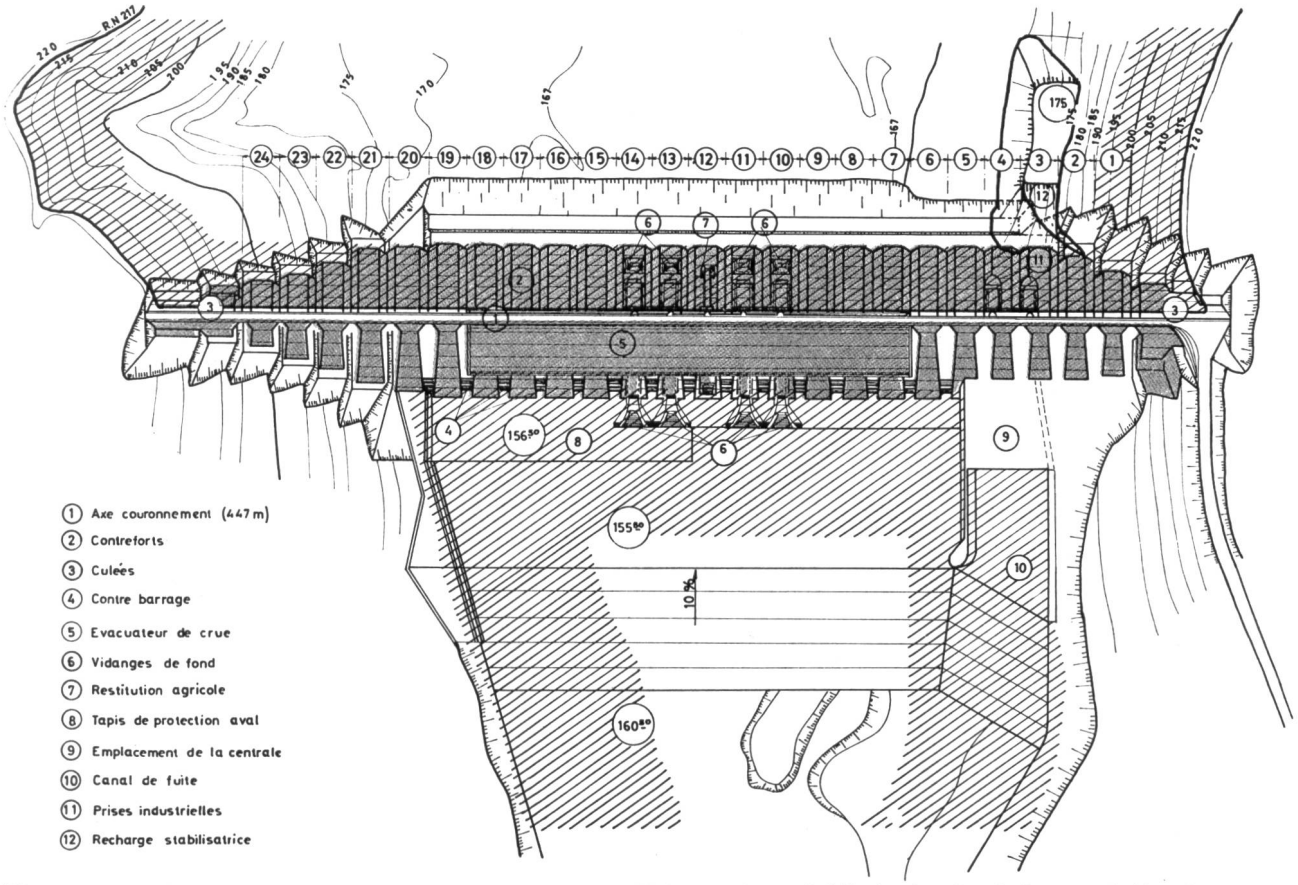


Bild 7 Lageplan der eben fertigerstellten Pfeilerstaumauer Idriss 1er (Bilder 7 und 8 aus Publikation Les Grands Barrages du Maroc).

man durch einen schönen Park erreicht und wo uns bei Musik der Gouverneur der Provinz von Fès als Gastgeber begrüsst.

Der Dienstag, 19. Juni, stellt an alle Reiseteilnehmer höchste Anstrengungen in Aussicht, steht doch auf dem Programm die Fahrt von Fès nach Marrakech mit weiten Abstechern zu zwei Talsperren — insgesamt mehr als 600 km Carfahrt auf meistenteils gebirgigen Strassen! Die Tagwache ist schon auf 05.15 Uhr angesetzt; das Wetter ist sehr schön, bei 20 °C frühmorgens. Statt um 6.15 fährt man erst um 07 Uhr ab, und nach einigen Irrfahrten gelingt es dem Chauffeur, der offenbar nicht lesen kann, mit Hilfe Dritter die richtige Strasse Richtung Ifrane — Marrakech zu finden! Diese führt schon bald in eine schöne gebirgige Landschaft mit prächtigen Ausblicken und in steiler Fahrt durch eine waldreiche Gegend — meistens durch hohen Zedernwald — zu dem in 1650 m Meereshöhe gelegenen Sommer- und Winterkurort Ifrane mit Chalets, die ebensogut in den Alpen stehen könnten, um dann nach Ueberwindung eines flachen Passes zum hübsch gelegenen Städtchen Azrou zu gelangen, wo in südlicher Richtung die den Mittleren und Hohen Atlas nach dem wüstenhaften Süden führende Passstrasse abzweigt. Wir machen einen kurzen Halt, um die Webschule zu besuchen, in der fast ausschliesslich Kinder schöne Decken und Teppiche weben. Es geht weiter über Höhenzüge mit geringer Vegetation, durch kleine Täler, deren Bachufer von wildem blühendem Rosa-Oleander bewachsen sind. Bei zunehmender Hitze fahren wir, die grössere Stadt Khenifra rechts liegen lassend, zu einem kurzen Drinkhalt in Kasba Tadla. Hier müssen wir nach längerem Warten feststellen, dass einer der vier Cars eine ernsthafte Panne hatte, so dass die zahlreichen Teilnehmer sich für den Rest der grossen Tagesstrecke eingedrängt auf drei Cars verteilen müssen. Kurz nach der Stadt Beni-Mellal zweigen wir auf einer nach Süden führenden Nebenstrasse ab, die — am grossen Kraftwerk Afourer vorbei — sich an steilen Hängen des Hohen Atlas in vielen Kehren emporwindet. Immer grossartiger wird der Blick auf die riesige Ebene zwischen dem grossen Fluss Oum er Rbia und dem Gebirgsfuss —

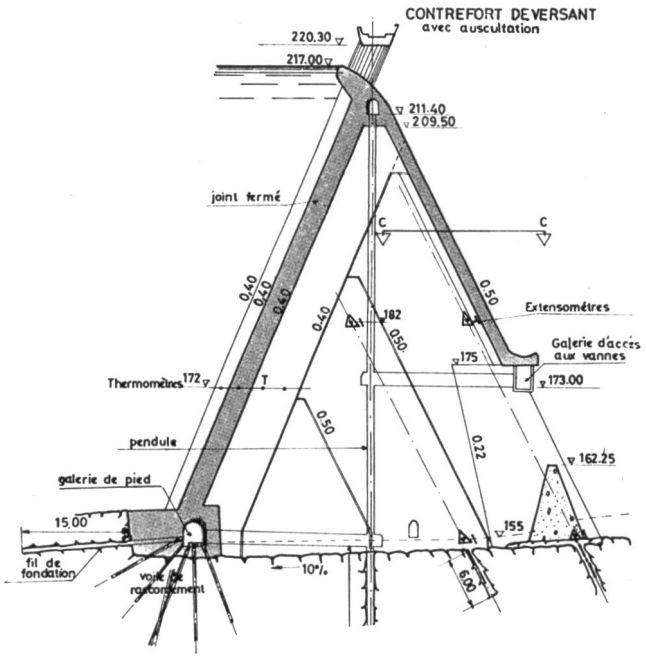


Bild 8 Querschnitt durch die Pfeilerstaumauer Idriss Ier.

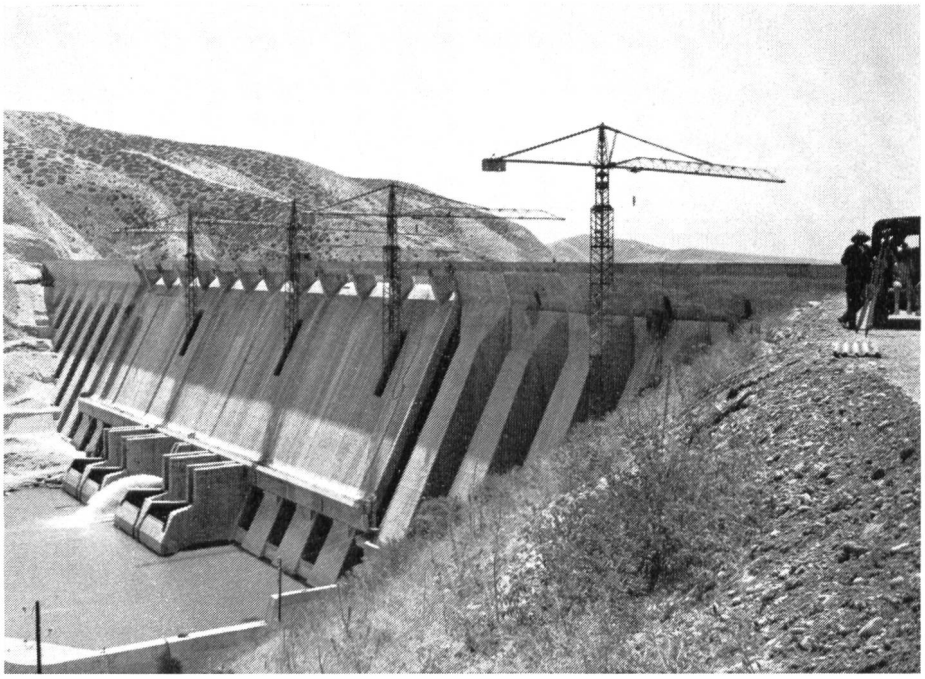


Bild 9
Seitenansicht der Pfeilerstaumauer Idriss 1er am Oued Inaouène in der Nähe der Stadt Fès.

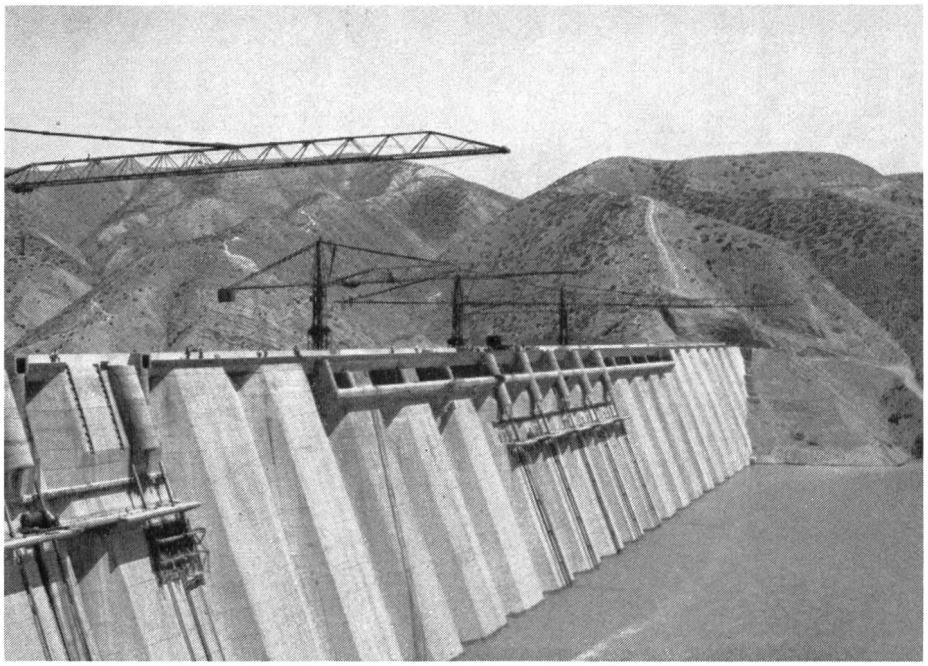


Bild 10
Wasserseitige Ansicht der Pfeilerstaumauer Idriss Ier.

die sogenannte Beni-Moussa-Ebene —, die nach Inbetriebnahme der grosszügigen Bewässerungsanlagen, gespeist vom Stausee Bin el Ouidane, vom steppenhaften Gebiet in einen fruchtbaren riesigen Garten verwandelt worden ist. Hier dehnen sich Kornfelder, Orangen- und Zitronen-Kulturen, ja selbst Baumwollfelder u.a.m. aus. Nach Ueberwindung eines zum Teil bewaldeten Bergzuges fahren wir durch etliche Täler, um endlich — etwa 35 km nach der Abzweigung von der Hauptstrasse — zur

TALSPERRE BIN EL OUIDANE

zu gelangen. Es handelt sich um die in den Jahren 1949/1953 noch zur Zeit des französischen Protektorats am Oued El Abid errichteten 132 m hohen, auf Kronenhöhe 290 m langen, doppeltgewölbten Bogenstaumauer, mit einem Betonvolumen von 365 000 m³, der noch heute höchsten Talsperre Marokkos. An der Sperrstelle misst das Einzugsgebiet 6400 km² mit einem mittleren jährlichen Abfluss von 1262 Mio m³ bzw. 40 m³/s; die Abflusswerte der Beobachtungsperiode 1924/1962 schwankten zwischen nur 3 m³/s (September 1946) und 1100 m³/s (Februar 1942). Der Stausee mit einer Oberfläche von 3735 ha hat ein Stauvolumen von 1484 Mio m³, wovon normalerweise 1160 Mio m³, ausnahmsweise 1330 Mio m³ entsprechend 860 GWh nutzbar sind. Er erlaubt eine Abflussregulierung über mehrere Jahre. Die grosse Anlage dient der Bewässerung von etwa 66 000 ha und der Wasserkraftnutzung. In den beiden Kraftwerken, eines am Fuss der Talsperre, das andere in Afourer in der Ebene von Beni Mellal, werden bei einer gesamthaft installierten Leistung von 220 MW im

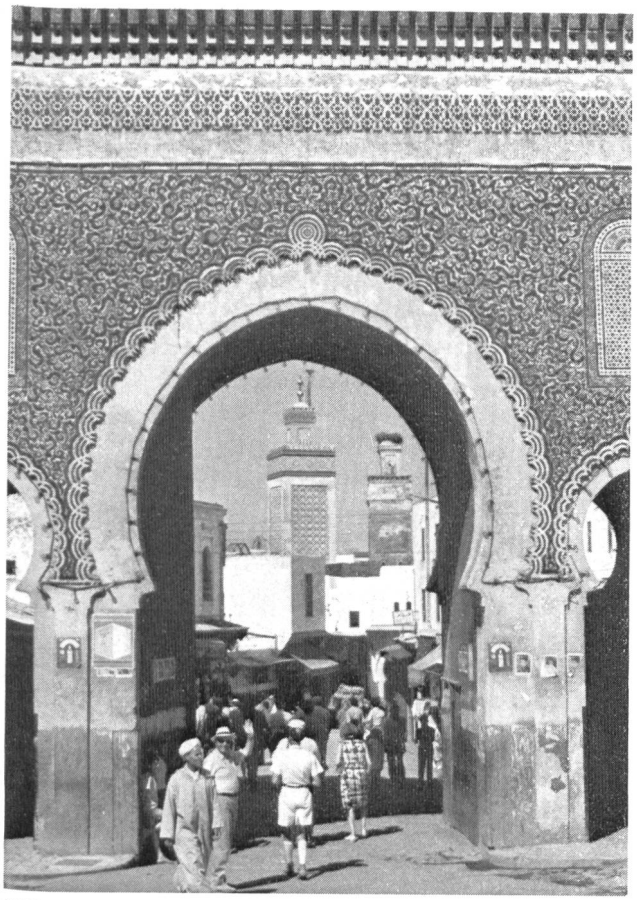
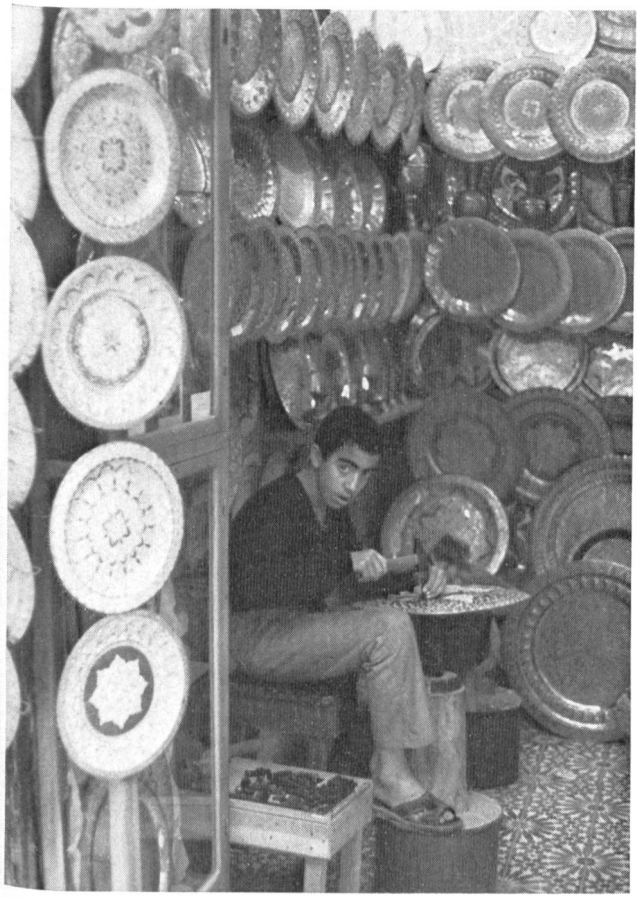


Bild 14 Eines der vielen reichverzierten Tore zur Medina der heiligen Königsstadt Fès.

Bild 15 Motiv aus der Medina von Fès.



Bilder 11 und 12 Mechoui und Folklore in einem Zelt bei der Staumauer Idriss Ier.

Bild 13 Blick auf einen Teil des engbebauten Häusermeeres der faszinierenden Medina von Fès.

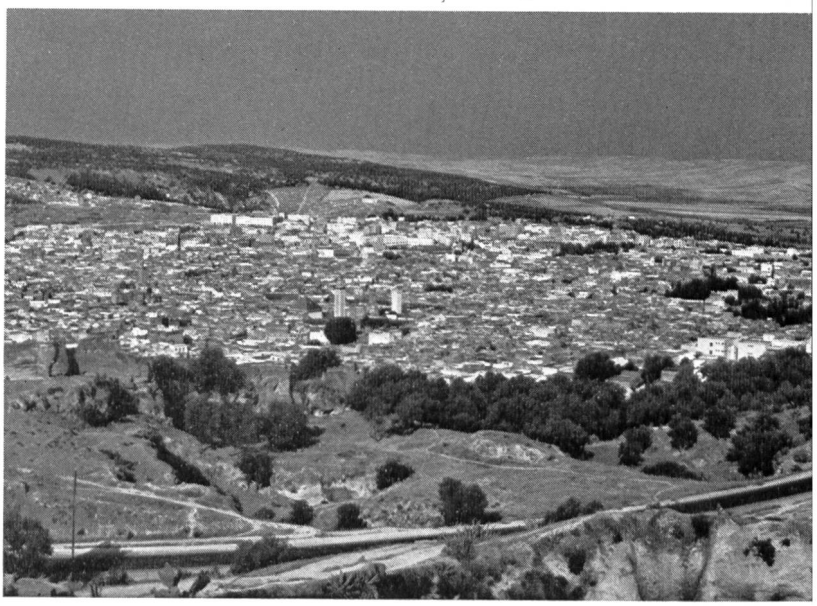


Bild 16
Das grosse Zelt am Stausee Bin-el-Ouidane, in dem die zahlreichen Reiseteilnehmer vom Caïd des Bergstädtchens Ouaouizarht gastlich empfangen und bewirtet wurden.

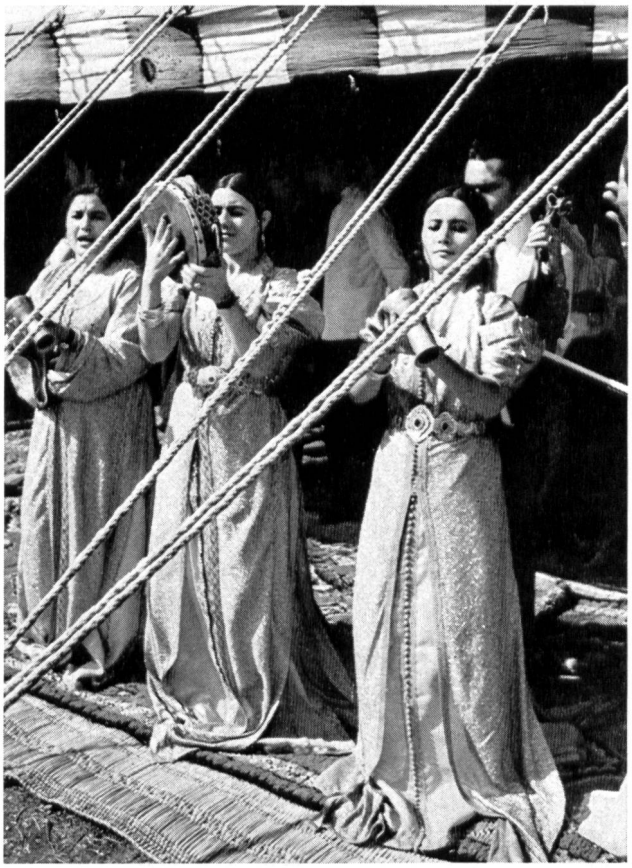
Durchschnitt 650 GWh pro Jahr erzeugt. Es handelt sich um die bedeutendste Elektrizitätswerkgruppe des Landes. Ueber diese grosse marokkanische Mehrzweckanlage haben wir in dieser Zeitschrift schon mehrmals ausführlich berichtet, erstmals über die im Bau befindliche Bogenstaumauer; gerne verweisen wir hier auf diese Berichte[2].

[2] WEW 1953, S. 1/9 und 1963, S. 56/61.

Wir fahren vorerst zur Talsperrenkrone mit wunderbarem Blick über den lichtblauen See in einer rötlichen Berglandschaft mit spärlicher sehr fremd anmutender Vegetation. Dann geht es dem nördlichen Seeufer entlang bis nahe der Ortschaft Ouaouizarht, wo wir etwa um 14.30 Uhr unter einem riesigen Zelt, mit teppichbelegtem Boden und schönem Ausblick auf den prachtvollen Stausee

Bild 17 Zubereitung des in Marokko traditionellen thè de menthe.

Bild 18 Folkloristische Darbietungen vor dem Zelt.



vom Caïd — dem Oberhaupt des erwähnten Bergstädtchens — zum Essen geladen sind. Da prangt eine Fülle von Fleisch und Früchten, auch Weine und der traditionelle Münzentee werden geboten. Während dieses originellen Mahles in Kauerstellung auf tiefen Kissen längs der Zeltränder tanzen Berberinnen der Gegend, die allerdings leider in ihrer Aufmachung schon touristischen Aufputz zeigen — vor Jahren haben wir noch die echten Tänze der Berber erlebt . . . (Bilder 16/18).

Vor der Abfahrt wird lange hin und her erwogen, ob im Hinblick auf die vorgerückte Zeit — es war inzwischen etwa 16.30 Uhr geworden — der auf dem Programm stehende Besuch des 1970 fertig erstellten, 95 m hohen Damms der Anlage Aït Aadel am Oued Tessaout, heute als Talsperre Moulay Youssef bezeichnet, noch durchgeführt werden soll oder nicht — ein überflüssiges Unterfangen, herrschte doch als wir in die Gegend dieser Sperre gelangten bereits tiefe, stockdunkle Nacht!

Wir besichtigen noch kurz die Zentrale am Fuss der hohen Talsperre Bin el Ouidane und haben dort Gelegenheit, an Hand bereitgestellter Pläne Wissenswertes über diese Anlage, aber auch über die gesamte Elektrizitätswirtschaft des Landes zu erfahren. Im Jahre 1972 wurden in Marokko 2350 GWh elektrischer Energie verbraucht, wovon 1600 GWh oder nahezu 70 % aus Wasserkraftanlagen; man rechnet damit, dass der Elektrizitätsverbrauch bereits im Jahre 1975 etwa 3120 GWh betragen wird. In den Wasserkraftwerken Marokkos sind insgesamt 362 MW installiert, in thermischen Anlagen 311 MW.
Das Land verfügt über ein Hochspannungsnetz von 340 km

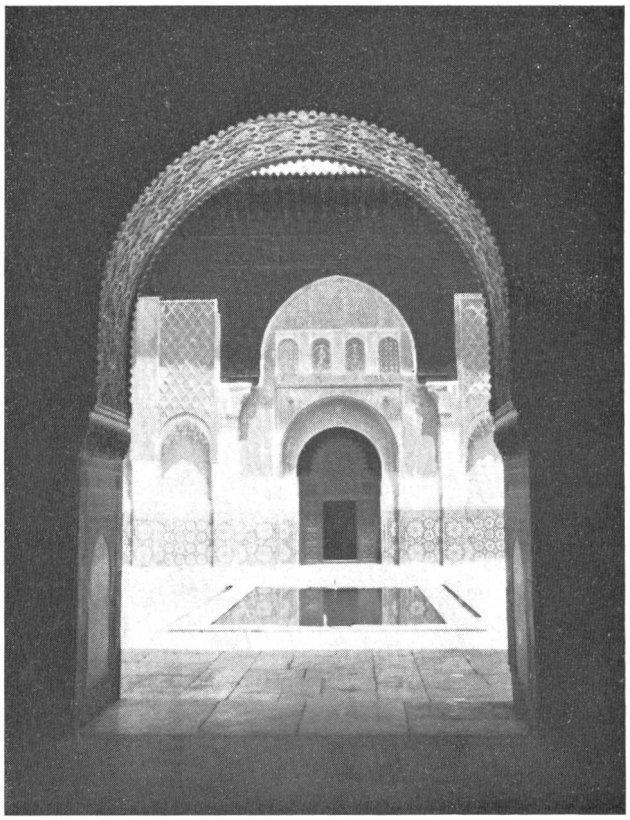


Bild 20 Hof der Medersa (Koranhochschule) Ben Youssef in der Medina von Marrakech.

Bild 19 Detail maurischer Kunst im Bahia Palast in Marrakech.

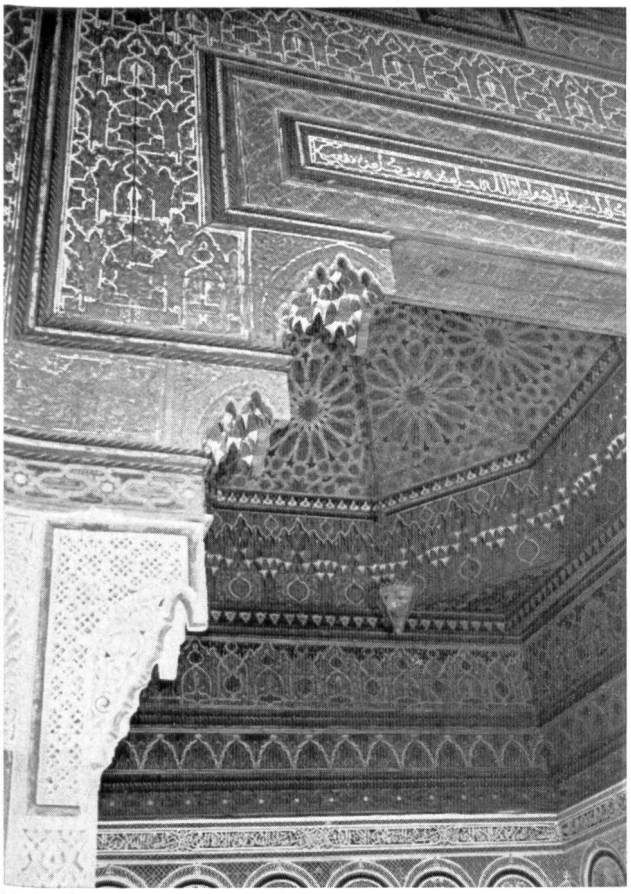


Bild 21 Beim Abschiedsessen in Marrakech.

Leitungen 225 kV, 1910 m Leitungen 150 kV und 3924 km Leitungen 60 kV.

Gegen Abend verlassen wir die imposante Talsperre Bin el Ouidane und müssen wieder auf der langen Bergstrasse bis zur Ebene zurückfahren. Es dämmert und vor uns liegt noch eine Strecke von 175 km bis Marrakech! Nach fast verantwortungslos rascher Fahrt bei Nacht auf schmaler Strasse — die Chauffeure wurden für diese Monster-Tagesfahrt nicht abgelöst und bei jedem entgegenfahrenden Lastwagen befürchten wir eine Kollision — erreichen wir todmüde um 21.30 Uhr die Königsstadt Marrakech — die sogenannte Perle des Südens; wir sind im neuen, schönen Hotel Chems untergebracht, in unmittelbarer Nähe des berühmten Mamounia-Hotels, mit Blick auf das beleuchtete schöne Minarett der Koutoubia-Moschee, das sich im Schwimmbassin des Hotelparks spiegelt.

Die Reise durch Marokko nähert sich ihrem Ende, und für den Vormittag des 21. Juni steht noch der Besuch der immer wieder faszinierenden Stadt Marrakech auf dem Programm. Die von der Reiseleitung bzw. vom Ministère des Travaux Publics gebotene Möglichkeit, an diesem Vormittag doch noch die etwa 70 km entfernte Talsperre Moulay Youssef zu besuchen, wird nur von einem Geologen benutzt — einer auf 120 Teilnehmer an der Studienreise, ein mahnendes Zeichen für die zunehmende Müdigkeit der allzustark strapazierten Reiseteilnehmer!

Gruppenweise werden die Hauptsehenswürdigkeiten von Marrakech besucht: die Menaragärten mit dem grossen Teich, die sehr schönen Königsgräber der Saadier-Dynastie, der interessante, als Museum eingerichtete Bahia-Palast mit den wertvollen maurischen reichverzierten Decken und Wänden (Bild 19); zum Schluss gilt noch ein individueller einstündiger Besuch der lebhaften, farbigen und nach vielen Düften riechenden Medina, mit Abschluss auf dem berühmten Platz Djemaâ El Fna — wo das orientalische Leben aber erst am Nachmittag und gegen Abend so richtig einsetzt.

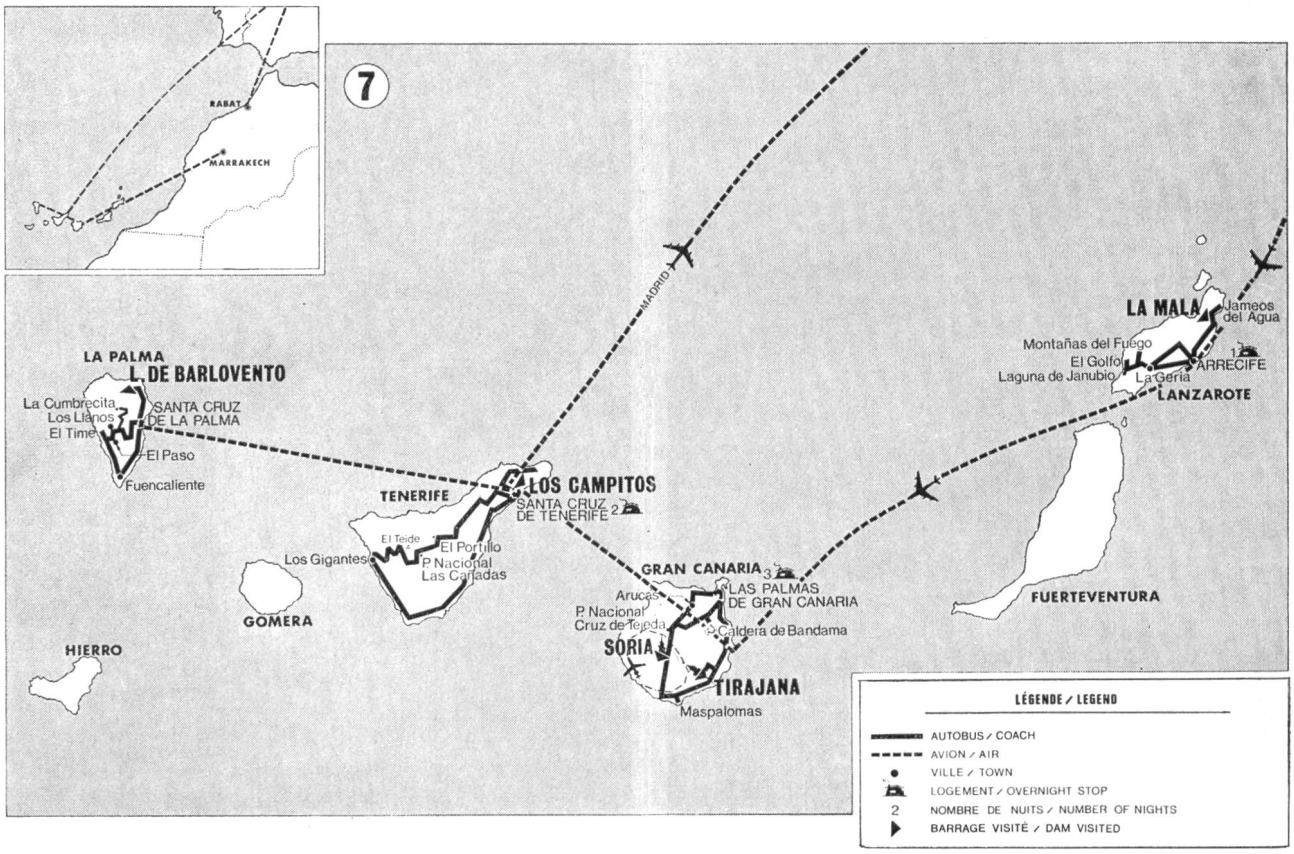
Es steht noch ein Empfang bevor, diesmal durch den Gouverneur der Provinz, dem Pascha von Marrakech; den Palast erreichen wir durch einen Garten, in dem die Wache mit langen, krummen Säbeln Spalier steht! Anschliessend folgt im Restaurant Riad mit marokkanischem Ambiente ein vom Talsperrenkomitee organisiertes Abschiedsessen für Marokko — wiederum reichhaltiger Kouskous mit Tanzvorführungen.

Um 14.45 Uhr fahren wir zum nahegelegenen Flugplatz, und um 15.50 fliegen die zwei zweimotorigen Flugzeuge der Spantax ab Richtung Kanarische Inseln.

Islas Canarias
(Reiseroute siehe Bild 22)

Der ruhige Flug führt in südwestlicher Richtung vorerst über ausgedehntes rotbraunes Wüstengebiet mit kleinen Oasensiedlungen und über die mit spärlichem Wald bewachsenen tiefeingeschnittenen Täler der westlichen Ausläufer des Hohen Atlas, um nach einer halben Stunde die Atlantikküste zu überqueren. Nach einem Flug von insgesamt 1 Stunde 25 Minuten landen wir die Wolkendecke durchstossend auf der kahlen Insel Lanzarote, wo eine speditive Passkontrolle die rasche Abfahrt der bereitstehenden Cars zur nahegelegenen Hauptstadt Arrecife ermöglicht. Wir durchqueren eine absolut kahle, trostlose Lavalandschaft — kein Baum, kein Strauch, aber viel vom Wind herumgeblasener Städteabfall! — und beziehen das am Rande des weissen Städtchens am bewegten Meer gelegene Gran Hotel Arrecife, ein 14stöckiges, vom ständigen Wind umtostes Hochhaus, in welchem als Gegenleistung luxuriöse Apartements geboten werden!

Bild 22 Routenskizze für die Studienreise Nr. 7 zu den Kanarischen Inseln.



Da die zweite Reisegruppe erst später eintrifft und wegen zusätzlichen Wartens auf die letzten verspäteten Teilnehmer, starten wir erst um 19.50 Uhr bei einbrechender Dämmerung zum allzuspät angesetzten Besuch der im Norden Arrecifes gelegenen

TALSPERRE LA MALA

die wir nach 22 km langer Fahrt, im letzten Teil über eine steile Bergstrasse erreichen. Es dunkelt bereits, so dass ein kurzer Abstieg in eine Schlucht nur unklar erkennen lässt, dass vorläufig der Fundamentsaushub erfolgt ist; ob im Fundament bereits betoniert wird, ist nicht zu sehen. In das Baubüro zurückgekehrt — inzwischen herrscht dunkle Nacht —, werden die von den Cars mit ihren Scheinwerfern schlecht und recht beleuchteten Pläne erläutert; da und dort versuchen Interessenten, im Lichte eines Zündhölzchens Details zu erkennen!

Es handelt sich um eine 37 m hohe, auf Kronenhöhe 118 m lange Gewichtsstaumauer, die ein Betonvolumen von 20 000 m³ erfordert und einen Speichersee von 186 370 m³ schaffen wird. Das Stauziel wird sich auf Kote 164,60 m befinden. An der Sperrstelle am Palomobach misst das Einzugsgebiet lediglich 4,04 km² mit einer mittleren Wasserfracht von 142 000 m³; die mittleren jährlichen Niederschläge erreichen in diesem Gebiet nur knapp 200 mm. Die Sperre fundiert auf Basaltgestein, das zum Teil von lehmigen Alluvionen bedeckt ist. Der Speichersee dient der Bewässerung der aussergewöhnlich trockenen Insel; es handelt sich um den ersten Stausee auf Lanzarote.

Eine nächtliche Fahrt bis nahe der Nordspitze der Insel führt uns nach Jameos del Agua zur Cueva de los Verdes, einer weiträumigen Höhle mit Verbindung zum Meer, die ausserordentlich geschickt als attraktives Restaurant gestaltet wurde, mit Treppenabgängen, Podesten und Bassins, überwölbt von Felsendomen mit Stalaktiten. Hier wird uns nach einem Aperitif ein gutes Nachtessen serviert, offeriert vom Servicio Hidraulico de Las Palmas. Bei bezaubernder Akustik ertönt Musik von Händel bis Wagner, und zum Dessert werden typische Volkstänze der Insel geboten. Nach einer längeren Heimfahrt erreichen wir erst um 01.15 wieder das Hotel in Arrecife.

Der folgende Vormittag gilt einer Fahrt durch die Insel Lanzarote. Das Wetter ist leider wieder trübe und windig bei 20 °C. Die Exkursion führt über Geria zur Laguna del Janubio an der Westküste. Die ganze Insel, die offenbar ständig von heftigen Winden überweht wird, präsentiert sich als eine riesige Lavalandschaft mit spärlichster Vegetation, und manche Teilnehmer fragen sich, warum die Amerikaner wohl zum Monde fliegen, wo sie doch hier mit weniger Mühe eine ähnliche Landschaft vorfinden würden! Wir durchqueren auch das auf Vulkankegeln gelegene Gebiet eines ausgezeichneten Weines, dessen Gewinnung ausserordentliche Mühe erheischt. Für jedes einzelne Rebpflänzchen wird im Lavageröll eine Mulde ausgehoben und jeder Muldenrand durch ein Mäuerchen aus Lavabrocken gekrönt, zum Schutz der Pflanzen vor dem heftigen Wind (Bild 23). So erscheinen denn die braungrauen Lavahänge «betupft» mit zentralem grünem Punkt! An der Westküste wird Salz gewonnen (Bild 24). Dies und die äusserst mühsame Weinkultur scheinen neben dem Tourismus die einzigen Einnahmequellen der armen Insel Lanzarote zu sein. Es wird auch noch etwas Mais angepflanzt, und auf der Insel hält man Ziegen, wenig Schafe und Kühe! Bei schönem Wetter muss eine solche Fahrt wegen der vielfältigen Farbenpracht der Lavafelder und Vulkane grossartig sein. Wir fahren noch zu den Montañas del Fuego, den Feuerbergen, wo als Touristenattraktion zahlreiche Kamele einen halbstündigen Ritt zu einem gelbroten Vulkankegel erlauben. Nach einem vom Cabildo Insular de Lanzarote offerierten Mittagessen auf dem Gipfel eines Vulkans fahren wir zum Flugplatz zurück, und um 14.40 fliegen wir mit einem zweimotorigen Kursflugzeug der Iberia zur Insel Gran Canaria, die wir nach einer Flugdauer von nur dreiviertel Stunden erreichen.

Mit den auf dem Flugplatz Las Palmas-Gando bereitstehenden Cars fahren wir direkt durch eine interessante und wilde, tiefzerklüftete Berglandschaft zur 26 km entfernten Baustelle für die

TALSPERRE TIRAJANA

die wir auf der letzten Strecke steil abwärts fahrend mit Jeeps erreichen. Es handelt sich um einen 74 m hohen,

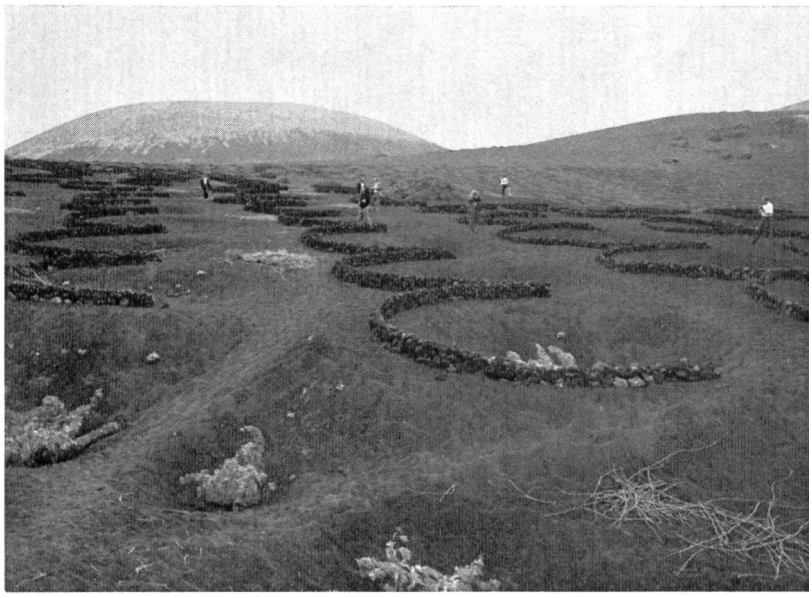
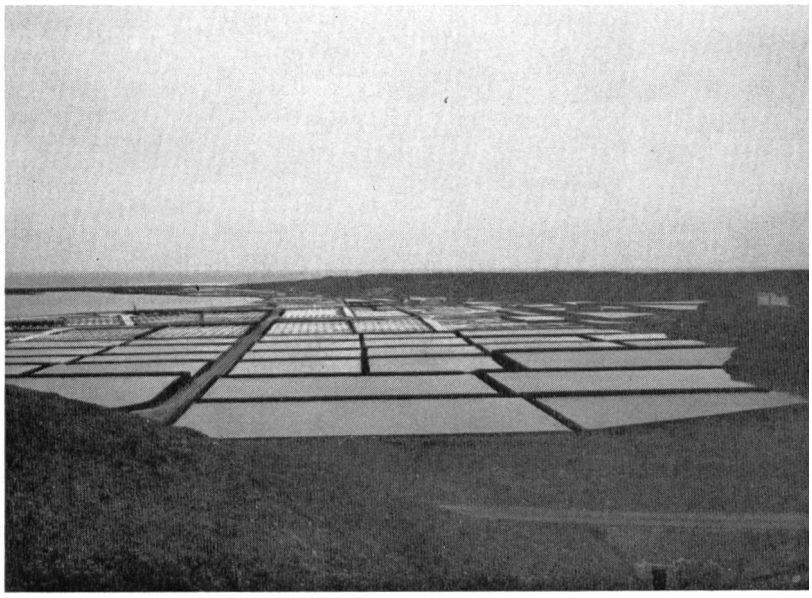


Bild 23 Mit grösster Mühe gepflegte Rebenkulturen auf der kahlen windumtosten Vulkaninsel Lanzarote.

Bild 24 Salzgewinnung an der westlichen Meerküste der Insel Lanzarote.



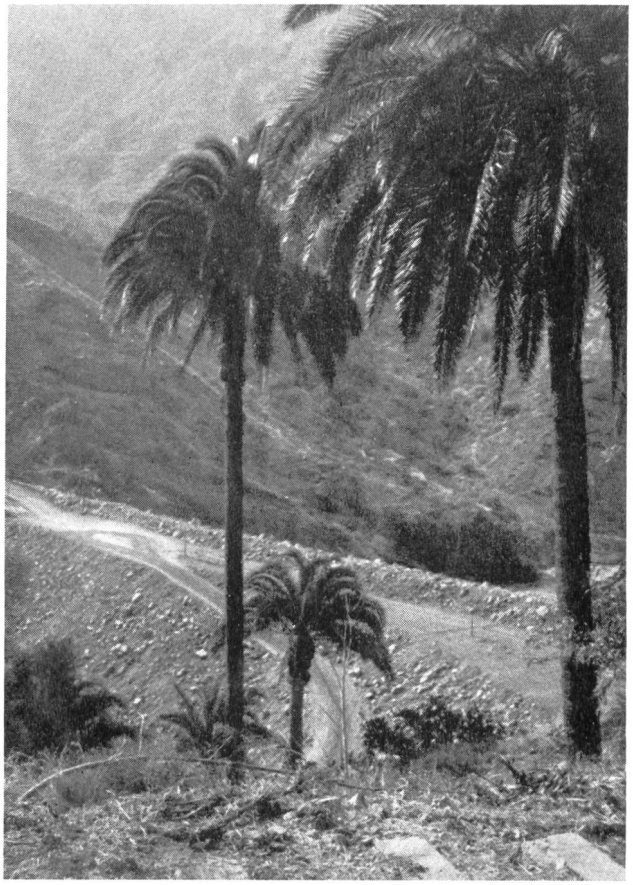


Bild 25 Die im Bau stehende Talsperre Tirajana in wilder Bergeinsamkeit auf der Insel Gran Canaria.

auf Kronenhöhe 160 m langen Steindamm, der ein Volumen von 484 000 m³ erfordert. Der zu schaffende Speichersee mit Stauziel auf Kote 378 m und einer Oberfläche von 20 ha wird einen nutzbaren Inhalt von 2,88 Mio m³ fassen, der ganz der Bewässerung dienen wird. Die grosse, im Bau stehende Anlage liegt in einer für solche Bauten ungewohnten Landschaft — in einem engen felsigen Tal mit reicher Palmenvegetation (Bilder 25, 26). Nach den Erläuterungen über die Talsperre an Hand von Plänen wird von der Unternehmung Ginés Navarro S.A. unter Palmen ein vorzüglicher Imbiss mit besonderen Delikatessen und reichlicher Auswahl an Getränken verschiedenster Art geboten. In besonders guter Stimmung folgt dann die noch reichlich lange und schöne Fahrt über Berg und Tal zu der an der Nordostküste der Insel Gran Canaria gelegenen Hauptstadt Las Palmas, die wir mit mehr als zweistündiger Verspätung erst um 20 Uhr erreichen. Von der Ostküste haben wir einen vernichtenden Eindruck, der tags darauf nur noch bestätigt und verstärkt wird. In bestimmten, von kahler Landschaft unterbrochenen Zonen frisst sich das Produkt der rücksichtslosen Spekulanten aus Mittel- und Nordeuropa, aber auch aus USA mit hässlichen Betonklötzen längs der Meeresküste und in das ufernahe Innere der vom Tourismus überschwemmten Insel. Hier erhält man drastisch vordemonstriert, wie man eine von Natur schöne Landschaft praktisch vollständig zerstören kann. Es ist alles relativ —, und nach Einblick in diese trostlose Betonwüste erscheinen die Spekulationsbauten in unseren Ballungszentren und Kurorten noch als harmlos, was allerdings nicht vom Kampf gegen diese Bauüberwucherung abhalten soll! Schon lange vor der Stadt Las Palmas geraten wir in eine fast stehende riesige Autokolonne der vielen vom sonnigen Süden der Insel in den bedeckten Norden zurückkehrenden Touristen und übrigen Inselbewohner, also auch hier die den Verkehr lähmende Blechschlange. Und da sollte man sich von der Hast in unseren Industriezentren erholen?...

Den noch bevorstehenden Empfang und das auswärtige, vom Cabildo Insular de Gran Canaria offerierte Nachtessen verschlafen wir aus lauter Müdigkeit! Wir logieren im Hotel Cristina mitten in der lärmigen Stadt mit scheusslichem Blick auf das schmutzige und unansehnliche Hafenquartier.

Für den 22. Juni stehen gruppenweise drei verschiedene Exkursionen auf der Insel Gran Canaria auf dem Reiseprogramm; wir schliessen uns der wohl erlebnisreichsten Fahrt an, die auch einen Helikopterflug vorsieht. Eine etwa einstündige Carfahrt bei leider wieder bedecktem Himmel und 21 °C führt uns vorerst auf den Aussichtsberg Cal-

Bild 26
Blick auf den Staudamm der Talsperre Tirajana.

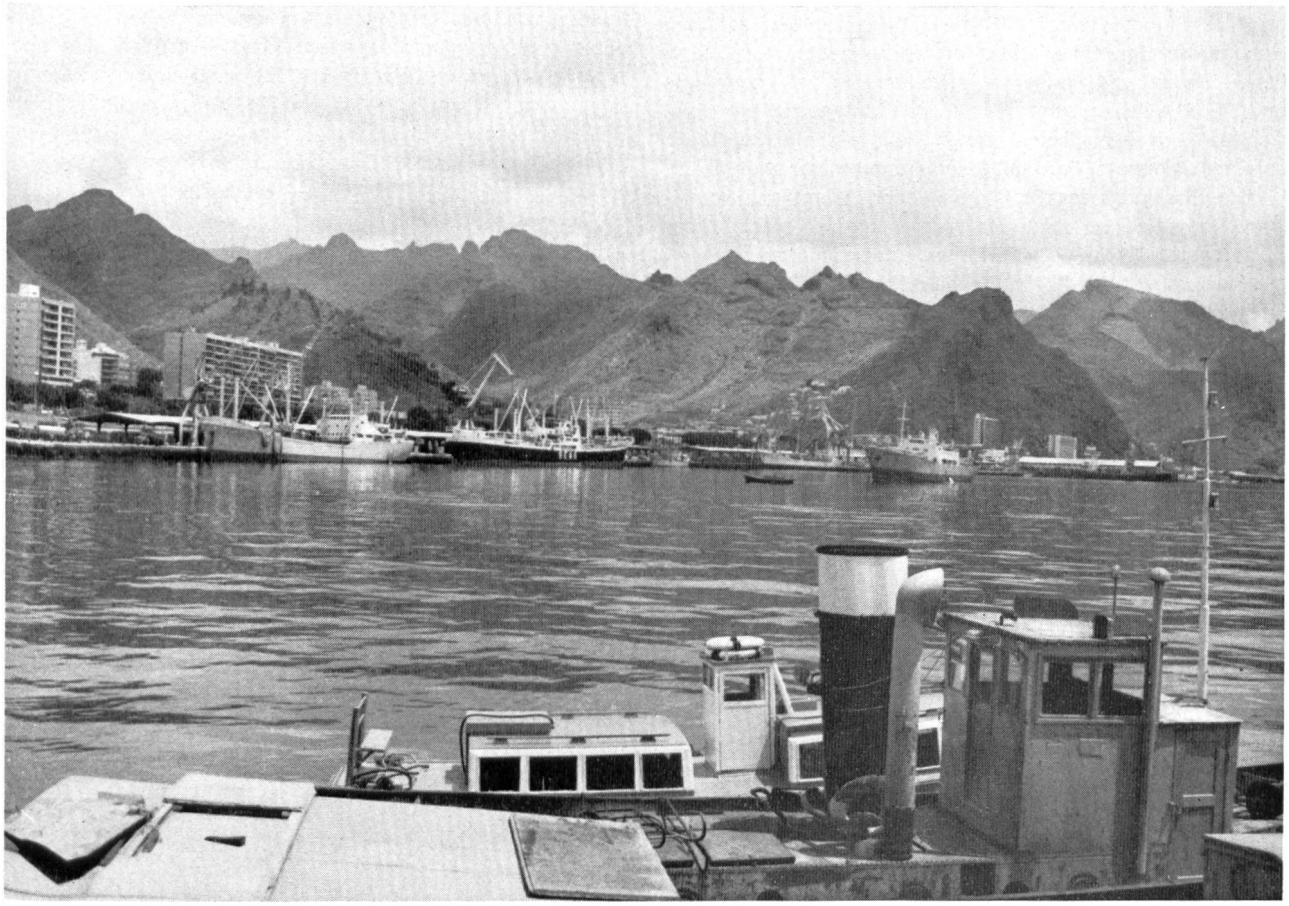
dera de Bandama, einen Vulkan mit weiter Rundsicht und dann der Ostküste folgend nach Süden bis zum berühmten, 60 km entfernten Badeort Mas Palomas. Auf dieser Strecke erleben wir wiederum — vor allem an der so berühmten, vom Sonnenschein begünstigten Südküste — die Scheusslichkeit ausgedehnter Betonblöcke, Hochhäuser-Hotels und Hochhäuser mit Eigentumswohnungen ohne jede Vegetation in deren Umgebung.

Vom schönen, parkumstandenen Hotel El Oasis an der Südspitze der Insel unternehmen wir in Grüppchen von je 8 bis 10 Personen einen halbstündigen sehr schönen Helikopterflug über den südwestlichen Zonen der Insel Gran Canaria, um aus der Luft in schwindelnder Vorbeifahrt an Felskanten und über tiefeingeschnittenen bewaldeten Tälern etliche der vielen Talsperren und Stauseen zu sehen, insbesondere die Anlagen Ayaguare, Chira, Soria, Cueva de las Niñas u.a.m.

Im Gegensatz zur Insel Lanzarote sind auf der Insel Gran Canaria — vor allem für die Bewässerung und Wasserversorgung — im Laufe der Zeit sehr zahlreiche Speicherseen geschaffen worden, mit kleinsten bis grossen Talsperren. Nach dem im Abschnitt 1 dieses Berichts erwähnten spanischen Talsperreninventar — die Islas Canarias gehören politisch zu Spanien —, bestehen auf Gran Canaria z. Zt. 65 Talsperren (wovon 5 im Bau) und Stauseen mit einem gesamten Speichervolumen von 72,2 Mio m³. Davon dienen 98,4 % der Bewässerung und 1,6 % der Trinkwasserversorgung; lediglich eine Anlage (Siberio) ist eine Mehrzweckanlage für Irrigation und Wasserversorgung. Es handelt sich mehrheitlich um bescheidene Talsperren von 14 bis 50 m Höhe mit nutzbaren Speichern von 0,1 bis 0,9 Mio m³; lediglich 13 Speicherseen haben mehr als 1 Mio m³

Bild 27 Bogenstaumauer und Stausee Soria auf der Insel Gran Canaria, aufgenommen aus dem Helikopter.

Bild 28 Hafenpartie von Santa Cruz de Tenerife, der Hauptstadt der gleichnamigen Insel; im Hintergrund kahle bunte Bergzüge.



Bedeutendere Speicheranlagen auf der Insel Gran Canaria — Tabelle 2

Nr.	Name von Talsperre und Stausee	Fertigstellung	Talsperre				Speicher-inhalt Mio m³	Zweck
			Typ	Höhe m	Länge m	Volumen 1000 m³		
631	Soria	1972	B	130	148	212	28,0	I
626	Parralillo	1970	G	68	151	109	5,0	I
398	Cueva de las Niñas	1959	G	32	130	31	5,0	I
497	Chira	1964	G	32	210	28	4,0	I
C49	Siberio	im Bau	S	70	277	900	4,0	I+V
C57	Tirajana	im Bau	S	74	160	484	3,0	I

B = Bogenstaumauer
G = Gewichtsstaumauer
S = Steindamm (rock-fill)

I = Bewässerung
V = Wasserversorgung

Nutzinhalt; bei den bedeutendsten handelt es sich um die in der Tabelle 2 aufgeführten Anlagen. Die meisten der Bewässerung dienenden Speicherseen wurden seit 1950 verwirklicht. Die in der Tabelle aufgeführten sechs Anlagen haben ein Speichervolumen von 49 Mio m³ entsprechend 68 % sämtlicher 65 Anlagen der Insel Gran Canaria.

Eine der drei Exkursionsgruppen besucht die fertiggestellte

TALSPERRE SORIA

im Südwesten der Insel. Es handelt sich um eine 130 m hohe, auf Kronenhöhe 148 m lange dünnwandige Bogenstaumauer, die ein Betonvolumen von 211 685 m³ erforderte. Geschafft wurde ein Stausee von 28 Mio m³ nutzbarem Inhalt, der bei Stauziel 459 m eine Oberfläche von 68 ha hat; diese Anlage, die der Bewässerung dient, sehen wir nur vom Helikopter aus (Bild 27).

Nach dem sehr interessanten Helikopterflug, der auch Einblick in die Bananenplantagen und die Dünenlandschaft bei Mas Palomas vermittelt, besichtigen wir den schönen Hotelgarten, den ohne jeden Komfort ausgestatteten öffentlichen Badestrand (keine Umkleidekabinen) mit mehr Kies und Geröll als Sand und nehmen das Mittagessen im Hotel Oasis ein. Neben diesem Hotel steht ein ebenfalls sehr schönes Badehotel Faro mit Piscine unmittelbar am Meer.

Die Rückfahrt der Ostküste entlang bringt uns wieder zum Flugplatz und mit dem ersten Flug — einem Kursflugzeug der Iberia — in 22 Flugminuten zur Insel Teneriffa, wo wir um 18.15 Uhr eintreffen. Der Flugplatz Los Rodeos liegt in der Höhe zwischen zwei Bergzügen mit guten Zufahrten zur Westküste nach Puerto de Cruz und La Orotara sowie zur Ostküste per Autobahn nach Sta. Cruz de Tenerife, der Hauptstadt der Insel. Wir wohnen im sympathischen Hotel Mencey, im altspanischen Stil mit Patios, geschnitzten Holzlauben und schönem Park mit Schwimmbassin. Um 19 Uhr sind wir im Hotel, müssen aber bis 21.15 auf das Gepäck warten, das offenbar erst mit der zweiten Reisegruppe nachgekommen ist! Ohne Krawatte — die liegt im Koffer — wird man erbarmungslos von dem im Garten servierten Nachtessen weggewiesen!

Auf dem Programm der Studienreise steht für Samstag, 23. Juni, ein ganztägiger Ausflug zur grünen Insel La Palma, der westlichsten der Islas Canarias, mit gruppenweiser Abfahrt um 05.45 bzw. 07.10, Hin- und Rückflug mit Kursflugzeugen. Wegen der grossen und zunehmenden Uebermüdung streiken etwa 100 der 125 Reiseteilnehmer und ziehen es vor, einen Ruhetag mit individuellem Programm auf Teneriffa zu verbringen!

Individuell schlendern wir durch die Hauptgeschäftsstrassen der Küstenstadt, die aber nicht besonders zu Käufen anregen, zum Hafen mit schöner Strandpromenade und zu dem weitab im Norden liegenden Fischerhafen (Bild 28). Nach dem im schönen Hotelgarten eingenommenen Mittagessen begeben wir uns zur so ersehnten Ruhe. Die wenigen Reiseteilnehmer, die den offiziellen Ausflug zur Insel La Palma unternommen haben und stundenlang am Flughafen warten mussten, kehren sehr spät zurück, so dass wir erst um 21.15 Uhr zu einem bekannten Restaurant, 15 km südlich von Sta. Cruz fahren können. Das Nachtessen und die Volkstänze der Insel werden vom Servicio Hidraulico de Tenerife offeriert, und wieder sind wir erst sehr spät — 01.30 Uhr — wieder im Hotel.

Der Sonntag, 24. Juni, gilt einer ganztägigen grossartigen Fahrt durch die Insel Teneriffa — Höhepunkt unseres fünftägigen Aufenthalts auf den Kanarischen Inseln.

Vorerst geht es in der Stadt Sta. Cruz in steiler Fahrt über eine schmale furchterregende Strasse mit schönem Tiefblick auf die enggebaute weisse Stadt zur

TALSPERRE LOS CAMPITOS

die unweit oberhalb der Stadt sich im Bau befindet. Es handelt sich um einen 54 m hohen, auf Kronenhöhe 233 m

Talsperren auf der Insel Teneriffa — Tabelle 3

Inventar Nr.	Name der Talsperre und des Stausees	Talsperre				Speicher-inhalt Mio m³	Inbetrieb-nahme	Zweck
		Typ	Höhe m	Kronen-länge m	Volumen 1000 m³			
144	Tahodio	G	40	?	?	0,4	1928	I
352	Tamaide	G	25	115	7	0,1	1956	I
463	Garcés	G	20	146	12	0,1	1962	I
337	Ciguana	G	15	122	8	0,2	1956	I+H

G = Gewichtsstaumauer I = Irrigation H = Hydroelektrische Energie

Bild 29 Tiefblick auf das Stadtzentrum von Teneriffa.
Bild 30 Volkstänze in Teneriffa.

langen vibrierten Steindamm von 576 000 m³ Damminhalt, der ein Speicherbecken von 2,8 Mio m³ Nutzraum schaffen wird (Bilder 31, 32). Die wasserseitige Dammböschung erhält eine Eisenbetonabdeckung. Zur Füllung dieses Stausees mit sehr geringem Einzugsgebiet (1,26 km²) müssen ausserordentlich lange, stark verzweigte und auf der Insel weitausholende Wasser-Zuleitungen gebaut werden. Bei einem Stauziel auf Kote 335,0 m wird der Stausee eine Oberfläche von nahezu 13 ha haben. Der Speicher wird der Wasserversorgung der Stadt Sta. Cruz de Tenerife und weiterer Agglomerationen dienen. Fundament und Widerlager des Steindamms bestehen aus Basaltgestein mit Tuffeinlagerungen und Sedimenten. Mit den Bauarbeiten wurde im Dezember 1969 begonnen, und sie werden noch 1973 abgeschlossen.

Im Gegensatz zur speicherseenreichen Insel Gran Canaria verfügt die Insel Teneriffa ausser der eben beschriebenen, im Bau befindlichen Anlage lediglich über vier Speicherseen; mit einem gesamten Nutzinhalt von lediglich 0,8 Mio m³ der praktisch fast vollständig der Bewässerung dient (siehe Tabelle 3). Neben diesen Anlagen besteht aber auf der Insel eine Unzahl ganz kleiner auf den Berghängen gestaffelter Wasserbecken, die vor allem den ausgedehnten Bananenkulturen dienen.

Bilder 31 und 32 Wasserseitige Flucht des beinahe fertiggestellten Steindammes Los Campitos, oberhalb der Stadt Santa Cruz. Der mit dieser 54 m hohe Talsperre geschaffene Speicher dient der Wasserversorgung der Stadt Santa Cruz und weiterer Agglomerationen.

Bild 32

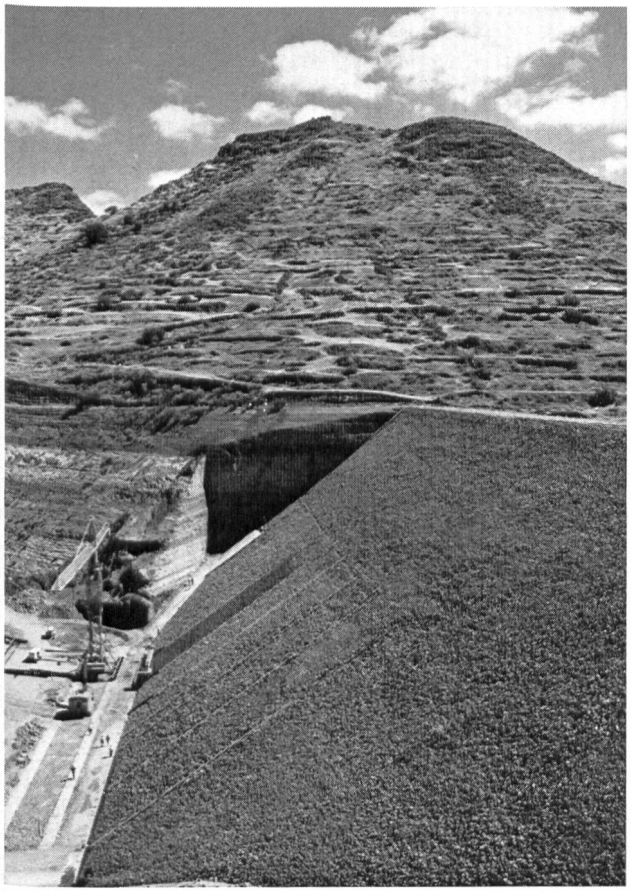
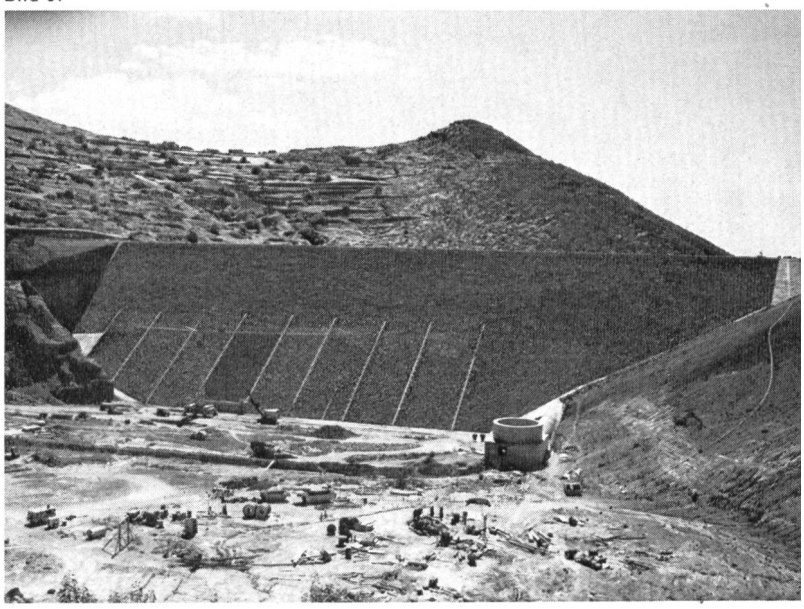


Bild 29

Bild 30

Bild 31



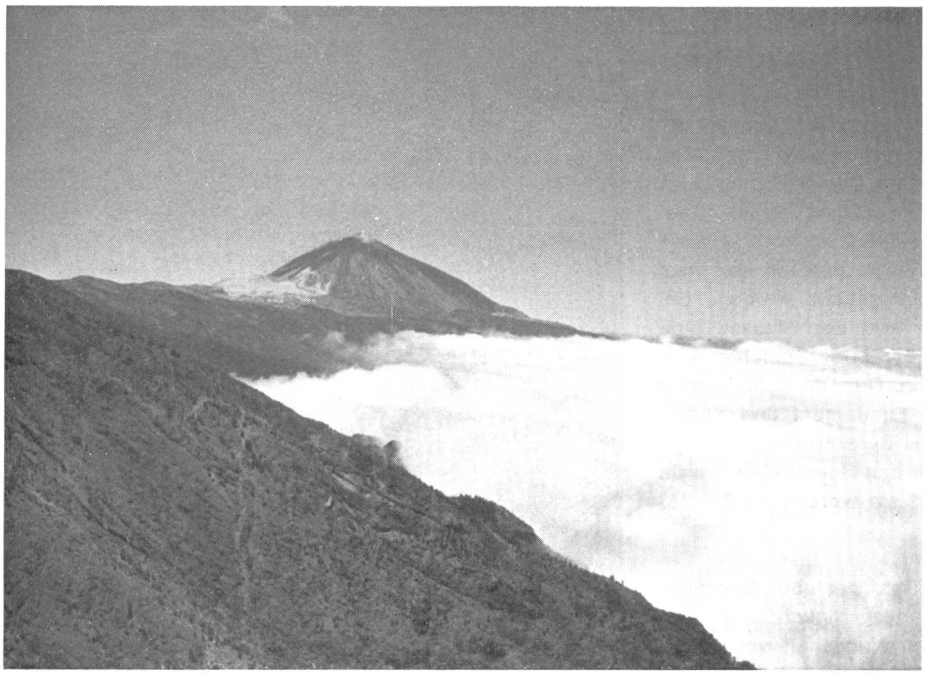


Bild 33
Der 3717 m hohe, die Insel Teneriffa beherrschende Vulkan Pico de Teïde über dem Nebelmeer.

Nach technischer Orientierung über den Staudamm Los Campitos und Stärkung durch einen ausgezeichneten, reichhaltigen Imbiss — u. a. war auch Hummer und Kaviar dabei —, begeben wir uns auf eine grossartige touristische Exkursion die Insel Teneriffa von NO nach SW durchquerend. Nach Passieren der Universitätsstadt La Laguna, wo der grosse Flughafen liegt, steigen wir stetig, vorerst durch den Bosque de la Esperanza — durch einen grossartigen Pinienwald. Beim Erreichen der Waldgrenze öffnet sich ein prächtiger Tiefblick auf die waldumsäumten Städte Puerto de la Cruz und La Orotava an der Nordküste der Insel und auf den noch in der Ferne sich über einem Nebelmeer erhebenden, die Insel beherrschenden 3717 m hohen Vulkan Pico de Teïde (Bild 33). Die lange anhaltend steile Fahrt bringt uns durch eine immer wildere, vielfarbige Lavalandschaft mit sich ständig erweiternder Aussicht auf die Insel und auf den Atlantik. Mit den Cars gelangen wir bis zur Talstation, und von da aus lassen sich die meisten Exkursionsteilnehmer mit der Schwebebahn zur 3555 m ü.M. gelegenen Bergstation hissen — inmitten einer grossartig-kahlen Berglandschaft wilder Lavafelsen (Bild 34).

Das Mittagessen nehmen wir im nahegelegenen Parador Nacional de las Cañadas ein, und dann folgt wiederum eine interessante lange Talfahrt durch eine einzigartige bunte Krater- und Felslandschaft, später vorbei an mühsam gepflegten Bananenkulturen steil hinunter zum Städtchen Cristianos an der Südwestküste der Insel (Bild 35). Die fast 100 km lange Rückfahrt nach Sta. Cruz de Tenerife führt meistens in etwas erhöhter Lage der sich verflachenden Ostküste der Insel entlang.

Um 22.00 Uhr findet im Hotelpark das ausgezeichnete Abschieds-Nachtessen statt.

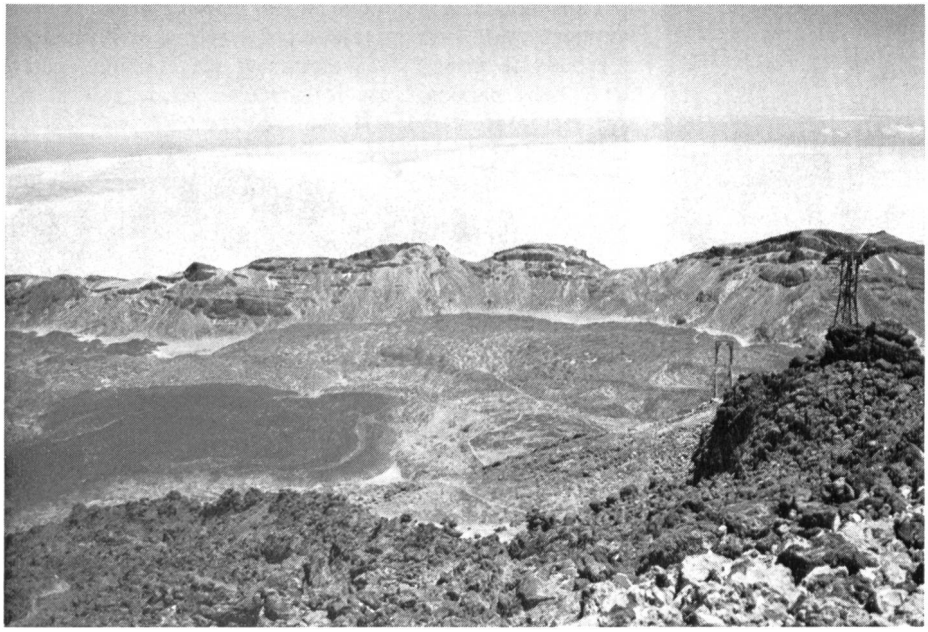


Bild 34
Tiefblick vom Kraterrand auf Krater und Lavafelsen, im Hintergrund Nebelmeer über dem Atlantik.

Am letzten Tag der Studienreise — Montag, 25. Juni 1973 — ist wieder früh Tagwache — um 05.30 Uhr; das Wetter ist schön, leicht bewölkter Himmel bei 19 °C. Auf den Kanarischen Inseln hatten wir fast durchwegs Temperaturen von 18 bis 22 °C, die im Sommer als eher kühl empfunden werden.

Um 07 Uhr erfolgt die Abfahrt zum Flughafen, und um 08.20 Uhr der Abflug mit einer bis auf den letzten Platz besetzten DC 8 der Iberia. Mit 900 km Stundengeschwindigkeit überfliegen wir schon sofort auf grosser Höhe eine geschlossene Wolkendecke — nur der Pico de Teïde grüsst uns daraushervorstechend zum Abschied —, und um 10.20/11.20 erreichen wir nach gut zweistündigem Flug Madrid. Der Weiterflug, der durch Startverbot seitens französischer Behörden verzögert wird, erfolgt um 13.20 Uhr. Wiederum erleben wir eine eindrucksvolle Ueberquerung der Pyrenäen, und schon bald darnach sehen wir zu unserer Rechten die noch tiefverschneiten Alpen, den mächtigen hochaufschwingenden Mont Blanc und dann das grossartige Defilee der Walliser und Berner Alpen. Bei schönstem und warmem Sommerwetter — wärmer als auf den Kanarischen Inseln — erreichen wir nach einem Flug von einer Stunde und 40 Minuten um 15.00 Uhr den Flughafen Zürich-Kloten.

Zum Abschluss dieser grossen und sehr anstrengenden Fahrt ist es dem Berichterstatter ein Bedürfnis, für die ausserordentliche allseits gewährte herzliche Gastfreundschaft in Marokko und auf den Islas Canarias herzlich zu danken. Dem verantwortlichen Leiter der «Expedition», Ingenieur Eduardo Rodriguez-Losada aus Madrid, gilt ebenfalls der herzliche Dank, hat er sich doch ehrlich bemüht, die Studienreise Nr. 7 trotz mancher Schwierigkeiten und Widerwärtigkeiten, die da und dort auftauchten, an ein gutes Ende zu führen.

Bildernachweis:
Claudine und G. A. Töndury: Fotos 3, 5, 6, 9/21, 23/35

Bild 35
An der felsigen Steilküste im Südwesten der Insel Teneriffa.

5. Verzeichnis der Kongressberichte

(Die Titel sind in der Sprache des Originaltextes aufgeführt)

FRAGE 40:

Auswirkungen des Talsperrenbaus auf die Umwelt

Generalberichterstatter: I. Cheret (Frankreich)

R. 1 S. Fremling: Changes of the ice regime in Swedish rivers due to the development of the hydro-electric power. (Sweden)

R. 2 O. Catakli, K. Ozal, R. Kutan: On some international aspects of dam construction. (Turkey)

R. 3 I. Unsal: Sur la propagation des ondes de submersion dans un canal en écoulement non uniforme. (Turquie)

R. 4 T. Esen: The influence of the construction of Keban dam upon its surroundings. (Turkey)

R. 5 Groupe de Travail du Comité Français: M. Thevenin, J. Labonde, M. Gras, M. Leynaud, M. Mangerel: Modification de la qualité de l'eau dans les lacs artificiels de barrages. Le cas du barrage Seine.

R. 6 E. Gruner: Classification of risk. (Switzerland)

R. 7 D. Jovanovic: Some effects on the environment of the building of dams in East Africa. (Australia)

R. 8 H. W. Koenig, E. Waelter: Resettlement of population and commercial and industrial enterprises by the erection of reservoirs in the catchment area of Ruhr river. (Federal Republic of Germany)

R. 9 P. Santema, R. Klomp: The Netherlands' delta-project: its environmental impact. (Netherlands)

R. 10 B. Rodhe: The effect of lake regulation on local climate (Sweden)

R. 11 Y. Hanayama: The influences of dam building upon the people within reservoir site or in circumference of reservoir. (Japan)

R. 12 H. Herzog: Method for the evaluation of the significance of storage dams. (Hungary)

R. 13 Z. Zanev, D. Dobrev: Changes in some local conditions due to the construction of dams. (Bulgaria)

R. 14 R. F. Phelines, M. Coke, S. M. Nicol: Some biological consequences of the damming of the Pongola river. (Republic of South Africa)

R. 15 A. Elliot: Consequences on the environment of the T.V.A. reservoir system. (USA)

R. 16 L. Armstrong: Dam construction and the environment. (USA)

R. 17 A. Smith: A detrimental effect of dams on environment. Nitrogen supersaturation? (USA)

R. 18 V. Phillips, L. Georgeson: Environmental considerations of dam construction and operation in seismically active urban areas. (USA)

R. 19 F. Dudley, T. Bristow: Petenwell-castle rock, twenty years later. (USA)

R. 20 G. Lenssen: The construction of storage reservoir and its influence exercised on the regional infrastructure. (German Federal Republic)

R. 21 B. M. McIntosh, J. H. S. Gear, R. J. Pitchford: The consequences on the environment of building dams: biological effects with special reference to medical aspects. (Republic of South Africa)

R. 22 H. W. Koenig, E. A. Nusch: The influence of settlement and recreational activities on reservoirs in the Rhinish-Westphalian industrial area. (German Federal Republic)

R. 23 T. D. Ruxton, A. J. E. Smith: Environmental effects of building dams in the Dee Estuary. (Great Britain)

R. 24 E. T. Haws, F. O. Legg: Saline underseepage problems at Chowilla dam. (Great Britain)

R. 25 M. F. Kennard: Cow green reservoir and its environment. (Great Britain)

R. 26 H. Asada: Prediction of sediment bed profile in reservoir and river bed deformation. A practical method and some examples of calculation. (Japan)

R. 27 B. Mickiewicz: Improvement of forest biotope conditions on the adjoining areas of low land reservoirs. (Poland)

R. 28 J. L. Minshull: The establishment of a fishery among the resettled Batonka people at lake Kariba, Rhodesia. (Rhodesia)

R. 29 G. W. Begg: The biological consequences of discharge above and below Kariba dam. (Rhodesia)

R. 30 Working Group of the Czechoslovak National Committee on Large Dams. Relation of water supply reservoirs to their environment. (Czechoslovakia)

R. 31 A. Diacon, C. Constantinescu, S. Dragu, R. Mihai: Modifications physiques dans le milieu environnant, déterminées par des barrages et des usines, en Roumanie. (Roumanie)

R. 32 Groupe de Travail du Comité Français MM. de la Jarrige et Plichon, MM. Coffy, Gautier, Londe, Pestre, Mlle Richard, M. Savey: Modifications apportées aux activités humaines par la réalisation de barrages. (France)

R. 33 B. Pavlin: Establishment of subsurface dams and utilization of natural subsurface barriers for realization of underground storages in the coastal karst spring zones and their protection against seawater intrusion. (Yugoslavia)

R. 34 R. Rajar: Modèle mathématique et abaques sans dimensions pour la détermination de l'écoulement qui suit la rupture d'un barrage. (Yougoslavia)

R. 35 Groupe de Travail du Comité Français: J. A. Rodier, R. Deschiens, Mlle C. G. Nordau, M. G. Quellennec, B. Dussart, Jamme, M. Braquaval, M. Mouraret, Th. Monod: Influence biologique de l'aménagement de retenues en régions tropicales. (France)

R. 36 Groupe de Travail du Comité Français: M. de Carmantrand, MM. Baldy, Gachelin, Lepalud, Portier, Riquois: L'aménagement mixte du Verdon et la protection de la qualité des eaux.

R. 37 S. Buttling, T. L. Shaw: Predicting the rate and pattern of storage loss in reservoirs. (Great Britain)

R. 38 M. Mostarlic: Méthode pour la définition et le contrôle des effets nocifs des eaux retenues dans la zone riveraine du système hydro-énergétique et de navigation de Djerdap (Portes de Fer). (Yougoslavie)

R. 39 A. Bottomley, C. Clarke: Evaluation of the effects of irrigation dams in developing countries. (Great Britain)

R. 40 A. James: A simulation approach to the modelling of eutrophication in reservoirs. (Great Britain)

R. 41 Groupe de Travail du Comité Français: J. C. Lebreton, J. Mathian, N. Perdreau: Influence des barrages sur le débit solide et évolution du profil en long des cours d'eau. (France)

R. 42 Groupe de Travail du Comité Français: P. Combelles, A. Lebreton, J. C. Lebreton, L. Reynaud: Mesures prises en France pour faciliter la protection des populations à l'aval des barrages; réglementation et calcul des zones submergées. (France)

R. 43 P. Kivinen, M. Kuuskoski: The consequences on the environment of the man-made lake of Lokka. (Finland)

R. 44 O. Ganser: Precautions for the protection of the population in the case of danger from storage schemes. (Austria)

R. 45 E. Stefko, R. Widmann: Reservoirs and the environment in the high mountains. (Austria)

R. 46 R. Kellerhals, D. Gill: Observed and potential downstream effects of large storage projects in Northern Canada. (Canada)

R. 47 A. J. O'Connor, G. H. D. Ganong, A. Y. Gordon: The Mactaquac development, effects on environment. (Canada)

R. 48 R. Kellerhals, D. Gill: Evaluating the impact of large dams on the environment. (Canada)

R. 49 S. K. Jain, J. P. Naegamvala, S. R. Sahasrabudhe: Impact of Damodar Valley reservoirs on the environmental status of the region. (India)

R. 50 J. Roden, V. Wanhainen: Contribution of the problem of environmental conservancy in dam and power station construction. (Sweden)

R. 51 J. Feijoo, F. Fz. Fole: The noise in the construction of dams. (Spain)

R. 52 S. Castro: The Aesthetics of the dams. (Spain)

R. 53 P. Oberleitner: The influence of Austrian river power plants on the environments. (Austria)

R. 54 Z. Kinawy, T. A. Wafa, A. H. Labib, W. K. Shenouda: Effects of sedimentation in high Aswan dam reservoir. (Egypt)

R. 55 M. Palancar Penella: Positive effects of reservoirs on the environment. (Spain)

R. 56 E. N. Kumi: Environmental effects of the Volta river project. (Ghana)

R. 57 N. A. Nilson: Biological effects of water-power exploitation in Sweden, and means of compensation for damage. (Sweden)

R. 58 S. El Zein, R. G. T. Lane: Engineering implications of the environmental study of some dams in Africa, with particular reference to seismicity. (Sudan)

R. 59 I. Z. Kinawy, O. A. El-Ghamry: Some effects of the high dam on the environment. (Egypt)

FRAGE 41:

Hochwasserableitung und Energieumwandlung während des Baus und nach der Inbetriebnahme

Generalberichterstatter: M. Vercon (Jugoslawien)

R. 1 H. de S. Manamperi: Flow control and energy control during construction and after completion Polgolla diversion barrage, Mahaweli project. (Ceylon)

R. 2 O. Catakli, K. Ozal, A. R. Tandogan: A study of scours at the end of stilling basin and use of horizontal beams as energy dissipators. (Turkey)

R. 3 F. Hartung, E. Hausler: Scours, stilling basins and downstream protection under free overfall jets at dams. (Federal Republic of Germany)

R. 4 K. Herbrand, J. Knauss: Computation and design of stilling basins with abruptly or gradually enlarged bounderies. (German Federal Republic)

R. 5 F. M. G. Budweg: Combined spillway-intake dams with submerged medium head power station. (Brazil)

R. 6 K. Arkun: Operating rules for Oymapinar reservoir to meet special operational requirements and economic considerations. (Turkey)

R. 7 H. D. Altinbilek, Y. Basmaci: Localized scour at the downstream of outlet structures. (Turkey)

R. 8 Groupe de Travail du Comité Français: MM. J. Duffaut, Bernier, Guillot, Roche, M. Herriou, Normand: Détermination des crues de projet. (France)

R. 9 W. R. Mitchell: River diversion arrangements for the Cethana power scheme. (Australia)

R. 10 C. A. Schmidt: Some recent Swedish experiences of river diversion. (Sweden)

R. 11 L. Rundgren: Design floods and accepted risk of failure. (Sweden)

R. 12 St. Stanchev, Sp. Iliev, G. Avramov: Flood problems in dam construction and operation in the People's Republic of Bulgaria. (Bulgaria)

R. 13 J. M. Jordaan: Operating rules for flood control by reservoirs. (South Africa)

R. 14 A. V. Hiemstra: Runhydrographs for the sizing of dam spillways and minimum required reservoir capacities. (Republic of Souh Africa)

R. 15 G. S. Sarkaria, C. E. Hall: Three-stage river control at a high arch dam. (USA)

R. 16 A. G. Strassburger: Spillway energy dissipator problems. (USA)

R. 17 M. A. Jabara, J. Legas: Selection of spillways, plunge pools, and stilling basins for earth and concrete dams. (USA)

R. 18 G. C. Richardson: Diversion during construction of Dworshak dam. (USA)

R. 19 R. Ohashi, S. Aki: Design of combined hydraulic jump and ski-jump energy dissipator of flood spillway. (Japan)

R. 20 M. Iwata, S. Tamura: Simulation model for the release control of a series of dams. (Japan)

R. 21 Y. Suzuki, A. Sakurai, N. Kakumoto: A design of a chute spillway jointly serving as the roof slab of a hydropower station and its review on the vibration during flood. (Japan)

R. 22 I. Z. Kinawy, W. K. Shenouda: Nile regime, design floods and operation rules of the High Aswan dam. (Egypt)

R. 23 K. Fanti, A. Zbikowski: Local scour downstream from weirs. (Poland)

R. 24 V. Djordjevic: Dérivation et évacuation des eaux du Danube et résolution du problème de navigation au cours de la construction du système hydroénergétique et de navigation de Djerdap. (Yougoslavie)

R. 25 A. Terada: Central Operation System for Upper Tone River Dams. (Japan)

R. 26 M. Tamura: Designs and hydraulic model investigations of hydraulic jump type dissipators. (Japan)

R. 27 V. Broza: Dérivation provisoire de l'eau pendant les travaux de construction des barrages en terre et en enrochements. (Tchécoslovaquie)

R. 28 K. Hosoda, M. Araki, A. Kimizuka: The Tone Estuary dam. (Japan)

R. 29 A. Nourescu, C. Constantinescu, M. Radu: Evacuation des débits maximum et dissipation de l'énergie dans des barrages en Roumanie. (Roumanie)

R. 30 A. Diacon, A. Vasiliu, V. Clenc: Le contrôle des débits et de la dissipation de l'énergie au système hydroélectrique et de navigation des Portes de Fer. (Roumanie)

R. 31 K. C. Webster: Spillway design and river diversion for the Ord river dam. (Australia)

R. 32 Groupe de Travail du Comité Français: MM. J. Cotillon, J. Aubert, G. Johnson, F. Lemperière, P. Londe, M. Leroy, M. Ramette, G. Valet: Méthodes de dérivation pendant la construction.

R. 33 A. Del Campo, J. J. Aspuru, L. Maroto: Dams outlets capacity and location. (Spain)

R. 34 F. G. Villareal: Design storms and floods for the central Pacific zone of Mexico. (Mexico)

R. 35 Groupe de Travail du Comité Français: MM. Aubert, Blanchet, Johnson, Giraud, Ter-Minassian, Pera, Chardonnet, Le May, Morenon, Puech: Les ouvrages d'évacuation définitifs des barrages.

R. 37 K. Roose, B. Gilg: Comparison of the hydraulic model tests carried out for the ski-jump shaped spillways of the Smokovo and Paliodherli dams. (Switzerland)

R. 38 A. A. Ribeiro, F. O. Lemos, C. M. Ramos: Bed protection downstream of a big dam founded in alluvia. (Portugal)

R. 39 L. K. Domansky, B. P. Feringer, F. G. Goun'ko, Roubinstein, A. G. Solovieva: Evacuation de l'eau et de la glace en périodes de construction et d'exploitation des grands barrages sur les grands fleuves de Sibérie. (URSS)

R. 40 R. Widmann: Bottom outlets with stilling caverns at high dams. (Austria)

R. 41 H. Romer: Diversion methods during the construction of dams on rivers. (Austria)

R. 42 A. Liebl: High pressure sluice gates. (Austria)

R. 43 A. C. Xerez, H. G. Pinto, A. C. Ferreira: Evacuation des crues dans les barrages à voûtes multiples. (Portugal)

R. 44 R. Martins: Contribution to the knowledge on the scour action of free jets on rocky river-beds. (Portugal)

R. 45 F. Manzanares Abecasis, A. De Carvalho Quintela, R. Gonçalves Henriques, L. Moreira dos Santos: Temporary river diversion. The case of Cabora Bassa. (Portugal)

R. 46 R. B. Johnson: Spillway types in Australia and factors affecting their choice. (Australia)

R. 47 P. T. A. Griffiths, R. F. Edmondson: Diversion closures by the hydroelectric commission of Tasmania, Australia in its Mersey-Forth and Gordon river power developments. (Australia)

R. 48 A. D. Pronsato, C. Figueroa Castellanos, H. H. Lhez: Spillway design criteria of the «Quebrada de Ullum» reservoir San Juan River, Argentina. (Argentina)

R. 49 A. D. Pronsato, C. Figueroa Castellanos, H. H. Lhez: Diversion of the San Juan River. «Quebrada de Ullum» project, San Juan River, Argentina. (Argentina)

R. 50 P. Meidal, J. L. Webster: Discharge facilities for Mica dam. (Canada)

R. 51 R. Boucher: Dissipation d'énergie par nappe plongeante pour le déversoir de l'aménagement hydro-électrique Manicouagan 3. (Canada)

R. 52 P. Albert, R. Hausser, R. Larivière: Dérivation provisoire de l'aménagement de Manicouagan 3. (Canada)

R. 53 C. H. Atkinson, K. Overbeeke: Design and operation of lower Notch spillway. (Canada)

R. 54 R. Hausser, R. Larivière, L. P. Mendes: Résultats d'exploitation des ouvrages de restitution du barrage Daniel Johnson (Manicouagan 5). (Canada)

R. 55 S. S. Lamba: Flow control of river Beas at Pandoh (Himachal Pradesh) India. (India)

R. 56 B. D. Suryavanshi, M. P. Vaidya, B. Choudhury: Use of chute blocks in stilling basin, an assessment. (India)

R. 57 Y. K. Murthy, S. Balasubrahmanyam, M. S. Rama Rao: Flow control during construction of Nagarjunasagar dam. (India)

R. 58 Y. K. Murthy, J. N. Srivastava, B. S. Srinivasa: Diversion of flow during construction of Balimela earth dam. (India)

R. 59 C. C. Patel: Diversion of floods in the Tapi river during construction of Ukai dam.

R. 60 M. Venkata Rao: Srisailam dam. Diversion methods during constrcution. (India)

R. 61 K. C. Goyal, K. M. Maheshwari, V. K. Joshi, D. L. Bhatia: River closure flow and energy control at Ramganga dam. (India)

R. 62 B. Aleksandar: Vibration of the bottom outlet on the Bajina Basta dam. (Yugoslavia)

R. 63 H. Olivier: Some aspects of major river diversion during construction. (South Africa)

R. 64 J. N. Peironcely, A. Zulueta: The diversion of rivers in dam construction. (Spain)

R. 65 L. F. F. Alfonso, G. R. Herrero: Crues de projet dans les différents réservoirs de la vallée du Tage. (Espagne)

R. 66 P. M. Guinea, P. Lucas, J. J. Aspuru: Selection of spillways and energy dissipators. (Spain)

R. 67 M. Coll Alas, F. Mendana Saavedra: Diversion systems and types of cofferdams. (Spain)

R. 68 F. Mendana Saavedra: Travaux de déviation des parties inférieures des fleuves. Déviations de Velle et Castrelo dans le fleuve Miño. (Espagne)

R. 69 C. Duelo: Flow control during construction when partial storage is foreseen before completion of dam concreting work. (Spain)

R. 70 G. N. Alexander: Estimation of the 10,000 year flood. (Australia)

R. 71 D. Milovanovic: Le déversoir du barrage de Modrac. (Yougoslavie)

R. 72 F. Hartung: Gates in spillways of large dams. (German Federal Republic)

R. 73 L. N. Vajda: Diversion of the river-construction of Cofferdam. Tisza river dam project. (Yugoslavia)

R. 74 A. Hakimi, M. Chaoui, R. Marchand, J. Sterenberg: Les ouvrages d'évacuation des crues du barrage Mouley Youssef. (Maroc)

R. 75 J. J. Dronkers, W. A. Venis: Hydraulic and soil-mechanical aspects of enclosures in estuaries. (Netherlands)

R. 76 P. A. A. Back, J. P. Frey, G. Johnson: P. K. Le Roux dam. Spillway design and energy dissipation. (Republic of South Africa)

R. 77 D. D'Andrea, A. Giancotti: Débits de crue débités par les réservoirs des hauts plateaux silains en quarante années d'exploitation comparés avec ceux des projets. (Italie)

R. 78 F. Lionetti, G. Craviari: Problèmes de construction et d'exploitation du barrage de Val Grosina en relation avec le contrôle des débits de crue et du charriage. (Italie)

R. 79 D. Tonini: The unit-hydrograph on the forecasting and on the prediction of normal and exceptional discharges. (Italy)

R. 80 F. Anik: Experience gained in the investigation of karst reservoirs. (Turkey)

R. 81 N. Biezeveld: Closing a dam on an estuary. (Netherlands)

R. 82 J. L. Sanchez Bribiesca: Capacity analysis for diversion works. (Mexico)

R. 83 J. L. Sanchez Bribiesca, A. Capella Vizcaino: Turbulence effects on the stilling basins lining. (Mexico)

FRAGE 42:

Dichtungsvorkehren und Böschungsschutz bei Erd- und Steindämmen

Generalberichterstatter: R. T. Gerrard (Grossbritannien)

R. 1 S. Bursali: Determination of the minimum number of samples for the compaction control of impervious fills. (Turkey)

R. 2 E. Reinius: Some stability properties of a dam having an inclined core. (Sweden)

R. 3 J. K. Wilkins, W. R. Mitchell, M. D. Fitzpatrick, T. Liggins: The design of Cethana concrete face rockfill dam. (Australia)

R 4. T. J. Szczepanowski: Methods and equipment for slipforming of concrete faces on rockfill dams. (Australia)

R. 5 G. E. Blight: Stresses in narrow cores and core trenches of dams. (Rhodesia)

R. 6 W. Lorenz: The sealing element of the dam of Mauthaus drinking water reservoir. (German Federal Republic)

R. 7 Groupe de Travail du Comité Français: Plichon, Corda, Diernat, Rosset, Valet, Huynh, Lefebvre, Lelu: L'expérience française des masques amont en béton bitumineux. (France)

R. 8 M. A. Hindley, C. P. Thorne, C. F. R. Fitzhardinge: The application of the Bentonite Slurry Trench Method to construct simultaneously an impermeable core and a deep cut-off for the Grahamstown dam. (Australia)

R. 9 M. D. Fitzpatrick, T. B. Liggins, L. J. Lack, B. P. Knoop: Instrumentation and performance of Cethana dam. (Australia)

R. 10 A. Kezdi: Tensile and flexural strength of earth dam materials. (Hungary)

R. 11 H. F. W. Elges, J. G. Du Plessis: Some aspects of the methods of slope protection used in the construction of earth dams in the Department of Water Affairs. (Republic of South Africa)

R. 12 F. J. De Carolis, R. E. Burnett, M. S. Vasilescu, A. P. Davis, Jr.: Embankment design and construction for the Blenheim-Gilboa pumped storage power project. (USA)

R. 13 K. V. Taylor: Slope protection on earth and rockfill dams. (USA)

R. 14 F. J. Davis, E. W. Gray, Jr.; C. W. Jones: The use of soil-cement for slope protection. (USA)

R. 15 R. R. W. Beene, J. P. Ahrens: Wave tank studies for the development of criteria for riprap. (USA)

R. 16 A. Gsaenger: The asphalt sealing membrane of the dam of Lech power plant Prem. (German Federal Republic)

R. 17 T. Sawada, Y. Nakazima, T. Tanaka: Empirical research and practical design of rockfill dams with asphalt facing. (Japan)

R. 18 A. D. Penman, J. A. Charles: Effect of the position of the core on the behaviour of two rockfill dams. (Great Britain)

R. 19 I. Z. Kinawy, W. K. Shenouda: Observations on performance settlement and movement measurements of High Aswan dam. (Egypt)

R. 20 H. W. Koenig, K. H. Idel: Report on the behaviour of impervious surface of asphalt. (German Federal Republic)

R. 21 Z. Mikucki, W. Mioduszewski: Sealing of «A» dam water reservoir. (Poland)

R. 22 J. Kudlik, L. Nosek, L. Pruska, J. Stastny: The use of a plastic foil for reconstruction of an earth dam. (Czechoslovakia)

R. 23 M. Brousek: La protection des parements des barrages en terre et en enrochements. (Tchécoslovaquie)

R. 24 A. Nourescu, C. Constantinescu, O. Horodinschi, E. Luca: Solutions d'étanchement et la protection des talus aux barrages en matériaux locaux, exécutés en Roumanie. (Roumanie)

R. 25 L. Bernell: Construction of slope protection on Swedish rockfill dams. (Sweden)

R. 26 W. J. Carlyle: The design and performance of the core of Brianne dam. (Great Britain)

R. 27 Groupe de Travail du Comité Français: Corda, Ceintrey, Dunglas Diernat, J. Combelles Longuemare, Vieu, Terminassian: Revêtements en matériaux nouveaux. Etat des recherches et premières réalisations françaises.

R. 28 Groupe de Travail du Comité Français: H. Vieu, Paubel, Caron, Terminassian: Noyaux d'étanchéité internes. (France)

R. 29 M. Takahashi, K. Nakayama: The effect of regional conditions in Japan on design and construction of impervious elements of rockfill dams. (Japan)

R. 30 B. Gilg: The impervious system of the Mattmark dam. (Switzerland)

R. 31 H. Halter, F. Molina Roa: Seepage control provisions for Huinco reservoir. (Peru)

R. 32 V. I. Vutsel, P. P. Listrovoy, M. P. Malyshev, V. I. Shcherbina: Measures providing impermeability of the Nurek dam. (USSR)

R. 33 P. Cooley: Queen Elizabeth II reservoir: condition of clay core wall. (Great Britain)

R. 34 W. Schober: Considerations and Investigations for the design of a rockfill dam with a 92 m high bituminous mix core. (Austria)

R. 35 D. J. Forbes, J. L. Gordon, S. E. Rutledge: Concrete diaphragm wall. Bighorn dam. (Canada)

R. 36 J. G. Gauthier, G. S. Larocque: Emploi de panneaux en béton comme éléments de stabilisation et d'imperméabilisation. (Canada)

R. 38 N. L. Iverson, A. S. Ringheim: Upstream slope protection at Gardiner and Qu'Appelle river dams. (Canada)

R. 39 A. D. Mc Connell, R. N. Seemel, H. J. O' Beirne: Frceboard and slope protection of Dykes for the Churchill falls project. (Canada)

R. 40 Y. K. Murthy, J. N. Srivastava, S. K. Bhatia: Influence of core position on stability of rockfill dam founded on sand, gravel and boulder deposits in seismic zone. (India)

R. 41 K. C. Goyal, J. N. Srivastava, V. K. Joshi: Impervious materials and slope protection at Ramganga dam. (India)

R. 42 B. R. Palta, J. C. Malhotra, M. L. Agarwal: Impervious core and slope protection of Beas dam. (India)

R. 43 A. J. Woestenenk: Use of asphalt for slope protection on earth and rockfill dams. (Netherlands)

R. 44 M. Maksimovic: Optimum position of the central clay core of a rockfill dam in respect to arching and hydraulic fracture. (Yugoslavia)

R. 45 K. Rienossl: Embankment dams with asphaltic-concrete cores. Experience and recent test results. (Austria)

R. 46 G. Innerhofer: Asphaltic concrete facing of the Rifa, Partenen and Latschau balancing reservoirs. (Austria)

R. 47 A. Lohr, A. Feiner: Asphaltic concrete cores experiences and developments. (German Federal Republic)

R. 48 J. A. Herreras: The membrane of the Pozo De Los Ramos dam. (Spain)

R. 49 A. Baltanas Garcia: Barrage de Tirajana: un problème. (Espagne)

R. 50 Korea water resources development corporation. Sand and gravel embankment in winter season in the Soyang Gang dam. (Korea)

R. 51 K. Belbachir, B. Montel, L. Chervier: Comportement des masques d'étanchéité en béton bitumineux des barrages du Secrétariat d'Etat à l'Hydraulique algérien. (Algérie)

R. 52 G. Baldovin, A. Ghirardini: Ogliastro reservoir peripherical rockfill dam, with 90 000 m² upstream bituminous membrane. (Italy)

R. 53 Z. Kinawy, K. Shenouda, M. Sheta: Selection of construction materials and methods of their placement in the High Aswan dam. (Egypt)

FRAGE 43:

Neue Ideen für den rascheren und wirtschaftlicheren Bau von Betonstaumauern

Generalberichterstatter: H. Arthur (USA)

R. 1 S. Giudici, R. Courtier, T. Szczepanowski: The Gordon cofferdam. Design and construction. (Australia)

R. 2 F. Hartung, K. Csallner: The angular dam — a study of a new form of dam. (German Federal Republic)

R. 3 Groupe de Travail du Comité Français: Ter Minassian, Aubert, Garbe: L'économie par le parti. (France)

R. 4 Groupe de Travail du Comité Français: Le Bel, Colange, Garbe, Gérard, Gesta, de la Jarrice: Quelques problèmes de conception et de construction de barrages en béton, vus par un groupe d'entrepreneurs français. (France)

R. 5 J. W. Leonard: Plant and procedure concepts for rapid construction of concrete dams. (USA)

R. 6 J. W. Hilf, M. D. Copen: Economic factors in the design and construction of concrete dams. (USA)

R. 7 D. H. Basgen: New ideas for more rapid and economical construction of concrete dams. (USA)

R. 8 T. P. C. Van Robbroeck: Precast concrete shuttering without ties. (Republic of South Africa)

R. 9 G. Ribarovic: Construction of the Mratinje arch dam. (Yugoslavia)

R. 10 K. K. Kouzmin, V. L. Kouperman, A. G. Oskolkov, V. B. Soudakov, V. S. Shangin, L. A. Tolkatchev: Construction of high concrete dam in narrow deep gorge. (USSR)

R. 11 A. Mexia Heitor, J. O. Pedro: Prestressed piers for high radial gates-Fratel spillweir dam. (Portugal)

R. 12 W. Jurecka, R. Widmann: Optimization of dam concreting by cable-cranes. (Austria)

R. 13 W. Stensch: Free form shaping of arch dams. A new technique. (Canada)

R. 14 F. Sensidoni, G. Saraca: Notes on the simplified design of concrete gravity spillway dams. (Italy)

R. 15 S. Mikulec, M. Mitrinovic: A type of cofferdam made of prefabricated concrete elements. (Yugoslavia)

R. 16 J. Laginha Serafim, M. Guerreiro, C. Gonzalez Florez: Economical concepts of concrete dams after results of observation. (Spain)

R. 17 A. Ramirez Gallardo: Méthode simple de piquetage pour les barrages à voûtes. (Espagne)

R. 18 D. R. L. Gonzalez, D. R. R. Sanchez Garrido: Bétons employés dans la construction du barrage de Riano (Léon). (Espagne)

R. 19 J. G. Rossello: Economic considerations on the construction of concrete dams. (Spain)

R. 20 D. Milovanovic: Quelques possibilités de construire plus rapidement et plus économiquement les barrages en béton. (Yougoslavie)

R. 21 Alex I. B. Moffat: A study of dry lean concrete applied to the construction of gravity dams. (Great Britain)

R. 22 F. Pilny: Advancements in mass and face concrete. (German Federal Republic)

MITTEILUNGEN VERSCHIEDENER ART

WASSERRECHT

Rodung für Reusstal-Flachsee zugelassen

Am 16. November 1973 wies die Verwaltungsrechtliche Kammer des Bundesgerichtes eine Verwaltungsgerichtsbeschwerde der Einwohnergemeinde Unterlunkhofen im Aargau gegen die Rodung von 94 100 Quadratmeter Wald im Reusstal ab. Es handelt sich um jene Rodung, die dem Herstellen eines Flachsees als Brutplatz für national und international geschützte Wasservogelarten, insbesondere Zugvögel, dienen soll.

Das Aargauer Reusstalgesetz von 1969 ermöglicht im § 5 die Bildung von Naturschutzreservaten. Im Zusammenhang mit der Bewilligung des Neubaus des Kraftwerkes Bremgarten-Zufikon wurden langwierige Verhandlungen zur Wahrung der Naturschutzinteressen geführt, wobei die Vertreter dieser Interessen das Schaffen dieses Verlandungsgewässers als Lebensgrundlage einer schützenswerten Wasservögelgemeinschaft wünschten.

Gegen das Reusstalprojekt erhob sich jedoch hartnäckiger Widerstand. Das Bundesgericht wies im Jahre 1972 eine Verwaltungsgerichtsbeschwerde gegen die generelle Rodungsbewilligung und die erste Rodungsetappe ab. Die Anfechtbarkeit weiterer Rodungsetappen wurde aber offengehalten. Gegen die dritte Rodungsetappe im Gebiet des künftigen Flachsees erhob